



EVALUERINGSRAPPORT PIL



Bæredygtig
bioenergi

Evalueringsrapport Pil

Af:	Trine Eide	Videncentret for Landbrug
	Flemming Gertz	Videncentret for Landbrug
	Kurt Hjort-Gregersen	AgroTech
	Brian H. Jacobsen	Københavns Universitet
	Uffe Jørgensen	Aarhus Universitet
	Søren Ugilt Larsen	AgroTech
	Camilla Lemming	Videncentret for Landbrug
	Tove Urup Madsen	Vestjysk Landboforening
	Jørgen Pedersen	AgroTech
	Siri Pugesgaard	Aarhus Universitet
	Kirsten Schelde	Aarhus Universitet
	Søren Søndergaard	Vestjysk Landboforening
	Tove Holm Vistedsen	Vestjysk Landboforening

Redaktør: Søren Ugilt Larsen, AgroTech
Koordinator i BioM for netværket Energipil på miljøfølsomme områder

Projektleder: Hanne Bang Bligaard AgroTech

Oktober 2012

INDHOLD

Velkommen til BioM projektet	5
1. Indledning.....	7
2. Dyrkning og udbytte	9
3. Energiproduktion.....	27
4. Miljøeffekt	35
5. Landskab	51
6. Høstteknik	57
8. Organisering, høst, afsætning og erhvervseffekter ved pileydrkning i stor skala.	77
9. Eksempel: Pileydrkning i stor skala i Vestjylland	97
10. Samlet vurdering – energi, miljø, landskab og forretning ved pileydrkning.....	103

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 energi-produktion, 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 områder, våde enge og organogene jorder
- 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. INDLEDNING

Søren Ugilt Larsen

Bioenergi er et begreb, der dækker over mange forskellige aspekter, og bioenergi kan omfatte en række biomasser, produktionsformer og konverteringsteknologier. For at bioenergi skal være et fornuftigt alternativ til fossil energi, skal produktionen af bioenergi leve op til forskellige krav, så bioenergien med en bred betegnelse kan beskrives som bæredygtig. BioM-projektet handler netop om bæredygtig bioenergi, og i projektet er der arbejdet med tre temaer inden for bioenergi: Biogas, bioenergi fra marginale jorde samt piledyrkning.

Dyrkning af pil (*Salix* spp.) og udnyttelse af pilebiomassen til energiformål udgør således ét eksempel på produktion af bæredygtig bioenergi. Pil har været dyrket som kulturplante i mange år, bl.a. til produktion af kurve, tøndebånd og andre anvendelser som 'biomateriale'. De seneste tre årtier har der også været fokuseret på udvikling af piletyper med stor biomasseproduktion til energiformål, og indtil nu er anvendelse af pil til bioenergi primært sket via direkte forbrænding af pileflis. Udover at pilebiomassen således kan fortrænge anvendelse af fossil energi, så har piledyrkning det fortrin, at dyrkningen medfører en væsentligt lavere miljøbelastning end dyrkning af mange enårige afgrøder, især pga. mindre udvaskning af næringsstoffer til vandmiljøet. Denne 'ekstra' egenskab bidrager til piledyrkningens potentiale som en bæredygtig form for bioenergi. Men for at udnytte piledyrkningens potentiale for energiproduktion og miljøbeskyttelse skal der også være forretningsmæssige perspektiver ved piledyrkning – dette er en forudsætning for, at mulighederne udnyttes i større skala.

Formålet med pileaktiviteterne i BioM-projektet har været at belyse de energimæssige, miljømæssige, landskabsmæssige og forretningsmæssige forhold ved piledyrkning i stor skala. I et forprojekt i 2008 blev der lavet indledende analyser af mulighederne ved piledyrkning, hvilket er beskrevet i rapporten *Produktion af energi og miljø ved dyrkning af pil på miljøfølsomme arealer – Fase 1. Maj-oktober 2008*. Aktiviteterne i BioM-projektet 2010-2012 har bl.a. omfattet forsøg, undersøgelser og analyser, men også aktiviteter til at understøtte piledyrkning og organisering af piledyrkning i praksis i projektområdet i Vestjylland. Derved skal projektet både dokumentere de forskellige effekter ved piledyrkning og illustrere de praktiske aspekter, muligheder og barrierer ved opskaleret piledyrkning. Projektets resultater forventes at være af relevans for både pileavlere og aftagere af pileflis samt entreprenører i de forskellige led i værdikæden. Desuden omfatter målgruppen rådgivere, forvaltere og forskere m.fl. med tilknytning til dyrkning og arealanvendelse m.v.

Denne evalueringsrapport samler hovedresultaterne fra pileaktiviteterne i BioM-projektet i perioden 2010-2012. Rapporten indeholder afsnit vedr. dyrkningsforhold, energiproduktion, miljøeffekter, landskabsaspekter, høstteknik, driftsøkonomi, organisering/afsætning/erhvervseffekter samt en beskrivelse af piledyrkning i stor skala i projektområdet i Vestjylland. Rapporten afsluttes med et afsnit med samlet vurdering af piledyrkning til produktion af bæredygtig bioenergi.

For flere af rapportens kapitler foreligger der en delrapport med mere detaljeret beskrivelse af projektaktiviteter og resultater. Dette gælder erfaringerne vedr. piledyrkning i praksis (kapitel 2.4), miljøeffekter ved piledyrkning på lavbund (kapitel 4.3), beregninger af økonomi for miljøeffekten af piledyrkning (kapitel 4.5), landskabsaspekter ved piledyrkning (kapitel 5) samt driftsøkonomi for piledyrkning (kapitel 7).

Delrapporter og andre publikationer fra BioM-projektet kan findes på BioM-projektets hjemmeside, www.agrotech.dk/Biom.

En stor tak til alle, der har deltaget i projektarbejdet, konferencer, seminarer, studierejser, diskussioner og sammenfatning af resultaterne i denne rapport vedr. pileaktiviteterne i BioM-projektet!

Udover de nævnte forfattere af denne rapport har følgende deltaget i projektgruppen for pileprojektet: Ivan Thesbjerg, Rinkøbing-Skjern Kommune, Lisbeth Sevel, Hede-Danmark, Viktor Jensen, Dansk Fjernvarmes Projektselskab, Jens Bonderup Kjeldsen, Aarhus Universitet.

2. DYRKNING OG UDBYTTE

Uffe Jørgensen, Søren Ugilt Larsen, Tove Urup Madsen, Jørgen Pedersen, Søren Søndergaard, Tove Holm Vistedsen

2.1 Sammendrag

Dette afsnit omhandler de dyrkningsmæssige forhold ved piledyrkning med fokus på sortsforsøg, gødningsforsøg, erfaringer og udbyttetotal fra piledyrkning i praksis samt vurdering af forventede udbytter ved optimeret piledyrkning.

En god pilevækst er grundlaget for at udnytte pilens evne til at producere energi og opsamle næringsstoffer, og vækstbetingelser og dyrkningspraksis er vigtige forudsætninger for sikre en god vækst. Der eksisterer efterhånden en del viden om dyrkning af pil, dels fra forskning og forsøgsarbejde og dels fra praktiske erfaringer med piledyrkning. I BioM-projektet er der dels iværksat dyrkningsforsøg, dels indsamlet erfaringer fra praksis.

Der er i 2010 iværksat to pilesortsforsøg inden for BioM-projektet samt tre tilsvarende forsøg i andre sammenhænge. Forsøgene har indtil nu givet nogen viden om bl.a. sorterens modtagelighed over for pilerust, og forsøgene vil fremover give viden om sorterens relative udbyttepotentiale på forskellige jordtyper. Første udbyttmåling vil ske i vinteren 2012/2013.

Der er i 2010 iværksat et gødningsforsøg på sandjord i en pilemark etableret i foråret 2009. Der indgik seks forskellige gødningsbehandlinger, og udbyttet for vækstsæsonerne 2010-2011 blev målt i vinteren 2011/2012. Gødsning med 120 kg N/ha eller 240 kg N/ha i 2010 gav ikke signifikant merudbytte sammenlignet med ugødsket. Merudbyttet var dog signifikant ved at tilføre 120 kg N/ha i 2010 og igen i 2011 fremfor kun at gødske i 2010. Miljøeffekten af de forskellige gødningsstrategier er nærmere beskrevet i kapitel 4.

Der er i perioden fra 2010 til 2012 indsamlet en lang række erfaringer om praktisk piledyrkning i projektområdet i Vestjylland. Der er frem til foråret 2012 etableret 639 ha med pil i det vestjyske projektområde. Pilen er plantet på mange forskellige jordbundstyper og med forskellige forfrugter. Den gennemgående erfaring er, at pil der bliver passet med god renholdelse og gødsning vil kvittere herfor, når der skal høstes. For mange landmænd har pil været en ny afgrøde, der har givet forskellige udfordringer og både gode og dårlige erfaringer. Det har været meget afhængigt af landmandens fokus og pilearealets størrelse i forhold til bedriftens øvrige arealer og dyrehold, hvor godt pil er lykkedes hos den enkelte landmand.

Der er indsamlet oplysninger om udbytter ved høst af en række pilemarker fra 2007 til 2012. Udbyttene ligger generelt i niveauet 4-7 tons TS/ha/år, men med meget store udsving. Dette understreger, at pil har et stort udbyttepotentiale, men at udbyttepotentialet i mange tilfælde ikke udnyttes i praksis, ofte pga. manglende fokus på dyrkningsforhold såsom renholdelse og gødsning m.v.

For at optimere piledyrkingen og øge udbyttene er der dels brug for mere viden og dels brug for at udbrede og udnytte eksisterende viden i praksis. Der er især behov for mere viden om udbyttepotentiale på forskellige jordtyper, effektiv ukrudtsbekæmpelse og optimal gødsning på forskellige jordtyper samt om muligheder for at reducere høstomkostninger. Hvad angår udbredelse af viden, er der bl.a. behov for at øge landmænds bevidsthed om nødvendigheden af en fokuseret dyrkningsindsats bl.a. mht. ukrudtsbekæmpelse og udnyttelse af stordriftsfordele.

2.2 Pilesortsforsøg ved Højmark og Foersom

Indledning

Pil etableres vha. stiklinger, dvs. en vegetativ formering, hvor stiklinger af samme klon har samme genetiske egenskaber. Til dyrkning af energipil er der gennem de seneste årtier arbejdet med forædling af pil, især i Sverige, og der findes på markedet en række forskellige pilekloner, ofte benævnt pilesorter. Forædlingen har medført betydelige stigninger i udbyttepotentialitet i pil gennem de seneste to årtier. Pilesorterne kan variere i f.eks. vækstform, sygdomsresistens og kuldetolerance m.v., og det er sandsynligt, at visse pilesorter passer bedre til visse vækstbetingelser. Der er imidlertid en udbredt mangel på viden om, hvordan forskellige pilesorter trives på forskellige jordtyper under danske forhold. En sådan viden vil være vigtig i forhold til anbefalinger om sortvalg på forskellige jordtyper. Som en del af BioM-projektet er der iværksat to sortsforsøg med forskellige pilekloner.

Materialer og metoder

I foråret 2010 blev der som en del af BioM-projektet anlagt to sortsforsøg i pil hhv. ved Højmark øst for Ringkøbing og ved Foersom syd for Tarm. Forsøget ved Højmark er etableret på en mark med fin lerblandet sandjord (JB 4), mens forsøget ved Foersom er etableret på en mark med grovsandet jord (JB 1) med høj grundvandsstand. Tre tilsvarende sortsforsøg blev etableret ved Ødum i Østjylland (grov lerblandet sandjord, JB 3), Foulum ved Viborg (fin lerblandet sandjord, JB 4) og Jyndevad i Sønderjylland (grov sandet jord, JB1). Samlet set er der således en forsøgsserie på fem sortsforsøg fordelt i Jylland. I alle forsøgene indgik otte forskellige pilesorter, hvoraf seks er forædlet i Sverige, og to er forædlet i England (tabel 2.1).

Tabel 2.1. Pilesorter i sortsforsøg etableret i foråret 2010.

Pilesort	Oprindelsesland
1. Tora	Sverige
2. Tordis	Sverige
3. Inger	Sverige
4. Klara	Sverige
5. Stina	Sverige
6. Linnea	Sverige
7. Resolution	England
8. Terra Nova	England

Forsøgene ved Højmark og Foersom blev etableret hhv. 5. og 6. maj 2010 (foto 2.1). Der blev plantet et plantetal svarende til 12.000 stiklinger pr. ha. Alle pilesorter er plantet i fire parceller (gentagelser) à 9x16 m. I begge forsøgene er der ved plantningen nedgravet tre lodrette piezometerrør ned til 150-190 cm dybde til pejling af grundvandsstanden.

Beskrivelser og foreløbige resultater fra sortsforsøgene er samlet i forsøgsdatabasen Nordic Field Trial System og er offentligt tilgængelige. Beskrivelse af forsøgsdesign m.m. kan findes i [forsøgsplanen](#). Beskrivelse af grundbehandlinger i forsøgsmarkerne samt de hidtidige resultater og observationer fra 2010 og 2011 kan findes på resultatsiderne: [Højmark 2010](#), [Højmark 2011](#), [Foersom 2010](#) og [Foersom 2011](#).



Foto 2.1. Plantning af pilestiklinger i pilesortsforsøget ved Foersom 6/5 2010. Jorden er meget grovsandet men med relativt høj grundvandsstand, hvilket kan hjælpe til at sikre pilens vandforsyning.

Resultater og diskussion

I etableringsåret 2010 og i 2. vækstsæson i 2011 blev der bl.a. registreret plantetal, og der var ikke nogen væsentlig forskel i plantetallet mellem de otte sorter. Der var heller ingen sikre sortsforskelle i antal skud pr. plante ved registrering i 2011. Til gengæld blev der observeret en lavere vækst i sorten Terra Nova end i de øvrige sorter (foto 2.2). I september-oktober 2011 blev der registreret pilerust (*Melampsora* spp.) i forsøgene. Der var tale om beskedne angreb, men der blev observeret størst forekomst af pilerust i sorten Inger og næstmest i sorten Klara samt lidt rust i sorterne Resolution, Linnea og Stina. De foreløbige forsøgsresultater er nærmere beskrevet i Oversigten over Landsforsøg 2010 og 2011 (Videncentret for Landbrug, 2010a; 2011a). Udbyttmålinger vil blive udført i sortsforsøgene efter 3. vækstsæson i vinteren 2012/2013.



Foto 2.2. Pileasortsforsøg ved Foersom fotograferet 25. august 2010 (øverst) og igen samme sted 30. juni 2011 (nederst). På begge fotos ses forest sorten Terra Nova og i baggrunden sorten Tordis.

2.3 Gødningsforsøg ved Tim – udbytterespons

Indledning

Svenske forsøg har vist kraftig respons for gødsning på udbyttet i pil (Aronsson & Rosenqvist, 2011; Larsen et al., 2011). Danske forsøg har dog givet variable resultater (Mortensen et al., 1998; Lærke et al., 2010; Sevel, 2012), og det ser ud til, at jordens fertilitet på baggrund af bl.a. tidligere års gødskningspraksis har stor betydning for optimalt gødskningsniveau og størrelsen af udbytterespons i pil.

Det er vanskeligt at bestemme optimal gødskningsstrategi i en flerårig afgrøde som pil, da ikke alene jordens fertilitet, men også afgrødens udviklingstrin (hvilket tidspunkt i den 20-årige rotation der er tale om) formentlig har stor betydning for optimal gødskning. Og rent praktisk kan det være vanskeligt at udbringe gødning (specielt husdyrgødning og slam) i andre år end i høståret.

Materialer og metoder

Forsøget blev anlagt i 2010 i en pilemark etableret i 2009 hos Erik Larsen i Tim. Marken har tidligere været dyrket med almindelige omdriftsafgrøder, ofte vårbyg. Pilen blev plantet med hver anden række af klonen Inger, hver anden med klonen Tordis. Jorden er sand med mere grov struktur (JB1) i den nordlige ende (blok 1-2) og mere fin struktur (JB2) i den sydlige ende. Tilvæksten i etableringsåret var noget ujævn og ikke særlig kraftig. Efter etableringsåret i 2009 blev pilen pudset af. Forsøget blev anlagt som et randomiseret blokforsøg med tre gentagelser. De tre blokke placeredes så vidt muligt på dele af marken, der var ensartet etableret. De enkelte forsøgspareller var 11,25 x 25 m store og bestod af fem dobbeltrækker, hvoraf 10 m af den midterste dobbeltrække blev benyttet som nettoparcel til høst af udbyttet efter to års vækst (dvs. vækstsæson 2010 og 2011).



Foto 2.3. Udlægning af svinegylle med forsøgsudlægger i maj 2010.

Der blev gennemført seks forskellige gødningsbehandlinger i pilene den 5. maj 2010 og den 4. maj 2011. Husdyrgødning blev udbragt med en forsøgsgylleudlægger, der giver en meget præcis dosering (foto 2.3). Gødningsbehandlingerne var:

1. Ugødet
2. 120 kg N/ha, handelsgødning, kun i år 1
3. 240 kg N/ha, handelsgødning, kun i år 1
4. 120+120 kg N/ha, handelsgødning, i år 1 + 2
5. 120 kg N/ha (160 kg tot-N), gylle, kun i år 1
6. 240 kg N/ha (320 kg tot-N), gylle, kun år 1

Ukrudt bekæmpedes i etableringsåret med Stomp plus pletsprøjtning med Matrigon, da der var mange gul okseøje på arealet. Efter gødskning i 2010 blev atter bekæmpet kurvblomstret ukrudt med Matrigon. Der blev desuden vandet tre gange i en tør periode i slutningen af juni og starten af juli 2010 for at fastholde væksten i den endnu noget svage afgrøde.

Forsøgshøsten blev gennemført 26. januar 2012 ved i hver nettoparcel (10 x 2,25 m) at høste 10 m række af hver klon. Friskvægten blev vejlet med Danvægt model 4201 (nøjagtighed +/- 50 g). Tørstofindholdet i de høstede prøver blev bestemt ved at flise en hel stængel af hver klon per parcel, hvorefter prøven blev vejlet før og efter tørring ved 60 °C i mindst 48 timer.

Resultaterne er analyseret med statistikprogrammet SAS som et fuldstændigt split-plot forsøg med gødskning som helplotfaktor og klon som delplotfaktor.

Resultater og diskussion

Der var ganske stor variation i udbyttet over forsøgsmarken med signifikant lavere udbytte i blok 2 midt i marken (tabel 2.2). Den dårligere vækst i blok 2 kan ikke forklares med forskelle i tekstur eller kvælstofindhold i jorden og kan tænkes at skyldes rodstandsede lag (fx allag) eller kemiske forskelle (fx pH), som ikke er blevet analyseret.

Tabel 2.2. To års tørstofudbytte per blok i forsøget i gennemsnit af seks gødningsbehandlinger.

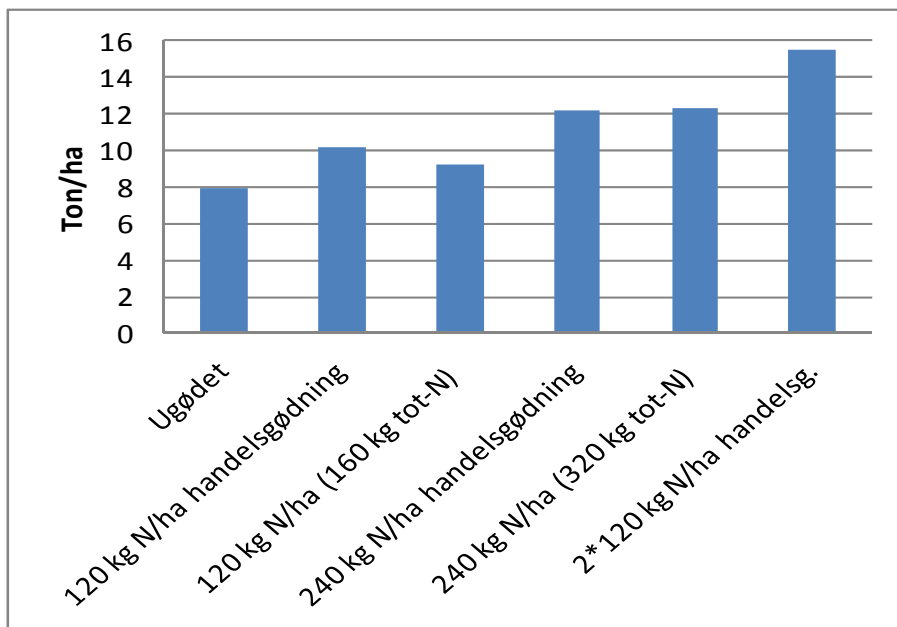
Blok nr.	Tørstofudbytte (ton/ha)
1	12,9
2	7,5
3	13,2

Trods den store variation i udbyttens niveau over marken fandtes signifikant effekt af gødskning på både friskvægt- og tørstofudbyttet. Det højeste udbytte blev opnået ved at gøde i begge vækstår (figur 2.1), og dette udbytte var signifikant højere end i ugødet (3,8 tons tørstof merudbytte årligt svarende til 97 % udbyttestigning) og signifikant højere end i behandlinger, der kun blev gødet i første år. Der var til gengæld ikke statistisk sikker forskel mellem ugødet og behandlinger gødsket i første vækstår. Aronsson & Rosenqvist (2011) fandt da også, at det specielt er i år 2 og 3 i en høstrotation, at der findes gødningsrespons. Og det svarer meget godt til ældre svenske anbefalinger om at gøde pil med 45 kg N/ha i år 2 efter etablering og med 100-150 kg N/ha i år 3 (Gustafsson et al., 2007).

I tabel 7.2 er beregnet, at gødskning med 120 kg N/ha i handelsgødning i 2. år i en pilekultur kræver et årligt merudbytte på 1,8 ton/ha tørstof for at kunne betale for gødskningen. I forsøget gav gødskning med 120 kg N/ha i handelsgødning et årligt merudbytte i 1. rotation på 1,1 ton/ha, og i gennemsnit af alle gødningsbehandlinger i året efter afpudsning blev opnået et årligt merudbytte på 1,6 ton/ha tørstof. Ingen af disse gødningsstrategier synes således at have været profitable for landmanden. Til gengæld beregnes i tabel 7.2, at der ved gødskning i både 2. og 3. år i 1. høstrotation med 120 kg N/ha kræves et merudbytte på 3,0 ton/ha tørstof, hvilket indikerer, at det har været økonomisk rentabelt at gennemføre denne gødningsstrategi i forsøget, hvor vi registrerede et årligt merudbytte på 3,8 ton/ha.

Sevel (2012) fandt kun signifikant merudbytte ved gødskning af pileklonen Tordis med 60 kg N/ha årligt (3,2 tons tørstof i merudbytte årligt). Her var dog tale om en pilekultur i 2. rotation, hvor 1. rotation var blevet gødet meget intensivt bl.a. med slam. Og

der var tale om en bedre jord med et højt lerindhold i underjorden. Forskellen mellem de to gødningsforsøg viser, at det er nødvendigt at tage højde for forskelle i gødningshistorik, jordtype og evt. tidspunkt i kulturforløbet, når den optimale gødskningsstrategi skal fastlægges. Endelig kan det tænkes, at optimal gødskning vil afhænge af hvor lang høstrotation, der vælges.



Figur 2.1. To års tørstofudbytte efter forskellige gødningsbehandlinger.

De årlige tørstofudbytter i forsøget på mellem 3,9 og 7,8 ton/ha svarer ikke til de forventede udbytter på 8 tons tørstof på dårlig sandjord (se afsnit 7) på trods af fornuftig pasning og vanding i år 2. Det er dog normalt med et lavere udbytte i 1. rotation (20-30 % se afsnit 2.6) end i senere rotationer, hvilket indikerer, at marken vil kunne producere ca. 5 ton/ha uden gødskning i senere rotationer og ca. 10 ton/ha ved optimal gødskning. I et klonforsøg på sandjord fandt Sevel (2012) et tørstofudbytte i 1. rotation (år 2 og 3 af pilekulturen ligesom her) på 5,2 ton/år i Inger og 6,3 ton/år i Tordis, idet der blev gødet med 120 kg N/ha efter afpudsning efter 1. år. Det svarer til det gennemsnitlige udbytte i forsøget ved Tim, hvor gødskning kun i året efter afpudsning i gennemsnit gav et udbytte på 5,5 ton/ha. Det var dog værd at bemærke, at Sevel (2012) målte udbytte både i 1. og 2. vækstår af høstrotationen og fandt, at ca. 30% af tilvæksten fandt sted i 1. år og 70% i 2. år. Det støtter forventningen om højere udbytter i senere rotationer og kan være med til at forklare den positive effekt af at gøde i år to i høstrotationen, hvor tilvæksten formentlig har været meget større end i år 1 i høstrotationen.

Der var ikke signifikant forskel mellem tørstofudbyttet af pileklonerne, men der var et signifikant højere vandindhold i Tordis (56,7 %) end i Inger (54,8 %). Det er en parameter, som kan være væsentlig i forhold til afsætning af pileflis, da pileflis generelt har et betydeligt højere vandindhold end skovflis, og da varmegærker kan have problemer med at håndtere flis, når vandindholdet nærmer sig 60 %. Signifikante forskelle på op til 5 %-point imellem pilekloners tørstofindhold er også påvist af Wilkinson et al. (2007).

2.4 Erfaringer med piledyrkning i praksis

Sammendrag

Der er på nuværende tidspunkt etableret 639 ha med energi pil i det vestjyske projektområde. Der blev plantet 300 ha energipil i 2009, 184,2 ha i 2010, 91,8 ha i 2011 samt 62,3 ha i foråret 2012. Til sammenligning er der efter plantningssæsonen i 2012 i alt ca. 5.400 ha pil i Danmark. De væsentligste erfaringer fra de første 3-4 års pile- dyrkning i Vestjylland er opsummeret i denne rapport.

Pilen i projektområdet er plantet over et stort geografisk område på 60 km fra nord til syd og 40 km fra øst til vest. Der er dog lokalområder, hvor der er mere end 20 ha indenfor et forholdsvis lille geografisk område. Pilen er plantet på mange forskellige jordbundstyper og med forskellige forfrugter. Den gennemgående erfaring på området er uden tvivl, at pil, der bliver passet med god renholdelse og gødning, vil kvittere herfor, når der skal høstes. Der er mange forskellige oplevelser med at have energipil hos landmændene i området. Etableringsfasen og pasningen af pilen i starten er helt afgørende for det senere udbytte i afgrøden. For mange har det været en ny afgrøde, som skulle have særlig fokus i starten, og det har givet mange spændende udfordringer og oplevelser, både gode og dårlige. Det har været meget afhængig af landmandens fokus og pilearealets størrelse i forhold til bedriftens øvrige arealer og dyrehold, hvor godt pil er lykkedes hos den enkelte.

En mere detaljeret gennemgang af erfaringerne kan findes i delrapporten "Erfaringer med dyrkning af energipil i Vestjylland".

Erfaringer vedr. arealvalg og plantning

De fleste pilearealer er plantet med plantemaskine fra Egedal, hvor stiklinger klippes af i 20 cm længde under plantningen. Andre arealer er plantet af ejerne selv, f.eks. ved lån af plantemaskine organiseret af Vestjysk Pileleverandørforening. Erfaringerne med denne metode er, at plantningen er meget langsom. Her modtages stiklingerne afskåret i 20 cm længde og klar til plantning.

Der er plantet pil på vidt forskellige jordtyper. Der er plantet på almindelig dyrkningsjord, på lave humusjorde, på klægjord og på høje sandjorde. Der er også plantet efter brak og efter skov. Det vigtigste for at få en god etablering er, at kulturen holdes fri for ukrudt, specielt græsser og rodukrudt, som er konkurrenter om vand, næring og lys. Pil gror bedst på jorde, hvor vandforsyningen er god, men sørger man for vanding i etableringsfasen, vil pilen efter et år have etableret et rimeligt rodsystem og vil også kunne klare sig på høj sandjord med dårligere vandforsyning. Så er det dog ekstra vigtigt, at der ikke er ukrudt, som vil tage vand fra pilen.

Pil dyrket f.eks. på en mark, der ligger langt væk fra den øvrige bedrift, kan være et oplagt valg. Plantning af pil på lav jord giver mulighed for et fornuftigt afkast på en jord, hvor korn som alternativ ofte er svært at få etableret og høstet pga. dårlig farbarhed på arealerne. Pil kvitterer for gode dyrkningforhold, og pilens vækst boniterer hen over marken, så man tydeligt ser de gode og dårlige pletter i marken.

Specielt det første år, der blev plantet pil i området, blev en del arealer med pil etableret efter brak. Det har givet nogle udfordringer. Pil kvitterer for, at jorden er luftig og i god dyrkning. På brakjorde, der har ligget hen nogle år, er der en græsmatte, som skal omsættes, og det kan være svært at få et godt såbed til plantning af pil. Samtidig var meldingen om vigtigheden af renholdelse ikke så klar i starten, hvor der ikke var erfaring med dyrkning af pil.

Erfaringer vedr. ukrudtsbekæmpelse

Ukrudtsbekæmpelse de første to år efter plantning er meget vigtig for at få dyrkning af energipil til at lykkes. Der er tre typer af problemukrudt: Græsser, rodukrudt og tokimbladet ukrudt. Her er græsser og rodukrudt de værste konkurrenter, men hvis der er meget tokimbladet ukrudt, kan det også genere pilen voldsomt.

Pil, der ikke passes de første par år, kræver en stor indsats for at få gjort rent igen med pesticider eller mekanisk renholdelse. På lave arealer, hvor vandforsyningen er god, og hvor jorden ofte er humusholdig, vil der nemt komme meget græsukrudt, som er en alvorlig konkurrent overfor pileplanterne. På høje, sandede jorde er vandforsyningen i perioder om sommeren begrænset, hvorfor ukrudtsbekæmpelse vigtig.

Både kemisk og mekanisk ukrudtsbekæmpelse kan vælges, ligesom kombinationer kan anvendes, men det er vigtigt at gøre sig klart, hvilken strategi man vælger. Kemi kan klare nogle men ikke nødvendigvis alle problemer. Det vigtigste ved valg af mekanisk bekæmpelse er, at man går i gang med striglen, endnu mens ukrudtet er småt, og at der følges op, når der er et nyt hold småt ukrudt. Striglen kan bruges på ukrudt på op til 2-3 cm højde og indtil, at pilen skades. Pileskuddene har gode evner til at bøje af og vippe op igen bag maskinen, indtil de når en vis højde. Radrensning kan bekæmpe lidt større ukrudt end striglen. Det er også muligt at bruge rækkefræsning, hvis ukrudtet er blevet for stort, men det er en dyrere løsning. Hvis der kun bruges kemiske løsninger, er det svært at finde midler med en effekt, der kan holde i længden, så ofte er det optimalt at følge den kemiske bekæmpelse op med en radrandsning.

Erfaringer vedr. gødskning

Erfaringen med gødning er, at der ikke skal gødskes i foråret i etableringsåret på velgødede marker, da det vil favorisere ukrudtet frem for pilen. Hvis man regner med at slå pilen af den første vinter, så den busker sig mere, og man eventuelt skal have bekæmpet ukrudt, så bør gødskningen vente til 2. vækstsæson. Hvis man ikke regner med at slå pilen af, skal der gives gødning, så langt hen på sommeren i 1. vækstsæson, som muligt. Det er altså højden på pilen, der afgør tidspunktet for gødskning.

Pil kan, som mange andre planter, ikke lide kalkfattige jorde. I specielt lave marker, der er pløjet lidt dybere end normalt, kan sure pletter dukke op, hvor hverken pil eller ukrudt kan gro. Der er flere eksempler på, at pilestiklingen spirer og bliver ca. 20 cm høj, hvorefter den visner væk, hvis jorden er sur. Det har været ved reaktionstal omkring 3.

Erfaringer med sygdomme og skadedyr

Af sygdomme er det mest rust, der er observeret i større eller mindre grad i pilemarkerne. Der er klare klonforskelle mht. modtagelighed for rust. Inger er mere modtagelig end de andre kloner.

Pil er et eldorado for insekter, og både pileplanterne og den diversitet, der kan være på arbejdsarealerne (foragre og køreveje) tiltrækker mange forskellige slags insekter.

Der ses skader efter gnav i bladene af forskellige biller, men der har ikke været foretaget kemisk bekæmpelse, og afgrødens højde vanskeliggør også kørsel med en almindelig marksprøjte. Der er de seneste to år observeret mange lus på stænglerne fra midt på sommeren og langt hen på efteråret. De sidder i kolonier, og der er en hvidlig belægning omkring dem. Det er uklart, om dette har nogen betydning for pilens vækst og udbytte. I etableringsfasen kan stankelbenslarver og smælderlarver også genere pilen kraftigt på visse arealer. Af større skadedyr kan nævnes både rådyr og kronstyr,

der æder de saftige topskud og kan være ret så hårde ved afgrøden. Desuden fejer de på pilen, hvilket ses som afskrælet bark.

Erfaringer omkring høst og udbytter

De første arealer i projektområdet er høstet i foråret 2012, hvor der blev høstet ca. 100 ha hos 16 landmænd. Der er to forskellige systemer til høst af pil, direkte flisning eller helskudshøst. Begge metoder har været tilbudt til de landmænd, og der blev høstet med en Claas finsnitter fra Stadil Maskinstation. Generelt gik høst og frakørsel af flis godt på de fleste arealer.



Foto 2.4. Pilen kan enten høstes som helskud og senere flises (til venstre) eller flises direkte (til højre).

De fleste har valgt at få en maskinstation til at flise pilen direkte og selv aftage/afsætte eller at lade maskinstationen stå for både høst og afsætning. Nogle landmænd har selv brugt flisen, men en stor del af den høstede pileflis blev afsat til varmegærker via DanaSupply for 78-80 kr. pr. kubikmeter. Det er vigtigt, at der i forbindelse med høst er klare aftaler mellem parterne om kvalitet af flisen og afhentning af varen. Afhentningen af flisen har i 2012 været over en længere periode, end landmændene havde forventet. Der har været stor variation i udbytterne, hvilket afspejler de forskellige dyrkningsforhold.

De høstede arealer er alle pilemarker, der er etableret i 2009 og hugget ned i vinteren 2010. Det vil sige, at det er to års vækst, der høstes. Den hyppigste grund til høst er, at plantningen er tilrettelagt efter, at der høstes hvert andet år. Der kan f.eks. være plantet 10 ha, så der kan høstes 5 ha hvert år, frem for der høstes 10 ha hvert 2.-3. år. En del landmænd ønsker at gødske arealerne for at få optimal vækst, og fordi pilemarkerne er harmoniarealer.

Der er både høstet pil på høje arealer og på lave arealer. Der er mulighed for høst med finsnitter og vogn på bæltter, hvilket kan være nødvendigt specielt på lave arealer, hvor der ellers vil blive kørt for meget op ved høst i vinterperioden, hvor arealerne er fugtige. Det er vigtigt, at der ikke laves dybe spor, da det giver problemer de næste mange gange, der skal høstes.

Landmænds oplevelser ved at have pil

Pil er en alternativ afgrøde til korn på mange bedrifter, og derfor er kornprisen ofte afgørende for afgrødevalget. I perioder med høje kornpriser, vælges korn på en del arealer frem for pil, mens der i perioder med lave kornpriser oftere vælges pil på arealer, der er besværlige til kornhøst. Flisprisen er mere stabil end kornprisen, dog er der en stigende tendens i flisprisen gennem de senere år.

Udover de dyrkningsmæssige ting har jagt også betydet en del i beslutningen om at prøve en ny afgrøde for landmændene. Der er ingen tvivl om, at mange fugle, insekter og vilde pattedyr gerne opholder sig i kanten af en pilemark og bruger selve marken som skjul. Specielt i etableringsfasen er der mange steder et meget varieret fødegrundlag, hvis noget af ukrudtet står tilbage.

En del pil er plantet, på arealer hvor korn ikke kan dyrkes uden tab, så på disse arealer betyder dyrkning af pil, at arealet bevares som støtteberettiget areal, når der plantes efter de gældende regler. Samtidig kan der skabes et område på bedriften, som med omtanke kan være en oase for både mennesker og vilde dyr, hvilket har været en god oplevelse for en del landmand.

Nogle fritidslandmænd ser dyrkning af pil som en god mulighed, fordi denne afgrøde ikke kræver nogen særlig maskinpark, da der kan anvendes maskinstation til plantning og høst. Derfor er det en mulighed for at få et økonomisk udbytte, hvis man ønsker at dyrke jorden selv frem for at forpagte den ud og uden at skulle investere i maskiner.

Eksempler på situationer hvor pil ofte eller sjældent lykkes

Pil lykkes bedst, der hvor landmanden har fokus på afgrøden, gør et godt forarbejde forud for plantning og er rettidig med ukrudtsbekæmpelsen. Pil kvitterer for god jord med god vandforsyning, og her er sandsynligheden for et godt økonomisk resultat bedst.



