



EVALUERINGSRAPPORT MARGINALE JORDER OCH ODLINGSSYSTEM

Evalueringssrapport

Marginale Jorder och

Odlingsssystem

Författare: Kerstin Berglund, Sveriges Lantbruksuniversitet, Ultuna
Maria Berglund, Hushållninssällskapet, Halland
Örjan Berglund, Sveriges lantbruksuniversitet, Ultuna
Charlott Gissén, Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp
Anna Bodil Hald, Natur & Landbrug
Peder Hedberg-Fält, Länsstyrelsen Västra Götaland
Ida Helander, Falköpings Kommun
Søren Ugilt Larsen, AgroTech
Jan Lundgrén, Agroväst
Poul Erik Lørke, Aarhus Universitet
Lisbeth Nielsen, Natur & Landbrug
Kasper Stefanek, AgroTech
Anke Stubsgaard, Videncentret for Landbrug
Sven Erik Svensson, Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp
Thomas Vang Jørgensen, LandboMidtØst
Per Wennerberg, Techno Farm

Redaktör: Jan Lundgrén, Agroväst.
Koordinator i BioM för nätverket Marginale Jorder och Odlingsssystem.

Projektleder: Hanne Bang Bligaard, AgroTech

INDHOLD

Velkommen til BioM projektet	5
1. Inledning	7
2. Drift og pleje af enggrøs	11
3. Model for flow af næringsstoffer i enggrøs	27
4. Næringsstofbalans og miljø i enggrøs. försök med k-gödsling	35
5. Energibalance i Nørreådalen.....	43
6. Klimagasemission vid dyrking av torvjord	51
7. Odlingssystem för produktion av biogassubstrat på marginaljord.	59
8. Landskapshänsyn samt natur- och miljö-efekter i känsliga områden	69
9. Skörd, indhentning, lagring och förbehandling av biomassa	79
10. Driftsekonomi och affärsmodeller.....	93
11. Organisering – leverantörer och intressenter. Lokalt medarbetarskap.....	101
12. Redaktörens sammanfattning.....	105

VELKOMMEN TIL BIOM PROJEKTET

Hanne Bang Bligaard

De nordiske lande har sat konkrete mål for hvor stor en andel af energiforbruget, der fremadrettet skal komme fra vedvarende energi. For at nå målene kræves der øget viden om elementer i hele værdikæden for produktion af bioenergi. Alt sammen for at finde metoder, der sikrer optimal udnyttelse af arealer og en effektiv storskala energiproduktion, vel at mærke uden at konflikte med produktionen af fødevarer.

BioM projektet er et samarbejde mellem svenske, danske og norske partnere om den fælles udfordring at udvikle og demonstrere nye dyrkningssystemer og teknologier til biogasproduktion og til produktion af energipil – begge baseret på miljøfølsomme arealer.

Storskala produktion af biomasse fra miljøfølsomme områder kræver nemlig udvikling af dyrkningsmetoder og forretningsmodeller, der arbejder med mange led i værdikæden, fra høst, logistik, forbehandling, lagring, bearbejdning i biogasanlæg til distribution og afsætningskanaler.

Aktiviteterne i projektet har været organiseret i tre transnationale netværk:

- Marginale Jorder och Odlingsystem
- Energipil på miljøfølsomme områder
- Biogasproduktion, opgradering og anvendelse.

Denne organisering har sikret et nært og udbytterigt samarbejde på tværs mellem de tre lande og mellem de mange deltagere i projektet.

Finansiering

BioM (Odling för bioenergi, vattenmiljö och markvård) blev delfinansieret af Europæisk Regional Udviklingsfond og er en del af Interreg IVA Øresund-Kattegat-Skagerak programmet. Øvrige finansieringskilder var Region Midtjylland, Västra Götalandsregionen og Länsstyrelsen.

Vil du vide mere?

Mange resultater fra projektet er offentliggjort, demonstreret og bragt i anvendelse allerede undervejs i projektet. Denne publikation er en del af den afsluttende rapportering fra projektet.

Alle rapporter og vejledninger er frit tilgængelige og kan downloades fra hjemmesiden www.agrotech.dk/biom.

Tak for samarbejdet

Et projekt som BioM kan kun gennemføres, når mange forskellige mennesker, institutioner og bevillingsgivere lægger interesse, vilje og indsats bag projektet. Jeg vil gerne rette en stor tak til alle, der har bidraget til projektets etablering og gennemførelse og ikke mindst til de landmænd, virksomheder og rådgivere, der står klar til at bruge erfaringerne og resultaterne i produktionen af bæredygtig energi.

Kathrine Hauge Madsen og Anke Stubsgaard – begge VFL, Økologi – har ydet en uvurderlig indsats i forbindelse med projektets udvikling og start.

Hanne Bang Bligaard

1. INLEDNING

Jan Lundgrén

Målsättningen

Målet med BioM-aktiviteterna i denna evalueringsrapport är att öka tillgången på biomassa för produktion av biogas. Idag produceras biogas i lantbruket huvudsakligen av gödsel från animalieproduktionen. Erfarenheter har visat att gasutbytet kan öka genom tillskott av vegetabilisk biomassa både från odlade energigrödor och från biomassa som skördas på exempelvis strandängar, våtmartker och andra arealer, så kallade marginaljordar, utanför den primära livsmedelsproduktionen.

Medel att nå målen

I BioM-projektet är det transnationella samarbetet mellan projektpartners i Danmark, Norge och Sverige den viktigaste framgångsfaktorn. I respektive land medverkar forskare, rådgivare, konsulter, entreprenörer och lantbrukare till en gemensam analys av problem och möjligheter på vägen mot målet.

Marginale Jorder och Odlingsystem är ett av BioM-projektets tre transnationella nätverk.

Bland de viktigaste insatserna i projektet skall nämnas anläggning, drift och utvärdering av kontrollerade fältförsök samt möten och fältdemonstrationer för intresserade lantbrukare och biogasintressenter. Allt har skett i ett öppet informationsutbyte med seminarier, konferenser och studieresor som framgångsrika transnationella arbetsformer.

Nätverken växer

Under projektets 3-åriga arbetstid har nätverken av biogasintressenter utvidgats som ett resultat av extern information om projektaktiviteterna inom KASK-området och med bioenergiexperter i Tyskland och Holland. Dessa nätverk får stort värde för det fortsatta utvecklingsarbetet efter projektperioden.

Målgrupper

Projektets primära målgrupp har varit enskilda lantbruksföretag med förutsättningar för biogasproduktion. Under projektperioden har nya former för samverkan mellan enskilda lantbruksföretag och storskaliga biogasproducenter (ex. kommuner och energiföretag) blivit mer och mer aktuella. I projektet har därför även studerats produktion, förbehandling, lagring och distribution av biomassa från lantbruket till dessa större biogasanläggningar.

Varför Marginale Jorder?

Flera framtidsanalyser pekar mot en ökad efterfrågan på biomassa från åker och skog. Lantbrukets roll i framtiden kan sammanfattas i sex punkter:

- Befolkningen växer och kravet på mer högförädlaade livsmedel ökar. Detta kräver ökad produktion och ökad handel med livsmedel.
- Klimatförändringarna blir alltmer bekräftade vilket innebär stora svårigheter för jordbruket i torrare klimat i exempelvis Sydeuropa samtidigt som de Nordiska länderna sannolikt kan behålla och utveckla sin produktionspotential i lantbruket.
- Konsumenternas krav på mer ekologisk (organisk) produktion växer. Detta kräver ökade odlingsarealer så länge den ekologiska produktionen inte når upp till samma avkastningsnivåer som den konventionella.

- Förnyelsebar energi efterfrågas i ökad omfattning. Redan idag producerar lantbruket både vegetabiliska fordonsbränslen (etanol, RME) och fastbränsle (ex. salix). I ökande omfattning odlas även grödor (ex. majs) som substrat för biogasproduktion. Behovet av produktionsarealer för energiändamål ökar.
- Den biokemiska forskningen ser stora möjligheter för tillverkningsindustrin att hämta råvaror (ex. stärkelse och fibrer) från lantbrukets grödor. I någon utsträckning gäller detta även läkemedelsindustrin. Arealanspråken för denna produktion växer.
- Urbaniseringen fortsätter med ökande krav på exploatering av mark för bostäder, näringsliv och infrastruktur. Sådan exploatering drabbar ofta både jordbruk och skog.



Figur 1.1. Jordbruket förväntas leverera både livsmedel, bioenergi, biologisk mångfald och vackra landskap. Allt är möjligt men det krävs kompetens och ambition.

Mot bakgrund av denna analys är det angeläget att särskilt studera arealer som inte idag utnyttjas för aktiv produktion av livsmedel men som kan lämpa sig för produktion av bioenergi.

Var finns Marginale Jorder?

I BioM-projektet diskuteras fyra kategorier av jordbruksmark som idag inte används för produktion av biomassa, men som med tillgång till lämplig teknik och med tillräckligt goda ekonomiska villkor, kan bli aktuella för produktion av råvara för biogas. Desse fyra kategorier av "Marginale Jorder" är följande:

- Strandängar och våtmarker vid sjöar och vattendrag. Dessa arealer har under lång tid använts i lantbruket för slättter av gräs och bete för mjölk- och köttdjur. Idag utnyttjas sådana marker allt mindre. Skörd av sådana arealer skulle ge biomassa men också vara en värdefull miljöinsats för att skydda kuster, sjöar och vattendrag från årliga nedbrytningsprodukter.
- Organogena jordar (torvjordar) påverkas av odling genom torvens förmultning, särskilt i jordbruksgrödor med intensiv jordbearbetning. Perenna biogasgrödor med hög avkastning kan medverka till att förlänga dessa arealers produktions-

potential. Sådan produktion kan samtidigt minska lantbrukets tillskott av koldioxid (CO₂) till atmosfären.

- I lantbrukets nationella miljöprogram förekommer "obrukade skyddszoner" mot sjöar och vattendrag. På andra områden finns naturreservat etc. som inte tillåter skörd av biomassa för energiändamål. Möjligheter och tillstånd att nyttja dessa arealer för bioenergi har diskuterats.
- Med dagens krav på effektivitet och lönsamhet i lantbruket har arealer med små och oregelbundna fältformer, eller områden med svår topografi ofta lämnats obrukade. Möjligheten att nyttja dessa arealer för energiproduktion har diskuterats i BioM.



Figur 1.2 Där konventionellt lantbruk har svag lönsamhet kan arealen användas till bioenergi med rätt gröda och kostnadseffektiv odlingsteknik. Sådana arealer finns!

Marginaljordarnas fördel består i att de har lågt alternativvärde i livsmedelsproduktionen. Nackdelen består i att lantbrukets konventionella maskinpark inte är anpassad för odling, skörd och transport av biomassa från marginaljordarna, där arbetsförhållanden ofta är varierande och svåra. BioM-projektet diskuterar dessa frågor ingående.

Odlingssystem för biogasgrödor

Ökad efterfrågan innebär att lönsamheten vid odling av bioenergigrödor förbättras. Odling av 8 olika sådana grödor har studerats i fleråriga fältförsök inom BioM. Försöken har haft fokus på marginaljord av moräntyp men resultaten är relevanta även för konventionell jordbruksmark. Inom försöken har särskild uppmärksamhet ägnats åt de aktuella energigrödornas olika avkastning, biogaspotential, klimatgasavgång, växtnäringssbalans och energiinsats i odlingen.

Under projektperioden har ett motsvarande fältförsök med fem olika biogasgrödor anlagts på jord med hög mullhalt i Falköpings kommun.

Vård av marginaljordar ger miljönytta

Många marginalområden har höga naturvärden för biodiversitet och landskapsbild. Det är inte ovanligt att sådana områden är skyddade som naturreservat. Genom att skördas bioenergi med lämplig teknik och väl valda tidpunkter kan biomassa för biogasproduktionen minska lantbrukets tillskott av koldioxid (CO₂) till atmosfären.

tion levereras samtidigt som viktiga naturvärden vårdas. Sådan skörd av biomassa minskar också det oönskade växtnäringssflödet till vattendrag och recipenter. På sådana arealer bör fördelningen av kostnader mellan lantbruket och samhället diskuteras.

Kommentar

I denna evalueringssrapport sammanfattas resultatet från samtliga BioM-aktiviteter i det transnationella nätverket "Marginale Jorder och Odlingssystem". Delrapporterna svarar mot BioMs projektplan som beskrivits och beviljats i ansökan till EU/Interreg/Kask-fonden.

De olika experternas fullständiga originalrapporter som varit underlag för denna evalueringssrapport, kan också läsas på www.biom-kask.eu.

Tack!

Ett stort tack till alla som deltagit i projektledning, utvecklingsarbete, konferenser, seminarier, fältdemonstrationer, studieresor och diskussioner i den transnationella gruppen för Marginale Jorder och Odlingssystem. Ett särskilt tack till alla som medverkat i de olika kapitlen i denna sammanställning. Det har varit ett angenämt och lärorikt uppdrag att vara koordinator för detta nätverk i BioM.

2. DRIFT OG PLEJE AF ENGRØES

Lisbeth Nielsen, Anna Bodil Hald & Søren Ugilt Larsen

2.1 Sammandrag

Ved drift og pleje af engarealer i en ådal kan der høstes biomasse og næringsstoffer, samtidig med at naturen plejes. Arealerne kan imidlertid være meget forskellige i udgangspunktet. De kan variere fra meget kulturprægede til meget naturprægede eng-arealer, og nogle har været ude af drift i en årrække, dvs. at der kan indgå arealer i forskellige tilgroningsstadier.

Afprøvning af forskellige plejestrategier i Nørreådalen i Danmark er påbegyndt allerede i 2009, og vi arbejder derfor med resultater indsamlet i 2009-2012. Der afprøves forskellige driftsstrategier tilpasset arealtyper og ønsker til arealets pleje. Nogle arealer og strategier er kombineret til optimering af biomassehøst og opsamling af næringsstoffer. Andre arealer og strategier er kombineret med henblik på at opnå en bedre natureffekt. Der kan være mere eller mindre overlap i effekt uanset optimeringsstrategi.

Det vurderes, at naturkvaliteten optimeres ved dels afslåning og mere lystilgang, dels en vis udpining med fjernelse af biomasse. Derfor kan man på nogle arealer forvente god effekt af en, to eller flere delte strategier, hvor der i første fase fjernes næringsstoffer og derefter satses på botanisk naturkvalitet. På andre arealer tilføres måske kontinuert næringsstoffer fra omgivelserne og der er mulighed for kontinuert høst af store mængder biomasse.

Mængden af biomasse høstet pr. arealenhed har i Nørreådalen været højest i mosebunke (*Deschampsia cespitosa*) (se kap. 4), hvor der blev høstet 67-97 hkg tørstof per ha ved to slæt uden gødsning. Et mellemniveau er målt på arealer domineret af rapgræs-kvik (*Poa trivialis L.*, *Elytrigia repens*), hvor der blev høstet 42-51 hkg tørstof per ha, og de laveste niveauer er målt på arealer, der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv (*Juncus effusus L.*), hvor der blev høstet 25-52 hkg tørstof per ha ved samme behandling.



Figur 2.1 Biomassehøst i Nørreådalen.

Næringsstofmængden høstet med afgrøden ved to slæt pr. år uden gødskning på mose-bunke arealerne (kap. 4) var på 129-151 kg N, 16-23 kg P og 25-43 kg K per ha. Ved samme behandling på et areal, der i udgangspunkt var domineret af rapgræs-kvik, blev der opnået et lidt lavere niveau: 92-96 kg N, 11-16 kg P og 25-35 kg K. For et areal, der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv, blev der høstet 36-86 kg N, 4-9 kg P og 18-35 kg K per ha. Biomassehøst kan således opfattes som et alternativ til våde enge. Ved biomassehøst vil man have både N og P til rådighed til gødskning på omdriftsarealer i modsætning til udkommet af de våde enge, hvor N fjernes fra de vandløbsnære arealer ved denitrifikation, og hvor man stadig har P som et uløst problem. På våde enge er det også praktisk vanskeligt at udnytte biomassen fra arealerne.

Da flere kulturprægede enge synes at have kalium som det begrænsende næringsstof, er det forsøgt at tilføre K til forskellige arealtyper. For mose-bunke var der signifikant højere tørstofudbytte i tredje forsøgsår med K-tilførsel. For rapgræs-kvik og lyse-siv var der en signifikant udbytteeffekt ved at sammenholde resultater over henholdsvis 2 og 3 år. Med hensyn til K-effekt på næringsstofopsamling af N og P var der signifikant mere N høstet med biomasse i rapgræs-kvik og mere P høstet i lyse-siv.

Græs-isåning er analyseret som en mulighed for at øge udbytte og fordøjelighed på lyse-sivsareal. Der var en ikke signifikant tendens til højere udbytte, ved at iså alm. rapgræs, eng-rottehale og eng-rævehale. Med hensyn til påvirkning af floraen med forskellige driftsstrategier er der dels udført registrering af arts- sammensætning på tørstofbasis, dels udført artsregistreringer i marken

På arealet, der i udgangspunktet var domineret af almindelig rapgræs og kvik, benyttet til to slæt og stigende mængde K-vinasse, blev den botaniske sammensætning påvirket således, at der kom en større tørstofandel af kvik, jo højere produktionsniveau (K-tilførsel). På arealet, der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv, blev der afprøvet flere benytTELser og ved sammenligning af "uden drift" med et slæt og drift med to slæt, var lyse-sivs andel aftagende fra nul til to slæt, dvs. der blev plads til andre og flere arter. Det var samtidig mere fintløvede og mere fordøjelige arter, der også er fordelagtige i biogasproduktion.



Figur 2.2 Høst af K-gødsket feltforsøg i Nørreådalen.

Floraens udvikling blev også undersøgt i engfelterne før første slæt. Her kommer alle arter med, også de helt lavt voksende roset arter. For rapgræs-kvik var der over tid størst stigning i antal arter og lavere Ellenberg N-værdier ved lavest produktionsniveau, hvor lave Ellenberg N-værdier er en indikation for højere naturkvalitet. På arealet domineret af lyse-siv var det især behandlingen uden K-tilførsel og med to slæt, der skilte sig ud med hensyn til høj naturkvalitet.

Selvom K-tilførsel øger produktionsniveauet og umiddelbart kan give en ringere naturkvalitet, kan tilførslen godt være et led i en langsigtet strategi for bedre naturkvalitet på sigt, dvs. efter en periode med opsamling af N og P. Derfor er lokalt tilpassede strategier væsentlige for en god effekt af plejen.

Ud over effekt på botanik i felter med forskellige K-niveauer m.v. blev der udført undersøgelser af, hvordan floraen kan fremmes ved særlige tiltag i forbindelse med biomassehøst. Der blev arbejdet med at introducere arter fra en nabo eng med mange arter, dels som frø af en enkelt art (trævlekroner), dels indsamlet hø med frø af diverse arter. Arterne blev dels søgt introduceret i felter, hvor der var udført skrab af overfladejord (4x4 m), så der var en ren spireflade i midten af parcellerne, dels i felter hvor jorden umiddelbart efter første slæt blev ridset op. Ved overfladeskrab var der en relativ hurtig etablering, og det var her bedst med hø. Det var nødvendigt med tilførsel af frø for at få flere særlige engarter på arealet indenfor en kortere periode. Ellers blev afskrabningsfelterne overvokset med arter som knæbøjet rævehale og andre arter, der i forvejen dominerede arealet. På arealer med opridsning blev frø og hø introduceret i 2009. I 2011 var der respons fra nogle arter, men først i 2012 har der været god etablering af trævlekroner.

Alt i alt er der botanisk set en positiv effekt af at tage slæt, og på de givne arealer har det været bedre for naturkvalitet med to slæt frem for ét slæt. Den bedste introduktion af nye arter blev opnået ved også at tilføre frø fra naboareal. For at opnå et godt resultat er det nødvendigt at finde arealer, der er egnede til at modtage frø af de ønskede plantearter, hvilket den eksisterende flora og hydrologiske forhold kan indikere.

2.2 Introduktion och metoder

I BioM er der afprøvet forskellige driftsstrategier på forskellige engtyper på tørvejord med henblik på at få et erfaringsgrundlag til den fremtidige drift af enge med forskellig vegetation. Der er dels afprøvet strategier, hvor der primært stiles mod at høste biomasse og næringsstoffer, og der er afprøvet strategier, hvor der primært stiles mod at fremme den botaniske naturkvalitet. Nogle arealtyper har højere potentiale for at fremme den botaniske naturkvalitet end andre, og derfor skal plejen tilpasses de lokale forhold.



Figur 2.3. Høst af K-gødsket feltforsøg i Nørreådalen.

For at give plads til forskellige plantearter er der mange steder brug for at fjerne næringsstoffer fra arealerne (Nielsen et al. 2006). Det forventes, at der nogle steder tilføres næringsstoffer fra oplandet eller med oversvømmende åvand, således at der på sigt er basis for at hente relativt høje biomassemængder, medens det andre steder forventes, at produktionen går ned efter nogle år med biomassehøst, og at man her vil opnå et så passende lavt produktionsniveau, at diversitet og naturværdier bliver mere tilgodeset.

Der er arbejdet med forskellige felteksperimenter, dels med tilførsel af K-vinasse til arealer med mose-bunke, som beskrevet i kapitel 4, dels med tilførsel af K-vinasse til arealer med en vegetation domineret af rapgræs-kvik, og arealer der fra starten var domineret af lyse-siv. Nogle af felterne er udlagt allerede i 2009 i forbindelse med et forudgående Natur- og Miljøprojekt i Nørreådalen, og relevante resultater fra det forudgående projekt er medtaget her.

Forekomst af de enkelte plantearter i forsøgsfelterne er angivet ved en karakter ud fra en skala med laveste karakter, hvis der kun er 1-5 planter og højeste karakter hvis arten dominerer i hele feltet. Ved vurdering af botanisk naturkvalitet er der arbejdet med forekomsten af arterne ud fra denne karaktergivning og med arternes Ellenberg N-værdi, der er en skala fra 1-9, som angiver hvor højt produktionsniveau, de forskel-

lige arter sædvanligvis vokser ved. Med hensyn til naturkvalitet er det således en forbedring, hvis den vægtede Ellenberg N-værdi er blevet lavere med en given drift.

Plantebestanden er desuden karakteriseret på tørstofbasis. Repræsentative prøver er sorteret på artsniveau, således at dominerende arter i biomassen og andelen af urter og dødt materiale er beskrevet.

De forskellige feltekspimenter, ud over eksperimenter med mosebunke, der er beskrevet i kapitel 4, er beskrevet her:

A. Effekt af biomassehøst med tre niveauer af K-tilførsel på produktion, nærringsstofbalance og botanisk sammensætning i areal med almindelig rapgræs og almindelig kvik som dominerende arter i udgangspunktet.

Afprøvning af K-vinasse i rapgræs-kvik bestod af tilførsel af tre niveauer af K og to årlige slæt, og da der ikke blev høstet så meget K som tilført i 2010, er niveauerne sænket i de efterfølgende år:

- 0 K i alle år
- 58 K i 2010, herefter 45 kg K per ha
- 115 K i 2010, herefter 90 kg K per ha

B. Effekt af eftersåning med græsarter og tilførsel af K-vinasse på areal domineret af lyse-siv i udgangspunktet, hvor der startes med førstegangsplyje efter en periode uden drift.

Formålet var at belyse, hvordan floraen på et engareal tilgroet med lyse-siv efter fem års ophør af drift (slæt/afgræsning) kan ændres i retning af plantesamfund domineret af mere finløvede og fordøjelige græsser på et areal med lav botanisk naturkvalitet i udgangspunktet. Ved at høste større mængder biomasse forventes at fjerne større mængder næringsstoffer, med en mulig langtidseffekt i form af lavere næringsstofpulje i jorden og bedre betingelser for højere botanisk diversitet på sigt. I en af behandlingerne blev der det første år sat på effekten af at afhøste uplejet vegetation med to slæt, denne behandling blev efterfølgende ændret til en ét slæt strategi. Desuden en behandling med tilførsel af græsfrø efter forudgående opridsning af jorden og græssålen i en nyhøstet parcel. Her blev isæt græsarterne: Alm. rapgræs, eng-rottehale og eng-rævehale; alle vurderet som gode græsarter på det fugtige areal.

Behandlingerne i lyse-siv og produktionspåvirkninger er angivet i tabel 2.1.

Tabel 2.1 Oversigt over behandlinger på areal domineret af lyse-siv i udgangspunktet. Eksperiment B.

Gammel vegeta- tion fjernet maj 2009	Eftersåning maj 2009	Vinassegøskning Kg K per ha*	Slæt per år 2009-2012
Ubenyttet	Nej	-	-
2 slæt 2009 -> 1 slæt	Nej	-	0
0 vinasse	Ja	-	0
½ vinasse	Ja	-	58-45
1 vinasse	Ja	-	115-90
Eftersåning 3 græsarter	ja	ja	0

*) høje vinasse tildelinger i 2009-2011, herefter det lavere niveau i 2012.

C. Effekt af eftersåning med urter fra lokalområdet, enten som indsamlet frø eller engplejehø på areal domineret af lyse-siv i udgangspunktet, hvor der startes med førstegangspleje efter en periode uden drift.

Formålet var en hurtigere fremme af botanisk naturkvalitet i forbindelse med biomassehøst, hvor der ikke er kreaturer til at flytte frø rundt på arealerne. Frø af trævlekronen blev afprøvet som en modelart, men man kan i principippet gøre tilsvarende med andre engarter. Engplejehø er en betegnelse for hø høstet på et areal med mange arter, der benyttes til udspredning på et mindre artsrigt areal for at fremme artsdiversiteten på dette. Ved anvendelse af engplejehø høstes hø fra 1 m², som spredes på 3 m² i det nye område. Både frø af trævlekronen og engplejehø er indsamlet i samme nabo eng midt i juli måned, hvor det er flyttet direkte fra artsrig eng til det areal, hvor etableringen blev afprøvet.

Tabel 2.2 Oversigt over behandlinger på areal domineret af lyse-siv i udgangspunktet. Eksperiment C.

	Gammel vegetation fjernet maj 2009	Eftersåning juli 2009	Slæt per år 2009-2012
2 slæt 2009 -> 1 slæt	Nej	-	2->1
2 slæt, ingen frø eller hø	Ja	-	2
Efterså med frø af trævlekronen fra naboeng, 2 slæt	Ja	ja	2
Eftersåning med enghø inkl. frø fra naboeng, 2 slæt	Ja	ja	2

D. Effekt af etableringsfelter med fjernelse af overjord på tørvejord domineret af lav ranunkel, alm. syre og stor nælde i udgangspunktet og etablering med urtefrø eller engplejehø fra lokalområdet samt effekt af langt interval mellem slåning uden fjernelse af overjord.

Formålet var at opnå en højere plantediversitet på et areal, hvor næringsstofniveauet forventes at være relativt lavt samt vurdere effekt med meget lav plejeintensitet. Felterne blev etableret i 2010, hvor der blev udført botaniske moniteringer, og efter pleje af arealerne i 2010 og 2011 er der udført moniteringer igen i 2012. I disse felter er der ikke målt udbytte – felterne er udelukkende udlagt for at se på driftsstrategiernes påvirkning af botanisk udvikling.

Tabel 2.3 Oversigt over behandlinger på areal domineret af lav ranunkel, alm. syre og stor nælde i udgangspunktet. Eksperiment D.

	Overjord fjernet i delområde juli 2010	Eftersåning juli 2010	Slæt
Ubenyttet		-	Uden drift
Slæt hvert andet år (2011)		-	Ét slæt hvert andet år
Slæt årligt		-	Ét slæt årligt
To slæt årligt		-	To slæt årligt
Afskrab uden isåning	Ja	-	1 eller 3 slæt per år*
Afskrab, lokale frø, trævlekronen	Ja	Trævlekronen	1 eller 3 slæt per år*
Afskrab med lokalt hø med frø	Ja	Engplejehø	1 eller 3 slæt per år*

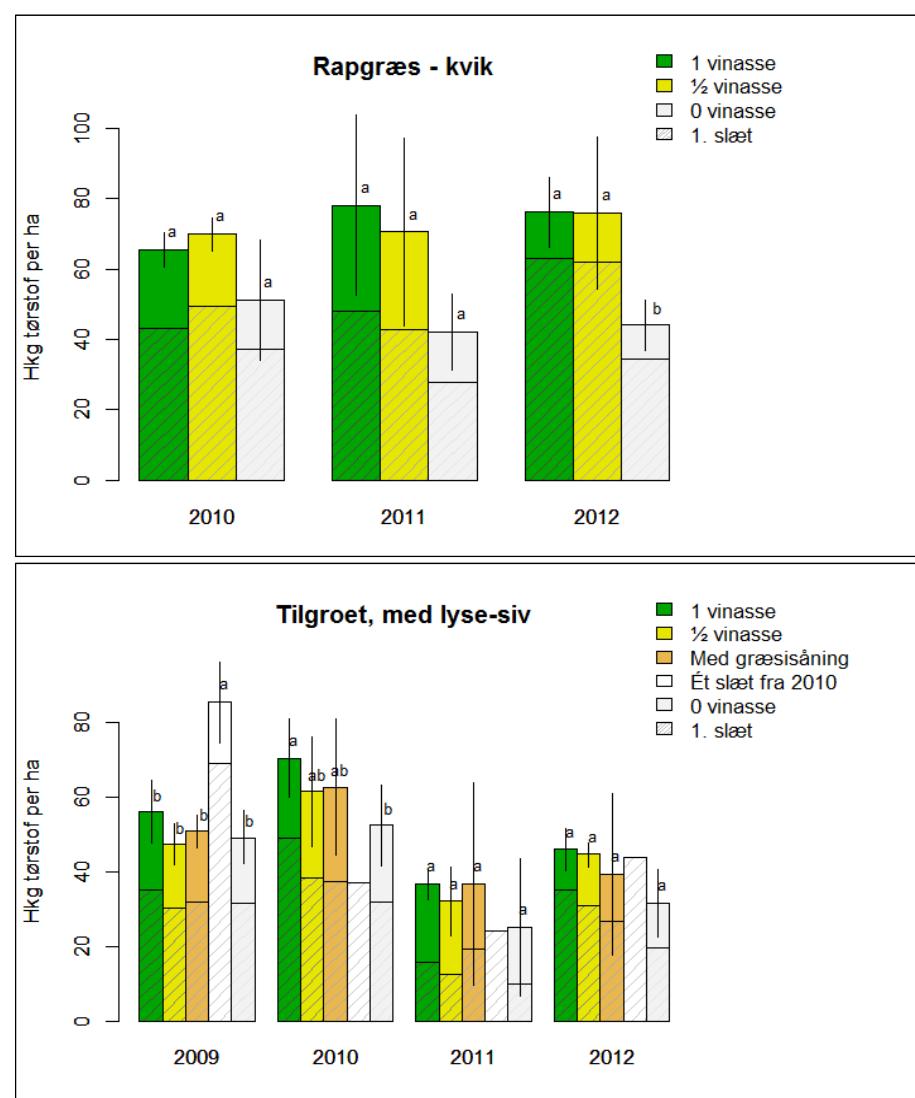
*I felter med overfladeskrab er der afprøvet forskellige muligheder for at de etablerede planter kan brede sig videre i vegetationen, og der er udført to ekstra slæt på den ene halvdel af afskrabningsfelterne.

Sammenholdes vandstandsmålinger for vækstperioden maj-september 2011 for de forskellige arealtyper var vandstanden på både areal domineret af rapgræs-kvik og areal domineret af lyse-siv med vinassetilførsel i gennemsnit på -25 cm, på areal domineret af lyse-siv med etablering af urter på -15 cm og på areal med etableringsfelter i form af overfladeskrab på -30 cm. Alle mere fugtige end mose-bunkearealet (se kap. 4), der i samme periode var på -40 cm.

2.3. Resultat och diskussion

Ændret produktion af biomasse til biogas

Effekt af biomassehøst ved tre niveauer af K-tilførsel på produktion på areal med rapgræs og kvik som dominerende arter i udgangspunktet og på areal, der i udgangspunktet var domineret af lyse-siv er vist i figur 2.4.

