



Følsomhedsanalyser for drifts- økonomi ved dyrkning af energipil

Af Søren Ugilt Larsen, AgroTech, og
Erik Maegaard, Videncentret for Landbrug

BioM

Bæredygtig
bioenergi

December 2010

Følsomhedsanalyser for driftsøkonomi ved dyrkning af energipil

Af Søren Ugilt Larsen, AgroTech, og Erik Mægaard, Videncentret for Landbrug

December 2010



VIDENCENTRET FOR LANDBRUG

AgroTech

FORORD

Storskala produktion af biomasse kræver udvikling af forretningsmodeller, der arbejder med mange led i værdikæden, fra valg af afgrøder, dyrkningsmetoder, høst, logistik, forbehandling, lagring, bearbejdning i biogasanlæg til distribution og afsætningskanaler. I BioM projektet udvikles og demonstreres nye dyrkningssystemer og teknologier til blandt andet biogasproduktion. Som en del af projektet bygges en økologisk biogasreaktor, der plantes energipil på miljøfølsomme arealer og der høstes enggræs fra miljøfølsomme marginalområder. Visionen er at positionere landmanden som fremtidens energileverandør og bioenergi som alternativ, vedvarende energikilde i Kattegat-Skagerak regionen. Det transnationale samarbejde i projektet vil sikre de nødvendige resultater effektivt og på kortere tid, end hvis de skulle udvikles nationalt. BioM (Odling för bioenergi, vattenmiljö och markvård) er delfinansieret af Europæisk Regional Udviklingsfond og er en del af Interreg IV A Øresund-Kattegat-Skagerak programmet. Øvrige finansieringskilder er Region Midtjylland, Västra Götalandsregionen og Länsstyrelsen.

Denne rapport er udarbejdet som en del af BioM-projektet og fokuserer på de økonomiske forhold ved produktion af energipil. Formålet er at belyse, hvordan de forskellige led i produktionen af energipil påvirker driftsøkonomien for landmanden og produktionsomkostningerne ved anvendelse af pil til energiformål. Hensigten er at undersøge, hvilke faktorer der har særlig betydning for økonomien, og dermed også hvor der er mulighed for forbedringer. Gennem BioM-projektet forventes der løbende opnået ny viden, som kan forbedre dyrkningen af energipil – og dermed også optimere økonomien og øge sikkerheden.

INDHOLD

Resume.....	5
Indledning	6
Basiskalkuler	6
Direkte høst med flisning vs. helskudshøst	8
Likviditetsflow og betydningen af diskontering i kalkulen	9
Rente, inflation og prisstigning	10
Afregningspris.....	10
Beregning af energiindhold i flis	11
Udbyttensniveau.....	12
Etablering og etableringstilskud.....	13
Ukrudtsbekæmpelse	14
Gødningsomkostninger.....	14
Høstomkostninger	14
Transportomkostninger	16
Rumvægt i pileflis.....	17
Kulturens levetid	19
Udvikling og stordriftsfordele	20
Økonomisk værdi af miljøeffekter ved pileydrkning	21
Kilder.....	21

Resume

Der er udarbejdet kalkuler for økonomien i dyrkning af energipil. Da pil er en flerårig afgrøde, omregnes 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 denne rapport foretaget sammenligninger med økonomien for alternative afgrøder. Hvis der ikke tages højde for diskonteringen over tid ved piledyrkning, overestimeres dækningsbidraget (DB2) med ca. 500 kr. per ha per år.

Da der er betydelig usikkerhed om en del af forudsætningerne for økonomien ved pile- dyrkning, er der gennemført en række følsomhedsanalyser for at illustrere betydningen af usikkerheden af de forskellige forudsætninger, primært med fokus på dækningsbidrag per ha (DB2) og produktionsomkostninger per energienhed. I de enkelte situationer vil kalkulerne kunne gøres mere præcise ved at anvende mere specifikke forudsætninger. Der er udarbejdet kalkuler både for piledyrkning med direkte høst med flisning og med helskudshøst. Mange af de samme forhold gør sig gældende, hvorfor artiklen primært omhandler direkte høst med 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. Ved lave udbytter bliver produktionsomkostningerne per energienhed uforholdsmæssigt høje på grund af en del faste grundomkostninger. 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 per ton tørstof. Etableringstilskud har kun lille indflydelse på den samlede driftsøkonomi.

På omkostningssiden udgør høst den største post, men omkostninger til etablering, gødning og transport udgør også væsentlige poster. Høstomkostninger afhænger blandt andet af markens størrelse, form og farbarhed. Der forventes at være betydelige muligheder for at reducere høstomkostningen ved hjælp af stordrift og videreudvikling af høstmaskiner. Der er udviklet en del på plantningsmaskiner, og etableringsomkostningen ventes ikke umiddelbart at kunne reduceres væsentligt. Gødning kan udgøre en betydelig omkostning, som dog afhænger af muligheden for at anvende husdyrgødning eller slam. Transportomkostningen afhænger af afstanden. Afsætningsmuligheder i lokalområdet vil kunne reducere denne udgift. Ukrudtsbekæmpelse udgør kun en mindre omkostning – men er til gengæld en væsentlig forudsætning for at opnå et højt udbytte.

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.

Økonomien vil generelt forbedres, hvis pilekulturens levetid forlænges, men afhængig af udbyttens niveau har det kun moderat betydning for økonomien. Der forventes at være betydelige 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.

Indledning

Der er betydelige forventninger til dyrkning af energipil som et af elementerne i landbrugets produktion af bioenergi. Pilens store udbyttepotentiale er grundlaget for afgrødens muligheder som energiafgrøde, og den positive miljøeffekt ved piledyrkning gør desuden afgrøden relevant i forhold til de store udfordringer på miljøområdet.

Fra et forretningsmæssigt synspunkt er det som udgangspunkt pilens energiproduktion, der er i fokus – men miljøaspektet ved piledyrkning kan også vise sig at få økonomisk betydning for en landbrugsbedrift. I denne artikel præsenteres forskellige analyser af driftsøkonomien ved produktion af pil til energiformål. Formålet er at belyse, hvilke forhold der er af særlig betydning for økonomien ved piledyrkning – og dermed hvilke forhold det er vigtigst at fokusere på for at opnå den bedst mulige økonomi. Selvom analyserne er baseret på en række prisforhold, som løbende ændrer sig, så formodes mange af sammenhængene at være af mere generel karakter, som også vil gælde med lidt andre prisforudsætninger. Analyserne er lavet som en del af [BioM-projektet](#).

Basiskalkuler

Ligesom for mange andre afgrøder er der også udarbejdet en budgetkalkule for driftsøkonomien ved dyrkning af pil. Der er separate kalkuler for dyrkning af pil med direkte høst og flisning og for dyrkning med helskudshøst, og [kalkulerne](#) kan downloades fra Landbrugsinfo.dk. Produktionsøkonomien ved piledyrkning er desuden beskrevet mere detaljeret af Maegaard (2009). I nedenstående følsomhedsanalyser er der taget udgangspunkt i "basiskalkulerne", som senest er opdateret oktober 2010. I tabel 1 er vist forudsætningerne for basiskalkulen for piledyrkning med direkte høst og flisning. I følsomhedsanalyserne anvendes disse grundforudsætninger, men hvor udvalgte faktorer ændres enkeltvis. Nærmere oplysninger om forudsætninger og beregninger findes i artiklen på Landbrugsinfo.dk og i selve kalkulerne (xls-filer).