Foto 2.5. Velpasset pil (til venstre) og pil uden pleje (til højre).

Pil efter brak eller skov eller på arealer, som man ikke ønsker at pløje, er meget svært at få til at lykkes. Pilen vil gerne have løs jord i starten, og det er også nødvendigt, at der er en vis mængde næringsstoffer tilstede til etablering og vækst. Så planter man pil sådanne steder, kræver det optimal pleje i startfasen for at få det til at lykkes.

2.5 Udbyttetotal fra pileydrkning i praksis

Sammendrag

Erfaringer fra praksis med høst af pil viser, at udbyttet de seneste 3-4 år typisk har ligget på 4-7 tons tørstof pr. ha pr. år. Der er dog en ganske betydelig variation i udbyttet med enkelte højdespringere, der når tæt på 10 tons TS pr. ha pr. år. Men der er også avlere, der stort set intet udbytte har haft. For en dels avleres vedkommende var

det første høst, og der er forventninger om, at udbyttet i næste høstrotation bliver markant højere. Vandindholdet i nyhøstet pileflis er typisk 50-57 %.

Indledning

Dette afsnit afrapporterer udbyttetotal for energipil høstet i Danmark inden for de seneste ca. 3-4 år. Udbyttetallene stammer dels fra de seneste to års "Oversigt over landsforsøgene" (Videncentret for Landbrug 2010b; 2011b), dels fra et projekt under Dansk Fjernvarmes F&U konto og dels fra høstdata indsamlet af Vestjysk Landboforening i 2012.

Udbyttedata fra Oversigt over Landsforsøgene

I "Oversigt over landsforsøgene" i 2010 og 2011 er der afrapporteret udbyttedata fra to spørgeundersøgelser (Videncentret for Landbrug 2010b; 2011b).

I 2010 indgik ca. 50 landmænd i undersøgelsen, og der er opnået brugbare data fra 11 pilemarker af forskellig alder. Undersøgelsen viste, at:

- Pilemarkerne var relativt små, ofte mindre end 5 ha
- Udbyttet i pileflis lå mellem 2 og 10 tons TS/ha/år
- Det typiske udbyttensniveau var 4-7 tons TS/ha/år
- Vandindholdet i pileflisen var 50-55 %.

Data omfatter udbyttetotal for pil høstet i vinteren 2008/2009.

I 2011 indgik ca. 65 pileavlere i undersøgelsen, og der er opnået brugbare data fra 16 pilemarker. De fleste marker havde været høstet mindst én gang tidligere. Undersøgelsen viste, at:

- Pilemarkerne var relativt små, ofte mindre end 5 ha
- Udbyttet svinger meget, fra 0,7 til 16,6 tons TS/ha/år
- Det typiske udbyttensniveau var 2-8 tons TS/ha/år
- Skudalderen var typisk 2-3 år
- Vandindholdet var 52-57 %.

De lave udbytter i mange marker skyldes formodentlig manglende ukrudtsbekæmpelse og gødskning, ringe jordbund, ældre kloner med lavt udbyttepotentiale og generelt for lille kendskab til pile dyrkning.

Udbyttedata fra F&U projektet – "Energipil som brændsel til fjernvarme – erfaringsindsamling fra testfyringer"

I projektet er der indsamlet udbyttedata fra i alt 12 pileavlere, der har solgt pileflis til Assens Fjernvarme i vinteren 2012. Data stammer fra marker, hvor pilen er etableret i foråret 2009. Efter første vækstsæson blev pilen slået ned i vinteren 2009/2010. Pilens skudalderen har ved 1. høst af pilemarkerne i februar/marts 2012 således været to år. I tabel 2.3 er for hver avler angivet hvor stort et areal, der er høstet, samt udbyttet anført i tons pileflis og energimængde (GJ). Udbyttet er desuden omregnet til tons tørstof (tons TS) pr. år og pr. ha under hensyntagen til, at skudalderen ved høst var to år (dvs. første vækstsæson er ikke medregnet i gennemsnitsberegningen). Gennemsnitsudbyttet for de 12 avlere har været 5,1 tons TS/ha/år ved høst af to-årige skud.

Tabel 2.3. Udbytter i pil høstet på Fyn i vinteren 2011/2012.

Avler, nr.	Areal, ha	Tons flis i alt	GJ i alt	Tons TS/ha/år
1	7,33	177,84	1142,05	5,1
2	8,96	307,92	2082,78	8,9
3	1,21	16,62	128,54	3,3
4	5,17	200,38	1341,08	8,4
5	4,46	135,74	934,83	6,8
6	3,52	47,94	331,57	3,0
7	6,96	75,98	507,47	2,4
8	5,46	75,76	532,35	3,2
9	6,21	141,88	956,29	5,0
10	16,79	309,36	2268,71	4,4
11	12,58	461,78	3082,97	8,0
12	9,70	148,28	943,95	3,2

Udbyttedata fra Vestjysk Landboforening

Fra Vestjysk Landboforening foreligger der data over udbytter i pil høstet i Vestjylland i vinteren 2011-2012, se tabel 2.4. Alderen på de høstede pileskud har hos alle avlere været to år. Pilemarkerne er etableret i foråret 2009 - på nær hos avler nr. 11, hvor marken er etableret i 2010, og hos avler nr. 13, hvor etableringen arealmæssigt er nogenlunde ligeligt fordelt på henholdsvis 2009 og 2010. Pilen er alle steder slået af efter første vækstsæson, på nær på de marker, der først er etableret i 2010. Pileudbyttet er opgjort i rummeter, og i omregningen fra rm til tons TS er anvendt en tørstofvægtfylde på 0,145 ton TS/rm (ELSAM projekt, 1994). I gennemsnit er der i opgørelsen høstet 3,9 tons tørstof pr. ha pr. år.

Tabel 2.4. Udbytter i pil høstet på 13 marker i Vestjylland i vinteren 2011/2012.

Areal, ha	Mængde flis i alt		Udbytte pr. ha	
	rm	Tons TS	Tons TS/ha	Tons TS/ha/år
4	530	76,9	19,2	9,6
3	240	34,8	11,6	5,8
7	154	22,3	3,2	1,6
4	165	23,9	6,0	3,0
6,5	370	53,7	8,3	4,1
9	130	18,9	2,1	1,0
4	40	5,8	1,5	0,7
5,9	340	49,3	8,4	4,2
4,4	380	55,4	12,6	6,3
9,9	260	37,7	3,8	1,9
6,8	285	41,3	6,1	3,0
5	365	52,9	10,6	5,3
4,6	276	40,0	8,7	4,4

Konklusion

De fire opgørelser over udbytte i pil, dyrket og høstet under almindelige dyrkningsforhold, viser, at udbyttet typisk ligger omkring ca. 4-7 tons TS/ha/år. Der er ganske betydelig variation med enkelte højdespringere, der når tæt på de 10 tons TS/ha/år; en enkelt ligger endda væsentlig over. Omvendt er der andre, som stort set intet udbytte har høstet. Hvad angår de to opgørelser i tabel 2.3 og 2.4, skal det nævnes, at de begge repræsenterer udbytter fra første høstrotation, og der kan forventes noget højere udbytter ved næste høst om 2-3 år.

2.6 Forventede udbytter ved optimeret pileydrkning

Forsøg i både Danmark og andre lande har vist et betydeligt udbyttepotentiale i energipil. I forsøg ved Aarhus Universitet er der f.eks. opnået udbytter på op til 14 tons TS/ha/år over en 13-årig periode (Lærke, Jørgensen & Kjeldsen, 2010). I praksis har det vist sig vanskeligt at opnå tilsvarende udbytter. I Sverige er der på ca. 9.000 ha kommercielt dyrket pil rapporteret om gennemsnitlige udbytter på 2,6 tons TS/ha/år i første rotation og 4,2 i 2. høstrotation – men med meget stor spredning og med udbytter på op til 20 tons TS/ha/år (Mola-Yudego & Aronsson, 2008).

I Danmark er der blandt 25 pilemarker fundet gennemsnitlige udbytter på 6,5 og 8,2 tons TS/ha/år i hhv. 1. og 2. høstrotation, men svingende mellem 2,6 og 15,1 tons/ha/år i 2. rotation (Sevel, 2012). I andre udbytteopgørelser i danske pilemarker er der som nævnt også fundet ret lave udbytter (se kapitel 2.5).

De væsentligt lavere pileudbytter i praksis end i forsøg menes bl.a. at skyldes, at der har været tale om ældre pilekloner med lavere udbyttepotentiale, at ukrudt ikke har været bekæmpet tilstrækkeligt, at der ikke er gødsket tilstrækkeligt, samt at pilen i nogle tilfælde har været dyrket på dårlig jord. Endvidere vil rotationsperioder på 3-4 år formentlig give højere udbytter end rotationsperioder på 1-2 år.

Det vurderes imidlertid, at hvis pileydrkningen optimeres bl.a. i forhold til disse punkter, så vil udbyttepotentialet i højere grad kunne udnyttes, og der vil kunne opnås større udbytter i praksis. Under forudsætning af at pileydrkningen optimeres, vurderes det derfor realistisk, at der kan opnås årlige udbytter i intervallet 8 til 12 tons TS/ha/år med højeste udbytter på god jord og lavere udbytter på mindre god jord med dårligere vandforsyning. Dette vurderes at svare til, hvad der generelt opnås blandt de 20 % bedst ydende pilemarker på nuværende tidspunkt.

En række forudsætninger og vækstfaktorer er dog af afgørende betydning for at opnå dette udbyttensniveau, og der kan især knyttes kommentarer til følgende forhold:

- **Jordtype og vandforsyning:** Jordens frugtbarhed og ikke mindst vandforsyningen er af afgørende betydning for udbyttet i pil. Frugtbare jorde f.eks. i forhold til korndyrkning giver generelt grundlag for højere udbytte end mindre frugtbare jorde, ligesom god vandholdende evne og/eller høj grundvandsstand kan bidrage til et højere udbytte. I to danske klonforsøg placeret ca. 1 km fra hinanden er der f.eks. fundet 22 % lavere tørstofudbytte på en næringsfattig sandjord end på våd organisk jord (Sevel, 2012). Det vurderes, at der kan være endnu større udbytteforskelle pga. jordtype og vandforsyning.
- **Klonvalg:** Der er i forsøg fundet betydelige udbytteforskelle mellem forskellige pilekloner, ligesom der er eksempler på, at kloner reagerer forskelligt på forskellige jordtyper (Sevel, 2012). Resultater fra danske pileklonforsøg i pil etab-

leret i 2010 (afsnit 2.1) ventes at give ny viden om dette. Klønvalg kan derfor være af betydning for udbyttet. Såfremt der anvendes de nyeste og bedste kløner på markedet, så vurderes det specifikke klønvalg dog at være af mindre betydning for udbyttet sammenlignet de øvrige nævnte faktorer såsom jordtype, ukrudtsbekæmpelse og gødskning.

- Ukrudtsbekæmpelse: Konkurrence fra ukrudt kan medføre særdeles store udbyttetab i pil, specielt i pilens etableringsfase. I en litteraturgennemgang er der fundet eksempler på, at en stor forekomst af ukrudt i etableringsåret medførte udbyttetab på op til 98 % i etableringsåret og op til 68 % i 2. til 4. vækstsæson (Larsen, Petersen og Poulsen, 2011). Forekomst af ukrudt senere end i etableringsåret kan også medføre betydelig udbyttetab. Mens der er en del dokumentation for sammenhæng mellem ukrudtsforekomst og udbyttetab i pil, så er det mere sparsomt med viden om, i hvor høj grad forskellige bekæmpelsesmetoder reducerer ukrudtsmængden og øger pileudbyttet (f.eks. Larsen, Jørgensen & Poulsen, 2012). Det er dog oplagt, at der både i etableringsfasen og senere i pilekulturens levetid skal ydes en væsentlig bekæmpelsesindsats, hvad enten der vælges kemisk eller mekanisk bekæmpelse eller en kombination.
- Gødskning: Tilgængeligheden af næringsstoffer og specielt kvælstof kan være af betydning for udbyttet i pil. I svenske gødningsforsøg i 1990'erne var der ikke nogen økonomisk rentabel udbytteeffekt af at gødske pil, men nyere forsøg i Sverige med nyere pilekløner har vist betydelige merudbytter ved gødskning (Aronsson & Rosenqvist, 2011, Larsen et al., 2011). Gødskning med 160 kg N/ha umiddelbart efter høst gav over en 3-årig høstrotation en udbyttestigning fra 5,9 til 9,3 tons TS/ha/år (59 %), men med ret stor forskel i udbyttrespons mellem lokaliteter. Der blev i flere tilfælde opnået yderligere merudbytter ved øgede gødningsmængder, men med aftagende udbyttrespons pr. kg tilført N. I et ældre dansk gødningsforsøg har der været begrænset udbyttrespons (Lærke et al., 2010). I et nyt dansk gødningsforsøg er der opnået udbyttestigning fra 8,7 til 11,9 tons TS/ha/år (37 %) ved gødskning med 60 kg N/ha lige efter høst og igen året efter høst, mens større gødningsmængder ikke gav signifikant merudbytte (Sevel, 2012). I et andet nyt gødningsforsøg (se afsnit 2.2) blev udbyttet øget fra ca. 4 til ca. 5 tons TS/ha/år (ca. 25 %) ved gødskning med 120 kg N/ha lige efter afpudsning af etårs skud. Udbyttet blev øget yderligere til ca. 8 tons TS/ha/år ved gødskning med 120 kg N/ha efter afpudsning af etårs skud og 120 kg N/ha i året efter afpudsning. Det synes derfor sandsynligt, at gødskning med 120 kg N/ha lige efter høst kan øge udbyttet i pil i størrelsesordenen 25 % - men udbyttresponsen kan ventes at afhænge meget af næringsstofstatus på de enkelte marker.
- Udbytte i 1. hhv. senere høstrotationer: Udbyttet er generelt lavere i 1. høstrotation end i senere høstrotationer, da pilens produktion er lavere i etableringsfasen. I 1. vækstsæson er udbyttet meget lavt og i praksis stort set uden betydning (maks. 1-2 tons TS/ha), mens udbytte i 2. og til dels 3. vækstsæson også er lidt lavere end i de senere vækstsæsoner. I Sverige er der på ca. 9.000 ha med pil fundet 38 % lavere udbytte i 1. end i 2. høstrotation (Mola-Yudego & Aronsson, 2008). I Danmark er der på 25 pilemarker fundet 21 % lavere udbytte i 1. end i 2. høstrotation (Sevel, 2012). Generelt er det derfor sandsynligt med 20-30 % lavere udbytte i 2. og 3. vækstsæson i 1. høstrotation.

- Høstinterval: I en polsk undersøgelse blev der som gennemsnit af 5 pilekloner fundet, at det årlige tørstofudbytte blev reduceret med hhv. 3 og 17 %, når høstintervallet blev reduceret fra 3 til hhv. 2 og 1 år (Stolarski et al., 2011). I en anden polsk undersøgelse med 6 pilekloner blev udbyttet reduceret med hhv. 26 og 35 %, når høstintervallet blev reduceret fra 3 til hhv. 2 og 1 år (Szcukowski et al., 2002). Det er derfor sandsynligt, at det årlige tørstofudbytte vil være lavere, når der høstes hvert år og muligvis også ved høst hvert 2. år fremfor høst hvert 3. år. Omvendt viste Nordtyske forsøg, at udbyttet i 2 pilekloner faldt fra 9,9 til 7,0 tons TS/ha/år ved at øge høstintervallet fra 3 til 6 år (Boelke & Kahle, 2008). En forlængelse af høstintervallet væsentligt udover de 3 år synes derfor ikke at være en fordel. Det er dog væsentligt at få afklaret, hvor stor betydning gødskning i den tilvoksede afgrøde har for tilvæksten sidst i rotationsperioden.

2.7 Konklusion

Det er demonstreret i både forsøg og i visse tilfælde i praksis, at pil kan give høje udbytter. I praksis er det gennemsnitlige udbyttensniveau dog ofte forholdsvis lavt. Dette tyder på, at pileydrkningen generelt skal optimeres for at udnytte udbyttepotentialet og dermed også øge energiproduktionen og forbedre de forretningsmæssige muligheder. Optimering af pileydrkning skal ske dels gennem ny viden fra forsøg og praktiske erfaringer og dels ved at den opnåede viden udbredes til praksis.

2.8 Referencer

Aronsson, P. & Rosenqvist, H. (2011). Gödslingsrekommendationer för salix 2011. Rapport, 23. marts 2011, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Växtproduktionsekologi.

Boelcke, B. & Kahle, P. (2008). Energieholzproduktion mit Weiden und Pappeln - Ertragsbildung und Grundnährstoffbedarf. Pflanzenbauwissenschaften, 12(2), 78-85.

ELSAM projekt (1994). "Helårsforsyning af pil til kraftvarmeforsyning". Landbrugets Rådgivningscenter, Forskningscenteret for Skov & Landskab. 224 s. + bilag.

Gustafsson J., Larsson S. & Nordh N.R., 2007. Manual för Salixodlare. Lantmännen Agroenergi AB/Salix, Örebro, Sverige.

Larsen, S.U., Jørgensen, J.H. & Poulsen, R.T. (2012). Resultater fra danske ukrudtsforsøg i pil. www.landbrugsinfo.dk, 10/2 2012. Artikel 792.

http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Afgroeder/Energiafgroeder/pil-energiskov/Sider/pl_12_792.aspx

Larsen, S.U., Petersen, P.H. & Poulsen, R.T. (2011). Ukrudt og vækst i pil. www.landbrugsinfo.dk, 10/1 2011. Artikel 389.

http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Afgroeder/Energiafgroeder/pil-energiskov/Sider/pl_11_389.aspx

- Larsen, S.U., Jørgensen, U., Aronsson, P. & Rosenqvist, H. (2011). Svenske gødningsforsøg i energipil. www.landbrugsinfo.dk, 1/6 2011. Artikel 559.
http://www.landbrugsinfo.dk/PLANTEAVL/AFGROEDER/ENERGIAFGROEDER/PIL-ENERGISKOV/Sider/pl_11_559.aspx
- Lærke, P.E., Jørgensen, U. & Kjeldsen, J.B. (2010). Udbytte af pil fra 15 års forsøg. Plantekongres 2010, Sammendrag s.232-233.
- Madsen, T.U., Søndergaard, S. & Vistedsen, T.H. (2012). Erfaringer med dyrkning af energipil i Vestjylland 2010-2012. Delrapport fra BioM-projektet.
www.agrotech.dk/BioM
- Mola-Yudego, B. & Aronsson, P. (2008). Yield models for commercial willow biomass plantations in Sweden. *Biomass & Bioenergy*, 32, 829-837.
- Mortensen, J., K.Hauge Nielsen, and U.Jørgensen. 1998. Nitrate leaching during establishment of willow (*Salix viminalis*) on two soil types and at two fertilization levels. *Biomass and Bioenergy*, 15, 457-466.
- Sevel, L. (2012). Short rotation coppice willow – biomass production and environmental impact. PhD-afhandling, Skov & Landskab, KU-LIFE. Juni 2012. Forsvaret 24/8 2012. 123 s.
- Stolarski, M.J., Szczukowski, S., Tworkowski, J., Wroblewska, H., Krzyzaniak, M. (2011). Short rotation willow coppice biomass as an industrial and energy feedstock. *Industrial Crops and Products*, 33 (1), 217-223. Januar 2011.
- Szczukowski, S., Tworkowski, J., Klasa, A. & Stolarski, M. (2002). Productivity and chemical composition of wood tissues of short rotation willow coppice cultivated on arable land. *Rostlinná Výroba*, 48, 413-417.
- Videncentret for Landbrug (2010a). Sortsforsøg i energipil. I: Oversigten over Landsforsøg 2010, s.186-187.
- Videncentret for Landbrug (2010b). Udbytter i pilemarker. I: Oversigten over Landsforsøg 2010, s.185.
- Videncentret for Landbrug (2011a). Sortsforsøg i energipil. I: Oversigten over Landsforsøg 2011, s.194-195.
- Videncentret for Landbrug (2011b). Udbytter i pilemarker, høstet vinteren 2010 til 2011. I: Oversigten over Landsforsøg 2011, s.190.
- Wilkinson, J.M., E.J.Evans, P.E.Bilsborrow, C.Wright, W.O.Hewison, and D.J.Pilbeam. 2007. Yield of willow cultivars at different planting densities in a commercial short rotation coppice in the north of England. *Biomass and Bioenergy*, 31, 469-474.

3. ENERGIPRODUKTION

Jørgen Pedersen

3.1 Sammendrag

I dette afsnit er det beregnet hvor meget energi, der anvendes til produktion af pileflis – fra jord til varmeværk. Energiforbruget omfatter dels dieselolie til maskiner, dels energi til fremstilling af gødning og pesticider. Energiberegningen er gennemført for et dyrkningseksempel, hvor energiforbrug til maskinanvendelse i marken, gødnings- og pesticidforbrug samt vejtransport gennemgås detaljeret. Energiforbruget sammenholdes til slut med energiindholdet i pileflis.

Beregningerne viser følgende:

- Anvendelse af mineralsk N-gødning er den største enkeltpost på forbrugssiden i energiregnskabet.
- Hvis pilemarken eksempelvis tilføres en tredjedel af N-kvoten (dvs. 1/3 af 120 kg N/ha/år) i form af mineralsk N, udgør N ca. halvdelen af energiforbruget i produktionen.
- Høst af pil (med finsnit) er energimæssigt relativt tung, og 60 % af det samlede dieselolieforbrug til markmaskinerne går til høstmaskinen.
- Anvendelse af kemisk ukrudtsbekæmpelse belaster ikke energiregnskabet ret meget og udgør kun ca. 2 % af energiforbruget.
- Mekanisk ukrudtsbekæmpelse belaster med ca. 4-5 % af energiforbruget.
- Transport af pileflis 30 km fra mark til varmeværk er relativt energikrævende, nemlig ca. 15 % af det samlede energiforbrug.
- I forhold til energiindholdet i den høstede pileflis udgør energiforbruget 2-7 %.

3.2 Indledning

Produktion og høst af energipil omfatter en række energikrævende aktiviteter og hjælpestoffer. Det er derfor relevant at vurdere det produktionsbetingede energiforbrug i forhold til den mængde energi, der kan høstes fra pilemarken i form af flis.

Forbruget af energi i produktionen af energipil er her opdelt i to hoveddele:

- Aktiviteter, der omfatter anvendelsen af maskiner
- Anvendelse af hjælpestofferne gødning og pesticider.

Energiforbruget til produktion eller vedligeholdelse af maskinerne medtages ikke i regnestykket over energiforbruget ved produktion af pileflis.

3.3 Forudsætninger – et dyrkningseksempel

I beregningerne af energiforbrug og energiproduktion er anvendt et dyrkningseksempel med følgende forudsætninger:

- Kulturens levetid sættes til 18 år, hvorefter der foretages rodfræsning af marken.
- Første vækstår høstes der ikke – pileskuddene slås blot af og biomassen efterlades på marken.
- Efterfølgende høstes der hvert tredje år; i alt høstes der seks gange.
- Udbytte ved første høst: 8 tons TS/ha/år. Udbytte ved efterfølgende 5 x høst: 10 tons TS/ha/år.
- I alt høstes der 166 tons TS ved 6 x høst.
- Det gennemsnitlige udbytte er således 9,2 tons TS/ha/år i kulturens 18-årige levetid.
- Over en treårig høstrotation tilføres der gødning to gange, i alt tilføres der 2x120 kg N, svarende til 2/3 af N-kvoten set over en periode på tre år. Gødningen tilføres efter følgende fordeling:
 - Ingen gødning i etableringsåret
 - År 1 efter høst samt år 1 efter afslåning af første års skud tilføres der 120 kg N via gylle
 - År 2 efter høst samt år 2 efter afslåning af første års skud tilføres der 120 kg N i form af kunstgødning
 - År 3 efter høst: Ingen gødningstilførsel
- I alt tilføres der gylle seks gange og kunstgødning seks gange.
- Ukrudtsbekæmpelsen sker via to gange sprøjtning i etableringsåret og derefter én gang sprøjtning i år 1 efter hver høst.

3.4 Energiforbrug til maskinaktiviteter

Der er beregnet energiforbrug for følgende maskinaktiviteter ved piledyrkning:

- Jordbearbejdning forud for etablering
- Etablering af pilekultur
- Gødningstilførsel
- Ukrudtsbekæmpelse (kemisk eller mekanisk)
- Høst
- Transport af høstet afgrøde
- Rodfræsning ved sløjfning af kultur.

Jordbearbejdning forud for etablering samt selve etableringen er aktiviteter, der kun forekommer én gang i kulturens levetid. De øvrige aktiviteter forekommer derimod med jævne mellemrum, eksempelvis høst og gødningstilførsel.

Ofte tilføres der ikke gødning i etableringsåret, ligesom der i reglen heller ikke foretages ukrudtsbekæmpelse i en veletableret kultur i år 2 eller år 3 efter foregående høst. Vedr. gødningstilførsel bruger nogen at tilføre to års gødning på ét år, således at der ikke tilføres gødning i året lige efter. Når kulturen opnår en levealder på 15-20 år, forventes det, at den sløjfes, hvilket kræver, at jorden rodfræses.

I tabel 3.1 er anført energiforbruget ved de omtalte maskinaktiviteter. Her regnes alene med maskinernes forbrug af dieselolie til arbejdsopgaverne. Energiindholdet i dieselolie er 36 MJ/liter (www.statoil.dk). Energiforbruget til produktion eller vedligeholdelse (reservedele, motor-/transmissions-/hydraulikolie) af maskinerne medtages ikke i regnestykket over energibalancen for produktion af pileflis.

Tabel 3.1. Energiforbrug til de maskinaktiviteter, der normalt indgår i dyrkning af pil. Forbruget er angivet pr. ha for én behandling. (KTBL, 2010).

Maskinaktivitet	Dieselolie, l/ha	Energi, MJ/ha
Pløjning	25	900
Harvning	6	216
Tromling	4	144
Plantemaskine	6	166
Gyllekørsel	12	432
Kunstgødningsspredning	1	36
Radrensning	4	144
Strigling	2	72
Rækkefræsning	10	360
Sprøjtning	1	36
Høst	50	1800
Marktransport	3	108
Transport til værk	4	144
Rodfræsning	50	1800

I overensstemmelse med normal beregning af dækningsbidrag tillægges omkostningerne ved pløjning den afgrøde, der følger efter pløjningen. Nogle af maskinhandlingerne gennemføres kun én gang (eksempelvis pløjning) i løbet af en kulturs alder, hvorimod andre (eksempelvis gødningstilførsel) gennemføres én eller flere gange pr. høst af afgrøden.

Nedenfor er der gennemført en beregning af det samlede dieselolieforbrug, der går til maskinhandling i marken i løbet af en pilekulturs levetid. Dyrkningseksemplet omfatter ikke mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Det samlede energiforbrug til maskinaktiviteter over de 18 år er således 18,3 GJ/ha svarende til 1,02 GJ/ha/år.

Tabel 3.2. Dieselloлиеforbrug og energiforbrug til maskinaktiviteter ved dyrkning af pil summeret over kulturens levetid på 18 år.

Aktivitet	Antal gange over kulturens levetid	Dieselloлие, l/ha	Energi, MJ/ha
Pløjning	1	25	900
Harvning	2	12	432
Tromling	1	4	144
Plantning	1	6	216
Gylletilførsel	6	72	2.592
Spredning af kunstgødning	6	6	216
Afslåning	1	7	252
Sprøjtning	7	7	252
Høst	6	300	10.800
Marktransport	6	18	648
Rodfræsning	1	50	1.800
I alt	-	507	18.252

3.5 Energiforbrug til gødning

I dyrkningseksemplet gødskes der med husdyrgødning (gylle) og kunstgødning. Pilens behov for fosfor og kalium antages dækket via gylle, og halvdelen af kvælstoffet tilføres ligeledes med gyllen. Den øvrige kvælstofmængde tilføres via kunstgødning.

Den årlige kvælstofnorm for pil er 120 kg N/ha. I år 3 efter hver høst tilføres der ikke gødning til afgrøden, da pileskuddene på det tidspunkt er så høje og kraftige, at en kørsel i afgrøden kan medføre beskadigelse af maskinel, køreskade på pileskuddene i køresporene og en ikke-tilfredsstillende fordeling af gødningen. Afgrøden tildeles som nævnt således kun i gennemsnit 2/3 af N-normen – heraf halvdelen via gylle og halvdelen via kunstgødning. I alt tilføres afgrøden i dens 18-årige levetid 1.440 kg N pr. ha, heraf de 720 kg via kunstgødning.

Energiækvivalenten for N i kunstgødning er 35,3 MJ/kg (Deike et al., 2010) og er den mængde energi, der anvendes for at producere 1 kg kvælstof til kvælstofholdig mineralgødning. Tilførslen af 720 kg N via mineralgødning svarer dermed til 25.416 MJ/ha i kulturens levetid på 18 år, svarende til 1,41 GJ/ha/år. I tilfælde af at alt kvælstoffet var tilført i form af mineralgødning, havde energiinputtet via denne post været 50.832 MJ/ha eller 2,82 GJ/ha/år.

Der beregnes ikke energiinput for de mængder af gødning (N, P og K), der tilføres med gyllen. Dog må det nævnes, at anvendelsen af gylle og dermed næringsstofferne deri i pileproduktionen medfører, at de pågældende mængder af gødning "mangler" et andet sted i planteproduktionen, hvad enten det er hos den pågældende ejer af pilekulturen eller hos den landmand, hvorfra gyllen er erhvervet. Denne manglende gødning skal dermed erstattes, men i så fald er det på en anden lokalitet og i en anden afgrøde.

3.6 Energiforbrug til herbicider og mekanisk ukrudtsbekæmpelse

Anvendelsen af herbicider omfatter i dyrkningseksemplet:

- 2,5 l/ha Glyphosat forud for etablering. Derefter 1,5 l/ha Glyphosat i år 1 efter hver høst
- Blanding af 100 g/ha Logo og 0,25 l/ha DFF pr. ha i første vækstår

(Poulsen, 2012)

Den samlede mængde Glyphosat er dermed:

- 1 x 2,5 liter
- 6 x 1,5 liter

I alt 11,5 liter i løbet af kulturens levetid (18 år).

Mængden af aktivstof (iflg. www.middeldatabasen.dk):

- 1 liter Glyphosat 360: 360 glyphosat g/liter
- 1 kg Logo: 300 g foramsulfuron/kg + 10 g iodosulfuron-methyl-Na/kg + 300 g isoxadifen-ethyl/kg = 610 g aktiv stof/kg
- 1 liter DFF: 500 g diflufenican/liter

Det samlede energiforbrug til pesticider er vist i tabel 3.3.

Tabel 3.3. Det samlede energiinput i form af anvendte i herbicider i dyrkning af pil set over kulturens levetid på 18 år.

Stof	Mængde middel pr. ha	Mængde aktivstof pr. ha
Glyfosate 360: 1 x 2,5 liter + 6 x 1,5 liter	11,5 liter	4.140 g
Logo	100 g	61 g
DFF	0,25 liter	125 g
I alt		4.326 g

Energiækvivalent for herbicider er sat til 288 MJ/kg (Deike et al., 2010).

Energiinputtet i form af herbicider er derfor 1.246 MJ/ha i løbet af pilekulturens levetid (18 år), dvs. ca. 0,07 GJ/ha/år.

I stedet for en kemisk ukrudtsbekæmpelse kunne der være valgt en mekanisk bekæmpelse af ukrudtet omfattende strigling og radrensning i etableringsåret og derefter rækkefræsning i år 1 efter hver høst og efter afslåning af 1. års skud. I så fald ville energiforbruget til ukrudtsbekæmpelse have været som vist i tabel 3.4, svarende til 0,14 GJ/ha/år.

Tabel 3.4. Dieselolieforbrug til mekanisk renholdelse i pilemark set samlet over kulturens levetid på 18. år.

Aktivitet	Dieselolie, l/ha	MJ/ha
4 x strigling + 1 x radrensning	$4 \times 2 + 1 \times 4 = 12$ liter	432
6 x rækkefræsning	$6 \times 10 = 60$ liter	2.160
I alt	72 liter	2.592

3.7 Energiforbrug til transport af pileflis til forbrugssted

I dyrkningseksemplet fragtes pileflisen fra mark til varmegærk med lastbil. Lastbilen kan fragte 90 rummeter med en samlet vægt på 30 tons. Der er regnet med 30 km mellem mark og varmegærk.

Lastbilen kører 2,5 km/liter, når den er fuldt lastet (Pedersen, 2006). Uden last antages det, at lastbilen kører dobbelt så langt pr. liter diesel, altså 5 km/liter. I alt bliver dieselforbruget 18 liter pr. tur/retur til varmegærk 30 km fra mark. Den samlede tørstofproduktion på 166 tons pr. ha omregnes til rummeter (rm) frisk flis i marken via en vægtfylde på 0,145 ton TS/rm (ELSAM projekt, 1994). I alt fylder den producerede flis over 18 år 1.145 rm. Lastbilen medbringer ca. 90 rm pr. læs, hvilket betyder, at den skal køre 13 gange. Det samlede dieselforbrug til lastbiltransport bliver dermed 234 liter, hvilket svarer til 8.424 MJ eller 0,47 GJ/ha/år.

3.8 Energiproduktion, nettoenergiudbytte og energibalance

Varmegærkerne regner med at energiindholdet i pileflis er 16,06 GJ/tons tørstof ved et vandindhold på 50 %. (DFP, 2012). Med en tørstofproduktion på 166 tons/ha kan bruttoenergiudbyttet beregnes til 2.666 GJ/ha svarende til 148,1 GJ/ha/år, hvilket indgår i beregningen af nettoenergiforbrug og energibalance.

Energibalance defineres som forholdet mellem energiindholdet i den høstede afgrøde og den anvendte energi til produktion (maskinaktiviteter og hjælpepestoffer) og vejtransport. I tabel 3.5 er ovenstående beregninger af energiforbrug i dyrkningseksemplet opstillet sammen med energiproduktionen.

Tabel 3.5. Samlet energiforbrug og energiproduktion ved dyrkning af pil samlet over pilekulturens levetid på 18. år.

	Energiomsætning i pilekultur set over 18 år, beregnet pr. ha.	Energiomsætning i pilekultur pr. ha pr. år
Maskinaktiviteter	18,25 GJ	1,01
Gødning	25,42 GJ	1,41
Herbicid	1,25 GJ	0,07
Transport til værk	8,42 GJ	0,47
Input i alt	53,30 GJ	2,96
Energiproduktion i flis	2.666,0 GJ	148,1
Nettoenergiudbytte	2.612,7 GJ	145,1
Energibalance (output/input)	50	50

Energiudbyttet (output) er altså ca. 50 gange større end energiinputtet i produktionen. Energiforbruget til produktion svarer således til 2 % af den mængde energi, der høstes på marken. Nettoenergiudbyttet er i gennemsnit pr. år 145,1 GJ/ha over perioden på de 18 år, og flisudbyttet var i gennemsnit 9,2 tons TS/ha pr år.

Som det ses, bidrager gødningen med langt størstedelen af energiinputtet. Hvis der alternativt havde været tilført gødning hvert år i form af NPK og med fuld udnyttelse af N-kvoten, ville energiinputtet ad den vej have været 76,25 GJ/ha samlet set over 18 år. Energibalancen ville så have været 26 og nettoenergiudbyttet i stedet 2.564 GJ/ha svarende til 142,4 GJ/ha/år.

Havde der været anvendt mekanisk ukrudtsbekæmpelse i stedet for kemisk ville det samlede energiinput have været 55,68 GJ/ha. Nettoenergiudbyttet ville så have været 2610,3 GJ/ha svarende til 145,0 GJ/ha/år, og energibalancen 48. Ukrudtsbekæmpelse udgør således kun en begrænset post i energiforbruget.

Jørgensen (2008) refererer en beregning af Börjesson (2006), hvor energibalancen er 21 og nettoenergiudbyttet er 148 GJ/ha/år ved et flisudbytte på 10 t TS/ha/år. Fra en anden undersøgelse er der fundet en energibalance på ca. 14 og et nettoenergiudbytte på 137 GJ/ha/år ved et flisudbytte på 9 tons TS/ha/år (Jørgensen, 2008). I sidstnævnte tilfælde svarer energiforbruget til 7 % af energien i den flismængde, der høstes i marken.

Af ovennævnte fremgår det, at beregninger af energibalancen kan svinge endog rigtig meget, fra 14 til 50. Dette til trods for, at flisudbytteerne i de tre tilfælde ligger fra 9-10 t/ha pr. år. Årsagen til den store variation i energibalance må derfor skyldes betydelige forskellige i de beregnede energiinput. Ses der derimod på hvor meget energiforbruget udgør af energiproduktionen, er det i størrelsesordenen 2-7 %.

