Danmarks JordbrugsForskning
Biblioteket
Forskningscenter Flakkebjerg
4200 Slagelse

DJF
rapport

Februar 1998

Nr. 4 • Markbrug

Villy Nielsen og Erik Fløjgaard Kristensen

Energikorn i storballer: Høst og håndtering
Big baled energy grain: Harvesting and handling

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
Danmarks JordbrugsForskning

Energikorn i storballer: Høst og håndtering

Big baled energy grain: Harvesting and handling

Villy Nielsen og Erik Fløjgaard Kristensen
Afdeling for Jordbrugsteknik
Forskningscenter Bygholm
Postboks 536
DK-8700 Horsens

DJF rapport Markbrug nr. 4 • februar 1998 • 1. årgang

Udgivelse:	Danmarks JordbrugsForskning Forskningscenter Foulum Postboks 50 8830 Tjele	Tlf. 89 99 19 00 Fax 89 99 19 19
Løssalg:	t.o.m. 50 sider t.o.m. 100 sider over 100 sider	50,- kr. 75,- kr. 100,- kr.
Abonnement:	Afhænger af antallet af tilsendte rapporter, men svarer til 75% af løssalgsprisen.	

Indholdsfortegnelse

Sammendrag 5

Summary 7

Indledning 9

Materialer og metoder 10

Resultater 11
Driftstekniske arbejdsstudier 11
Skårlægning 11
Skårbehandling 14
Presning 16
Pressekapacitetens afhængighed af flytning mellem marker 21
Presserens årskapacitet 24
Hjemkørsel fra mark til lager 25
Levering af energikorn til kraft-, kraftvarme- og varmeværker 32

Brugeroplysninger 41
Skårlægning 42
Skårbehandling 43
Presning 44
Hjemkørsel til mark og lager 44
Levering til kraft-, kraftvarme- og varmeværker 46
Tekniske problemer ved høst og håndtering 47
Sammenligning mellem brugeroplysninger og driftstekniske studier 49

Spild i mark, under transport og under lagring 49

Konklusion 56

Referenceliste 59

Appendiks A 60

Contents

Summary in Danish 5

Summary in English 7

Introduction 9

Materials and methods 10

Results 11
Operational work studies 11
Mowing 11
Swath treatment 14
Baling 16
Dependency of baling capacity on transport between fields 21
Annual capacity of baler 24
Transport from field to store 25
Delivery of energy grain to power stations, CPH-plants and district heating stations 32

General considerations 41
Mowing 42
Swath treatment 43
Baling 44
Transport from field to store 44
Delivery to power stations, CPH-plants and district heating stations 46
Technical problems on harvesting and handling 47
Comparison of users' information and operational studies 49

Waste in field, during transport and during storage 49

Conclusion 56

References 59

Appendix A 60

Sammendrag

Der er i 5 lokalområder givet dispensation til dyrkning af energikorn på brakarealer. Nærværende undersøgelse omfatter imidlertid kun 3 af disse lokalområder i 1995 og et i 1996, hvorfra energikornet blev leveret utærsket i storballer til kraftvarme- og varmeværker til forsøgsvis forbrænding. I 1996 blev en del dog høstet med mejetærsker og leveret til værkerne som korn og halm hver for sig. De 3 lokalområder omfatter 40 landmænd, der i alt dyrker 375 ha energikorn på brakmarker. Undersøgelsen omfatter driftstekniske studier samt brugeroplysninger. De to typer undersøgelser understøtter hinanden, idet førstnævnte omfatter få landmænd, men er meget detaljeret, mens sidstnævnte omfatter alle landmænd, men er væsentlig mindre detaljeret. Undersøgelsen omfatter desuden spildmålinger i forbindelse med høst og håndtering.

Energikornet, der i det væsentligste er triticale, skårlægges med en skårlægger af samme type, som anvendes til raps, frø o.l. Bruttokapaciteten for en 14-fods skårlægger er ca. 2,3 ha/time.

Det var ikke forventet, at der skulle foretages skårbehandling. Det viste sig imidlertid ofte at være nødvendigt af hensyn til presningen, især i det lokalområde, der var med i begge forsøgsårene. I de fleste tilfælde blev skåret vendt, og kun i få tilfælde blev to skår lagt sammen. Kapaciteten er mellem 2,2 og 5,1 ha/time.

Presningen er foretaget med en storballepresser 6-7 dage efter skårlægningen. Bruttokapaciteten er 23,8 tons/time uden skårbehandling og 29,6 tons/time med skårbehandling. Brugeroplysningerne viser en noget lavere kapacitet, nemlig 21,3 tons/time.

Den gennemsnitlige nettokapacitet, der er kapaciteten, når presseren arbejder i skåret, varierer fra 30,4 til 44,4 tons/time, afhængigt af den forudgående behandling. Det er meget store kapaciteter, selv om kerneindholdet, der udgør 35%, er en væsentlig del af årsagen. Tidligere målte nettokapaciteter ved halmpresning er på 18,7 tons/time (Nielsen, 1994).

Energikornballerne vejede i gennemsnit 612 kg uden forudgående skårbehandling og 629 kg med forudgående skårbehandling. Almindelige halmballer vejer i gennemsnit 523 kg (Nielsen, 1994).

Enkelte forsøgsværter mejetærskede energikornet. Bruttokapaciteten ved presning af halmen var ved denne metode 19,9 tons/time. Mejetærskningen er at sammenligne med tilsvarende kornafgrøder. Halmballerne vejede efter denne metode 495 kg.

Der har været mange problemer med presningen i 1995, specielt vedr. indføring samt formning og pakning af energikornballerne. Erfarne montører har kun delvist kunne løse problemet med formning og pakning af energikornballerne. Problemet var størst, hvis der ikke blev foretaget skårbehandling før presning. Energikornballerne er desuden glatte og vanskelige at stable. I 1996 havde man lært af erfaringerne fra forrige år, og der var stort set ikke problemer med presningen, men der blev konsekvent foretaget en vending af skåret umiddelbart før presning hos de fleste avlere.

Til håndtering af energikornballerne fra mark til lager og senere til værk anvendes frontlæsser, teleskoplæsser, gummiged og rendegraver. På værket aflæsses med truck eller løbekran. Kapaciteten ved hjemkørsel er eksempelvis 10,9 tons/time ved et enmandsbetjent system og op til 38,5 tons/time ved et tomandsbetjent system, når transportafstanden er 500 m.

Ved levering til værk med traktortransport er kapaciteten mellem 6,9 og 13,5 tons/time, når afstanden er 5 km. Ved lastvognstransport er den tilsvarende kapacitet mellem 12,9 og 20,0 tons/time. Ved længere transportafstande reduceres kapaciteten, især ved traktortransport.

Der har været en del problemer med aflæsning med løbekran på grund af deforme, løse baller, der ikke overholdt de mål vedr. vægt og længde, som værket krævede. Hvis ballerne var velformede, faste og overholdt målene, har der ikke været problemer.

Markspildet blev i 1995 målt til 4,5% uden skårbehandling og til 7,8% med skårbehandling. I 1996 blev spildet, hvor der blev foretaget en let skårbehandling, målt til 3,9%. Spildet ved hjemtransport, lagring og senere levering til værk var minimalt og uden betydning.

Det kan ikke udelukkes, at den meget tørre høstperiode i begge forsøgsår har påvirket resultatet, idet vejrforholdene i høsten 1995 og 1996 var usædvanlig gode med sol og ingen nedbør. Under mere normale forhold vil der formentlig være problemer med at få materialet tørt, og risikoen for et større spild, end her målt, er væsentlig.

De tekniske problemer, der var i 1995 vedrørende presning, er stort set løst, men det er nødvendigt med specialkendskab til presning for at kunne udføre dette arbejde tilfredsstillende.

Velformede og kompakte baller med passende længde og vægt er en forudsætning for, at løbekranen på værket kan fungere tilfredsstillende.

Nøgleord: Energikorn, storballer, arbejdsbehov, kapacitet, høstteknik, spild, håndtering, levering.

Summary

Exemption has been granted in five local areas for energy grain to be grown on set-aside land. However, the present survey only includes the 1995 findings from three of the areas and the 1996 findings from one of the areas. From the mentioned areas, unthreshed, big baled energy grain was delivered to CHP-plants and district heating stations for experimental combustion. The three local areas comprised 40 farms with a total yield of 375 ha of energy grain grown on set-aside land. The survey has included operational studies and information from users. The two types of survey supported each other in that the first-mentioned one, only including a few farmers, was very detailed, whereas the last-mentioned one, including all farmers, was considerably less detailed. Moreover, the survey has included informative waste measurements.

The same type of mower as used for rape, seeds, etc., was used for the energy grain, which primarily consisted of triticale. A gross capacity of 2.3 ha/h was obtained with a 14″ mower.

Swath treatment was not expected to be necessary. For the sake of baling, however, it often proved to be necessary, especially in the local area which was included in both surveys (1995 and 1996). In most cases the swaths were turned, and only in a few cases two swaths were joined. Capacities between 2.2 and 5.1 ha/h were observed.

6-7 days after swath treatment the energy grain was baled with a big baler. A gross capacity of 23.8 tonnes/hour was obtained where no previous swath treatment had been made, and in areas where swath treatment had been made the gross capacity was 29.6 tonnes/hour. From the users' information a somewhat lower gross capacity (21.3 tonnes/hour) was seen.

Depending on the preceding treatment used, the average net capacity of the baler, which is the capacity obtained during baling in the swath, will vary from 30.4 to 44.4 t/h. One of the main reasons for the high capacities is the high content (35%) of grain. Net capacities of 18.7 t/h were previously recorded on baling of straw (Nielsen, 1994).

The average weight of the energy grain bales was 612 kg when no previous swath treatment was made, and 629 when swath treatment was made before baling. The average weight of conventional straw bales is 523 kg (Nielsen, 1994).

On a few of the test farms the energy grain was harvested by combine harvester. When this harvesting method was used, the subsequent baling resulted in a gross capacity of 19.9 tonnes/hour. The combine harvesting should be compared for similar grain crops. After this method had been used, the weight of the straw bales was 495 kg.

In 1995 the baling involved many problems, especially as regards feeding of the straw into the machine, shaping it and compressing it into bales. Experienced machine fitters have only been able to solve the problems up to a certain point as regards shaping and baling of the energy grain bales. The greatest problems occurred when no swath treatment prior to baling had been made. Moreover, the energy grain bales were slippery and difficult to stack. In 1996 it was possible to build on the experience gained from the previous year, and consequently, hardly any problems were involved with the baling. However, most of the farmers consistently turned the swaths immediately prior to baling.

A front loader, a telescopic loader, a tractor loader and a backhoe loader were used to handle the bales of energy grain on their from field to store and later from store to works. On transport to store at a transport distance of

500 m, the capacity may for instance be 10.9 tonnes/hour when a one-man operated system is used, and 38.5 tonnes/hour when a two-man operated system is used.

In case of delivery to works by means of tractor at a transport distance of 5 km, capacities between 6.9 and 13.5 tonnes/hour will be obtained. If a lorry is used for the same task, capacities between 12.9 and 20.0 tonnes/hour will be obtained. Longer transport distances will result in reductions of the capacity, especially when tractors are used.

Unloading by means of overhead crane involved a great deal of problems due to deformed, loose bales which did not comply with the dimensions (weight and length) required by the works. Well-shaped and compact bales with the required dimensions did not involve any problems.

In 1995 a field loss of 4.5% was recorded where no swath treatment had been made, and in fields with swath treatment field losses of up to 7.8% occurred. In 1996 field losses of 3.9% were recorded in areas where light swath treatment had been made. The loss which occurred during transport to store, storage and subsequent transport to works was insignificant.

One cannot preclude the fact that the extremely dry harvest periods of the two experimental years have affected the test results, as in the harvest periods of 1995 and 1996, the weather conditions were exceptionally good with plenty of sunshine and no rain. Under normal conditions it would most likely be difficult to get the material dry, and then the risk of a higher waste than that recorded would be very high.

By and large, the technical problems which occurred in 1995 have been solved, but a good deal of special knowledge within the field of baling is needed to fulfil this task satisfactorily.

Well-shaped, compact bales with suitable length and weight are necessary for the travelling crane at the works to operate satisfactorily.

Keywords: Energy grain, big bales, labour requirement, capacity, harvesting technique, loss, handling, delivery.

Indledning

Der er gennemført undersøgelser vedrørende håndtering af energikorn i tre lokalområder, hvor 40 landmænd har fået dispensation til dyrkning af korn til energiformål på ca. 375 ha i 1995 på Djursland, Langeland og Lolland. I 1996 faldt lokalområdet på Langeland fra, således at arealet blev reduceret til ca. 325 ha. Energikornet er forsøgsvis blevet anvendt som biobrændsel på kraftværker, kraftvarmeværker og varmeværker som supplement til kul, olie eller andet biobrændsel.

Håndtering af energikorn som "helsæd" er ikke tidligere undersøgt, men det forventes at kunne håndteres som halm. Der er i årenes løb gennemført mange undersøgelser vedr. halmbjærgning, og i denne forbindelse er der også gennemført undersøgelser vedr. håndtering af halm i storballer (Nielsen V., 1994; Nielsen J. & Parsby, 1994; Parsby, 1996).

Håndtering af halm i storballer er velkendt i landbruget, idet metoden har været anvendt siden sidst i halvfjerdserne, specielt i forbindelse med levering af halm til jernvarmeværker o.l. Der er således stor erfaring med storballehåndtering både i landbruget og blandt forskere, og det er denne erfaring, der søges anvendt til håndtering af energikorn i storballer.

Forskellen mellem energikorn og halm er imidlertid, at kernerne i energikornet *ikke* er aftærsket, og strået ikke er brudt på samme måde, som hvis det havde været igennem en mejetærsker. Volumenvægten er derfor større, og stråets struktur er anderledes.

Projektet omfatter *dyrkning, høst, håndtering og forbrænding* og er udført i et samarbejde mellem *Danmarks JordbrugsForskning* og *Dansk Teknologisk Institut*. Dansk Teknologisk Institut har været projektkoordinator.

Projekttitel: *Koordinering af dyrknings- og fyringsforsøg med energikorn på fjernvarme- og kraftvarmeværker*. Projektet var oprindelig beregnet til at vare et år, men blev, bl.a. på grund af vejrforholdene, forlænget med et år. Projektet har således omfattet 2 høstsæsoner.

Projektets formål og forventede faglige resultat ifølge ansøgning:

1. At redegøre for landbrugsmæssige, miljømæssige og energimæssige forhold, der gør sig gældende ved dyrkning, høst, håndtering og forbrænding af energikorn.
2. At koordinere de aktiviteter, der planlægges i de 4 omtalte forsøg, således at Energistyrelsen får mulighed for at påvirke projektgennemførelsen og sikre, at der bliver sammenlignelighed mellem forsøgene.
3. At gennemføre fyringsforsøg af en uges varighed med emissions- og virkningsgradsmålinger på 2 værker i Holeby og Haunstrup.
4. Projektets effekt forventes at blive en markant øget viden om energikornets egnethed som brændsel i fjernvarmeværker, kraftvarmeværker og kraftværker samt de dyrknings- og håndteringsmæssige forhold, der er knyttet dertil.
5. Miljø- og Energistyrelsen vil hermed få forbedret grundlaget for at vurdere energiafgrøders fremtidige rolle i den danske energiforsyning.

Fra 1. års undersøgelser foreligger følgende resultater, som alle er nævnt i denne rapports litteraturliste:

- "Dyrknings- og fyringsforsøg med energikorn i stor skala, 1995". Samlet rapport over projekterne, DTI.
- "Økonomiske resultater fra energikornforsøg, 1995". SJFI.
- "Høst og håndtering af energikorn i storballer". FCB.
- "Forsøg med energikorn". Grenå Kraftvarmeværk, 1995.
- "Fyringsforsøg med energikorn på Rudkøbing Kraftvarmeværk". I/S Fynsværket.

Nærværende delprojekt omfatter den del af projektet, der omhandler "høst og håndtering" herunder også spildmålinger.

Projektet er finansieret af Energistyrelsens udviklingsprogram for vedvarende energi m.v.

Materialer og metoder

Det meste af arealet var tilsået med triticale ("Modus" på Djursland og "Alamo" på Langeland), og en mindre del var tilsået med rug. Begge afgrøder blev skårlagt med skårlægger af typen, der anvendes til skårlægning af raps. Det vil sige, at kornet blev behandlet varsomt uden brydning af stænglen, som det oftest er tilfældet ved skårlægning af græs. Tabet ved skårlægningen var derfor mindst muligt. Skåret lå derefter til tørring i nogle dage, indtil det var tilstrækkelig tørt til presning. Før presning blev skåret i de fleste tilfælde vendt, eller i sjældnere tilfælde blev to skår revet sammen.

Energikornet blev presset i storballer, hvilket var et krav fra værkerne, fordi det var den ballestørrelse og teknik, der blev anvendt til modtagelse og håndtering af halm på værkerne. Desuden er det også en velkendt teknik i landbruget til presning og håndtering af halm. Kapaciteten ved denne metode er stor og arbejdsbehovet lille. Ideen er ligeledes at udnytte den allerede kendte teknik, så omkostningerne kan reduceres til det mindst mulige.

Efter presning køres energikornet hjem til midlertidig lagring, enten i markstak eller under tag. Til hjemtransport anvendes de forhåndenværende halmvogne, som ofte er ombyggede lastvogne eller lastvognsanhængere. Der læsses med frontlæsser, rendegraver, gummiged og i mindre omfang med teleskoplæsser. Det er de samme redskaber, der anvendes til aflæsning hjemme på gården. Dog anvendes teleskoplæsseren oftere derhjemme end i marken.

Ved levering til værket anvendes de samme metoder som ved hjemkørsel. Der anvendes dog oftere lastvognstransport end traktortransport. Det er som regel landmanden, der læsser energikornet på vognene. Aflæsning på værket foretages med værkets materiel og mandskab. Dette kan foregå med løbekran, monteret i loftet i hallen, eller med mere mobilt udstyr, som f. eks. truck. Samtidig med aflæsningen udtages der prøver til vandbestemmelse.

Undersøgelserne har omfattet brugeroplysninger samt driftstekniske arbejdsstudier. De driftstekniske studier og modelberegninger er gennemført efter de samme principper, som blev anvendt i 1993 ved håndtering af halm (Nielsen, 1994), og som er beskrevet i programmet "DRIFT" (Nielsen og Sørensen, 1993).

Summarisk kan anføres følgende:
$Y = f(A) + f(B) + f(C) + \ldots\ldots\ldots + f(X)$,
hvor Y er det samlede arbejdsbehov for arbejdsprocessen, og de enkelte led (A, B, C osv.) er delprocesser, som f.eks. skårlægning, skårbehandling, presning, læsning, transport, aflæsning osv.

Hver delproces kan beskrives som følgende:
$y = f(x_1 \ldots\ldots\ldots x_n)$, hvor
y = delprocessernes arbejdsbehov, og
$x_1 \ldots\ldots\ldots x_n$ = de enkelte deloperationers andel i delprocessen.

Bagved beregningen af hver delproces ligger et datasæt og en detaljeret ligning, tilpasset netop dette arbejde. Dataene er baseret på arbejdsstudier, udført på udvalgte landbrug i tre af de fem lokalområder, der har fået dispensation af dyrkning af energikorn. Omfanget af arbejdsstudierne fremgår af de følgende afsnit. Det har ikke i alle tilfælde været muligt eller nødvendigt at indsamle komplette datasæt. I disse tilfælde anvendes data fra halmbjærgningsundersøgelsen vedr. storballer (Nielsen, 1994). Dette skønnes ikke at have haft en uheldig indflydelse på resultaterne, fordi teknikken og metodikken er den samme.

De driftstekniske arbejdsstudier har omfattet tidsstudier og registreringer af bl.a. kapacitet, kørehastighed, vendinger, afgrøde- og jordbundsstop, mekaniske stop, pasning af maskine, markstørrelse, udbytte, vandindhold, skårbredde, ballevægt, ballestørrelse, volumenvægt, læsvægt, antal baller, læsning, aflæsning, transport, lagring og pauser.

Brugeroplysningerne har omfattet alle de landmænd, der har dyrket energikorn i de tre lokalområder, samt de maskinstationer, der har udført arbejde i forbindelse med høst og håndtering af energikorn. Disse landmænd og maskinstationer er blevet bedt om at registrere en række oplysninger vedrørende skårlægning, skårbehandling, presning, hjemkørsel til lager og levering til værk.

De driftstekniske arbejdsstudier danner baggrund for modelberegninger, der gør det muligt at anvende de mest rationelle metoder og foretage sammenligninger uden indvirkning af uvedkommende faktorer. Brugeroplysningerne vil derimod være påvirket af de stedlige forhold og vil derfor ikke være direkte sammenlignelige, fordi forudsætningerne er forskellige. Brugeroplysningerne giver derimod et stort datamateriale, der kan understøtte de driftstekniske arbejdsstudier, der er gennemført i et begrænset omfang.

Spildet i marken er målt ved at opsamle eller registrere alt spildt plantemateriale efter presningen inden for et repræsentativt område. I høsten 1995 er kernespildet målt ved at opsamle alle kerner og aks m.m. med en støvsuger inden for kvadrater på 315 × 315 mm ved siden af hinanden på tværs af hele skårbredden. Materialet er renset på en prøverenser, og kerneindholdet er vejet. I høsten 1996 er kernespildet målt ved at optælle antallet af kerner inden for de nævnte kvadrater, hvorefter spildet er beregnet på grundlag af den gennemsnitlige kernevægt (1000-kornsvægt). Halmspildet er målt for hvert enkeltforsøg ved at opsamle og veje spildt halm inden for ca. 50 m^2.

Spild ved afsætning af storballer er målt ved at trække en presenning ind under ballen, umiddelbart før den falder af slidsken på presseren. Løse kerner og halm er derefter opsamlet og vejet. Spild ved transport og under lagring er bestemt ved at opsamle og veje alt spildt plantemateriale på vogne og ladegulv. På samme måde er spildet målt ved levering til værket.

Resultater

Driftstekniske arbejdsstudier

De driftstekniske arbejdsstudier omfatter modelberegninger, baseret på tidsstudier og registreringer hos en del af de landmænd, der havde fået dispensation til dyrkning af energikorn i de tre lokalområder.

Skårlægning

Skårlægningen er foretaget med de skårlæggertyper, der anvendes til raps. Disse typer behandler afgrøden varsomt, og de er ikke, som skårlæggere til græs, udstyret med krimper. Det har teknisk gået udmærket, men kapaciteten var væsentlig mindre end ved skårlægning af raps. Dette skyldes stråets struktur og den store materialemængde, der skulle passere igennem skårlæggeren.

I tabel 1 er vist nogle statistiske oplysninger omkring skårlægning af energikorn. De driftstekniske arbejdsstudier har omfattet 35 ha, fordelt på 10 studier. Den nominelle arbejdsbredde (anført i forhandlerens specifikationer) har været 10, 12, 14, 16 og 18 fod. Den effektive arbejdsbredde har varieret fra 2,9 til 4,8 m med et gennemsnit på 3,9 m. De mest anvendte var 12- og 14-fods skårlæggere. Nettokapaciteten, som i gennemsnit er på 3,0 ha/time, er kapaciteten, når maskinen kører i skåret.

Tabel 1. Statistiske oplysninger vedr. skårlægning af energikorn. Statistical data on mowing of energy grain

	Areal ha *Area ha*	Eff.arbejds-bredde, m *Actual swath m*	Kørehastighed km/time *Travelling speed km/h*	Nettokapacitet ha/time *Net capacity ha/h*	Bruttokapacitet ha/time *Gross capacity ha/h*
Sum *Total*	35,0				
Antal studier *Effective working width*	10				
Gennemsnit *Average*	3,5	3,9	7,7	3,0	2,5
Gennemsnit, vejet *Average, weighed*			7,0	2,8	
Standardafvigelse *Standard deviation*	2,2	0,7	2,1	0,7	0,6
95% konfidensinterval *95% confidence interval*			3,0 - 12,5	1,4 - 4,5	1,2 - 3,8

Den mængde materiale, der passerer igennem maskinen pr. tidsenhed, er egentlig et udtryk for materialekapaciteten. Bruttokapaciteten, som i gennemsnit er på 2,5 ha/time, er kapaciteten, når også hjælpearbejder, så som vendinger, stop, pasning af maskine samt pauser m.m., er indregnet. Hjælpearbejder og pauser er nødvendige, men skal reduceres til det mindst mulige for at opnå størst mulig bruttokapacitet.

I tabel 2 er vist arbejdsbehov og kapacitet ved skårlægning af energikorn. Den nominelle arbejdsbredde er som regel ikke mulig at opretholde under praktiske forhold, hvorfor den effektive arbejdsbredde er målt, og det er denne, der indgår i beregningerne. Kørehastigheden er angivet som lav, gennemsnitlig og høj og er konfidensintervallet og gennemsnittet, målt i praksis.

Tabel 2. Arbejdsbehov inkl. daglig klargøring ved skårlægning af energikorn. Labour requirement incl. daily preparation on mowing of energy grain

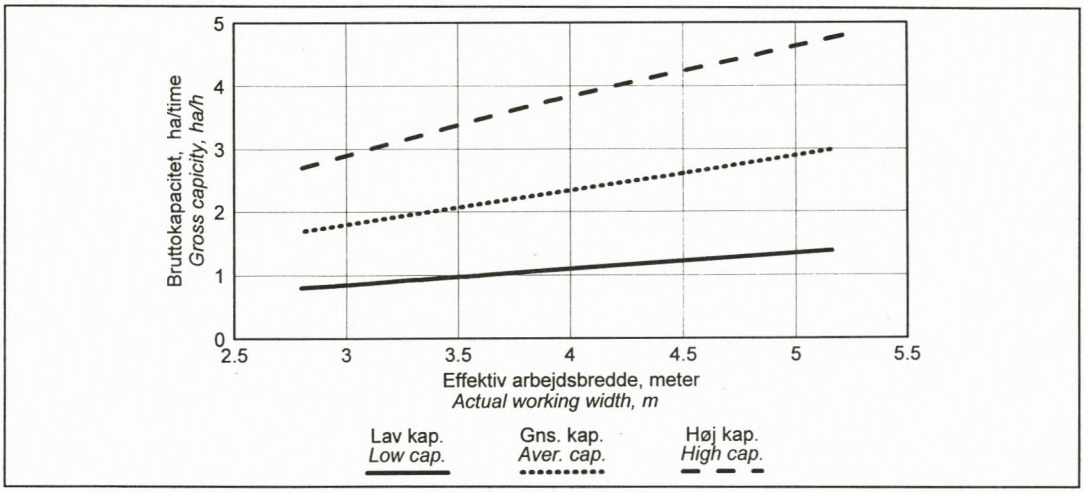
Nominel arbejdsbredde fod *Nominal working width feet*	Effektiv arbejdsbredde m *Effective working width m*	Kørehastighed, km/time, *travelling speed, km/h*		
		Lav/*low* 3,0	Gns./*aver.* 7,0	Høj/*high* 12,5
		Mandmin/ha, *man-min/ha*		
10	2,80	87	40	24
12	3,40	72	33	20
14	4,00	61	28	17
16	4,60	54	25	15
18	5,20	48	22	14

Både kørehastigheden og arbejdsbredden har stor indflydelse på arbejdsbehovet, hvilket også fremgår af følgende ligning:

$$Y = \frac{600}{v \times e} = \text{min}/ha$$ (Nielsen & Sørensen, 1993)

Y = nettotid, minutter/ha
v = kørehastighed, km/time
e = effektiv arbejdsbredde, meter

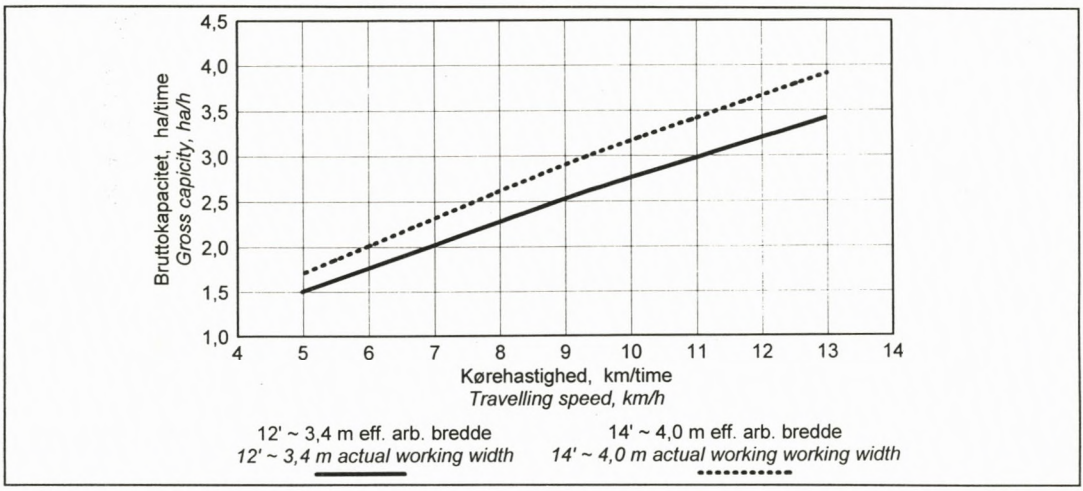
Som tidligere omtalt, er de mest anvendte skårlæggere 12- og 14-fods. Dette betyder, at arbejdsbehovet ved skårlægning i de fleste tilfælde vil være på ca. 0,5 timer pr. ha, inkl. daglig klargøring. Bruttokapaciteten er vist i figur 1. I denne kapacitet er ikke medregnet daglig klargøring. Bruttokapaciteten varierer mellem 0,8 og 4,8 ha pr. time. I praksis har bruttokapaciteten dog kun varieret mellem 1,1 og 3,8 ha pr. time, hvilket skyldes, at der generelt blev kørt hurtigere med de små end med de store skårlæggere.



Figur 1. Bruttokapacitet ved skårlægning af energikorn. Cross capacity on moving of energy grain

Af figur 1 fremgår desuden arbejdsbreddens indflydelse på bruttokapaciteten. Ved gennemsnitskapacitet varierer den således fra ca. 1,8 til 2,9 ha pr. time. Bruttokapaciteten for de to mest anvendte skårlæggere er i gennemsnit henholdsvis 2,0 og 2,3 ha pr. time.

I figur 2 er vist bruttokapaciteten i relation til kørehastigheden for de to mest anvendte skårlæggerstørrelser.



Figur 2. Bruttokapacitet i relation til kørehastighed. Cross capacity related to travelling speed

Kørehastigheden har i praksis varieret fra 6,1 til 12,4 km pr. time. Som det fremgår af figur 2, medfører dette en forskel i kapaciteten fra ca. 1,7 til ca. 3,2 ha pr. time ved en effektiv arbejdsbredde på 3,4 m. Forskellen er af samme størrelse for en 4,0 m arbejdsbredde, men med et lidt højere kapacitetsniveau.

Skårbehandling

I det første forsøgsår blev skårene i en trediedel af studierne vendt eller revet sammen for at lette indføringen og dermed øge kapaciteten ved presningen. I det andet forsøgsår blev skåret vendt hos de fleste avlere før presning, og kun i få tilfælde blev to skår sammenlagt. Det var ved forsøgets opstart ikke ventet, at der skulle foretages nogen skårbehandling overhovedet, fordi der formentlig ville forekomme et stort tab. Det viste sig imidlertid, at der især i et lokalområde var store problemer med at få materialet samlet op og ført ind i pressekammeret, så presseren kunne lave regulære, faste og håndterbare baller. Dette skyldtes, at strået ikke var brudt som ved mejetærskning, men lå mere eller mindre parallelt med køreretningen. Desuden var skåret ofte lidt for bredt i forhold til presserens pickup, og traktorhjulene trådte i kanten af skåret. I et af lokalområderne var problemet af uforklarlige grunde væsentlig mindre. Det var imidlertid ikke muligt at undersøge dette forhold nærmere, da der i dette lokalområde kun blev dyrket energikorn det første år.

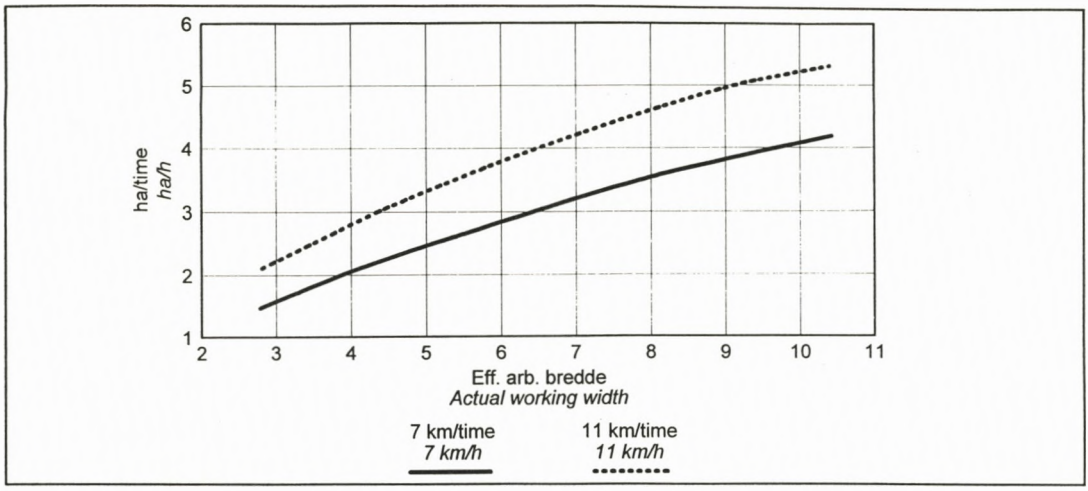
Kørehastigheden var lav hos de fleste avlere for at undgå spild, men hos enkelte var kørehastigheden høj, da stor kapacitet blev prioriteret højere end lavt spild. Emnet omtales nærmere fra side 49.

Tabel 3. Arbejdsbehov ved skårbehandling inkl. daglig klargøring. Labour requirement on swath treatment incl. daily preparation

Nominel arbejdsbredde, fod *Nominal working width, feet*	Effektiv arbejdsbredde, m *Effective working width, m*	Kørehastighed, km/time *Travelling speed, km/h, aver.* 7,0	11,0
Vende et skår *Turning swath*		Mandmin/ha *Man-min/ha*	
10	2,80	45	32
12	3,40	38	27
14	4,00	33	24
16	4,60	29	21
18	5,20	26	19
Lægge 2 skår sammen *Joining two swaths*		Mandmin/ha *Man-min/ha*	
10	5,60	25	18
12	6,80	21	16
14	8,00	19	14
16	9,20	17	13
18	10,40	16	12

Arbejdsbehovet ved skårbehandling er meget afhængigt af skårlæggerens arbejdsbredde, idet riven kun kan arbejde med et eller to skår ad gangen. Ved bearbejdning af et skår er arbejdsbehovet 33-38 minutter pr. ha ved lav kørehastighed og 24-27 minutter pr. ha ved høj kørehastighed for de mest gængse arbejdsbredder. Hvis der lægges to skår sammen, hvilket sjældent forekommer, er arbejdsbehovet væsentlig mindre.

I figur 3 er vist bruttokapaciteten ved skårbehandling. Ved arbejdsbredder under 5,5 m vendes ét skår, og ved arbejdsbredder over 5,5 m lægges to skår sammen. Som nævnt, er det sjældent, at der lægges to skår sammen, så det mest realistiske er vending af skåret umiddelbart før presning, hvis energikornet er tørt. Kapaciteten varierer fra ca. 1,5 til ca. 3,4 ha/time ved vending af skår og fra ca. 2,7 til ca. 5,3 ha/time ved sammenlægning af 2 skår, afhængigt af kørehastighed og arbejdsbredde.



Figur 3. Bruttokapacitet ved skårbehandling. Ved eff. arb. bredde på under 5,5 meter vendes skåret, ved større arbejdsbredder lægges to skår sammen. Cross capacity on swath tretment. At an effective working width of less than 5.5 m swaths are turned, at greater working widths two swaths are joined

Presning

Presning af energikornet er foretaget med storballepressere med kanalmål på 122 × 129 cm og en ballelængde på op til 275 cm. Som omtalt i forrige afsnit, var der en del problemer med presningen. Derfor er der som regel foretaget en vending af skåret lige før presningen, eller i enkle tilfælde er der lagt to skår sammen. I et af lokalområderne var der kun få problemer, og derfor blev det meste af energikornet presset uden forudgående behandling. Energikornet lå i gennemsnit på skår i 6,6 dage, med en variation fra 1 til 18 dage. Vejret var ideelt til forvejring i begge årene. Der er således ingen erfaringer med forvejring under dårlige vejrforhold, som det ofte vil være tilfældet i høstperioden.

I tabel 4 er vist nogle statistiske oplysninger i forbindelse med presning af energikorn. Det fremgår heraf, at der er gennemført arbejdsstudier på i alt 147 ha, omfattende 31 studier med et gennemsnit på 4,8 ha pr. studium.

Tabel 4. Statistiske oplysninger i relation til driftstekniske arbejdsstudier ved presning af energikorn. Statistical data in relation to operationl work studies on energy grain baling

	Areal ha *Area ha*	Effektiv arbejdsbredde m *Effective working width m*	Kørehastighed km/time *Travelling speed km/h*	Ballevægt kg *Bale weight kg*	Belledensitet kg/m³ *Bale density kg/m³*	Ballelængde cm *Bale length cm*	Udbytte tons/ha *Yield tonnes/ha*	Vand % *Water %*	Tørstof tons/ha *Dry matter tonnes/ha*
Sum *Total*	147								
Antal studier *Number of studies*	31								
Gennemsnit *Average*	4,76	4,11	8,55	612	170	227	11,60	11,05	10,31
Standardafvigelse *Standard deviation*	3,70	0,90	2,79	73	15	19	3,34	1,68	3,12
95% konfidensinterval *95% confidence interval*		2,3-6,0	2,9-14,2	462-761	139-201	189-265	4,8-18,4	5,3-16,1	3,6-16,8

Skårstrengen har i gennemsnit repræsenteret en arbejdsbredde på 4,1 m, og kørehastigheden har i gennemsnit været 8,6 km/time, dog med store variationer. Udbyttet er i gennemsnit 11,6 tons, og med et vandindhold på 11,1% svarer det til et tørstofudbytte på 10,3 tons/ha. Det lave vandindhold skyldes, som tidligere nævnt, at det var meget tørt i høstperioden i begge årene. Ballevægten kunne godt have været noget højere, hvis den fulde ballelængde var udnyttet noget bedre. På et af værkerne kunne der imidlertid kun modtages baller af en maksimal vægt på 600 kg.

I tabel 5 er vist nettokapacitet, ballevægt, belledensitet og ballelængde i relation til skårbehandling. Der er en signifikant forskel i nettokapaciteten mellem "ingen skårbehandling" og de øvrige behandlinger på minimum 95% niveau. Der er derimod ingen signifikant forskel mellem "vende et skår" og "lægge 2 skår sammen", derfor er disse to metoder samlet til én metode. Som et eksperiment foretog enkelte avlere en såkaldt "let" mejetærskning før presning. Ideen var, at hovedparten af kernerne skulle være aftærsket, og kapaciteten ved mejetærskning skulle være større end normalt. Halmen pressedes derefter med storballepresser. Dette forløb ikke helt som forventet, idet mejetærskningen nærmest må betegnes som normal, både med hensyn til udtærskning og kapacitet, og den efterfølgende presning må ligeledes betegnes som almindelig halmpresning.

Tabel 5. Presning: Nettokapacitet, ballevægt, balledensitet og ballelængde i relation til skårbehandling. Baling: Net capacity, weight, density and length of bales in terms of swath treatment

Skårbehandling, *Swath treatment*	Gennemsnit *Average*	Standardafvigelse *Standard deviation*	Konfidensinterval *Confidence interval* fra, *from*	til, *to*
Nettokapacitet, *net capacity*	tons/time, *tonnes/h*	tons/time, *tonnes/h*	tons/time, *tonnes/h*	
Ingen skårbehandling, *no swath treatment*	32,9	8,3	15,4	50,5
Skårbehandling[1)], *swath treatment*[1)]	44,4	6,4	30,6	58,2
Mejetærskning, *combine harvesting*	30,4	3,3	16,4	44,5
Alle behandlinger, *all treatments*	37,6	9,3	18,6	56,5
Ballevægt, *bale weight*	kg	kg	kg	
Ingen skårbehandling, *no swath treatment*	612	81	441	784
Skårbehandling[1)], *swath treatment*	629	50	520	738
Mejetærskning, *combine harvesting*	495	29	370	619
Alle behandlinger, *all treatments*	612	73	462	761
Balledensitet, *bale density*	kg/m³	kg/m³	kg/m³	
Ingen skårbehandling, *no swath treatment*	170	11	147	193
Skårbehandling[1)], *swath treatment*[1)]	177	9	156	197
Mejetærskning, *combine harvesting*	128	9	91	165
Alle behandlinger, *all treatments*	170	15	139	201
Ballelængde, *bale length*	cm	cm	cm	
Ingen skårbehandling, *no swath treatment*	228	22	182	273
Skårbehandling[1)], *swath treatment*	224	16	190	259
Mejetærskning, *combine harvesting*	239	2	229	248
Alle behandlinger, *all treatments*	227	19	189	265

[1)] Vende et skår eller lægge 2 skår sammen. *Turning one swath or joining two swaths*

Den gennemsnitlige nettokapacitet, der er kapaciteten, når presseren arbejder i skåret, varierer fra 30,4 til 44,4 tons/time. Det er meget store kapaciteter, selv om kerneindholdet, der udgør 35%, er en væsentlig del af årsagen. Dette gælder dog ikke det "mejetærskede", hvor størstedelen af kernene var udtærsket. Tidligere målte nettokapaciteter ved halmpresning er på 18,7 tons/time (Nielsen, 1993).

Ballevægten og balledensiteten påvirkes ligeledes af den forudgående behandling, hvilket også fremgår af tabel 5. Ballevægten er således størst, når kernerne forbliver i strået, og skåret er vendt. Ballevægten er lidt lavere, når skåret ikke vendes eller rives sammen. Det samme gør sig gældende vedrørende densiteten af ballerne. Hvis energikornet er mejetærsket, før halmen presses, er ballevægt og densitet meget lig med almindelige halmballer. Ballelængden er noget kortere, når kernerne forbliver i strået, i modsætning til energikornet, der er mejetærsket før presningen.

Tabel 6. Arbejdsbehov og kapacitet ved presning af energikorn i storballer. Ingen skårbehandling. Labour requirement and capacity on big baling of energy grain. No swath treatment

	Lav kapacitet *Low capacity*	Gns. kapacitet *Aver. capacity*	Høj kapacitet *High capacity*
Markstørrelse: ha, *field size, ha*	4,0	4,0	4,0
Markform[1)], *field shape*[1)]	2	2	2
Pressekap. netto: tons/time, *baling cap., net: t/h*	15,4	32,9	50,5
Ballevægt: kg, *bale weight: kg*	612	612	612
Balledensitet: kg/m³, *bale density: kg/m³*	170	170	170
Skårbredde: m, *width of swaths: m*	4,1	4,1	4,1
Udbytte: tons/ha, *yield: t/ha*	11,6	11,6	11,6
Vand: %, *water: %*	11,1	11,1	11,1
Tons tørstof/ha, *dry matter: t/ha*	10,3	10,3	10,3
	Arbejdsbehov, min/ha, *labour requirement, min/ha*		
Presse energikorn, *energy grain baling*	55	29	22
Inkl. klargøring, *incl. preparation*	60	32	24
Mandmin/ton, *man-min/t*	5,2	2,8	2,0
Pressekap., brutto: tons/time, *baling gross cap., t/h*	12,8	23,8	32,3
Pressekap., brutto: ha/time, *baling gross cap., ha/h*	1,1	2,0	2,8

[1)] Marklængden er 2 × bredden. *The field lenght is twice the width*

I tabel 6 er vist arbejdsbehov og kapacitet ved presning af energikorn, når der ikke foretages skårbehandling før presning. Markstørrelsen på 4 ha og markformen 2 (marken er dobbelt så lang som bred) anvendes som standard. Årsagen hertil er, at arbejdsbehovet stiger drastisk ved markstørrelser under 4 ha, hvorimod arbejdsbehovet kun falder lidt ved markstørrelser over 4 ha. (Nielsen og Sørensen, 1993); (Nielsen et al., 1971). I øvrigt omtales emnet senere i dette afsnit.

Arbejdsbehov og kapacitet er beregnet ved lav-, høj- og gennemsnitskapacitet, repræsenterende gennemsnittet og konfidensintervallet. Arbejdsbehovet er vist med og uden klargøring. Klargøring er et tillæg på 10% for daglig klargøring samt transport af materiel og mandskab til og fra mark morgen og aften. Som det fremgår af tabellen, er arbejdsbehovet gennemsnitlig 2,8 min pr. tons, men varierende fra 5,2 til 2,0 minutter. Bruttokapaciteten er tilsvarende 23,8 tons pr. time, varierende fra 12,8 til 32,3 tons pr. time. Det vil sige, at den højeste kapacitet er ca. 2,5 gange større end den laveste kapacitet.

Tabel 7. Arbejdsbehov og kapacitet ved presning af energikorn i storballer. Vending af skår.
Labour requirement and capacity on big energy grain baling. Turning of swaths

	Lav kapacitet *Low capacity*	Gns.kapacitet *Aver. capacity*	Høj kap. *High capacity*
Markstørrrelse: ha, *field size*	4,0	4,0	4,0
Markform, *field shape*	2	2	2
Pressekap. netto: tons/time, *baling net cap.: t/h*	30,6	44,4	58,2
Ballevægt: kg, *bale weight: kg*	629	629	629
Balledensitet: kg/m³, *bale density: kg/m³*	177	177	177
Skårbredde: m, *width of swaths: m*	4,1	4,1	4,1
Udbytte: tons/ha, *yield: t/ha*	11,6	11,6	11,6
Vand: %, *water: %*	11,1	11,1	11,1
Tons tørstof/ha, *dry matter: t/ha*	10,3	10,3	10,3
	Arbejdsbehov, min/ha, *labour requirement, min/ha*		
Presse energikorn, *energy grain baling*	31	24	20
Inkl. klargøring, *incl. preparation*	34	26	22
Mandmin/ton, *man-min/t*	2,9	2,2	1,9
Pressekap. brutto: tons/time, *baling gross cap., t/h*	22,5	29,6	35,5
Pressekap. brutto: ha/time, *baling gross cap., ha/hour*	1,9	2,5	3,1

[1] Længden er 2 × bredden. *The field lenght is twice the width*

I tabel 7 er vist arbejdsbehov og kapacitet, når skåret er vendt før presning. Det gennemsnitlige arbejdsbehov falder fra 29 til 24 min pr. ha ved at vende skåret, svarende til et fald på ca. 17%. Desuden er variationen omkring gennemsnittet meget mindre, nemlig fra 2,9 til 1,9 ved vending af skåret, i modsætning til en variation fra 5,2 til 2,0 uden skårbehandling. Vending af skåret har altså medført en væsentlig reduktion i arbejdsbehovet og en mere konstant kapacitet.

Lægges der 2 skår sammen, vil arbejdsbehovet falde en ubetydelighed, fordi antallet af vendinger reduceres til det halve. Det har derimod ingen indflydelse på nettokapaciteten, hvorimod bruttokapaciteten vil øges lidt. Hvis energikornet mejetærskes, før halmen presses, falder arbejdsbehovet ved presning, fordi udbyttet nu er faldet fra 11,6 til 4,7 tons pr. ha (se tabel 8). Arbejdsbehovet pr. tons er derimod steget med ca. 18%, sammenlignet med "ingen skårbehandling" før presning, og det er steget med 50%, sammenlignet med "vende skår" før presning. For fuldstændighedens skyld skal der også tillægges tid for mejetærskning, hvilket i nævnte tilfælde udgør 1,12 timer/ha, inkl. hjemtransport af korn. (Nielsen & Sørensen, 1993).

Tabel 8. Arbejdsbehov og kapacitet ved presning af halm i storballer. Mejetærskning før presning. Labour requirement and capacity on straw baling. Combine harvesting prior to baling

	Lav kapacitet *Low capacity*	Gns.kapacitet *Aver. capacity*	Høj kapacitet *High capacity*
Markstørrrelse: ha, *field size: ha*	4,0	4,0	4,0
Markform[1], *field shape[1]*	2	2	2
Pressekap. netto: tons/time, *baling net cap.: t/h*	16,4	30,4	44,5
Ballevægt: kg, *bale weight: kg*	495	495	495
Balledensitet: kg/m³, *bale density: kg/m³*	128	128	128
Skårbredde: m, *width of swaths: m*	4,1	4,1	4,1
Udbytte: tons/ha, *yield: t/ha*	4,7	4,7	4,7
Vand: %, *water: %*	11,1	11,1	11,1
Tons tørstof/ha, *dry matter: t/ha*	4,2	4,2	4,2
	Arbejdsbehov, min/ha, *labour requirement, min/ha*		
Presse energikorn, *energy grain baling*	23	14	11
Inkl. klargøring, *incl. preparation*	25	16	22
Mandmin/ton, *man-min/t*	5,3	3,3	2,6
Pressekap. brutto: tons/time, *baling gross cap. t/h*	12,5	19,9	25,4
Pressekap. brutto: ha/time, *baling gross cap., ha/hour*	2,7	4,2	5,4

[1] Længden er 2 × bredden. *The field lenght is twice the width*

I tabel 9 er lavet et sammendrag af skårlægning, skårbehandling og presning. Det fremgår, at arbejdsbehovet er lavest ved skårlægning og presning uden vending, idet det er 14% lavere end ved mejetærskning og presning, og det er 31% lavere, end når skåret vendes før presning. Sidstnævne metode er netop den mest anvendte i praksis, og den er således ikke tidsmæssigt konkurrencedygtig over for mejetærskemetoden.

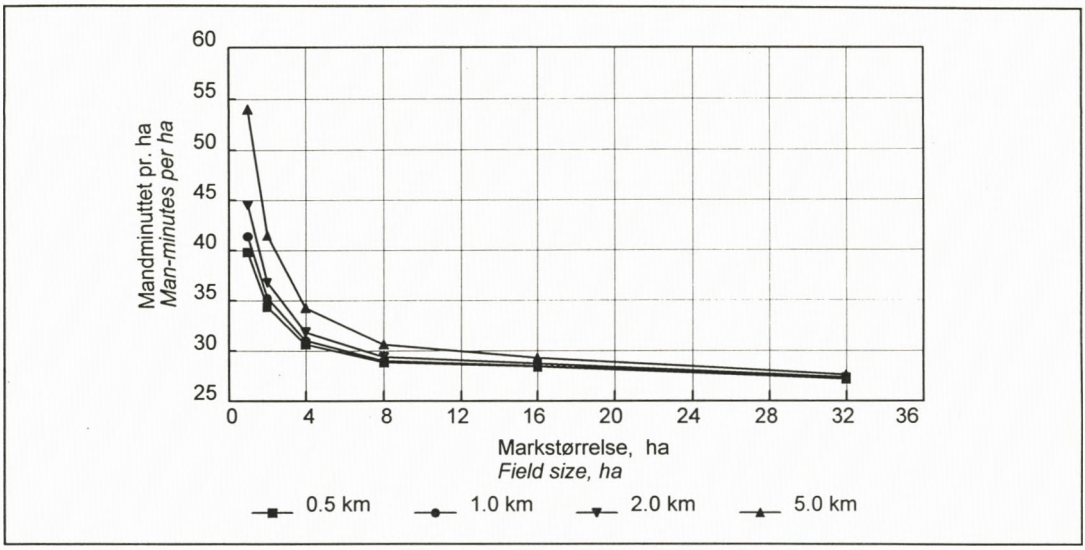
Tabel 9. Sammendrag af skårlægning, skårbehandling og presning af energikorn, inkl. daglig klargøring. Summary of mowing, swath treatment and energy grain baling, including daily preparation

	Skårbehandling før presning, *swath treatment prior to baling*		
	Mejetærske *Combine harvesting*	Ingen *None*	Vende *Turning*
	Mandmin/ha, *man-min/ha*		
Skårlægning, *moving*		28	28
Skårbehandling, *swath treatment*			33
Mejetærskning, *combine harvesting*	54		
Presning, *baling*	16	32	26
Sum, *total*	70	60	87

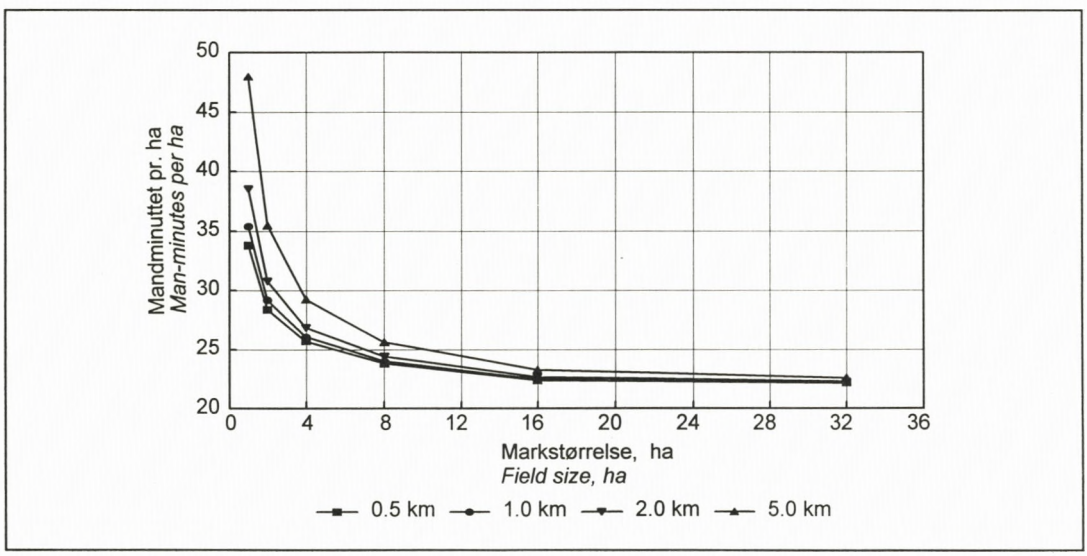
Pressekapacitetens afhængighed af flytning mellem marker

Hvis der flyttes meget og over lange afstande, som det ofte er tilfældet for maskinstationer, er tillægget på 10% ikke nok for daglig klargøring og transport af materiel og mandskab til og fra marken.

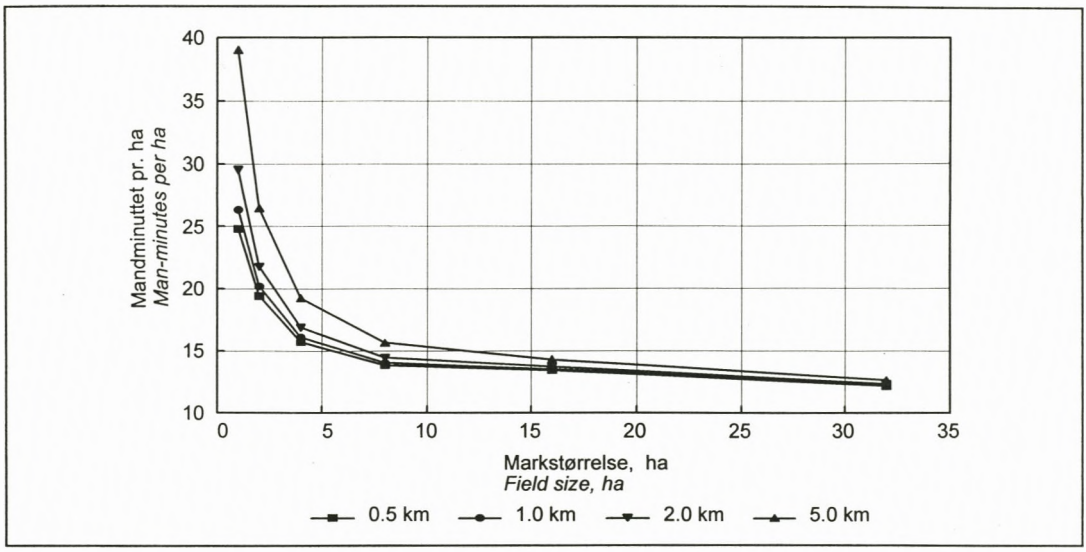
I figurerne 4, 5 og 6 vises arbejdsbehovet i relation til markstørrelse og afstand mellem markerne. Tiden er således den tid, der anvendes på marken plus transport til næste mark.



Figur 4. Marktid + transporttid ved presning af energikorn som følge af forskellig markstørrelse og afstand mellem marker. Ingen skårbehandling. Time consumed in fields + transport on energy grain baling owing to different field sizes and different distances between fields. No swath treatment



Figur 5. Marktid + transporttid ved presning af energikorn som følge af forskellig markstørrelse og afstand mellem marker. Vending af skår før presning. Time consumed in fields + transport on energy grain baling owing to different field sizes and different distances between fields. Swath turning prior to baling



Figur 6. Marktid + transporttid ved presning af energikorn som følge af forskellig markstørrelse og afstand mellem marker. Mejetærskning før presning af halmen. Time consumed in fields + transport on energy grain baling owing to different field sizes and different distances between fields. Combine harvesting prior to baling of the straw

Som figurerne viser, har markstørrelsen overordentlig stor betydning for arbejdsbehovet, men det fremgår også, at ved en markstørrelse på over 4 til 8 ha er det begrænset, hvor meget arbejdsbehovet yderligere falder ved endnu større marker. Afstanden mellem markerne har ligeledes meget stor betydning for arbejdsbehovet ved små og middelstore marker, fordi der skal flyttes oftere. Dette får naturligvis større betydning, jo større afstanden er mellem markerne. Ved marker over 8 ha er det kun afstande på mere end 5 km, der stadigvæk har betydning for arbejdsbehovet.

I tabel 10 er vist bruttokapaciteten i relation til markstørrelse og afstand mellem markerne. Det vil sige, at den anførte kapacitet ganget med dagligt antal timer, i hvilke der kan presses, er udtryk for den reelle dagskapacitet. Daglig klargøring er ikke indregnet, da dette arbejde forudsættes at kunne udføres tidligt om morgenen, før energikornet er tørt til presning.

Tabel 10. Bruttokapacitet i relation til markstørrelse og afstand mellem markerne. Gross capacity in terms of field size and distance between fields

Markstørrelse ha *Field size ha*	Bruttokap. ekskl. transport tons/time *Gross capacity excl. transport tonnes/hour*	Afstand mellem markerne, km *Distance between fields, km* 0,5	1	2	5
		Bruttokapacitet, tons/time, *gross capacity, tonnes/hour*			
		Ingen skårbehandling, *no swath treatment*			
0,5	19	14	13	12	9
1,0	21	17	17	16	13
2,0	22	20	20	19	17
4,0	**24**	**23**	**22**	**22**	**20**
8,0	25	24	24	24	23
16,0	25	24	24	24	24
32,0	26	26	26	25	25
64,0	26	26	26	26	25
		Vende skår, *swath turning*			
0,5	22	16	15	13	10
1,0	26	21	20	18	15
2,0	28	24	24	23	20
4,0	**29**	**27**	**27**	**26**	**24**
8,0	30	29	29	28	27
16,0	32	31	31	31	30
32,0	32	31	31	31	31
64,0	33	33	33	33	33
		Mejetærske, *combine harvesting*			
0,5	13	8	7	6	4
1,0	16	11	11	10	7
2,0	18	15	14	13	11
4,0	**20**	**18**	**18**	**17**	**15**
8,0	22	20	20	20	18
16,0	22	21	21	21	20
32,0	24	23	23	23	22
64,0	24	23	23	23	23

Som det fremgår af tabel 10, varierer bruttokapaciteten mellem 10 og 33 tons pr. time, hvis skåret vendes, afhængigt af markstørrelse og afstand mellem markerne. Det vil dog ikke være særlig sandsynligt, at der udelukkende køres på små marker, og at der altid er stor afstand mellem markerne. En gennemsnitsmarkstørrelse på 4 ha vil derimod være realistisk. Ved denne markstørrelse er bruttokapaciteten 29 tons pr. time, ekskl. transport til næste mark. Kapaciteten reduceres fra 27 til 24 tons pr. time ved en afstand mellem markerne på mellem 0,5 og 5 km, svarende til en reduktion på henholdsvis 6,9 og 17,2%.

Presserens årskapacitet

Årskapaciteten påvirkes af, hvor mange timer der er til rådighed for presning. Dette er naturligvis afhængigt af vejrforholdene samt afgrødernes indbyrdes høsttidspunkt. Der foreligger ikke eksakte tal for dette, men erfaringsmæssigt er der mellem 100-200 timer til rådighed pr. år. I tabel 11 er vist årskapaciteten ved "ingen skårbehandling", "vende skår" og ved "mejetærskning før presning", samt ved 1 og 5 km mellem markerne. Resultaterne viser, som ventet, at årskapaciteten er meget afhængig af markstørrelse og afstand mellem markerne samt af, hvor mange timer der er til rådighed pr. år. Sidstnævnte er især afhængigt af vejret, men også af høstperiodens længde, der er afhængig af lokale forhold samt valg af sorter.

Tabel 11. Årlig pressekapacitet. Annual baling capacity

Markstørrelse ha *Fieldsize ha*	Timer pr. år inkl. transport mellem markerne, men ekskl. daglig klargøring *Annual comsumption of hours incl. transport between fields, but excl. of daily preparation*					
	100	100	150	150	200	200
	Afstand mellem markerne, km, *distance between fields, km*					
	1	5	1	5	1	5
	Tons pr. år/ingen skårbehandling, *tonnes per year/no swath treatment*					
0,5	1294	881	1941	1322	2587	1762
1,0	1681	1289	2522	1933	3362	2578
2,0	1977	1677	2966	2516	3955	3354
4,0	**2238**	**2032**	**3357**	**3048**	**4476**	**4064**
8,0	2396	2273	3594	3409	4792	4545
16,0	2440	2374	3660	3562	4880	4749
32,0	2553	2517	3829	3775	5106	5033
64,0	2565	2547	3848	3820	5131	5094
	Tons pr. år/vende skår, *tonnes per year/swath turning*					
0,5	1456	953	2184	1430	2912	1907
1,0	1966	1450	2949	2175	3932	2900
2,0	2384	1961	3575	2941	4767	3921
4,0	**2667**	**2379**	**4000**	**3569**	**5333**	**4759**
8,0	2894	2716	4341	4074	5788	5432
16,0	3090	2986	4635	4478	6180	5971
32,0	3126	3072	4690	4608	6253	6144
64,0	3294	3263	4941	4895	6587	6527
	Tons pr. år/mejetærske før presning, *tonnes per year/combine harvesting prior to baling*					
0,5	727	441	1090	661	1454	881
1,0	1068	723	1602	1085	2136	1446
2,0	1396	1064	2094	1596	2792	2128
4,0	**1752**	**1465**	**2627**	**2197**	**3503**	**2930**
8,0	2007	1805	3011	2707	4014	3610
16,0	2085	1970	3128	2955	4170	3941
32,0	2300	2228	3450	3342	4599	4456
64,0	2325	2287	3487	3431	4649	4575

Hjemkørsel fra mark til lager

Der har i praksis været anvendt forskellige metoder og teknikker i forbindelse med hjemkørsel af energikornballer fra mark til lager. Det mest rationelle er det enmandsbetjente system, hvor én mand med vogn(e) læsser og arbejder uafhængigt af andre, eller hvor flere mand arbejder sammen, således at én mand læsser i marken, én mand aflæsser ved lager, og et passende antal mand transporterer ballerne hjem til lager. Sidstnævnte metode har størst kapacitet, men det kan sjældent undgås, at der opstår ventetider et eller flere steder i arbejdskæden. I en del tilfælde har to eller flere fulgtes ad, men kun én har læsset i marken eller aflæsset derhjemme. Dette betyder ventetid for dem, der ikke læsser eller aflæsser, og det forøger ikke kapaciteten. Tidligere undersøgelser (Nielsen, 1985); (Nielsen, 1993) har vist, at der ikke opnås nogen arbejdsbesparelse ved, at én mand læsser, og én mand følger efter med vognen. I tabel 12 og 13 vises, hvilken teknik der er anvendt ved læsning og aflæsning, samt arbejdsbehov og omfang.

Tabel 12. Læsning af baller, der ligger spredt på marken. Vognen(e) placeres centralt for læsning og flyttes ikke under læsning. Loading bales which are scattered on the field. Wagon is placed in central position for loading and is not moved during loading

Læsning i marken *Loading in field*	Læsse 1 balle ad gangen *Loading one bale at a time*	Læsse 2 baller ad gangen *Loading two bales at a time*	Fordeling % *Distribution %*
Frontlæsser/rendegraver, *front loader/backhoe loader*			82,9
Antal baller, *number of bales*	341	391	
Gns. min/balle, *aver., min/bale*	1,01	0,85	
Teleskoplæsser, *telescopic loader*			7,2
Antal baller, *number of bales*	64		
Gns. min/balle, *aver., min/bale*	0,93		
Gummiged, *tractor loader*			9,9
Antal baller, *number of bales*	24	63[1)]	
Gns. min/balle, *aver., min/bale*	0,81	0,75	

[1)] Baller, samlet i markstak, klar til læsning. Tiden for samling i markstak er ikke inkluderet

[1)] *Bales stacked in field, ready to be loaded. Time for gathering bales into field stack is not included*

Tabel 13. Aflæsning af baller ved lager. Ved aflæsning i lade holder vognen uden for laden. Unloading bales at store. During unloading into barn the wagon is placed outside the barn

Aflæsning ved lager *Unloading at store*	Aflæsse 1 balle ad gangen *Unloading one bale at a time*	Aflæsse 2 baller ad gangen *Unloading two bales at a time*	Fordeling % *Distribution %*
Frontlæsser, *front loader*			35,9
Antal baller, *number of bales*	148	177	
Gns. min/balle, *aver., min/bale*	1,37	0,88	
Teleskoplæsser, *telescopic loader*			31,4
Antal baller, *number of bales*		284	
Gns. min/balle, *aver., min/bale*		0,62	
Rendegraver, *backhoe loader*			29,6
Antal baller, *number of bales*		268	
Gns. min/balle, *aver., min/bale*		0,93	
Knækstyret minilæsser[1)], *articulated mini loader[1)]*			3,1
Antal baller, *number of bales*		28	
Gns. min/balle, *aver., min/bale*		0,67	

[1)] Ballerne aflæsses og sættes ved siden af vognen. [1)] *The bales are unloaded and placed next to the wagon*

Der er i alt læsset 883 baller, hvoraf ca. 83% er læsset med frontlæsser, ca. 7% med teleskoplæsser og ca. 10% med gummiged. Ved læsning med frontlæsser er arbejdsbehovet ca. 16% lavere, når der læsses to baller ad gangen i modsætning til én. I 1995 var der stor set ingen forskel. Det har ikke været muligt at køre med to baller ad gangen med teleskoplæsseren, fordi markerne var ujævne. Sammenlignet med frontlæsseren med én balle ad gangen, har det været lidt hurtigere at læsse med teleskoplæsseren end med frontlæsseren.

Læsning med gummiged har været hurtigst med såvel én som med to baller ad gangen. Ved læsning af to baller ad gangen har ballerne været samlet i markstak, klar til læsning. Tiden for samling i markstak indgår ikke i den tid, der er vist i tabel 12. Tidligere undersøgelser vedrørende halmbjærgning (Nielsen, 1993) viste, at det tog 1,44 min pr. balle at samle disse staksamlinger på marken før læsning. Denne tid vil formentlig være kortere ved bjærgning af energikorn, fordi ballerne ligger meget tættere her, men alligevel vil det totalt

medføre et større arbejdsbehov, end hvis ballerne læsses direkte.

Der blev i alt aflæsset 905 baller, af hvilke ca. 36% blev aflæsset med frontlæsser, ca. 31% med teleskoplæsser og knap 30% med rendegraver. Ved aflæsning med frontlæsser er ca. 46% blevet læsset af enkeltvis. Ved aflæsning med teleskoplæsser læsses der altid to baller af ad gangen, hvilket er den hurtigste aflæsningsmetode. Aflæsning med rendegraver tager lidt længere tid end med frontlæsser eller teleskoplæsser. Den knækstyrede minilæsser er den mest smidige og har lettere ved at komme ind under snævre pladsforhold.

I tabel 14 vises det samlede arbejdsbehov og kapaciteten ved læsning, transport og aflæsning af energikornballer. Ballerne ligger spredt på marken, og vognen(e) står uden for lageret under aflæsning. Ved metode 1 læsses og aflæsses ballerne enkeltvis med frontlæsser. I metode 2 anvendes samme teknik, men med to baller ad gangen. Med metode 3 læsses med frontlæsser og aflæsses med teleskoplæsser, og der håndteres to baller ad gangen. Bruges metode 4, læsses 2 baller ad gangen med gummiged, og der aflæsses 2 baller ad gangen med teleskoplæsser. Ved metode 1 og 2 er der altid henholdsvis en og to mand, der arbejder uafhængigt af hinanden. Antal mand ved metode 3 og 4 tilpasses efter transportafstand og læsstørrelse, således at læsse- eller aflæssekapaciteten udnyttes fuldt ud.

Markstørrelsen på 4 ha er valgt, fordi den repræsenterer praksis meget godt, og fordi arbejdsbehovet ikke reduceres væsentligt ved større marker (Nielsen og Sørensen, 1993). Markform 2 betyder, at marklængden er det dobbelte af markbredden. Kørehastigheden på såvel mark som vej har varieret meget, men de anvendte hastigheder, som også er anvendt i andre undersøgelser vedrørende halmbjærgning (Nielsen, 1993), repræsenterer meget godt praksis. Transportafstanden på 500 m suppleres i tabel 15 med transportafstande på 1000 og 5000 m.

Arbejdsbehovet varierer fra 40 til 60 mandmin/ha. Hertil lægges 10% for daglig klargøring af materiel samt transport af materiel og mandskab til og fra marken. Arbejdsbehovet er herefter mellem 3,8 og 5,7 mandmin pr. ton. Bruttokapaciteten er beregnet på grundlag af arbejdsbehovet, ekskl. de førnævnte 10%, men inkl. eventuel ventetid. Bruttokapaciteten er således et udtryk for, hvor meget der time efter time kan hjemkøres, når først systemet er sat i gang. Bruttokapaciteten er beregnet til at være mellem 11,7 og 36,4 tons/time, afhængigt af metode og teknik. Dette betyder, at én mand med frontlæsser kan hjemkøre energikornballer på en tid fra ca. 1 ha/time. Hvis der anvendes gummiged til læsning og teleskoplæsser til aflæsning, og der indsættes tilstrækkeligt med transportmateriel og mandskab, kan der hjemkøres energikornballer på en tid fra 3,1 ha/time.

Tabel 14. Hjemtransport fra mark til lager. Læsning, transport og aflæsning. Transport from field to store. Loading, transport and unloading

Metode *Method*	1	2	3	4
Markstørrelse, ha: *Field size, ha:*	4	4	4	4
Markform:[1] *Field shape:*[1]	2	2	2	2
Kørehast., mark, km/time: *Travelling speed, field, km/h:*	10	10	10	10
Kørehast., vej, km/time: *Travelling speed, road, km/h:*	20	20	20	20
Transportafstand, m: *Transport distance, m:*	500	500	500	500
Ballevægt, kg: *Bale weight, kg:*	612	612	612	612
Balledensitet, kg/m³: *Bale density, kg/m³:*	170	170	170	170
Antal baller pr. vogntræk: *Number of bales per load:*	16	16	16	16
Læsvægt, netto, kg: *Net load weight, kg:*	9792	9792	9792	9792
Udbytte, tons/ha: *Yield, tonnes/ha:*	11,6	11,6	11,6	11,6
	Arbejdsbehov, min/ha, *labour requirement, min/ha*			
Læsning på mark *Loading in field*	24,9	21,7	21,7	19,7
Transport, mark *Transport in field*	3,2	3,2	3,2	3,2
Transport, vej *Transport on road*	3,7	3,7	3,7	3,7
Aflæsning *Unloading*	27,9	18,1	13,0	13,0
Sum, *total:*	60	47	42	40
Sum + 10% tillæg, *total + 10% added:*	66	51	46	44
Antal mand: *Number of men:*	1	2	2	3
Ventetid, min/ha: *Time for waiting, min/ha:*	Uafhængig *Independent*	Uafhængig *Independent*	1,8	19,6
Arbejdsbehov i alt, min/ha: *Total labour requirement, min/ha:*	66	51	48	63
Arbejdsbehov i alt, min/ton: *Total labour requirement, min/tonne:*	**5,7**	**4,4**	**4,1**	**5,4**
Bruttokapacitet, tons/time: *Gross capacity, tonnes/hour:*	**11,7**	**29,8**	**32,2**	**36,4**
NB: Metode 2 - De 2 mand kører uafhængigt af hinanden med hver sin frontlæsser og vogne *NB: Method 2 - Independent of each other, the two men operate their own front loaders and wagons*				

Metoder, *methods*	
Læsning i marken, *loading in field*	Aflæsning ved lade, *unloading at barn*
1. Frontlæsser: 1 balle ad gangen *Front loader: 1 bale at a time*	1. Frontlæsser: 1 balle ad gangen *Front loader: 1 bale at a time*
2. Frontlæsser: 2 baller ad gangen *Front loader: 2 bales at a time*	2. Frontlæsser: 2 baller ad gangen *Front loader: 2 bales at a time*
3. Frontlæsser: 2 baller ad gangen *Front loader: 2 bales at a time*	3. Teleskoplæsser: 2 baller ad gangen *Telescopic loader: 2 bales at a time*
4. Gummiged: 2 baller ad gangen *Tractor loader: 2 bales at a time*	4. Teleskoplæsser: 2 baller ad gangen *Telescopic loader: 2 bales at a time*

[1] Længden er 2 x bredden. *The length is twice the width*

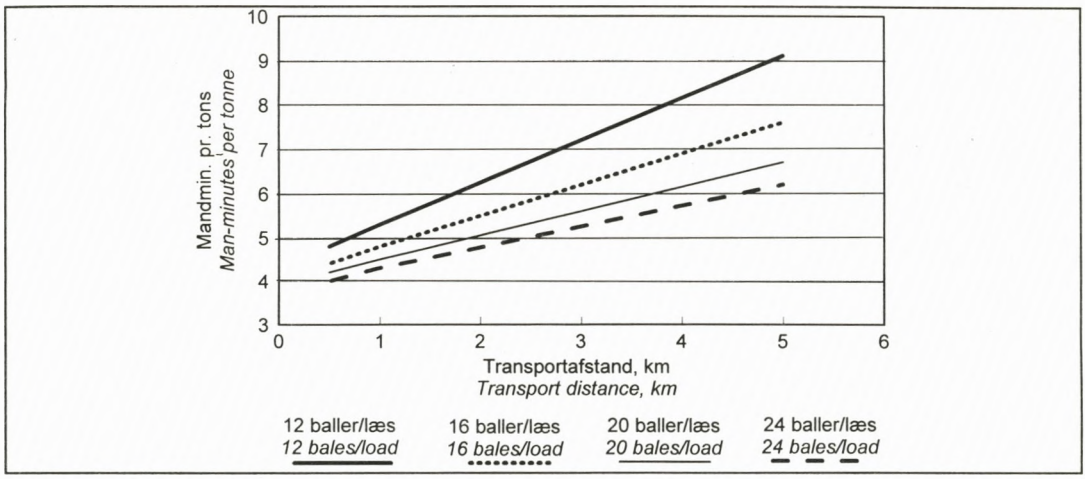
I tabel 15 vises arbejdsbehovet og bruttokapaciteten ved forskellig transportafstand og læsstørrelse. Desuden vises der, hvor meget mandskab der skal indsættes, for at opnå den anførte kapacitet. Det laveste arbejdsbehov opnås ved en transportafstand på 500 m og en læsstørrelse på 24 baller pr. træk. Bruttokapaciteten er da på 38,5 tons/time. Dette er den højeste kapacitet, der kan opnås med det anvendte læssemateriel. En læsstørrelse på 24 baller pr. træk kræver en stor traktor, og marken må ikke være fedtet eller bakket. Det største arbejdsbehov på godt 10 mandminutter pr. tons fremkommer ved lille læsstørrelse og stor transportafstand, men selv under disse forhold opnås der en høj kapacitet.

Tabel 15. Arbejdsbehov og kapacitet ved hjemkørsel af energikorn ved forskellig transportafstand og læsstørrelse. Labour requirement and capacity on transport of energy grain to store for varying transport distances and load size

Transportafstand *Transport distance*	500 m				1000 m				5000 m			
Metode[1)] *Method[1)]*	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12 baller pr. træk *12 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	3	1	2	3	3	1	2	4	5
Min/tons *Min/tonnes*	6,0	4,8	4,4	5,9	6,5	5,3	6,5	5,9	10,3	9,1	8,8	9,9
Tons/time *Tonnes/hour*	10,9	27,4	29,9	33,6	10,1	24,9	30,6	33,4	6,4	14,6	29,9	33,2
16 baller pr. træk *16 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	3	1	2	3	3	1	2	4	4
Min/tons *Min/tonnes*	5,7	4,4	4,1	5,4	6,0	4,8	6,0	5,5	8,8	7,6	8,1	7,4
Tons/time *Tonnes/hour*	11,7	29,8	32,2	36,4	11,0	27,6	33,0	36,2	7,5	17,3	32,5	35,5
20 baller pr. træk *20 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	2	1	2	3	3	1	2	4	4
Min/tons *Min/tonnes*	5,4	4,2	3,9	3,6	5,7	4,5	5,7	5,2	8,0	6,7	7,7	7,0
Tons/time *Tonnes/hour*	12,2	31,4	33,7	37,1	11,6	29,5	34,6	38,1	8,3	19,6	34,2	37,6
24 baller pr. træk *24 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	2	1	2	2	3	1	2	3	4
Min/tons *Min/tonnes*	5,3	4,0	3,8	3,4	5,5	4,3	3,8	5,0	7,4	6,2	5,7	6,7
Tons/time *Tonnes/hour*	12,5	32,6	34,8	38,5	12,0	30,8	34,6	39,5	8,9	21,4	34,6	39,1

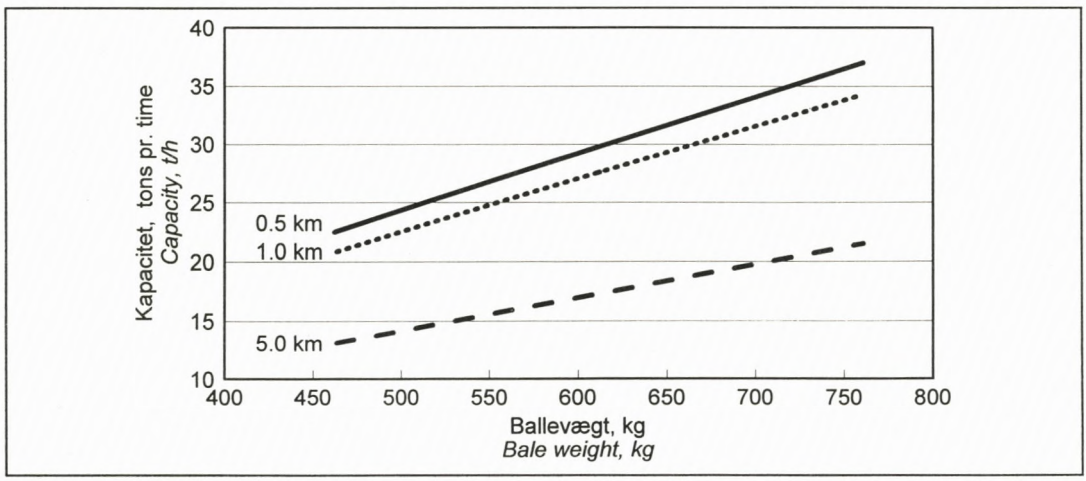
[1)] Metoderne er de samme, som tidligere beskrevet. [1)] *The methods are the same as described earlier*

Arbejdsbehov ved hjemtransport for metode 2, inkl. læsning i marken og aflæsning ved lager, er også vist grafisk i figur 7. Denne viser, at der læsses og aflæsses med frontlæsser, og der håndteres 2 baller ad gangen, hvilket er den mest anvendte metode i praksis. Det fremgår meget tydeligt af figuren, at læsstørrelse og transportafstand har meget stor indflydelse på arbejdsbehovet.



Figur 7. Arbejdsbehov ved læsning i mark, hjemtransport og aflæsning. Frontlæsser. 2 baller ad gangen. Ballevægt = 612 kg. Labour requirement involved with loading in field, transport to store and unloading. Frontloader.Two bales at a time. Bale weight = 612 kg

Ballevægten, der vises i figur 8, har ligeledes stor indflydelse på transportkapaciteten ved hjemkørsel fra mark. Den gennemsnitlige ballevægt er beregnet til 612 kg med et konfidensinterval mellem 462 og 761 kg. Det er konfidensintervallet og gennemsnittet, der er vist i figur 8. Resultaterne i denne figur omhandler kun metode 2, som omtalt ovenfor. Vedrørende de øvrige metoder henvises til appendiks A.



Figur 8. Ballevægtens indflydelse på transportkapaciteten ved hjemkørsel fra marken. Effect of bale weight on transport capacity on transport from field to store

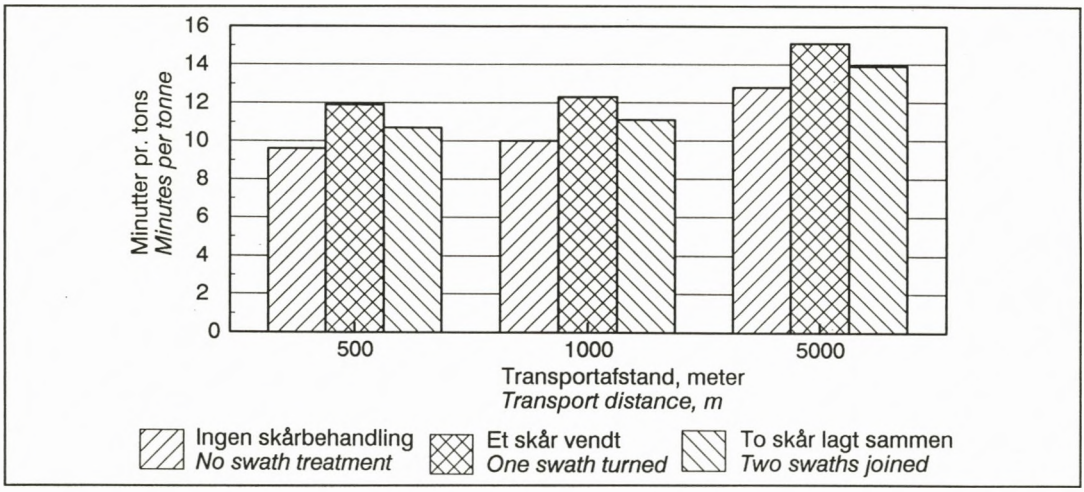
Det samlede arbejdsbehov afhænger af den anvendte teknik, transportafstand m.m. Det vil imidlertid være meget omfattende at vise alle de kombinationsmuligheder, der foreligger. I tabel 16 vises derfor kun et eksempel på det samlede arbejdsbehov, når der transporteres 16 baller ad gangen. Arbejdsbehovet varierer her fra 9,6 til 15,1 mandminutter pr. tons eller fra 1,9 til 2,9 mandtimer pr. ha.

Tabel 16. Eksempel på samlet arbejdsbehov ved håndtering af energikorn. Metode 2 og 4 ved hjemkørsel. 16 baller pr. træk. Ballevægt = 612 kg. Example of total labour requirement on handling of energy grain. Methods 2 and 4 on transport to store. 16 bales per load. Bale weight = 612 kg

	Transportafstand = 500 m, 16 baller/træk, *transport distance = 500 m, 16 bales/load*					
Udbytte,tons/ha *Yield, t/ha*	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6
Skårbehandling *Swath treatment*	ingen *none*	1 skår *1 swath*	2 skår *2 swaths*	ingen *none*	1 skår *1 swath*	2 skår *2 swaths*
Hjemkørsel *Transport to store*		Metode 2[1] *Method 2[1]*			Metode 4[1] *Method 4[1]*	
	Mandmin/ha, *man-min/ha*			Mandmin/ha, *man-min/ha*		
Skårlægning *Mowing*	28	28	28	28	28	28
Skårbehandling *Swath treatment*	ingen *none*	33	19	ingen *none*	33	19
Presning *Baling*	32	26	26	32	26	26
Hjemkørsel *Transport to store*	51	51	51	63	63	63
Timer/ha, *hours/ha*	1,9	2,3	2,1	2,0	2,5	2,3
Min/tons, *min/t*	9,6	11,9	10,7	10,6	12,9	11,7
	Transportafstand = 1000 m, 16 baller/træk, *transport distance = 1000 m, 16 bales/load*					
Udbytte, tons/ha *Yield, t/ha*	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6
Skårbehandling *Swath treatment*	ingen *none*	1 skår *1 swath*	2 skår *2 swaths*	ingen *none*	1 skår *1 swath*	2 skår *2 swaths*
Hjemkørsel *Transport to store*		Metode 2[1] *Method 2[1]*			Metode 4[1] *Method 4[1]*	
	Mandmin/ha, *man-min/ha*			Mandmin/ha, *man-min/ha*		
Skårlægning *Mowing*	28	28	28	28	28	28
Skårbehandling *Swath treatment*	ingen *none*	33	19	ingen *none*	33	19
Presning *Baling*	32	26	26	35	26	26
Hjemkørsel *Transport to store*	56	56	56	64	64	64
Timer/ha, *hours/ha*	1,9	2,4	2,1	2,1	2,5	2,3
Min/tons, *min/t*	10,0	12,3	11,1	10,9	13,0	11,8
	Transportafstand = 5000 m, 16 baller/træk, *transport distance = 5000 m, 16 bales/load*					
Udbytte, tons/ha *Yield, t/ha*	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6
Skårbehandling *Swath treatment*	ingen *none*	1 skår *1 swath*	2 skår *2 swaths*	ingen *none*	1 skår *1 swath*	2 skår *2 swaths*
Hjemkørsel *Transport to store*		Metode 2[1] *Method 2[1]*			Metode 4[1] *Method 4[1]*	
	Mandmin/ha, *man-min/ha*			Mandmin/ha, *man-min/ha*		
Skårlægning *Mowing*	28	28	28	28	28	28
Skårbehandling *Swath treatment*	ingen *none*	33	19	ingen *none*	33	19
Presning *Baling*	32	26	26	35	26	26
Hjemkørsel *Transport to store*	88	88	88	86	86	86
Timer/ha, *hours/ha*	2,5	2,9	2,7	2,5	2,9	2,6
Min/tons, *min/t*	12,8	15,1	13,9	12,8	14,9	13,7

[1] Metode 2 og 4 er tidligere beskrevet. *Method 2 and 4 were described earlier*

Det samlede arbejdsbehov ved skårlægning, skårbehandling, presning, læsning, transport og aflæsning er desuden vist grafisk i figur 9 for metode 2, som er den mest anvendte. Det vil sige, at der er anvendt frontlæsser, og der er læsset og aflæsset 2 baller ad gangen.



Figur 9. Samlet arbejdsbehov ved håndtering af energikorn. Metode 2. Total labour requirement involved with handling of energy grain. Method 2

Som det fremgår af figur 9, er arbejdsbehovet lavest, hvis der ikke foretages skårbehandling, og behovet er kun lidt større, hvis der lægges to skår sammen. I praksis er det imidlertid metoden med vending af et skår, der er mest anvendt og samtidig den mest arbejdskrævende. Det fremgår også af figuren, at lange transportafstande øger arbejdsbehovet væsentlig.

Levering af energikorn til kraft-, kraftvarme- og varmeværker

Der er anvendt meget forskelligt udstyr både til læsning, transport og aflæsning på værket. Til læsning er der anvendt frontlæsser, teleskoplæsser, rendegraver og gummiged, hvilket fremgår af tabel 17. Tabellen viser, hvor mange baller, der er læsset med de forskellige teknikker, og hvor lang tid der medgår til læsning pr. balle. Det er naturligvis hurtigere at læsse 2 baller end 1 balle ad gangen, men det har ikke alle steder været muligt at læsse 2 baller ad gangen, bl.a. på grund af læsserens løfteevne, læsseforholdene samt frasortering af våde baller i markstak. De 64 baller, der blev læsset enkeltvis med rendegraver, var fra en markstak, hvor 21% af ballerne blev frasorteret, fordi de var våde. Hvis tiden for frasortering skal medregnes, vil læssetiden blive øget til 3,70 min pr. balle. Læssetiden med teleskoplæsser blev i 1995 påvirket af, at ballerne stod lidt indeklemt. Dette var ikke tilfældet i 1996. Under optimale forhold ville læssetiden formentlig være lidt lavere.

Transporten til værket blev udført af landmanden eller et vognmandsfirma. Der blev anvendt enten traktor med en eller to vogne eller lastvogn med anhænger. På lastvogn med anhænger var der altid 24 baller pr. træk, mens det varierede fra 8 til 24 baller pr. træk med traktor.

Der er anvendt gaffeltruck eller løbekran ved aflæsning på værket. Det er altid værket, der foretager aflæsning og vejning samt udfører analyser af vandindhold. Dette vises i tabel 18.

Tabel 17. Læsning af baller fra landmandens lager. Loading bales from farmer's store

Læsning *Loading*	Læsse 1 balle ad gangen *Loading 1 bale at a time*	Læsse 2 baller ad gangen *Loading 2 bales at a time*	Fordeling, % *Distribution, %*
Frontlæsser, *front loader* Antal baller *Number of bales* Gns., min/balle *Aver., min/bale*	16 1,82	88 0,82	19,9
Teleskoplæsser, *telescopic loader* Antal baller *Number of bales* Gns., min/balle *Aver., min/bale*		98 0,52	18,8
Rendegraver, *backhoe loader* Antal baller *Number of bales* Gns., min/balle *Aver., min/bale*	64 1,47	216 0,51	53,6
Gummiged, *tractor loader* Antal baller *Number of bales* Gns., min/balle *Aver., min/bale*		40 0,39	7,7
Antal baller *Number of bales* Fordeling, % *Distribution, %*	80 21,2	442 78,8	
NB: Teleskoplæsser 1995: 26 baller stod lidt indeklemt. Hvis disse holdes uden for, er gns. 0,45 min/balle *NB: Telescopic loader 1995: 26 bales were somewhat jammed. If they are left out the average will be 0.45 min/bale*			

Tabel 18. Aflæsning på kraft-, kraftvarme og fjernvarmeværk. Unloading at power station, CPH-plant and district heating plant

Aflæsning *Unloading*	Aflæsse 1 balle ad gangen *Unloading 1 bale at a time*	Aflæsse 2 baller ad gangen *Unloading 2 bales at a time*	Aflæsse 12 baller ad gangen *Unloading 12 bales at a time*
Truck, *truck* Antal baller *Number of bales* Gns., min/balle *Aver., min/bale*	48 0,67	98 0,34	
Løbekran 1995, *crane 1995* Antal baller *Number of bales* Gns., min/balle *Aver., min/bale*			280 0,49
Løbekran 1996, *crane 1996* Antal baller *Number of bales* Gns., min/balle *Aver., min/bale*			240 0,75
NB: Ved aflæsning med truck sættes ballerne umiddelbart ved siden af vognen og sættes først senere på plads. Tiden for senere flytning af ballerne er ikke medregnet *NB: For unloading with truck the bales are placed immediately next to the wagon and they are not put away until later. The time consumed for later removal of the bales is not included* NB: Kran - I 1996 var der især problemer med for løst pressede baller, og der var problemer med at gribe fat i et lag à 12 baller ad gangen *NB: Crane - In 1996 the loosely compessed bales especially caused problems. It was also problematic for the crane to catch hold of single layers consisting of 12 bales*			

Normalt aflæsses der 2 baller ad gangen med truck, men i nogle tilfælde var ballerne så løse og misformede, at det var umuligt at medbringe 2 ad gangen. I et andet tilfælde var risikoen for at tabe den øverste balle stor, fordi truckens evne til at lave et tilbagetip var ret begrænset.

Alle de baller, der blev læsset af med truck, blev sat af lige ved siden af vognen, og de blev først senere sat på plads på lageret. Dette blev bl.a. gjort, for at der kunne foretages vandanalyser fra bagsiden af ballerne, men også fordi ballerne skulle placeres langt væk fra aflæssestedet. Den tid, det tog at sætte ballerne på plads på lageret, indgik ikke i studierne, da dette alene er et håndteringsproblem for værket.

Ved aflæsning med truck vejes enten hele læsset på brovægt, eller trucken køres på en vægt med et vist antal baller fra et læs. Der har ikke kunnet konstateres forskel på vejetiden de to metoder imellem.

Ved aflæsning med løbekran blev der stillet nøje krav til ballevægt, ballestørrelse og læsstørrelse, idet kranen er udformet således, at den griber 6 baller (et lag) fra henholdsvis forvogn og anhænger pr. gang, dvs. i alt 12 baller pr. gang. På det ene værk måtte ballevægten ikke overstige 600 kg, og ballelængden skulle være 240 ± 15 cm. Det viste sig imidlertid vanskeligt at overholde, uden at ballerne blev meget løse. Ballelængden blev derfor reduceret med det resultat, at det kunne give problemer ved aflæsning. Der opstod imidlertid ikke problemer ved de studier, der er gennemført i 1995, så den tid, der er registreret ved aflæsning med løbekran, anses for at være realistisk under normale forhold. I kranen er der indbygget vægt og udstyr til måling af vandindhold.

I 1996 var der mange problemer med for løst pressede og mere eller mindre deforme baller, hvilket resulterede i, at kranen havde svært ved at gribe fat i et lag baller. Der blev i 1996 leveret til et andet værk end i 1995, men kransystemet var nøjagtig det samme, bortset fra at nærværende kran kunne løfte betydelig tungere baller. Aflæssetiden var væsentlig længere i 1996 end i 1995, og resultaterne fra disse to år er derfor holdt adskilt, se tabel 18. I undersøgelsen er der i alt indgået levering af 762 baller. I 1995 var ballevægten 598 kg mod 692 kg i 1996. I tabel 19 vises ballevægt, balledensitet og vandindhold i forbindelse med levering til værk.

Tabel 19. Ballevægt, balledensitet og vandindhold. Weight, density and moisture content of bales

Antal baller i alt, *number of bales*	762
Tons i alt, *tonnes, total*	492
Gns. ballevægt, kg, *aver. bale weight, kg*	646
Densitet, kg/m³, *density, kg/m³*	175
Vandindhold[1)], %, *moisture content[1)]*, %	12,8

[1)] Vandindholdet, registreret med værkets elektriske måleudstyr
[1)] *Moisture content, recorded with the electric measuring equipment of the works*

Ballevægten er 34 kg højere end ved hjemkørsel fra marken, hvor den gennemsnitlige vægt var 612 kg. Balledensiteten på 175 pr. m³ er lidt højere end ved hjemkørsel. Forskellen på ballevægten skyldes bl.a., at det ikke er de samme baller, der er gennemført målinger på ved hjemkørsel fra marken, som dem, der leveres til værk.

Det er statistisk ikke muligt at påvise forskel på ballevægte ved hjemkørsel og levering, da konfidensintervallet for middeltallet for de to gennemsnit overlapper hinanden. Derfor antages ballevægten at være den samme.

I tabel 20 og 21 er arbejdsbehovet vist i detaljer ved 5 forskellige metoder, anvendt i praksis. Metoderne er beskrevet under hver tabel. Metode 1 og 2 er baseret på traktortransport, og metode 3, 4 og 5 er baseret på lastvognstransport. Den væsentligste forskel er transporthastigheden mellem traktor- og lastvognstransport, samt at der kun er 2 mand involveret, når landmanden selv leverer energikornet, hvorimod der er 3 mand beskæftiget, hvis leveringen foretages af et vognmandsfirma.

Forskellen består i, at landmanden ved "landmandstransport" selv læsser og transporterer, hvorimod han ved "vognmandstransport" kun læsser, mens det er vognmanden, der transporterer ballerne til værket. På værket er det i alle tilfælde værkets mandskab og materiel, der anvendes til vejning, analysearbejde og aflæsning.

Der er ingen forskel på de anvendte læsse- og aflæssemetoder, og læsstørrelsen kan være lige så stor ved traktortransport som ved lastvognstransport.

I tabel 20 vises 3 metoder i forbindelse med "landmandstransport". Heri indgår både traktor- og lastvognstransport. Landmanden udfører både læsning og transport, og der er således ingen ventetid for chaufføren, mens der læsses. Ved aflæsning er der ventetid, mens værkets mandskab læsser af, vejer og udfører analyser for vandindhold.

Tabel 20. Levering til kraft-, kraftvarme- og varmeværk. Læsning, transport og aflæsning. Landmandstransport. Delivery to power station, CPH-plant and district heating plant. Loading, transport and unloading. Transport by farmer

Transport med, *transport with* →	Traktor, *tractor*		Traktor, *tractor*		Lastvogn, *lorry*	
Metode, *method*	**1**		**2**		**3**	
Antal baller/træk, *number of bales/load*	24		24		24	
Nettolæsvægt, tons, *net weight per load, tonnes*	14,7		14,7		14,7	
Ballevægt, kg, *bale weight, kg*	612		612		612	
Balledensitet, kg/m^3, *bale density, kg/m^3*	170		170		170	
Transportafstand, km, *transport distance, km*	5		5		5	
Kørehastighed, km/time, *travell. speed, km/hour*	29		29		58	
	Arbejdsbehov, min/læs, *labour requirement, min/load*					
Mand nr., *man number*	**M1**	**M2**	**M1**	**M2**	**M1**	*M2*
Klargøre læsning[1)], *prepare loading[1)]*	2,0		2,0		2,0	
Læsning, *loading*	45,9		20,7		13,1	
Påsætte stropper, *attach straps*	3,0		3,0		3,0	
Vente ved læsning, *wait on loading*						
Transport, *transport*	21,7		21,7		10,9	
Klargøre aflæsning[1)], *prepare unloading[1)]*	2,8		2,8		2,8	
Aflæsning, *unloading*		16,9		8,6		8,6
Afmontere stropper, *remove straps*	4,4		4,4		4,4	
Vente ved aflæsning, *wait on unloading*	19,2		10,9		10,9	
Vejning og vandanalyser, *weighing and moisture analyses*		6,7		6,7		6,7
Sum, *total*	99	24	65	15	47	15
Arbejdsbehov i alt, min/træk (læs) *Total labour requirement, min/load*		123		81		62
Arbejdsbehov, inkl. 10% tillæg *Labour requirement, incl. addition of 10%*		135		89		69
Totalt arbejdsbehov, timer/træk *Total labour requirement, hours/load*		2,2		1,5		1,1
Mandmin/ton, *man-min/tonne*		**9,2**		**6,0**		**4,7**
Kapacitet, tons/time, *capacity, tonnes/hour*	**8,9**		**13,5**		**18,9**	

[1)] Kørsel til og fra læsning/aflæsning samt klargøring og afslutning af læsning/aflæsning,
[1)] *Transport to and from loading/unloading and preparation and termination of loading/unloading*

Metode 1, *method 1*	**Metode 2**, *method 2*	**Metode 3**, *method 3*
Læsse med frontlæsser, 1 balle	Læsse med frontlæsser, 2 baller	Læsse med teleskoplæsser, 2 baller
Loading with frontloader, 1 bale	*Loading with frontloader, 2 bales*	*Loadig with telescopic loader, 2 bales*
Aflæsse med truck, 1 balle	Aflæsse med truck, 2 baller	Aflæsse med truck, 2 baller
Unloading with truck, 1 bale	*Unloading with truck, 2 bales*	*Unloading with truck, 2 bales*
Der sættes stropper over læsset	Der sættes stropper over læsset	Der sættes stropper over læsset
Attaching straps across the load	*Attaching straps across the load*	*Attaching straps across the load*
M1 læsser og transporterer	M1 læsser og transporterer	M1 læsser og transporterer
M1 performs loading and transport	*M1 performs loading and transport*	*M1 performs loading and transport*
M2 læsser af, vejer og udtager analyser	M2 læsser af, vejer og udtager analyser	M2 læsser af, vejer og udtager analyser
M2 performs unloading, weighing and analysing	*M2 performs unloading, weighing and analysing*	*M2 performs unloading, weighing and analysing*
Kun M1 er fuldt beskæftiget	Kun M1 er fuldt beskæftiget	Kun M1 er fuldt beskæftiget
Only M1 is fully occupied	*Only M1 is fully occupied*	*Only M1 is fully occupied*

I tabel 21 vises 2 metoder i forbindelse med "vognmandstransport". Heri er involveret 3 personer, men kun én, M2, er fuldt beskæftiget. Landmanden (M1) læsser lastvognen, mens chaufføren (M2) sætter stropper over læsset og i øvrigt venter. Når lastvognen er læsset, køres der til værket for aflæsning. Her klargør og afslutter chaufføren aflæsningen, aftager stropper samt venter, mens værkets mandskab læsser af, vejer og analyserer vandindholdet i energikornet (M3).

Tabel 21. Levering til kraft-, kraftvarme- og varmeværk. Læsning, transport og aflæsning. Vognmandstransport. Delivery to power station, CPH-plant and district heating power plant. Loading, transport and unloading. Transport by haulier

Transport med, *transport with* →	Lastvogn, *lorry*			Lastvogn, *lorry*		
Metode, *method*		**4**			**5**	
Antal baller/træk, *number of bales/load*		24			24	
Nettolæsvægt, tons, *net weight per load, tonnes*		14,7			14,7	
Ballevægt, kg, *bale weight, kg*		612			612	
Balledensitet, kg/m³, *bale density, kg/m³*		170			170	
Transportafstand, km, *transport distance, km*		25			25	
Kørehastighed, km/time, *travell. speed, km/hour*		58			58	
	Arbejdsbehov, min/læs, *labour requirement, min/load*					
Mand nr., *man No.*	**M1**	**M2**	**M3**	**M1**	**M2**	**M3**
Klargøre læsning[1)], *prepare loading[1)]*		2,0			2,0	
Læsning, *loading*	13,1			12,9		
Påsætte stropper, *attach straps*		3,0			3,0	
Vente ved læsning, *wait on loading*		10,1			9,9	
Transport, *transport*		54,3			54,3	
Klargøre aflæsning[1)], *prepare unloading[1)]*		2,8			2,8	
Aflæsning, *unloading*			8,6			15,4
Afmontere stropper, *remove straps*		4,4			4,4	
Vente ved aflæsning, *wait on unloading*		10,9			15,4	
Vejning og vandanalyser, *weighing and moistures*			6,7			0,0
Sum, *total*	13	87	15	13	87	15
Arbejdsbehov i alt, min/træk (læs) *Total labour requirement, min/load*			116			120
Arbejdsbehov, inkl. 10% tillæg *Labour requirement, incl. addition of 10%*			127			132
Totalt arbejdsbehov, timer/træk *Total labour requirement, hours/load*			2,1			2,2
Mandmin/ton, *man-min/tonne*			**8,7**			**9,0**
Kapacitet, tons/time, *capacity, tonnes/hour*		**10,1**			**9,6**	

[1)] Kørsel til og fra læsning/aflæsning samt klargøring og afslutning af læsning/aflæsning,
[1)] *Transport to and from loading/unloading and preparation and termination of loading/unloading*

Metode 4, *method 4*	**Metode 5**, *method 5*
Læsse med teleskoplæsser, 2 baller	Læsse med rendegraver, 2 baller
Loading with telescopic loader, 2 bales	*Loading with backhoe loader, 2 bales*
Aflæsse med truck, 2 baller	Aflæsse med løbekran, 12 baller
Unloading with truck, 2 bales	*Unloading with overhead crane, 12 bales*
Der sættes stropper over læsset	Der sættes stropper over læsset
Attaching straps across the load	*Attaching straps across the load*
M1 læsser	M1 læsser
M1 performs loading	*M1 performs loading*
M2 transporterer	M2 transporterer
M2 performs transport	*M2 performs transport*
M3 aflæsser, vejer og udtager analyser	M3 aflæsser. NB: Vejning og analyser er aut.
M3 performs unloading, weighing and analysing	*M3 performs unloading. NB: Weighing and analysing are aut.*
Kun M2 er fuldt beskæftiget	Kun M2 er fuldt beskæftiget
Only M2 is fully occupied	*Only M2 is fully occupied*

Tabel 22 viser eksempler på samlet arbejdsbehov og arbejdskapacitet ved levering af energikorn. Beregningerne er baseret på de 5 metoder, der er beskrevet i tabel 20 og 21, traktor- og lastvognstransport med en kørehastighed på henholdsvis 29 og 58 km/time, transportafstande på 5, 10, 25 og 50 kilometer og læsstørrelser på 12, 16, 20 og 24 baller pr. træk.

Tabel 22. Eksempler på arbejdsbehov og arbejdskapacitet ved levering af energikorn til fjernvarme- og kraftvarmeværker. Ballevægt = 612 kg. Gns. kørehastighed: Traktor: 29 km/time, Lastvogn: 58 km/time. Examples of labour requirement and work capacity on delivery of energy grain to distict heating power plants and CPH-plants. Bale weight = 612 kg. Average travell. speed: Tractor: 29 km/h, Lorry: 58 km/h

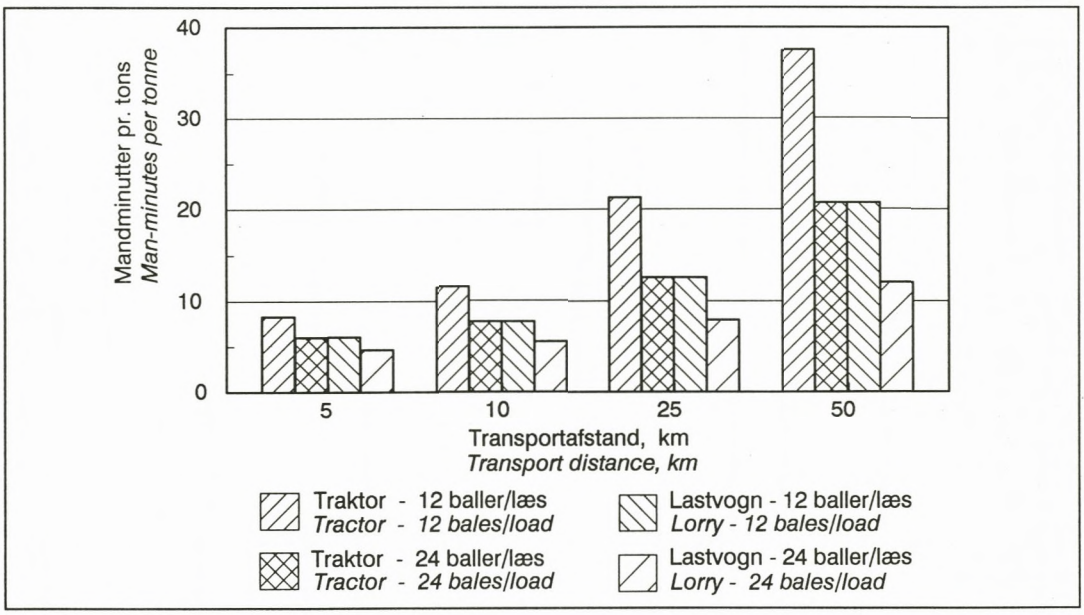
Metode, *method*	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Kørehast., km/time *Travell. speed, km/hour*	29	29	58	58	58	29	29	58	58	58
Transportafstand *Transport distance*			**5 km**					**10 km**		
12 baller pr. træk *12 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	11,4	8,3	6,1	6,6	7,2	14,6	11,5	7,7	8,2	8,9
Tons/time *t/hour*	6,9	9,3	13,4	14,8	12,9	5,1	6,4	10,1	10,8	9,8
16 baller pr. træk *16 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	10,3	7,2	5,4	6,0	6,5	12,7	9,6	6,6	7,2	7,7
Tons/time *t/hour*	7,7	11,0	15,6	17,0	15,1	6,0	7,8	12,1	12,9	11,8
20 baller pr. træk *20 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	9,6	6,5	4,9	5,7	6,0	11,6	8,4	5,9	6,6	7,0
Tons/time *t/hour*	8,4	12,3	17,4	18,7	16,9	6,7	9,0	13,8	14,6	13,5
24 baller pr. træk *24 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	9,2	6,0	4,7	5,4	5,7	10,8	7,7	5,5	6,2	6,5
Tons/time *t/hour*	8,9	13,5	18,7	20,0	18,3	7,3	10,1	15,2	16,0	14,9
Metode, *method*	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Kørehast., km/time *Travell. speed, km/h*	29	29	58	58	58	29	29	58	58	58
Transportafstand *Transport distance*			**25 km**					**50 km**		
12 baller pr. træk *12 bales(load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	24,4	21,3	12,6	13,1	13,7	40,7	37,5	20,7	21,2	21,9
Tons/time *t/hour*	2,9	3,3	5,8	6,0	5,7	1,7	1,8	3,4	3,5	3,3
16 baller pr. træk *16 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	20,0	16,9	10,2	10,9	11,4	32,3	29,1	16,3	17,0	17,5
Tons/time *t/hour*	3,6	4,2	7,3	7,5	7,1	2,2	2,4	4,3	4,4	4,3
20 baller pr. træk *10 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	17,4	14,3	8,9	9,6	9,9	27,2	24,1	13,7	14,4	14,8
Tons/time *t/hour*	4,2	5,0	8,6	8,9	8,4	2,6	2,9	5,2	5,4	5,2
24 baller pr. træk *24 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	15,7	12,6	7,9	8,7	9,0	23,8	20,7	12,0	12,7	13,0
Tons/time *t/hour*	4,7	5,8	9,7	10,1	9,6	3,0	3,4	6,1	6,2	6,0

Både arbejdsbehov og arbejdskapacitet varierer meget, afhængigt af den valgte teknik, transportafstande, kørehastighed og læsstørrelse. Ved en transportafstand på 5 km og traktortransport er arbejdsbehovet ved metode 1 (læsning og aflæsning af 1 balle ad gangen) 11,4 min/ton ved en læsstørrelse på 12 baller, mens det reduceres til 9,2 min/ton ved en læsstørrelse på 24 baller. Dette svarer til en reduktion på 19%.

Hvis der læsses og aflæsses 2 baller ad gangen (metode 2), reduceres arbejdsbehovet til 6,0 min/ton, svarende til en reduktion på 47%. Ved større transportafstande får læsstørrelsen endnu større betydning. Ved lastvognstransport får den højere transporthastighed især betydning ved lange transportafstande, idet arbejdsbehovet reduceres med op til ca. 38% ved en transportafstand på 50 km, mens det reduceres med op til ca. 19% ved en transportafstand på 5 km.

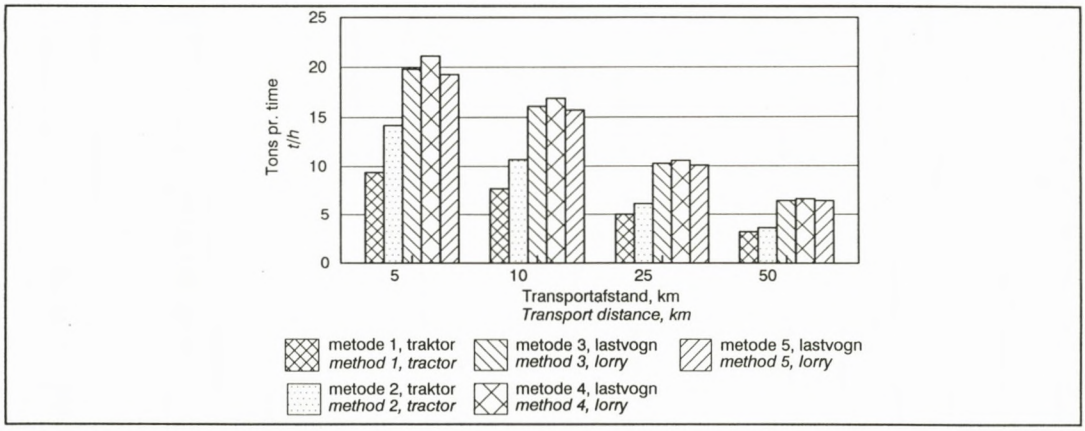
Kapaciteten varierer fra 1,7 til 20,0 tons/time, afhængigt af den valgte teknik, transportafstande, kørehastighed og læsstørrelse. Kapaciteten er lavest ved traktortransport, hvilket skyldes den lave transporthastighed.

Det fremgår måske mere tydeligt af figur 10, hvor stor betydning transportafstanden og læsstørrelsen har på arbejdsbehovet og dermed indirekte på kapaciteten.



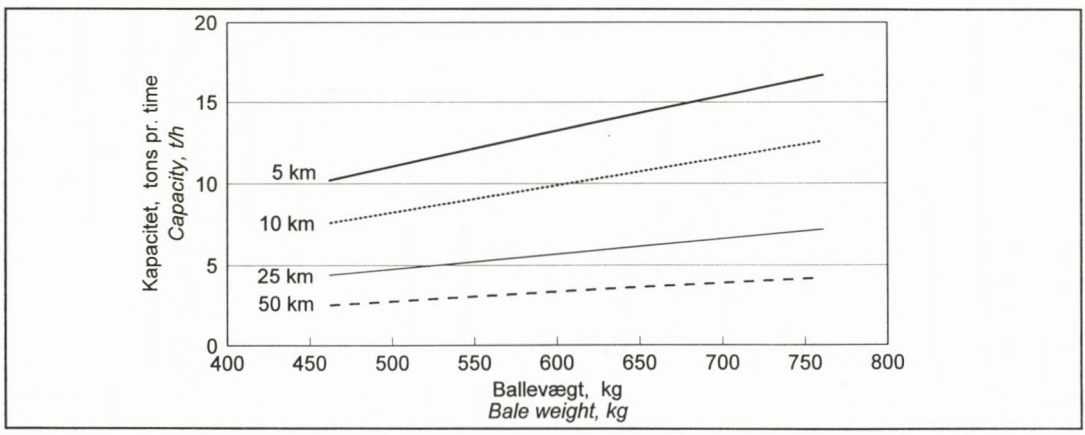
Figur 10. Arbejdsbehov i relation til læsstørrelse og transportafstand. Kørehastigheden med traktor er 29 km/time, mens den er 58 km/time ved lastvognstransport. Metode 2 for traktortransport og metode 3 for lastvognstransport. Labour requirement related to size of load and transport distance. For transport with tractor the travelling speed is 29 km/h, whereas for transport with lorry it is 58 km/h. Method 2 for transport with tractor and method 3 for transport with lorry

Den største kapacitet opnås, når der transporteres 24 baller ad gangen. Dette er vist i både tabel 22 og figur 11 for alle 5 metoder.

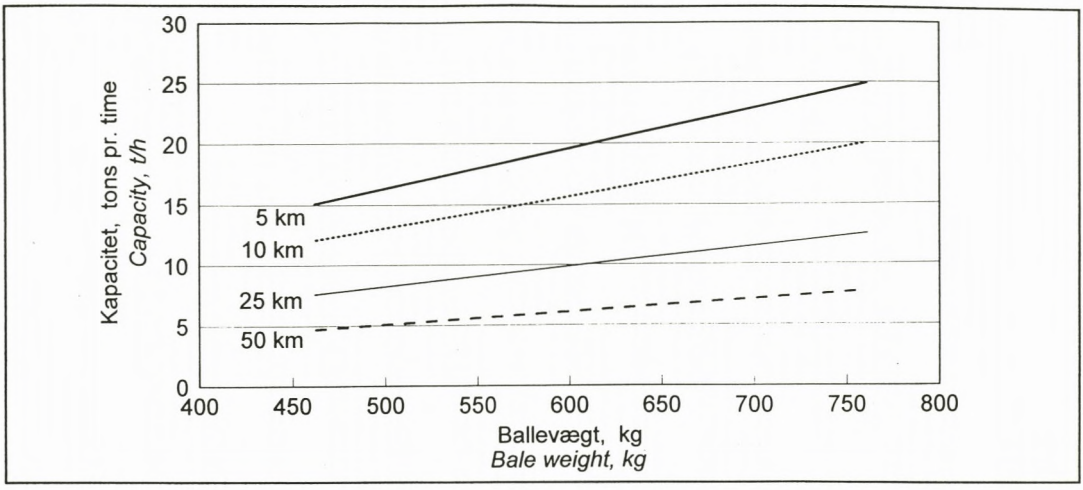


Figur 11. Kapacitet ved levering til værk. Kørehastighed med traktor er 29 km/time, mens den er 58 km/time ved lastvognstransport. 24 baller pr. træk. Capacity on delivery at works. For transport with tractor the travelling speed is 29 km/h, whereas for transport with lorry it is 58 km/h. 24 bales per load

I det foregående, er der kalkuleret med en ballevægt på 612 kg. I praksis har ballevægten imidlertid varieret meget, og da læssetiden pr. balle er den samme, uanset vægt, og antal baller pr. læs også er det samme, har ballevægten formentlig en ikke uvæsentlig indflydelse på kapaciteten og indirekte også på arbejdsbehovet.



Figur 12. Kapacitet i relation til ballevægt og transportafstand ved levering af energikorn til værk. Traktortransport. Metode 2, dvs. læsning og aflæsning med frontlæsser. 2 baller ad gangen. Capacity related to bale weight and transport distance on delivery of energy grain at works. Transport with tractor. Method 2, i.e. loading and unloading with frontloader. Two bales at a time



Figur 13. Kapacitet i relation til ballevægt og transportafstand ved levering af energikorn til værk. Lastvognstransport. Metode 2, dvs. læsning og aflæsning med frontlæsser. 2 baller ad gangen. Capacity related to bale weight and transport distance on delivery of energy grain at works. Transport with lorry. Method 2, i.e. loading and unloading with frontloader. Two bales at a time

Figurerne 12 og 13 repræsenterer konfidensintervallet samt gennemsnittet, målt i praksis. Som forventet, har ballevægten meget stor indflydelse på kapaciteten, og alt andet lige bør ballevægten være så stor, som muligt, for at minimere transportomkostningerne. I denne forbindelse er det især densiteten af energikornballerne, der skal øges, fordi længden af ballerne kun i begrænset omfang kan øges. I praksis har den i gennemsnit været på 227 cm med et konfidensinterval fra 189 til 265 cm. Ballelængden bør tilstræbes at være mellem 240 og 250 cm, hvilket er den optimale længde ved landevejstransport. Vedrørende ballevægten kan der i øvrigt henvises til appendiks A.

Brugeroplysninger

Brugeroplysningerne giver nogle overordnede, generelle informationer om den aktuelle maskin- og arbejdsindsats ved høst og håndtering af energikornet og supplerer de mere detaljerede maskin- og metodespecifikke, driftstekniske undersøgelser. Brugeroplysningerne vedrører høståret 1995 og er baseret på de indsendte svar fra de involverede landmænd og maskinstationer (jf. afsnittet "Materialer og metoder"). I alt 40 avlere med tilsammen 375 ha energikorn har været omfattet af spørgeundersøgelsen, men ikke alle har indsendt svar. Svarprocenten for de forskellige delarbejder er vist i tabel 23.

Tabel 23. Svarprocenter ved spørgeundersøgelsen. Survey response ratios

	Svarprocent, response ratio
Skårlægning, *mowing*	53
Skårvending, *turning swaths*	20[1)]
Presning, *baling*	48
Hjemkørsel af storballer, *transport of big bales to store*	55
Levering af storballer til værk, *delivery of big bales to works*	23

[1)] Den forholdsvis lave svarprocent skyldes, at mange af de landmænd, som ikke har vendt eller sammenrevet skår, ikke har indsendt det pågældende svarskema
The relatively low response ratio is owing to the fact that only a few questionnaires were returned by the farmers who did not turn over or join swaths

Det fremgår således, at svarprocenten med hensyn til skårlægning, presning og hjemtransport af energikornet var ca. 50%, mens den kun var ca. 20% for skårbehandling og levering til værk. Den forholdsvis lave svarprocent betyder, at resultatet er behæftet med en vis usikkerhed.

Skårlægning

I forbindelse med skårlægningen blev der indsendt brugeroplysninger over arbejds- og maskinindsats fra 31 marker med energikorn. I tabel 24 vises hovedresultater af brugeroplysningerne vedrørende skårlægningen.

Tabel 24. Brugeroplysninger vedrørende skårlægning af energikorn. Users' information regarding mowing of energy grain

	Areal, ha *Area, ha*	**Arbejdsbredde, m** *Width of swaths, m*	**Bruttokapacitet ha/time** *Gross capacity, ha/h*	**Daglig spildtid [1], min** *Daily wasted time[1], min*	**Daglig klargøring, min** *Daily preparation, min*
I alt, *total*	195				
Antal marker, *number of fields*	31			5[2]	6[2]
Gennemsnit, *average*	6,3	4,0	1,9	57	43
Gns., vejet, *aver. weighed*			2,1		
Std.afvigelse, *std. deviation*	5,0	0,7	0,5	61	28
95% konfidensinterval, *95% confidence interval*			0,9-3,0		

[1] Tid til flytning mellem marker o.l. *Time for moving between fields, etc.*
[2] Antal svar/observationer *Number of replies/observations*

Brugeroplysningerne har omfattet i alt 195 ha med en gennemsnitlig markstørrelse på 6,3 ha. Skårlæggernes nominelle arbejdsbredde var 10, 12, 14, 16 og 18 fod, og arbejdsbredden har således varieret fra 3,0 til 5,4 m med et gennemsnit på 4,0 m. Bruttokapaciteten, som er arbejdskapaciteten inkl. vendinger, afgrødestop, pasning af maskinen i marken m.m., var i gennemsnit 1,9 ha/time. Det vægtede gennemsnit, hvor der tages hensyn til markernes størrelse, var lidt højere og viste 2,1 ha/time.

Kapaciteten var således størst på de store marker. Konfidensintervallet varierer fra 0,9 til 3,0 ha/time.

Kun få af brugerne havde oplyst arbejdsforbrug til daglig klargøring og spildtid. Daglig klargøring og spildtid er i gennemsnit oplyst til henholdsvis 43 og 57 min. I tabel 25 er brugeroplysningerne vist for de enkelte skårlæggerstørrelser.

Tabel 25. Brugeroplysninger. Skårlæggerkapacitet i energikorn for forskellige skårlæggerstørrelser. Users' information. Capacity on mowing of energy grain for different sizes of mowers

Arbejdsbredde fod *Width of swaths, feet*	**Antal marker stk.** *Number of fields*	**Markstørrelse gns., ha** *Aver. field size, ha*	**Bruttokapacitet gns.[1] ha/time** *Aver. gross capacity[1], ha/hour*	**Standardafvigelse ha/time** *Standard deviation, ha/hour*	**Konfidensinterval (95%) ha/time** *Confidence interval (95%), ha/hour*
10	1	5,9	0,7	-	-
12	21	5,7	1,8 (2,0)	0,4	0,9 - 2,8
14	1	5,5	1,8	-	-
16	5	8,2	2,6 (2,8)	0,4	1,5 - 3,6
18	3	7,3	2,0 (2,0)	0,2	1,4 - 2,5

[1] Tallet i parentes er gennemsnittet, vægtet i forhold til markernes størrelse. *The figures in brackets are average figures, weighted in relation to field sizes*

Hovedparten af brugerne anvendte således en 12-fods skårlægger, og bruttokapaciteten var gennemsnitlig 1,8 ha/time. Det tilsvarende arbejdsbehov var 33 min/ha, ekskl. daglig klargøring af maskine og spildtid i forbindelse med flytning mellem marker. Som ved de driftstekniske undersøgelser har kapaciteten varieret meget, også for skårlæggere med den samme arbejdsbredde. Der blev dog opnået en signifikant større kapacitet med 16-fods skårlæggere end med 12-fods skårlæggere, idet en statistisk beregning viste, at $P < 1\%$ (P er sandsynligheden for, at en forskel mellem 2 gennemsnitsværdier skyldes tilfældigheder. Er P mindre end 5%, regnes forskellen for at være statistisk sikker). Med 16-fods skårlæggere var bruttokapaciteten i gennemsnit 2,6 ha/time og det tilsvarende gennemsnitlige arbejdsbehov 24 min/ha.

Skårbehandling

Der blev indsendt brugeroplysninger over arbejds- og maskinindsats fra 7 marker, hvor der var blevet gennemført en behandling af det skårlagte energikorn. På 4 af markerne var der foretaget en sammenrivning af 2 skår, mens der på 3 marker var blevet vendt skår. Til skårvendingen og sammenrivningen var der anvendt rotorriver af fabrikaterne Claas og Fahr. I tabel 26 vises bruttokapaciteten ved henholdsvis sammenrivning og skårvending. Ved sammenrivningen af 2 skår var energikornet skårlagt med 12-fods skårlæggere, mens skårlægningen var foretaget med 16- og 18-fods skårlæggere, hvor der var foretaget skårvending.

Tabel 26. Brugeroplysninger vedrørende sammenrivning og vending af skårlagt energikorn.
Users' information regarding joining and turning swaths of mowed energy grain

	Vending af skår *Turning swaths*	**Sammenrivning af 2 skår** *Joining two swaths*
Antal marker, *number of fields*	3	4
Markstørrelse, gns., ha, *average field size, ha*	10,8	7,4
Effektiv arbejdsbredde, m, *effective working width, m*	5,3[1)]	7,2[2)]
Bruttokap., ha/time, *gross capacity, ha/h*	2,2	3,8
Bruttokap., vejet, ha/time, *gross capacity, weighed, ha/h*	2,2	3,9
Std.afvigelse, ha/time, *std. deviation, ha/h*	0,1	0,3
95% konfidensinterval, *95% confidence interval*	1,5 - 2,8	3,0 - 4,7
Daglig klargøring, min, *daily preparation, min*	5[3)]	30[3)]
Daglig spildtid, min, *daily time wasted, min*	8[3)]	38[3)]

[1)] Arbejdsbredden, angivet som skårlæggerens arbejdsbredde. *Working width, indicated as the working width of the mower*

[2)] Arbejdsbredden, angivet som 2 × skårlæggerens arbejdsbredde. *Working width, indicated as 2 × the working width of the mower*

[3)] Kun 2 svar/observationer. *Only two replies/observations*

Det fremgår, at kapaciteten ved vending af skår og sammenrivning af 2 skår var henholdsvis 2,2 og 3,8 ha/time. Dette svarer til et gennemsnitligt arbejdsforbrug på 27 min/ha ved skårvending og 16 min/ha ved sammenrivning af 2 skår. Hertil skal lægges tid til klargøring af maskine og transport af materiale til og fra mark. Ved brugeroplysningerne er tid til daglig klargøring af materiel i gennemsnit for skårvending og sammenrivning af skår opgjort til 18 minutter, mens daglig spildtid til flytning mellem marker m.m. er opgjort til 23 minutter i gennemsnit. I tabellen er også anført maskinkapacitet, vægtet i forhold til markstørrelse. I modsætning til resultaterne vedrørende skårlægning og presning var der ingen nævneværdig forskel mellem det aritmetiske gennemsnit for kapacitet og den vægtede kapacitet. Dette kan

skyldes, at der ved skårbehandlingerne kun indgik store, regulære marker med forholdsvis lidt tid til vendinger m.m.

Presning

I forbindelse med presningen blev der indsendt brugeroplysninger over arbejds- og maskinindsats fra 28 marker med energikorn. For 8 af markerne var der kun givet deloplysninger, eller meget specielle forhold var gældende.

Tabel 27 viser hovedresultater af brugeroplysningerne fra de resterende 20 marker. Til presningen blev der ved 14 marker anvendt en Hesston 4900, ved 5 marker en Hesston 4800 og ved 1 mark både en Hesston 4900 og en Case International 8580, som stort set er identisk med Hesston 4900. På de 14 af markerne var der ikke foretaget nogen behandling af skårene, mens der på de resterende 6 marker var foretaget skårvending eller sammenrivning af to skår.

Tabel 27. Brugeroplysninger vedrørende presning af energikorn. Users' information regarding energy grain baling

	Areal ha *Area ha*	**Høstudbytte tons/ha** *Harvest yield tonnes/ha*	**Bruttokapacitet ha/time** *Gross cap. ha/h*	**Bruttokapacitet tons/time** *Gross cap. tonnes/h*	**Ballevægt kg** *Bale weight kg*	**Daglig spildtid[1], min** *Daily waste of time[1] min*	**Daglig klargøring, min** *Daily preparation min*
I alt *Total*	125						
Antal marker *Number of fields*	20					11[2]	12[2]
Gennemsnit *Average*	6,2	12,3	1,6	19,2	594	36	81
Gns., vejet *Aver., weighed*			1,8	21,3	624		
Standardafvigelse *Standard deviation*	5,1	1,9	0,7	7,3	91	31	27
95% konf.interval *95% conf. interval*		8,5-16,2	0,1 - 3,1	4,0 - 34,4	403 - 784		

[1] Tid til flytning mellem marker o.l. *Time for moving between fields, etc.*
[2] Antal svar/observationer. *Number of replies/observations*

Det gennemsnitlige høstudbytte var 12,3 tons/ha. Bruttokapaciteten for presningen var i gennemsnit 1,6 ha/time, svarende til 19,2 tons/time. Det vægtede gennemsnit, hvor der tages hensyn til markernes størrelse, var højere, 21,3 tons/time, og kapaciteten var således størst på de store marker. Der var stor forskel på de opnåede kapaciteter, hvilket fremgår af konfidensintervallet, som varierer fra 4,0 til 34,4 tons/time. Der er i tabellen ikke foretaget nogen opdeling af markerne i forhold til, om der er foretaget behandling af skårene eller ej. Dette skyldes, at der ved brugeroplysningerne ikke kunne konstateres en statistisk sikker forskel i pressekapacitet med og uden skårbehandling. Bruttokapaciteten med og uden skårbehandling var henholdsvis 19,6 og 19,1 tons/time.

Kun henholdsvis 11 og 12 af brugerne havde oplyst arbejdsforbrug til daglig klargøring og spildtid. Daglig klargøring og spildtid er i gennemsnit oplyst til henholdsvis 81 og 36 minutter.

Hjemkørsel fra mark til lager

Brugeroplysningerne vedrørende hjemkørsel af energikornet omfatter en række forskellige systemer og teknikker. Brugeroplysningerne omfatter i alt 225 læs, eller 3363 storballer. I gennemsnit blev der kørt med 15 baller pr. læs,

men der var stor variation avlerne imellem. Således har antal baller pr. læs i praksis varieret fra 6 til 24. Til læsning i mark og aflæsning ved lager blev der i de fleste tilfælde anvendt traktor med frontlæsser. Af andet læsseudstyr blev der anvendt rendegraver, gummiged, teleskoplæsser og i et enkelt tilfælde en traktormonteret palleløfter. Enmandsbetjente systemer blev anvendt i ca. 40% af tilfældene. Tabel 28 viser hovedresultater vedrørende læsning i marken, og tabel 29 viser hovedresultater vedrørende aflæsning ved lager.

Tabel 28. Brugeroplysninger vedrørende læsning af energikornstorballer, der ligger spredt på marken. Users' information regarding loading of big bales of energy grain scattered on the field

System *System*	**Læsseteknik** *Loading technique*	**Antal læs** *Number of loads*	**Baller/læs gns.** *Aver. number of bales/load*	**Læsvægt gns. tons** *Load weight aver., tonnes*	**Læsning, min/balle[1], gns.** *Loading, min/bale[1], aver.*	**Daglig klargøring, min** *Daily prep./ min*
Enmandssystem *One-man system*	Frontlæsser *Frontloader*	66	15,3	9,6	1,32	22
Én mand læsser, og én mand flytter vogn(e)[2] *One man loads and one man moves the wagon(s)[2]*	Frontlæsser *Frontloader*	57	14,2	7,9	1,40	30
	Rendegraver *Backhoe loader*	54	15,6	8,6	1,87	15
	Gummiged *Tractor loader*	20	22,4	13,5	0,77	60

[1] Læssetid, beregnet på grundlag af gennemsnitlig læssetid pr. læs. *Time for loading, calculated on the basis of average time for loading one load*

[2] I læssetiden indgår ikke tiden for den mand, der kører med vognen. *The time used by the driver is not included in the time for loading*

Tabel 29. Brugeroplysninger vedrørende aflæsning af energikornstorballer ved lager. Users' information regarding unloading of big bales of energy grain at store

System *System*	**Læsseteknik** *Loading technique*	**Antal læs** *Number of loads*	**Baller/læs gns.** *Aver. number of bales/load*	**Læsvægt gns. tons** *Load weight aver., tonnes*	**Aflæsning min/balle[1], gns.** *Loading, min/bale[1], aver.*
Enmandssystem *One-man system*	Frontlæsser *Frontloader*	66	15,3	9,6	0,86
Én mand læsser, og én mand flytter vogn(e)[3] *One man loads and one man moves the wagon(s)[3]*	Frontlæsser *Frontloader*	57	14,2	7,9	1,10
	Rendegraver *Backhoe loader*	54	15,6	8,6	1,91
	Gummiged *Tractor loader*	2	26[2]	16,4	0,58
	Teleskoplæsser *Telescopic loader*	18	22	13,2	0,55

[1] Aflæssetid, beregnet på grundlag af gennemsnitlig aflæssetid pr. læs. *Time for unloading, calculated on the basis of average time for unloading one load*

[2] Halmlastbil med anhænger. *Lorry with trailer*

[3] I læssetiden indgår ikke tiden for den mand, der kører med vognen. *The time used by the driver is not included in the time for unloading*

Hvor der blev anvendt frontlæsser til håndtering af storballerne, viste brugeroplysningerne en lille forskel på arbejdsbehovet pr. balle ved læsning og aflæsning mellem enmandssystemet og systemet, hvor to har fulgtes ad, således at én har læsset/aflæsset, og én har kørt med vognen. Forskellen i såvel læssetid som aflæssetid pr. balle var ikke statistisk sikker (P = 72,7% for læsning, og P = 12,9% for aflæsning).

Brugeroplysningerne viste, at der ikke opnås en kapacitetsforøgelse ved, at én læsser, og én følger efter med vognen. Tiden for læsning af energikornballerne var i gennemsnit 1,4 min pr. balle, mens tiden for aflæsning i gennemsnit var 1,0 min pr. balle. Sammenlignet med frontlæsser, har det taget lidt længere tid at læsse og aflæsse med en rendegraver. Læsning med gummiged og aflæsning med teleskoplæsser eller gummiged har været den hurtigste teknik til håndteringen.

Arbejdsforbruget til daglig klargøring af læsseudstyr og vogne er for de forskellige læsseteknikker oplyst til at variere fra 15 til 60 min.

Det samlede arbejdsbehov og kapaciteten ved hjemtransporten er afhængige af transportafstand og -hastighed. Transportafstanden har ved brugeroplysningerne varieret fra samling i en stak på marken og op til 6 km. Den gennemsnitlige transportafstand var 1,2 km, og den gennemsnitlige transporttid var 11 min. pr. læs. Som nævnt, er det enmandsbetjente system det mest rationelle. Ved systemet, hvor der læsses og aflæsses med frontlæsser, var arbejdsbehovet for læsning, transport og aflæsning på lager i gennemsnit 4,5 minutter pr. tons. I gennemsnit var der 15,3 baller pr. læs, og transportafstanden var 0,9 km. Ved et udbytte på 12 tons pr. ha svarer det til et arbejdsbehov på 53 min/ha og en kapacitet på 1,1 ha/time. Den største kapacitet blev opnået, hvor der blev læsset i marken med gummiged, aflæsset med teleskoplæsser ved lager og kørt mellem mark og lager med to vogntræk. Transportafstanden var 1,7 km, og læsstørrelsen var 20-24 baller pr. vogn. Kapaciteten var her 40 tons/time, hvilket ved et udbytte på 12 tons pr. ha svarer til 3,3 ha/time. Den store kapacitet krævede imidlertid stor arbejds- og maskinindsats. Således var 4 mand her beskæftiget med bjærgningen af energikornet. Arbejdsbehovet pr. ha var større end ved det enmandsbetjente system, hvilket, som tidligere nævnt, skyldes, at der er ventetid for de personer, der ikke læsser eller aflæsser. Endvidere var der lidt ventetid for læssemaskinerne, specielt i forbindelse med aflæsning.

Levering til kraft-, kraftvarme- og varmeværker

Brugeroplysningerne vedrørende levering af energikornet omfatter 7 avlere, hvoraf de 6 har anvendt lastvognstransport, mens 1 avler selv har kørt energikornet til varmeværket med en traktor og halmvogn. I alt 59 vogntræk eller 1309 energikornstorballer er leveret til kraft-, kraftvarme- eller varmeværk. 84% af storballerne blev læsset med frontlæsser, mens de resterende 16% blev læsset med rendegraver. I tabel 30 vises hovedresultater vedrørende læsning og levering af energikornet.

Tabel 30. Brugeroplysninger vedrørende levering af energikornstorballer til værk. Users' information regarding delivery of big bales of energy grain to works

	Læsseteknik *Loading technique*	**Antal læs** *Number of loads*	**Baller/læs** *Number of bales/load*	**Læsvægt tons** *Load weight tonnes*	**Læsning, min/balle, gns.** *Loading, min/bale, aver.*	**Aflæsning, min/balle, gns.** *Unloading, min/bale, aver.*
Alle leveringer *All deliveries*		59	22,2	12,6	1,17	-
Traktortransport *Transport by tractor*	Frontlæsser *Frontloader*	5	14,0	9,9	1,43	1,97
Lastvognstransport *Transport by lorry*	Frontlæsser *Frontloader*	44	23,3	14,2	1,21	-
	Rendegraverd *Backhoe loader*	10	22,5	10,8	0,62	-

Forskellen i læssetid for frontlæsser ved henholdsvis traktor- og lastvognstransport er ikke statistisk sikker (P = 76,0%).

Det fremgår, at den gennemsnitlige læssetid pr. balle varierede fra 0,62 til 1,43 min, afhængigt af den anvendte læsseteknik. Der var forholds-

vis stor spredning på læssetiderne, hvilket bl.a. skyldes, at det var forskelligt, hvor gode pladsforhold m.m. der var, og hvor der blev læsset, ligesom der ved brugeroplysningerne ikke er skelnet mellem håndtering af én eller to baller ad gangen. Læsning med rendegraver har ifølge brugeroplysningerne været hurtigere end læsning med frontlæsser. Læsningen med rendegraver omfatter imidlertid kun én landmand, og forskellen mellem læssetiden med rendegraver og læssetiden med frontlæsser er ikke statistisk sikker (P = 11,8%).

Kun i forbindelse med traktortransport ved levering til fjernvarmeværk er der brugeroplysninger vedrørende aflæsning på værket. Der blev her anvendt en truck, og bruttoaflæssetiden for læs med 14 baller var i gennemsnit 25 minutter, svarende til 1,79 min/balle. Tiden er inkl. klargøring, vejning, prøveudtagning m.m.

Det samlede arbejdsbehov ved leveringen er afhængigt af transportafstand og -hastighed. Afstanden til værket har iflg. brugeroplysningerne varieret fra 14 til 45 km. Den gennemsnitlige transporthastighed med lastbil og traktor har været henholdsvis 40 og 28 km/time. På grundlag af brugeroplysningerne er det vanskeligt at opstille generelle beregninger over arbejdsbehovet ved levering til værket for forskellige teknikker og metoder. Men læsses der med frontlæsser og køres der med traktor og vogn, hvorefter der aflæsses med truck på værket ved en læsstørrelse på 14 baller (9,9 tons) og med en afstand på 20 km til værket, er landmandens samlede arbejdsbehov opgjort til 131 min/læs, svarende til 13,2 min/tons. Køres der med lastbil, reduceres arbejdsbehovet på grund af større læs og højere transporthastighed.

Tekniske problemer ved høst og håndtering

Høstmetoden med skårlægning og efterfølgende presning i storballer blev primært valgt af hensyn til håndterings- og fyringsteknikken på varmeværkerne. De kraft-, kraftvarme- og varmeværker, der modtog energikornet, er således konstrueret til at håndtere og fyre med halm, presset i storballer. Det blev antaget ved planlægningen af forsøgene med energikorn, at skårlægning og presning af energikornet kunne foretages uden nævneværdige tekniske problemer med eksisterende maskiner. Der var dog nogen usikkerhed med hensyn til maskinkapaciteten og omfanget af spild ved høstmetoden. Denne undersøgelse har imidlertid vist, at det er nødvendigt med specialkundskab til presning for at kunne udføre dette arbejde tilfredsstillende.

Vejret i høstperioden 1995 og 1996 var meget stabilt med solskin, høje temperaturer og ingen nedbør. Skårlægningen blev af næsten alle avlere først foretaget, da kornet var fuldmodent og tørt, og der var derfor kun i begrænset omfang behov for yderligere tørring, mens kornet lå på skår. I 1995 skårlagde en avler dog allerede midt i juli. Til trods for det gunstige vejr skete tørringen af det skårlagte korn meget langsomt, hvilket skyldes, at skårene med energikorn var tætte og forholdsvis kompakte. Desuden var de enkelte strå ubrudte og ikke mekanisk bearbejdede som mejetærsket halm. Hos avleren, der skårlagde midt i juli, var det nødvendigt at vende skårene for at få materialet tørt, til trods for en 14-dages vejringsperiode med meget godt vejr. Efter denne skårbehandling skete der en ret hurtig tørring af afgrøden. På grund af de gunstige vejrforhold var det ikke nødvendigt for de øvrige avlere at vende det skårlagte energikorn af hensyn til tørringen.

Skårlægningen blev i de fleste tilfælde foretaget med Hesston skårlæggere af den type, som anvendes til skårlægning af raps. Kornet samles i et skår midt for maskinen ved hjælp af 2 gummibåndstransportører, som transporterer de friskårne strå ind mod skærebordets midte, hvor de gennem en åbning falder ned på jorden. I enkelte tilfælde blev der anvendt Mac Don skårlæggere, som i stedet for gummibåndstransportører har snegletransportører, der samler afgrøden midt for skærebordet. Generelt var der ved skårlæggerne ingen tekniske problemer med høsten. Af hensyn til den efterfølgende opsam-

ling og presning var skårene for brede, specielt ved brug af de største maskiner, så traktorhjulene måtte nødvendigvis køre i kanten af skårene ved presningen. Som det fremgår af afsnittet vedrørende spild, gav dette anledning til spild af kerner. Kapacitetsmålingerne viser, at fremkørselshastigheden var lavere ved skårlægning af energikorn end ved skårlægning af raps. Det gjorde sig specielt gældende for skårlæggerne med stor arbejdsbredde, hvilket skyldtes, at der var tale om håndtering af en meget stor afgrødemængde, hvorfor hastigheden blev nedsat og tilpasset skærebordets kapacitet. I enkelte tilfælde blev der kørt med reduceret skårbredde for at få mindre skår og herved lette den efterfølgende opsamling og presning. Skårlæggere med snegletransportører giver en lidt anden bearbejdning af kornet end maskiner med gummibåndstransportører, og storballepresserne havde tilsyneladende lidt lettere ved at opsamle og presse energikorn, som var skårlagt med skårlægger med snegletransportør.

For mange avlere gav presningen af det skårlagte energikorn anledning til en del problemer i 1995. Af ukendte årsager var presningen specielt problematisk på Djursland, mens presningen generelt forløb væsentligt lettere på Langeland. Ved forsøgene på Djursland anvendtes triticalesorten "Modus", og på Langeland brugte man triticale af sorten "Alamo", men sortforskelle kan næppe forklare forskellene med hensyn til presningen. De pressede storballer blev irregulære og helt umulige at håndtere, idet der kun var tilstrækkeligt med materiale i bunden af ballerne. At der ikke blev fyldt tilstrækkeligt med materiale i toppen af storballerne, skyldtes dårlig eller mangelfuld fyldning af pressekammeret. I flere tilfælde blev der rekvireret en montør til justering af presseren, så den bedre kunne håndtere energikornet. En maksimal stramning af indkasterfjedre forbedrede fyldningen af pressekammeret, men hos flere avlere lykkedes det ikke, trods hjælp fra erfarne pressemontører, at få presserne til at fungere tilfredsstillende. Problemet forekom specielt, hvor der ikke var foretaget nogen skårbehandling i form af vending eller sammenrivning. Efter vending eller sammenrivning af to skår var det muligt at presse baller af en acceptabel kvalitet. Dette skyldes sandsynligvis, at de meget kompakte skår løftes op, ligesom der ved skårvendingen sker en bearbejdning af de lange og forholdsvis stive strå, så skårene får en struktur, der i højere grad ligner traditionelle halmskår efter en mejetærsker, en struktur hvor pick-up fingre og indkastergrebe bedre kan få fat i og håndtere materialet. Vending eller sammenrivning af skår kan imidlertid forårsage et øget kernespild (se nærmere herom på side 49).

Det skal dog også nævnes, at der i mange tilfælde ikke var problemer med at opsamle og presse det skårlagte energikorn, selv om der ikke var foretaget nogen behandling af skårene, uanset om der var anvendt Hesston eller Mac Don skårlægger. Ud fra de hidtil gennemførte undersøgelser, kan der ikke gives en sikker forklaring på, hvorfor presningen nogle steder gav store problemer, mens den andre steder forløb tilfredsstillende.

På baggrund af erfaringerne fra høsten 1995 blev der i 1996 foretaget en skårbehandling hos de fleste avlere på Djursland, dog i mange tilfælde kun en meget let behandling, hvor skårerne med en stor rotorrive blev skubbet sammen og kun delvist vendt. Presningen forløb uden væsentlige problemer i 1996.

I forhold til storballer af halm var baller af energikorn generelt lidt vanskeligere at håndtere og stable. Dette gjorde sig gældende ved såvel håndteringen hos landmændene som ved håndteringen på værkerne (I/S Fynsværket, 1995); (Wieck-Hansen, K. og Binderup, P., 1996). Energikornballerne havde mere afrundede endeflader og en mere glat overflade, hvilket betød, at det var vanskeligere at lave regulære, stabile stakke. Under håndteringen, hvor ballerne fastholdes og løftes ved, at en læssegreb med to eller flere grene stikkes ind i ballerne, kunne det let ske, at grenene gled op gennem det

glatte materiale. Dette var specielt et problem, når der blev anvendt læssemaskiner med kun to forholdsvis korte grene.

Sammenligning mellem brugeroplysninger og driftstekniske studier

Ved denne undersøgelse er arbejdsindsats og maskinkapacitet dokumenteret ved to forskellige opgørelsesmetoder, idet der både er indhentet brugeroplysninger og gennemført detaljerede driftstekniske studier. Sammenligning af resultaterne fra de to opgørelsesmetoder kan kun foretages med forbehold. Dels er det kun delvist de samme avlere, der indgår, dels omfatter brugeroplysningerne kun ca. halvdelen af avlerne, idet svarprocenten kun har været ca. 50.

Ved skårlægningen viser brugeroplysningerne en gennemsnitlig kapacitet på 1,9 ha/time. I forhold til de driftstekniske studier, hvor bruttokapacitetens gennemsnit er beregnet til 2,5 ha/time, viser brugeroplysningerne en lidt lavere kapacitet. Tages den store spredning på kapaciteterne i betragtning, er værdierne dog af samme størrelse.

Brugeroplysningerne vedrørende skårbehandling viser god overensstemmelse med de driftstekniske studier. Med en 14-fods skårbredde og en kørselshastighed på 7 km/time i de driftstekniske studier er timekapaciteten 2,0 og 3,5 ha/time ved henholdsvis skårvending og sammenrivning af 2 skår. De gennemsnitlige kapaciteter for skårvending og skårsammenrivning, beregnet på grundlag af brugeroplysningerne, er henholdsvis 2,2 og 3,8 ha/time. Det antages derfor, at kørselshastigheden i praksis har været ca. 7 km/time ved skårvending og sammenrivning af skår.

Ved de driftstekniske studier er den gennemsnitlige bruttopressekapacitet beregnet til 23,8 tons/time uden skårbehandling og 29,6 tons/time med skårbehandling. Brugeroplysningerne viser en gennemsnitlig kapacitet på 19,2 tons/time (vægtet gns. 21,3 tons/time) og således en lavere kapacitet ved presningen. En årsag til den mindre kapacitet ved brugeroplysningerne kan være, at de to opgørelser omhandler forskellige marker og forskellige traktorførere. Ligeledes kan der i enkelte tilfælde ved brugeroplysningerne i mindre omfang indgå tid til flytning mellem marker, hvor brugeren havde flere enkeltmarker med energikorn, som maskinstationer pressede den samme dag.

Ved læsning og aflæsning af storballerne i forbindelse med hjemtransport og levering af energikornet viser brugeroplysningerne gennemgående håndteringstider af samme størrelsesorden som de detaljerede driftstekniske studier. Dog viser brugeroplysningerne lidt større tidsforbrug ved læsning og lidt lavere tidsforbrug ved aflæsning af energikorn ved lager. Som nævnt, kan der kun sammenlignes med forbehold, idet undersøgelserne omhandler forskellige avlere og forskellige maskiner, ligesom det ved brugeroplysningerne ikke fremgår, om der er håndteret 1 eller 2 baller ad gangen.

Spild i mark, under transport og under lagring

Foruden de detaljerede, driftstekniske undersøgelser og indsamling af brugeroplysninger angående arbejds- og maskinindsats, er der foretaget undersøgelse vedrørende spildet af kerner og halm i forbindelse med høst, bjærgning, lagring og levering.

I 1995 gennemførtes spildmålinger på 7 forskellige marker, og i 1996 måltes spildet på 9 marker. Ved alle målinger af markspildet var kornarten triticale af sorten "Modus". I 1995 blev spildet i marken målt hos 3 avlerne, hvor kornet var skårlagt og efterfølgende opsamlet og presset uden nogen behandling af skåret. Ligeledes blev spildet målt ved 3 andre avlere, hvor den skårlagte afgrøde var vendt, eller 2 skår var revet sammen umiddelbart før presningen. Hos den sidste avler blev der ikke foretaget nogen behandling af skåret, men til opsamling og presning blev der anvendt en storballepresser, påmonteret en snitter af typen med slagler og modskær. På grund af de tidligere

nævnte problemer med presning af ubehandlede skår, blev der i næsten alle tilfælde foretaget en skårbehandling i 1996 ved avlerne på Djursland. Spildundersøgelserne fra 1996 omfatter derfor kun én måling uden skårbehandling og 8 målinger med skårbehandling.

Markspildet består dels af spild, forårsaget af skårlægningen, dels af spild ved eventuel skårvending/sammenrivning samt spild i forbindelse med presningen. Ved spildundersøgelserne er der ikke opgjort spild for de enkelte operationer, men derimod et totalt markspild. Resultatet af spildmålingerne fra markerne, hvor energikornet blev skårlagt og efterfølgende opsamlet og presset uden nogen behandling af skåret, er vist i tabel 31.

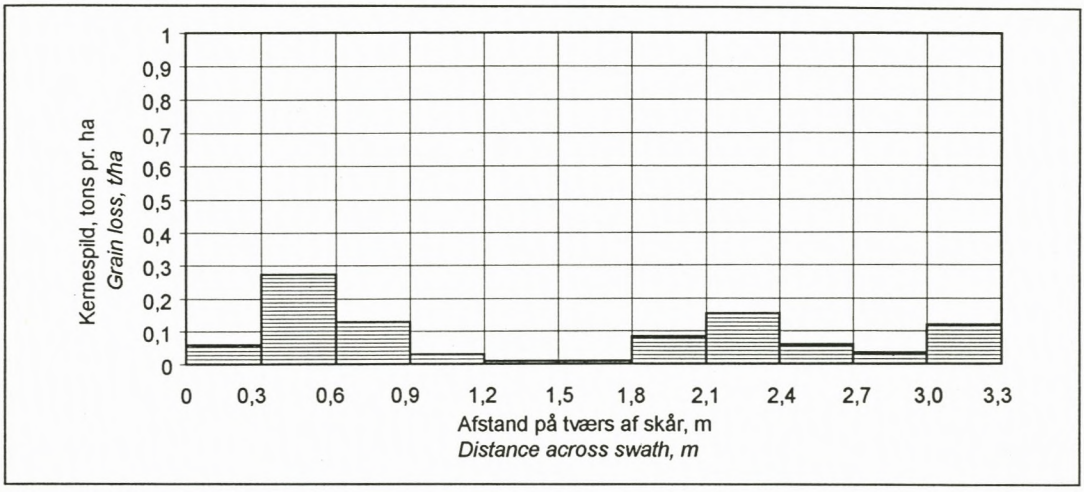
Tabel 31. Markspild ved høst af energikorn. Skårlægning og efterfølgende presning med en storballepresser. Field losses on energy grain harvesting. Mowing and subsequent big baling

Høstteknik: Skårlægning og storballepresser *Havesting technique: Mowing and big baling*	**1995**	**1996**	**Gns.** ***Aver.***
Høstudbytte, tons tørstof/ha *Harvest yield, tonnes of dry matter/ha*	10,7	8,0	10,0
Vandindhold, % *Moisture content, %*	11,0	12,0	11,3
Spild; korn, tons tørstof/ha *Losses; grain, tonnes of dry matter/ha*	0,24	0,11	0,21
Spild; korn, % af kornudbytte *Losses; grain, % of yield of grain*	6,7	4,5	6,1
Spild; halm, tons tørstof/ha *Losses; straw, tonnes of dry matter/ha*	0,25	0,15	0,23
Spild; halm, % af halmudbytte *Losses; straw, % of yield of straw*	3,4	2,7	3,3
Udbytte i alt, tons tørstof/ha *Total yield, tonnes of dry matter/ha*	11,1	8,3	10,4
Spild, % (kerner + halm) *Losses, % (grain + straw)*	4,5	3,2	4,2

Det totale høstspild ved skårlægning og efterfølgende storballepresning udgjorde i gennemsnit 4,2%. Der var meget stor variation i spildet de enkelte avlere imellem. Et forholdsvist stort spild på 2 marker skyldtes sandsynligvis, at skårene var meget brede, fordi der til skårlægningen var anvendt en 16-fods skårlægger. Under presningen ville traktorens hjul køre i kanten af det brede skår, hvorved kerner og aks blev tabt på jorden og ikke opsamlet af pick-upen, ligesom der til tider blev tabt materiale ved pick-upens yderkanter. Anvendte man en mindre skårlægger med 12-fods arbejdsbredde, kunne traktoren for det meste køre hen over skåret, uden at hjulene kørte i afgrøden.

Spildet var uens fordelt på tværs af skårene. Spildets fordeling på tværs af skåret for én af spildmålingerne fremgår af figur 14, som viser tendens til to toppe på spildkurven, svarende til traktorhjulene og pickup'ens yderkanter.

Tabel 32 viser resultatet af spildmålingerne fra markerne, hvor energikornet blev skårlagt, skåret vendt, eller hvor 2 skår blev sammenrevet med en rotorrive og umiddelbart efter skårvending/sammenrivning opsamlet og presset med en storballepresser.



Figur 14. Markspild ved skårlægning, opsamling og presning af energikorn med storballepresser. Spildet er vist tværs af skåret. Field loss during mowing, collection and energy grain baling by means of big baler. Indications of loss are made across the swath

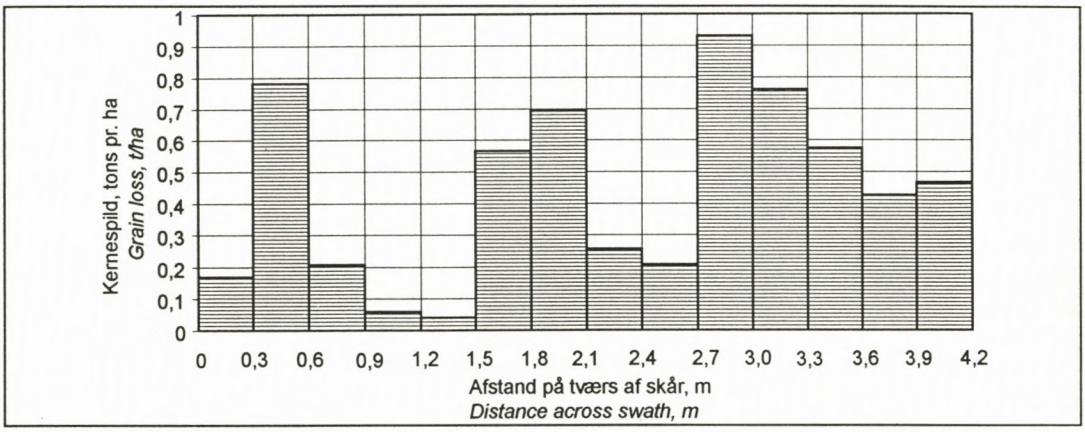
Tabel 32. Markspild ved høst af energikorn. Skårlægning, skårvending/sammenrivning og efterfølgende presning med en storballepresser. Field loss on energy grain harvesting. Mowing, turning/joining swaths and subsequent big baling

Høstteknik: Skårlægger, skårvending og storballepresser *Harvesting technique: Mowing, swath turning and big baling*	1995	1996	Gns., *Aver.*	Std.afv. *S. d.*
Høstudbytte, tons tørstof/ha, *harvest yield, tonnes of dry matter/ha*	10,3	10,0	10,1	1,8
Vandindhold, %, *moisture content, %*	10,5	9,8	10,0	1,0
Spild; korn, tons tørstof/ha, *loss; grain, tonnes of dry matter/ha*	0,52	0,18	0,27	0,18
Spild; korn, % af kornudbytte, *loss; grain, % of yield of grain*	12,6	5,8	7,7	5,0
Spild; halm, tons tørstof/ha, *loss; straw, tonnes of dry matter/ha*	0,28	0,21	0,25	0,16
Spild; halm, % af halmudbytte, *loss; straw, % of yield of straw*	4,9	3,0	3,5	2,5
Udbytte i alt, tons tørstof/ha, *total yield, tonnes of dry matter/ha*	11,1	10,3	10,6	1,7
Spild, % (kerner + halm), *loss, % (grain + straw)*	7,8	3,9	4,9	3,2

Det totale høstspild ved skårlægning, skårvending/sammenrivning og efterfølgende storballepresning udgjorde i 1995 i gennemsnit 7,8%. I forhold til metoden uden skårbehandling var spildet således væsentligt større, hvilket primært skyldes et større kernespild. Kernespildet, hvor skåret blev vendt/sammenrevet, var i 1995 i gennemsnit 520 kg/ha, mod 240 kg/ha, hvor der ikke blev foretaget nogen skårvending eller sammenrivning forud for presningen med storballepresser. Hos den ene avler var kernespildet væsentligt større end ved de 2 andre avlere, 19,9% mod ca. 9% af kerneudbyttet. Det skyldes, at der her ved sammenrivningen af skårene blev kørt med en meget høj rotorhastighed på riven, hvorved kernerne blev slået af og tabt på jorden. Den høje rotorhastighed blev anvendt for at give en kraftig bearbejdning af de stive strå og herved lette den efterfølgende presning.

I 1996 blev skårbehandlingen hos de fleste af avlerne foretaget meget skånsomt for at undgå kernespild, og i flere tilfælde blev skårene blot skubbet let sammen med en stor rotorrive. Det fremgår af tabellen, at den skånsomme behandling i 1996 i forhold til 1995 resulterede i en mindre spildprocent for kerner. Forskellen var signifikant (P = 0,1%). I 1996 var spildet med skårbehandling af samme størrelse som spildet uden skårbehandling.

Spildets fordeling på tværs af skåret er for en af spildmålingerne vist i figur 15. Af figuren fremgår det, at der var stor variation på tværs af kørselsretningen, men ved spildundersøgelserne blev der ikke fundet nogen systematik i fordelingen. I figuren er resultatet opgjort således, at værdien 0 for afstand på tværs af skåret svarer til skårlæggerens yderkant. Kornet var efter skårlægningen placeret i en afstand fra ca. 1,0 til 2,6 m fra skårlæggerens yderkant, mens afstanden efter vendingen var fra ca. 3,0 til 4,0 m.



Figur 15. Markspild ved skårlægning, skårvending og opsamling af energikorn med storballepresser. Spildet er vist på tværs af skåret. Field loss during mowing, turning of swaths and collection of energy grain by means of big baler. Indications of loss are made across the swath

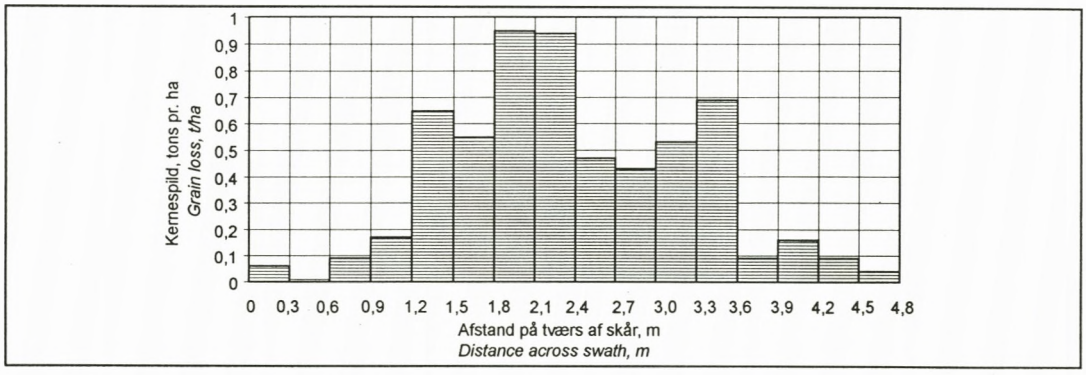
I 1995 blev det hos én avler forsøgt at opsamle og presse kornet med en Hesston 4800 storballepresser, påmonteret en snitter af typen med slagler og modskær. Kornet var blevet skårlagt med en 16-fods skårlægger, og der blev ikke foretaget nogen behandling af skåret forud for presningen. Baggrunden for at anvende en presser med snitter var, at der hos andre avlere havde været problemer med presningen, når der blev anvendt en traditionel Hesston 4800/4900 storballepresser. Resultatet af spildmålingerne er vist i tabel 33.

Tabel 33. Markspild ved høst af energikorn. Skårlægning og efterfølgende presning med en storballepresser med snitter. Field loss on energy grain harvesting. Mowing and subsequent baling with big baler with chopper

Høstteknik: Skårlægger og storballepresser med snitter *Harvesting technique: Mower and big baler with chopper*	
Høstudbytte, tons tørstof/ha, *harvest yield, tonnes of dry matter/ha*	8,9
Vandindhold, %, *moisture content, %*	8,3
Spild; korn, tons tørstof/ha, *loss; grain, tonnes of dry matter/ha*	0,37
Spild; korn, % af kornudbytte, *loss; grain, % of yield of grain*	13,4
Spild; halm, tons tørstof/ha, *loss; straw, tonnes of dry matter/ha*	0,80
Spild; halm, % af halmudbytte, *loss; straw, % of yield of straw*	10,8
Udbytte i alt, tons tørstof/ha, *total yield, tonnes of dry matter/ha*	10,1
Spild, % (kerner + halm), *loss, % (grain + straw)*	11,6

Det totale høstspild udgjorde 11,6% ved skårlægning og efterfølgende snitning og presning. Spildet var større end ved de 2 andre metoder. Kernespildet var relativt stort og udgjorde

13,4% af kornudbyttet. Spildets fordeling på tværs af skåret er vist i figur 16. Af figuren fremgår det, at kernespildet var størst omkring midten af skårbredden, svarende til snitterens arbejdsområde. Kernespildet forekom som løse, aftærskede kerner.



Figur 16. Markspild ved skårlægning, snitning og presning af energikorn med storballepresser, påmonteret snitter. Spildet er vist på tværs af skåret. Field loss during mowing, chopping and energy grain baling by means of big baler mounted with chopper. Indications of loss are made across the swath

Pressekapaciteten blev ikke målt, men den var forholdsvis lav, skønsmæssigt 10-15 tons/time. På grund af den lave pressekapacitet blev det efter kort tids kørsel besluttet at forsøge at presse den resterende del af avlerens energikorn med en Hesston 4900 presser uden snitter. Der var ikke væsentlige problemer ved at anvende presseren uden snitter, og kapaciteten var væsentlig større. Derfor blev presseren med snitter ikke anvendt yderligere.

I forbindelse med presningen forekommer der yderligere et spild, hver gang presseren aflægger en balle på marken. Dette spild består for det meste af løse kerner og småhalm, som drysser af, når ballen rammer jorden. I tabel 34 er der vist en opgørelse over spildet i forhold til ballernes vægt.

Tabel 34. Spild i marken ved aflægning af storballer efter presning. Field loss on deposition of big bales after baling

	Baller antal *Number of bales*	**Ballevægt kg** *Weight of bales kg*	**Spild pr. balle** *Loss per bale*		
			Kerner, kg *Grain, kg*	**I alt, kg** *Total, kg*	**I alt, %** *Total, %*
Antal, *number of bales*	14				
Gennemsnit, *average*		645	1,2	2,2	0,3
Std. afv., *s. d.*		31	0,6	0,8	0,1

Visuelt kunne spildet ved afsætningen af ballerne på marken synes ret stort, men af opgørelsen, vist i tabel 34, fremgår det, at der i gennemsnit kun blev tabt 2,2 kg pr. balle, svarende til 0,3%. Dette spild er således meget lille, set i forhold til det øvrige markspild. Der var ingen statistisk sikker forskel på spildet målt i henholdsvis 1995 og 1996 (95% signifikansniveau).

Hjemtransporten af energikornet giver også anledning til spild, idet kerner og løs halm vil drysse under håndteringen og kørslen. Spildet sker hovedsagelig, når ballerne placeres på vognen, og når de igen løftes af vognen. Dette hjemtransportspild blev registreret ved for 8 læs at veje den mængde, der blev tabt på eller under vognene ved læsning, kørsel og aflæsning ved lager. Energikornet var af sorterne "Modus" og "Alamo". I tabel 35 er dette hjemkørselsspild vist. Spildet, mens ballerne blev transporteret med læssemaskine ved på- og aflæsning, var meget lille og blev ikke målt. Der blev anvendt en lidt forskellig teknik til læsning og aflæsning, men det skønnes ikke at have haft væsentlig betydning for spildets størrelse. Til læsning blev der anvendt en traktorfrontlæsser eller en gummiged, mens der til aflæsning blev anvendt en traktorfrontlæsser eller en teleskoplæsser. I alle tilfælde blev der kørt med 2 lag baller på vognene.

Tabel 35. Spild ved læsning, hjemtransport og aflæsning af energikorn. Loss during loading, transport to store and unloading energy grain

	Baller antal *Number of bales*	**Ballevægt kg** *Weight of bales kg*	**Spild pr. balle** *Loss per bale*		
			Kerner, kg *Grain, kg*	**I alt, kg** *Total, kg*	**I alt, %** *Total, %*
Antal, *number of bales*	80				
Gennemsnit, *average*		607	0,15	0,26	0,04
Std.afv., *s. d.*		35	0,13	0,19	0,03

Spildet pr. læs udgjorde indtil 10 kg, svarende til 0,1%, mens spildet i gennemsnit kun var 0,04%. Der var stor forskel i spildets størrelse, hvilket kan skyldes forskellig modningsgrad, håndteringsmåden, transportvejens jævnhed m.m. Hjemtransportspildet må dog i alle tilfælde siges at være meget lille og uden nævneværdig betydning.

Spildet blev efter en oplagringsperiode på 3 måneder opgjort ved to af avlerne. Lagringen var sket dels i en lukket lade, dels i en staklade. Ballerne var stablet i henholdsvis 5 og 4 lag. Energikornet var i begge tilfælde af sorten "Modus". Spildet er opgjort ved at opsamle og veje den løse halm og det løse korn, som lå tilbage efter tømningen af lageret på traditionel vis med læssemaskine. Spildet omfatter dryssespildet ved indsætning på lageret, under lagring og ved tømning af lageret, men ikke eventuelt tørstoftab på grund af åndingsproces i fugtigt korn eller spild pga. materiale, ædt af skadedyr. Spildet var i begge tilfælde ringe og udgjorde ved lagring i laden 0,2%, mens det ved lagring i stakladen udgjorde 0,1%. 40-45% af spildet var korn. At der forekom størst spild ved ladelagring kan skyldes, at energikornet her havde været mere udsat for angreb af skadedyr. Et generelt problem er i øvrigt mus og rotter i forbindelse med lagring af energikorn i storballer.

Ved levering af energikornet til kraftvarme- eller varmeværket sker der også et mindre dryssespild og spild i form af løs halm, som blæser af under kørslen. Dryssespildet blev, som ved hjemtransporten, målt ved efter læsning, transport og aflæsning at veje mængden af halm og korn, som var tabt på vognladet. Ved lastbiltransport med energikornballer i 2 lag var dette dryssespild uden betydning for den leverede mængde. Spildet udgjorde kun 0,01%, hvoraf 62% var kerner. Spildet af løs halm m.m., som blæser af under kørslen, er ikke målt. Dette spild er ligeledes uden betydning af hensyn til den leverede mængde, men kan være et æstetisk problem, specielt ved transport gennem bymæssige områder. En løsning kunne være at anvende afdækningsnet eller presenninger, men dette vil kræve ekstra tid.

Spildundersøgelserne har således vist, at den væsentligste del af spildet ved høst, bjærgning, lagring og levering af energikorn, presset i storballer, sker i marken. Ved høsten 1995 var spildet mindst ved metoden med skårlægning og efterfølgende presning uden nogen behandling af skåret. Spildet var ved denne teknik i gennemsnit under 5%. Bedst er det her at anvende en skårlægger med lille arbejdsbredde. Foretages der en vending eller sammenrivning af skår, er der risiko for, at spildet øges væsentligt, specielt kernespildet. Undersøgelserne i 1996 viste dog, at der kan foretages en let skårbehandling, uden at kernespildet eller halmspildet øges.

Enkelte avlere foretog en såkaldt "let mejetærskning", fordi mejetærskerkapaciteten skulle være større end normalt, når der, som her, kunne accepteres et større indhold af urenheder (avner m.m.) i kornfraktionen, samt et lille indhold af ikke-aftærskede kerner i halmfraktionen. Der blev foretaget enkelte orienterende målinger af spildet ved denne mejetærskning af energikorn (triticale af sorten "Modus"). Resultatet af en måling er anført i tabel 36.

Tabel 36. Markspild ved høst af energikorn med mejetærsker. Field loss during energy grain harvesting with combine harvester

Høstteknik: "Let mejetærskning" *Harvesting technique: "Combine harvesting"*	
Høstudbytte, tons tørstof/ha, *harvest yield, tonnes of dry matter/ha*	7,2
Vandindhold, %, *moisture content, %*	15,3
Spild; korn, tons tørstof/ha, *loss; grain, tonnes of dry matter/ha*	0,05
Spild; korn, % af kornudbytte, *loss; grain, % of yield of grain*	1,3
Spild; halm, tons tørstof/ha, *loss; straw, tonnes of dry matter/ha*	0,49
Spild; halm, % af halmudbytte, *loss; straw, % of yield of straw*	11,9
Udbytte i alt, tons tørstof/ha, *total yield, tonnes of dry matter/ha*	7,7
Spild, % (kerner + halm), *loss, % (grain + straw)*	6,3

Det målte markspild ved "let mejetærskning" af energikorn var af samme størrelse som ved traditionel mejetærskerhøst af korn og ballepresning af halmen. Således er kernespildet ved mejetærskerhøst normalt 1-2% af kornudbyttet, og spildet af halm og avner m.m. er mindst 12-20% af halmudbyttet (Landsudvalget for Planteavl, Landsforsøgene, 1994).

Konklusion

Energikornet er skårlagt med skårlæggere af samme type, som anvendes til skårlægning af raps, frø o.l., med arbejdsbredder fra 10 til 18 fod. De mest anvendte er 12- og 14-fods skårlæggere. Gennemsnitskapaciteten for disse er på henholdsvis 2,0 og 2,3 ha/time, svarende til et arbejdsbehov på henholdsvis 33 og 28 min/ha.

Der har ikke været nævneværdige problemer ved skårlægningen, men kapaciteten er væsentligt lavere end ved skårlægning af raps, hvilket formentlig skyldes afgrødens struktur og den væsentligt større biomasse pr. arealenhed i energikornet.

For at undgå spild i skårkanten skal skåret være så smalt, at traktoren efterfølgende kan skræve over skåret. Dette har imidlertid vist sig at være umuligt, med de i praksis anvendte maskiner.

I 1995 blev ca. 33% af skårene vendt eller revet sammen for at lette presningen og forbedre energikornballernes facon og fasthed. Det var især et problem i et af lokalområderne, mens det var mindre udpræget i de to øvrige.

På grundlag af erfaringerne fra 1995 blev stort set alle skår vendt umiddelbart før presning i 1996.

Gennemsnitskapaciteten ved skårvending efter en 14-fods skårlægger og med en kørehastighed på 7 og 11 km/time er på 2,0 og 2,8 ha/time, svarende til et arbejdsbehov på henholdsvis 33 og 24 min/ha. Gennemsnitskapaciteten ved sammenrivning af 2 skår er tilsvarende 3,5 og 4,6 ha/time, svarende til et arbejdsbehov på 19 og 14 min/ha.

Fra skårlægning til presning hengik der i 1995 sædvanligvis 6-7 dage med en variation fra 1 til 18 dage. I 1996 blev det hele skårlagt og presset i løbet af godt en uge.

Energikornet presses med storballepresser med kanalmål på 122 × 129 cm. Bruttokapaciteten er i gennemsnit 23,8 tons/time uden skårbehandling og 29,6 tons/time med skårbehandling. Bruttokapaciteten varierer fra 12,8 til 35,5 tons/time.

Tilsvarende er den gennemsnitlige nettokapacitet, der er kapaciteten, når presseren arbejder i skåret, 32,9 tons/time uden skårbehandling og 44,4 tons/time med skårbehandling. Nettokapaciteten varierer fra 15,4 til 58,2 tons/time. Tidligere målte nettokapaciteter ved halmpresning er på 18,7 tons/time (Nielsen, 1994).

Enkelte avlere har mejetærsket energikornet. Mejetærskningen er gennemført som ved lignende kornafgrøder. Bruttokapaciteten ved presning af halmen er 19,9 tons pr. time, varierende fra 12,5 til 25,4 tons pr. time. Bruttokapaciteten ved presning af andre kornarter er ifølge DRIFT, (Nielsen & Sørensen, 1993) 12 tons pr. time.

Det samlede arbejdsbehov ved skårlægning, skårbehandling og presning er lavest, hvis der ikke foretages skårbehandling, og højest, hvis der vendes et skår.

Presserens dagskapaciteten er 22 tons/time uden skårbehandling, 27 tons/time med skårbehandling og 18 tons/time, når afgrøden først er mejetærsket. Forudsætningen er, at markstørrelsen er 4 ha, og afstanden mellem markerne er 1 km.

I 1995 har presningen ofte givet problemer, fordi der har været vanskeligheder med indføringen samt med formning og komprimering af energikornballerne. Dette medførte, at baller-

ne var vanskelige at flytte og stable. Vending eller sammenrivning har i væsentlig grad afhjulpet disse problemer.

Problemerne med presningen skyldes formentlig stråets struktur, bl.a. fordi det ikke har været igennem en mejetærsker og er derfor vanskeligere at sammenpresse. Erfarne montører har i 1995 søgt at afhjælpe problemet, men det lykkedes ikke helt tilfredsstillende.

Presningen i 1996 har stort set forløbet uden problemer. Presserne er blevet justeret, og mandskabet har lært at håndtere de problemer, der opstod i 1995. Derfor vendes næsten alle skår umiddelbart før presning, og kun få lægger to skår sammen. Der er dog enkelte, der presser direkte fra skåret uden problemer. Det gjorde de også i 1995 uden problemer, og der kan ikke gives en fornuftig forklaring på dette forhold.

Ballevægten er i gennemsnit 612 kg, varierende fra 462 til 761, og balledensiteten er i gennemsnit 170 kg/m^3, varierende fra 139 til 201 kg/m^3. Ballelængden er i gennemsnit 227 cm, men har varieret fra 189 til 265 cm. Disse store variationer har givet store problemer ved aflæsning med løbekran på værkerne. Værker med løbekran kræver baller af en længde på 240 cm $\pm$ 15 cm. På et af værkerne måtte ballerne af hensyn til kranen desuden ikke veje over 600 kg.

Ballevægten har overordentlig stor betydning for transportkapaciteten ved hjemkørsel fra mark, idet den varierer fra f. eks. 20,7 til 34,0 tons pr. time ved en transportafstand på 500 m, og et tomandsbetjent system. Ved levering til værk varierer transportkapaciteten f.eks. fra 7,4 til 12,1 tons pr. time ved lastvognstransport og en afstand på 25 km.

Udbyttet for 1995 og 1996 er i gennemsnit målt til 11,6 tons/ha med et vandindhold på 11,1%, svarende til et tørstofudbytte på 10,3 tons/ha.

Energikorn (triticale) er en meget halmrig afgrøde. Forholdet mellem kerner og halm er målt til 35% kerner og 65% halm.

I forbindelse med hjemkørsel af energikorn anvendes frontlæsser, teleskoplæsser, gummiged og rendegraver til læsning i mark og aflæsning ved lager. Frontlæsseren er det mest anvendte udstyr.

Der transporteres fra 6 til 24 baller pr. træk på 1 eller 2 vogne. Arbejdsbehovet ved hjemtransport varierer fra 3,4 til 10,3 min/tons, afhængigt af læsstørrelse, transportafstand og anvendt teknik og metodik.

Ved en afstand på 500 m, en læsstørrelse på 12 baller samt læsning og aflæsning med frontlæsser er arbejdsbehovet 6,0 mandmin/tons og kapaciteten 10,9 tons/time ved et enmandsbetjent system.

Med et tremandsbetjent system, en transportafstand på 500 m, en læsstørrelse på 24 baller, læsning med gummiged og aflæsning med teleskoplæsser er arbejdsbehovet 3,4 mandmin/-ton og kapaciteten 38,5 tons/time.

Det samlede arbejdsbehov ved skårlægning, skårbehandling, presning, hjemkørsel og lagring er 10 og 13 mandmin/tons ved en transportafstand på 500 m og 12 og 15 mandmin/tons ved en transportafstand på 5 km.

Ved levering til værk læsses der med frontlæsser, teleskoplæsser, rendegraver og gummiged. Rendegraveren har været den mest anvendte.

Ved aflæsning på værk anvendes truck eller løbekran. Løbekranen har været den mest anvendte.

Arbejdsbehovet ved levering til værk varierer mellem 40,7 og 4,7 mandmin/ton, afhængigt af læsstørrelse, transportafstand, transporthastighed samt læsse- og aflæsseteknik. Ved en afstand på 5 km, en læsstørrelse på 24 baller og traktortransport er arbejdsbehovet mellem 6,0 og 9,2 mandmin/tons, og kapaciteten er tilsvarende mellem 13,5 og 8,9 tons/time. Ved lastvognstransport er arbejdsbehovet mellem 4,7 og 5,7 mandmin/tons, og kapaciteten er mellem 18,3 og 20,0 tons/time.

Ved en afstand på 50 km, en læsstørrelse på 24 baller og lastvognstransport er arbejdsbehovet mellem 12,0 og 13,0 mandmin/tons, og tilsvarende er kapaciteten mellem 6,0 og 6,2 tons/time. Ved traktortransport er arbejdsbehovet mellem 20,7 og 23,8 mandmin/tons, og tilsvarende er kapaciteten mellem 3,4 og 3,0 tons/time.

Dårligt pressede energikornballer er meget vanskelige at håndtere på værker med løbekran, der griber om 2 × 3 baller på forvognen og 2 × 3 baller på anhængeren ad gangen. Det drejer sig om ballernes form, længde, vægt og densitet, som har varieret utrolig meget.

Når ellers energikornballerne er presset korrekt, er der ingen problemer med aflæsning på værket.

Brugeroplysningerne viser generelt lidt lavere maskinkapaciteter end de driftstekniske studier. En opgørelse over brugeroplysningerne viser en gennemsnitlig skårlæggerkapacitet på 1,9 ha/time og en pressekapacitet på 21,3 tons/time. Der var meget stor variation.

Ved hjemkørsel af energikorn til lager er det samlede arbejdsbehov på grundlag af brugeroplysningerne 4,5 min/ton, når én mand læsser med frontlæsser, kører hjem til lageret (transportafstand 0,9 km) og læsser af med frontlæsser.

Markspildet var i gennemsnit 4,2% uden skårbehandling og 4,9% med skårbehandling. Der forekommer store variationer, specielt når der foretages skårbehandling. Markspildet påvirkes meget af, at traktorens hjul træder i kanten af skåret samt af, hvorledes en eventuel skårbehandling er udført. En uhensigtsmæssig skårbehandling kan give et meget stort kernespild.

Spildet ved hjemtransport, lagring og senere levering til værk var minimalt.

Vejret i høstperioden i 1995 og i 1996 var meget stabilt med solskin, høje temperaturer og ingen nedbør, hvilket utvivlsomt har påvirket de opnåede resultater. Høstperiodens længde var i 1995 på knap 3 uger, mens den i 1996 var på ca. en uge.

Under dårlige eller normale vejrforhold kan det formentlig være et problem at få materialet tørt, og spildet vil være væsentligt højere, end her registreret, ligesom kvaliteten forringes.

Energikornballerne var i 1995 ofte dårligt formede og dårligt pakkede. De var ligeledes glatte og ofte for løst presset, hvilket medførte, at de var vanskelige at håndtere og stable.

I 1996 havde de fleste maskinstationer lært at presse energikornballerne ordentligt, men der var stadig en del, der ikke havde lært det, hvilket tydeligt fremgik af observationerne i forbindelse med levering til værkerne.

Ofte kan energikornballerne ikke stables så højt som almindelige halmballer, fordi de er glatte og uformelige.

Der er behov for udvikling af presseren, presseteknikken og metodikken, så skårbehandling kan undgås. Der er ligeledes behov for udvikling af presseren vedr. formning og komprimering af ballerne. Der er desuden en tendens til, at ballerne er for løse i "toppen", fordi pressekammeret ikke fyldes ordenlig op.

Der er behov for udvikling af aflæsseteknik og metodik på værker, der anvender løbekran. Det er i denne forbindelse meget vigtigt, at ballerne er læsset korrekt, hvilket ikke altid er tilfældet. Der er således også behov for udvikling af læsseteknik og metodik i forbindelse med læsning fra landmandens lager.

Referenceliste

DTI, 1996. Dyrknings- og fyringsforsøg med energikorn i stor skala, 1995. Samlet rapport over projekterne "Koordinering af dyrknings- og fyringsforsøg med energikorn på fjernvarme- og kraftvarmeværker" og "Fyringsforsøg med energikorn på fjernvarmeværker". Dansk Teknologisk Institut, DTI Energi, Århus.

I/S Fynsværket, 1995. Fyringsforsøg med energikorn på Rudkøbing Kraftvarmeværk, 1995. I/S Fynsværket. 43 pp.

Landsudvalget for Planteavl. Landsforsøgene, 1994.

Nielsen, V., 1994. Halmbjærgning-1993. Storballer. Delrapport nr. 1 til projektet: "Fuldskalaforsøg med håndtering af halm" II, Statens Jordbrugstekniske Forsøg. 62 pp.

Nielsen, V. & Sørensen, C.G., 1993. DRIFT - Et program for beregning af Arbejdsbehov - Arbejdskapacitet - Arbejdsbudget - Arbejdsprofil. Beretning nr. 53. Statens Jordbrugstekniske Forsøg. 124 pp.

Nielsen, V., 1985. Håndtering af halm. Småballer, rundballer, storballer, snittet. Arbejdsbehov og kapacitet. Beretning nr. 25. Statens Jordbrugstekniske Forsøg. 68 pp.

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

Nielsen, J. & Parsby, M., 1994. Økonomiske analyser af halmhåndtering. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut. Delrapport nr. 2 til projektet "Fuldskalaforsøg med håndtering af halm, II". 82 pp.

Parsby, M., 1996. Halm og energiafgrøder - analyser af økonomi, energi og miljø. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut. Rapport nr. 87. 111 pp.

Parsby, M., 1996. Økonomiske resultater fra energikornforsøg 1995. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut. Notat 1996-9. 33 pp.

Wieck-Hansen, K. & Binderup, P., 1996. Forsøg med energikorn. Grenå Kraftvarmeværk. November 1995. Midtkraft. 22 pp.

Appendiks A

I forbindelse med hjemtransport og levering af energikornballer er der kalkuleret med en ballevægt på 612 kg. I praksis varierer ballevægten imidlertid meget, og det er derfor relevant at se på konsekvenserne heraf. Dette er gjort grafisk for nogle metoder, men i dette appendiks vises alle resultaterne. Vedrørende de enkelte metoder henvises til tidligere beskrivelser. Resultaterne omfatter både arbejdsbehov og kapacitet. Beregningerne er baseret på yderpunkterne i konfidensintervallet samt gennemsnittet, dvs. ballevægte på 462 kg, 612 kg og 761 kg.

Hjemkørsel

Tabel A1. Arbejdsbehov og kapacitet ved hjemkørsel af energikorn ved forskellig transportafstand, læsstørrelse og metodik. Ballevægt = 462 kg, svarende til laveste konfidensinterval. Labour requirement and capacity on transport of energy grain to store at different transport distances, load sizes and methodologies. Bale weight = 462 kg, corresponding to the lowest confidence interval

Transportafstand *Transport distance*	500 m				1000 m				5000 m			
Metode, *Method*	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12 baller pr. træk *12 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	3	1	2	3	3	1	2	4	5
Min/tons *Min/t*	8,0	6,4	5,8	7,8	8,6	7,0	8,6	7,9	13,6	12,0	11,7	13,2
Tons/time *t/hour*	8,2	20,7	22,6	25,4	7,6	18,8	23,1	25,2	4,8	11,0	22,6	25,0
16 baller pr. træk *16 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	3	1	2	3	3	1	2	4	4
Min/tons *Min/t*	7,5	5,9	5,4	7,2	8,0	6,3	8,0	7,2	11,7	10,1	10,8	9,8
Tons/time *t/hour*	8,8	22,5	24,3	27,5	8,3	20,8	24,9	27,3	5,6	13,1	24,5	26,8
20 baller pr. træk *20 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	2	1	2	3	3	1	2	4	4
Min/tons *Min/t*	7,2	5,6	5,2	4,7	7,6	5,9	7,6	6,9	10,6	8,9	10,2	9,3
Tons/time *t/hour*	9,2	23,7	25,5	28,0	8,7	22,2	26,1	28,8	6,2	14,8	25,8	28,4
24 baller pr. træk *24 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	2	1	2	2	3	1	2	3	4
Min/tons *Min/t*	7,0	5,4	5,0	4,5	7,3	5,7	5,0	6,6	9,8	8,2	7,6	8,9
Tons/time *t/hour*	9,5	24,6	26,3	29,1	9,0	23,3	26,1	29,8	6,7	16,2	26,1	29,5

Tabel A2. Arbejdsbehov og kapacitet ved hjemkørsel af energikorn ved forskellig transportafstand, læsstørrelse og metodik. Ballevægt = 612 kg, svarende til gennemsnit. Labour requirement and capacity on transport of energy grain to store at different transport distances, load sizes and methodologies. Bale weight = 612 kg, corresponding to the average bale weight

Transportafstand *Transport distance*	500 m				1000 m				5000 m			
Metode, *Method*	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12 baller pr. træk *12 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	3	1	2	3	3	1	2	4	5
Min/tons *Min/t*	6,0	4,8	4,4	5,9	6,5	5,3	6,5	5,9	10,3	9,1	8,8	9,9
Tons/time *t/hour*	10,9	27,4	29,9	33,6	10,1	24,9	30,6	33,4	6,4	14,6	29,9	33,2
16 baller pr. træk *16 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	3	1	2	3	3	1	2	4	4
Min/tons *Min/t*	5,7	4,4	4,1	5,4	6,0	4,8	6,0	5,5	8,8	7,6	8,1	7,4
Tons/time *t/hour*	11,7	29,8	32,2	36,4	11,0	27,6	33,0	36,2	7,5	17,3	32,5	35,5
20 baller pr. træk *20 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	2	1	2	3	3	1	2	4	4
Min/tons *Min/t*	5,4	4,2	3,9	3,6	5,7	4,5	5,7	5,2	8,0	6,7	7,7	7,0
Tons/time *t/hour*	12,2	31,4	33,7	37,1	11,6	29,5	34,6	38,1	8,3	19,6	34,2	37,6
24 baller pr. træk *24 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	2	1	2	2	3	1	2	3	4
Min/tons *Min/t*	5,3	4,0	3,8	3,4	5,5	4,3	3,8	5,0	7,4	6,2	5,7	6,7
Tons/time *t/hour*	12,5	32,6	34,8	38,5	12,0	30,8	34,6	39,5	8,9	21,4	34,6	39,1

Tabel A3. Arbejdsbehov og kapacitet ved hjemkørsel af energikorn ved forskellig transportafstand, læsstørrelse og metodik. Ballevægt = 761 kg, svarende til højeste konfidensinterval. Labour requirement and capacity on transport of energy grain to store at different transport distances, load sizes and methodologies. Bale weight = 761 kg, corresponding to the highest confidence interval

Transportafstand *Transport distance*	500 m				1000 m				5000 m			
Metode, *Method*	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12 baller pr. træk *12 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	3	1	2	3	3	1	2	4	5
Min/tons *Min/t*	4,9	3,9	3,5	4,7	5,2	4,3	5,2	4,8	8,3	7,3	7,1	8,0
Tons/time *t/hour*	13,6	34,0	37,2	41,8	12,6	31,0	38,1	41,5	8,0	18,1	37,2	41,2
16 baller pr. træk *16 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	3	1	2	3	3	1	2	4	4
Min/tons *Min/t*	4,6	3,6	3,3	4,4	4,8	3,8	4,8	4,4	7,1	6,1	6,5	6,0
Tons/time *t/hour*	14,5	37,0	40,0	45,3	13,6	34,3	41,0	45,0	9,3	21,5	40,4	44,2
20 baller pr. træk *20 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	2	1	2	3	3	1	2	4	4
Min/tons *Min/t*	4,4	3,4	3,1	2,9	4,6	3,6	4,6	4,2	6,4	5,4	6,2	5,6
Tons/time *t/hour*	15,1	39,1	41,9	46,2	14,4	36,6	43,0	47,4	10,3	24,3	42,5	46,8
24 baller pr. træk *24 bales per load*												
Antal mand *Number of men*	1	2	2	2	1	2	2	3	1	2	3	4
Min/tons *Min/t*	4,2	3,3	3,0	2,8	4,4	3,4	3,1	4,0	5,9	5,0	4,6	5,4
Tons/time *t/hour*	15,6	40,6	43,3	47,9	14,9	38,4	43,1	49,1	11,1	26,6	43,1	48,7

Levering

Tabel A4. Arbejdsbehov og kapacitet ved levering af energikorn ved forskellig transportafstand, læsstørrelse og metodik. Traktortransport = 29 km/time. Lastvognstransport = 58/time. Ballevægt = 462 kg, svarende til laveste konfidensinterval. Labour requirement and capacity on delivery of energy grain at different transport distances, load sizes and methodologies. Tractor transport = 29 km/h. Lorry transport = 58 km /h. Bale weight = 462 kg, corresponding to the lowest confidence interval

Metode, *Method*	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Kørehast., km/time *Travell. speed, km/hour*	29	29	58	58	58	29	29	58	58	58
Transportafstand *Transport distance*			**5 km**					**10 km**		
12 baller pr. træk *12 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	15,1	10,9	8,0	8,7	9,6	19,4	15,3	10,2	10,9	11,7
Tons/time *t/hour*	5,2	7,0	10,1	11,1	9,7	3,9	4,8	7,6	8,2	7,4
16 baller pr. træk *16 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	13,6	9,5	7,1	8,0	8,6	16,9	12,7	8,7	9,6	10,2
Tons/time *t/hour*	5,8	8,3	11,8	12,8	11,4	4,5	5,9	9,2	9,8	8,9
20 baller pr. træk *20 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	12,7	8,6	6,6	7,5	8,0	15,3	11,2	7,8	8,8	9,3
Tons/time *t/hour*	6,3	9,3	13,1	14,1	12,7	5,1	6,8	10,4	11,0	10,2
24 baller pr. træk *24 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	12,2	8,0	6,2	7,2	7,6	14,3	10,2	7,3	8,3	8,7
Tons/time *t/hour*	6,7	10,2	14,1	15,1	13,8	5,5	7,6	11,5	12,1	11,3
Metode, *Method*	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Kørehast., km/time *Travell. speed, km/h*	29	29	58	58	58	29	29	58	58	58
Transportafstand *Transport distance*			**25 km**					**50 km**		
12 baller pr. træk *12 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	32,3	28,2	16,7	17,4	18,2	53,9	49,7	27,4	28,1	29,0
Tons/time *t/hour*	2,2	2,5	4,4	4,5	4,3	1,3	1,4	2,5	2,6	2,5
16 baller pr. træk *16 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	26,6	22,4	13,6	14,4	15,0	42,7	38,6	21,7	22,5	23,1
Tons/time *t/hour*	2,7	3,2	5,5	5,7	5,4	1,6	1,8	3,3	3,4	3,2
20 baller pr. træk *20 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	23,1	18,9	11,7	12.7	13,2	36,0	31,9	18,2	19,1	19,6
Tons/time *t/hour*	3,2	3,8	6,5	6,7	6,4	2,0	2,2	4,0	4,0	3,9
24 baller pr. træk *24 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	20,8	16,6	10,5	11,5	11,9	31,6	27,4	15,9	16,9	17,3
Tons/time *t/hour*	3,6	4,4	7,4	7,6	7,3	2,3	2,5	4,6	4,7	4,6

Tabel A5. Arbejdsbehov og kapacitet ved levering af energikorn ved forskellig transportafstand, læsstørrelse og metodik. Traktortransport = 29 km/time. Lastvognstransport = 58/time. Ballevægt = 612 kg svarende, til gennemsnit. Labour requirement and capacity on delivery of energy grain at different transport distances, load sizes and methodologies. Tractor transport = 29 km/h. Lorry transport = 58 km /h. Bale weight = 612 kg, corresponding to the average bale weight

Metode, *Method*	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Kørehast., km/time *Travell. speed, km/hour*	29	29	58	58	58	29	29	58	58	58
Transportafstand *Transport distance*			**5 km**					**10 km**		
12 baller pr. træk *12 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	11,4	8,3	6,1	6,6	7,2	14,6	11,5	7,7	8,2	8,9
Tons/time *t/hour*	6,9	9,3	13,4	14,8	12,9	5,1	6,4	10,1	10,8	9,8
16 baller pr. træk *16 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	10,3	7,2	5,4	6,0	6,5	12,7	9,6	6,6	7,2	7,7
Tons/time *t/hour*	7,7	11,0	15,6	17,0	15,1	6,0	7,8	12,1	12,9	11,8
20 baller pr. træk *20 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	9,6	6,5	4,9	5,7	6,0	11,6	8,4	5,9	6,6	7,0
Tons/time *t/hour*	8,4	12,3	17,4	18,7	16,9	6,7	9,0	13,8	14,6	13,5
24 baller pr. træk *24 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	9,2	6,0	4,7	5,4	5,7	10,8	7,7	5,5	6,2	6,5
Tons/time *t/hour*	8,9	13,5	18,7	20,0	18,3	7,3	10,1	15,2	16,0	14,9
Metode, *Method*	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Kørehast., km/time *Travell. speed, km/h*	29	29	58	58	58	29	29	58	58	58
Transportafstand *Transport distance*			**25 km**					**50 km**		
12 baller pr. træk *12 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	24,4	21,3	12,6	13,1	13,7	40,7	37,7	20,7	21,2	21,9
Tons/time *t/hour*	2,9	3,3	5,8	6,0	5,7	1,7	1,8	3,4	3,5	3,3
16 baller pr. træk *16 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	20,0	16,9	10,2	10,9	11,4	32,3	29,1	16,3	17,0	17,5
Tons/time *t/hour*	3,6	4,2	7,3	7,5	7,1	2,2	2,4	4,3	4,4	4,3
20 baller pr. træk *20 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	17,4	14,3	8,9	9.6	9,9	27,2	24,1	13,7	14,4	14,8
Tons/time *t/hour*	4,2	5,0	8,6	8,9	8,4	2,6	2,9	5,2	5,4	5,2
24 baller pr. træk *24 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	15,7	12,6	7,9	8,7	9,0	23,8	20,7	12,0	12,7	13,0
Tons/time *t/hour*	4,7	5,8	9,7	10,1	9,6	3,0	3,4	6,1	6,2	6,0

Tabel A6. Arbejdsbehov og kapacitet ved levering af energikorn ved forskellig transportafstand, læsstørrelse og metodik. Traktortransport = 29 km/time. Lastvognstransport = 58/time. Ballevægt = 761 kg, svarende til højeste konfidensinterval. Labour requirement and capacity on delivery of energy grain at different transport distances, load sizes and methodologies. Tractor transport = 29 km/h. Lorry transport = 58 km /h. Bale weight = 761 kg, corresponding to the highest confidence interval

Metode, *Method*	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Kørehast., km/time *Travell. speed, km/hour*	29	29	58	58	58	29	29	58	58	58
Transportafstand *Transport distance*	**5 km**					**10 km**				
12 baller pr. træk *12 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	9,2	6,6	4,9	5,3	5,8	11,8	9,3	6,2	6,6	7,1
Tons/time *t/hour*	8,5	11,5	16,7	18,4	16,0	6,4	7,9	12,5	13,5	12,2
16 baller pr. træk *16 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	8,3	5,8	4,3	4,8	5,2	10,2	7,7	5,3	5,8	6,2
Tons/time *t/hour*	9,6	13,7	19,4	21,1	18,8	7,5	9,7	15,1	16,1	14,7
20 baller pr. træk *20 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	7,7	5,2	4,0	4,6	4,8	9,3	6,8	4,8	5,3	5,6
Tons/time *t/hour*	10,4	15,4	21,6	23,2	21,0	8,4	11,2	17,2	18,2	16,8
24 baller pr. træk *24 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	7,4	4,9	3,8	4,4	4,6	8,7	6,2	4,4	5,0	5,3
Tons/time *t/hour*	11,1	16,7	23,3	24,9	22,7	9,1	12,6	18,9	20,0	18,5
Metode, *Method*	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Kørehast., km/time *Travell. speed, km/h*	29	29	58	58	58	29	29	58	58	58
Transportafstand *Transport distance*	**25 km**					**50 km**				
12 baller pr. træk *12 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	19,6	17,1	10,1	10,5	11,0	32,7	30,2	16,7	17,1	17,6
Tons/time *t/hour*	3,6	4,1	7,2	7,5	7,1	2,1	2,3	4,2	4,3	4,2
16 baller pr. træk *16 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	16,1	13,6	8,2	8,8	9,1	25,9	23,4	13,1	13,7	14,0
Tons/time *t/hour*	4,5	5,2	9,0	9,4	8,9	2,7	2,9	5,4	5,5	5,3
20 baller pr. træk *20 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	14,0	11,5	7,1	7.7	8,0	21,9	19,4	11,0	11,6	11,9
Tons/time *t/hour*	5,2	6,2	10,6	11,0	10,5	3,2	3,6	6,5	6,7	6,5
24 baller pr. træk *24 bales/load*										
Mandmin/tons *Man-min/t*	12,6	10,1	6,4	7,0	7,2	19,2	16,6	9,6	10,3	10,5
Tons/time *t/hour*	5,9	7,2	12,1	12,5	11,9	3,7	4,2	7,6	7,7	7,5

POSTBESORGET BLAD 7401 HRC 50466
NR. 214
AFD. FOR UKRUDTSBEKÆMPELSE OG
PESTICIØKOLOGI
FLAKKEBJERG

4200 SLAGELSE

DJF Foulum

Postboks 50, 8830 Tjele.
Tlf. 89 99 19 00. Fax. 89 99 19 19.

Direktion
Direktionssekretariat, Økonomisekretariat

Afdeling for Animalske Fødevarer
Afdeling for Husdyravl og Genetik
Afdeling for Husdyrernæring og Fysiologi
Afdeling for Husdyrsundhed og Velfærd
Afdeling for Jordbrugssystemer
Afdeling for Plantevækst og Jord

Afdeling for Markdrift
Afdeling for Stalddrift
Centrallaboratoriet
Informationsenhed
IT-funktion
Biblioteksfunktion
International Enhed

DJF Årslev

Kirstinebjergvej 6-10, 5792 Årslev
Tlf. 65 99 17 66. Fax. 65 99 25 98.

Afdeling for Prydplanter
Afdeling for Vegetabilske Fødevarer
Afdeling for Infrastruktur

DJF Flakkebjerg

Flakkebjerg, 4200 Slagelse
Tlf. 58 11 33 00. Fax. 58 11 33 01.

Afdeling for Plantebiologi
Afdeling for Plantebeskyttelse
Afdeling for Infrastruktur

DJF Bygholm

Postboks 536, 8700 Horsens
Tlf. 75 60 22 11. Fax. 75 62 48 80.

Afdeling for Jordbrugsteknik
Driftsfunktion

Enheder på andre lokaliteter

Afdeling for Sortsafprøvning,
Teglværksvej 10, Tystofte, 4239 Skælskør.
Tlf. 58 19 61 41. Fax. 58 19 01 66.

Askov Forsøgsstation,
Vejenvej 55, 6600 Vejen.
Tlf. 75 36 02 77. Fax. 75 36 62 77.

Bioteknologigruppen (Afd. f. Plantebiologi),
Thorvaldsensvej 40, 1., 1871 Frederiksberg C
Tlf. 35 28 25 88. Fax. 35 28 25 89.

Borris Forsøgsstation,
Vestergade 46, 6900 Skjern.
Tlf. 97 36 62 33. Fax. 97 36 65 43.

Den Økologiske Forsøgsstation,
Rugballegård,
Postboks 536, 8700 Horsens
Tlf. 75 60 22 11. Fax. 75 62 48 80.

Foulumgård, Postboks 50, 8830 Tjele.
Tlf. 89 99 19 00. Fax. 89 99 19 19.

Jyndevad Forsøgsstation,
Flensborgvej 22, 6360 Tinglev.
Tlf. 74 64 83 16. Fax. 74 64 84 89.

Rønhave Forsøgsstation,
Hestehave 20, 6400 Sønderborg.
Tlf. 74 42 38 97. Fax. 74 42 38 94.

Silstrup Forsøgsstation,
Højmarken 12, 7700 Thisted.
Tlf. 97 92 15 88. Fax. 97 91 16 96.

Tylstrup Forsøgsstation,
Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup
Tlf. 98 26 13 99. Fax. 98 26 02 11.

ISSN 1397-9884