



## Alternativa skötselmetoder för ängs- och betesmarker och användning av skördat växtmaterial

*Alternative methods for management of meadows and pastures and use of the harvested biomass*

**Georg Carlsson<sup>1</sup>, Sven-Erik Svensson<sup>1</sup>, Urban Emanuelsson<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institutionen för biosystem och teknologi, <sup>2</sup> Centrum för biologisk mångfald

Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

**Rapport 2014:11**

ISBN 978-91-87117-72-5

Alnarp 2014





**LANDSKAPSARKITEKTUR**  
**TRÄDGÅRD VÄXTPRODUKTIONSVETENSKAP**  
Rapportserie

# Alternativa skötselmetoder för ängs- och betesmarker och användning av skördat växtmaterial

*Alternative methods for management of meadows and pastures and use of the harvested biomass*

**Georg Carlsson<sup>1</sup>, Sven-Erik Svensson<sup>1</sup>, Urban Emanuelsson<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institutionen för biosystem och teknologi, <sup>2</sup> Centrum för biologisk mångfald

Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

**Rapport 2014:11**  
ISBN 978-91-87117-72-5  
Alnarp 2014



## Förord

Denna rapport, ”Alternativa skötselmetoder för ängs- och betesmarker och användning av skördat växtmaterial”, har genomförts på uppdrag av Jordbruksverket. Utgångspunkten var att Jordbruksverket behövde en kunskapssammanställning som grund för urval av alternativa skötselmetoder (alternativ till lieslätter och bete) och användningsområden (annat än foder) baserat på bedömningar av metodernas miljö- och samhällsnytta. Rapporten har därmed utgjort ett underlag för Jordbruksverkets regeringsuppdrag ”..... att utreda om alternativa metoder kan utvecklas för att sköta ängs- och betesmarker.....”, som redovisas i Jordbruksverkets rapport 2013:22 ”Kan nya metoder stärka skötseln av våra ängs- och betesmarker?”

Enligt en annan rapport från Jordbruksverket, rapport 2013:32, ”Utvärdering av ängs- och betesmarksinventeringen och databasen TUVA - Hur används TUVA och hur stort är behovet av ominventering?”, framgår att ca en sjättedel av de ominventerade markerna inte längre klassas som värdefull betesmark. Vidare anger Jordbruksverket i sitt pressmeddelande 2014-02-05 att ominventeringen i 14 län under 2013 visade att värdefulla ängs- och betesmarker har vuxit igen eller exploaterats, och artrikedomen minskat.

I en aktuell debattartikel i Svenska Dagbladet (Brännpunkt 9 februari 2014) skriver Karl-Ivar Kumm, forskningsledare på SLU, att Sverige behöver satsa på rationell betesdrift och naturvårdsentreprenörer för att uppnå en miljömässigt och ekonomiskt hållbar skötsel av de värdefulla ängs- och betesmarkerna – förslag som ligger väl i linje med slutsatserna i vår rapport.

Med tanke på den högaktuella frågeställningen om hur hävden och den biologiska mångfalden i ängs- och betesmarker ska kunna bevaras hoppas vi att vår rapport bidrar med kunskap och inspiration för tillämpning av nya hållbara skötselmetoder och alternativ användning av skördat växtmaterial, så att hävden av ängs- och betesmarker kan nå en positiv utveckling.

Vi riktar ett stort tack till Maria Hall-Diemer, Lena Niemi Hjulfors, Camilla Lagerkvist Tolke och Maria Durling, alla vid Jordbruksverket, för att de gav oss uppdraget och för värdefulla och givande diskussioner under arbetets gång. Tack till alla som gett oss tillåtelse att publicera deras bilder på maskiner för skötsel och skörd av ängs- och betesmarker (Bilaga 2). Arbetet med denna kunskapssammanställning har finansierats av SLU och Jordbruksverket.

Alnarp, mars 2014

Georg Carlsson, Sven-Erik Svensson och Urban Emanuelsson

**Omslagsbilder:** Övre bilden: extensivt bete på Revingefältet, foto Urban Emanuelsson.  
Nedre bilden: direktskörd (enstegsskörd) av ängsgräs, Ellinge gård, foto Georg Carlsson.



## Sammanfattning

Ängs- och betesmarker utgör unika livsmiljöer och är mycket värdefulla för den biologiska mångfalden. I dagsläget är utmaningarna stora i Sverige för att kunna hävda ängs- och betesmarkerna med hög kvalitet, till stor del beroende på det minskande antalet betesdjur och minskat behov av fodermarker.

Denna rapport sammanställer aktuell kunskap kring möjliga nya skötselmetoder för våra ängs- och betesmarker samt hur skördat material kan användas som en resurs i samhället. Sammanställningen bygger på vetenskaplig och populärvetenskaplig litteratur, författarnas erfarenheter inom området, samt information om pågående teknikutveckling och praktisk tillämpning.

Utmaningarna för att utveckla hävden av ängs- och betesmarker består i huvudsak i att hitta rationella system, dels för hantering av betesdjur och dels för effektiv insamling och användning av biomassa.

Vi har identifierat följande skötselmetoder och användningsområden som särskilt intressanta för vidare analyser:

1. Flexibel hävd genom till exempel extensivt bete, varierad hävd genom olika skötselmetoder olika år (hävdföljd), kombination av olika metoder genom till exempel maskinell skörd och bränning eller slåtter i kombination med bete.
2. Maskinanpassad hävd av skogsbeten och lövängar – kombinationen av ängsväxter och träd för såväl biologisk mångfald som kolinlagring och produktion av biomassa (både gräs och träd).
3. Småskalig och situationsanpassad teknik – slåtter och borttransport av biomassa från små och hinderrika fält genom en kombination av motormanuella och rationella lösningar. Detta kräver viss metodutveckling och logistik lämpad för avslagning, uppsamling och transport.
4. Samordning och utveckling av avsättning för biomassan för bioenergiändamål. Användning av ängsbiomassa som biogassubstrat har särskilt stor miljönytta och möjliggör effektivt resursutnyttjande genom att man både utvinner energi och en växtnäingsrik rötrest (biogödsel) samtidigt som markerna hävdas.

Flera nya studier visar på små eller inga skillnader när slåtter genomförs med skärande eller klippande redskap (lie och knivslåtterbalk) jämfört med roterande redskap (rotorslåttermaskiner med vassa knivar eller röjsnöre). Denna kunskap öppnar upp för maskinell skötsel av slåtterängar som annars hotas av utebliven hävd.

## Summary

Meadows and pastures – semi-natural grasslands – provide unique habitats and are extremely valuable for biological diversity. It is currently very challenging to maintain meadows and pastures of high quality in Sweden, mainly owing to the decreasing number of grazing animals and the decreasing demand of grasslands for animal feed production.

This report summarises existing information on potential new management methods for Swedish meadow and pasture land and how harvested material can be used as a resource in society. The report is based on data obtained from scientific and popular literature, the authors' experiences within the area and information originating from ongoing technological development work and practical applications.

The challenges for conserving Swedish meadows and pastures consist mainly of identifying rational practices for managing grazing animals and for efficient collection and use of biomass.

We identified the following management methods and areas of application as being particularly interesting for further analysis:

1. Flexible systems such as extensive grazing varied systems with different management methods in different years (rotation pattern), a combination of different methods such as machine cutting and burning, or mowing in combination with grazing.
2. Machine-friendly management of silvopasture and tree-meadow agroforestry systems – a combination of meadow vegetation and trees for biological diversity, carbon sequestration and production of biomass (both meadow and tree biomass).
3. Small-scale, case-specific technology – mowing and removal of biomass from small and irregular fields through a combination of motorised manual and rational solutions. This will require development of methods for cutting, collection and transport.
4. Coordination and development of systems for using meadow biomass for energy production. Use of meadow biomass as a biogas substrate provides particularly great environmental advantages and permits efficient use of resources by supplying energy and a nutrient-rich residue (biodigestate) while maintaining traditional meadows.

A number of new studies show little or no differences when mowing is carried out with slicing or clipping implements (scythe and blade mowing machines) compared with rotating implements (rotary flail machines or strimmers). This finding opens up for mechanical management of meadows that would otherwise risk being abandoned.



<b>Innehållsförteckning</b>	<b>Sid</b>
1. Inledning	7
1.1. Definitioner	7
2. Material och metod	7
3. Alternativa skötselmetoder	8
3.1. Maskinell skörd och borttransport av biomassan	8
3.1.1. Direktskörd	10
3.1.2. Skörd efter förtorkning	14
3.1.3. Ny teknik för slätter, småskaliga och motormanuella lösningar	16
3.2. Bränning	18
3.3. Kombinationsbruk (gräs och träd)	21
3.3.1 Skogsbete och trädrika hagmarksbeten	21
3.3.2. Lövängar	23
3.3.3. Småskalig skogsteknik för kombinationsmarker	26
3.4. Effektiv användning av betesdjuren. Hästar, andra betesdjur, vilt	26
3.4.1. Extensiva betesregimer	28
3.5. Markstörning	29
3.6. Avslagning utan att biomassan tas tillvara (kompostering på plats)	31
3.7. Flexibel hävd	32
3.8. Geografisk optimering, infrastruktur för biologisk mångfald	34
4. Alternativ avsättning för skördad biomassa	36
4.1. Bioenergi	36
4.1.1. Fastbränsle	36
4.1.2. Biogas	37
4.1.3. Bioraffinaderi och andra metoder för optimerad avsättning	39
4.2. Strö i djurstallar	39
4.3. Kompost/jordförbättringsmedel/marktäckning (transporteras bort från skördeplatsen)	40
4.4. Frökälla för etablering av önskad vegetation på annan mark	41
4.5. Specialfoder till särskilda djurslag, t.ex. häst, kanin	41
5. Bedömning av olika skötselmetoders och biomassaavsättningsans användbarhet beroende på dominerande regional driftsinriktning	41
6. Översikt över resursbehov för olika skötselmetoder	42
7. Slutsatser och rekommendationer	43
8. Referenser	44
Bilaga 1. Tabeller (8 tabeller)	49
Bilaga 2. Figurer (11 figurer)	55
Bilaga 3. Avgränsning	65



## 1. Inledning

Ängs- och betesmarker utgör unika livsmiljöer för många växter, svampar och djur, och är mycket värdefulla för deras höga biologiska mångfald. Efter en kraftig minskning under större delen av 1900-talet har de totala arealerna i Sverige, definierade enligt miljöersättningsystemen, under de senaste tio åren varierat mellan 400 och 500 tusen ha för betesmarker och ökat från ca 5 till 9 tusen ha för ängsmarker (Naturvårdsverket 2012).

Bevarande och utveckling av naturvärdena i ängs- och betesmarker är beroende av att de hävdas med sådan skötsel som hindrar igenväxning samt bevarar och förstärker markens biologiska mångfald (Sandberg & Thylén 1999).

### 1.1. Definitioner

Flera av de begrepp som nämns i rapporten kan definieras något olika i olika sammanhang. Här listas de definitioner som vi har använt inom ramen för detta arbete:

*Alternativ skötselmetod* – metod för hävd av ängs- eller betesmark förutom bete och lieslätter.

*Betesmark* – mark som i dagsläget hävdas helt eller delvis med betesdjur.

*Bioenergi* – användning av biomassa som energikälla.

*Biomassa* – skördat växtmaterial.

*Biobränsle* – förnybara bränslen som utvinns ur levande organismer (biomassa).

*Hävd* – metod för att sköta och använda ängs- och betesmarker.

*Hävdföljd* – hävd som varierar från år till år enligt en på förhand utarbetad strategi.

*Slätter* – avslagning av vegetation.

*Ängsmark* – mark som brukas genom slätter och borttransport av biomassan.

## 2. Material och metod

Utgångspunkten för detta arbete var att Jordbruksverket beställde en kunskapssammanställning som skulle utgöra grund för urval av alternativa skötselmetoder (alternativ till lieslätter och bete) och användningsområden (annat än foder) baserat på bedömningar av metodernas miljö- och samhällsnytta. Enligt Jordbruksverkets instruktioner skulle sammanställningen primärt fokusera på metoder som kan bidra till en ökad kostnadseffektivitet och inkludera metoder inom jordbruket såväl som metoder för skötsel av vägar och annan infrastruktur. Arbetets avgränsning, enligt Jordbruksverkets uppdragsbeskrivning, redovisas i bilaga 3.

Kunskap och information har samlats in genom studier av vetenskaplig och populärvetenskaplig litteratur samt genom kunskap och erfarenheter hos författarna själva och deras nätverk av bland annat forskare, lantbrukare och

naturvårdsaktörer, avseende information om pågående teknikutveckling och praktisk tillämpning. Arbetet har fokuserat på Sverige, men innehåller även forskningsresultat och erfarenheter från andra länder med likande förutsättningar.

Varje metod har beskrivits utifrån bakgrund, teknisk specifikation, användningsområde, praktisk tillämpning under svenska förhållanden, miljöeffekter (framförallt biologisk mångfald, klimatpåverkan och risker för växtnärlingsläckage), lämplighet för olika regioner eller driftsinriktningar, eventuella hinder för metodens tillämpbarhet, behov av vidareutveckling, samt eventuella andra positiva eller negativa aspekter av metoden. Denna kunskapssammanställning har även sökt kvantifiera resursbehov förknippade med respektive metod, såsom maskinbehov (och maskinernas kapacitet), översiktlig uppskattning av tidsåtgång, behov av verktyg, djur och logistik (till exempel för transport och lagring). Användbarheten hos den skördade biomassan har också beaktats och beskrivits för de olika metoderna.

Fortlöpande diskussioner mellan författarna och Jordbruksverket om sammanställningens innehåll och delresultat har gett ytterligare vägledning om arbetets inriktning. Jämförelser av de beskrivna metoderna har använts för att föreslå ett urval av metoder som är särskilt intressanta för vidareutveckling och som bör omfattas av en djupare analys, baserat på miljönytta, tillämpbarhet och eventuellt ekonomisk potential.

### **3. Alternativa skötselmetoder**

#### **3.1. Maskinell skörd och borttransport av biomassan**

Att använda biomassa från traditionella och biologiskt värdefulla fodermarker för produktion av bioenergi (fastbränsle, biogas, bioetanol, etc.) innebär flera miljövinster, mest påtagligt genom minskad klimatpåverkan samt bevarande och utvecklande av den biologiska mångfalden i ängs- och betesmarker när behovet av djurfoder minskar (de Jong 2011; Helldin m.fl. 2009). Skörd och användning av biomassa från strandängar, våtmarker och kantzoner minskar oönskade växtnärlingsflöden till närliggande vattendrag, sjöar och kuster, samtidigt som biomassan genererar fordonsbränsle i form av biogas och biogödsel efter rötning (Lundegrén 2012). Systemet resulterar i stor klimatnytta i form av minskade koldioxidutsläpp eftersom fossila drivmedel ersätts med biogas (Berglund m.fl. 2012).

Andra användningsområden för biomassan kan vara som strö i djurstallar, jordförbättringsmedel, marktäckning, foder till speciella djurslag och frökälla för etablering av artrik vegetation på andra marker. Här beskrivs olika metoder och maskiner för skörd och transport i relation till skördetidpunkt, marktyp och

användningsområde. Mer ingående beskrivningar av olika möjligheter för avsättning och användning av biomassan beskrivs i kapitel 4.

Jordbruksmaskiner för skörd och transport av vall- och grovfoder är användbara även för slåtter på ängs- och betesmarker. Vanliga maskiner för avslagning är kniv- och rotorslåtterbalkar. Rotorslåttermaskiner används mycket inom lantbruket för grovfoderskörden, och består av horisontellt roterande knivförsedda skivor som slår av vegetationen i hög hastighet (Svensson & Moreau 2012). Ofta är arbetsbredden större än knivlåtterbalkens. Rotorslåttermaskiner är tyngre än maskiner med knivlåtterbalk, varför de ofta har egna bärhjul. Även rotorslåtterkrossar, som är en kombination av en rotorslåttermaskin och krossvals, kan användas vid slåtter av ängar. Maskintypen är effektiv och gör att det avslagna gräset torkar snabbare (Sandberg & Thylén 1999). Slåtterängar med en stor biologisk mångfald kan med fördel slås med en knivlåtterbalk. Den klipper av gräset utan någon nämnvärd sönderdelning. Kniven arbetar antingen mot fasta mothåll (fingerbalk) eller mot en annan kniv med motsatt rörelseriktning (dubbelknivbalk). Eftersom arbetsprincipen är klippande, är maskintypen lämplig för användning på ängar med särskilt värdefulla växter. Fördelar med knivlåtterbalk är att de är lätta, billiga och ger ett fint snitt, när de har underhållits väl. Nackdelar är att den är känslig för stenar eller andra hårda föremål och kräver noggrant underhåll för att fungera väl. Jämfört med rotorslåttermaskinen måste man lägga ner mer tid på underhållsarbetet (Sandberg & Thylén 1999).

För uppsamling av vegetationen kan balpress, självlastarvagn eller exakthack användas. Balpressar liksom självlastarvagnar används i hö- och ensilageskörd inom lantbruket. Båda dessa redskapstyper kan användas för effektiv uppsamling av den avslagna vegetationen från större sten- och hinderfria ängsytor. Balpressen liksom lastarvagnen är konstruerade så att det avslagna materialet skall vara stränglagt för att lastningsarbetet ska gå smidigt. Rundbalspressen kan användas i ensilage-, hö- och halmskörd och klarar alltså även av att hantera fuktigt material. Maskinen plockar upp materialet rakt bakom traktorn, vilket gör den relativt lätt att manövrera. De vanligaste traktordrivna rundbalspressarna ger balar med en volym på ca en kubikmeter. Så stora balar kan inte hanteras manuellt. Skötsel och beskrivningar av olika maskiner för skörd och borttransport av biomassa från ängsmarker finns sammanställt i Sandberg & Thylén (1999), Svensson m.fl. (1995) och Wennerberg (2012).

