



FarmTest

Høst af pil

Maskiner og planteavl 119



Titel: Høst af pil
Forfatter: Innovationskonsulent Jørgen Pedersen, AgroTech
Review: Henning Sjørsløv Lyngvig, Videncentret for Landbrug, Planteproduktion og
Søren Ugilt Larsen, AgroTech.
Layout: Gitte Bomholt, AgroTech
Marianne Kalriis, Videncentret for Landbrug
Tryk: Videncentret for Landbrug
Udgave: 1. udgave, august 2011
Oplag: 20 stk.
Udgiver: Videncentret for Landbrug
Agro Food Park 15, Skejby
8200 Aarhus N
Telefon 8740 5000 | Fax 8740 5010
E-mail farmtest@vfl.dk
www.farmtest.dk
ISSN 1601-6777

Høst af pil

Af innovationskonsulent Jørgen Pedersen, AgroTech

Det Europæiske Fællesskab ved Den Europæiske Fond for Udvikling af Landdistrikter og Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri har deltaget i finansieringen af denne FarmTest.



INDHOLD

1. Sammendrag og konklusion.....	4
2. Baggrund og formål.....	5
3. FarmTestens gennemførelse.....	6
4. Resultater.....	7
Undersøgelse i marken.....	10
Pil i rækker.....	10
Test i mark.....	11
Claas Jaguar 860.....	11
Claas Jaguar 850.....	15
Stemster II.....	17
Resultater fra partikelstørrelsesanalyse.....	20
Høstpriser m.m.....	21
Claas Jaguar 860.....	22
Claas Jaguar 850.....	23
Stemster II.....	24
Beregning af høstpris ved forskellige kapaciteter og udbytteneauer.....	26
Høst af pil - England.....	27
5. Konklusion.....	28
6. Bilag.....	30

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSION

Der er i februar-marts 2011 gennemført en undersøgelse af høst af pil. Undersøgelsen omfattede høstteknik, høstkapacitet, kvalitet af høstet vare samt høstomkostninger. To forskellige metoder til høst er undersøgt:

- Høst med finsnitter, der høster og snitter pilen til flis i en arbejdsgang
- Høst med såkaldt helskudshøster.

Helskudshøsteren er en specialmaskine, der er udviklet til at høste pilen som hele skud; skuddene skal så efterfølgende og på et senere tidspunkt, hugges til flis.

Finsnitterne benytter specialskærebord, der høster to rækker pil af gangen. Det koster 800.000-1.000.000 kr. at udruste en finsnitter, så den kan høste pil. Foruden specialskærebordet, som udgør hovedparten af omkostningen, er der ændret på hjulmonteringen samt foretaget forstærkning af maskinernes underside.

Høstkapaciteten er afhængig af den anvendte logistik ved høst:

1. Høstmaskinen (finsnitter eller helskudshøster) transporterer selv den høstede pil hen til de midlertidige lagerbunker forenden af marken.
2. Transporten af den høstede pil fra høstmaskinen til lagerbunkerne udføres af traktor + frakørselsvogn; omladningen sker så typisk for enden af pilerækkerne, hvor traktor + vogn holder parkeret.
3. Der høstes direkte over i frakørselsvogn fra finsnitteren.

Metode 1 benyttes, men er ikke hensigtsmæssig, da høstmaskinens høstkapacitet ikke udnyttes optimalt. FarmTesten har vist, at høstkapaciteten fordobles, når der anvendes frakørselskøretøj.

Finsnitterne har en høstkapacitet på $\frac{1}{2}$ -1 ha i timen, svarende til 22-43 tons flis i timen, mens helskudshøsteren vil kunne præstere $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ ha i timen, svarende til 14-42 tons helskud i timen. De højeste høstkapaciteter opnås kun ved anvendelse af frakørselsvogne.

Ved anvendelse af finsnitter er høstomkostninger typisk 60-80 kr. pr. tons flis svarende til 2.500-3.000 kr. pr. ha.

Benyttes der helskudshøster, er høstomkostningen 40-60 kr. pr. tons helskud.

Høstede helskud skal hugges til flis, og omkostningen hertil forventes at være 20-30 kr. pr. m³.

Prøver af den høstede pileflis fra finsnitterne viste, at flisen overholder kravene til fire af de fem kvalitetsklasser for brændselsflis; kun kravene til groveste type flis var ikke overholdt.

Der er kun meget få entreprenører (maskinstationer) i Danmark, der udfører høst af pil. I løbet af 1-3 år vil behovet for høstkapacitet som minimum fordobles.

2. BAGGRUND OG FORMÅL

De seneste år er der etableret mange ha med pil i Danmark. Arealet med pil er steget fra ca. 1.700 ha i 2007 til godt og vel 4.000 ha i 2010 (Larsen, 2010). I 2011 er arealet nået op på knap 5.000 ha (Larsen 2011). Der ydes støtte til etablering af flerårige energiafgrøder, herunder pil; beløbet er 3.200 kr. pr. ha (se nærmere på www.fvm.dk).

Når pilekulturen er 2-3 år gammel, skal den høstes første gang. I Danmark er der allerede en del erfaringer med høst af pil, men i løbet af 1-2 år stiger behovet for høstkapacitet kraftigt. Landmænd og maskinstationer efterspørger derfor nu viden om høstmetoder.

Landmænd ønsker at træffe deres beslutning om dyrkning af pil på et kvalificeret grundlag, og heri indgår kendskab til de forskellige omkostningsposter herunder høst. Hittidige økonomiberetninger har vist, at høstomkostningerne udgør den største omkostningspost ved produktion af pileflis (Larsen og Mægaard, 2010). Det er derfor relevant at undersøge forskellige metoder til høst af pil samt høstomkostningerne.

Formålet med FarmTesten har været at beskrive tilgængelige metoder til høst af pil til energiformål, det vil sige:

- Teknik
- Kapacitet
- Kvalitet af høstet vare
- Økonomi.

3. FARMTESTENS GENNEMFØRELSE

To metoder til høst af pil er undersøgt:

- Høst og flisning med selvkørende finsnitter
- Høst af helskud med bugseret helskudshøster.

Beskrivelsen af metoderne rummer:

- Teknisk beskrivelse af den anvendte teknik
- Opgørelse af høstkapacitet
- Vurdering af arbejdet i marken
- Bedømmelse af fordele og ulemper ved metoderne.

Følgende maskiner er undersøgt i forbindelse med høstarbejde i februar og marts 2011:

- Claas Jaguar 850
- Claas Jaguar 860
- Stemster II.

Desuden beskrives et høstsystem, som er set under en studietur til England i marts 2011.

Der er lavet analyse af partikelstørrelsesfordeling i pileflis høstet med finsnittere. Analysen er gennemført af Skov & Landskab, Eldrupgård ved Auning.

Desuden er prøver af flisen tørret i tørreskab og tørstofindholdet bestemt.

I bilaget findes en liste over udbydere af høst af pil.

4. RESULTATER

I det følgende beskrives de undersøgte maskiner, som anvendes til høst af pil.

Claas Jaguar 860 finsnitter

Basismaskinen er en selvkørende finsnitter, som høster og snitter pileskuddene til flis. Den er med bæltter på forreste aksel og desuden med træk på styreakslen. Skærebordet er Claas' eget udviklede 2-rækkede pileskærebord, model HS-2. Det er relativt kort og kompakt, og alle bevægelige dele drives hydraulisk via separat oliemotor. I hver side af skærebordet er der en skråtsiddende snegl, som fører pileskuddene ind mod klingerne. Oven over savklingerne, på samme aksler, er der medbringerfingre, der griber de afsavede pileskud og fører dem ind til indføringsvalserne på finsnitteren.



Høst af pil februar 2011.



Kørsel på blød bund går fint med bæltter på finsnitter og vogn.



Høst af pil.



Det 2-rækkede Claas HS-2 skærebord med to savklinger.

Finsnitteren trækker en aflæsservogn med høj aflæsning. Vognen er på bælter, der har samme bredde som bælterne på finsnitteren. Rumfanget er ca. 17 m³. Kædetrækket i vognbunden er todelt på langs, så aflæsningen kan styres på tværs ved fyldning af eksempelvis en container. Med bælter på såvel finsnitter som vogn er der god fremkommelighed på selv bløde arealer.

Claas Jaguar 850 finsnitter

Denne maskine er ligeledes en finsnitter, der høster og snitter pileskuddene til flis. Basismaskinen er af næsten samme størrelse som ovenstående, men den tilhører en lidt nyere modelserie. Den er ikke udrustet med bælter, men er som ovenstående med træk på begge aksler.



Høst af pil.



Høst af pil.



Pileskærebordet.



Tildannede klinger af 8 mm tykke hårdmetalplader.

Skærebordet er et 2-rækket universalskærebord til høst af pil. Det er produceret i Sverige, og kan – med tilpasning - anvendes til flere forskellige fabrikater af finsnittere. I sammenligning med Claas HS-2 rager dette skærebord temmeligt langt frem foran basismaskinen. De to klinger, som overskærer pileskuddene, er ikke savklinger men derimod 8 mm tykke hårdmetalplader, hvori der er skåret store indhak, der fungerer som en slags grove savtænder. Pileskuddene bliver således snarere slået end savet over.

Finsnitteren trækker en højtipvogn på to aksler. Vognen er ombygget, så ladet kan hæves inden aftipning. Det giver mulighed for at øge aftipningshøjden.

Stemster II

Stemster II er en specialudviklet maskine til høst af hele pileskud. Maskinen er opbygget som en vogn med et 2-rækket skærebord med savklinger monteret forrest på vognen. De afskårne pileskud gribes af nogle kæder, der fører pileskuddene opad og bagud, hvor de lægges på selve vognladet. Vognen aflæsses ved, at en klap vippes ned, hvorefter tværgående aflæsserkæder trækker pileskuddene af ladet og ned på jorden eller over på en specialbygget frakørselsvogn. Der er vejeceller på stemsteren, og mængden af pileskud på ladet kan hele tiden følges.

Maskinen trækkes og drives af en traktor på bælte. Trækarmen er monteret i venstre side, så maskinen er forskudt til højre for traktoren. Traktoren kører således lige ved siden af de dobbeltrækker, som høstes.



Stemster II i gang med høst af pil.



De afskårne pileskud lægges på ladet.



De to savklinger.



Kæderampen, der griber de afskårne pileskud og fører dem om på vognladet.

De høstede helskud af pil lægges i en bunke på marken, typisk i forageren. Stemsteren kan enten selv køre til bunken og læsse af, eller der kan benyttes en særlig frakørselsvogn.

Maskinen er med to aksler. Hjulene er monteret med bælte uden på dækkene.



Aflæsning af pileskud fra stemsteren.



Specialbygget vogn til transport af pileskud fra stemsteren hen til markbunke.

Undersøgelse i marken

Ved undersøgelserne i marken er flere af følgende parametre målt/vurderet/oplyst:

- Hastighed
- Kapacitet (opgjort i hektar og/eller tons pr. time)
- Skudalder
- Rækkeafstand
- Stubhøjde
- Snitfladens tilstand
- Ikke-høstede/tab af skud eller skuddele
- Ukrudt/bekæmpelse
- Gødskning

Resultaterne gennemgås separat for hver maskine.

Pil i rækker

Afstanden mellem rækkerne i en pilekultur er hyppigst skiftevis 75 cm og 150 cm. Ved høst høstes der således to rækker af gangen med en indbyrdes afstand på 75 cm - en såkaldt dobbeltrække.

To rækker med en indbyrdes afstand på 75 cm optager pr. løbende meter 2,25 m² areal.

Høstmaskinens hjul kører mellem dobbeltrækkerne, dvs. i mellemrummet på de 150 cm og skræver dermed hen over en dobbeltrække (75 cm).

Alle tre beskrevne maskiner har skærebord, der høster to rækker af gangen, når afstanden mellem de to rækker i en dobbeltrække er ca. 75 cm.

Test i mark

Claas Jaguar 860

Høst med denne maskine er undersøgt på tre lokaliteter:

Lokalitet 1

Marken, hvor denne maskine er undersøgt, var noget kuperet, og pilen stod noget uensartet på stykket. Kulturen var tre år gammel, og der var foretaget en afpudsning efter første vækstsæson. Skuddalderen var to år. Skuddene var typisk 3-4 meter høje, og tykkelsen 3-6 cm i en højde af 15-30 cm over jorden svarende til stubhøjden efter høsten.



Afhøstet pilemark. Bemærk, at der stort set ikke er uhøstede pileskud tilbage på marken. Bemærk også det tætte bundlag af græsukrudt.



Stubbe fra afhøstede pileskud.

Afstanden mellem rækkerne var skiftevis 75 og 150 cm.

Arbejdshastighed ved høst var 7-8 km/t. Der var ingen frakørselsvogn, og høstkøretøjet kørte hen til bunken i forageren for at læsse hvert læs af.



Aflæsning af nyhøstet pileflis i bunke på mark.

At fylde den 17 m³ store aflæsservogn tog 6-7 minutter (piloten på maskinen vurderede, at der næppe var mere end 13-14 m³ pileflis i vognen). Kørsel til bunken, aflæsning og

kørsel tilbage til pilerækkerne tog 3-4 minutter. I alt medgik der ca. 10 minutter til høst af en portion på 13-14 m³.

Der er vejret et vognlæs, og nettovægten var 3600 kg pileflis høstet på et areal på ca. 1025 m². Omregnet giver det en mængde på ca. 35 tons råvare pr. ha. Tørstofindholdet i flisen er målt til 51,4 %, hvilket betyder, at der er høstet ca. 18 tons tørstof pr. ha på det pågældende stykke.

Udbyttet har således været ca. 9 tons tørstof pr. ha pr. år. Udbyttet har efter alt at dømme ikke været så højt på hele marken (nettoarealet).

Høstkapaciteten har været:

- 0,6 ha pr. time
- 21,5 tons flis (ca. 11 tons tørstof) pr. time.

Arealkapaciteten kan givetvis have været højere på områder i marken, hvor pilen har stået mindre tæt eller skuddene været tyndere. Det kræver så, at der har været kørt hurtigere.

Maskinen, dvs. snittercylinderen, var belastet næsten 100 % på det stykke, hvor kapacitetsmålingen blev foretaget. Hvis kapaciteten skal øges, er det nødvendigt, at tiden til transport til og fra flisbunkerne på marken samt aflæsningstiden reduceres. Ved anvendelse af frakørselsvogn vil høstmaskinens kapacitet kunne øges.

Lokalitet 2

Pilekulturen her var etableret i 2006, og alderen på de høstede skud var to år. Rækkeafstanden var også her 75/150 cm.

Højden af stubbene var 15-20 cm. Tykkelse af skud i stubhøjde var 2-5 cm

Det er oplyst, at kulturen efter første høst i vinteren 2008-09 er tildelt 100 kg N i flydende gødning.

Der er høstet på to marker (1 og 2).

I en lavning på mark 1 stod der vand, hvilket dog ikke forhindrede maskinen i at høste pilen. I en anden lavning på samme mark kunne der derimod ikke høstes på grund af vand.

Der er ikke foretaget vejning af mængder af høstet pileflis. Derimod er der tre målinger af høstmaskinens arbejdshastighed. I tabellen nedenunder er resultaterne fra hastighedsmålingerne vist.

Ved at indregne tre vendinger á 15 sek. og et tidsforbrug til aftømning på 60 sek. kan der beregnes en arealkapacitet, se tabellen nedenfor.

Tabel 1. Kapacitetsmålinger ved høst af pil med Claas Jaguar 860 med to-rækket skærebord.

	Mark 1		Mark 2
	1. måling	2. måling	1. måling
Høstet række længde, meter	143	133	159
Tidsforbrug, sekunder	78,2	70,7	78,3
Hastighed, km pr. time	6,6	6,8	7,3
Høstet areal, m ²	322	299	358
Arealkapacitet, ha pr. time	1,15	1,16	1,28

I forhold til lokalitet 1 er arealkapaciteten her markant højere, selvom hastigheden faktisk er lidt lavere. Årsagen er primært, at der ikke skulle køres langt til aflæsningssted – flisen blev i forageren læsset over i en frakørselsvogn. Kapaciteten vil kunne øges yderligere, hvis der høstes direkte over i frakørselsvognen.



Omlæsning af flis fra snitterkøretøj til frakørselsvogn.



Høst af flis direkte i frakørselsvogn.

På jorden kunne der af og til findes afklippede stumper af de nederste dele af pileskuddene. Årsagen er givetvis at skærebordet taber nogle af skuddene, umiddelbart efter at de er afskåret. Skuddene falder så ned med enden på jorden og afsaves endnu en gang inden de føres ind i maskinen. Længden af stumperne svarer til stubhøjden.



Afklippede og tabte stumper af pileskud.

Tørstofindholdet i flisen er målt til 50,0 %.

Lokalitet 3

Pilekulturen på dette sted er etableret i 2006, og der har været gennemført høst én gang tidligere i vinteren 2008-09. Marken blev ifølge ejeren tilført gylle efter sidste høst.

Afstanden mellem pilerækkerne var 75/150 cm, som forklaret tidligere.

Stubhøjden er målt til 15-25 cm, og tykkelsen på skuddene var 2-4 cm ved stubhøjde.

Der er vejlet et enkelt vognlæs, og nettovægten var 5860 kg pileflis, høstet på et areal på ca. 1505 m². Omregnet giver det en mængde på ca. 38,9 tons pr. ha. Tørstofindholdet i flisen er målt til 50,8 %, hvilket betyder, at der er høstet ca. 19,8 tons tørstof pr. ha på det pågældende stykke.

Udbyttet kan beregnes til ca. 9,9 tons tørstof pr. ha pr. år.



Pil i rækker.



Der køres tæt på rækkerne – dog påkøres pileskud sjældent.

Høstmaskinen kørte i stykker under FarmTesten – en kæde og en aksel til indføringspigene oven over klingerne knækkede. Ifølge piloten på maskinen skyldtes det en hård belastning af skærebordet dagen i forvejen. Der havde maskinen nemlig høstet pileskud, der var op til 10 cm tykke.

Ejeren af marken fortalte, at det var planen at afpudse marken med brakpudser efter høsten og derefter køre gylle på stykket.

Der er lavet en enkelt (uautoriseret) bestemmelse af pileflisens rumvægt. I et litermål af plastik er pileflis rystet sammen ved at banke/støde bunden af litermålet hårdt ned i et bord; der er ikke trykket oven i flisen. Målingen viste 359 g/liter.

Claas Jaguar 850

Denne maskine er testet i en pilekultur, der er plantet for 16-20 år siden. Kulturen bestod af fire sorter, og skudalderen var ved høsten – så vidt vides - 2-3 år.

Afstanden mellem rækkerne var 80/130 cm (mod normalt 75/150 cm). Der høstes 2,10 m² for hver løbende meter á to rækker med en indbyrdes afstand på 80 cm.

Højden af stubbene var 10-20 cm og skudtykkelsen 2-3 cm.

Det bemærkedes, at nogle skud var visne. Ifølge ejeren tilføres marken ikke gødning, og der gennemføres ikke ukrudtsbekæmpelse – der var da også et kraftigt græstæppe i bunden af marken.

Det svenske selskab SalixEnergy mener, at det optimale tidspunkt for høst af pil med finsnit er, når mange af pileskuddene har opnået en tykkelse på 60 mm ca. 30 cm oppe ad stammen; tykkelsen bør dog ikke overstige 70 mm, da det vanskeliggør høsten (<http://www.salixenergi.se/Skord>).

Der er lavet to kapacitetsmålinger, se tabel 2.

Tabel 2. Målte størrelser i mark i forbindelse med kapacitetsmåling.

	Høstet areal, m ²	Høstet mængde, kg	Tidsforbrug til høst, minutter
1. måling	1.184	4.760	7
2. måling	1.126	4.900	6½
Gennemsnit	1.155	4.830	6¾

I det angivne tidsforbrug er ikke inkluderet tid til aflæsning, som omfatter kørsel tur/retur mellem høststed og forager, hvor pileflisen lægges, samt selve aflæsningen.

Høstkapaciteten kan beregnes til:

- 1,0 ha pr. time (nettoareal)
- 40,8 - 45,2 tons pr. time

Den faktiske kapacitet er betydeligt lavere, da der som beskrevet ovenfor skal indregnes tid til aflæsning. Reelt vil den beregnede høstkapacitet kun være realistisk, hvis der høstes direkte over i frakørselsvogn, så selve høstmaskinen kan køre kontinuert uden at skulle bruge tid på aflæsning mv.



Kørsel med fuld vogn hen til flisbunke.



Aflæsning af vogn med pileflis.

Det vurderes, at timekapaciteten på grund af netop tidsforbruget til aflæsning af vogn mv. under de givne forhold har været ca. to tredjedele af det ovenfor beregnede, dvs. 0,7 ha pr. time svarende til omkring 30 tons pr. time.

En analyse af pileflisen viste, at tørstofindholdet var 58,2 %. På basis af de to kapacitetsmålinger er der lavet beregning over høstet mængde pr. ha, se tabel 3.

Tabel 3. Høstkapacitet i pil for Claas Jaguar 850. Areal (ha) inkluderer ikke forager i marken men alene det beplantede areal (nettoareal).

	Høstet mængde pileflis tons pr. ha	Høstet mængde tørstof tons pr. ha
1. måling	40,2	23,4
2. måling	43,5	25,3
Gennemsnit	41,9	24,4

Det har ikke præcist kunnet fastslås om skudalderen var to eller tre år, hvorfor der er lavet beregning af tons tørstof pr. ha/år for to skudaldre, se tabel 4.

Tabel 4. Beregnede tørstofudbytter i pileflis er angivet i tons tørstof (TS) pr. ha pr. år. Arealet inkluderer ikke forager i marken men alene det beplantede areal.

	Skudalder: 2 år tons TS pr. ha/år	Skudalder: 3 år tons TS pr. ha/år
1. måling	11,7	7,8
2. måling	12,7	8,4
Gennemsnit	12,2	8,1

Høstmaskinen efterlod nogle steder i marken en del udhøstede pileskud i rækkerne, se billedet nedenfor til venstre. Det kan der være flere årsager til:

- Pils kud er blevet påkørt af høstmaskinen, da naborækkerne blev høstet. Nedkørte pileskud kan ikke samles op af skærebordet.

- Der har været mange pileskud pr. plante, og nogle af skuddene har raget så langt ud til siden, at de er nået uden for skærebordets rækkevidde.
- Der er kørt for stærkt. Skærebordet kan i nogle tilfælde trykke skuddene halvt eller helt ned, inden klingerne passerer hen over planten. Følgen heraf er, at skuddene slås over et stykke op på stammen eller evt. slet ikke bliver slået over.



Uhøstede skud – 057.



Flossede skud – 053.

Som det ses af billedet til højre, er stubbene meget flossede/flækkede. Skuddene saves da heller ikke over, de slås over. Antagelig er det uden betydning for genvæksten, at stubbene er flossede og flækkede.

Stemster II

Undersøgelsen af denne maskine er gennemført på en jævn og flad mark, hvor alderen på pileskuddene var 3-4 år. Skuddene var 3-6 cm tykke ved stubhøjde, som var 12-18 cm. Afstanden mellem pilerækkerne var 75/150 cm.

Der er lavet målinger af høstet biomasse, areal og tidsforbrug, se tabel 5.

Tabel 5. Kapacitetsmålinger ved høst af pil med Stemster II. Den høstede mængde pileskud er vejet med maskinens indbyggede vejeceller.

Måling, nr.	Dobbeltrækker høstet, m	Biomasse høstet kg	Tidsforbrug minutter
1.	150	2200	8
2.	150	1950	8
3.	136	1530	7½
4.	134	1700	7½
Gennemsnit	143	1845	7¾

Det angivne tidsforbrug omfatter:

- Høst af pileskud
- Kørsel til bunke med helskud
- Aflæsning af pileskud fra lad på høstmaskine
- Kørsel tilbage til pilerækkerne



Kørsel med læs hen til bunke med pileskud.



Bunke af nyhøstede pileskud.

Selve høsten af pileskuddene tog 1½-2 minutter. Aflæsningen tog ca. ¼ minut, mens resten af tidsforbruget gik til kørsel frem og tilbage mellem mark og området, hvor pileskuddene blev lagt i bunker. Kørslen frem og tilbage omfatter således alene ca. 5 minutter. Der er flere årsager til, at kørslen tog så lang tid:

- En smal bro skulle passeres med nedsat hastighed.
- Der var forholdsvist langt at køre (afstanden er ikke målt, men den vurderes at være omkring 3-400 meter t/r).
- Forageren var smal ved indkørslen til rækkerne, hvilket betød, at der måtte manøvreres (bakkes) lidt for at komme lige for rækkerne.

På grundlag af data fra tabel 5 er det lavet beregninger af kapacitet.

Tabel 6. Kapacitet ved høst af pil med Stemster II.

Måling, nr.	Kapacitet, areal, Ha. pr. time	Kapacitet, udbytte, tons pr. time
1.	0,25	16,5
2.	0,25	14,6
3.	0,24	12,2
4.	0,24	12,7
Gennemsnit	0,25	14,0

De fem minutter til kørsel kan spares, hvis der anvendes en frakørselsvogn. Det vil hæve kapaciteten på høstmaskinen med en faktor 2-3, dvs. op til 0,5-0,75 ha pr. time eller 24-50 tons pr. time.

Nedenfor er der beregnet et udbytte i tons tørstof pr. ha pr. år. Der er regnet med en skudalder på henholdsvis 3 år og 4 år. Der er forudsat et tørstofindhold i pileskuddene på 50 %.

Tabel 7. Udbytter i pil på mark høstet med Stemster II.

Måling, nr.	Høstet tørstofmængde, tons pr. ha	Udbytte skudalder 3 år, tons pr. ha/år	Udbytte Skudalder 4 år, tons pr. ha/år
1.	32,6	10,9	8,2
2.	28,9	9,7	7,2
3.	25,1	8,4	6,2
4.	28,3	9,4	7,1
Gennemsnit	28,7	9,6	7,2

I reglen ligger de høstede pileskud sommeren over, inden de hugges til flis – typisk gennemføres flishugningen i en tør periode i august/september. Vandindholdet i pileskudde/flisen er da normalt under 30 %, oplyser ejeren af Stemster-maskinen.

På billederne nedenfor ses det, at stemsteren har fået alle skud med. Marken er med andre ord høstet ren, og der er i øvrigt ikke nævneværdigt med ukrudt i marken. Ligeledes er stubbenderne hele og ikke flækkede, allerhøjest er barken lidt flosset i toppen af stubben.

Ifølge hastighedsmåleren på traktoren var kørselshastigheden 5-6 km/t. Det vurderes, at maskinens kapacitet blev udnyttet, og at der næppe kunne være arbejdet med en højere hastighed.



Så godt som alle pileskud er høstet.



Bemærk, at stubbene ikke er flækkede.

Resultater fra partikelstørrelsesanalyse

Der er lavet analyse af partikelstørrelsesfordelingen i tre prøver af pileflis:

- Prøve 1: Claas Jaguar 860 – Lokalitet 1
- Prøve 2: Claas Jaguar 860 – Lokalitet 2
- Prøve 3: Claas Jaguar 850

Resultaterne er gengivet i tabel 8.

Tabel 8. Partikelstørrelsesfordeling i tre prøver af pileflis. Resultatet for hver prøve er et gennemsnit af tre analyser. Analyserne er gennemført af Center for Skov & Landskab; der er anvendt soldmaskine med roterende solde.

Betegnelse	Soldskuffe	Fraktion (% af totalvægt)		
		Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3
Smuld	≤ 3,15 mm	5,2	3,2	6,5
Småt	3,15 mm < X < 8 mm	16,8	7,7	18,9
Mellem	8 mm < X < 16 mm	49,2	46,5	44,6
Stor	16 mm < X < 45 mm	28,5	42,2	30,0
Ekstra stor	45 mm < X < 63 mm	0,2	0,3	0,0
Overstor	> 63 mm	0,0	0,0	0,0
Overlang 10	100-200 mm	0,0	0,0	0,0
Overlang 20	> 200 mm	0,0	0,0	0,0

Til fyringsformål skelnes der mellem fem kvalitetsklasser af brændselsflis:

- **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.

(Videncenter for Halm- og Flisfyring, 2001).

I tabellen nedenfor er vist, dels hvordan klasserne er defineret, dels hvorvidt de tre prøver overholder kravene.

Tablet 9. Tabellen beskriver flis-størrelsesfordelingen for fem kvalitetsklasser for flis. Kvalitetsbeskrivelsen er godkendt af Danske Skoves Handelsudvalg (Videncenter for Halm- og Flisfyring 2001). Nederst i tabellen er angivet, hvorvidt de tre prøver af pileflis overholder kravene til de forskellige kvalitetsklasser.

Betegnelse	Soldsuffe	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)		
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
Overholdes kravene?	Prøve 1	ja	ja	ja	ja	nej
	Prøve 2	ja	ja	ja	ja	nej
	Prøve 3	ja	ja	ja	ja	nej

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.

De tre prøver af pileflis overholder kravene til fire af de fem typer af kvalitetsklasser, kun for klassen forgasning er kravene ikke opfyldt.

Til analysen af prøve 1 var der knyttet følgende kommentar:

- "der var en del 'fuglereeder' dvs. barktrævler, der er skåret over under flisningen, men filtret sammen til klumper".

Prøve 1 var høstet med Claas Jaguar 860.

Høstpriser m.m.

På de efterfølgende sider er der angivet timepriser m.m. for de undersøgte maskiner.

Claas Jaguar 860

Opstartsgebyr: 900 kr.

Timepris for finsnitter (inkl. fører) med pileskærebord: 2500 kr. pr. time.

Traktor (inkl. fører) + vogn: 700 kr. pr. time

Tabel 10. Omkostninger til høst af pil udregnet pr. ha og pr. tons. Ved indregning af opstartsgebyr er der regnet med en markstørrelse på 10 ha, dvs. 90 kr. pr. ha. Lokaltitet 1: Høstmaskinen kører selv hen og læsser vognen af i forageren.

Lokaltitet 2: Der anvendes frakørselsvogn i forbindelse med høsten.

Kapacitet	Lokaltitet 1	Lokaltitet 2
ha pr. time	0,6	1,20*
tons pr. time	21,5	43**
Høstomkostninger		
kr. pr. ha	4257,-	2173,-
kr. pr. tons pileflis	119,-	51,-
Høstomkostninger inkl. frakørselsvogn		
kr. pr. ha		2873,-
kr. pr. tons pileflis		80,-

*: gennemsnit af tre målinger

**: beregnet på grundlag af data fra lokalitet 1.

Det er interessant at se, at høstomkostningen pr. ha ved lokalitet 2 kun er halvdelen af høstomkostningerne ved lokalitet 1. Som bekendt skulle høstmaskinen ved lokalitet 1 køre relativt langt i forageren med fyldt vogn hen til aflæsningssted, hvorimod der ved lokalitet 2 kunne læsses af i en frakørselsvogn, der stod parkeret i forageren ved enden af rækkerne. Transporten i forageren øger altså høstomkostningen væsentligt, og forskellen på de godt 2000 kr. pr. ha kan jo nemt dække omkostningen til traktor + vogn (omkostningen til frakørsel kan i denne høstsituation beregnes til $1,2 \times 700$ kr. pr. time = 840 kr. pr. ha.).

Pris for pileskærebord: ca. 800.000 kr.

Montering/ombygning: ca. 50.000 kr.

Brændstofforbruget er vurderet til ca. 50 liter diesel pr. time.

Maskinstationen, der ejer maskinen, regner med, at den har kapacitet til at høste ca. 500 ha pr. vintersæson – afhængig af pileskuddenes størrelse/tykkelse og markens udbytte-niveau samt kørselsforholdene. Det vurderes endvidere, at vedligeholdelsen af maskineriet næppe er større ved høst af pil end ved høst af majs/græs.

Maskinstationen oplyser desuden, at finsnitterens kapacitet afhænger af følgende:

- Markstørrelse (jo større mark, desto større kapacitet)
- Markform (lange træk/omgange giver relativ høj kapacitet)
- Separat frakørsels-køretøj (kapacitet med frakørselsvogn er det dobbelte af kapaciteten uden frakørselsvogn).

Kapaciteten angives til at være 0,25 til 1 hektar pr. time.

Claas Jaguar 850

Opstartsgebyr: 1.900 kr.

Timepris for finsnitter (inkl. fører) med specielt pileskærebord: 1.900 kr. pr. time. Traktor (inkl. fører) + vogn: 600 kr. pr. time.

Tabel 11. Omkostninger til høst af pil udregnet pr. ha og pr. ton. Ved indregning af opstartsgebyret er der regnet med en markstørrelse på 10 ha, dvs. 190 kr. pr. ha.

Kapacitet	Ekskl. aflæsning mv.	Inkl. aflæsning og kørsel
Ha pr. time	1,0	0,7
Tons pr. time	43*	30
Høstomkostninger		
Kr. pr. ha	2.090,-	2.904,-
Kr. pr. tons flis	49,-	68,-
Høstomkostninger inkl. frakørselsvogn		
Kr. pr. ha	2690,-	
Kr. pr. tons flis	63,-	

*: gennemsnit.

Som det ses af tabel 10 og 11 er der en del forskel i høstomkostningerne de to Claas maskiner i mellem. De to maskiner er næsten identiske, og de har næsten samme høstkapacitet. Forskellen i høstomkostningerne kan således tilskrives forskellen i timepriserne, og her slår især forskellen på de to finsnittere igennem. Claas Jaguar 860 er udrustet med bæltter, og det er frakørselsvognen i øvrigt også. Bæltter er en væsentlig investering, hvilket givetvis er den primære årsag til forskellen i timeprisen mellem de to maskiner. Bæltter øger fremkommeligheden på især bløde arealer.

På grundlag af tabellerne 10 og 11 kan det fastslås, at høst af pil med finsnittere inkl. frakørsel koster ca. 60-80 kr. pr. tons flis. Hektarprisen vurderes at være omkring 2.500-3.000 kr. pr. ha ved et udbyttelniveau på 6-10 tons TS pr. ha/år og ved høst hvert 2. år.

Hvis ikke der benyttes frakørselsvogn, vil høstprisen være op til 50 % højere pr. tons flis.

Pris for udrustning af finsnitter til høst af pil: ca. 1.000.000 svenske kr. (hvilket svarer til ca. 850.000 kr.). Dette beløb omfatter:

- Skærebordet
- Ombygning af hydrauliksystem
- Andre dæk (skovdæk i stedet for almindelige landbrugsdæk)

Ifølge oplysninger fra maskinstationen, der anvender finsnitteren, er det beregnet, at brændstofforbruget er ca. 50 liter diesel pr. time.

Maskinstationen angiver kapaciteten til at være meget variabel – fra 1/3 til ca. 3 hektar pr. time. Typisk høstkapacitet er godt 100 m³ flis pr. time.

Stemster II

Opstartsgebyr: Intet

Timepris for høst: 1550 kr./time (omfatter Stemster II + traktor samt traktor med frakørselsvogn)

Høstprisen omfatter, at pileskuddene lægges i revler i forageren.

Tabel 12. Omkostninger til høst af pil udregnet pr ha og pr. tons. De dækker høstmaskinen, traktor + vogn til frakørsel samt brændstof (100 kr./time). ("Målt" kapacitet omfattede ikke anvendelse af traktor + frakørselsvogn). "2 x målt" og "3 x målt" er realistisk høstkapacitet, når der anvendes traktor + frakørselsvogn og forholdene er hhv. gode og meget gode.

Kapacitet	Målt	Beregnet: 2 x målt	Beregnet: 3 x målt
Ha pr. time	0,25	0,5	0,75
Tons pr. time	14	28	42
Høstomkostninger			
Kr. pr. ha	4100	3300	2200
Kr. pr. tons	73	59	39

Høstomkostningerne for Stemster II maskinen (inklusive traktor + frakørselsvogn) vurderes at være ca. 2200-3300 kr. pr. ha eller ca. 40-60 kr. pr. tons.

Maskinejeren angiver kapaciteten til at være omkring ½ ha pr. time.

Ejeren af Stemster-maskinen har oplyst, at flisning med flishugger typisk koster 20-30 kr. pr. m³ flis, og at der går 3,3 m³ flis på 1 tons flis ved et vandindhold på ca. 30 %.

Brændstofforbruget angives at være 20-25 liter diesellole pr. time. Kunden skal i reglen selv forsyne maskinerne med diesellole (traktor, der trækker stemsteren samt traktor til frakørselsvogn).

Tabel 13 samler resultaterne fra tabel 10-12 vedr. maskinernes høstomkostninger. Næderst i tabellen er høstomkostningen angivet pr. tons tørstof. For helskudshøsteren (Stemster II) er omkostningen til flis hugningen lagt til selve høstomkostningen.

Tabel 13. Resultaterne for de tre høstmaskiner er her sammenstillet. Der er beregnet en omkostning til produktion af leveringsklar flis angivet som kr. pr. tons TS. Tørstofindholdet i den friskhøstede pil (flis/helskud) er sat til 50 %. "Med/ingen frakørsel" angiver, om der er anvendt frakørselsvogn eller ej. For helskudshøsteren (Stemster II) er der indregnet en omkostning til flishugningen af de høstede pileskud; omkostningen er sat til 95 kr. pr. tons TS (ved en pris på flishugning på 20 kr. pr. m³ flis og et tørstofindhold på 70% i flisen).

Kapacitet	Jaguar 860		Jaguar 850		Stemster II		
	Ingen frakørsel	Med frakørsel	Ingen frakørsel	Med frakørsel	Målt	2 x Målt	3 x Målt
	Ingen frakørsel	Med frakørsel	Ingen frakørsel	Med frakørsel	Ingen frakørsel	Med frakørsel	Med frakørsel
Ha pr. time	0,6	1,2	0,7	1,0	0,25	0,50	0,75
Tons pr. time	21,5	43,0	30,0	43,0	14,0	28,0	42,0
Tons pr. ha	35,8	35,8	43,0	43,0	56,0	56,0	56,0
Kr. pr. ha	4257	2873	2904	2690	4100	3300	2200
Kr. pr. tons flis	118,8	80,2	67,8	62,6	73,2	58,9	39,3
Tons TS pr. ha	17,9	17,9	21,4	21,5	28,0	28,0	28,0
Kr. pr. tons TS	237,6	160,4	135,5	125,1	146,4	117,9	78,6
Kr. pr. tons TS inkl. flishugning					240,7	212,2	172,9

Bemærk den store forskel i høstomkostninger for hhv. "Ingen frakørsel" og "Med frakørsel" for Jaguar 860. Årsagen er den meget lave høstmaskinekapacitet, som skyldtes, at finsnitteren skulle køre relativt langt for at læsse flisen af.

Kommentar vedr. flis produceret af helskud

Ifølge Dansk Fjernvarmes Projektselskab tages der højde for vandindholdet, når flisen afregnes som brændsel. Jo mindre vand pr. tons flis, desto større pris pr. tons tørstof. Hvis den aftalte pris eksempelvis er 43 kr. pr. GJ (gigajoule), får landmanden ca. 751 kr. pr. tons tørstof ved et vandindhold i flisen på 30 %, hvorimod prisen blot er ca. 691 kr. pr. tons tørstof, hvis vandindholdet er 50 %. Altså en merpris på 60 kr. pr. tons tørstof for tørret flis. Derved vil flis fra helskud blive afregnet til en højere pris pr. ton tørstof end flis fra direkte høst og flisning.

Beregning af høstpris ved forskellige kapaciteter og udbytteneauer

I tabellen nedenfor er høstomkostningerne pr. tons tørstof pr. ha beregnet ved forskellige niveauer for høstkapacitet og timepriser for høstmaskine inkl. frakørsel med én vogn. Som det ses, har høstkapacitet og udbytte lige stor effekt på høstomkostningerne: En fordobling af høstkapaciteten halverer høstomkostningen og tilsvarende ved en fordobling af udbyttet. Disse sammenhænge er dog teoretiske og afspejler ikke mulighederne i virkelighedens verden. I praksis vil høstkapaciteten (ha pr. time) ikke kunne opretholdes ved en stigning i udbyttet. Hvis udbyttet i en given mark stiger fra eksempelvis 12 tons TS pr. ha i ét område til eksempelvis 24 tons TS pr. ha i et andet område af marken, vil høstkapaciteten (ha pr. time) gå betydeligt ned.

Under normale forhold vil høstkapaciteten (ha pr. time) således være lavere ved et højt udbytteneauer end ved et lavt. En fordobling i udbytteneauer medfører med andre ord ikke, at høstkapaciteten (ha pr. time) falder til det halve – reduktionen i høstkapacitet er mindre end en halvering.

Det er maskinstationernes erfaring, at høstmaskinerne høster flere tons pr. time i en mark med et højt udbytteneauer end i en mark med et lavt. Årsagen er, at høstmaskinerne ikke helt kan kompensere for et lavt udbytteneauer ved blot at køre stærkere (dvs. øge timekapaciteten – ha pr. time).

Tabel 14. Eksempel på beregnede høstomkostninger (kr. pr. tons tørstof (TS)) som funktion af timepris, høstudbytte og høstkapacitet. Bemærk, at individuelle forhold i marken kan påvirke de teoretiske sammenhænge mellem udbytte og høstkapacitet. Der er forudsat et tørstofindhold på 50 % i den høstede pil.

Pris pr. time inkl. frakørsel	Kapacitet	tons TS pr. ha			
		12	16	20	24
kr.	ha. pr. time				
1.500	0,25	500	375	300	250
	0,5	250	188	150	125
	0,75	167	125	100	83
	1	125	94	75	63
2.000	0,25	667	500	400	333
	0,5	333	250	200	167
	0,75	222	167	133	111
	1	167	125	100	83
2.250	0,25	750	563	450	375
	0,5	375	281	225	188
	0,75	250	188	150	125
	1	188	141	113	94
2.500	0,25	833	625	500	417
	0,5	417	313	250	208
	0,75	278	208	167	139
	1	208	156	125	104

Høst af pil - England

På en studietur i England i marts 2011 så forfatteren under et besøg hos en pileproducent lange dynger af høstet pil; dyngerne kaldes miler. Pilen var høstet som såkaldte billets, hvilket er 10-20 cm lange stykker af pil, se billederne nedenfor.



