



Dyrkning af
ENERGIPIIL

BioM

Bæredygtig
bioenergi



Denne vejledning er udarbejdet på baggrund af BioM-projektets evalueringsrapport, der er redigeret af:

Søren Ugilt Larsen, AgroTech

Projektledelse: Hanne Bang Bligaard, AgroTech

Redigering: Flemming Nielsen, Story2Media

Layout: InMente Design.

Fotos: Flemming Nielsen, Trine Eide, Søren Ugilt Larsen, Jørgen Pedersen

INDHOLDSFORTEGNELSE

BioM – et skandinavisk samarbejde om bæredygtig bioenergi	Side	4
Pil – en energiafgrøde med stort potentiale.....	Side	5
Dyrkningsforhold og udbytter	Side	6-9
Driftsøkonomi ved dyrkning af energipil	Side	10-11
Miljø og miljøøkonomi	Side	12-13
Landskabsaspekter	Side	14-15
Høst af pil	Side	16
Energiproduktion og energiregnskab	Side	17
Organisering og afsætning af pil	Side	18-19
Erfaringer fra projektområdet	Side	20-22
Kilder til mere viden og inspiration	Side	23



BIOM

– et skandinavisk samarbejde om bæredygtig bioenergi

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

BioM projektet er et samarbejde mellem svenske, danske og norske partnere om den fælles udfordring at udvikle og demonstrere nye dyrkningsystemer 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.

Denne vejledning fokuserer på bæredygtig produktion af energipil. En tilsvarende vejledning fokuserer på bæredygtig produktion af biomasse fra marginale jorder til biogas. Alt materiale fra projektet kan ses på www.agrotech.dk/biom.



PIL

– en energiafgrøde med stort potentiale

Der er store forventninger til pil som energiafgrøde. Energimæssigt kan pilebiomassen anvendes ved forbrænding af pileflis og dermed fortrænge fossil energi.

Hovedkonklusioner fra projektet:

- 🌱 Dyrkning af energipil er økonomisk interessant på fugtig marginaljord og sandjord. På bedre jord er pil rentabelt, når kornpriserne er lave.
- 🌱 Der kan høstes udbytter på 8-12 tons tørstof pr. ha pr. år, når pilen passes optimalt med ukrudtsbekæmpelse og gødskning.
- 🌱 Der er en samfundsøkonomisk gevinst ved dyrkning af energipil, fordi der er væsentligt lavere nitratudvaskning, mindre pesticidforbrug og mindre klimabelastning i forhold til en-årige afgrøder.
- 🌱 Der er stordriftsfordele ved organisering i dyrknings- og afsætningsfællesskaber.

Piledyrkere i Vestjylland har siden 2009 tilplantet mere end 600 ha med energipil og dermed skabt rammen for indsamling af erfaringer, dyrkningsforsøg, demonstrationer og analyser.



Pil uden pleje

DYRKNINGSFORHOLD OG UDBYTTER

En god pilevækst er grundlaget for at udnytte pilens evne til at producere energi og opsamle næringsstoffer. Det er realistisk at høste mellem 8 og 12 tons tørstof pr. ha, når pasningen af markerne er optimal.

De højeste udbytter kommer på god jord og de lavere udbytter på mindre god jord med dårligere vandforsyning. Dette niveau svarer til, hvad der generelt opnås blandt de 20 procent bedst ydende pilemarker på nuværende tidspunkt.

Dyrkningsforsøg og erfaringer viser, at ukrudtsbekæmpelse, gødskning, jordbundsforhold og ikke mindst landmandens fokus på afgrøden har altafgørende betydning for udbyttet.



Velplejet pil

UKRUDTSBEKÆMPELSE ER NØDVENDIG

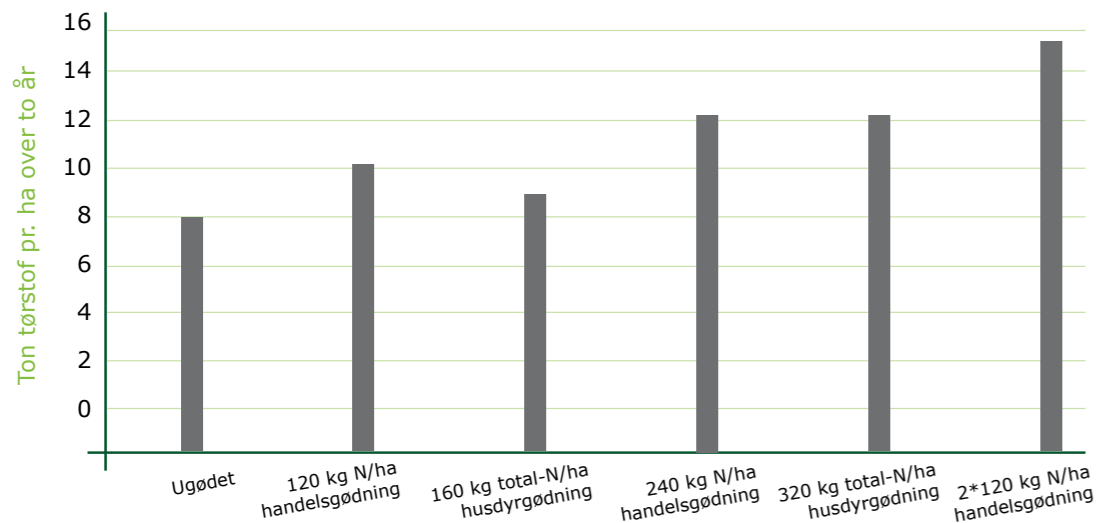
Ukrudtsbekæmpelse de første to år efter plantning er meget vigtig for at få dyrkning af energipil til at lykkes. Der er eksempler på, at en stor forekomst af ukrudt i etableringsåret gav udbyttetab på op til 98% i etableringsåret og op til 68% i 2. til 4. vækstsæson.

Bekæmpelse kan ske mekanisk eller kemisk eller som en kombination af begge.

GØDSKNING ER VIGTIG

Et forsøg med forskellige strategier for gødskning viste, at det højeste udbytte blev opnået ved at gøde med 120 kg. kvælstof om året i to år fremfor 240 kg kvælstof i det første år.

Resultatet var 3,8 tons tørstof merudbytte årligt i forhold til ugødet. Det svarer til 97 procent i udbyttetigning.



LANDMANDENS OPLEVELSER MED PIL

Pil lykkes bedst, hvor landmanden har fokus på afgrøden, gør et godt forarbejde forud for plantning og er rettidig med ukrudtsbekæmpelsen. Pil trives godt på god jord med god vandforsyning, omvendt er det svært at få succes med pil efter brak eller skov og på arealer, som man ikke ønsker at pløje. Pilen vil gerne have løs jord i starten, og det er også nødvendigt, at der er en vis mængde næringsstoffer til stede til etablering og vækst.

DRIFTSØKONOMI VED DYRKNING AF ENERGIPIIL

Valget af pil som afgrøde afhænger især af, hvad landmanden alternativt kan tjene på arealet. En lang arealbindingsperiode er med til at øge usikkerheden.

Beregninger i BioM-projektet viser, at der er mulighed for et fornuftigt økonomisk afkast af piledyrkning sammenlignet med alternative afgrøder. Økonomien afhænger især af afregningspris på flis, udbytte i marken og omkostninger til høst og transport.

Marginaljorde mest attraktive

Der bliver næppe etableret pil på god kornjord i større omfang ved de nuværende prisrelationer. Fugtige marginaljorde ser ud til at repræsentere den mest attraktive mulighed for piledyrkning, fordi de ofte er uegnede til korndyrkning. Alt efter risikovillighed vil der sandsynligvis være landmænd, som også er parate til at satse på piledyrkning på forskellige typer af sandjord.

PIL ELLER KORN?

