



**Stay Dry. Keep Cool.**

**GAIN FROM YOUR GRAIN.**

**TORNUM<sup>®</sup>**

# Oy TORNUM Ab

Johan Lindholm  
Mats Öhman  
Mårten Krokfors



# TORNUM AB

- Yli 50 vuoden kokemus viljan käsittelystä.
- Pääkonttori ja tehdas Ruotsissa, Kvänumissa.
- n. 120 työntekijää.
- Liikevaihto n. 35 milj. €/v josta n. 60 % vientiin.
- Merkittäviä markkina-alueita Ruotsin ulkopuolella ovat Ukraina, Puola, Romania, Unkari, Baltian maat sekä Norja ja Suomi.



## Viljan laatu ?

- Kosteus
  - HI-paino
  - Sakoluku
  - Proteiini pitoisuus
  - Itävyys
  - Okratoksiini
  - Haju, epäpuhtaus jne.
- Hyvää tai ei?
  - Asiakas tai viljan käyttökohde määrää.





Syksyllä 2012

- kuivasimme 1 600 tonnia
- puimme noin 340 hehtaaria
- varastoimme 1 400 tonnia



# Sadonkorjuu, kuivaus ja varastointi

- Tavoitteena on suorittaa sadonkorjuuta samalla alueella koko päivän ajan
- Viljan kuljetukseen tarvitaan vähintään kaksi 16m<sup>3</sup> vaunua.
- Ennen kuivausta voimme jäähdyttää kahdeksaa erää.
- Kuivaus painon perusteella.
- Varastointi laadun perusteella.
- Edellyttää logistiikan hyvää hallintaa.



## Laatuun vaikuttavia tekijöitä



- Siemenviljan laatu
- Maan laatu, vuoroviljely, lannoitus, kemiallinen torjunta
- Ilmasto/sää kasvukauden aikana
- Puinnin ajankohta
- **Käsittely ja kuivaus**
- **Varastointi ja laadun valvonta**
- Kuljetus ja käsittely

## Miksi kuivata ?

Vilja on elävää materiaalia. Mitä korkeampi vesipitoisuus sitä korkeampi biologinen aktiviteetti viljassa. Laatu heikkenee nopeasti ja erilaisia ongelmia alkaa esiintyä.

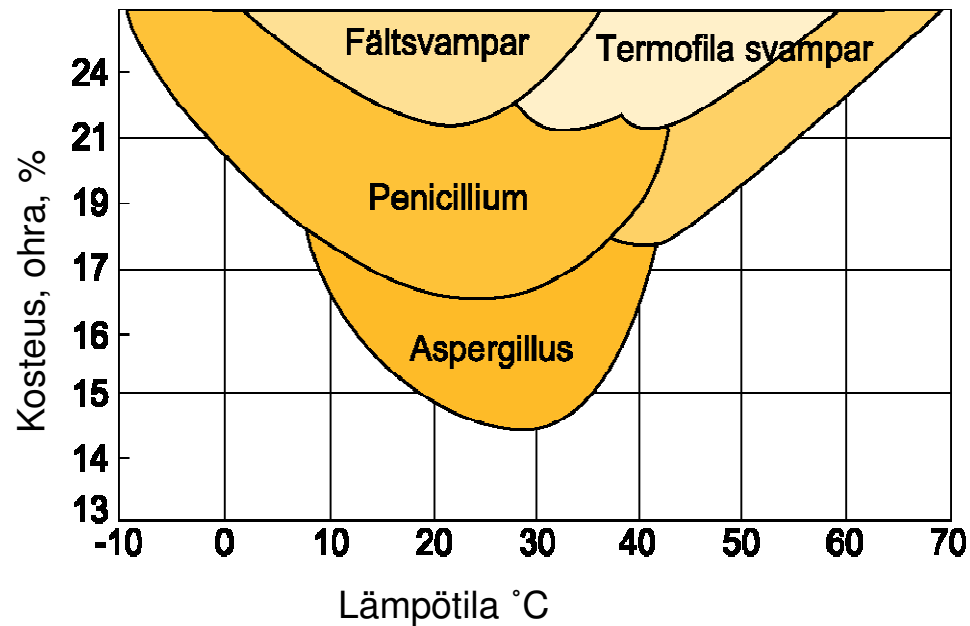
Hiilihydraatit + happi → hiilidioksidi + vesi + lämpö