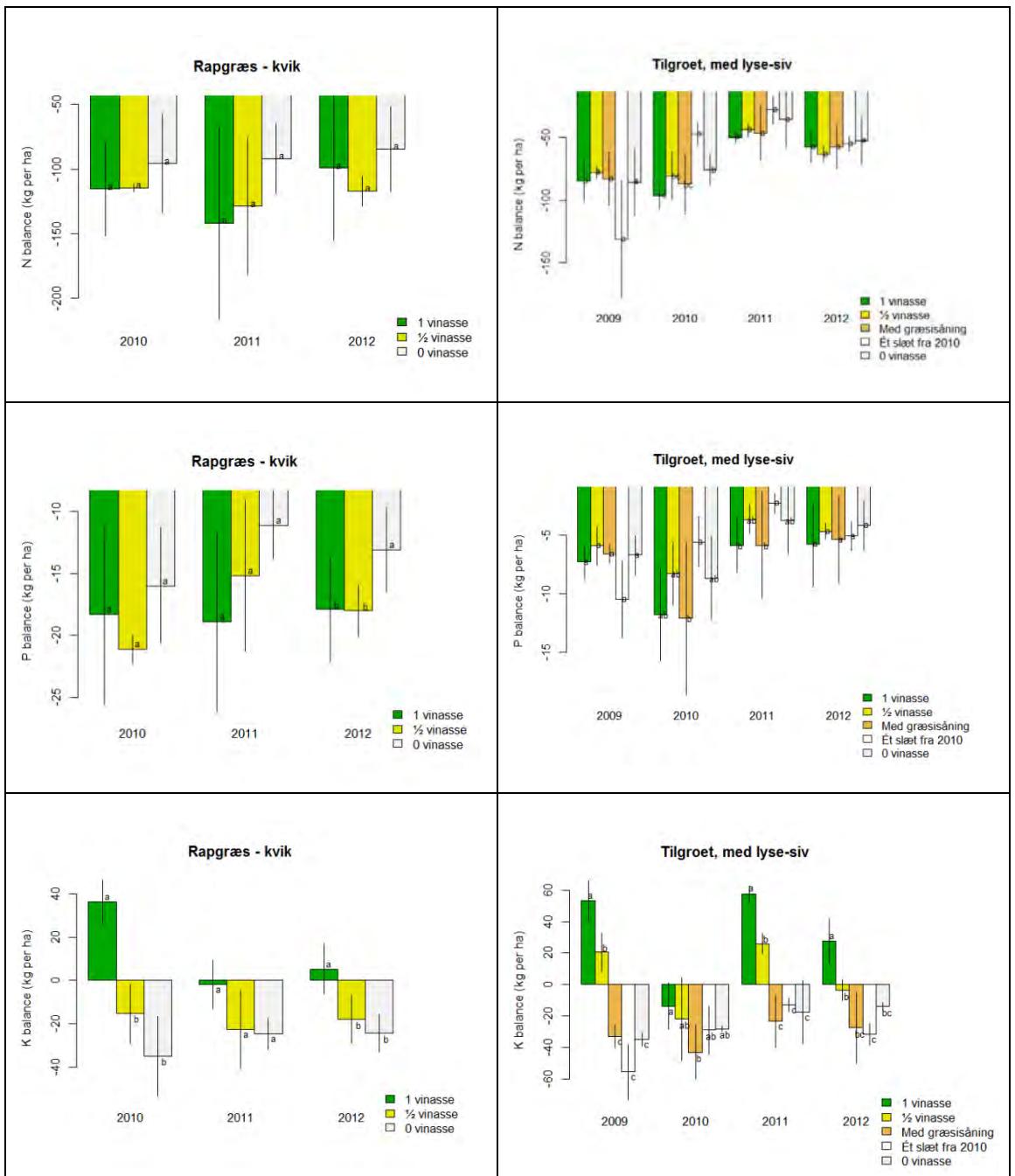


Figur 2.4. Udbytte i tørstof på areal, der i udgangspunkt var domineret af rapgræs og kvik (øverst), og areal der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv (nederst). På begge arealtyper blev afprøvet 0, ½ og 1 vinasse niveauer (se metodeafsnit). I lyse-siv desuden en behandles med græsisåning. Alle nævnte behandlinger med to slæt. Desuden en behandling uden en første afhugning i foråret 2009, der er ændret fra to slæt i 2009 til kun ét slæt per år efterfølgende. Graferne viser middelværdier og 95 % konfidensintervaller. Behandlinger med samme bogstav indenfor hvert år er ikke signifikant forskellige fra hinanden (under antagelse om ens varians).

I rapgræs-kvik blev tørstofudbyttet øget af vinassetilførsel. I 2012 var der signifikant højere udbytte ved tilførsel af vinasse end uden tilførsel af vinasse, men der var ikke forskel på de $\frac{1}{2}$ og 1 vinasseniveauer, og det var tilstrækkeligt med tilførsel af 45 kg K for at øge produktionsniveauet. Samme forhold ved vurdering af alle data over år, hvor $\frac{1}{2}$ vinasse i gennemsnit øgede udbyttet fra 46 til 72 hkg tørstof per ha. I lyse-siv var udbyttet relativt højt i 2009 og 2010, men med et generelt fald i 2011, hvor arealet var meget vådt i efteråret, og 2012 var en meget nedbørsrig sommer. Felterne blev i foråret 2009 slæt af og biomassen fjernet, før tildeling af vinasse eller græs-isåning. Der blev bevaret et uslæt felt, hvor to slæt inkl. gammel vegetation blev høstet i 2009. Der var meget biomasse i den gamle vegetation. Over årene 2009-2012 blev der høstet signifikant mere biomasse ved højt niveau af vinassetildeling til lyse-siv sammenlignet med ingen tildeling. Tildelingen af 1 vinasse øgede i gennemsnit udbyttet fra 40 til 59 hkg tørstof per ha. Isåning af græsfrø viste tendens til højere udbytte, men ikke signifikant.

Ændret fraførsel af N, P og K med biomassen

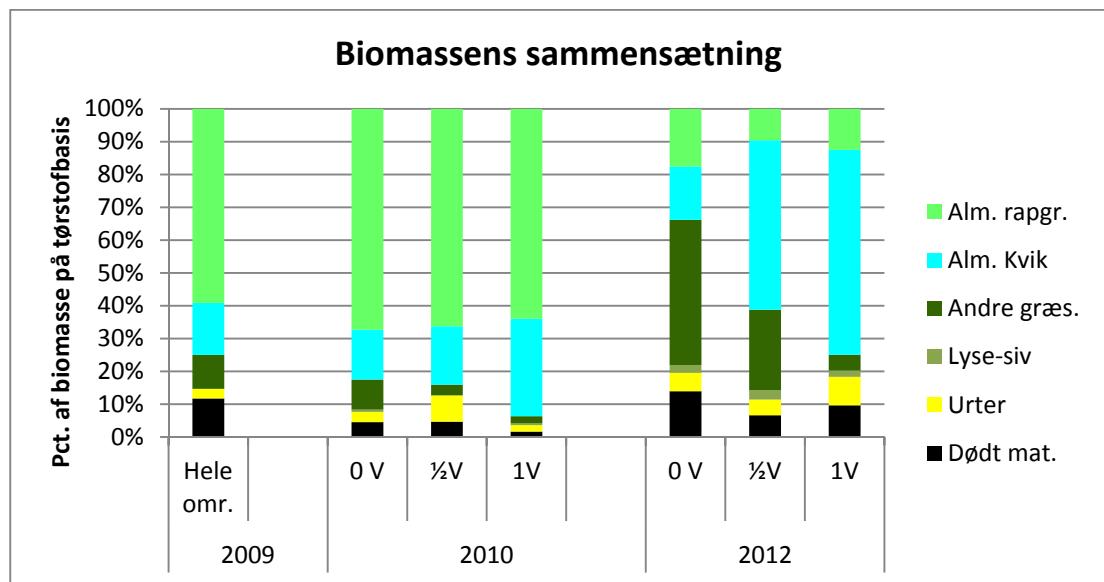
På arealet, der i udgangspunkt var domineret af rapgræs-kvik, kunne der høstes mere N og P ved $\frac{1}{2}$ vinassetilførsel, hvilket over år var signifikant, men for P var det kun signifikant i 2012 (se figur 2.5). I gennemsnit blev der fjernet ca. 30 kg mere N og 5 kg mere P ved vinassetilførsel. Effekt af vinasse for høst af næringsstoffer på arealet, der i udgangspunkt var lyse-sivs domineret, var kun signifikant for N i 2010. For P var der en lille effekt ved at se på alle år samlet. For græs-isåning var der tendens til højere opsamling af N og P.



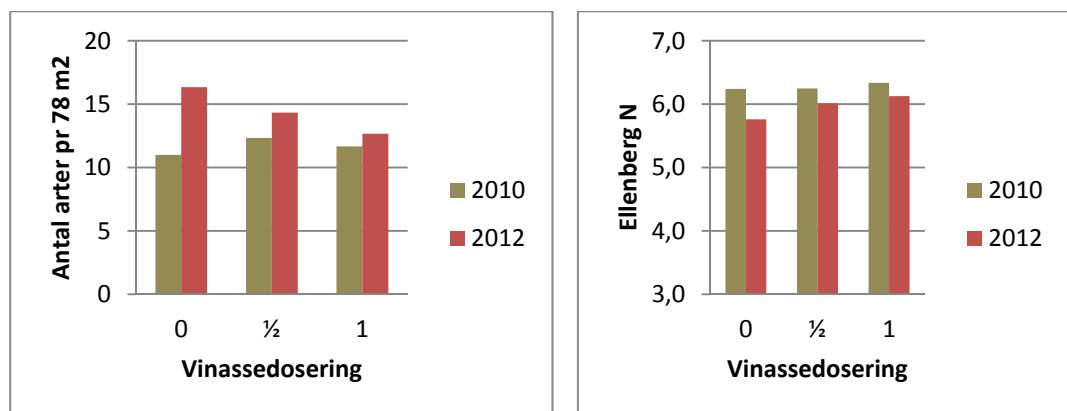
Figur 2.5. N, P og K i høstet biomasse i rapgræs-kvik og lyse-siv ved tre vinasseniveauer, hvor fraførsel af K er bruttofraførsel. I lyse-siv desuden isåning af græs og en behandling uden en første afhugning i foråret 2009, der i 2010 er ændret fra to slæt til kun ét slæt per år. Graferne viser middelværdier og 95 % konfidensintervaller. Behandlinger med samme bogstav indenfor hvert år er ikke signifikant forskellige fra hinanden (under antagelse om ens varians).

Ændret artssammensætning og Ellenberg N ved forskellige driftsstrategier

Botanisk sammensætning ved 1. slæt er vist på tørstofbasis for rapgræs-kvik i figur 2.6. Biomassens botaniske sammensætning på udvalgte enkeltarter og i grupper har ændret sig ved de forskellige behandlinger. Som det fremgår, var der i udgangspunktet primært almindeligt rapgræs. Vinassetilførsel har på dette kulturprægede engareal resulteret i en større andel af almindelig kvik. Ved vurdering af planterarterne i felterne før første slæt i 2010 og i 2012 ses en tendens til øget artsantal ved laveste produktion, hvor der tilsvarende var tendens til lavere Ellenberg N-værdi (figur 2.7).

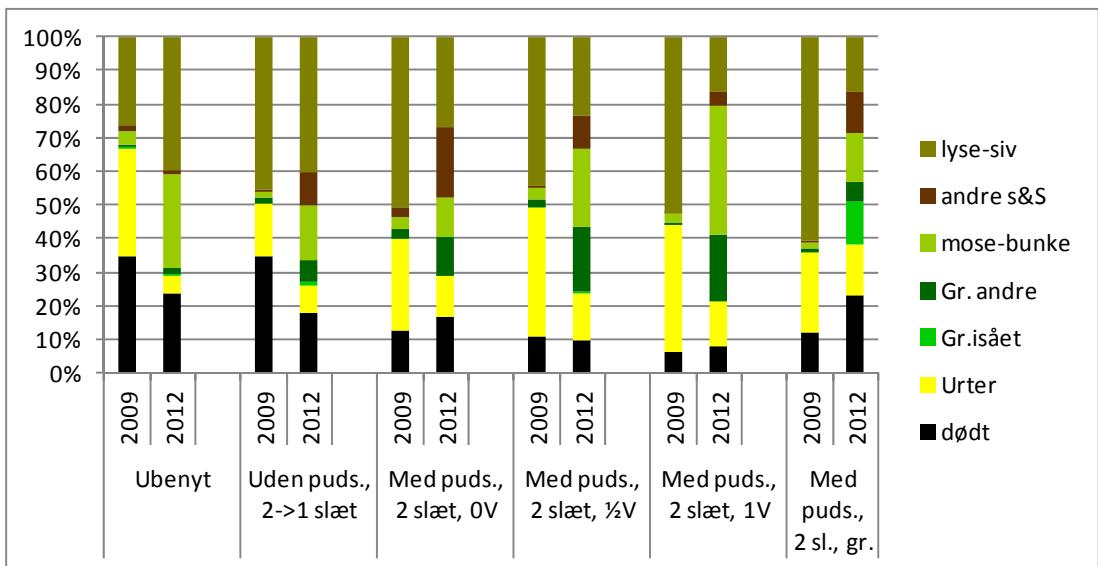


Figur 2.6. Biomassens botaniske sammensætning ved 1. slæt. Sammensætningen ændrede sig således, at der kom mere almindelig kvik ved vinassetildeling på det kulturprægede areal, der i udgangspunkt var domineret af almindelig rapgræs og almindelig kvik. Der er taget to årlige slæt ved alle behandlinger.



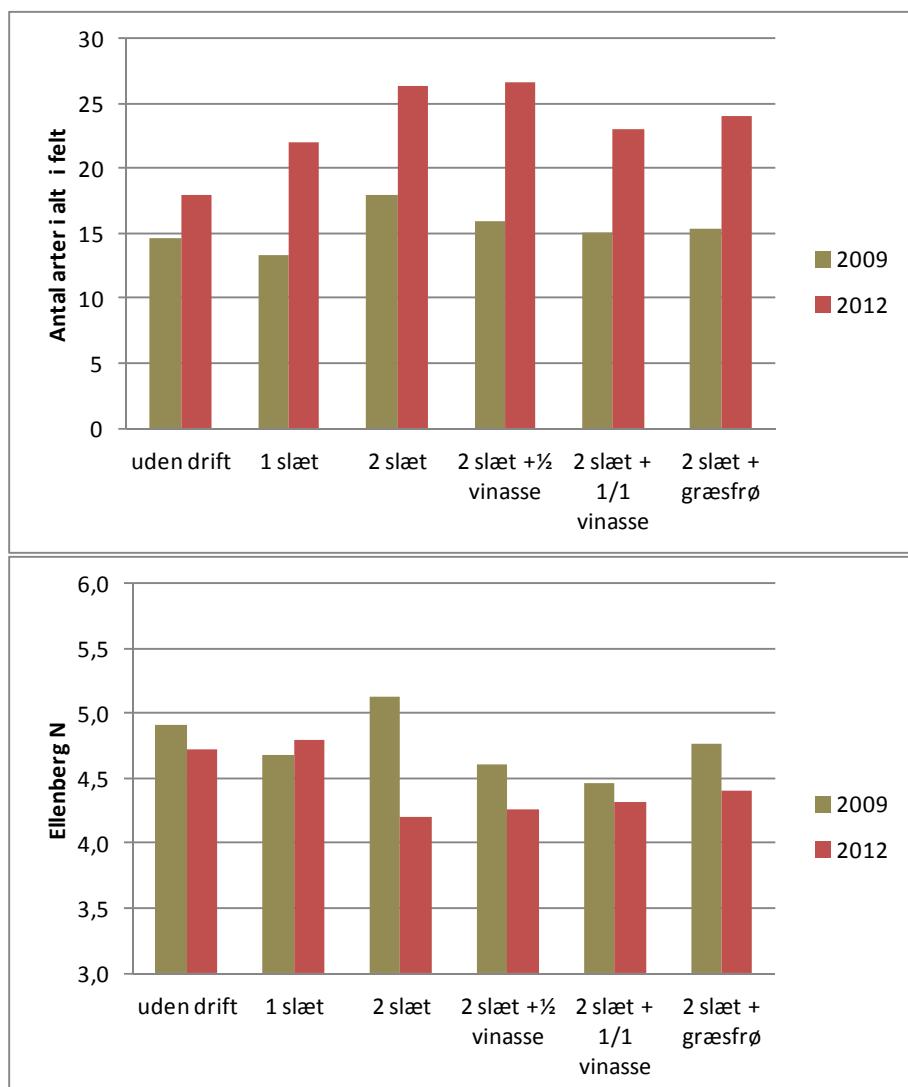
Figur 2.7. I rapgræs-kvik var der i 2012 tendens til et højere antal arter jo lavere produktionsniveau (niveau af K-vinasse) og planterestandens Ellenberg N-værdi havde en nedadgående tendens ved laveste produktionsniveau. Der var ikke signifikante forskelle mellem behandlinger. På tværs af behandlinger var Ellenberg N signifikant lavere i 2012 end i 2010.

For arealet, der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv, ændrede sammensætning på tørstofbasis sig således, at der kom mere lyse-siv i felter uden benyttelse og en reduktion i mængden af lyse-siv ved at øge antal slæt fra 0 til 2 (figur 2.8). Andelen af urter blev mindre, men det var en reduktion af arter, som stor nælde, alm. syre og alm. hanekro, hvor der til gengæld blev plads til flere engarter med status af højere naturkvalitet.



Figur 2.8. Biomassens botaniske sammensætning på tørstofbasis ved 1. slæt på areal domineret af lyse-siv i udgangspunktet. Sammensætningen ændrede sig således, at der kom mere lyse-siv ved ubenyttet og en øget reduktion i mængden af lyse-siv ved at øge antal slæt fra 0 til 2. Andelen af urter blev generelt mindre, men det var en reduktion af arter som stor nælde, der til gengæld gav plads til flere engarter, med status af højere naturkvalitet.

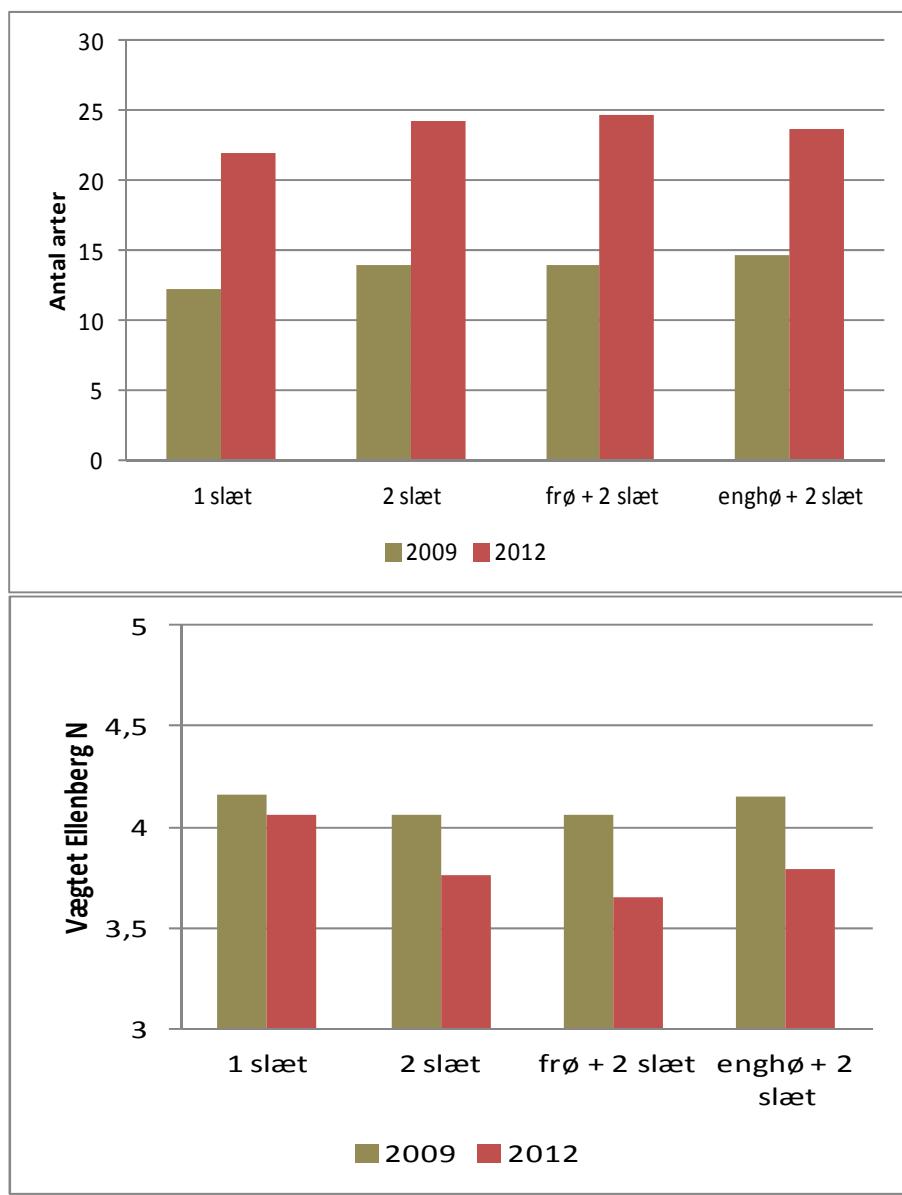
På tværs af behandlinger øgedes antal arter fra 2009 til 2012 og Ellenberg N faldt samtidig. Sammenlignes data fra 2009 og 2012 samlet var der signifikant færre arter i ubenyttet end ved to slæt, både ved 0 og $\frac{1}{2}$ vinasse. Tilsvarende var Ellenberg N signifikant højere ved ubenyttet end ved 0, $\frac{1}{2}$ og 1 vinasse. Der var især en effekt af to slæt 0 vinasse, der reducerede Ellenberg N markant (figur 2.9). Højder målt før 2. slæt i 2012 viste, at vegetationen var dobbelt så høj i felter uden drift, som felter der er plejet med to årlige slæt. Der er således væsentlig forskel på, om nye planter har mulighed for at spire frem ved de forskellige benyttelser.



Figur 2.9. Antal arter per 36 m^2 og Ellenberg N i 1. og 4. år på areal, der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv. To slæt uden tilførsel af K-vinasse reducerede Ellenberg N markant.

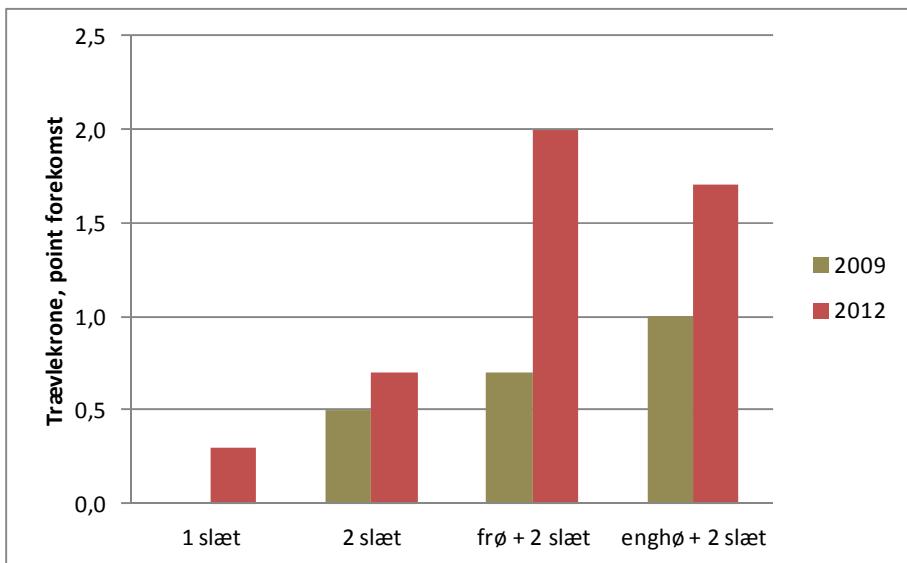
Særlige tiltag til fremme af botanisk naturkvalitet

På et areal domineret af lyse-siv i udgangspunktet blev det vurderet, at der var potentielle for en flora fremmende strategi. Her blev afprøvet dels tilførsel af engplejehø og dels tilførsel af lokale frø af trævlekrone. Der er ikke regnet statistik på disse data, men antal arter ved de forskellige behandlinger har i alle tilfælde været højere i 2012 end i 2009 (figur 2.10). Der var tendens til flere arter, og Ellenberg N viste bedst resultat (lavest værdi) ved to slæt frem for et slæt.



Figur 2.10. Antal arter i felt (36 m^2) på areal domineret af lyse-siv har i alle tilfælde været højere i 2012 end i 2009, men med en tendens til flere arter ved to slæt frem for ét slæt. Ellenberg N viser bedst resultat (lav Ellenberg N) ved to slæt frem for 1 slæt. De nye arter i felter med to slæt er arter med lavere Ellenberg N.

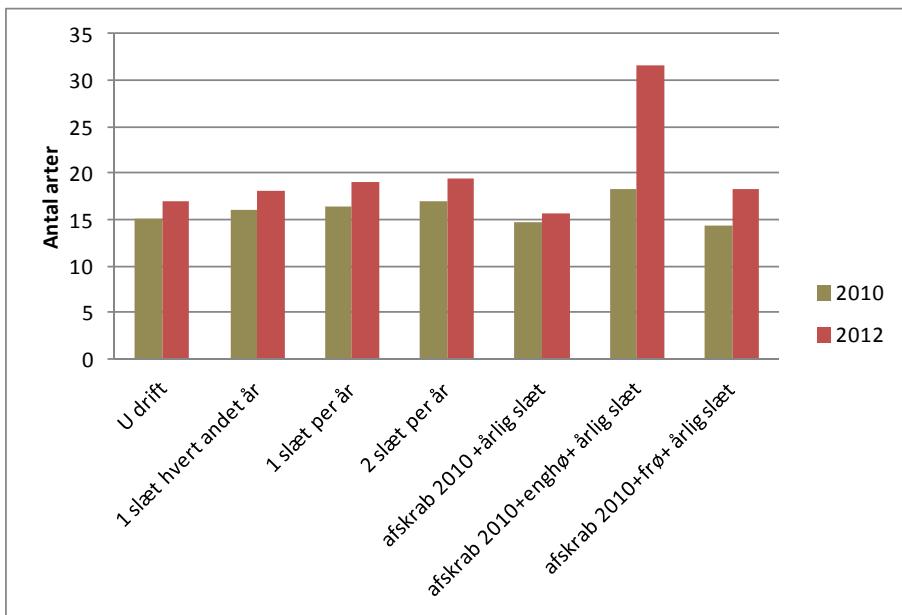
For at vurdere etablering af trævlekrone blev felterne gennemgået for fremspirling af denne art i 2010 og 2011, men med skuffende resultat. Først i 2012 viste der sig resultat af henholdsvis frø og engplejehø (figur 2.11). Man skal således være tålmodig i den slags undersøgelser. Nu er spørgsmålet, hvad der skal til, for at de etablerede planter trives og forbliver på arealet.



Figur 2.11. Forekomst af trævlekrone i 2012, vist som gennemsnitlige point i felterne. Trævlekrone er i 2012 observeret i alle behandlinger med sammenligning af florafremmende strategier, men primært i behandlinger med tilførsel af lokal frø eller tilførsel af lokal engplejehø med frø.

På et areal, der i udgangspunktet var domineret af lav ranunkel, almindelig syre og stor nælde, blev der afprøvet forskellige plejestrategier fra meget ekstensiv pleje med ét slæt hvert tredje, hvert andet, hvert år eller hver to årlige slæt til intensiv pleje med etablering af nye arter som på arealet domineret af lyse-siv. Her blev der specielt udført overfladeskrab på de midterste 4x4 m af de 14x14m store forsøgsfelter, hvor frø, hø eller ingen tilførsel blev sammenlignet.

Effekten på antal arter ved de forskellige benytTELser er vist i figur 2.12. Som det fremgår, er blot afslåning eller blot afskrabning ikke tilstrækkeligt til en sikker introduktion af nye arter, der er behov for, at et potentielt af nye arter tilføres i form af lokalt frø eller hø fra artsrigt naborealer. Vi har lagt vægt på, at der skal benyttes lokale frøkilder, idet det sikrer, at der benyttes et materiale, som forventes udviklet i samspil med de lokale insektpopulationer. Det sikrer, at vi har en mere naturlig vegetation og ikke introducerer særlige underarter, der kommer fra udenlandske frø. Vurderet ud fra Ellenberg N blev de laveste værdier opnået i felter med enghø tilført og i felter med to slæt.



Figur 2.12. Tilførsel af lokale urter og enghø i etableringsfelter med afskrabning har givet et større antal arter, hvor der er tilført enghø. Blot fjernelse af næringsstoffer eller overfladeskrab var ikke tilstrækkeligt. Der er brug for tilførsel af frø af nye arter for en for en markant botanisk forbedring indenfor en kortere periode.

Der arbejdes på at arter introduceret i etableringsfelterne, skal kunne sprede sig uden for afskrabningsområdet. Derfor er der gennemført ekstra slæt på halvdelen af disse felter, idet det forventes, at arterne lettere kan spredes, hvor der sørges for mere lysåbne flader.

2.4. Konklusion

Det er muligt via driftsstrategi at påvirke ådalens vegetation både med hensyn til produktionsniveau, næringsstofopsamling og botanisk sammensætning.

Det er fordelagtigt at lægge en langsigtet strategi med udgangspunkt i de lokale forhold og at prioritere, hvor der primært skal satses på botanisk naturkvalitet, og hvor der primært skal satses på biomassehøst og næringsstofopsamling.

Tilførsel af kalium-vinase er ikke nødvendigvis til hindring for naturkvalitet, hvis biomassen fjernes.

Botanisk naturkvalitet fremmes med trindelt strategi: Fjerne næringsstoffer - fremme arter.

Engvegetationen udvikles over tid - der er brug for erfaringsopsamling over en længere periode.

2.5. Referenser

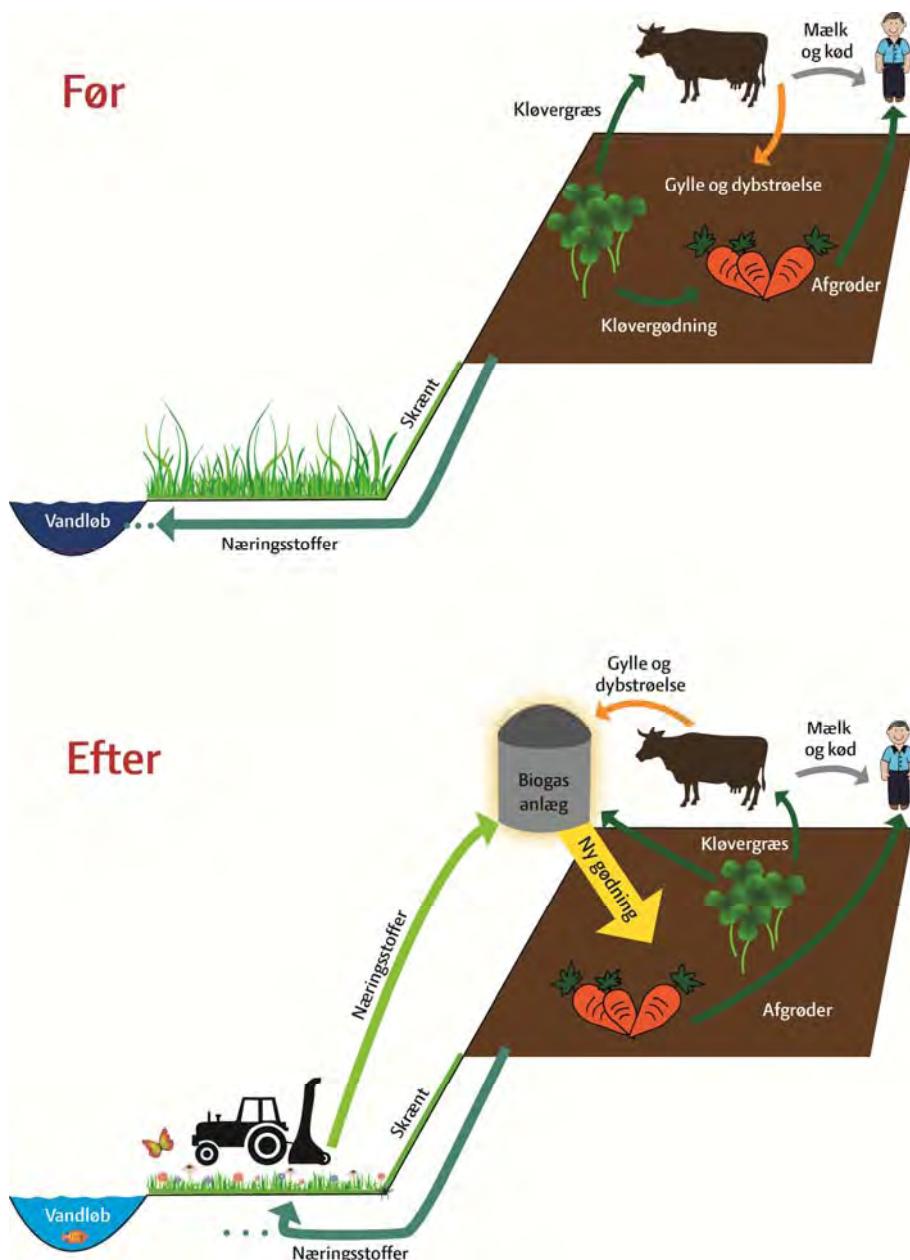
- Nielsen, L., Hald, A. B. & Buttenschøn, R. M. 2006. Beskyttede ferske enge: Vegetation, påvirkninger, pleje og naturplanlægning. Skov- og Naturstyrelsen, 87 pp.

