



BIOENERGI

Videncenter for Halm- og Flisfyring

Udstilling på Agromek 21 - 26 Januar 2002

Aktører

Villy Nielsen, Jens Kristian Kristensen, Erik Fløjgaard Kristensen, Danmarks JordbrugsForskning (DJF-Bygholm), Jørgen Hinge, Kjeld Vodder Nielsen Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Bygninger og Maskiner (LR).

Indledning

Videncenter for Halm- og Flisfyring deltog i udstillingen på Agromek i Herning 21 - 26 januar 2002. Videncentret indgik som en del af Landbrugets Rådgivningscenters stand. Standen var på 256 m², hvoraf Videncentret beslaglagde ca. 10 m². Hele standen var bemanded med mellem 26 og 37 personer hver dag, heraf 2-3 personer på Videncentret andel af standen. Standen var centralt placeret i hal E tæt på hovedindgangen.

Formålet med Videncentrets deltagelse i Agromek var at informere om anvendelse og håndtering af biobrændsler, specielt halm, energiafgrøder og træ. På Agromek kommer både forbrugere og producenter af biobrændsler samt fabrikanter af biobrændselsanlæg. Der kommer desuden et ret stort antal udlændinge. Agromek et stedet hvor landmænd, medarbejdere, fabrikanter og folk med tilknytning eller interesse for landbruget kommer for se og diskutere den nyeste teknologi indenfor landbrugserhvervet.

Da anvendelse af halm og træ til energiformål er en væsentlig del af regeringens energihandlingsplan (Energi 21) fordi disse brændsler er CO₂ neutrale anses Videncentrets deltagelse på Agromek som overordentlig vigtig specielt fordi det er landbruget og skovbruget, der skal levere biobrændslet. Videncentret er i relation hertil et vigtigt bindeled mellem forbruger og producent vedr. informationer om håndtering og anvendelse af biobrændsler.

Besøgstallet på Agromek er sædvanligvis på ca. 80.000, heraf ca. 12.000 udlændinge. I 2002 var besøgstallet 85.032, heraf 11.849 udlændinge fra 71 lande. På Videncentrets udstilling var vi i personlig kontakt med ca. 420 personer. Derudover er der passeret et ukendt antal personer gennem standen. Det var oprindeligt planlagt, at Videncentrets del af standen skulle bemannes med 1 - 2 mand. Det blev imidlertid hurtigt klart, at det var for lidt. Derfor var standen hele tiden bemanded med 2 mand og midt på dagen med 3 mand.

Standen var opbygget med informationsplancher, informationsmateriale samt forskellige biobrændsler. Desuden var der en PC til rådighed, som kunne benyttes af de besøgende eller af standpersonalet til at præsentere mere detaljerede informationer.

Der blev afsat ca. 470 stk. "Grøn Viden", vedr. bjærgning og levering af halm og elefantgræs, ca. 100 stk. "Træ til energiformål", ca. 150 stk. "Halm til energiformål", ca. 100 stk. "Danish Bioenergy Solutions", ca. 100 stk. "Videncenter for Halm- og Flisfyring" og ca. 100 DJF info- materiale eller i alt ca. 1000 stk.

Plancher og biobrændsler på Agromek 2002

På udstillingen blev præsenteret forskellige typer biobrændsler såsom træflis, træpiller, korn, halm, rapsolie og fyringsolie. Desuden blev præsenteret asken og mængden af aske fra de forskellige biobrændsler. Disse håndgribelige materialer gav ofte anledning til en personlig kontakt og var således et væsentlig element på udstillingen. Plancherne gav ofte anledning til en dybere diskussion om specifikke emner ved anvendelse og håndtering af biobrændsler. Diskussionsemnerne var naturligvis ofte knyttet til informationerne på plancherne, hvorfor plancherne præsenteres i det følgende

Biobrændsler

Et standard hus bruger ca. 2500 liter fyringsolie om året, men hvor meget skal der egentlig anvendes, eller hvor stort et areal skal dyrkes, af forskellige typer biobrændsler for at erstatte fyringsolien?