- Home/sieni
- Huonontunut itävyys
- Siemenen väriviat
- Huonontunut ravinnepitoisuus
- Huonontunut maku
- Hyönteiset





# Varastointi



**Maksimaalinen turvallinen varastointiaika (vrk) homeen muodostumisen suhteen.**

Temp °C	Tillgänglig tid, dagar, vid skördevattenhalt, %					
	17,0	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0
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

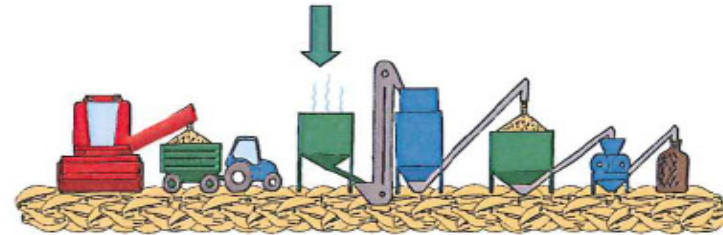
Lähde: JTI, Institutet för jordbruks- och miljöteknik

## Yleisiä ongelmia

- Lämmön muodostus hyönteisten tai homeen vaikutuksesta.
- Kondensoitumisesta (lämpötila-eroista) johtuvaa kosteutta.
- Huonosta kuivauksesta johtuvaa kosteutta, kuivurista riippuva.
  - Enimmillään 14 % kosteus takaa hyvän laadun.



## Aikajana



- Kuivurin kapasiteetti ei saa olla pullon kaula.
- Kuivauspäivien lkm =  $1,75 \times$  puintipäivien lkm
  - Vaatii kapasiteettia väliaikaiseen varastointiin.
- Suomessa keskimäärin 16 puintikelpoista päivää / kausi. \*
- 2 erää kuivuriin/vrk  $\rightarrow$  32 erää kautta kohti johon koko sadon tulisi mahtua jos ei voida varastoida väliaikaisesti.

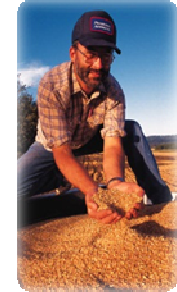
\* Lähde: Prof. Jukka Ahokas,  
Viljan kuivatuksessa säästöjä  
nopeasti, Helsingin Yliopisto,  
2012.

## Kuivausteoriaa



- Veden höyrystyminen vaatii energiaa 2,26 MJ/kg (=0,62 kWh/kg).
- Vesi on myös sitoutuneena kolloidisesti jyvässä, käytännössä tarvitaan n. 4,3 MJ/kg poistettua vettä (= 1,2 kWh/kg).
- Jos lisäksi otetaan huomioon kattilan ja kuivurin hyötysuhde niin energian kokonaistarve viljan kuivuksessa on n. **5-7 MJ/kg haihdutettua vettä** (=1,4-1,9 kWh/kg).
  
- Energia-sisältö eri polttoaineissa ( / kg), noin:
  - Öljy 43 MJ = 12 kWh
  - Hake 9,6 MJ = 2,7 kWh
  - Kaura 15 MJ = 4,2 kWh
  
- Vesipitoisuus (kosteus) määritellään normaalesti vesimääränä (kg) kilossa kuivaamatonta viljaa.
- 20% kosteus erässä joka painaa 1000 kg, tarkoittaa että erä sisältää 200 kg vettä.