3. MODEL FOR FLOW AV NÆRINGSSTOFFER I ENGGRØS

Anke Stubsgaard

3.1 Sammandrag

Undersökningar och beräkningar i BioM visar att slätter av strandängar, i kombination med biogasanläggning, inte bara ger förnyelsebar energi, melk, köd och afgröder, men också en väsentlig reducering av näringssstoffbelastningen på vandløbet. Se figur 3.1 nedan.



Figur 3.1 Nyt flow af næringsstoffer i Nørreådalen.

3.2 Introduktion och metoder

Baggrund og formål

Et væsentligt mål for BioM projektet er at skabe et bæredygtigt flow af næringsstoffer ved at kombinere behovet for naturpleje med produktion af bioenergi og gødning til økologisk jordbrug.

En betydelig del af engene i Nørreådalen vokser til, fordi de tidligere er udnyttet til afgræsning, men dette er ikke længere rentabelt. Gentagen høst over en årrække vil øge biodiversiteten på de høstede arealer. Det høstede enggræs kan bjærges, hvorved næringsstoffer fjernes fra arealerne. Enggræsset kan anvendes som energikilde til biogasproduktion og derefter anvendes som gødning til økologisk planteavl. I Nørreådalen udgør biomassen en unik ressource i forhold til produktion af biogas og økologiske gødningsstoffer. Næringsstoffer er en knap og værdifuld ressource i det økologiske jordbrug, og der forventes stor interesse for gødningsstoffer i økologisk planteproduktion.

Der er to kvælstof-generatorer i dette system:

- Kvælstoffet i enggræsset fra Nørreådalen
- Kløvergræs fra økologiske planteavlere

Planteavlerne får mere kvælstof ud af at høste og bioforgasse kløvergræs end af bare at pløje det ned. Det skyldes, at biogasgylle har N-virkning på 70-80 %. Dybstrøelse og grøngødning har svagere virkning.

Bioforgasning af økologisk biomasse og husdyrgødning medfører en omfordeling af næringsstofferne fra de bedrifter, hvor der er overskud af næringsstoffer, til de bedrifter, hvor der er behov for ekstra gødning.

Indhold

Der laves beregninger for flow af N, P og K. Desuden foretages sammenlignende beregninger af de miljøforbedrende virkninger af recirkulerede næringsstoffer med alternative næringsstofkilder.

Parametre til beregning af næringsstofflowet

Grundlaget for beregningerne og beskrivelse af flow tilvejebringes gennem oplysninger om:

- Arealgrundlag for biomasseproduktion af enggræs fra Nørreådalen
- Udbytter i enggræs
- Næringsstofindhold i biomasse fra Nørreådal og økologiske bedrifter
- Indhold af næringsstoffer i kløvergræs, kvæggylle og dybstrøelse fra økologiske bedrifter
- Næringsstofindhold i afgasset biomasse
- Næringsstoffer i høstudbytterne fra de økologiske forsøg
- Litteraturstudier.

Oplysningerne gennemgås herunder.

Arealgrundlaget for biomasseproduktion af enggræs

Arealgrundlaget for biomasseproduktionen fra Nørreådalen er undersøgt. Der er 1200-1300 ha, hvoraf 73 % er indenfor 10 km. Idet der vil være arealer, som er svært til-

gængelige samt arealer, der afgræsses eller som lodsejeren af andre grunde ikke vil anvende til formålet, estimeres arealgrundlaget at være min 500 ha med en gennemsnitlig transportafstand på 12 km.

Biogasanlæg og ekstruder er dimensioneret til 1750 t ts i 2015 svarende til enggræs fra 500 ha. Leverandørforeningen har høstet 103 ha i 2012 fordelt på 11 lodsejere.

Udbyttepotentialer for enggræs

Der er målt udbytter på 4,0-10,0 t tørstof/ha ved to slæt og 1,5-6,0 t tørstof/ha ved ét slæt. Der blev i 2012 høstet 329 t tørstof på 103 ha, svarende til 3,2 t tørstof/ha.

I 2011 blev der høstet 314 t tørstof på 85 ha, svarende til 3,7 t tørstof/ha.

Til sammenligning når Kristensen og Horsted frem til et udbytte på 3,5 t tørstof/ha ved ét årligt slæt på fersk eng.

Næringsstofindhold i biomasse fra Nørreådalen

Produktionsniveauerne er meget varierende på forskellige arealtyper og med en væsentlig årsvariation. Fjernelse af næringsstofferne N, P, og K med slæt er tilsvarende meget varierende.

Der er målt 63-151 kg N/ha, 4-23 kg P/ha og 11-43 kg K/ha ved to slæt årligt. Der er tidligere iagttaget fald i udbytter i Nørreådalen på 50 % efter tre år ved manglende tildeling af K.

Ved gødskning af arealer domineret af lyse-siv med 115 kg K/ha/år i 2009-2011 ses en udbyttestigning i enggræs på gennemsnitligt 1,2 t tørstof/ha/år. Bortførslen af P og K er signifikant højere ved gødskning med K, mens bortførslen af N ikke stiger signifikant. Der er store variationer i forsøgsresultaterne over de tre forsøgsår (Oversigt over landsforsøgene 2011 s. 198-199). Ved gødskning af arealer domineret af mosebunke med 90-115 kg K/ha/år i 2009-2011 ses et stabilt udbytte, mens der ses et signifikant fald i udbytterne af enggræs på 1,5 t tørstof/ha/år på de arealer, der ikke gødes. Dette indikerer, at gødskning med K kan øge bortførslen af P og N fra de områder, hvor K er flaskehals (Oversigt over landsforsøgene 2011 s. 199 ff).

Kristensen og Horsted (2011) opnår betydeligt større bortførsel af næringsstoffer ved ensilering end ved hø (tabel 3.1).

Tabel 3.1. Konserveringsmetodens betydning for bortførsel af næringsstoffer fra fersk eng, kg/ha/år (Kristensen og Horsted 2011). Forudsætninger: Indhold i procent af tørstof: N=2,3; P=0,25; K=0,6.

Næringsstoffer i ensilage (kg/ha/år)			Næringsstoffer i hø (kg/ha/år)		
N	P	K	N	P	K
64	6	22	48	4	17

Her skal dog nævnes, at de høstmetoder, der er valgt i BioM, er baseret på en række forsøg med forskelligt høstudstyr, hvorefter valget er foretaget ud fra de meget specielle vilkår, der hersker på arealerne. De bjærgnings-, konserverings- og lagringsmetoder der er valgt, baseres også på den bløde, ofte våde engjord samt på behovene på biogasanlægget. Næringsstoffjernelsen kan sandsynligvis optimeres vha. fremtidig udvikling i høstudstyr samt vha. valg af efterbehandling.



Figur 3.2. Lagring af biomasse fra Nørreådalen.

Indhold af næringsstoffer i enggræs, kløvergræs, kvæggylle og dybstrøelse fra økologiske bedrifter

Indholdet af N, P og K i enggræsset er målt ved indgang til biogasanlægget. 212 prøver af forskellige enggræsser er analyseret for N, P og K vha. NIR og kemisk analyse. Korrelationen er tilfredsstillende men dog ikke så god for P (40 % spredning). Middelværdierne er 1,7 % N, 0,19 % P og 0,75 % K af TS, svarende til 14 kg N/ton, 1,5 kg P/ton og 6 kg K/ton frisk afgrøde ved et tørstofindhold på 80 %.

Til sammenligning når Kristensen og Horsted (2011) frem til et næringsstofindhold på 2,3 % N, 0,25 % P og 0,6 % K ved et årligt slæt på fersk eng.

Data til beregning af næringsstoffer fra kløvergræs, kvæggylle og dybstrøelse er hentet fra Håndbog for driftsplandlægning 2011 og kan ses i tabel 3.2.

Tabel 3.2. Næringsstoffer, der tilføres biogasanlægget.

	Biomasse	Tørstof		N	P	K	N	P	K
	t/år	%	t/år	kg/t ts	kg/t ts	kg/t ts	t/år	t/år	t/år
Enggræs	2200	80	1760	17,0	1,90	7,5	37,4	4,2	16,5
Kløvergræs	1000	80	800	25,0	1,44	10,8	25,0	1,4	10,8
Kvæggylle, øko	2000	7,7	154	4,5	0,80	5,5	9,0	1,6	11,0
Dybstrøelse	500	30	150	11,6	1,54	11,4	5,8	0,8	5,7

Næringsstofindhold i afgasset biomasse

Der sker ubetydelige tab af næringsstoffer under bioforgasningsprocessen. Dog omdannes hovedparten af kvælstof til ammonium-N, således at ca. 65 % af N er på ammoniumform efter en måneds afgasning. Dette har betydning for næringsstoffersnes anvendelse som gødning.



Figur 3.3 Produktion af biogas giver ubetydelige tab af næringsstoffer.

Gødningsværdien af den afgassed biomasse er bedste bud pr. august 2012 ved den planlagte biomassesammensætning. På nuværende tidspunkt er værdierne baseret på et skøn, da det præcise næringsstofindhold i de materialer der tilføres biogasanlægget, ikke kendes.

Tabel 3.3. Næringsstoffer, der tilføres og fraføres biogasanlægget ved høst af 500 ha enggræs.

	N t/år	P t/år	K t/år
Enggræs	37	4	17
Kløvergræs	25	1	11
Kvæggylle, øko	9	2	11
Dybstrøelse	6	1	6
SUM	77	8	44

Næringsstoffer i høstudbytterne fra de økologiske forsøg

Dyrkningsforsøg med biogasgødning fra enggræs i 2011 har vist, at udbyttet af vårbyg og havre er på samme niveau, som hvis de gødes med økologisk kvæggylle, og de to gødninger har givet mindre virkning end svinegylle. I nærværende beregninger af næringsstofflow antages derfor, at udvaskningen af næringsstofferne fra biogasgødning fra enggræs kan ligestilles med udvaskningen af næringsstoffer fra andre organiske gødninger.

3.3 Resultat och diskussion

Beregninger af miljøforbedrende, recirkulerede næringsstoffer

Der er en række miljøforbedrende virkninger af det skitserede system:

Høst af enggræs medfører fjernelse af næringsstoffer fra zoner tæt på vandløb, hvor risikoen for eutrofiering af vandløbet og nedstrøms fjorde er betydelig. Denne form for miljøforbedrende høst er konkret og kvantificerbar: Ved høst af 500 hektar enggræs

med et udbytte på gennemsnitligt 4,4 t/ha med 80 % tørstof fjernes hvert år 37 t N, 4 t P og 17 t K.

Fosfor

Hvert år sendes 2000 tons P fra Danmark ud i fjord og hav. To tredjedele af de 2000 t kommer diffust fra det åbne land (natur, spredt bebyggelse, dyrkning). Landbruget bidrager med halvdelen heraf, ca. 700 tons. Hvis vi skal nå kravene i EU's vandram-medirektiv om "god økologisk tilstand" i 2015, så skal landbrugets bidrag halveres.

Regeringen har med randzoneloven besluttet, at landmænd efter 1. september 2012 hverken må sprojte, gøde eller dyrke jorden i en ti meter zone omkring søer større end 100 m² og åbne vandløb i landzone.

Hvis det er de "rigtige" 50.000 hektar randzoner - dvs. de randzoner, hvortil der forsæt tilføres næringsstoffer fra landbruget - der udtages fra drift, bliver udsivningen til vandløbene med tiden betydeligt reduceret. Der vil dog vedvarende dannes en balance mellem plantetilgængeligt og tungt opløseligt fosfor i jorden, således at der altid er en vis pulje af opløseligt fosfor i jorden. Effekten ved ca. 50.000 ha randzoner er vurderet at reducere udvaskning af fosfor til vandmiljøet med op til 160 tons årligt (NEST 2012: Effekten af Randzoner).

Det er sandsynligt, at høstudbyttet mange steder vil falde ved årligt slæt. Derved re-cirkuleres færre næringsstoffer. På den anden side er dette udtryk for, at udsivningen af næringsstoffer fra landbruget er minimeret, hvilket kan have betydning for eutrofieringen af Nørreåen og åens recipient.

Forsøgene med tilførsel af kalium indikerer, at bortførslen af fosfor med biomassen visse steder kan øges ved gødning med kalium. Det er dog umiddelbart ikke tilladt at gøde de randzoner, der hører under randzoneloven.

Kvælstof

I 2012 oprettede Regeringen en Natur- og Landbrugskommission. Denne nedsatte i maj måned arbejdsgruppen om kvælstof. Arbejdsgruppen er bl.a. nået frem til, at

- Reduktionen af kvælstof til det marine vandmiljø er en afgørende forudsætning for vandmiljøets mulighed for at genskabe god økologisk tilstand.
- Selv om der er gjort en stor indsats, er det danske vandmiljø fortsat i betydelige problemer.
- Eksisterende måder at begrænse næringsstoffernes vej til vandmiljøet bør målrettes mere mod de lokale forhold i det enkelte vandområde.

BioM-modellen, hvor der hvert år fjernes kvælstof fra ådalene, vurderes at være en velegnet metode til genskabelse af god økologisk tilstand i vandløb og marine områder. Afgrænsning af enge indebærer en forholdsvis lav fjernelse af kvælstof sammenlignet med årligt slæt (Kristensen og Horsted, 2011).

Natur-Erhvervstyrelsen vurderer, at effekten af randzonelovens ca. 50.000 ha randzoner er en reduktion af udvaskning af kvælstof til vandmiljøet på ca. 2.550 tons/år (NEST 2012: Effekten af Randzoner). I BioM vurderes kvælstoffjernelsen at være på ca. 37 tons/år fra 500 ha enge, svarende til 3.700 ton N fra 50.000 ha enge af samme type som i Nørreådalen.

3.4 Konklusion

Tab fra landbruget og retur til landbruget

Der vil i et ukendt omfang fortsat udsive næringsstoffer fra landbrugsarealer ned via skråningerne over Nørreådalen. Næringsstofforsyningen er sandsynligvis ujævnt fordelet i ådalen. Så længe ådalen ikke høstes eller afgræsses, vil næringsstofferne før eller senere udvaskes til Nørreåen og dennes recipient.

Udvaskningen fra engene kvantificeres ikke i dette projekt. Dog kan mængden af næringsstoffer, der fjernes hvert år, kvantificeres relativt præcist via målinger på høstet enggræs.

Hovedprincippet i anvendelsen af kløvergræs, gylle og dybstrøelse i biogasanlægget er, at anlægget så at sige låner biomassen og returnerer den til dyrkede arealer. Eftersom landbruget dermed får samme mængder næringsstoffer retur, vil der næppe forsvinde store mængder næringsstoffer ud af systemet.



Figur 3.4. Ved at høste og fjerne biomasse fra engene reduceres eutrofiering af naturområderne.

Der vil derimod være mulighed for at bringe tabte næringsstoffer ind i recirkulering via høst af enggræs. Ved import af næringsstoffer fra 500 ha enge til landbrugsjorde dækkes gødningsbehovet på ca. 250 hektar økologisk planteavl med 140 kg N/ha. Denne omfordeling af næringsstoffer understøtter Regeringens plan om at fordoble det økologiske areal frem til 2020, idet en af hindringerne for fordobling af det økologiske areal er manglen på godkendt gødning, når udfasning af anvendelsen af konventionel gylle implementeres.

Denne import af næringsstoffer er samtidig en forebyggelse af eutrofiering af vores naturområder - både engene, Nørreåen og åens recipenter.

Der vil imidlertid også være en afledt effekt på næringsstofudnyttelsen for de husdyrproducenter, der leverer husdyrgødning og modtager afgasset gødning som følge af behandlingen i biogasanlægget, idet kvælstofudnyttelsen typisk forbedres 10-15 % i kvæggylle og min. 50 %, når der er tale om dybstrøelse.

3.5 Referenser

Kristensen, Troels & Horsted, Klaus (2011): Rationel naturpleje og drift af beskyttede, græs- og natur-arealer i Natura 2000 områder. DJF rapport markbrug 151, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet, Forskningscenter Foulum, juni 2011.

Natur- og landbrugskommissionens kvælstof arbejdsgruppens afrapportering pr 29. juni 2012:

<http://www.naturoglandbrug.dk/kv%c3%a6lstof.aspx?ID=50720>

NaturErhvervstyrelsen, 11. september 2012. "Hvad er effekten af Randzoner"

http://1.naturerhverv.fvm.dk/hvad_er_effekten_af_randzoner.aspx?ID=14778

4. NÆRINGSSTOFBALANS OG MILJÖ I ENGRÆS. FÖRSÖK MED K-GÖDSLING

Poul Erik Lærke, Anna Bodil Hald & Lisbeth Nielsen

4.1. Sammandrag

På et areal i Nørreådalen domineret af mosebunke (*Deschampsia caespitosa*) blev effekt af biomassehøst og kaliumgødskning på næringsstofbalance og miljø undersøgt. Der kunne høstes ca. 10 tons tørstof pr. ha med to slæt i alle tre forsøgsår (2009-2011), hvis der blev tilført kalium i foråret. Hvis der ikke blev tilført kalium, aftog udbyttet over årene fra 10 til 6,7 tons/ha. Uanset kaliumgødskning kunne der i gennemsnit over de tre år fjernes 140 kg N og 20 kg P pr. ha med den høstede biomasse – næringsstoffer, der kan gøre gavn som gødning på økologiske marker efter afgasning af biomassen i et biogasanlæg. Selvom vi med sikkerhed kan sige, at de høstede mængder N og P ikke kan ende i ådalens vandmiljø, så kunne vores målinger i løbet af forsøgsperioden ikke understøtte, at næringsstoffjernelse fra arealet var en gevinst for vandmiljøet. Høst af biomasse og dermed næringsstoffer reducerede ikke koncentrationen af mineralsk N i hverken jorden eller jordvandet. Det var heller ikke muligt at reducere mængden af total P og organisk bundet total N opløst i jordvandet. Tværtimod var der tendens til en lille forøgelse af total N og total P i jordvandet, når der blev gødet med kalium og høstet biomasse sammenlignet med ingen drift. Forskellen mellem de enkelte måletidspunkter var dog væsentlig større end forskellen mellem behandlinger. Varierende vandstands- og redoxforhold henover året og mellem årene har således væsentlig større betydning for de målte miljøeffekter end høst af biomasse i kombination med kaliumtilførsel. Det er dog vigtigt at få fast, at der kan forventes en langsigtet positiv effekt på vandmiljøet, når der fjernes P med den høstede biomasse. Derimod vil det sandsynligvis give en tilsvarende positiv effekt på vandmiljøet at fjerne N via denitrifikation ved at hæve vandstanden og dermed skabe reduktive forhold sammenlignet med fjernelse af N via høst af biomasse, men ved denitrifikation bliver N ikke til rådighed som gødning.

4.2 Introduktion og metoder

Et ensartet areal domineret af mosebunke (*Deschampsia caespitosa*), blev udvalgt til forsøg med høst af biomasse og tildeling af kalium (figur 4.1). Jordtypen er stærkt humificeret tørv - dvs. næsten fuldstændig nedbrudt eller helt manglende plantestruktur - ned til ca. 50 cm dybde. Under tørven findes minimum 100 cm gytje i hele forsøgsarealet. På arealet er der høstet enggræs en gang om året i de fire forudgående år (2005-2008) uden tilførsel af gødning.



Figur 4.1 Foto af mose-bunke domineret område, 24. juni 2010. Foto: P.E. Lærke.

I 2009 blev der udlagt forsøgsparceller på 14x20 m med følgende behandlinger:

- To slæt per år uden tilførsel af vinasse
- To slæt per år med tilførsel af K som vinasse i foråret
- Uden drift (reference)

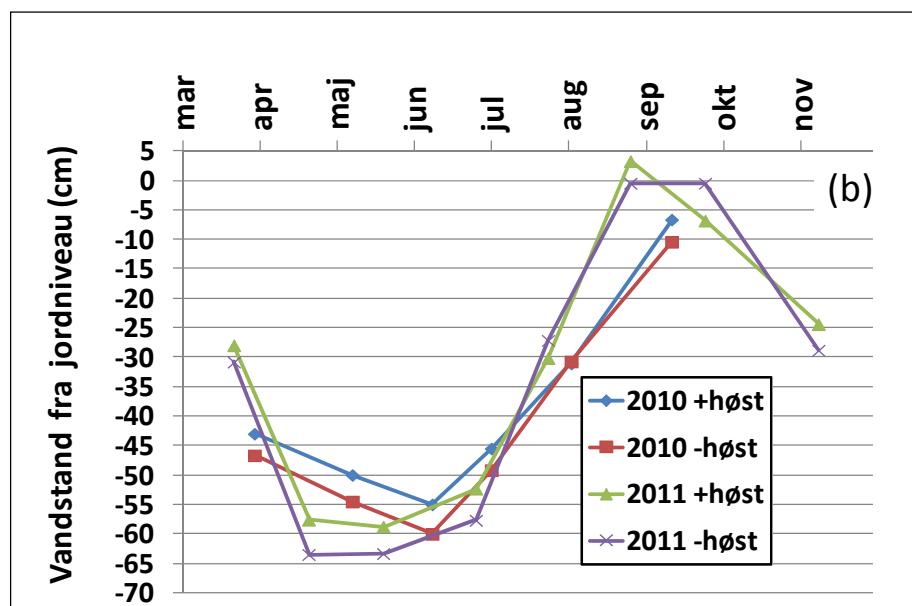
Der blev udlagt tre parceller per forsøgsbehandling. Parcellerne blev placeret i to rækker imellem to drængrøfter i et randomiseret design. Det var således så ensartede forhold som muligt med hensyn til forventede dræningsforhold. En nettop parcel på 2x8 m i midten af hver parcel blev benyttet til måling af biomasse og næringsstofopsamling. Derudover blev disse felter benyttet til at belyse behandlingernes effekter på næringsstoffer i jord- og vandmiljø.

I behandling A og B blev der tilført henholdsvis 0 og 115 kg kalium pr. ha pr. år i 2009 og 2010, og henholdsvis 0 og 90 kg kalium pr. ha pr. år i 2011 og 2012. Niveauet blev reduceret, da der de to første år blev fjernet mindre kalium end tilført. I behandling A og B blev der høstet to slæt pr. år. Behandling C - uden høst af biomasse og tilførsel af K - blev anvendt som reference. I hhv. 2009, 2010 og 2011 blev første slæt taget 24/6, 22/6 og 28/6, og andet slæt blev taget 27/8, 1/10 og 13/10. I 2010 og 2011 er andet slæt således blevet udskudt på grund af periodisk oversvømmelse af arealet. I sensommeren 2011 stod vegetationen i en længere periode med høj vandstand, og det har betydet, at mange af mose-bunke planterne døde, og vegetationen bestod mest af dødt plantemateriale ved andet slæt. I 2012 er første slæt høstet 21/6, og der vil blive høstet igen senere på året. Sammensætningen af plantearter i den høstede biomasse fra hver parcel blev bestemt i 2009 og 2012 og opgjort på tørstofbasis.

For at undersøge miljømæssige effekter af at fjerne biomasse fra arealet blev der for behandling A og C nedsat to vandstandsrør ($d= 5$ cm) i hver parcel med henblik på at måle koncentrationer af næringsstoffer i jordvandet. Rørene var 150 cm lange, hvorfra den dybeste meter tillod vandgennemstrømning, fordi den var slidset. Vi forventede tilsvarende gennemstrømning af vand i rørene som i jorden, så derfor blev rørene ikke tømt forud for prøveudtagning. Der blev udtaget prøver fra vandstandsrørene 1/5 og 15/11 2010 samt 18/5 og 15/11 2011. Jordvandet blev analyseret for ammonium og nitrat kvælstof ($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$) samt total N og P. Vandstanden i rørene blev målt i

sommerhalvåret, og figur 4.2 viser udviklingen som gennemsnit for alle parceller. For at understøtte resultaterne fra vandprøvemålingerne blev der endvidere udtaget jordprøver i foråret 2010 samt efteråret 2010 og 2011 fra fire forskellige dybder fra samtlige parceller.

(a)



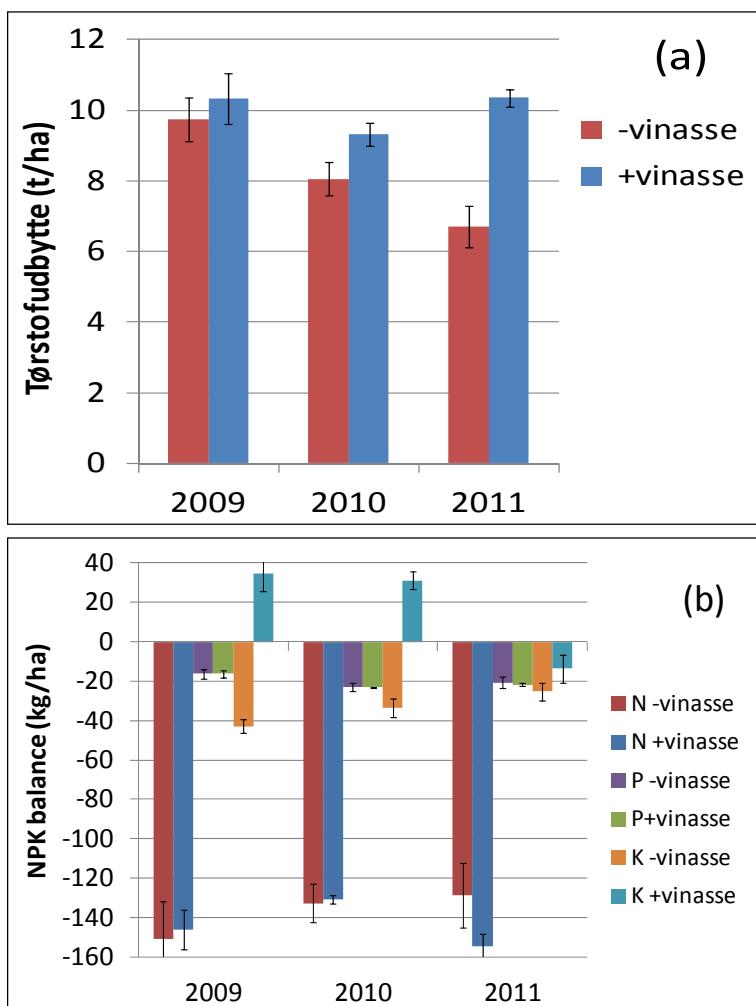
Figur 4.2. a) Nedsætning af vandstandsrør og b) Udvikling i gennemsnitlig vandstand gennem sommerhalvårene 2010 og 2011 for henholdsvis behandling A (+høst) og behandling C (-høst) i forsøgsarealet domineret af mosebunke.

4.3 Resultater og diskussion

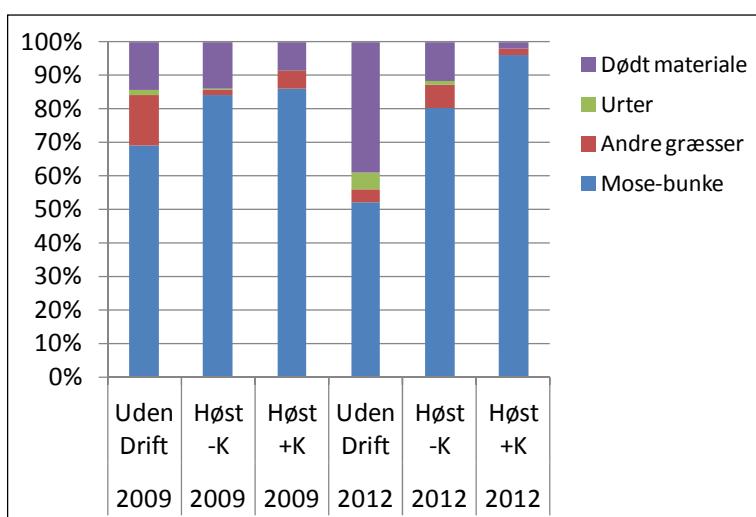
I alle tre forsøgsår kunne der med tilførsel af K høstes meget store mængder biomasse. Uden tilførsel af K aftog udbyttet i løbet af de tre år. Når der blev tilført kalium i foråret kunne der med to slæt høstes omkring 10 t tørstof pr. ha i alle tre forsøgsår (figur 4.3a). Det var kun tilfældet for de ugødsede parceller i det første forsøgsår, hvorefter udbyttet faldt til 8,1 og 6,7 t ts/ha i henholdsvis i 2010 og 2011. Første slæt i 2012 viser tilsvarende effekt af kaliumtildeling med et merudbytte af biomassen på over 100 % sammenlignet med ugødsket. Det tyder således på, at der relativt hurtigt kan ske en reduktion i Jordens tilgængelige kaliumpulje ved biomassehøst uden kaliumtilførsel, hvilket kan resultere i udbyttenedgang. Gødskning med kalium kan derfor være et middel til både at opretholde en høj tørstofproduktion og et stort energiudbytte fra enggræs.

Over de tre forsøgsår kunne der med to slæt i gennemsnit fjernes 140 kg N og 20 kg P pr. ha med den høstede biomasse (figur 4.3b). Mens der ingen signifikant forskel var mellem de enkelte år på mængden af fjernet N, blev der fjernet yderligere 6,7 og 4,9 kg P/ha i henholdsvis 2010 og 2011 sammenlignet med 2009. Der var ingen signifikant effekt af kaliumgødsning på N og P fjernelsen fra arealet. En højere koncentration af N og P i biomassen fra de ugødsede parceller kompenserede således for et lavere høstudbytte. Derimod kunne der registreres faldende optagelse af K i planterne fra 43 til 25 kg K/ha over de tre år, hvis der ikke blev tilført kalium, hvilket understøtter antagelsen om, at der sker en relativ hurtig reduktion i Jordens tilgængelige K pulje, når biomassehøst ikke kombineres med K tilførsel. I 2011 blev der fjernet 14 kg K/ha mere, end der blev tildelt (90 kg K/ha), i alt 104 kg K/ha. Det var ikke tilfældet i de foregående år, hvor der blev fjernet ca. 33 kg N/ha mindre end tilført (115 kg K/ha), dvs. fjernet i alt 82 kg K/ha.

Den botaniske analyse af den høstede biomasse viste endvidere, at der var en større andel af mosebunke i parceller, hvor høst af biomasse blev kombineret med K tildeling (figur 4.4). Den botaniske analyse viste ligeledes, at der var mere dødt plantemateriale, når der ikke blev tildelt K, hvilket også indikerer at planterne var underforsyнет med K, og at det havde betydning for planternes levedygtighed. Når der ikke blev høstet biomasse steg mængden af dødt plantemateriale og forekomsten af stor nælde, der på figur 4.4 er medtaget som urter, fra 2009 til 2012.