Høy (2000) har lavet energibalanceberegninger for produktion af korn og faldt, at der ved konventionel dyrkning af vinterhvede på god lerjord (gødsket med gødning fra 1 DE pr. ha og suppleret op med kunstgødning) produceres ca. 14 gange mere energi (korn + halm), end der anvendes. Drages der sammenligning mellem nettoenergiudbyttet fra henholdsvis korn og pil, ses det (Høy 2000) at, nettoenergiudbyttet ved produktion af vinterhvede er 176,4 GJ/ha (korn + halm), hvorimod nettoenergiudbyttet i pil ovenfor er beregnet til 144,6 GJ/ha pr. år. Det er dog sandsynligt, at udbyttet i pil vil være større på lerjord end i det anvendte dyrkningseksempel.

3.9 Konklusion

Forbruget af energi til produktion af pil svarer til 2-7 % af energiindholdet i den mængde pileflis, der kan høstes fra marken. Gennemgangen af dyrkningseksemplet ovenfor viste 2 %, hvorimod data fra andre opgørelser viser op til 7%. Anvendelsen af gødning belaster energiregnskabet (på forbrugssiden) relativt meget. I beregningerne ovenfor bidrog tilførslen af mineralsk N med ca. halvdelen af det samlede energiforbrug blot ved en tilførsel af 40 kg pr. ha om året. Gødningstilførslen bør derfor nøje tilpasses markens og afgrødens ydelsesniveau, og eventuelt kan der spares på gødningstilførslen til pilen.

3.10 Referencer

Deike et al. (2010). "Untersuchungen zur Energieeffizienz im Integrierten und Ökologischen Landbau am Beispiel eines Langzeitversuches auf einem lehmigen Sandboden." Journal für Kulturpflanzen, 62 (7). S. 259-263, 2010.

DFP (2012). Regneark til beregning af brændværdien i pileflis og skovflis. Dansk Fjernvarmes Projektselskab. <http://www.dfp-web.dk/getfile.php?objectid=270903>

ELSAM projekt (1994). "Helårsforsyning af pil til kraftvarmeforsyning". Landbrugets Rådgivningscenter, Forskningscenteret for Skov & Landskab. 224 s. + bilag.

Høy, J.J. (2000). "Energibalancer for økologiske og konventionelle afgrøder". Bilag til LBM-nyt 1162.
https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/Planteavl/Sider/Energibalancer_for_oekologiske_og_konven.aspx (kræver kode).

Jørgensen, U. (2008). "Miljøeffekter ved dyrkning af pil". I: "Produktion af energi og miljø ved dyrkning af pil på miljøfølsomme arealer". Kap. 4, s. 28-29 i rapport fra BioM-forprojekt. AgroTech. Red. S.U. Larsen.

KTBL (2010). "Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11". KTBL-Datensammlung, KTBL, Darmstadt, Tyskland. www.ktbl.de

Pedersen, J. (2006). "Lastbil fem gange mere brændstoføkonomisk end traktor".
https://www.landbrugsinfo.dk/Maskiner-markteknik/Transport-og-laesning/Sider/Lastbil_fem_gange_mere_braendstofoeconom1.aspx

Poulsen, R.T. (2012). Personlig kommunikation med Rolf Thostrup Poulsen, Videncenteret for Landbrug, 2012.
www.statoil.dk

4. MILJØEFFEKT

Flemming Gertz, Brian Jacobsen, Uffe Jørgensen, Camilla Lemming, Siri Pugesgaard, Kirsten Schelde

4.1 Sammendrag

Dette afsnit omhandler de miljømæssige effekter af at dyrke pil, idet der er gennemført måling af udvaskning og afstrømning fra oversvømmende vand af nitrat, ammonium og fosfor samt påbegyndt analyser af effekten af dyrkningen på jordens kulstofindhold.

Målinger af nitratudvaskning fra et gødningsforsøg på højbundsjord over to år viste meget lav udvaskning fra pil. I gennemsnit over de to år og de forskellige gødningsbehandlinger målt en udvaskning på 8 kg N/ha/år fra pil, og i en nabomark med vårbyg med efterafgrøde blev målt en gennemsnitlig udvaskning på 105 kg N/ha/år. Selv ved gødsning af pil med 320 kg total-N/ha i svinegylle fandtes kun en marginal (ikke signifikant) merudvaskning i forhold til ugødet eller gødet til normen på 120 kg N/ha.

Målinger på ind- og udløb af overfladevand på oversvømmede pilemarker i vinterperioden viste oftest en betydelig reduktion i nitratindholdet, som dels kan skyldes optag i pilen, dels kan skyldes denitrifikation i det iltfattige miljø på oversvømmede jorde. På den anden side målt i nogle tilfælde kraftigt forøget indhold af fosfor i det afstrømmende vand fra oversvømmede marker. Det skyldes frigørelse af fosfor, der har været bundet i jern-komplekser, som opløses under de reducerende forhold i den oversvømmede jord. Det er således vigtigt at analysere jordens fosforstatus, før det vælges at oversvømme et areal.

Ved omlægning af kornrige sædskifter til pileproduktion forventes jordens kulstofindhold at øges. Undersøgelser i andre lande og modelleringer antyder en lagring i størrelsesordenen 0,5 tons kulstof/ha årligt. Der er dog formentlig en betydelig variation mellem jordtyper og som funktion af pilens vækst og gødsning. Derfor laves i BioM målinger af en række pilemarker samt nabomarker med omdrift for på et senere tidspunkt at kunne måle udviklingen i kulstofindhold i kommercielle danske pilemarker.

Ud over de her undersøgte miljøeffekter af pil, kan også forventes en reduktion i pesticidforbrug og lattergasemission ved at skifte fra kornrige sædskifter til pileproduktion. Behandlingshyppigheden for pesticidforbruget vil kunne reduceres med 50-97 %, mens belastningsindekset vil kunne reduceres med 19-89 %. Ved pesticidfri pileydrkning vil pesticidforbruget reduceres med 100 %, men til gengæld vil der medfølge et øget brændstofforbrug til mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

Der er gennemført en samlet miljøøkonomisk analyse af den samfundsmæssige betydning af miljøeffekterne ved pileydrkning. Analysen viser, at pileydrkning udgør et omkostningseffektivt virkemiddel både i forhold til at reduceres udvaskningen af kvælstof fra rodzonen og i forhold til at reducere udledningen af drivhusgasser.

4.2 Målinger af miljøeffekt på højbund – gødningsforsøget ved Tim

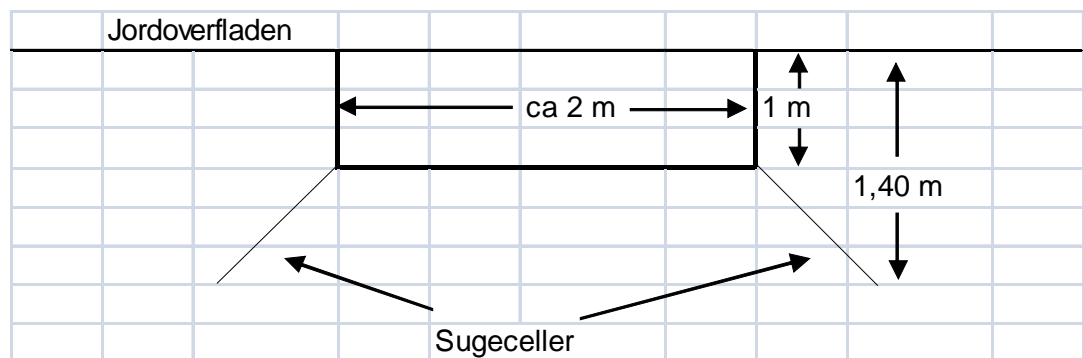
Indledning

Energipil er som andre flerårige energiafgrøder kendt for at sikre en meget lav nitratudvaskning sammenlignet med traditionelle landbrugssædskifter (Jørgensen 2005; Jørgensen et al. 2005; Aronsson et al. 2000). Bortset fra etableringsåret, hvor udvaskningen kan være høj (Mortensen et al., 1998) er niveauet i mange tilfælde på højde med det der måles fra skov og udyrkede arealer. Der er dog også set enkelte tilfælde af større nitratudvaskning, specielt ved meget høj gødningstilførsel (Sevel, 2012). Normtilførslen til energipil i Danmark er 120 kg N/ha årligt, men det kan være vanskeligt at gødske i 2. og 3. år i pilens høstrotation. Derfor vil det fra et praktisk synspunkt være nemmere for landmanden at gødske alene i høståret (dvs. lige efter høst) og at give en højere dosering i dette år. Spørgsmålet er, om det er forsvarligt over for miljøet?

I dette afsnit vises resultater fra måling af nitratudvaskning fra gødningsforsøget ved Tim (se afsnit 2.3).

Materialer og metoder

Pilemarkens etablering og gødskningsbehandlinger er beskrevet i afsnit 2.3. For at måle afstrømning af nitrat fra afgrødens rodzone blev der i april 2010 installeret to sugeceller i 140 cm dybde i nettoparcellen i alle 18 forsøgsparceller (figur 4.1). Ofte placeres sugeceller i pilemarker dybere (1,5 - 2 m dybde), men på denne forsøgsmark stod grundvandet temmelig højt, og vi ønskede primært at måle på jordvand i den umættede zone.



Figur 4.1. skitse af placering af 2 sugeceller i en forsøgsparcel. Der blev gravet til ca. 1 m's dybde, hvorfra sugecellerne blev boret skråt ned i uforstyrret jord.

Til sammenligning med udvaskningen fra pil blev der målt udvaskning fra en nabomark lige vest for pilemarken, hvor der i både 2010 og 2011 blev dyrket vårbyg med efterafgrøde (vinterraps sået mellem 10. og 20. august). I bygmarken målt ud for blok 1 og blok 3 i pileforsøget - begge steder med to sugeceller. Gødsningen af vårbyggen i de to forsøgsår er angivet i tabel 4.1.

Tabel 4.1. Gødskning af vårbyg i nabomarken til pileforsøget ved Tim.

	Husdyrgødning	Handelsgødning	N-tilførsel (total/gødningsværdi)
2010	17 ton/ha dybstrøelse	250 kg/ha NS 27-4	204/129 kg/ha
2011	28 tons svinegylle	150 kg/ha NS 24-7	183/146 kg/ha

Prøver af jordvand blev udtaget ved at sætte vakuum på sugecellerne og efter ca. 2 dage at tømme sugecellerne i plastikflasker, som straks blev frosset ned indtil senere analyse. Der blev i starten taget analyser separat fra de to sugeceller i samme parcel, men efter at det blev konstateret, at der var nogenlunde ensartede niveauer i de to gentagelser, blev prøverne i den sidste del af forsøgsperioden slået sammen per parcel inden analyse. Vandprøverne analyseredes på Aarhus Universitet ved hjælp af en autoanalysator efter metoden beskrevet i Best (1976).

For at kunne beregne den samlede udvaskning af kvælstof fra forsøgsbehandlingerne er det nødvendigt at koble de målte koncentrationer med mængden af afstrømmende vand fra marken. Vandbalancen er beregnet ved hjælp af modellen COUP (Jansson et al. 1999, Persson 1997), der ud fra nedbør, fordampning fra jord, afgrødens bladareal, jordens vandholdende evne, afstand til grundvand m.m. modellerer den daglige afstrømning i pil.

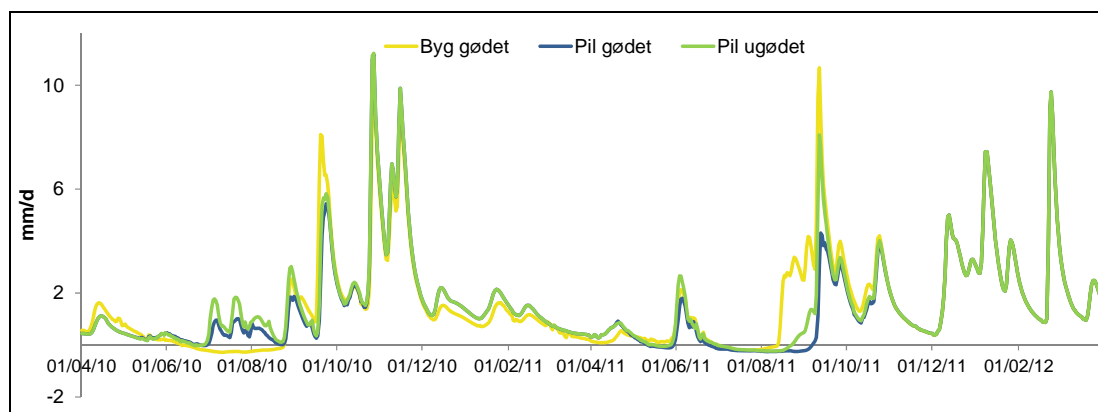
Målinger igennem forsøgsperioden af grundvandsstand i piezometerør installeret i de tre forsøgsblokke indikerede en højere vandstand i blok 2 og 3 end i blok 1. De ugødede pil var tydeligvis mindre kraftige end gødede, og målinger gennemført af Vestjysk Landboforening i november 2010 viste, at skuddene var ca. 50 cm lavere i ugødede end i gødede pil. Vi har derfor gennemført fire vandbalanceberegninger for pil som kombination af høj (140 cm) og lav (180 cm) grundvandsstand samt standard bladarealudvikling kontra reduceret bladarealudvikling.

COUP modellen har ikke et standardmodul for vårbyg, og vi tilpassede derfor modellen med data for bladareal- og rodudvikling i byg fra den danske vandbalancemodel EvaCrop (Olesen og Heidmann 2002). Også i vårbyg gennemførtes beregninger for høj og lav grundvandsstand grundet bygparcellernes beliggenhed ud for blok 1 henholdsvis blok 3.

For hver dato i forsøgsperioden beregnedes en nitratkoncentration ved afstrømningsvægtet interpolation imellem værdier fra to måledatoer. Herefter er beregnet daglig totaludvaskning af kvælstof, som summeredes til afstrømningsår fra 1. april til 31. marts.

Resultater og diskussion

Vandbalanceberegningerne viste kun mindre forskelle mellem de fire modelopstillinger for pil (figur 4.2). Samlet årlig afstrømning varierede mellem 493 og 666 mm i de to afgrøder (tabel 4.2). Afstrømningen fra ugødet pil beregnedes til at være 40-60 mm mindre årligt end fra gødet pil (tabel 4.2, figur 4.2). Og afstrømningen fra byg var 80-90 mm større end fra gødet pil i 2011, hvor der ikke var forskel i afgrødernes vanding. Disse forskelle har en vis betydning for den samlede beregning af nitratudvaskning.

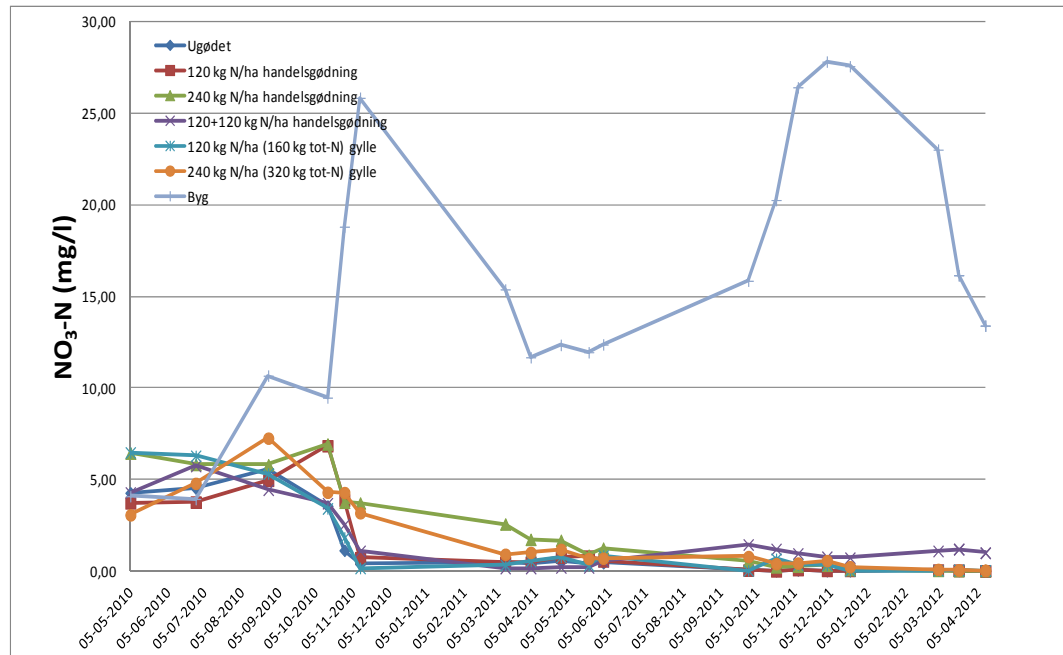


Figur 4.2. Beregnet daglig afstrømning af jordvand i 135 cm dybde i 2010-2012 under hhv. gødet byg, gødet pil og ugødet pil.

Tabel 4.2. Årlig afstrømning (mm) fra gødet og ugødet pil og gødet vårbyg vårbyg beregnet for henholdsvis lav og høj grundvandsstand (GV) i modellen COUP. Pileparcellerne blev i vækstsæsonen 2010 vandet med 3 x 25 mm, som ikke blev tildelt byggen. I 2011 er parcellerne vandet ens. Opgørelserne er for perioden 1. april – 31. marts i det pågældende vækstår.

	Pil Lavt GV Gødet	Pil Lavt GV Ugødet	Byg Lavt GV Gødet	Pil Højt GV Gødet	Pil Højt GV Ugødet	Byg Højt GV Gødet
2010	546	584	497	550	588	493
2011	519	571	665	524	581	666

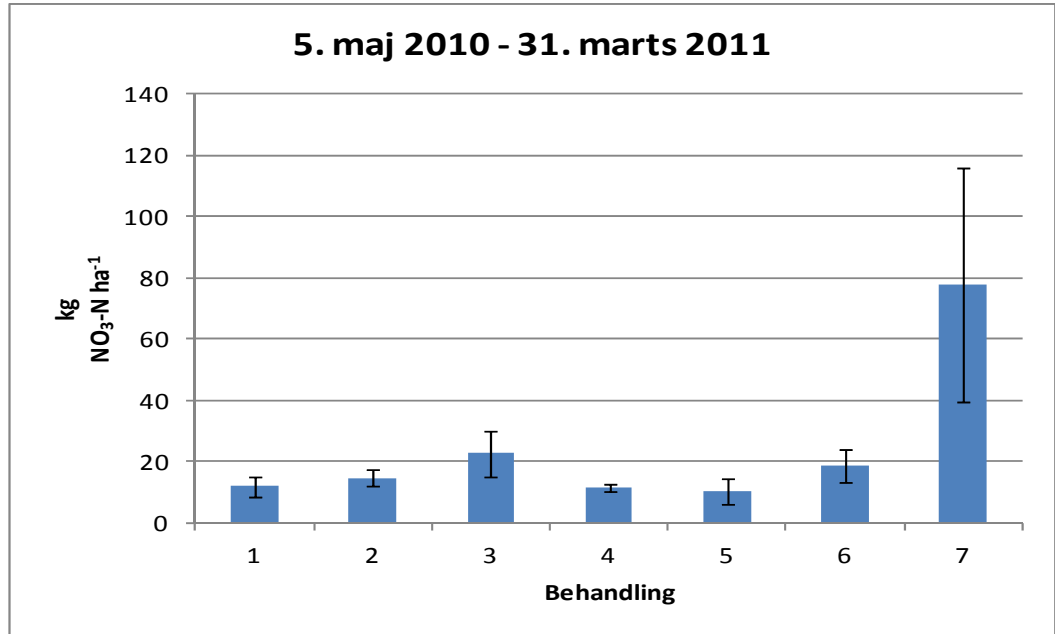
Nitratkoncentrationerne startede omkring samme niveau i alle forsøgsbehandlinger i maj 2010 (figur 4.3). Koncentrationerne i de forskellige gødningsbehandlinger i pil var ikke på noget tidspunkt statistisk sikkert forskellige, selvom der var tendenser til lidt højere koncentrationer i de kraftigst gødede behandlinger. Koncentrationen under vårbyg steg dog hurtigt til et højere niveau og var fra oktober 2010 signifikant højere end i pil i resten af forsøgsperioden.



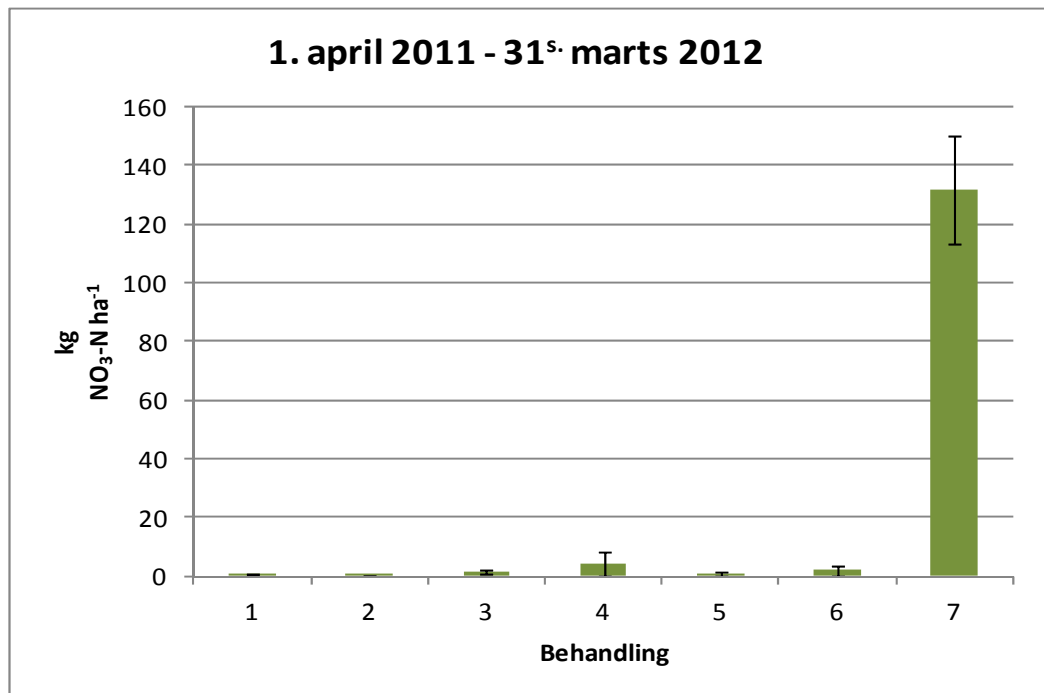
Figur 4.3. Koncentrationen af nitrat-N under byg og under pil ved forskellig gødskning. Hvis nitratkoncentrationen ønskes skal nitrat-N-værdierne ganges med ca. 4,4.

Den samlede årlige N-udvaskning pr. hektar var ikke signifikant forskellig mellem gødningsbehandlinger i pil, men lavere end i byg (figur 4.4 og 4.5). Der var en tendens (ikke signifikant) til lavere udvaskning ved gødskning med 120 kg N/ha i 2010 + 120 kg N/ha i 2011 fremfor 240 kg N/ha i 2010. Udvasningen var signifikant lavere i pil i 2011 end i 2010, svarende til Mortensen et al. (1998), der også fandt faldende udvaskning fra år 1 til år 3 i en pilekultur. I gennemsnit over de to forsøgsår udvaskedes årligt ca. 8 kg N/ha fra pil og ca. 105 kg N fra vårbyg med efterafgrøde. Det betyder, at dyrkning af pil i 2. og 3. vækstsæson reducerede udvasningen med over 90 % i forhold til fortsat dyrkning af vårbyg. Den lave udvaskning på under 10 kg N/ha fra et etableret pileareal svarer meget godt til værdier fra tidligere undersøgelser ved gødskning på op til 120 kg N/ha årligt (Jørgensen, 2005; Sevel, 2012). Ved tilførsel af 240 og 360 kg N/ha på en gang i handelsgødning fandt Sevel (2012) dog kraftigt stigende udvaskning fra en pilekultur med en forhistorie med kraftig gødskning, mens tilførsel af 240 kg total-N i gylle og i slam ikke resulterede i høj udvaskning.

Det må derfor konkluderes, at veletablerede pil synes meget robuste i forhold til gødskning til gældende norm på 120 kg N/ha og i nogle tilfælde dobbelt så meget uden at forårsage øget udvaskning af betydning. Men der skal tages hensyn til forhistorien på arealet, idet der ved meget kraftig gødskning vil nås et mætningspunkt, hvorefter udvasningen af nitrat vil stige. Data viser også, at gødskning med husdyrgødning eller slam i korttidsforsøg (en rotation) ikke øger udvasningen i forhold til gødskning med handelsgødning. Spørgsmålet er, om gentagne tilførsler af høje mængder total-N i husdyrgødning vil øge jordens mineralisering så meget, at der på et tidspunkt vil finde en øget udvaskning sted? Vi har gødsket forsøget ved Tim igen med de samme behandlinger i foråret 2012, og målinger i de kommende år vil vise, om der kan ses en effekt på nitratudvasningen af gentagen gødskning med store mængder total-N.



Figur 4.4. Nitratudvaskning i udvaskningsåret 2010-2011 fra 6 gødningsbehandlinger i pil samt fra vårbyg med efterafgrøde. 1=ugødet, 2=120 kg N handelsgødning, 3=240 kg N handelsgødning, 4=120+120 kg N handelsgødning, 5=160 kg total-N i svinegylle, 6=320 kg total-N i svinegylle, 7=vårbyg med 204 kg total-N/129 kg N i gødningsværdi.



Figur 4.5. Nitratudvaskning i 2011-2012 fra 6 gødningsbehandlinger i pil samt fra vårbyg med efterafgrøde. 1=ugødet, 2=120 kg N handelsgødning, 3=240 kg N handelsgødning, 4=120+120 kg N handelsgødning, 5=160 kg total-N i svinegylle, 6=320 kg total-N i svinegylle, 7=vårbyg med 183 kg total-N/146 kg N i gødningsværdi.

Aarhus Universitet har tidligere estimeret udvaskningen fra energipil over en hel rotation bl.a. til brug ved sammenligning af effekten ved brug af efterafgrøder (Jørgensen & Petersen, 2010). Inklusive den oftest høje udvaskning fra pil i etableringsåret og en beregnet merudvaskning i de første fem år efter omlægning af pil til omdriftsafgrøder forventes en gennemsnitlig årlig udvaskning på 10-30 kg N/ha (tabel 4.3) over en hel omdrift. Resultaterne fra Tim understøtter foreløbigt denne beregning.

Tabel 4.3. Estimat for gennemsnitlig årlig udvaskning set over et helt kulturforløb (ca. 20 år) for dyrkning af flerårige energiafgrøder (Jørgensen & Petersen, 2010).

	Årlig udvaskning (kg N/ha)
Udvaskning i fuldt etableret afgrøde (handelsgødning)	5-15
Merudvaskning i etableringsår + eftervirkning	5-10
Merudvaskning ved brug af organisk gødning	0-5
Totalt	10-30

4.3 Målinger af miljøeffekt på lavbund

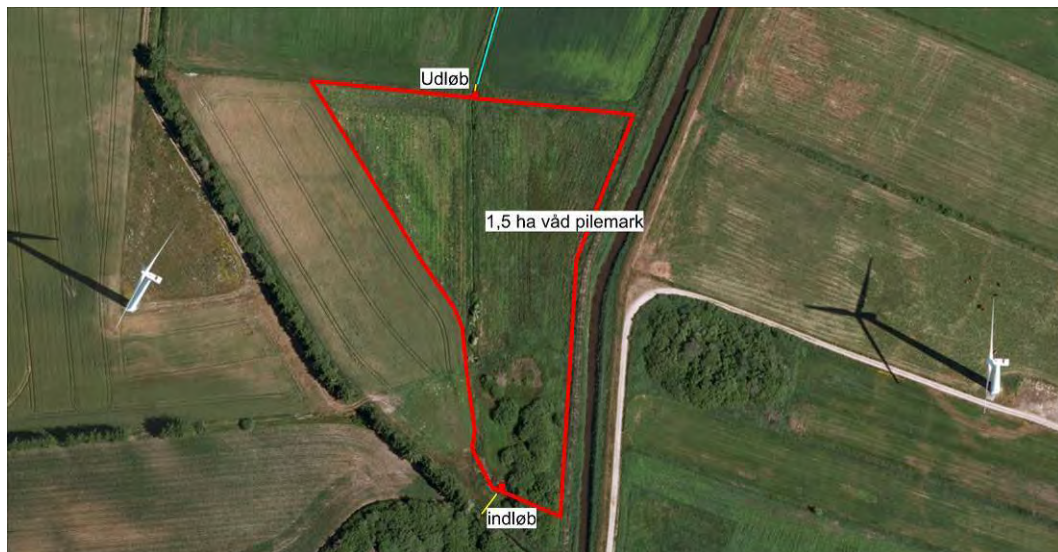
Indledning

Lavbundslande udgør til stadighed en væsentlig del af de dyrkede arealer. Lavbundslande er, som navnet antyder, lavtliggende og vil ofte være vandlidende. Dræning af disse arealer er ofte helt nødvendigt for at dyrke dem. Formålet med denne del af projektet har været at undersøge miljøeffekterne ved at dyrke pil på vandlidende lavbundsarealer. Undersøgelserne er nærmere beskrevet i en delrapport (Lemming & Gertz, 2012). Pil er tolerant overfor at stå med rødderne fuldt dækket af vand i perioder i vinterhalvåret. En miljøeffekt som ved et traditionelt vådområde kunne derfor tænkes opnået samtidig med at arealerne blev dyrket med pil ved at have høj vandstand i vinterhalvåret og sænke vandstanden i sommerhalvåret, hvor pilen vokser. En sådan opstilling blev anlagt ved Vedersø, mens en pilebræmme med efterfølgende vådområde blev undersøgt ved Spjald. På de tre øvrige lokaliteter No, Finderup og Lem blev udvaskning af næringsstoffer via dræn undersøgt på dræned lavbundslande dyrket med pil.

Målinger ved Vedersø

Ved Vedersø er ca. 1,5 ha tilplantet med pil i 2009 (figur 4.6). Fra vandløb blev der lavet tilløb til området, som blev dæmmet op via en jordvold langs den nordlige rand, hvor også der er udløb. Vandet fordeler sig jævnt ind i området. Den tidligere grøft gennem marken blev lukket. Arealet er lavest på midten og skråner op i østlig og især vestlig side.

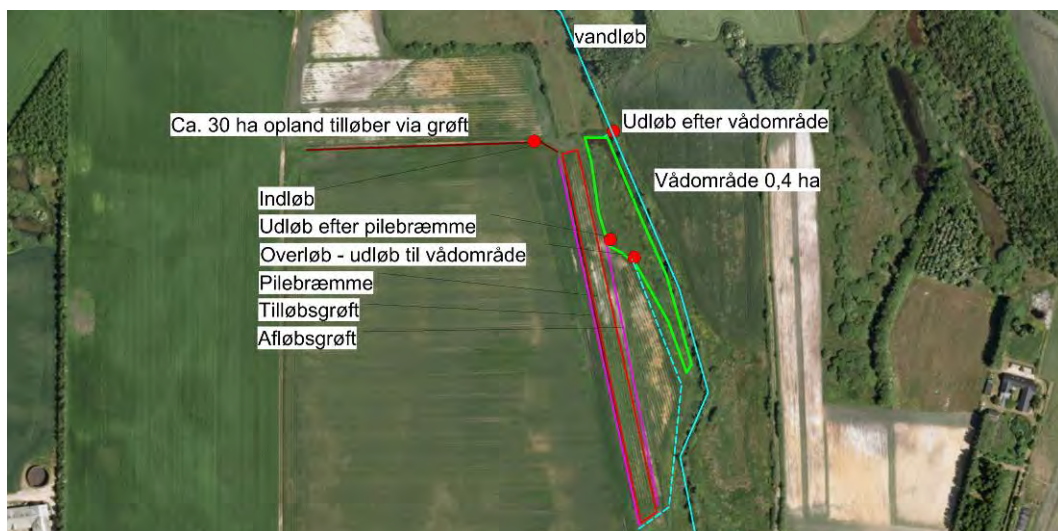
Ideen er at få tilført næringsstoffer fra et større opland, hvorved arealet skulle komme til at fungere som et vådområde, og man får derved ikke bare reduceret udvaskning som følge af pildyrkning i forhold til alm. afgrøder, men også i form af denitrifikation af kvælstof og tilbageholdelse af fosfor fra vandet tilført fra oplandet.



Figur 4.6. Oversigt over lokaliteten Vedersø.

Målinger ved Spjald

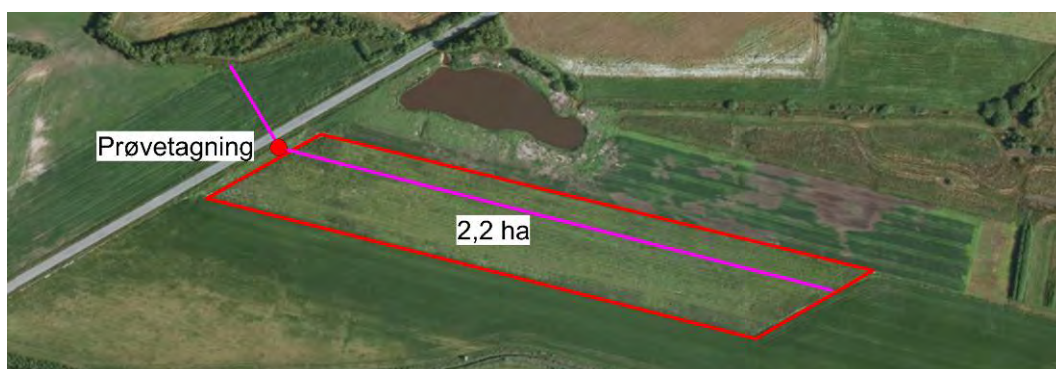
Opsætningen ved Spjald har to hovedkomponenter. Dels en 300 m lang og 20 m bred pilebræmme etableret i 2009 og dels et vådområde (figur 4.7). Anlægget modtager vand via dræn og grøfter fra et ca. 30 ha stort opland. Vandet ledes via en grøft langs med pilebræmmen på vestsiden af denne – fra nord til syd. Vandet i grøften infiltrerer pilebræmmen og siver gennem bræmmen til en opsamlingsgrøft/afløbsgrøft som er placeret umiddelbar øst for bræmmen. Aflobsgrøften udledes til vådområde. Dertil kommer, at der er lavet et overløb for tilløbsgrøft til vådområde, da bræmmens infiltrationskapacitet af vand fra opland ikke er stor nok og derved passerer vand uden om bræmmen. Der er i figur 4.7 markeret, hvor der er udtaget prøver.



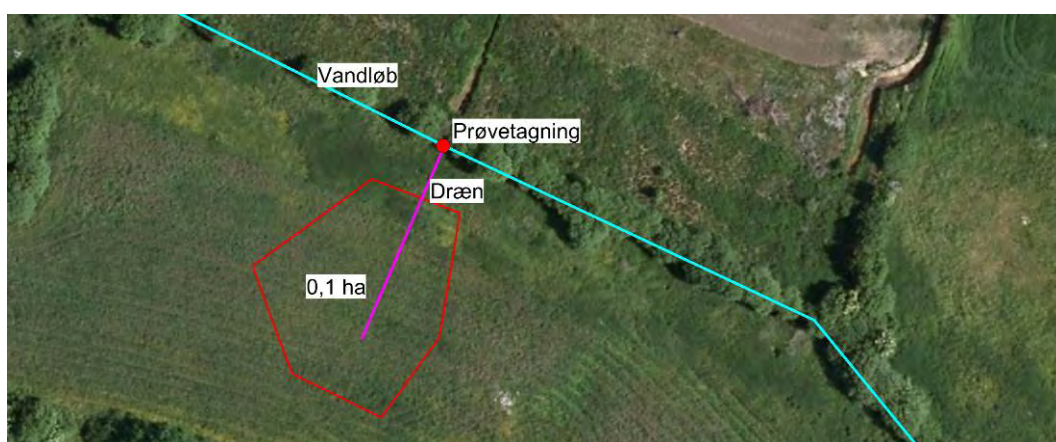
Figur 4.7. Oversigt over lokaliteten Spjald.