## Poistettava vesimäärä viljaa kuivattaessa



$$Poistettava\ vesimäärä = \frac{alkukosteus\ (\%) - loppukosteus(\%)}{100 - alkukosteus\ (\%)} \times viljamäärä(kg\ kuivana)$$

### Esimerkki:

10 tonnin erä (kuivana), 24 % → 14 %:

$$(24 - 14) / (100 - 24) \times 10.000\ kg = 1315\ kg\ vettä\ poistettavana$$

• Noin 6 MJ/ kg haihdutettua vettä eli 7900 MJ (6x1315) energiaa tarvitaan

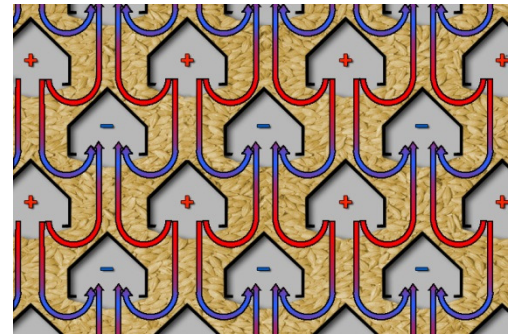
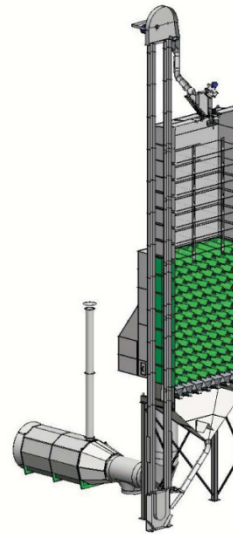
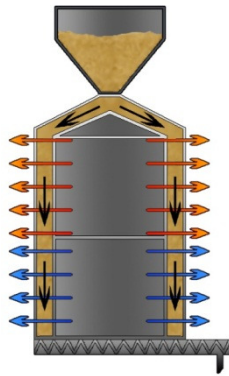
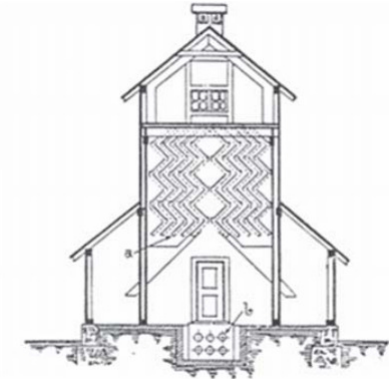
= 180 kg öljyä

= 800-900 kg haketta

= 500-550 kg kauraa

• → n. 60-70 kg (65-75 l) öljyä/ha kuivaukseen sadon ollessa 3500 kg/ha !

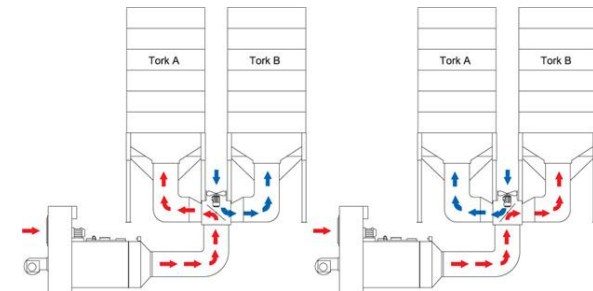
# Kuivausmenetelmiä



## TORNUMin filosofia



- Kuivaus ja varastointi rakennetaan erillisen rakennuksen sisään.
- Vaaka- ja vinokuljettimia hyödynnetään laajalti.
- Voidaan rakentaa tasamaalle.
- Varastointi ja tuuletussiiloja jossa rakennuksen tilavuus ja pinta-ala hyödynnetään maksimaalisesti.
- Lattiatasolle ulottuvia tuuletussiiloja, sileät sisäseinät jotka mahdollistavat hyvinkin kostean viljan käsittelyn.
- Kaksoiskuivuritekniikka; suuri kapasiteetti pienemmästä kuivuritilavuudesta huolimatta.
- Kuivuri voi käydä 24/7.
- Lyömätön tekniikka esim. hakkeen kanssa.
- Energiatehokkaita ratkaisuja!
- Pitkälle automatisoituja ohjausjärjestelmiä.