Tabel 1. Hvor megen biobrændsel skal der anvendes for at erstatte 2500 liter fyringsolie

6.250 kg halm fra	ca. 1,6 ha
6.250 kg korn fra	ca. 0,9 ha
6.250 kg energikorn (helsæd) fra	ca. 0,6 ha
2.300 liter rapsolie fra	ca. 2,5 ha
5.650 kg pileflis fra	ca. 0,7 ha
4.900 kg elefantgræs fra	ca. 0,7 ha

Kilde: Jørgen Hinge LR

Som det fremgår af tabel 1 er mængden af biobrændsel, der skal til for at erstatte fyringsolien afhængig af biobrændselstypen. Det areal der skal til at dyrke den angivne mængde biobrændsel er naturligvis afhængig af udbyttet, som kan variere temmelig meget afhængig af jordtype og vejrforhold. Det skal her bemærkes, at for halms vedkommende er der høstet en kornafgrøde samtidig. Halm er egentlig et affaldsprodukt i relation til kornproduktionen. Energi Korn er den afgrøde der kræver det mindste areal for at erstatte fyringsolien, hvorimod rapsolien kræver det største areal.

Forbruget af træpiller er stærkt stigende i disse år og det er prisen på træpiller også. Måske kunne der med fordel anvendes andre typer biobrændsler som erstatning for træpiller. Spørgsmålet er derfor hvor meget må andre biobrændsler egentlig koste i relation til træpiller for at være konkurrencedygtige, når der udelukkende tages hensyn til energiindholdet i de forskellige biobrændsler?

Tabel 2. Hvad er andre biobrændsler værd, når prisen på træpiller er 1,10 kr./kg ekskl. moms

Halm	0,89 kr./kg svarende til 4.500 kr./ha
Korn	0,93 kr./kg svarende til 6.000 kr./ha
Vinterraps	1,50 kr./kg svarende til 4.500 kr./ha
Pileflis	0,76 kr./kg svarende til 7.600 kr./ha
Elefantgræs	0,99 kr./kg svarende til 7.700 kr./ha

Kilde: Jørgen Hinge LR

Tabel 2 skal forstås således, at halm egentlig må koste 89 øre/kg når træpiller koster 110 øre/kg, når det udelukkende er brændværdien, der fokuseret på. I praksis er halmprisen kun det halve eller mindre. Der er således mange penge til kompensation for merarbejde, merinvestering og korrosionsrisiko ved halmfyring, hvis energiforbruget er stort.

En anden måde at sammenligne forskellige bibrændsler på er ved at sammenligne hvor meget de fylder og hvor meget aske der fremkommer ved forbrænding. Se tabel 3.

Tabel 3. Sammenligning af forskellige typer bibrændsler med 5 liter fyringsolie

Type	kg	liter	gram aske
Fyringsolie	4,2	5.0	0
Træpiller	10,2	17,4	61
Pileflis	11,3	72,9	152
Halm	12,5	132.0	382
Korn	12,9	17,7	329
Brænde	12,3	-	123
Rapsolie	4,5	4,6	0

Kilde: Jørgen Hinge LR

Som det fremgår af tabel 3 skal der anvendes mellem 2,0 og 2,6 kg af træpiller, pileflis, halm, korn og brænde til erstatning af 1 liter fyringsolie. Der er således ikke den helt store forskel mellem disse bibrændsler på den mængde der skal til for at erstatte fyringsolien. Der er derimod meget stor forskel på hvor meget bibrændslerne fylder, hvilket er en væsentlig faktor i forbindelse med behovet for lagerkapacitet. Askemængden er meget stor ved forbrænding af halm og korn sammenlignet med de andre bibrændsler. Det er naturligvis en ulempe, men det er teknisk muligt at løse dette problem.

I forbindelse med indretning og pasning af stokerfyr skal man være opmærksom på følgende:

- Brændselsvalg
- Brandsikkerhed
- Rengøring
- Støvgener
- Aske

Der kan i forbindelse med ovenstående hentes hjælp hos følgende

- Videntcenter for Halm- og Flisfyring
- Prøvestationen for mindre bibrændselskedler
- Lokale energikontorer
- Energioplysningen
- Landbrugets Rådgivningscenter
- Lokale konsulentcentre
- Fabrikanter

Der er også brandtekniske regler der skal opfyldes:

- Regler om halmfyr BTV22
- Regler om bibrændselskedler BTV32

Disse regler kan fås ved henvendelse til Brandteknisk Institut, tlf. 3634 9000

Halmfyring

Halmfyring blev særdeles aktuelt efter den første energikrise i 1973, og der blev således installeret mange halmfyr i landbruget i de følgende år. Der blev ligeledes, med halm som energikilde, etableret mange fjernvarmeanlæg rundt omkring i landet, som de seneste år er fulgt op med etablering af store kraftvarme anlæg.

I de første år blev der kun anvendt højtrykspresede småballer med en vægt på 12-14 kg. I begyndelsen af halvfjerdserne kom rundballepresseren på markedet og sidst i halvfjerdserne kom storballepresseren på markedet. Rundballerne vejer fra 250 til 340 kg, mens storballerne vejer fra 430 til 575 kg. I begyndelsen af firserne kom en mindre udgave af storballepresseren på markedet. Disse baller vejer fra 185 -225 kg.

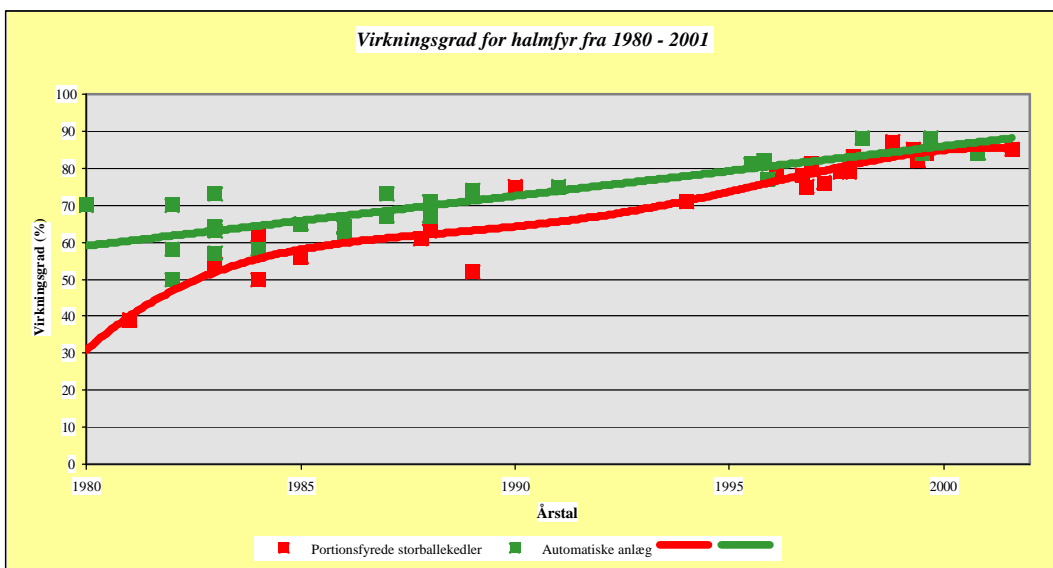


Fig. 1. Udvikling af halmfyr med hensyn til virkningsgrad.

Kilde: Jens Kristian Kristensen DJF-Bygholm

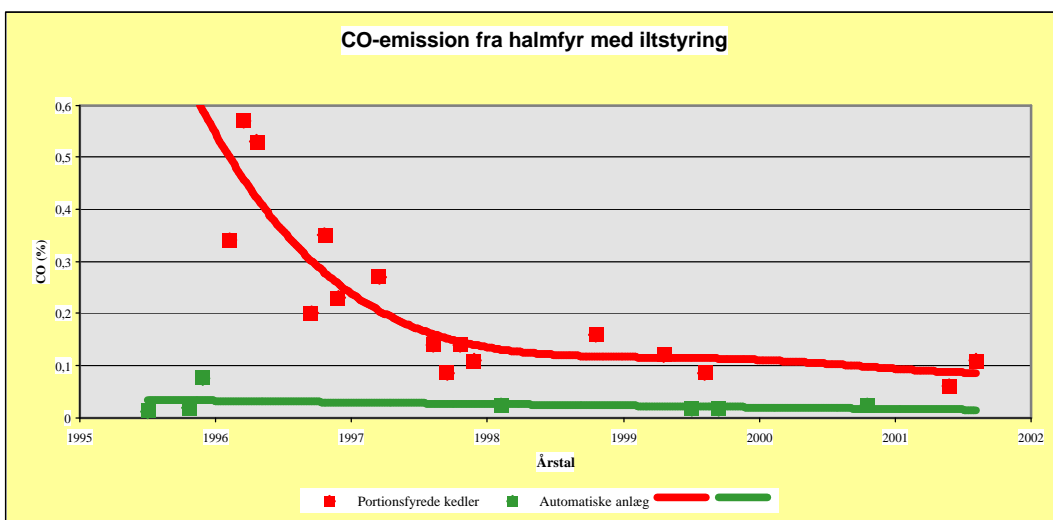


Fig. 2. Udvikling af halmfyr med hensyn til CO-emission

Kilde: Jens Kristian Kristensen DJF-Bygholm

Virkningsgraden på halmfyrene var meget lav de første år, især hvad angår portionsfyrede anlæg, men det har ændret sig betydeligt over de sidste 20 år, hvilket fremgår af fig. 1. Som det også fremgår af fig. 1 er virkningsgraden nu på 85-88 % og der er ikke megen forskel på portionsfyrede og automatisk fyrede anlæg.

Forureningen i relation til CO-emissionen er ligeledes reduceret betydeligt over årene, hvilket kan ses i fig. 2. Også her har udviklingen været særlig gunstig for portionsfyrede anlæg.



Fig. 3. . Automatisk halmfyreanlæg



Fig. 4. Opriver til automatisk halmfyreanlæg



Fig. 5. En storballe i et portionsfyret anlæg

Håndtering af biobrændsler

Halm

Der har i årenes løb været mange forskellige typer og størrelser af halmpressere på markedet, og det vil der formentlig også være i fremtiden. De væsentligste balletyper og ballestørrelser er vist i tabel 4

Tabel 4. Balletyper og ballestørrelser

	volumen	vægt	densitet
	m ³	kg	kg/m ³
Småballe	0,12	12	97
Rundballe	2,47	300	121
Minibigballe	1,54	200	130
Storballe	3,77	523	139

Kilde: Villy Nielsen

Der er især mange varianter af minibigballepressere, især hvad angår bredden og højden på ballerne. Der er derimod ikke meget forskel på størrelsen af storballer, simpelthen fordi andre størrelser ikke accepteres på værkerne.

Kapacitet og arbejdsbehov ved presning af halm, som vist i fig.6, er afhængig af den pressertype der anvendes. De røde søjler angiver nettokapaciteten, hvilket vil sige, når presseren arbejder i skåret, hvorimod de grønne søjler også inkludere vendinger, tomkørsel, afgrødestop, tilsyn, pasning af presseren m.m. Bruttokapaciteten er afhængig af faktorer som skårbredde, markform og markstørrelse. Det er derfor vanskeligt at sammenligne bruttokapaciteten mellem naboer fordi forholdene som regel er forskellige.

Som det fremgår af tabel 6 er storballepresserens kapacitet meget stor, dog tæt efterfulgt af minibigballepresseren. Småballepresserens kapacitet er til sammenligning væsentlig mindre. Kapaciteten ved snitning af halmen er rimelig stor, men snittet halm fylder meget.