Exakthackar har under senare tid blivit allt vanligare vid ensilageskörd i mjölk- och nötköttsproduktion. De kan skörda grödorna såväl stränglaga som stående på rot, beroende på om de är utrustade med pickup eller ”helsädsbord” för avslagning och uppsamling i ett steg (Jönsson 2011). Exakthack kan även användas vid skörd av hampa och elefantgräs på rot, antingen på hösten som biogassubstrat eller på vårvintern som fastbränsle på marker med bra bärighet. (Svensson m.fl. 2010)

### 3.1.1. Direktskörd

#### Teknik

Traktordrivna maskiner för direktskörd (enstegsskörd) av ”gräsvegetation” kan delas in i två huvudkategorier: frontmonterade kniv- eller rotorslättermaskiner och sidomonterade slaghackar. Med frontmonterade slättermaskiner läggs den avslagna biomassan i en sträng på marken mellan traktorns hjul, och en självlastarvagn eller press som dras av traktorn plockar upp biomassan med en pickup. Rundbals- och fyrkantspressar (storbalar) har högre kapacitet (ha per timme) än självlastarvagn, men stora pressar orsakar normalt större markpackning, varför självlastarvagn kan vara att föredra på marker med låg bärighet (Svensson m.fl. 1995). Det finns dock självgående mindre balpressar med låg markpackning. För att minimera antalet överfarter och markpackningen förekommer även direktskörd där ett transportband monteras under traktorn vilket matar den avslagna biomassan till vagnen eller pressen utan att biomassan kommer i kontakt med marken. Detta minskar markant fältspillet vid vårskörd av spröda material där blad lätt lossnar och annars blir kvar på marken efter pickupens inmatning. Även användning av exakthack för direktskörd, med helsädsbord och tillkopplad vagn, minimerar spillet och antalet överfarter på marker med bra bärighet (Svensson m.fl. 2010). Höga investeringskostnader utgör i dagsläget ett hinder mot att speciellt framtagen skördeteknik, som t.ex. självgående balpressar och transportband under traktorn, tillämpas i någon större omfattning.

Kniv- och rotorslättermaskiner samt exakthackar är anpassade för en jämn grässvål och känsliga för påkörning av stenar eller andra hinder, vilket kan vara ett problem vid slåtter på ängs- och naturbetesmarker. Ett tåligare alternativ för steniga och ojämna marker är slaghack, som vanligen används för direktmatning av en tillkopplad vagn. Det vill säga slåtter och borttransport i en överfart. Slaghackens robusta konstruktion gör att den lämpar sig väl för putsning av marker som inte slås varje år, t.ex. extensiva betesmarker, där man behöver få bort små buskar och sly. Slaghackens slagor roterar med hög hastighet och ger en fläktverkan, vilket innebär att oönskade föremål som sten och jord kan sugas upp och blandas med den skördade biomassan. Dubbelhack är en variant av slaghack som med en annan utformning av slagorna och ett separat hackhjul minskar risken för att sten och jord sugas med och blandas med biomassan (Svensson m.fl. 1995, ELHO 2013). Medan slaghacken skördar biomassa med någorlunda bibehållen strålängd hackar dubbelhacken sönder stråna i kortare snitt (mellan 40 och 70 mm; ELHO 2013, Svensson m.fl. 1995). Att skörda hackat material kan underlätta ensilering samt avsättning av biomassan som biogassubstrat, marktäckningsmaterial, mm.

#### Tillämpning och bakgrund

Frontmonterade slättermaskiner förekommer vanligen på gårdar med storskalig vallskörd, ofta i kombination med en eller två sidomonterade slättermaskiner på samma traktor, för stor arbetsbredd och effektiv slåtter på stora åkrar. Den

frontmonterade slåttermaskinen kan utan problem kombineras med befintliga rundbalspressar eller lastarvagnar (kopplas bakom traktorn) för rationell skörd av ängs- och betesmarker som är tillräckligt fria från hinder. Små traktorer med frontmonterad slåttermaskin och bakmonterad press, för till exempel parkskötsel, har också potentiellt stor användbarhet på marker där vanliga jordbruksmaskiner är för stora och klumpiga.

Slaghack var förr (på 60- 70- och 80-talen) en vanlig maskin för vallskörd och ensilering, men har i moderna storskaliga jordbruk bytts ut mot slåttermaskiner med betydligt större arbetsbredd för skörd i två steg (avslagning, ”krossning” och strängläggning i en överfart, uppsamling och eventuell exakthackning i en andra överfart). Det verkar inte längre ske någon omfattande nytillverkning av slaghackar, men begagnade maskiner i brukbart skick kan antas förekomma på många jordbruk runt om i Sverige. Dubbelhack tillverkas bland annat av det finska företaget ELHO ([www.elho.fi/se](http://www.elho.fi/se)). Orkel i Norge har utvecklat en sidogående rundbalspress med hjälp av en ”swing-out” funktion. Pressen har en rotorslätterbalk integrerad i inmatningen där pickupen normalt sitter, och är framtagen framförallt för skötsel av vägkanter (pers medd. H Schroeder 2013).

## **Miljöeffekter**

Regelbunden slåtter och borttransport av växtmaterialet utgör en grundförutsättning för ängsmarkernas höga naturvärden, varför maskinell direktskörd bör anses ha starkt positiva miljöeffekter med hänsyn till bevarandet av ett rikt odlingslandskap och biologisk mångfald. Om det skördade materialet används som energiråvara, t.ex. till biogas eller som fastbränsle, uppnås positiva miljöeffekter med hänsyn till klimatpåverkan genom att fossil energi ersätts med förnybar bioenergi (Lundegren 2012). Ytterligare miljövinster erhålls vid skörd av strandängar och andra marker som ligger nära känsliga vattenmiljöer, genom att man fångar och transporterar bort växtnäring som annars kan orsaka övergödning. Vid användning av biomassan som biogassubstrat kan dessutom den biogödsel (rötrest) som blir kvar efter rötningen användas som ett värdefullt gödselmedel inom såväl ekologisk som konventionell produktion. Biogödseln innehåller lättillgänglig växtnäring, och om den används för gödning på åkermark sker en miljövinst genom ersättning av mineralgödsel (Bergström Nilsson & Blackert 2012, Thomtén 2011).

Skärande (lie) och klippande (knivslätterbalk) redskap rekommenderas ofta ur naturvårdssynpunkt, då dessa slåttertekniker skär av växterna med ett distinkt snitt som anses gynna artrikedomen (Svensson & Moreau 2012). Mer rationella slåttertekniker benämns ofta gemensamt som roterande redskap, vilka anses ge ett trasigare snitt och vara mindre lämpliga för skötsel av artrika marker. Men prestanda, användbarhet och effekt på vegetationen varierar stort mellan olika roterande redskap, och det är viktigt att skilja mellan rotorslättermaskiner, slagslättermaskiner och maskiner med röjsnöre. Rotorslättermaskiner med knivförsedda horisontella skivor ger vanligtvis ett lika fint snitt som knivslätterbalk under förutsättning att knivarna är väl vässade och rör sig med tillräckligt hög

hastighet (Sandberg & Thylén 1999, Svensson & Moreau 2012). Rotorslättermaskiner bör därför föras fram som intressanta redskap för skötsel av slätterängar, eftersom de möjliggör både rationell och naturvårdande hävd. Maskiner med slagslätteraggregat (t.ex. betesputs, slaghack) ger däremot ett trasigare snitt av de avslagna växterna, varför användning av dessa anses mindre gynnsamt ur naturvårdssynpunkt (Sandberg & Thylén 1999, Svensson m.fl. 1995). Denna nackdel får dock vägas mot möjligheterna till manuella insatser (t.ex. lieslätter) eller betesdjur, eller att i värsta fall inte alls kunna hävda marken om den är oframkomlig för mer stenkänsliga kniv- och rotorslättermaskiner. Nya studier om avslagningsmetodens påverkan på florans artrikedom eller indikatorarter (växtarter som indikerar att skötseln gynnar biologisk mångfald) har visat på små eller inga skillnader mellan avslagning med röjsnöre eller klippande redskap (Svensson m.fl. 2009, Tälle 2013).

### **Eventuella övriga positiva respektive negativa aspekter av metoden**

En viktig fördel med direktskörd är att man genomför flera moment i en överfart, vilket är särskilt värdefullt på svaga eller fuktiga marker där man vill undvika körskadorna. Genom att koppla en liten vagn efter pressen kan dessutom balarna direkt transporteras till fältkanten eller annan del av fältet som har bra bärighet, för att underlätta hämtning och borttransport av biomassan. Metoden är användbar under större delen av året och är, förutom att marken måste vara tillräckligt torr för att bära maskinerna, mindre beroende av vackert väder än om biomassan ska förtorkas i fält innan skörd. Tekniken att montera ett transportband under traktorn är särskilt intressant vid skörd på våren, då fjolårets biomassa blivit torr och spröd och man har stora risker för fältspill. En potentiell nackdel med direktskörd under sommaren är att man kan gå miste om effekten att växternas frön faller till marken under förtorkning, vilket kan innebära att arter som är beroende av fröspridning på sikt kan försvinna från marker där direktskörd tillämpas. För att undvika detta kan man genomföra skörden tillräckligt sent på sommaren för att värdefulla fröspridda arter ska ha hunnit släppa sina frön. En utvecklingsmöjlighet vid tidig(are) skörd är att mekaniskt repa av frön när växterna står på rot. Teknik för repning, i stället för tröskning, finns för spannmål etc. inom jordbruket.

### **Tillämpbarhet för svenska förhållanden, för olika regioner och driftsinriktningar**

Metoden får anses ha stor potential för svenska förhållanden, särskilt på marker som har tillräcklig bärighet och är tillräckligt fria från hinder för att skördas med befintliga jordbruksmaskiner. Slättermaskiner, slaghackar, samt pressar och självlastarvagnar med pickup finns i olika utföranden och storlekar på jordbruk med vallproduktion, och det finns goda förutsättningar att använda sådana maskiner för skörd av biomassa från ängs- och betesmarker som är tillräckligt stora och hinderfria. Metoden har alltså särskilt stor tillämpbarhet i regioner där den dominerande jordbruksdriften är mjölk eller nötköttsproduktion, som har vall i växtodlingen.



I slättbygd där växtodling med huvudsakligen ettåriga grödor dominerar kan tillgång till lämpliga maskiner inom rimligt avstånd vara en begränsning för metoden. Å andra sidan är det möjligt att det ökande intresset för odling av energigrödor, bland annat vall, på slättbygd medför att maskiner för rationell vallskörd blir vanligare även här. Regioner med avtagande jordbruksproduktion och stor andel outnyttjade marker präglas ofta av småskalig mjölk- och nötköttsproduktion, vilket innebär att maskiner för vallskörd vanligen finns eller har funnits i området. Om majoriteten av gårdarna inte längre är i drift kan dock tillgång på maskiner och förare vara ett reellt hinder. För skötsel av tätortsnära marker borde maskiner för skötsel av parker, vägar etc. finnas tillgängliga för skötsel av mindre ängsytor (se t.ex. figur 1 i Figurbilagan).

### **Eventuella hinder för att metoden inte får genomslag i tillämpningen**

Beroende på fältets storlek och jämnhet (avseende plan mark) samt förekomst av hinder som buskar, träd och stenar kan det vara svårt att använda en och samma maskintyp på hela fältet. På mer svårtillgängliga fält skulle man behöva kombinera olika maskiner, med olika möjlighet att komma åt trånga delar av fältet, för att uppnå så rationell skörd som möjligt. En maskin med stor arbetsbredd skördar öppna delar av fältet och en mindre maskin går in i trånga delar mellan hinder och längs krokiga fältkanter vid lämpligt tillfälle. Tillgång, logistik och kostnad för att använda flera olika maskiner på små fält försvårar praktisk tillämpning av sådan kombinationsskötsel. Det faktum att slaghackar nästan inte används alls längre för vallskörd kan innebära att tillverkning och distribution av maskiner och reservdelar upphör, vilket på sikt utgör ett hinder mot användning av sådana maskiner för skötsel av ängs- och betesmarker. Småskaliga maskiner finns redan på den svenska marknaden för park- och trädgårdsskötsel. Småskaliga maskinsystem för avslagning och skörd av vall finns till exempel i Norge, Schweiz och Österrike. Ett hinder kan vara att obeprövad avslagningsteknik, t.ex. grästrimmersnören, inte får genomslag innan det finns flera goda praktiska exempel.

### **Resursbehov**

Kapaciteten för avslagning på strandängar uppskattades till ca 0,5 ha per timme med knivslåtermaskin, mellan 0,5 och 1 ha per timme med rotorslåtermaskin (hastigheten varierar med markens jämnhet och bärighet), och mellan 0,3 och 0,5 ha per timme med slag- och dubbelhack (Svensson m.fl. 1995). Rundbals- och fyrkantspressarnas högre kapacitet gör dem lämpliga i kombination med rotorslåtermaskin, medan självlastarvagn har ungefär samma kapacitet som knivslåtermaskin (Svensson m.fl. 1995).

Direktskörd kräver även maskiner och resurser för transport av materialet från fältet till platsen för slutanvändning. För balar behövs en lastare, t.ex. traktor med frontlastare, och en eller flera transportvagnar dragna av traktor eller lastbil. På marker med låg bärighet är det en stor fördel om ekipaget som slår av och pressar biomassan även har en liten vagn kopplad efter pressen som möjliggör transport av

balarna till fältkant eller delar av fältet med bra bärighet. Om materialet samlas in med självlastarvagn eller med slag- eller dubbelhack (som sprutar materialet direkt i en vagn), krävs antingen omlastning i större vagnar eller containers vid fältkant eller att samma vagnar som samlar in materialet i fält används för transporten till användningsplatsen. Omlastning och ev. kompaktering av löst material är ett känsligt steg med stor risk för spill och ev. även nedsmutsning av materialet, men är ändå att föredra vid långa transportsträckor. För korta transporter kan samma traktor som slår och lastar materialet också köra lasset till användningsplatsen, eller så kan en extra traktor och vagn användas för transporten genom vagnsbyte på fältet eller fältkant.

Direktskördat fuktigt material kan inte lagras någon längre tid, utan måste antingen användas direkt eller ensileras. Om man inte har möjlighet att leverera materialet direkt, t.ex. till utfodring, rötning (biogas), kompostering eller marktäckning, behövs alltså resurser för ensilering, genom inplastning av balar, i slang eller inläggning i silo. Kompostering på plats i direkt anslutning eller nära fältet är det minst resurskrävande alternativet avseende skörd och transport, men innebär samtidigt ett mycket sämre utnyttjande av växtnäring och energi än om materialet kan användas för biogas eller foder. Kompostering kan också medföra en del negativ miljöpåverkan jämfört med om materialet används till biogas eller förbränning (Durling & Jacobsson 2000, Hansson & Fredriksson 2004).

Direktskörd vinter eller vår har fördelen att vegetationen är så pass torr (dock beroende på väderlek vid skördetillfället) att biomassan klarar lagring utan särskild åtgärd (Svensson m.fl. 2010).

### **Vidareutveckling**

Rationell direktskörd på lättåtkomliga och hinderfria delar av ett fält i kombination med andra metoder såsom bete, slätter med lie eller grästrimmer, eller bränning på svåråtkomliga delar är en mycket intressant ansats för att optimera skötseln med hänsyn till såväl miljönytta som insatsernas omfattning.

Så kallad flexibel hävd kan utformas på olika sätt och tillämpas i många olika marktyper. En lovande strategi är att inrätta *hävdföljder* för ängs- och betesmarker, så att ett fält hävdas genom slätter t.ex. två år av tre och bete det tredje året. Mer om flexibel hävd och hävdföljd i kapitel 3.7.

### **3.1.2. Skörd efter förtorkning**

#### **Teknik**

Förtorkning innebär att den avslagna biomassan lämnas i fält under någon dag innan den skördas. Förtorkning är mycket vanligt i jordbrukets vallskördesystem, även vid skörd för ensilage är det en fördel att biomassan torkas till ca 35 % torrsubstans innan man packar den i silo, slang eller i inplastade balar. Med undantag för skörd med slaghack, vilken vanligtvis används för direktskörd, är

maskinerna för ensilageskörd efter förtorkning i stort sett desamma som vid direktskörd förutom att man genomför avslagning och skörd i två steg med någon eller några dagars mellanrum. Vid skörd av hö är det vanligt att bredsprida det avslagna materialet samt att vända det en eller några gånger med ca en dags mellanrum innan uppsamling med balpress eller självlastarvagn. Höskörd är den metod som mest liknar traditionell hävd av ängsmarker.