Gennemsnitlige kornpriser

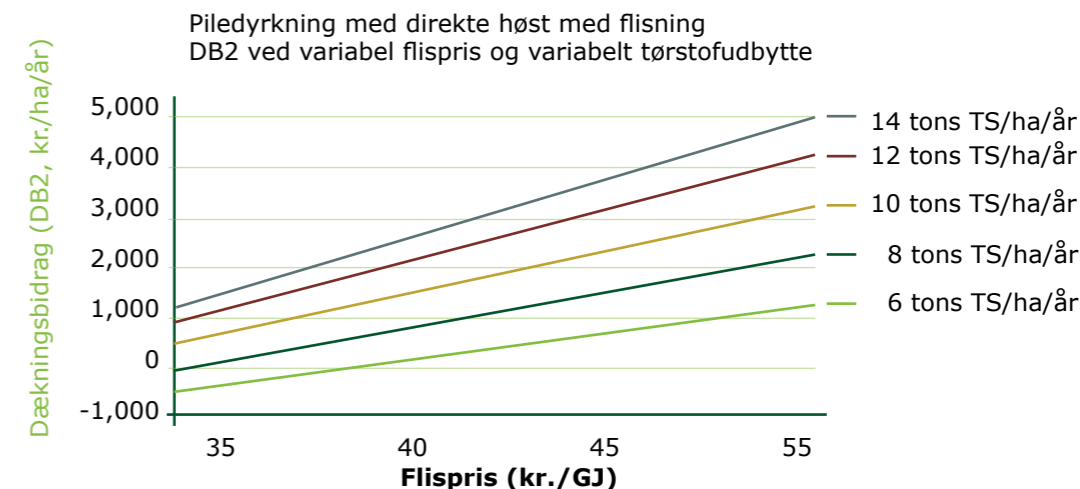
- Ved gennemsnitlige kornpriser er indtjeningen på dårlig sandjord omtrent den samme ved piledyrkning som ved den alternative korndyrkning, hvorfor incitamentet til piledyrkning er begrænset.
- På god sandjord og fugtig marginaljord er den beregnede indtjening ved piledyrkning højere end alternativet, mens der ved dyrkning på lerjord vil være et indtjeningstab ved et skifte fra korn til pil.

Lave eller høje kornpriser

- Hvis der er lave kornpriser, vil der være en økonomisk fordel ved piledyrkning på alle jordtyper, mens der ved høje kornpriser kun vil være en økonomisk fordel på fugtig marginaljord.

FLISPRIS OG UDBYTTER ER AFGØRENDE FOR DÆKNINGSBIDRAGET

Prisen på den flis, som leveres til varmeværkerne, er afgørende for, om det er en god eller en dårlig forretning at dyrke pil. Flisprisen er forholdsvis stabil sammenlignet med kornprisen, men selv moderate prisforskelle på flisen kan være afgørende for det økonomiske afkast. Udbyttet i pil varierer i praksis meget og er derfor en af de væsentligste usikkerheder ved driftsøkonomien. Herunder ses en figur, som viser dækningsbidraget som funktion af flisprisen ved forskellige udbytter.



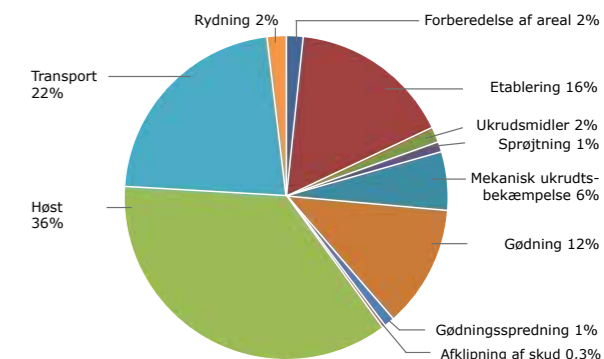
Sammenhæng mellem flispris og dækningsbidrag ved piledyrkning med forskellige årlige udbytter af tørstof. Ved optimeret piledyrkning formodes det at være realistisk med udbytter på 8-12 tons TS/ha/år, men ved den hidtidige dyrkning har det gennemsnitlige udbyttensniveau været væsentligt lavere. Baseret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

Høst og transport er de største omkostningsposter ved piledyrkning. Høstomkostningen kan reduceres betydeligt ved stordrift og ved dyrkning på kurante marker. Transportomkostninger kan reduceres ved afsætning af pileflis i lokalområdet.

Med de nuværende prisforhold:

- Skal gødsning med 120 kg kvælstof pr. ha pr. høstrotation give et merudbytte på mere end 2 tons tørstof pr. ha pr. år for at være rentabelt.
- Kræver en effektiv ukrudtsbekæmpelse et merudbytte på mere end 4 tons tørstof pr. ha i 2. og 3. vækstår for at være rentabel.
- Begge dele vurderes at være realistiske, men dog afhængig af jordtype, ukrudtsforekomst og dyrkningshåndværk.

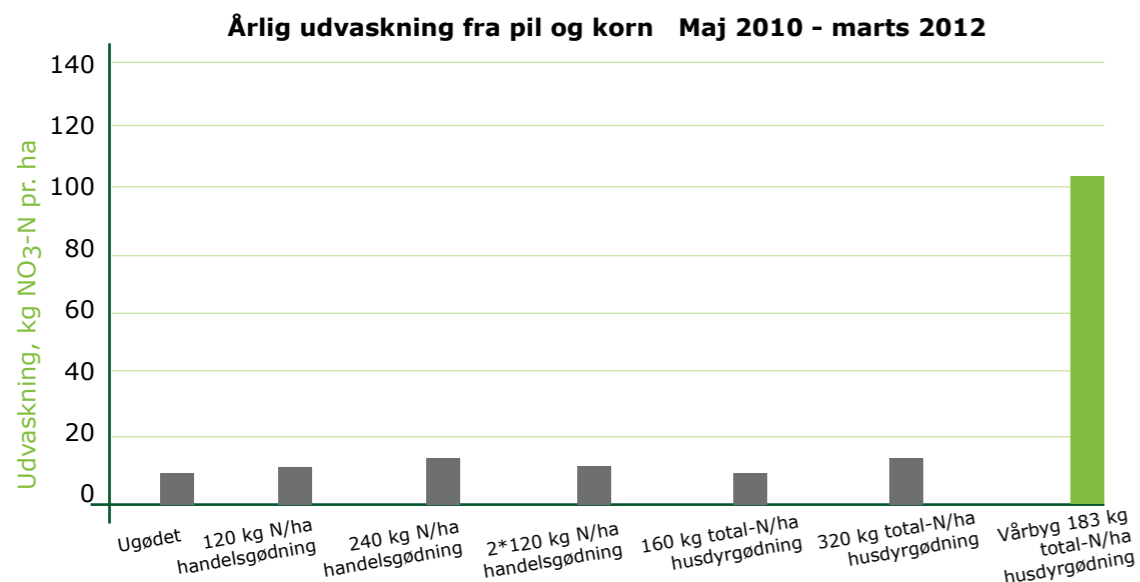
Omkostningsfordeling ved piledyrkning med direkte høst med flisning



MILJØ OG MILJØØKONOMI

Pil giver i forhold til enårige afgrøder en mindre miljøbelastning på grund af mindre udvaskning af næringsstoffer til vandmiljøet.

Over to år blev udvaskning af nitrat målt fra et pileforsøg med forskellige gødningsbehandlinger og en nærliggende bygmark. Figuren viser entydigt, at kvælstofbelastningen er langt større fra bygmarken end fra pilemarken uanset hvilken strategi for gødsning der blev brugt.



Periodevis vådlægning af en pilemark har også en positiv miljøeffekt med mindre kvælstofudledning.

I nogle tilfælde ses dog et kraftigt forøget indhold af fosfor i afstrømmende vand fra periodevis oversvømmede marker. Det skyldes frigørelse af fosfor, der har været bundet i jernkomplekser, som opløses i den oversvømmede jord. Det er således vigtigt at analysere jordens fosforstatus, før det vælges at oversvømme et areal.

Der kan forventes en reduktion i pesticidforbrug og lattergasemission ved at skifte fra kornrige sædskifter til pileproduktion. Behandlingshyppigheden for pesticidforbruget kan reduceres med 50-97%, mens belastningsindekset kan reduceres med 19-89%.



PIL HOLDER PÅ NÆRINGSSTOFFER

I gennemsnit over to år og forskellige gødningsbehandlinger i et forsøg målte en udvaskning på 8 kg kvælstof pr. ha pr. år fra pil. I en nabomark med vårbyg med efterafgrøde blev målt en gennemsnitlig udvaskning på 105 kg kvælstof pr. ha pr. år. Udvasningen fra pil er derfor væsentligt lavere end fra vårbyg.

MILJØØKONOMISKE FORDELE

Piledyrkning har tre åbenlyse miljøfordele sammenlignet med dyrkning af korn:

- 🌱 Mindre klimabelastning
- 🌱 Mindre udvaskning af kvælstof
- 🌱 Reduceret pesticidforbrug

Der er gennemført en samfundsøkonomisk analyse, der beregner prisen for at bruge piledyrkning som et virkemiddel til at reducere kvælstof-udvaskning eller emission af drivhusgasser sammenlignet med andre virkemidler. Analyserne viser, at der er en klar samfundsøkonomisk gevinst ved piledyrkning:

- 🌱 Når piledyrkning anvendes som et virkemiddel til at reducere kvælstof-udvaskningen, så værdisættes de andre sideeffekter inkl. CO₂-effekten, og analysen viser, at gevinsten er mellem 23 og 136 kr. pr. kg kvælstof alt afhængig af jordtype, og af om kulstoflagring indgår.
- 🌱 Når piledyrkning anvendes som et virkemiddel til at reducere drivhusgasemissionen, så værdisættes de andre sideeffekter inklusiv kvælstof, og så viser resultatet, at gevinsten er mellem 569 og 3.136 kr. pr. ton CO₂.

Begge analyser viser, at der er samfundsøkonomisk gevinst ved piledyrkning under de givne forudsætninger.

LANDSKABSASPEKTER

Pilebeplantninger kan blive 5-8 meter høje før høst, og placering og udformning af de enkelte beplantninger kan derfor få både positive og negative konsekvenser for landskabet.

Særligt i forhold til naboer, der ligger tæt på, er det væsentligt at tænke over, om en høj afgrøde som pil vil få væsentlig indflydelse på udsigter, skyggeforhold med videre. Er der mulighed for det, kan det være en god idé at holde afstand til skel eller sikre, at der er mulighed for udsigtslinjer gennem markfeltet.

Tilpasning til landskabet



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

Når der anlægges arealer med pil, kan der være en konflikt i ønsket om at udnytte arealet og hensyn til landskabet. Hvis man eksempelvis ønsker at tilpasse beplantningen til det lokale terræn eller særlige udsigter, kan det betyde kompromiser i form af hjørner eller gennemskæringer i beplantningen. Reelt set kræver det et kompromis i forhold til den mest optimale og rationelle dyrkning.

Omtanke ved placering

Selvom energipil kan have store konsekvenser for landskabet, er der muligheder for at tilpasse beplantningen til landskabet og de stedlige kvaliteter - i nogle områder kan det endda være med til at understrege landskabets form og dermed den visuelle oplevelse.



HØST AF PIL

Høst af pil foregår i Danmark helt overvejende ved hjælp af selvkørende finsnittere. Der er dog andre maskiner, der kan anvendes til pilehøst og nye maskiner er under udvikling og på vej til markedet. Der er følgende hovedtyper af høstmaskiner:

- Selvkørende finsnittere, der er konstrueret til høst af slætgræs, majs og korn. Ved høst af pil monteres et specialskærebord. Finsnittere høster op til ca. 1 ha pr. time.
- Traktormonterede finsnittere. Som alternativ til selvkørende finsnittere findes bugserede maskiner, der høster og flishugger pilen i én arbejdsgang.
- Rundballehøster. Med den såkaldte Biobaler høstes og pakkes pileskud i form af rundballer. Rundballerne kan så bruges i et portionsfyret gård-halmfyr.
- Helskudshøster. Pil kan høstes som hele skud med en specialkonstrueret maskine, der afskærer, griber og samler de høstede helskud. Kapaciteten er 0,25-0,75 ha pr. time. Helskuddene tørrer før flishugning.

Varmeværker har kvalitetskrav til flisstørrelsen for at forbrændingen er optimal. Som oftest ønskes en grov flis med en begrænset mængde smuld. En analyse af partikelstørrelse i pileflis fra forskellige høstmaskiner viste, at flisen generelt overholdt kravene til de tre mindste klasser; fin, mellem og grov.

PARTIKELSTØRRELSE I FLIS

Der skelnes mellem fem kvalitetsklasser af brændselsflis:

Fin flis beregnet til villafyr, som bruger snegle til transport af flisen.

Mellem flis beregnet til institutionsfyr, hvor en finere flis end grov flis ønskes.

Grov flis beregnet til fjernvarmeanlæg med ristefyring, hvor flisen normalt skubbes ind i fyret. Her ønskes en grov flis og en begrænset mængde smuld.