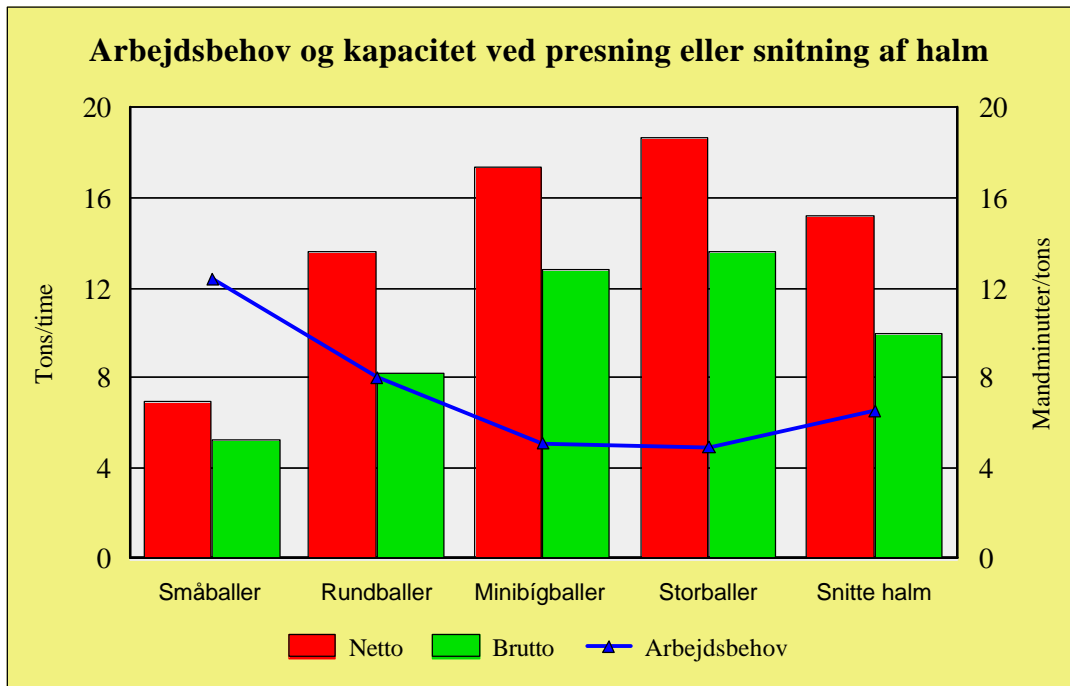


Fig. 6. Presning eller snitning af halm
Kilde: Villy Nielsen



Fig. 7. Storballepresseren i arbejde

Energikorn (helsæd)

Energiafgrøder kan være et alternativ til fossile brændsler idet de er CO₂ neutrale, og de betragtes desuden som vedvarende energikilder. Triticale, som er en krydsning mellem hvede og rug, kunne være en sådan afgrøde, idet den giver et rimeligt højt udbytte og de rigtige sorter kræver heller ikke megen plantebeskyttelse.

Tabel 5. Kapacitet ved høst af triticale

Teknik	Udbytte tons/ha	Kapacitet tons/time
Mejetærsker, 5,4 m	6,5	6,5
Presse halm efter mejetærsker, storballepresser	4,5	13,8
Finsnitter, 4,5 m	12	22,8
Ribbehøster, 4,5 m	7,5	23,8
Presse halm efter ribbehøster, storballepresser	4,5	13,8
Skårlægger, 4,2 m	12	30,5
Presse helsæd, storballepresser	12	26,8

Kilde: Villy Nielsen

Der kan anvendes forskellig teknik, hvoraf den traditionelle metode med mejetærskning og presning af halmen vil være den mest nærliggende. Herved fremkommer der imidlertid to fraktioner som skal håndteres forskelligt og som har forskellig krav til indfyringsteknik

Høstning i en arbejdsgang med en finsnitter ser umiddelbart ud til at være en rationel metode. Der er kun en fraktion, men det fylder temmelig meget og lagerkapaciteten skal derfor være stor. En mulighed er at presse det snittede materiale i piller, hvilket vil reducere kravet til lagerkapacitet betydeligt og giver store håndterings- og indfyringsmæssige fordele.

Ribbehøst er ligeledes en mulighed idet akset ribbes af strået, der blive stående en tid for udvaskning af klorforbindelser, som er aggressive over for metaller. Der er dog en betingelse, at der kommer en del nedbør, og at det ikke genere den videre bearbejdning af jorden.

Den metode der passer bedst til de interne transportsystemer, lagringssystemer og indfyringsteknikker på de nuværende værker er storballemetoden. Ved denne metode skårlægges energikornet og efter en eller nogle få dage presses helsæden og sættes på lager. Derefter leveres det til værket i løbet af fyringssæsonen. Metoden kan være risikabel, hvis der kommer meget nedbør efter at afgrøden er skårlagt.

Som det fremgår af fig. 8 varierer arbejdsbehovet meget ved høst og håndtering af energikorn afhængig af metodik og teknik. Arbejdsbehovet varierer således fra ca. 14 min/tons til ca. 27 min/tons ved høst, opbevaring og levering af energikorn i en afstand fra produktionsstedet på 50 km. Som det fremgår er det meget svært at konkurrere med skårlægning og presning af helsæden i storballer, især hvis ballevægten kan øges. I forsøg er der i enkelte tilfælde opnået en ballevægt på knap 1000 kg. I gennemsnit var ballevægten 842 kg. Hvis både korn og halm leveres direkte fra marken er mejetærskemetoden også langt hen af vejen konkurrencedygtig. Høst med finsnitter burde også være konkurrencedygtig fordi det hele håndteres i en arbejdsgang, men teknologien omkring håndtering og opbevaring af afgrøden bør udvikles