### **Tillämpning och bakgrund**

Flera av maskinerna som används vid skörd efter förtorkning är samma som vid direktskörd. Det förekommer även slagslåttermaskiner och betesputsare som, precis som kniv- och rotorslåtterbalkar, lämnar materialet på marken. Slagslåttermaskiner finns i olika utföranden och storlek, till exempel för montering efter traktor eller fyrhjuling, och används vanligen för att röja en yta utan att ta hand om materialet (till exempel vid betesputsning). Det är dock fullt möjligt att i en andra överfart räfsa ihop materialet med en strängläggare (eller för hand) och i en tredje överfart samla in materialet med press eller självlastarvagn. Precis som slaghack har slagslåttermaskiner fördelen jämfört med kniv- och rotorslåttermaskiner att de är tåligare för ojämnheter, buskar, sly och stenpåkörning, medan nackdelen är att de ev. kan missgynna vissa växter på grund av den något ojämna snittytan vid avslagning.

### **Miljöeffekter**

Metoden har samma miljöfördelar som direktskörd med avseende på biologisk mångfald och klimatnytta. Dessutom innebär förtorkningen och vändning i fält en ytterligare fördel för biologisk mångfald, eftersom frön som ännu inte fallit från växternas blomställningar i större utsträckning tröskas ur, vilket alltså hjälper bevarandet av sådana arter som inte övervintrar eller kan sprida sig vegetativt.

### **Eventuella övriga positiva respektive negativa aspekter av metoden**

En fördel jämfört med direktskörd är möjligheterna att kombinera manuell avslagning med maskinell hämtning av biomassan, till exempel på väldigt ojämna eller steniga marker. Efter avslagning med t.ex. lie eller grästrimmer kan man räfsa ihop materialet i strängar på ett sätt som möjliggör hämtning med traktor och självlastarvagn eller press.

Metoden är generellt sett mindre lämplig än direktskörd på riktigt svaga marker, till exempel våta strandängar, eftersom den kräver flera överfarter och därmed ökar risken för körskador på vegetationssvålen.

## **Tillämpbarhet för svenska förhållanden, för olika regioner och driftsinriktningar**

Skörd efter förtorkning har liksom direktskörd hög tillämpbarhet under svenska förhållanden. Förutsättningarna i olika regioner och driftsinriktningar bedöms i stort sett vara desamma som för direktskörd. Undantaget är vid fuktiga förhållanden, där direktskörd kan vara skonsammare för marken och resultera i högre kvalitet på biomassan.

### **Eventuella hinder för att metoden inte får genomslag i tillämpningen**

I tillägg till vad som beskrivits för direktskörd kan ytterligare hinder vara att slåtter, torkning (ev. vändning och strängläggning) och skörd behöver delas upp över en period om flera dagar, och att metoden kräver längre period med torrt väder för att ge ett lyckat skörderesultat. Fler överfarter med olika maskiner innebär även att metoden bedöms vara dyrare och mer energikrävande än direktskörd.

### **Resursbehov**

Metoden har samma resursbehov som direktskörd för avslagningen och ungefär samma för transporten. Dock krävs maskiner för vändning om materialet är tjockt, och strängläggning efter vändning eller om materialet slagits av med en maskin som lämnar materialet utspritt (Svensson m.fl. 1995). Rotorslättermaskiner lämnar vanligen materialet i strängar, medan knivslätterbalk och slagslättermaskiner lämnar materialet utspritt på marken. Torkat material, som har högre torrsubstanshalt, är i allmänhet lättare att transportera och lagra än direktskördat material. Om materialet är så torrt att det är lagringsstabil utan ensilering, >85 % torrsubstans, innebär metoden dessutom en viktig vinst jämfört med direktskörd, eftersom ensilering är resurskrävande (Björnsson 2012).

### **Vidareutveckling**

Rationell skörd på lättåtkomliga och hinderfria delar av ett fält i kombination med andra metoder såsom bete, slåtter med lie eller grästrimmer, eller bränning på svåråtkomliga delar är en mycket intressant ansats för att optimera och variera skötseln med hänsyn till såväl biologisk mångfald som insatsernas omfattning och annan miljönytta (se kapitel 3.7).

#### **3.1.3. Ny teknik för slåtter, småskaliga och motormanuella lösningar**

##### **Manuella motorredskap för avslagning**

Manuella motorredskap finns med en mängd olika motorstorlekar - de flesta mellan 4 och 10 kW. Arbetsbredderna med knivslätterbalk beror främst på motorstorleken och varierar mellan 1,0 m och 1,5 m. Motorerna drivs antingen med bensin eller med diesel. Ibland har dessa redskap växellåda med två eller tre växlar framåt och bakåt. Flera olika typer av slätterredskap kan kopplas till dessa motorredskap.

Manuella motorredskap är vanliga inom jordbruket i bergiga och kuperade landskap som i Norge och Alperna. Maskintypen är anpassad till att arbeta på relativt små ytor i besvärlig terräng. En del manuella motorredskap kan arbeta i lutningar på drygt 30 grader. I Sverige har det blivit vanligt med manuella knivslätterbalkar. I första hand används de inom park- och trädgårdsskötsel, men också inom landskapsvård.

Den vanligaste slätterprincipen till de manuella motorredskapen är knivbalken och såväl fingerbalkar som dubbelknivbalkar förekommer. Manuella motorredskap passar bra för slätter på marker med mycket hinder. Genom att man kan arbeta med bra uppsikt över slätteraggregatet, kan de annars mindre driftsäkra knivslätterbalkarna vara lämpliga som slätterredskap på sådana ytor. Även principen med avslagning förekommer som slättermetod hos manuella motorredskap.

Under senare år har motordriven utrustning med slagslätteraggregat för skötsel av mycket kuperad terräng introducerats, se figur 2 i Figurbilagan. Utrustning kan fjärrstyras manuellt i dagsläget och troligen navigera via GPS i framtiden för att undvika olika positionerade hinder, t.ex. stenar som kan finnas i slättermarkerna. Dessa utrustningar kan troligtvis förses med knivbalk, för slätter av ängar eller andra marker med höga naturvärden, men då med risk för sämre driftssäkerhet, om det finns stenar eller andra hårda föremål på markytan.

### **Hopräfsning, strängläggning**

Om materialet ligger utspritt på marken efter avslagning behöver man på något sätt räfsa ihop det innan biomassan kan hämtas maskinellt. Traktordrivna strängläggare från lantbruket (används framförallt vid skörd av hö) kan användas vid bärgning av den avslagna vegetationen på öppna och hinderfria ängar, t.ex. våtmarker. På väldigt steniga och hinderrika marker kan manuell räfsning vara det enda alternativet, vilket är mycket tids- och resurskrävande. Det finns även strängläggare som kan kopplas till manuella motorredskap (figur 4), vilka ger en rationaliseringsvinst jämfört med manuell räfsning på marker där man inte kommer åt med traktordriven strängläggare.

### **Småskalig teknik för uppsamling**

Det finns även små rundbalspressar som kan kopplas till mindre traktorer eller manuella motorredskap, vilket gör dem mycket lämpliga för uppsamling av avslaget material på små slätterängar (figur 5 och 6). Rundbalarna från små pressar kan hanteras manuellt.

Självlastarvagnen, som används i både hö- och ensilageskörden, är normalt en traktordragen vagn med stor lastvolym, försedd med pickup för lastningen. På några minuter kan lastarvagnen också lasta av det bärgade gräset. Marken bör vara någorlunda jämn, så att inte pickupen skadas vid lastningsarbetet. Det finns även mycket smidiga självgående lastarvagnar som klarar svår terräng (Reform 2013).

Vidare kan en exakthack byggas om så den blir en ”självlastarvagn” för exakthackat material. I Danmark utvecklar man för närvarande GPS-styrda ”Våtmarkssvärmare” som skall kunna användas för enstegsskörd på våtmarksängar (figur 10).

## **3.2 Bränning**

### **Teknik**

Bränning görs under våren framförallt på öppna gräsmarker. Metoden har tidigare i naturvårdssammanhang framförallt använts i samband med restaurering av igenväxta betesmarker. Idag används metoden allt mer vid kontinuerlig skötsel av det som i princip är ängs- och betesmarker. Metoden har sedan 40 år regelmässigt använts i samband med skötsel av halländska ljunghedsreservat.

Metoden går alltså ut på att torrt gräs och torra örter och i någon mån vedväxter bränns av för att skapa så bra förutsättningar som möjligt för den kommande säsongens växtlighet.

Metoden är effektiv men kräver ganska mycket kunskap, planering och ofta viss infrastruktur samt rätt mycket personal. Området som skall brännas måste ges begränsningslinjer för att inte branden skall spridas okontrollerat. Begränsningen kan ske genom att man håller linjen blöt med brandslangar, genom att röja all vegetation eller utnyttja ständer, kalt berg, öppen sand eller åkermark.

Bränningen sker vid relativt torrt väder med svag stadig vind. En viktig sak att tänka på är att vinden inte skall ha sådan riktning att man utsätter bebyggelse för onödig rök. Bränningen skall vara anmäld och godkänd av den lokala räddningstjänsten. Utifrån ett naturvårdsperspektiv är det inte nödvändigt att all vegetation inom ytan bränns av. Opåverkade fläckar kan gärna finnas kvar, vilket kan göra nytta för en del evertebrater (ryggradslösa djur).

En bränning kan ske med eller mot vinden. Om bränningen sker mot vinden blir temperaturen hög och negativ temperaturpåverkan kan gå ganska djupt ner i marken. För det mesta vill man därför bränna med vinden för att branden skall bli lätt och mest bara konsumera torra växtdelar och inte gå ner i förnaskiktet. Det kan dock finnas situationer då det kan vara eftersträfvansvärt att förstöra förnaskiktet för att få mineraljorden blottlagd.

### **Tillämpning och bakgrund**

Metoden kan sägas vara på spridning från Halland där det i princip funnits en kontinuerlig bränningstradition genom naturvårdsbränningarna bl.a. på Mästocka ljunghed. Naturvårdsbränning har också funnits som ett redskap för naturvård i skogen, men bränning har också varit en kommersiell skötselmetod i skogsbruket. Det finns stora skillnader mellan bränning i skogsmark/hyggesbränning och

naturvårdsbränning av gräsmarker. En del färdigheter som idag nyttjas av naturvårdsbrännare på gräsmarker har dock kunnat hämtas från skogen.

Idag utnyttjas metoden ganska allmänt i Hallands län och är under spridning till bl.a. Skåne län och Västra Götalands län. Spridningen är i viss mån avhängig de ”bränningsentreprenörer” som idag har stor kunskap om metoden. Deras kapacitet för att hålla konkreta kurser är begränsad. Det finns också viss skepsis mot metoden från en del naturvårdare, både när det gäller hur säkert man kan hantera elden, samt metodens effekt på olika organismgrupper.

Bakgrunden till att metoden idag vinner allt större popularitet har att göra med att man på många håll upplever det som ett stort skötselproblem att inte bli av med döda gräs och örter på många naturbetesmarker. Betesdjuren räcker inte till och beteskvaliteten minskar också om man inte lyckas bli av med tillräckligt mycket av det döda växtmaterialet innan växtsäsongens början. Framförallt kan detta vara ett problem där markerna är så steniga och kuperade att det inte går att köra framgångsrikt med t.ex. betesputsare.

Ett annat skäl ur rent naturvårdssyfte är att man kan sköta blomrika marker enbart med eld, och kan på så sätt få en rik blomning och många nektarkällor utan att använda bete som minskar blomningen. Ungefär samma effekt kan man få med slätter, men ofta kan det vara svårt att slå steniga och kuperade marker.

Metoden har också kommit att utnyttjas i områden som sedan länge inte använts för bete och där man under lång tid inte sett något större skötselbehov. Det gäller framförallt sandiga marker som under lång tid också av naturvårdsexperter ansågs vara ett naturvårdsproblem. Igenplantering skedde och även spontan igenväxning ansågs positivt. När man så började förstå att många arter hotas starkt av att de sandiga markerna växte igen, blev det två skötselmetoder som kom på tapeten. Den ena var maskinell grävning och omrörning. Metoden är effektiv men mycket kostsam. Den andra metoden som blev aktuell är bränning. Den är betydligt billigare än ”grävmetoden” så länge det bara är de ovanjordiska döda växtdelarna som är problemet. Har stora markkemiska förändringar skett med bl.a. pH-sänkning räcker inte brand, varvid grävning blir nödvändig.

## **Miljöeffekter**

Miljöeffekterna verkar hittills kunna i huvudsak delas upp på effekter på biologisk mångfald samt climateffekter.

När det gäller biologisk mångfald har huvudsakligen mycket positiva effekter rapporterats. Detta är naturligtvis delvis en effekt av att arter som hör till igenväxningsvegetation är mycket förekommande idag och är inte hotade. Med eldens hjälp missgynnar man sådana arter och hjälper arter som är på retur eller mycket hotade. Bränning av gräsmarker gynnar många nektargivande örter, vilket i sin tur gynnar många idag hotade insektsarter. Bränning kan också gynna flera idag hotade fågelarter, ett praktexempel är fältpiplärkan.

Även om bränning generellt är bättre än utebliven hävd med avseende på biologisk mångfald, visar försök som pågått sedan 1970-talet att vårbränning inte är lika positivt för artrikedomen som bete eller slåtter (Milberg m.fl. 2014). En slutsats från dessa försök är att årlig vårbränning inte kan rekommenderas om målet är att bibehålla de naturvärden som uppnås genom bete eller slåtter (Milberg m.fl. 2014). Däremot kan bränning vara ett effektivt komplement för att motverka förbuskning eller ackumulering av förna om betesdjuren inte räcker till eller om man inte kan genomföra slåtter varje år.

När det gäller climateffekter innebär bränning att bundet kol övergår till koldioxid i atmosfären, dock kan ett uppeldande av gräs orsaka mindre växthuseffekt jämfört med om gräset äts av en idisslare. Kolpartiklar som frigörs vid bränning kan vara negativt ur hälso- och klimatperspektiv.

Idealt hade varit om huvuddelen av växtmaterialet kunde bortföras från området innan bränning genomförs. Då skulle bränningens alla positiva följder utnyttjas medan de negativa kunde i stort sett elimineras.

Troligen kan bränningstekniken utvecklas ytterligare för att uppnå så stor naturvårdseffekt som möjligt. Det skall också påpekas att det inte alltid är exakt samma effekt på biologisk mångfald man vill uppnå vid alla tillfällen. Målet kan variera och därmed kommer antagligen också bränningsteknik att få variera i framtiden.

Ur ett kulturhistoriskt och ur ett rekreativt perspektiv är de negativa effekterna mycket små. Också här överväger positiva effekter som landskapets läsbarhet och framkomlighet i landskapet.

### **Eventuella övriga positiva respektive negativa aspekter av metoden**

Bränning i fält innebär en ofullständig förbränning och ger upphov till spridning av sotpartiklar och miljöföroreningar, även om bränning av riktigt torr vegetation minskar problemen.

### **Tillämpbarhet för svenska förhållanden, för olika regioner och driftsinriktningar**

Metoden är med stor sannolikhet mycket tillämpbar i stora delar av Sverige. Den är antagligen mer kostnadseffektiv i Västsverige jämfört med Östsverige p g a att man troligen måste ha tillgång till mer personal i det torra Östsverige jämfört med Västsverige vid bränning.

I norra Sverige borde metoden kunna användas i ganska stor skala för att restaurera hjälpligt och hålla igång övergivna odlingsmarker väsentliga för landskapsbild och naturvård.



## **Eventuella hinder för att metoden inte får genomslag i tillämpningen**

Metoden kräver kunskaper, resurser och lämpligt väder. Närhet till bebyggelse kan vara ett klart hinder, p g a brandspridningsrisk och besvärande rökutveckling.

### **Resursbehov**

Bränning kräver betydligt mindre arbetsinsats än skörd och borttransport av biomassan. Även jämfört med bete är bränning mindre resurskrävande, eftersom man inte behöver sätta upp stängsel eller hantera några betesdjur. Däremot behövs ordentlig kompetens och erfarenhet för att bränningen ska vara säker och resultera i tillfredsställande effekter med avseende på markvård och gynnande av biologisk mångfald.

### **Vidareutveckling**

Metoden behöver studeras vetenskapligt mer i detalj när det gäller effekt på biologisk mångfald. Varianter av metoden bör tas fram som passar i olika naturtyper.

Kompletterande skörd och borttransport av biomassan före bränning bör utvecklas.

Kunskaper om hur bränning utförs på ett säkert sätt i praktiken bör spridas över landet.

Internationella kunskaper bör hämtas in.

Ytterligare referenser för hela avsnittet om bränning (kapitel 3.2): Emanuelsson & Petersson (2009); Lindeborg m.fl. (2006); Olsson (2008).

## **3.3 Kombinationsbruk (gräs och träd)**

### **3.3.1 Skogsbete och trädrika hagmarksbeten**

#### **Teknik**

Det är här fråga om skogsbete där trädproduktionen kan ses som den dominerande produktionsformen och hagmarksbete där betet är den dominerande produktionsformen. Dessa båda markanvändningsslag ligger ekologiskt nära varandra, men är vitt skilda i lagstiftningen, där skogsbetet sker i vad som juridiskt är skog och där hagmarksbetet sker på jordbruksmark. Området är behäftat med definitionsproblem.

## **Tillämpning och bakgrund**

Man kan idag tala om äkta skogsbete, respektive de facto skogsbete. Med äkta skogsbete menas ofta sådant bete som skett eller som sker på utmark och som pågått under långa tidsperioder. De facto skogsbete är dels sådant bete som sker i en hagmarksfälla, i en del av fällan som har stor krontäckning. Dels relativt nytt bete som sker på skogsmark. I alla dessa fall sker dels bete och dels en trädproduktion. I början av 1900-talet bedrevs en intensiv kampanj i Sverige mot sådana kombinerade skötselformer. Betet skulle ske på öppen hagmark eller på betesvall och skogen skulle helt reserveras för trädproduktion.

