



FORMALING AF KORN

ERFARING NR. 1211

En test af formalingsmøller viste, at alle møller kunne formale byg og hvede fint og at der var små forskelle i energiforbrug og kapacitet. Energiforbruget og kapaciteten afhang af formalingsgrad, kornart og vandindhold.

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING

FORFATTER: MICHAEL HOLM

KURT MORTENSEN¹

1) Energirådgiver ved EnergiMidt A/S

UDGIVET: 7. NOVEMBER 2012

Dyregruppe: Slagtesvin

Fagområde: Ernæring

Sammendrag

En test af forskellige fabrikater af formalingsmøller blev gennemført i Skiolds testhal i Sæby. Testen viste, at alle møller kunne formale byg og hvede fint, og at der var små forskelle i energiforbrug og kapacitet. Energiforbruget og kapaciteten afhang af formalingsgrad, kornart og vandindhold. Der blev testet møller fra firmaerne Skiold, President, Moderne Kornbehandling, Øgendahl og Big Dutchman. Skiold havde både en hammermølle og en skivemølle med i testen, mens de øvrige firmaer havde hammermøller med.

Firmaerne havde til opgave at formale lagerfast byg og hvede, samt gastæt hvede. Byg skulle formales, så henholdsvis 50, 65 og 80 pct. af partiklerne havde en størrelse under 1 mm, mens lagerfast hvede og gastæt hvede skulle formales, så 80 pct. af partiklerne havde en størrelse under 1 mm. Partikelstørrelsen blev kontrolleret med et elektrisk sigteapparat (Retsch-sigte). Formalingsgrad og temperatur på den formalede vare, samt møllens energiforbrug og kapacitet blev målt. Firmaerne

skulle anvende en mølle, der sælges til større svineproduktioner og der skulle anvendes en 22 kW motor. Der blev ikke foretaget en statistisk sammenligning af møllerne.

De testede møller kunne alle formale kornet tilstrækkeligt fint og honorere de opstillede kapacitetskrav. Energiforbruget var relativt ens på de fem hammermøller, når der blev formalet lagerfast hvede (13,8 pct. vand) ved den fine formaling, svarende til i gennemsnit 1,03 kWh pr. 100 kg hvede, mens Skiolds skivemølle i testen brugte 0,82 kWh pr. 100 kg. Når der blev formalet lagerfast byg (13,9 pct. vand) ved den fine formaling var der større variation i energiforbruget imellem møllerne, fra 1,16 kWh til 1,67 kWh pr. 100 kg byg. Her lå Skiolds skivemølle og møllen fra Moderne Kornbehandling på det laveste energiforbrug, henholdsvis 1,16 kWh og 1,27 kWh pr. 100 kg. Det krævede i gennemsnit 55 pct. mere energi at formale byg frem for hvede ved den fine formaling. I praksis vil energiforbruget til formaling og fremstilling af foder være op til 100 pct. større end det forbrug, der blev målt i testen, da der i testen kun blev målt på selve møllens energiforbrug. Herudover bruges der strøm til snegle, kornrenser, blander m.v., og belastningen af møllen vil i praksis være mindre.

Møllernes energiforbrug og kapacitet kunne ikke sammenlignes for den gastætte hvede, da vandprocenten i kornet svingede fra testdag til testdag. Alle møller kunne formale det gastætte korn fint, men kapacitet og energiforbrug afhang af vandprocenten.

Når byg blev formalet, således at 10 procentenheder flere af partiklerne var under 1 mm, krævede det i gennemsnit 0,24 kWh ekstra energi til møllen og det nedsatte kapaciteten på møllen med 400 kg pr. time. Det vurderes ud fra testresultaterne, at udgiften til det øgede energiforbrug ved den finere formaling af kornet kun udgør ca. 10 pct. af den besparelse i foderforbruget, en finere formaling medfører.

TILSKUD

Projektet har fået tilskud fra Svineafgiftsfonden samt EU og Fødevareministeriets Landdistriktsprogram og har aktivitetsnr.: 051-400895 samt journalnr.: 3663-U-11-00181.

Baggrund

Kravet til formalingsmøller til hjemmeblandere er, at de skal kunne formale foderet tilstrækkeligt fint, være energigøkonomiske og have tilstrækkelig kapacitet til den daglige produktion. Den bedste produktionsøkonomi fås ved fin formaling af foderet [1], [2],[3], hvilket hovedsagelig kan tilskrives effekten på foderudnyttelsen. Dog vil fin formaling kunne medføre et forhøjet niveau af

maveforandringer [1], [2]. Den ideelle foderstruktur til smågrise og slagtesvin er derfor for hjemmeblanderen en tilstrækkelig fin formaling til, at der opnås en god foderudnyttelse, samtidig med at det ikke er så fint formalet, at det giver et uacceptabelt højt niveau af maveforandringer.

Der er tidligere lavet en undersøgelse på markedets formalingsudstyr [4], hvor der blev fokuseret på, om møllerne kunne opnå en fin formaling. Siden har der været en del udskiftning og nyudvikling af møller, og de er blevet opgraderet/nyudviklet til nutidens større svinebesætninger. Der er derfor behov for en ny erfaringsundersøgelse med de nuværende møller, hvor der foruden formalingsgrad også fokuseres på energiforbrug og ydelse på møllen.

Gastæt opbevaring af korn har en økonomisk fordel i forhold til opbevaring i stålsilo eller på planlager [5], fordi kornet normalt ikke skal tørres efter høst og at høstdagene kan vare længere. En ulempe ved gastæt opbevaring er dog, at formalingen af kornet er vanskeligere, og specielt efter høsten i 2011 blev der lagt korn i gastætte siloer med højt vandindhold. Det er derfor relevant at undersøge, om formalingsmøllerne på det danske marked kan formale det gastætte korn tilstrækkeligt fint, samt hvad formaling af gastæt korn betyder for energiforbrug og kapacitet på møllen.

Formålet med undersøgelsen var at teste de nuværende formalingsmøller til hjemmeblendere på det danske marked. I testen blev undersøgt formalingsgrad, energiforbrug og ydelse på møllen. Møllerne blev testet både med lagerfast korn og gastæt opbevaret korn.

Materiale og metode

Undersøgelsen blev udført i firmaet Skiolds testhal i Sæby. Her kunne møllerne afprøves under ensartede betingelser og der kunne anvendes korn fra samme parti til de forskellige test.

Der blev afprøvet seks formalingsmøller og der blev brugt én testdag pr. mølle. Hver mølle blev testet med lagerfast byg og hvede, samt med gastæt hvede, hvor det var forventet, at vandprocenten lå på 19 – 20 pct. Firmaerne havde til opgave at formale korn efter følgende plan:

Tabel 1. Kornart, formalingskrav og testmængder.

Korn	Krav til partikelfordeling	Testmængde
Byg, lagerfast	50 % under 1 mm	500 kg
Byg, lagerfast	65 % under 1 mm	500 kg
Byg, lagerfast	80 % under 1 mm	1.000 kg
Hvede, lagerfast	80 % under 1 mm	1.000 kg
Hvede, gastæt	80 % under 1 mm	1.000 kg

Byg blev formalet ved tre formalingsgrader, hvilket var for at undersøge udviklingen i energiforbruget og kapaciteten på møllerne, når formalingen blev gjort finere. Som det fremgår af tabel 1, blev der anvendt en testmængde på ca. 1.000 kg ved de fine formalinger, hvilket var for at belaste møllerne med en større formalingsmængde, når de samtidig havde den vanskeligste formaling. Specielt ved formaling af gastæt hvede var det forventningen, at formalingsmængden kunne have betydning for energiforbruget og kapaciteten på møllen.

Firmaerne blev bedt om at opstille en mølle i testhallen, som de ville sælge til en svineproducent med 5.000 slagtesvin på stald, svarende til formaling af ca. 12.000 kg korn og sojaskrå pr. dag med en drifttid på ca. 8 timer. Firmaerne blev enige om, at alle møller skulle være forsynet med en 22 kW motor, da motorens størrelse har betydning for møllens kapacitet og specifikke energiforbrug. I nedenstående tabel er angivet, hvilke møller, der blev testet og i appendiks 1 - 6 er de afprøvede møllers tekniske data vist.

Tabel 2. De seks afprøvede møller.

Fabrikat	Skiold	President	Moderne Kornbehandling	Øgendahl Maskinfabrik	Big Dutchman	Skiold
Mølle	DM 6	4 KSG	EU 20	TS 40	MBM	SK 5000
Type	Hammer	Hammer	Hammer	Hammer	Hammer	Skive
Sold	Plade	Plade	Tråd	Tråd	Plade	--

Da to firmaer valgte at anvende trådsold i testen blev der kørt en ekstra test ved fin formaling på Skiolds hammermølle med lagerfast byg og hvede, hvor der blev anvendt trådsold i stedet for pladesold. Dette blev gjort for at undersøge, om energiforbrug og kapacitet var den samme på trådsold som på pladesold.

Lagerfast byg og hvede til formalingstesten blev indkøbt fra Danish Agro i Dronningelund, hvor det blev opsækket i 500 kg's bigbags og vejjet. Kornet blev sendt igennem Videntcenter for Svineproduktions mobile prøveudtager under opsækningen og der blev derved udtaget en prøve fra hver bigbag efter TOS-princippet (Theory of sampling) [6]. Prøveudtageren kan indstilles til med

bestemte tidsintervaller, fx hvert sekund, at tage et tværsnit af den lodrette materialestrøm, der løber igennem prøveudtageren. Prøverne blev neddelt og indsendt til Eurofins til analyse for vand, træstof og tusindkornsvægt. De opsækkede bigbags blev fordelt tilfældigt imellem de seks formalingsmøller i testen.

Gastæt hvede til formalingstesten blev indkøbt fra en landmand, hvor der blev opsækket i to 500 kg's bigbags og vejjet. Da der blev anvendt én testdag pr. mølle blev det gastætte korn opsækket om morgenen inden hver testdag, således at alle møller blev testet på frisk udtaget gastæt korn. I testhallen blev kornet sendt igennem den mobile prøveudtager og der blev udtaget en prøve fra hver bigbag. Denne prøve blev ligeledes neddelt og indsendt til Eurofins til analyse for vand, træstof og tusindkornsvægt.

Møllerne blev opstillet over en grav i testhallen. Kornet blev ophængt over møllen og doseret til møllen via en frekvensstyret fødesnegl, således at firmaet selv kunne justere hastigheden. Der blev ophængt to bigbags samtidigt ved testene med 1.000 kg, således at testen kunne forløbe uden afbrydelse. Det formalede korn blev fra møllen afleveret i graven og ført op via en elevator, således at det kunne sendes igennem VSP's mobile prøveudtager og der blev udtaget en prøve fra hver formalingsgrad efter TOS-princippet. Den udtagne prøve blev neddelt og formalingsgraden blev testet med et elektrisk sigteapparat (Retsch-sigte). Retsch-sigten finder en større andel af partiklerne under 1 mm end den manuelle Bygholmsigte [4] og tallene kan derfor ikke direkte overføres til Bygholmsigtens sigteprofil. Fordelen ved Retsch-sigten er, at resultatet er meget konstant, dvs. ikke afhænger af personen, der betjener apparatet. Der blev lavet to sigtninger pr. formaling. Det formalede korn blev opsamlet i bigbags og temperaturen blev målt med et korntermometer cirka midt i bigbag'en umiddelbart efter formalingen. Temperaturen blev aflæst indtil den ikke steg yderligere.

Under formalingen blev strømforbruget målt af EnergiMidt A/S og EnergiNord A/S, som loggede møllernes strømforbrug hvert femte sekund. Hvis der blev anvendt sugefilter til møllen blev energiforbruget til dette filter medtaget i strømforbruget. Endvidere blev tidsforbruget til formalingen målt, således at møllens kapacitet ved de forskellige kornarter og formalingsgrader kunne beregnes.



Foto 1. Opstilling i testhal (Videncenter for Svineproduktions mobile prøveudtager nederst til højre i billedet).

Statistik

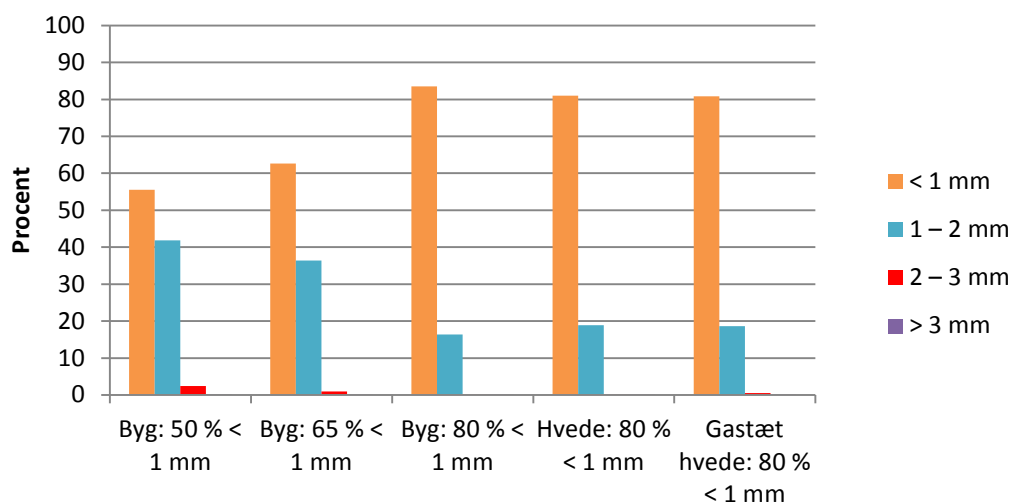
Undersøgelsen var ikke dimensioneret til at foretage statistisk bearbejdning af data, og data afrapporteres derfor beskrivende.

Resultater og diskussion

Analyserne af vandprocent, træstofindhold og tusindkornsvægt i det anvendte korn er opgjort i appendiks 1 – 6 for de enkelte møller.

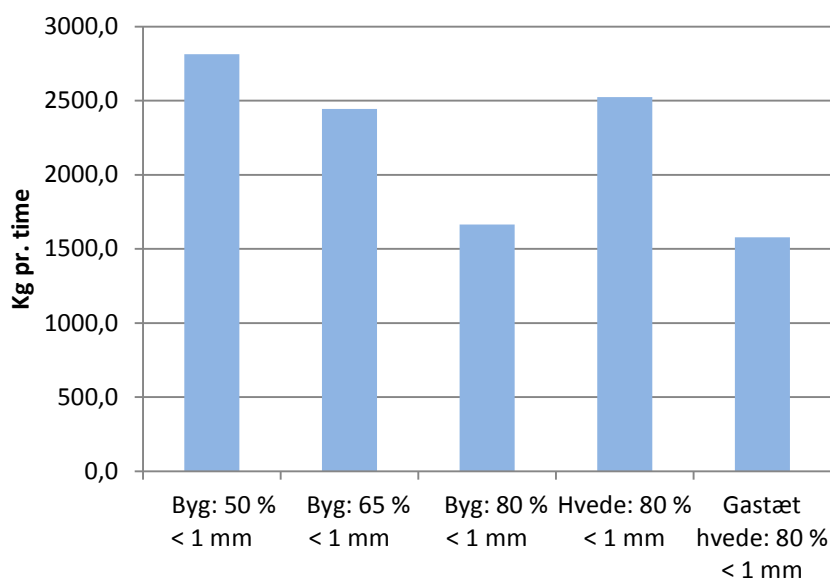
Gennemsnittet af resultaterne af sigteprofil, energiforbrug og kapacitet fra de seks møller i testen er illustreret i figur 1 – 3, og i appendiks 1 – 6 samt i figur 4 er de opnåede resultater for den enkelte mølle opgjort.

Sigteprofil



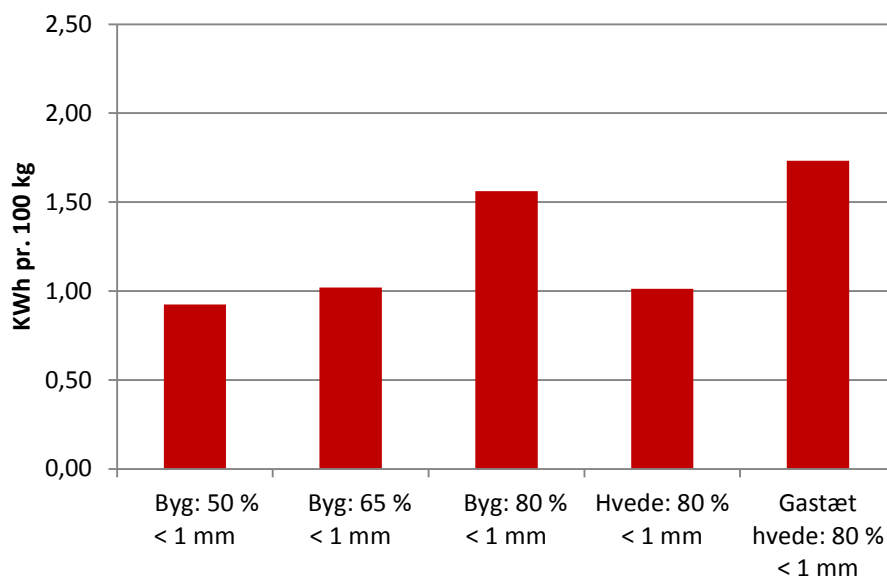
Figur 1. Formalingsgrad (gennemsnit af alle møller).

Af figuren ses, at byg i gennemsnit blev formalet lidt for fint ved den ønskede formalingsgrad på 50 pct. under 1 mm, mens det blev formalet lidt for groft ved formalingsgraden 65 pct. under 1 mm. Afstanden imellem formalingsgraden på de to ”grove” test på byg blev altså ikke som ønsket 15 procentenheder, men i gennemsnit kun 7 procentenheder. Ved den fine formaling blev den ønskede formalingsgrad opnået i gennemsnit for møllerne.



Figur 2. Kapacitet (gennemsnit af alle møller).

Fin formaling af byg og gastæt hvede gav de laveste kapaciteter på møllerne, men alle møller kunne opfylde de opstillede krav til kapacitet.

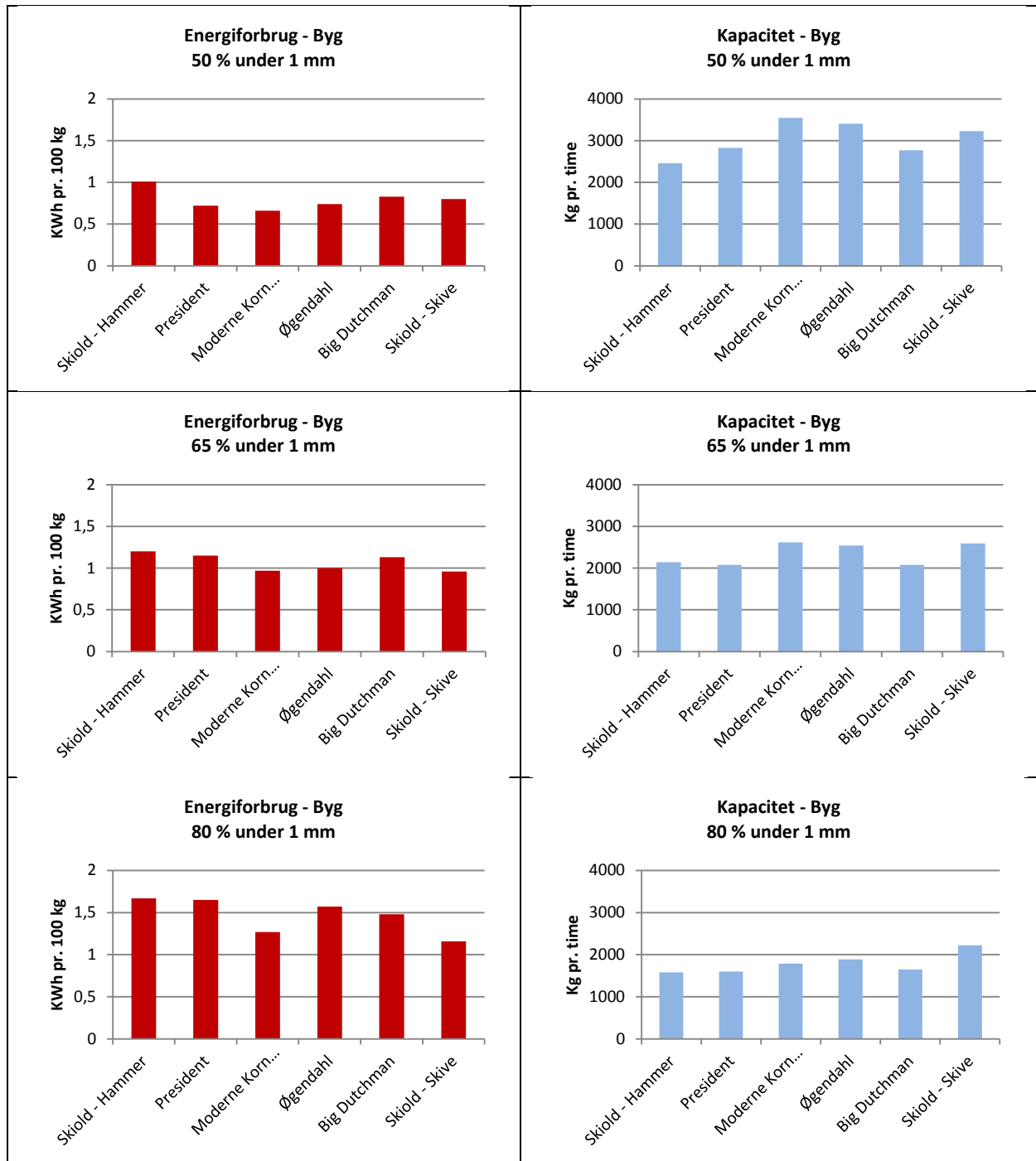


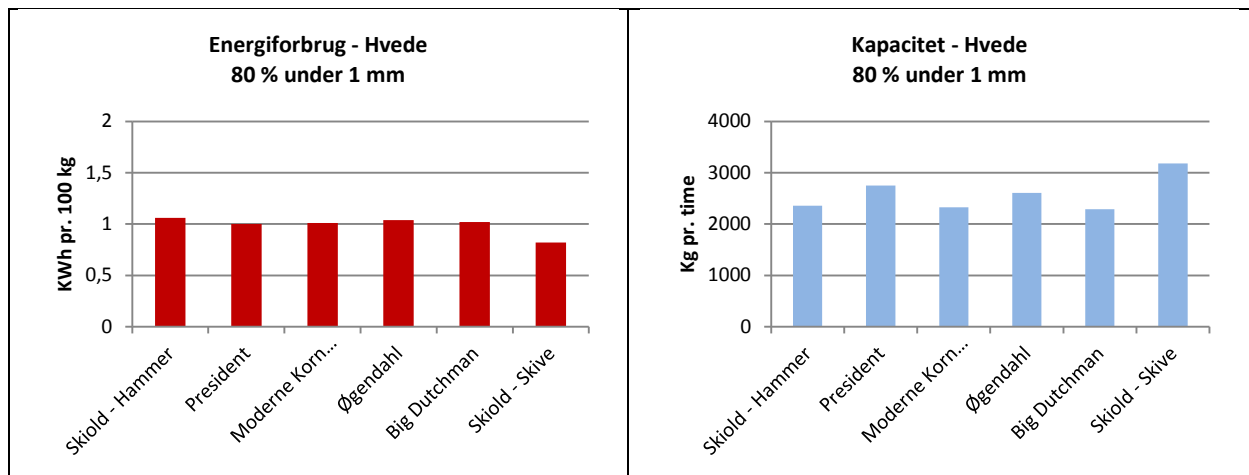
Figur 3. Energiforbrug (gennemsnit af alle møller).

Der blev opnået et energiforbrug på i gennemsnit 1,01 kWh pr. 100 kg lagerfast hvede ved en formaling, hvor i gennemsnit 81 pct. af partiklerne var under 1 mm. Det ses af figur 3, at ved den fine formaling af byg og gastæt hvede blev der anvendt mere energi til formalingen end til fin formaling af lagerfast hvede. Ved at sammenholde figur 2 og 3 ses, at der er pæn sammenhæng imellem møllernes kapacitet og deres energiforbrug. Det gastætte hvede havde et vandindhold på i gennemsnit 18,4 pct. over de seks testdage, men varierede fra 17,5 til 19,5 pct. Man kan derfor ikke sammenligne møllernes resultater indbyrdes ved formalingen af det gastætte hvede.

Møllerne

Specielt ved den fine formaling af byg var der forskel mellem møllerne på den opnåede formalingsgrad og den varierede fra 74 pct. til 89 pct. af partiklerne under 1 mm, mens den for hvede kun varierede fra 78 pct. til 86 pct. under 1 mm. I figur 4 nedenfor er de opnåede resultater på møllerne derfor interpoleret til samme andel af partikler under 1 mm (tallene i parentes i appendiks 1 – 6), dvs. enten 50 pct., 65 pct. og 80 pct. under 1 mm for byg. Interpolationen er lavet ud fra hældningen på den bedste rette linje igennem møllens målepunkter på byg. Hvede er interpoleret ud fra den relative forskel til byg ved fin formaling. Formalingen af den gastætte hvede er ikke illustreret, da de store forskelle i kornets vandindhold fra dag til dag ikke giver et rimeligt sammenligningsgrundlag.





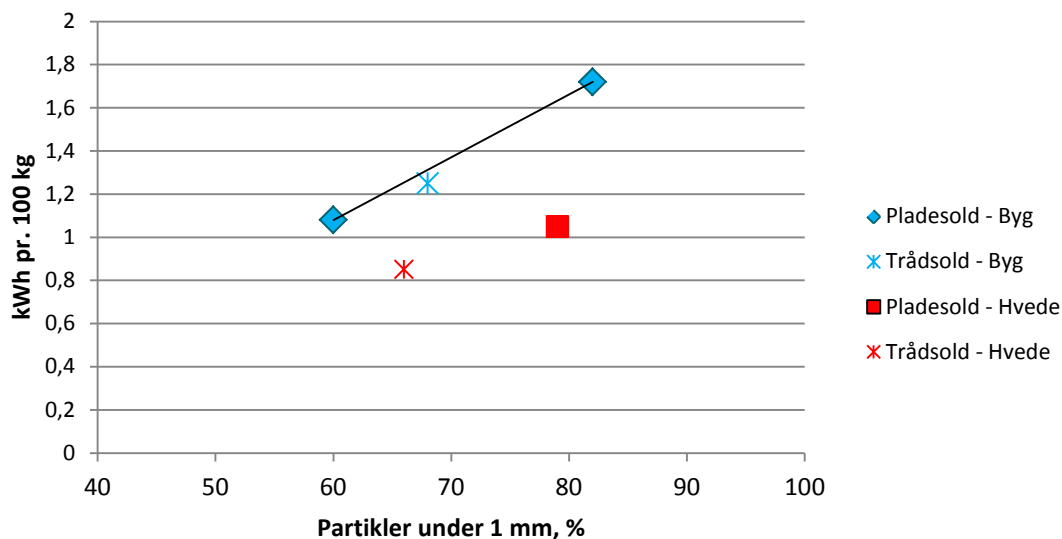
Figur 4. Energiforbrug og kapacitet målt på de enkelte møller ved forskellige formalingsgrader (interpolerede værdier).

Der var kun små forskelle på møllernes energiforbrug og kapacitet, men overordnet viste møllerne fra Moderne Kornbehandling, Øgendahl og Skiold (skivemølle) det laveste energiforbrug og den højeste kapacitet ved de to grovere bygformalinger. Ved den fine bygformaling viste møllerne fra Moderne Kornbehandling og Skiold (skivemølle) det laveste energiforbrug og Skiold (skivemølle) den højeste kapacitet. Ved den fine formaling af hvede lå hammermøllerne på næsten samme energiforbrug, mens skivemøllen fra Skiold havde cirka 20 pct. lavere forbrug og en højere kapacitet.

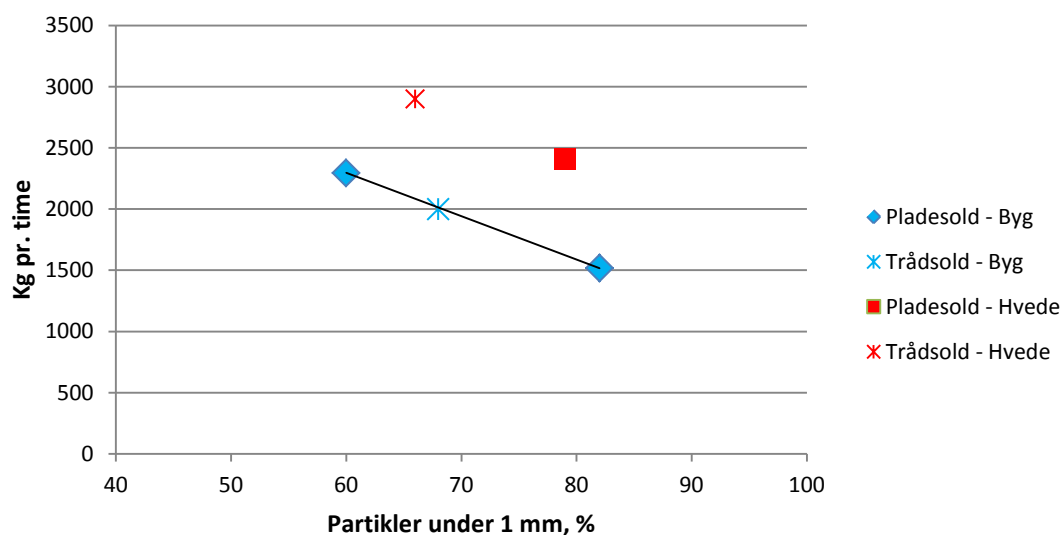
Trådsold kontra pladesold

Firmaerne Moderne Kornbehandling og Øgendahl anvendte trådsold til deres hammermøller, mens de øvrige tre firmaer anvendte pladesold. Lysningsarealet er større i trådsold, da hullerne kun er adskilt af en tråd, mens der er større afstand imellem hullerne i et pladesold. Der forventes derfor en højere kapacitet ved anvendelse af trådsold, men til gengæld forventes samtidig en forringet holdbarhed, særligt ved de fine soldstørrelser, da materialetykkelsen er lille.

Der blev derfor kørt en ekstra test med Skiolds hammermølle for at undersøge, om trådsold forbedrede møllens energiforbrug og kapacitet. Der blev anvendt et 2 mm trådsold (tredelt) og der blev formalet 1.000 kg byg samt 500 kg hvede. I figur 5 og 6 er energiforbrug og kapacitet for formalingen med trådsoldet illustreret sammen med resultaterne fra pladesoldet, hvor der ved den fine formaling også blev anvendt et 2 mm sold. Det ses, at der ikke blev opnået samme fine formaling med trådsoldet som ved den fine formaling med pladesoldet. I et trådsold vil et 2 mm firkantet hul (sidelængde) have større åbningsareal end et 2 mm rundt hul (diameter) i et pladesold. Derfor bliver formalingen grovere med et 2 mm trådsold i forhold til et 2 mm pladesold.



Figur 5. Energiforbrug ved pladesold og trådsold.



Figur 6. Kapacitet ved pladesold og trådsold.

Det ses ved formalingen af byg med pladesold, hvor den fine og mellemfine formaling er illustreret, at resultaterne fra trådsoldet ligger stort set på linjen imellem de to punkter fra pladesoldene. Trådsold ser derfor ikke ud til at ændre energiforbrug og kapacitet ved samme formalingsgrad, men trådsold skal være i mindre dimension end pladesold for, at der opnås samme formalingsgrad som med pladesold.

Formaling af byg kontra hvede

Moderne kornbehandling valgte at formale byg og hvede på hvert sit sold ved den fine formaling.

Ligeledes blev der valgt forskellig skiveafstand på Skiolds SK 5000 ved fin formaling af henholdsvis

byg og hvede. I sammenligningen af formalingen af byg i forhold til hvede er derfor kun medtaget energiforbrug og kapacitet fra hammermøllerne fra firmaerne Skiold, President, Øgendahl og Big Dutchman, hvor der blev anvendt samme soldstørrelse til byg og hvede.

Tabel 3. Resultat for lagerfast byg og hvede ved fin formaling.

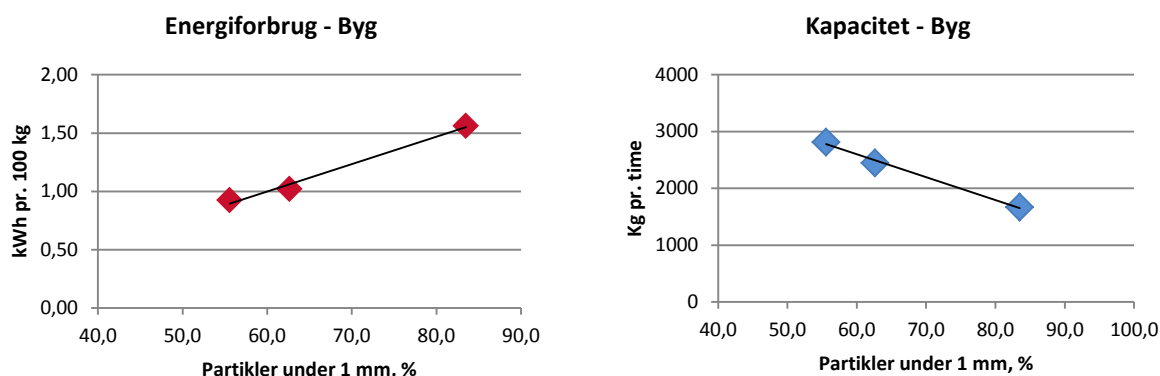
	Vand, %	Formaling,		Energiforbrug, kWh/100 kg	Kapacitet, kg/time	Temperatur efter formaling, °C
		< 0,5 mm	<1 / 1-2 / >2 mm			
Byg	13,9	48	86 / 14 / 0	1,75 (1,64) ¹⁾	1449 (1610) ¹⁾	29,7
Hvede	13,9	48	82 / 18 / 0	1,06	2503	25,5

¹⁾ I parentes er angivet bygs interpolerede energiforbrug og kapacitet ved samme formalingsgrad som hvede.

Som det fremgår af tabel 3 blev formalingen af byg lidt finere end formalingen af hvede på det samme sold. Andelen af partikler under 0,5 mm var dog ens for de to kornarter, svarende til 48 pct. af partiklerne. Formalingen af byg krævede mere energi og gav en mindre kapacitet på møllen end formalingen af hvede. Når energiforbrug og kapacitet er interpoleret til samme formalingsgrad som hvede var energiforbruget 55 pct. højere og kapaciteten 36 pct. lavere ved formaling af byg i forhold til hvede på de fire hammermøller. Hertil skal lægges den ekstra energi til snegle, kornrenser, blander mv. i foderladen, som skal køre længere tid pga. den lavere kapacitet på møllen. Samlet vurderes det, at det koster 60 – 70 øre mere pr. 100 kg at formale byg frem for hvede, når det bliver formalet ved fin formaling (1 kWh er prissat til 0,80 kr.). På grund af fordøjeligheden skal byg dog fortsat formales ligeså fint som hvede.

Energiforbrug og kapacitet ved forskellige formalingsgrader

Som tidligere nævnt blev byg formalet ved tre formalingsgrader. I figur 7 er de gennemsnitlige energiforbrug og kapaciteter ved de tre formalingsgrader illustreret.



Figur 7. Energiforbrug og kapacitet ved formaling af byg ved forskellige formalingsgrader.

Der ses en pæn lineær sammenhæng imellem formalingsgrad og energiforbrug samt formalingsgrad og kapacitet, selv om det havde været ønskeligt med en større afstand imellem de to groveste

formalingsgrader. Ud fra hældningen på linjerne, vil 10 procentenheder finere formaling (andelen af partikler under 1 mm) medføre en stigning i energiforbruget på 0,24 kWh pr. 100 kg og et fald i kapaciteten på 400 kg pr. time, når der formales byg. Møllerne blev ikke testet med hvede ved forskellige formalingsgrader, men da energiforbruget var lavere ved formaling af hvede i forhold til byg, forventes også en mindre stigning i energiforbruget, når hvede formales finere. Som nævnt vil det øvrige energiforbrug til snegle, blander mv. også være større pga. den længere formalingstid, når formalingsgraden gøres finere. Ud fra dette vurderes det at koste 40 - 50 øre pr. produceret slagtesvin i ekstra energiforbrug at formale lagerfast korn, således at der er 10 procentenheder flere partikler under 1 mm. I forhold til den forventede besparelse i foderforbrug på 0,02 - 0,05 FEsv pr. kg tilvækst pr. 10 procentenheder finere formaling [2], [3], vil udgiften til det ekstra energiforbrug kun udgøre ca. 10 pct. af foderbesparelsen ved et prisniveau på foder på 1,70 kr./FEsv.

Energiforbrug og kapacitet ved formaling af gastæt hvede

Der var ikke forskel på den opnåede formalingsgrad på lagerfast hvede og gastæt hvede (se figur 1). Alle firmaer brugte samme sold eller pladeafstand til lagerfast hvede og gastæt hvede og den gastætte hvede havde i gennemsnit en vandprocent der lå 4,5 pct. højere end den lagerfaste hvede. Moderne Kornbehandlings mølle blev testet med gastæt hvede med det højeste vandindhold (19,5 pct.), men også her blev formalingen ligeså fin som ved lagerfast hvede (se appendiks 3).

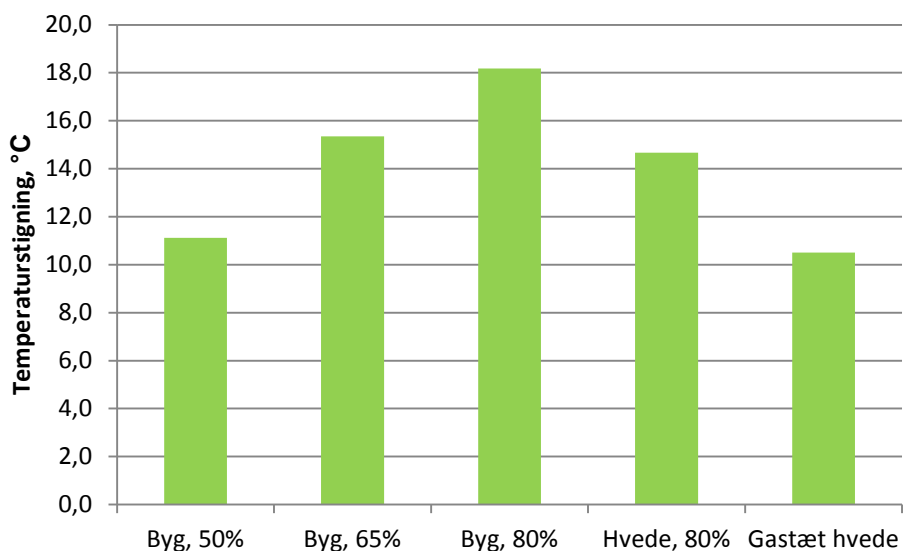
Vandprocenten varierede fra dag til dag i det gastætte hvede, og det er derfor ikke muligt at sammenligne møllerne på dette korn. På hammermøllerne lå vandprocenten på 18 – 19,5 pct. og for Skiolds skivemølle var vandprocenten kun 17,5 pct. i testkornet. De forholdsvis lave vandprocenter, sammenholdt med testmængden på 760 – 960 kg betød, at møllerne uden problemer kunne formale det gastætte korn. Ud fra datasættet på hammermøllerne steg energiforbruget med ca. 0,2 kWh pr. 100 kg og kapaciteten faldt med ca. 200 kg pr. time pr. procentenhed vandprocenten i kornet steg.

Temperatur i formalet korn

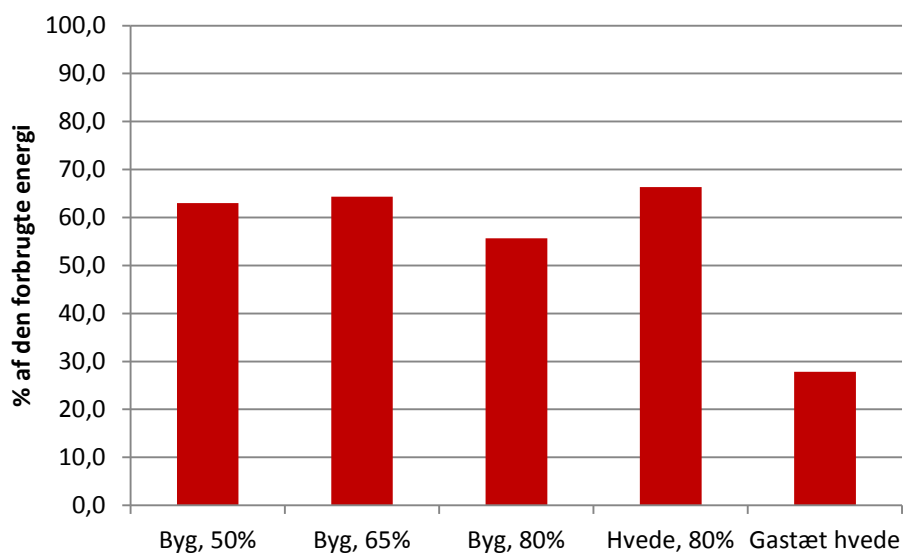
Energiforbruget til formalingen af kornet kan opdeles i følgende [7]:

- Tab af energi i lejer og motor
- Fordampning af vand fra kornet
- Opvarmning af luft gennem møllen
- Opvarmning af det formalede korn

I testen blev kornets temperatur før og efter formalingen målt. Den gennemsnitlige temperaturstigning for de seks møller fremgår af figur 8, og i figur 9 er illustreret, hvor stor andel af den forbrugte energi til formalingen, der er afsat i kornets temperaturstigning. Jævnfør [7] er kornets specifikke varmeyfælde sat til 1,6 kJ/kg pr. °C.



Figur 8. Temperaturstigning i kornet under formalingen.



Figur 9. Andel af den forbrugte energi til formalingen, der er afsat i kornets temperaturstigning.

Som det fremgår af figur 8 blev temperaturstigningen større, desto vanskeligere kornet var at formale. Af figur 9 ses at ca. 60 pct. af energiforbruget kunne genfindes i kornets temperaturstigning i det lagerfaste korn, hvilket også blev fundet i [7]. Det forventes, at ca. 25 pct. af energien tabes i lejer og motor [7], mens den resterende del (ca. 15 pct.) er gået til opvarmning af luft gennem møllen og fordampning af vand.

For det gastætte korn blev der ikke fundet ligeså stor temperaturstigning som umiddelbart forventet ud fra energiforbruget til formalingen. Temperaturstigningen af det formalede gastætte korn indeholdt således kun ca. 30 pct. af formalingens energien. Den sandsynlige forklaring til den relativt lave temperaturstigning i formalet gastæt korn er, at der i formalingen processen fordamper mere vand fra

det gastætte korn, hvilket fjerner meget energi (2258 kJ/kg). Teoretisk kunne fordampning af 0,80 pct. vand fra det gastætte korn således fjerne ca. 30 pct. af formlingsenergien. Det er derfor vigtigt at fjerne luft og vanddamp fra den formalede vare, særligt når der formales gastæt korn, da der ellers er risiko for kondensdannelse og skimmelvækst i sneglerenderne, der fører den formalede vare væk fra møllen. Særligt i en kold foderlade kan der opstå problemer, da det fordampede vand hurtigt vil kondensere igen.

Energiforbrug i en foderlade

I forbindelse med denne formlingstest blev der kun målt på selve møllernes energiforbrug, og under testen af møllerne har elmotorerne til møllerne været belastet maksimalt, for at opnå det lavest opnåelige energiforbrug. Det blev gjort ved at indregulere tilførselssneglens omdrejningshastighed inden testen startede, således at motoren optog så mange ampere som muligt. Tilførselssneglen var ca. 1 meter lang og over sneglens påslag var kornet ophængt. Denne opstilling, sammenholdt med en meget ens råvare, gav en meget jævn belastning af møllen.

Transportvejene fra råvaresilo til mølle er normalt noget længere end testopstillingen og delt op i flere snegle og elevatorer. Endvidere kan råvaren, specielt ved gastæt korn, have en noget varierende flydeevne. Det bevirker ændringer i kapaciteten på transportudstyret, med efterfølgende varierende belastning af møllen. For at undgå overbelastning af møllen er transportudstyrets hastighed derfor ofte nedreguleret, således at der er en sikkerhedsmargen, der reducerer risikoen for overbelastning af møllen. Fra flere firmaer kan der leveres udstyr, der automatisk regulerer transportudstyrets hastighed i forhold til møllens ampereoptag. Dette udstyr sikrer den bedst mulige kapacitet, lavest mulige driftstid og det laveste specifikke energiforbrug til formaling. Udstyret bør altid medleveres til nye anlæg og kan i en del tilfælde eftermonteres på bestående anlæg.

I en foderlade vil også andre motorer være i drift, når møllen formaler. Det drejer sig om evt. kornrenser, fraførselssnegle, elevatorer, blander mv. Når dette sammenholdes med, at elmotorer ofte kun udnytter den tilførte el-energi med 70 – 80 pct. samt, at det udstyr, der er i drift samtidig med møllen, samlet optager næsten lige så stor effekt som selve møllen, vil energiforbruget til formaling og fremstilling af foder i praksis være op til 100 pct. større end det forbrug, der er målt i testen, hvor det jo kun er selve møllens energiforbrug, der er målt.

Konklusion

Der blev ikke fundet væsentlige forskelle på hammermøllernes energiforbrug og kapacitet. Skiolds skivemølle brugte ca. 20 pct. mindre energi og havde ca. 25 pct. højere kapacitet end de andre møller ved fin formaling (80 pct. under 1 mm) af lagerfast byg og hvede.

Energiforbrug og kapacitet afhang af formalingsgraden. Ved formaling af byg steg energiforbruget med 0,24 kWh pr. 100 kg korn og kapaciteten faldt med 400 kg pr. time, når formalingsgraden blev øget, således at der var 10 procentenheder flere partikler under 1 mm. Ud fra resultaterne vurderes det, at det vil koste 40 – 50 øre pr. produceret slagtesvin i ekstra energiforbrug at formale lagerfast korn, så der er 10 procentenheder flere partikler under 1 mm. Besparelsen i foderforbruget ved en fin formaling vil dog være ca. 10 gange større og kornet bør derfor formales så fint som det er praktisk muligt til smågrise og slagtesvin, men dog ikke så fint, at det giver et uacceptabelt højt niveau af maveforandringer.

Det krævede 55 pct. mere energi at formale byg i forhold til hvede ved den fine formaling og kapaciteten faldt med 36 pct. Det koster altså 60 – 70 øre mere pr. 100 kg at formale byg frem for hvede, når det bliver formalet ved fin formaling.

Formaling af gastæt hvede krævede mere energi end formaling af lagerfast hvede, hvilket sandsynligvis hovedsagligt skyldtes det højere vandindhold i råvaren. Ved formaling af den gastætte hvede steg energiforbruget således med 0,2 kWh pr. 100 kg og kapaciteten faldt med 200 kg pr. time pr. procentenhed vandindholdet i kornet steg.

Temperaturstigningen i den formalede vare indeholdt ca. 60 pct. af formalingsenergien for det lagerfast korn, men kun ca. 30 pct. af formalingsenergien for det gastætte korn. Det forventes derfor, at en stor del af formalingsenergien fjernes via fordampning af vand fra det gastætte korn, hvilket gør udluftning efter møllen særlig vigtig, når der formales gastæt korn.

Referencer

- [1] Sloth, N.M., P.Tybirk, J.Dahl og G. Christensen, 1998. Effekt af formalingsgrad og varmebehandling/pelletering på mavesundhed, salmonellaforebyggelse og produktionsresultater hos slagtesvin. [Meddelelse nr. 385, Landsudvalget for Svin, Danske Slagterier.](#)
- [2] Hansen, C.F. og J. Callesen, 2000. Effekt af formalingsgrad og pelletering på slagtesvins produktionsresultater og mavesundhed. [Meddelelse nr. 475, Landsudvalget for Svin, Danske Slagterier.](#)
- [3] Jørgensen, L., C.F. Hansen, H.D.Kjærsgaard, K.E.B.Knudsen og B.B.Jensen, 2002. Partikelfordelingen i melfoder til slagtesvin. Effekt på produktivitet, salmonellaforekomst og på mikrobielle og fysiske/kemiske forhold i mave-tarmkanalen. [Meddelelse nr. 580, Landsudvalget for Svin, Danske Slagterier.](#)
- [4] Fisker, B. og M.S. Schultz, 2007. Formaling af hvede, byg og sojaskrå. [Erfaring nr. 0705, Dansk Svineproduktion, DMA.](#)
- [5] Højholdt, M. og T.T. Wøyen, 2012. Økonomi ved lagring af korn. Artikel – 153, Videncentret for Landbrug.
- [6] Jørgensen, L., 2011. [Udtagning af foderprøver.](#) Viden, Videncenter for Svineproduktion, L & F.
- [7] Enervision A/S, 2008. Udvikling af nyt fødeapparat til slaglemøller. Slutrapport: F&U projekt under tilskudspuljen for år 2006, 77 pp.

Deltagere


Teknikere: Jens Ove Hansen, Per Mark Hagelskjær og Tommy Nielsen, Videncenter for Svineproduktion, L & F.

Afprøvning nr.: 1186

//NJK//

Appendiks 1

Skiold, DM6

Fabrikat	Skiold	
Type	Hammer	
Motor, kW	22	
Omdrejninger pr. minut	2920	
Malebro	1 soldsamlinger (1 eller 3-delt sold)	
Slagler, stk.	28	
Soldareal, m ²	0,25	
Soldtype	Pladesold	

Kornkvalitet

Kornart, ønsket formalingsgrad	Vand %	Træstof, %	Tusindkornsvægt, g	Prøvemængde, kg
Byg, 50 %	13,9	3,7	48	505
Byg, 65 %	13,9	4,0	48	500
Byg, 80 %	13,7	4,5	46	955
Hvede, 80 %	13,7	2,8	38	975
Gastæt hvede, 80 %	18,3	2,8	32	760

Resultater


Kornart, ønsket formalingsgrad	Formaling <1 / 1-2 / >2 mm	Sold ² (plade)	Energiforbrug kWh/100 kg ¹	Kapacitet Kg/time ¹
Byg, 50 %	57 / 41 / 2	1 x 3 mm	1,18 (1,01)	2244 (2460)
Byg, 65 %	60 / 38 / 2	3 x 3,5 mm	1,08 (1,20)	2296 (2140)
Byg, 80 %	82 / 18 / 0	1 x 2 mm 2 x 2,5 mm	1,72 (1,67)	1517 (1580)
Hvede, 80 %	79 / 21 / 0	1 x 2 mm 2 x 2,5 mm	1,05 (1,06)	2412 (2360)
Gastæt hvede, 80 %	80 / 20 / 0	1 x 2 mm 2 x 2,5 mm	1,68 (1,68)	1532 (1530)

1) Tallene i parentes angiver den interpolerede værdi ved den planlagte formalingsgrad.

2) Soldet kan opdeles i tre med en malebro mellem hvert sold.

Appendiks 2

President, 4 KSG

Fabrikat	President	
Type	Hammer	
Motor, kW	22	
Omdrejninger pr. minut	2940	
Malebro	I soldsamling (1 sold)	
Slagler, stk.	32	
Soldareal, m ²	0,25	
Soldtype	Pladesold	

Kornkvalitet

Kornart, ønsket formalingsgrad	Vand %	Træstof, %	Tusindkoms-vægt, g	Prøvemængde, kg
Byg, 50 %	14,1	4,9	45	500
Byg, 65 %	13,9	3,8	48	490
Byg, 80 %	13,6	4,5	46	955
Hvede, 80 %	13,8	2,8	38	1110
Gastæt hvede, 80 %	18,0	2,9	32	840

Resultater

Kornart, ønsket formalingsgrad	Formaling <1 / 1-2 / >2 mm	Sold (plade)	Energiforbrug kWh/100 kg ¹	Kapacitet Kg/time ¹
Byg, 50 %	60 / 39 / 1	3 mm	1,03 (0,72)	2442 (2830)
Byg, 65 %	66 / 33 / 1	2,5 mm	1,18 (1,15)	2042 (2080)
Byg, 80 %	89 / 11 / 0	2 mm	1,93 (1,65)	1256 (1600)
Hvede, 80 %	86 / 14 / 0	2 mm	1,11 (1,00)	2319 (2750)
Gastæt hvede, 80 %	85 / 15 / 0	2 mm	1,93 (1,78)	1317 (1510)

¹⁾ Tallene i parentes angiver den interpolerede værdi ved den planlagte formalingsgrad.

Appendiks 3

Moderne Kornbehandling, EU 20

Fabrikat	Moderne Kornbehandling
Type	Hammer
Motor, kW	22
Omdrejninger pr. minut	2950
Malebro	Placeret øverst
Slagler, stk.	Ikke oplyst
Soldareal, m ²	0,22
Soldtype	Trådsold



Kornkvalitet

Kornart, ønsket formalingsgrad	Vand %	Træstof, %	Tusindkornsvægt, g	Prøvemængde, kg
Byg, 50 %	13,7	3,6	49	500
Byg, 65 %	13,9	4,9	47	485
Byg, 80 %	14,0	4,4	48	965
Hvede, 80 %	13,7	2,7	36	1035
Gastæt hvede, 80 %	19,5	2,7	35	840

Resultater

Kornart, ønsket formalingsgrad	Formaling <1 / 1-2 / >2 mm	Sold (plade)	Energiforbrug kWh/100 kg ¹	Kapacitet Kg/time ¹
Byg, 50 %	57 / 40 / 3	3 mm	0,80 (0,66)	3141 (3550)
Byg, 65 %	60 / 39 / 1	2,5 mm	0,87 (0,97)	2915 (2620)
Byg, 80 %	74 / 26 / 0	2 mm	1,15 (1,27)	2135 (1790)
Hvede, 80 %	82 / 18 / 0	1,5 mm	1,04 (1,01)	2496 (2660)
Gastæt hvede, 80 %	82 / 18 / 0	1,5 mm	1,94 (1,90)	1378 (1490)

¹⁾ Tallene i parentes angiver den interpolerede værdi ved den planlagte formalingsgrad.

Appendiks 4

Øgendahl, TS 40

Fabrikat	Øgendahl Maskinfabrik	
Type	Hammer	
Motor, kW	22	
Omdrejninger pr. minut	2940	
Malebro	Placeret øverst	
Slagler, stk.	40	
Soldareal, m ²	0,35	
Soldtype	Trådsold	

Kornkvalitet

Kornart, ønsket formalingsgrad	Vand %	Træstof, %	Tusindkoms- vægt, g	Prøvemængde, kg
Byg, 50 %	13,8	4,6	49	540
Byg, 65 %	14,0	3,7	48	510
Byg, 80 %	14,0	3,9	49	980
Hvede, 80 %	14,0	2,2	36	1020
Gastæt hvede, 80 %	19,2	2,3	34	840


Resultater

Kornart, ønsket formalingsgrad	Formaling <1 / 1-2 / >2 mm	Sold (plade)	Energiforbrug kWh/100 kg ¹	Kapacitet Kg/time ¹
Byg, 50 %	52 / 45 / 3	3 mm	0,80 (0,74)	3306 (3410)
Byg, 65 %	63 / 36 / 1	2,5 mm	0,94 (1,00)	2642 (2540)
Byg, 80 %	89 / 11 / 0	1,5 mm	1,83 (1,57)	1446 (1890)
Hvede, 80 %	82 / 18 / 0	1,5 mm	1,08 (1,04)	2484 (2610)
Gastæt hvede, 80 %	84 / 16 / 0	1,5 mm	2,22 (2,10)	1323 (1520)

¹⁾ Tallene i parentes angiver den interpolerede værdi ved den planlagte formalingsgrad.

Appendiks 5

Big Dutchman, MBM

Fabrikat	Big Dutchman	
Type	Hammer	
Motor, kW	22	
Omdrejninger pr. minut	2940	
Malebro	Placeret øverst	
Slagler, stk.	40	
Soldareal, m ²	0,35	
Soldtype	Pladesold	

Kornkvalitet

Kornart, ønsket formalingsgrad	Vand %	Træstof, %	Tusindkornsvægt, g	Prøvemængde, kg
Byg, 50 %	14,2	4,4	47	495
Byg, 65 %	14,2	4,2	48	485
Byg, 80 %	14,2	3,9	46	1030
Hvede, 80 %	13,9	2,4	38	1055
Gastæt hvede, 80 %	18,0	2,6	34	840


Resultater

Kornart, ønsket formalingsgrad	Formaling <1 / 1-2 / >2 mm	Sold (plade)	Energiforbrug kWh/100 kg ¹	Kapacitet Kg/time ¹
Byg, 50 %	52 / 43 / 5	3,5 mm	0,87 (0,83)	2700 (2770)
Byg, 65 %	64 / 36 / 0	2,5 mm	1,11 (1,13)	2116 (2080)
Byg, 80 %	82 / 18 / 0	2 mm	1,52 (1,48)	1578 (1650)
Hvede, 80 %	79 / 21 / 0	2 mm	1,00 (1,02)	2344 (2290)
Gastæt hvede, 80 %	79 / 21 / 0	2 mm	1,56 (1,58)	1501 (1460)

¹⁾ Tallene i parentes angiver den interpolerede værdi ved den planlagte formalingsgrad.

Appendiks 6

Skiold, SK 5000

Fabrikat	Skiold	
Type	Skive	
Motor, kW	22	
Omdrejninger pr. minut	2940	
Skive-diameter, mm	Ø455	

Kornkvalitet

Kornart, ønsket formalingsgrad	Vand %	Træstof, %	Tusindkoms-vægt, g	Prøvemængde, kg
Byg, 50 %	13,9	4,9	48	490
Byg, 65 %	14,0	3,9	48	490
Byg, 80 %	13,8	4,6	48	1020
Hvede, 80 %	14,1	2,4	36	1025
Gastæt hvede, 80 %	17,5	2,6	37	960

Resultater

Kornart, ønsket formalingsgrad	Formaling <1 / 1-2 / >2 mm	Plade-afstand	Energiforbrug kWh/100 kg ¹	Kapacitet Kg/time ¹
Byg, 50 %	56 / 43 / 1	1,4 mm	0,87 (0,80)	3041 (3230)
Byg, 65 %	63 / 36 / 1	1,25 mm	0,94 (0,96)	2657 (2590)
Byg, 80 %	85 / 15 / 0	0,9 mm	1,22 (1,16)	2057 (2220)
Hvede, 80 %	78 / 22 / 0	1,0 mm	0,80 (0,82)	3093 (3010)
Gastæt hvede, 80 %	75 / 22 / 3	1,0 mm	1,06 (1,12)	2413 (2250)

¹⁾ Tallene i parentes angiver den interpolerede værdi ved den planlagte formalingsgrad.

VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION

Tlf.: 33 39 40 00

Fax: 33 11 25 45

vsp-info@lf.dk



en del af

Landbrug & Fødevarer

Ophavsretten tilhører Videncenter for Svineproduktion. Informationerne fra denne hjemmeside må anvendes i anden sammenhæng med kildeangivelse.

Ansvar: Informationerne på denne side er af generel karakter og søger ikke at løse individuelle eller konkrete rådgivningsbehov.

Videncenter for Svineproduktion er således i intet tilfælde ansvarlig for tab, direkte såvel som indirekte, som brugere måtte lide ved at anvende de indlagte informationer.