Table 1. Forudsætninger for basiskalkule for pil med direkte høst med flisning. I følsomhedsanalyserne anvendes disse grundforudsætninger, men hvor udvalgte faktorer ændres enkeltvis.

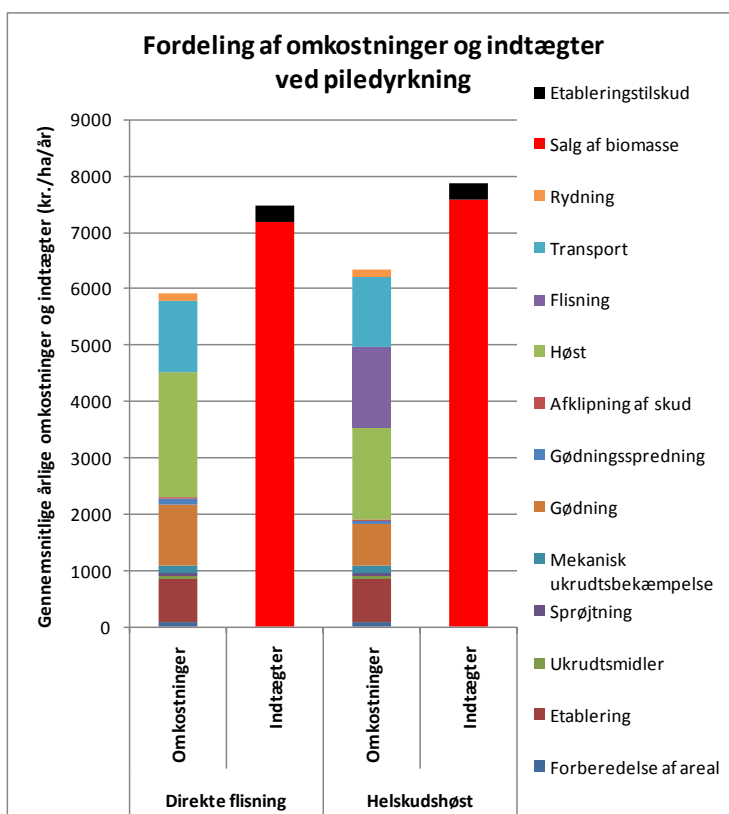
Grundforudsætninger			
Rente	6 %		
Kulturens levetid	19 år		
Afregningspris	42 kr./GJ = 675 kr./ton TS		
Energiindhold (50 % vand)	16,06 GJ/ton TS		
Høstpris	30 kr./m ³		
Transportafstand	30 km		
Transportpris	17,50 kr./m ³		
Omkostningsposter	Tidspunkt	Antal/enhed	Kr./ha/år (nutidsværdi)
Indtægt			
Udbyttet, 1. høst	År 3	24 tons TS/ha	1.218
Udbyttet, efterfølgende høst	År 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19	24 tons TS/ha	5.976
Etableringstilskud (430 Euro)	År 0	3.200 kr./ha	287
Sum - indtægt			7.481
Stykomkostninger			
Etablering	År 0		762
Roundup	År 0	3 l/ha	9
Logo	År 0, 1	150 g/ha	60
Kvælstof, året efter plantning	År 1	120 kg N/ha	74
Kvælstof, høstår	År 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17	120 kg N/ha	363
Kvælstof, året efter høstår	År 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18	120 kg N/ha	343
Fosfor, året efter plantning og høstår	År 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17	15 kg P/ha	85
Kalium, året efter plantning og høstår	År 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17	50 kg K/ha	215
Sum - stykomkostninger			1.910
Maskin- og arbejdsomkostninger			
Pløjning	År 0	1 gang	54
Harvning	År 0	1 gang	13
Tromling	År 0	1 gang	13
Sprøjtning	År 0, 1	2 gange	49
Afklipning af 1.årsskuddene	År 1	1 gang	13
Ukrudtsbek. strigling	År 0	5 gange	56
Ukrudtsbek. radrensning	År 0	1 gang	28
Ukrudtsbek. radrensning	År 1	2 gange	52
Gødningsspredning, høstår	År 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17	1 gang	58
Gødningsspredning, året efter høst	År 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18	1 gang	55
Rydning	År 19	1 gang	118
Høst, 1. høst	År 3	24 tons TS/ha	374
Høst, resterende år	År 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19	24 tons TS/ha	1.833
Transport, 1. høst		24 tons TS/ha	218
Transport, resterende høst		24 tons TS/ha	1.069
Sum af maskin- og arbejdsomkostninger			4.002
Sum af omkostninger			5.912
Dækningsbidrag efter maskin- og arbejdsomkostninger			1.569

Direkte høst med flisning vs. helskudshøst

Den primære forskel mellem de to dyrkningssystemer for pil drejer sig om høstmetoden. Ved direkte høst med flisning høstes og flises pilen i én arbejdsgang, og biomassen leveres kort efter med 45-55 % vandindhold. Ved helskudshøst samles de høstede stammer sammen i stakke og flises først senere, når helskuddene er tørret ned til en vandprocent på 25-35. Som det ses af figur 1, så er høstomkostningen for helskudshøst sammensat af selve høsten og flisningen, og den ekstra håndtering fører til en lidt højere samlet høstomkostning end ved direkte høst og flisning. Til gengæld opnås der ved helskudshøst en lidt højere salgspris per ton tørstof på grund af det lavere vandindhold, og den samlede indtægt er derfor lidt højere. Følgelig er forskellen i dækningsbidraget mellem de to dyrkningssystemer derfor ikke så stor.

En anden forskel mellem dyrkningssystemerne er, at der generelt bliver høstet oftere ved direkte høst end ved helskudshøst (i regneeksemplerne er der regnet med høst henholdsvis hvert andet og hvert tredje år). Der er regnet med kvælstofgødskning hvert år ved direkte høst og i to ud af tre år ved helskudshøst, og dette giver en lidt større gødningsomkostning for direkte høst.

Udover disse forskelle vil mange af de samme mekanismer gøre sig gældende for både direkte høst og flisning og helskudshøst. Derfor er følsomhedsanalyserne kun vist for direkte høst.

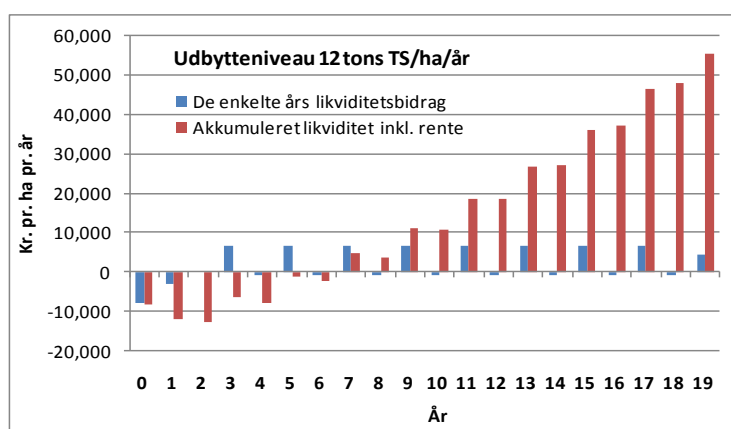
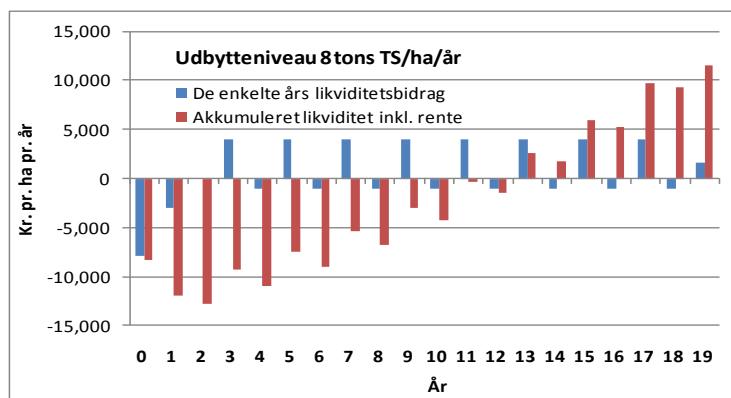


Figur 1. Fordeling af omkostninger og indtægter ved dyrkning af pil med henholdsvis høst med direkte flisning og helskudshøst. Baseret på basiskalkuler for de to systemer som fremstillet på Landbrugsinfo.dk i oktober 2010.