Skogsbetet överlevde dock, men i mycket begränsad utsträckning. Bete i trädrika hagmarker har också överlevt fram till idag. Mängden träd i betesmarker är något som styr ersättningsnivåer till betesmarker via Landsbygdsstödet. De mest natur- och kulturmässigt värdefulla betesmarkerna berörs dock inte av hur stor mängd träd som finns där.

Skogsbete och bete i trädrika hagmarker har i Sverige aldrig utformats med tydlig förankring i den akademiska vetenskapen eller rikets administrationsapparat. De är en ålderdomlig skötselform som uppstått genom den multifunktionella användning av marken som varit dominerande i äldre tid. Den multifunktionella användningen har dessutom stimulerats av äldre rättsordningar där olika samhällsgrupper har haft olika markanvändningsrättigheter på samma markbit.

Delvis finns sådana multipla markanvändningsrättigheter kvar idag bl a i Älvdalen där skogsbete bedrivs på ”annans mark”. Nyare studier har också visat att det går att kombinera skogsbete med skogsproduktion på ett framgångsrikt sätt.

Idag tillämpas metoden de facto både i trädrika delar av hagmarker i Syd- och Mellansverige samt som skogsbete bland annat på Gotland, Blekinge, Hälsingland, Härjedalen och Dalarna.

## **Miljöeffekter**

Skogsbetet har generellt en stor positiv inverkan på en rad växt-, djur- och svamparter. Denna effekt har länge underskattats och man har trott att långt fler organismer än som är fallet gynnas av ”fri utveckling”. Antagligen måste man återinsätta någon form av skogsbete på en del av våra mest värdefulla skogsreservat för att bevara dessas fulla biologiska mångfald.

## **Eventuella övriga positiva respektive negativa aspekter av metoden**

Skogsbeten och trädrika hagmarksbeten är attraktiva ur rekreativ synpunkt.

## **Tillämpbarhet för svenska förhållanden, för olika regioner och driftsinriktningar**

Metoden är mycket tillämpbar i Sverige och mer vetenskapliga studier bör göras där betesnivåer och skogsproduktion experimentellt studeras.

Metoden berättigar under vissa omständigheter miljöstöd, t.ex. om det är äkta skogsbete eller om värdena är mycket höga. Det bör dock övervägas om inte områden med måttliga värden och relativt hög trädtäckning också kunde erhålla miljöstöd, bl.a. p.g.a. den kompensatoriska effekt som träden ger i relation till betesdjurens växthusgasutsläpp.

### **Eventuella hinder för att metoden inte får genomslag i tillämpningen**

Administrativa hinder som har att göra med EU:s Landsbygdsförordning där för många träd på en betesmark diskvalificerar den som betesmark.

Skepsis från skogsbrukares sida rörande produktionsnivån. Rovdjursfaran anses öka i vissa delar av landet.

### **Resursbehov**

Arbetsinsatser för stängsling och skötsel samt skörd av träden.

### **Vidareutveckling**

Rationell men skonsam skörd av träd på skogs- och hagmarksbeten har potential att ge stor miljönytta. Dels kan trädbiomassan användas som bioenergi, dels bevaras markens höga värde ur biologisk mångfaldssynpunkt. Trädens kolinlagring och användning av skördade träd som bioenergi ger så pass stor klimatnytta att det kompenserar för det högre utsläppet av växthusgaser som betande djur orsakar jämfört med djur som föds upp med kraftfoderbaserad foderstat i stället för bete (Kumm 2011). Med skonsam skörd av träden menas att alla träd inte ska skördas vid samma tillfälle, utan en sorts plockhuggning är att föredra. Förutsättningarna bör vara goda för effektiv och skonsam plockhuggning så länge trädbeståndet är tillräckligt glest och marken har god bärighet, så att små och smidiga skogsmaskiner kan komma åt överallt utan att skada mark och träd.

### **3.3.2. Lövängar**

#### **Teknik**

En löväng kan definieras som ett område där både produkter från träd och buskar tagits tillvara och där gräs skördats som hö. För detaljerad bakgrundshistoria se bl.a. Emanuelsson & Petersson (2009). Historiskt har det i Sverige funnits tre typer av lövängar: stubbskottsängar, lövängar av hamlingtyp samt högstammiga lövängar. Lövängar av hamlingstyp är den i litteraturen mest omskrivna typen, medan de två senare formerna behandlats ganska ringa. Stubbskottsängarna kom

inte att uppmärksammas i Sverige förrän på 1980-talet. Även olika mellanformer mellan dessa tre typer finns eller har funnits.

I ganska många naturreservat runt södra Sverige finns det skötselplaner som mycket tydligt är inriktade på att det aktuella området skall skötas som en löväng av hamlingstyp. Ofta medverkar lokala frivilliga i skötseln.

Årlig skötsel av lövängar av hamlingstyp kan indelas sex moment. 1. Huggning av enstaka buskar och träd under vårvintern. 2. Fagning, sker i april och går ut på att dött gräs, torra löv och nedfallna pinnar och grenar räfsas ihop och bränns varefter askan sprids i ängen. 3. Förslåtter kan ske i juni varvid man slår av oönskad vegetation som nässlor och tistlar. 4. Slåtter som sker i juli. 5. Hamling som sker augusti-september. 6. Efterbete som sker i september-oktober. Det är vanligt att alla dessa moment inte genomförs under ett år, tvärtom finns det en tendens till förenklad skötsel och utebliven skötsel även i många reservat.

När det gäller stubbskottsängen liknar skötseln den som sker i hamlingslövängen; två tydliga skillnader finns dock: 1. Huggningen under senvintern har varit omfattande och helt inriktad mot att få fram klenvirke från de flerstammiga träden som utgjort stubbskottsängens viktigaste komponent. Dessa flerstammiga träd har huggits cykliskt i perioder om 5-20 år. 2. Vanligen har det inte skett någon hamling i stubbskottsängarna.

Något som skiljer hamlingslövängen från stubbskottsängen är att hamlingslövängen sköts relativt likartat över hela sin yta varje år, medan stubbskottsängen innehållit olika sköselfaser, ibland liggande i tydligt åtskilda parceller. En parcell kan vara nyhuggen och där är ängsproduktionen bra, medan en annan parcell börjar få stora ”klenvirkesbuketter” som skuggar ängen som då inte är så produktiv. En annan skillnad är att i lövängen finns det större helt öppna ytor som växlar med buskiga, trädbevuxna och ofta steniga ytor medan stubbskottsängen är ganska homogen med flerstammiga träd ganska regelbundet spridda över hela ängen.

När det gäller skötsel av högstammig löväng är det relativt lite känt om skötseldetaljer. Ingen sådan äng tycks ha en obruten skötseltradition i Sverige.

Större träd har dock också funnits i såväl hamlingslövängar som i stubbskottsängar. De har benämnts överståndare.

### **Tillämpning och bakgrund**

Traditionell lövängsskötsel finns idag kvar i huvudsak i några naturreservat i Sverige.

Bakgrunden till lövängsskötseln är komplex, här ingår faktorer som produktionsoptimering, legala restriktioner för böndernas utnyttjande av skogsmark, ett behov av att ha tillgång till många olika produkter, samt klimatfaktorer. Regionala skillnader inom Europa när det gäller lövängsskötsel har

delvis kommit att förklaras i klimatiska termer. I områden med mildt vinterklimat har höproduktionen haft ringa betydelse, så där har klenvirkesproduktionen blivit det viktigaste. Sådana områden som mycket liknar stubbskottsängar har kommit att benämnas skottskogar. Ett något kärvt klimat har gett upphov till stubbskottsängar där vinterfoder spelar viss roll, medan klenvirkesproduktionen fortfarande har stor betydelse. Blir klimatet ännu stängare får vi hamlingslövängen där vinterfoder är den viktigaste komponenten. Slutligen i Norrlands inland är ängarna helt öppna och foderproduktionen den allena rådande.

### **Miljöeffekter**

Lövängarnas stora värde för biologisk mångfald har dokumenterats i många studier. Framförallt gäller detta hamlingslövängar. En kombination av öppnmarksarter och skogsarter kan leva här. Dessutom är lövängarna en bra biotop för alla de arter som i ett evolutionärt perspektiv utvecklats i ett halvöppet betespräglad landskap.

En annan miljömässig fördel med lövängar är deras förmåga att binda stora mängder kol i sina olika döda och levande fraktioner.

### **Eventuella övriga positiva respektive negativa aspekter av metoden**

Lövängarna mycket attraktiva för rekreation.

### **Tillämpbarhet för svenska förhållanden, för olika regioner och driftsinriktningar**

Metoden är mycket tillämpbar i Sverige genom att det finns kunskap och områden där metoden redan idag används. Problemet är att metoden behöver rationaliseras om den skall kunna användas i större skala. Det bör också ske nyetablering av lövängar eller ganska "hårdhänt" restaurering av igenvuxna lövängar. Detta skulle kunna ske så att t ex trädplaceringen blev mer "maskinanpassad", d.v.s. genom att avstånden mellan träden görs tillräckligt stora för att små maskiner för effektiv skörd av träd enkelt kan ta sig fram. Utglesning eller styrning av trädens placering i rader eller grupper skulle också innebära bättre möjligheter för maskinell skörd av markvegetationen.

### **Eventuella hinder för att metoden inte får genomslag i tillämpningen**

Metoden är för hantverksmässig. Det behöver utformas och utprovas en modern maskinanpassad variant av metoden, som möjliggör rationell maskinell skörd av såväl träd som gräs. Troligen går detta att göra inte minst för stubbskottsängen och högskogsvarianten av lövängen.

## **Resursbehov**

Den traditionella hävden är mycket resurskrävande eftersom såväl huggning som hamling av träd och skörd av gräs sker manuellt.

## **Vidareutveckling**

Modern maskinanpassad metodvariant behövs. Precis som för skogsbeten och trädrika hagmarksbeten har även maskinellt skördade lövängar stor potentiell miljönytta. Maskinell skörd av vegetationen är ytterligare en utmaning eftersom många lövängar innehåller mycket stenar och andra hinder. Kombinationer av småskaliga motormanuella tekniker för grässkörd och utglesning samt nyplantering av träd ger förutsättningar för lyckad hävd. Här behövs initiativ till FoU-satsningar.

Referenser för avsnitten om skogsbeten, trädrika hagmarksbeten och lövängar (kapitel 3.3.1. och 3.3.2.): Emanuelsson & Petersson (2009); Kumm (2011); Lindeborg m.fl. (2006); Olsson (2008); Wissman (2006).

### **3.3.3. Småskalig skogsteknik för kombinationsmarker**

Idag finns det stor avsättning för allt klenare virke, t.ex. som energi- och massaved, och definitionsgränsen mellan gallring och röjning blir alltmer flytande. Gallring är en beståndsvårdande utglesning av skog där virket tas till vara, medan röjning är utglesning av skog utan att virke tas till vara. ”Gallring är ett kraftfullt verktyg för skogsvårdaren och naturvårdaren att forma sin skog i önskvärd riktning, t ex välja trädslag, öka framkomligheten och bevara viktiga miljöer.” (Agestam 2009). Dessa metoder kan givetvis även användas vid skötsel av träd, buskar etc. även på skogs- och hagmarksbeten samt lövängar.

Under senare år har utvecklingen av teknik för skötsel inom det småskaliga skogsbruket gått snabbt. Små smidiga utrustningar dragna av häst, jordbruks-traktorer kan med fördel användas för fällning, kvistning och borttransport av virket (Agestam 2009, Skogforsk 2013).

## **3.4. Effektiv användning av betesdjuren. Hästar, andra betesdjur, vilt**

Inledningsvis kan man konstatera att nötboskap är de mest effektiva betesdjuren ur en generell synvinkel. Inte minst uppnås det bästa ”naturvårdsbetet” med nötboskap. Anledningen till detta är nötets betesteknik som går ut på att dra av gräs, örter och i viss mån löv med hjälp av tungan. Med denna teknik är det svårt att ”snagga grässvålen”. Nötbetet ger ett något ojämnt resultat vilket gör att en del gräs och örter blir kvar, som små tuvor i en mer nerbetad vegetation. Detta bete ger därmed upphov till större ekologisk variation, en mer varierad mikromiljö, och större möjlighet för blomning och frösättning i jämförelse med ett ensartat häst- eller fårbeta. Blomningen i sin tur är en viktig faktor för ett rikt insektsliv.

Häst- och fårbeta har en tendens att få till resultat en jämn och kortbetad grässvål om betestrycket är relativt högt. Vid något lägre betestryck ger ofta fårbeta dels kortsnaggade ytor dels obetade ytor medan hästbetet kan likna nötbetet mera. Ur naturvårdssynpunkt kan häst- och inte minst fårbeta ge ett mindre bra resultat då ett kontinuerligt relativt hårt bete kan ge florausarmningar och därmed också en utarmning av insektsfaunan.

Att kombinera olika betesdjurskategorier, om detta låter sig göras, kan ge ett mycket positivt resultat, inte minst ur naturvårdssynpunkt. Detta förutsätter dock att det totala betestrycket hålls på en måttlig nivå.

Viltbete i form av älg-, kronhjort- eller rådjursbete kan aldrig ersätta tamdjursbete då viltbetet är inriktat mot bete av buskar och trädets löv och bark. Viltbetet kan dock komplettera tamdjursbetet genom att hjälpa till med att hålla tillbaka buskvegetation. Ett specialfall är dovhjortsbete som kan hålla gräsmarker öppna. Dovhjorten har nämligen ett större inslag av örter och gräs i sin diet jämfört med de andra aktuella hjortdjuren. Ur naturvårdssynpunkt kan alltså dovhjortsbete vara positivt, men förutsatt att detta sker i hägn som i viss mån tvingar dovhjorten att beta tillräckligt hårt. Täta dovhjortstammar fritt betande i ett blandat landskap kan ge ett negativt resultat i skogsterräng, medan dessa dovhjortar inte ger ett tillräckligt betesresultat på de öppna markerna (observationer bl.a. från Ottenby lund: pers medd. Urban Ekstam, samt observationer från Maltesholm i Skåne: pers medd. Sigvard Svensson).

Vildsvinspåverkan i mycket begränsade tätheter kan vara positivt på vissa betesmarker, varvid svinens bökande kan leda till bättre frögroning hos betesmarksväxter. Ofta är dock svinpopulationerna för höga och vildsvinsböket blir därmed en mycket negativ faktor. En rad exempel finns både från Stockholmstrakten, t.ex. Harg och Tullgarn, och Skåne, t ex Skogshejdan (Urban Emanuelsson, egna observationer).

När det gäller att hålla tillbaka invaderande buskar och småträd har olika nötboskapsraser olika förmågor. Highland cattle är den ras som har visat sig mycket effektiv i detta avseende. Tyvärr är denna ras inte särskilt produktiv som köttproducent. Hästar kan under hösten bli riktigt bra buskbetare, särskilt om de får gå ute långt fram på hösten.

Ett betesdjur som klart föredrar busk- och trädbete är geten. Geten är alltså lämplig i ett restaureringssammanhang men inte som grässvålsbetare. Getter kan hållas tillsammans med andra betesdjur för att förhindra busktillväxt.

### 3.4.1. Extensiva betesregimer

När man under 1980-talet inom svensk naturvård kom att på allvar uppmärksamma naturbetesmarkernas värde och situation i Sverige, var det den svaga hävden som framhölls. När sedan NOLA-systemet kom på plats så var en relativt stark hävd ett tydligt krav. År 2000 startade forskningsprogrammet HagmarksMISTRA ett antal experimentella studier för att undersöka i vilken mån olika extensiva stötselregimer kan vara positiva ur naturvårdssynpunkt samtidigt som antalet betesdjur eventuellt kan hävda större arealer. Resultatet från HagmarksMISTRA-studierna ligger delvis till grund för följande framställning. Vidare finns det mera anekdotisk information att tillgå från konkreta extensiva betesregimer. Dessutom finns det en hel del goda idéer ute i kommuner och på länen som syftar till att få igång nya skötselregimer. Det är därför viktigt att framhålla skillnaderna mellan välbelagda vetenskapliga resultat, anekdotisk kunskap samt goda idéer. Med stor sannolikhet kommer en hel del välbelagd kunskap att se dagens ljus de närmaste åren. Denna kunskap kommer antagligen inte att radikalt förändra vår syn på extensiva skötselformer, men säkerligen att förfina kunskapen.

Inledningsvis kan man konstatera att torra och näringsfattiga betesmarker är mer lämpliga att sköta med extensiva metoder, jämfört med våta och näringsrika sådana. Det är alltså mera ”säkert” att tillämpa extensiva skötselmetoder i torra och näringsfattiga marker, även om det behövs mer kunskap för att kunna dra en tydlig gräns mellan dessa marktyper.

Skälet till att man länge varit skeptisk till extensiva skötselmetoder inom naturvården har varit att man fruktat för begynnande igenväxning med förnaansamling, vilket framförallt är negativt för småvuxna och konkurrenssvaga arter. Ur agronomisk synvinkel har man också befarat att viss förnaansamling kan göra betena mindre attraktiva och därmed mindre produktiva.