Målinger ved No, Finderup og Lem

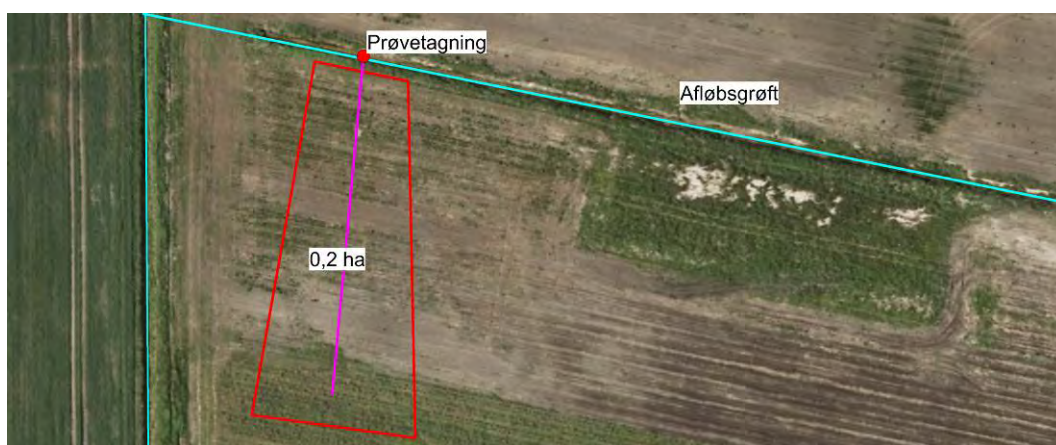
På lokaliteterne i No, Finderup og Lem er der udtaget prøver af drænvand fra etablerede pilearealer på lavbundsarealer. Prøverne er udtaget i foråret 2012 (februar til juni) med ca. to ugers mellemrum. Oversigtskort over de tre lokaliteter med markering af drænet, hvor der er udtaget prøver, er vist i 4.8-4.10.



Figur 4.8. Oversigten over lokaliteten No.



Figur 4.9. Oversigten over lokaliteten Finderup.



Figur 4.10. Oversigten over lokaliteten Lem.

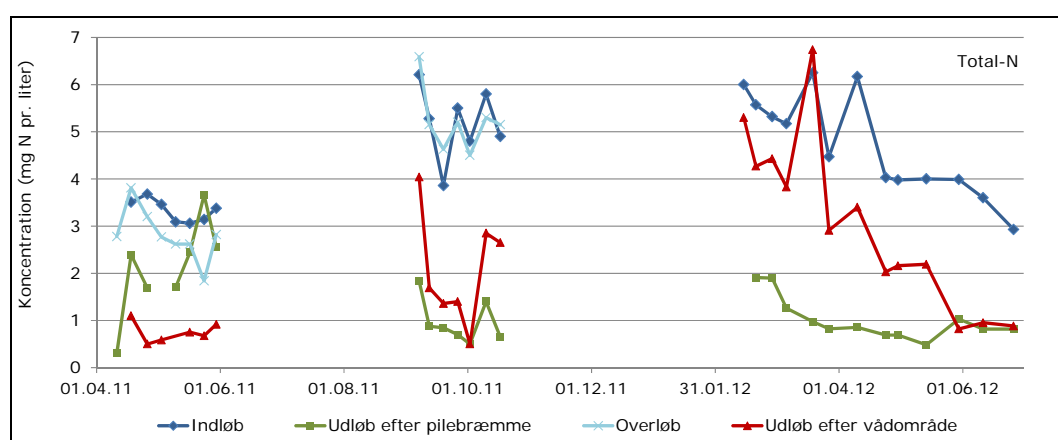
Resultater og diskussion

Projektet viser samlet set et miljømæssigt potentiale ved at dyrke pil på lavbund, men også nogle risikofaktorer, som man nøje bør vurdere, inden et projekt iværksættes.

Hvad angår pil på våde lavbundarealer, viser forsøget, at der er et potentiale for at fjerne kvælstof svarende til en våd eng. Det kan derfor anbefales som et alternativt

virkemiddel til et decideret våd eng projekt, men man skal, inden piledyrkning kombineres med vådlægning, foretage jern-fosfor analyser af jorden med henblik på at vurdere risikoen for fosforfrigivelse. Når pil dyrkes på våde arealer, er det desuden vigtigt at være opmærksom på, at pil ikke tåler at stå i vand hele året, og at pilens vækst vil aftage, hvis vandstanden i vækstsæsonen er for høj.

Forsøget med gennemstrømning på tværs af pilebræmme nåede under projektperioden at indikere, at metoden ville kunne anvendes, men den hydrauliske kapacitet nåede ikke i projektperioden op på tilstrækkeligt niveau, og det må derfor konkluderes, at metoden fortsat behøver udvikling. Det konstruerede minivådområde i tilknytning til pilebræmmen fungerede fint og leverede mere end en 50 % kvælstofreduktion i sommerhalvåret (figur 4.11). I vintermånederne er fjernelsen noget lavere grundet den lavere temperatur, som nedsætter de biologiske omsætningsprocesser. Ligeledes skete der ca. en halvering af fosforudledningen som følge af minivådområdet.



Figur 4.11. Total-N (mg pr. liter) ved projekt i Spjald. Nitrat-N er ikke vist, men udgør i gennemsnit ca. 80 % af total-N.

Målinger af drænvand på de drænedede lavbundsarealer viste meget lave kvælstofkoncentrationer – under 1 mg/l – på to af de tre lokaliteter, mens den tredje lokalitet havde niveauer der lå mellem 0,3 og 7 mg/l total-N. Forskelle i hydrologi og redoxforhold og dermed forskelle i de nitratreducerende forhold kan være forklarende for forskellene. På en lokalitet viste drænvandsprøverne høje fosforkoncentrationer. For denne lokalitet var der i jordprøverne høje værdier for jernbundet fosfor. Dette indikerer en relation mellem jordens fosforindhold og udvaskningen af fosfor. Hvorvidt en drænet lavbundslokalitet skal overgå fra almindelig afgrødedyrkning til piledyrkning med dræning eller piledyrkning under våde forhold for yderligere at mindske udledning af næringsstoffer, bør således vurderes på baggrund af jordens indhold af fosfor.

4.4 Målinger af kulstof i jorden

Indledning

Det er almindeligt kendt, at dyrkning af flerårige afgrøder øger kulstoflagringen i jord sammenlignet med dyrkning af enårige afgrøder (Christensen et al., 2009; Bessou et al. 2010). Men der er meget stor usikkerhed om størrelsen af kulstoflagringen, specielt i nye flerårige energiafgrøder, hvor der kun findes meget få undersøgelser. I Sverige er fundet årlig kulstoflagring under pil på 3 ton C/ha (Grelle et al. 2007), men der var knyttet en del usikkerhed til målemetoden i dette studium. I danske analyser er hidtil taget udgangspunkt i modellerede effekter på jordens kulstofindhold baseret på afgrø-

dedata fra elefantgræs, som indikerer en årlig kulstoflagring på ca. 0,5 ton C/ha ved dyrkning af flerårige energiafgrøder som pil og elefantgræs (Fødevareministeriet, 2008). Det svarer meget godt til niveauet beregnet ud fra eksisterende europæiske data i en ny undersøgelse, der konkluderer, at dyrkning af pil og poppel på tidligere omdriftsjord i gennemsnit vil lagre 0,4 ton C/ha årligt, mens omlægning af vedvarende græsarealer til dyrkning af pil og poppel ikke øger kulstoflagringen og måske endda vil medføre en reduktion (Don et al. 2012).

Kulstoflagringen i jorden kan have betydelig indflydelse for den samlede drivhusgasbalance for produktion af bioenergi, som fx beregnet af Olesen et al. (2001). Her blev der beregnet en fortrængning på ca. 14 tons CO₂-ækvivalenter per ha årligt ved substitution af naturgas til kraftvarme (tabel 4.4), når omdriftsjord tilplantes med en flerårig afgrøde som elefantgræs eller pil. Formålet med denne aktivitet i BioM var derfor at skabe grundlag for en mere præcis bestemmelse af størrelse og variation af kulstoflagring i jorden ved pileproduktion.

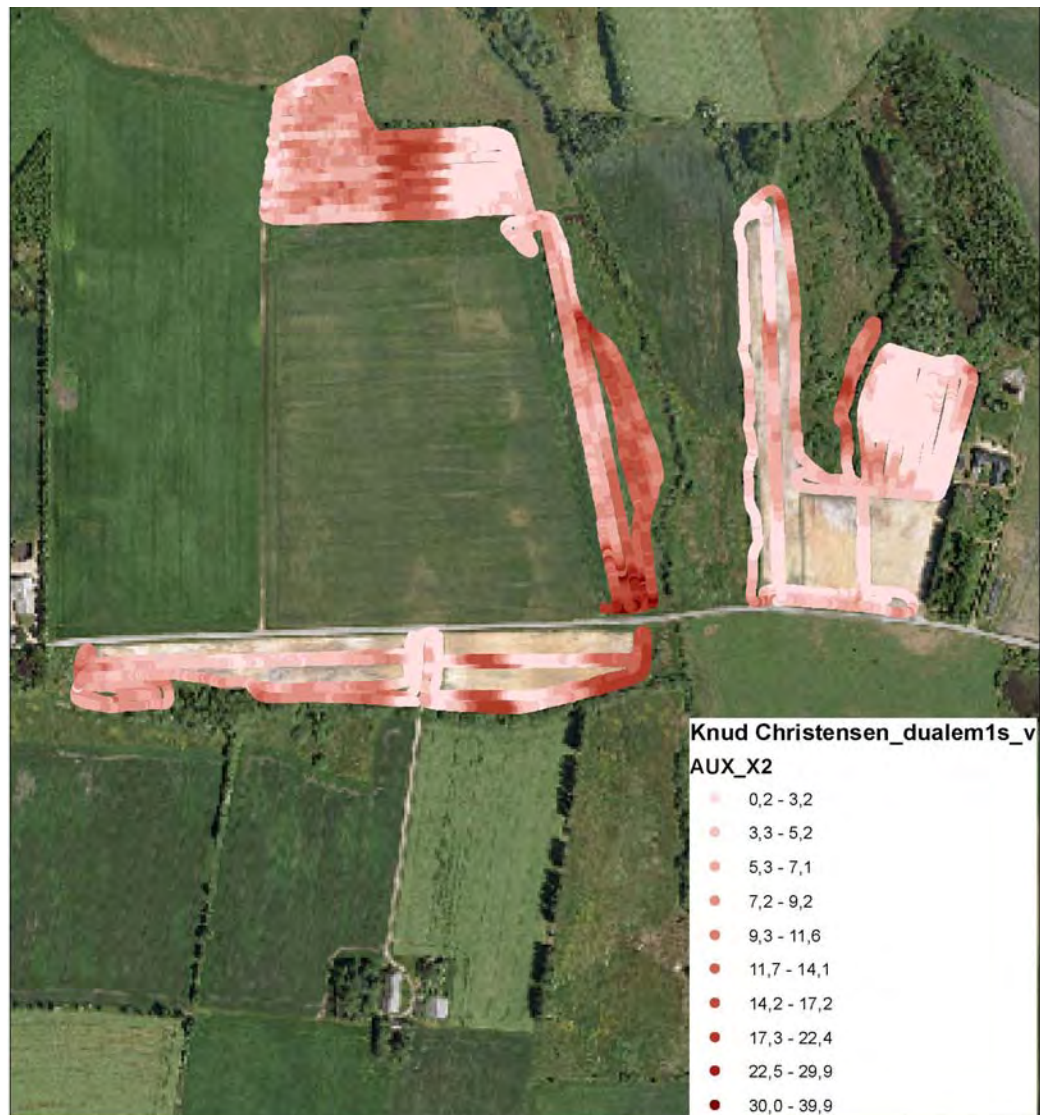
Tabel 4.4. Fordeling på enkeltposter af fortrængningen af drivhusgasser (ton CO₂-ækvivalenter pr. ha årligt) ved produktion af flerårig energiafgrøde (fra Olesen et al., 2001).

Fortrængning af naturgas	11,4
Reduceret energiforbrug ift. korndyrkning	0,1
Reduceret lattergasemission ift. korndyrkning	1,2
Kulstoflagring i jord ift. korndyrkning	1,5
I alt tons CO ₂ -ækv. per ha	14,2

Materialer og metoder

Vi ønskede at anvende en ny metode til måling af pilemarkers kulstofindhold og -variation, som billigere og bedre kunne beskrive den rumlige variation end traditionelle metoder med udtagning af jordprøver til kemisk analyse. Metoden har været i afprøvnings ved Aarhus Universitet i nogle år og måler nærinfrarød reflektans (NIR), elektrisk ledningsevne og temperatur direkte i jorden med sensorer (Knadel et al. 2011). Sensorerne er igennem de seneste år blevet afprøvet ved montering på et plovskær på en traktor, men metoden viste sig at indebære så mange tekniske problemer, at det i sidste ende er blevet besluttet i stedet at gennemføre målinger af kulstofindhold i pilemarker med traditionel prøvetagning.

Disse prøver vil blive udtaget i løbet af efteråret 2012 i fem forskellige pilemarker i projektområdet ved Ringkøbing. I alle tilfælde vil der blive udtaget tilsvarende prøver i nabomarker, hvor der hovedsageligt dyrkes enårige afgrøder. I hver mark udvælges repræsentative prøveflader baseret på DUALEM (EM38) målinger af jordens struktur, som er gennemført i alle fem pilemarker (se eksempel i figur 4.12). Der markeres prøveflader à 100 m², hvor der tages prøver med jordprøvebor i dybderne 0-20 samt 20-50 cm. Prøvefladerne måles ind med GPS, således at de med stor sikkerhed kan genfindes på et senere tidspunkt. De udtagne prøver lægges på jordarkiv. Ændringer i jordens kulstofpulje er relativt små i forhold til den store kulstofpulje jorden allerede indeholder, og derfor er det vanskeligt at måle årlige ændringer. Oftest vil 5-10 års mellemrum være nødvendige for statistisk sikkert at kunne detektere ændringer i kulstofpuljen. Planen er derfor at komme tilbage til markerne efter en årrække, gentage jordprøvetagningen og analysere prøver fra begge tidspunkter samtidigt.



Figur 4.12. Resultater af måling af pilemarker hos Knud Christensen, Spjald. Desto mørkere rød, desto mere ler og/eller humus er der i jorden.

4.5 Samfundsøkonomisk vurdering af miljøeffekten

Der er gennemført analyser af de samfundsøkonomiske konsekvenser af miljøeffekterne ved at ændre fra dyrkning af konventionelle afgrøder til dyrkning af pil. Analyserne er nærmere beskrevet i en delrapport (Jacobsen & Dubgaard, 2012). Målet med analyserne er at vurdere, om prisen for at reducere N-udvaskningen eller emissionen af drivhusgasser er omkostningseffektiv i forhold til andre virkemidler.

I tabel 4.5 er angivet de forskellige miljøeffekter ved omlægning til pileyndyrkning på fire forskellige jordtyper. Kvælstofeffekten omfatter dels en reduceret udvaskning af kvælstof fra rodzonen, dels en reduceret ammoniakfordampning. Den samlede emission af drivhusgasser reduceres pga. reduceret brændstofforbrug, reduceret lattergasemission samt øget kulstoflagring i jorden. Pesticidreduktionen er beregnet ud fra to forskellige pesticidbaserede strategier for bekæmpelse af ukrudt i pil, og reduktionen er både beregnet i form af behandlingshyppighed og belastningsindeks.

Tabel 4.6 viser den samfundsøkonomiske værdi af forskellige miljøeffekter. I beregningerne er eksternaliteternes skyggepriser anvendt, idet den reducerede udvaskning af kvælstof fra rodzonen er sat til 23 kr./kg N, reduceret ammoniakfordampning er sat

til 39 kr./kg NH₄-N, mens værdien af en reduktion i drivhusgasemissionen er sat til 133 kr./ton CO₂ (Jacobsen & Dubgaard, 2012). Analyserne viser, at der er negative omkostninger (dvs. en gevinst) forbundet med pile dyrkning, både når det vurderes i forhold til N-udvaskningen fra landbrugsarealer og reduktionen af drivhusgasser.

Når pile dyrkning anvendes som et virkemiddel til at reducere N-udvaskningen, så værdisættes de andre eksternaliteter inkl. CO₂-effekten, og analysen viser, at omkostningen er mellem -23 og -136 kr. pr. kg N alt afhængig af jordtype, og af om C-lagring indgår. Når pile dyrkning anvendes som et virkemiddel til at reducere drivhusgasemissionen, så værdisættes de andre eksternaliteter inkl. N, og så viser resultatet, at omkostningen er mellem -569 og -3.136 kr. pr. ton CO₂. Begge analyser viser således, at der er en samfundsøkonomisk gevinst (negativ omkostning) ved pile dyrkning under de anførte forudsætninger.

Tabel 4.5. Miljømæssig effekt af pile dyrkning ved skift fra korndyrkning til dyrkning af pil på fire forskellige jordtyper.

		Dårlig sandjord	God sandjord	Fugtig marginal-jord	Lerjord
Reduceret brændstof-forbrug	Ton CO ₂ -ækv./ha	0,39	0,37	0,35	0,33
Reduktion af lattergas	Ton CO ₂ -ækv./ha	0,73	0,73	0,73	0,73
Kulstoflagring i jord	Ton CO ₂ -ækv./ha	1,57	1,57	1,57	1,57
Samlet CO ₂ -effekt	ton CO ₂ -ækv./ha	2,69	2,67	2,65	2,64
Reduktion af N udvaskning fra rodzonen	Kg/ha	50	50	50	25
Reduktion af ammoniakfordampning	Kg/ha	4	4	4	4
Reduktion i pesticidforbrug: - Behandlingshypp. - Belastningsindeks ¹⁾	Reduktionsprocent	50-97 % 19-89 %	50-97 % 19-89 %	50-97 % 19-89 %	50-97 % 19-89 %

Kilde : Dubgaard et al. (2010) og Andersen (2012) og Ørum (2012).

- Beregningen er foretaget på baggrund af to pesticidstrategier (standard og ved problemkrudt). Det er således sandsynligt at der på den enkelte mark bruges en blanding af de to strategier. Opgørelse og data for Belastningsindeks er foretaget af Jens Erik Ørum, FOI.
- Note: CO₂-effekten på reduceret brændstofforbrug er graderet således, at det er 5 % lavere, når tørstofudbyttet øges med 2 tons pr. ha pr. år.

Tabel 4.6. Velfærdsøkonomisk vurdering af miljøeffekter ved pile dyrkning ved skift fra korn dyrkning til dyrkning af pil på fire forskellige jordtyper.

		Dårlig sandjord	God sandjord	Fugtig marginal-jord	Lerjord
Udbytte	Tons TS/ha	8	10	12	14
Omkostninger i alt	kr./ha	5.693	6.472	7.251	8.030
Adm. omkostninger (etab.) (kr./ha)	kr./ha	100	100	100	100
Omkostninger i alt inkl. adm. Omkostninger	kr./ha	5.793	6.572	7.351	8.130
Salgsindtægt (ekskl. tilskud)	kr./ha	6.017	7.592	9.167	10.742
Nettoomkostninger før sideeffekter	kr./ha	-224	-1.021	-1.816	-2.612
Sideeffekter – effekt pr. ha:					
Reduceret N-udvaskning	kr./ha	1.150	1.150	1.150	552
Reduceret NH ₃ -emission	kr./ha	156	156	156	156
Reduceret CO ₂ -udledning - uden lagring	kr./ha	157	154	152	149
Reduceret CO ₂ -udledning - med lagring	kr./ha	377	374	371	369
Kvælstof (udvaskning fra rodzonen) – omkostning pr. kg N:					
Nettoomkostning - uden C-lagring	(kr./kg N)	-23	-58	-92	-127
Nettoomkostning - med C-lagring	(kr./kg N)	-33	-67	-102	-136
Drivhusgas – omkostning pr. ton CO₂					
Nettoomkostning - uden C-lagring	(kr./t CO ₂)	-1.365	-2.111	-2.881	-3.136
Nettoomkostning - med C-lagring	(kr./t CO ₂)	-569	-871	-1.176	-1.268

Kilde: Egne beregninger.

Note: Den indregnede CO₂-effekt er alene relateret til kvælstofanvendelse og kvælstoftab, som har konsekvenser for lattergasemissioner, brændstofforbrug og kulstoflagring i jorden, men ikke den effekt der er i energisektoren. Den anvendte nettoafgiftsfaktor er 1,35.

4.6 Konklusion - samlet miljømæssig vurdering af pileproduktion

Der er en række miljøfordele tilknyttet pile dyrkning sammenlignet med dyrkning af kornrige sædskifter. Der kan således forventes markant reduceret nitratudvaskning, pesticidforbrug og emission af drivhusgasser. Dyrkning af pil på lavbundsgrunde, hvor dyrkningen medfører enten øget eller reduceret oversvømmelse af arealerne kan dog medføre øget miljøbelastning. Det kan være i form af frigivelse af fosfor bundet til jern ved oversvømmelse af lavbundsarealer. Og dræning af lavbundsarealer med henblik på dyrkning vil formentlig øge mineraliseringen af det organiske stof og dermed

emissionen af drivhusgasser. Derfor bør dyrkning på våde lavbundsjord overvejes nærmere før igangsætning.

Økonomisk værdisætning af de forventede miljøeffekter viser, at det giver god samfundsøkonomisk mening at støtte dyrkning af pil.

4.7 Referencer

Aronsson, P.G., L.F. Bergström, and S.N.E. Elowson. 2000. Long-Term influence of intensively cultured short-rotation willow coppice on nitrogen concentrations in groundwater. *Journal of Environmental Management* 58: 135-145.

Bessou, C., F. Ferchaud, B. Gabrielle, and B. Mary. 2010. Biofuels, greenhouse gases and climate change. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 31, 1-79.

Best E.K., 1976. An automated method for determining Nitrate-Nitrogen in soil extracts, *Queensland J. of Agric. And Animal Sci.* 33, p 161-166.

Christensen, B.T., Rasmussen, J., Eriksen, J. & Hansen, E.M. (2009). Soil carbon storage and yields of spring barley following grass leys of different age. *European Journal of Agronomy* 31, 29-35.

Don A, Osborne B, Hastings A, Skiba U, Carter MS, Drewer J, Flessa H, Freibauer A, Hyvonen N, Jones MB, Lanigan GJ, Mander U, Monti A, Djomo SN, Valentine J, Walter K, Zegada-Lizarazu W, Zenone T, 2012. Land-use change to bioenergy production in Europe: implications for the greenhouse gas balance and soil carbon. *Global Change Biology Bioenergy* 4: 372-391.

Fødevareministeriet, 2008. Landbrug og Klima. Analyse af landbrugets virkemidler til reduktion af drivhusgasser og de økonomiske konsekvenser, 148 pp.

Grelle A, Aronsson P, Weslien P, Klemmedtsson L, Lindroth A: Large carbon-sink potential by Kyoto forests in Sweden - A case study on willow plantations. *Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology* 2007, 59: 910-918.

Jacobsen, B.H. & Dubgaard, A. (2012). Samfundsøkonomisk vurdering af energiafgrøder som virkemiddel for et bedre miljø. Fødevareøkonomisk Institut, Københavns Universitet. Delrapport fra BioM-projektet. Oktober 2012. 16 s. www.agrotech.dk/BioM

Jansson, P.E., E. Cienciala, A. Grelle, E. Kellner, A. Lindahl and M. Lundblad. 1999. Simulated evapotranspiration from the Norunda forest stand during the growing season of a dry year. *Agric. For. Meteor.*, 98: 621-628.

Jørgensen, U. 2005. How to reduce nitrate leaching by production of perennial energy crops. p. 513-518. In Z. Zhu, K. Minami, and G. Xing (ed.) 3rd International Nitrogen Conference, Nanjing, China, 2004. Science Press USA Inc.

Jørgensen, U., T. Dalgaard, and E.S. Kristensen. 2005. Biomass energy in organic farming-the potential role of short rotation coppice. *Biomass and Bioenergy* 28: 237-248.

Jørgensen, U. & Petersen, B.M., 2010. Vedrørende omregningsfaktor mellem energiafgrøde og efterafgrøde. Notat til Plantedirektoratet. <http://pure.au.dk/portal/files/43974990/755203.pdf>

Knadel M, Thomsen A, Greve MH (2011) Multisensor On-The-Go Mapping of Soil Organic Carbon Content. *Soil Science Society of America Journal* 75, 1799-1806.

Lemming, C. & Gertz, F. (2012). Miljøeffekt på lavbund. Videncentret for Landbrug. Delrapport fra BioM-projektet. 31. august 2012. 27 s. www.agrotech.dk/BioM

Mortensen, J., K.Hauge Nielsen, and U.Jørgensen. 1998. Nitrate leaching during establishment of willow (*Salix viminalis*) on two soil types and at two fertilization levels. *Biomass and Bioenergy* 15:457-466.

Olesen, J.E., Andersen, J.M., Jacobsen, B.H., Hvelplund, T., Jørgensen, U., Schou, J.S., Graversen, J., Dalgaard, T. & Fenhann, J., 2001. Kvantificering af tre tiltag til reduktion af landbrugets emission af drivhusgasser. DJF-rapport markbrug nr. 48.

Olesen, J.E. & Heidmann, T. 2002. EVACROP. Et program til beregning af aktuel fordampning og afstrømning fra rodzonen. Aarhus Universitet, intern rapport, 51 p.

Persson, G. 1997. Comparison of simulated water balance for willow, spruce, grass ley and barley. *Nordic Hydrol.*, 28:85-98.

Sevel, L. (2012). Short rotation coppice willow – biomass production and environmental impact. PhD-afhandling, Skov & Landskab, KU-LIFE. Juni 2012. Forsvaret 24/8 2012. 123 s.

5. LANDSKAB

Trine Eide

5.1 Sammendrag

Dette afsnit omhandler de landskabsmæssige aspekter ved piledyrkning. Energipil er stadig et nyt element i landskabet, som kan fremstå meget anderledes end de afgrøder, vi ellers ser. Samtidig betyder pilens højde, at det kan have konsekvenser for specielt den visuelle oplevelse af forskellige landskabsrum og landskaber, og en større udbredelse af flerårige energiafgrøder kan derfor få stor betydning. Pilebeplantninger kan blive 5-8 meter høje før høst, og placering og udformning af de enkelte beplantninger kan derfor få større eller mindre konsekvenser for de landskabelige værdier, både positivt og negativt. Som en del af BioM-projektet har der derfor været arbejdet med at kortlægge og udarbejde viden, der kan danne grundlaget for at kunne indpasse pilebeplantninger, så de så vidt muligt indgår som en harmonisk del af landskabet uden at genere naboer og andre interessenter unødigt. Der er arbejdet med fotodokumentation og visualiseringer for at belyse de landskabelige konsekvenser i forskellige landskabstyper, årstider og vækstsæsoner. Dette har, sammen med besøg og diskussion på udvalgte steder, dannet grundlag for en vejledning, der kan benyttes til at understøtte rådgivningen.

5.2 Materialer og metoder

Feltstudier og fotodokumentation

I den indledende fase har der været arrangeret ture med deltagelse af rådgivere fra Vestjysk Landboforening, Ringkøbing-Skjern Kommune og Videncentret for Landbrug. Her har der været mulighed for at diskutere landskabstyper, produktionsforhold, dilemmaer og muligheder for tilpasning. Derudover har der i forbindelse med temadage været besøg på en række steder tilplantet med pil og med deltagelse af rådgivere, landmænd, kommuner, forskere m.v. Her har landskabet også været et tema.

Diskussionerne har bl.a. understøttet den efterfølgende rådgivning i forbindelse med planlægning af nye beplantninger samt dannet grundlag for vejledning og en inspirationsfolder.

Der har gennem hele projektperioden været taget billeder af en række af de tilplantede pilearealer. Dette er gjort for at beskrive og visualisere de landskabelige konsekvenser af pil i forskellige vækststadier og landskabelige situationer (foto 5.1).



Foto 5.1. Pil langs ådal ved Spjald hhv. marts og oktober 2010.

Derudover er der taget billeder af andre afgrødetyper, herunder majs, da disse kan supplere og perspektivere de udfordringer/muligheder, der kan være med høje beplantninger i landskabet.

Rådgivning og formidling

Der har løbende gennem projektperioden været fokus på landskabelige hensyn som en del af rådgivningen fra Vestjysk Landboforening. Denne rådgivning har i flere tilfælde været i tæt dialog med Ringkøbing-Skjern Kommune.

Der er udarbejdet illustrationer/visualiseringer, der synliggør konsekvenser og muligheder for tilpasning. Illustrationerne har sammen med fotodokumentationen været brugt i forbindelse med artikler, temadage og vejledning.

Der har derudover været holdt indlæg om landskabstemaet i forbindelse med temadage, erfagrunder m.v., ligesom der i Landbrugsavisen har været bragt en artikel, der omhandlede høje energiafgrøder i landskabet (Trier & Eide, 2010).

5.3 Resultater og diskussion

Der er udarbejdet en vejledning, der kan bruges til at understøtte rådgivningen (Birkkjær & Eide, 2012). Derudover er der lavet et inspirationshæfte, der primært henvender sig til landmænd, men også til rådgivere, kommuner og andre, der kunne have interesse for emnet. Nedenfor opsummeres hovedkonklusionerne med fokus på, hvor det er særligt vigtigt at være opmærksom på landskabelige konsekvenser.

Landskab og hensyn til udsigt og oplevelse

Særligt i forhold til naboer, der ligger tæt på, er det vigtigt at tænke over, om en høj afgrøde som pil vil få væsentlig indflydelse på udsigter, skyggeforhold m.v. Problemstillingen har derfor ved flere lejligheder været til diskussion og har i flere tilfælde resulteret i, at der er valgt en anden placering af pilen. I de tilfælde hvor placeringen er fastholdt, har der i nogle tilfælde været dialog med de berørte naboer for at sikre, at der ikke bliver en efterfølgende konflikt. Dette har vist sig at være en rigtig god måde at håndtere problemstillingen på og kan derudover sikre naboer indflydelse på udformningen. Er der mulighed for det, kan det eksempelvis være en god idé at holde afstand til skel og/eller sikre, at der er mulighed for udsigtslinjer gennem markfeltet

Et andet område, hvor det er vigtigt at være særlig opmærksom, er landskaber, hvor der færdes mange mennesker, eller hvor en beplantning vil være meget synlig både tæt på og på afstand. Et eksempel på dette kan være ådale, hvor den høje beplantning kan lukke helt af og sløre det oprindelige landskab. I sådanne tilfælde vil det være særlig vigtigt at undersøge mulighederne for en alternativ placering eller at tilpasse formen på den samlede beplantning, så den understreger landskabet og sikrer udsigter og indkig.

Landskab og hensyn til produktion

Der vil i en del tilfælde være modsætninger mellem produktionsforhold og varetagelse af de landskabelige hensyn. Det kan eksempelvis være, når beplantningen ønskes tilpasset det lokale terræn eller særlige udsigter, hvilket kan medføre, at der skal skæres hjørner eller gennemskæringer i beplantningen ift. den, ud fra produktionshensyn, optimale markudformning. Dette giver restarealer, der kan være vanskelige at bruge til andre formål og det kan derfor være svært et tilpasse den ønskede landskabsmæssige formgivning til den ønskede produktionsstruktur (figur 5.1). Derfor vil der opstå situationer, hvor en beplantning, der er udformet af produktionshensyn, ikke er tilpas-

set landskabet, eller omvendt steder hvor det af landskabelige hensyn har været nødvendigt at gå på kompromis med produktionsforholdene.



Figur 5.1. Det kan være nødvendigt at skære hjørner af en beplantning for at sikre en særlig udsigt. Dette efterlader dog arealer, der kan være svære at anvende.

Generelt har det vist sig, at der skal stærke argumenter til, hvis pilebeplantninger skal placeres eller udformes på bekostning af optimale produktionsforhold. Dette er en naturlig konsekvens af, at produktionsforhold og økonomi i de fleste tilfælde er grundlaget for at etablere beplantningen. I disse tilfælde kunne der derfor i første omgang være fokus på de små tiltag, der kan gøres for at tilpasse pilebeplantningen til stedet. Det kunne f.eks. være en kombination mellem udsigtslinjer fra en naboejendom og åbne arealer, der skal understøtte jagt.

Landskab og hensyn til miljøeffekter

Der har været områder, hvor pilebeplantninger potentielt kan have negativ indflydelse på landskabet, men hvor der enten har været mulighed for at hente miljømæssige gevinster, eller hvor området har været så svært tilgængeligt og lidt besøgt, at det kan diskuteres, hvor højt eventuelt problematiske landskabeligsforhold bør vægtes. Det rejser diskussionen om, hvordan der skal/kan prioriteres i det konkrete tilfælde. Kan der eksempelvis være mulighed for i en periode at have en pileproduktion af miljømæssige hensyn, men derefter reetablere området af hensyn til de landskabelige forhold.

Perspektiver for udnyttelse af pil i landskabet

Større sammenhængende pilearealer

Der kunne være en mulighed for at arbejde med større sammenhængende pilearealer (figur 5.2). Det kunne afsættet for, i et samarbejde mellem lodsejere, at lave en sammenhængende beplantning, hvor den har stor miljømæssig effekt. Dette kunne ske i et tæt samspil med kommunen og de planer, kommunen måtte have for området. Derudover kan der samtidig opnås stordriftsfordele for de implicerede landmænd. En sidegevinst er, at der ved en større sammenhængende beplantning er mulighed for at opnå en beplantning, der har karakter og kan bidrage til det samlede landskabsbillede.



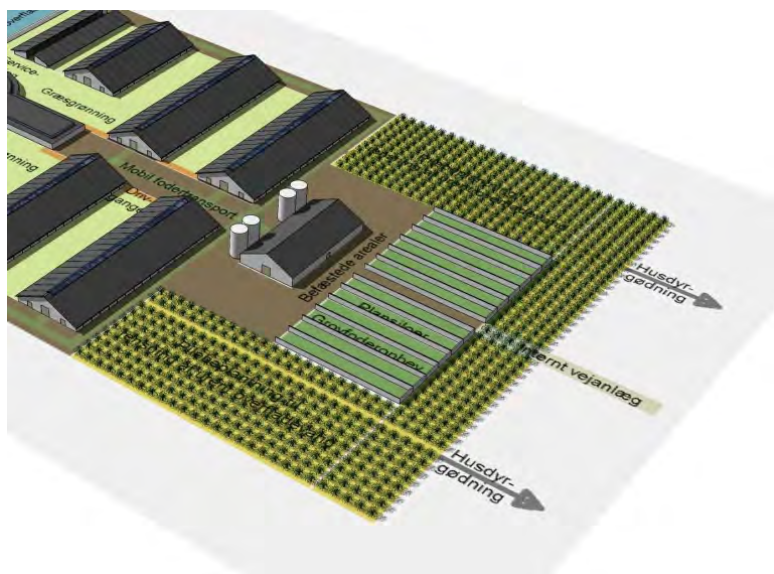
Figur 5.2. En større sammenhængende beplantning kan give større miljø og driftsmæssige fordele og samtidig være et positivt indslag i landskabet.

Afskærmende beplantning, overfladevand og forsinkelsesbassiner

Der kunne være en mulighed for at arbejde med større sammenhængende pilearealer. Det kunne give mulighed for i et samarbejde mellem lodsejere at lave en sammenhængende beplantning, hvor den har stor miljømæssig effekt. Dette kunne ske i et tæt samspil med kommunen og de planer, kommunen måtte have for området. Derudover kan der samtidig opnås stordriftsfordele for de implicerede landmænd. En sidegevinst er, at der ved en større sammenhængende beplantning er mulighed for at opnå en beplantning, der har karakter og kan bidrage til det samlede landskabsbillede.

En anden mulighed kunne være at udnytte pilens evne til at opsuge og rense overfladevand. Det kunne være i bynære områder, hvor der kan være et behov for at etablere opsamlingsbassiner for at styre større regnmængder, og hvor et samspil med pileproduktion kunne være en mulighed for at få et udbytte på arealet.

Det kunne også være i forbindelse med vandopsamling fra de store tagflader og befæstede arealer, der kendetegner de store landbrugsbedrifter. Forsinkelsesbassiner og arealer med pil kunne erstatte etablering af store faskiner og nedsivningsanlæg, eller ekstra kapacitet i gyllebeholderen til overfladevand. Pilen kan i den forbindelse også anvendes til visuelt at indramme arbejdsgårdsplader, anlæg til grovfoderopbevaring og anlæg til opbevaring af husdyrgødning (se figur 5.3).



Figur 5.3. Eksempel på pilebeplantning, der renser det urene overfladevand i forbindelse med staldanlæg til kvæg.

5.4 Konklusion

Selvom energipil grundet sin højde kan have store konsekvenser for landskabet, er der muligheder for at tilpasse beplantningen til landskabet og de stedlige kvaliteter – i nogle område kan det endda være med til at understrege landskabets form og dermed den visuelle oplevelse. Det kræver dog, at man er bevidst om, at de landskabelige forhold skal tænkes ind fra starten på lige vilkår med andre hensyn, og at man har tilstrækkelige kompetencer og indsigt i de landskabelige konsekvenser. Dette bliver særligt vigtigt, hvis pil opnår større udbredelse både i forhold til størrelsen af de enkelte marker, men også det samlede areal på landsplan.

5.5 Referencer

Bell, Simon & McIntoch, Elizabeth (2001). Short Rotation Coppice in the Landscape, Guideline Note. Forestry Commission, Edinburgh, Skotland.