Likviditetsflow og betydningen af diskontering i kalkulen

En pilekultur forventes at have en levetid på 15-25 år, og indtægter og omkostninger er derfor spredt over en årrække. Der er en tidsmæssig forskydning i indtægter og omkostninger, da etableringsomkostningen ligger i etableringsåret, mens indtægterne fra flissalg først kommer senere i forløbet. Denne tidsmæssige forskydning har betydning for likviditeten ved pileydrkning, og likviditetsflowet er i figur 2 illustreret for to forskellige udbyttensniveauer. Ved 12 tons TS per ha per år opnås likviditetsoverskud efter 7 år, mens det ved 8 tons TS per ha per år først opnås efter 13 år.

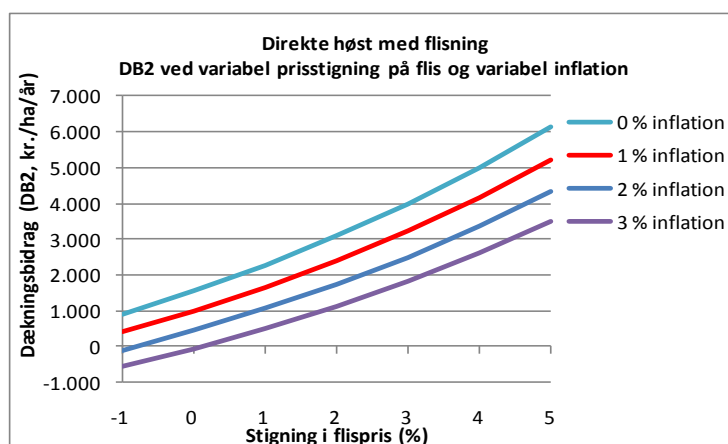
Der eksisterer en del kalkuler for pileydrkning, og der regnes ikke i alle kalkuler med diskontering, det vil sige der ikke tages højde for den tidsmæssige forskydning, der er mellem etableringsomkostninger med mere og indtægter fra salg. I kalkulerne på Landbrugsinfo.dk indregnes diskonteringen, og indtægter, omkostninger og dækningsbidrag er omregnet til nutidsværdi, som derefter omregnes til lige store årlige beløb ved hjælp af annuitet, (se tabel 1), som herefter kan sammenlignes med tilsvarende værdier for enårige afgrøder (læs nærmere i Mægaard, 2009). Hvis forudsætningerne i tabel 1 anvendes i en kalkule, hvor der ikke tages hensyn til tidsforskydning mellem ind- og udbetalinger fra produktionen (dvs. diskonteringen), så opnås en indtægt, der er 356 kr. større per ha per år, mens de samlede omkostninger bliver 170 kr. mindre. Derved beregnes et DB2 på 526 kr. per ha per år mere, end hvis der tages hensyn til tidsforskydningen. Derfor skal der altid tages hensyn til det tidspunkt, hvor ind- og udbetalinger forfalder.



Figur 2. Likviditetsflow for pil med direkte høst og flisning med et udbyttensniveau på henholdsvis 8 og 12 tons TS per ha per år. Beregninger baseret på forudsætningerne i basiskalkulen som vist i tabel 1.

Rente, inflation og prisstigning

Rente, inflation og prisstigning har betydning for økonomien ved piledyrkning. Især har rente og inflation betydning, når man vurderer over en længere periode. Samtidig har det betydning, om man regner med, at alt stiger som inflationen, eller nogle ting udvikler sig på en anden måde. I basiskalkulerne er renten sat til 6 % og inflationen er sat til 0 %, det vil sige at realrenten er 6 %. Hvis renten reduceres fra 6 til 4 %, øges dækningsbidraget med knap 200 kr. per ha per år, mens det reduceres knap 200 kr. per ha per år ved en rentestigning fra 6 til 8 %. Inflation vil reducere dækningsbidraget, da den realrente, man anvender, reduceres med ca. samme omfang som inflationen. En rente på 6 % og en inflation på 2 % per år svarer således til, at der regnes med en realrente på ca. 4 %. Hvis omkostningerne stiger med inflationen, og prisen på pileflis udvikler sig anderledes, kan det forrykke konklusionen om økonomien i pile- dyrkning.



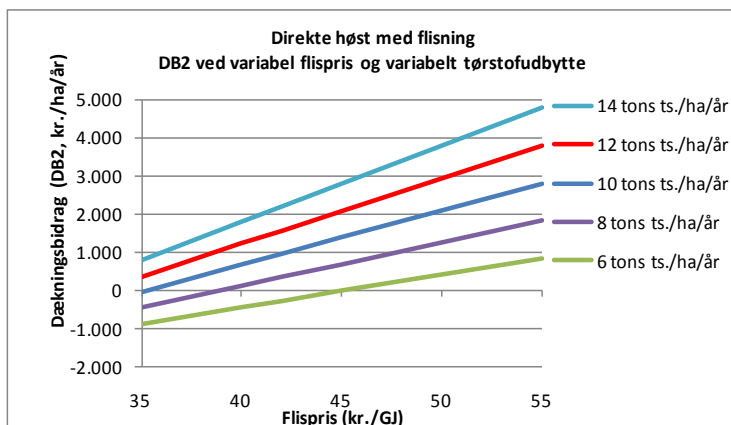
Figur 3. Sammenhæng mellem stigning i flispris og dækningsbidrag ved piledyrkning med forskellige inflationsrater. I beregningen antages en stigende flispris, mens øvrige omkostninger ikke stiger. Beregninger baseret på forudsætningerne i basiskalkulen som vist i tabel 1.

Afregningspris

Afregningsprisen ved salg af pileflis er sammen med udbyttensniveauet afgørende for indtægten ved piledyrkning og dermed blandt de væsentligste parametre i økonomien. Figur 4 viser dækningsbidraget ved piledyrkning ved forskellige flispriser og forskellige udbyttensniveauer. Mens højere udbytte også er forbundet med højere omkostninger til høst og transport, så går en øget afregningspris "ubeskåret" til at øge dækningsbidraget. Ved et udbyttensniveau på 10 tons tørstof per ha per år øges dækningsbidraget med 143 kr. per ha per år, når flisprisen øges med 1 kr. per GJ. For at opnå et dækningsbidrag på 1.000 kr. per ha per år, skal flisprisen være ca. 48 kr. per GJ ved et udbytte på 8 tons tørstof per ha per år, mens det ved 10 tons tørstof per ha per år opnås ved en flispris på ca. 42 kr. per GJ.

Flisprisen har gennem mange år været yderst stabil, men fra ca. 2007 har der været nogen stigning i prisen, som nu synes at være stabiliseret igen (Viktor Jensen, [præsentation](#), 6/10 2010). Der er formodning om en vis stigning i flisprisen fremover. På arealer, som kan egne sig både til korndyrkning og piledyrkning, vil den alternative

indtjening ved korndyrkning afhænge af den gennemsnitlige kornpris over de næste år, og den er behæftet med betydelig usikkerhed. Uvisheden om prisrelationerne mellem korn og flis vil dermed udgøre et af landmandens primære forbehold overfor at skifte fra korndyrkning til pile dyrkning.



Figur 4. Sammenhæng mellem flispris og dækningsbidrag ved pile dyrkning med direkte flisning med forskellige årlige udbytter af tørstof. Beregninger baseret på forudsætningerne i basiskalkulen som vist i tabel 1.

Beregning af energiindhold i flis

Flis afregnes normalt efter energiindholdet, og energiindholdet beregnes ved hjælp af en formel ud fra vandindholdet. I kalkulerne er der anvendt formelen for pileflis, som beskrevet i [regneark](#) fra Dansk Fjernvarme:

$$H = 18,5 - (2,094 - F)$$

hvor H er den beregnede nedre brændværdi i GJ per ton råvare med et vandindhold på F.

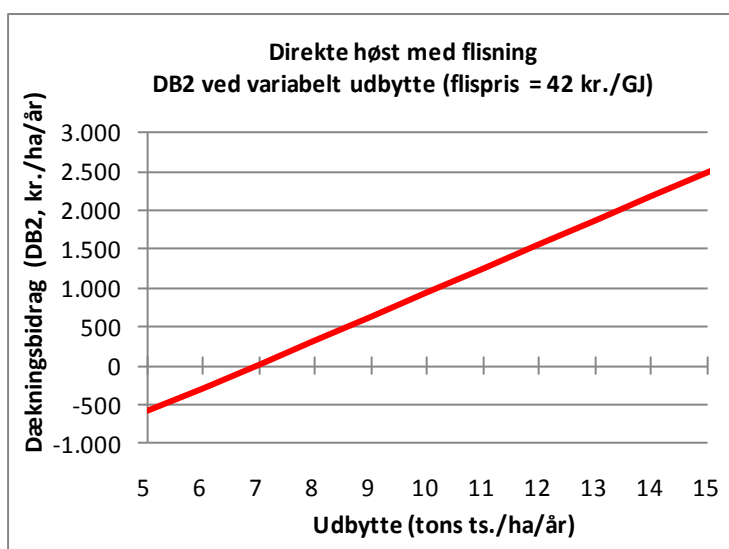
Brændværdien i skovflis er lidt højere end i pileflis, hvorfor der normalt anvendes en lidt anden formel for blandet træflis:

$$H = 19,0 - (2,144 - F)$$

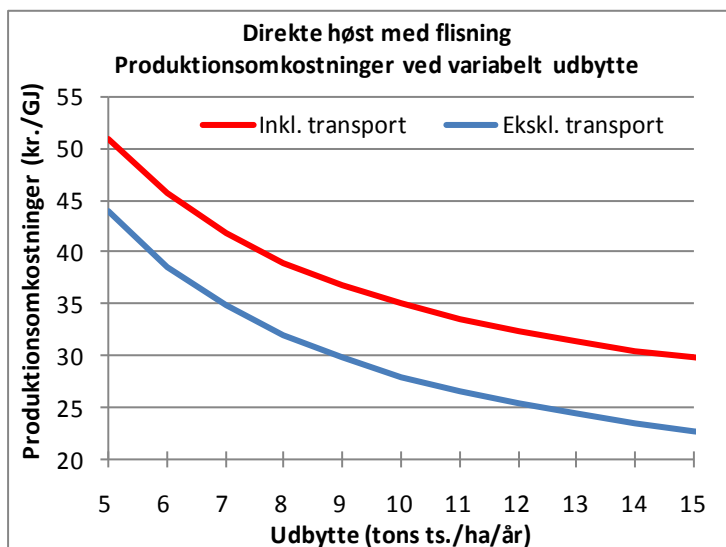
Ved et vandindhold på 50 % beregner formelen for pileflis et energiindhold på 8,03 GJ per ton råvare, mens formelen for blandet træflis beregner et energiindhold på 8,28 GJ per ton råvare, altså ca. 3 % forskel. Hvis energiindholdet i pileflis beregnes ud fra formelen for pileflis, så er der taget højde for den lidt lavere brændværdi i pil end i blandet træflis, og der bør så i princippet afregnes med samme pris per GJ i de to brændsler. I praksis kan der dog være tale om, at pileflis afregnes efter formelen for blandet træflis (det vil sige at energiindholdet overestimeres lidt), og at der til gengæld betales lidt mindre per GJ. Med en forskel på ca. 3 % i det beregnede energiindhold bør forskellen i pris således også være ca. 3 %, det vil sige hvis blandet træflis afregnes til 42 kr. per GJ, så skal pileflis - hvis energiindholdet er beregnet efter formelen for blandet træflis - afregnes med ca. 40,75 kr. per GJ.

Udbyttensniveau

Udbyttensniveauet og afregningsprisen for flis er som nævnt de væsentligste parametre for indtægten ved piledyrkning og dermed også for den samlede økonomi. For enkelthedens skyld er der i kalkulerne regnet med samme udbytte i første høstrotation og i de efterfølgende høstrotationer, og i praksis opnås ikke nødvendigvis helt så højt udbytte i første rotation. Figur 5 viser dækningsbidraget som funktion af udbyttensniveauet, og ved den anvendte afregningspris på 42 kr. per GJ stiger dækningsbidraget med 308 kr. per ha per år, når udbyttet øges med et tons tørstof per ha per år. I figur 6 er vist produktionsomkostningerne per GJ som funktion af udbyttensniveau, hvor der ved alle udbyttensniveauer er antaget samme omkostninger til etablering og pleje. Den ikke-lineære sammenhæng kommer af de "grundomkostninger" (f.eks. etablering og pleje, startgebyr ved høst og transport m.m.), som skal fordeles på det producerede antal GJ, og figuren illustrerer tydeligt vigtigheden af et højt udbytte for at reducere produktionsomkostningerne per GJ og dermed forbedre konkurrenceevnen. Med den nuværende viden er det imidlertid vanskeligt at forudsige, hvilket udbytte der kan forventes på en given jordtype og med en given pleje, og det er stærkt ønskeligt at kunne lave en bedre forudsigelse af dette og dermed et bedre beslutningsgrundlag – både hvad angår energiproduktion og driftsøkonomi.



Figur 5. Sammenhæng mellem årligt tørstofudbytte og dækningsbidrag ved piledyrkning med høst med direkte flisning. Beregninger baseret på forudsætningerne i basiskalkulen som vist i tabel 1.



Figur 6. Sammenhæng mellem årligt tørstofudbytte og produktionsomkostninger per energienhed ved pile dyrkning med direkte flisning. Beregninger baseret på forudsætningerne i basiskalkulen som vist i tabel 1.