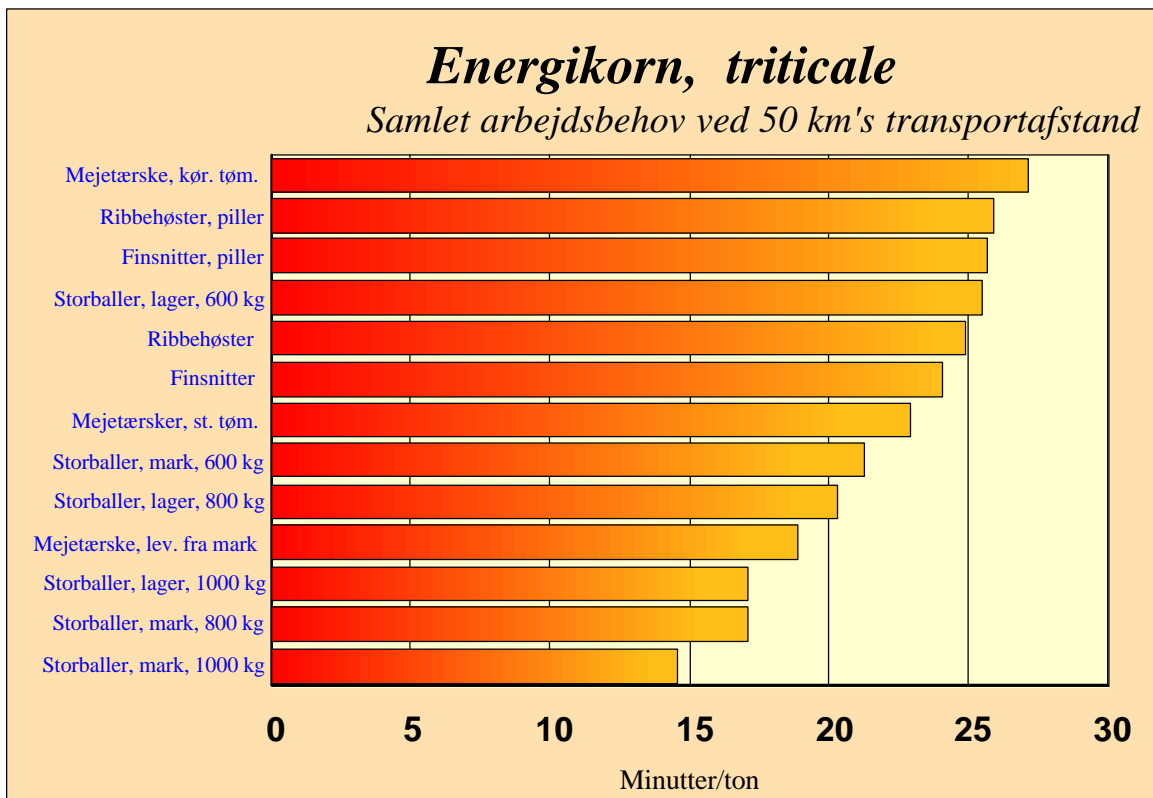


Fig. 8. Arbejdsbehov ved håndtering af energikorn ved anvendelse af forskellig teknik

Kilde: Villy Nielsen

Elefantgræs

Elefantgræs er en flerårig energiafgrøde, der er velegnet som energiafgrøde, men den dyrkes kun på få og mindre arealer. Desuden er den teknik, der anvendes til høst, lagring og håndtering ikke altid optimal, fordi afgrøden har en struktur, der afviger meget fra de fleste kendte landbrugsafgrøder.

Tabel 6. Elefantgræs: Balle vægt, læsstørrelse og densitet

Presning i storballer:

Balle vægt	630 kg	178 kg/m ³
Læsstørrelse	24 baller	15,1 tons

Finsnippet:

Densitet:	133 kg/m ³ på lastvogn	
Læsstørrelse	60 m ³	8,0 tons/læs
Læsstørrelse	80 m ³	10,6 tons/læs
Læsstørrelse	100 m ³	13,3 tons/læs

Kilde: Villy Nielsen

I forbindelse med presning af elefantgræs blev der monteret en snitter foran pickuppen på storballepresseren. Derved øgedes densiteten og den blev målt til i gennemsnit 178 kg/m³. Til sammenligning er den ved presning af halm uden snitning 139 kg/m³ og 220 kg/m³ ved presning af energikorn. Balle vægten ligger også imellem vægten på halmballer og energikornballer. Presning er især relevant om foråret når tørstofindholdet er ca. 80 %.

Om efteråret, hvor tørstofindholdet er ca. 50 % anvendes finsnitter. Densiteten i forbindelse med transport blev målt til ca. 133 kg/m³ på lastvognen.

Tabel 7. Bruttokapacitet ved høst af elefantgræs

Selvkørende finsnitter, skårlagt	12,3	tons/time
Selvkørende finsnitter, direkte høst	11,3	tons/time
Storballepresser, skårlagt	7,6	tons/time
Storballepresser m. snitter, direkte høst	4,8	tons/time
Skårlægning, 2,8 meter arbejdsbredde	1,0	ha/time

Kilde: Villy Nielsen

Kapaciteten er størst ved høst med finsnitter, men vandindholdet er også betydelig større. Storballepresseren har lidt besvær med at få materialet ind i presseren, hvilket er en væsentlig årsag til den lavere kapacitet. Skårlægningskapaciteten er ligeledes temmelig lav. Der er generelt et behov for udvikling af udstyr til høst og håndtering af elefantgræs, så kapaciteten kan komme op på det der svarer til kapaciteten ved håndtering af halm eller energikorn.



Fig. 8. Storballepresser monteret med snittet foran pickup for direkte høst og snitning af elefantgræs.



Fig. 9. Høst af elefantgræs med finsnitter.

Høst af elefantgræs kan også forekomme om vinteren. Den efterhængte vogn er udstyret med containerlad, således at når containeren er fuld skiftes til en tom container. Materialet køres direkte til forbrænding eller på lager. Derved spares en omlæsning og dermed spares tid og materiel.

Konklusion

Der var første gang at Videncentret for Halm- og Flisfyring deltog i udstillingen på Agromek. Det har krævet mange ressourcer både i forbindelse med forberedelserne og i selve udstillingsperioden. Det har givet anledning til mange kontakter med interesserede som kom ind på standen og hvor mange emner omkring biobrændsler blev berørt. De helt store emner var fyring med træpiller og korn herunder tæringsproblemer, men også kedler til fyring med både halm, korn og træ havde stor interesse. Håndteringsproblematikken af biobrændsler havde også interesse, men her er landmændene på hjemmebane, og det er ikke her der er problemer. Nye afgrøder som energikorn og elefantgræs er nok interessante, men økonomisk og politisk er disse afgrøder ikke aktuelle for landmanden på nuværende tidspunkt.

Generelt var der stor interesse omkring de emner, der blev introduceret på standen, men det der fangede de besøgende, og gav den personlige kontakt, var de udstillede biobrændsler. Her nærmede vi os noget håndgribeligt, som den besøgende kunne identificere med sin egen situation.

Vi havde oprindelig planer om også at udstille et par principielt forskellige kedeltyper, men det var der desværre ikke plads til. Dette kunne ellers have givet anledning til uddybende informationer om kedeltyper, elektronik og automation.

Landbrugets Rådgivningscenters accept af at Videncentret deltog på deres stand må betragtes som en stor fordel, og det har gjort udstillingen meget billigere i modsætning til selv at skulle leje en stand, hvilket formentlig havde være umuligt fordi der er stor rift om standene.

Det er naturligvis flest landmænd eller folk med tilknytning til landbruget der besøger Agromek, men om lørdagen kommer der også en hel del byfolk. Så selv om det hovedsagelig er landbefolkningen vi har haft kontakt til har der også været kontakt til byfolk.

Landbruget og skovbruget er hovedleverandør af biobrændsler, men de er også forbrugere, og som sådan er det vores opfattelse at Videncentrets deltagelse i Agromek har været til gavn for alle parter.

Litteratur

- Nielsen, V., 2002. Baling, handling and delivery of straw - technology, labour requirement and capacity. Proc. int. sem. on Straw and Wood based Energy Production. Potential, Technologies and Environment Benefits, Sofia, Bulgaria and Bucharest Rumania. EU-Report NNE5/2000/11, 21-24.
- Nielsen, V. & Mortensen, H.S., 2001. Håndtering af energiafgrøderne triticales og elefantgræs. Systemkapacitet og arbejdsbehov. Høst - Hjemkørsel til lager - Levering til værk. DJF rapport - Markbrug, 44, 111 pp.
- Nielsen, V. & Mortensen, H.S., 2001. Presning af halm i rundballer eller minibigballer. DJF rapport - Markbrug, 57, 33 pp.
- Nielsen, V., 2001. Høst og levering af energikorn. Dansk BioEnergi, 55, 10-11.
- Nielsen, V., 2001. Presning og transport af halmballer. JordbrugsForskning, 6, 4-5.
- Nielsen, V. & Mortensen, H., 2001. Presning og bjærgning af halm. Arbejdsbehov og kapacitet. Grøn Viden - Markbrug, 245, 6 pp.
- Nielsen, V., 2001. Presning af halm i ministorballer. 5 pp. <http://www.agrsci.dk/jbt/vni/Halm/halm1.html>.
- Nielsen, V., 2001. Presning af halm i rundballer. 4 pp. <http://www.agrsci.dk/jbt/vni/Halm/halm2.html>
- Nielsen, V., 2000. Energy crops: Harvesting, internal handling and delivery to CPH plants. Proc. XIV memorial CIGR Cong., Japan. Abstract: p. 126. Paper on CD-R5201, 6 pp.
- Nielsen, V., 1999. Levering af halm til energiformål. Grøn Viden - Markbrug, 214, 8 pp.
- Nielsen, V., 1999. Presning og levering af halm. Dansk BioEnergi, 44, p. 8.
- Nielsen, V., 1999. Snitning og nedmuldning af halm. Videncenter for Halm- og Flisfyring. Videnblad, 140, 1 pp.
- Nielsen, V., 1999. Sådan effektiviseres leveringen af halm. Effektivt Landbrug, 10, p. 8.
- Nielsen, V., 1999. Operational analyses and model calculations for harvesting and delivery of Triticale to CHP plants. Bio Base Record covering Denmark. <http://btg.ct.utwente.nl/eeci/showpageedit.pl?ID=B 10613>
- Nielsen, V., 1998. Halmballer: Type, størrelse, volumen, vægt og densitet. Videncenter for Halm- og Flisfyr, Videnblad, 130, 2 pp.
- Nielsen, V., 1998. Halmhåndtering. Halm til energiformål. Videncenter for Halm- og Flisfyr, 98, 2.udg., 15-18.
- Nielsen, V., 1998. Presning og håndtering af halm i storballer. Videncenter for Halm- og Flisfyr, Videnblad, 120, 2 pp.
- Nielsen, V. & Kristensen, E.F., 1998. Energikorn i storballer: Høst og håndtering. DJF rapport - Markbrug, 4, 65 pp.
- Nielsen, V. & Kristensen, E.F., 1998. Høst og håndtering af energikorn i storballer. Korn. JordbrugsForskning, 6, 12-13.
- Strøm, J.S., Nielsen, V. & Anderson, N.E., 1998. Energy utilization in agriculture. (Energiudnyttelse i jordbruget). Danish Institute of Agricultural Sciences, Foulum. Annual Report 1997, 24-27.
- Kristensen, E.F. & Nielsen, V., 1997. Harvesting and handling of grain whole crop for energy. European energy crops inter network: <http://btg.ct.utwente.nl/eeci>

Kristensen, E.F. & Nielsen, V., 1996. Harvesting and handling of Energy Grain. Proc. 9th European Bioenergy Conf., Copenhagen, 845-850.

Nielsen, V. & Kristensen, E.F., 1996. Høst og håndtering af "energikorn" i storballer. Første års resultater. SH, Intern rapport, 76, 51 pp.

Nielsen, V., 1996. Høst og håndtering af energikorn i storballer. Videncenter for Halm- og Flisfyr, Videnblad, 103, 2 pp.

Kristensen, E.F., 2001. Teknik til høst af miscanthus (elefantgræs). DJF rapport - Markbrug, 55, 46 pp.

Kristensen, E.F., 2000. Høstmetoder til korn og elefantgræs. I: Har energiafgrøder en fremtid i Danmark? Jørgensen, U. (red.). DJF rapport - Markbrug, 29, 51-61.

Kristensen, E.F., 1998. Høst af elefantgræs *Miscanthus 'Giganteus'*. Grøn Viden - Markbrug, 202, 6 pp.

Jørgensen, U. & Kristensen, E.F., 1996. European Energy Crops Overview - Country report for Denmark. Report from DIPS and DIAS, 83 pp.