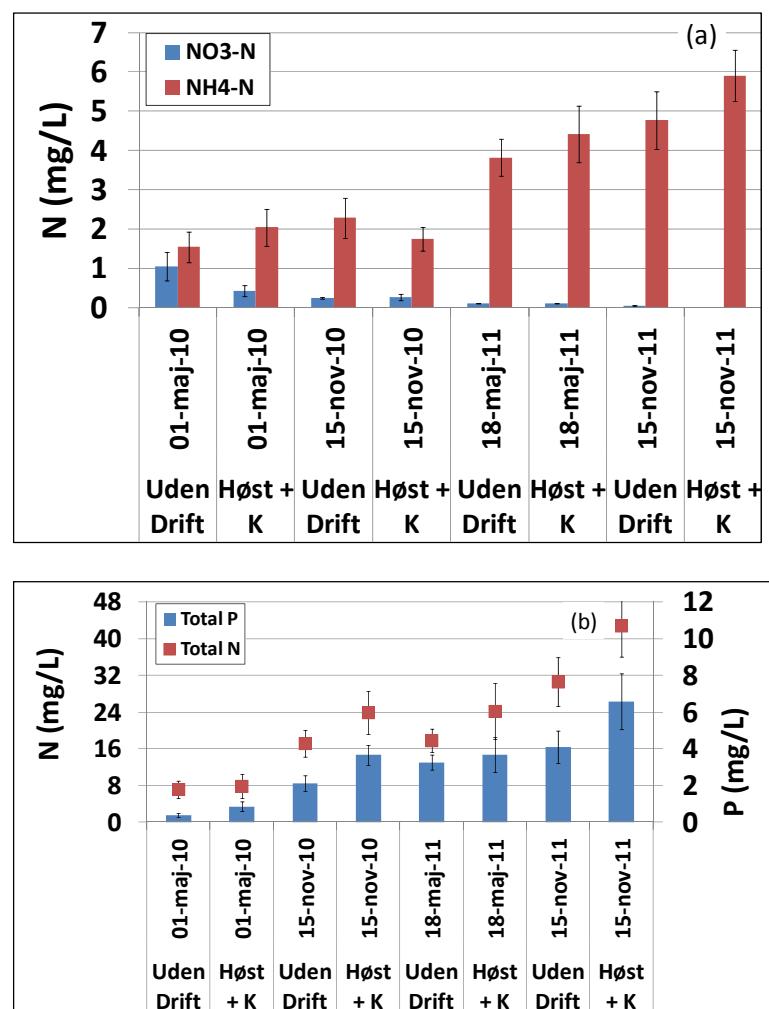


Figur 4.3. Samlet høstudbytte (a) og NPK balance (b) for to slæt på mosebunkearealet i 2009-2011. +vinasse angiver tilførsel af 115 kg K i form af vinasse i foråret 2009 og 2010, og 90 kg K vinasse i 2011.



Figur 4.4. Procentvis sammensætning af plantearter og dødt plantemateriale i biomassen høstet ved første slæt i 2009 og 2012.

Idet der fjernes store mængder N og P med den høstede biomasse, kunne man måske forvente, at koncentrationen af næringsstoffer i jorden og vandmiljøet hermed ville blive reduceret. Vores analyser kunne imidlertid ikke understøtte denne forventning. Koncentrationen af uorganisk kvælstof i de udtagne jordvandsprøver var generelt meget lav, og der kunne ikke registreres signifikante forskelle på de to behandlinger (figur 4.5a).

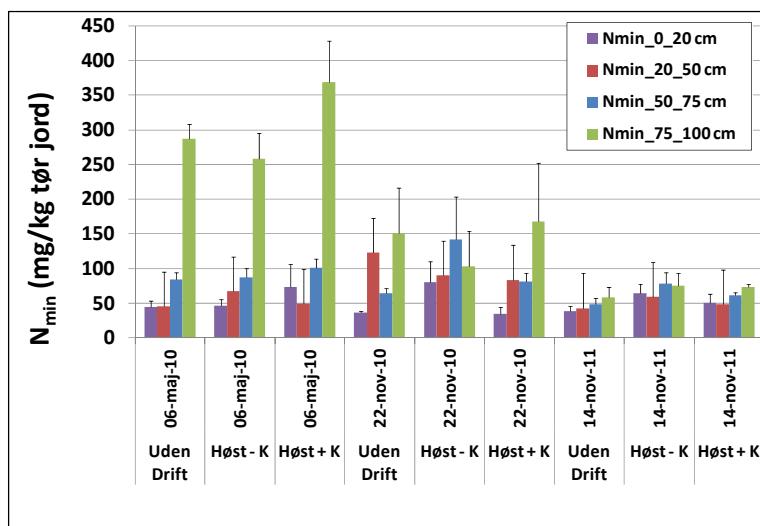


Figur 4.5. (a) Nitrat-N ($\text{NO}_3\text{-N}$) og ammonium-N ($\text{NH}_4\text{-N}$) samt (b) total N og P i vandprøver udtaget fra vandstandsrørerne i foråret og efteråret 2010 samt 2011.

Derimod blev der fundet høje koncentrationer af total N og P i jordvæsken (figur 4.5b). Koncentrationen af opløst total N var op til 10 gange så høj som koncentrationen af mineralsk N. Det tyder derfor på, at den del af det organisk bundne N, der bliver mineraliseret, hurtigt denitrificeres og forsvinder som N_2O eller N_2 , når det findes i vandsstandsrørerne. Til vores overraskelse målte vi både i 2010 og 2011 signifikant højere koncentration af total P i parceller med kaliumgødskning/slæt sammenlignet med parceller uden drift, når målingerne blev foretaget i slutningen af efteråret. I gennemsnit for november 2010 og november 2011 var koncentrationen af total P 2,0 mg/l højere i parceller med kaliumgødskning/slæt end i parceller uden drift. Ligeledes var der i gennemsnit 9,5 mg/l højere koncentration af total N i parceller med kaliumgødskning/slæt for de samme måletidspunkter, men denne forskel var ikke signifikant. Der var ingen

signifikante forskelle mellem behandlingerne, når målingerne af total N og P blev foretaget om foråret.

I modsætning til vandprøverne fra vandstandsrørene blev der i jordprøverne målt relativt store mængder mineralsk N (N_{min}). Som det fremgår af figur 4.6 var der store forskelle mellem niveauerne for de tre prøveudtagningstidspunkter. Figur 4.6 angiver mængderne per kg tør jord, men hvis dette omregnes til N_{min} pr. ha fandt vi den 6. maj 2010 i gennemsnit for de ni parceller 330 kg N_{min} /ha i 0-100 cm dybde. Niveauet faldt til 266 kg N_{min} /ha i prøver udtaget den 22/11 2010, mens der blot blev fundet 166 kg N_{min} /ha den 14/11 2011. Den største ændring over vækstsæsonen i 2010 kunne observeres for prøver udtaget fra det dybeste jordlag (75-100 cm). Her blev der i maj målt 183 kg N_{min} /ha, og i modsætning til de øvrige jordlag kunne vi observere en kraftig reduktion på 99 kg N_{min} /ha inden målingen i november, hvor der blev fundet 84 kg N_{min} /ha. Det er usandsynligt, at faldet var forårsaget af planteoptag, da vi forventer, at røddernes primære aktivitet foregår i de øvre jordlag. Det tyder derfor på at N_{min} for dette forsøgsareal primært bestemmes af andre forhold end biomassehøst, f.eks. høj vandstand, som fremmer denitrificering eller tilførsel af N fra oplandet. Stærkt humificeret tørv og gytje har dog en meget lille hydraulisk ledningsevne - dvs. meget langsom vandtransport – hvilket reducerer muligheden for tilførsel af næringsstoffer fra oplandet til de jordlag, hvor planterødderne findes.



Figur 4.6. Summen af ammonium N og nitrat N (N_{min}) i jordprøver udtaget forår 2010 samt efterår 2010 og 2011 fra fire forskellige jorddybder i alle tre forsøgsbehandlinger.

4.4 Konklusion

Der blev produceret særligt store mængder enggræs uden at tildele K-gødning på det udvalgte forsøgsareal – om end udbyttet faldt over årene. Det er således økonomisk attraktivt at høste biomasse på denne arealtype til energiformål. Gødskning med K kunne opretholde det høje udbytteniveau, selvom der hvert år også blev fjernet store mængder N og P med den høstede biomasse. På årsbasis blev der fjernet 140 kg N og 20 kg P pr. ha. De store mængder N og P, der blev fjernet med biomassen, kunne hverken reducere koncentrationen af mineralsk N i jord og jordvandet eller koncentra-

tionen af total N og P opløst i jordvæsken - måske fordi koncentrationen af disse næringsstoffer primært er bestemt af andre forhold som f.eks. vandstands-/redoxforhold og mobilitet af næringsstoffer i jorden. Selvom forsøget indikerede en lille stigning i total N og P opløst i jordvæsken, når der blev høstet biomasse i kombination med K gødskning, kan vi med sikkerhed sige at de store mængder N og P, der fjernes med biomassen, ikke udvaskes til åen og efterhånden vil jordens indhold af P blive reduceret set i forhold et reference scenario – ingen biomassehøst. På langt sigt forventer vi derfor, at høst af engræs vil reducere udvaskning af P til vandmiljøet. Årsagen til at vores undersøgelser ikke kan bekræfte denne forventning kan skyldes, at der på kort sigt sker en større omsætning af de organisk bundne næringsstoffer i jorden, og dermed øget næringsstofmobilitet, når der høstes biomasse i kombination med kalium-gødskning. Vi kan ikke forvente samme langsigtede effekt af biomassehøst på N udvaskningen som for P udvaskningen i forhold til ikke at høste biomasse. Mængden af mineralsk N, og dermed risikoen for udvaskning af N til åen, vil også være bestemt af vandstands- og redoxforhold, idet en stor andel af den mineralske N denitrificeres og forsvinder som N_2O eller N_2 under vandmættede forhold.

4.5 Referenser

Larsen, S.U., Nielsen, L., Hald, A.B. & Lærke, P.E. 2011: Alternative afgrøder – græs på engarealer” i Oversigt over Landsforsøgene 2011, 197-202.

Nielsen, L., Hald, A. B. & Buttenschøn, R. M. 2006. Beskyttede ferske enge: Vegetation, påvirkninger, pleje og naturplanlægning. Skov- og Naturstyrelsen, 87 pp.

5 ENERGIBALANCE I NØRREÅDALEN

Anke Stubsgaard

5.1 Sammandrag

Der gennemføres beregninger af energibalance mellem engene i Nørreådalen, biogasanlægget på Foulum og økologiske landmænd, der aftager gødning fra biogasanlægget.

Udgangspunktet er et scenarius med engræs fra 500 hektar og kløvergræs fra 350 hektar, blandet med 2000 t kvæggylle og 500 t dybstrøelse. Enggræsset transportereres gennemsnitligt 12 km, mens de øvrige biomasser transportereres 20 km.

Alle processers energiforbrug undersøges og sammenholdes med energiproduktionen i biogasanlægget. Der er et betydeligt overskud af energi i den samlede energibalance. Nettoproduktionen af energi er på 4 mio. kWh (4 GWh/år). Til sammenligning bruger en familie i parcelhus i gennemsnit 4.000 - 4.500 kilowatt-timer om året på opvarming. Produktionen svarer således til energiforbruget i op mod 1000 husstande.

Hvis al engræs samlet producerer 100 – i stedet for 250 - I methan/kg VS, nedsættes netto energiproduktion i systemet fra 4 mio. kWh til 2,3 mio. kWh.

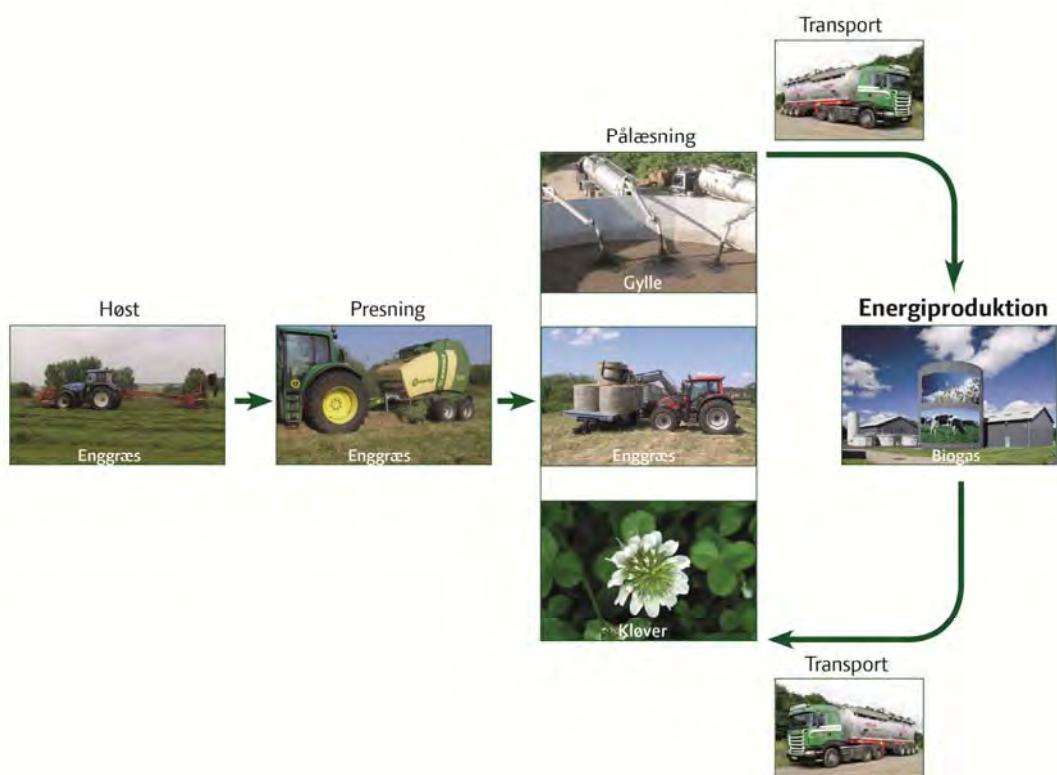
Et methantab på 10 % nedsætter netto energiproduktion i systemet fra 4 mio. kWh til 3,5 mio. kWh. Der er således stadig en betydelig netto produktion. Men pga. methanets styrke som klimagas vil et methanudslip på bare 4 % medføre nettoemission af klimagasser. Det er sandsynligt, at produktionen af biogas fra engræs her i udviklingsfaserne ikke er klimavenlig. Til gengæld er der sandsynligvis udviklingspotentiale for en klimavenlig produktion.

Hvis alle afstande fordobles, ændres nettoenergiproduktion fra 4 til 3,8 mio. kWh, og energiforbruget til transport går fra at udgøre 7,5 til at udgøre 10,7 % af nettoenergiproduktionen. Idet alle afstande allerede er højt sat, betyder disse beregninger, at transportafstanden har lille betydning for nettoenergiproduktionen.

Hvis vandindholdet i våde år forøges væsentligt i det høstede engræs og kløvergræs, vil energiforbruget til transport stadig være af mindre betydning.

5.2 Introduktion och metoder

Der gennemføres beregninger af energibalance mellem engene i Nørreådalen, biogasanlægget på Foulum og økologiske landmænd, der aftager gødning fra biogasanlægget. Systemet er skitseret i figur 5.1.



Figur 5.1. Energiforbrug og -produktion i systemet i Nørreådalen.

Parametre til beregning af energibalancen

Beregningerne foretages på baggrund af oplysninger fra de øvrige aktiviteter, idet der indgår

- Arealgrundlaget for biomasseproduktionen fra Nørreådalen
- Udbyttet af enggræs fra Nørreådalen
- Øvrige biomasser i området, som kan anvendes i biogasanlægget
- Energiforbrug
 - til høst af biomasse i Nørreådalen og hos økologiske landmænd
 - til transport af biomasse og husdyrgødning
 - til transport og udbringning af afgasset biomasse
- Energiforbruget i biogasanlægget
- Energipotentialet i de enkelte biomasser og energiproduktionen i biogasanlægget.

Det er forudsat, at der høstes enggræs fra 500 hektar, og at biogasanlægget håndterer følgende mængder og typer af biomasse (tabel 5.1):

Tabel 5.1. Typer og mængder af biomasse, der indfødes i biogasanlægget.

	Biomasse	Tørstof	
	t/år	%	TS t/år
Enggræs	2200	80	1760
Kløvergræs	1000	80	800
Kvæggylle, øko	2000	7,7	154
Dybstrøelse	500	30	150

Arealgrundlag for høst af enggræs

Arealgrundlaget for biomasseproduktionen fra Nørreådalen er undersøgt. Der er 1200-1300 ha, hvor 73 % er indenfor 10 km. Idet der vil være arealer, som er svært tilgængelige samt arealer, der afgræsses, eller som lodsejeren af andre grunde ikke vil anvende til formålet, estimeres arealgrundlaget at være min 500 ha med en gennemsnitlig transportafstand på 12 km. Biogasanlæg og ekstruder er dimensioneret til 1750 t ts i 2015 svarende til enggræs fra 500 ha.

Udbytte af enggræs fra Nørreådalen

Der er målt udbytter på 4,0-10,0 t tørstof/ha ved to slæt og 2,5-6,0 t tørstof/ha ved ét slæt. Der blev i 2012 høstet 329 t ts på 103 ha, svarende til 3,2 t ts/ha. I 2011 blev der høstet 314 t ts på 85 ha, svarende til 3,7 t ts/ha. Til sammenligning når Kristensen og Horsted (2011) frem til et udbytte på 3,5 t ts/ha ved et årligt slæt på fersk eng. I beregningerne antages et gennemsnit på 3,5 t ts/ha.

Energiforbrug i processerne

I praksis vil der være en række forhold, der har betydning for energiforbruget i systemet. Herunder nok især tilgængelighed for de enkelte marker og vejrlig i de enkelte år, der kan påvirke maskinkapaciteten. Valg af maskiner med andre kapaciteter vil også have indflydelse på energiforbruget.

Det fremgår af tabel 5.1, at der tilføres 2000 tons flydende gylle, og i alt 3700 tons faste biomasser i form af enggræs, kløvergræs og dybstrøelse. Når alt dette har været igennem anlægget, er det fortyndet i væske, det er flydende og at betragte som afgasset gylle. Det betyder, at hele mængden skal transporteres til og fra biogasanlægget, og det er denne mængde, der afgør omfanget af transportopgaven.

Transportafstande er relativt usikkert fastsat, ligesom de hastigheder, hvormed transportudstyret kan færdes er vanskelig at fastsætte præcist. I beregningerne er der anvendt beregnede gennemsnitsafstande ud fra mulige leverandørers og aftageres placering indbyrdes og i forhold til biogasanlægget i Foulum.

Det antages i beregningerne, at kløvergræs, gylle og dybstrøelse under alle omstændigheder skulle anvendes som gødning, men lokalt på eller nær de ejendomme, hvor de er produceret, således at transporten sættes til 0 km, hvis ikke der er et biogasanlæg.

Høst og transport af enggræs

Med hensyn til enggræsset er der flere arbejdsprocesser impliceret:

Skårlægning, spredning, evt. vending, rivning, presning, læsning, transport, aflæsning og wrapning.

Til *skårlægning* forudsættes anvendt en skivehøster m/u crimper med en arbejdsbredde på 9 m.

Til *spredning* anvendes en høvender.

Det spredte græs samles sammen til et skår igen med en *r/ve*. Den mest almindelige rive er rotoriven, men der kører også enkelte pickup river. Tredje mulighed er sideriven.

Til *presning* anvendes en rundballepresser. Ballerne kan presses med en diameter på mellem 130 og 180 cm, dog højst 160 cm hvis ballerne skal POMI wrappes. Ballevægten er hhv. 280 og 537 kg.

Læsning forudsættes foretaget med traktor med frontlæsser. Ved en ballediameter på 160 cm er det forudsat, at hvert læs, med den valgte halmvogn, kan rumme 22 baller.

Herefter *transporteres* ballerne til biogasanlægget. Der er forudsat en gennemsnitlig transportafstand for enggræs på 12 km, hvilket er skønnet ud fra mulige leverandørers placering i forhold til biogasanlægget i Foulum.

Aflæsning. Når enggræsset er presset i rundballer, forventes det, at de kan tippes af.

Endelig skal ballerne formentlig i de fleste år *wrappes*. Det er her forudsat, at det sker på biogasanlægget ved hjælp af POMI wrapsystemet. Den stak som blev sat sidste år i projektet består af fire lag minibigballer. Energiforbruget til selve wrapningen, til fremstilling af folie og til at placere ballerne i stakken er indregnet. Brændværdien af folien er fratrukket.

Transport af kvæggylle og afgasset gylle

Ønsket leverance til biogasanlægget er 2000 tons kvæggylle. Det er forudsat, at de flydende produkter ind- og udtransporteres med en lastvognsslamsuger, med en kapacitet på 34 tons. Der er fastsat en gennemsnitsafstand på 20 km. Heri er inkluderet en vis trekantskørsel, idet det forudsættes, at en del af den afgassede gylle skal leveres fx i marktanke, således at bilen må køre en mindre omvej på vejen mellem anlæg og den bedrift, hvor næste læs skal hentes.

TS 80 % => meget recirkuleret og meget vand tilsat. 12-14 % TS i reaktor.

Transport af dybstrøelse

Indtransport af dybstrøelse forudsættes foretaget med traktor og vogn. Traktoren er monteret med en frontlæsser til læsning, og vognen er en tipvogn med en lasteevne på 15 tons. Alternativt anvendes en lastbil med en lasteevne på 20/25 tons. Ønsket leverance til biogasanlægget 500 tons dybstrøelse. Der er beregnet en gennemsnitlig transportafstand på 20 km.

Høst og transport af kløvergræs

Kløvergræs forudsættes *høstet og revet* med samme udstyr som enggræs. Dog crimper det ikke, og risikoen for tab af kløverbblade medfører, at det kun vendes en gang. Det skal imidlertid ikke presses som enggræsset, men forudsættes *indsamlet med en finsnitter eller snittervogn* med en kapacitet på 15 tons. Kløvergræsset ensileres i en stak og transportereres med en tipvogn. Det vil sige, at det køres til biogasanlægget. Der er beregnet en gennemsnitlig transportafstand på 20 km. Ønsket leverance til biogasanlægget: 1000 tons kløvergræs med 80 pct. TS, svarende til 800 t TS. Visse år vil det være nødvendigt at høste og transportere kløvergræs med en lavere procent tørstof. I så fald bibeholdes mængden af tørstof og den samlede tonnage, der skal transportereres, stiger.

Energipotentialet i de enkelte biomasser og energiproduktionen i biogasanlægget

Udbyttet fra enggræs svarer nogenlunde til biogaspotentialet i ubehandlet halm. Methanpotentialet i 105 prøver af enggræs fra Fussingø og Nørreådalens er målt med NIR. Resultaterne ligger fra 100-400 liter methan/kg ts ved udrådning i 80-90 dage uden forbehandling. Der anvendes en middelværdi på 250 liter methan/kg organisk ts.

5.3 Resultat och diskussion

Alle beregninger af forbrug og produktion af energi er samlet i tabel 5.2.

Tabel 5.2. Samlet energiproduktion og energiforbrug samt netto energiproduktion.

	kwh/år	Liter diesel
Total energi produktion	4.797.650	489.556
Heraf total el produktion	1.871.084	190.927
Elforbrug ekstruder/indfødning/mikser	209.000	21.327
Elforbrug andet	200.000	20.408
Energiforbrug transport kvæggylle	23.520	2.400
Energiforbrug transport dybstrøelse	5.880	600
Energiforbrug høst og transport kløvergræs	71.090	7.254
Energiforbrug høst og transport enggræs	147.860	15.088
Energiforbrug transport Ny gødning	67.032	6.840
Total energiforbrug	724.381	73.916
Netto energiproduktion	4.073.269	415.640

Der er således et betydeligt overskud af energi i den samlede energibalancen.

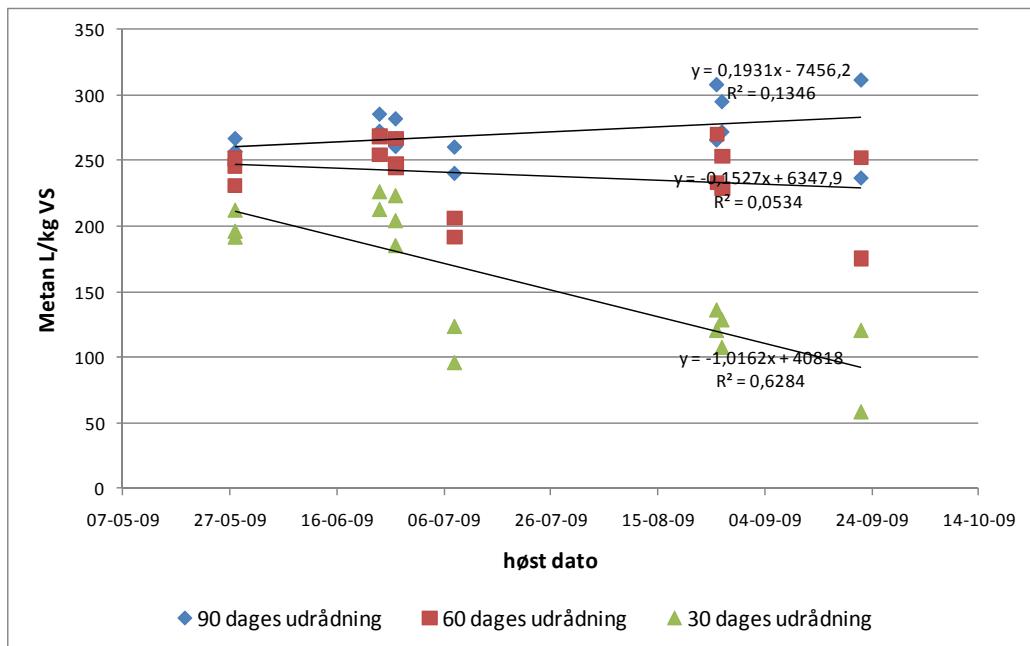
Til sammenligning bruger en dansk familie i parcelhus i gennemsnit 4.000 - 4.500 kilowatt-timer om året på opvarmning. Produktionen fra 500 hektar enggræs og 350 hektar kløvergræs, blandet med 2000 t kvæggylle og 500 t dybstrøelse, svarer således til energiforbruget i op mod 1000 husstande.

Følsomhedsanalyse

Energiberegningerne er baseret på en række forudsætninger. Det er derfor forsøgt at identificere de væsentligste nøgleparametre for energibalancen og kvantificere betydningen af eventuelle ændringer.

Betydning af høsttidspunkt og udrådningstiden for energiudbyttet

I det enggræs, især lyse-siv, indeholder en stigende mængde svært nedbrydelige kulstofferbindelser i løbet af vækstsæsonen, kan høsttidspunktet og udrådningstiden få betydningen for methanudbyttet. Nedenstående kurver i figur 5.2 illustrerer betydningen:



Figur 5.2. Betydning af høsttidspunkt og udrådningstiden for energiudbyttet. Kilde: Henrik Møller, Aarhus Universitet.

Det ses, at spredningen på methandannelsen som funktion af udrådningstiden er væsentligt større ved andet slæt end ved første slæt. Ved 30 dages forgasning af enggræs til biogas opnås typisk 200-300 liter methan/kg VS for første slæt og kun ca. 100 liter ved andet slæt i september. Hvis al enggræs samlet producerer 100 l methan/kg VS nedsættes netto energiproduktionen i systemet fra 4 mio. kWh til 2,3 mio. kWh.

Methanhusholdning i biogasanlægget

Der sker methantab ved lagring 3-4 måneder efter forgasning. Dette tab er meget svært at fastsætte og kan variere meget afhængigt af biogasprocessen, f.eks. temperatur og opholdstid. IPCC vurderer, at methantabet fra biogasanlæg er 0-10 % af produktionen. Et methantab på 10 % nedsætter netto energiproduktion i systemet fra 4 mio. kWh til 3,5 mio. kWh. Der er således stadig en betydelig netto produktion. Men pga. methanets styrke som klimagas vil et methanudslip på bare 4 % medføre netto-emission af klimagasser.

Hvis der gøres en indsats i form af efterafgasning m.m. kan 1 % methantab måske nås. Det er f.eks. muligt at opsamle den gas, der dannes i en efterfølgende mesofil tank. Produktionen vil sandsynligvis være af et niveau, der gør opsamlingen økonomisk rentabel.

Der sker desuden op til 2-3 % methantab fra motoren. Katalysatorer kan nedbringe denne værdi.

Det er således sandsynligt, at produktionen af biogas fra enggræs her i udviklingsfaserne ikke er klimavenlig. Til gengæld er der sandsynligvis potentiale for en klimavenlig produktion.

Methantab, lattergas (N_2O), CO_2

Udover methanets skæbne på biogasanlægget er der emissioner af CO_2 , methan og lattergas fra engene og fra gyllebeholderne.

Der er et vist methantab fra ikke høstet enggræs, der ligger på våde arealer. Emissioner af lattergas fra områder, der ikke gødes, kan være større end fra gødede områder, hvorfra der høstes.

Tabet af methan fra oplagret gylle reduceres ca. 50 %, hvis gullen forgasses. I BioM produceres ca. 6 % af biogassen ud fra den tilførte gylle. Hvis halvdelen af denne biogas var tabt i form af emissioner fra en lagertank, ville det svare til 3 % af den samlede produktion af biogas i systemet, hvilket er en væsentlig reduktion ud fra en klimavinkel.

Transportvejens betydning

Hvis alle afstande fordobles dvs. både transport af biomasser til og fra biogasanlægget, ændres nettoenergiproduktion fra 4,0 til 3,8 mio. kWh og energiforbruget til transport går fra at udgøre 7,5 % til at udgøre 10,7 % af nettoenergiproduktionen.

Det er usandsynligt, at transportvejene fordobles. Idet alle afstande allerede er højsat, betyder disse beregninger, at transportafstanden har lille betydning for nettoenergiproduktionen.

Tørstofandel af enggræs

Det er målsætningen for leverandørforeningen at levere enggræs med meget høj tørstofandel, både af hensyn til driftsøkonomien i foreningen og af hensyn til den efterfølgende forarbejdning på biogasanlægget, hvor der etableres en "tør indfødningslinje", hvor enggræsset neddeles til en partikelstørrelse på få millimeter. Til dette formål er det nødvendigt, at enggræsset har et meget højt tørstofindhold.

Der er således en væsentlig motivationsfaktor for høst og bjærgning af så tørt enggræs som muligt. Det samme gælder for kløvergræs.

Energiforbruget til transport udgør 7,5 % af nettoenergiproduktionen. Hvis vandindholdet i våde år forøges væsentligt i det høstede enggræs og kløvergræs, vil energiforbruget til transport stadig være af mindre betydning.

På biogasanlægget tilsættes væske for at opnå et flydende medium. Hvis der indfødes vådere enggræs, vil tørstofprocenten i biomassen fastholdes på 12-14 %, idet tilførslen af væske justeres. Energiforbruget til transport af afgasset biomasse holdes således konstant.

5.4 Konklusion

Der er et betydeligt overskud af energi i den samlede energibalancen. Nettoproduktionen af energi fra 500 hektar enggræs og 350 hektar kløvergræs, blandet med 2000 t kvæggylle og 500 t dybstrøelse, er på 4 mio. kWh. Til sammenligning bruger en familie i parcelhus i gennemsnit 4.000 - 4.500 kilowatt-timer om året på opvarmning. Produktionen svarer således til energiforbruget i op mod 1000 husstande.

Hvis al enggræs samlet producerer 100 – i stedet for 250 - i methan/kg VS, nedsættes netto energiproduktion i systemet fra 4,0 mio. kWh til 2,3 mio. kWh.

Et methantab på 10 % nedsætter netto energiproduktion i systemet fra 4,0 mio. kWh til 3,5 mio. kWh. Der er således stadig en betydelig netto produktion. Men pga. methanets styrke som klimagas vil et methanudslip på bare 4 % medføre nettoemissi-

on af klimagasser. Det er sandsynligt, at produktionen af biogas fra enggræs her i udviklingsfaserne ikke er klimavenlig. Til gengæld er der sandsynligvis udviklingspotentiale for en klimavenlig produktion.

Hvis alle afstande fordobles, ændres nettoenergiproduktion fra 4,0 til 3,8 mio. kWh, og energiforbruget til transport går fra at udgøre 7,5 % til at udgøre 10,7 % af nettoenergiproduktionen. Idet alle afstande allerede er højt sat, betyder disse beregninger, at transportafstanden har lille betydning for nettoenergiproduktionen.

Hvis vandindholdet i våde år forøges væsentligt i det høstede enggræs og kløvergræs, vil energiforbruget til transport stadig være af mindre betydning.

5.5 Referencer

"Energiforbrug på økologiske og konventionelle landbrug". Grøn Viden, Markbrug nr. 260, juli 2002. Dalgaard m.fl.

"Traktorers brændstofferbrug" FarmTest 2004. J.J. Høy

"Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11". Ktbl-Datensammlung

"Dansk Transport og Logistik" 2008. Nielsen.

Farmersweekly 7. juli 2006

"Energiforbruget i det primære landbrug" – Brancheenergianalyse, 1994

Henrik Møller, Aarhus Universitet, pers. Komm.