Etablering og etableringstilskud

Sammen med gødsning, høst og transport udgør etableringen en af de største omkostningsposter ved pile dyrkning. Etableringsomkostningen dækker forædlerafgift, høst og opbevaring af stiklingemateriale samt selve plantningen. Omkostningen til traditionel etablering af en pilemark med ca. 12.000 stiklinger à 20 cm længde er forholdsvis sikkert bestemt til en pris mellem 8.000 og 9.000 kr. per ha med den nuværende teknologi til plantning. Ved 8.500 kr. per ha svarer det til en omkostning på 762 kr. per ha per år. Det er muligt, at etableringsomkostningen kan reduceres ved hjælp af yderligere rationalisering og teknikudvikling, f.eks. etableringsmetoder som ikke kræver manuel sortering af stiklingemateriale, men da der allerede er arbejdet meget med udvikling af etableringsmetoder, er de letteste gevinster formodentlig allerede hentet.

Et etableringstilskud på 3.200 kr. per ha (udbetalt ved etableringen) dækker 35-40 % af etableringsomkostningen. Over en tidshorisont på 19 år andrager tilskuddet dog kun en værdi på 287 kr. per ha per år som gennemsnit per år over de 19 år, og etableringstilskuddet har derfor kun en mindre betydning sammenlignet med, hvor meget udbytte og afregningspris påvirker for indtægten, dog har etableringstilskuddet relativ stor betydning for likviditeten, der vil være anstrengt de første år.

Ukrudtsbekæmpelse

Der er i kalkulerne regnet med en kombination af kemisk og mekanisk ukrudtsbekæmpelse i etableringsåret og året efter etablering, og tilsammen omfatter omkostningerne 254 kr. per ha per år. Ukrudtsbekæmpelse udgør derfor kun en mindre omkostning ved piledyrkning.

Selvom ukrudtsskadedetærskler og økonomisk merudbytte ved forskellige former for ukrudtsbekæmpelse i pil ikke er tilstrækkeligt klarlagt, så vil ukrudtsbekæmpelse i de fleste tilfælde være af helt afgørende betydning for at få et fornuftigt udbytte, og omkostningen til ukrudtsbekæmpelse bør således ikke spares væk. Det er desuden ønskeligt med mere viden om behovet for og effekten af ukrudtsbekæmpelse i etableringsfasen henholdsvis efter etableringsfasen.

Gødningsomkostninger

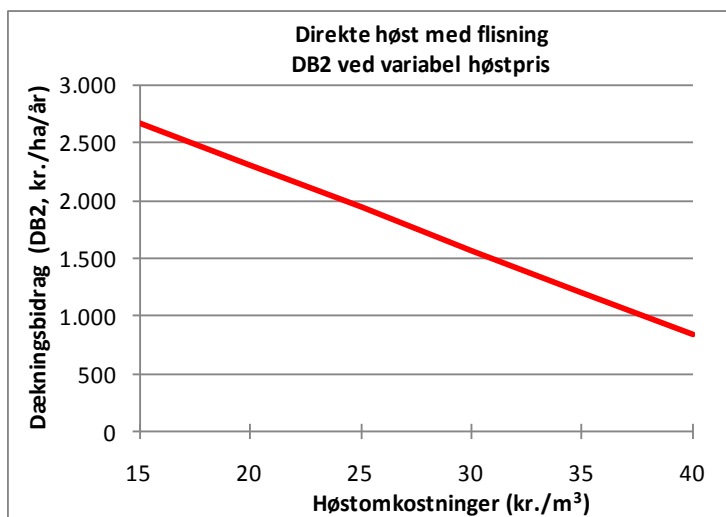
I kalkulerne er regnet med gødskning med handelsgødning i høstår og året efter høstår, og gødningen udgør en betydelig omkostning svarende til 1.080 kr. per ha per år (ekskl. udbringning) for høst med direkte flisning (tabel 1). Hvis der benyttes en mindre gødningsmængde, eller hvis der benyttes husdyrgødning eller slam som gødningskilde, kan denne udgift reduceres og eventuelt vendes til en mindre indtægt ved at modtage slam, hvilket kan påvirke dækningsbidraget meget. Det er imidlertid meget ønskeligt at opnå større viden om, hvordan pilens udbytte afhænger af den tilførte mængde af henholdsvis N, P og K på forskellige jordtyper, og denne viden er en forudsætning for at kunne tilstræbe økonomisk optimal gødskning.

Høstomkostninger

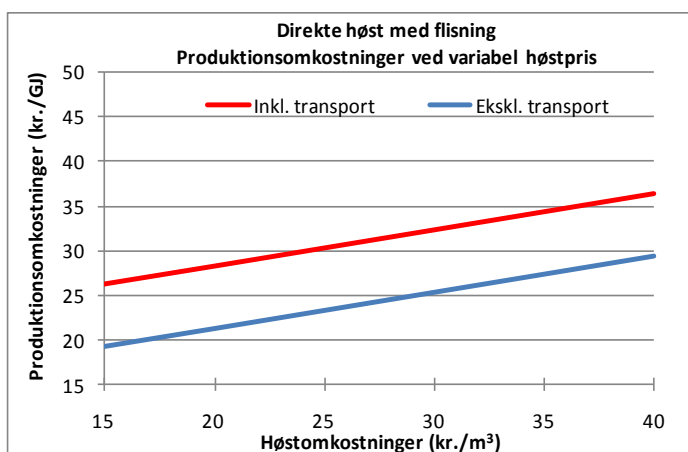
Som figur 1 viser, så udgør høstomkostningen den største udgift ved piledyrkning. Høstomkostningerne afhænger blandt andet af udbyttens niveau, og det er derfor nyttigt at angive høstomkostningerne i forhold til den høstede mængde frem for i forhold til det høstede areal. I kalkulerne er høstomkostningerne derfor angivet i kr. per m³, som dog omregnes til kr. per ton tørstof (se også om sammenhæng mellem rumfang og tørstovvægt under afsnittet om rumvægt i pileflis). Der er foreløbig kun begrænsede data for høstomkostningerne ved dyrkning af pil i stor skala, og der oplyses priser fra 20 til 35 kr. per m³. Det store prisspænd skyldes blandt andet forskelle i markens størrelse, form og farbarhed; hvis marken er lille, ukurant i formen og/eller våd at færdes på, så vil høstomkostningerne per m³ stige, da der bruges forholdsmæssig lang tid, og høsterens kapacitet ikke udnyttes fuldt ud. Marktransport af flis fra høsteren og til fast vej er i kalkulerne indregnet i høstomkostningerne, og hvis afstanden er stor, vil det også øge omkostningerne.

I kalkulerne er der som udgangspunkt antaget en høstomkostning på 30 kr. per m³. Figur 7 viser, hvordan dækningsbidraget ændres, hvis høstomkostningen ændres. Med forudsætningerne i tabel 1 øges dækningsbidraget med 74 kr. per ha per år, for hver krone høstomkostningen reduceres per m³. Tilsvarende viser figur 8, at produktionsprisen falder med 0,40 kr. per GJ for hver krone høstomkostningen reduceres per m³.

Når pil dyrkes med henblik på økonomisk afkast, er det derfor væsentligt at tilstræbe lave høstomkostninger, blandt andet som nævnt ved at undgå små og besværlige marker. Der er dog formodentlig også store muligheder for at rationalisere høsten ved hjælp af mere effektive høstmaskiner. Flere maskinproducenter arbejder på udviklingen af høstudstyr til pil.