Air sprout flis beregnet til anlæg med indkaster eller air sprout.

Forgasningsflis er en ekstra grov flis med en meget begrænset mængde "smuld" og andre fine partikler, specielt egnet til mindre forgasningsanlæg.

ENERGIPRODUKTION OG ENERGIREGNSKAB

Energiforbruget til produktion af pileflisen, der leveres til varmeværkerne svarer til 2-7 procent af den mængde energi, der høstes på marken. Energiudbyttet er altså op til 50 gange større end energi-inputtet i produktionen.

Eksempel på energiregnskab målt i GJ pr ha pr år. Værdierne er beregnet ved en levetid af pilekulturen på 18 år.	Energiforbrug	Energiproduktion
Maskinaktiviteter	1,0	
Gødning	1,4	
Herbicer	0,1	
Transport til værk	0,5	
Afbrænding af flis		148
I alt	3,0	148

Energiforbrug til produktion af gødning betyder meget i energiregnskabet. I beregningerne bidrog tilførslen af mineralisk kvælstof med ca. halvdelen af det samlede energiforbrug.

ENERGIUDBYTTE I TAL

Ved et udbytte på 9 tons tørstof pr. ha pr. år er bruttoenergiudbyttet i pileflisen 148 GJ ved forbrænding. Forbruget af energi til produktionen er beregnet til 3,0 GJ pr. ha pr. år.

De to tal viser, at man får op til 50 gange mere energi ud, end man forbruger i produktionen.

VED PILEDYRKNING FORBRUGES ENERGI TIL:

- Jordbearbejdning forud for etablering
- Etablering af pilekultur
- Gødningstilførsel og ukrudtsbekæmpelse
- Høst og transport af høstet afgrøde
- Rodfræsning ved sløjfning af kultur



ORGANISERING OG AFSÆTNING AF PIL

For at udnytte de forretningsmæssige muligheder ved pileydrkning er det nødvendigt at have fokus på både at øge indtægterne og reducere omkostningerne.

Nogle landmænd dyrker så store arealer med pil, at de opnår stordriftsfordele inden for egen bedrift. For langt de fleste landmænd er det ikke muligt, og det er oplagt at opnå stordriftsfordele ved organisering i dyrknings- og afsætningsfællesskaber.

Fællesskaber inden for dyrkning og afsætning

Fællesskabet kan fx dreje sig om følgende områder:

Plantning: Besparelser ved samlet tilbud på stiklinger og plantning

Ukrudtsbekæmpelse: Mulighed for fælles indkøb af fx en rækkefræser.

Høst: Foreninger med stort pileareal kan med fordel lave fælles aftaler med maskinstation.

Transport: Pileavlere kan under høst hjælpe hinanden med frakørsel.

Afsætning: Større mængder giver ofte bedre afregningspris. Det kan være en fordel at afsætte pileflis samlet.

Rådgivning: Rådgivningen kan foregå ved fælles møder, markvandring og erfaringsudvekslinger.

Afsætning af pil

En undersøgelse blandt fjernvarmeværker viser, at nogle værker oplever problemer, hvis flisen er for fin, mens andre ser det høje vandindhold i frisk høstet pil som en ulempe. Undersøgelsen viser dog, at flertallet af varmeværker der benytter pileflis, generelt er tilfredse med pileflis som brændsel.

Markedet for flis er meget stort. Pileflis vil i overvejende grad skulle erstatte eller supplere skovflis. Det samlede forbrug af skovflis var i 2011 på 1.839.570 tons, hvoraf ca. 34 procent var importeret.

EKSEMPLER PÅ ORGANISERING AF PILEDRKNING

Nedenfor er beskrevet nogle eksempler på organisering af pileydrkning i et område:

Vestjysk Pileleverandørforening

120 medlemmer og et pileareal på ca. 640 ha. Foreningen har hjemtaget tilbud på plantning, høst og afsætning og har et nært samarbejde med Vestjysk Landboforening om rådgivning.

Syddansk Pileydrkerforening

30 medlemmer og et pileareal på ca. 250 ha. Foreningen har hjemtaget tilbud på plantning, høst og køb af en traktormonteret pilehøster. Foreningen har aftalt afsætning af pileflis med lokalt varmeværk med merpris i forhold til normalpris.

Pileydrkning på Vestfyn

Assens Fjernvarme har taget initiativ til dyrkning af pil. Siden 2009 er der plantet ca. 230 ha pil på Fyn og 50 ha pil på Langeland. Der er etableret en 'pileyrkerstyregruppe' med tre medlemmer, der har kontakten mellem pileavlerne og Assens Fjernvarme.

Pileydrkning på Nordsjælland

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

Svenske erfaringer med organisering af pileydrkning

Svenske erfaringer viser, at samarbejde er en vigtig faktor for succesfuld pileydrkning. Når flere pileavlere går sammen, sikres en bedre udnyttelse af maskiner, og samarbejdet kan bidrage til større forsyningssikkerhed. Samarbejde kan være med til at reducere omkostningerne og udjævne evt. forskelle i værditilvæksten mellem de forskellige led.



ERFARINGER FRA PROJEKT-OMRÅDET

I projektområdet i Vestjylland har 122 avlere plantet i alt 638 ha med pil. 18 avlere har plantet mere end 10 ha, mens de fleste har plantet mindre end 5 ha. 84% af pilearealet er plantet på sandjord og 15% på humusjord. 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.

Leverandørforening samler aktiviteter

Vestjysk Pileleverandørforening blev stiftet i 2008 for at koordinere plantning, høst og afsætning af pil i området.

Foreningen har lavet informationsmateriale vedrørende plantning og har lavet aftale med Ny Vraa Bioenergy om plantning.

Vestjysk Landboforening sidder med ved bestyrelsesmøder i det omfang, det er nødvendigt. På møderne udveksles erfaringer og problemstillinger om dyrkningstekniske udfordringer.

Foreningens aktiviteter

Foreningen hjælper de enkelte medlemmer med følgende:

- 🌿 Udbyder hvert år tilbud på pileplantning til foreningens medlemmer
- 🌿 I 2012 blev der udbudt tilbud om høst
- 🌿 Afholdelse af møder og fremvisninger med aktuelle emner

Afregning for høst samt salg af flis foregår direkte mellem landmand og entreprenør, da leverandørforeningen ikke har mulighed for at hæfte for de store udlæg.

Landboforeningens rolle

Vestjysk Landboforening har spillet en vigtig rolle som understøttende funktion for Vestjysk Pileleverandørforening.

Landboforeningen har stået for indsamling og formidling af erfaringer og har fungeret som faglig sparringspartner for avlerne.

Samspillet mellem Vestjysk Landboforening og Vestjysk Pileleverandørforening har været en meget væsentlig faktor for at få etableret så mange hektar med pil i området.



VÆR OPMÆRKSOM PÅ REGLER

Inden man kan gå i gang med pileydrkning er første skridt at få klarhed over om arealet er omfattet af naturbeskyttelsesregler eller andre regler.

- Er arealet omfattet af §3 naturbeskyttelse, skal man undersøge, om beskyttelsen er reel hos de kommunale myndigheder.
- På hede, overdrev eller mose får man ikke lov til at plante pil.
- I Natura 2000 områder skal der altid søges om tilladelse til at plante energiafgrøder.
- For nogle vandløb og søer er der åbeskyttelses- og søbeskyttelseslinjer 150 m fra vandløbet eller søen.
- Der er beskyttelseszoner i forhold til fortidsminder og kirker, som man skal overholde.

Generelt er det en rigtig god ide at kontakte sin planteavlserådsgiver eller kommunen inden plantning.



KILDER TIL MERE VIDEN OG INSPIRATION

Ressourcer online

BioM-projektets hjemmeside:
www.biom-kask.eu

Agrotechs hjemmeside:
www.agrotech.dk/biom

Landbrugsinfos hjemmeside:
<https://www.landbrugsinfo.dk/planteavl/afgroeder/energiafgroeder/pil-energiskov/sider/startside.aspx>

Rapporter og litteratur

Rapporter og pjecer hentes på:
www.agrotech.dk/biom

BIOM-PROJEKTET ER STØTTET AF:



midt
regionmidtjylland



Interreg IVA
ÖRESUND - KATTEGAT - SKAGERAK



**VÄSTRA
GÖTALANDSREGIONEN**

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



Bæredygtig
bioenergi

www.biom-kask.eu