Birckjær, K.O. & Eide, T. (2012). Energipil i landskabet – tilstræb/undgå. Pjece fra BioM-projektet. www.agrotech.dk/BioM

Birckjær, K.O. & Eide, T. (2012). Pil i landskabet – vejledning og anbefalinger om energipils indpasning i landskabet. Delrapport fra BioM-projektet. www.agrotech.dk/BioM

Eide, T. (2011). Energipil og landskab, udkast til vejledning og anbefalinger, BioMs hjemmeside. www.agrotech.dk/BioM

Trier, J. & Eide, T. (2010). Energiafgrøder i fremtidens landskab, Landbrugsinfo, 16. november 2010. (https://www.landbrugsinfo.dk/Byggeri/Bygnings-og-landskabsplanlaegning/Sider/energiafgroeder_artikel_101110.aspx). Desuden trykt i Landbrugsavisen, 14. januar 2011.

6. HØSTTEKNIK

Jørgen Pedersen

6.1 Sammendrag

Dette afsnit omhandler de høstteknikker, der er tilgængelige for høst af pil. Høst af pil foregår i Danmark helt overvejende ved hjælp af selvkørende finsnittere. Maskinerne er udstyret med specialskærebord med savklinger, der høster to rækker (dvs. en dobbeltrække) ad gangen. Høstkapaciteten er op til 1 ha/time, når der samtidig anvendes separate frakørselskøretøjer, ellers er høstkapaciteten ca. $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ ha/time. En mindre del af pilearealet høstes som helskud, der efterfølgende kræver separat flishugning af skuddene; høstkapaciteten er $\frac{1}{4}$ til $\frac{3}{4}$ ha pr. time med højest kapacitet, når der anvendes frakørselskøretøjer. Der er også andre høstteknikker til rådighed, eksempelvis en rundballepresser, der kan høste pileskud på roden og presse/pakke skuddene sammen til rundballer. Desuden udvikler og producerer flere maskinproducenter bugserede finsnittere. I England anvendes en metode, hvor pileskuddene høstes som 10-20 cm lange stykker, såkaldte billets. De tørrer tilsyneladende let, selv når de ligger store dynger.

Analyse af partikelstørrelsesfordeling i pileflis høstet med finsnitter viser, at pileflisen generelt lever op til kravene for brændselsflis, dog med undtagelse af de 1-2 klasser med grovest flis.

6.2 Indledning

I dette afsnit beskrives de forskellige metoder og teknikker, der anvendes til høst af pil. De forskellige teknikker/metoder kan opdeles i følgende:

- Direkte høst og flisning i én arbejdsgang
 - Selvkørende høstmaskiner
 - Traktormonterede høstmaskiner
- Helskudshøst med efterfølgende lagring og senere flisning af skuddene
- Rundballehøst
- Høst af billets med ombygget sukkerrørshøster.

Der foregår en løbende udvikling af høstudstyr til pil, som forventes at fortsætte og at ville effektivisere pilehøst yderligere fremover. Denne gennemgang af høstudstyr giver et billede af den nuværende status på området.

6.3 Direkte høst og flisning

Selvkørende finsnittere

Direkte høst med samtidig flisning af pileskuddene er den mest udbredte form for høst af pil i Danmark. Det er helt overvejende finsnittere som benyttes. De er konstrueret til høst af slætgræs og helsædsafgrøder (majs/korn). Ved høst af pil er maskinerne monteret med specialskærebord, der afskærer pileskuddene og fører dem ind i maskinen. Derudover kan tilpasningen til høst af pil omfatte anvendelse af diagonaldæk frem for radialdæk, og evt. diverse plade- eller bøjleforstærkninger som beskyttelse

mod påvirkninger fra pileskud og pilestubbe. Diagonaldæk er stærkere end radialdæk og ikke nær så udsat for punktering fra pilestubbene – det kan nemlig ikke undgås, at der af og til køres direkte oven på stubbene, eksempelvis i foragre og ved vendinger. Under høsten skræver maskinen normalt hen over de to rækker (dvs. en dobbelt-række), og hjulene kører dermed i mellemrummet mellem to dobbeltrækker.

Der kan på forreste aksel på maskinen være monteret bælter i stedet for hjul. Det giver en væsentlig bedre farbarhed på arealer med blød jordbund. Pil høstes normalt i vinterperioden, hvor jorden oftest er vandmættet og blød. Perioder med vedvarende og ret hård frost kan gøre selv blød jordbund hård, hvorfor høst i frostperioder selv-sagt foretrækkes.

Pris for udrustning af finsnitter til høst af pil er op mod 1 million kr. Dette omfatter:

- Skærebord (som udgør langt hovedparten af investeringen)
- Ombygning af hydrauliksystem
- Evt. andre dæk (diagonaldæk i stedet for alm. landbrugsdæk)
- Evt. ekstra beskyttelsesskærme.



Foto 6.1. Finsnitter der høster og fliser pil i samme arbejdsgang.

Finsniternes høstkapacitet i pil

Måling af høstkapacitet viser, at finsnittere høster op til ca. 1 ha/time. Der kan være flere forhold som begrænser kapaciteten:

- Blød jordbund øger risikoen for, at maskinerne kører fast
- Ukurante marker og små arealer, hvor maskinen kører langsomt eller hyppigt skal foretage vending, hvilket er tidsforbrug uden høst
- Meget kraftige og tykke skud kan være et problem for skærebordet – normalt vil skud med en tykkelse på op til 7 cm dog ikke volde høstproblemer

- Forhold vedr. frakørsel af den høstede afgrøde.
Laveste kapacitet opnås når finsnitteren høster flisen over i en efterspændt vogn, som skal tømme op i en markstak, som typisk ligger et stykke væk fra hvor der høstes: det er ensbetydende med spildtid ved kørsel. Højeste kapacitet opnås, når der er to eller flere traktorer med vogne, som finsnitteren kan høste direkte over i. Jo større afstand der er mellem pilemarken og flisdynge på lagerpladsen, desto flere frakørselskøretøjer er der behov for til at holde finsnitteren kørende uden afbrydelser. Høstkapacitet med og uden frakørselsvogn er vist i tabel 6.1.

Tabel 6.1. Høstkapacitet opgjort i ha/time. Resultater fra FarmTest "Høst af pil" (Pedersen, 2011). I FarmTesten var udbytteneiveauet ved de angivne timekapaciteter 35-45 tons pileflis/ha.

	Uden frakørsel, ha/time	Med frakørsel, ha/time
Finsnitter 1	0,7	1,0
Finsnitter 2	0,6	1,2

Som en del af BioM-projektet blev der 16. marts 2012 gennemført en demonstration af maskiner til høst af pil ved Ulfborg i Vestjylland. Pileskuddene var toårige, og det var første gang marken blev høstet. Ved demonstrationen deltog fire maskiner: Tre finsnittere og en helskudshøster. De tre finsnittere høstede direkte over i ledsagende frakørselsvogne, og høstkapaciteten (inkl. vending) for disse tre maskiner er vist i tabel 6.2. For helskudshøsteren foreligger der ikke kapacitetsmåling.

Tabel 6.2. Høstkapacitet opgjort i ha/time, rm/time og tons TS/time. Resultater fra høstdemonstration, 16. marts 2012. Finsnitter 1 er identisk med finsnitter 1 fra FarmTesten.

	Ha/time	rm/time	Tons TS/time
Finsnitter 1	1,2	104	15,1
Finsnitter 3	1,2	104	15,1
Finsnitter 4	1,3	113	16,4



Foto 6.2. Billede fra høstdemonstration i Ulfborg 16. marts 2012.

Traktormonterede finsnittere

Som alternativ til selvkørende finsnittere findes der bugserede (traktormonterede) maskiner, der udfører den samme type arbejde, altså høster og flishugger pilen i én arbejdsgang. Der skal her nævnes tre fabrikater:

- JF
- Jenz
- Kuhn

JF: JF maskinerne er relativt små maskiner med et relativt lavt effektbehov, typisk 100-200 hk. Selve snitterenheden er en aksialsnitter. Kapaciteten er max. ½ ha/time, og skudtykkelsen bør ikke overstige 4 cm. De findes som en- og toårige, og der køres ved siden af de rækker, som høstes. Prisniveauet er 200.000-300.000 kr. Med skudtykkelse på max. 4 cm er maskinen begrænset til at kunne høste skud, der typisk ikke er ældre end to år, og i mange tilfælde vil toårige skud ligefrem være for kraftige. I praksis vil JF-høstmaskinerne nok ofte kun kunne finde anvendelse ved høst af pilekulturer med enårige skud.

Jenz: Den tyske flishuggerproducent Jenz har udviklet en maskine til høst af energipil og energipoppel. Maskinen skal monteres på en traktor og har et effektbehov på over 300 hk. Den høster to rækker ad gangen og kan håndtere og flishugge stammer med en tykkelse på op til 14 cm tykke. Snitterenheden er en tromlesnitter. Maskinen monteres midt for traktoren, enten foran eller bagpå, men altid så den sidder forrest i fremkørselsretningen. Ligesom ved finsnitterne, skræves der hen over de to rækker, som netop er høstede. Jenz maskinerne vurderes at være et realistisk alternativ til finsnitterne. Det er en fordel, at den kan høste pileskud med relativ stor tykkelse, og traktorer med motoreffekt på over 300 hk bliver mere og mere udbredt i landbruget. Det vurderes, at høstkapaciteten med en Jenz maskine vil være på niveau med finsnitternes. Den nye maskine forventes at blive markedsført fra slutningen af 2012. Prisen er ca. 700.000 kr. Hertil kommer montering og evt. diagonaldæk til traktoren.

Kuhn: Ifølge Maskinhandler Indkøbsringen (MI) er den franske producent af landbrugsmaskiner, Kuhn, ved at udvikle en bugseret maskine til høst af energipil og energipoppel. Maskinen er med tromlehugger og høster to rækker ad gangen. Den forventes klar til salg om 1-2 år.

6.4 Rundballehøster

Med den såkaldte Biobaler høstes pileskud i form af rundballer. Maskinen produceres i Canada af Anderson Group, og den forhandles i Danmark. Ballerne måler 1,22 (højde) x 1,30 (diameter) meter og vejer typisk 400-500 kg. Kapaciteten er ca. 30-40 baller/time ved et markudbytte på 16 tons tørstof/ha. Maskinen koster 780.000 kr. Dieselforbruget er 0,8 liter pr. balle svarende til 3,6 liter pr. tons tørstof. Ballerne kan lagres udendørs med mulighed for, at der kan ske naturlig tørring af biomassen. Det angives, at vandindholdet kan falde til ca. 30 % i løbet af to måneder. Maskinen kan høste skud med en tykkelse på op til 10 cm (Savoie et al., 2010).

Med en kraftig rotor forrest på maskinen slås skuddene af, og der sker herved en vis, grov knusning af skuddene, inden de føres videre ind i pressekommeret. Rundballepresseren efterspændes en traktor, som kører (skræver) hen over pilerækkerne.

Skuddene glider således ned under "maven" på traktoren, inden de høstes. Der høstes en dobbeltrække ad gangen.

Rundballerne har en størrelse, der gør, at de kan erstatte rundballer af halm ved fyring i et portionsfyret gård-halmfyr. De er endvidere ikke tungere, end at de kan håndteres med de maskiner en landmand almindeligvis har til rådighed, dvs. traktor med frontlæsser eller teleskoplæsser.

Styrken i dette koncept er, at med blot én traktor kan pil høstes og "pakkes" i portioner, der er klar til brug på gårdniveau. Maskinen vurderes ikke at være optimal til høst af pil. Den er da også primært udviklet til at være en robust allround maskine, der kan bruges til at rydde arealer for buske mv. Tilsyneladende efterlader den ret lange stubbe og taber også en del materiale. Endvidere forlyder det, at den i forhold til hjulmonteringen er relativ tung, hvilket er en ulempe ved kørsel på blødbundsarealer.

6.5 Billets

Pil kan høstes med en lettere ombygget sukkerrørshøster, som klipper pileskuddene i 10-20 cm lange stykker, de såkaldte billets. Disse billets lagres typisk i aflange og ret høje dynger, også kaldt miler, hvori der er gode betingelser for lufttørring af pilestykkerne. Selv om dyngen er relativ bred og samtidig høj, kan der efter alt at dømme foregå en luftcirkulation helt ind i kernen af milen, da billets ikke falder sammen og lukker af for luften, sådan som pileflis i bunke gør det. Der er sandsynligvis ingen varmeudvikling i miler af billets. Den frie luftcirkulation må forventes at medføre en (væsentlig) tørring af pilestykkerne. Fra England, hvorfra høst af pil som billets er kendt, forlyder det, at vandindholdet kan komme under 30 % ved sommertørring.

Billets skal inden anvendelse til brændsel hugges til flis. Ifølge en bruger af billets-systemet i England, skal der anvendes en specialkonstrueret flishugger til flisning af billets.



Foto 6.3. Mile med billets af pil, England, marts 2011.

6.6 Helskudshøster

Pil kan høstes som hele skud, hvilket vil sige, at det enkelte pileskud høstes som ét, helt stykke. Høsten sker med en specialkonstrueret maskine, der afskærer, griber og samler de høstede helskud. Skuddene lagres i en bunke, typisk i forageren, hvor de blot ligger direkte på jorden. Alternativt kan de lagres på et stativ, så skuddene ikke er i berøring med jorden. Fordelen herved er, at der kan cirkulere luft ind under bunken og op gennem denne, hvilket skaber gode betingelser for tørring i hele stakken. Hvis lagringen forløber hen over sommeren, kan der opnås en markant reduktion i vandindholdet i skuddene. Skuddene hugges til flis med en almindelig flishugger.

Ifølge FarmTest "Høst af Pil" (Pedersen, 2011) er kapaciteten ved høst med helskudshøster $\frac{1}{4}$ til $\frac{3}{4}$ ha pr. time, svarende til ca. 15-45 tons helskud pr. time. Høj kapacitet er kun realistisk, hvis der anvendes frakørselsvogne, dvs. separate enheder bestående af traktor + vogn, som flytter de høstede pileskud fra høstmaskinen og hen til lagerpladsen. Høstmaskinen skal med andre ord så vidt muligt holdes i gang med selv høsten, som så kun afbrydes, når der skal ske omladning af helskud fra høstmaskine over på frakørselsvogn.



Foto 6.4. Helskudshøster og høstede pileskud lagt på jorden.

6.7 Partikelstørrelse i flis

Til fyringsformål skelnes der mellem fem kvalitetsklasser af brændselsflis (Videncenter for Halm- og Flisfyring, 2001):

- **Fin flis** er beregnet til villafyr, som bruger snegle til transport af flisen. Disse snegle er af mindre dimension og meget følsomme over for overlange og overstore partikler.
- **Mellem flis** er beregnet til institutionsfyr, hvor en finere flis end grov flis ønskes.
- **Grov flis** er beregnet til fjernvarmeanlæg med ristefyring, hvor flisen normalt skubbes ind i fyret. Her ønskes en grov flis (store partikler) og en begrænset mængde smuld.
- **Air sprout flis** er beregnet til anlæg med indkaster eller air sprout. Disse anlæg behøver en vis mængde "smuld", men er samtidig lidt følsomme over for "overlang".
- **Forgasningsflis** er en ekstra grov flis med en meget begrænset mængde "smuld" og andre fine partikler. Denne flis er beregnet specielt til mindre forgasningsanlæg.

I tabel 6.3 er vist, hvordan klasserne er defineret.

Tabel 6.3. Partikelstørrelsesfordelingen for fem kvalitetsklasser af flis. Kvalitetsbeskrivelsen er godkendt af Danske Skoves Handelsudvalg (Videncenter for Halm- og Flisfyring 2001).

Betegnelse	Soldskuffe	Fin	Mellem	Grov	Air sprout	Forgasning
		%	%	%	%	%
Smuld	≤ 3,15 mm	< 10	< 8	< 8	> 2	< 4
Småt	3,15 mm < X < 8 mm	< 35	< 30	< 20	> 5	< 8
Mellem	8 mm < X < 16 mm	1)	1)	1)	> 60 ²⁾	< 25
Stor	16 mm < X < 45 mm	< 60	1)	1)		> 60 ³⁾
Ekstra stor	45 mm < X < 63 mm	< 2,5	< 6	1)	< 15	
Overstor	> 63 mm	< 0,25	< 0,6	< 3	< 3	
Overlang 10	100-200 mm	< 1,5	< 3	< 6	< 4,5	< 6
Overlang 20	> 200 mm ⁴⁾	0	< 0,5	< 1,5	< 0,8	< 1,5

1): Ingen krav.

2): Disse to klasser skal tilsammen udgøre mindst 60 %

3): Disse tre klasser skal tilsammen udgøre mindst 60 %

4): Partikler med følgende dimensioner må ikke forekomme:

- længere end 500 mm med en diameter > 10 mm

- større end 30 x 50 x 200 mm.

Varmeværker vil gerne have en grov flis, altså en flis hvor en stor andel af partiklerne er relativt store. Partikelstørrelsen er dels bestemt af flishuggerens konstruktion og indstilling, dels af tykkelsen af stammerne. De tidligere nævnte finsnittere samt maskinerne fra Jenz og Kuhn benytter alle tromlesnitter, hvorimod JF maskinerne har aksialsnitter. Der foreligger imidlertid ingen viden om, hvorvidt typen af flishugger (tromle eller aksial) har betydning for flisens partikelstørrelsesfordeling i pileflis.

Nedenfor vises seks analyseresultater fra to tidligere undersøgelser af partikelstørrelsesfordeling i pileflis, høstet med finsnittere (tabel 6.4). I Farmtest "Høst af pil" (Pedersen, 2011) er der lavet analyse af partikelstørrelsesfordelingen i tre prøver af pileflis, høstet på tre forskellige marker (A, B og C). Fra høstdemonstrationen 16. marts 2012 er der analyseret én prøve af pileflis fra hver af de tre finsnittere, som kørte ved demonstrationen (mark D). Følgende kan oplyses om de fire pilemarker:

- Lokalitet A: Pilekultur 3 år, skudalder 2 år, udbytte 18 tons TS/ha
- Lokalitet B: Kultur 5 år, skudalder 2 år, ingen oplysninger om udbytt niveau
- Lokalitet C: Kultur 16-20 år (flere arealer af forskellig alder), skudalder 2-3 år, udbytte 24,4 tons TS/ha
- Lokalitet D: Kultur 3 år, skudalderen 2 år, udbytte 12,6 tons TS/ha

I alt er der lavet analyse af flisprøver fra fire forskellige finsnittere, benævnt finsnitter 1 til 4. Analyserne er udført af Center for Skov & Landskab, og der er anvendt soldmaskine med roterende solde. Resultatet for hver prøve er et gennemsnit af tre delanalyser.

Tabel 6.4. Analyse af partikelstørrelsesfordeling i seks prøver af pileflis. Prøve 1-3 er fra FarmTest "Høst af pil" (Pedersen, 2011), mens prøve 4-6 er fra høstdemonstration ved Ulfborg 16. marts 2012.

Betegnelse	Soldskuffe	Fraktion (% af totalvægt)					
		Farmtest 2011			Høstdemonstration 16/3 2012		
		Mark A	Mark B	Mark C	Mark D	Mark D	Mark D
		Mask.2	Mask.2	Mask.1	Mask.3	Mask.4	Mask.1
		Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 4	Prøve 5	Prøve 6
Smuld	≤ 3,15 mm	5,2	3,2	6,5	4,0	1,9	1,7
Småt	3,15 mm < X < 8 mm	16,8	7,7	18,9	10,1	8,4	5,1
Mellem	8 mm < X < 16 mm	49,2	46,5	44,6	26,2	33,4	19,2
Stor	16 mm < x < 45 mm	28,5	42,2	30,0	59,7	56,3	74,0
Ekstra stor	45 mm < x < 63 mm	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Overstor	> 63 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Overlang 10	100-200 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Overlang 20	> 200 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Kvalitetsklasse						
Overholdes kravene?	Fin	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej
	Mellem	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Grov	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Air Spout	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej
	Forgasning	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja

4 af de 6 prøver opfyldte kravene til 4 af de 5 kvalitetsklasser for flis, mens 2 af dem opfyldte kravene til 3 af de 5 klasser. Til analysen af prøve 1 var der knyttet følgende kommentar: "Der var en del 'fuglereder', dvs. barktrævler, der er skåret over under flisningen, men filtret sammen til klumper". Analyserne viser, at maskinerne generelt kan opfylde kravene til de tre mindste flisklasser (fin, mellem og grov). De flisfyrede varmeværker ønsker en relativ grov flis, hvilket altså kan opfyldes.

6.8 Konklusion

Høst af pil foregår i Danmark helt overvejende ved hjælp af selvkørende finsnitte. Høstkapaciteten er op til 1 ha/time, når der samtidig anvendes separate frakørselskøretøjer, ellers er høstkapaciteten ca. ½ - ¾ ha/time. En mindre del af pilen i Danmark høstes som helskud, der efterfølgende kræver separat flishugning af skuddene; høstkapaciteten er ¼ til ¾ ha pr. time, højest når der anvendes frakørselskøretøjer.

Analyse af partikelstørrelsesfordeling i pileflis høstet med finsnitte viser, at pileflisen generelt lever op til kravene for brændselsflis, dog med undtagelse af de største 1-2 klasser.

6.9 Referencer

Pedersen, J. (2011). FarmTest "Høst af pil". Videncenteret for Landbrug | Planteproduktion og AgroTech, 2011. (kræver log-in).

https://www.landbrugsinfo.dk/Tvaerfaglige-emner/FarmTest/Maskiner-og-planteavl/Sider/pl_11_674_farmtest.pdf

Savoie, P. et al. 2010. "Round bale harvest of short-rotation willow and poplar at three sites in Ontario". Confidential Research Report. Agriculture and Agri-Food, Canada.

Videncenter for Halm- og Flisfyring (2001). Ny godkendt kvalitetsbeskrivelse for brændselsflis. Videnblad 160, Videncenter for Halm- og Flisfyring.

<http://www.videncenter.dk/Videnblade-dok/VB160.pdf>

7. DRIFTSØKONOMI VED DYRKNING AF ENERGIPIL

Søren Ugilt Larsen, Kurt Hjort Gregersen & Brian H. Jacobsen

7.1 Sammendrag

Dette afsnit omhandler økonomiske forhold ved dyrkning af pil med fokus på landmandens driftsøkonomi. Landmænds interesse for piledyrkning er i høj grad betinget af driftsøkonomien, og ikke mindst hvor vidt piledyrkning giver et højere økonomisk afkast end en alternativ anvendelse af arealet. Ved dyrkning af pil kan der opnås enkeltbetaling, ligesom pil tæller med i bedriftens harmoniareal, og pil er derfor ligestillet med andre afgrøder på disse punkter. Valg af en pileafgrøde fremfor alternative afgrøder afhænger derfor bl.a. af udbytterelationer og de langsigtede prisrelationer mellem pil og alternative afgrøder. Ved lave kornpriser kan dyrkning af energipil være økonomisk interessant på de fleste jordtyper, mens det ved høje kornpriser primært vil være på fugtige marginaljorde. Den lange arealbindingstid på 15-25 år ved dyrkning af pil og dermed mindre fleksibilitet på bedriften kan være en vigtig barriere for at vælge pil som afgrøde. Afhængig af udbyttene vil der først være et likviditetsoverskud ved piledyrkning efter 7-13 år, når der ikke indregnes enkeltbetaling.

Tilskudsordninger til etablering og drift af energipil kan fremme interessen for piledyrkning, ligesom muligheden for at erstatte efterafgrøder med pil gør pil til en mere attraktiv afgrøde. Endelig kan andre forhold såsom jagtmuligheder og ændret arbejdsfordeling over året også øge interessen for pil.

Som en del af BioM-projektet er der lavet en række analyser af driftsøkonomien ved piledyrkning. Der er indsamlet bedste bud på priser mv., og disse forudsætninger er anvendt i budgetkalkuler for piledyrkning. Budgetkalkulerne indregner diskontering, så det årlige dækningsbidrag kan sammenlignes med alternative, enårige afgrøder. Budgetkalkulerne er anvendt til følsomhedsanalyser, som belyser hvilke faktorer, der er af særlig stor betydning for økonomien ved piledyrkning.

På indtægtssiden er udbyttene og afregningsprisen de helt afgørende forudsætninger for et godt økonomisk afkast, ligesom et højt pileudbytte er afgørende for at holde produktionsprisen pr. GJ nede på et konkurrencedygtigt niveau. Udbyttet i pil varierer i praksis meget og udgør derfor en af de væsentligste usikkerheder ved driftsøkonomien. Flisprisen er forholdsvis stabil sammenlignet med kornpriser, men selv moderate prisforskelle i flisprisen kan være afgørende for det økonomiske afkast.

På omkostningssiden udgør høst den største post ved piledyrkning, men omkostninger til etablering, gødning og transport udgør også væsentlige poster. Høstomkostningen forventes at kunne reduceres betydeligt ved hjælp af stordrift, dyrkning på kurrante marker samt videreudvikling af høstmaskiner. Transportomkostningerne vil kunne reduceres ved afsætning af pileflis i lokalområdet.

Det er ud fra budgetkalkulerne beregnet hvor store merudbytter, der er nødvendige for at betale for forskellige indsatser mht. ukrudtsbekæmpelse og gødskning ved piledyrkning. Dette kan medvirke til beslutningsstøtte ved valg af dyrkningsindsatsen, men beslutningerne bør baseres på vurderinger i den enkelte situation. Det er stærkt ønskeligt med større viden om, hvordan forskellige dyrkningsmæssige tiltag påvirker udbyttet ved dyrkning af pil, ikke mindst mht. ukrudtsbekæmpelse og gødskning. Dette vil være en vigtig forudsætning for at forbedre driftsøkonomien ved piledyrkning.

7.2 Energipil vs. alternativ arealanvendelse

For landmanden afhænger interessen for at dyrke pil i stor skala først og fremmest af driftsøkonomien. For at en landmand skal være interesseret i at dyrke pil, skal piledyrkingen på den givne mark give et bedre økonomisk resultat end en alternativ anvendelse af marken. Der er i en delrapport i BioM-projektet lavet analyser af betydningen af de alternative dyrkningsmuligheder på forskellige jordtyper (Jacobsen & Dubgaard, 2012).

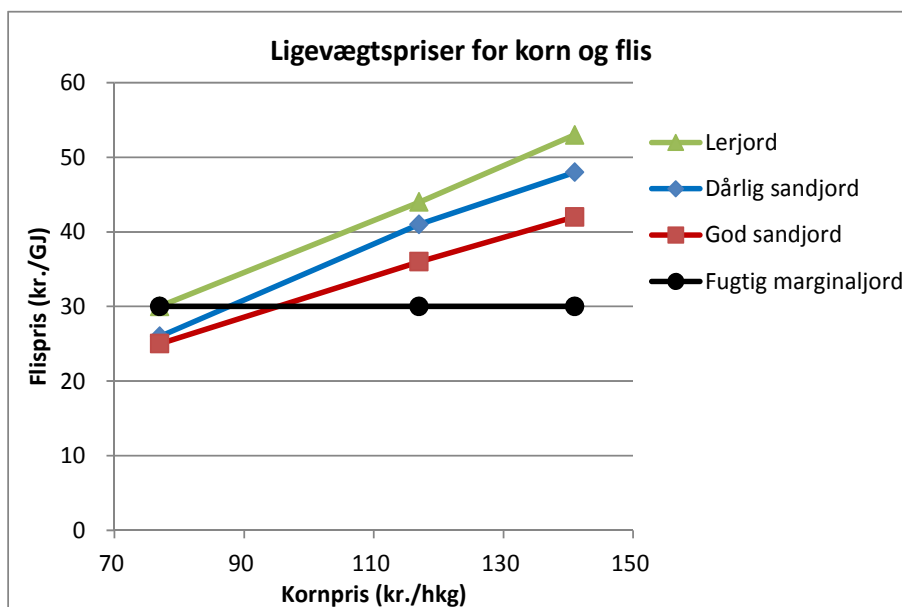
Alternativet til at dyrke pil vil bl.a. afhænge af, hvor egnet marken er til dyrkning af andre afgrøder såsom korn eller andre enårige afgrøder, og hvor stor indtjeningen kan være ved dyrkning af disse afgrøder. Ved dyrkning af pil kan der opnås enkeltbetaling, ligesom pil tæller med i bedriftens harmoniareal, og pil er derfor ligestillet med andre afgrøder på disse punkter. Udbytterelationer mellem forskellige afgrøder er til gengæld vigtige. Frugtbare jordtyper med stort udbyttepotentiale i forhold til korndyrkning vil også ofte kunne give højt udbytte i pil, og afgrødevalg vil her primært være styret af prisrelationerne mellem f.eks. korn og træflis. Visse jordtyper kan imidlertid være relativt bedre egnede til pil end til enårige afgrøder. Dette kan f.eks. være tilfældet med lavbundsjord med god vandforsyning eller sandjorde med høj grundvandsstand, som kan opfattes som marginaljord i forhold til dyrkning af konventionelle afgrøder, og som derfor har en lavere alternativ værdi. Da en pilekultur har en lang levetid på 15 år eller længere, vil forventningerne til de langsigtede prisrelationer mellem pil og alternative afgrøder være vigtige – også selvom det aktuelle prisniveau kan have uforholdsmæssigt stor indflydelse på landmandens beslutning om afgrødevalg. Den lange arealbindingstid ved dyrkning af pil og dermed mindre fleksibilitet på bedriften kan være en vigtig barriere for at vælge pil som afgrøde, idet landmænd må forventes at kræve en vis sikkerhedsmargin før energipil betragtes som en attraktiv alternativ afgrøde. I tabel 7.1 er der for 4 forskellige jordtyper angivet ligevægtspris for pileflis, når kornprisen er hhv. gennemsnitlig, lav eller høj (Jacobsen & Dubgaard, 2012). Ligevægtsprisen for pileflis angiver, hvor høj prisen på pileflis mindst skal være, for at dyrkning af pil kan betragtes som et økonomisk alternativ til kornproduktion. For piledyrkingen er der indregnet etableringstilskud på 4.200 kr./ha, men ingen øvrige tilskud er indregnet. For fugtig marginaljord er det antaget, at det ikke er rentabelt at dyrke alternative afgrøder. Ligevægtsprisens afhængighed af kornprisen er også illustreret i figur 7.1.

Ved gennemsnitlige kornpriser er indtjeningen på dårlig sandjord omtrent den samme ved piledyrking som ved den alternative korndyrkning, hvorfor incitamentet til piledyrking er begrænset, dvs. ligevægtsprisen svarer omtrent til den nuværende pris på pileflis. På god sandjord og fugtig marginaljord er den beregnede indtjening ved piledyrking højere end alternativet, mens der ved dyrkning på lerjord vil være et indtjeningstab ved et skifte fra korn til pil. Hvis der er lave kornpriser, vil der være en økonomisk fordel ved piledyrking på alle jordtyper, mens der ved høje kornpriser kun vil være en økonomisk fordel på fugtig marginaljord (tabel 7.1). Det virker derfor næppe sandsynligt, at der vil blive etableret pil på god kornjord i større omfang ved de nuværende prisrelationer. Fugtige marginaljorde ser ud til at repræsentere den mest attraktive mulighed for piledyrking, men alt efter risikovillighed vil der sandsynligvis være landmænd, som også er parate til at satse på piledyrking på forskellige typer af sandjord. En lang arealbindingsperiode og et endnu forholdsvis nyt og ukendt marked for pileflis betyder dog, at dyrkning af pil kan opfattes som mere usikker end almindelige landbrugsdrift.

Tabel 7.1. Ligevægtspriser for pileflis på forskellige jordtyper og ved forskellige scenarier for kornpriser (Jacobsen & Dubgaard, 2012).

	Dårlig sandjord	God sandjord	Fugtig marginaljord	Lerjord
Udbytte i energipil, tørstof (ton/ha/år) ¹⁾	8	10	12	14
Energiproduktion (GJ/ha/år)	118	148	178	209
Break-even-pris på energipil (kr./GJ)				
Scenarie 1: Gnsn. kornpris (2008-2012), 117 kr./hkg byg	41	36	30	44
Scenarie 2: Lav kornpris (2009), 77 kr./hkg byg	26	25	30	30
Scenarie 3: Høj kornpris (2011), 141 kr./hkg byg	48	42	30	53

1) Det angivne udbyttelniveau er ved anden høst; udbyttet ved 1. høst er sat til 2 tons lavere.



Figur 7.1. Ligevægtspris for pileflis på forskellige jordtyper og ved forskellige kornpriser (Jacobsen & Dubgaard, 2012).

Tilskudsordninger har også betydning for landmandens interesse for piledyrkning ved at forbedre pilens konkurrenceevne overfor alternative afgrøder. Der blev i 2010 indført etableringstilskud til pil og flere andre energitræarter (3.200 kr./ha, hævet til 4.200 kr./ha i 2012) og tilskud til Ekstensivt Landbrug (ca. 800 kr./ha/år) ved dyrkning uden pesticider og med reduceret gødningsnorm. I 2012 blev der desuden indført et driftstilskud til pil og andre træarter (500 kr./ha/år, dog ikke i etableringsåret). I tabel 7.1 er etableringstilskuddet som nævnt indregnet i driftsøkonomien for piledyrkning, mens de øvrige tilskud vil forbedre driftsøkonomien yderligere. Over en 18-årig levetid for en pilekultur svarer et etableringstilskud på 4.200 kr./ha til 388 kr./ha/år.

Det er nu muligt at lade pil erstatte efterafgrøder i forholdet 0,8:1, dvs. 0,8 ha pil kan erstatte 1 ha med efterafgrøder, og der er derfor kun krav om en lavere andel af ef-

terafgrøder i det øvrige sædskifte på bedriften. Dette kan også have en økonomisk værdi, hvilket yderligere kan øge interessen for pil.

Udover disse økonomiske aspekter kan der være andre forhold, der også kan påvirke landmandens interesse for pil, f.eks. ønsket om at dyrke afgrøder med en anden fordeling af arbejdsindsatsen over året eller ønsket om at forbedre jagtmulighederne på ejendommen. Omvendt kan den lange arealbindingstid ved dyrkning af pil som nævnt mindske interessen for pileydrkning. Samlet set er der således en række forhold, som influerer landmandens interesse for evt. at påbegynde pileydrkning fremfor at benytte marken til andre formål.

7.3 Driftsøkonomi ved dyrkning af energipil

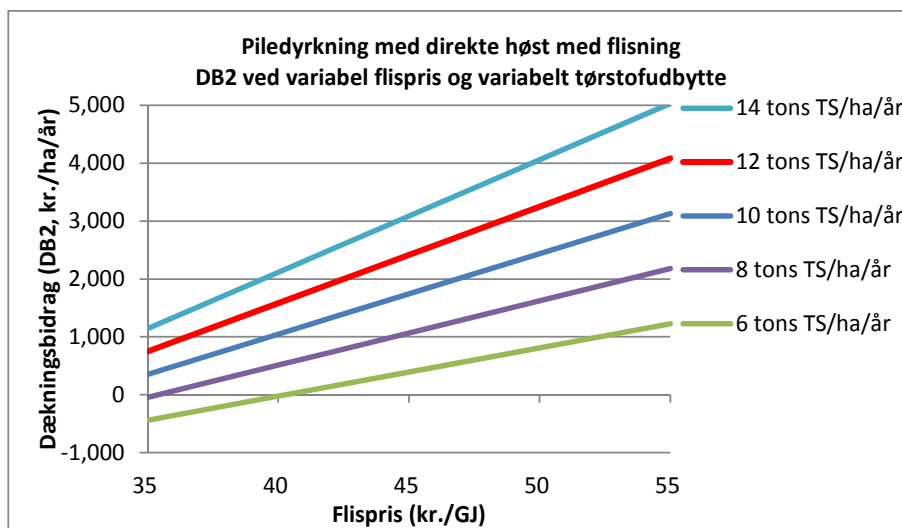
Som en del af BioM-projektet er der gennemført analyser af driftsøkonomien ved dyrkning af pil. Der er udarbejdet kalkuler for økonomien i dyrkning af pil, og ud fra den nyeste viden om pileydrkning m.m. er priserne opdateret i september 2012 (Larsen, 2012). I 2010 blev der udarbejdet en delrapport om følsomhedsanalyser for driftsøkonomi ved dyrkning af energipil (Larsen & Mægaard, 2010). Analyserne blev udarbejdet på grundlag af priser og praksis gældende i september 2010, og der er sket mindre justeringer i priser og forudsætninger siden da. De generelle sammenhænge og konklusioner fra følsomhedsanalyserne vurderes dog fortsat at være gældende. Her gives hovedkonklusionerne fra analyserne.

Da pil er en flerårig afgrøde, omregnes i kalkulerne de enkelte års udbytter, omkostninger og dækningsbidrag til nutidsværdi og gennemsnitlige årligt afkast. På denne måde kan sammenlignes med budgetkalkuler for enårige afgrøder. Der er ikke i disse analyser foretaget sammenligninger med økonomien for alternative afgrøder (se afsnit 7.2). Hvis der ikke tages højde for diskonteringen over tid ved pileydrkning, overestimeres dækningsbidraget (DB2) med ca. 500 kr. pr. ha pr. år. Dette skyldes den tidsmæssige forsinkelse af indtægterne (salg af flis) i forhold til udgifterne (etablering, ukrudtsbekæmpelse, gødsning m.m.). Afhængig af udbyttens niveau vil der først være et likviditetsoverskud ved pileydrkning efter 7-13 år, når der ikke indregnes enkeltbetaling.