Mile af høstet pil.



Mile af høstet pil.



Så kaldte billets (10-20 cm lange stykker) af pil.



Elektricitetsværket Drax i England. Det er køletårne til højre i billedet. Værket anvender 10 mio. tons kul om året samt en mindre mængde pileflis.

Pilen var høstet med en ombygget sukkerrørshøster, der klipper pileskuddene i billets. Ifølge den engelske pileproducent er der gode betingelser for lufttørring af pilestykkerne i milerne. Selv om milerne er relativt høje og brede, kan der angiveligt foregå en luftcirkulation helt ind i midten af milerne, da billets ikke falder sammen og lukker af for luften, sådan som flis i bunke gør det. Der var tilsyneladende heller ingen varmeudvikling i milerne.

Når pilestykkerne fra milerne i løbet af sommeren hugges til flis i en specialkonstrueret flishugger, er vandprocenten i flisen ifølge den engelske pileproducent under 30 %.

5. KONKLUSION

FarmTesten af teknologi til høst af pil har vist følgende:

- Der findes forskellige teknologier til høst af pil til bioenergi, der kan opdeles i to grundmetoder:
 - Pilen snittes til flis direkte i forbindelse med høst
 - Pilen høstes som helskud, og der gennemføres flisning på et senere tidspunkt.
- Ved førstnævnte metode høstes og flises pilen med en finsnitter, der anvender et specialbygget skærebord; der findes forskellige slags pileskærebord.
- Ved sidstnævnte metode høstes pilen som helskud eller som såkaldte billets, der er 10 – 20 cm lange pilestykker.
- Der høstes normalt to rækker pil ad gangen, dvs. en dobbeltrække.
- Pil, der er høstet som flis, er "færdigbearbejdet" og klar til anvendelse til bioenergi.
- Pil, der høstes som helskud eller billets, skal efterfølgende hugges til flis.
- Pil høstes normalt i vintermånederne; helskud og billets kan med fordel ligge sommeren over, inden der foretages flishugning – det giver et tørrere flisprodukt.
- Finsnitternes høstkapacitet er typisk $\frac{1}{2}$ -1 ha pr. time, svarende til 22 - 43 tons flis pr. time.
- Helskudshøsterens kapacitet er $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ ha pr. time, svarende til 14 – 42 tons helskud pr. time (da skudalderen ofte er lidt højere i pil, der høstes som helskud er der typisk også mere biomasse pr. ha ved høst).
- For begge typer af høstmaskiner fordobles kapaciteten, når der anvendes traktor + vogn til at køre flisen/helskuddene fra høstmaskinen hen til den midlertidige lagerplads for enden af marken. De laveste kapaciteter ($\frac{1}{2}$ ha for finsnitterne og $\frac{1}{4}$ for helskudshøsteren) er således uden anvendelse af frakørsel.
- Pileskuddene skæres over 10-20 cm over jorden.
- Skærebordene er monteret med enten regulære savklinger, der saver pileskuddene over, eller med skiver med grove tænder, der slår pileskuddene over, sidstnævnte metode efterlader flossede/flækkede stubbe.
- Høstomkostningerne er ved anvendelse af finsnitte inkl. frakørselsvogn typisk ca. 60-80 kr. pr. tons pileflis, svarende til 2500-3000 kr. pr. ha.
- Ved anvendelse af helskudshøster inklusiv frakørselskøretøj er høstomkostningen typisk 40-60 kr. pr. tons helskud, ekskl. flisning.
- Uden anvendelse af frakørselsvogn er høstomkostningen op til 50 % højere.
- Høstede helskud skal hugges til flis, og omkostningen hertil er typisk 20-30 kr./m³.

- Pil høstet og snittet med finsnitter overholder kravene til fire af de fem kvalitetsklasser for brændselsflis (dvs. Fin, Mellem, Grov og Air Sprout); kun kravene til Forgasningsflis opfyldes ikke.
- Der er kun meget få entreprenører (maskinstationer) i Danmark, der udfører høst af pil. I løbet af 1-3 år vil behovet for høstkapacitet som minimum fordobles.

6. BILAG

Liste over udbydere af høst af pil.

Høst med finsnitter

Stadil Maskinstation
Svingelvej 24
6980 Tim
Tlf. 97 33 11 14

Lydum Maskinstation
Hekkenfeldtvej 60
6830 Nørre Nebel
Tlf. 75 28 82 22

Grenknuseren
Ouevej 18
9500 Hobro
Tlf. 21 40 69 99

Høst med helskudshøster

Nordic Biomass
Villerupvej 28
9800 Hjørring
Tlf. 98 96 20 73

Danling Growing
Bangsvej 57
7430 Ikast
Tlf. 21 63 91 01 / 22 47 57 24

7. KILDER

- Dansk Fjernvarmes Projektselskab – www.dfp.dk
- Larsen, S.U. 2010. "Arealer med energiafgrøder i Danmark". Landbrugsinfo - http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Afgrøder/Energiafgrøder/Sider/pl_10_24_3.aspx
- Larsen, S.U. 2011. AgroTech A/S. Pers. medd.
- Larsen, S.U. & E. Mægaard 2010. "Følsomhedsanalyse for driftsøkonomi ved dyrkning af energipil". BioM – Bæredygtig bioenergi. Rapport, 23 sider.
- Salix Energi Europa - www.salixenergi.se
- Videncenter 2001: Videnblad nr. 160 "Ny godkendt kvalitetsbeskrivelse for brændselsflis". Videncenter for Halm- og flisfyring (www.videncenter.dk)



VIDENCENTRET FOR LANDBRUG

Agro Food Park 15 T +45 8740 5000
Skejby F +45 8740 5010
DK 8200 Aarhus N vfl.dk