## TORNUM TSHR

- Kaksoiseräkuivuri lämmön talteenotolla





## Säästömahdollisuuksia\*

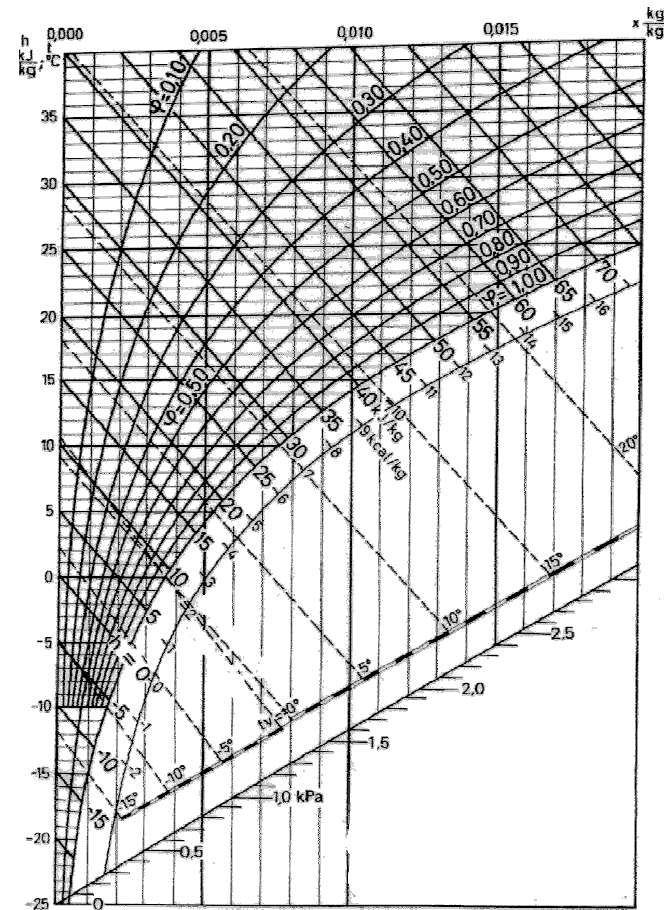
- Öljypolttimen säätö.
- Puinti hyvän sään aikaan.
- Kuivaus mahdollisimman lämpimällä ilmalla! Jopa 20 % säästöt.
- Lämminilmakanavan, jopa koko kuivurin eristäminen.
- Korkeampi kuivauslämpötila (riskejä).
- Ylikuivaamisen välttäminen.
- Energian talteenotto, HR!

\* Lähde: Prof. Jukka Ahokas, Viljan kuivatuksessa säästöjä nopeasti, Helsingin Yliopisto, 2012.

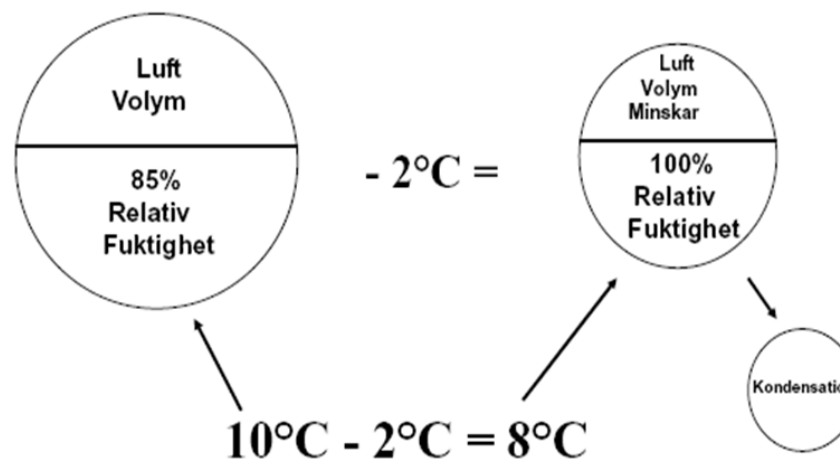
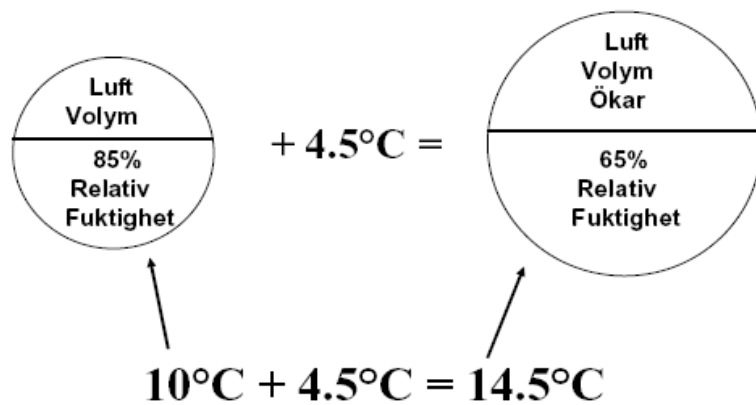