6 KLIMAGASEMISSION VID DYRKING AV TORVJORD

Örjan Berglund & Kerstin Berglund

6.1. Sammandrag

Växthusgasavgång (CO₂ och N₂O) och avkastning (kg ts/ha) från vall och rörflen odlade med olika dräneringsintensitet jämfördes på en kärrtoryjord som ligger på gården Majnegården utanför Falköping. Syftet var att undersöka om rörflen (*Phalaris arundinacea*) är ett bättre alternativ än vall vad gäller produktion av substrat till biogasreaktorer. Rörflen tål en högre grundvattenyta med bibehållen produktion och konkurrerar väl om kvävet i marken. De första resultaten visar att rörflen har en högre avkastning (11,14 ton ts) än vall (8,31 ton ts) samt att den binder mer kväve per kg/ts (21,6 g respektive 18,6 g). Koldioxidavgången varierade mellan 396 och 1295 mg CO₂/m²/h för vallen och 150 och 2300 mg CO₂/m²/h för rörflenet. Lustgasavgången var väldigt varierande. De högsta avgångarna var från odränerade vallrutor i oktober 2012 (1983 ug/m²/h). Både avkastning och kväveinnehåll var högre från rörflen än från vall samtidigt som det inte var någon större skillnad i växthusgasavgång mellan grädorna. Detta sammantaget indikerar att rörflen är en bra gröda för energiproduktion på toryjord.

6.2. Introduktion och metoder

Biomassaproduktion med rörflen (*Phalaris arundinacea*)

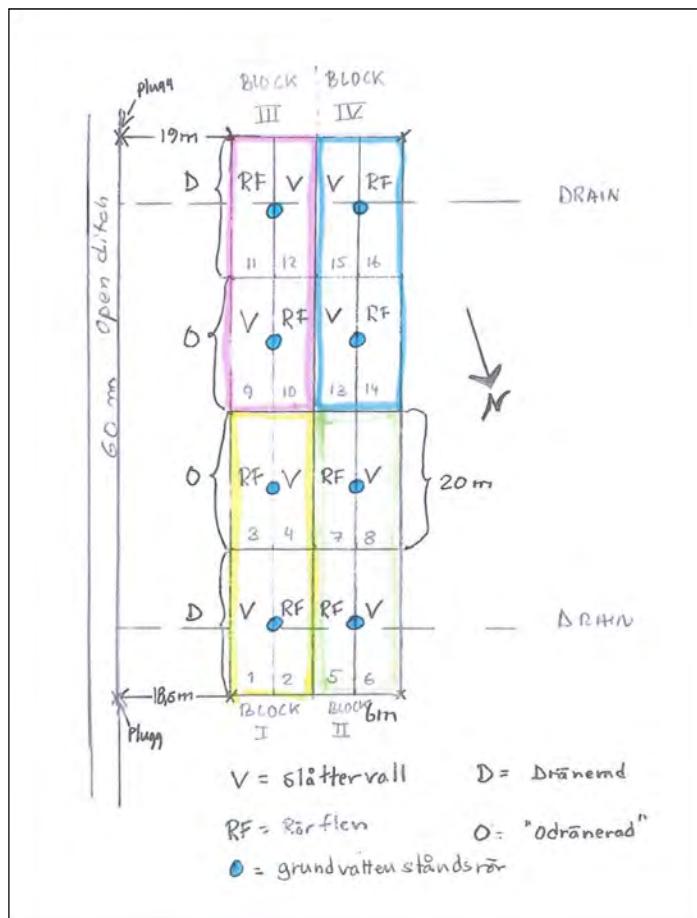
Växthusgasavgången från dränerade organogena jordan kan vara väldigt hög (Berglund & Berglund, 2010a). Några av de faktorer som påverkar avgången av växthusgaser är vattenhalt och dräneringsdjup (Berglund & Berglund, 2011). Fördelar med rörflen jämfört med många andra grödor är att det tål ett högre grundvattenstånd med bibehållen produktion samt att det konkurrerar effektivt om kvävet vilket kan leda till lägre lustgasavgång. Målet med detta delprojekt är att på rutor med olika vattenregim jämföra konventionell gräs vall med rörflen med avseende på biomassaproduktion och växthusgasavgång. Det övergripande målet är att undersöka om man genom bioenergiödling för biogasframställning kan minimera de odlade organogena jordarnas växthusgasemissioner.

Rörflen har tidigare mest använts till biomassaproduktion för förbränning med en avkastning på ca 7,5 ton ts/ha och år och askhalt 2 procent. Sorter framtagna för foderproduktion bör fungera för biomassaproduktion till biogasframställning.

Plats och Fältplan

Fältförsöket ligger på en kärrtoryjord och är lokaliserat till Majnegården (58,12393 N, 13,5380 E) i Västra Götalands län.

Försöket har två faktorer med 2 behandlingar i varje faktor upprepade i 4 block. De faktorer vi jämför är dräneringsintensitet och gröda och där O betecknar att rutorna ligger mellan dräneringsledningarna och D att rutorna ligger direkt ovanpå dräneringsledningarna. Grödan är antingen konventionell vall (V) (insådd i havre startåret 2011) eller rörflen (RF). Försöksplanen åskådliggörs i figur 6.1.



Figur 6.1. Försöksplan för fältförsöket på Majnegården, Falköping. Vall och rörflein på dränerade eller "odränerade" rutor upprepade i 4 block. Vattenståndsrören är markerade med en fyllt blå punkt.

Mätningar i föltförsöket

Grundvattenstånd

Högt grundvattenstånd minskar syretilgången i marken. Därmed minskar nedbrytningen av organiskt material så att CO₂-avgången minskar.

Försöket är placerat med hälften av rutorna direkt ovanpå dräneringsledningen och hälften av rutorna mitt emellan dräneringsledningarna. Vattenhalten (Vol %) och marktemperatur på 5 cm djup mäts med en WET-sensor (Delta-T) och avståndet från markytan till grundvattenytan (cm) mäts på 8 punkter med en kapacitansmätare från Odyssey (Christchurch, New Zealand).

Gasavgång

CO₂, CH₄ och N₂O mäts genom att mäta koncentrationsökningen av gasen under en mörk kammare (30 cm i diameter och 18 cm hög). CO₂ mäts direkt i fält (figur 6.2) med en GMP-343 från Vaisala. CH₄ och N₂O-prover samlas i glasflaskor och analyseras på en gaskromatograf.



Figur 6.2 CO₂-avgång har registrerats regelbundet i olika grödor och i parceller med olika grundvattenstånd.

Markfysikaliska och markkemiska parametrar:

Volymvikt, porositet och pH. Vattenhållandeförmåga (tensionskurva) mättes vid ett olikt bindningstryck: 5, 30, 50, 70, 100, 600 och 15000 (torkning) cm vattenpelare.

Biomassaproduktion

Biomassaproduktionen mäts genom att skördas och väga 0,5 m² i varje försöksruta och bestämma torrsubstanshalten. Etableringsåret 2011 skördades rutorna 1 gång och 2012 kommer rutorna att skördas 2 gånger. Växtprov skickas till Eurofins i Lidköping för analys av: Torrsubstans, totalkväve (Kjeldahl) N, fosfor P, kalium K, askhalt, VOS, NDF, fiber och kalorimetriskt värmevärde.

6.3 Resultat og diskussion

Jordanalyser

Jorden har ett förhållandevis högt pH-värde för att vara en kärrtorvjord. Det beror på att området har mycket kalkrika snäckskal i jorden. En beskrivning av jordens fysikaliska och kemiska egenskaper presenteras i Tabell 6.1. Jorden har hög porositet och ser man till den vattenhållande förmågan (Figur 6.3) så behöver den ett relativt högt vattenavförande tryck för att släppa in luft i porerna, något som påverkar nedbrytningen och gasavgången. Tensionskurvan modelleras med en ekvation (EQ 1.) från van Genuchten (1980).

Tabell 6.1. Kompaktdensitet, skrymdensitet, porositet, glödförlust och pH värde på 3 nivåer i marken från Majnegården.

Nivå (cm)	Kompaktdensitet (g/cm ³)	Skrymdensitet (g/cm ³)	Porositet (%)	Glödförlust (%)	pH
5-15	1,73	0,34	80,4	75,8	6,25
25-35	1,60	0,22	86,2	85,3	6,19
45-55	1,64	0,19	88,4	86,6	6,27

$$\theta(\psi) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha|\psi|)^n]^{1-1/n}} \quad \text{EQ 1.}$$

Där:

$\theta(\psi)$ är retentionskurvan [L3L-3];

$|\psi|$ är det vattenavförande trycket i cm vattenpelare;

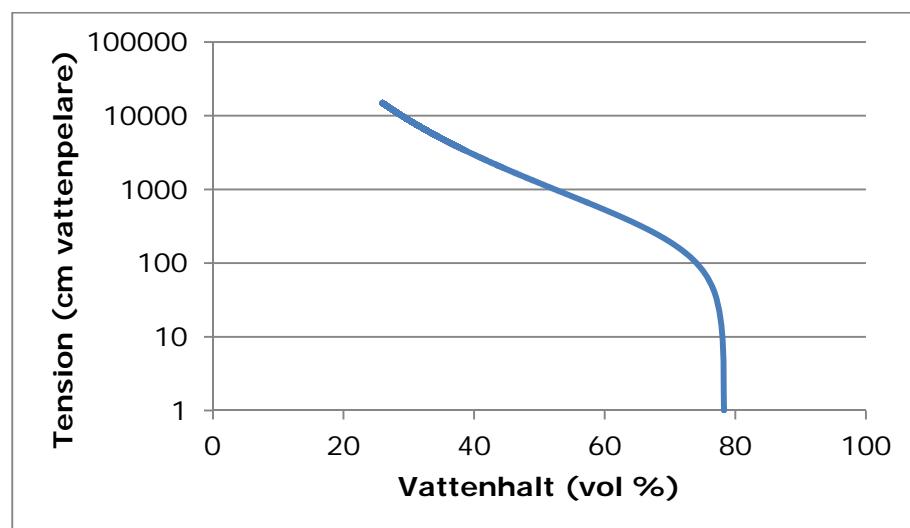
θ_s Vattenhalt vid mättade förhållanden [L3L-3];

θ_r residualvattenhalten [L3L-3];

α är relaterad till bubbeltrycket, $\alpha > 0$ ([L-1], or cm-1); and,

n är relaterad till porstorleksfördelningen, $n > 1$.

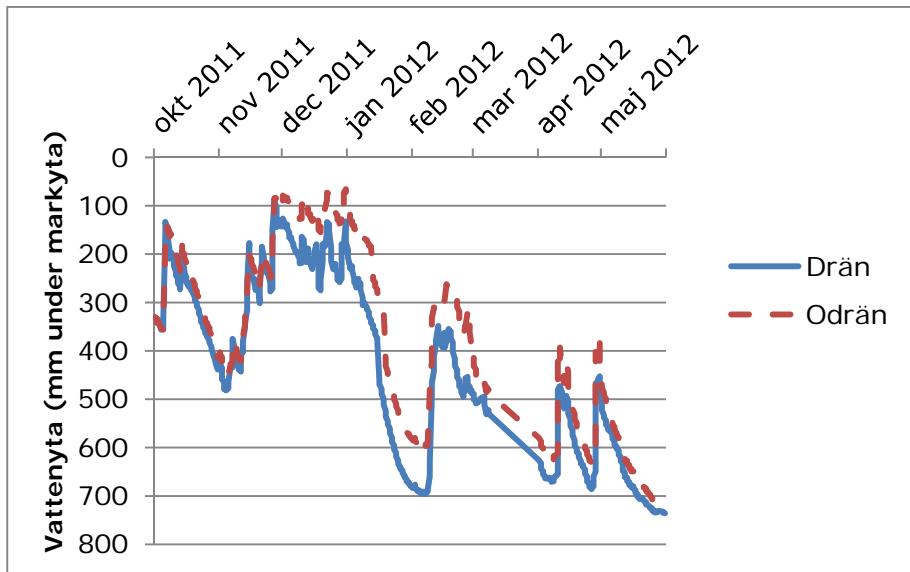
Parametrarna θ_s , α och n bestämdes med programmet JMP till 78,28, 0,0038 och 1,272 respektive och residualvariansen (MSe) för modellen blev 0,05.



Figur 6.3. Modellerad tensionskurva på jorden från Majnegården för nivån 5-15 cm.

Vattenstånd

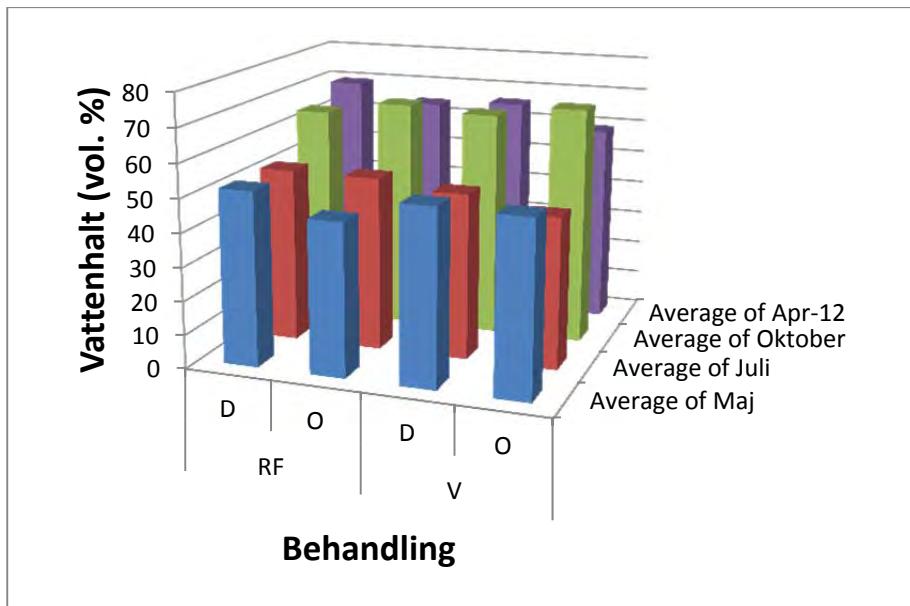
Läget på grundvattenytan skilde sig under hösten inte mellan behandlingarna, men under våren 2012 börjar man se att vattenytan är något djupare på de rutor som ligger direkt ovanpå dräneringsledningarna (Figur 6.4).



Figur 6.4. Vattennivå (mm under markytan). Medelvärde från dränerade och odränerade rutor. Från oktober 2011 till juni 2012.

Vattenhalt

Vattenhalt är en av de parametrar som kan påverka växthusgasavgången från marken. Vattenhalten mättes vid varje mätning av gasavgång och påverkas mer av grödans upptag och nederbörd än vattenytans läge (Figur 6.5).



Figur 6.5. Medelvärde av vattenhalt (vol. %) för de olika behandlingarna. Maj 2011-april 2012.

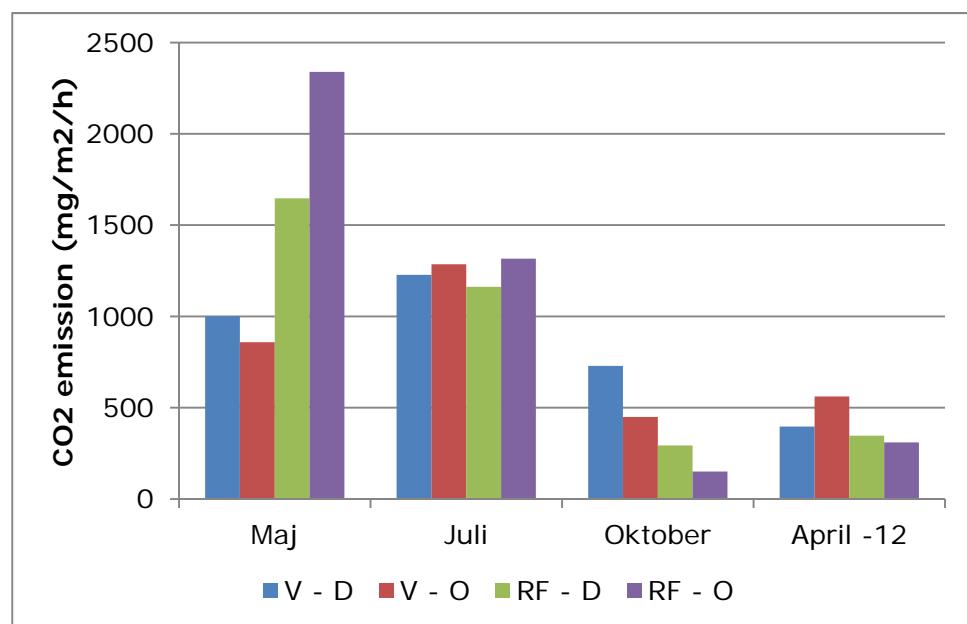
Växthusgasavgång

CO₂ avgången påverkas förutom av jordtemperaturen och vattenhalten även av rotrespirationen (Berglund et al., 2011). Och man får även beakta att gasavgången generellt från dessa jordar har hög spatial variation (Berglund & Berglund, 2010b). I början

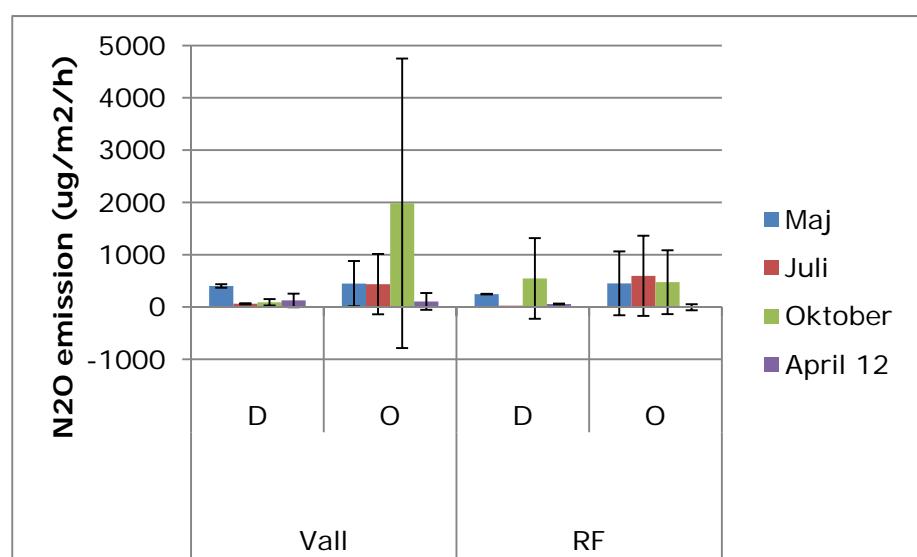
av försöket är det något högre gasavgång från rörflenet, men det jämnar ut sig och under sommaren är det ingen skillnad på gasavgången mellan grödorna. Den lägre temperaturen under hösten och våren 2012 ger lägre gasavgång (Figur 6.6).

Lustgasavgången (N_2O) påverkas av tillgängligt kväve i marken och brukar ofta vara högre om det är en fluktuerande vattenyta med omväxlande aeroba och anaeroba förhållanden. Man kan ana en något högre lustgasavgång under hösten och från de odränerade rutorna (Figur 6.7), men variationen är stor och det är inte någon signifikant skillnad i lustgasavgång mellan behandlingarna.

Metanemissionen är för låg för att mätningarna skall bli tillräckligt bra för vidare analys.



Figur 6.6. CO_2 emission för de olika behandlingarna. Maj 2011-April 2012.
 $V-D$ = Vall dränerat, $V-O$ = Vall odränerat, $RF-D$ = Rörflen dränerat, $RF-O$ = Rörflen odränerat.



Figur 6.7. Lustgasemission från alla behandlingar. Maj 2011 till april 2012. Stora variationer gör det svårt att få signifikans mellan behandlingarna. Felstaplarna visar standardavvikelsen.

Skörd och växtninnehåll

Rörflenet gav mycket hög skörd för att vara från etableringsåret. Den högsta skörden var 15.2 ton ts/ha. Vallskördens var normal (Tabell 6.2). Ett t-test visar att skörden från rörflen (11,14 ton ts/ha) är signifikant högre än skörden från vall (8,31 ton ts/ha). Analysen av grödorna (Tabell 6.3) visar att rörflenet innehåller högre halt kväve än vallen. Detta tyder på att rörflenet effektivt konkurrerar om kvävet i marken vilket skulle kunna leda till lägre lustgasavgång.

Tabell 6.2. Medelvärde av skörd (ton ts/ha) från rörflen och vall på dränerad och odränerade rutor med högsta värdet inom parentes.

Dräneringsförhållande	Rörflen	Vall
D	12.1 (14.3)	7.8 (11.2)
0	10.1 (15.2)	8.8 (10.7)

Tabell 6.3. Analysresultat avseende näringssinnehåll och smältbarhet från skörden 2011, Havre/vall och rörfle

	Havre/vall	Rörflen	Enhet
Torrsubstans	92	90,5	%
Totan N (Kjeldahl)	18,5	21,6	g/ kg Ts
Fosfor P	2,35	2,9	g/kg Ts
Kalium K	8,85	12,2	g/kg Ts
Askhalt/ash content	36,5	50,5	g/kg Ts
VOS	76,5	72	
NDF fiber	568	602	g/kg Ts
KALORIMETRISKT VÄRMEVÄRDE /Calorimetric value			
Torrt prov/d.m	19,6	19,1	MJ/kg
Torrt prov	4696,5	4559,0	Kcal/kg
Torrt prov	5,5	5,3	MWh/ton
Torrt prov.	8447,0	8200,5	BTU/lb

6.4 Konklusion

Resultaten fram till maj 2012 visar på en högre avkastning från rörflen jämfört med vall och det är heller inte några signifikanta skillnader vad avser gasavgång. Detta tillsammans med att rörflenet innehåller en högre kvävehalt ger att rörflen borde fungera bra som bioenergigröda på dessa jordar.

6.5 Referenser

Berglund, Ö. and K. Berglund (2010a). "Distribution and cultivation intensity of agricultural peat and gyttja soils in Sweden and estimation of greenhouse gas emissions from cultivated peat soils." *Geoderma* 154(3-4): 173-180.

Berglund, Ö. and K. Berglund (2010b). Inomfältsvariation i markegenskaper och koldioxidavgång. Rapport. Uppsala, Institutionen för Mark och Miljö

Berglund, Ö. and K. Berglund (2011). "Influence of water table level and soil properties on emissions of greenhouse gases from cultivated peat soil." Soil Biology and Biochemistry **43**(5): 923-931.

Berglund, Ö., K. Berglund, et al. (2011). "Plant-derived CO₂ flux from cultivated peat soils." Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science **61**(6): 508-513.

van Genuchten, M.Th. (1980). "A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils". Soil Science Society of America Journal **44** (5): 892–898. DOI:10.2136/sssaj1980.03615995004400050002x.

7. ODLINGSSYSTEM FÖR PRODUKTION AV BIOGASSUBSTRAT PÅ MARGINALJORD

Maria Berglund, Charlott Gissén, Ida Helander & Sven Erik Svensson

7.1 Sammandrag

Många marginaljordar (enligt definition i kap. 1) kommer sannolikt inte att vara lönssamma eller tillgängliga för odling av biogasgrödor. Därför har försöksodlingarna i BioM-projektet anlagts och utvärderats så att odling av de olika grödorna även kan vara aktuella på konventionell jordbruksmark. I fältförsöket har en energiväxtföljd som är lämplig för regionen demonstrerats och utvärderats. Växtföljden är åtta år och fältförsöket har delats in i sex led med olika gödslingsstrategier. I fältförsöken har gjorts uppmätningar och analyser av biomassaavkastning, biogaspotential, energiförbrukning i odlingen och klimatgasutsläpp i de olika grödorna och gödslingsstrategierna.

Helsädesskörd av rågvete har visat gott ekonomiskt utbyte för biogasproduktion men även biogasvall bedöms vara en konkurrenskraftig biogasgröda. Biogasvallen har även fördelaktiga miljöeffekter bl. a. med avseende på låga CO₂-emissioner.

Biogasgrödorna beräknas ge 5,5-7,0 ton lägre klimatgasutsläpp (CO₂-ekv) per ha och år när grödan används för biogas. Minst utsläpp per MWh fordongas sker vid gödsling med organisk växtnäring, mest utsläpp efter mineralgödsling.

För närvarande bedömer vi att det finns ca 3000 ha marginaljord (åkermark som ligger i trädä, kantzoner, etc) i Falköpings kommun. Om 1000 ha av de mest produktiva marginalmarkerna tas i anspråk för det föreslagna odlings- och biogasproduktionsystemet för fordongas, så skulle det kunna resultera i ett minskat utsläpp av ca 5000 ton CO₂-ekv per år. Samtidigt som ca 1000 personbilar skulle kunna köras på det förnybara fordonsbränslet biogas.



Figur 7.1 1000 ha produktiv marginaljord ger biogas i ett år till 1000 personbilar.

Det skall understrykas att fältförsöken avser odlingar i Falköpings kommun där odling sker i förhållandevis strängt klimat på c:a 225 meters höjd över havet. Vissa jämförelser har därför gjorts med odling av biogasgrödor i södra Sveriges slättbygder.

7.2 Introduktion och metoder

Projektet "Odlingssystem på kantzoner och andra marginaljordar, aktivitet B inom Agrovästs EU/KASK-projekt BioM, syftar till att utvärdera utbyte, ekonomi och miljöeffekter vid produktion av biogas/fordonsgas baserad på energigrödor odlade på kantzoner och andra marginalmarker, med Falköpings kommun som exempel. Behovet av hållbara och förnybara drivmedel, såsom biogas och bioetanol, är stort i samhället för att ersätta fossila drivmedel och därigenom minska utsläppen av växthusgasen CO₂ till atmosfären.

En energiväxtföld etablerades under 2006 på Lönnstorps försöksstation, SLU Alnarp, med syfte att jämföra energiutbytet hos sju energigrödor. Fokus i "Lönnstorpuprojektet" var i första hand de olika grödornas metangaspotential och deras kostnad som biogassubstrat (Björnsson, 2012).

Projektet "Bioenergiväxtföld – nya metoder för hållbar produktion av bioenergi i Falköping" vidareutvecklade idéerna utifrån Lönnstorpsprojektet, och finansierades av Falköpings kommun, KLIMP och Partnerskap Alnarp. "Bioenergiväxtfölden i Falköping" ingick därefter i Agrovästs EU/KASK-projekt BioM, som delaktiviteten "Hållbar odling av biogasgrödor på fastmarksjordar", inom aktivitet B "Odlingssystem på kantzoner och andra marginaljordar" (Svensson & Gissén 2012).

De metoder som används i detta projekt för att utvärdera utbytet (*skördennivåer och metangaspotential hos grödorna*), energigrödornas ekonomi (*kostnad för grödorna som biogassubstrat*) samt miljöeffekter (*förändringar i växthusgasutsläpp*) vid produktion av fordonsgas/biogas baserad på energigrödor odlade på marginaljordar i Falköping är:

1. Odlingsförsök för fastställande av skördennivåer (kg ts per ha och år) för de olika energigrödorna i energiväxtfölden (Svensson & Gissén, 2012)
2. Energigrödornas metangaspotential (liter CH₄ per kg ts) och kostnad som biogassubstrat (kr per MWh CH₄) (Björnsson, 2012)
3. Förändringar av växthusgasutsläppen (ton CO₂-ekv per ha energiväxtföld och år), ur ett livscykelperspektiv, om energiväxtfölden introduceras för produktion av fordonsgas i Falköping (Berglund, 2012)



Figur 7.2. Fältförsök med bioenergigrödor har etablerats både för vetenskapliga utvärderingar och som demonstration för besöksgrupper. Sockerbetor är en av grödorna på "biogasfältet" i Falköping, Västra Götaland.

7.3 Resultat och diskussion

Resultat

Om grödorna i den föreslagna energiväxtföljden i Falköping används för produktion av fordongas, så beräknas växthusgasutsläppen kunna minska med 5,5 till 7,0 ton CO₂-ekv per hektar energiväxtföld och år, beroende på använt gödselmedel, vid ett antaget metanslipp på högst 3 % i biogassystemet. Generellt står metanförluster, som sker i biogas- och uppgraderingsanläggningar, för en stor del av det totala klimatavtrycket vid biogasproduktion.

I vissa fall kan den uppgå till två tredjedelar av de totala växthusgasutsläppen. Låga metanförluster är därmed mycket viktiga för att hålla nere klimatpåverkan vid biogasproduktion. (Berglund, 2012)

Berglund (2012) beskriver hur CO₂-utsläppen ändras, ur ett livscykelperspektiv, vid en introduktion av en energiväxtföld på fastmarksjord i Falköpings kommun för biogasproduktion, och när metangasen används som fordonsbränsle. I Berglunds växthusgasberäkningar ingår utsläpp från odling, produktion och användning av insatsvaror, lustgas från mark, metanutsläpp från biogas- och uppgraderingsanläggning samt slutanvändning av metangasen i fordon. Resultaten, d.v.s. minskningen av växthusgasutsläppen, presenteras som ett medelvärde för alla grödorna i växtföljden (ton CO₂-ekv per hektar energiväxtföld och år) när olika gödslingsstrategier används. Berglunds beräkningar och resultatet rörande förändringar i CO₂-utsläppen baseras på data från "Bioenergiväxtföljden i Falköping" (Svensson & Gissén, 2012) samt litteraturuppgifter.

Energigrödorna i odlingsförsöket har gödsrats enligt sex olika gödslingsstrategier:
1) ogödlat, 2) endast mineralgödsel, 3) endast komposterad rötrest, 4) endast avloppsslam,
5) komposterad rötrest kompletterat med mineralgödsel och 6) avloppsslam kompletterat med mineralgödsel.

Energiväxtföljden och den genomsnittliga skördennivån under åren 2008 till 2010 ges i tabell 7.1. Alla grödor antas användas för biogasproduktion.

Tabell 7.1. Genomsnittlig skördennivå 2008-2010 (ton TS/ha), efter förluster i lager (antas vara 10 %).

	Ogödslat	NPK	Rötrest	Rötrest + N34	Slam	Slam + N34
Vall 1	9,3	11	9,4	10	9,2	10
Vall 2	11,0	11	11	11	10	11
Höstraps	6,6	8,8	6,3	7,9	6,2	7,8
Höstvete	9,0	12	8,8	12	8,2	12
Betor ¹	8,9	13	9,0	11	9,4	12
Majs	6,4	9,7	7,2	7,5	6,8	8,4
Hampa	6,5	9,3	7,2	7,9	7,0	8,4
Rågvete	7,5	13	7,8	11	8,3	12
Mellangröda	1,1	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0

1) Avser beta + blast. Blasten utgör 20 % av totalskördens.

De totala växthusgasutsläppen beräknas variera mellan 0,07 och 0,14 ton CO₂-ekv per MWh *fordonsgas*, sett som ett medelvärde över växtföljden. Utsläppen från olika grödor vid olika gödsling framgår av tabell 7.2. De ogödslade grödorna och grödorna som enbart fått organiska gödselmedel ger lägre växthusgasutsläpp per MWh *fordonsgas*, än de mineralgödslade. Produktion av mineralgödsel ger betydande växthusgasutsläpp, vilket är en orsak till detta resultat. En annan är att gödsling med enbart mineralgödselkväve antas resultera i högre lustgasutsläpp än gödsling med organiska gödselmedel eller en kombination av organiska gödselmedel och mineralgödselkväve.

I de fall grödorna gödslats med enbart mineralgödsel, så beräknas minskningen av växthusgasutsläppen *per hektar* vara något större, i jämförelse med de andra gödselmedlen, som ingick i odlingsförsöket, tack vare en större biomassaskörd per hektar, och därmed en högre fordongasproduktion per hektar.

Tabell 7.2. Totala växthusgasutsläpp från växtodlingen, uttryckt som ton CO₂-ekv per hektar och år.

	Ogödslat	NPK	Rötrest	Rötrest+N34	Slam	Slam + N34
Vall 1	0,60	2,0	1,3	2,4	0,8	2,1
Vall 2	0,61	2,0	1,3	2,4	0,9	2,1
Höstraps	0,53	1,9	1,2	2,4	0,8	2,1
Höstvete	0,55	2,0	1,2	2,4	0,8	2,1
Betor	0,83	2,2	1,5	2,7	1,1	2,4
Majs	0,53	2,0	1,2	2,4	0,8	2,1
Hampa	0,52	1,9	1,2	2,4	0,8	2,1
Rågvete	0,54	2,0	1,2	2,4	0,8	2,1
Mellangröda	0,08	0,08	0,11	0,11	0,11	0,11

Av de grödor som ingick i energiväxtföljden i Falköping; vall, höstraps, höstvete, energibeta, majs, hampa och rågvete, så har helsädsskörd av rågvete (färsk respektive ensilerad), enligt Björnsson (2012) och baserat på Lönnstorpsprojektet, de lägsta substratkostnaderna (*kr per MWh CH₄*) vid fordongasproduktion. Biogasvall resulterade också i relativt låga substratkostnader, även om skördennivåerna för biogasvallen var relativt låga i Lönnstorpsprojektet, jämfört med växtföljdsförsöket i Falköping. Detta tyder på att vall kan vara ett underskattat biogassubstrat ur kostnadssynpunkt i Falköpingsregionen.



