



VAKOLA

 Helsinki Rukkila

 Helsinki 43 48 12

 Pitäjänmäki

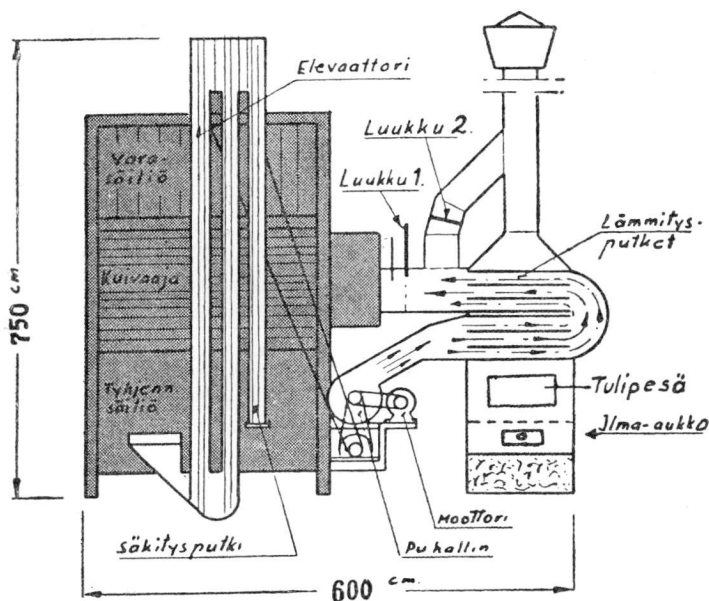
VALTION MAATALOUSHKONEIDEN TUTKIMUSLAITOS

Finnish Research Institute of Agricultural Engineering

1960

Koetuselostus

360



TEHO - VILJANKUIVURIT

Koetuttaja ja valmistaja: Ylistaron Puunjalostus Oy, Untamala.

Ilmoitetut hinnat (17. 8. 60): Teho-kaappikuivuri ilman moottoria 370 000 mk.

Teho 1-lavakuivuri ilman moottoria, 10 säkin lavalla varustettuna 156 000 mk.

Teho 2-lavakuivuri ilman moottoria, 10 säkin lavalla varustettuna 127 000 mk.

Ryhmä 113

7552/60/1

Rakenne ja toiminta

Teho-kaappikuivuri on puurakenteinen eräkuivuri, jossa vilja kuivataan neljässä vierekkäisessä viljasolassa. Kuivaukseen käytettävä lämmin ilma puhalletaan kahden jakosolan kautta viljakerroksen läpi. Kuivurin täyttöä ja tyhjennystä varten on elevaattori.

Viljasolien seinämät on koottu puurimoista, jotka muodostavat ilman läpäisevän säleikön. Viljasolien leveys on n. 16 cm. Pienempien erien kuivausta varten voidaan kuivausilma ohjata siten, että se kulkee vain kahden viljasolan läpi. Lisäksi voidaan viljasolat jakaa siten, että pienin mahdollinen kuivauserä on 4 hl. Kosteaa ilma poistuu kuivurin päällä olevien avoimien solien kautta ulkoilmaan.

Kuivauskaapin päällä on erillinen täyttösäiliö, johon kuivattavaa viljaa voidaan varastoida n. 40 hl. Kuivurin alla on tyhjennysäiliö, josta kuivattu vilja elevaattorin avulla säkitetään tai siirretään varastoihin.

Teho-lavakuivureiden säkkilavat on kokoonpantu 10 säkin osista, jotka voidaan asettaa sopivalle korkeudelle ja haluttuun järjestykseen käytettävissä olevien tilojen mukaan. Kokeiluissa kuivureissa oli 20 ja 32 säkin lavat.

Säkkilava on rakennettu kovalevystä puurungon varaan. Säkkilava on avonaista mallia, jossa säkit asetetaan vierekkäin syrjällään olevien, säkkien suuntaisten kannatinlautojen varaan.

Teho-viljankuivureiden kuumailmauunin tulipesä muurataan asennuksen yhteydessä tulenkestävästä tiilestä kaksinkertaisin seinämin. Suuluukku on valurautaa. Vedon säätöä ja tuhkan poistamista varten on arinan alapuolella luukku. Tulipesään sopivat 0,5 m halot.

Tulipesän päällä on vaakasuora putkisto (40 putkea), jonka läpi lämmitettävä ilma joutuu kulkemaan. Alimmassa putkirivissä putkien läpimitta on 76 mm ja seinämän paksuus 4,5 mm. Muiden putkirivien mitat ovat vastaavasti 90 mm ja 3,0 mm. Puhallin painaa ilman lähempänä tulipesää olevan putkiryhmän kautta uunin etuosaan, josta se edelleen joutuu ylemmän putkiryhmän läpi kuivuriin johtavaan torveen. Tässä torvessa on pellillä suljettava yhteys savutorveen, jotta voitaisiin puhaltimen pysähtyessä tämä pelti avaamalla johtaa ylikuumentunut ilma savutorveen. Uunin ulkovaippa on 1 mm levyä.

Savutorvi on 1 mm levyä. Kipinän sammuttimena on katettu laajentuma ilman verkkoa.

Mittoja:

Teho-kaappikuivuri	
Kuivurin korkeus (elevaattoreineen)	750 cm
leveys	195 "
pituus lämmityslaitteineen	615 "
tilavuus	25 hl
Puhaltimen ja elevaattorin yhteinen moottori	7,5 kW
Lämmityslaitteen vaatima lattiapinta-ala	3 × 1,5 m
Teho-lavakuivurit	
Säkkilavan korkeus	40 cm
leveys	180 "
pituus, 10 säkin lavayksikkö	270 "
Puhaltimen moottorit	
Teho 1-kuivuri	7,5 kW
Teho 2-kuivuri	5,5 "

Koetus

Koetukset suoritettiin vuosina 1957—58. Vuosina 1959—60 tutkittiin kuumailmauunia.

Varsinaisissa mittauskokeissa kuivattiin vehnää, ohraa ja kauraa.

Kokeissa todettiin viljan kosteus ja itävyys ennen ja jälkeen kuivauksen. Varsinainen kuivausteho todettiin punnitsemalla vilja. Lisäksi mitattiin ulkoilman lämpötila ja kosteus, kuivuriin menevän ilman lämpötila sekä polttoaineen kulutus. Tuloksia kuivauskokeista esitetään taulukoissa 1, 2 ja 3.

Arvostelu

Teho-kaappikuivuri on puurakenteinen eräkuivuri, jossa kuumailmauunissa lämmitetty ilma puhalletaan viljasolissa olevan viljan läpi. Kuivurin tilavuus on n. 25 hl. Kuivurin päällä on täyttösäiliö ja alla tyhjennyssäiliö. Kuivuriin kuuluu elevaattori.

Haihdutettu vesimäärä oli suoritetuissa kokeissa 50,0..76,5 kg tunnissa. Viljan alkukosteus vaihteli kokeissa 21,0..24,8 % ja vettä poistettiin 6,3..10,0 % kuivaamattoman viljan painosta.

Kuivurin tehoksi saadaan lukuun ottamatta täyttö- ja tyhjennysaikoja 1300..1900 kg tunnissa kuivattaessa viljaa 4 % kuivaamattoman viljan painosta. Kuivaamalla viljaa 8 % kuivaamattoman viljan painosta saadaan tehoksi vastavasti 650..950 kg tunnissa. Täyttö- ja tyhjennysajat eivät sanottavasti vähennä kuivurin tehoa. Kuivuri on suunniteltu niin, että siinä käytetään verraten alhaista kuivausilman lämpötilaa.

Taulukko 1. Teho-kaappikuivurin kuivauskokeiden tuloksia

Koe n:o Päivämäärä Vilja		1	2	3	4	5
		24. 1. 57	24. 1. 57	24. 1. 57	25. 1. 57	25. 1. 57
		Kaura Marne	Sekavilja Ohra/ Kaura	Kaura Marne	Vehnä Timantti	Kaura Marne
Viljaerän paino ennen kui- vausta	kg	1 184	1 395	1 178	1 780	1 333
Kuivausaika tuntia	h	1,58	1,58	1,38	1,73	1,75
Kuivurin teho lukuunotta- matta täyttö- ja tyhjen- nyssaikoja	kg/h	750	880	854	1 030	762
Tällä teholla on vettä haih- dutettu kuivaamattoman viljan painosta	%	6,6	6,3	8,45	7,3 ¹⁾	10,0
Kuivurin teho kaavamaisesti laskettuna punnitusten mukaan, jos vettä haihdu- tetaan 4 % kuivaamatto- man viljan painosta ..	kg/h	1 240	1 400	1 800	1 800 ¹⁾	1 915
Kuivurin teho kaavamaisesti laskettuna punnitusten mukaan, jos vettä haihdu- tetaan 8 % kuivaamatto- man viljan painosta	»	620	700	900	900 ¹⁾	960
Kuivaamattomasta viljasta otettujen näytteiden kes- kimääräinen kosteus	%	23,8	21,0	21,1	23,6	24,8
Kuivatun viljan (punnitus- tulosten perusteella lasket- tu) keskimääräinen kos- teus	»	18,4	15,7	13,8	Ei m.	16,4
Kuivatusta viljasta otettu- jen näytteiden keskimää- räinen kosteus	»	19,1	16,3	15,6	17,8	15,9
Vettä haihdutettu punnitus- ten mukaan	kg/h	50,0	56,0	72,0	72,5 ¹⁾	76,5
Polttopuun kulutus	»	66,0	74,5	58,1	67,5	58,5
» haihdu- tettua vesi-kg kohden....	kg/kg	1,32	1,33	0,81	0,95 ¹⁾	0,76
Ulkoilman lämpötila	°C	-2,0	-2,5	-2,0	0	+0,5
» suhteellinen kos- teus	%	79	84	84	81	80
Kuivausilman keskimääräi- nen lämpötila	°C	47	46	45	52	48
» lämpötilan vaihtelurajat	»	40...56	30...59	30...60	38...59	39...56
Kuivaamattoman viljan itä- vyys ²⁾	%	46	75	50	53	6
Kuivatun viljan itävyys ..	»	53	76	58	55	5

¹⁾ Tulokset on laskettu kuivatusta viljasta otetun kosteusnäytteen mukaan.²⁾ Viljaerät olivat hallan vikuuttamia.

Taulukko 2. Teho 1-lavakuivurilla suoritettujen kuivauskokeiden tuloksia

Koe n:o Päivämäärä Vilja		1	2	3	4
		11. 10. 58	12. 10. 58	13. 10. 58	
		Vehnä Apu	Ohra Pirkka	Kaura Marne	Sol
Viljaerän paino ennen kuivausta (32 säkin lava)	kg	1 584	1 566	1 288	1 245
Kuivatusaika siihen mukaanluettuna n. 10 min jäähdytysaika, tuntia	h	2,7	2,58	2,08	208
Kuivurin teho lukuunottamatta täyttö- ja tyhjennysaikoja	kg/h	587	607	620	600
Tällä teholla on vettä haihdutettu kuivaamattoman viljan painosta	%	12,0	8,5	10,0	8,8
Kuivurin teho kaavamaisesti laskettuna punnitusten mukaan jos vettä haihdutetaan 4 % kuivaamattoman viljan painosta	kg/h	1 760	1 290	1 550	1 320
Kuivurin teho kaavamaisesti laskettuna punnitusten mukaan, jos vettä haihdutetaan 8 % kuivaamattoman viljan painosta	»	880	645	775	660
Kuivaamattomasta viljasta otettujen näytteiden keskimääräinen kosteus	%	26,3	25,6	23,2	19,6
Kuivatun viljan (punnitusten perusteella laskettu) keskimääräinen kosteus	»	16,2	18,4	14,6	11,9
Vettä haihdutettu punnitusten mukaan	kg/h	70,5	51,4	62,0	52,7
Polttopuun kulutus	»	56	47,5	50,0	50,0
» » haihdutettua vesi-kg kohden	kg/kg	0,8	0,9	0,8	0,9
Ulkoilman lämpötila	°C	11	10	8,5	8,5
» suhteellinen kosteus	%	68	88	87	87
Kuivausilman keskimääräinen lämpötila etäisimmän säkin alla	°C	49	51	43	43
Kuivausilman lämpötilan vaihtelurajat	»	44...57	45...60	34...48	34...48
Kuivaamattoman viljan itävyys ¹⁾ ...	%	47	87	49	52
Kuivatun viljan itävyys	»	59		59	63

¹⁾ Viljaerät olivat hallan vikuuttamia.

Polttopuuta kului veden haihdutukseen 0,76...1,33 kg vesi-kg kohden eli 58,1...74,5 kg tunnissa. Ulkoilman lämpötila vaihteli kokeiden aikana -2,5...+0,5 °C ja suhteellinen kosteus 79...84 %.

Puhallinta tutkittiin vuonna 1959 suoritettujen uunikokeiden yhteydessä uuniin liitettynä. Puhallimen puhaltama ilmamäärä oli suoritetuissa kokeissa, joissa puhallus tapahtui uunin kautta vapaaseen ilmaan, n. 6 100 m³/h ilman lämpötilan ollessa 60 °C. Tehon tarve oli n. 6,3 kW.

Taulukko 3. Teho 2-lavakuivurilla suoritettujen kuivauskokeiden tuloksia

Koe n:o Päivämäärä Vilja		1	2	3
		11. 10. 58	12. 10. 58	12. 10. 58
		Kaura	Ohra Pirkka	Vehnä Timantti
Viljaerän paino ennen kuivausta (20 säkin lava)	kg	846	968	912
Kuivausaika siihen mukaanluettuna n. 10...20 min jäähdytysaika, tuntia ...	h	2,27	1,5	2,17
Kuivurin teho lukuunottamatta täyttö- ja tyhjennysaikoja	kg/h	373	645	420
Tällä teholla on vettä haihdutettu kuivaamattoman viljan painosta	%	16,9	8,6	14,7
Kuivurin teho kaavamaisesti laskettuna punnitusten mukaan, jos vettä haihdutetaan 4 % kuivaamattoman viljan painosta	kg/h	1 570	1 390	1 540
Kuivurin teho kaavamaisesti laskettuna punnitusten mukaan, jos vettä haihdutetaan 8 % kuivaamattoman viljan painosta	»	785	695	770
Kuivaamattomasta viljasta otettujen näytteiden keskimääräinen kosteus	%	28,4	21,3	28,8
Kuivatun viljan (punnitusten perusteella laskettuna) keskimääräinen kosteus ...	»	15,2	13,9	15,3
Vettä haihdutettu punnitusten mukaan ..	kg/h	63,0	55,4	61,8
Polttopuun kulutus	»	59,0	51,4	48,5
» » haihdutettua vesi-kg kohden	kg/kg	0,9	0,9	0,8
Ulkoilman lämpötila	°C	10,0	9,5	8,0
» suhteellinen kosteus	%	70	83	95
Kuivausilman keskimääräinen lämpötila etäisimmän säkin alla	°C	64	58	53
Kuivausilman lämpötilan vaihtelurajat ..	»	58...70	55...65	40...64
Kuivaamattoman viljan itävyys ¹⁾	%	21	20	55
Kuivatun » »	»	25	38	62

¹⁾ Viljaerät olivat hallan vikuuttamia.

Elevaattorilla kyettiin nostamaan kauraa n. 1 750 kg/h ja vehnää n. 2 600 kg/h. Elevaattorin tehoon vaikuttaa suuresti viljan laatu (hl-paino, puhtaus ja kosteus).

Puhaltimen ja elevaattorin yhteisen moottorin tehon tarve oli n. 7,0 kW.

Kuivurin oman, ennen ilmanjakosolia olevan kuivausilman lämpömittarin näyttämät olivat huomattavasti jakosolissa mitattuja lämpötiloja pienempiä. Suurimmat erot olivat n. 15 °C.

Ilmanohjauspelti saattaa aiheuttaa eri puolille kuivuria erilaisen ilman virtauksen.

Teho-1-lavakuivurit ovat säkkikuivureita, joissa kuuma-ilmauunissa lämmitetty ilma puhalletaan lavalle asetettujen säkkien läpi. Kokeiluissa kuivureissa oli 32 ja 20 säkin lavat.

Teho-1-lavakuivurin haihdutusteho oli suoritetuissa kokeissa 51,4...70,5 kg vettä tunnissa. Viljan alkukosteus vaihteli kokeissa 19,6...26,3 % ja vettä poistettiin 8,5...12,0 % kuivaamattoman viljan painosta.

Kuivaamattoman ja kuivatun viljan punnitusten mukaan saatiin kuivurin tehoksi 1300...1800 kg tunnissa haihdutettaessa vettä 4 % kuivaamattoman viljan painosta. Em. teholukuihin eivät sisälly kuivurin täyttö- eikä tyhjennysajat. Kuivaustehoa laskettaessa on otettu huomioon n. 10 min kestänyt jäähdytysaika.

Polttopuuta kului veden haihdutukseen 0,8...0,9 kg vesi-kg kohden eli 37,5...56,0 kg tunnissa varsinaisena lämmitysaikana. Ulkoilman lämpötila vaihteli kokeiden aikana +8,5...11,0 °C ja suhteellinen kosteus 68...88 %.

Ilmanpaine säkkien alla oli 11,0 mm vesipatsasta. Puhallinta käytti 7,5 kW:n sähkömoottori.

Kuivaustehossa eri puolilla kuivuria, kun säkkien laatu ja täytösmäärät vaihtelivat, havaittiin eroavaisuuksia. Suurin ero oli n. 47 %. Säkkien pinnalle jää myös kosteampia jyviä. Kokeessa 1 eräästä säkistä päältä otetun näytteen kosteudeksi saatiin 18,6 % ja alta 15,5 %. Viljan keskimääräiseksi lopulliseksi kosteudeksi saatiin 16,2 %. Tämän vuoksi on edullista, että vilja kuivauksen ja riittävän jäähdytyksen jälkeen sekoitetaan. Säkkien kääntämisen ei voida katsoa vaikuttavan kuivaustehoon, mutta se tasoittaa kosteuseroja. Kuivauksen edistämistä voidaan seurata punnitsemalla. Edustavan näytteen saaminen kosteuden määrittystä varten on sattumanvaraista.

Kuivurin oman, ilman jakotorvessa olevan lämpömittarin näyttämä oli huomattavasti alhaisempi kuin säkkien alla mitattu lämpötila. Kokeen aikana lämpömittarin asennusta muutettiin, jolloin näyttämät olivat jokseenkin samat.

Teho-2-lavakuivurin haihdutusteho oli suoritetuissa kokeissa 55,4...63,0 kg vettä tunnissa. Viljan alkukosteus vaihteli kokeissa 21,3...28,8 % ja vettä poistettiin 8,6...16,9 % kuivaamattoman viljan painosta.

Kuivaamattoman ja kuivatun viljan punnitusten mukaan saatiin kuivurin tehoksi 1400...1600 kg tunnissa haihdutettaessa vettä 4 % kuivaamattoman viljan painosta. Em. teholukuihin eivät

sisälly kuivurin täyttö- eikä tyhjennysajat. Kuivaustehoa laskettaessa on otettu huomioon n. 10...20 min jäähdytysaika.

Polttopuuta kului veden haihdutukseen 0,8...0,9 kg vesi-kg kohden eli 48,5...59,0 kg tunnissa varsinaisena lämmitysaikana. Ulkoilman lämpötila vaihteli kokeiden aikana +8,0...10,0 °C ja suhteellinen kosteus 70...95 %.

Ilmanpaine säkkien alla oli 12 mm vesipatsasta. Puhallinta käytti 5,5 kW:n sähkömoottori.

Kuivaustehossa eri puolilla kuivuria havaittiin eroavaisuuksia. Suurin ero oli n. 25,5 %.

Kuivurin oman, ilman jakotorvessa olevan lämpömittarin näyttämä oli huomattavasti alhaisempi kuin säkkien alla mitattu lämpötila. Kokeen aikana lämpömittarin asennusta muutettiin, jolloin näyttämät olivat jokseenkin samat.

Säkkilavaa on vaikeaa täyttää siten, että ilmapuotoja ei pääsisi syntymään.

Teho-kaappi- ja 1-lavakuivureiden kuumailmauunia kokeiltaessa saatiin siitä jatkuvassa käytössä lämpöä n. 65 200 keal tunnissa eli 8 350 keal tunnissa tulipinnan m²:ä kohden ulkoilman lämpötilan ollessa +7 °C ja uunista poistuvan ilman lämpötila n. 60 °C. Uunista saatu suurin teho oli n. 66 200 keal tunnissa eli n. 8 500 keal tunnissa tulipinnan m²:ä kohden. Näiden kokeiden aikana uuni ei ollut yhdistettynä kuivuriin. Lietson pysähtyessä uunin vaippapintojen lämpötilat olivat n. 315 °C ja uunista poistuvan ilman lämpötila n. 370 °C. Savutorven lämpötila oli tällöin n. 195 °C, sen ollessa normaalin käytön aikana n. 100 °C. Uunin suuluukun lämpötila on puhaltimen käydessä n. 450 °C ja vaippalevyjen lämpötilat n. 100 °C.

Uunissa pidettiin tulta n. 30 tuntia puhaltimen toimimatta ja n. 2 tuntia puhaltimen toimiessa.

Uunin kestävyysnähdn ei ole ollut huomauttamista.

Käytön aikana nousee uunissa ainoastaan suuluukun lämpötila yli 400 °C.

Lietson pysähtyessä ilman lämpötila nousee kuivuriin johtavassa torvessa 370 °C:een, mikä käyttöolosuhteissa on erittäin vaarallista. Avaamalla savutorveen johtavan yhdystorven sulkupelti saadaan em. lämpötila alenemaan n. 200 °C:een.

Lämmityslaite on syytä sijoittaa erilaiseen tulenkestävään huoneeseen ja savupiipun tehokkaaseen eristykseen väli- ja ulkokattojen kohdalla on kiinnitettävä riittävästi huomiota. Erillinen tulenkestävä huone on edullinen siitäkin syystä, ettei puhallin imisi pölyistä, kosteaa ilmaa kuivurin läheisyydestä.

Teho-kaappikuivurin ilmanjakosolien puhdistuksesta on huolehdittava, koska sinne helposti kerääntyy herkästi syttyvää pölyä.

Kipinänsammutin on huono.

Koska teho-lavakuivurissa kuuman ilman tulotorvi kääntyy uunista alaviistoon, lavakuivuri ei ole yhtä tulenvaarallinen.

Teho-viljankuivureita voidaan pitää sopivina yksityis- ja yhteiskäyttöön, kun niitä sijoitettaessa ja käytettäessä tulipalon vaarallisuus otetaan riittävästi huomioon.

Helsingissä elokuun 17 päivänä 1960.

MAATALOUSHKONEIDEN TUTKIMUSLAITOS

Koetus- ja tutkimustulosten vanhenemisen vuoksi sekä väärinkäsitysten ja harhauttavien tietojen syntymisen estämiseksi koetus- ja tutkimusselostuksia tai erillisiä koetus- ja tutkimustuloksia ei ole lupa julkaista eikä kirjallisesti esittää ilman tutkimuslaitoksen kussakin tapauksessa erikseen antamaa kirjallista lupaa.

Helsinki 1960. Valtioneuvoston kirjapaino