# Kosteus

- Kostean ilman Mollier kaavio
- Millon kondensoituminen tapahtuu?
- Ratkaisevaa esim. viljaa varastoitaessa.

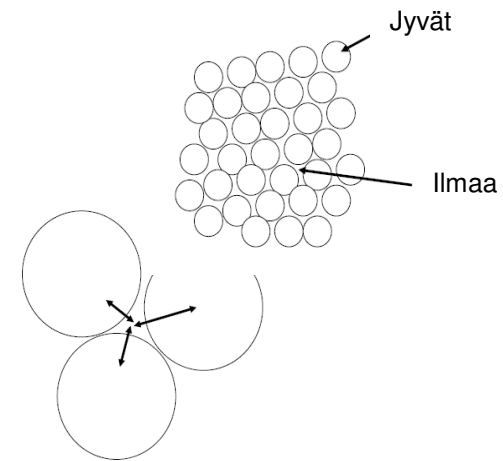
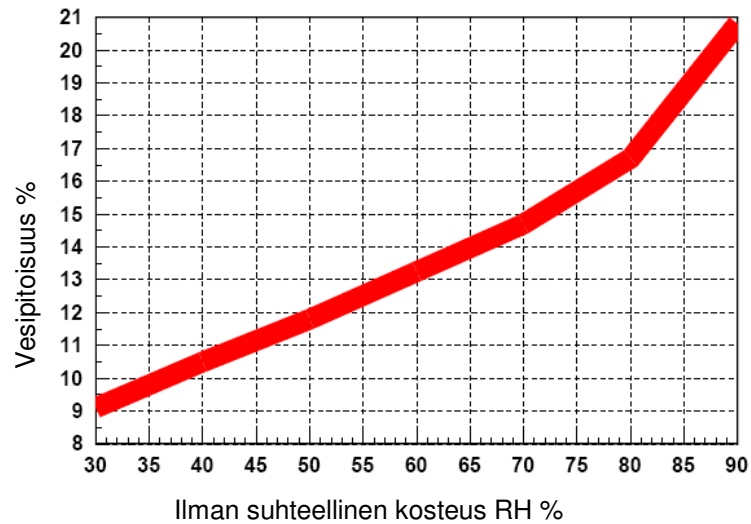


# Ilman lämmittäminen ja jäähdyttäminen

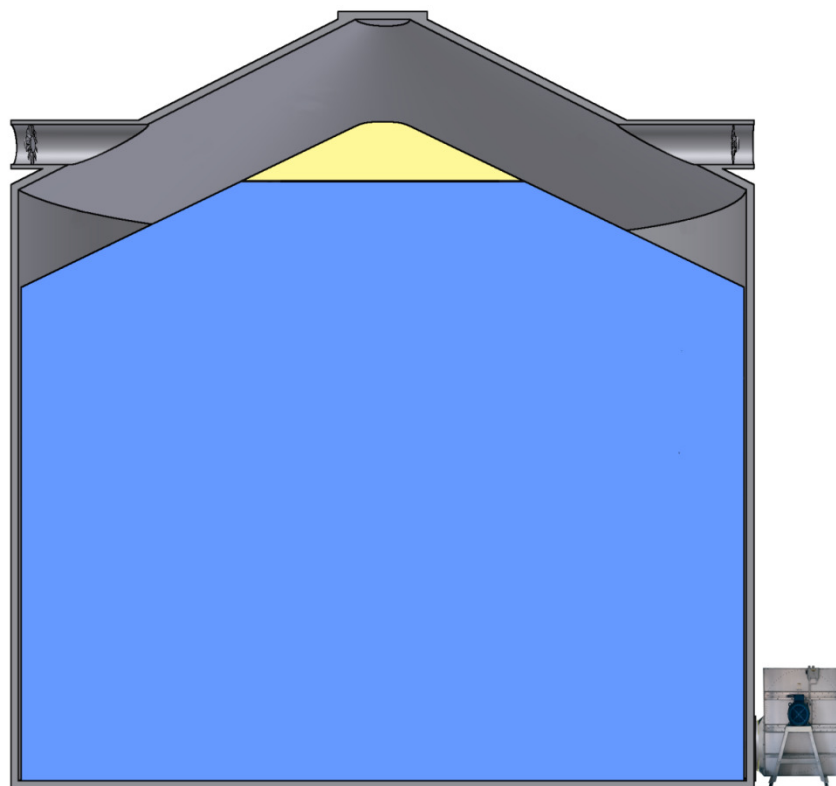


# Vilja on hygroskooppista, sitoo ja luovuttaa vettä

Tasapainokäyrä vehnälle

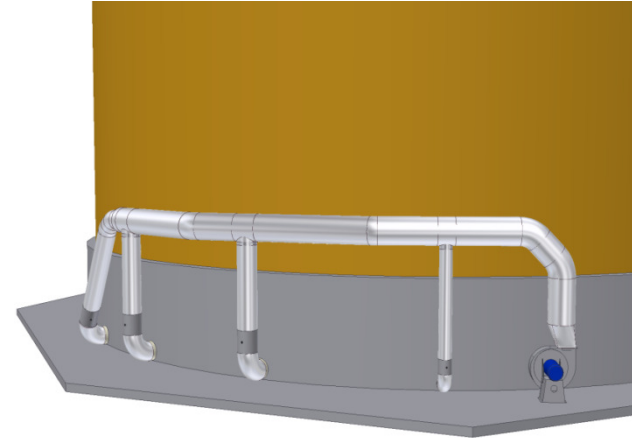


# Viljan tuuletus ja jäähdytys



## Viljan varastointi, avainasioita

- Oikein mitoitettu tulo- ja poistoilmajärjestelmä.
- Oikea puhallinkapasiteetti.
- Tuuletus pidentää huomattavasti varastointiaikaa ennen kuivausta!
- Älä tuuleta kuivaa viljaa kostean sään aikaan!



## Tuuletuksen mitoitus

- 1,5 – 3 m<sup>3</sup>/h,ton kuiva vilja korkeissa varastoissa
- 3 – 6 m<sup>3</sup>/h,ton kuiva vilja tasovarastoissa
- 6 – 12 m<sup>3</sup>/h,ton kuiva vilja muissa varastoissa
- 30 - 60 m<sup>3</sup>/h,ton vilja jota tuuletetaan/jäähdytetään tai kostea vilja jota kuivataan
- 60 – 1000 m<sup>3</sup>/h,ton vilja jota kuivataan



## Tuuletuksen mitoitus

- Kuinka nopeasti vilja tuulettuu tai jäähtyy?
- Noin 1000 – 1400 m<sup>3</sup> ilmaa viljatonna kohden tarvitaan.
- 10 m<sup>3</sup>/h,ton tarkoittaa 100 – 140 tuntia.
- 5 m<sup>3</sup>/h,ton kaksinkertaistaa ajan.
- 20 m<sup>3</sup>/h,ton puolittaa ajan.
- Varmista aina että kylmärintama on mennyt viljapatsaan läpi ennenkuin katkaiset tuuletuksen/jäähdytyksen.





## Tuuletusstrategia



- Pyri mahdollisimman pieniin lämpötilaeroihin varasto-tilassa.
- Sovita varaston lämpötila ympäristön lämpötilaan.
- Käytä tuuletusta kun olosuhteet sen sallivat.

## Varastointi ulkosiiloissa



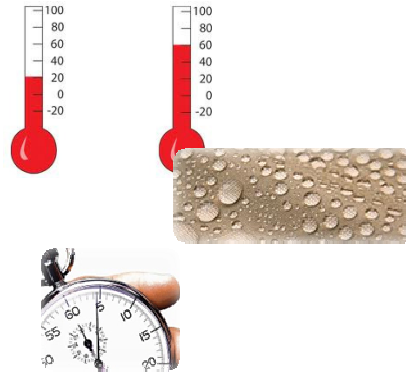
Kondenssia ?

## Varastointi sisätiloissa



## Valvottavia asioita

- Lämpötila
- Vesipitoisuus/Kosteus
- Aika



### Muista:

- Puhtaus; lika ja orgaaninen aines toimivat ravinteena hyönteisille ja homeelle
- Varastojen täyttäminen/täyttöaste
- Tuuletus
- Valvonta
  - Viikottain lämpimän sään aikaan
  - Parin viikon välein kylmemmällä kelillä

## Miksi TORNUM ?



### **Elevaattorit ja kuljettimet:**

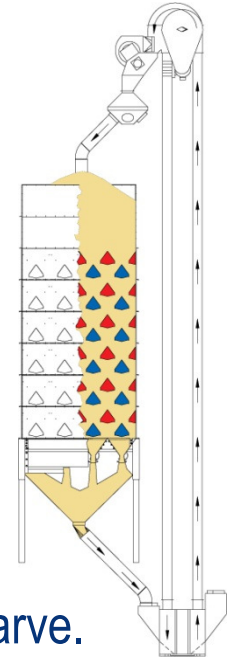
- Valmistettu galvanoidusta teräksestä ja kestävät kovissakin sääoloissa.
- Kuljettimien päällekkäiset saumat estävät veden pääsyn kuljettimien sisään.
- Kuljettimet on valmistettu teollisen/kaupallisen viljan käsittelyn vaatimusten mukaan.
- Nopea ja helppo asennus.

### **Varastointisiilot:**

- Laaja valikoima; kartiopohja, tasapohja, pyöreät tai suorakaiteen muotoiset. Myös tuuletussiilot ja perinteiset ns. Unibin-siilot.
- Galvanoitua terästä jossa on korkeat lujuusvaatimukset. Unbin siilot DIN standardien mukaisesti.
- Useimissa sileät seinät, helppo pitää puhtaana. Myös kosteata viljaa voidaan varastoida ja tuulettaa.
- Helppo laajennettavuus.
- Laaja valikoima pyöreitä siiloja ulkokäyttöön.



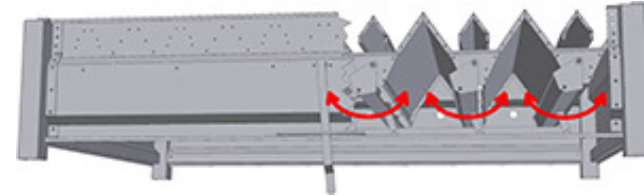
## Miksi TORNUM ?



### **TS-kuivuri:**

- Kuumagalvanoitu kotimainen teräspelti, pitkäikäinen ja kestävä, pieni huollon tarve.
- Tukevat ja laadukkaat teräksiset portaat ja tasanteet kaiteineen lisäävät mukavuutta ja turvallisuutta.
- Tasaiset ja sileät sisäpinnat sekä suuret huoltoluukut helpottavat puhtaana pitoa.
- Helppo, tehokas ja turvallinen asennustapa.
- Tasainen ja taloudellinen kuivaus edistyksellisen harjarakenteen ansiosta.
- Syöttölaite mahdollistaa elevaattorin käytön kuivauksen aikana muuhun käyttöön, esim. puskurivaraston täyttöön.

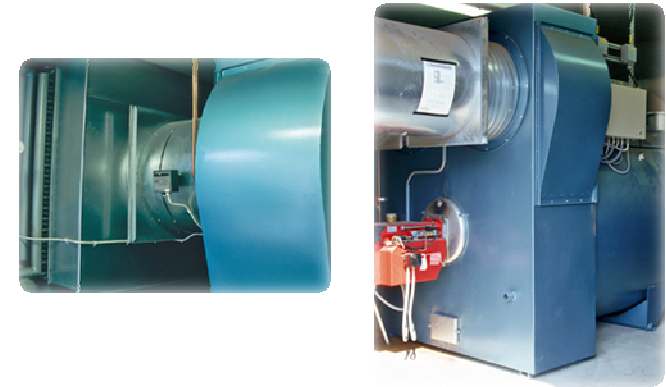
## Miksi TORNUM ?



### **TS-kuivuri, jatkoa:**

- Syöttölaitteen heilurimekanismi takaa koko viljapatsaan tasaisen liikkumisen ja takaa kuivurin sileiden sienämien ja harjojen puhtaana pysymisen. Säädettävä syöttölaitteen jaksotus.
- Syöttölaitteessa on omat lämminilmaharjat jolloin käyttö ja viljan kierrätys on ongelmaton myös kostempaa viljaa kuivaessa.
- Syöttölaite soveltuu kaiken viljan kuivaamiseen, esim. vehnä, kaura, ohra, ruis, herne, härkäpapu, öljykasvit, maissi jne.
- Asennusohjeet ja piirustukset ovat selkeät ja helppolukuiset.

## Miksi TORNUM ?



### Lämmönvaihtimet, radiaattorit:

- Mitoitus ja ilmamäärä optimoitu parhaan tehon ja taloudellisuuden aikaan saamiseksi.
- Suuri lamelliväli vähentää huollon tarvetta.
- Kupariputket ja alumiinilamellit takaavat pitkän elin-iän.
- Helppo ja tukeva asennus vahvan kehyksen ansiosta.
- Vesiliitoksen kätisyys valittavissa.

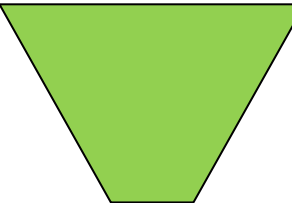

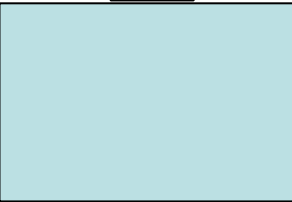
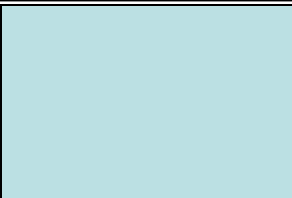
### Muut tuotteet:

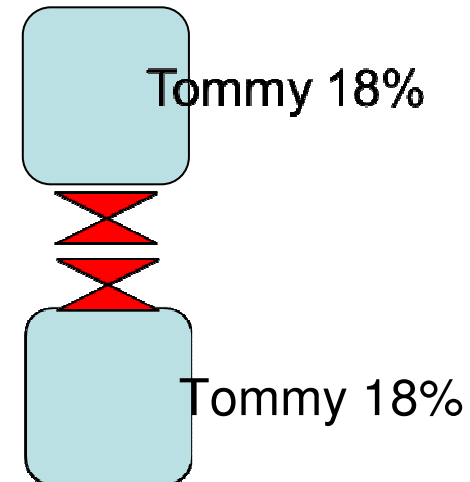
- Haga kattila, johtavaa tekniikkaa.
- Chip Burner hakelämmityskeskus.
- Puhaltimia, putkia, siirtoruuveja, esipuhdistajia/pölynpoistotekniikka, kippaussiiloja ja muita tarvikkeita.





# Silot

Riitta 22%	Jukka 21 %	Jukka 21 %	
Tommy 22%		Timo 21 %	
Johan Kaura 17%	SE OY 22%	Erkki 22%	



# KIITOS !

- Kymyksiä ?
- Kommentteja ?
- Kokemuksia ?

