

**RI.
SE**

Energianvändning i spannmålstorkning

HUGO WESTLIN

RISE JORDBRUK & TRÄDGÅRD



Medfinansieras av
Europeiska unionen



RI.
SE



Jordbruk och livsmedel

Vi fokuserar på livsmedelskedjan

Varför torka spannmålen?

- Förhindra tillväxt av skadliga mikroorganismer (mögel)
- Alternativa konserveringsmetoder
 - Kyllagring
 - Syrakonservering
 - Lufttät lagring

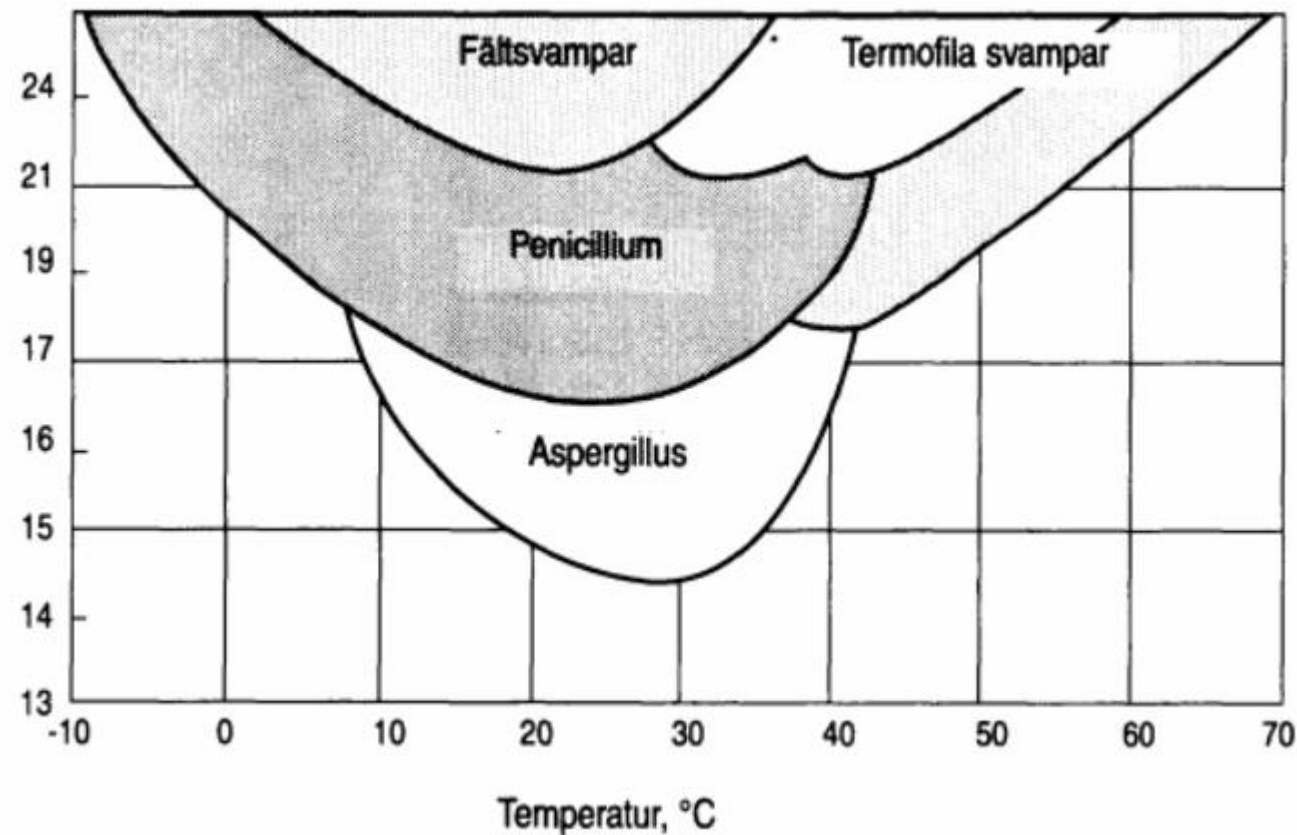


Översikt metoder för konservering och lagring av spannmål

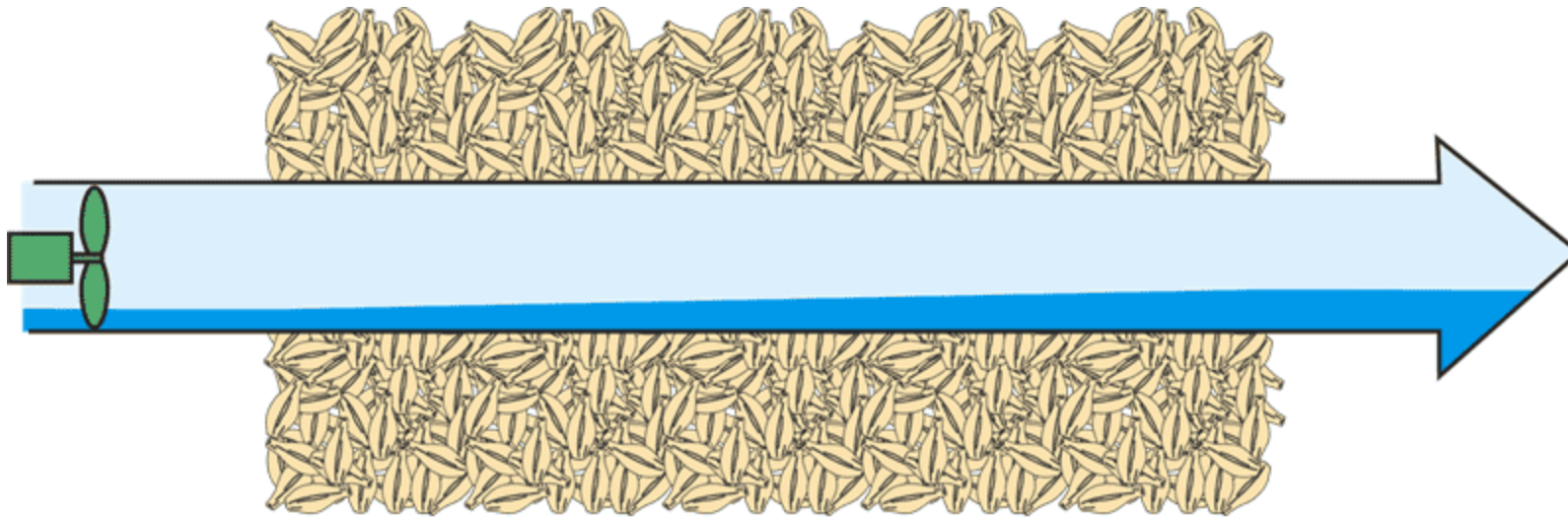
Metod	Princip för att hämma mikroorganismer	Vanlig vattenhalt vid lagring (%)	Kommentar
Torkning	Låg vattenhalt	Ca 13 – 16	Luftning (kylning) kan krävas under lagring
Alternativa metoder, alternativ till torkning			
Kylning	Låg temperatur	upp till 17	Artificiellt kyld luft, ofta i kombination med torkning till 17 %
Ensilering	Lågt pH-värde	över 25-30	Minsta vattenhalt för ensileringsprocessen
Syrabehandling	Kemisk avdödning	upp till 15 -25	Endast propionsyra
Lufttät lagring	Fritt från syre	17-22	Även i kombination med syrabehandling