På plussidan står dels att extensiva skötselmetoder möjliggör att färre djur kan hävda större arealer. Dessutom har bl.a. HagmarksMISTRA-studierna visat att många kärlväxter får större möjligheter till blomning om hävdbrott (tillfälligt uppehållen hävd) sker. Blomningen ger frö, som behövs för förnygring av floran. Blomningen är också viktig för nektar- och pollenproduktion som ger en rik insektsfauna. Viss mängd vinterståndare ger mat åt övervintrande fåglar.

Det vore ganska självklart att ha varierande skötselintensitet på många naturbetesmarker och växla mellan svag igenväxning och röjning med påföljande starkare hävd om det inte hade varit för de begränsade arealerna naturbetesmark som finns. Ofta är dessa arealer dessutom ganska isolerade från varandra och man kan alltså riskera total utslagning av vissa konkurrenssvaga arter om man inför perioder utan hävd. Det är alltså den begränsade arealen av naturbetesmarker som starkt försvårar en mer dynamisk skötsel av naturbetesmarkerna. Det blir därför nödvändigt att begränsa den dynamiska delen av skötseln idag till vegetationstyper där man inte riskerar massiv förnaansamling, d v s till torra och näringsfattiga vegetationstyper.



Följande delmetoder kan utnyttjas:

#### *Bete vartannat eller vart tredje år*

Man kan få en mycket positiv effekt på floran och faunan av ett eller två års betesuppehåll, på lågproduktiva områden (Wissman 2006). Örterna får chans att blomma, och insektsfaunan blir artrikare. Detta är klart vetenskapligt belagt. Utan att det är vetenskapligt belagt kan antagligen betesuppehåll ibland med fördel kombineras med bränning, gärna med kvarstående fläckar med obränd vegetation (se även kapitel 3.7).

#### *Sent betespåsläpp*

Sent betespåsläpp efterliknar i viss mån slåtter. Betespåsläpp ungefär 1 juli är en gräns som gör att många markhäckande vadare klarar sig mycket bättre än med bete hela sommaren, då en hel del söndertrampning av bon sker. För floran kan ännu senare betespåsläpp vara gynnsam för sent blommande arter. Ett problem vid sent betespåsläpp är att vegetationen blir både osmaklig och inte så näringsrik för betesdjuren.

#### *Betesuppehåll under del av betesperioden*

Att införa en relativt lång betesfri period under sommaren har experimentellt visat sig vara en mycket positiv åtgärd (Wissman 2006), t o m mer positiv än vartannatårsbete. Detta kan förklaras med att man då slipper för stark förnaansamling.

### **3.5 Markstörning**

#### **Teknik**

Markstörning används framförallt inom naturvården i Sverige idag för att bryta ett icke önskvärt marktillstånd. Det handlar i första hand om för låga pH-värden, men också om höga kvävehalter. Metoden har utförts så att man plöjt sandmarkerna relativt djupt. Detta har dock visat sig vara en ineffektiv metod då det sura övre markskiktet varit för tjockt. Att gräva bort ett flera decimeter tjock ytskikt har visat sig som en effektivare metod.

En annan tillämpning av markstörning för naturvårds- och produktionsändamål har varit att använda rotorkultivatorer på tuviga våta betesmarker för att på så sätt avlägsna tuvorna och jämna till marken. De stora tuvorna har varit negativa för många av de mer ovanliga våtmarksfåglar man där velat gynna. Också viss florarestaurering har gjorts på detta sätt. Det finns dock exempel på hur sådan florarestaurering misslyckats bl.a. i Danmark.

Veketåg är en växt som kan förstöra både bete och naturvårdsvärden. Att använda rotorkultivator eller jordfräs har där varit framgångsrikt. På liknande sätt har örnbräken bekämpats i Storbritannien, men motsvarande ingrepp görs inte regelmässigt i Sverige.

### **Tillämpning och bakgrund**

Metoden har framförallt blivit aktuell i samband med restaurering av sandiga områden med sk sandstappsflora. På sikt bör dock markstörning regelmässigt tillämpas i skötseln bl a sandstapp. Metoden kan antagligen användas som ett återkommande skötselgrepp.

Sandstappsrestaureringen är ett sätt att efterlikna äldre tiders rörliga åkrar på sandstappsmarkerna.

### **Miljöeffekter**

Mestadels mycket positiva effekter på biologisk mångfald med avseende på organismer som är beroende av sandstappens miljö. Ofta positiva effekter i våtmarkssammanhang, men där bör man iaktta försiktighet eftersom en alltför hårdhänt hantering snarare kan ge negativ effekter på den biologiska mångfalden.

### **Tillämpbarhet för svenska förhållanden, för olika regioner och driftsinriktningar**

Kan utnyttjas inte minst i sandstappsammanhang. Ger ej miljöstödd.

### **Eventuella hinder för att metoden inte får genomslag i tillämpningen**

Dyr och energikrävande metod. Kan innebära risk för växtnäringsläckage och erosion.

### **Resursbehov**

Grävning, djup markomrörning och borttransport av jord kräver stora maskinella insatser.

### **Vidareutveckling**

Eventuellt kan lämpliga användningsområden för den bortförda jorden utvecklas.

Referenser för avsnittet om markstörning (kapitel 3.5): Emanuelsson & Petersson (2009); Lindeborg m.fl. (2006); Olsson (2008).

### **3.6. Avslagning utan att biomassan tas tillvara (kompostering på plats)**

#### **Teknik**

Avslagning av vegetationen med kniv-, rotor- eller slagslåttermaskin utan att biomassan transporteras bort från fältet är ett rationellt sätt att hålla marken öppen. Metoden är tekniskt enkel, och särskilt med tåliga slagslåttermaskiner kan den tillämpas på många olika marker. Växtmaterial som lämnas kvar ger en grön gödslingseffekt och hjälper till att bygga upp markens bördighet. Däremot motverkar kvarlämnad biomassa utvecklingen av biologisk mångfald, eftersom gräsmarkers artrikedom normalt gynnas av låg tillgång av växtnäring.

#### **Tillämpning och bakgrund**

På marker som är alltför svaga eller lågproduktiva för att hävdas varje år kan metoden vara ett sätt att hålla tillbaka oönskade snabbväxande arter. En variant om man inte har direkt avsättning för materialet är att lägga det på hög i anslutning till fälten. Då går man förvisso miste om en resurs som bioenergi eller foder, men gynnar i alla fall den biologiska mångfalden på den hävdade marken genom bortförsl av växtnäring.

#### **Miljöeffekter**

Genom att igenväxning motverkas, bidrar metoden till ett öppet och varierat odlingslandskap.

#### **Eventuella övriga positiva respektive negativa aspekter av metoden**

Vid tillämpning av metoden går man miste om de värdefulla positiva miljöeffekter som uppnås vid borttransport och användning av materialet: stimulering av biologisk mångfald och minskat växtnäringsläckage genom att växtnäring transporteras bort; klimatnytta om biomassan används till bioenergi. Metoden rekommenderas därför inte, förutom som komplement i begränsad utsträckning till exempel för putsning av betesmarker eller avslagning av vegetationen vissa år i de fall man inte har direkt avsättning för biomassan.

#### **Tillämpbarhet för svenska förhållanden, för olika regioner och driftsinriktningar**

Metoden kan vara intressant i slättbygd och regioner med avtagande jordbruksproduktion, där avstånden är långa till användare av biomassan (djurgårdar, biogasanläggningar eller anläggning för användning av biomassan som fastbränsle).

## **Eventuella hinder för att metoden inte får genomslag i tillämpningen**

Metoden bör inte tillämpas i någon större omfattning, eftersom den har låg miljönytta, utan rekommenderas endast i specialfall eller som komplement till bete eller skörd och borttransport av biomassan.

## **Resursbehov**

Metoden har låga resursbehov och bedöms vara en av de billigaste metoderna för att hålla marker öppna.

## **Vidareutveckling**

Möjligt att kombinera med bete och slåtter för att slå av eller putsa delar av fält som djuren undviker eller som är för svåråtkomliga eller lågproduktiva för att kunna skördas. Kompostering i direkt anslutning till fältet kan utvecklas om det finns avsättning för det komposterade materialet, till exempel som jordförbättring för trädgårdsproduktion. Genom utveckling av småskalig biogasproduktion i anslutning till fältet kan metodens resursutnyttjande och miljönytta förbättras väsentligt: dels utvinns biogas som ger klimatnytta genom att ersätta fossil energi; dels utvinns rötrest som ett värdefullt gödselmedel i såväl konventionell som ekologisk växtproduktion.

## **3.7. Flexibel hävd**

Orsakerna till att de traditionella hävdmetoderna för ängs- och betesmarker har minskat är lätta att förstå: minskat djurantal och större lantbruksföretag med rationell växtodling har minskat behovet av foder från ängs- och betesmarker. Det minskande djurantalet medför helt enkelt att djuren inte räcker till för att hävda alla betesmarker på önskvärd sätt. På motsvarande sätt har behovet för traditionell hävd av ängsmarker med lieslätter minskat när man blivit mindre beroende av ängshö som foder.

Lieslätter tillämpas fortfarande framförallt på små ytor som har högt kulturhistoriskt värde. Lien har stora fördelar framför maskinell avslagning, framförallt eftersom den anses ge bra naturvård, men också för att det är möjligt att komma åt och slå av mycket, trånga, steniga och på andra sätt hinderrika marker. Det är med andra ord mycket positivt och värdefullt att intresset och engagemanget för traditionell lieslätter bevaras och uppmuntras. Sett till hela Sveriges areal av ängsmarker som behöver hävdas har dock lieslätter endast en liten roll – den allra största arealen behöver skötas med maskinell avslagning och bärgning. Den tidigare rådande uppfattningen, att lieslätter är nödvändigt för att bibehålla markernas naturvärden, bör också omvärderas utifrån nya resultat som visar på små eller inga skillnader mellan skärande/klippande redskap och roterande redskap som röjsnöre (Svensson m.fl. 2009, Tälle 2013). Även om rotorslättermaskiner och

slaghack inte alltid ger lika fin snittyta som lie måste det också framhävas att maskinell slåtter innebär mycket stora miljövinster avseende biologisk mångfald jämfört med om markerna inte skulle hävdas alls.

För att ängs- och betesmarkernas stora värden för framförallt biologisk mångfald, klimatnytta, växtnäringshushållning och rekreation ska kunna bevaras och utvecklas behöver flexibla och situationsanpassade metoder utvecklas, som komplement och alternativ till metoder som efterliknar traditionell hävd.

### **Upphållen hävd och nyröjning i dynamik**

I ett längre historiskt perspektiv ser vi tydligt hur det hela tiden pågått en dynamisk variation ifråga om hävd i våra naturbetesmarker (Emanuelsson & Petersson 2009). Denna variation är säkerligen en viktig bakomliggande orsak till den variation vi idag fortfarande kan finna på dessa marker. Miljöersättningssystemet är inte anpassat till att gynna en sådan variation. Dessutom är dagens naturbetesmarker för små och för isolerade från varandra för att det enkelt skall gå att låta vissa ytor växa igen för en period. Kunskaper om dynamikens betydelse bör ha betydelse då man utformar nya hävdsystem. Utan att här ge något exakt recept för varierande och flexibel hävd kan följande kombinationer lyftas fram som särskilt intressanta: *slåtter som komplettering till bete; bränning som komplettering till bete; vinterslåtter; fläckvisa "rator" (små ytor som inte slås av/lämnas obetade).*

### **Bete i kombination med annan hävd**

I situationer där minskande tillgång på betesdjur gör att djuren inte räcker för att hävda marken kan man tänka sig att djuren betar olika fält olika år. De år som ett fält inte betas kan det hävdas genom avslagning och användning av biomassan som foder eller bioenergi. Som exempel kan man tänka sig följande sexåriga *hävdföljd*: 1) bete 2) slåtter 3) slåtter 4) bränning 5) slåtter 6) slåtter. Denna varierade hävd bedöms ha goda förutsättningar att gynna många olika organismgrupper och kan därmed ha positiva effekter på biologisk mångfald jämfört med om samma metod används varje år.

En annan möjlighet att "dryga ut" betesdjuren är att kombinera olika djurslag. Fler djurslag i kombination kan förhoppningsvis få två positiva effekter. Dels kan man få till stånd en högre beteskvalitet som ger artrikare flora, dels kan man få effekter på den areal som kan hävdas. Det ökande antalet hästar utgör här en viktig resurs som kan gör stor samhällsnytta genom att hävda de värdefulla betesmarkerna. Även får kan användas för att "dryga ut" de tillgängliga resurserna i form av nötbetesdjur. Fårbetets kvalitet kan dessutom bli högre om detta kombineras med nötbete. Man kan både utveckla olika *hävdföljder* där olika djurslag betar en mark olika och utveckla sambetessystem eller system där olika djurslag betar samma mark olika delar av säsongen. Sådana lösningar kräver smarta logistiklösningar för hanteringen av djur på olika marker, och är sannolikt beroende av samverkan

mellan flera mark- och djurägare. Länsstyrelser och kommuner kan eventuellt spela en viktig roll i att stimulera och samordna sådana samverkanslösningar.

### **Kombinationer av maskintyper och metoder: slätter och bränning**

En annan lovande ansats för flexibel hävd är kombination av olika maskintyper för avslagning och borttransport, till exempel på marker där delar av fältet är väldigt hinderrika och svårskötta men där andra delar går att sköta maskinellt. Efter att de mer lättskötta delarna skördats kan man till antingen skörda resterande små ytor manuellt eller med motormanuella redskap, använda betesdjur eller bränna kvarvarande vegetation våren därpå.

På steniga marker där man inte kan använda kniv- eller rotorslättermaskiner kan vårskörd med slaghack följt av bränning vara en möjlig lösning. Fördelen med denna kombination är att man tar tillvara på biomassan och undviker de miljöstörande effekter som uppstår vid bränning, samtidigt som bränningens fördelar för vegetationsutveckling och biologisk mångfald tas tillvara.

Skörd före bränning, med möjligheter att använda biomassan som fastbränsle, ger stora miljöfördelar jämfört med om all vegetation eldas upp på fältet. Dels för man bort växtnäring från marken (vid bränning i fält blir det mesta av växtnäringen, förutom kväve, kvar i marken), och dels blir det mindre utsläpp av miljöstörande gaser och partiklar vid bränningen.

## **3.8. Geografisk optimering, infrastruktur för biologisk mångfald**

### **Teknik**

Att så in en artrik ängsflora med syfte att återskapa ”halvnaturliga” gräsmarker (semi natural grasslands) har prövats ganska omfattande i till exempel Holland, Storbritannien och Tyskland. Insådd av en artrik gräsmarksflora på tidigare åkermark har visats kunna ge hög växtartsrikedom under flera år efter åtgärden (Fukami m.fl. 2005, Krautzer m.fl. 2011). Etablering och kontinuerlig extensiv hävd av en artrik ängsflora på utnyttjad åkermark kan förväntas ge flera positiva effekter för befintliga ängs- och betesmarker. Dels uppnås större underlag för hantering och avsättning av ängsbiomassa om kvantiteterna ökar, dels uppstår fler sammanhängande livsmiljöer med högre kontinuitet för de organismer som trivs i ängs- och betesmarker.

## **Tillämpning och bakgrund**

Landskapets kontinuitet påverkar förutsättningarna för många organismer och har stark inverkan på den biologiska mångfalden i ängs- och betesmarker (Reitalu m.fl. 2009). Dessvärre utgör många av de ängs- och betesmarker som idag bevaras genom anvisade skötselåtgärder isolerade små öar i intensiva odlingslandskap (Walker m.fl. 2004) eller homogena skogslandskap. Därför är skötselmetoder för omgivande marker också viktigt för möjligheterna att bevara och utveckla befintliga ängs- och betesmarkers naturvärden. Obrukad åker är ett allt vanligare inslag i landskapsbilden i hela Sverige, särskilt i regioner med avtagande jordbruksproduktion och omställning till färre och större lantbruksföretag. De idag obrukade markerna uppskattas till ca 500 000 ha (Börjesson 2013), och utgör en värdefull resurs både för biomassaproduktion och för gynnande av biologisk mångfald - om de sköts på rätt sätt.

## **Miljöeffekter**

Förbättrad kontinuitet i de livsmiljöerna som ängs- och betesmarker utgör förväntas ha starkt positiva effekter på den biologiska mångfalden. Extensiv hävd och borttransport av biomassa från marginalmarker, som till exempel åkerkanter, lågproduktiva marker och skyddszoner längs vattendrag, har dessutom positiva miljöeffekter genom minskat växtnäringsläckage och klimatnytta genom användning av biomassan till bioenergi.

## **Eventuella övriga positiva respektive negativa aspekter av metoden**

Maskinell skörd, hantering och avsättning av ängsbiomassa är än så länge dåligt utvecklat i Sverige. Om arealerna och kvantiteterna ökar kommer det förhoppningsvis att ske metod- och teknikutveckling som kompletterar vanlig vallskördeteknik och förbättrar förutsättningarna att rationellt ta tillvara på denna resurs. Erfarenheter av försök med denna strategi finns att hämta från BioM-projektet (Lundegrén 2012)

## **Tillämpbarhet för svenska förhållanden, för olika regioner och driftsinriktningar**

Metoden bedöms ha stor potential för svenska förhållanden i hela landet.

## **Eventuella hinder för att metoden inte får genomslag i tillämpningen**

Avsättning för biomassan utgör idag ett viktigt hinder mot hävd av outnyttjade marker.

## Resursbehov

Kompetens om metoder för etablering i allmänhet, och val av arter i synnerhet, är en viktig resurs som behöver tillvaratas och utvecklas. I övrigt kräver hävd och användning av biomassa från omgivande marker inga extra maskiner eller insatser utöver vad som krävs för rationell skötsel av slåttervallar och befintliga ängsmarker.

## Vidareutveckling

Metoden är ny och oprövad, och även om den bedöms ha stor potential och vara relativt okomplicerad behöver den utvecklas såväl kunskapsmässigt som resursmässigt (maskiner och metoder för etablering och avsättning). Erfarenheter från våtmarksslätter kan dock hämtas från BioM-projektet, som ingående har studerat hela kedjan från slåtter av vegetation på ängar till produktion av biogas och ekologisk biogödsel utifrån rundbalat ängsgräs (Lundegrén 2012).

## 4. Alternativ avsättning för skördad biomassa

Denna sammanställning hanterar annan användning av skördad biomassa än som foder i mjölk- och köttproduktion. Lagring, logistik, distribution och eventuell diskrepans mellan biomassans kvalitet (beroende av skördetidpunkt) och användningsområde utgör viktiga flaskhalsar i hantering och avsättning. Ett av sammanställningens syften är att belysa potentiella målkonflikter mellan optimering av biomassans kvalitet och bästa naturvårdseffekt.

### 4.1. Bioenergi

Med bioenergi avses i detta sammanhang att man utvinner energi ur den skördade biomassan. Energiomvandlingen kan ske i olika processer, här behandlas två huvudprinciper: 1) genom eldning omvandlas biomassan till värme (biomassan används som *fastbränsle*); 2) genom rötning till *biogas* omvandlas delar av biomassans kolinnehåll till metan, som orenad kan användas för att driva stationära motorer, gasturbiner i kraftvärmeverk eller uppgraderas till fordonsbränsle.

#### 4.1.1. Fastbränsle

Om biomassan ska eldas för att generera el och värme är det en fördel om den skördas torr och innehåller låga halter av växtnäring. Låga näringshalter i biomassan uppnås dels genom låg tillgång i marken och dels genom att biomassan skördas sent (sen höst, vinter eller tidig vår), dels genom att en del av näringen i fleråriga växter omlagras från stjälkar och blad till rötter under höst och vinter, och dels genom att näring lakas ut från vissnade växtdelar (Hadders och Olsson 1997,



Prochnow m.fl. 2009a). Skörd sent på hösten, under vintern eller tidigt på våren innebär alltså att mer av växtnäringen lämnas kvar på fältet än om man skördar på sommaren då grödan fortfarande är grön. Att biomassan håller låg näringshalt vid förbränning är positivt för såväl biomassans bränslekvalitet (Hadders och Olsson 1997) som för miljön, eftersom förbränning av kväverik biomassa kan orsaka utsläpp av miljöstörande kväveoxider (Ceotto 2008). Optimering av biomassans bränsleegenskaper, torrt och med lågt näringsinnehåll, innebär dock vanligen att man inte kan skörda lika stor mängd biomassa per ytenhet som vid skörd av grön biomassa, eftersom nedvissning och fältspill kan orsaka omfattande skördebortfall (Prochnow m.fl. 2009a, Svensson m.fl. 2010, Prade 2011).

Skörd av torr biomassa på ängs- och betesmarker är alltså en intressant strategi med goda möjligheter för direktskörd och rationell hantering av den skördade biomassan eftersom den är lagringsstabil och kan packas i rund- eller fyrkantbalor direkt i fält. Skörd vintertid på frusen mark kan även innebära fördelar på svaga marker, som våta strandängar, eftersom risken för körskador då kan minimeras. Däremot erhålls inte optimal miljönytta för minskat näringsläckage, eftersom man inte transporterar bort lika mycket växtnäring från fältet som vid skörd av mer näringsrik biomassa sommartid. Även om optimering av biomassans kvalitet som fastbränsle delvis står i konflikt mot miljönyttan att skörda mycket biomassa och föra bort så mycket växtnäring som möjligt, är det klart att även skörd av torr, relativt näringsfattig biomassa är bättre än att inte skörda alls. Hadders och Olsson (1997) angav att vinter- och vårskörd av rörflen för bort ca 65 % av den mängd kväve och fosfor som förs bort från fältet vid sommarskörd av samma gröda.

#### **4.1.2. Biogas**

Jämfört med fastbränsle har biogas en viktig fördel i och med att i princip all växtnäring kan återanvändas genom att rötresten används för gödsling av åkermark. Flera växtnäringsämnen är möjliga att återföra till jordbruket även genom spridning av aska, men medan kvävet helt går förlorat vid förbränning finns det mesta kvävet kvar i lättillgänglig form (ammoniumkväve,  $\text{NH}_4^+$ ) vid spridning av biogödsel (Prochnow m.fl. 2009a, 2009b). Användning av biomassan till biogas fungerar bättre vid relativt tidig sommarskörd medan vegetationen är grön, eftersom sent skördad biomassa innehåller mer fibrer och bryts ned långsammare i röttningsprocessen (Prochnow m.fl. 2009b). I en studie av biogaspotentialen hos ängsbiomassa visade Prochnow m.fl. (2005) att utbytet (mängd metangas per kg biomassa) minskar successivt för varje månads senareläggning av skörden mellan juni och februari.

Sambandet mellan metangasutbyte och skördedatum har lett till insikten att ängsbiomassa bör skördas tidigt för att vara intressant som biogassubstrat, vilket innebär en målkonflikt gentemot den biologiska mångfalden som missgynnas om marken skördas tidigare än början till mitten av juli (Helldin 2009, Svensson & Moreau 2012). Å andra sidan är avkastningen i mängd biomassa per hektar för de flesta ängsväxter högre vid skörd på sensommaren (juli till september) än i juni, vilket innebär att mängd metangas per hektar kan vara som högst i augusti eller

september (Prochnow m.fl. 2005). Dessutom innebär biogasproduktionen stor klimatnytta även genom att det kol som inte omvandlas till metan i rötningen bidrar till mullbildning och inlagring av kol i åkermarken när biogödseln (rötresten) används för gödning (Björnsson 2013). Det lägre metangasutbytet i senare skördad biomassa kan alltså kompenseras helt eller delvis av att biogödseln i högre utsträckning bidrar till kolinlagring och markbördighet (Björnsson 2013).

Målkonflikten mellan optimal skördetidpunkt med avseende på biogas och biologisk mångfald bör alltså tonas ned eftersom även biomassa skördad i juli och augusti kan ge bra miljönytta som biogassubstrat och biogödsel. Viktiga flaskhalsar för användning av ängsbiomassa till biogas är däremot logistik, förbehandling och ekonomi. Biomassan måste antingen matas in i biogasanläggningen direkt eller ensileras för att klara lagring, och transporter från små och geografiskt utspridda fält blir kostsamma om man ska använda större centraliserade anläggningar. Långsträig biomassa är svårhanterlig i biogasanläggningar med omrörd rötningstank. Därför rekommenderas att biomassan levereras finhackad till inmatningsstället. Hackning kan göras redan i fält med exakthack samtidigt som biomassan skördas, eller genom stationär sönderdelningsutrustning, t.ex. en extruder (kvarn som genom finfördelning och friktionsvärme ökar biomassans nedbrytbarhet i biogasprocessen), i anslutning till inmatningsstället (Møller 2012).

Företaget Swedish Biogas International använder en hel del vallbiomassa i sina anläggningar, och betalar drygt 1 kr per kg torrsbstans för biomassa fritt levererad till anläggningen och hackad med snittlängd på max 10 mm (Esping 2013). En annan uppskattning av ängsbiomassans ekonomiska värde vid användning som biogassubstrat gjordes i projektet BioM (Lundegrén 2012), där man kom fram till att för att lönsamheten ska motsvara användning av majs som biogassubstrat kan man betala 0,5 DKK per kg torrsbstans för ängsbiomassan. Även om den avslagna biomassan på ångar som uppbär miljöersättning kan anses gratis – biomassan slås av och förs bort från fältet inom skötselåtagandet som miljöersättningen kräver – är det oklart om kostnaderna för insamling vid fältkant, hackning och transport till anläggningen täcks av den dryga kronan per kg ts.

En möjlig ansats för att öka intresset och viljan att leverera ängsbiomassa till biogasanläggningar skulle kunna vara att markägaren får tillbaka motsvarande mängd biogödsel. En annan ansats är att etablera småskaliga biogasanläggningar nära fälten för att underlätta logistik och minska transportkostnaderna för biomassa och biogödsel. I många fall kan det vara enklare att inrätta system för transport av biogas från småskaliga rötningsanläggningar till en uppgraderingsanläggning för fordonsgas eller till decentraliserade kraftvärmeverk än att transportera biomassan till centraliserade stora anläggningar och biogödsel till åkermark. Mer kunskap och information om värdet i att använda biogödsel från rötad ängsbiomassa samt goda exempel på logistik och förbehandling är nyckelfaktorer för att användningen av ängsbiomassa som biogassubstrat ska kunna öka, oavsett om det gäller storskaliga centraliserade anläggningar eller små decentraliserade enheter.

### 4.1.3. Bioraffinaderi och andra metoder för optimerad avsättning

Bioraffinaderi innebär att biobaserade råvaror (biomassa) omvandlas till flera produkter som livsmedel, foder, kemikalier, material och energi. I och med samhällets strävan att ställa om från en fossilbaserad till en biobaserad ekonomi ges bioraffinaderikoncept en hel del uppmärksamhet. För att biomassan ska vara hållbart producerad och inte konkurrera med matproduktion riktas också ett ökande intresse mot restprodukter, avfall och biomassa från icke livsmedelsproducerande marker. Här är alltså biomassa från ängs- och betesmarker en lämplig råvara. Konceptet bygger på extraktion av värdefulla fraktioner (t.ex. specifika proteiner, kolhydrater och fettsyror) och användning av återstående fraktioner som energiråvara, vilket innebär att bioraffinaderier även kan producera värme, etanol, biogas och biogödsel. Det kan ligga nära till hands att tänka på ett bioraffinaderi som en stor centraliserad anläggning, men Papendiek m.fl. (2012) diskuterar flera möjligheter och fördelar med gårdsbaserade och regionala bioraffinaderier. I takt med att fler anläggningar etableras kommer troligen efterfrågan på biomassa att öka, vilket kan ge nya möjligheter att få avsättning för ängsbiomassa.

Ett annat liknande koncept för att optimera biomassans användbarhet som bioenergiråvara är att mekaniskt separera biomassan i en fast och en flytande fraktion, och använda den fasta näringsfattiga fraktionen som fastbränsle och den flytande lättnedbrytbara fraktionen till biogas. Konceptet kallas "Integrated generation of solid fuel and biogas from biomass" (IFBB) och har utvecklats av forskare i Tyskland (Wachendorff m.fl. 2009). Processen har visats fungera väl för en resurseffektiv omvandling av biomassa från gräsmarker (till exempel Natura-områden som kräver extensiv hävd) till fastbränsle och biogassubstrat. Uppdelningen i en fast och en flytande fraktion innebär att man effektivt uppnår tillfredsställande lågt näringsinnehåll i fastbränslefraktionen och bra nedbrytbarhet i biogasfraktionen som i sin tur genererar biogödsel med högt växtnäringsinnehåll. Inom EU-projektet PROGRASS ([www.prograss.eu](http://www.prograss.eu)) har forskarna tagit fram en mobil anläggning som demonstrerar processens potential för småskalig decentraliserad bioenergiproduktion kopplad till skötsel av värdefulla ängsmarker.

### 4.2. Strö i djurstallar

Att använda ängshö som strö i djurstallat kan bli intressant i regioner där det råder stor efterfrågan på strömaterial. Priserna på spannmålshalm, som är ett mycket vanligt strömedel, pressas uppåt bland annat av den ökande efterfrågan på halm som fastbränsle. Om ängshöet inte anses tillräckligt värdefullt som foder kan det vara lönsamt att använda det som strömedel i stället för dyr inköpt halm. Biomassan bidrar härmed också till att transportera växtnäring bort från de hävdade ängs- och betesmarkerna till åkermark som gödslas med stallgödseln.

Om man jämför en möjlig intäkt på ca 1 kr per kg vid leverans av ängshö till en biogasanläggning (fint hackad) med priset på halm, som vid vissa toppar kan ligga betydligt högre än 1 kr per kg, blir det tydligt att användning av ängshö som strö bör vara mer lönsamt än att sälja höet som biogassubstrat. Kostnaderna för skörd

och hämtning av ängshöet till gården bedöms dessutom i de flesta fall vara lägre än kostnaderna för skörd, finhackning och leverans av samma hö till en biogas-anläggning (dock beroende på avstånd mellan fältet, gården och biogasanläggningen). Användning av ängshö som strömedel kan med andra ord anses ekonomiskt och miljömässigt intressant, särskilt i regioner med mycket djurproduktion, brist på halm, och korta avstånd från ängs- och betesmarkerna till djurstallarna.

### **4.3. Kompost/jordförbättringsmedel/marktäckning (transporteras bort från skördeplatsen)**

Kompostering av biomassan, i direkt anslutning till fältet eller centralt t.ex. i kommunens system för kompostering av trädgårdsavfall, är ett sätt att omvandla biomassa som saknar avsättning till en resurs. Kompostering ökar tillgängligheten av den växtnäring som fanns i biomassan och ger ett värdefullt odlingssubstrat eller jordförbättringsmedel. Kompostering i en central anläggning där man har rutiner och metoder för hantering av stora mängder biomassa (till exempel kommunens kompostering av parkavfall) har fördelar framför kompostering i anslutning till skördeplatsen genom att slutprodukten blir mer användbar och att man minskar näringsläckaget vid skördeplatsen (Svensson m.fl. 1995). Kompostering innebär att kväve riskerar att förloras från biomassan, både via ammoniakavgång och via lustgas. I en systemstudie baserad på litteraturdata jämfördes användning av vass som jordförbättringsmedel efter grüngödsling (spridning av färsk biomassa), kompostering och rötning för biogas (Hansson och Fredriksson 2004). Resultaten visade att kompostering och biogasrötning är betydligt mer kostsamma än grüngödsling, men att en positiv energibalans och högre kväveutnyttjande (mindre kväveläckage och lustgasutsläpp) gav biogasalternativet stora fördelar jämfört med kompostering (Hansson och Fredriksson 2004).

Kompostering rekommenderas inte, eftersom metoden har låg miljönytta (kväveförluster, utebliven möjlighet att utvinna energi) och dålig energibalans jämfört med användning som fastbränsle eller som biogassubstrat (Svensson m.fl. 1995, Durling och Jacobsson 2000). I vissa kommuner, till exempel Lund, är man inriktad på att fasa ut kompostering av trädgårdsavfall och i stället försöka använda detta avfall som biogassubstrat (Bengtsson 2012). Vid en sådan utveckling bör samrötning med biomassa från närliggande ängsmarker i kommunens anläggning för våt- eller torrötning av parkavfall bli mycket intressant.

#### **4.4. Frökälla för etablering av önskad vegetation på annan mark**

Vid restaurering eller nyetablering av artrika gräsmarker bör man noggrant överväga val av frökälla och artsammansättning för den nya ängen eller betesmarken. Lokala frökällor med en bred genetisk variation inom varje art rekommenderas framför blandningar som hämtats i en helt annan miljö (t.ex. klimatzon, marktyp) eller genetiskt homogena sorter (Krautzer m.fl. 2011, Tischew m.fl. 2011). En ofta rekommenderad metod är att skörda hö i en närliggande artrik gräsmark som liknar den mark man vill etablera i markförhållanden och klimat, och sprida ut höet på den nya marken. Hämtningen och spridningen av höet (frökällan) kan upprepas vid olika tidpunkter under säsongen för att optimera etableringen av både tidigt och sent blommande arter (Krautzer m.fl. 2011, Tischew m.fl. 2011). Denna metod innebär alltså en högst relevant avsättning av biomassa från biologiskt värdefulla ängs- och betesmarker. Efterfrågan på hö som frökälla är troligen i de flesta fall betydligt mindre än tillgången på gräsmarksbiomassa, vilket innebär att metoden får ses som ett komplement vissa år och för vissa utvalda fält. Efterfrågan kan dock komma att öka om metoden med att så in artrika ängar för bioenergiproduktion på outnyttjade marker får genomslag (se kapitel 3.8).

#### **4.5. Specialfoder till särskilda djurslag, t.ex. häst, kanin**

Kunskapssammanställningen omfattar inte avsättning som foder till mjölk- och köttproduktion, men biomissan från ängs- och betesmarker har även potential att användas som foder för andra djurslag. Produktion av foder till hästar är en stor och växande bransch, och eftersom hö med lägre proteininnehåll rekommenderas till hästar jämfört med till mjölkkor bör ängshö passa särskilt bra till hästar (Svensson m.fl. 1995). Ängshö av god kvalitet är även uppskattat som foder till smådjur som kaniner, men efterfrågan på sådant specialfoder bedöms endast kunna motsvara en mycket liten del av den totala mängden hö som kan skördas från Sveriges alla ängsmarker.

### **5. Bedömning av olika skötselmetoders och biomassaavsättnings användbarhet beroende på dominerande regional driftsinriktning.**

I regioner där mjölk- eller nötköttsproduktion är den dominerande driftsformen bedöms bete och slåtter liknande vallskörd vara de mest lämpade skötselmetoderna. Biomissan kan användas som foder, strö och bioenergi.

I regioner med mycket växtodling på slättbygd (huvudsakligen ettåriga grödor) anser vi slåtter liknande vallskörd vara den skötselmetoden som enklast kan komma till användning för ängs- och betesmarker. Biomissan kan användas som bioenergi och ev. även som frökälla i viss utsträckning.

I områden med avtagande jordbruksproduktion och stor andel outnyttjade marker bedömer vi slåtter liknande vallskörd vara den lämpligaste skötselmetoden. Biomassan kan användas som bioenergi eller frökälla.

För tätortsnära marker bedöms hästbete och slåtter med maskiner för parkskötsel vara lovande skötselmetoder. Biomassan kan användas som foder och strö till speciella djurslag samt bioenergi och, i viss utsträckning, som frökälla.

## **6. Översikt över resursbehov för olika skötselmetoder**

Vid kvantifiering av resursbehoven för olika metoder har vi stött på stor osäkerhet och komplikationer, mycket beroende på att svenska ängs- och betesmarker är väldigt varierande avseende storlek, geografisk och logistisk tillgänglighet samt framkomlighet. Därför har det tyvärr inte gått att göra en detaljerad sammanställning över olika metoders resursbehov inom ramen för detta uppdrag, utan här presenteras istället en övergripande jämförelse av olika metoders resursbehov.

**Bete:** måttligt resursbehov vid bete i relativt stora betesfällor; större resursbehov vid bete i små och utspridda betesfällor.

**Slåtter:** mycket stort resursbehov vid lieslåtter, måttligt behov vid maskinslåtter; extremt stort resursbehov vid skötsel av stenrika och trädrika lövängar (inklusive stubbskottsängar); måttligt eller lågt resursbehov vid skötsel av ”planerade” stubbskottsängar” där maskinell skörd av gräs och träd är möjligt.

**Bränning:** måttligt resursbehov vid bränning av små och komplexa ytor; litet resursbehov vid bränning av stora ytor med angränsande öppen mark, t ex åker.

Vi har identifierat några experter som eventuellt kan ge vidare vägledning angående olika metoders kostnader och resursbehov: Maria Strand, Länsstyrelsen i Blekinge (hävd av betesmarker); Krister Larsson, Naturvårdskonsult, Halland, (naturvårdsbränning); Håkan Rosenqvist, ekonomikonsult, Skåne samt Per-Anders Hansson och Sven Bernesson, SLU, institutionen för energi och teknik. De sistnämnda genomför ett SLF-projekt inriktat på skörd, logistik och användning av biomassa från marginell jordbruksmark (Stiftelsen Lantbruksforskning 2013).

## 7. Slutsatser och rekommendationer

Fortsatt och utvecklad hävd av ängs- och betesmarker har stor samhällsnytta genom möjligheterna att uppnå synergieffekter mellan flera miljövinster samtidigt som viktiga resurser tas tillvara i omställningen till en biobaserad samhällsekonomi och odlingslandskapets attraktivitet för till exempel rekreation bevaras och förbättras. Utmaningarna består i huvudsak i att hitta rationella system, dels för hantering av betesdjur och dels för effektiv insamling och användning av biomassa. Vi har identifierat fyra skötselmetoder och användningsområden som vi anser är särskilt intressanta för vidare analyser av deras tillämpning och vidareutveckling: flexibel hävd, maskinanpassat kombinationsbruk av skogsbeten och lövängar, småskalig och situationsanpassad teknik, samt samordning kring hantering och avsättning av biomassan för bioenergiändamål.

1. Flexibel hävd – ”dryga ut” betesdjuren så att de räcker till större arealer, extensivt bete genom bete vartannat eller vart tredje år, kombinera metoder för synergieffekter med avseende på miljönytta och rationell hävd. Exempel: maskinell skörd kombinerat med bränning; slåtter kombinerat med bete; kombination av olika maskinstorlekar och avslagningsmetoder för att uppnå en varierad hävd. System för flexibel hävd eller hävdföljdsansatser (olika hävd olika år) ställer krav på god planering och samordning av resurser, men bedöms i gengäld kunna ge stora miljövinster till måttliga eller låga insatser.

2. Maskinanpassat kombinationsbruk av skogsbeten och lövängar – kombinationen av träd och ängsväxter är gynnsam för såväl biologisk mångfald som kolinlagring och produktion av biomassa (både gräs och träd). Trädens placering kan anpassas för att möjliggöra rationell skörd av både träd och ängsbiomassan, vilket möjliggör stora miljövinster till måttliga eller låga insatser. Forskningsbehov kring biomassa-produktionens potential och planering av sådana kombinationsmarker för att de ska vara attraktiva ur biologiskt, produktionsmässigt och rekreativt avseende.

3. Småskalig och situationsanpassad teknik – slåtter och borttransport av biomassa från små och hinderrika fält kräver metodutveckling och logistik lämpad för rationell avslagning, uppsamling och transport. Det finns ett stort utbud av olika maskinlösningar, bland annat självgående eller motormanuella redskap för avslagning och uppsamling av biomassa för park- och trädgårdsskötsel. Länsstyrelser och kommuner bedöms kunna spela en viktig roll för informationsspridning, erfarenhetsutbyte och förmedling av kontakter och byggande av nätverk, för att olika metoder och tekniker samt goda exempel ska bli kända och få spridning. På längre sikt bör även förarlösa maskiner för slåtter och borttransport av biomassa från små och hinderrika fält, liknande de våtmarkssvärmare som utvecklas i Danmark (figur 10 i Figurbilagan), kunna användas för rationell och miljövänlig skötsel.

4. Samordning kring hantering och avsättning av biomassan för bioenergiändamål – användning av ängsbiomassa som biogassubstrat har särskilt stor miljönytta och möjliggör effektivt resursutnyttjande genom att man både utvinner energi och växtnäring (rötrest för gödsling av produktiv åkermark, såväl ekologisk som

konventionell) samtidigt som markerna hävdas. FoU-insatser behövs för att lösa flaskhalsar i slätter, transport och hantering av biomassan, bland annat resurser för finhackning eller annan förbehandling av biomassan innan inmatning sker i röttkammare. Även här bedöms Länsstyrelser och kommuner kunna spela en viktig roll för informationsspridning, erfarenhetsutbyte och förmedling av kontakter och goda exempel.

I denna kunskapssammanställning har vi funnit att flera aktuella studier visar på små eller inga skillnader när slätter genomförs med skärande eller klippande redskap (lie och knivslätterbalk) jämfört med roterande redskap (rotorslättermaskiner med vassa knivar eller röjsnöre). Baserat på dessa resultat för vi fram ett behov att omvärdera uppfattningen att endast lieslätter eller slätter med knivslätterbalk skulle ge tillfredsställande skötsel av artrika ängar. Den nya insikten om att rotorslättermaskiner och röjsnöre i många fall ger lika goda naturvårdsinsatser som lie och knivslätterbalk öppnar upp för rationellare skötsel av slätterängar som annars hotas av utebliven hävd.

## 8. Referenser

Agestam E 2009. Gallring. Skogsskötselserien nr 7, ©Skogsstyrelsen, Gallring, Eric Agestam, 16 januari 2009.

Bengtsson A 2012. Ekosystemtjänster från urbana grönytor - en systemstudie med fokus på kollagring och biobränsleproduktion i Lunds kommun. Examensarbete, Institutionen för Teknik och samhälle, Miljö- och Energisystem, Lunds Tekniska Högskola.

Berglund M, Gissén C, Helander I, Svensson S-E 2012. Odlingssystem för produktion av biogassubstrat på marginaljord. I: Lundegrén (red) *Evalueringsrapport marginale jorder och odlingssystem. Rapport från projektet BioM Bæredygtig bioenergi, AgroTech, Danmark, sid 59-67.*

Bergström Nilsson S, Blackert C 2012. Sammanställning av resultat från långliggande försök med biogödsel i Norden. Avfall Sverige, Rapport B2012:03, ISSN 1103-4092.

Björnsson L 2013. Alternativ användning av växt-material från ängs- och betesmarker. Biogasproduktion och växthusgasemissioner. *Presentation vid konferensen "Fallgropar i kedjan från gräs till gas", Alnarp 2013-02-11.* [http://194.47.52.113/janlars/partnerskapalnarp/ekonf/20130211/5\\_LovisaBjornsson.pdf](http://194.47.52.113/janlars/partnerskapalnarp/ekonf/20130211/5_LovisaBjornsson.pdf) [2013-02-22].

Börjesson P 2013. Är EU's hållbarhetskriterier drivkrafter eller hinder för hållbar produktion av biodrivmedel från åker och marginalmark? *Presentation vid konferensen "Fallgropar i kedjan från gräs till gas", Alnarp 2013-02-11.*



[http://194.47.52.113/janlars/partnerskapalnarp/ekonf/20130211/8\\_PalBorjesson.pdf](http://194.47.52.113/janlars/partnerskapalnarp/ekonf/20130211/8_PalBorjesson.pdf) [2013-03-12].

Ceotto E 2008. Grasslands for bioenergy production. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 28: 47-55.

Constantinides A 2008. Småskalig maskinslätter som aktiv skötsel. Länsstyrelsen i Västmanlands Län, Rapport 2008:22.

de Jong J 2011. Att elda upp naturen på rätt sätt. *Biodiverse* nr 3 2011, sid 5. Centrum för Biologisk Mångfald (CBM), Uppsala.

Durling M, Jacobsson K 2000. Slätter av vägkanter med upptagande slagslätteraggregat – energianvändning och kostnader vid upptagning, transport och behandling. Examensarbete, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för lantbruksteknik, institutionsmeddelande 2000:05. ISSN 1101-0843.

ELHO 2013. ELHO SuperLuoko. <http://www.elho.fi/se/produkter/dubbelhack/elho-superluoko.html> [2013-02-21].

Emanuelsson U, Petersson M 2009. Europeiska kulturlandskap: hur människan format Europas natur. Red Carlsson B, Backéus I. Formas, 384 sidor.

Esping T 2013. Biogas kan rädda ängen. *ATL*, 15 februari.

Fukami T, Bezemer TM, Mortimer SR, van der Putten WH 2005. Species divergence and trait convergence in experimental plant community assembly. *Ecology Letters* 8: 1283-1290.

Hadders G, Olsson R 1997. Harvest of grass for combustion in late summer and spring. *Biomass and Bioenergy* 12: 171-175.

Hansson P-A, Fredriksson H 2004. Use of summer harvested common reed (*Phragmites australis*) as nutrient source for organic crop production in Sweden. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102: 365-375.

Helldin J-O, Lennartsson T, Emanuelsson U 2009. Biologisk mångfald och bioenergi i odlingslandskapet - en kunskapssammanställning. Slutrapport för projekt med medel från Jordbruksverket 2009. Centrum för biologisk mångfald.

Jönsson H 2011. Fröskörd av hampa – metoder och tekniker för fröskörd av industrihampa. Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU Alnarp.

Kumm K-I 2011. Den svenska kött- och mjölkproduktionens inverkan på biologisk mångfald och klimat – skillnader mellan betesbaserade och kraftfoderbaserade system. Jordbruksverket, Rapport 2011:21.

Krautzer B, Bartel A, Kirmer A, Tischew S, Feucht B, Wieden M, Haslgrubler P, Rieger E, Potsch EM 2011. Establishment and use of High Nature Value Farmland. *In: Grassland farming and land management systems in mountainous regions. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation, Gumpenstein, Austria, 29th-31st August, 2011* (Eds: Potsch EM, Krautzer B, Hopkins A), pp 457-469.

Lindborg, R. et al. 2006. Naturbetesmarker i landskapsperspektiv – en analys av kvaliteter och värden på landskapsnivå. CBM:s skriftserie 12. Centrum för biologisk mångfald, Uppsala.

Lundegrén J (red) 2012. Evalueringsrapport marginale jorder och odlingsystem. Rapport från projektet BioM Bæredygtig bioenergi, AgroTech, Danmark.

Milberg P, Akoto B, Bergman K-O, Fogelfors H, Paltto H, Tälle M 2014. Is spring burning a viable management tool for species-rich grasslands? *Applied Vegetation Science* (in press) DOI: 10.1111/avsc.12091

Møller HB 2012. Økologisk biogaslinje. I: Briseid T (red) Evalueringsrapport Biogas. Rapport från projektet BioM Bæredygtig bioenergi, AgroTech, Danmark, sid 37-40.

Naturvårdsverket 2012. Steg på vägen. Fördjupad utvärdering av miljömålen 2012. *Kapitel 7: Fördjupad utvärdering av miljökvalitetsmålen; Ett rikt odlingslandskap, sid 430-453*. Rapport 6500, juni 2012.

Olsson R (red) 2008. Mångfaldsmarker. Naturbetesmarker - en värdefull resurs. Centrum för biologisk mångfald, ISBN 978-91-89232-29-7.

Papendiek F, Ende H-P, Steinhardt U, Wiggering H 2012. Biorefineries: Relocating Biomass Refineries to the Rural Area. *Landscape Online* 27: 1-9.

Prade T 2011. Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.) – a High-Yielding Energy Crop. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp. [http://pub.epsilon.slu.se/8415/1/prade\\_t\\_111102.pdf](http://pub.epsilon.slu.se/8415/1/prade_t_111102.pdf)

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, December, 2005.

Prochnow A, Heiermann M, Plöchl M, Amon T, Hobbs PJ 2009a. Bioenergy from permanent grassland – A review: 2. Combustion. *Bioresource Technology* 100: 4945-4954.

Prochnow A, Heiermann M, Plöchl M, Linke B, Idler C, Amon T, Hobbs PJ 2009b. Bioenergy from permanent grassland – A review: 1. Biogas. *Bioresource Technology* 100: 4931-4944.

Reform 2013. <http://www.reform.at/en/agriculture/multi-transport-vehicle.html> [2013-09-01].

Reitalu T, Sykes MT, Johansson LJ, Lönn M, Hall K, Vandewalle M, Prentice HC 2009. Small-scale plant species richness and evenness in semi-natural grasslands respond differently to habitat fragmentation. *Biological Conservation* 142: 899-908.

Sandberg H, Thylén A 1999. Maskiner och redskap i naturliga fodermarker: biologisk mångfald och variation i odlingslandskapet. Statens jordbruksverk, Stockholm.

Skogforsk 2013.

<http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Avverka/Utforande/Smaskalig-utrustning/> [2013-03-12]

Svensson A, Bengtsson J, Andersson L, Widmark L, Lassbo M, Bengtsson R, Nordström T 1995. Hävd av strandängar. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för lantbruksteknik, rapport 198.

Svensson J, Moreau A 2012. Ängar. Biologisk mångfald och variation i odlingslandskapet. Jordbruksverket.

Svensson R, Pihlgren A, Wissman J 2009. Gräsrojaran – bättre än sitt rykte! *Svensk Botanisk Tidskrift* 193: 187-195.

Svensson S-E, Prade T, Hallefält F, Mattsson JE 2010. Utvärdering av metoder för vårskörd av stråbränslen. Sveriges lantbruksuniversitet, Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, Rapport 2010:21.

Thomtén M 2011. Miljöbedömning av olika behandlingsmetoder för organiskt hushållsavfall, slakteriavfall och flytgödsel. Examensarbete, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för energi och teknik, 2011:02. ISSN 1654-9392.

Tischew S, Youtie B, Kirmer A, Shaw N 2011. Farming for Restoration: Building Bridges for Native Seeds. *Ecological Restoration* 29: 219-222.

Tälle M 2013. Management of semi-natural grassland vegetation: long-term effects of grazing, mowing and different mowing techniques. Master thesis, Department of Physics, Chemistry and Biology, Linköpings universitet.

Wachendorf M, Richter F, Fricke T, Graß 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: 132-143.

Walker KJ, Stevens PA, Stevens DP, Mountford JO, Manchester SJ, Pywell RF 2004. The restoration and re-creation of species-rich lowland grassland on land formerly managed for intensive agriculture in the UK. *Biological Conservation* 119: 1-18.

Wennerberg P 2012. Skörd och hantering av biomassa från våtmarker för biogasproduktion. [www.tecnofarm.se](http://www.tecnofarm.se) [2013-03-06].

Wissman J 2006. Grazing regimes and plant reproduction in semi-natural grasslands. Doktorsavhandling No 2006:40, SLU.

Stiftelsen Lantbruksforskning 2013.

[www.lantbruksforskning.se/?id=8746&cid=8941&pid=H1040209&tid=projekt](http://www.lantbruksforskning.se/?id=8746&cid=8941&pid=H1040209&tid=projekt). [2013-03-28].

## Bilaga 1. Tabeller. Översikt över olika skötselmetoders miljöeffekter och resursbehov

Tabellerna 1-7 jämför alternativa skötselmetoder med referensmetoderna bete och lieslåtter, där + betyder att metoden anses bättre än referensmetoden, 0 att den är jämförbar, och - att den är sämre än referensmetoden. Tabell 8 ger en mer detaljerad jämförelse över olika hävdformers påverkan på olika organismgrupper, där ett 'x' betyder att organismgruppen är särskilt gynnad av hävdformen.

Tabell 1. Maskinell direktskörd jämfört med bete.

Tabell 1a. Marker nära känsliga miljöer, typexempel strandäng.

Skördeteknik	Biologisk mångfald	Klimat	Näringsläckage	Framkomlighet	Resursbehov
Sommarskörd, klippande/roterande slätter <sup>1</sup>	0/+ <sup>2</sup>	+ <sup>3</sup>	+ <sup>4</sup>	- <sup>5</sup>	0/- <sup>6</sup>
Sommarskörd, slaghack	0/-	+	+	-	0/-
Höst/vinter/vår-skörd, klippande/roterande slätter	0/+	+	0	0	0/+
Höst/vinter/vår-skörd, slaghack	0/-	+	0	0	0/+

Tabell 1b. Marker med bra bärlighet men hög förekomst av hinder som sten, buskar och träd, typexempel hagar och lövängar.

Sommarskörd, klippande/roterande slätter	0/+	+	+	-	0/-
Sommarskörd, slaghack	0/-	+	+	+	0/-
Höst/vinter/vår-skörd, klippande/roterande slätter	0/+	+	0	-	0/+
Höst/vinter/vår-skörd, slaghack	0/-	+	0	+	0/+

<sup>1</sup> Kniv- eller rotorslättermaskin.

<sup>2</sup> Svårbedömt, eftersom slätter och bete gynnar olika organismer. Totalt sett har metoden positiva effekter på biologisk mångfald genom att marken hävdas. Något sämre nytta av slaghack som på grund av ojämna snittytor missgynnar vissa växter.

<sup>3</sup> Positiv klimateffekt om det skördade materialet används till bioenergi.

<sup>4</sup> Betande djur lämnar näring i dynga och urin, som bidrar till näringsläckage. Direktskörd och borttransport av materialet är därför positivt ur denna synpunkt. Sämre effekt vid skörd av torr biomassa (höst, vinter, vår) eftersom biomassan då håller lägre näringshalt.

<sup>5</sup> Risk för sönderkörning på våta marker (även om stora betesdjur också kan orsaka trampskador). Viss skillnad beroende på skördeteknik, där högre hjullast kan innebära högre risk för körskador med pressar jämfört med självlastarvagnar. Skörd av torr vegetation på frusen mark innebär lägre risk för körskador. Slaghack har fördelar på ojämna marker eftersom den tekniken är mindre känslig för stenpåkörning eller förekomst av buskar och sly.

<sup>6</sup> Svårbedömt om maskinresurserna och arbetstid för direktskörd överstiger arbetsinsatserna för stängsling och djurhållning. Resursbehovet för snabb transport och ensilering av färsk sommarskördad biomassa är större än vid skörd av torr biomassa.

Tabell 2. Maskinell direktskörd jämfört med lieslåtter (sommartid) och borttransport av fälttorkat material.

Tabell 2a. Marker nära känsliga miljöer, typexempel strandäng.

Skördeteknik	Biologisk mångfald	Klimat	Näringsläckage	Framkomlighet	Resursbehov
Sommarskörd, klippande/roterande slåtter <sup>1</sup>	0/- <sup>2</sup>	0 <sup>3</sup>	0 <sup>4</sup>	- <sup>5</sup>	+ <sup>6</sup>
Sommarskörd, slaghack	-	0	0	-	+
Höst/vinter/vår-skörd, klippande/roterande slåtter	0/-	0	-	0	+
Höst/vinter/vår-skörd, slaghack	-	0	-	0	+

Tabell 2b. Marker med bra bärlighet men hög förekomst av hinder som sten, buskar och träd, typexempel hagar och lövängar.

Sommarskörd, klippande/roterande slåtter	0/-	0	0	-	+
Sommarskörd, slaghack	-	0	0	0/-	+
Höst/vinter/vår-skörd, klippande/roterande slåtter	0/-	0	-	-	+
Höst/vinter/vår-skörd, slaghack	-	0	-	0/-	+

<sup>1</sup> Kniv- eller rotorslåttermaskin.

<sup>2</sup> Viss negativ effekt av att växterna inte kan fröa av sig på plats efter avslagning, vilket är fallet om man torkar materialet i fält innan borttransport. Ytterligare negativ effekt av slaghack som på grund av ojämna snittytor missgynnar vissa växter. Totalt sett har dock metoden positiva effekter på biologisk mångfald genom att marken hävdas.

<sup>3</sup> Ingen skillnad mot referensmetoden, eftersom traditionell lieslåtter också möjliggör användning av biomassan till bioenergi.

<sup>4</sup> Sämre effekt vid skörd av torr biomassa (höst, vinter, vår) eftersom biomassan då håller lägre näringshalt.

<sup>5</sup> Risk för sönderkörning på våta marker (även om stora betesdjur också kan orsaka trampskador). Viss skillnad beroende på skördeteknik, där högre axeltryck kan innebära högre risk för körskador med pressar jämfört med vagnar. Skörd av torr vegetation på frusen mark innebär lägre risk för körskador. Slaghack har fördelar på ojämna marker eftersom den tekniken är mindre känslig för stenpåkörning och förekomst av buskar och sly.

<sup>6</sup> Maskinell skörd kräver mindre arbetsinsats än lieslåtter. Särskilt stor vinst i arbetstid på stora hinderfria fält.

Tabell 3. Maskinell skörd och borttransport efter förtorkning jämfört med bete.

Tabell 3a. Marker nära känsliga miljöer, typexempel strandäng.

Skördeteknik	Biologisk mångfald	Klimat	Näringsläckage	Framkomlighet	Resursbehov
Klippande/roterande slåtter <sup>1</sup>	0 <sup>3</sup>	+ <sup>4</sup>	+ <sup>5</sup>	- <sup>6</sup>	0 <sup>7</sup>
Slagslåttermaskin <sup>2</sup>	0/-	+	+	-	0

Tabell 3b. Marker med bra bärighet men hög förekomst av hinder som sten, buskar och träd, typexempel hagar och lövängar.

Klippande/roterande slåtter	0	+	+	-	0
Slagslåttermaskin	0/-	+	+	+	0

<sup>1</sup> Kniv- eller rotorslåttermaskin.

<sup>2</sup> Till exempel betesputs

<sup>3</sup> Svårbedömt, eftersom slåtter och bete gynnar olika organismer. Totalt sett har metoden positiva effekter på biologisk mångfald genom att marken hävdas. Något sämre nytta av slagslåttermaskin som på grund av ojämna snittytor missgynnar vissa växter.

<sup>4</sup> Positiv klimateffekt om det skördade materialet används till bioenergi.

<sup>5</sup> Betande djur lämnar näring i dynga och urin, som bidrar till näringsläckage. Skörd och borttransport av materialet är därför positivt ur denna synpunkt.

<sup>6</sup> Risk för sönderkörning på våta marker (även om stora betesdjur också kan orsaka trampskador).

Slagslåttermaskin har fördelar på ojämna marker eftersom den tekniken är mindre känslig för stenpåkörning eller förekomst av buskar och sly.

<sup>7</sup> Svårbedömt om maskinresurserna och arbetstid för direktskörd överstiger arbetsinsatserna för stängsling och djurhållning.

Tabell 4. Maskinell skörd och borttransport efter förtorkning jämfört med lieslåtter (sommartid) och borttransport av fälttorkat material.

Tabell 4a. Marker nära känsliga miljöer, typexempel strandäng.

Skördeteknik	Biologisk mångfald	Klimat	Näringsläckage	Framkomlighet	Resursbehov
Klippande/roterande slåtter <sup>1</sup>	0 <sup>3</sup>	0 <sup>4</sup>	0 <sup>5</sup>	- <sup>6</sup>	+ <sup>7</sup>
Slagslåttermaskin <sup>2</sup>	0/-	0	0	-	+

Tabell 4b. Marker med bra bärighet men hög förekomst av hinder som sten, buskar och träd, typexempel hagar och lövängar.

Klippande/roterande slåtter	0	0	0	-	+
Slagslåttermaskin	0/-	0	0	0/-	+

<sup>1</sup> Kniv- eller rotorslåttermaskin.

<sup>2</sup> Till exempel betesputs

<sup>3</sup> Viss negativ effekt av slaghack som på grund av ojämna snittytor missgynnar vissa växter. Totalt sett har dock metoden positiva effekter på biologisk mångfald genom att marken hävdas.

<sup>4</sup> Ingen skillnad mot referensmetoden, eftersom traditionell lieslåtter också möjliggör användning av biomassan till bioenergi.

<sup>5</sup> Ingen skillnad mot referensmetoden, som också innebär bortförsel av växtnäring.

<sup>6</sup> Risk för sönderkörning på våta marker. Slagslåttermaskin har fördelar på ojämna marker eftersom den tekniken är mindre känslig för stenpåkörning och förekomst av buskar och sly.

<sup>7</sup> Maskinell skörd kräver mycket mindre arbetsinsats än lieslåtter. Stor vinst i arbetstid på stora hinderfria fält.



Tabell 5. Bränning och kombinationer av bränning och andra metoder.

Tabell 5a. Referensmetod: bete.

Metod	Biologisk mångfald	Klimat	Närings- läckage	Resurs- behov
Enbart bränning	?	-	?	+
Bränning efter maskinell skörd	+	+	+	?
Bränning innan bete	+?	0?	0?	?

Tabell 5b. Referensmetod: lieslätter.

Metod	Biologisk mångfald	Klimat	Närings- läckage	Resurs- behov
Enbart bränning	?	-	?	+
Bränning efter maskinell skörd	0	0?	0?	+
Bränning innan bete	?	?	-?	+

Tabell 6. Rationaliserat, maskinellt kombinationsbruk (gräs och träd).

Tabell 6a. Lövängar och beteshagar där träden glesas ut eller omgrupperas för att underlätta maskinell skörd av gräs och ved. Referensmetod: **bete** och manuell hamling/uttag av virke och/eller ved.

Metod	Biologisk mångfald	Klimat	Närings- läckage	Resurs- behov
Bete och maskinellt skogsbruk	0?	0	0	+
Maskinell skörd av gräs och träd	0?	+	+	+

Tabell 6b. Lövängar och beteshagar där träden glesas ut eller omgrupperas för att underlätta maskinell skörd av gräs och ved. Referensmetod: **lieslätter** och manuell hamling/uttag av virke och/eller ved.

Metod	Biologisk mångfald	Klimat	Närings- läckage	Resurs- behov
Bete och maskinellt skogsbruk	0/-	0	0	+
Maskinell skörd av gräs och träd	0/-	0	0	+

Tabell 7. Putsning, markförbättring/kompostering på plats.

Tabell 7a. Avslagning/röjning/putsning utan att materialet tas tillvara. Referensmetod: bete.

Metod	Biologisk mångfald	Klimat	Närings- läckage	Resurs- behov
Materialet läggs i hög (kompost) bredvid fältet	0/+	0/-	0/-	0/+
Materialet lämnas i fält	0/-	0/-	0/-	+

Tabell 7b. Avslagning/röjning/putsning utan att materialet tas tillvara. Referensmetod: lieslätter och borttransport av materialet.

Metod	Biologisk mångfald	Klimat	Närings- läckage	Resurs- behov
Materialet läggs i hög (kompost) bredvid fältet	0	-	-	+
Materialet lämnas i fält	-	-	-	+

Tabell 8. Gynnande av olika organismgrupper beroende på hävdform. 'x' anger att organismgruppen är särskilt gynnad av hävdformen.

Organismgrupp	Slätter	Hårt bete	Svagt bete	Vartannat års bete	Buskbete <sup>1</sup>	Trädbete <sup>2</sup>	Bränning	Markstörning <sup>3</sup>
Medelstora kärlväxter	x		x	x				
Små ettåriga kärlväxter		x					x	x
Mykorrhizasvampar					x	x		
Ängssvampar		x						
Dagfjärilar	x		x	x	x		x	
Vilda bin				x			x	x
Fåglar	x			x	x			x

<sup>1</sup>Betesmark med stor förekomst av buskar

<sup>2</sup>Betesmark med stor förekomst av träd

<sup>3</sup>Markomrörning genom grävning eller djupplöjning

Kommentarer till tabell 8: Tabellen bör läsas med försiktighet, eftersom det inte är möjligt att ge exakta "recept" för hur olika organismgrupper kan gynnas. Dessutom påverkas olika arter inom en organismgrupp på ett mycket varierat sätt. Kombinationer av hävdformer kan också vara det mest gynnsamma för olika arter och artgrupper. Även om vår ekologiska kunskap inte är heltäckande är det i stort sett möjligt att utifrån enskilda arters behov "skräddarsy" den hävd eller den hävdkombination som är mest gynnsam. Mot detta står att man ofta vill gynna många arter, och därför ofta väljer någon form av kompromiss.

**Bilaga 2. Figurer. Exempel på tekniker för rationell skörd på små eller svårtillgängliga ytor eller våtmarker.**

Alla foton och illustrationer publiceras med fotografens/organisationens tillstånd.



Figur 1. Kompakt gräsklippare med frontmonterat slagslätteraggregat (ovan) respektive rotorslätteraggregat (nedan) och fläktdriven uppsamling. Foto: Mark & Parkmaskiner AB [www.markpark.se](http://www.markpark.se)



Figur 2. Fjärrstyrd motordriven utrustning för slåtter på branta eller små ytor. Kan modifieras efter önskemål. Foto: LYNEX [www.lynex.eu](http://www.lynex.eu)



Figur 3. Motormanuell knivslätterbalk. Foto: Anna Constantinides (Länsstyrelsen i Västmanlands Län, Rapport 2008:22).



Figur 4. Strängläggare som är kopplad till ett manuellt motorredskap. Foto: Anna Constantinides (Länsstyrelsen i Västmanlands Län, Rapport 2008:22).



Figur 5. Motormanuell rundbalspress, lämplig för användning på små slätterängar.  
Foto: CAEB International <http://www.caebinternational.it/w/>



Figur 6. Specialbyggd rundbalspress med egen bensenmotor, dragen av en fyrhjuling. Foto: Anna Constantinides (Länsstyrelsen i Västmanlands Län, Rapport 2008:22).



Figur 7. Smidig självgående rundbalspress som är utrustad med dubbelmontage för att öka bärigheten. Foto: Urs Lisibach <http://www.lisibach-mb.ch/>.

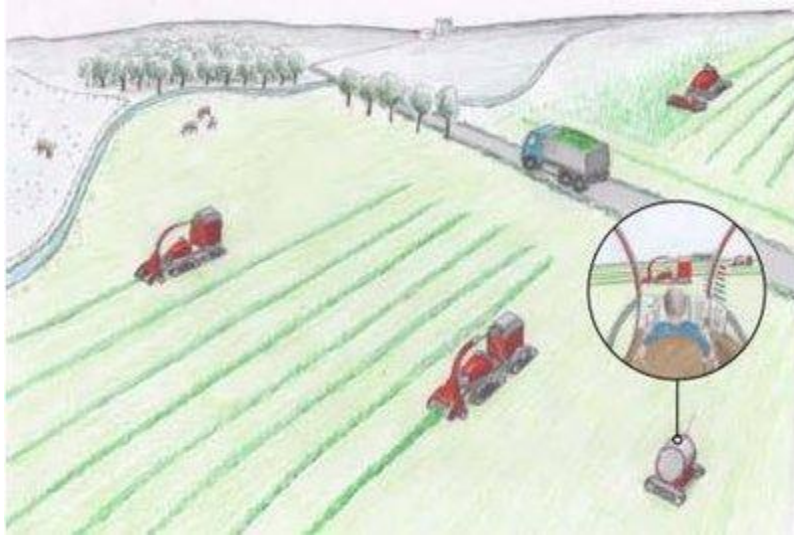




Figur 8. Enstegsskörd - vinterskörd av fjolårsgräs - avslagning och pressning i en överfart via ett rotorslätteraggregat fram på traktorn och en stor fyrkantspress bakom traktorn. Foto: Sven-Erik Svensson.



Figur 9. Foto: Enstegsskörd med frontmonterad rotorslättermaskin och rundbalspress bakom traktorn. Georg Carlsson



Figur 10. "Våtmarkssvärmare", eller "Gräsrobotar" (eng. grassbots) – ett förslag på systemlösning för avslagning, uppsamling och transport av biomassa från våtmarksängar till väggkant. Illustrationen framtagen vid Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus universitet, Danmark  
<http://eng.au.dk/en/research/research-projects/grassbots/>



Figur 11. Bandförsedda maskiner med bra bärighet för avslagning och borttransport av biomassan i en eller två överfarter. Foto: De Beijer Bladel [www.debeijerbladel.nl](http://www.debeijerbladel.nl)



### **Bilaga 3. Avgränsning enligt Jordbruksverkets direktiv för utredningsuppdraget:**

- Utredningen omfattar inte att utforma nya styrmedel, men kan komma att identifiera intressanta utvecklingsområden.
- Utredningen omfattar inte att utreda konflikter med stödregler och andra regelverk.
- Utredningen omfattar inte insatser för att höja sociala och rekreativa värden eller gynna turism och friluftsliv. Utredningen förutsätter att hävd av ängs- och betesmarker bidrar till att stärka dessa värden, och inga särskilda analyser kring detta genomförs här.
- Utredningen omfattar inte metoder för restaurering av tidigare hävdade ängs- och betesmarker.
- Utredningen omfattar både naturbetesmarker och i relevanta fall bete på åker.
- Utredningen omfattar inte att föreslå metoder för skörd av slåttervall.
- Utredningen fokuserar inte särskilt på utveckling av betesförmedlingar eller andra samarbetslösningar mellan lantbrukare eller andra aktörer eftersom liknande frågeställningar utreds separat inom projektet CAP:s miljöeffekter. I de fall samarbete mellan olika aktörer är en förutsättning för att få lönsamhet i en verksamhet eller skötselmetod kan det dock tas upp inom utredningen.