Figur 7. Sammenhæng mellem høstomkostninger og dækningsbidrag ved pile dyrkning med direkte flisning. Beregninger baseret på forudsætningerne i basiskalkulen som vist i tabel 1.



Figur 8. Sammenhæng mellem høstomkostninger og produktionspris per energienhed ved pile dyrkning med direkte flisning. Beregninger baseret på forudsætningerne i basiskalkulen som vist i tabel 1.

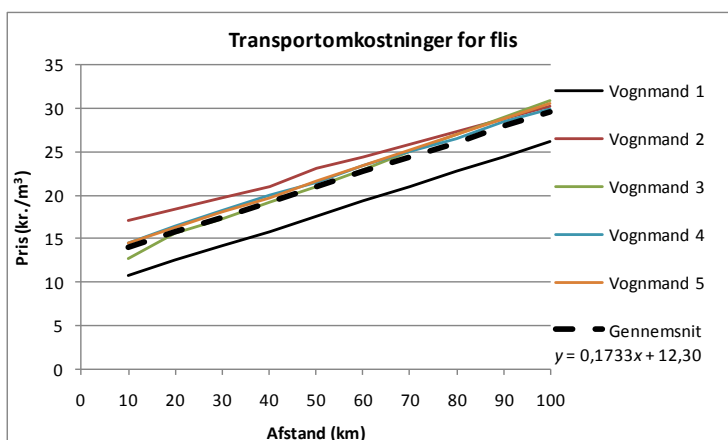
Høstinterval har også betydning for driftsøkonomien, og som vist i tabel 2 bliver dækningsbidraget større og produktionsomkostningerne per energienhed lavere, når der høstes sjældnere. Det forudsætter dog, at høstmaskinen egner sig til høst af en afgrøde med den givne skudalder, og at der stadig kan forventes samme høstomkostning per m³.

Tabel 2. Betydningen af høstinterval for dækningsbidrag og produktionsomkostninger ved pileydrkning med direkte flisning.

Høstinterval	Kulturens levetid	Dækningsbidrag	Produktionsomkostninger
År	År	Kr. per ha	Kr. per GJ
2	19	1569	32,40
3	18	1772	30,30
4	19	1893	28,70

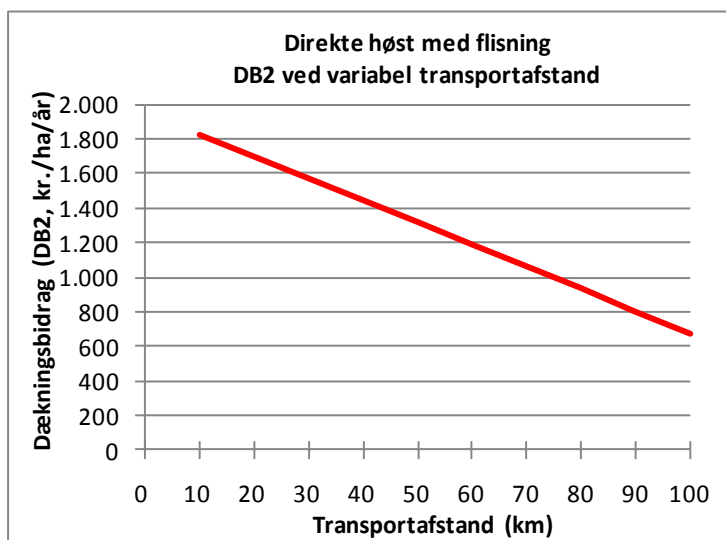
Transportomkostninger

Transporten af pileflis fra mark til aftager kan udgøre en væsentlig omkostning, men er stærkt afhængig af transportafstanden. Indenfor kortere afstande vil landmanden i nogle tilfælde selv kunne transportere flisen til aftageren, men over længere afstande er det nødvendigt med transport med lastbil. Vognmænds transport af træflis afregnes typisk med en startpris ved 10 km afstand og med tillæg for hver ekstra 10 km. I figur 9 er vist sammenhængen mellem afstand og transportpris for træflis (inkl. læsning), oplyst fra fem forskellige vognmænd og med en gennemsnitlig sammenhæng. Der er nogen variation mellem vognmændenes priser, men generelt giver den gennemsnitlige sammenhæng formodentligt et rimeligt indtryk af transportomkostningen. Startprisen ved 10 km er ca. 14,00 kr. per m³, og herefter stiger prisen med ca. 1,73 kr. per m³ for hver ekstra 10 km.

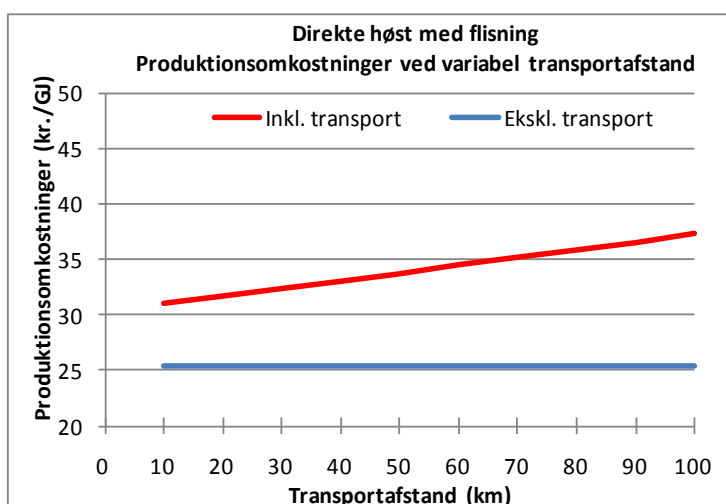


Figur 9. Sammenhæng mellem transportafstand og transportomkostninger for transport af træflis, inkl. læsning. Læsning udgør typisk ca. 3 kr. per m³. Baseret på priser oplyst fra fem forskellige vognmænd, hvor den stiplede linje angiver den gennemsnitlige sammenhæng.

Figur 10 og 11 viser, hvordan dækningsbidraget falder og produktionsomkostningerne per energienhed stiger med stigende transportafstand. Dækningsbidraget falder med 127 kr. per ha per år for hver ekstra 10 km transportafstand, mens produktionsomkostningerne stiger med 0,70 kr. per GJ for hver ekstra 10 km transportafstand. Ekstraomkostningen ved stor transportafstand er temmelig sikkert bestemt og kan formodentlig ikke reduceres væsentligt. Derfor er det allerede ved etablering af nye pilemarker relevant at undersøge afsætningsmulighederne i lokalområdet eller alternativt at indkalkulere transportomkostningen i det forventede økonomiske udbytte af pileydrkningen.



Figur 10. Sammenhæng mellem transportafstand og dækningsbidrag ved piledyrkning med direkte flisning. Beregninger baseret på forudsætningerne i basiskalkulen som vist i tabel 1.