Säker lagring temp/vh

Ungefärlig vh, % korn



Torkteori



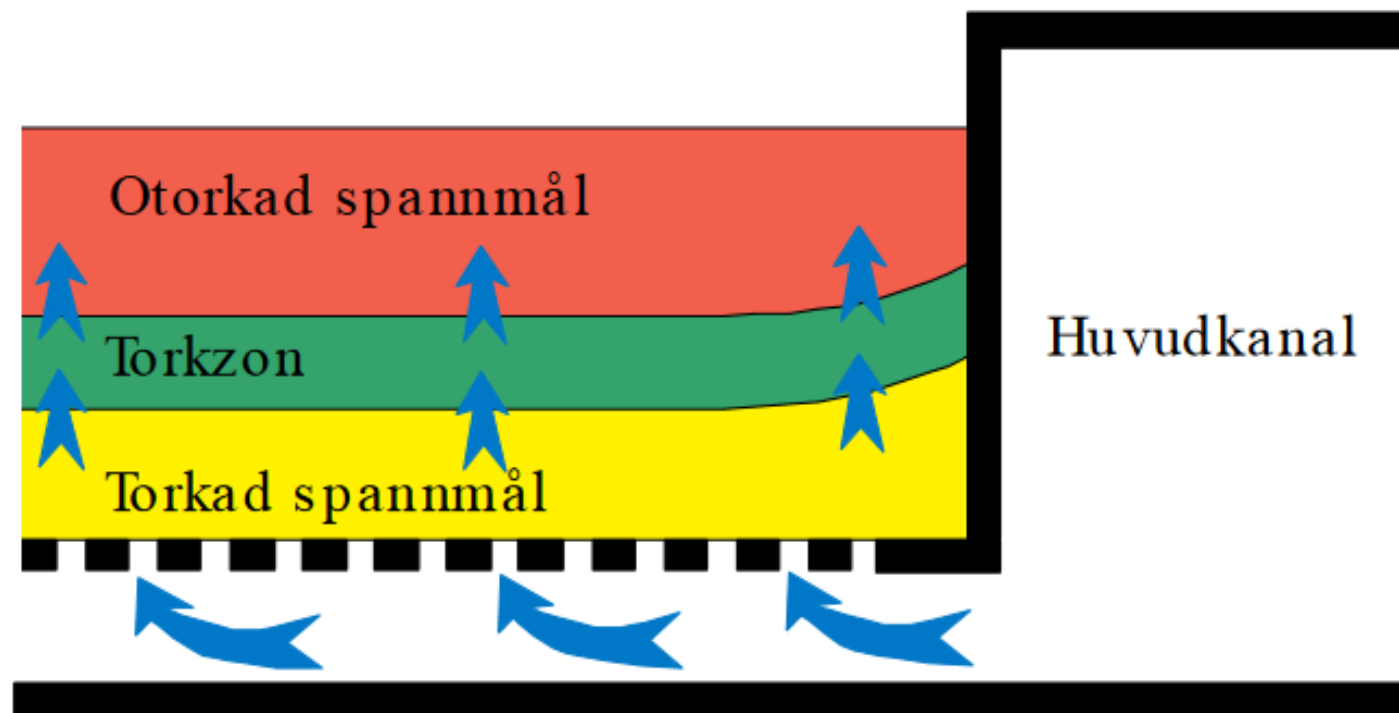
Luften används för att transportera bort vatten

Jämvikter

Luftfuktighet RF % och motsvarande vattenhalt %

RF %	90	80	70	65	50
Vattenhalt % Vete	20	17	15	14	12
Vattenhalt % Raps	12	9	8	7	6

(Efter Bala B.K. 1997)



Bildkälla: JTI Rapport 432

Tillgänglig tid

Temperatur °C	Tillgänglig tid, dagar, vid skördevattenhalt % (höstvete)					
	17,0	18	20	22	24	26
25	15	9	4	2,5	1,7	1,3
20	26	15	7	4	3	2,5
15	50	30	11	8	5	4
10	100	56	23	12	8	6,5

Antal dagar innan skördad spannmål måste vara torkad till 14 %.

Efter angiven tid finns betydande risk för mögeltillväxt, om än inte synlig för blotta ögat.

Källa Nils Jonsson Uppdatering av Gårdens Spannmålstork 2006

Mängd vatten att torka bort

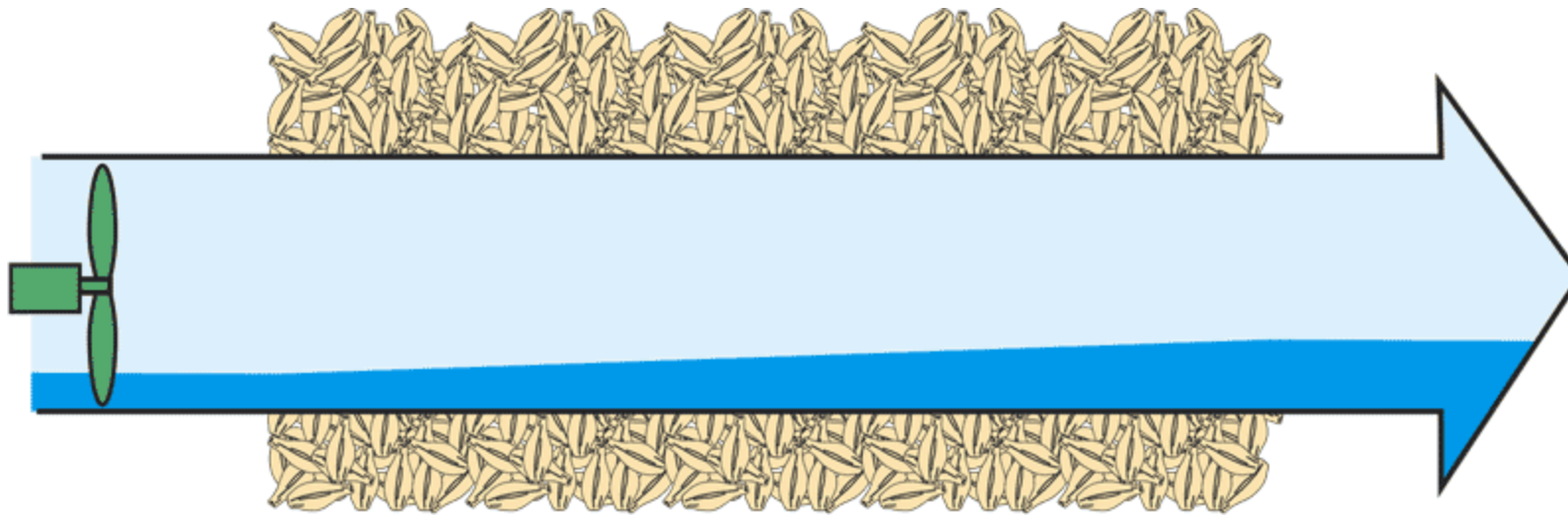
	Mängd vatten (ton) att torka bort för olika spannmåls mängder			
	Spannmåls mängd (ton)			
Vattenhalt, %	100	400	800	1200
18-14	4,7	18,6	37,2	55,8
20-14	7	27,9	55,8	83,7

Tidsåtgång (dygn) för att torka 400 ton spannmål från 18 till 14 % vh

	Augusti		September		Oktober	
	Medel	Sämst	Medel	Sämst	Medel	Sämst
Vattenupptagande förmåga, g/m ³	1,7	1,0	1,2	0,7	0,7	0,4
Tid för att torka 400 ton spannmål (dygn)	13	21	18	31	31	54

Förutsättningar; Silo 13 m diameter (900 m³) Fläkt HL 25

Torkteori

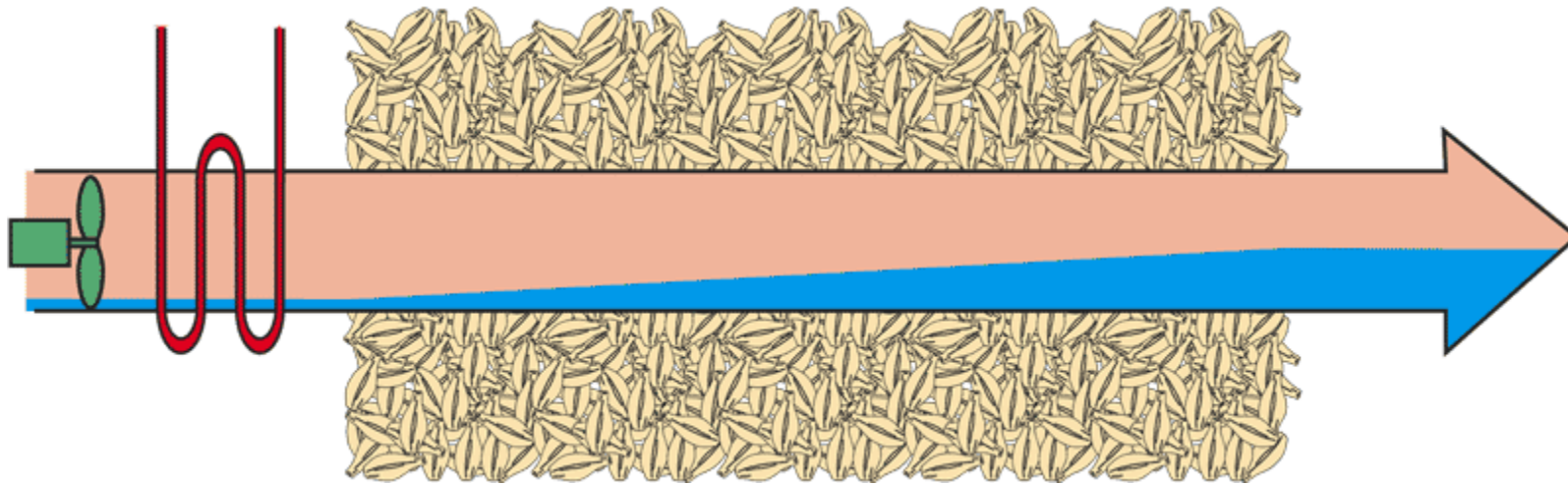


Ökat luftflöde ökar torkningskapaciteten

Luftens vattenupptagande förmåga dagtid och möjliga slutvattenhalter vid kalluftstorkning utan tillsatsvärme

	Augusti		September		Oktober	
	Medel	Sämst	Medel	Sämst	Medel	Sämst
Vattenupptagande förmåga, g/m ³	1,7	1,0	1,2	0,7	0,7	0,4
Slutvattenhalt vete, %	13,5	16,0	15,0	17,0	17,5	18,5

Torkteori

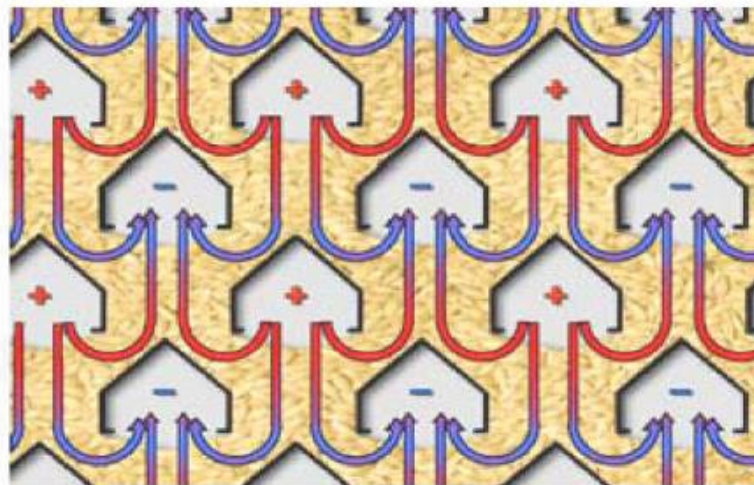


Högre torkluftstemperatur ger ytterligare högre torkkapacitet

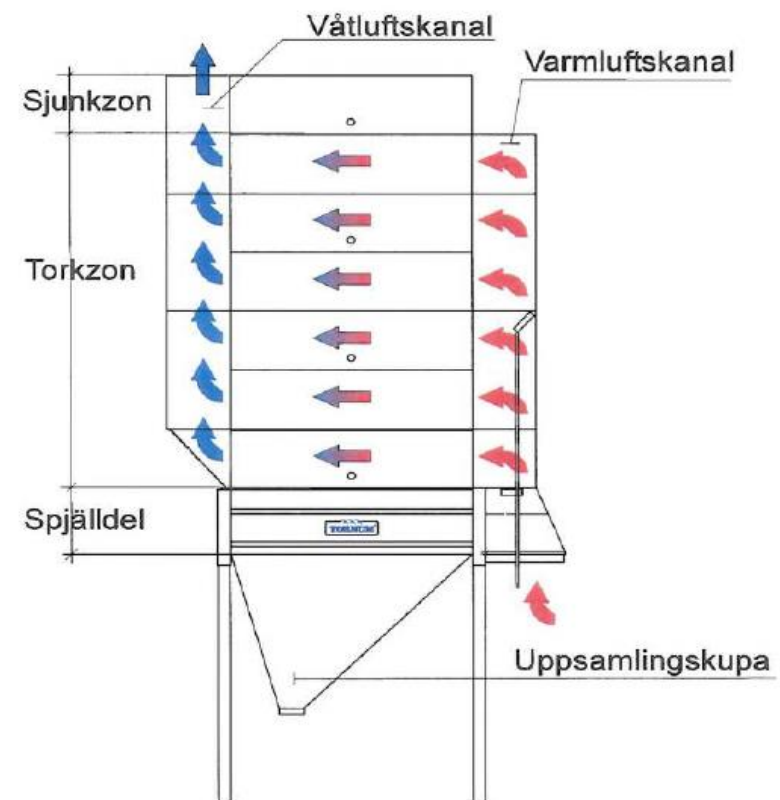
Torkkapacitet

	47 kg vatten skall torkas bort från 1 ton spannmål (18 – 14 %)		
Lufttemperatur	Vattenupptagan de förmåga (g/m ³)	Kapacitet vid 150 m ³ /h (g/h)	Kapacitet vid 1 000 m ³ /h (g/h)
Torkning med kalluft	1,3	195	1 300
Torkning med 65 C	16,2	2 430	16 200
Torkning med 85 C	19,8	2 970	19 800

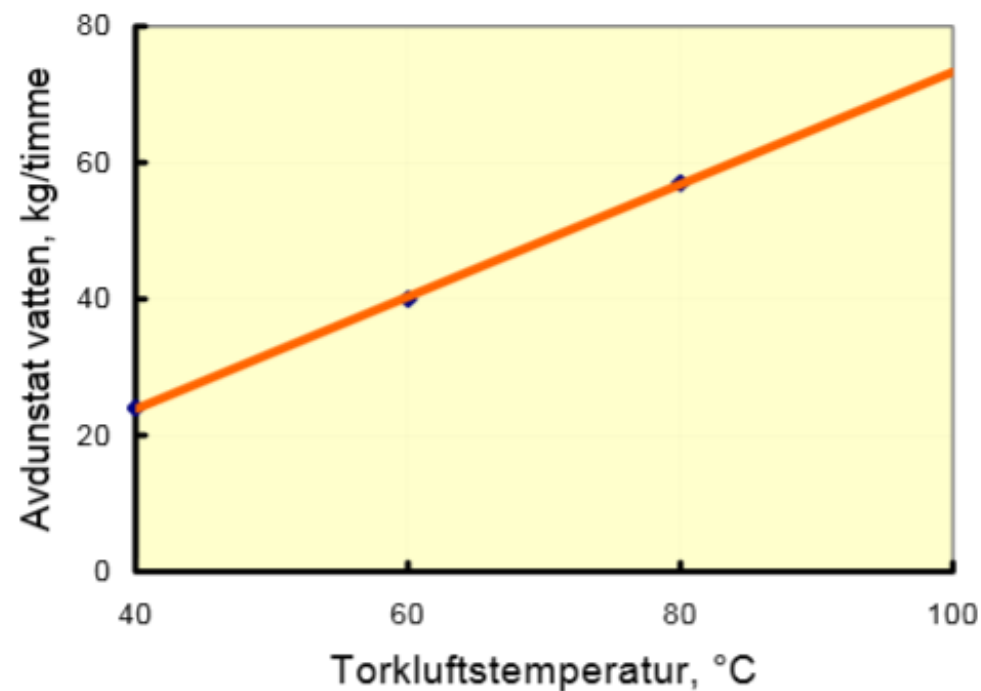
Omgivande luft 20 C och 65%



Bildkälla: Tornum AB



Torkluftstemperatur



Bildkälla: Nils Jonsson RISE

Torkluftstemperatur

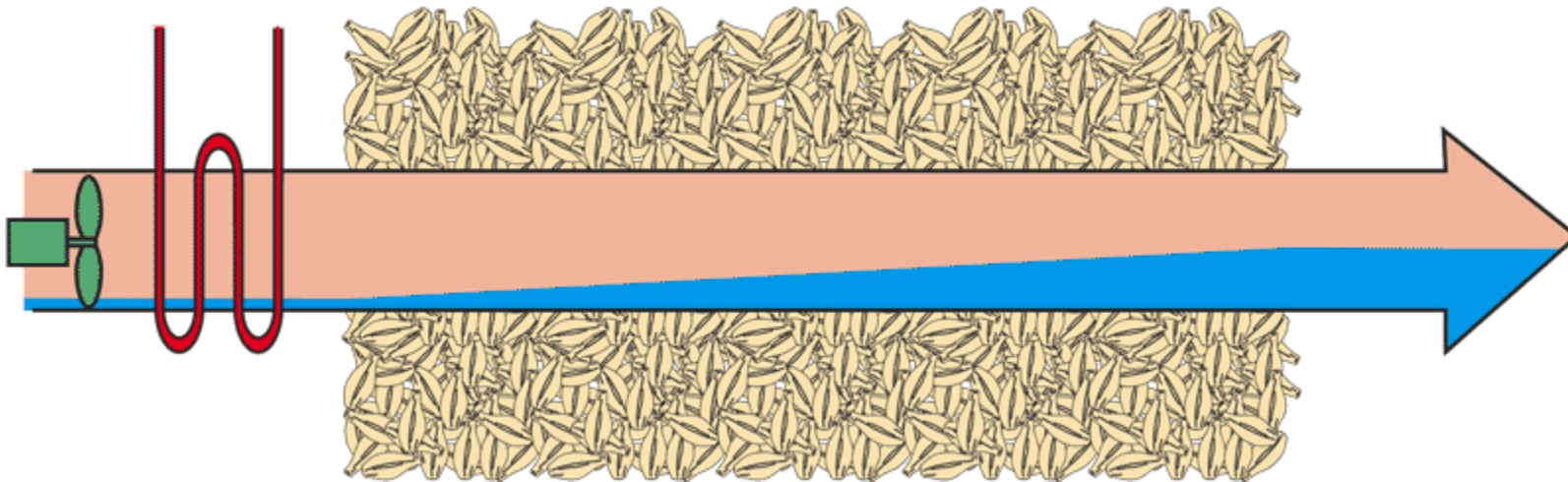
	Vattenhalt (%)	Maximal spannmålstemperatur (°C)
Malkorn och utsäde	Under 24	49
	Över 24	43
Kvarnvet	Under 25	66
	Över 25	60
Foderspannmål		82 - 104

Torktyp	Maximal torkluftstemperatur (°C) vid skördevattenhalt		
	20 %	25 %	30 %
Kont. balktork, cirkulationstork	65	60	55
Kont. schakttork, satstork	60	55	50

Källa: McLean 1989, Jonsson 2006

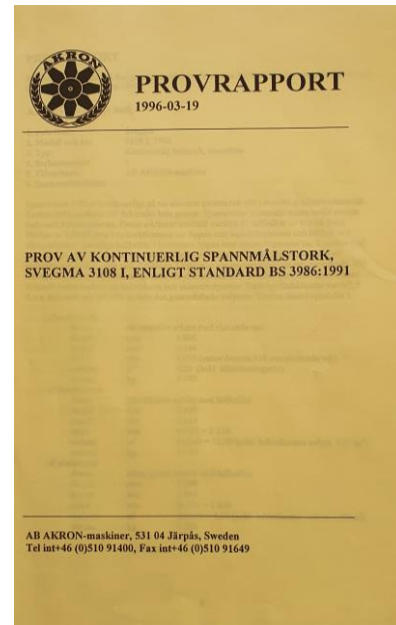
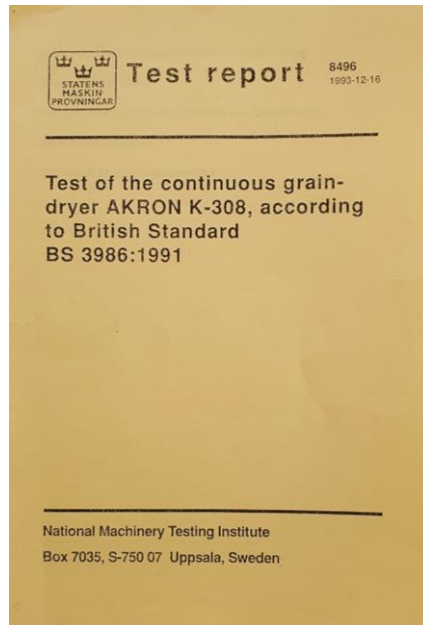
Energianvändning

- För att förånga vatten åtgår 2,45 MJ/kg H₂O vid 21 °C (0,68 kWh/kg H₂O)
- Motsvarande siffra för att förånga vatten ur vete är 2,61 MJ/kg vid 21 °C och 20 % vattenhalt (0,73 kWh/kg H₂O)



Energianvändning

- För att förånga vatten åtgår 2,45 MJ/kg H₂O vid 21 °C (0,68 kWh/kg H₂O)
- Motsvarande siffra för att förånga vatten ur vete är 2,61 MJ/kg vid 21 °C och 20 % vattenhalt (0,73 kWh/kg H₂O)



4,2 MJ /kg H₂O
1,17 kWh/kg H₂O

Energianvändning

- Tumregel användning
 - 18,5 kWh per ton torkad spannmål och nedtorkad %
 - 1,3 – 1,5 kWh per kg borttorkat vatten

	Mängd vatten (ton) att torka bort för olika spannmåls mängder			
	Spannmåls mängd (ton)			
Vattenhalt, %	100	400	800	1200
18-14	4,7	18,6	37,2	55,8
20-14	7	27,9	55,8	83,7



Fältdrift 65-80 liter/ha



8 ton spannmål/ha med
6 % nedtorkning ger
motsvarande 90 liter/ha

Antal företag med hötorkar respektive spannmålstorkar

	2018	2013	2007	2002	1988
Hötork		15 934	24 264	31 101	40 311
Spannmålstork med varmluft	5 973	7 368	8 837	10 302	9 424
Spannmålstork med kalluft	6 447	13 203	19 918	23 864	37 970

Enligt Energimyndigheten drevs 4 020 st av varmluftstorkarna med eldningsolja under 2018 liksom 486 st av kalluftstorkarna

Källa: Energianvändning inom jordbruket 2013, Energimyndigheten 2014
Energimyndighetens statistikdatabas 2018

Hur tillverkare anger kapacitet

- Kapaciteten på en tork brukar anges i ton per timme, nedtorkning från 20 till 16 % vattenhalt.
Egentligen är det 20-16,7 %
 - 1 ton 20 % (200 kg vatten) vara torkas till 16 % (160 kg vatten) dvs 40 kg vatten torkas bort
 - Kvar är 960 kg med 160 kg vatten (160/960) vilket ger 16,7 % vattenhalt

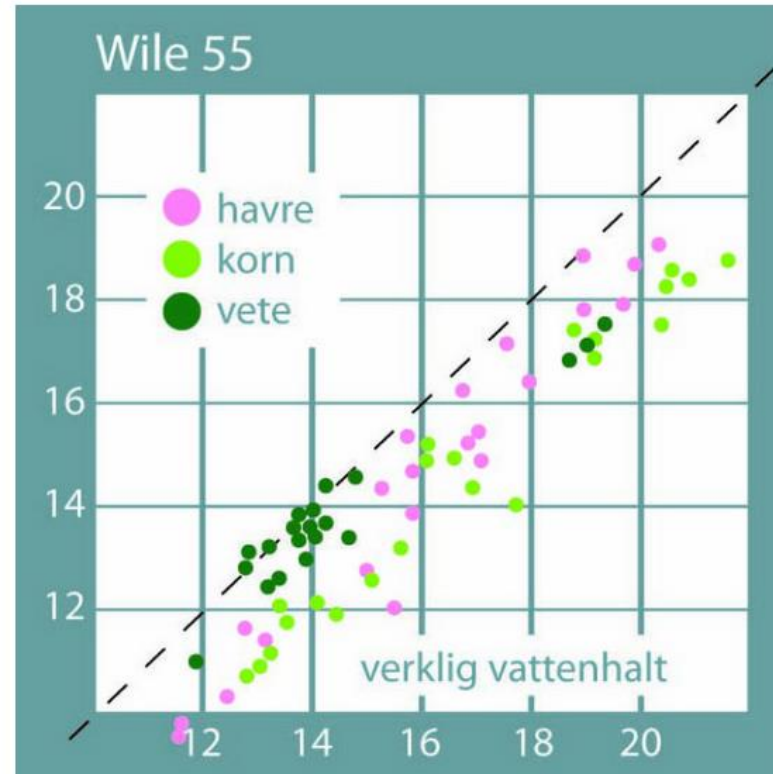
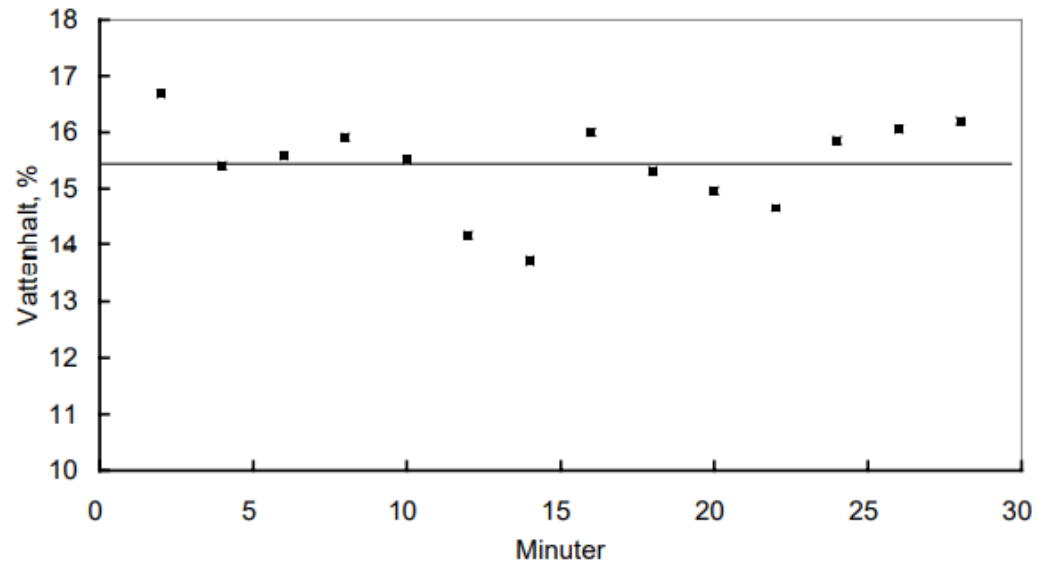
Lägre kostnader för energi per kilo spannmål – Hur?

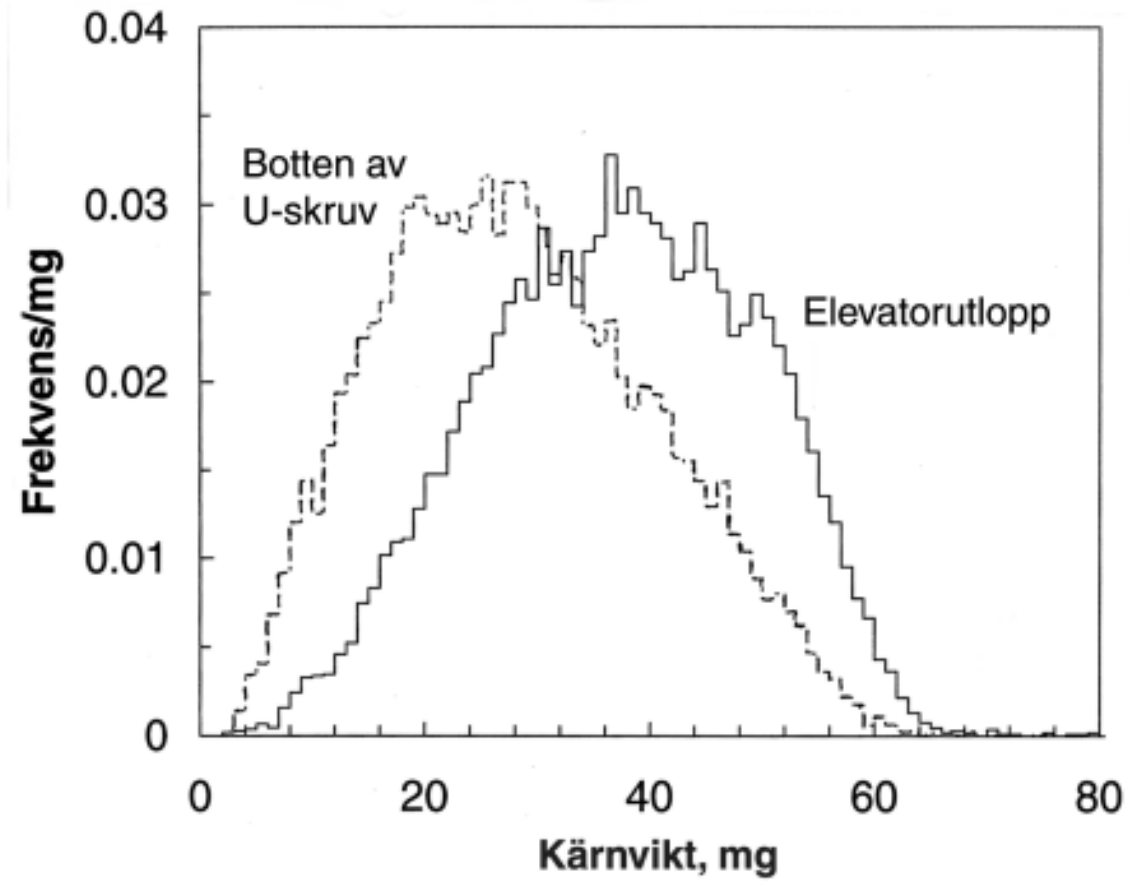
- Nivå 1
 - Kalibrera vattenhaltsmätaren
 - Tröska vid "rätt" vattenhalt (att starta tröskningen vid 17 % istf 18% minskar energianvändningen med 25%)
 - Torka till rätt vattenhalt
 - Kolla termostaten på pannan
 - Sota pannan (15 % lägre verkningsgrad ger 120 liter olja extra per 100 ton spannmål (18-14%))



Provtagning

En bra mätare kan dock aldrig kompensera för felaktig provtagning





Torka till rätt vattenhalt

	Kostnader för avvikelse från 14 % slutvattenhalt kr/ha (6 000 kg sp./ha)		
Avvikande vattenhalt %	1,0	2,0	3,0
Övertorkning (vh<14%)			
Oljekostnad	56	111	167
Kostnader för utebliven kvantitetsomräkning	69	136	202
Summa kostnader	125	247	369
Otillräcklig torkning (vh>14%)			
Torkningsavgift	375	435	483
Sparad oljekostnad	-57	-114	-173
Summa kostnader	318	321	310

Kostnader för avvikelse från 14,0 % slutvattenhalt vid efterårsleverans till Svenska Lantmännen 2005

Källa: Nils Jonsson Uppdatering av gårdens spannmålstork JTI 2006

Isolera varmluftskanalen

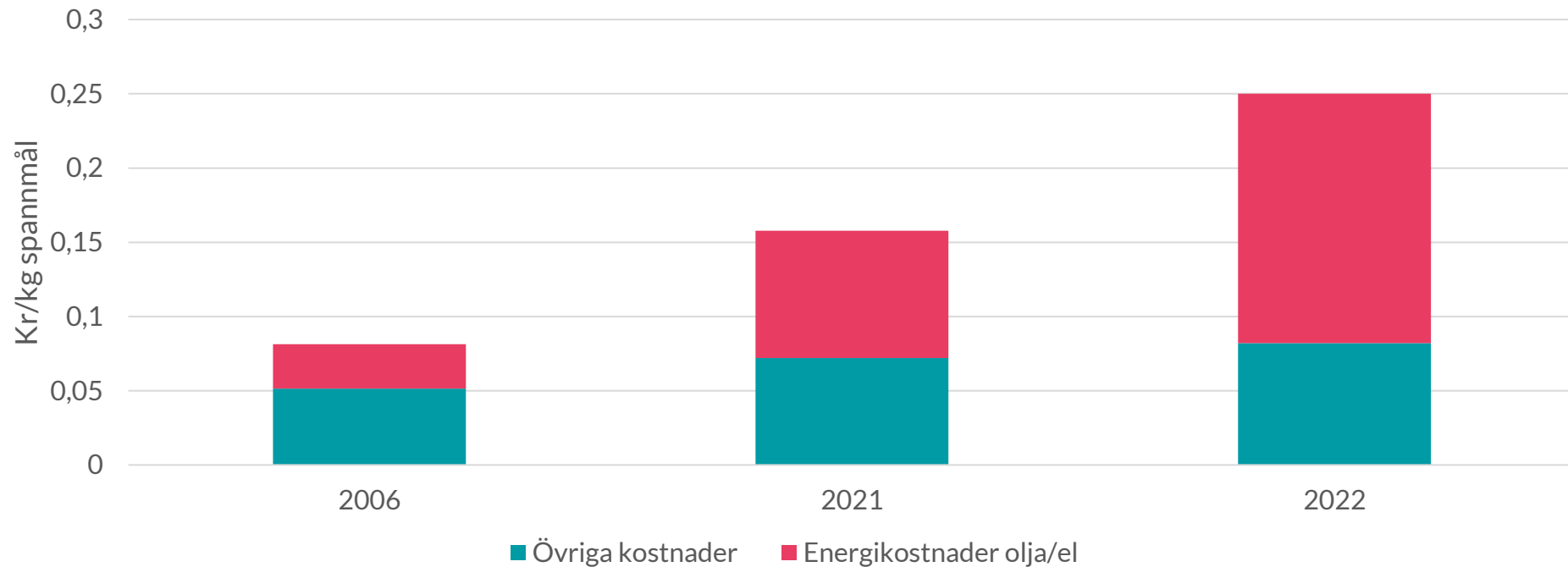
Riktvärden för energiförlust (kWh/m*h)

Kanal diameter	Oisolerad	50 mm isolering	100 mm isolering
Kanal 40 cm	1	0,06	0,03
Kanal 60 cm	1,5	0,09	0,13
Kanal 80 cm	2	0,12	0,18

Minskad förbrukning av olja (l) genom isolering av 10 meter varmluftskanal med 50 mm isolering (Pannverkningsgrad 0,8)

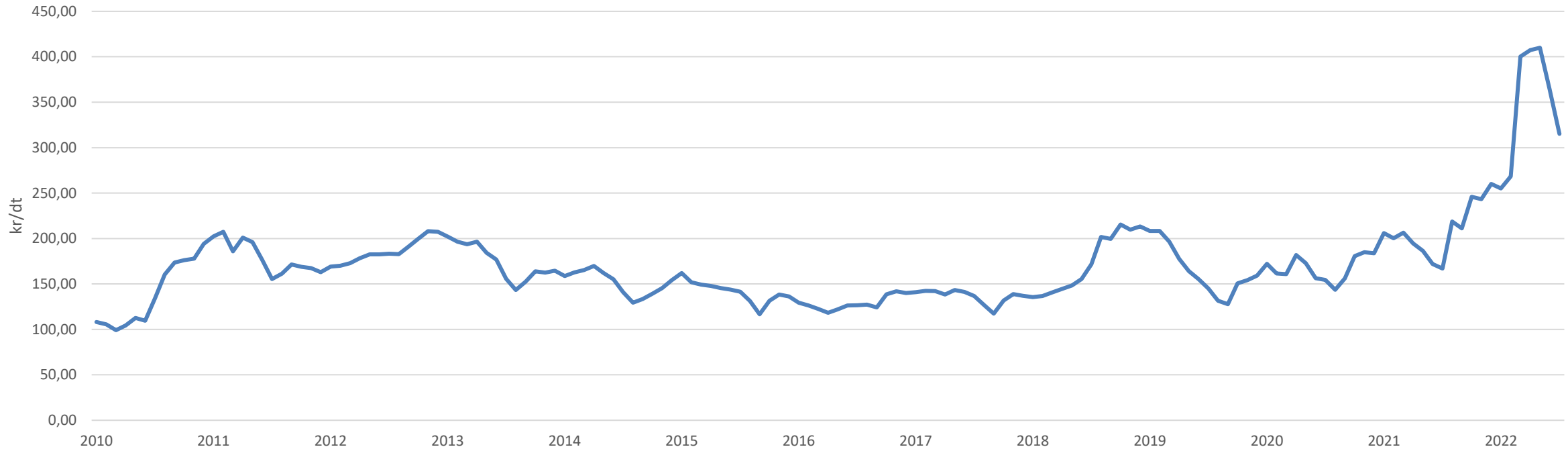
	Mängd torkad vara per år	
Ingående vattenhalt	600	1 000
20	305	508
18	199	332

Rörliga kostnader spannmålstorkning



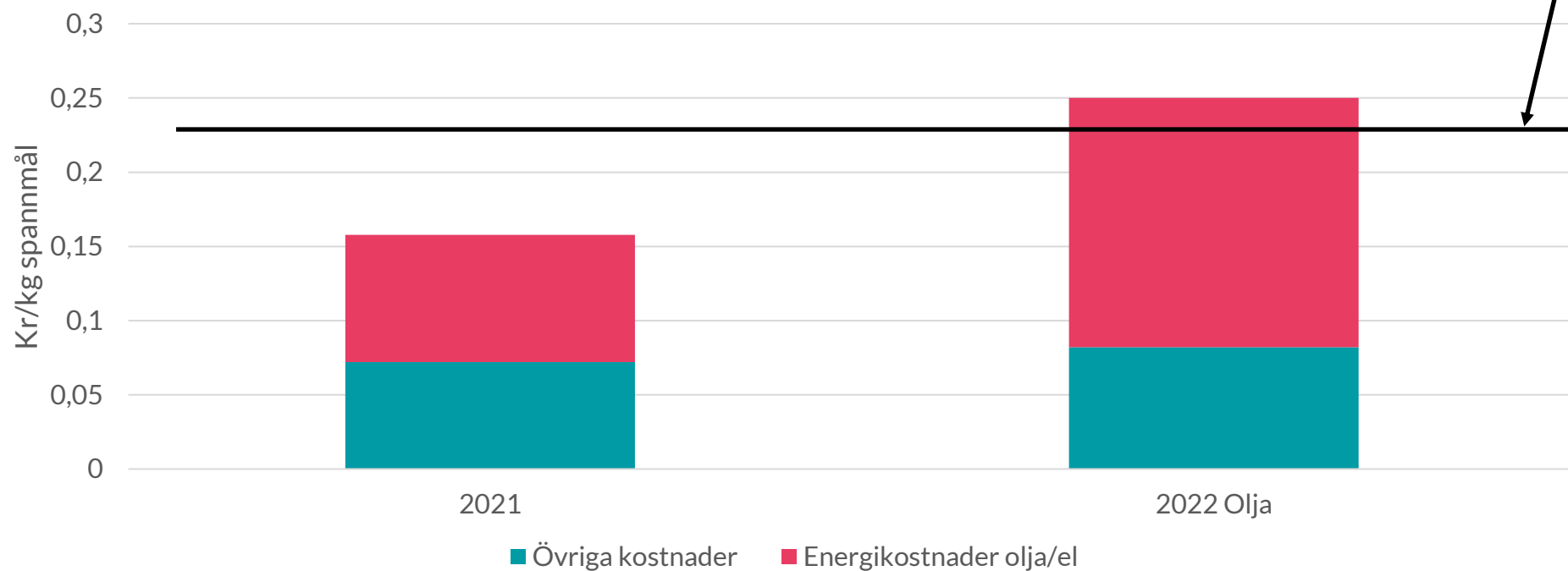
Spotprisets variation 2010-2022

Vete, kr/100 kg

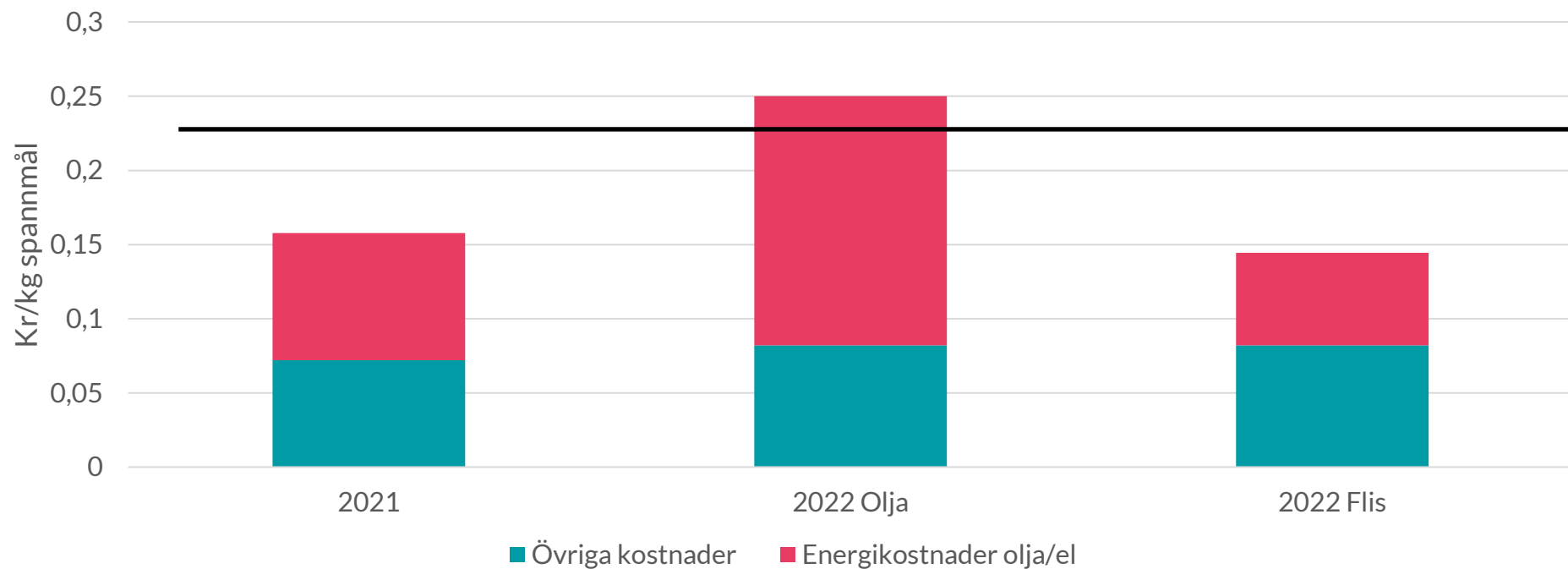


Spotprisets variation visat som medelvärde per månad. Ej justerat för inflation.
SJV Statistik

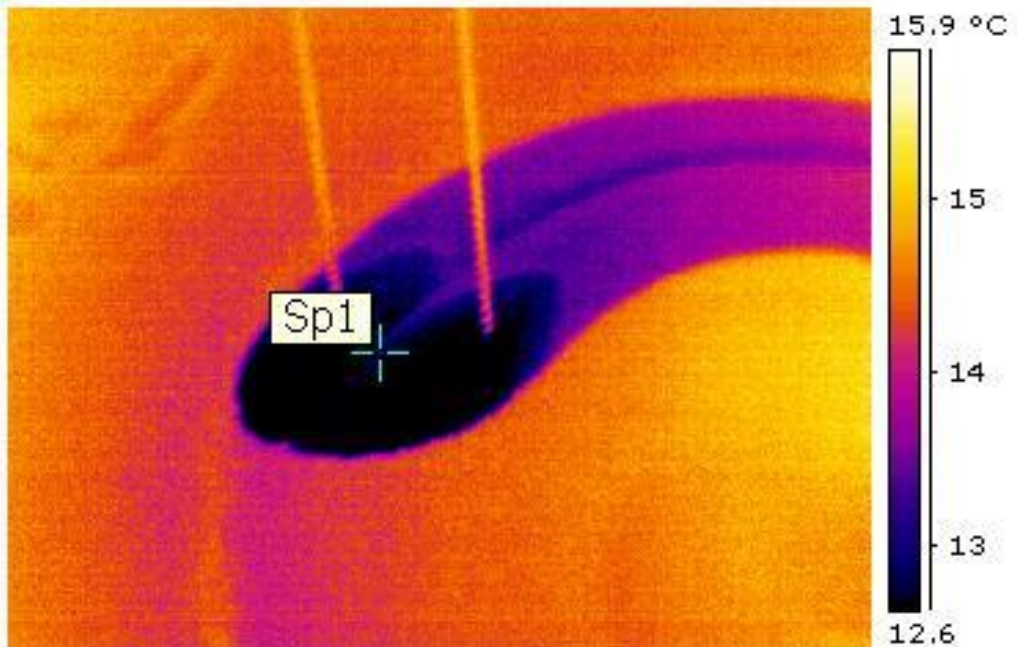
Rörliga kostnader spannmålstorkning



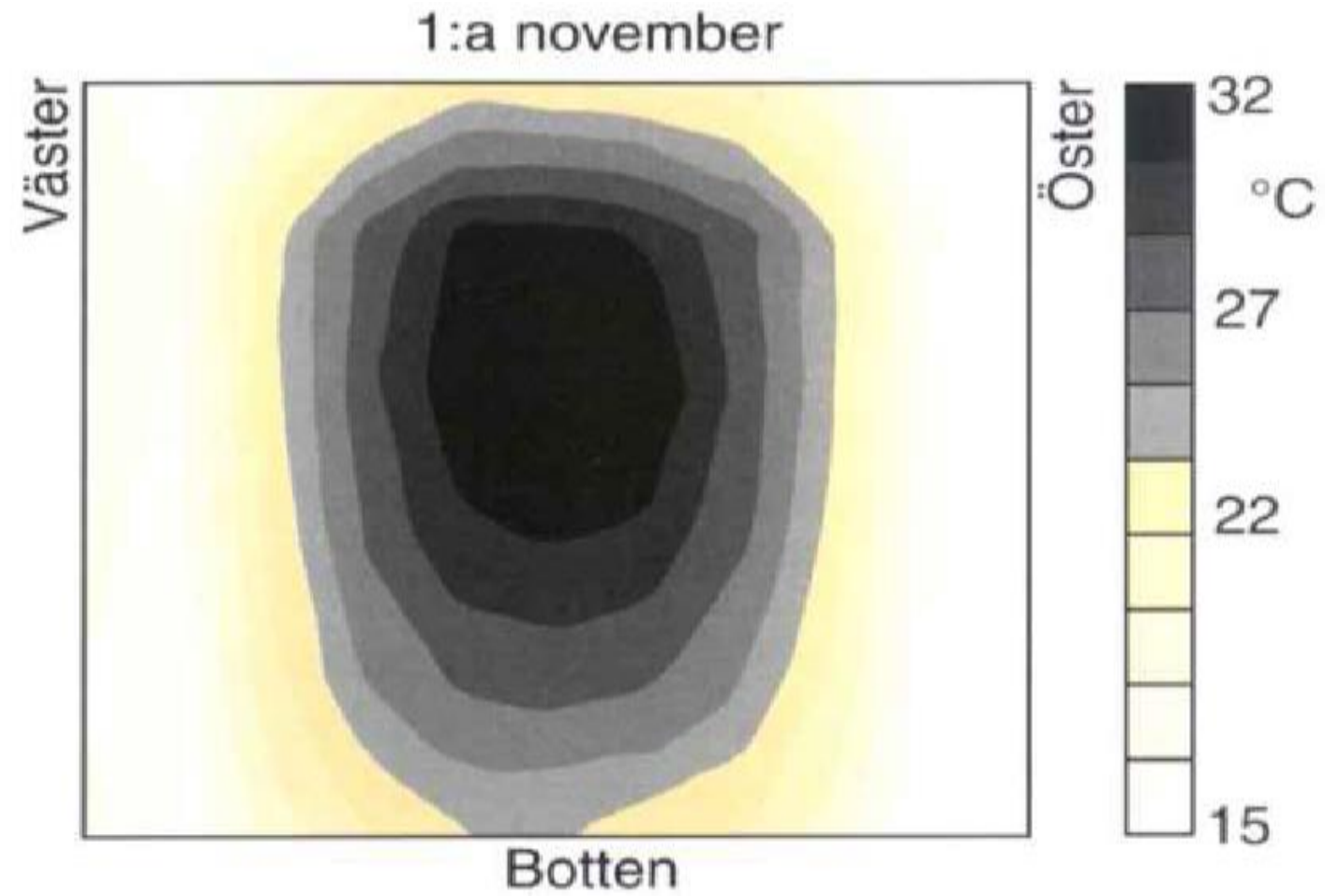
Rörliga kostnader spannmålstorkning

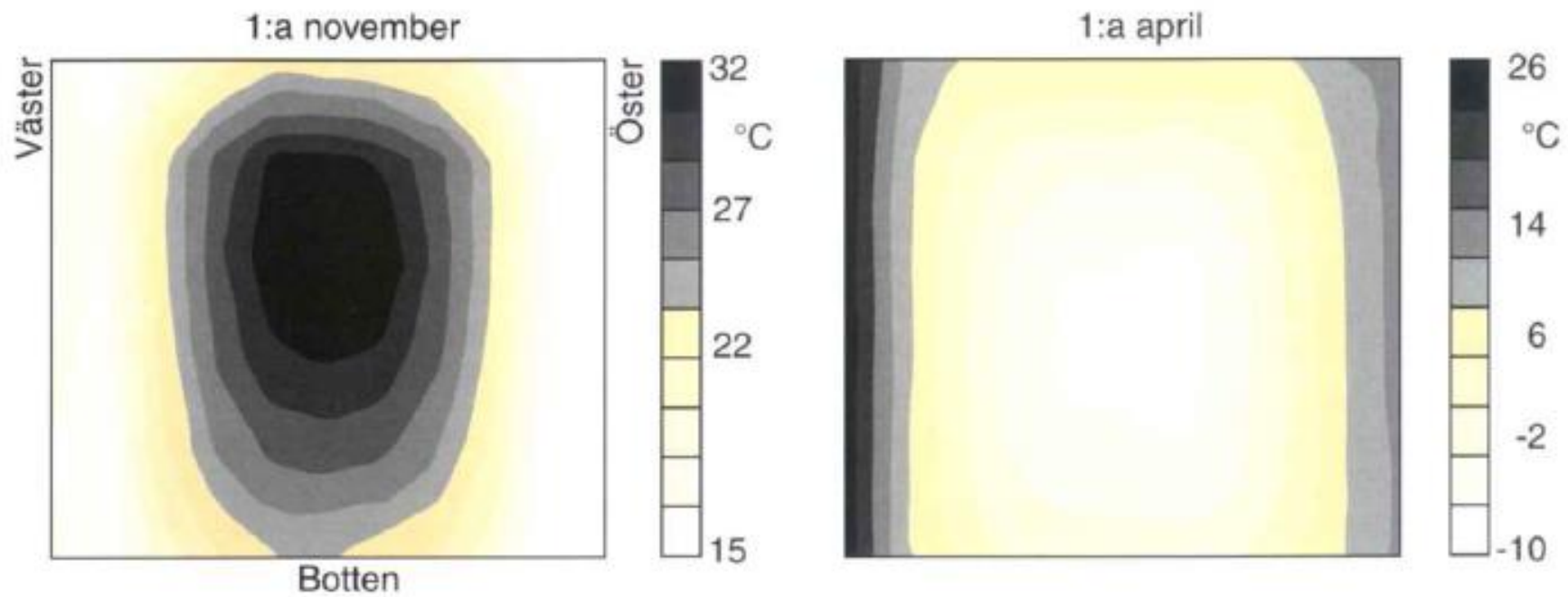


Kylning efter avslutad torkning

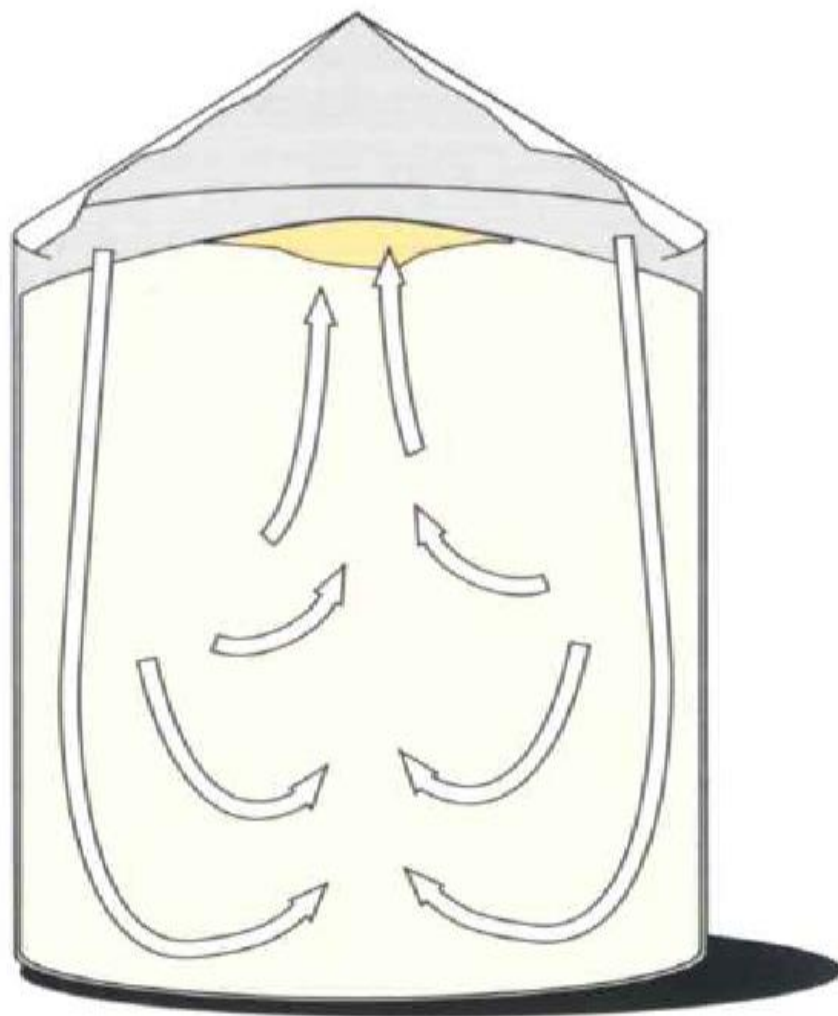


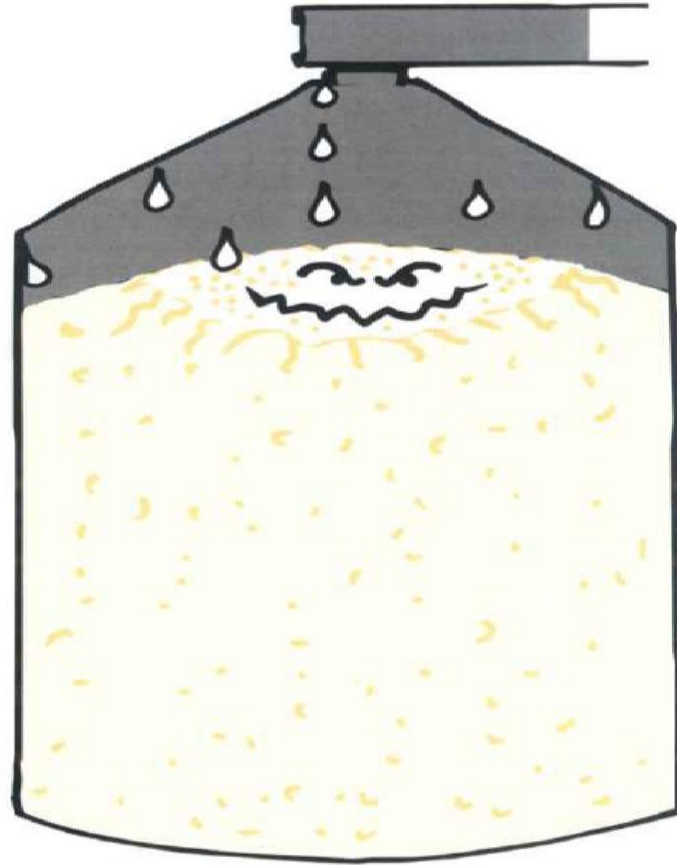
Spannmålen erhåller en temperatur några grader över omgivningsluften efter 1 000 m³/ton





Temperaturskillnader i en 182 m³ stor spannmålssilo på hösten respektive på våren





Hugo Westlin

hugo.westlin@ri.se

070-312 69 57