Figur 7.3. Majs är en gröda som efterfrågas alltmer för olika behov: Djurfoder, bioenergi, stärkelseindustri och livsmedel.

I tabell 7.3 ges en sammanställning över nettobiogasutbytet i växtföljderna baserat på de faktiska skördarna och antaget biogasutbyte för de olika grödorna. Avdrag har sedan gjorts för biogas som används internt för uppvärmning av rötkammaren samt för metanslipp.

Tabell 7.3. Nettobiogasutbytet per hektar för de olika grödorna och de olika gödslingsleden. Avdrag har gjorts för biogas som används internt i anläggningen för uppvärmning samt för metanslipp på anläggningen.

	Nettoenergiutbyte (MWh biogas/ha och år)						Bio-gasutbyte (Nm ³ CH ₄ /ton TS)
	Ogödslat	NPK	Rötrest	Röt-rest+N34	Slam	Slam + N34	
Vall 1	23	26	23	25	22	25	260
Vall 2	26	27	26	27	25	27	260
Höstraps	28	38	27	34	26	33	460
Höstvete	23	29	22	29	20	30	270
Betor	29	43	30	38	31	39	360
Majs	19	28	21	22	20	25	320
Hampa	15	21	16	18	16	19	240
Rågvete	19	32	20	29	21	29	270
Mellangröda	2,8	2,3	3,0	2,4	2,9	2,5	260
Genomsnitt växtföljden	23	31	23	28	23	29	

Energiåtgång och insatsvaror i växtodlingen

Dieselåtgången i fält fram till och med inmatning i biogasanläggningen ges i tabell 7.4. Dieselåtgången per hektar och gröda beror dels på gödslings- och skördesystemet och dels på skördenvän. Beräkningarna inkluderar odling, skörd, transport av grädorna och inlagring samt biogasproduktion.

Dieselåtgången per gröda varierar mellan de olika gödslingsstrategierna. Det beror dels på skillnader i dieselåtgång för själva gödslingen mellan leden, och dels på skillnader i avkastning mellan olika led (tabel 7.1). En högre skörd innebär högre energiåtgång för transporter och inlagring av grädan. Dieselåtgången beräknas variera mellan 90 och 110 liter per hektar som genomsnitt i växtföljden för de olika gödslingsstrategierna, vilket motsvarar 280-340 kg CO₂-ekv/ha och år. Växthusgasutsläpp från dieselanvändningen har satts till 3,1 kg CO₂-ekv per l diesel (BioGrace, 2011).

Tabell 7.4. Dieselåtgång för odling, skörd, transport och lagring av grädorna. Dieselåtgången anges som liter diesel per hektar och år.

	Ogödslat	NPK	Rötrest	Rötrest + N34	Slam	Slam + N34
Vall 1	87	93	98	102	98	102
Vall 2	90	93	102	105	100	104
Höstraps	67	73	77	82	77	82
Höstvete	71	79	82	90	81	90
Betor ¹	162	171	173	179	174	180
Majs	67	77	80	83	79	85
Hampa	63	71	76	79	76	80
Rågvete	68	81	80	89	81	89
Mellangröda ²	25	26	36	37	36	37
Genomsnitt	88	95	101	106	100	106

1)Avser betor och betblast

2)Avser endast från och med skörd av grädan.

Diskussion

Stora miljövinster kan göras i form av minskade växthusgasutsläpp (CO₂-ekv) om marginalmarker eller kantzoner används för odling av grödor för fordongasproduktion. Växthusgasutsläppen beräknas kunna minska med i genomsnitt 5 ton CO₂-ekv per hektar biogasgröda och år, om det föreslagna odlings- och biogasproduktionssystemet tas i bruk i Falköping.

För närvarande bedömer vi att det finns ca 3000 ha marginaljord (åkermark som ligger i träd, kantzoner, etc) i Falköpings kommun. Om 1000 ha av de mest produktiva marginalmarkerna tas i anspråk för det föreslagna odlings- och biogasproduktionssystemet för fordongas, så skulle det kunna resultera i ett minskat utsläpp av ca 5000 ton CO₂-ekv per år. Samtidigt som ca 1000 personbilar skulle kunna köras på det förnybara fordonsbränslet biogas.

För närvarande uppskattar vi att det finns minst 300 000 hektar marginalmark i Sverige. Om t.ex. 100 000 ha av de mest produktiva marginalmarkerna utnyttjades för odling av grödor för fordongasproduktion, på liknande sätt som föreslagits för Falköping, så skulle ca 100 000 personbilar kunna förses med fordongas. Detta skulle i sin tur

resultera i ca 500 000 ton lägre CO₂-utsläpp per år, jämfört med om personbilarna använder bensin eller diesel som drivmedel.

Lämpligt odlingssystem/gröda på kantzoner, nära vattendrag, är biogasvallar med inslag av kvävefixerande baljväxter. P.g.a. de kvävefixerande baljväxterna i biogasvallen kan relativt höga skördar uppnås på bra jordar, även utan någon större tillförsel av växtnäring. Detta resultat har erhållits i försöket med bioenergiväxtfoljen i Falköping (Svensson & Gissén, 2012). Ett sådant odlingssystem leder till låga växthusgasutsläpp, per MWh *fordongas*. Berglunds resultat tyder på att växthusgasutsläppen reduceras med en faktor 4 när ogödslade biogasvallar med inslag av kvävefixerande baljväxter används som biogassubstrat. Detta positiva resultat ur växthusgassynpunkt förutsätter dock en rationell skörd och transport av biomassan från kantzoner till biogasanläggningens mottagningsplats alt. till ensileringensplatsen, så att insatserna av fossil energi, i form av diesel, hålls låga i produktionssystemet.

Rationell skörd och transport är även en förutsättning för att få ekonomi i hela produktionssystemet för *fordongas* baserad på vallar odlade på kantzoner eller marginaljordar. Enligt Björnsson (2012) leder ensilering dock till en betydligt högre kostnad för biogassubstratet, jämfört med färskt substrat. Detta medför att den skördade biomassan bör levereras färsk till biogasanläggningens mottagningstank i så stor utsträckning som möjligt i stället för att ensileras före bioförgasningen.

Björnsson (2012) föreslår vidare att biogasvallar skördas i två-skördesystem för att maximera biogasutbytet per ha, samtidigt som kostnaderna och energiinsatsen minimeras för biogassubstratet. Även McEniry m.fl. (2011) visar att intensivodlade två-skördesystem av gräsensilage för *fordongas*produktion är konkurrenskraftiga mot treskördesystem, här under irländska förhållanden vid skördenvåren på ca 9 respektive 11,7 ton TS per hektar och år. För Falbygden föreslås; 1:a skörd av biogasvallen i slutet av juni eller ev. i början av juli samt 2:a skörd i mitten eller ev. i slutet av september, d.v.s. när vallgrödan fortfarande ger ett högt utbyte av metan per kg TS.



Figur 7.4. Fältförsök med olika biogasgrödor, Falköping i Västra Götaland. Biogasvall, gräs+klöver, som skördas två gånger om året ger mycket hög avkastning.

Detta två-skördesystem för biogasvallarna har resulterat i mycket höga skördar, 12-14 ton TS per hektar och år i Falbygden, även då mineralgödselkväve inte tillförlits (Svensson & Gissén, 2012).

På marginaljordar utanför kantzoner, d.v.s. ej nära vattendrag, kan biogasvallar alternativt spannmålsslag som ger bra avkastning på dessa marker, t.ex. helsädsskörd av råg, rågvete, höstvete, havre eller korn, användas som färsk eller ensilerade biogassubstrat. Baserat på Lönnsstorpsprojektet har (Björnsson, 2012) speciellt lyft fram rågvete som en lämplig biogasgröda, främst beroende på ett högt metangasutbyte per kg TS och höga skördar vid helsädsskörd. Även i Falköpings bioenergiväxtförljd resulterar helsädsskörd av rågvete och höstvete, som gödsats med enbart organiska gödselmedel eller organiska gödselmedel kompletterat med mineralgödsel, höga skördar, som ligger på samma skördeutbyte som vall, d.v.s. på 12-14 ton TS per hektar (Svensson & Gissén, 2012).

Ur ett hållbarhetsperspektiv bör biogasvallar, med stort inslag av baljväxter, föredras som biogassubstrat eftersom de kräver låga insatser av jordbearbetning, växtnäringstillförsel och växtskyddsmedel under vallens omloppstid. Vidare är växtnäringssläckaget begränsat från vallar jämfört med ettåriga biogasgrödor, främst beroende på "rejält" bevuxen mark under vintern samt minimal jordbearbetning under vallens omloppstid. På lokaler där de höstsädda spannmålsgrödorna råg och rågvete avkastar bra, bör dessa också vara bra som biogassubstrat, ur ett hållbarhetsperspektiv, eftersom de kräver relativt låga insatser av kvävegödsel och växtskyddsmedel, jämfört med andra annuella biogasgrödor.

Delaktiviteten "Hållbar odling av biogasvallar på torvjordar" inom BioM-projektet, som genomförs vid Jättene i Falköpings kommun, syftar till att utreda om biogasvallar som odlas på jordar med högre mullhalt, även resulterar i hög skörd och därmed ger försättningar för att vara ett bra biogassubstrat ur hållbarhetssynpunkt. I detta försök med olika biogasvallar ingår bland annat rörflen, timotej och alsikeklöver, eftersom dessa växter bör klara betingelserna på mullrik jord bättre, jämfört med andra gräs och baljväxter

7.4 Konklusion

Stora miljövinster kan göras i form av minskade växthusgasutsläpp om marginalmarker eller kantzoner används för odling av grödor för fordonsgasproduktion. Växthusgasutsläppen beräknas kunna minska med i genomsnitt 5 ton CO₂-ekv per hektar biogasgröda och år, om den föreslagna energiväxtförföljden i Falköpings kommun införs.

Om 1000 ha av de mest produktiva marginalmarkerna i Falköping tas i anspråk för odling av grödor för fordonsgasproduktion, så skulle det kunna resultera i ett minskat utsläpp av ca 5000 ton CO₂-ekv per år. Samtidigt som ca 1000 personbilar skulle kunna köras på det förnybara fordonsbränslet biogas.

Lämpligt odlingssystem för kantzoner, nära vattendrag, är biogasvallar med inslag av kvävefixerande baljväxter. P.g.a. de kvävefixerande baljväxterna i biogasvallen kan relativt höga skördar uppnås på bra jordar, även utan någon större tillförsel av växtnäring. Ett sådant odlingssystem leder till låga växthusgasutsläpp, per *MWh fordonsgas*, jämfört med biogasgrödor som gödslas med mineralgödsel.

För att uppnå detta positiva resultat, ur växthusgassynpunkt, så krävs dock rationell skörd och transport av biomassen från kantzonerna till biogasanläggningarna, så att insatserna av fossil energi hålls låga i produktionssystemet. Rationell skörd och transport är även en förutsättning för att få ekonomi i hela produktionssystemet för fordonsgas baserad på biogasvallar odlade på kantzoner eller marginaljordar. Om den skördade biomassen levereras direkt till biogasanläggningens mottagningstank färs en betydligt bättre ekonomi jämfört med om grödan ensileras innan bioförgasningen.

För att "Odlingssystem på kantzoner och andra marginaljordar" skall kunna införas i större praktisk skala, så behöver regelverket rörande miljö- och gårdsstöd ändras, så att de ekonomiska förutsättningar för lantbruket att leverera biomassa från kantzoner och andra marginalmarker förbättras.

7.5 Referenser

Berglund M. 2012. Klimatavtryck och energibalans för energiväxtföljden i Falköping. Hushållningssällskapet Halland.

(BioGrace, 2011). Harmonised Calculations of Biofuel Greenhouse Gas Emissions in Europe. Intelligent Energy Europe Biograce. 2011. BioGrace - Excel based biofuel GHG calculations. Version 4 – Public. Biograce. www.biograce.net

Björnsson L. 2012. Energigrödor för biogasproduktion. Rapport nr 80, Institutionen för teknik och samhälle, Miljö - och energisystem, LTH, Lunds universitet.

http://www.miljo.lth.se/svenska/internt/publikationer_internt/pdf-filer/Bjornsson%20Rapport%2080_2012.pdf

McEnry J. m.fl. 2011. The effect of feedstock cost on biofuel cost as exemplified by biomethane production from grass silage. Biofpr. Biofuels, Bioprod. Bioref. 5:670-682. <http://www.bionity.com/en/publications/276531/the-effect-of-feedstock-cost-on-biofuel-cost-as-exemplified-by-biomethane-production-from-grass-silage.html>

Svensson S-E. & Gissén C. Bioenergväxtföld – nya metoder för hållbar produktion av bioenergi i Falköping. SLU Alnarp.

8. LANDSKAPSHÄNSYN SAMT NATUR- OCH MILJÖ-EFEKTER I KÄNSLIGA OMRÅDEN

Peder Hedberg Fält

8.1 Sammandrag

Slätter och bete på våtmarker och strandängar har under mycket lång tid haft stor betydelse för lantbrukets djurhållning. Slätter och bete skapade en miljö med mycket hög biodiversitet och ett öppet landskap med synliga övergångar mellan fastmark, våtmark och öppet vatten. Idag sker lantbrukets foderproduktion huvudsakligen på fastmark, samtidigt som mjölk- och köttproduktionen genomgår en strukturomvandling mot mindre antal gårdar med större djurbesättningar. Många våtmarker och strandängar har idag en produktion av biomassa som inte skördas. Buskar och lövträd har ofta etablerats i zonen mellan fastmark och våtmark. För att rädda höga naturvärden har många sådana områden avsatts som naturreservat där maskinell skörd och borttagning av biomassa fått ersätta tidigare former av lantbruk.

I BioM studeras möjligheterna att producera bioenergi genom skörd av biomassa på våtmarker och strandängar. Valet av teknik och tidpunkt för arbetet i dessa känsliga miljöer har stor betydelse för både landskapsbild och biologisk mångfald – särskilt för fågelfaunan. Provytor har etablerats i våtmarker med olika skötselmetoder där fågelfaunan har inventerats. Projektet har genomförts med full respekt för fastställda naturskyddsbestämmelser och inte med hänsyn till optimalt bioenergiutbyte. Maskinell slätter vid väl valda tider på året har gynnat både artantal och individtäthet. Även sällsynta (rödlistade) fågelarter har gynnats (figur 8.1)



Figur 8.1 Gulärla är en rödlistad fågelart som gynnas av betade eller slättade strandängar. Foto Kent-Ove Hvass.

BioM har visat att maskinell slätter kan ersätta bete där betesdjur saknas och att man öka den biologiska mångfalden genom val av god teknik och god kännedom om fågel-

faunans rast- och häckningsvanor. Projektet har också visat att naturliga vattenstän- dsvariationer från år till år kräver en bättre anpassad maskinteknik och en god bered- skap för att variera skördetidpunkt från år till år. Ett separat delprojekt inom BioM har studerat olika tekniska lösningar för skörd och hantering i marker med svag bärighet. Mer om detta i kapitel 9.

8.2 Introduktion och metoder

Strandängar som översvämmas på vårvärarna var fram till början av 1900-talet naturliga fodermarker som gödslades av smältvattnet på våren och gav upphov till 3-4 gånger mer foder än torrare marker (Borgegård, 2006). Dessa våt- eller strandängar i våra odlingsbygder har brukats under mycket lång tid för att få foder till kreaturen på gården. Slättern utfördes oftast i slutet av juli och början av augusti då vattennivåerna var som lägst. Strandängsgräset stackades och lagrades i ängslador som låg i närheten. Höet hämtades på vintern när marken var frusen och kunde tas in med hjälp av häst och släde. Brukandet av dessa marker var dock värdefullt för den biologiska mängfalden och inte minst fågelfaunan. På våren översvämmades strandängarna och på vårsträcket gav de brukade strandängarna upphov till rika födosöksmiljöer för rastande gäss, simänder och vadare. Även som häckningsplatser är de viktiga då de gödsats av näringssättet smälvtvatten. Detta ger i sin tur grund för en riklig vegetation och ett rikt insektsliv som flera arter våtmarksfåglar kan utnyttja som föda (Ericsson, 2009). Därför har dessa slättade våt- eller strandängar också varit viktiga för en rad olika våtmarksarter.

När jordbruket rationaliseras i takt med nya brukningsmetoders tillkomst försanns så småningom brukandet av våt- eller strandängar och uppoddling av dessa skedde på många håll genom sjösänkningar och utdikning (Alexandersson et al, 1986). Under slutet av 1800-talet och början av 1900-talet beräknas närmare 90% av våtmarkerna i södra och mellersta Sverige ha försvunnit (Bernes, 1993). Runt sjön Hjälmaren i mellersta Sverige gav sjösänkningen möjlighet att odla upp 22.000 ha fuktiga och våta marker till åker (Borgegård, 2006).

Hornborgasjön återskapas

Även Hornborgasjön var föremål för ett stort sjösänkningsföretag. Fram till början av 1800-talet fanns stora områden med fuktiga och våta strandängar omkring sjön. I slutet av 1800-talet ansågs Hornborgasjön vara en av nordeuropas fornämsta fågelsjöar med tanke på dess rika förekomst av rastande och häckande fåglar. Strandängarna förekom främst i sjöns låglänta södra delar som brukades främst som slättermarker. När de på vårvärarna nästa år översvämmades gav de upphov till ett rikt fågelliv. För att kunna utvinna mer odlingsbar mark utmed sjön startades olika sjösänkningsföretag för att förhindra översämningar av sjöns låglänta strandängar. Hornborgasjöns vattenyta sänktes vid fem olika tillfällen under perioden 1802 till 1935. Närmare 1.500 ha våt- eller strandängar kunde därmed odlas upp utmed sjöns flacka områden, främst i sjöns södra del. Via ett nät av olika kanaler som grävdes igenom sjön kunde vatten från inloppen ledas snabbare ut ur sjön vilket medförde att sjön torrlades och växte igen med vass (*Phragmites*) och vide (*Salix*). Efter sista sjösänkningsföretaget fanns bara en bråkdel kvar av de strandängar som en gång fanns vid sjön. Samtidigt försvann många våtmarksberoende fågelarter som rastade och häckade vid sjön.

Efter beslut från riksdagen 1988 kunde sjön restaureras och vattennivån höjas med nästan 1 meter. Hornborgasjön blev efter några år åter igen en av nordeuropas förnämsta fågelsjöar. I samband med sjöns restaurering som pågick fram till 1995 kunde 3300 ha våtmark återskapas, varav 650 ha är strandängar (Hertzman & Larsson, 1997). Sedan 1997 är Hornborgasjön skyddat som ett naturreservat och förvaltas av Länsstyrelsen i Västra Götalands län med egen personal. Av 650 ha strandäng betas ungefär 450 ha och 150 ha slättas. Det slättade grönmassa används som foder till nötkreatur eller säljs som torkat biobränsle till värmepannor i trakten.

Känsliga våmarker

Inom projektet BioM har man velat undersöka möjligheterna att kunna framställa biogas av gräs från strandängar utmed flacka sjöar och åar och att detta skall göras med hänsyn till naturvården och miljön i området. De få kvarvarande skötta eller brukade strandängarna i inlandet är få till antalet och oftast skyddade som naturreservat där länsstyrelserna ofta är förvaltare av dessa. Många strandängar har vuxit igen med buskar och träd och är ur naturvårdssynpunkt inte lika intressanta. De flesta av de hävdade strandängarna betas idag för att förhindra igenväxning och för att bibehålla den miljö som många fågelarter kräver för sin existens (Joyce & Wade, 1998).



Figur 8.2. Våtmarker kan producera mycket biomassa. Slätter går ofta bra med vanliga lantbruksmaskiner. Insamling och transport i marker med svag bärighet är betydligt svårare.

I många fall är inte bete lämpligt eller man saknar möjligheten att få dit betesdjur. Slätter är då det bästa alternativet om inte marken är för ojämн eller stenig. Vid slätter skall också det slagna gräset avlägsnas och helst tillvaratas (figur 8.2). Tidig slätter är dock ofta inte förenligt med de naturvården som finns utan slätter sker sent under perioden slutet av juli fram till början av september. Tidig slätter missgynnar däggdjur och flera fågelarter, såsom storspov och kornknarr, då deras ungar och bon kan förolyckas. På vallodlingar utanför Hornborgasjöns naturreservat, påbörjas slätter för ensilage redan i slutet av maj när fortfarande flera fågelarter ruvar eller har små ungar. I skyddade områden med värdefull fågelfauna, bland annat i naturreservat, sker slätter sent för att undvika att häckningar spolieras. På strandängarna i Hornborgasjöns naturreservat brukar vi rekommendera slätter tidigast omkring den 15. juli så

att inga bon eller små ungar går förlorade. Oftast brukar slätter på strandängar utföras när sjöarnas och vattendragens vattennivåer är som lägst, vilket oftast brukar inträffa i augusti eller början av september.

Eftersom slätter av grönmassa skall ske tidigt för optimal biogasautbyte av biomassan är det inte förenligt med de naturvärden som finns på slättade strandängar. I denna rapport kommer data att presenteras från studier gjorda inom Hornborgasjöns naturreservat om vilka fågelarter som förekommer häckande samt val av tidigaste tidpunkt för slätter jämte andra hänsynstagande vid lätter på strandängar för att tillgodose de naturvärden som finns i denna känsliga miljö.

Under 2011 och 2012 studerades fågelfaunans täthet och artsammansättning på några av de strandängar som slättades inom projektet. Slättern utfördes i slutet av augusti och början av september åren innan, dvs 2010 och 2011. Vid slättern användes konventionella jordbruksmaskiner och höet pressades till storbalar och transporterades bort från området. Det ena området var Vadboden i södra delen av sjön och Fågeludden i sjöns nordöstra del. På grund av stor nederbörd under 2010 och 2011 genomfördes inte slätter på alla de strandängar som var planerade att studera varför endast två slättade områden kunde fågelinventering genomföras, nämligen Vadboden och Fågeludden. Undersökningsområdet vid Vadboden var 15,2 ha och Fågeludden 7,8 ha. Som jämförelse valdes tre strandängar ut som inte slättades 2010 eller 2011 men som några år innan har slättats. Det fanns inga större buskar i jämförelseytorna utan mestadels olika gräs och örter. Ytorna ligger i södra och sydvästra delen av sjön. Referensytorna var 14,4 ha, 14,6 ha och 8,7 ha.

Samtliga ytor innehöll både våta och fuktiga miljöer. I de blötaste partierna dominera de högstarr där renä bestånd av vasstarr (*Carex acuta*). Vasstarren är i allmänhet kraftig och ibland tuvad och då främst i referensområdena. Andra starrarter som påträffades i mindre omfattning var trådstarr (*C. lasiocarpa*) och flaskstarr (*C. rostrata*). De örter som påträffades var fackelblomster (*Lythrum salicaria*), kräkklöver (*Comarum palustre*) och vattenmärke (*Sium latifolium*). Där starren saknas finns ofta blottad gyttja där gärna ettåriga växter återfinns såsom nickskära (*Bidens cernua*) som bildar stora mattor, främst i ytan Vadboden. I den fuktiga delen av strandängen domineras tuvtåteln (*Deschampsia flexuosa*), men även rörflen (*Phalaris arundinaceus*) är vanlig. I referensytorna återfinns också högörtsvegetation såsom älgört (*Philipendula ulmaria*), diverse skräppor (*Rumex spp*), pipdån (*Galeopsis tetrahit*) och kärrtistel (*Circium palustre*). Bland mer lågväxande örter märks gåsört (*Argentina anserina*), kräkklöver (*C. Palustre*) och revsmörblomma (*Ranunculus repens*).

Fågelinventeringen genomfördes med metoden linjeinventering (Svensson 1976) där respektive ytor gicks igenom en gång per säsong mellan 20:e och 30:e maj under 2011 och 2012 när de flesta häckande fågelarter finns på plats. Inventeringen genomförde mellan 06.00 och 10.00. För att täcka ytorna så mycket som möjligt så promenerade man sick-sack igenom ytorna. Samtliga påträffade fåglar registrerades och medelantalet fåglar för respektive art och yta räknades fram.

Datum för när de första kullarna av de arter som vanligtvis häckar på hävdade eller brukade strandängar vid sjön togs fram via artdatabasen Svalan från åren 1995 till 2012 (Nilsson & Södercrantz, 2012). Änder som har bon på strandängar följer de kläckta ungarna ned mot vattnet och lämnar därmed strandängen. Vadarnas ungar är borymmare men återfinns på strandängen med sina föräldrar där de söker föda. De lämnar inte strandängen förrän de blir flygga. Ungar hos tättingar är kvar i boet fram till de blir flygfärdiga. Inga statistiska analyser är gjorda då datamängden är för litet.

Tabell 8.1. Fågelarter som regelbundet häckar på hävdade strandängar i Hornborgasjön.

Art	Art	Art
Gräsand	Brunand	Enkelbeckasin
Kricka	Småfläckig sumphöna	Rödbena
Snatterand	Kornknarr	Brushane
Ärta	Stranskata	Sånglärka
Skedand	Storspov	Ängspiplärka
Vigg	Tofsvipa	Sydlig gulärla

8.3 Resultat och diskussion

Fågelfaunan på slättade strandängar

Totalt hittades tio olika fågelarter med medelantalet 3,88 fåglar/ha (tabell 8.2). Den vanligaste arten var tofsvipa med 1,5 individer/ha följt av sydlig gulärla med 0,85 individer/ha och de ovanligaste arterna var storspov och sävsparv med 0,03 individer/ha. Samtliga arter utom sävsparv kännetecknar den fågelfaunan som vanligtvis förekommer häckande på slättade eller betade strandängar (tabell 8.1). Tre arter änder samt tre arter vadare noterades. Bland dessa tio arter var 4 rödlistade enligt Art-databanken (Gärdenfors, 2011) vilket motsvarar 40% av de påträffade arterna. Flera arter som häckar på skötta eller hävdade strandängar är rödlistade då naturtypen är ovanlig jämfört med icke skötta eller igenväxta strandängar.

Bland de icke slättade strandängarna hittades sju arter med ett medelantal av 4,20 fåglar/ha där buskskvätta var allra vanligast med 1,4 individer/ha följt av sävsparv 0,82 individer/ha och ängspiplärka med 0,74 individer/ha (tabell 8.2). Den ovanligaste arten var grashoppsångare med 0,13 individer/ha. Inga arter änder påträffades och bland vadare noterades enbart enkelbeckasin. Det förekom också färre andel rödlistade arter jämfört med de slättade områdena, nämligen 29%. De rödlistade arterna redovisas i tabell 8.2.

Tabell 8.2. Medelantalet observerade häckande fåglar per ha i slättade områden jämfört med icke slättade områden på strandängar vid Hornborgasjön. Arter som är **rödmarkerade** är rödlistade arter enligt Artdatabanken (Gärdenfors, 2011).

Slättade (n=4)		Icke Slättade (n=5)	
Medelantalet fåglar/ha		Medelantalet fåglar/ha	
Gräsand	0,43	Enkelbeckasin	0,29
Skedand	0,11	Sävsångare	0,46
Ärta	0,065	Grashoppsångare	0,13
Tofsvipa	1,5	Buskskvätta	1,4
Rödbena	0,37	Ängspiplärka	0,74
Storspov	0,03	Sydlig gulärla	0,36
Sånglärka	0,20	Sävsparv	0,82
Sydlig gulärla	0,85	Totalt	4,20
Ängspiplärka	0,30		
Sävsparv	0,03		
Totalt	3,88		

Hävdade strandängar som betas eller slättas har stor betydelse för vilken flora och fauna som förekommer. En strandäng som inte brukas växer snart igen och slutstadiet är oftast skog eller buskage som domineras. De arter som en gång fanns där brukandet av strandängen fortgick övergår ganska fort till annan fauna och flora. Eftersom hävdade eller slättade strandängar är ovanliga och ofta är skyddade som naturreservat finns där också fler rödlistade fågelarter. Skulle arealen hävdade eller skötta strandängar öka kommer också andelen rödlistade fågelarter minska.



Figur 8.3. Bete och slätter kan ofta kompletteras med gott resultat.

Flera våtmarksrestaureringar har skett i vårt land där man har konstaterat att det går att få tillbaka många av de fågelarter som försvunnit när man återskapat hävdade strandängar (Gustafsson, 2006). Ofta har bete varit vanligare att införa vid våtmarksrestaureringar framför slätter. Slätter är oftast dyrare att genomföra och ju blötar markerna är desto mer specialanpassade fordon krävs då markerna oftast inte bär tyngre maskiner. Ju mer specialanpassade fordonen är desto dyrare blir maskinkostnaderna (Wennerberg, 2012). Kostnaderna blir därför för höga jämfört med de intäkterna man kan få. Slätter med efterbete är annars en skötselmetod är bäst för fågellivet (Gustafsson, 2006). Eftersom avkastningen vid sen slätter inte är lämplig att använda som foder är därför användning för annan avkastning ett föredra. Därför är grödan intressant att använda för biogastillverkning då det slättade materialet inte får ligga kvar på strandängen. I Hornborgasjöns naturreservat slättas ungefär 150 ha av de 650 ha strandängar som finns. Det finns därför potential att öka andelen slättade marker i reservatet om man kan hitta lämplig skördeteknik och finansiering.

Slättertidpunkt

Valet av tidpunkt för slätter bestäms ofta av väder och lämpliga vattennivåer. Vid slätter för höframställning spelar vädret stor roll då det måste torka innan man kan bärga det. Vid ensilering har vädret inte lika stor betydelse. En annan faktor är de olika häckfåglarnas tidpunkt då de har ungar i området så att dessa inte förolyckas vid slättern. Slätter på vallar sker redan i maj då flera fågelarter påbörjat sin häckning och ligger och ruvar eller har små ungar. Därför förolyckas många fågelbon då slättern ske så tidigt. Kornknarren anses ha minskat kraftigt när jordbruks rationalisering och vallarna slogs tidigare och tidigare (Pettersson, 2007). Även storspov missgynnas av tidig slätter på vallar (Gärdenfors, 2011).



Figur 8.4. Naturvårdsbestämmelser kan påverka möjligheten att skördar biomassa vid optimal tidpunkt.

Hornborgasjöns strandängar brukar slås väldigt sent i augusti när vattennivån i sjön är låg så att traditionella jordbruksmaskiner kan framföras. Därför är risken minimal att bon eller ungar på strandängen förloreras. I tabell 8.3 följer en sammanställning av observationer gjorda av allmänheten till art databasen Svalan vid vilken tidpunkt när man har observerat vuxna fåglar med ungar på eller i anslutning till strandängar vid sjön. Änderna placerar gärna sina bon i den högre vegetation som starrmaden erbjuder och efter att äggen kläcks tar med sig ungarna till närliggande vattensamling. De flesta andarterna får ut sina ungar från mitten av juni fram till mitten av juli. Undantaget är gräsand och vigg. Gräsanden är väldigt tidig med sin äggläggning och får fram ungar redan i mitten av maj medan viggen är en väldigt sen häckfågel som har små ungar ända in i mitten av augusti. De flesta kullarna ses dock i mitten och slutet av juli.

Rallfåglar

De båda rallfåglarna småfläckig sumphöna och kornknarr är väldigt svårsedda och rör sig ofta dolt och i hög vegetation och båda är ovanliga vid sjön. Därför finns bara en observation av vardera arten med ungar. Den småfläckiga sumphönan får ofta två kullar varav den andra är ganska sen. I slutet av augusti noterades en kull med små ungar på en våt strandäng i en starrmad. Kornknarren har en sen häckningscykel och i åtgärdprogrammet för arten föreslås mycket sen slätter och inte tidigare än 1:a september (Pettersson, 2007). Vadarfåglar har liksom rallfåglarna ungar på strandängen fram till dess att de blir flygfärdiga. Vadarfåglarna är beroende av kort vegetation och missgynnas av lång och kraftig gräsvegetation. Därför har de flesta vadarna tidig häckningscykel och tofsvipa har ungar redan i mitten av maj och rödbena i början av juni. Predation av ägg och små ungar är vanliga hos dessa arter varför omläggningar ofta sker som resulterar i senare kullar. Därför kan små ungar ses så sent som i slutet av juni och början av juli. Den senast häckande vadaren vid Hornborgasjön är brushanen där endast en kull observerats som var den 8:e juli. Oftast brukar arten ha ungar i mitten och slutet av juli. Det är dock oklart om brushanen fortfarande häckar vid Hornborgasjön. Bland tättingarna Sånglärka, ängspiplärka och sydlig gulärla fanns inga uppgifter från Svalan. Sånglärkan och ängspiplärkan är båda tidiga häckfåglar och

lägger gärna en andra kull. Den sydliga gulärlan anländer till sjön i början av maj och har ungar i mitten och slutet av juni.

Häckning ofta klar 15 juli

De flesta av de redovisade arterna har vid Hornborgasjön häckat klart innan den 15 juli. Den dagen upphör också tillträdesförbude inom naturreservatet (figur 8.4). Några arter häckar dock mycket senare och dessa är vigg, småfläckig sumphöna och kornknarr. De flesta vadarfåglarna häckar tidigt med undantag av brushane som kan ha ungar i mitten av juli. Därför kan man anpassa slätter till vilka arter som förekommer på strandängen. Finns det enbart häckande vadare och tättingar skulle man slätta redan i början av juli fast förekommer sent häckande arter bör man dock inte slätta förrän i slutet av augusti. Vid slätter redan i början av juli bör man efterbeta maden för att återväxten inte skall bli för hög till nästkommande år i samband med fåglars häckning. Många vadarfåglar är helt beroende kortvuxen vegetation för annars riskerar de att försvinna från området (Alexandersson et al., 1986).

Skördetidpunktens betydelse för biogasutbytet behandlas i kapitel 5.3 (figur 5.2).

Tabell 8.3. Sammanställning från artdatabasen Svalan från perioden 1990-2012 om tidpunkt då olika arter har ungar på strandängen som man behöver ta hänsyn till vid val av slättertidpunkt.

Art	Tidpunkt	Art	Tidpunkt
Gräsand	15/5 – 30/6	Strandskata	20/7
Kricka	20/6- 5/7	Storspov	1.u.
Snatterand	15/6 – 8/7	Tofsvipa	15/5 – 7/7
Årta	23/6 – 14/7	Enkelbeckasin	1.u.
Skedand	15/6 – 5/7	Rödbena	3/6 – 17/7
Vigg	3/7 – 15/8	Brushane	8/7
Brunand	14/6 – 10/7	Sånglärka	1.u.
Smäfl. Sumphöna	22/8	Ängspiplärka	1.u.
Kornknarr	4/8*	Sydlig gulärla	1.u.

*/ Observationen kommer från jordbrukslandskap strax SV om Falköping, ca 15 km från Hornborgasjön. i.u.=inga uppgifter

Övrig naturvårdshänsyn

För att få en så stor biologisk mångfald på strandängen och för att gynna den hävdbe-roende fågelfaunan skall framförallt strandängarna vara öppna och fria från högre vegetation såsom träd samt buskar. Även höga stolpar, fågeltorn eller andra liknande byggnader kan vara hämmande (Gustafsson, 2006). Små skogsdungar inom en radie av 250 m kan vara hämmande. Även årliga översvämningsar samt en variation av grunda öppna vattensamlingar på strandängen gynnar mångfalden (Gustafsson, 2006). Vid slätter är det lämpligt att utgår från mitten och slätta mot kanterna istället för att slätta från kanterna och gå mot centrum. Risken är att man stänger in viltet mot mitten och de har därmed ingen möjlighet att undkomma slätterkrossen.

8.4 Konklusion

BioM har visat att maskinell slätter kan ersätta bete där betesdjur saknas och att man öka den biologiska mångfalden genom val av god teknik och god kännedom om fågelfaunans rast- och häckningsvanor. Projektet har också visat att naturliga vattenstän-dsvariationer från år till år kräver en bättre anpassad maskinteknik och en god bered-skap för att variera skördetidpunkt från år till år.

8.5 Referenser

- Alexandersson, H., m.fl. 1986. Stränder vid Fågelsjöar. Naturvårdsverket.
- Bernes, C. 1993. Nordens miljö – tillstånd, utveckling och hot. Monitor 13. Solna. Na-turvårdsverket.
- Borgegård, S-O. 2008 (1). Kan våtmarker bidra till ökad produktion av bioenergi? Bio-diverse. Statens Lantbruksuniversitet.
- Ericsson, J. 2009. Strandängarnas artrikedom och artsammansättning-betydelsen av hävd. Examensarbete i Biologi 30 hp till magisterexamen. Uppsala Universitet.
- Gustafsson, T. 2006. Bird communities and vegetation on Swedish wet meadows-importance of management regimes and landscape composition. PhD.
- Gärdenfors, U, ed. 2011. Rödlistade arter i Sverige. Uppsala: Artdatabanken. SLU
- Hertzman, T. & Larsson, T. 1997. Hornborgasjön- Från vasshav till fågelrike. Natur-vårdsverket.
- Joyce, C.B. & Wade, P.M, (eds). 1998. European Wet Grassland Biodiversity. Manage-ment and restoration: Chichester, England: John Wiley & Sons Ltd.
- Nilsson, J. & Södercrantz, J. 2012. Svalan - Rapportsystem för fåglar. Artdatabanken. SLU. Naturvårdsverket.
- Pettersson, T. 2007. Åtgärdsprogram för kornknarr 2007-2011. Naturvårdsverket.
- Wennerberg, P. 2012. Skörd och hantering av biomassa från våtmarker för biogaspro-dukton. Delrapport fra BioM-projektet. www.agrotech.dk/biom

9. SKÖRD, INDHENTNING, LAGRING OCH FÖRBEHANDLING AV BIOMASSA

Thomas Vang Jørgensen, Peder Hedberg- Fält & Per Wennerberg

9.1 Sammandrag

Kapitlet opsummerer erfaringer fra fire års høst af biomasse i Nørreådalen og to år ved Hornborgasjön. I projektperioden er der udviklet metoder til høst, bjærgning og lagring af enggræs, som gør biomassen konkurrensedygtig med majs som råvare til produktion af biogas. Målet har været at høste, bjærge, transportere og lagre biomassen fra engene i Nørreådalen til en pris, som er lavere end 0,52 DKK pr. kg tørstof. Det er den pris, hvor enggræs kan erstatte majs, uden at økonomien i biogasproduktionen ændres.

I perioden er omkostningerne reduceret fra 0,71 DKK/kg tørstof i 2010 til gennemsnitligt 0,54 kr/kg tørstof 2011. I 2011 blev der høstet engbiomasse på 80 ha i Nørreådalen til en pris, der varierede fra 0,41 DKK/kg TS til 0,64 kr/kg TS. Hertil skal lægges lagringsomkostninger på op til 0,08 DKK/kg TS. Det er med andre ord indenfor rækkevidde at høste engbiomassen til en pris, der gør den konkurrensedygtig med majs som råvare til biogasproduktion.

Følgende faktorer er væsentlige for den gennemførte omkostningsreduktion.

- Der er anvendt traditionelt udstyr til høst af græs. Bugseret eller butterfly skårlægger –rive –rundballepresser m. snitter. Meget våde arealer, som ville kræve specialudstyr er ikke høstet.
- Med extrudering som forbehandling er det muligt at arbejde med høje tørstofprocenter og tungt omsætteligt plantemateriale. Dermed er det muligt at høste et enkelt meget stort og meget tørt slæt enggræs, for at få maksimal mængde værdistof og minimal mængde vand (fyld).
- Rundballerne er lavet så store som muligt for at maksimere mængden af bjærget værdistof, pr transport.
- Biomassen er transporteret direkte fra eng til biogasanlæg uden mellemLAGRE, for at undgå omkostninger til omlæsning.

Det behövs en bättre nordisk samordning inom teknikutvecklingen av skörd och hantering av grönmassa från våtmarker. Många konventionella jordbruksmaskiner och specialmaskiner har provats. Här visas exempel på teknikutveckling i England respektive Holland (figur 9.9 och 9.10).

Förutom transport av tung biomassa från svaga marker har finfördelningen av biomasan till ett effektivt biogassubstrat visat sig kräva ytterligare teknikutveckling.

9.2 Introduktion och metoder

Gennem fire sæsoner fra 2009 til 2012 er der høstet græs på engene lang Nørreåen. Alle omkostninger til høst, bjærgning, transport og lagring er registreret. Høst og transportprocesserne er løbende blevet evalueret og udviklet med det mål at nå frem til en høst og logistikløsning, der gør det rentabelt at bruge enggræs som råvare til biogasproduktion i stedet for majs.

I alle årene er enggræsset er blevet slæet med en skiveskårlægger, vejret/tørret, revet sammen og presset i rundballer (2011 blev en del presset i minibig-firkantballer). Heretter er ballerne transporteret direkte fra eng til biogasanlæg og oplagret. Gennem årene er der afprøvet forskellige typer maskiner, som traditionelt bruges til bjærgning og lagring af græs.

Tabell 9.1. Oversigt over anvendt teknik ved høst i Nørreådalen.

År	Skårlægning	Presning	Lagring	Tørstof
2009	2m bugseret	Rundballe boogie-aksel	Ingen overdækning	40-60 %
2010	6 og 9 m bugseret	Rundballe boogie-aksel	Pomi rundballewrap	Ca 85 %
2011	6 og 8 m butterfly	Rundballe enkelt-aksel + minibig	Pomi rundballewrap + stakwrap	Ca 85 %
2012	9m butterfly	Rundballe enkelt-aksel	Ingen overdækning	70-85 %

Ved Hornborgasjön har man i 2010 och 2011 registrerat höstomkostnader för utvalgda arealer vid sjön (tabell 9.4)

Tidigt i projektet fann man att insamling, transport och lagring av biomassa från våtmarker och strandängar kräver utveckling av maskintyper med god markbärighet och hög trasportkapacitet. Dessa maskiner finns inte i det konventionella skandinaviska jordbruket. För att söka nya lösningar på dessa problem har BioM vidtagit två åtgärder:

- I BioM-projektet genomförde LMO och Länsstyrelsen i Västra Götaland en gemensam studieresa till Holland för att studera intressant teknik. Rapport från denna resa har publicerats (Asplund & Fransson, 2012). I avsnitt 9.3 återges en sammanfattning inkl. en av bilderna i denna rapport (figur 9.10).
- Under våren 2012 har Länsstyrelsen i Västra Götaland, inom BioM, lätit en teknikkonsult (Technofarm) inventera en stor del av den europeiska marknaden för aktuella maskiner till våtmarksarbete (Wennerberg, 2012). I avsnitt 9.3 återges en sammanfattning och ett exempel på en bild från denna rapport (figur 9.9)

9.3 Resultat och diskussion

De væsentligste erfaringer fra de enkelte høstår i Nørreådalen er sammenfattet i tabel 9.1.

I 2010 blev der lavet detaljerede arbejdstidsregistreringer i forbindelse med høst og opbevaring (Høj, 2010). I rapporten behandles kapacitet og omkostninger til skårlægning, rundballer, Pomi indpakning og snittevogn med indlægning i stak eller plansilo.

Tabel 9.1. Væsentligste erfaringer fra de enkelte høstår i Nørreådalen.

År	Skårlægning	Presning	Lagring	Tørstof	Pris
2009	Let maskine brugbar på meget våde arealer	God bæreevne brugbar på meget våde arealer	Tårnstakning mi- nimerer pladsbe- hov	Stort tørstof- tab	Ikke beregnet
2010	Middeltung maskine brug- bar på våde arealer	Som 2009	Rundballe "pølse" meget pladskræv- ende	Minimalt tør- stoftab	0,71 DKK/kg TS
2011	Tung maskine Dybe spor + fastkørsel i våde områder	Minibig = tung maskine kun brugbar på tørre arealer	Minibig i stakwrap min. pladsbehov. Rundballestak med presenning meget arbejdskrævende	Acceptabelt tørstoftab	0,54 DKK/kg TS
2012	Som 2011	Acceptabel bæreevne. Brugbar på våde arealer	Minimeres. Max biomasse høstes direkte til biofor- gasning	Tørstoftab vs arb.behov acceptabelt	0,45 DKK/kg TS

Billederne herunder viser et udsnit af de maskinsæt, der er anvendt gennem årene.

Skårlægning

Skårlægning af græsset er i alle årene sket efter 20. juni af hensyn til vildtets yngleperiode og gældende regler for at modtage miljøtilskud til arealerne.



Figur 9.1. Skårlægning med front- og bagmonteret skivehøster 2010.

Rundballer

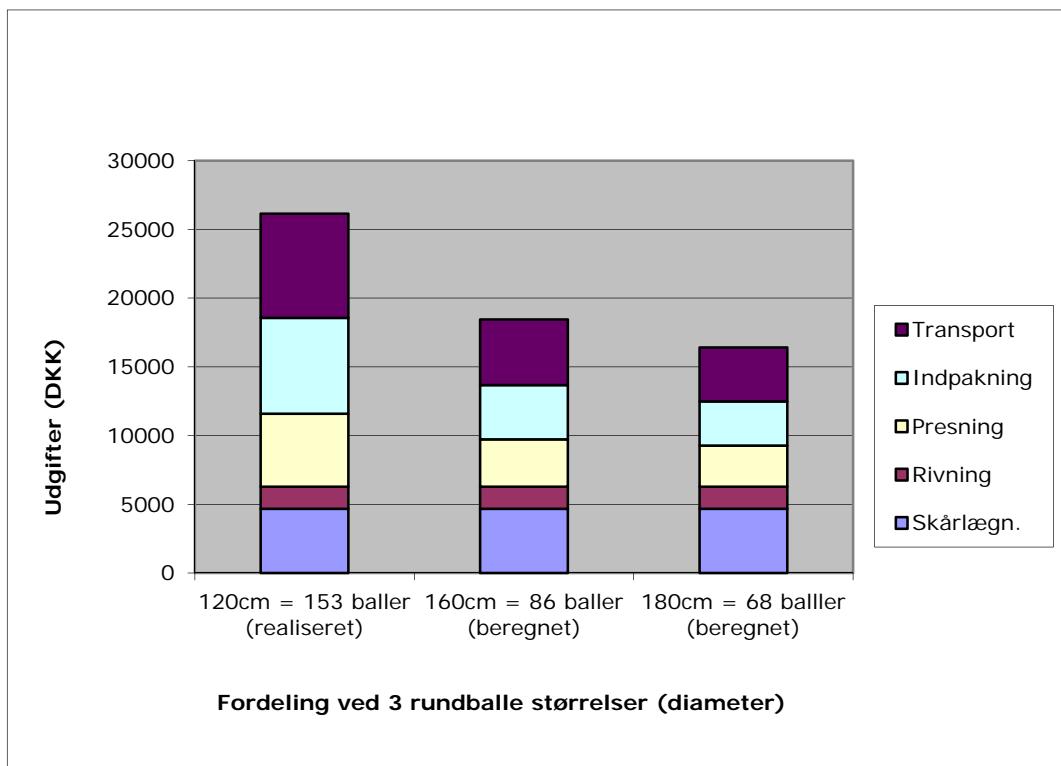
På grund af arealernes sårbarhed over for tung trafik og arealernes ringe bæreevne blev der valgt en teknik med lille egenvægt. Græsset blev derfor opsamlet med en rundballepresser. Græsset blev snittet med en indbygget snitter for lettere at kunne findele ballerne, før de skulle bruges i biogasanlægget.



Figur 9.2 2009 og 2010 Græsset blev presset med en rundballepresser med boogieaksel = lav akselbelastning.

Ballestørrelsens betydning for høstomkostningerne.

På basis af de realiserede høstomkostninger i 2010, udarbejdede vi en teoretisk beregning af rundballestørrelsens betydning for høstomkostningerne. Analysen viste, at det var muligt at reducere høstomkostningerne fra 0,71 DKK/kg TS til 0,46 DKK/kg TS ved at øge rundballernes diameter fra 120 cm til 180 cm (maksimal ballestørrelse med presser anvendt i 2010). Se figur 9.3.



Figur 9.3. Udgiftsfordeling som funktion af ballestørrelse ved høst af biomasse fra i alt 11 ha i Nørreådalen.

Endelig har det ganske afgørende betydning for de samlede omkostninger at bjærge enggræsset og anden biomasse med så højt et tørstofindhold som muligt.

Når tørstofindholdet er så højt som 80 %, er det efter alt at dømme ikke nødvendigt at wrappe ballerne, fordi tørstoftabet ved lagring forventes at være mindre end udgiften til wrap. Det betyder, at ballerne kan laves større end de 160 cm i diameter, som er max for baller, der skal wrapses. I de år, hvor dette kan opnås, kan der derfor presses større baller, nemlig op til 180 cm. I år med ringere bjergningsbetingelser vil det være nødvendigt med en wrapning af ballerne og dermed en ballediameter på højst 160 cm. Samtidig er den samlede mængde, der skal bjerges, lidt større: nemlig 4500 tons pga. det ekstra vandindhold. De samlede omkostninger til fremskaffelse af enggræs som råvare for biogasanlægget under sådanne forhold er næsten dobbelt så store som i år med mere gunstige bjergningsbetingelser.

Læsning, aflæsning

Læsning af ballerne skete med traktor med frontlæsser. Læsseren var udstyret med balletang, så ballerne kunne vendes og drejes efter ønske. Vogntoget bestående af to vogne kunne rumme 27 baller. Fuldt lastede er vognene det tungeste led i transportkæden fra eng til biogasanlæg. Tungt læs og relativt små hjul betyder, at vognene kun kan læses i engene på tørre områder med stor bæreevne. I væde dele af engene var det nødvendigt at transportere ballerne to og to med traktor frem til transportvognen.



Figur 9.4 Læsning af baller i marken med frontlæsser.

Transport skete direkte fra engene til lagerplads ved biogasanlægget. Den gennemsnitlige transportafstand fra engene til biogasanlægget er 12 km.

Aflæsning ved lagerpladsen blev udført med læssemaskine, der kunne håndtere to baller ad gangen.



Figur 9.5. Aflæsning ved lagerpladsen med læssemaskine.

Lagring

Der blev afprøvet forskellige metoder med henblik på at identificere den billigste og bedst egnede metode at beskytte enggræsset mod vejrlig for at undgå tørstoftab, så fremt det skal opbevares over en længere periode. Enggræsset blev presset i henholdsvis minibig- og rundballer. Minibigballerne blev POMI-wrapped, mens en del af rundballerne blev lagret under presenning og en del blev POMI-wrapped (figur 9.6 og 9.7).



Figur 9.6. Indpakning af ballerne i strækfolie med specialmaskine.



Figur 9.7. Ballerne kunne pakkes i endeløse rækker med Pomi pakker.



Figur 9.8 Indtransport og POMI-wrapning af minibigballer samt lagring af minibig- og rundballer ved POMI-wrapning og under presenning ved Aarhus Universitets biogasanlæg i Fou-lum.

Omkostningerne til de forskellige lagringsmetoder er angivet i tabel 9.3, og det ses, at omkostningerne ved lagring med presenning er ca. dobbelt så høje som omkostningerne til lagring ved POMI-wrap. Ved beregning af omkostningerne er afskrivning af presenninger sat til et år. Kan de holde flere år, vil omkostningen ved denne lagringsform falde. Ligevægtspunktet for denne lagringsform i forhold til POMI-wrap fås ved en afskrivningsperiode af presenningerne på tre år.

Tabel 9.3. Oversigt over omkostninger ved de fire forskellige lagringsmetoder, som blev afprøvet i 2011.

	Baller [stk.]	Baller [ton friskvægt]	Baller [ton TS]	Omkostning [DKK]	Omkostning [DKK/kg TS]
Minibigballer enggræs (POMI)	196	78	66,5	6.260	0,09
Rundballer eng- græs (POMI)	65	0	24	3.045	0,13
Rundballer eng- græs (presse- ning)	500	288	245	44.470	0,18
Rundballer klø- vergræs (POMI)	175	118	100,3	7.555	0,08
Total	936	480	411	61.330	

Forskellen i omkostninger pr. kg. TS mellem, at POMI-wrappe henholdsvis enggræs og kløvergræs skyldes et lavere TS indhold pr. balle enggræs i forhold til kløvergræs, samt at et ens startgebyr fordeles på relativt færre baller enggræs end kløvergræsballer.

Dokumentation av slätterkostnader vid Hornborgasjön, Västra Götaland

I forbindelse med græshøsten ved Hornborgasjön 2010 og 2011 har man dokumenteret omkostninger som angivet i tabel 9.4 Allt arbete är utfört med konventionella jordbruksmaskiner. OBS! Alla kostnader är redovisade i SEK.

Tabell 9.4. Slätterkostnader i BioM-projektet på 3 strandängar vid Hornborgasjön.

Område 1. Areal 21 ha. År 2010.				Total kostnad
Metod	Antal timmar	Antal balar	Kostnad*/	
Ter	10,5		850 SEK/tim	8 925 SEK
Hövändning	5		850 SEK/tim	4 250 SEK
strängning	7		850 SEK/tim	5 950 SEK
Pressning		287	60 SEK/bal	17 220 SEK
Totalt				36 345 SEK
Område 2. Areal 4 ha. År 2011				
Metod	Antal timmar		Kostnad*/	
Slätter	3,5		1050 SEK/tim	3 675 SEK
Hövändning	1,5		950 SEK/tim	1 425 SEK
strängning	1,5		950 SEK/tim	1425 SEK
Pressning		48	65 SEK/bal	3120 SEK
Totalt				9 645 SEK
Område 3. areal 16 ha. År 2011				
Metod	Antal timmar		Kostnad*/	
Slätter	6		1050 SEK/tim	6 300 SEK
Hövändning	3		950 SEK/tim	2 850 SEK
strängning	4		950 SEK/tim	3 800 SEK
Pressning		52	65 SEK/bal	3 380 SEK
Totalt				16 330 SEK

* / Transportkostnader ej medräknade.

Studiebesök i Holland

Länsstyrelsen i Västra Götaland och LMO i Danmark reste i projektet till Holland för studier av specialmaskiner anpassade för marker med låg bärighet.

Alla maskiner som visades var utrustade med breda band för att ta sig fram på områden med låg bärighet. Vi var där i huvudsak för att titta på maskiner för våtmarksslätter, men även maskinerna för vasskörd, avverkning och stubbfräsning var intressanta.

Maskindemonstrationen började med visning av maskiner för skörd av vass för tak-täckningsändamål. Vassen klipptes av med en knivbalk och transporterades upp med ett stående band. Samtidigt borstades gräs bort från nedre delen av vassen för att därefter automatiskt bindas i kärvar för att läggas i en stor bunt som kördes till upplag på land.

Därefter visades maskiner för avverkning, flisning och stubbfräsning.

En av maskinerna kunde både skördas och mata en separat gående flistugg. Den var radiostyrd och kunde allt eftersom man skördade följa med på avverkningsplatsen. Flisen fördes i en container till land för tömning. För hela arbetsmomentet krävdes bara en maskinist.

För behandling av kvarvarande stubbar fanns det ytterligare en maskin. Även den hade band för att kunna gå efter skördaren och färdig ställa arbetet. Våtmarken var sedan klar för att bearbetas med lämplig puts eller slättermaskin (Asplund & Fransson, 2012). Figur 9.10 är exempel från denna studieresa.

Technofarm maskininventering

Konsultfirma Technofarm har udarbejdet en rapport som beskriver de svenske erfaringer med at anvende enggræs til biogas (Wennerberg, 2012). Det følgende er et sammendrag fra rapporten:

Svenska våtmarker kan vid en TS-skörd på 2 ton /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 transporterna, laggingsvolymen 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 0,70-0,80 SEK/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 ensilade 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 SEK/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 SEK/ha/år).

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

1. Biogasproducenterna kräver en bättre kvalitet på substratet där man farmför allt vill ha grönmassan mer finfördelad med en strälängd 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. Figur 9.9 är exempel från denna inventering.

9.4 Konklusion

I Nørreådalen er høstomkostningerne reduceret fra 0,71 DKK/kg tørstof i 2010 til gennemsnitligt 0,54 DKK/kg i 2011. I 2011 blev der høstet engbiomasse på 80 ha i Nørreådalen til en pris, der varierede fra 0,41 DKK/kg tørstof til 0,64 DKK/kg TS. Hertil skal lægges lagringsomkostninger på op til 0,08 DKK/kg TS. Ved at høste engbiomassen tør som hø og afgasse den indenfor en-tre måneder efter høst kan udgifter til lagring undgås. Det betyder, at omkostningerne til høst, bjærgning og transport af biomasse er tæt på de 0,52 DKK/kg TS, der gør enggræs konkurrencedygtig med majs som råvare til biogasproduktion.

Følgende faktorer er væsentlige for den gennemførte omkostningsreduktion.

- Der er anvendt traditionelt udstyr til høst af græs. Bugseret eller butterfly skårlægger, rive, rundballepresser m. snitter. Meget våde arealer, som ville kræve specialudstyr er ikke høstet.
- Med extrudering som forbehandling er det muligt at arbejde med høje tørstofprocenter og tungt omsætteligt plantemateriale. Dermed er der basis for at høste et enkelt slæt biomasse tørt som hø for at få maksimal mængde værdistof og minimal mængde vand (fyld).
- Rundballerne er lavet så store som muligt for at maksimere mængden af bjærget værdistof pr. transport.

- Biomassen er transporteret direkte fra eng til biogasanlæg uden mellemlagre for at undgå omkostninger til omlæsning.
- Ved Hornborgasjön har der i samme periode været stor variation i høstomkostningerne. Typisk regner man med, at det koster 2,90 - 4,42 SEK/kg TS at høste, bjærge og transportere enggræs til biogas i Sverige.
- Høstomkostningerne i de to områder kan ikke umiddelbart sammenlignes. Arealernes farbarhed og vejret i høstperioden har stor indflydelse på hvor dyrt eller billigt, der kan høstes den pågældende sæson.

Gennem teknikudvikling og rationalisering af logistikkæden er det muligt at reducere omkostningerne til enggræs yderligere. Vigtige fokusområder er især rationel indsamling af baller og udvikling af materiel med stor bæreevne og høj høstkapacitet, som kan færdes i engene uden at lave spor eller køre fast.

I blandt andet England og Holland findes i dag teknikløsninger, som med fordel kunne afprøves under forholdene i Nørreådalen og ved Hornborgasjön.

Här visas två exempel på teknikutveckling i England respektive Holland.



Figur 9.9. 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. Foto: Loglogic.



Figur 9.10. Avlastning enligt koncept från holländska De Vries Cornjum där självlastarvagnen dockar till ett traktordrivet mobilt avlastarbord/släpkärra.
Foto: De Vries Cornjum.

En anden løsning, som sandsynligvis er væsentlig billigere end specialbyggede maskiner, er at udruste traditionelle maskiner med bånd i stedet for hjul. Se figur 9.11.



Figur 9.11. Valtra med bælter.

9.4 Referenser

Wennerberg, P. 2012. Skörd och hantering av biomassa från våtmarker för biogasproduktion. Delrapport fra BioM-projektet. www.agrotech.dk/biom

Asplund, P. och Fransson, J. 2012. Länsstyrelsen i Västra Götaland, Hornborgasjön. Reserapport Studieresa till maskinvisning i Holland 17/1-18/1. www.agrotech.dk/biom

Høy, J.J. 2010. Kapacitetsmålningar i 2010 v/ Nørreå. www.agrotech.dk/biom

10. DRIFTSEKONOMI OCH AFFÄRSMODELLER

Kasper Stefanek, Thomas Vang Jørgensen & Peder Hedberg-Fält

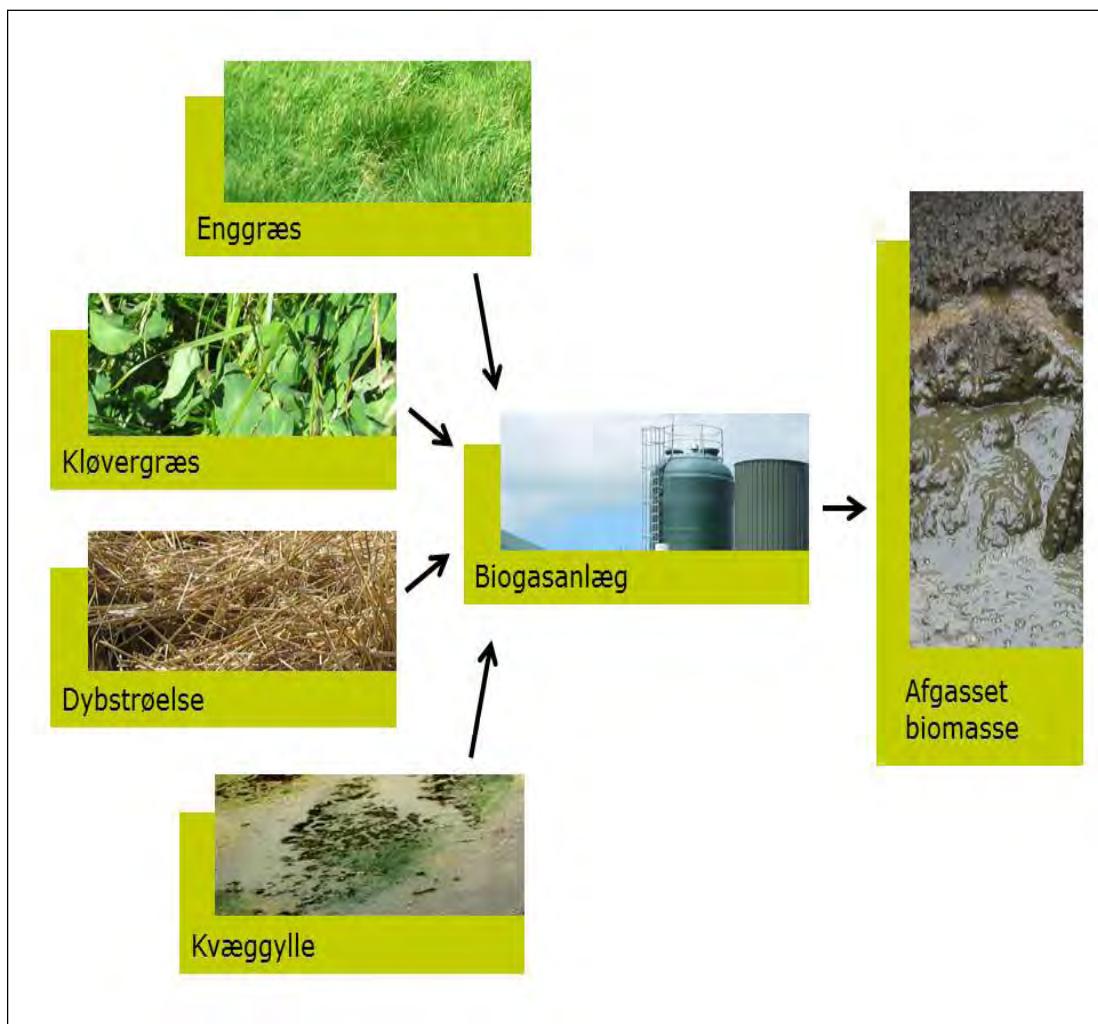
10.1 Sammandrag

I perioden 2010-2012 blev der etableret et produktionssystem i Nørreådalen i Danmark. Biomassegrundlaget var enggræs, kløvergræs og evt. andre anvendelige typer biomasse og gylle, som blev omsat i et biogasanlæg til biogas og økologisk gødning. I 2010 og 2011 blev der høstet enggræs og kløvergræs fra henholdsvis 10 og 125 ha, og løbende blev der afprøvet nye løsninger til bjærgning, transport og lagring, således at økonomien i forsyningsskæden blev forbedret, f.eks. forøgelse af rundballernes størrelse og forøgelse af tørstofandelen af enggræsset. I 2012 blev der produceret biogas og økologisk gødning på grundlag af enggræs, kløvergræs, halm, grøntsagsrester og kvæggylle. Der blev oprettet en leverandørforening i maj 2012.

Det er planen, at biogasanlægget på Aarhus Universitet vil blive udbygget med en ekstra reaktor i 2015, og at anlægget dermed vil blive i stand til at modtage enggræs fra mellem 500 og 1000 ha, og som følge heraf øge produktionen af biogas og økologisk gødning væsentligt. Der er regnet på forskellige scenarier for driften af leverandørforeningen i 2015, og det blev vist, at det er muligt for foreningen at opnå et positivt økonomisk resultat. I en følsomhedsanalyse blev udpeget de faktorer, som har størst betydning for foreningens driftsresultat, og specielt salgsprisen på den afgasende biomasse og udgifter til høst og transport er afgørende.

10.2 Introduktion och metoder

I løbet af projektperioden (2010-2012) er der etableret et system til produktion af biogas og økologisk gødning. Omdrejningspunktet er biogasanlægget på Aarhus Universitet i Foulum, hvortil der leveres enggræs fra lavbundsarealer i Nørreådalen, kløvergræs og husdyrgødning. På dette biomassegrundlag produceres biogas og økologisk gødning (figur 10.1). Positive sideeffekter ved systemet er, at der fjernes næringsstoffer fra de lavliggende enge, samt at arealerne holdes lysåbne.



Figur 10.1. Masseflow for produktionssystemet i Nørreådalen. På basis af forskellige typer biomasse produceres biogas og økologisk gødning.

Til at varetage fremskaffelse, logistik og handel med de forskellige biomassesetyper blev der pr. 23. maj 2012 stiftet en leverandørforening. I leverandørforeningens bestyrelse er lokale økologiske husdyrproducenter og planteavlere repræsenteret, herunder grøntsagsproducenter. Leverandørforeningen forestår køb og salg af forskellige biomasseprodukter og har følgende indtægtskilder:

- Enggræs, som afhøstes i Nørreådalen og afsættes til biogasanlægget
- Kløvergræs, som købes af økologiske landmænd i området og afsættes til biogasanlægget
- Andre biomassekilder som f.eks. økologisk halm, grøntsagsrester og dybstrøelse
- Afgasset biomasse, som aftages hos biogasanlægget og afsættes til økologiske landmænd i lokalområdet.

Leverandørforeningen sælger biomasse til biogasanlægget efter gældende priser for 2012 (tabel 10.1). Efterfølgende sørger leverandørforeningen for distribution og salg af den afgassedede biomasse, og indtægterne herfra tilfalder leverandørforeningen. Biogasanlægget råder selv over den producerede biogas og indtægterne ved efterfølgende salg.

Tabel 10.1. Oversigt over typer af biomasse, som håndteres af leverandørforeningen, dvs. enggræs, kløvergræs, kvæggylle og dybstrøelse samt den afgassede biomasse. Der er derudover angivet mængder og priser for de enkelte biomassetyper.

Biomasse	Afregning [DKK/t]	Afregning [DKK/t TS]
Enggræs	-	519
Kløvergræs	-	833
Kvæggylle	12,5	-
Porreaffald	-	833
Halm	-	519
Afgasset biomasse	0-60*	-

*/ Prisen på afgasset biomasse fastsættes af leverandørforeningen og er bl.a. afhængig af afregningsprisen på kløvergræs fra leverandørforeningen til producenterne.

Biogasanlægget afregner leverandørforeningen henholdsvis 0,52 DKK og 0,83 DKK pr. kg/TS eng- og kløvergræs. Tørstofmængden bestemmes vha. halmspyd i forbindelse med leveringen på biogasanlægget. Afregningsprisen er uafhængig af tørstofandelen af biomassen.

De oplyste afregningspriser på enggræs og kløvergræs er gældende i år 2012. Den fremtidige prisuddeling på disse produkter reguleres ved forhandling mellem leverandørforeningen og ejeren af biogasanlægget, dvs. Aarhus Universitet. Hvor ofte en sådan forhandling skal finde sted, er beskrevet i aftalen mellem leverandørforeningen og Aarhus Universitet (www.agrotech.dk/biom).

10.3 Resultat och diskussion

Der blev i 2011 høstet 85,4 ha enggræs samt 40 ha kløvergræs fra Nørreådalen. Arealerne med enggræs blev høstet i perioden ultimo juni til medio juli og der blev opnået en relativt høj tørstofandel på ca. 85 % TS. Kløvergræsarealerne blev høstet ultimo juli med en tørstofprocent ligeledes på ca. 85 % TS.

Vorning Maskinstation forestod høst og transport, og der blev anvendt følgende priser på de forskellige operationer (tabel 10.2).

Tabel 10.2. Priser på de forskellige operationer fra maskinstationen i 2011.

Operation	Pris	Enhed
Minibig	41	DKK/balle
Rundballe	43	DKK/balle
Rifling	600	DKK/time
Skårlægning 9 m	1350	DKK/time
Skårlægning 6 m	935	DKK/time
Samling + hjemkør	550	DKK/time
Samling + læsning	400	DKK/time

Enggræs

Der blev bjærget 369 t enggræs fra de 85,4 ha (tabel 10.3). Tørstofandelen blev bestemt ved målinger med halmspdyd ved aflæsning på biogasanlægget i Foulum. Der blev, som før nævnt, målt en gennemsnitlig tørstofandel på 85 %, hvilket svarer til en samlet tørstofmængde på 314 ton. Dette giver et gennemsnitligt tørstofudbytte pr. ha på 3,7 ton.

Tabel 10.3. Høstet areal og mængde i 2011 samt indtægter og udgifter for leverandørforeningen fordelt på enggræs og kløvergræs.

	Mængde tørstof [ton TS]	Høstet areal [Ha]	Udbytte [t TS pr. ha]	Omkostning [DKK/t TS]	Omkostning totalt [DKK]	Betaling fra biogasanlæg [DKK]
Enggræs	314	85,4	3,7	609	191.286*	162.966
Kløvergræs	100	40	2,5	220	22.049	83.300
Total	414	119,4			213.335	246.266

* Det er i beregningerne forudsat, at alt enggræsset blev POMI-wrappet. I praksis blev en del af enggræsset (500 baller), lagret under presning. Denne lagringsform viste sig dyrere end POMI-wrap. Omregningen er foretaget med den forudsætning, at ballerne kunne have været wrappt til 41 DKK/stk., hvilket var prisen for de øvrige baller, som blev POMI-wrappet i 2011 (POMI Industri Aps).

De 314 ton tørstof blev afregnet med 519 DKK pr. ton, hvilket giver en samlet indtægt til leverandørforeningen på 162.966 DKK. Omkostningerne til høst, transport og lagring af de 314 ton enggræs var 191.286 DKK eller 609 DKK pr. ton. Således bidrog handlen med enggræs til en udgift i leverandørforeningen på 28.320 DKK.

Kløvergræs

Der blev afhøstet 40 ha kløvergræs, hvilket gav et udbytte på 100 ton TS eller 2,5 ton pr. ha. (flere slæt). Se tabel 10.3. Landmanden, som ejer arealerne forestod selv skærlægning og rivning. Leverandørforeningen har således kun udgifter til presning af rundballer samt transport og lagring. Dette beløber sig til 22.049 DKK, og da de 40 ha. kløvergræs afregnes med 83.300 DKK af biogasanlægget, giver det leverandørforeningen en indtægt på 61.251 DKK.

Gylle, dybstrøelse og afgasset biomasse, samt samlet resultat

Da forbehandlings- og indfødningsanlæg til håndtering af græsbiomasse først blev etableret på Aarhus Universitets biogasanlæg i Foulum i foråret 2012, blev græsset ikke omsat i biogasanlægget i 2011, men i stedet lagret ved biogasanlægget. Der blev som følge heraf ikke indhentet gylle og dybstrøelse til biogasanlægget, og der foreligger derfor ikke et samlet driftsresultat for leverandørforeningen, hvor gylle og dybstrøelse er inkluderet.

Driftsresultat for 2012

Der er i 2012 indgået aftaler med leverandører om levering af kvæggylle, enggræs, kløvergræs, halm og porreaffald til biogasproduktion (tabel 10.4). Indgåelse af aftalerne blev varetaget af den nystiftede leverandørforening (stiftet pr. 23. maj 2012), og det var vigtigt for foreningen, at minimere risici, dvs. at undgå store udlæg i lange perioder. Derfor var der fokus på at minimere betalingen for indgående biomasse, mod at de samme biomasseleverandører til gengæld modtog den afgassede biomasse uden beregning. Herved vil foreningen med stor sandsynlighed være sikret et positivt driftsresultat for 2012, om end et endeligt driftsresultat for 2012 ikke er tilgængeligt på tidspunktet for udarbejdelse af denne rapport.

Tabel 10.4. Oversigt over typer af biomasse, som håndteres af leverandørforeningen i 2012, dvs. enggræs, kløvergræs, kvæggylle, halm og porreaffald samt den afgassede biomasse. Der er derudover angivet mængder og priser for de enkelte biomassetyper samt indtægter og udgifter for leverandørforeningen.

Biomasse	Mængde [mængde/år]	Afregning [DKK/t]	Indtægt [DKK/år]	Omkostninger [DKK/år]
Enggræs	45 ha	519 kr./t TS	86.413 (ved 3,7 t TS/ha)	74.925
Kløvergræs	16 ha efterslæt	833 kr./t TS	13.328 (ved 1 t TS/ha)	7.200
Kvæggylle	5000 t	12,5 kr./t	62.500	40.000
Porreaffald	100 t (ca. 8 % TS)	833 kr./t TS	6.664	6.664
Halm	150 t TS	519 kr./t TS	77.850	67.500
Afgasset biomasse	Ca. 5.450	0 kr./t	0	0
Total*			246.755	196.289

*Foreløbig opgørelse, idet et endeligt driftsresultat ikke foreligger på tidspunktet for udarbejdelsen af denne rapport.

Leverandørforeningen har for at minimere risikoen for økonomiske tab indgået en fastprisaftale med en maskinstation. Maskinstationen høster og transporterer enggræs, kløvergræs og halm til Aarhus Universitets biogasanlæg i Foulum for 0,45 DKK/kg TS. Leverandørforeningen afregnes med 0,52 eller 0,83 DKK/kg TS for de forskellige typer biomasse af biogasanlægget.

Leverandørforeningen har indgået en aftale om levering af kvæggylle med Kvægbrugets Forsøgscenter (KFC), som er beliggende få kilometer fra Aarhus Universitets biogasanlæg i Foulum. Leverandørforeningen modtager 12,50 DKK/t gylle, som afhentes hos KFC, og betaler transporten af gyllen og leverer gyllen uden betaling til biogasanlægget i Foulum.

Den afgassede biomasse aftages af økologiske planteavlere i lokalområdet. Mange af disse modtagere har også leveret biomasse til biogasproduktionen på fordelagtige vilkår for leverandørforeningen. Derfor betaler de samme leverandører ikke for den afgassede biomasse, men kun for transporten fra biogasanlægget til deres ejendomme.

Samlede indtægter i 2012 for leverandørforeningen skønnes til 246.755 DKK og samlede omkostninger er 196.289 DKK.

Skördekostnader vid Hornborgasjön

I forbindelse med græshøsten ved Hornborgasjön 2010 och 2011 har man dokumenterat omkostningar som angivet i tabell 9.3. Allt arbete är utfört med konventionella jordbruksmaskiner. Jämförande kostnader mellan olika regioner i BioM-området har stort värde vid den fortsatta utvecklingen av biomassans logistik och ekonomi.

Scenarium for 2015

I år 2015 er det planen at etablere en særskilt økologisk biogasreaktor på Aarhus Universitet. Derved vil det være muligt at øge produktionen af biogas og økologisk gødning væsentligt. Biomassegrundlaget for reaktoren forventes at blive ca. 500 ha enggræs samt kløvergræs, økologisk kvæggylle, dybstrøelse og recirkuleret væske fra produktionen (tabel 10.5). Mængden af biomasse der håndteres, er specificeret af

Planenergi som grundlag for en økologisk reaktor ved Aarhus Universitet (Jørgensen et al., 2012).

En opgørelse af arealerne i Nørreådalen viser, at ca. 1.000 ha ligger indenfor en transportafstand til biogasanlægget i Foulum på 10 km. Det er derfor vurderet, at det er muligt, at få tilslutning fra 500 ha enggræs indenfor en transportafstand på 12 km fra biogasanlægget. På samme måde er opgjort afstande til økologiske planteavlere og husdyrproducenter i området omkring biogasanlægget, og på den baggrund anvendes en transportafstand på 20 km for kvæggylle, kløvergræs, dybstrøelse og afgasset biomasse.

Tabel 10.5. Biomassegrundlag for biogasproduktionen på Aarhus Universitets biogasanlæg i 2015. Transportafstande er anslæede på baggrund af oplysninger om økologiske planteavlere og husdyrproducenter i lokalområdet, samt opgørelser over engarealerne i Nørreådalen.

Type biomasse	Mængde, Tons	Transportafstand
Økologisk kvæggylle	2000 t	20 km
Dybstrøelse	500 t (udelades evt.)	20 km
Kløvergræs	800 t TS	20 km
Enggræs	1750 t TS	12 km
Recirkuleret væske	7500 t	-
I alt afgasset produkt/afgasset gylle	13.200 t	20 km

På baggrund af dette biomassegrundlag specificeret i tabel 10.5 er der udarbejdet et driftsbudget for leverandørforeningen (tabel 10.6), hvor det er forudsat, at gældende aftaler for afregning med biogasanlæg og maskinstation opretholdes. Det er forudsat, at kvaegproducenter får tilsvarende mængde afgasset biomasse retur, som den mængde gylle, de leverer.

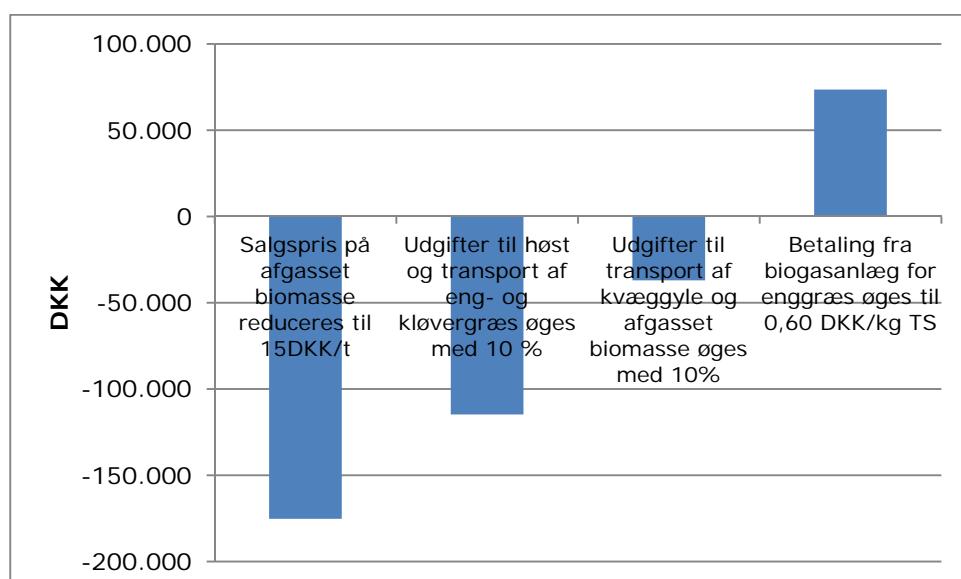
Tabel 10.6. Budget for drift af leverandørforeningen i 2015. Budgettet er baseret på håndtering af de typer biomasse og mængder, der er specificeret i tabel 4 i Jørgensen et al. (2012), dog er dybstrøelse ikke inkluderet, da dette på nuværende tidspunkt ikke blev skønnet rentabelt.

Indtægter	DKK
Salg af enggræs	908.250
Salg af kløvergræs	666.400
Salg af afgasset biomasse	350.565
Total	1.925.215
Udgifter	
Indkøb af kvæggylle	60.000
Indkøb af dybstrøelse	
Høst, transport og lagring af enggræs	787.500
Høst, transport og lagring af kløvergræs	360.000
Indkøb af kløvergræs	168.000
Transport af kvæggylle og afgasset biomasse	370.500
Transport af dybstrøelse	
Øvrige udgifter, administration, vedligehold af veje etc.	100.000
Total	1.846.000
Resultat	
	79.215

Indtægten for salg af afgasset biomasse er beregnet på baggrund af salgspris på 30 DKK pr. ton. Planteavlernes betalingsevne vil dog være stærkt afhængig af sædskiftet. En separat analyse: "Case-beregninger for de økologiske landmænds økonomi" (Bertelsen, 2012) viser, at planteavlerne ikke vil være i stand til at betale 60 DKK pr. ton afgasset biomasse, men i enkelte tilfælde 30 DKK pr. ton. Brugen af dybstrøelse til biogasproduktion vurderes ikke at være rentabel og er derfor udeladt af dette scenarium for 2015.

Følsomhedsanalyse for 2015 scenarium

Driftsbudgettet for leverandørforeningen er baseret på beregninger, som naturligvis påvirkes, hvis de forudsætninger, som ligger til grund for beregningerne, ændres. Det er derfor forsøgt at identificere de væsentligste nøgleparametre for driftsbudgettet i leverandørforeningen og kvantificere betydningen af eventuelle ændringer (figur 10.2).



Figur 10.2. Følsomhedsanalyse for udvalgte nøgleparametre. Værdien af de enkelte søjler refererer ikke til driftsresultatet, men derimod den ændring af driftsresultatet, som de giver anledning til.

Salg af økologisk gødning er en væsentlig indtægt for leverandørforeningen, og halveres salgsprisen til 15 DKK/t vil foreningens indtægter blive reduceret med 175.000 DKK. Omvendt vil en øget salgspris på 45 DKK/t betyde en merindtægt på samme beløb.

Det er forventeligt, at efterspørgslen på økologisk gødning vil øges efter udfasningen af konventionel gødning i økologiske jordbrug påbegyndes i år 2015.

Høst og transport af biomasse er en væsentlig udgiftspost for foreningen, og øges omkostningerne med 10 %, vil det medføre en samlet meromkostning for håndtering af græs, gylle og afgasset biomasse på 151.000 DKK. En tilsvarende reduktion af de samme omkostninger med 10 % vil medføre en positiv ændring på 151.000 DKK. Risikoen for ændringer i omkostninger til høst og transport af biomasse har leverandørforeningen i første omgang imødegået ved at lave fastprisaftaler med eksterne operatører. Men naturligvis kan omkostningerne for leverandørforeningen blive ændret, når disse aftaler skal genforhandles.

Enggræs er en ny ressource for biogasanlægget, og der er endnu usikkerhed i forhold til gasudbytte og omkostninger til håndtering af græsset på anlægget. Hvis enggræsset viser sig at være et godt materiale til biogasproduktion, kan afregningsprisen måske ændres fra de nuværende 519 DKK/t TS. En forøgelse til 600 DKK/t TS vil medføre en øget årlig indtægt til leverandørforeningen på 74.000 DKK.

10.4 Konklusion

Leverandørforeningen kunne påvise en positiv driftsøkonomi for 2012, og i det rette optimerede system og med de nugældende handelspriser på biomasse kan en biomasseleverandørforening opretholde en svag positiv økonomi for det anvendte scenarium i 2015. Men systemet er meget følsomt over for ændringer i de valgte forudsætninger.

Værdien i biomasseleverandørforeningen skabes primært ved behandling af kløvergræs og i mindre omfang ved behandling af enggræs.

Konklusion vedr. biomassehøst i 2011 og 2012 følger efter opgørelse af økonomi for 2012.

10.5 Referenser

Bertelsen, I., 2012. Case-beregninger for de økologiske landmænds økonomi. Delrapport fra BioM-projektet. www.agrotech.dk/biom.

Jørgensen, P.J., Nielsen, K.J. & Odgård, A.M., 2012. Økologisk biogasfællesanlæg ved Nørreådalen. Forprojekt for Øko-biogasanlæg 2.0 i BioM-projektet. Delrapport fra BioM-projektet. www.agrotech.dk/biom

11. ORGANISERING – LEVERANTÖRER OCH INTRESSENTER. LOKALT MEDARBETARSKAP

Thomas Vang Jørgensen

11.1 Sammandrag

Økologer og lodsejere i og omkring Nørreådalen er helt centrale interesserter i bestræbelserne på at realisere planerne om at producere biogas og økologisk gødning baseret på enggræs.

Begge grupper havde fra starten en god portion skepsis over at høste engbiomasse til biogas og økologisk gødning. En skepsis, som kan sammenfattes i følgende tre spørgsmål.

1. Er det i praksis muligt at høste engarealerne langs Nørreåen med maskiner?
2. Kan der laves biogas ud af engbiomassen?
3. Er der forretning i at høste engbiomasse og sælge det som økologisk gødning?

Med udgangspunkt i denne skepsis har vi gennem demonstrationer, møder og dialog løbende informeret lodsejere, økologer og andre interesserter om aktiviteter og resultater i projektet. Den aktive formidling har synliggjort, at økonomien i at bjærge biomasse til økologisk gødning kan hænge sammen og vist hvilke tekniske løsninger der er til rådighed for høst og bjærgning af biomasse fra ådalen. Formidlingsindsatsen har bidraget til at ændre den oprindelige skepsis blandt interesserterne til en tro på, at det er muligt at få økonomi i at høste enggræs til biogas og økologisk gødning. Det er mundet ud i at en gruppe økologer har dannet leverandørselskabet Nørreådalen BioM a.m.b.a. Selskabet høster i 2012 og fremover græs til biogas på engene langs Nørreåen og har samtidig indgået en aftale med Foulum forsøgsbiogasanlæg om leverance af råvarer til biogasproduktion. Ud over græs fra engene er råvarerne husdyrgødning, økologisk kløvergræs, økologisk halm og økologisk grønsagsaffald. Leverandørselskabet har samtidig forpligtet sig til at aftage den afgassede biomasse. Den afgassede biomasse klassificeres som delvist økologisk gødning og skal afsættes til økologiske planteavlere og grønsagsproducenter i området langs Nørreåen mellem Randers og Viborg.



Figur 11.1. Høstdemonstration og formidling af aktiviteter i Nørreådalen juni 2010.

11.2 Introduktion och metoder

Strukturudviklingen i landbruget og EU's restriktive fortolkninger af hvilke typer græsarealer, der kan søges støtte til, betyder, at det bliver mindre og mindre interessant for lodsejerne at udnytte engarealerne langs Nørreådalen til afgræsning med kreaturer og produktion af hø. Lodsejerne vælger i større og større grad at lade arealerne ligge ubenyttede hen med risiko for, at de vokser til i pilekrat, og det åbne landskab omkring åen forsvinder. Med BioM-projektet forsøger vi at give engarealerne ny værdi for lodsejerne, ved at udnytte biomassen fra dem som råvare til produktion af biogas og økologisk gødning. På den måde får lodsejerne en økonomisk interesse i at høste engene og derved bevare det åbne landskab, økologerne får mere gødning til rådighed, og samfundet får CO₂-neutral energi i form af biogas, og sidst men ikke mindst fjerner vi både kvælstof og fosfor fra engene, som potentielt kan forurene vores vandmiljø.

Økologerne og lodsejerne i og omkring Nørreådalen er helt centrale spillere i bestræbelserne på at realisere planerne om at producere biogas og økologisk gødning baseret på enggræs. Samtidig er lodsejerne en vigtig kilde til viden om hvor, hvordan og hvornår man bedst færdes i Nørreådalen for at bjærgre enggræs. Derfor etablerede vi en såkaldt "kernegruppe" af interesserende lodsejere og økologer. Kernegruppen har fungeret som sparringspartner for projektet helt frem til etablering af leverandørselskabet Nørreådalen BIOM amba, og nu har bestyrelsen for selskabet overtaget kernegruppens funktion som sparringspartner.

Kernegruppen havde fra starten en god portion skepsis over for at høste engbiomasse til biogas og økologisk gødning. En skepsis som kan sammenfattes i følgende 3 spørgsmål.

1. Er det i praksis muligt at høste engarealerne langs Nørreåen med maskiner?
2. Kan der laves biogas ud af engbiomassen?
3. Er der forretning i at høste engbiomasse og sælge det som økologisk gødning?

Forsøget på at besvare de tre spørgsmål udgør den røde tråd i arbejdet med at engagere og organisere økologer og lodsejere i høst af engbiomasse til biogas og økologisk gødning.

Til listen føjer sig et fjerde spørgsmål, formuleret af jægerne, der er den største gruppe af rekreative brugere af Nørreådalen.

4. Kan engbiomasse høstes på en måde, som forbedrer vildtets trivsel og dermed jagtmulighederne i området?

Arbejdet med at udvikle vildtvenlige høstmetoder har gennem projektforløbet bidraget til en konstruktiv dialog med de jægerne, som bruger Nørreådalen til rekreative formål. Samtidig har aktiviteterne understøttet en positiv dialog med andre naturinteresserede interesser som bl.a. Danmarks Naturfredningsforening.

I projektperioden har vi gennem demonstrationer, møder og dialog løbende informeret lodsejere, økologer og andre interesser om aktiviteter og resultater i projektet (figur 11.1). Den aktive formidling har synliggjort økonomien i at bjærgre biomasse til økologisk gødning og vist hvilke tekniske løsninger, der er til rådighed for høst og bjærgning af biomasse fra ådalen. Formidlingsindsatsen har bidraget til at ændre den oprindelige skepsis blandt interesserne til en tro på, at det er muligt at få økonomi i at høste enggræs til biogas og økologisk gødning.

Forud for BioM-projektet blev det uden held forsøgt at etablere et vådområde i Nørreådalen på strækningen mellem Viborg og Løvskal med det formål at fjerne kvælstof fra vandmiljøet. Det betød, at der allerede eksisterede en samlet liste over de ca. 300 lodsejere, som har arealer i projektområdet. Sammen med Naturerhvervs liste over økologer i området havde vi her det nødvendige og uvurderlige grundlag for direkte kontakt til lodsejere og økologer.

11.3 Resultat och diskussion

Gennem projektforløbet er det lykkedes at samle aktive og engagerede interesser blandt økologer og lodsejere i Nørreådalen bag idéen om at udnytte enggræs til biogas og økologisk gødning. Gennem aktiv dialog og en målrettet udviklings- og demonstrationsindsats er det lykkedes at angribe de fire væsentligste barrierer for at realisere forretningen og vende interessenternes oprindelige skepsis til en tro på, at der kan laves en forretning ud af at høste enggræs til biogas og økologisk gødning.

Det er mundet ud i at en gruppe økologer turde tage springet og har dannet leverandørselskabet Nørreådalen BioM a.m.b.a. Selskabet høster i 2012 og fremover græs til biogas på engene langs Nørreåen og har samtidig indgået en aftale med Foulum forsøgsbiogasanlæg om leverance af råvarer til biogasproduktion. Ud over græs fra engene er råvarerne husdyrgødning, økologisk kløvergræs, halm og økologisk grønsagsafald. Leverandørselskabet har samtidig forpligtet sig til at aftage den afgassede biomasse. Den afgassede biomasse klassificeres som delvist økologisk gødning og skal afsættes til økologiske planteavlere og grønsagsproducenter i området langs Nørreåen mellem Randers og Viborg.

I efteråret 2012 produceres der for første gang delvist økologisk afgasset biomasse i stor skala på biogasanlægget i Foulum. Erfaringerne fra storskala driften kan danne baggrund for, at Aarhus Universitet realiserer planerne om at etablere en ny 100 % økologisk biogasreaktor inden 2015.



Figur 11.2. Vid Foulum har Aarhus Universitet en stor anläggning för utveckling av biogasproduktion med olika råvaror från lantbruket.

Med hensyn til den rekreative udnyttelse af Nørreådalen er dialogen med jægerne mundet ud i et projekt omkring vildtvenlig høst af engbiomasse. Projektets mål er at kvantificere mængden af vildtdrab i forbindelse med høst af engbiomasse samt finde metoder, der er velegnede til at afværge vildtdrab.

Gennem projektet er der desuden skabt kontakt til de Lokale Aktionsgrupper (LAG) i området. Her forsøger man at finde fælles interesseområder mellem leverandørselskab og lokale beboeres ønsker om rekreativ udnyttelse af Nørreådalen. Udvikling og vedligehold af veje og stisystemer i Nørreådalen er et af de fælles interesseområder, man har identificeret indtil nu.

Ser vi på hele projektforløbet fra forretningsidé til etablering af driftsorganisation og realisering af forretningen, er det især overgangen fra projekt til drift, der har givet anledning til usikkerhed om, hvorvidt det ville lykkes at realisere planerne om at høste engbiomasse til biogas og økologisk gødning. Usikkerheden skyldes ikke unaturligt, at det er i overgangen fra projekt til drift hver enkelt af de lodsejere og økologer, der har været med i projektforløbet, må gøre op med sig selv, om de tror så meget på forretningsidéen, at de er villige til at etablere driftsorganisationen til at føre den ud i livet. Dermed bliver etablering af driftsorganisationen samtidig en test af, om projektforløbet har været i stand til at levere en overbevisende dokumentation af forretningsidéen.

Det er ingen hemmelighed at den nuværende forretningsplan ikke levner plads til at betale lodsejerne for det enggræs, der høstes til biogas. De får ganske vist høstet gratis og undgår dermed omkostninger til at pleje arealerne, men der er ingen tvivl om, at hvis lodsejerne også kunne få betaling for enggræsset ville det styrke interessen for at levere engbiomasse til biogas og bidrage til en bedre forankring af forretningen blandt lodsejerne i Nørreådalen og forbedre leverandørselskabets mulighed for at drive forretning i lokalområdet. Her kunne det være oplagt at tænke de nuværende tilskud til pleje af natur- og græsarealer ind i en ny ramme, hvor målet er naturpleje, fjernelse af fosfor og kvælstof fra vores vandmiljø, grøn energi og økologisk gødning.

11.4 Konklusion

En gruppe økologer har dannet leverandørselskabet Nørreådalen BioM a.m.b.a. Selvskabet høster i 2012 og fremover græs til biogas på engene langs Nørreåen og har samtidig indgået en aftale med Foulum forsøgsbiogasanlæg om leverance af råvarer til biogasproduktion. Ud over græs fra engene er råvarerne husdyrgødning, økologisk kløvergræs, økologisk halm og økologisk grønsagsaffald. Leverandørselskabet har samtidig forpligtet sig til at aftage den afgassede biomasse. Den afgassede biomasse klassificeres som delvist økologisk gødning og skal afsættes til økologiske planteavlere og grønsagsproducenter i området langs Nørreåen mellem Randers og Viborg.

11.5 Referenser

Vedtoegter for leverandørselskabet Nørreådalen BioM. www.agrotech.dk/biom

Samarbejdsaftale mellem biogasanlæg og leverandørselskab. www.agrotech.dk/biom

12. REDAKTÖRENS SAMMANFATTNING

Jan Lundgrén

Ett projekt i rätt tid

Under hela projekttiden har det inte gått en dag utan att biogas diskuterats i media, i forskning och utbildning, i kommuner och lantbruksorganisationer och bland politiker både lokalt och nationellt. Diskussionerna har behandlat tekniska, ekonomiska, miljömässiga och politiska aspekter på en växande biogasproduktion.

Drivkraften i diskussionerna har varit en bred och stark önskan att öka andelen fossilfri bioenergi i samhälletsutvecklingen. I samma diskussion ökar den globala oron för världens livsmedelsförsörjning till följd av klimtförändringarna. Kampen om den produktiva jordbruksmarken väntas öka. Också i BioM har dessa frågor behandlats.

I detta diskussionsklimat har det varit enkelt för BioM att knyta, inte bara BioM-partners experter, men också externa aktörer inom biogasområdet till projektets aktiviteter. De nätverk, som nu etablerats inom ramen för BioM, kommer att kunna bestå och utvecklas vidare.

Bred kompetens i samlad redovisning "Från fält till fordon"

I BioM har agronomer, biologer, ekologer, tekniker, ekonomer och näringslivsutvecklare gemensamt producerat svar på ett stort antal frågor om biogas. Frågor som gäller hela kedjan från odling av biomassa till vidareförädling för fordongas och användning av rötrester som biogödsel.

Den enskilde lantbrukare, eller de organisationer/bolag som nu planerar produktion av bogas, har fått ett bättre underlag för alla de diskussioner som sker mellan länkarna i kedjan "Från fält till fordon". BioM har bidragit till många komponenter i de investeringsbeslut som kommer i framtiden. Investeringar både på enskild gårdsnivå och i mycket stora samhällsprojekt för biogas.

Teknik- och ekonomifrågor återstår att besvara

Den lantbruksbaserade biogasproduktionen representerar en relativt ny teknologi.

Behovet av teknikutveckling ökar också av att man i BioM arbetar med att biomassan förväntas komma från s. k. marginaljordar med andra egenskaper än de vi möter i det rationella livsmedelsjordbruket. Det kan exempelvis gälla maskiner för framkomlighet på våtmarker eller maskiner som ger tillräckligt finfördelad biomassa för rötning. Att utveckla en sådan teknik utan att kostnaderna blir orimligt höga är en utmaning som BioM kan beskriva men inte lösa. Det har inte varit BioMs uppgift. Det skulle vara en god hushållning med kompetenser och erfarenheter om experter från BioM får förutsättningar att arbeta vidare mot de nya mål som vi nu kan beskriva.

Till sist

Marginaljordsarealer har ofta en stor biologisk mångfald, till glädje för alla mänskor med naturintresse.

Ett stort tack till fotograf Flemming Nielsen (Story2Media) som tagit många av bilderna i denna rapport, också nedanstående bild från biodiversiteten i Hornborgasjön, Västra Götaland.





BioM projektet er støttet økonomisk af:

