

Testrapport: JAtrock korntørningsmodul

Henning Sjørlev Lyngvig

Landskonsulent, Maskiner og Markteknik
Plante- & MiljøInnovation

D +45 8740 6650

M +45 9117 7620

E hsl@seg.es.dk

Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.**SEGES**

Agro Food Park 15, DK 8200 Aarhus N
seg.es.dk

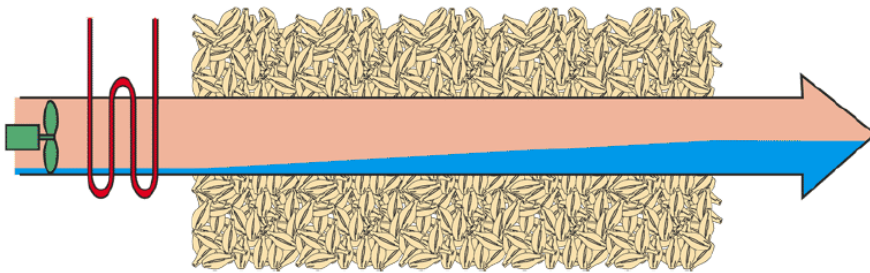
Indholdsfortegnelse

Tørningsprincipper	2
Det traditionelle tørningsprincip.....	2
JAtrock tørningsprincip	3
Formål og metode.....	4
Overvejelser i forbindelse med testen	4
Energiforbrug ved tørring af forskellige kornarter	4
Nedtørring fra forskelligt vandindhold	5
Udetemperatur og relativ fugt (RH)	5
Registreringer og opgørelse af energiforbruget	6
Konklusion og diskussion.....	7

Tørringsprincipper

Det traditionelle tørringsprincip

Ved traditionel tørring af afgrøder blæses en stor mængde luft gennem afgrøden. Luftens relative fugt og temperatur bestemmer, hvor meget fugt hver kubikmeter kan optage. I en optimal driftssituation skal luften fugtmættes op til 90-95 pct. Yderligere mætning kan resultere i, at tørreluften kondenserer, før tørreluften forlader afgrøden.



Billede 1. Tørreluften mættes ved gennemblæsning af kornet. Kilde: Dan-Corn.

Ved plantørring af korn med et vandindhold på under 20 pct. anbefales 200-300 m³ luft i timen pr. ton. Ved et vandindhold på over 20 pct. anbefales 300-400 m³ luft i timen pr. ton. Luftmængden samt en lufthastighed på 0,1 m/s skal sikre at fugten ikke kondenserer. Desuden skal blæseren kunne overvinde afgrødens modtryk.

Ved tørring i stålsiloer med omrøring er risikoen for kondensering stærkt reduceret, da kornet løbende blandes/omrøres. Derfor kan der anvendes en mindre luftmængde i niveauet 45-50 m³ luft pr. time pr. ton.

I begge tilfælde skal der under gennemsnitligt fugt- og temperaturforhold bruges stor luftmængde for at gennemføre en nedtørring. Sammenlagt kræves der en relativ stor blæseeffekt, med tilhørende elforbrug, for at fjerne den nødvendige mængde vand.

Tabel 1. Eksempler på vandmængde der skal fjernes afgrøden ved forskelligt vandindhold.

	Vandmængde der skal borttørres i afgrøden (ton)			
MÆNGDE KORN, TON	100	400	800	1.200
18-14 pct. (4 pct. nedtørring)	4,7	18,6	37,2	55,8
20-14 pct. (6 pct. nedtørring)	7,0	27,9	55,8	83,7

For at gennemføre tørringen under underoptimale forhold kan man hæve lufttemperaturen ved at tilsætte varme. Under gennemsnitlige fugt og temperaturforhold medfører opvarmning, at hver m³ tørreluft transporterer 4-5 gange mere vand ud af afgrøden. Det medfører en omkostning til olie, gas, halmfyring mv., men til gengæld spares der el pga. kortere tørretid.

Medmindre der under tørringsprocessen er høj temperatur med lav relativ fugt, viser kalkulation, at den samlede omkostning oftest ender med at blive den samme. Desuden sikres kvaliteten ved hurtig nedtørring. Derfor anbefales varmetilsætning som en generel betragtning.

JAtrock tørringsprincip

Det testede tørringssystem anvender et nyt tørringskoncept, hvor grundprincipper er, at indgangs-luften tørres med traditionel køleteknik. Som ved tilsætning af varme øger det den mængde fugt, hver kubikmeter luft kan bære ud af afgrøden. Desuden anvender en meget mindre blæser.



Billede 2. Ved monteringen erstattes stålsiloens 15 kW blæser og 80 kW oliebrænder med JAtrock enheden.

Funktionsprincipper er:

- Udeluft tages ind i luftindtaget i toppen tv. og filtreres.
- Herefter fjerner en varmeveksler varme fra luften.
- Køleteknik fjerner en del af luftens fugt.
- Den tørrede luft genopvarmes fra varmeveksleren.
- Den behandlede luft blæses ind i siloen og tager fugt med ud efter gennemgang i afgrøden.



Billede 3. Enheden koblet på silo.



Billede 4. Filter og blæser.



Billede 5. Køleanlæg.

JAtrock enhedens blæser er opgivet til en effekt på 1,44 kW.

Formål og metode

SEGES' rolle har været at dokumentere energiforbruget ved tørring med JAtrock enheden, og sammenligne dette energiforbrug med traditionel tørring. Desuden har det været prioriteret daglig at overvåge temperaturudviklingen i siloerne for at kunne gribe ind, hvis der blev risiko for afgrødeskade. Ved at sammenholde temperaturudviklingen i begge siloer er det dagligt besluttet om temperaturen faldt tilstrækkelig hurtigt i siloen med den ny tørringsteknik.

Testen er foretaget på et landbrug med 3 ens stålsiloer med omrøring. Hver silo rummer 536 m³, svarende til ca. 420 ton hvede, 380 ton byg og 300 ton havre.



Billede 6. JAtrock blev testet på en af de tre stålsiloer på hver 536 m³.

JAtrock enheden blev monteret på silo 1. Der blev monteret måleudstyr både på silo 1 (JAtrock) og silo 2 (traditionel). Silo 3 var ikke en del af testen. Der blev målt:

- Elforbrug (kWh), målt med bimålere
- Olieforbrug for silo 2 (liter), målt ved pejling
- Udetemperatur og relativ fugt (RH), hentet fra DMI's vejrstatistik for området
- Indetemperatur og relativ fugt (RH), målt under silotoppen ved afgangsluften

Overvejelser i forbindelse med testen

Der er foretaget en del overvejelser forud for testen. Ideelt set ville det have været bedst at tørre på samme kornart, høstet fra samme mark og tørret på nøjagtig samme tid. Det lader sig ikke gøre i den virkelige verden.

Energiforbrug ved tørring af forskellige kornarter

De tre siloer skulle fyldes med havre, vårbyg og rug. Det blev estimeret at havre og vårbyg er mest sammenligneligt. Det er undersøgt, om der er forskel på at tørre havre og vårbyg.

Det er der ikke fundet data for, og de fagkyndige der er kontaktet, vurderer forskellen marginal. Derfor er der ikke foretaget korrektion.

Nedtørring fra forskelligt vandindhold

Der er også overvejet, om det krævet mere energi at nedtørre fra et relativt højt vandindhold, sammenlignet med at nedtørre fra et relativt lavt vandindhold. I den forbindelse har der været kontakt med eksperter i Danmark, USA og Canada.

Det har givet modsatrettede informationer. Hvis man regner på det ud fra en betragtning om, at alle parametre (fx luftens fugtmætning) altid er ens, kræver det mere energi at foretage en 4 pct. nedtørring fra et højt vandindhold, fordi der er relativt mere vand at fjerne.

Men alle parametre er ikke ens. Ved tørring af korn med relativt højt vandindhold vil fugtmætningen pr. m³ luft være større end ved tørring af korn med relativt lavt vandindhold. Derfor kræver det mere energi at tørre relativt tørt korn. Dette svarer godt overens med brugerefaringer.

Der kan også være forskel mellem forskellige tørreriers funktionsprincip. I forhold til at træffe beslutning om hvorvidt der skal foretage korrektion af det målte energiforbrug, er det ikke er fundet brugbare data. Derfor er der sammenlagt besluttet ikke at foretage korrektion.

Udetemperatur og relativ fugt (RH)

Lufttemperaturen og RH er altafgørende for energiforbruget ved tørring. Derfor kunne der beregnes en korrektion ved forskellige forhold, fordi der ikke er tørret på nøjagtigt de samme dage.

Tabel 2. Middeltemperatur og RH i testperioden 9.-16. august 2020.

DATO	Silo 2 (traditionel)		Silo 1 (JArock)	
	Middeltemperatur, °C	Luftfugt, pct. RH	Middeltemperatur, °C	Luftfugt, pct. RH
9. august	21,7	62,5	----	----
10. august	20,4	69,1	----	----
11. august	21,1	73,9	----	----
12. august	20,5	64,5	20,5	64,5
13. august	20,4	65,4	20,4	65,4
14. august	21,0	64,2	21,0	64,2
15. august	19,8	75,1	19,8	75,1
16. august	22,6	61,4	22,6	61,4
GNS.	20,9	67,0	20,9	66,1

Som det ses i tabel 2, er den gennemsnitlige temperatur nøjagtig den samme, og den relative luftfugtighed marginal forskellig. Derfor er det besluttet ikke at foretage korrektion i det målte energiforbrug.

Vejrforholdene under testen var exceptionelt gode til korntørring. De højeste målte dagtemperaturer varierede mellem 26,6 og 30,1 °C og de laveste målte mellem 10,9 og 15,2 °C.

Registreringer og opgørelse af energiforbruget

Under fyldning af siloerne er der målt vandindhold af hvert enkelt læs korn, der er fyldt i siloerne. Den gennemsnitlige vandprocent er herefter beregnet som udgangspunkt for nedtørningsprocessen. Der er dagligt målt korntemperatur og vandhold i hver silo.

Nedtørningsprocessen er fortsat til der blev opnået et vandindhold, der efterfølgende kun krævede beluftning. Vandindholdet i siloen med JArock enheden var meget lavt fra start, så der var i princippet ikke behov for tørring, men alene beluftning. Der er alligevel foretaget en 1 pct. nedtørring for at afprøve tørringsprincippet.

Tabel 3. Registreringer i silo 2 (traditionel tørring af 387 ton vårbyg fra 16,0 pct. vand)

DATO	Korntemperatur, °C	Vandindhold, pct.	Elmåler, kWh
9. august	-----	-----	-----
10. august	32,1	14,8	-----
11. august	25,7	18,7	-----
12. august	22,0	14,2	853,81
13. august	24,0	15,4	1.245,12
14. august	22,0	13,7	1.644,24
15. august	-----	-----	-----
16. august	-----	14,5	2.352,30

Olieforbrug: 350 liter fyringsolie*

*1 liter fyringsolie svarer til 9,96 kWh

Samlet energiforbrug	5.838,3 kWh
Energiforbrug pr. ton afgrøde	15,1 kWh
Samlet fugtsænkning	1,5 pct.
Energiforbrug/ton/pct. tørring	10,1 kWh/ton/pct. tørring

Tabel 4. Registreringer i silo 1 (JArock tørring af 301 ton havre fra 14,1 pct. vand)

DATO	Korntemperatur, °C	Vandindhold, pct.	Elmåler, kWh
12. august	31,1	12,9	113,28
13. august	28,5	12,2	148,33
14. august	24,9	13,5	181,06
15. august	22,4	13,3	-----
16. august	24,5	13,1	240,08

Samlet energiforbrug	240,1 kWh
Energiforbrug pr. ton afgrøde	0,8 kWh
Samlet fugtsænkning	1,0 pct.
Energiforbrug/ton/pct. tørring	0,8 kWh/ton/pct. tørring

JAtrock enhedens opgjorte energiforbrug er ca. en tiendedel af traditionel tørring. I begge siloer er det målte vandindhold ikke lineært faldende.

Det skyldes formentligt, at opblandingen er mangelfuld i starten, men hen ad vejen bliver stadig bedre. Det er ikke givet, at opblandingen har været fuldstændig ved afslutning af tørringsforløbet. Det gælder i særlig grad for silo 1, der kun var omrørt i fem dagen ved afslutning af tørringen.

Konklusion og diskussion

JAtrock enhedens opgjorte energiforbrug er ca. en tiendedel af traditionel tørring i nabosiloen. Lufttemperaturen og den relative fugt var stort set sammenlignelig i begge scenarier. Det er undersøgt, om nedtørring fra forskellig vandprocent og tørring af forskellige kornarter udgør en forskel. Forskellen vurderes marginal under de givne forudsætninger.

Der var tilfredshed med udviklingen i tørringsforløbet med JAtrock enheden, men tørringsprocessen blev afbrudt efter fem døgn, og den oprindelige 15 kW blæser tilkoblet igen. Til dels fordi der ikke længere var et tørringsbehov, men også fordi der var usikkerhed omkring siloens temperaturudviklingen i en periode, hvor dagtemperaturerne var op til 30 °C. Det skabte tvivl om, hvorvidt der var risiko for kvaliteten af de 300 ton havre til gryn.

Det vurderes at selvom JAtrock enhedens blæserydelse var tilstrækkelig til at foretage nedtørring, kan luftydelsen være for lille at sikre nedkøling af afgrøden. Den umiddelbare vurdering er, at man i videreudviklingen af JAtrock enheden kan overveje at anvende en blæserstørrelse, der svarer til standarden ved beluftning. Ved de anvendte silostørrelser en 5,5 kW blæser.

Alternativt kan man overveje at montere en frekvensomformer på den oprindelige 15 kW blæser, for at give mulighed for trinløs regulering af blæserydelsen. Herved kan nedkøling og beluftning udføres effektivt. Man bør dog være opmærksom på, om blæserens karakteristik kan overvinde afgrødens modtryk ved lave blæseromdrejninger.

Under testforløbet havde vi exceptionelt gode vejrforhold med en gennemsnitlig døgntemperatur på 21 °C, og 66-67 pct. RH. Det betød også, at tørringsbehovet var lille. Det blev drøftet, om enheden i virkeligheden ville komme bedst til sin ret, hvis luftens relative fugt havde været mindre gunstig, fordi der så ville være mere fugt i tørreluften at trække ud.

Det er spekulativt, og kan kun understøttes ved en ny test under andre vejræssige forhold, og hvor kornet har et større tørringsbehov.