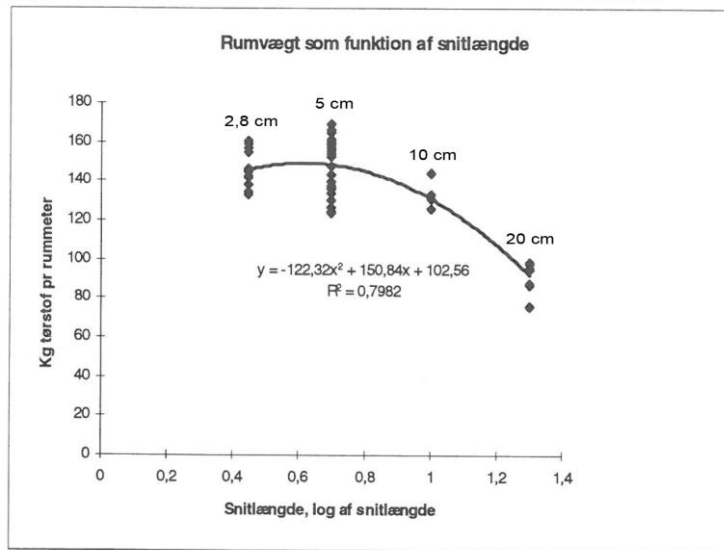


Figur 11. Sammenhæng mellem transportafstand og produktionsomkostning per energienhed ved piledyrkning med direkte flisning. Beregninger baseret på forudsætningerne i basiskalkulen som vist i tabel 1.

Rumvægt i pileflis

Ved beregning af økonomien i piledyrkning anvendes der flere forskellige enheder. Udbyttet angives typisk i tons tørstof per ha per år, mens energiudbyttet angives i GJ per ha per år, beregnet ud fra tørstofudbytte og vandindhold. En del omkostninger er bestemt af pileflisens rumfang, for eksempel transportomkostningen, som typisk angives i kr. per m³, og omkostningerne til høst og flisning (ved helskudshøst) angives også ofte i kr. per m³, selvom der i praksis ofte afregnes per arbejdstime. For at lave det samlede regnestykke for økonomien er der brug for omregning mellem disse enheder.

Ved omregning mellem priser per m³ og per ton tørstof er det nødvendigt at vide, hvor meget tørstof der er per m³ pileflis. Leer (2007) angiver en rumvægt på 0,125 ton tørstof per m³ for pileflis (til sammenligning med 0,175 for fyreflis og 0,225 for bøgeflis). Rumvægten afhænger dog af, hvor fint flisen er snittet, og en sammenhæng mellem snitlængde og rumvægt er vist i rapporten Helårsforsyning af pil til kraftvarme-produktion (1997), se figur 12. Figuren viser, at rumvægten falder betydeligt, når snitlængden øges – men med betydelig variation i rumvægten blandt målinger med samme snitlængde. Ved 5 cm snitlængde varierer den målte rumvægt ca. fra 0,120 til 0,170 tons tørstof per m³. Den beregnede sammenhæng i figuren er derfor en gennemsnitsbetragtning, som ikke vil gælde i alle situationer.

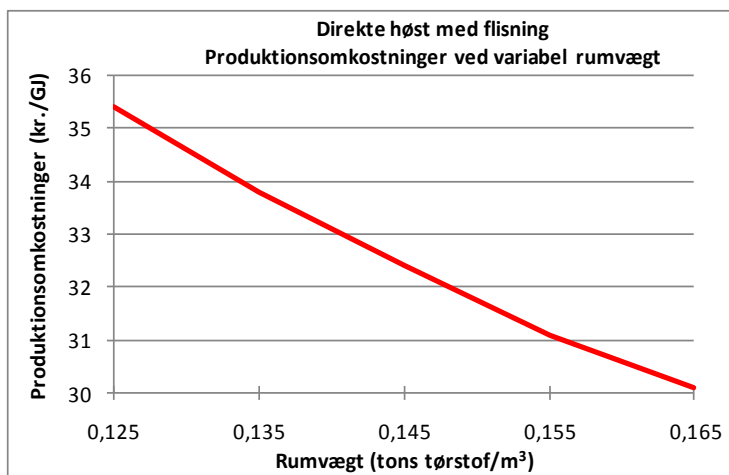


Figur 12. Sammenhæng mellem snitlængde og rumvægt for pileflis. Fra projektrapporten Helårsforsyning af pil til kraftvarme-produktion (1997). De viste målinger svarer til snitlængder på ca. 2,8 cm, 5 cm, 10 cm og 20 cm.

Ved en snitlængde på 2,8 cm, som i rapporten angives som snitlængden for en Claas Jaguar finsnitter, er den beregnede rumvægt 0,145 tons tørstof per m³, og denne værdi er anvendt som standard i kalkulerne. Tabel 3 viser, hvilken betydning det har for omkostningen per ton tørstof, hvis rumvægten varierer i forhold til de 0,145 tons tørstof per m³. En lavere rumvægt vil generelt øge omkostninger per ton tørstof. For transporten vil tidsforbruget og dermed prisen normalt være den samme uanset flisens rumvægt, og høj rumvægt vil derfor reducere omkostningerne, dog vel at mærke kun så længe, at det ikke er flisens vægt, der er begrænsende for kapaciteten (f.eks. ved meget våd flis). Figur 13 illustrerer betydningen af rumvægt for de samlede produktionsomkostninger, det vil sige med de nævnte antagelser for høst- og transportomkostninger.

Tabel 3. Sammenhæng mellem høst- og transportpris baseret på rumfang og på tørstofindhold, beregnet ved forskellig rumvægt.

Omkostning	Pris per rummeter (kr. per m ³)	Beregnet pris per ton tørstof ved forskellig rumvægt (kr. per ton tørstof)		
		0,125 tons/m ³	0,145 tons/m ³	0,165 tons/m ³
Høst	30,00	240	207	182
Transport	17,50	140	121	106

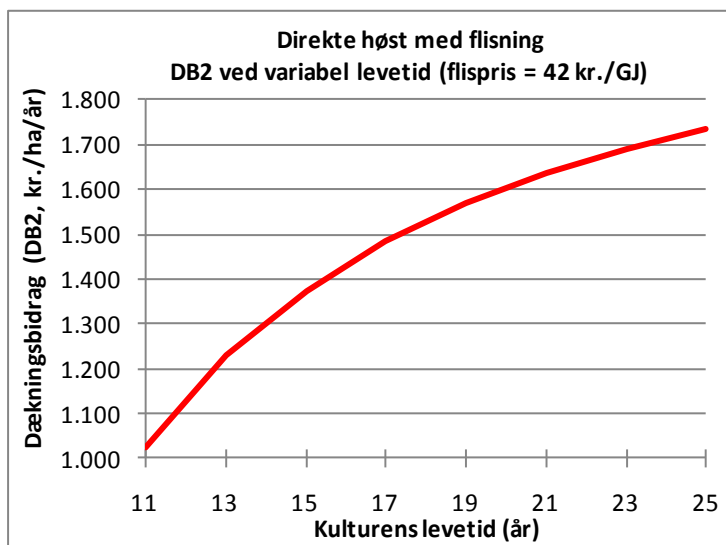


Figur 13. Sammenhæng mellem rumvægt (tons tørstof per m³) og produktionsomkostninger per energienhed ved piledyrkning med direkte flisning. Beregninger er baseret på forudsætningerne i basiskalkulen, som vist i tabel 1.