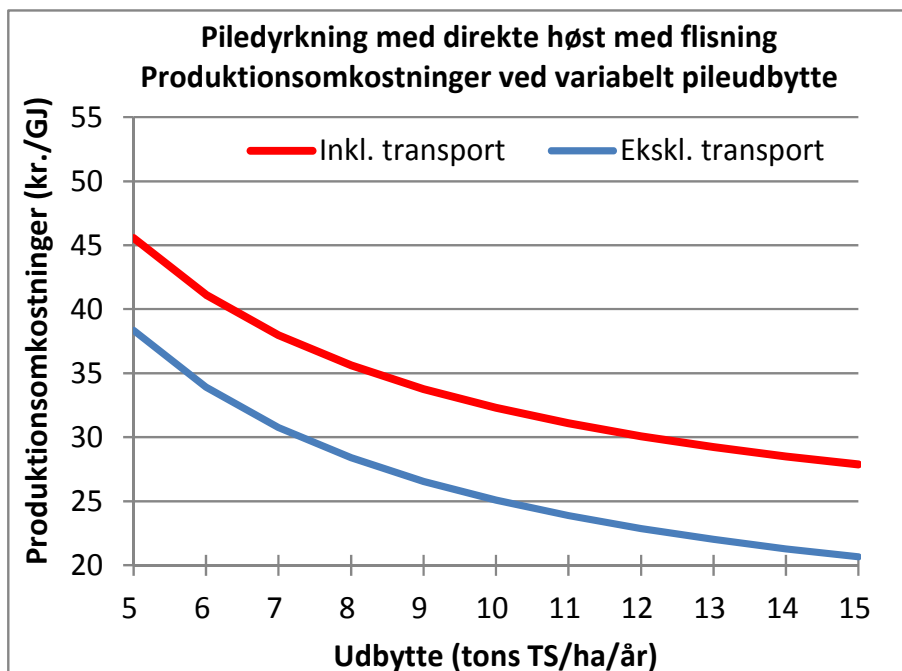
Da der er betydelig usikkerhed om en del af forudsætningerne for økonomien ved pileydrkning, er der gennemført en række følsomhedsanalyser for at illustrere betydningen af usikkerheden af de forskellige forudsætninger, primært med fokus på dækningsbidrag pr. ha og produktionsomkostninger pr. energienhed. I de enkelte situationer vil kalkulerne kunne gøres mere præcise ved at anvende mere specifikke forudsætninger. Der er udarbejdet kalkuler både for pileydrkning med høst med direkte flisning samt dyrkning med helskudshøst. Mange af de samme forhold gør sig gældende, hvorfor der primært fokuseres på høst med direkte flisning.

På indtægtssiden er de helt afgørende forudsætninger udbyttens niveau og afregningspris. En højere afregningspris kan kompensere for et lavere udbytte og vice versa, men forudsætningen for en fornuftig driftsøkonomi er, at der både opnås et højt udbytte og en fornuftig afregningspris (figur 7.2). Ved lave udbytter bliver produktionsomkostningerne pr. energienhed uforholdsmæssigt høje på grund af en del faste grundomkostninger (figur 7.3). Både af hensyn til landmandens økonomi for at kunne producere energi til konkurrencedygtige priser og for at udnytte jorden godt er det derfor meget vigtigt at tilstræbe et højt udbytte (se kapitel 2 om forventede udbytter ved optimeret pileydrkning). Sammenlignet med kornpriser er afregningsprisen for træflis generelt meget mere stabil, men selv moderate prisforskelle kan væsentlig

betydning for det økonomiske afkast ved piledyrkning. Der findes flere, lidt forskellige formler for beregning af energiindhold i flis, men fælles for formlerne er, at lavt vandindhold i pileflisen giver en bedre afregning pr. ton tørstof. Etableringstilskud har en betydelig likviditetsmæssig betydning i år 1, men kun forholdsvis lille indflydelse på den samlede driftsøkonomi ved dyrkning af pil (3.200 kr. og 4.200 kr./ha svarer til knap 300 og knap 400 kr./ha/år). Samlet set kan etableringstilskud, produktionstilskud og evt. tilskud til ekstensivt landbrug alligevel bidrage væsentligt til driftsøkonomien.



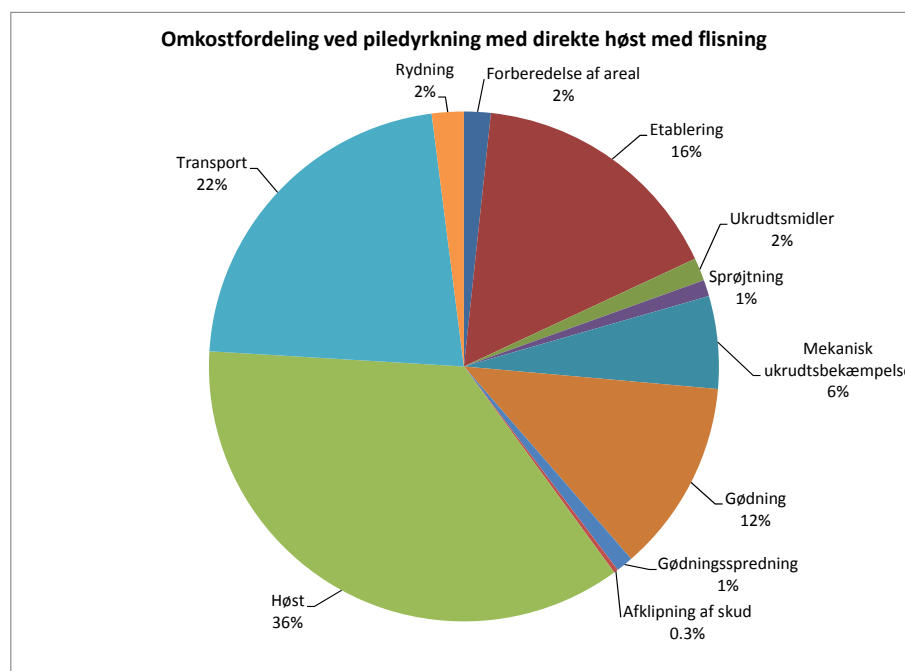
Figur 7.2. Sammenhæng mellem flispris og dækningsbidrag ved piledyrkning med forskellige årlige udbytter af tørstof. Ved optimeret piledyrkning formodes det at være realistisk med udbytter på 8-12 tons TS/ha/år, men ved den hidtidige dyrkning har det gennemsnitlige udbyttelniveau været væsentligt lavere. Baseret på priser pr. september 2012 (Larsen, 2012).



Figur 7.3. Sammenhæng mellem årligt tørstofudbytte og produktionsomkostninger pr. energienhed ved piledyrkning med høst med direkte flisning. Omkostningerne er angivet både med og uden omkostninger til 30 km transport. Baseret på priser pr. september 2012 (Larsen, 2012).

På omkostningssiden udgør høst den største post ved piledyrkning, men omkostninger til etablering, gødning og transport udgør også væsentlige poster (figur 7.4).

Der er udviklet en del på plantningsmaskiner, og etableringsomkostningen ventes ikke umiddelbart at kunne reduceres væsentligt. Gødning kan udgøre en betydelig omkostning, som dog kan reduceres væsentligt eller evt. vendes til en indtægt afhængig af muligheden for at anvende husdyrgødning eller slam. Høstomkostninger afhænger blandt andet af markens størrelse, form og farbarhed. Der forventes at være muligheder for at reducere høstomkostningen ved hjælp af stordrift og videreudvikling af høstmaskiner. Ved dyrkning af pil på fugtige marginaljorde, hvor der som tidligere nævnt ventes den bedste driftsøkonomi, kan der imidlertid være tale om vanskelig farbare og mindre velarronderede marker, hvorved det kan være svært at reducere høstomkostningerne. Transportomkostningen stiger med afstanden og kan udgøre en væsentlig post. Afsætningsmuligheder i lokalområdet vil derfor kunne reducere transportomkostningerne. Ukrudtsbekæmpelse udgør kun en mindre omkostning – men er til gengæld en væsentlig forudsætning for at opnå et højt udbytte. Se afsnit nedenfor om hvor megen gødskning og ukrudtsbekæmpelse, der betaler sig.



Figur 7.4. Fordeling af omkostninger ved piledyrkning med høst med direkte flisning. Baseret på priser pr. september 2012.

Rumvægten af pileflisen kan have betydning for økonomien, da en større rumvægt blandt andet vil begrænse transportomkostningen. Der ses dog betydelig variation i rumvægten af pileflis, som bl.a. afhænger af flisens størrelsesfordeling m.m. Driftsøkonomien vil generelt forbedres, hvis pilekulturens levetid forlænges, men hvis udbyttene falder ved levetidsforlængelse, har det kun moderat betydning for økonomien. Der forventes at være muligheder for at forbedre økonomien via stordrift og videreudvikling af teknologi. Udnyttelse af stordriftsfordele vil dog også kræve en koordineringsindsats i forhold til høst og afsætning. Der kan afhængig af kommende rammevilkår muligvis også blive en økonomisk værdi af miljøeffekten ved piledyrkning udover værdien af at kunne erstatte efterafgrøder med pil.

7.4 Hvor megen ukrudtsbekæmpelse og gødskning betaler sig?

Som tidligere nævnt er der usikkerhed om, hvor stort et merudbytte forskellige metoder til ukrudtsbekæmpelse og forskellige gødskningsstrategier kan medføre ved dyrkning af pil (se kapitel 2 vedr. forventede udbytter ved optimeret pileydrkning samt kapitel 4 om gødningsforsøg i pil). Denne usikkerhed mht. udbytterespons gør det vanskeligt at fastlægge den økonomisk optimale praksis for gødskning og ukrudtsbekæmpelse og gødskning. Ud fra de nuværende prisforhold for pileydrkning i Danmark (Larsen, 2012) er der lavet beregninger af 'ligevægtsudbyttet' ved forskellige indsatser mht. ukrudtsbekæmpelse og gødskning, dvs. en beregning af hvor meget større udbyttet skal være ved en given ukrudtsbekæmpelse eller gødskning for at opnå samme dækningsbidrag, som når der ikke gøres noget.

Ukrudtsbekæmpelse

For ukrudtsbekæmpelse kan der skelnes mellem indsatsen i etableringsåret, i året efter etablering samt i høstårene (dvs. bekæmpelse i vækstsæsonen lige efter høst). Følgende merudbytter er nødvendige for at betale for indsatsen mod ukrudt:

- Etableringsåret: For hver 100 kr./ha der anvendes på ukrudtsbekæmpelse kræves der et merudbytte på 0,173 tons TS/ha/år i 1. høstrotation (dvs. i 2. og 3. vækstsæson) for at få betalt bekæmpelsesindsatsen.
- Året efter etablering: For hver 100 kr./ha der anvendes kræves der et merudbytte på 0,164 tons TS/ha/år i 1. høstrotation (dvs. i 2. og 3. vækstsæson).
- Høstår: For hver 100 kr./ha der anvendes kræves der et merudbytte på 0,115 tons TS/ha/år i høstrotationerne efter 1. høst.

Der er ikke indregnet en evt. effekt af ukrudtsbekæmpelse i etableringsåret og året efter etablering på udbytte i senere høstrotationer, selvom en vis langtidseffekt er sandsynlig.

Eksempler:

1. Hvis der eksempelvis sprøjtes med 150 g Logo pr. ha i både etableringsåret og året efter etablering (2 x 482 kr./ha inkl. middel og sprøjtning), så kræver det et merudbytte på mindst ca. 1,6 tons TS/ha i både 2. og 3. vækstsæson for at være rentabelt.
2. Hvis der strigles 5 gange og radrenses 1 gang i etableringsåret (5 x 125 kr./ha + 310 kr./ha) og radrenses 2 gange i året efter etablering (2 x 310 kr./ha), så kræver det et merudbytte på mindst 2,6 tons TS/ha i både 2. og 3. vækstsæson for at være rentabelt.
3. Hvis der rækkefræses i høstår (500 kr./ha), kræver det et merudbytte på mindst 0,6 tons TS/ha/år.

Hvis der anvendes en kombination af kemisk og mekanisk ukrudtsbekæmpelse som angivet i eksempel 1 og 2, skal der således et merudbytte på mindst 4,2 tons TS/ha i både 2. og 3. vækstsæson for at få betalt indsatsen. Dette er et ganske stort merudbytte, men med udgangspunkt i de udbyttetab ukrudt har forvoldt i både forsøg og praksis (se kapitel 2) vurderes det sandsynligt at opnå et sådan merudbytte i forhold til, hvis ukrudt ikke bekæmpes. Regneeksemplerne illustrerer dog også, at det er vigtigt at få en god bekæmpelseseffekt af indsatsen, hvad enten der er tale om kemisk eller mekanisk bekæmpelse, og det dyrkningsmæssige håndværk skal derfor være i orden.

Gødskning

Svenske undersøgelser viser, at gødskning i mange tilfælde kan betale sig, men stærkt afhængig af gødningsprisen og flisprisen (Rosenqvist & Aronsson, 2011). På basis af de nuværende prisforhold for gødning og flis i Danmark (Larsen, 2012) er der lavet analyser af økonomien ved forskellige gødskningsstrategier. Der er regnet med 18 års levetid for kulturen og høst hvert 3. år. I tabel 7.2 fremgår hvor stort et merudbytte, der som minimum er nødvendigt i pil for at dække omkostningen til forskellige gødskningsstrategier (udbringning + gødning). For at det er rentabelt at gødskes, skal der opnås et merudbytte, der er større end det viste. I strategi 1 gødskes der med 120 kg N/ha i 2. vækstsæson, samt hver gang der lige er høstet (dvs. hvert 3. år). Ved denne gødskningsstrategi kræves der et merudbytte på 1,8 tons TS/ha/år i 2. og 3. vækstsæson og 2,2 tons TS/ha/år i de efterfølgende for at betale for gødskningen. I strategi 2 gødskes der med 120 kg N/ha i både 2. og 3. år samt lige efter høst og året efter høst (dvs. gødskning i 2 ud af 3 år i hver høstrotation. Denne strategi kræver et større merudbytte på 3,0 i 2. og 3. vækstsæson og 3,7 tons TS/ha/år i efterfølgende høstrotationer. Hvis gødningsmængden i strategi 1 deles op med 60 kg N/ha lige efter høst og 60 kg N/ha året efter høst (strategi 3), kræver det stort set samme merudbytte som i strategi 1. Da selve gødningsudbringningen udgør en ret lille omkostning i forhold til gødningen, opvejes den ekstra gødningsudbringning i strategi 3 af, at halvdelen af gødningen først udbringes år efter sammenlignet med strategi 1.

Med de nuværende prisforhold skal gødskning med 120 kg N/ha pr. høstrotation således give et merudbytte på noget over 2 tons TS/ha/år for at være rentabelt. Stigende flispris vil reducere det nødvendige merudbytte, mens stigende gødningspris vil øge det nødvendige merudbytte (hvilket også vil være tilfældet for andre afgrøder). Det nødvendige merudbytte er i tabel 7.2 angivet i procent ved forskellige udbyttenevauer. Valg af gødskningsstrategi må derfor bero på forventningen om udbytteresponsen på en given mark. Det er stærkt ønskeligt at kunne give mere klare retningslinjer for dette, men valget vil kunne understøttes af kendskabet til markens naturlige frugtbarhed og næringsstofstatus (f.eks. tidligere udbringning af husdyrgødning).

Tabel 7.2. Nødvendigt merudbytte til dækning af gødskningsomkostninger ved 3 forskellige gødskningsstrategier. Eksempel for piledyrkning med høst med direkte flisning. Det nødvendige merudbytte skal dække omkostningen til gødningen og gødningsudbringningen samt de ekstra høst- og transportomkostninger ved øget udbyttenevau.

Gødskningsstrategi	Gødskningstidspunkt	Gødningsmængde pr. ha Kg N / kg P / kg K	Nødvendigt merudbytte (i forhold til ingen gødskning) for at betale omkostning til gødskning				
			Tons TS/ha/år i 1. hhv. senere høstrotationer	% merudbytte ved forskellige udbyttenevauer i 1. hhv. senere høstrotationer			
				4/5	6/7,5	8/10	10/12,5
Strategi 1	2. år samt lige efter høst	120 N / 15 P / 50 K	1,8 / 2,2	45%	30%	22%	18%
	3. år samt året efter høst	0 N / 0 P / 0 K					
Strategi 2	2. år samt lige efter høst	120 N / 15 P / 50 K	3,0 / 3,7	74%	49%	37%	30%
	3. år samt året efter høst	120 N / 0 P / 0 K					
Strategi 3	2. år samt lige efter høst	60 N / 15 P / 50 K	1,9 / 2,4	48%	32%	24%	19%
	3. år samt året efter høst	60 N / 0 P / 0 K					

7.5 Konklusion

Driftsøkonomien ved piledyrkning er af afgørende betydning for landmænds interesse for at vælge pil frem for en alternativ afgrøde. En yderligere opskalering af piledyrkning i Danmark er derfor betinget af, at piledyrkning er mere attraktivt end en alternativ arealanvendelse. Der er – afhængig af kornpris og flispris – mulighed for et fornuftigt økonomisk afkast af piledyrkning, men en afgørende forudsætning er, at der opnås et tilstrækkeligt højt udbytte og en fornuftig afregningspris for pileflisen, at omkostningerne til især høst og transport minimeres samt at indsatsen mht. bl.a. ukrudtsbekæmpelse og gødskning tilpasses efter behovet. For at sikre et højt udbytniveau og et lavt omkostningsniveau er der derfor generelt behov for optimering af piledyrkning samt udnyttelse af de mulige stordriftsfordele.

Tilskud til etablering og drift af energipil har en positiv effekt på driftsøkonomien ved piledyrkning, ligesom muligheden for at erstatte efterafgrøder med pil også er gunstigt for mange bedrifter. Endvidere kan andre aspekter spille ind på interessen for piledyrkning, f.eks. øgede jagtmuligheder og ændret arbejdsindsats over året, selvom disse forhold kan være vanskelige at værdisætte.

7.6 Referencer

Aronsson, P. & Rosenqvist, H. (2011). Gödslingsrekommendationer för salix 2011. Rapport, 23. marts 2011, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Växtproduktionsekologi.

Jacobsen, B.H. & Dubgaard, A. (2012). Samfundsøkonomisk vurdering af energiafgrøder som virkemiddel for et bedre miljø. Fødevareøkonomisk Institut, Københavns Universitet. Delrapport fra BioM-projektet. Oktober 2012. 16 s. www.agrotech.dk/BioM

Larsen, S.U. (2012). Kalkuler for energipil. www.landbrugsinfo.dk, opdateret 19. september 2012. Artikel 734. (Kræver login)

http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Afgroeder/Energiafgroeder/pil-energiskov/Sider/pl_11_734.aspx

Larsen, S.U. & Maegaard, E. (2010). Følsomhedsanalyser for driftsøkonomi ved dyrkning af energipil. AgroTech og Videncentret for Landbrug. Delprojekt fra BioM-projektet. december 2010. 23 s. www.agrotech.dk/BioM

8. ORGANISERING, HØST, AFSÆTNING OG ERHVERVSEFFEKTER VED PILEDYRKNING I STOR SKALA

Søren Ugilt Larsen, Jørgen Pedersen, Kurt Hjort-Gregersen

8.1 Sammendrag

Dette afsnit omhandler økonomiske forhold ved høst og transport af pileflis, organisering af piledyrkning i stor skala, afsætningsforhold samt erhvervseffekter ved opskaleret piledyrkning.

Da høst og transport af pil udgør en af de største omkostningsposter og logistiske udfordringer ved pileproduktion, er der udarbejdet økonomiske analyser specifikt vedrørende denne del af pileproduktionen, dvs. en uddybning i forhold til kapitel 7. Udnyttelse af høstmaskinens kapacitet er vigtig for at minimere høstomkostningerne, og både markens størrelse og form såvel som afstand mellem mark og aflæsningsplads (dvs. container eller stak ved fast vej) er vigtige faktorer for omkostningsniveauet. Ved kort afstand mellem pilemark og aflæsningsplads kan det være billigst at lade finsnitteren læsse af direkte ved aflæsningspladsen, mens det ved større afstande kan være en fordel at anvende en eller to frakørselsvogne. Hvis det er praktisk muligt at aflæsse pileflis i containere fremfor i stak, synes det at give en lavere transportomkostning, da læsning af containere er mindre tidskrævende end læsning af flis fra stak med svinggrab. For en pileleverandørforening vil det kræve ganske store pilearealer at gøre indkøb af en finsnitter konkurrencedygtig med leje af maskinstation, og det vil også kræve, at maskinens kapacitet udnyttes til høst af andre afgrøder i sommerhalvåret.

For at opnå stordriftsfordele ved piledyrkning kan der være en række aspekter, hvor organisering af dyrkning og afsætning af pil i fællesskaber kan være en fordel. Ved dyrkning af pil på marginaljord kan der ofte være tale om arealer, der er relativt små, usammenhængende og evt. vanskeligt farbare, og det kan her være vanskeligt at opnå rationel piledyrkning. Ikke desto mindre formodes det at være fordelagtigt at organisere dyrkningen, så der samlet set er tale om større pilearealer. Dette kan f.eks. være vedr. plantning, høst og afsætning, hvor der vil måske kunne opnås bedre priser for et større samlet pileareal end for flere mindre arealer. Der kan også være muligheder for fællesskaber omkring ukrudtsbekæmpelse, høst og transport via fælles maskiner eller ved leje/udlån af maskiner. Organiseringen af piledyrkning i fællesskaber kræver dog en indsats, og der skal påregnes en omkostning til arbejdet med at organisere og koordinere, f.eks. i form af pileavlernes indsats for den fælles organisation og/eller i form af indkøbt assistance fra f.eks. den lokale landboforening.

Der eksisterer flere eksempler i Danmark på organisering af piledyrkning i stor skala, ligesom der er betydelige erfaringer i Sverige. Eksemplerne viser, at piledyrkning kan organiseres på forskellige måder. Pileavlerne/pileavlerforeningen kan f.eks. involvere sig mere eller mindre i de forskellige dele af værdikæden; i nogle tilfælde kan pilen sælges på roden, og i andre tilfælde kan der sælges pileflis direkte til et varmeværk. Svenske anbefalinger for at opnå lønsom piledyrkning peger også på samarbejde som en af de vigtige faktorer.

Der findes et stort marked for skovflis i Danmark, hvoraf ca. 1/3 importeres fra udlandet. Langt hovedparten af den producerede pileflis afsættes som brændsel til fjernvarmeværker, og kun en begrænset del anvendes til kraftvarmeproduktion og f.eks. flisfyr på gårdniveau. Ud af i alt ca. 400 fjernvarmeværker i Danmark anvender om-

kring 100 værker træflis i energiproduktionen, og en mindre andel heraf har erfaringer med afbrænding af pileflis. Værkerne har generelt gode erfaringer med pileflis og vil gerne fortsat anvende det. Ifølge brancheorganisationen Dansk Fjernvarme er det en gennemgående holdning hos værkerne, at kvaliteten af pileflisen skal højnes. Der er især ønske om en tørrere flis. Også forhold som større ensartethed i flisleverancerne og langtidskontrakter er der ønsker om.

Ved en optimeret pileydrkning og en udvidelse af pilearealet i Danmark vurderes det, at mængden af pileflis vil kunne øges væsentligt fra de nuværende omtrent 30.000 tons tørstof pr. år, og en fordobling indenfor en kort årrække synes mulig. Selvom pileproduktionen øges meget væsentligt, vil mængden af pileflis stadig kun udgøre en begrænset andel af det samlede træflismarked. Pileflis vil typisk skulle afsættes i konkurrence med skovflis, og såfremt der produceres pileflis af tilfredsstillende kvalitet og til en konkurrencedygtig pris, vurderes afsætningsmulighederne for pileflis at være gode.

En udvidelse af pileydrkning i Danmark vil medføre en række øgede aktiviteter omkring dyrkning, høst, transport og afsætning. Dette kan give forbedrede erhvervs muligheder både i primærproduktionen og i senere led i værdikæden. Samtidig formodes en opskalering af pileydrkning at afføde behov for udvikling og produktion af udstyr til ukrudtsbekæmpelse, gødsning, høst samt evt. også til udvikling af kedler til pileflis og videreforarbejdning af pileflis. Dette kan give positive erhverseffekter både i det midtjyske projektområde og andre steder i landet.

Hvor vidt den udvidede pileydrkning vil føre til en større samlet erhvervsaktivitet afhænger dog i høj grad af hvilke alternative dyrkningsmuligheder, der er på de pågældende arealer. Det vurderes, at især dyrkning af pil på marginaljorde med lav alternativ dyrkningsværdi vil kunne give øget aktivitet, og ikke mindst vil pileydrkning på miljøfølsomme områder kunne bidrage til at sikre, at landbrugsbedrifter overholder kommende og skærpede miljøkrav og dermed opretholdelse eller sågar udvidelse af produktionsmulighederne på den øvrige del af ejendommen. Pileflis vil potentielt kunne fortrænge brugen af skovflis, men selv en stor udvidelse af pileydrkning vurderes ikke at ville ændre markedsvilkårene for skovflis i større grad. Hvis produktionen af dansk pileflis er konkurrencedygtig med importeret træflis, er det sandsynligt, at pileflis i nogen udstrækning vil erstatte importeret træflis, hvilket vil have en positiv virkning på dansk økonomi og samtidig bidrage til større forsyningssikkerhed.

8.2 Omkostninger til høst og transport af pil

Indledning

Der er i projektet udarbejdet et modelværktøj til beregning af høst og transportomkostninger. Resultaterne herfra er imidlertid ikke indarbejdet i budgetkalkulerne for pil, og derfor er der mindre afvigelser mellem kapitel 7 og 8 mht. de anførte omkostninger.

Da høst og transport af pil udgør en af de største omkostningsposter og logistiske udfordringer ved pileproduktion, er der udarbejdet økonomiske analyser specifikt vedrørende denne del af pileproduktionen, dvs. en uddybning i forhold til kapitel 7 om driftsøkonomi ved pileydrkning. Umiddelbart er der to dominerende høstmetoder, som tilbydes i Danmark, nemlig høst med direkte flisning og helskudshøst. Høstmetoderne er nærmere beskrevet i kapitel 6. Høst med direkte flisning synes at rumme både kapacitetsmæssige og håndteringsmæssige fortrin, der tilsiger, at dette for nærværende er

den mest rationelle metode til høst og flisning, og den er da også pt. den mest udbredte.

Finsnitteren kan efterspændes en tipvogn til flisen. Ved fuldt læs kan flisen læsses i containere eller i en stak som mellemlager, begge dele ved fast vej. Flisen kan også tippes over i en frakørselsvogn, som derefter kører flisen et andet sted hen. I det tilfælde der er to frakørselsvogne, kører snitteren uden den efterspændte vogn. De to ledsagevogne kører på skift ved siden af snitteren. Dette er den løsning, der bedst udnytter høsterens kapacitet, men man skal være opmærksom på, at der let kan opstå ventetid for vognene, hvis afstanden til mellemlageret er kort.

Eftersom en stak med pileflis ret hurtigt vil begynde at kompostere, må det påregnes, at flisen skal anvendes relativt hurtigt efter høst. For at indhente viden om transportsystemer er rettet henvendelse til Dansk Biotransport i Holstebro, der har stor erfaring med transport af savsmuld, spåner, flis og træpiller. Desuden har firmaet Ejnar Hessel i Års bidraget med oplysninger om anskaffelsespriser på lastvogne. Her foreslog man til formålet anvendelse af lastvogn med anhænger til transport af to 20 fods containere. Hvis der er tale om større marker med pil, kan man stille et par containere ud på forhånd, enten ved marken eller et andet sted hvor ledsagevognene så kan komme og læsse af. Alternativet hertil er at lægge flisen i en stak på jorden eller på presenning, og så læsse det på containerbilen med en svinggrab. Denne læsning tager nogen tid, men til gengæld undgår man at skulle læsse og losse containerne.

Model for omkostninger til høst, frakørsel og transport

Der er som led i BioM-projektet udarbejdet en regnearksmodel, der under forskellige forudsætninger kan beregne omkostninger til høst, frakørsel og transport af pileflis. I sin nuværende udformning er modellen dog alene indrettet til at regne på høst med direkte flisning. Modellen anvender en række detaljerede forudsætninger, der er baseret på danske og svenske erfaringer, herunder tidsstudier og øvrig dataopsamling indhentet som led i projektet. Foruden viden om kapaciteter, priser og forbrug er der skønnet fx tidsforbrug til service og pauser. De fleste forudsætninger kan varieres og dermed tilpasses konkrete cases. Fx vil den høstede mængde afhænge af den valgte høstfrekvens. Modellen regner alene i høståret, og høstudbyttet svarer derfor til den tilvækst, der opnås mellem høstintervallerne. Skal resultaterne omregnes til årlige beløb, må der divideres med antal år mellem høst.

Modellen skal opfattes som repræsenterende en situation med relativt gode høstforhold, dvs. et relativt stort areal, rimelige tilkørselsforhold og rimeligt føre. Modellen er ikke i stand til at tage højde for fx små og skæve marker, vanskelige tilkørselsforhold, sne og bløde marker.

Oversigt over det anvendte høst- og transportsystem:

- Der høstes med selvkørende finsnitter med specialskærebord
- Finsnitteren kan trække en tipvogn til frakørsel eller alternativt anvendes frakørselsvogne
- Tipvogn efter finsnitteren eller frakørselsvogne kan tippe flisen i container eller alternativt i midlertidig markstak
- Transport fra mark til aftager foregår med lastvogn og anhænger med to 20' containere
- Fra stak kan flisen læsses med grab

Det nævnte udstyr udgør en del af forudsætningsgrundlaget for beregningerne. Nedenfor vises et udpluk af de øvrige forudsætninger. De fleste af disse kan varieres.

Der er her anvendt en volumenvægt på 0,160 tons TS/rm efter svenske kilder, mens der i de øvrige dele af rapporten er anvendt 0,145 tons TS/rm efter en tidligere dansk undersøgelse. Eftersom høsten af pil i Danmark indtil videre er foregået ved maskinstation, kan omkostningerne opgøres på timebasis. Det gælder både selve høsten, frakørsel og transport. Modellen beregner således høst, frakørsel og transportomkostningerne baseret på oplyste timebaserede maskinstationspriser.

Anvendte timepriser til høst og transport

Omkostninger til høst og frakørsel

Som det fremgår, er der forudsat en mark på 10 ha. Det er forudsat, at bredden er 250 m, og det er antaget, at den gennemsnitlige afstand mellem høstmaskinen og markkanten er halvdelen heraf, 125 m, svarende til den afstand høstmaskinen eller frakørselsvognene skal køre for at kunne læsse af. I dette grundscenarie forudsættes det med andre ord, at lastvogne kan komme frem til markkanten og læsse containere, hvilket ikke nødvendigvis altid er tilfældet. Beregningerne er foretaget med 0, 1 eller 2 frakørselsvogne, og omkostninger til høst, frakørsel og transport er vist i tabel 8.1.

Tabel 8.1. Omkostninger til høst, frakørsel og transport, kr./rm flis, kr./ton flis og kr./GJ. Containere ved markkant

Høstet areal	10 ha		
Høstudbytte, råvare	172,5 rm/ha		
Energiudbytte	443,3 GJ/ha		
	0 frakørselsvogn	1 frakørselsvogn	2 frakørselsvogne
Tidsforbrug høst, timer	18,3	14,1	14,1
Høstomkostninger i alt, kr.	36.692	37.109	45.559
Transportomkostninger i alt, kr.	22.712	22.712	22.712
Omkostninger i alt	59.403	59.820	68.270
Høstomkostninger, kr./rm	21	22	26
Transportomkostninger, kr/rm	13	13	13
Omkostninger i alt, kr/rm	34	35	40
Omkostninger i alt, kr/ton flis	108	108	124
Energiindhold, GJ/ton	8,03	8,03	8,03
Høstomkostninger, kr/GJ	8,28	8,37	10,28
Transportomkostninger, kr/GJ	5,12	5,12	5,12
Høst og transport i alt, kr/GJ	13,4	13,5	15,4

Det fremgår af tabellen, at de laveste høstomkostninger findes, når der ikke anvendes frakørselsvogne i det analyserede scenarie. Det skyldes den korte afstand til aflæsningsstedet, hvor det ud fra beregningerne at dømme er mest optimalt ikke at anvende frakørselsvogne. Dette vil naturligvis ændres, hvis det fx ikke er muligt for lastvogne at afhente containerne ved markkanten, eller hvor det er nødvendigt at transportere flisen til containere eller mellemlager i større afstand. Dette forhold er belyst i tabel 8.2.

Tabel 8.2. Høstomkostninger ved stigende afstand til mellemlager.

Høstet areal	10 ha		
Høstudbytte, råvare	172,5 rm/ha		
Energiudbytte	443,3 GJ/ha		
	Høstomkostninger, kr/rm		
Afstand til mellemlager, m	0 frakørselsvogn	1 frakørselsvogn	2 frakørselsvogne
125	21	-	-
250	26	22	-
500	35	22	-
1.000	54	22	-
3.000	128	-	26

Tabellen viser, at så længe containerne kan placeres i markkanten, vil den billigste løsning være at høste uden frakørselsvogn. Men så snart afstanden øges til 250 m, vil en enkelt frakørselsvogn reducere høstomkostningerne pr. rm i forhold til den situation, hvor høstmaskinen selv skal læsse af i containeren. Frakørslen kan ifølge beregningerne klares med en frakørselsvogn ved en afstand på indtil 1,3 km, hvorefter der skal to vogne til. De to vogne kan klare opgaven indtil knap 3 km, ifølge beregningerne, hvorefter der så skal flere vogne til. Når der anvendes 0 eller 1 frakørselsvogn, skal høstmaskinen anvende en bugseret tipvogn til opsamling af den høstede flis.

Høstomkostningerne vil i et vist omfang afhænge af markens størrelse, form og tilgængelighed. Der er i beregningerne taget udgangspunkt i en rektangulær mark på 10 ha, med en længde på 400 m og en bredde på 250 m. Her blev høstomkostningerne som vist i tabel 9.1 beregnet til at være 22 kr./rm flis i grundscenariet med anvendelse af en frakørselsvogn. Hvis marken skaleres ned til 2,5 ha, men i øvrigt har samme form øges omkostningerne til 25 kr./rm, og hvis marken øges til 40 ha falder omkostningerne til 21 kr./rm. Det tyder på, at de anvendte forudsætninger for klargøring og startomkostninger ikke gør den helt store forskel på høstomkostningerne pr. enhed ved forskellig markstørrelse. Men hvis markens form ændres bliver konsekvensen større. Hvis marken var dimensioneret anderledes, så fx længden var 250 m og bredden 400 m. ville der findes langt flere rækker, nemlig en stigning fra 222 til 356 rækker (enkeltrækker), hvilket ville besværliggøre høsten med mange flere vendinger og dermed øget tidsforbrug til følge. I så fald er høstomkostningerne beregnet til 37 kr./rm. Der vil givetvis også forekomme højere høstomkostninger i tilfælde, hvor markerne er vanskeligt tilgængelige, vandlidende eller har en anden form, fx kiler, der ofte vil øge tidsforbruget.

Omkostninger til transport fra mark til aftager

I grundscenariet er der som nævnt forudsat anvendelse af to containere til transport af flisen til varmeværket. En anden metode, der ofte anvendes til transport af skovflis fra store stakke er læsning med en svinggrab monteret på lastbilen. Der anvendes fortsat lastbil med to containere til transporten.

En analyse af økonomien i disse to transportsystemer viser, at systemet, hvor finsnitte eller frakørselsvogne aftipper flis direkte i containere, giver transportomkostninger på 13 kr./rm, mens systemet med aftipning i markstak og derefter læsning af lastbil med svinggrab giver transportomkostninger på 17 kr./rm.

I beregningerne er der forudsat et tidsforbrug til læsning af løs flis med svinggrab på 30 minutter mere end ved læsning af containere. Resultaterne viser ikke overraskende, at løsningen med containere placeret ved markkanten er den billigste løsning, da det kræver et mindre tidsforbrug at læsse containere end at læsse flis fra markstak med svinggrab. Til gengæld kræver løsningen med containere ved markkanten, at der mens marken høstes hele tiden er tomme containere klar ved markkanten. Det kræver, at denne del af logistikken planlægges nøje

I transportberegningen er der forudsat en transportafstand på 30 km til varmeværket. Transportomkostningerne vil i sagens natur ændres hvis denne afstand varieres. Dette er belyst i tabel 8.3.

Tabel 8.3. Modelberegnete transportomkostninger ved forskellige afstande fra pilemark til varmeværk.

Afstand til varmeværk, km							
	10	20	30	40	50	75	100
Transportomkostninger, kr./rm	7	10	13	16	19	27	34
Transportomkostninger, kr./GJ	2,8	3,9	5,1	6,3	7,5	10,4	13,3

Tabellen viser en variation i transportomkostningerne på 7–34 kr./rm flis ved afstande på mellem 10 og 100 km. Resultaterne viser, at det i sagens natur er mest hensigtsmæssigt at sælge flisen i nærområdet. Dog synes det muligt at levere flisen i nogen afstand fra produktionsstedet før det samlede system bliver urentabelt.

Samlede omkostninger til høst, frakørsel og transport

I tabel 8.4 opgøres systemets samlede økonomi, som den ser ud fra landmandens synsvinkel, dvs. både omkostninger til dyrkning, høst og transport. Opgørelsen er foretaget dels pr. energienhed og dels pr. ha. Høst og transportomkostningerne er beregnet ved hjælp af modeller udarbejdet i projektet, og der kan derfor være mindre afvigelser ifht. de budgetkalkuler, der er anvendt i kapitel 7.

Tabel 8.4. Oversigt over økonomien for landmanden pr. energienhed og pr. ha. Omtrentlige størrelser.

	Kr/GJ	Kr/ha/år
Høstomkostninger, kr./GJ	8	1.220
Transportomkostninger, kr./GJ	5	1.000
Dyrkningsomkostninger, kr./GJ	14	2.000
Produktionsomkostninger	<u>27</u>	4.220
Salgspris, kr./GJ	42	6.200
Fortjeneste, kr./GJ	15	1.980
+ enkeltbetalingsstøtte		2.200
Pr. år ved høst hvert 3. år		4.180

Som nævnt er der i analyserne her alene fokuseret på høst med direkte flisning, bl.a. fordi det primært er dette system, der indtil nu har været anvendt i projektområdet i Vestjylland. Når denne høstteknik anvendes, og containertransport er mulig, viser tabellen en fortjeneste for landmanden på 15 kr./GJ, forudsat at salgsprisen han opnår er på 42 kr./GJ. Omregnes dette beløb til kr./ha, og inkluderes enkeltbetalingsstøtten beløber fortjenesten sig til ca. 4.200 kr. pr. ha på årsbasis. Dette forudsætter dog som nævnt, at der er tale om en forholdsvis stor pilemark med mulighed for rationel høst og frakørsel, samt at det antagede udbytneniveau opnås i praksis.

Indkøb eller leje af høstudstyr

Det har i projektet været drøftet, om det kunne være fordelagtigt for piledyrkerne i fællesskab i regi af leverandørforeningen at investere i det nødvendige høstudstyr. Det vil i givet fald kræve et langt højere omfang af piledyrkning i området. Fordelen skulle i så fald være, at høstomkostningerne muligvis kunne reduceres. Set fra en driftsøkonomisk synsvinkel, er det imidlertid tvivlsomt, om en sådan maskine ville kunne opnå en kapacitetsudnyttelse, der kan gøre den konkurrencedygtig med maskinstationernes maskiner, fordi disse også kan udnyttes om sommeren til snitning af græs og til snitning af majs om efteråret.

8.3 Organisering af piledyrkning

Stordriftsfordele og organisering ved piledyrkning

For at udnytte de forretningsmæssige muligheder ved piledyrkning er det nødvendigt at have fokus både på at øge indtægterne og reducere omkostningerne (se kapitel 7). Et vigtigt aspekt er i denne sammenhæng at udnytte de mulige stordriftsfordele. For nogle landmænd kan det være muligt at dyrke så store arealer med pil, at der kan opnås stordriftsfordele indenfor egen bedrift. For andre landmænd er dette ikke muligt, og det kan da være oplagt at opnå stordriftsfordele ved organisering af piledyrkning og afsætning i forskellige former for dyrknings-/afsætningsfællesskaber. Fællesskabet kan f.eks. dreje sig om følgende aspekter:

- **Plantning:** Pil etableres som regel af en specialiseret entreprenør. Hjemtagelse af samlet tilbud på stiklinger og plantning af en række pilemarker kan medføre en lavere etableringsomkostning.
- **Ukrudtsbekæmpelse:** Ofte har landmænd selv det fornødne udstyr til både kemisk og mekanisk ukrudtsbekæmpelse, men der kan være muligheder for fælles indkøb af f.eks. en rækkefræser, som ikke vil kunne udnyttes optimalt på kun én bedrift.
- **Høst:** Da høst udgør den største omkostningspost ved piledyrkning, er det vigtigt at effektivisere høsten. Høstmaskiner til pil fås i flere prisklasser, men generelt er der tale om dyre maskiner, som skal høste betydelige pilearealer for at kunne forrentes. Hvis der er tale om selvkørende finsnittere monteret med pileskærebord, så vil selve finsnitteren ofte skulle bruges til høst af græs og majs i sommerhalvåret og til pilehøst i vinterhalvåret for at opnå en fornuftig udnyttelse. Derfor vil det ofte – som det har været tilfældet indtil nu i Danmark – være en maskinstation, der køber pileskærebord til en finsnitter, som maskinstationen i forvejen har til høst af græs og majs og derved kan udnytte maskinen bedre. Alternativt kan en piledyrkerforening med et betydeligt pileareal selv vælge at købe en finsnitter med pileskærebord, men der vil givetvis være behov for ganske store pilearealer for at sikre en fornuftig udnyttelse af maskinen. Det samme vil være tilfældet, hvis en piledyrkerforening vælger at indkøbe en helskudshøster eller en anden pilehøster med høj anskaffelsespris. Hvis der er tale om en billigere traktormonteret pilehøster, kan det være tilstrækkeligt med et mindre pileareal til at forrente indkøbet, og maskinen vil evt. kunne købes i fællesskab af en mindre gruppe pileavlere.

Uanset om høstmaskinen ejes af en maskinstation eller en gruppe af pileavlere vil høstomkostningerne kunne reduceres, når der er tale om et større pileareal i et givent område.

- **Transport:** Ved høst af pil er det vigtigt, at pilehøsteren ikke står stille pga. ventetid, og frakørsel af flis i marken skal derfor fungere optimalt. Afhængig af afstanden fra pilemark til markstak/container kan der være behov for flere frakørselsvogne, og det kan være oplagt, at pileavlere hjælper hinanden med frakørsel ved høst. Hvis der er relativt kort afstand fra pilemark til varmeværk, vil pileflisen kunne transporteres med traktor og vogn helt til varmeværket, og i så fald vil pileavlere også med fordel kunne hjælpe hinanden.
- **Afsætning:** Ved afsætning af pileflis vil det ofte være muligt at opnå en bedre afregningspris ved salg af større mængder. I visse tilfælde vil det desuden kun være muligt at indgå en aftale med en aftager, hvis der kan leveres en given mængde flis – evt. mere end de enkelte pileavlere kan levere hver især, og hvorved der kan opnå større forsyningsikkerhed. Derfor kan det være en fordel at afsætte pileflis samlet fra en række pileavlere, hvad enten der afsættes til en mellemhandler eller direkte til et varmeværk. Ligeledes kan aftageren have et ønske om ikke at skulle lave aftale direkte med så mange leverandører, hvorved en samlet aftale for en gruppe landmænd kan være en løsning.
- **Rådgivning:** Pileavlere vil generelt have brug for rådgivning vedr. dyrkning og afsætning m.v. Hvis der er en større gruppe pileavlere i et område, kan dele af rådgivningen effektiviseres, f.eks. ved at udsende fælles meddelelser om aktuelle forhold til hele gruppen og ved at afholde fælles møder og markvandring med orientering og erfaringsudveksling. Erfaringsudvekslingen vil også forbedres af, at det er en fordel for deltagerne at hjælpe hinanden.

Der er således en række aspekter, hvor organisering af dyrkning og afsætning af pil i fællesskaber kan være en fordel. Organiseringen i fællesskaber kræver dog en indsats, og der skal påregnes en omkostning til arbejdet med at organisere og koordinere. Organiseringsindsatsen vil i nogle tilfælde og for nogle opgavers vedkommende kunne varetages af pileydkerne, f.eks. bestyrelsen i en pileavlerforening, der kan have en slags sekretariatsfunktion. I andre tilfælde kan pileavlerforeningen vælge at købe f.eks. den lokale landboforening til at varetage nogle af opgaverne, og ofte vil der være et samspil mellem pileavlerforeningen og landboforeningen. Hvis foreningen er tilstrækkeligt stor, kan der evt. ansættes en person på deltid eller fuld tid. Det er under alle omstændigheder vigtigt at erkende vigtigheden af opgaven med at organisere disse fællesskaber, og at det udgør en nødvendig omkostning for at udnytte stordriftsfordelene.

I den indledende fase, hvor pileydkerne i et område er under opbygning, kan der være begrænsninger i, hvilke opgaver og aktiviteter en pileavlerforening kan påtage sig, og der kan være nødvendigt at benytte sig af entreprenører og mellemhandlere. Ved udvidelse af medlemstal og pileareal kan foreningen evt. udvikle sig til at spille flere roller. For eksempel kan en forening muligvis på sigt stå for afsætning af pileflisen, og derved være den aktør der indgår kontrakterne med varmeværkerne. Foreningen kan muligvis også i stigende grad stå for planlægning af høst og logistik.

Omvendt kan den situation også tænkes, at foreningen ønsker at spille en relativt beskeden rolle, hvor rollen som planlægger og formidler overgives til maskinstationer eller flisentreprenører/-leverandører i området. Hvad der i sidste ende vælges afhænger af en række ting, og det er derfor ikke muligt entydigt at afgøre hvilken strategi, der vil være den optimale at følge. En af de vigtige parametre vil være, hvilken størrelse foreningen kan få, og hvilket omfang aktiviteterne kan udvikle sig til. Det gør sig

for eksempel gældende i spørgsmålet om, hvorvidt foreningen kan have fordel af at investere i sit eget materiel til høst og transport af flisen. Det kan også være en mulighed, at foreningen indgår en flerårig aftale med en maskinstation om høst m.m., så der vil være et grundlag for en maskinstation for at investere i det nødvendige høstudstyr.

Eksempler på organisering af piledyrkning

Nedenfor er beskrevet nogle eksempler på organisering af piledyrkning i større skala.

- *Vestjysk Pileleverandørforening*
I BioM-projektområdet i Vestjylland er der i 2008 etableret Vestjysk Pileleverandørforening (se nærmere beskrivelse i kapitel 9). Der er ca. 120 medlemmer og et pileareal på ca. 640 ha. Foreningens bestyrelse har hjemtaget fælles tilbud for plantning, høst og afsætning til gavn for foreningens medlemmer. Afregning for høst og/eller salg af flis foregår direkte mellem landmand og entreprenør. Vestjysk Pileleverandørforening har et nært samspil med Vestjysk Landboforening, der har været tovholder for en række aktiviteter i regi af Vestjysk Pileleverandørforening. Landboforeningen har forestået forskellige opgaver i forbindelse med vurdering af arealer forud for plantning (inkl. udpegninger og restriktioner), rådgivning om dyrkning af pil og koordinering af arealer til plantning og høst.
- *Syddansk Piledyrkerforening*
I Sønderjylland er der i 2010 etableret Syddansk Piledyrkerforening (Jensen, 2012). Der er 30 medlemmer i foreningen og et pileareal på ca. 250 ha og et poppelareal på ca. 50 ha. Indtil videre er der kun plantet og ikke høstet endnu, men der skal høstes 110 ha pil i vinteren 2012/2013. Foreningens bestyrelse har hjemtaget tilbud på plantning. Der hjemtages nu tilbud på høst fra flere maskinstationer, ligesom det overvejes, om der alternativt skal indkøbes en mindre traktormonteret pilehøster. Foreningen har aftalt afsætning af pileflis med et lokalt varmeværk, og der er opnået en merpris i forhold til normal pris for pileflis, mod at foreningen leverer pil fra 110 ha i en aftalt periode. Foreningen har endvidere forhandlet en samlet pris for transport af pileflis. Landboforeningen LHN varetager visse opgaver for Syddansk Piledyrkerforening, bl.a. regnskabsopgaver.
- *Piledyrkning på Vestfyn*
På Fyn har Assens Fjernvarme taget initiativ til dyrkning af pil i større skala med henblik på en større grad af lokal biomasseforsyning (Petersen, 2012). Siden 2009 er der plantet ca. 230 ha pil på Fyn og 50 ha pil på Langeland. Kontraktforholdene har ændret sig løbende siden starten af initiativet. I de første kontrakttyper (21 års løbetid) var Assens Fjernvarme stærkt involveret på dyrkningssiden, idet Assens Fjernvarme afholdt omkostningerne til etablering, jordforberedelse, høst og transport til værket. Landmanden skulle varetage den løbende pleje (sprøjtning + gødskning m.m.). Landmanden skulle som udgangspunkt levere 12 tons TS/ha/år og fik for dette en fast årlig betaling. Betalingen blev indeksreguleret efter udviklingen i flisprisen samt efter det opnåede udbytte pr. ha. I den seneste kontrakttype (hvor løbetiden i realiteten er valgfri men landmændene har lagt ud med 6 års løbetid) skal landmanden selv afholde alle omkostninger forbundet med piledyrknningen herunder etablering, høst og pleje m.v., og Assens Fjernvarme afregner blot for den leverede flismængde. I de første kontrakter entrerede Assens Fjernvarme således direk-

te med maskinstation vedr. høst m.m., mens det i den seneste kontrakttype er pileavlerne, der skal entrere med maskinstationen.

Landboforeningen Patriotisk Selskab har haft en koordinerende funktion ved organiseringen af pileydrkningen på Fyn. Landboforeningen har dels rådgivet pileavlerne om dyrkningsmæssige forhold og dels varetaget kontraktmæssige og administrative forhold for Assens Fjernvarmeværk samt ikke mindst fungeret som bindeled mellem pileavlerne og Assens Fjernvarme. Der er nu etableret en 'pileyrkerstyregruppe' med tre medlemmer, der er valgt af pileavlerne på Fyn, og styregruppen skal fremover forestå kontakten mellem pileavlerne og Assens Fjernvarme.

- *Pileydrkning på Nordsjælland*

Landboforeningen Agrovi på Nordsjælland har taget initiativ til at danne en 'pileyrkerklub'. Der er ikke tale om en egentlig forening men et dyrknings samarbejde i regi af Agrovi, hvor Agrovi forestår arbejdet med koordinering af plantning, høst og afsætning samt rådgiver pileavlerne om dyrkning.

Pileavlerne betaler et kontingent pr. ha med pil. For dette kontingent sørger Agrovi for aftaler om plantning og høst og får en samlet pris til klubbens medlemmer. Desuden besøger Agrovi pileavlerne 3-4 gange i løbet af vækstsæsonen og rådgiver vedr. dyrkning. Endvidere laver Agrovi aftale med lokale varmeværker om afsætning af pileflis. Afregning for plantning, høst og transport foregår direkte mellem pileavleren og entreprenøren. Agrovi er mellemed ved afsætningen af flis, dvs. Agrovi opkøber flis fra pileavleren og sælger den til varmeværket. Derved har varmeværket ikke så mange leverandører at afregne med.

- *Svenske erfaringer med organisering af pileydrkning*

I Sverige har der været dyrket betydelige arealer med pil, og der er mange – både gode og dårlige – erfaringer med dyrkning og afsætning af pil (Jordbruksverket, 2012; Gunnarson et al., 2012).

I en svensk publikation gives bud på 5 faktorer, som bidrager til at gøre pileydrkning rentabelt (Gunnarson et al., 2012):

- Engagement ved dyrkning og afsætning
- God dyrkning med højt udbytniveau
- Geografisk placering i forhold til afsætning
- Tilførsel af spildevand og spildevandsslam
- Samarbejde ved dyrkning og afsætning.

Udover de dyrkningsmæssige aspekter fremhæves samarbejde således også som en vigtig faktor. Ved at flere pileavlere går sammen, kan der sikres en bedre udnyttelse af maskiner, ligesom det kan bidrage til større forsyningsikkerhed (Jordbruksverket, 2012). Samarbejde blandt flere pileavlere om at gå ind i flere led af værdikæden kan også være med til at reducere omkostningerne og udjævne evt. forskelle i værditilvæksten mellem de forskellige led (Jordbruksverket, 2012).

Selvom de nævnte danske eksempler endnu kun omfatter relativt begrænsede pilearealer og måske ikke kan betegnes som "storskala", så udgør de dog eksempler på forskellige former for organisering af pileydrkning i større skala i et geografisk område. Et fælles træk for disse eksempler er, at der har været initiativtagere, som har set muligheder i pileydrkning og i at samle kræfterne inden for pileydrkning og afsætning i et

område. Interessant nok har initiativtagerne forskellige baggrunde og repræsenterer både landmænd/pileleverandører, landboforeninger/rådgivere og varmegærker/aftagere. Ligesom det kendes fra andre produktions- og afsætningsfællesskaber i landbruget beror udviklingen inden for organisering af pileydrkning også på iværksættere og ildsjæle.

Eksemplerne illustrerer desuden, at organisering af pileydrkning kan gøres på forskellige måder. Pileavlerne/pileavlerforeningen kan f.eks. involvere sig mere eller mindre i de forskellige dele af værdikæden; i nogle tilfælde kan pilen sælges på roden, og i andre tilfælde kan der sælges pileflis direkte til et varmegærk. Kontrakter vedr. afsætning kan ligeledes variere fra salg på spotmarkedet til mangeårige kontrakter.

8.4 Afsætning af pil

Træflismarkedet i Danmark

Brancheorganisationen Dansk Fjernvarme omfatter 405 fjernvarmegærker i Danmark og vurderer, at 90-100 af værkerne anvender træflis i energiproduktionen. Ifølge organisationens statistik, der bygger på frivillig indberetning fra værkerne, er der 54 værker, der anvender flis til kedeldrift (varmeproduktion) og 7 til kraftvarme. Hertil skal det bemærkes, at kun 264 værker (65 %) af medlemmerne i Dansk Fjernvarme havde indberettet ved seneste indberetning.

Energistyrelsen udarbejder hvert år en statistik over produktion, forbrug og handel med energi i Danmark. Statistikken er opgjort på energitype/brændselstype og anvendelsesområde. Skovflis indgår i statistikken som selvstændig kategori, og ifølge Energistyrelsen omfatter "skovflis" al brændselsflis, herunder – må det formodes – også pileflis. I 2011 var produktionen af skovflis 11.291 TJ svarende til 1.214.086 tons, og importen var 5.817 TJ svarende til 625.484 tons. Det samlede forbrug af flis i kategorien skovflis har således i 2011 været 1.839.570 tons, hvoraf ca. 34 % er importeret. Den anvendte omregningsfaktor er 9,30 GJ/ton, hvilket svarer til 45 % vand i flisen (blandet flis) (DFP, 2012).

Der anvendes således meget store mængder træflis i den danske energisektor. Pileflis vil i overvejende grad skulle indgå på dette træflismarked og erstatte/supplere skovflis. Nedenfor er refereret erfaringer fra udvalgte varmegærker, der anvender eller har anvendt pileflis.

Varmegærkers erfaringer med pileflis

Dansk Fjernvarme har spurgt 16 udvalgte biomassefyrede varmegærker i Danmark om deres erfaringer med pileflis. Varmegærkerne har skullet svare på en række spørgsmål, og nedenfor gennemgås de væsentligste svar/resultater.

1. Har I prøvet at afbrænde pil?

Samtlige 16 værker afbrænder eller har prøvet at afbrænde pileflis.

2. Har I prøvet at afbrænde andre energiafgrøder? Hvis ja, - Hvilke?

12 varmegærker svarer nej, 3 svarer ja (heraf har 2 prøvet poppel, mens den tredje oplyser, at det drejer sig om kasseret såsæd), 1 besvarer ikke spørgsmålet.

3. Hvor meget har I afbrændt?

Svinger fra 2 til 4.000 tons, flertallet af varmegærkerne dog under 1.000 ton.

4. Er det afbrændt sammen med alm. flis?

Der er en lille overvægt af varmeværker, der afbrænder pileflis i samblanding med anden flis – typisk skovflis. Af flere angives formålet at være at få vandprocenten på det indfyrede flis ned (pileflis er den relativt fugtige del, skovflis den tørre del).

5. I hvilket blandingsforhold?

Blandingsforholdet mellem pileflis og anden type flis (oftest skovflis) er typisk 1:1, men forholdet kan variere helt ned til 15 % pileflis. Et enkelt værk har blandet pileflis med korn i forholdet 1:1.

6. Har I taget målinger af emissionerne under afbrænding?

Ét varmeværk angiver at have foretaget målinger af emissionen. Der er lavet kontinuerlig måling af CO, og grænseværdien er ikke overskredet.

7. Har I lavet analyser af asken fra afbrændingen?

Ét varmeværk angiver at have lavet analyser af asken (analyseresultatet er dog ikke oplyst).

8. Hvad var vandindholdet af pilen?

Vandindholdet i pileflis svinger fra ca. 25 til 63 %. Typiske værdier er 40-50 % vand.

9. Hvor længe havde pilen været lagret siden høstning?

Det svinger fra ingen lagringstid, hvilket vil sige, at pileflisen er afbrændt umiddelbart efter at pilekulturen er høstet, og til en lagertid på op mod 1 år. Ét enkelt værk svarer, at det har fået flis fra pil, der er høstet som helskud, der efterfølgende har ligget 3-5 mdr. inden fliushugning.

10. Gav afbrændingen praktiske problemer (slagge, tilstopning i indfødning o.lign)?

Flertallet af varmeværkerne oplever ikke at afbrænding af pileflis giver praktiske problemer. Fem af værkerne beskriver dog, at der kan opstå problemer i indfødningen af brændslet – særligt hvis flisen er meget fin (lille partikelstørrelse). I så fald kan der ske tilstopning i eksempelvis tragt. Ét værk svarer, at slaggen er anderledes ved fyring med pileflis, men at det ikke giver driftsforstyrrelser. Et andet værk nævner, at fyring kun med pileflis kan give kapacitetsproblemer, hvis vandindholdet i flisen er over 55 %. Problemet er, at kedlen ikke kan præstere 100 % ydelse, hvis vandindholdet i brændslet er for højt.

11. Observationer vedrørende askemængde (mængde, udseende, lugt)

Ca. halvdelen af værkerne har intet at bemærke vedr. asken fra pileflis. Fire værker observerer en større mængde aske fra pileflis sammenlignet med skovflis. Ét enkelt værk vurderer, at askemængden er mindre end ved skovflis.

12. Observationer vedrørende energiindhold?

9 ud af 16 varmeværker vurderer, at energiindholdet er mindre i pileflis end i skovflis. To værker anfører, at energiindholdet i pileflis er mere end 10 % mindre i skovflis (10-13 % mindre end i alm. skovflis og 10-15 % mindre end i nåletræsflis). Det lavere energiindhold gør det u hensigtsmæssigt at køre på pileflis ved fuldlast, skriver et af varmeværkerne. Et andet værk mener, at energiindholdet i pileflis er det samme som i skovflis, mens et tredje værk mener, at det ligefrem er højere.

13. Generel vurdering

Flertallet af varmeværkerne er generelt tilfreds med pileflis som brændsel. Et par af værkerne pointerer, at det lavere energiindhold (i forhold til skovflis) bør afspejles i prisen. Yderligere et par værker fremhæver, at flisen ikke må være for fin (dvs. for lille

partikelstørrelse), og endelig fremhæver to andre værker, at det høje vandindhold i frisk høst pil er en ulempe. Ét værk skriver, at pileflis giver større slid på kedlen og generelt større omkostninger, og at der er usikkerhed omkring logistik og levering. Endvidere er det samme værks opfattelse, at der er behov for en betydeligt større ensartethed i det leverede produkt – værket mener, at landbruget endnu ikke har erkendt dette. Et enkelt værk bedyrer, at det gerne vil indgå langtidskontrakt med leverandører og mener samtidig, at landbruget skal ansføres til at komme i gang med dyrkning af pil.

Udover erfaringsindsamlingen fra Dansk Fjernvarme er der også indsamlet yderligere kommentarer fra fjernvarmeværker, der har erfaringer med at anvende pileflis:

Fjerritslev Fjernvarme: Værket anvender pileflis, der blandes med skovflis i forholdet 1 til 2. Dette gøres fordi, pileflisen har et højt indhold af vand. Typisk er vandindholdet i pileflisen 47-48 %. Driftslederen mener, at kvaliteten af pileflisen er tilfredsstillende. Og der er ingen svampesporer i. Han mener, at flisleverandøren lagrer pileflisen indendøre i en hal, hvor der kan blæses i flisen. Driftslederen mener også, at det må være en fordel, at skuddene bliver ældre og dermed tykkere inden de høstes. Det flis, som hidtil er blevet leveret til værket, stammer vist nok fra toårige skud.

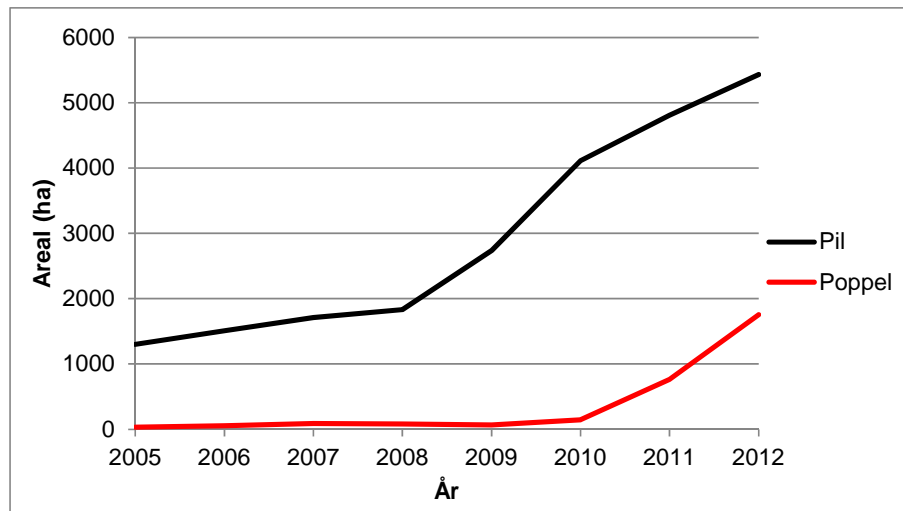
Hals Fjernvarme: Værket har sidste år brugt 100-200 tons pileflis, men har i nogle år været oppe på 500-600 tons pileflis. Er de sidste år ikke blevet tilbudt så meget som tidligere, muligvis fordi pileflisen leveres til andre steder. Værket køber på spotmarkedet og har 10-15 leverandører. Værket vurderer, at pileflis fra 1- eller 2-årige skud giver en for dårlig fliskvalitet, og at pileflis fra helskudshøster giver en helt anden og meget bedre kvalitet. Værket har en kedel, som er ikke er så afhængig af en god kvalitet.

Hinnerup Fjernvarme: Værket har i 2011 brugt ca. 1.500 tons pileflis, svarende til ca. 500 tons. På værket anvendes årligt 7.000-8.000 tons flis. Værket vurderer, at pileflis er lige så godt som andet flis. Har erfaret, at der er mindre sand i aske fra pileflis end i aske fra skovflis, eksempelvis flis fra gran. I pileflis kan vandindholdet være 55-60 %. Trods dette kan kedlen køre med 100 % last med pileflis.

Herningværket: Værket er Danmark største flisbaserede kraftvarmeværk, og det afbrænder tæt ved 300.000 tons flis om året. I starten af 2011 gennemførte det et mindre forsøg med afbrænding af 1.500 tons pileflis over fem dage. Koncentrationen af pileflis var 15 % i det indfyrede brændsel, og værket konstaterede ingen mærkbare driftsændringer som følge af pileflisen. Værket er positiv over for pileflis og vil gerne anvende det i fremtiden.

Produktion af pileflis ved opskaleret pileydrkning

I Danmark er det samlede pileareal i 2012 ca. 5.500 ha (figur 8.1). En væsentlig del heraf er tilplantet de seneste 3-4 år, hvorfor det er sparsomt med data for udbytter for de senest tilplantede arealer. På grundlag af forskellige opgørelse over udbytter i pil opnået i praksis (kapitel 2), kan der beregnes et sandsynligt årligt udbytte fra det nuværende areal med pil i Danmark. Med antagelse om et gennemsnitligt udbytte på 6 tons TS/ha/år kan der anslås en samlet produktion af pileflis i Danmark på 33.000 tons TS svarende til 530 TJ (tabel 8.1). Den samlede energimængde udgør således i størrelsesordenen 3 % af det samlede energiforbrug fra Energistatistikens kategori "Skovflis".



Figur 8.1. Udvikling i samlet areal med energipil og energipoppel i Danmark. (Data fra NaturErhvervsstyrelsen).

Som nævnt i kapitel 2 udnyttes pilens udbyttepotentiale i mange tilfælde ikke ved den hidtidige pile dyrkning i praksis. En betydelig del af det nuværende pileareal består af marker, hvor dyrkningsforholdene ikke er optimale (bl.a. pga. ældre, lavtydende pilearter, ringe jordbund, mangelfuld ukrudtsbekæmpelse mv.). Hvis dyrkningen optimeres, antages det, at der vil kunne opnås udbytter i størrelsesordenen 8-12 tons TS/ha/år, bl.a. afhængig af jordtype. I takt med at gamle og "dårlige" pilemarker erstattes med nye og mere veldrevne pilearealer, og at de yngste pilemarker når op på fuld produktion, formodes det gennemsnitlige pileudbytte pr. ha derfor at stige gradvist, hvilket vil øge den samlede mængde af pileflis.

Udover at en udbyttetigning pr. ha vil øge mængden af pileflis, så vil en udvidelse af pilearealet også øge mængden. Tabel 8.4 illustrerer, hvordan den samlede mængde pileflis vil øges ved en udvidelse af pilearealet og ved forskellige udbyttenevauer. Mens en udbyttetigning i pil især vil bero på udbredelse af en forbedret dyrkningspraksis, så vil en udvidelse af pilearealet især afhænge af landmænds alternative muligheder på et givent areal (se kapitel 7). Her vil markedsvilkår såsom flispris og kornpris samt rammebetingelser såsom tilskudsmuligheder og dyrkningsrestriktioner i forbindelse med øgede miljøkrav givetvis spille en afgørende rolle. Det vurderes dog som værende realistisk, at den samlede mængde pileflis i kraft af udbyttetigning og arealudvidelse vil kunne fordobles i løbet af få år.

Tabel 8.4. Anslået samlet produktion af pileflis i Danmark ved forskellige udbyttene og arealer med pil. Der er antaget et gennemsnitligt vandindhold på 50 % og et energiindhold på 8,03 GJ/ton råvare.

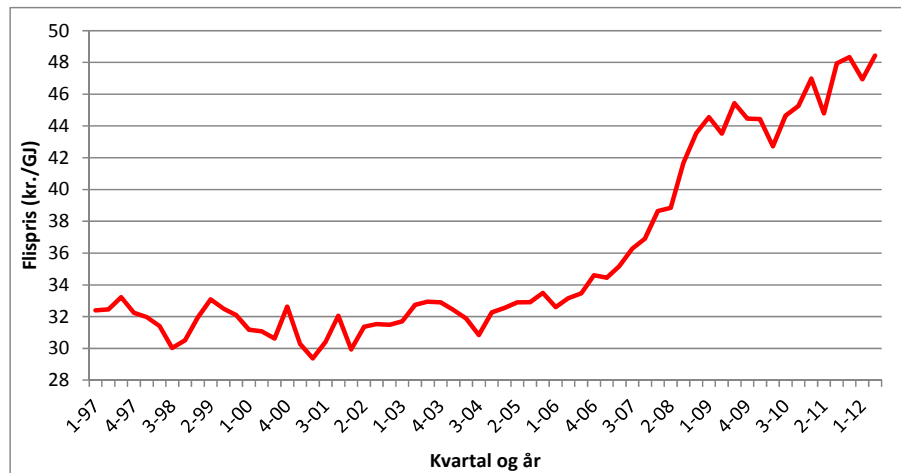
Pileareal i alt	Gnsn. udbytte	Flismængde (råvare)	Tørstofmængde	Energimængde
(ha)	(tons TS/ha/år)	(tons)	(tons)	(TJ)
5.500	6	66.000	33.000	530
	8	88.000	44.000	707
	10	110.000	55.000	883
10.000	6	120.000	60.000	964
	8	160.000	80.000	1.285
	10	200.000	100.000	1.606
15.000	6	180.000	90.000	1.445
	8	240.000	120.000	1.927
	10	300.000	150.000	2.409

Vurdering af afsætningsmuligheder for pileflis

Afsætning af pileflis sker under de vilkår, som træflismarkedet sætter, og pileflis skal derfor være konkurrencedygtigt med skovflis. Ud over pris lægger købere også vægt på kvalitet og forsyningssikkerhed. Pileflis kan her ses som en lokal biomassekilde, som kan medvirke til øget forsyningssikkerhed, sammenlignet med importeret træflis. Forespørgsler blandt fjernvarmeværker med erfaringer med pileflis (se ovenfor) viser, at varmeværkerne generelt er tilfreds med pileflis. Der er dog klare ønsker til en bedre kvalitet, især ses det gerne, at vandprocenten i pileflis kommer ned på niveau med regulær skovflis. Dette kan således være et udviklingsområde for at forbedre afsætningsmulighederne for pileflis.

Varmeværkerne må betragtes som værende den primære aftagergruppe til pileflis, og der er eksempler på varmeværker, der årligt bruger en vis andel af pileflis. Typisk køber varmeværker en del af brændslet hjem via spotmarkedet for flis men også via kontrakter af kortere eller længere løbetid, og de køber også gerne mindre partier. Varmeværkerne er endvidere forankret lokalt med en lokal bestyrelse og varmelevering i lokalområdet. Der kan i mindre grad også blive tale om andre fremtidige afsætningsmuligheder, f.eks. relativt tør pileflis til anvendelse i institutionsfyr eller på landbrugsbedrifter, til visse kraftvarmeværker eller evt. til produktion af træpiller.

Da der importeres træflis fra udlandet antages priserne i udenrigshandelen at være bestemmende for prisen på skovflis i Danmark og dermed også for prisen på pileflis (Energistyrelsen, 2012). Som forholdene er pt., dækker pileflis kun ca. 3 % af det samlede forbrug af flis i Danmark, og selv med en væsentlig udvidelse af pileproduktionen forventes det ikke at påvirke afsætningsforholdene væsentligt. Historisk har flisprisen været konstant gennem en lang årrække men med betydelig stigning de seneste 5 år (figur 8.2). Energistyrelsen (2011) vurderer, at markedsprisen for pileflis ligger 10 % under prisen for anden træflis. Prisen for træflis af dansk producent antages at stige med 1,5 % pr. år (Energistyrelsen, 2011). Den fremtidige udvikling i den generelle flispris vil være af stor betydning for afsætningsmulighederne for pileflis.



Figur 8.2. Udvikling i flisprisen fra 1997 til 2. kvartal i 2012. Gennemsnitspriser oplyst af Dansk Fjernvarme.

Alt i alt vurderes det, at der endog meget gode muligheder for en betydelig vækst i afsætningen af pileflis til de decentrale varmekæder rundt om i landet, såfremt der kan leveres flis efter aftagernes ønsker, dvs. pileflis af tilfredsstillende kvalitet, leveret til den aftalte tid og til en konkurrencedygtig pris. Derudover vil afsætningsmulighederne fremmes af en gensidig forståelse mellem pileavlere og aftagere af pileflis og kendskab til hinandens terminologi og vilkår.

8.5 Erhvervseffekter ved piledyrkning

En udvidelse af piledyrkning i Danmark vil medføre en række øgede aktiviteter omkring dyrkning, høst og afsætning. Hvis der i større omfang skal etableres nye pilemarker, vil det give øget beskæftigelse for producenter af stiklingemateriale og maskinstationer med plantemaskiner. Der vil også blive behov for mere udstyr til ukrudtsbekæmpelse, udbringning af gødning i høje pilekulturer og til høst, og der vil formodentlig være brug for udvikling af nye maskintyper og/eller modificering af eksisterende typer, og både udvikling og produktion vil øge aktiviteterne hos maskinfabrikker. Mens ukrudtsbekæmpelse og gødsning nok primært vil blive varetaget af pileavleren selv, vil høst formodentlig ofte blive udført af maskinstationer, der indkøber høstudstyr og kan udnytte udstyret optimalt ved at høste for et større antal pileavlere. Øgede mængder af pileflis vil også medføre større transportaktiviteter med positiv effekt på transportbranchen. Større udbud af pileflis kan evt. give grundlag for udvikling af kedler specifikt tilpasset forbrænding af pileflis. Hvis pileflisen videreføres, f.eks. ved nedtørring til anvendelse i mindre kedeltyper eller ved forarbejdning til træpiller, vil dette også medføre øget aktivitet.

En del virksomheder indenfor både salg af plantemateriale, maskinproduktion, transport, entreprenørarbejde og forarbejdning af biomasse er forankret i det midtjyske område, hvor BioM-projektet har fundet sted. Derfor vil der også kunne forventes en række afledte erhvervseffekter ved øget piledyrkning i dette område.

Hvor vidt den udvidede piledyrkning vil føre til en større samlet erhvervsaktivitet afhænger i høj grad af, hvilke alternative dyrkningsmuligheder der er på de pågældende arealer. Hvis pil 'blot' erstatter en anden afgrøde, vil det evt. kun føre til en ændring i aktiviteterne men ikke en større samlet aktivitet. Hvis pil derimod dyrkes på arealer, som ikke er så egnede til anden produktion, så kan piledyrkingen medføre en øget aktivitet, både på landbrugsbedriften men også i andre led i værdikæden og i tilknyt-

tede erhverv som nævnt ovenfor. Disse arealer kan f.eks. omfatte våde marginaljorde eller tørre marginaljorde med højt grundvandsspejl, hvor dyrkning af f.eks. korn ikke er optimal. Udover disse dyrkningsmæssige betingelser så kan miljømæssige forhold vise sig at spille en afgørende rolle for de erhvervmæssige perspektiver ved piledyrkning. Hvis pil dyrkes på miljømæssigt sårbare arealer, kan piledyrkning bidrage til at sikre, at landbrugsbedrifter overholder kommende og skærpede miljøkrav og dermed opretholdelse eller sågar udvidelse af produktionsmulighederne på den øvrige del af ejendommen. Derved kan piledyrkning have en indirekte positiv effekt på den samlede landbrugsproduktion og heraf afledte erhvervseffekter.

Et andet aspekt ved piledyrkningens erhvervmæssige perspektiver drejer sig om, hvor pileflisen indpasses i den eksisterende biomasseforsyning. Pileflis vil generelt kunne sidestilles med skovflis og derfor være i konkurrence med skovflis. Et øget udbud af pileflis vil derfor potentielt kunne have en negativ effekt på skovflisbranchen, dvs. at erhvervsaktiviteter i princippet blot kan skifte fra skovflisområdet til pileflis-området. For nuværende kan mængden af pileflis som tidligere nævnt anslås til at udgøre i størrelsesordenen 3 % af det samlede flisforbrug i Danmark. Selv ved en evt. fordobling af pileflisproduktionen vil pileflis fortsat udgøre en meget lille andel af den samlede flisproduktion, og det synes ikke sandsynligt, at dette vil ændre markedsvilkårene for skovflis i større grad. Omtrent en tredjedel af flisforbruget i Danmark er baseret på importeret træflis. Med et stort globalt flismarked antager Energistyrelsen (2012), at prisen på både skovflis og pileflis i Danmark vil være styret af flispriserne i udenrigshandlen. Hvis produktionen af dansk pileflis er konkurrencedygtig med importeret træflis, er det sandsynligt, at pileflis i nogen udstrækning vil erstatte importeret træflis, hvilket vil have en positiv virkning på dansk økonomi. Samtidig kan en lokal produktion af flis bidrage til større forsyningssikkerhed sammenlignet med import af træflis, hvilket dog er vanskeligt at værdisætte. Dette er f.eks. tanken bag den produktion af pileflis på Vestfyn, som Assens Fjernvarme har taget initiativ til.

8.6 Konklusion

Mens en række rammebetingelser har betydning for fremtidsperspektiverne for piledyrkning så er der også væsentlige muligheder for at optimere piledyrkingen og dermed forbedre pileproduktionens konkurrenceevne. Høst og transport udgør et kritisk punkt i piledyrkning, og optimering af høst- og transportsystem er vigtigt i forhold til omkostningsminimering. Organisering af pileavlere i fællesskaber kan være en oplagt vej til stordriftsfordele i piledyrkning, bl.a. i forbindelse med plantning, høst, transport og afsætning. Hvis der produceres pileflis af konkurrencedygtig pris og kvalitet, vurderes afsætningsmulighederne at være gode. Organisering i fællesskaber kan også forbedre afsætningsmulighederne i kraft af større volumen. Opskalering af piledyrkning kan have en række positive erhvervseffekter, dog afhængig af hvad piledyrkingen erstatter.

8.7 Referencer

Energistyrelsen (2011). Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. Udgivet af Energistyrelsen, april 2011. 34 s. <http://www.ens.dk/da-DK/Info/TalOgKort/Fremskrivninger/beregningsforudsatninger/Documents/Foruds%C3%A6tninger%20for%20samfunds%C3%B8konomiske%20analyser%20p%C3%A5%20energiomr%C3%A5det%202011.pdf>

Energistyrelsen (2012). Beregningsmetode til samfundsøkonomiske omkostninger ved virkemidler i klimaplan 2012. 8. august 2012.

Gunnarson, C., Karlsson, E., Paulrud, S., Sager, A. & Rosenqvist, H. (2012). Lönsam salixodling. Tre goda exempel. Udgivet af JTI, Sverige. http://www.jti.se/uploads/jti/JTI_salixhäfte_webb.pdf

Jensen, O. (2012). Personlig meddelelse 27/9 2012 fra Otto Jensen, formand for Syd-dansk Piledyrkerforening.

Jordbruksverket (2012). Handbok för Salixodlare. Forfattet af Ronnie Hollsten, Olof Arkelöv og Gunnar Ingelmann, KanEnergi, Sverige. Udgivet af Jordbruksverket, Sverige. 24 s. http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr250.pdf

Larsen, H.F. (2012). Personlig meddelelse 27/9 2012 fra Henrik Fredgaard Larsen, konsulent ved landboforeningen Agrovi.

Larsen, S.U. (2010). Afsætning og afregning af energipil. www.landbrugsinfo.dk, 3/3 2010. Info-planter. http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Afgroeder/Energiafgroeder/Sider/Afsaetning_af_energipil.aspx

Larsen, S.U. & Maegaard, E. (2010). Følsomhedsanalyser for driftsøkonomi ved dyrkning af energipil. AgroTech og Videncentret for Landbrug, december 2010. Delprojekt fra BioM-projektet. 23 s. www.agrotech.dk/BioM

Petersen, K. (2012). Personlig meddelelse 27/9 2012 fra Kristian Petersen, konsulent ved landboforeningen Patriotisk Selskab.

9. EKSEMPEL: PILEDYRKNING I STOR SKALA I VESTJYLLAND

Tove Urup Madsen, Tove Holm Vistedsen, Søren Søndergaard

9.1 Sammenfatning

Dette afsnit omhandler de praktiske erfaringer, der er opnået med dyrkning og organisering af piledyrkning i projektområdet i Vestjylland. I 2008 gennemførtes et forprojekt for BioM-projektet vedr. piledyrkning, energiproduktion og miljøeffekt. Gennem forprojektet blev landmænd orienteret om mulighederne for piledyrkning, og der opnåedes forhåndstilsagn om plantning af 350 ha med pil. Forprojektet viste, at landmænd fortrinsvis overvejer pil af økonomiske årsager på arealer, der er vanskelige at dyrke og pga. de jagtmuligheder, der følger med pilen.

Tilskuddet, der er til at etablere energipil, motiverer i høj grad landmændene til at plante, da det er en dyr afgrøde at etablere, og det første afkast først kommer efter 2-3 år. For nogle landmænd er et væsentligt incitament for piledyrkning at opretholde enkeltbetalingen på arealet.

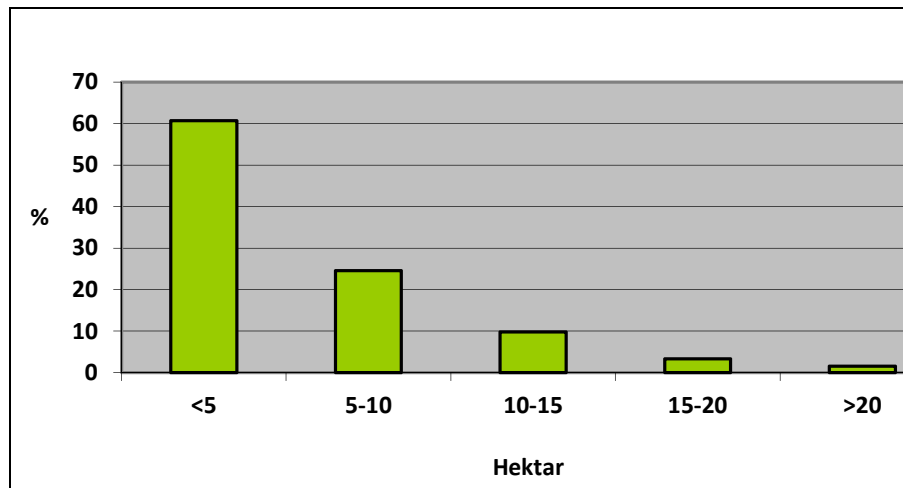
I 2008 blev Vestjysk Pileleverandørforening stiftet. Foreningens formål er at koordinere plantning og høst af energipil samt at formidle viden til medlemmerne. Vestjysk Landboforening har i hele perioden fra 2008 og frem til nu haft en understøttende funktion for leverandørforeningen.

9.2 Plantning af pilearealer i Vestjylland

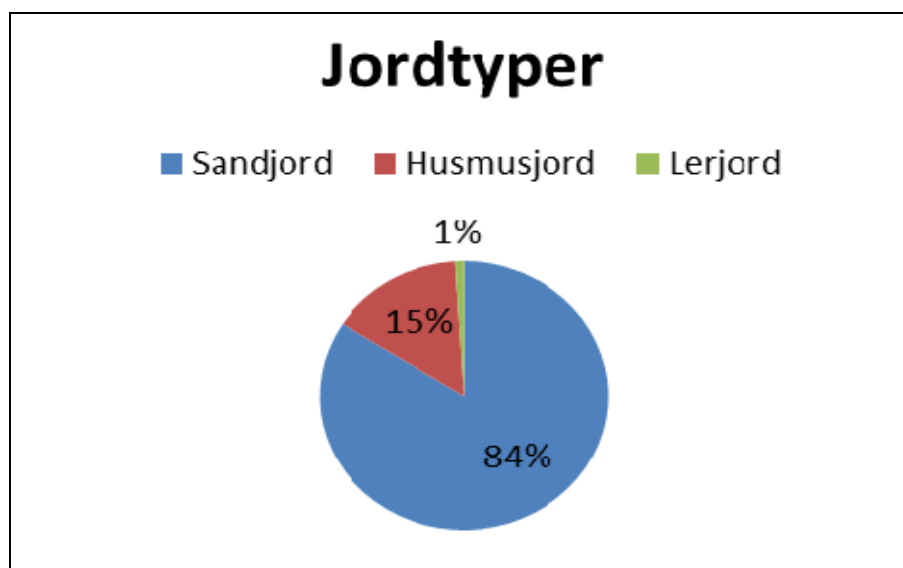
Med udgangspunkt i forprojektet blev der i foråret 2009 etableret 300 ha pil fordelt på 67 landmænd. I årene 2010-2012 er der ligeledes plantet en del pil (tabel 9.1). Som det fremgår, er det mest små arealer, der er plantet hos den enkelte avler. Flere avlere har plantet pil i to eller flere år, og der er p.t. i alt 122 avlere med i gennemsnit 5,2 ha med pil (tabel 9.1). Kun få pileavlere har plantet større arealer. Af de 122 pileavlere har 18 plantet mere end 10 ha, mens 74 har plantet mindre end 5 ha (figur 9.1). Der er plantet pil på både sandjord, lerjord og humusjord, og fordelingen er skønnet som angivet i figur 9.2.

Tabel 9.1. Tilplantning af pil i Vestjylland i hvert af årene 2009-2012. Det samlede antal pileavlere i alt er mindre end summen af pileavlere pr. år, da nogle pileavlere har plantet pil flere år.

År	Tilplantet pileareal (ha)	Antal pileavlere	Gnsn. Pileareal pr. avler (ha)	Gnsn. størrelse på pilemarker (ha)
2009	300,4	67	4,5	1,7
2010	184,2	60	3,1	1,7
2011	91,8	24	3,8	2,1
2012	62,3	13	4,8	2,6
I alt	638,7	122	5,2	1,8



Figur 9.1 Størrelsesfordelingen af pileareal pr. pileavler.



Figur 9.2. Skøn over fordeling af pilearealer i Vestjylland på forskellige jordtyper.

Der er ikke umiddelbart sammenhæng mellem størrelsen på landmandens pileareal og landmandens fokus på afgrøden. Der er både landmænd med få hektar og landmænd med mange hektar, der passer afgrøden rigtig godt, mens andre "glemmer" pilen eller "opgiver", fordi ukrudtsproblemet er blevet lidt for stort.

9.3 Betydning af regler og støtteordninger for pileyndyrkning

Regler vedr. muligheder for at plante pil

Der er en række regler, som kan påvirke mulighederne for at plante pil. Før der plantes pil, skal det afklares, om arealet er omfattet af sådanne regler. Hvis arealet eller dele af arealet er omfattet af §3 naturbeskyttelse, skal man have fundet ud af, om denne beskyttelse er reel, eller det er en, som kommunen kan fjerne, fordi arealet aldrig har opfyldt betingelserne eller er 'vokset ud' af beskyttelsen. Hvis det er hede, overdrev eller mose, får man ikke lov til at plante pil, men under andre forhold kan det lade sig gøre at få lov, men det beror på en konkret vurdering.

I Natura 2000 områder skal der altid søges om tilladelse til at plante energiafgrøder. Kommunen skal så undersøge om det er i orden i forhold til områdets udpegningsgrundlag.

For nogle vandløb og søer er der åbeskyttelses- og søbeskyttelseslinjer 150 m fra vandløbet eller søen. Hvis arealet er omfattet af disse beskyttelseslinjer, er det også nødvendigt at kontakte kommunen og få en vurdering af muligheden for at plante pil inden for beskyttelseslinjen. Hvis arealet ligger inden for en strandbeskyttelseslinje (300 m fra havet), skal der rettes henvendelse til Miljøministeriets miljøcentre.

Derudover er der beskyttelseszoner i forhold til fortidsminder og kirker, som man skal overholde. Derfor kan det i mange tilfælde være en rigtig god ide at kontakte sin plan-teavlsrådgiver eller kommunen inden plantning, så reglerne bliver undersøgt, og der ikke bliver plantet på steder, hvor pilekulturen kan blive krævet fjernet, fordi nogle regler ikke er overholdt.

Regler vedr. enkeltbetaling og pil som erstatning for efterafgrøder

Der kan opnås almindelig enkeltbetaling på ca. 2.280 kr. pr. ha til arealer med energiafgrøder, hvis de overholder de gældende krav. Der skal være min. 8.000 pileplanter pr. ha som gennemsnit for hele arealet, og der må max. være 20 % arbejdsareal. Arbejdsareal i denne forbindelse er et plantedækket areal rundt om og/eller i enderne af pilemarken, således at det er muligt at færdes med høstmaskiner i foragrene m.m. Muligheden for at få enkeltbetaling til dyrkning af pil er en af de afgørende faktorer for, om landmænd er interesseret i at vælge pil fremfor en anden afgrøde.

Det er fra 2011 blevet muligt at bruge energipil som et alternativ til etablering af lovpligtige efterafgrøder. Reglen gjalt i starten for pil etableret i 2011 og frem, men det blev senere muligt at medtage pil etableret i 2010 i beregningen, men ikke pil plantet i 2009 og tidligere. Ved reglens indførelse kunne 0,9 ha energipil erstatte 1 ha pligtig efterafgrøde, men reglen er nu ændret, så der nu kun skal 0,8 ha pil til at erstatte 1 ha lovpligtig efterafgrøde. Muligheden for at erstatte efterafgrøder med pil kan øge incitamentet for at vælge pil fremfor en anden afgrøde.

Etableringsstøtte og andre støtteordninger som motivationsfaktor

Der har i perioden 2010-2012 været mulighed for at søge etableringsstøtte til pil. I 2010-2011 var støtten på 3.200 kr. pr. ha, men satsen blev i 2012 hævet til 4.200 kr. pr. ha svarende til ca. halvdelen af etableringsomkostningerne. I 2012 har der desuden været mulighed for at søge et produktionstilskud til etablerede pilearealer på 500 kr. pr. ha. I perioden 2010-2012 har der også været mulighed for at søge ordningen Ekstensiv Landbrug (EL) til pilearealer, hvor man ikke sprøjter og er villig til at reducere kvælstofkvoten til 75 % af normen. EL-ordningen giver ca. 820 kr. pr. ha.

Alle disse tilskud motiverer nogle landmænd til at plante energiafgrøder. I det vestjyske område blev der dog etableret 300 ha pil i 2009, inden disse ekstra støtteordninger blev indført. Landmændene fik dog 1.500 kr. pr. ha ved etablering af pil i 2009, fordi Vestjysk Landboforening søgte projektmidler hjem. Det vurderes dog, at det er ikke støttens størrelse, der har udløst så mange hektar pil.

Det er vigtigt, at støtte til etablering af pil holdes på et niveau, hvor landmændene planter energipil, fordi de kan se en forretning i det, og ikke kun planter pga. tilskuddets størrelse. Dvs. der skal være et incitament for landmanden til at dyrke pilen omhyggeligt for at opnå et godt udbytte og dermed en fornuftig forretning. I Sverige var der i en periode et etableringstilskud til pil, der dækkede etableringsomkostningerne 100 %. Dette resulterede i, at pil nogle steder blev plantet pga. tilskuddet, uden at landmanden havde interesse i at passe kulturen optimalt.

9.4 Organisering af piledyrkning og piledyrkere

Stiftelse af leverandørforening

Forprojektet i 2008 viste som nævnt stor interesse for etablering af pil i Vestjylland. I september 2008 blev der på et møde i Vestjysk Landboforening nedsat en arbejdsgruppe bestående af landmænd med interesse i piledyrkning. Arbejdsgruppen havde til opgave at lave det indledende arbejde mht. at stifte en leverandørforening, bl.a. udarbejdelse af forslag til vedtægter og indkaldelse til stiftende generalforsamling. Konsulenter fra Vestjysk Landboforening bistod arbejdsgruppen med rådgivning og sparring i den forbindelse.

Vestjysk Pileleverandørforening blev stiftet den 2. december 2008. Foreningens formål er at koordinere plantning og høst af pil i området og at formidle viden om piledyrkning. De seks landmænd, der sad i arbejdsgruppen, blev valgt til bestyrelsen og har siden arbejdet med organisering af plantning, høst og afsætning. Bestyrelsen udarbejdede i samarbejde med Vestjysk Landboforening informationsmateriale om betingelser vedr. plantning. Bestyrelsen lavede aftale med Ny Vraa Bioenergy om plantning i 2009.

Desuden arbejder bestyrelsen med aktuelle områder, som kan have interesse for foreningens medlemmer. Vestjysk Landboforening sidder med ved bestyrelsesmøder i det omfang, det er formålstjenligt. På møderne udveksles erfaringer og problemstillinger om dyrkningstekniske udfordringer. Det er også på møderne, det afklares, hvornår der skal information ud til medlemmerne om foreningstiltag. Der er løbende kontakt mellem bestyrelsen og landboforeningen for at løse de forskellige udfordringer vedr. piledyrkning.

Der har været et forholdsvis stabilt medlemstal i leverandørforeningen (tabel 9.2). Medlemmerne omfatter både landmænd, der har fået plantet pil i årene 2009-2012, men også nogle som har plantet pil tilbage i 1990'erne samt andre med interesse for området. Medlemmerne er fordelt over et stort geografisk område.

Tabel 9.2. Udvikling i samlet medlemstal i Vestjysk Pileleverandørforening.

	2009	2010	2011	2012
Antal medlemmer	106	118	127	103

Foreningens aktiviteter og betydning for piledyrkning

Foreningen har fra 2009 og frem sørget for en generel aftale om plantning, og der er hvert år udsendt tilbud på pileplantning til foreningens medlemmer, hvor de har kunne tilmelde det ønskede antal hektar. Leverandørforeningen forestod afregning for plantning med plantningsleverandøren. Vestjysk Pileleverandørforenings kasserer stod for at kontrollere, at betalingen indløb, før plantemaskinen fik grønt lys for plantning, så foreningen ikke kunne pådrage sig evt. økonomisk tab.

I 2012 blev der for første gang udbudt tilbud om høst. Bestyrelsen indhentede priser på høst hos tre forskellige maskinstationer/entreprenører. Der var to maskinstationer med finsnitter med direkte flisning og en maskinstation med helskudshøster. Stadil Maskinstation kunne sørge for både høst og afsætning, mens Lydum Maskinstation tilbød høst, hvor landmanden selv skulle sørge for afsætning. DanLing Growing tilbød høst af helskud, hvor landmanden selv skulle sørge for flisning og afsætning. Der blev i vinteren 2011/2012 høstet 98,9 ha pil fordelt på 16 landmænd. Afregning for høst og/eller salg af flis foregår direkte mellem landmand og entreprenør, da leverandørforeningen ikke har mulighed for at hæfte for disse betragtelige udlæg.

Der har i hele projektperioden været afholdt møder og fremvisninger i regi af leverandørforeningen, hvor aktuelle emner omkring pil har været på dagsordenen. De har været flittigt besøgt af både medlemmer og interesserede fra andre landsdele.

Vestjysk Pileleverandørforening har jævnlig kontakt til den tilsvarende forening i Sønderjylland, Syddansk Piledyrkerforening. Flere bestyrelsesmedlemmer fra den sønderjyske forening var til høstdemonstration i Vestjylland i marts 2012, hvor de to bestyrelser også mødtes og drøftede fælles problemstillinger og muligheder for at samarbejde i fremtiden.

Stiftelsen af leverandørforeningen har utvivlsomt betydet, at der er plantet flere hektar med pil i Vestjylland. Det har været nemt for den enkelte landmand at rette henvendelse til foreningen og tilmelde sig plantning, frem for at hver enkelt skulle finde frem til og kontakte de firmaer, der kan udføre opgaven.

Landboforeningens understøttende funktioner

Vestjysk Landboforening har spillet en vigtig rolle vedr. organisering af pileydrkning i Vestjylland som understøttende funktion for Vestjysk Pileleverandørforening. Landboforeningens opgaver i forbindelse med plantning har været at modtage tilmeldinger, indtegne arealer på kort og udarbejde liste over de tilmeldte, så leverandøren af stiklinger og plantning havde de nødvendige oplysninger. Arealerne er desuden blevet gennemgået, og hvis der har været udpegninger på arealerne, har landboforeningen ført dialog med landmanden og kommunen, om der var mulighed for dispensation til plantningen.

Det er en tidskrævende opgave at tegne kort, men også at holde styr på de ændringer, der sker undervejs. Det kan være plantninger, der ikke sker alligevel, tilplantet areal der bliver mindre eller større end forventet, eller en landmand der pludselig bestemmer sig for også at ville tilplante et areal med pil. Der har løbende været sparring mellem bestyrelsen og landboforeningens konsulenter om løsning af konkrete problemer undervejs.

Det er Vestjysk Pileleverandørforening, der har indhentet forskellige tilbud på høst og afsætning, mens landboforeningen er blevet kontaktet af mange landmænd for at diskutere spørgsmål omkring høsttidspunkt og afsætning. Landboforeningen har modtaget tilmeldingerne til høst og udarbejdet lister til de maskinstationer, der har varetaget opgaven.

Vestjysk Landboforening har i alle tre år i projektet sendt aktuelle meddelelser ud på mail og i breve. Det har været erfaringer og anbefalinger på de rent faglige spørgsmål indenfor klargøring til plantning, renholdelse, gødskning samt præciseringer af regler. Desuden har Landboforeningen haft flere møder i marken (vejkrydsmøder) og holdt indlæg til diverse møder for medlemmer og for interesserede udenfor det vestjyske område. Landboforeningen var også medarrangør af en høstdemonstration i Husby den 16. marts 2012, hvor landmænd og andre interesserede kunne se flere maskiner høste pil og høre om de forskellige muligheder.

9.5 Konklusion

Samspillet mellem Vestjysk Landboforening og Vestjysk Pileleverandørforening har været en meget væsentlig faktor for at få etableret så mange hektar med pil i området. De fra starten klart definerede kompetencer hos de to foreninger har været væsentlig for, at samarbejdet har fungeret godt i hele perioden.

10. SAMLET VURDERING – ENERGI, MILJØ, LANDSKAB OG FORRETNING VED PILEDYRKNING

Søren Ugilt Larsen

Udbredelse af piledyrkning i større omfang end i dag byder på en række muligheder men også forskellige udfordringer. BioM-projektet har belyst både muligheder og barrierer for piledyrkning i stor skala. Nedenfor er opsummeret de væsentligste konklusioner.

Landmandens valg af pil som afgrøde

Opskalering af piledyrkning afhænger først og fremmest af, at landmanden finder incitament til at bruge et areal til piledyrkning fremfor til anden anvendelse. Det vigtigste incitament for landmanden vil ofte være det økonomiske udbytte. Piledyrkning skal som udgangspunkt give et større afkast end en alternativ afgrøde på samme areal, ikke mindst da landmanden pga. høje etableringsomkostninger binder sig til piledyrkning i en årrække. Derfor er de fremtidige forventninger til prisforholdene mellem pileflis og korn eller andre afgrøder af betydning; høj flispris og lav kornpris vil øge interessen for pil og vice versa. Jordtypen er imidlertid også vigtig, da nogle jorde vil være mere eller mindre egnede til dyrkning af pil hhv. andre afgrøder. Våde jorde eller sandjorde med høj grundvandsstand kan være bedre egnede til piledyrkning end f.eks. korndyrkning, og det største potentiale for udvidelse af piledyrkning kan derfor forventes på disse typer af marginaljord.

Udover prisrelationer mellem afgrøder og jordens egnethed til forskellige afgrøder påvirkes landmandens interesse for piledyrkning også af tilskudsmuligheder. Indførelse af etableringstilskud og forskellige driftstilskud har øget interessen for piledyrkning væsentligt ligesom det forhold, at pil kan erstatte efterafgrøder. For nogle landmænd kan piledyrkning på en del af bedriften bidrage til en bedre fordeling af arbejdsbelastningen over året, og for nogle deltidslandmænd kan dyrkningsformen med overvejende drift vha. maskinstation være attraktivt. Forbedrede jagtmuligheder via piledyrkning kan også være et incitament for nogle landmænd, om end det generelt kommer i anden række i forhold til de økonomiske muligheder.

Blandt fremtidige incitamenter for øget piledyrkning skal værdisætning af den positive miljøeffekt fremhæves som særligt perspektivrigt. På nuværende tidspunkt belønnes piledyrkning i form af tilskud til etablering og drift af flerårige energiafgrøder og erstatningsmuligheden for efterafgrøder. Men de påviste miljøeffekter ved piledyrkning synes at have en meget betydelig samfundsmæssig værdi, der endnu ikke kommer dyrkningsformen tilgode. Ved en mere målrettet miljøregulering i fremtiden kan piledyrkning derfor udgøre et vigtigt redskab. Især ved dyrkning af pil på miljøfølsomme arealer kan afgrøden bidrage til at overholde miljøkravene, og piledyrkning på en del af en landbrugsbedrift kan f.eks. være med til at sikre fortsatte produktionsmuligheder på den øvrige del af bedriften. Dette vil være et meget stærkt incitament for øget dyrkning af pil eller en anden flerårig afgrøde til energiformål.

Optimering af piledyrkning

Et højt udbytte er et vigtigt mål ved piledyrkning. Det er forudsætningen for en stor energiproduktion pr. ha og dermed en god udnyttelse af arealet. Samtidig er højt udbytte ofte forbundet med lavere produktionsomkostninger pr. produceret energienhed, hvilket giver grundlag for en bedre konkurrenceevne og driftsøkonomi for landmanden.

En række pileavlere har bevist, at det i praksis kan lade sig gøre at opnå høje udbytter ved piledyrkning. Desværre har der hidtil også været mange eksempler på lave udbytter, hvor pilens udbyttepotentiale på en given jordtype ikke er udnyttet tilfredsstillende. Dette bør forbedres for at opnå de gevinster, piledyrkning kan give. En optimering af piledyrkingen afhænger dels af, at der opnås ny viden og dels af, at ny og eksisterende viden udbredes og anvendes i praksis. Der eksisterer allerede meget viden, som kan udbredes til pileavlere, og rådgivning og information er afgørende for optimering af piledyrkingen. Bl.a. skal pileavleren indskærpes, at pil ligesom andre afgrøder kræver en omhyggelig dyrkningsindsats. Der er dog også behov for mere viden, bl.a. om potentielle udbytter på forskellige jordtyper og om hvor stort et merudbytte forskellige dyrkningsindsatser i form af ukrudtsbekæmpelse og gødskning kan ventes at medføre på forskellige jordtyper. Dette er vigtigt for, at pileavleren kan udøve den økonomisk optimale indsats; et højt udbytte kan også være for dyrt købt, og piledyrkning kræver opmærksomhed på både pilens vækst og omkostningsniveauet. Endelig formodes der at være betydelige muligheder for optimering inden for høst af pil.

Organisering af piledyrkning og afsætning

For at udnytte de forretningsmæssige muligheder ved piledyrkning kan det være oplagt at organisere dyrkning og afsætning i fællesskaber. Det kan give stordriftsfordele, som både kan minimere omkostningerne og forbedre indtægterne. Dyrkning og afsætning af pil kan f.eks. organiseres i form af pileavlerforeninger, der bl.a. kan hjemtage fælles tilbud på plantning og høst af pil og indgå kontrakter om afsætning. I kraft af større samlede pilearealer kan der opnås bedre betingelser og evt. nye afsætningsmuligheder. Høst og transport udgør nogle af de største udfordringer og omkostningsposter ved piledyrkning, og der kan bl.a. være muligheder for at optimere høst og logistik via dyrkningsfællesskaber.

Der er forskellige eksempler på organisering af piledyrkning i både Danmark og Sverige, bl.a. i projektområdet i Vestjylland. Organiseringen kan gøres på mange måder, og pileavlerforeningerne kan være involveret i flere eller færre led i værdikæden. Organiseringen af piledyrkning i fællesskaber kræver dog en indsats, og der skal påregnes en omkostning til arbejdet med at organisere og koordinere, f.eks. i form af pileavlernes indsats for den fælles organisation og/eller i form af indkøbt assistance fra f.eks. den lokale landboforening. Til gengæld kan samarbejdet være vejen til både bedre økonomi og større engagement for piledyrkerne.

Energiproduktion

Ved dyrkning af pil som energiafgrøde er energiproduktionen interessant. Et højt tørstofudbytte giver også en høj bruttoenergiproduktion pr. ha. Men det er også relevant at vurdere nettoenergiproduktionen pr. ha, dvs. energiproduktionen efter at det medgåede energiforbrug til dyrkning og transport er fratrukket. Anvendelse af handelsgødning vægter meget i energiforbruget, efterfulgt af energiforbrug til maskinaktiviteter og transport. Beregninger af energiproduktion og energibalancer ved piledyrkning viser dog, at det samlede direkte energiforbrug til dyrkning og transport er relativt lille og kun udgør fra 2 til 7 % af bruttoenergiproduktionen, dvs. energiudbyttet er 14-50 gange større end energiforbruget. Ved et højt tørstofudbytte vil der derfor også generelt være et højt nettoenergiudbytte ved piledyrkning.

Miljøeffekter

Som en ekstra egenskab udover evnen til at producere energi har pil også værdifulde miljømæssige egenskaber. Pilens markante evne til at reducere udvaskningen af nitrat fra rodzonen sammenlignet med enårige afgrøder er nu veldokumenteret. Omlægning af arealer fra dyrkning af enårige afgrøder til dyrkning af pil udgør derfor ét redskab til at minimere udvaskningen af kvælstof til vandmiljøet. Omlægning fra dyrkning af ved-

varende græs til dyrkning af pil ventes til gengæld ikke at have nogen væsentlig betydning. Det synes også i nogen udstrækning muligt at kombinere piledyrkning med vintervådlægning. Det er dokumenteret, at vådlægningen kan minimere kvælstofbelastningen i vandmiljøet via denitrifikation. Til gengæld er der på visse arealer en risiko for, at vådlægningen til gengæld øger fosforbelastningen. Derudover er der kun begrænset kendskab til, hvordan pilen kan dyrkes og trives i kombination med periodevis vådlægning.

Omlægning fra enårige afgrøder til piledyrkning ventes at øge jordens kulstofindhold, hvorved udledningen af CO₂ reduceres. De få eksisterende undersøgelser af dette viser dog stor variation, og kulstoffeffekten skal undersøges nærmere på forskellige jordtyper. Endnu en positiv miljøeffekt ved piledyrkning er, at pesticidforbruget er lavere end ved dyrkning af enårige afgrøder såsom korn. De forskellige miljøeffekter ved piledyrkning fremfor enårige afgrøder kan værdisættes ved samfundsøkonomiske analyser, og samlet set viser vores analyser, at der kan opnås en betydelig samfundsøkonomisk værdi ved piledyrkning. Uanset hvem der skal betale eller krediteres for denne værdi, så bør værdien vægtes i den samlede vurdering af piledyrkning som et virkemiddel til reduceret miljøbelastning.

Landskab

Dyrkning af høje energiafgrøder kan have stor indflydelse på landskabet og oplevelsen af landskabet. Pilebeplantninger kan blive 5-8 meter høje før høst, og placering og udformning af de enkelte beplantninger kan derfor få større eller mindre konsekvenser for de landskabelige værdier, både positivt og negativt. Ved placering af en pileafgrøde er det bl.a. vigtigt at tage hensyn til evt. naboers udsigtsmuligheder, og dialog forud for plantning er et centralt redskab til at minimere gener og undgå potentielle konflikter. Også ved plantning af pil i meget synlige områder, eller hvor mange mennesker færdes, er det vigtigt at være bevidst om de landskabsmæssige konsekvenser, og pilebeplantninger skal tilstræbes indpasset, så de så vidt muligt indgår som en harmonisk del af landskabet uden at genere naboer og andre interessenter unødigt. Placering af pilebeplantninger kan også bruges aktivt til understrege landskabets form og den visuelle oplevelse. Dette kræver dog forståelse af både de landskabelige konsekvenser og de dyrkningsmæssige hensyn ved udformning af beplantningen.

Afsætning og energiforsyning

Der findes et stort marked for skovflis i Danmark, hvoraf ca. 1/3 importeres fra udlandet. Langt hovedparten af den producerede pileflis afsættes som brændsel til fjernvarmeværker. Værkerne har generelt gode erfaringer hermed, men der er også ønsker om, at kvaliteten af pileflisen højnes. Der er bl.a. ønske om en tørrere flis og større ensartethed i flisleverancerne.

Den nuværende produktion af pileflis i Danmark anslås at udgøre i størrelsesordenen 30.000 tons tørstof pr. år, svarende til ca. 3 % af det samlede flisforbrug. Ved en optimeret piledyrkning med højere udbyttensniveau og en udvidelse af pilearealet i Dan

mark vurderes det, at mængden af pileflis vil kunne øges væsentligt, og en fordobling indenfor en kort årrække synes mulig. Selvom pileproduktionen øges meget væsentligt, vil mængden af pileflis stadig kun udgøre en begrænset andel af det samlede træflismarked. Pileflis vil typisk skulle afsættes i konkurrence med skovflis, og såfremt der produceres pileflis af tilfredsstillende kvalitet og til en konkurrencedygtig pris, vurderes afsætningsmulighederne for pileflis at være gode, især i områder i nærheden af flisfyrede varmeværker. Afsætningsmulighederne afhænger dog også af en gensidig forståelse mellem pileavlere og aftagere af pileflis, og kendskab til hinandens terminologi og vilkår vil kunne fremme samhandlen.

Erhvervseffekter

En udvidelse af piledyrkingen i Danmark vil medføre en række øgede aktiviteter omkring dyrkning, høst, transport og afsætning. Dette kan give forbedrede erhvervs muligheder både i primærproduktionen og i senere led i værdikæden. Samtidig formodes en opskalering af piledyrkning at afføde behov for udvikling og produktion af udstyr til ukrudtsbekæmpelse, gødsning, høst samt evt. også til udvikling af kedler til pileflis og videreforarbejdning af pileflis. Hvorvidt den udvidede piledyrkning vil føre til en større samlet erhvervsaktivitet afhænger dog i høj grad af, hvilke alternative dyrkningsmuligheder der er på de pågældende arealer, dvs. om aktiviteter affødt af piledyrkning blot erstatter andre aktiviteter, eller om der er tale om en egentlig øget aktivitet, f.eks. i forbindelse med forarbejdning af biomassen.

Pileflis vil potentielt kunne fortrænge brugen af skovflis, men selv en stor udvidelse af piledyrkning vurderes ikke at ville ændre markedsvilkårene for skovflis i større grad. Hvis produktionen af dansk pileflis er konkurrencedygtig med importeret træflis, er det sandsynligt, at pileflis i nogen udstrækning vil erstatte importeret træflis, hvilket vil have en positiv virkning på dansk økonomi og samtidig bidrage til større forsyningsikkerhed.



BioM projektet er støttet økonomisk af:

