

Skörd och hantering av biomassa från våtmarker för biogasproduktion



Per Wennerberg, TecnoFarm

2012-07-03

TECNOFARM
Lantbruks & Miljöteknik

Per Wennerberg
TecnoFarm
Smedjevägen 9
533 73 Källby
Tel: 076-816 41 63
E-post: per.wennerberg@tecnofarm.se

Sammanfattning

Svenska våtmarker kan vid en skörd på 2 ton TS/ha uppskattningsvis producera 20 000 ton TS. Om biogaspotentialen är 0,21 Nm³ metan/kg TS så ger det 4,2 milj Nm³ metan/år vilket motsvarar 41,2 GWh.

Det krävs bandfordon för att kunna köra på de blötaste våtmarkerna. Men pistmaskiner måste byggas om med bl.a. speciella band som är skonsamma mot rotfilten.

Efter 2- 3 körningar kan rotfilten skadas varför det gäller att försöka hitta maskinsystem som minimerar antalet körningar.

Förtorkning av grönmassan är önskvärd för att minska vikten i transportererna, lagringsvolymen samt ge en bättre ensilering. Detta måste dock avvägas mot problemet att detta kan orsaka extra körningar på våtmarken samt markens fuktighet.

Biogasproducenter betalar idag 070-0,80 kr/kg TS för grönmassa leverat fritt biogasanläggningen. Det främsta kravet är att inga strån är längre än 10 mm. Trenden är att man vill köpa substraten fritt biogasanläggningen av entreprenörer som ansvara för hela skörd & hanteringskedjan.

Vid sidan av inplastade och ensilerade rundbalar är ensilering i slangar ett bra alternativ

Med hänsyn till häckande fåglar och frösättning hos vissa växter skördas de flesta våtmarkerna inte förrän efter den 15:e juli. Biogaspotentialen för detta sent skördade våtmarksgräs bedöms till 0,21 Nm³ metan/kg TS vilket är 60% av den bästa vallen från åkermark.

Dagens maskinkedjor med slätter, rundbalning och borttransport har en kapacitet på ca 1 ha/tim.

Kostnaden för dagens skörd, transport och ensilering av våtmarksgräs bedöms till 2,90 - 4,42 kr/kg TS.

I dagsläget kan endast skörd och hantering av grönmassa från våtmarker gå ihop sig ekonomiskt om det utgår miljöersättning för slätterängar med särskilda värden (4200 alt. 5400 kr/ha, år).

För dagens skörd av grönmassa till biogasproduktion finns främst två barriärer:

1. Biogasproducenterna kräver en bättre kvalitet på substratet där man förför allt vill ha grönmassan mer finfördelad med en strållängd på max. 10 mm.
2. Utkörning av grönmassan från våtmarken tar idag för lång tid med många körningar speciellt för rundbalar. Risken för markskador är också stor vid denna trafik.

För små arealer (<10 ha) och korta transporter (<10 km) är inplastade rundbalar effektivast. Men här krävs utveckling av teknik för effektivare sönderdelning av ensilaget från balarna.

För större arealer (>10 ha) och längre transportavstånd (>10 km) bör ett system utvecklas med exakthackning direkt på våtmarken till lastväxlar containers som sedan transporteras med lastbil till en upplagsplats för slangensilering, gärna i anslutning till biogasanläggningen.

Det behövs en bättre samordning i Sverige inom utvecklingen av skörd och hantering av grönmassa från våtmarker om man skall kunna få tillräckliga resurser för att utveckla tekniken.

Innehållsförteckning	Sida
1. Bakgrund	5
2. Projektbeskrivning	5
3. Genomförandet	5
4. Befintlig teknik för skörd & hantering	6
4.1 Basmaskiner	6
4.2 Slätter	7
4.3 Slaghackning	8
4.4 Strängläggning och förtorkning	9
4.5 Uppsamling och balning	10
4.6 Bortförsel	13
5. Lagring av grönmassa	15
5.1 Ensilering på mark i stuka/limpa	15
5.2 Ensilering i slang/tub	16
5.3 Ensilering i rundbalar	17
6. Substrat till biogasproduktion	18
7. Ekonomi och lönsamhet	21
8. Framtida behov och utvecklingsmöjligheter	25
8.1 Maskinkedjor att utveckla	25
8.2 Aktuella projekt	27
8.3 Övriga kommentarer	27
9. Slutsatser	29
10. Referenser	30

1. Bakgrund

Skörd och bortförsl av biomassa från våtmarker för att förhindra igenväxning ger flera fördelar som bättre djur & fågelliv, mindre läckage av näringsämnen samt biomassa för energiproduktion.

I Sverige finns uppskattningsvis 10 000 ha våtmark som kan producera våtmarksgräs med en produktionspotential på minst 20 000 ton torrsbstans (Borgegård, 2008).

Idag pågår många olika projekt med att restaurera våtmarker runt om i Sverige. Ett av de områden där man har hållit på längst är Hornborgasjön i Västergötland. Vid Hornborgasjön finns idag ca 100 ha mark som är aktuell för våtmarksslätter. I dagsläget finns ett behov av att förbättra både skördeteknik men framför allt bortförsl och hantering av denna biomassa.

Eftersom fodervärdet kan vara begränsat i sent skördat våtmarksgräs och samtidigt många biogasanläggningar har behov av mer substrat är det intressant att studera hur denna biomassa från våtmarker kan utnyttjas för biogasproduktion.

Länsstyrelsen i Västergötland har under 2012 som en del av Interreg projektet BioM initierat denna studie av skörd & hantering av biomassa från våtmarker.

2. Projektbeskrivning

Projektet utfördes i följande delmoment:

- Utredning av befintlig teknik även internationellt samt även behov av ny teknik för skörd av biomassa i våtmarker.
- Analys av olika maskinkedjor, skör & hanteringssystem med avseende på funktion, logistik och ekonomi.
- Föreslå hur denna biomassa från våtmarker skall hanteras och beredas för att passa som ett ekonomiskt substrat för biogasproduktion
- Samarbeta med befintliga projektgrupper inom BioM inkl. Agrotech i Danmark.
- Sammanställa resultatet i en rapport

I denna rapport avses med biomassa av gräs och örter som skördas på våtmarker detta kallas traditionellt för slätter. Vedartad biomassa ingår inte i denna studie. Föregående restaurering av våtmarker där man t.ex. fräser ytan och tar bort vegetation ingår inte heller i denna studie.

3. Genomförandet

Denna studie har under våren 2012 i första hand utförts genom litteratursökningar och kontakter med olika aktörer inom denna verksamhet. P.g.a. tidsramen för projektet har inte studiebesök till någon skörd av våtmarker kunnat göras då denna sker fr.o.m. mitten av juli.

4. Befintlig teknik för skörd & hantering

Dagens skörd & hantering av biomassa från våtmarker i Sverige med avseende på biogasproduktion kan indelas i följande delmoment:

1. Slåtter där biomassan klipps eller huggs av på växtplatsen.
2. Strängläggning för att underlätta ev. torkning och insamling.
3. Ev. förtorkning på marken (på slag).
4. Uppsamling med en press till balar eller löst i en självlastarvagn.
5. Borttransport från våtmarken till fast mark
6. Lagring i t.ex. inplastade balar eller silos
7. Transport till biogasanläggning
8. Sönderdelning enligt biogasproducentens specifikation.

4.1 Basmaskiner

Dagens väl utprovade teknik för vallskörd inom lantbruket lämpar sig till stora delar väl för denna skörd och hantering på våtmarker. Den stora skillnaden är att man måste anpassa tekniken till de svåra markförhållandena med dålig bärighet. Detta innebär att speciella maskiner och hjulutrustningar med mycket lågt martryck används för att dels möjliggöra att maskinerna kan ta sig fram över våtmarkens mer eller mindre flytande rotfilt samt dels för att minimera körskador på våtmarken.

För riktigt våta marker används idag främst olika former av bandfordon som t.ex. specialanpassade pistmaskiner. Det finns även en del äldre amfibiefordon med extra breda hjul i drift för slåtter och skörd även om det inte sker någon nytillverkning av dessa maskiner. För torrare marker kan även traktorer med extra breda däck eller med s.k. halvband komma ifråga.



Våtmarksskörd av Limnoteknik i Sverige med hjulgående amfibiefordon (www.limnoteknik.se)



Våtmarksanpassad standard traktor med band från kanadensiska Soucy Track (www.soucy-track.com) och med en s.k. räddningspulka fram som skall kunna lyfta upp

fronten om det går håll på rotfilten. Notera att den vanliga farmhjulstyrningen är kvar.

(Foto: Niklas Wahlström,
Länsstyrelsen Värmland)



De Vries Cornjum (www.devriescornjum.nl) i Holland bygger egna bandfordon här med ett slåtteraggregat. Notera de släta banden som skall vara skonsamma för rotfilten.



LVR i Sverige använder en ombyggd militär bandvagn. Bakvagnen utrustad med dubbla 180 hästars turbodiesel samt jordbrukslyft för montage av jordfräs, slagklippare osv.. Används till trampning, fräsning, klippning, transporter och bärgning. Marktryck: Motsvarar en skidåkare.

4.2 Slätter

För slätter kan man välja klippning med en rak slätterbalk med fingrar eller ett rotorslätteraggregat.

För slätterbalkar rekommenderas dubbelknivar som har en bättre kapacitet i besvärliga material. Slätterbalken fungerar även under vattenytan.



Exempel på slåtterbalkar med dubbelknivar från Ystad Maskiner (www.ystamaskiner.se)



Kanadensiskt bandgående amfibiefordon med bogserad dubbelkniv som skördar kaveldun i ett floddelta. Kniven är driven av en egen motor (University of Manitoba)

Rotorslätteraggregat rekommenderas då de normalt ger högre kapacitet vid besvärliga förhållanden och tål rester av träd och buskar. Rotorslätteraggregat kräver mer effekt jämfört med slåtterbalkar med dubbelknivar.



Exempel på rotorslättermaskiner från Kone (www.krone.de) t.v. och från Lely (www.lely.com) t.h. med slagor som skall snabba på förtorkningen.

4.3 Slaghackning

Vid våtmarksslätter används även slaghackar som blåser det hackade grönmassan till en medföljande behållare eller vagn. Enkelhackar är robusta och kräver mindre effekt men ger långa strån. Dubbelhackarna bearbetar i två steg och ger något kortare strån. Finhackarna ger ännu kortare strån men kräver högre effekt. Exakthackarna som klipper grönmassan med precision när den matas fram mot en knivtrumma är känsligare, kräver mer effekt men ger ett det mest finhackade och jämnaste materialet. Slaghacken kan antingen hugga grönmassan direkt från rot eller från ett förtorkat material från sträng. För exakthackar är det vanligast att plocka upp grönmassan från en på marken förtorkad sträng. På våtmarker sker ofta direktskörd då det kan vara svårt att få en sträng att förtorka på det blöta underlaget. Dessutom kan man spara körningar på den känsliga rotfiltern om man skördar direkt i en medföljande behållare eller vagn.



Softrak från Loglogic (<http://www.loglogic.co.uk>) i England kan utrustas med en frontmonterad 1,3m bred slaghack som blåser grönmassan till en tippningsbar behållare

Vid normal vallskörd används ofta ett slåtteraggregat som både krossar och stränglägger för att underlätta förtorkning.

Slåtteraggregaten frontmonteras oftast på maskinerna. Grönmassan leds då antingen under maskinen mellan de två banden eller hjulen eller strängläggs åt sidan. Slaghackarna blåser materialet bakåt till en behållare eller bogserad vagn.

4.4 Strängläggning och förtorkning

För att säkerställa ensileringsprocessen med mjölksyrajäsning som hindrar nedbrytning av biomassan är det önskvärt att kunna förtorka grönmassan ca 24-36 timmar innan lagring i silo eller som inplastade balar.

Vid direktskörd har ofta grönmassan en torrsubstanshalt (TS-halt) på ca 20 %. Vid ensilering vill man ha en TS-halt på minst 30 % vilket är lika med pressvattengränsen. För ensilage i inplastade balar bör man förtorka till en TS-halt på 45-50%.

Förtorkning gör också hantering och transport av biomassan billigare då balarna blir lättare och man får en högre baldensitet med avseende på kg TS/m³. Därmed minskar även förbrukningen av plastfilm vid balningen samt antal balar att hantera.

Tabell 1. Tabellen visar hur ts-halten i materialet påverkar baldensitet, filmåtgång och antal balar per ton ts. (Lingvall, 1995)

	ts-halt i %		
	20	35	50
Baldensitet kg ts/m ³	89	148	201
Filmåtgång per ton ts, kg	8,4	5,0	3,7
Antal balar per ton ts	7,6	4,6	3,4

Kommentar: Resultaten erhållna med en ombyggd fyrkantbalspress

Vid konventionell vallskörd används vänds grönmassan antingen genom rotorsträngläggare eller genom sidosträngläggare.

På våtmarker kan det vara svårt att få till denna förtorkning av stränglagt material vilket kan ge större problem med tunga balar och sämre kvalitet på ensileringen. Detta kan i sin tur ge stora förluster av biomassan med ett sämre gasutbyte vid biogasproduktion.

Vändning & strängläggning vid förtorkning ger också extra körningar på den känsliga rotfilten vilket kan tala mot detta på de känsligaste våtmarkerna.

4.5 Uppsamling och balning

För uppsamling och balning av det den skördade grönmassan finns följande system:

1. Självlastaraggregat monterat baktill på samma maskin som gör slåttarna där grönmassan matas upp i en behållare på fordonet. Behållaren töms på fast mark antingen med en bottenkedja eller genom att tippa behållaren.



Pisten Bully Green Tech som ett kombinerat slått och självlastarfordon från tyska Kässbohrer. Behållaren rymmer 18 m³.

2. Självlastarvagn som bogseras av samma maskin som gör slåttarna där grönmassan matas upp i vagnen. Normalt matar en bottenkedja ut grönmassan vid tömning på fast mark.



En holländsk midjestyrd Multitrack maskin som kombinerar ett frontmonterat rotorslåttaraggregat med en bogserad självlastarvagn. Notera midjestyningen och bandutrustningen även på vagnen.

3. En separat maskin som bogserar en självlastarvagn som plockar upp en stränglagd grönmassa som eventuellt har fått förtorka. Normalt matar en bottenkedja ut grönmassan vid tömning på fast mark.



Holländska De Vries Cornjum (www.devriescornjum.nl) bygger egna bandfordon här med en bogserad självlastarvagn på band.

4. En separat maskin bogserar en rundbalspress som plockar upp en sträng med grönmassa som ev. har fått förtorka. Balarna läggs direkt på marken. Balarna får sedan hämtas till fast mark vid en extra körning med t.ex. balspjut. Vid denna hämtning kan max 2 balar i taget transporteras (Pe-Te Stubbfräs).



Svenska entreprenören Pe-Te Stubbfräs (www.pe-te.se) har byggt om en begagnad pistmaskin och en bogserad en rundbalspress på band. Kapacitet ca 1 hektar/tim.

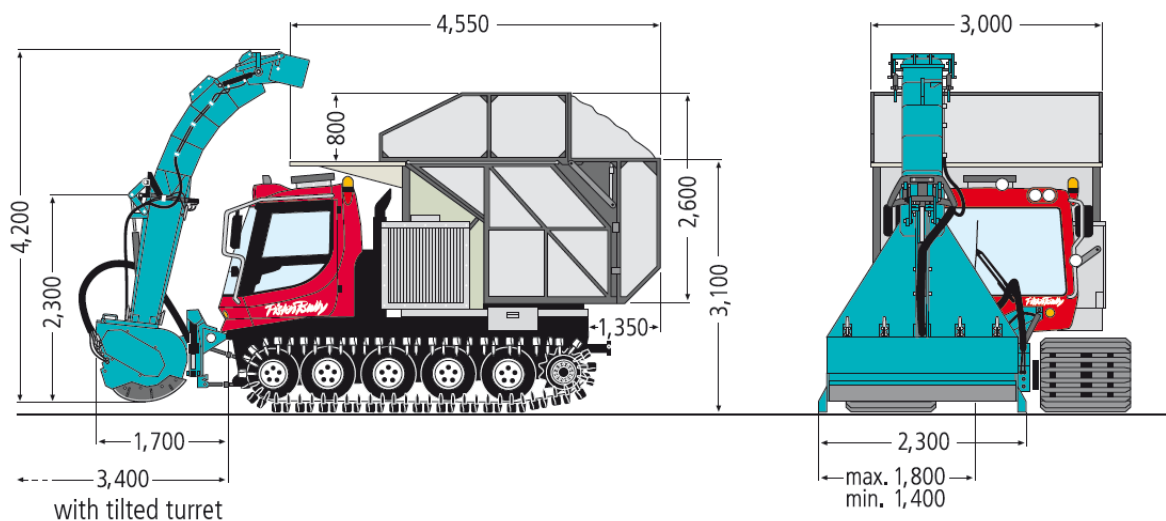


Rundbalspress med fixkammare modell Z500 från polska PRONAR på band.
Pickup bredd: 1,8m och balstorlek 1,2 x 1,2 m. (www.pronar.pl)



Specialutvecklad rundbalspress på band av Länsstyrelsen i Västmanland. Kapacitet 3-4 hektar/dag. Kostnad ca 1,5 ggr en standard modell. (Foto: Marvin. Martins)

5. En frontmonterad slaghack på maskinen blåser grönmassan till en behållare på fordonet. Behållaren töms på fast mark antingen med en bottenkedja eller genom att tippa behållaren.



En Pisten Bully 300 Green Tech med frontmonterad hack och tippbar en 19 m³ behållare. Marktrycket är 0,118 kg/cm². (www.pistenbully.com)



Loglogic Wetland Harvester (<http://www.loglogic.co.uk>) är en bandgående maskin från England som har en 2,25 m bred dubbelkniv som matar en exakthack och blåser grönmassan till en tappningsbar behållare på 8m³. Exakthacken ger strållängder på 10-40mm.

4.6 Bortförel

För underlätta borttransporten av grönmassan från våtmarken har några tekniker provats för att minska körningarna.

I England byggde företaget Loglogic (www.loglogic.co.uk) ett system med ett mobilt avlastarbord som placerades centralt på våtmarken som sedan hackade och blåste grönmassan till fast mark i en slang. Tanken var att spara in körningar på den känsliga rotfiltern. Detta system visade sig dock ha för låg kapacitet och ge för många driftstörningar varför det enligt uppgift inte används idag.



Engelska Loglogic's "blower management system" där grönmassan skördas med en bandgående slaghack för att sedan via ett mobilt avlastarbor blåsas i en lång ledning till fastmark där den sedan kan lastas direkt i på en lastbil eller i en container .

Det holländska företaget De Vries Cornjum (www.devriescornjum.nl/en/) kan tömma sina självlastarvagnar till ett mobilt avlastarbord som är kopplat till en traktor med extra breda hjul. Detta bord fungerar även som en släpkärra som kan transportera materialet längre sträckor till t.ex. en silo. Avlastningen måste dock ske på relativt fast mark så att inte traktorn kör fast.



Avlastning enligt koncept från holländska De Vries Cornjum där självlastarvagnen dockar till ett traktordrivet mobilt avlastarbord/släpkärra.



Det polska företaget PRONAR tillverkar rundbalspressar och som på bilden transportvagnar för rundbalar som är anpassade för våtmarker.

Ett av de största problemen vid våtmarkskörd är att hålla nere antalet körningar över rotfilten så att det inte uppstår skador som omöjliggör vidare körningar samt tar lång tid att läka. Vissa hävdar att redan efter 2-3 körningar börjar dessa skador komma. Speciellt vid borttransport av skörden till fast mark finns risken att behöva köra i samma spår många gånger. Här behövs en mycket noggrann logistik för att minimera dessa problem.

En mer radikal lösning på detta problem föreslås av Arne Linding på LVR AB och går ut på att ta ut rundbalarna från våtmarken med en helikopter. De vanligaste transporthelikoptrarna kan lyfta ca 1000 kg vilket borde räcka för en rundbal. Här det viktigt att balarna kan kopplas till från lyftanordningen mycket snabbt för att utnyttja helikoptern optimalt. Fördelen är givetvis att körningarna begränsa maximalt. Idén borde vara värd att studera närmare för att se om miljönyttan står i proportion till kostnaderna och eventuella störningar från flygningen.

5. Lagring av grönmassa

Hittills har det varit svårt att hitta någon användning för den från våtmarker skördade och bortförda gröna biomassan. Eftersom den skördas sent (efter den 15 juli) med lågt proteinvärde och hög växtrådshalt är fodervärdet lågt. Ett undantag kan vara för hästar som behöver denna typ av grovfoder. Om grönmassan skall användas som foder krävs det stor hygien vid skörd och hantering så att jordpartiklar, förna och humus kommer in fodret. Dessutom måste fodret konserveras antingen genom att torka det till hö (min 84 % TS-halt) eller genom ensilering vid min 30 % TS-halt eller för storbalar helst vid 45-50 % TS-halt.

Att kunna torka grönmassan till hö på slag (marken) är av förklarliga skäl problematisk på en våtmark då detta dessutom kräver många extra körningar för vändning och strängläggning. Lagring av hö kräver dessutom en skyddad och torr plats under tak vilket ökar kostnaderna. Hö är dessutom inte attraktivt jämfört med ensilage som substrat för biogasproduktion då man vid den vanligaste våtrötningen vill ha en pumpbar rötmassa.

Ensilering är ett mer realistiskt alternativ och då finns i huvudsak tre olika strategier:

5.1 Ensilering på mark i stuka/limpa

Ett beprövat sätt är att ensilera på marken i en stuka (en långsträckt limpa) som packas med en traktor och täcks med plast. Risken finns här att pressaft kan rinna ner och förorena omgivande mark och vatten. Om det finns tillgång till en befintlig plansilo i närheten kan även detta vara ett alternativ men ekonomin i skörd på våtmarker har svårt att motivera nybyggnation av fasta siloanläggningar.



Ensilering på mark med en speciellt kraftig plansilofolie från Poly-Produkter (www.poly.se)

5.2 Ensilering i Slang/Tub

Ett nyare sätt är att ensilera grönmassan på marken i en stor slang även kallat tubläggning. Tekniken påminner om korvstoppling där grönmassan matas in i slangen via ett traktor eller motordrivet avlastarbord. Rotorerna som matar in grönmassan har en nötande funktion som snabbar på ensileringen och packningsgraden. Denna metod är att föredra då den inte släpper ut lika mycket pressvatten samt ger en tät syrefri miljö, förbrukar mindre plast jämfört med storbalar samt en liten snittyta vid tömning. Ensilering i slang är även relativt kostnadseffektivt då den inte kräver permanenta investeringar och kan utföras av entreprenörer (maskinstationer). Slangen diameter kan väljas mellan 2,7 till 3,5 m med en maximal längd på 150 m. En meter slangensilage motsvarar 8-9 rundbalar. Priset för slangen är ca 110 kr/m. Inmatningskapaciteten bör ligga mellan 200-600 m³/tim. Marken under slangen måste vara torr, hård, avjämnad och fri från vassa föremål.



Exempel på slangensilering med utrustning från Winlin (www.winlin.com).



Ensilering av grönmassa i slang eller tub vid SBI's biogasanläggning i Örebro (foto: Brostorps maskinstation)

5.3 Ensilering i rundbalar

Ensilering av rundbalar kräver inplastning med sträckfilm inom senast två timmar efter pressning för ett lyckat resultat. För våtmarker lämpar sig separat inplastning på fast mark bäst eftersom det ger mindre hantering och kortare kärsträckor för de känsliga inplastade balarna. Normalt läggs 6 lager plast med 50 % överlappning men om balarna skall hanteras mycket så rekommenderas 8 lager. Plastfilmen skall vara vit, kvalitetskontrollerad, p-märkt och minst 25 µm tjock. En 75 cm bred film rekommenderad då den ger färre skarvar. Försträckningen på filmen skall normal vara 70 %. Plasten kostar idag ca 50 kr/bal (Brostorp, 2012).



Inplastning av rundbal med rörliga sveparmar exempel från Lely Attis PS (www.lely.com)

Om möjligt skall ensilagebalar inte hanteras 3 dagar efter inplastningen då limmet mellan plastlagren spricker. Därför skall man antingen lägga balarna nära användaren direkt vid skörd eller använda balarna direkt efter transporten.

Vi lagring skall balarna staplas på den platta gaveln. Underlaget vid lagring bör vara torrt och hårt.



Exempel på lagring av rundbalar med skyddsnät från Poly-Produkter (www.poly.se)

Vid all lagring av ensilage är det viktigt att skydda plasten för skador från t.ex. fåglar med skyddsnät. Dessa nät skall helst läggas med ett avstånd till ensilageplasten eller balarna.

Skador på plasten måste omgående tätas med tejp om man inte vill riskera kvaliteten.

Även om ensilaget skall användas för biogasproduktion är det viktigt med god kvalitet. Om grönmassan bryts ned minskar gasutbytet och värdet på substratet.

Frågan om ensilaget skall lagras vid biogasanläggningen eller på fältet är en logistikfråga som får analyseras från fall till fall. Ur kvalitetssynpunkt är en lagring vid biogasanläggningen att föredra då det ger störst möjligheter att övervaka ensilaget och möjligheter att anpassa uttaget till produktionen.

6. Substrat till biogasproduktion

Om man antar en genomsnittlig skörd på 2 ton torrsbstans/hektar och att det i Sverige finns uppskattningsvis 10 000 ha våtmark som kan producera våtmarksgräs ger detta en produktionspotential på minst 20 000 ton torrsbstans (Borgegård).

Skördenivåerna för våtmarksgräs uppskattas allmänt till 2,0 kg TS/ha (Borgegård) och mellan 1,3 - 2,4 kg TS/ha av (Constantinides, 2008). Martins (2009) bedömer att en lägre skördenivå på 1,3 kg TS/ha som realistisk för att inte överskatta avkastningen vid storskalig slätter.

Om vi antar att en sent skördad våtmarksgräs har ett gasutbyte på 0,21 Nm³ metan/kg TS vilket är 60 % av en åkervallens potential (Martins 2009) så blir den totala biogaspotentialen från svenska våtmarker ca 4,2 miljoner Nm³ metan vilket är lika med 41,2 GWh.

Kvaliteten på grönmassan från våtmarker med avseende på biogasproduktion varierar beroende på:

- Växternas egenskaper med hänsyn till innehållet av växtråd, energi och protein.
- Skördetidpunkten där senare skörd ger mer växtråd och lägre proteinhalter.
- TS halt vid ensilering och inmatning i rötchambaren
- Ensileringskvalitet
- Sönderdelningen av grönmassan

Gasutbytet för grönmassa från våtmarker varierar mycket med vilka växter som skördas men kanske ännu mer med skördetidpunkten där sen skörd ger lägre värden.

Låga värden har noterats för t.ex. sent skördad tuvtåtel 0,15 Nm³ metan/kg TS till höga värden för sent skördad rörfen 0,45 Nm³ metan/kg TS (Constantinides 2008, Martins 2009). Lin (2012) uppskattar gasutbytet för en blandning av bladvass och rörfen till 0,173 Nm³ metan/kg TS. Vid provrötningsförsök i Kristianstad med bladvass fick man 0,092 Nm³ metan/ kg våtmassa (Dalaryd, 2006).

Erjeby (2102) anger att gasutbytet för våtmarksgräs är ungefär 50 % av den bästa vallen. Ett medelvärde på 60 % av en tidigt skördad åkervall bedöms av många som ett rimligt antagande för våtmarksgräs (Martins 2009).

Nedan visas sammanställningar av Marvin Martins (2009) för olika analyser av gasutbytet för våtmarksgräs.

METABOLISK ENERGI FÖR GRÄS, OCH UPPSKATTADE BIOGASPOTENTIALER VIA METABOLISK ENERGI.

Gräs- och starrarter	Egräs (MJ/kg TS)	B _{0u} Nm ³ (CH ₄ /kg TS) ¹
Gräs och Starr ²⁾	11,0	0,28
Gräs och Starr ³⁾	8,5	0,21
Låglänt starrsilage 8/8 ⁴⁾	10,0	0,25
Höglänt hö med mycket tuvtåtel och ängskavle 8/8 ⁴⁾	9,6	0,24
Ensilerat starrhö 20/7 ⁴⁾	9,5	0,24
Tuvtåtel i ax ⁴⁾	6,1	0,15
Ängshö ⁵⁾	9,0	0,23

1) Uppskattat biogasutbyte via $E_{\text{gräs}}/E_{\text{CH}_4}$.

2) Energimedelvärde för gräs och starrarterna på försommaren (22-23 maj och 7:e juni). För värdena se (4.1).

3) Energimedelvärde för gräs och starrarterna vid slättertids punkten (7-8 juli). För värdena se (stycke 4.1).

4) Tidigare studier i bilaga från (Lifvendahl, 2004).

5) Från "Torr äng- hö" området, Slätter 15/7. Troligtvis med tuvtåtel. (Constantinides, 2008).

BIOGASUTBYTEN OCH KINETIK FÖR VALL OCH GRÄS

Substrat	Biogaspotential ₁ (B ₀)	Dag, % av B ₀	Dag, % av B ₀	Dag, % av B ₀
Odlad vall ²⁾	0,34	-	dag 30, 70 %	dag 50, 90 %
Rörflen ³⁾	0,34	-	dag 30, 76 %	dag 50, 88 %
Rörflen ⁴⁾	0,43	-	dag 30, 54 %	dag 50, 71 %
Ängsgräs ⁵⁾	0,24	dag 20, 28 %	dag 30, 67 %	dag 60, 86 %

1) Nm³ CH₄/(kg, TS).

2) Vallfröblandning. (67.5% timothy *Phleum pratense*, 22.5% meadow fescue *Festuca pratensis*, 10.0% red clover *Trifolium pratense*). Skörd 6/6. vegetativt stadium. hackstorlek 1 cm. Rötteknik experimentell batch metod i flaska. C/N = 26., Lignin 15,5 % av TS (Lehtomäki m.fl.;2008).

3) Rörflen. 26/6, tidigt blommande, hackstorlek 1 cm, rötteknik samma som 2. C/N=28, Lignin 20 % av TS (Lehtomäki m.fl.;2008).

4) Rörflen 8/8, sent blommande, hackstorlek 1 cm, rötteknik samma som 2. C/N=25, Lignin 22 % av TS (Lehtomäki m.fl.;2008).

5) Okänd skördetid och grässort. hackstorlek 1 mm. Rötteknik experimentell batch metod i flaska. Demetriades(2008) gasutbyte (CH₄/kg VS) omräknat till (CH₄/kg TS) via multiplikation med VS av TS (89 %).

Martins (2009) gör ett antagande att ett gasutbyte på 0,21 Nm³ metan/kg TS är ett rimligt värde för sent skördat våtmarksgräs. Detta värde bedöms rimligt och används för beräkningarna i denna rapport.

De flesta våtmarkerna inte kan skördas förrän tidigast den 15 juli med hänsyn till bl.a. häckande fåglar men även för att markerna skall kunna torka upp. Detta innebär att skörden inte sker optimalt med hänsyn till bästa kvalitet för biogasproduktion. Den sena skörden ger en fiberrikare grönmassa som är svårare att sönderdela med ett lägre gasutbyte. Detta innebär också att det krävs en längre uppehållstid på minst 50-60 dagar (Martins 2009) i röttkammaren för att utnyttja den fulla biogaspotentialen. Swedish Biogas International (SBI) har ca 70 dagars uppehållstid för substratet i sina samrötningsanläggningar (Erjeby, 2012) vilket borde passa bra för våtmarksgräs.

En högre TS-halt är bra dels för att få en effektivare hantering och lagring där man inte behöver transportera så mycket vatten och dels för att ensileringen blir effektivare med en TS-halt mellan 30-50 % beroende på ensileringsmetod. Detta talar för att försöka förtorka grönmassan 1-2 dygn efter slåtter och innan balning eller uppsamling med t.ex. hack eller självlastarvagn.

För att säkerställa en hög kvalitet på ensilaget så bör följande beaktas:

- Förtorkning av grönmassa efter slåtter på slag 1-2 dygn utan regn
- Snittning eller hackning till kortare strållängd ökar densiteten och packningen
- Undvik inblandning av jord och förna (gammal nedbruten biomassa) .
- Inplastning av balar inom 6 timmar efter balning.
- Vid ensilering i slang eller plansilo skall den hackade grönmassan transporteras till och packas i silon så snabbt som möjligt.
- Vid ensilering i slang eller plansilo skall man ha en hög jämn inläggningskapacitet med så långa arbetspass som möjligt.
- Flytta runt storbalar så lite som möjligt 3 dagar efter inplastningen.
- Skydda ensilaget med mot bl.a. fåglar. Med skyddsnät eller duk.
- Kontrollera lagringen regelbundet och reparera skador i plasten med tejp.
- Använd det uttagna ensilaget inom ett dygn.
- Vid uttag ur slang eller plansilo se till att ta tillräckligt mycket per dygn (ca.15-30 cm horisontalt) så att ensilaget i snittytan inte börjar bli varmt och börjar brytas ned av mikroorganismer.

För biogasproduktion måste grönmassan sönderdelas då all biomassa som skall rötas (substrat) i en biogasanläggning med en våt process (TS-halt 3-15%) måste kunna pumpas efter uppblandning med andra substrat och vatten.

Dessutom riskerar större fiberrikare material att flyta upp och bilda ett svämtäcke i röt-kammaren. För att grönmassan från våtmarker skall kunna fungera bra i de vanligaste biogasanläggningarna med våtrötning krävs att 90 % av materialet har en strållängd under 10 mm (Erjebj & Sjösvärd, 2012). Enligt uppgift kräver idag vissa samröttningsanläggningar en grönmassa med en hacklängd på 3 mm vilket ställer mycket stora krav på hacken samt ökar energiförbrukningen och produktionskostnaden.

Enligt bl.a. tyska försök (Kazda, Zak, Bengelsdorf, 2011) har man kunnat påvisa en positiv effekt med en tillsats av max 20 mm långa strån av kaveldunsblad eller vetehalm i en biogasprocess med lättflytande substrat med dålig struktur vid t.ex. samrötning med livsmedelsavfall. Mikroorganismerna som bildar en film på ytan av stråna medger en högre organisk belastning med bibehållen stabilitet och ett högre gasutbyte. Finhackad grönmassa från våtmarker borde kunna ha samma positiva effekt på biogasanläggningar med samrötning.

Den optimala kol/kväve kvoten (C/N) för rötmassan vid biogasproduktion brukar anges till intervallet 15-30 (Carlsson & Uldahl, 2009, m.fl.). Speciellt vid rötning av kväverika livsmedels & slaktavfall riskeras en för låg C/N kvot . Våtmarkgräs uppskattas ha en C/N kvot på minst 25 (Martins 2009) varför det passar bra som kompletterande substrat där man behöver höja C/N kvoten. En blandning av bladvass och rörflen har enligt Lin (2012) en C/N kvot på 53.

7. Ekonomi och lönsamhet

Möjligheterna att utveckla skörd av biomassa från våtmarker för biogasproduktion är beroende av kostnadseffektiva skörd, hanterings & lagringssystem som kan leverera en godtagbar substratkvalitet till ett pris som både leverantören och biogasproducenten kan acceptera.

Maskinkedjor och kostnader vid vallskörd från åkermark har utretts väl under åren och många av de värdena går att använda för motsvarande maskinkedjor vid våtmarksskörd.

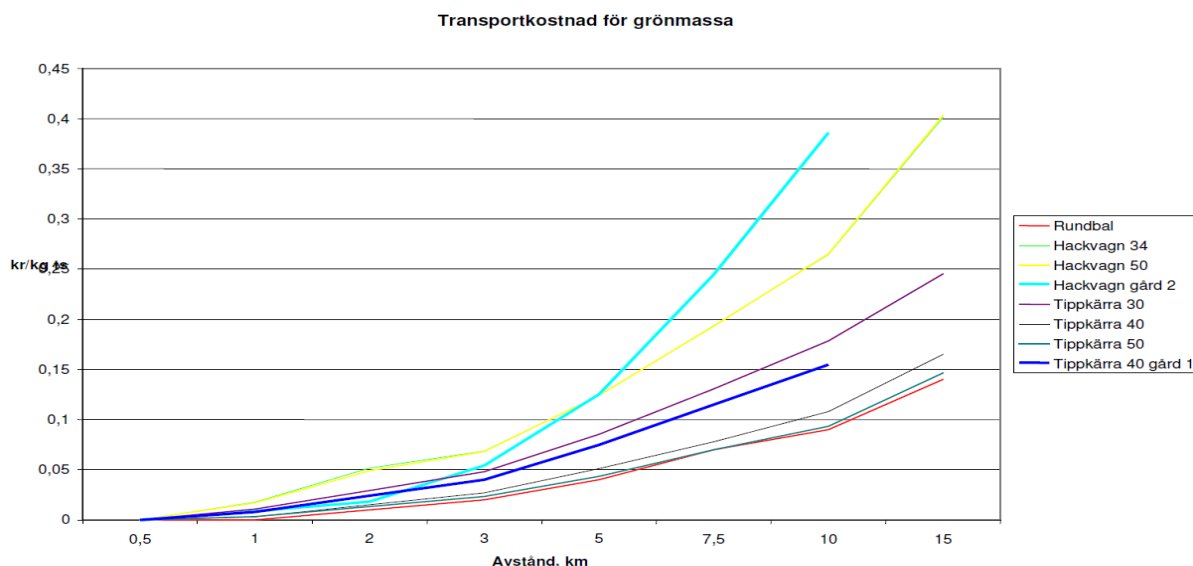
Här är några exempel:

Moment	Kapacitet ha/tim	Kostnad kr/kg TS	Källa
Slåtter	5	0,09	P. Ström, HS, 2010
Exakthackning	3,6	0,27	Västmanland
Trp. lastbil m växlarflak max 20 km	30	0,20	
Ensilerings slang vid biogasanläggningen	30	0,28	
Summa för hela maskinkedjan:		0,84	
Gård-1			
Skörd-1 Plansilo (4100 kg TS/ha, 46 ha)		0,55	O. Hallin, HS, 2009
Skörd-2 Plansilo (3400 kg TS/ha, 51 ha)		0,65	"Ulricehamnsprojektet"
Skörd-3 Rundbalat (1700 kg TS/ha, 31 ha)		1,01	
Rotorslåtter (2:a skörd)	1,9	0,14	
Exakthack (2:a skörd)	2,34	0,13	
Trp. traktor & vagn (2:a skörd)	8 ton TS/tim	0,15	
Packning plansilo (2:a skörd)	8 ton TS/tim	0,08	
Täckning plansilo	-	0,03	
Plast plansilo	-	0,04	
Ensileringsmedel	-	0,08	
Rundbalning & inplastning	2,6 (21 bal/tim)	0,22	
Plast & nät för balar	-	0,20	
Hemtransport Rundbalar	1,37 (12,3 bal/tim)	0,35	
Gård-2			
Skörd-1 Plansilo (2600 kg TS/ha, 58 ha)		0,58	O. Hallin, HS, 2009
Skörd-1 Limpa (3700 kg TS/ha, 27 ha)		0,68	"Ulricehamnsprojektet"
Skörd-2 Plansilo (2800 kg TS/ha, 60 ha)		0,57	
Skörd-2 Rundbalar (3100 kg TS/ha, 16 ha)		0,70	
Skörd-3 Plansilo (2200 kg TS/ha, 55 ha)		0,67	
Rotorslåtter 2:a skörd	2,3	0,14	
Hackvagnar (2x34m ³) 2:a skörd	1,2	0,26	
Packning plansilo	3,4 ton TS/ha	0,07	
Täckning plansilo	-	0,02	
Ensileringsmedel	-	0,06	
Täckning plansilo	-	0,02	
Rundbalning & inplastning	1,6 (19 bal/tim)	0,19	
Plast & nät för balar	-	0,19	
Hemtransport rundbalar	0,8 (9,7 bal/tim)	0,18	

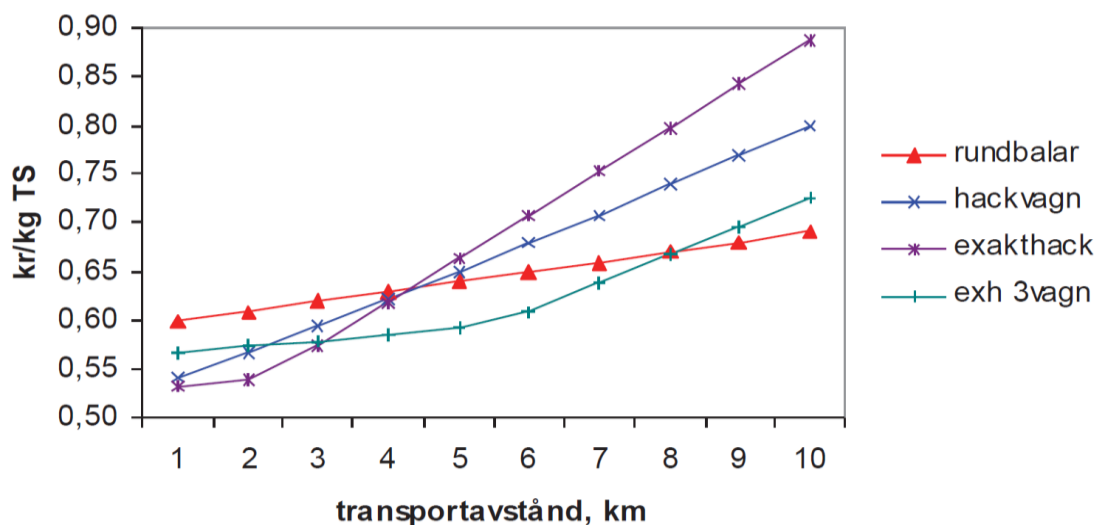
Vallskörd 11 gårdar, medel 237 kor inkl gödselspridning		0,98	Pettersson, JTI, 2009
Vallskörd rundbal 140 kor inkl gödselspridning		0,50	Pettersson, JTI, 2009
Slåtter & rundbalning våtmark (inkl 30 km trp)		4,42	Martins, SLU, 2009
Slåtter & rundbalning våtmark (inkl. trp från fältet till fast mark)	0,3-1 ha/tim	5000 kr/ha	Pettersson, PE-TE, 2012
Vid skörd 1,3 TS/ha		3,85	
Vid skörd 2,4 TS/ha		2,08	
Slangensilering	300-600 m ³ /tim	0,20-0,25	A. Brostorp, 2012

För normal vallskörd på åkermark ligger kostnaderna för maskinkedjan i vallskörden till ensilage mellan 0,50-1,0 kr/kg TS.

Kostnaderna för ensilering i planlager och rundbalar är jämförbara och här avgör den lokala logistiken och transportavstånd vilken ensileringssystem som är att föredra.



Diagrammet visar att för transport upp till 15 km med traktor blir rundbalsensilage billigast (Hallin, 2009)



Skörde & ensileringskostnader vid varierande transportavstånd för 90 ha i Mellansverige. Hackvagnar och exakthackar med separata vagnar förlorar i skördekapacitet med ökande transportavstånd, däremot inte rundbalar om transport kan ske efter skörd (Gunnarsson, 2010).

Trenden är att rundbalar blir billigare vid längre avstånd med traktortransporter.

Vid Växtkraft i Västerås använder man lastväxelflak för transport av den exakthackade vallgrödan från fältet via traktorer och lastbilar till slangensileringen vid biogasanläggningen. Medelavståndet är 17 km och för en transport med två lastbilar med släp beräknas kostnaden vara 0,20 kr/kg TS (Ström, 2010). Ström (2010) hävdar att vid slangensilering och en sträcka över 5 km mellan packare och fält är lastbilstransporterna ekonomiskt överlägsna transport med traktorer.

För transport 30 km av min 40 rundbalar (27 ton) på en fullastad lastbil med släp uppskattar Martins (2009) kostnaden till 0,40 kr/kg TS. Men han belyser problemet med att samla in balarna från våtmarken till ett upplag på fast mark intill en väg där lastbilen kommer åt dem. Om denna sträcka för framtransport är lång innebär det ett tillägg som inte är med i angivna kostnader. Om lastbilen inte har egen kran så tillkommer även kostnaden för en lastmaskin.

Kostnaden för att plasta in och transportera rundbalarna från våtmarken 500 m till lastbilens uppställningsplats uppskattar Martins (2009) till 150 kr/bal (1,0 kr/kg TS). Detta verkar väl högt om det jämförs med motsvarande kostnad för inplastning och hemtransport av rundbalar som Hallin (2009) redovisar på 0,77 respektive 0,56 kr/kg TS.

Priset för finhackad grönmassa leverat fritt biogasanläggningen uppskattas av Martins (2009) till 0,60 kr/kg TS som är 60 % av ett pris för vall av god kvalitet på 1 kr/kg TS. Sjösvärd (2012) anger samma pris till 070-0,80 kr/kg TS.

En viktig faktor i ekonomin för skörd av våtmarker är det statliga **miljöersättningarna** för slåtterängar. För bidrag för slåtteräng med **allmänna värden** avgör markägaren själv om man uppfyller kraven om slåtter varje år och att vegetationen duger som foder. För bidrag för **särskilda värden** måste marken godkännas av länsstyrelsen för att ha höga natur och kulturvärden.

Följande miljöersättningar gäller för 2012 (SJV 2012):

Slåtteräng med allmänna värden	1 450 kr/ha, år
Slåtteräng med särskilda värden som kan ge gårdsstöd	4 200 kr/ha, år
Slåtteräng med särskilda värden som inte ger gårdsstöd	5 400 kr/ha, år
Efterarbete på slåtteräng med särskilda värden, kompletterande insats	700 kr/ha, år

Martins (2009) gör följande kalkyl för ett scenario med slåtter av våtmarkgräs för biogasproduktion (1,3 ton TS/ha) på 4 hektar:

Aktivitet/Produkt	kr/ha, år
Intäkt försäljning till biogasproducent 0,6kr/kg TS	780
Slåtter & transport	-5744
Inplastning & framkörning	-1300
Delsumma:	-6264
Miljöstöd med särskilda värden (med gårdsstöd)	3500
Summa	-2764

Han kommer fram till en total slåtter & transportkostnad på 4,42 kr/kg TS

Martins konstaterar mot bakgrund av denna kalkyl att det är ekonomiskt ohållbart att bedriva slåtter för biogasproduktion på våtmarker. Om bidragen för restaurering av våtmarken räknas in blir underskottet betydligt mindre.

Om vi använder de mest fördelaktiga värdena från de tidigare redovisade exemplen kan motsvarande kalkyl se på följande sätt vid en skörd på 1,3 ton TS/ha:

Aktivitet/Produkt	kr/ha, år	Källa
Intäkt försäljning till biogasproducent 0,75kr/kg TS	975	Sjösvärd, 2012
Slåtter, balning, framkörning	-5000	Pe-Te, 2012
Slangensilering/inplastning (0,20 kr/kg TS)	-260	Brostorp, 2012
Transport lastbil med växlarflak (0,20 kr/kg TS)	-260	Ström, 2010
Delsumma:	-4545	
Miljöstöd med särskilda värden (ej gårdsstöd)	5400	SJV, 2012
Totalsumma:	855	

Denna kalkyl ger således ett överskott på 855 kr/ha och en total slåtter & transportkostnad på 3,50 kr/kg TS

Om miljöstödet utgår för särskilda värden med gårdsstöd (4 200 kr/ha, år) så blir resultatet en förlust på -345 kr/ha, år. Om EU's gårdsstöd för betesmark & slåtterängar på 1065-1234 kr/ha (beroende region) räknas in erhålls ett överskott på 720-889 kr/ha. Om samma stöd utgår för allmänna värden (1450 kr/ha, år) så går verksamheten med en förlust på -3095 kr/ha, år.

Om vi använder de mest fördelaktiga värdena från de tidigare redovisade exemplen kan motsvarande kalkyl se på följande sätt vid en högre skörd på 2,0 ton TS/ha:

Aktivitet/Produkt	kr/ha, år	Källa
Intäkt försäljning till biogasproducent 0,75kr/kg TS	1500	Sjösvärd, 2012
Slåtter, balning, framkörning	-5000	Pe-Te, 2012
Slangensilering/inplastning (0,20 kr/kg TS)	-400	Brostorp, 2012
Transport lastbil med växlarflak (0,20 kr/kg TS)	-400	Ström, 2010
Delsumma:	-4300	
Miljöstöd med särskilda värden (ej gårdsstöd)	5400	SJV, 2012
Totalsumma:	1100	

Denna kalkyl ger således ett överskott på 1100 kr/ha, år och en total slåtter & transportkostnad på 2,90 kr/kg TS

Om miljöstödet Vid utgår vid en skörd på 2 ton TS/ha för särskilda värden med gårdsstöd (4 200 kr/ha, år) så blir resultatet en förlust på -100 kr/ha, år. Om EU's gårdsstöd för betesmark & slåtterängar på 1065-1234 kr/ha (beroende region) räknas in erhålls ett överskott på 965-1134 kr/ha. Om samma stöd utgår för allmänna värden (1450 kr/ha, år) så går verksamheten med en förlust på - 2850 kr/ha, år.

Dessa gynnsamma kalkyler indikerar att det bör gå att kunna få kostnadstäckning för skörd av våtmarksgräs till biogasproduktion om marken är klassad för miljöstöd med särskilda värden.

Tanken med det statliga miljöstödet är att det skall täcka de merkostnader som uppstår vid våtmarksslåtter efter vad samhället bedömer miljönyttan till. Principen är att kalkylen skall gå mer eller mindre jämnt ut när alla inblandade har fått en rimlig kostnadstäckning. Detta verkar ju också kunna vara fallet vid våtmarker med särskilda värden.

Dagens miljöstöd för slåtteräng med allmänna värden motiverar i dagsläget inte produktion av substrat till biogasproduktion. Här bör man försöka hitta någon annan användning av grönmassan som kan betala ett högre pris som t.ex. högkvalitativt hästfoder.

8. Framtida behov & utvecklingsmöjligheter

Följande två problemområden som kan betraktas som de främsta barriärerna för utvecklingen av våtmarksgräs för biogasproduktion:

- Bortförel av och logistik för skördad och balad grönmassa från våtmarken till upplag vid väg.
- Sönderdelning av grönmassan till max 10 mm strållängd

8.1 Maskinkedjor att utveckla

Eftersom maskinkostnaderna är avgörande för produktionen av substrat för biogasproduktion från våtmarker följer här ett antal förslag till framtida utvecklingsmöjligheter av maskinsystemen för att öka effektiviteten och minska kostnaderna.

1. Ensilage i rundbalar som passar bäst för mindre arealer under 10 hektar och vid kortare transporter upp till 10km.

- Ta fram ett hack och sönderdelningssystem för ensilerade storbalar som motsvarar biogasproducenternas krav på max 10 mm strållängd. I dagsläget finns det ingen utrustning som helt motsvarar dess krav.
- Utveckla ett inplastningssystem som ger en starkare och tåligare bal som tål mer hantering och påverkan från djur och fåglar. Det finns plastkvaliteter inom industrin som borde motsvara dessa högre kvalitetskrav. Det bör dock utredas om kostnaderna för dessa är acceptabla.

2. Skörd med exakthack till containers som transporteras med flakväxlare ger ett effektivare system vid större arealer över 10 hektar och med längre transporter över 10 km

- Använd och vidareutveckla bandfordon med exakthack som fyller en medföljande högtippande behållare. Hacken skall kunna producera en strållängd på max. 1 cm. Det finns flera fabrikat på marknaden som bör kunna anpassas till dessa krav t.ex. Pisten Bully Green Tech (Tyskland) och Loglogic's Softrak eller Wetland Harvester (Storbritannien).
- Utveckla ett system med lastväxlande containers i vilket bandfordonet med exakthack tippar den hackade grönmassan. Dessa containers står strategiskt placerade på våtmarken och körs ut av bandfordon med lastväxlarflak till närmaste lastningsplats på fast mark för att tas upp av lastbilar med växelflak. Det finns många fabrikat av lastväxlarflak och containers som passar för detta skördesystem. Special anpassning krävs dock för ett bandfordon som kan hantera dessa lastväxlande containers ute på våtmarken.



Exempel på lastväxlarvagn Modell BIGAB 22-27 från Fors MW (www.forsmw.se) som kan lasta upp till 21 ton i containern

Maskinkedjor för skörd av grönmassa från våtmarker till biogasproduktion

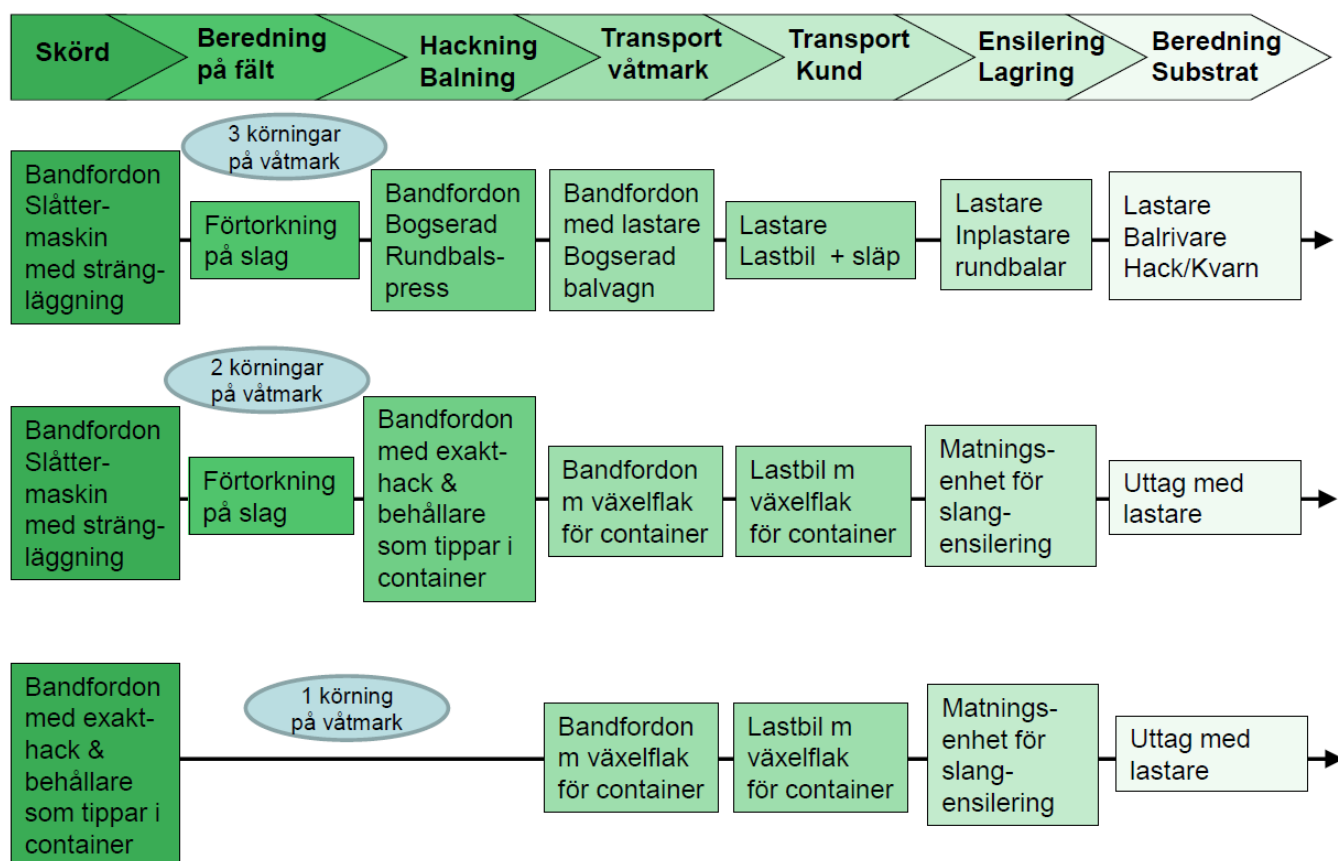


Diagram som beskriver tänkbara maskinkedjor. Notera att exakthackning till containrar och slangensilage ger mindre körningar och markslitage med minsta insats av maskiner.

3. Allmänt

- Utreda skonsammare körning med bandutrustning med t.ex. bättre bandprofiler och midjestyrd fordon istället för s.k. sladd eller skidstyrning som ger stort slitage vid vändningar. De flesta tillverkarna av bandfordon har speciella skonsammare band för sommar drift. Det finns även bandutrustningar på marknaden som kan monteras på midjestyrd fordon t.ex. från Soucy Track (Kanada).
- En teknik som möjliggör en säker förtorkning av den slåttade grönmassan på slag innan hackning eller balning. Här finns behov av produktutveckling.
- Utveckla möjligheterna att kunna köra ombyggda pistmaskiner hela året med pistning och spårning på skidorter på vintern och våtmarksarbeten på sommaren. Därmed kan maskininvesteringen spridas ut på fler arbetstimmar och möjliggöra en lägre timtaxa. Tillverkarna av pistmaskiner har denna teknik framme idag.
- Utvärdera och testa möjligheten att frakta rundbalar från våtmarken med helikopter. Det finns lämpliga transporthelikoptrar i Sverige att hyra för tester men eventuellt måste någon form av skonsam snabbkoppling utvecklas för att greppa balarna.

8.2 Aktuella projekt

I Sverige finns ett antal projekt som berör denna teknik bl.a.:

- JTI har under 2012 startat ett projekt i samarbete med Agro Väst 6 Biogas Väst för att undersöka teknik för sönderdelning av gamla ensilerade rundbalar så att dessa kan utnyttjas för biogasproduktion.
- Sven-Olof Borgegård på Ekologiplan gör bl.a. på uppdrag av Upplandsstiftelsen inom projektet Snowbal (samarbetsprojekt med Estland och Lettland) en rapport om skörd av våtmarker för biogasproduktion.
- Våtmarkscentrum vid Högskolan i Halmstad planerar projekt kring skördesystem för våtmarker.
- Den svenska tillverkaren Dorotea Mekaniska AB skall under sommaren 2012 testa en dubbelsidig dubbelkniv som skall hänga i en kranarm på deras amfibiefordon Truxor. När armen pendlar sidledes så skall man kunna klippa våtmarksgräs med bredd på 10 m. En speciell duk skall samla upp och stränglägga grönmassan.



Truxor är ett svensktillverkat mindre amfibiefordon som kan utrustas med många olika redskap som här för slår av vass (www.doroteamekaniska.se). Ca 90 % av försäljningen exporteras idag till ett 20-tal länder över hela världen.

8.3 Övriga kommentarer

Några övriga kommentarer om skörd och hantering av våtmarksgräs för biogasproduktion:

- Det holländska skördesystemet från De Vries Cornjum är det bästa jag sett. Man slår gräset åt sidan och sammanför två drag till en sträng. Plockas upp i självlastarvagn. Släta band som är skonsamma. De Vries Cornjum kör på totalentreprenad över hela Europa för 700-1100 EUR/ha.
- Vanliga pistmaskiner har för aggressiva band som sliter sönder rotfilten man måste byta till skonsammare sommarband av gummi.
- Svårt att hitta entreprenörer
- Idag finns det för många små projekt runt om i Sverige, Behov av samarbete för kraftsamling kring ny teknik.
- Idé att hacka direkt i växelflak som kan transporteras direkt till biogasproducenten.
- Tror inte att traktorer med halvband fungerar på böt mark det krävs bättre bärighet.

- Ekonomin är för pressad för dagens svenska maskinfirmer för att kunna orka med önskad teknikutveckling.
- Biogasproduktionen kan inte betala skörden och hanteringen av biomassa från våtmarker.
- Biogasproduktion med torrötning kan vara ett alternativ för att slippa kostsam sönderdelning av grönmassan.
- Litet intresse från biogasproducenter för dagens grönmassa vill ha färdigt finhackat material.
- Försök med en dubbel finhack för storbalsensilage fungerade inte i praktiken.
- Våtmarkgräset ger utmärkt hästfoder.
- Rundbalarna tar värme efter ett dygn utan inplastning.
- Det krävs vida svängar med bandfordon för att minimera markslitaget.
- Pistmaskiner måste byggas om för sommar drift med bl.a. nya större kylare annars stor risk för haverier och ibland bränder.
- Ny pistmaskin kostar ca 2,5-3 MSEK och en bättre begagnad ca 1-1,5 MSEK därför är ombyggnad av begagnade maskiner intressant.
- Bättre att köpa ett färdigt koncept som håller än att lappa på ett hembygge.
- Finskt projekt med att höja chassit på pistmaskiner för att underlätta arbetet på våtmarker.
- Våtmarker tål ofta bara max 3 körningar innan rotfilten går sönder. Speciellt problem vid transport av grönmassan eller balarna till fast mark.
- En helikopter behöver kanske 1 min för att transportera bort en rundbal jämfört med ca 20 min för traktor eller bandfordon.
- Bra med pengar för utredningar men inget för drift och skötsel av våtmarker.
- Biomassa från sjöar klassas som riskavfall vilket gör det dyrt att hantera.
- System med slaghackning till en behållare går att rationalisera.
- Mycket svårt att utveckla maskiner när det inte finns en marknad.
- Grönmassan från våtmarken klibbade fast vid inmatningen till biogasanläggningen bl.a. p.g.a. för lång strålängd.
- Nya biogasanläggningar med ångsprängning kan förmodligen använda dagens grönmassa utan ytterligare sönderdelning.
- Funderar på ett projekt med ett fjärrstyrt lättare fordon för de blötaste markerna.
- Dagen inmatningssystem till de större samrötningsanläggningarna är inte byggda för långsträig grönmassa. Det klumpar ihop sig.
- Kombinerad drift vinter och sommar för bandfordon kan bli mer intressant när skidanläggningarna lägger ut pistningen på entreprenad.
- De flesta operatörerna anser att man har den utrustning man behöver.
- Sönderdelningen kräver förmodligen exakthack på våtmarken eller vid sidan om.
- Gasutbytet för våtmarksgräs är ca 50 % av en den bästa vallen.
- Dagens blandare av fullfodertyp med knivar kan inte sönderdela denna grönmassa från våtmarker tillräckligt.
- Extrudering bör kunna hantera detta material. Mobil enhet kan vara intressant.
- Ensilerat våtmarksgräs påminner om fastgödsel i hanteringen.
- Marknaden för våtmarksmaskiner är bättre utomlands.
- Behov av bättre klippverktyg framför allt i sydligare länder.
- För tunga maskiner kan förstöra rotfilten efter 3:e året.
- Förtorkning av vall till biogasanläggningar sker inte idag för att man saknar strängläggare med tillräckligt hög kapacitet.
- Trend att köpa dessa substrat fritt biogasanläggningen från fristående entreprenörer.
- Grönmassan transporteras till biogasanläggningen av långtradare som lastar 30 ton i samma takt som inmatningen i slangsilon.
- Bra om man kan lagra mer på fältet i t.ex. slangsilos och leverera "just in time". Svårt och dyrt att iordningsställa ytor vid biogasanläggningarna.
- Viktigt med en bra yta för slangensilering 200m lång och 150m bred som lutar svagt mot öppningen.

Idag ges en splittrad bild över utvecklingsinsatserna inom detta område med många mindre projekt över hela landet. För att kunna kraftsamla och få resurser till teknikutveckling rekommenderas en större samordning mellan alla svenska aktörer med en tydlig rollfördelning där dubbelarbete undviks och varje parts unika kompetens utnyttjas. En sådan nationell strategi bör också kunna totalt sett kunna ge större anslag för forskning och utveckling. Mot bakgrund av att det pågår en stark utveckling med många projekt inom våtmarksskörd utomlands måste också vikten av internationella kontakter och samarbeten betonas. Detta innebär också att det finns stora exportmöjligheter för svensk teknik där Dorotea Mekaniska AB är ett gott exempel med sin Truxor maskin.

9. Slutsatser

Svenska våtmarker kan uppskattningsvis producera 20 000 ton TS (Borgegård, 2008). Om biogaspotentialen är 0,21 Nm³ metan/kg TS (Martins, 2009) så ger det 4,2 milj. Nm³ metan/år vilket motsvarar 41,2 GWh.

I dagsläget kan endast skörd och hantering av grönmassa från våtmarker gå ihop sig ekonomiskt om det utgår Miljöersättning för slåtterängar med särskilda värden.

För dagens skörd av grönmassa finns främst två barriärer:

3. Biogasproducenterna kräver en bättre kvalitet på substratet där man farmför allt vill ha grönmassan mer finfördelad med en strållängd på max. 10 mm.
4. Utkörning av grönmassan från våtmarken tar idag för lång tid med många körningar speciellt för rundbalar. Risken för markskador är också stor vid denna trafik.

För små arealer och korta transporter är inplastade rundbalar intressantast. Men här krävs utveckling av teknik för effektivare sönderdelning av rundbalsensilaget.

För större arealer och längre transportavstånd bör ett system utvecklas med exakthackning direkt till lastväxlar containers som sedan transporteras med lastbil till en upplagsplats för slangensilering, gärna i anslutning till biogasanläggningen.

Det behövs en bättre samordning i Sverige inom utvecklingen av skörd och hantering av grönmassa från våtmarker om man skall kunna få tillräckliga resurser för att utveckla tekniken.

10. Referenser

- Borgegård. S-O. (2008). Kan våtmarker bidra till ökad produktion av bioenergi?
www.biodiverse.se
- Carlsson. M, Uldal. M. (2009). Substrathandbok för biogasproduktion. SGC
- Carlsson. G, Pettersson. O, Sandqvist. P. (2006). Maskinkostnader – en stor utgift som kan minskas. JTI-informerar nr. 114
- Constantinides. A. (2008). Småskalig maskinslåtter som aktiv skötsel. Länsstyrelsen Västmanland, Rapport 2008:22
- Dalaryd. E. (2006), Produktionsvåtmarker förenar produktion och miljö. Greppa Näringen nyheter 2006-05-08
- Greppa Näringen Praktiska Råd nr 12:1. Vikter och densitet på enslige
- Grosshaus. R. m.fl. Cattail for Nutrient Removal and Bioenergy. University of Manitoba Skötselkort för vårdbiotoper Nr. 2. Slåtter. Jord Och Skogsbruksministeriet-Finland
- Gunnarsson. G. (2010). Lägghetskostnader vid skörd av vall med exempel för skördesystem i Sverige, Presentation Bioforsk-konferansen 2010. JTI
- Gunnarsson. G. (2010). Välj rätt vallmaskiner-Läglighet med hänsyn till kvalitet och kvantitet. Presentation D & U konferansen 2010. JTI
- Hallin. O. (2009). Utvecklingsarbete för att stärka konkurrenskraften inom mjölk och köttproduktion i Sjuhärad – Ulricehamnsprojektet. HS Sjuhärad
- Jordbruksverket (2012). Miljöersättningar för betesmarker och slätterängar.
www.jordbruksverket.se
- Kazda. M., Zak.M., Bengelsdorf. F. (2012). Effects on biofilm carriers on anaerobic digestion of food waste: results from laboratory experiments and full scale application. Ulm University, Presentation at international symposium of "Anaerobi Digestion of solid Biowaste" Berlin 2012
- Lin. Shaojie. (2012). Wetland Biomass – Chemical benefits and Problems with Biogas Usage. Högskolan i Halmstad, Examensarbete 2012.06.17
- Martins. M. (2009). Biogaspotential hos våtmarksgräs. SLU Examensarbete, Biogas Öst
- Ström. P. (2010). Förutsättningar och potential för vallodling till biogasproduktion i Västmanland. HS Konsult, Biogas Öst
- New Wetland Harvests. Broads Authority- UK. www.broads-authority.gov.uk
- Pettersson. O., Davidsson. C., Forsberg. M. (2009). Reducerade maskinkostnader vid mjölkproduktion. JTI-Rapport nr. 376
- Slottner. D. ensilageNytt. www.ensilagenytt.se
- Sundberg. M., Pauly. T: (2005). Grönmassans ensilerbarhet vid slangensilering. JTI-rapport nr. 336

Personliga kontakter:

Peder Hedberg-Fält, Länsstyrelsen Västra Götaland

Jan Fransson, Länsstyrelsen Västra Götaland

Niklas Wahlström, Länsstyrelsen Värmland

Erik Erjeby, Swedish Biogas International

Lars Sjösvärd, Swedish Biogas International

Jan-Inge Tobiasson, Länsstyrelsen Västmanland

Stefan Weisner, Våtmarkscentrum vid Högskolan i Halmstad

Tomas Bergkvist, Örebro Kommun

Carina Gunnarsson, JTI-Institutet för jordbruks och miljöteknik

Anders Brostorp, Brostorps Maskinstation

Firmor:

De Vries Cornjum NL www.devriescornjum.nl

Fors MW –SE www.forsmw.se

PistenBully – Kässbohrer- DE www.pistenbully.com

Limnoteknik - SE www.limnoteknik.se

Loglogic – UK www.loglogic.co.uk

LVR – SE www.lvr.se

Naturvårdsbonden – SE www.naturvardsbonden.se

PE-TE Stubbfräsningar –SE www.pe-te.se

Sälen Maskinservice – SE www.salenmaskinservice.se

Soucy Track – CAN www.soucy-track.com

Truxor-Dorotea Mekaniska AB - SE www.doroteamekaniska.se

Winn Marketing – SE www.winnmarketing.com

Winlin – SE www.winlin.com