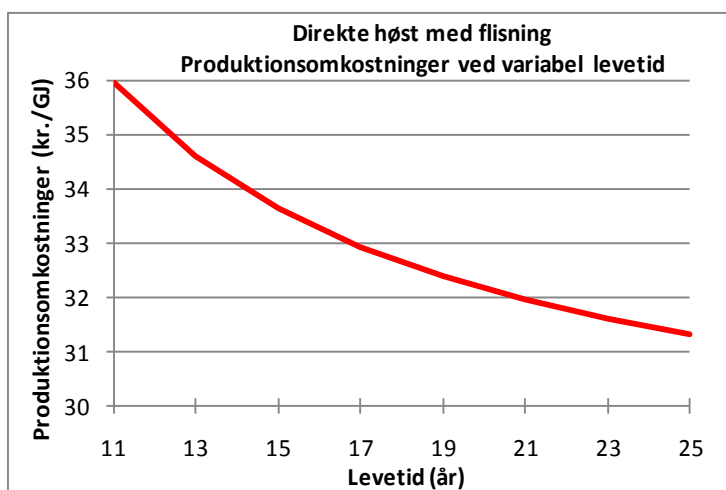
Det antages, at tørstofvægten per rummeter ikke varierer væsentligt, selvom vandindholdet i flisen varierer – i hvert fald i det spænd, som flisens vandindhold normalt ligger i. Vandet i træ findes i to former, nemlig frit vand (kapillarvand) i cellehulrummet og bundet vand (fibervand) i cellevæggens hulheder ([Maskinsnedkerfagets efteruddannelseskompedium - materialelære](#)). Når træet efter fældning begynder at tørre, afgives først det frie vand og derefter det bundne vand. Først når træet begynder at afgive det bundne vand, begynder træet at svinde, det vil sige når vandindholdet når ned under træets "fibermætningspunkt". Som tommelfingerregel for de "lyse" træarter begynder træet først at svinde, når vandindholdet når ned under 25 % af totalvægten (Andreas Bergstedt, pers. medd. 19/10 2010). Pil indeholder ved høst omkring 50 % vand og når ved tørring som helskud typisk ned omkring 25-35 %, det vil sige kun i visse tilfælde vil pileflisens vandindhold nå ned på et niveau, hvor det påvirker rumvægten.

Kulturens levetid

Pilekulturens levetid har indflydelse på økonomi, og i figur 14 og 15 er vist, hvordan dækningsbidraget øges og produktionsomkostningerne per energienhed reduceres, når kulturens levetid forlænges. Den ikke-lineære sammenhæng skyldes de grundomkostninger, f.eks. etableringsomkostningen, som er uafhængige af levetiden og som derfor betyder mindre, når de kan deles ud over flere år. Men sammenlignet med nogle af de øvrige parametre af betydning for økonomien, så er levetidens betydning ikke så stor, det vil sige om levetiden er for eksempel 15 eller 19 år betyder kun ca. 200 kr. per ha per år i dækningsbidrag. Det kan derfor vise sig relevant at reetablere en pilekultur (eller skifte til anden afgrøde) allerede efter f.eks. 15 år, hvis der viser sig en udbytte-nedgang, eller hvis der kommer bedre pilesorter på markedet osv.



Figur 14. Sammenhæng mellem pilekulturens levetid og dækningsbidrag ved piledyrkning med direkte flisning. Beregninger baseret på forudsætningerne i basiskalkulen som vist i tabel 1.



Figur 15. Sammenhæng mellem pilekulturens levetid og produktionsomkostninger per energienhed ved piledyrkning med direkte flisning. Beregninger baseret på forudsætningerne i basiskalkulen som vist i tabel 1.

Udvikling og stordriftsfordele

Som en forholdsvis "ung" afgrøde formodes der at være betydelige muligheder for at videreudvikle og forbedre dyrkningen til gavn for blandt andet driftsøkonomien. Der udvikles fortsat bedre og mere effektivt udstyr til piledyrkning, og udviklingen vil givetvis accelerere ved en øget dyrkning af pil. Denne udvikling forventes på sigt at reducere effektiviteten og omkostningerne, for eksempel til høst, ukrudtsbekæmpelse og andre plejeoperationer. Forsøgsarbejde kan generere ny indsigt i piledyrkning, som kan medvirke til højere udbytte og mindre indsats, for eksempel bedre sortsvalg til en given jordtype og tilpasning af ukrudtsbekæmpelse og gødsning efter økonomisk optimum.

Der vil givetvis også kunne opnås betydelige stordriftsfordele ved at dyrke større, sammenhængende arealer af pil, hvilket også vil bidrage til et forbedret dækningsbidrag. Omvendt vil dyrkning af pil på små arealer være relativt omkostningstung, dels på grund af mindre effektiv udnyttelse af maskiner, og dels fordi at forholdet mellem pilearealet og det ubeplantede areal (forager, transportveje m.m.) vil ændres i retning af lavere produktion på det samlede areal.

Dyrkning af pil i storskala og dermed større kvantum af pileflis må også forventes at give bedre muligheder for at indgå kontrakter med aftagere, som har brug for store mængder flis. For at udnytte disse stordriftsfordele og for at være en pålidelig handelspartner er det nødvendigt at koordinere dyrkning, høst og afsætning for et større pileareal, hvilket kræver en koordineringsindsats. Der er allerede oprettet flere pileleverandørforeninger i Danmark, og det er oplagt at bruge disse som et redskab til at opnå stordriftsfordelene. Alternativt skal der anvendes "eksterne" entreprenører til at styre og gennemføre høst og afsætning. Under alle omstændigheder er der brug for en koordineringsindsats for at udnytte mulighederne stordriftsfordelene ved pileydrkning, og denne indsats skal indgå i den samlede forretningsplan for pileydrkningen.

Økonomisk værdi af miljøeffekter ved pileydrkning

Med stigende krav om reduceret udledning af næringsstoffer fra landbrugsarealer bliver pilens miljømæssige egenskaber også mere interessante. På nuværende tidspunkt synes det ikke muligt at beregne en eventuelt økonomisk værdi af miljøeffekten, men med en konkretisering af miljøkravene og rammebetingelserne kan dette formodentlig blive muligt. Et af scenarierne kan være reducerede muligheder for at dyrke traditionelle enårige afgrøder på særligt sårbare arealer, men hvor pil så kan give en mulighed for at opretholde en produktion på arealet. I så fald vil valget mellem for eksempel pil og korn ikke kun være bestemt af forholdet mellem dækningsbidraget ved de to afgrøder. Men under alle omstændigheder vil driftsøkonomien ved pileydrkning fortsat være central for landmandens interesse for pileydrkning.

Kilder

Bergstedt, A. (2010). Lektor ved Skov & Landskab, KU-LIFE. Personlig meddelelse, 19/10 2010.

Helårsforsyning af pil til kraftvarmeproduktion (1997). Projektrapport, udgivet af Landbruget rådgivningscenter og Forskningscentret for Skov & Landskab.

Jensen, V. (2010). Kvalitet og afsætning af pileflis. Præsentation på temamøde om energipil, Ringkøbing, 6/10 2010. <http://www.vjl.dk/NR/rdonlyres/34B9E944-E178-4F67-BE60-35DE7CEE3983/0/KvalitetogafsaetningafpileflisViktorJensen.pdf>.

Kalkuler for energipil (2010). Landbrugsinfo, 14/10 2010. http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Afgroeder/Energiafgroeder/pil-energiskov/Sider/Kalkuler_for_energipil.aspx

Leer, E. (2007). Hvordan er markedet for pileflis, og hvilke kvalitetskrav skal være opfyldt? Bilag fra Plantekongress 2007, s.210-211.
http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/infoplanter/plk07_f2_3_e_leer.pdf

Maegaard, E. (2009). Dyrkning af energipil. Produktionsøkonomi – planteavl. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret. s.36-45.

Maskinsnedkerfagets efteruddannelseskompedium – materialelære.
<http://www.es-c.dk/tu/undervis/0112html/pdf/material.pdf>

Projektet er støttet økonomisk af:

