



# VAKOLA

PPA 1  
03400 VIHTI  
913-46211

**VALTION MAATALOUSTEKNOLOGIAN TUTKIMUSLAITOS**  
STATE RESEARCH INSTITUTE OF ENGINEERING IN AGRICULTURE AND FORESTRY

**KOETUSSELOSTUS**  
**TEST REPORT**

Numero **1205**  
Ryhmä **113**  
Vuosi **1987**

**VILJANKUIVURIUNIEN RYHMÄKOETUS**  
Teho 230-440 kW

**GROUP TEST OF GRAIN DRIER FURNACES**  
Power 230-440 kW

UUNI FURNACE	KOETUTTAJA JA VALMISTAJA ENTRANT AND MANUFACTURER	HINTA PRICE 1.1.1987
Antti 250	Antti-Teollisuus Oy, 25340 KANUNKI	30200 mk
Antti 330	..	31800 mk
Antti 400	..	39500 mk
Arska 4000S	Arska-Tehtaat Ky, 31400 SOMERO	27250 mk
Arska 6000S	..	32700 mk
Jaakko 295C	Jaakko-Tehtaat Oy, 27430 PANELIA	33600 mk
Jaakko 450B	..	47800 mk
Viurila 2400S	Wiurila Oy, 25330 KUUSJOKI	28800 mk
Viurila 2500S	..	31500 mk
Viurila 3800S	..	39800 mk

ISSN 0428-4372

## KOETUS

Koetukset tehtiin paloluokitustarkastuksen yhteydessä vuosina 1984 ja 1985. Uuneista mitattiin ilmamäärä, teho, polttoaineenkulutus, savukaasujen lämpötila, sähkötehon tarve ja kokonaishyötysuhde. Kokonaishyötysuhde on määritelty uunista saadun lämpötehon ja uuniin syötetyn polttoaineen ja sähkötehon perusteella. Uunien kestävyyttä pitempiaikaisessa käytössä ei kokeiltu.

Uunin suurin sallittu polttoaineenkulutus on se määrä, kg/h, polttoainetta, jolla kuivausilman lämpötilan nousu on  $60 \pm 1^\circ\text{C}$ . Vastapaine on kuivausilmahormissa mittauksen aikana 600 Pa (60 mmvp), jota pidetään siilokuivureiden normaalina keskimääräisenä vastapaineena. Savukaasujen lämpötila ei kuitenkaan saa nousta yli  $350^\circ\text{C}$  eikä uunin sisäosien rakenteiden lämpötila yli materiaalille sallitun käyttölämpötilan.

## RAKENNE JA TOIMINTA

Koetuksessa olleiden uunien rakenne on sisäasiainministeriön viljankuivauksen paloturvallisuudesta antaman määräyksen n:o 714/651/80 mukainen. Kuivaukseen käytettävä ilma lämpiää välittömästi polttoaineen lämmittämien tulipintojen vaikutuksesta siten etteivät palamiskaasut pääse sekaantumaan lämmitettävään ilmaan. Lämmönvaihdin on puhaltimen painepuolella. Kuivausilmapuhallin on kiinnitetty suoraan moottorin akselille. Lämpötilan rajoitin pysäyttää polttoaineen syötön tulipesään jos kuivausilman lämpötila nousee  $100^\circ\text{C}$ :een. Rajoitin estää öljypolttimen uudelleenikäynnistymisen kunnes kuivausilman lämpötila on laskenut  $35^\circ\text{C}$ :een.

## RAAKA-AINEET

Taulukossa 1 on esitetty tulipintojen materiaalit ja ainevahvuus sekä materiaaleille sallitut käyttölämpötilat. Kuivuriuunin suurimmalla sallitulla kuormituksella normaalikäynnin aikana ei sallittua lämpötilaa saa ylittää.

**Taulukko 1.** Tulipintojen materiaalit  
**Table 1.** Materials of fire surface

	Polttokammio Combustion chamber	I lämmönvaihdin I heat exchanger	II lämmönvaihdin II heat exchanger
Antti 250	AISI 309 1,5mm	AISI 309 1,5mm	AISI 304 1,5mm
Antti 330	AISI 309 1,5mm	AISI 309 1,5mm	AISI 304 1,5mm
Antti 400	AISI 309 1,5mm	AISI 309 1,5mm	AISI 304 1,5mm
Arska 4000S	Werks 4828 2,0mm	Werks 4828 1,5mm	Werks 4828 1,5mm
Arska 6000S	Werks 4828 2,0mm	Werks 4828 1,5mm	Tuubiputki Tube Fe 37 B 2,9mm
Jaakko 295C	Alaosa muurattu Lower part of fire brick Yläosa Werks 4828 Upper part 2,0mm	Corten A 3,0mm	Corten A 3,0mm
Jaakko 450B	Alaosa muurattu Lower part of fire brick Yläosa Werks 4828 Upper part 2,0mm	Corten A 3mm	Corten A3mm
Viurila 2400S	AISI 309 1,5mm	AISI 309 1,5mm	AISI 304 1,5mm
Viurila 2500S	AISI 309 1,5mm	AISI 309 1,5mm	AISI 304 1,5mm
Viurila 3800S	AISI 309 1,5mm	AISI 309 1,5mm	AISI 304 1,5mm

Suurin sallittu lämpötila jatkuvassa käytössä.

The highest allowed temperature on continuous operation.

AISI 309	800°C	Corten A	650°C
Werks 4828	800°C	Fe 37B	500°C
AISI 304	700°C		

## ERISTYS

Kuivuriuunin pintalämpötila normaalikäynnin aikana saa olla enintään 80°C. Jaakko-uuneissa ulkopinta on eristetty 60 mm vuorivillaeristeellä. Ryhmän muissa uuneissa pinta jäädytetään johtamalla osa kuivausil-  
masta ulkovaipan ja sisävaipan välisen tilan kautta.

## VARUSTEET

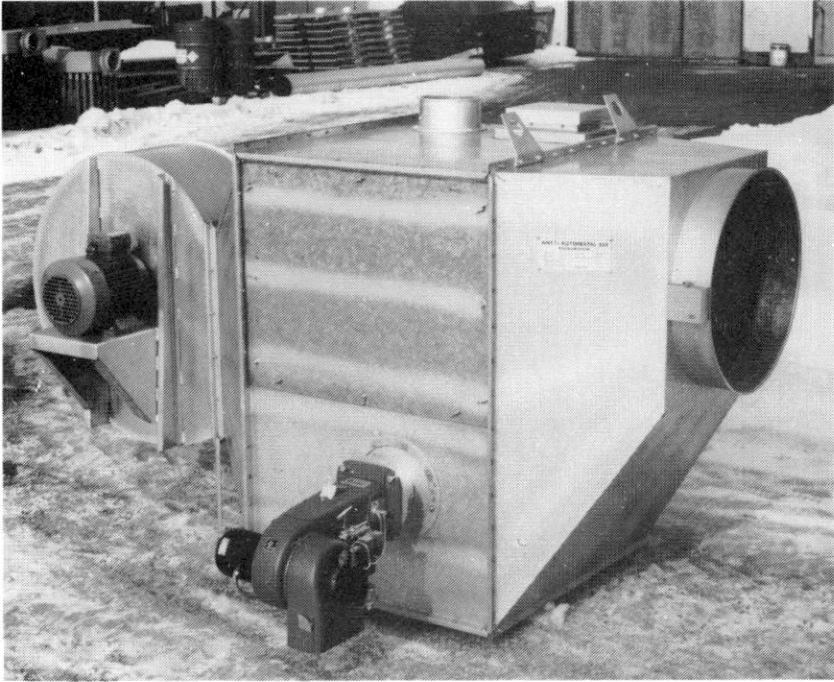
**Taulukko 2.** Koetuksessa olleiden uunien varusteet  
**Table 2.** The armatures of the tested furnaces

	Öljypoltin Oil burner	Puhaltimen moottori Fan motor	Sähkökeskuk- sen valmistaja Manufacturer of the control panel	Lämpötilan rajoitin Temperature limiter
Antti 250	Bentone Q30-2	Strömberg 5,5 kW 1440 r/min	Strömberg Oy	Danfoss LTM
Antti 330	Bentone Q30-2	Strömberg 7,5 kW 1440 r/min	Strömberg Oy	Danfoss LTM
Antti 400	Bentone Q45-2	VEM 11 kW 1440 r/min	Strömberg Oy	Danfoss LTM
Arska 4000S	Oilon KP26	Strömberg 5,5 kW 1440 r/min	Maansähkö Oy	Danfoss LTM
Arska 6000S	Oilon KP26	Strömberg 7,5 kW 1440 r/min	Maansähkö Oy	Danfoss LTM
Jaakko 295C	Oilon KP26 Bentone P28-2	Strömberg 7,5 kW 1440 r/min	Maansähkö Oy	Danfoss LTM
Jaakko 450B	Oilon KP38-H Bentone QF45-2	Strömberg 11,0 kW 960 r/min	Maansähkö Oy	Danfoss LTM
Viurila 2400S	Bentone Q30-2	Strömberg 5,5 kW 1440 r/min	Strömberg Oy	Danfoss LTM
Viurila 2500S	Bentone Q30-2	VEM 7,5 kW 1435 r/min	Strömberg Oy	Danfoss LTM
Viurila 3800S	Bentone Q45-2	VEM 11 kW 1440 r/min	Strömberg Oy	Danfoss LTM

## ARVOSTELU

Taulukossa 3 on esitetty uunien koetustuloksia.

Taulukko 3. Table 3.		Uunien koetustuloksia. Kuivausilman vastapaine 600 Pa (60 mmvp) Test results of the furnaces. The counter pressure of drying air 600 Pa.									
		Ilmamäärä mittaus- oloissa Amount of air in test con- ditions	Kuivausil- man lämpö- tilan nousu Temperature rise in drying air flow	Uunin luovut- tama Amount of Heat power	Poltto- aineen kulutus Fuel con- sumption smoke	Savukaa- sujen lämpötila Temperature in power fluerequency	Sähkö- tehon tarve Electric power effi- ciency	Kokonais- huom. hyöty- suhde Total power effici- ency	Obs.		
	m <sup>3</sup> /h	°C	kW	kg/h	°C	kW	+ 2%				
Antti 250	14800	60	244	23,4	260	7,0	86	Keski-			
	13900	40	163	14,8	170	7,0	89	pakois			
Antti 330	19000	60	318	30,0	240	9,5	87	puhal-			
	18100	41	214	19,6	170	9,5	89	lin			
Antti 400	25800	61	433	41,5	270	14,3	86	"			
	24600	41	293	26,4	175	14,2	89	"			
Arska 4000S	15300	60	253	24,3	260	8,1	85	"			
	14700	40	172	15,6	175	8,1	89	"			
Arska 6000S	18600	60	310	30,0	275	9,6	85	"			
	17600	40	210	19,1	175	9,7	89	"			
Jaakko 295C	17400	59	289	28,3	295	7,6	84	"			
	16700	40	200	18,4	185	7,7	89	"			
Jaakko 450B	25800	61	429	41,8	275	11,5	85	"			
	24000	40	290	26,7	170	11,3	88	"			
Viurila 2400S	15000	59	253	25,1	340	6,9	83	"			
	14300	40	173	15,9	220	6,9	88	"			
Viurila 2500S	16500	59	269	25,5	280	8,3	87	"			
	15700	39	180	16,3	170	8,3	89	"			
Viurila 3800S	25800	61	433	41,5	270	14,3	86	"			
	24600	41	293	26,4	175	14,2	89	"			

**Antti 250**

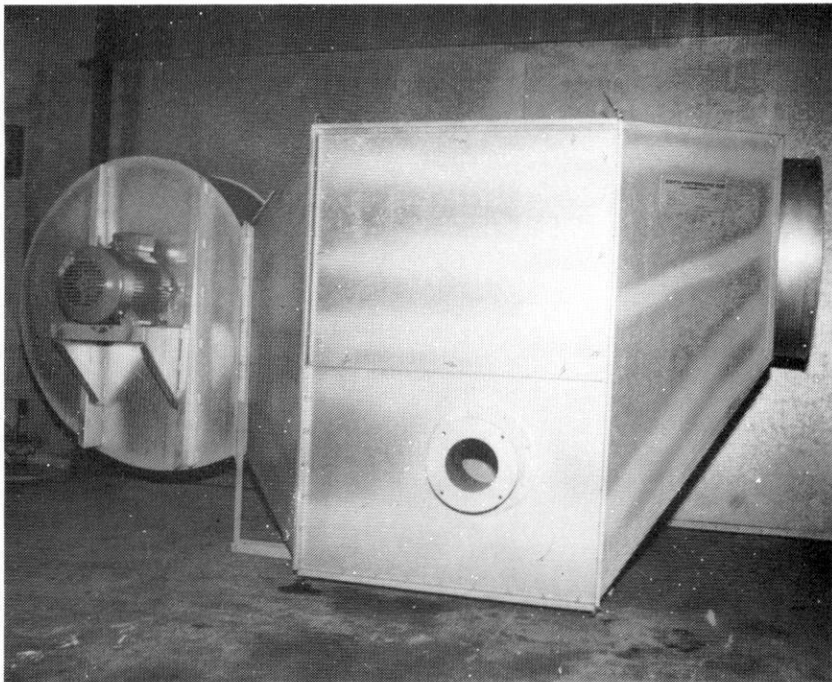
Sähkökeskus on sijoitettu kuivurin ohjauskeskuksen yhteyteen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet on tehty allotetusta levystä ja ne ovat vaakasuorassa asennossa. Nuohousluukku on uunin sivulla.

Vakiovarusteet: Ilmamäärän säätölaite, savupiippu 4 m, tuubiharja, 2-liekkipoltin.

Lisävarusteet: Vakiolämmönsäätö 4000 mk, automaattinen sähköpääkeskus 13500 mk.

Uuni on helposti nuohottavissa.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on hyvä ollen täydellä teholla 86% ja osateholla 89%.

**Antti 330**

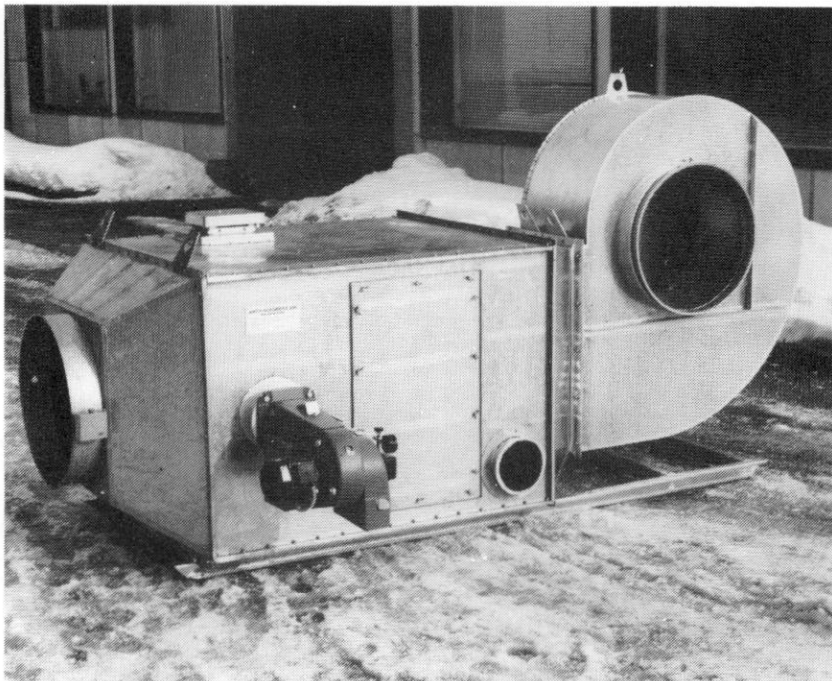
Sähkökeskus on sijoitettu kuivurin ohjauskeskuksen yhteyteen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet on tehty allotetusta levystä ja ne ovat vaakasuorassa asennossa. Nuohousluukku on uunin sivulla.

Vakiovarusteet: Ilmamäärän säätölaite, savupiippu 4 m, tuubiharja, 2-liekkipoltin.

Lisävarusteet: Vakiolämmönsäätö 4000 mk, automaattinen sähköpääkeskus 13500 mk.

Uuni on helposti nuohottavissa.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on hyvä ollen täydellä teholla 87% ja osateholla 89%.

**Antti 400**

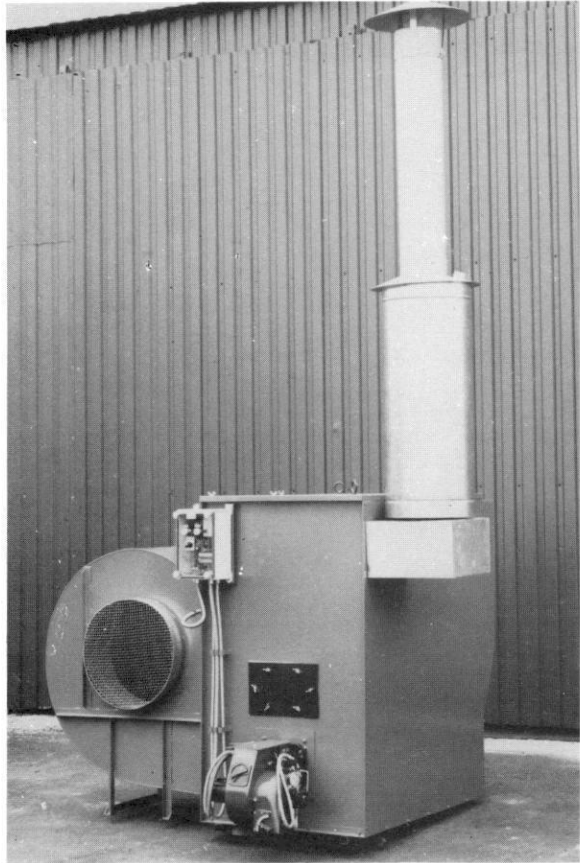
Sähkökeskus on sijoitettu kuivurin ohjauskeskuksen yhteyteen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet ovat levyrakenteisia ja ne ovat vaakasuorassa asennossa. Nuohousluukut ovat uunin sivulla.

Vakiovarusteet: Ilmamäärän säätölaite, savupiippu 4 m, tuubiharja, 2-liekkipoltin.

Lisävarusteet: Vakiolämmönsäätö 4000 mk, automaattinen sähköpääkeskus 14200 mk.

Uuni on tyydyttävästi nuohottavissa.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on hyvä ollen täydellä teholla 86% ja osateholla 89%.

**Arska 4000S**

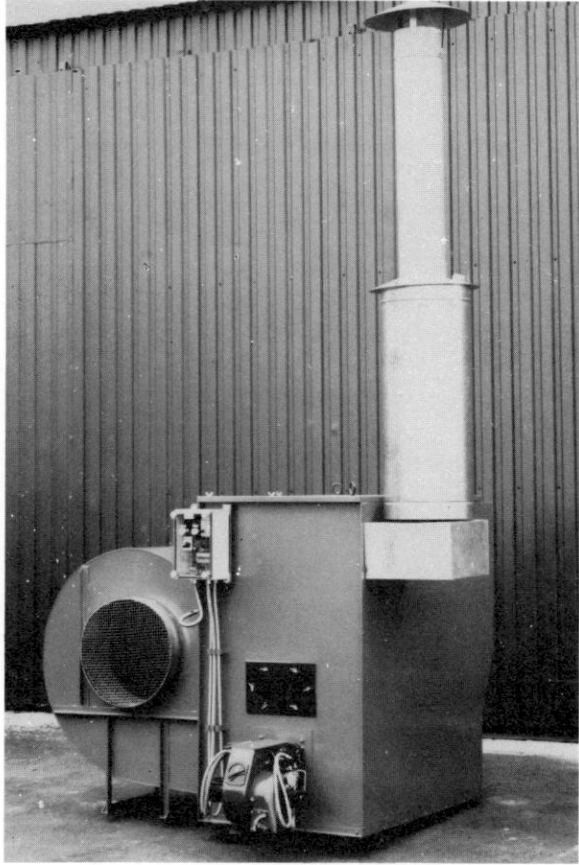
Sähkökeskus on sijoitettu uunin kylkeen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet ovat levyrakenteisia. Polttokammio on vaakasuorassa asennossa ja lämmönvaihtimet pystyasennossa. Nuohousluukku on uunin päällä.

Vakiovarusteet: Savupiippu 4 m, nuohousvälineet.

Lisävarusteet: Automaattinen sähköpääkeskus 11500 mk, 2-liekkipoltin 2500 mk.

Uuni on helposti nuohottavissa.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on hyvä ollen täydellä teholla 85% ja osateholla 89%.

**Arska 6000S**

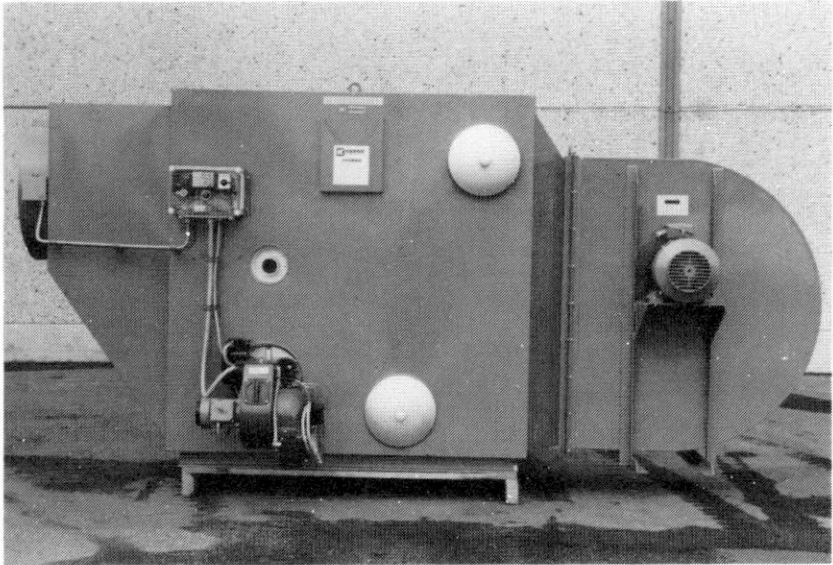
Sähkökeskus on sijoitettu uunin kylkeen. Polttokammio on levyrakenteinen ja vaakasuorassa asennossa. Lämmönvaihtimet ovat pystyasennossa. Ensimmäinen lämmönvaihdin on levyrakenteinen ja toinen putkirakenteinen. Nuohousluukku on uunin päällä.

Vakiovarusteet: Savupiippu 4 m, nuohousvälineet.

Lisävarusteet: Automaattinen sähköpääkeskus 11500 mk, 2-liekkipoltin 2500 mk.

Uuni on helposti nuohottavissa.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on hyvä ollen täydellä teholla 85% ja osateholla 89%.

**Jaakko 295C**

Sähkökeskus on sijoitettu uunin kylkeen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet ovat pystyasennossa. Polttokammion alaosa on muurattu tulenkkestävästä tiilestä ja yläosa on levyrakenteinen. Lämmönvaihtimet ovat levyrakenteisia. Nuohousluukut ovat uunin sivulla.

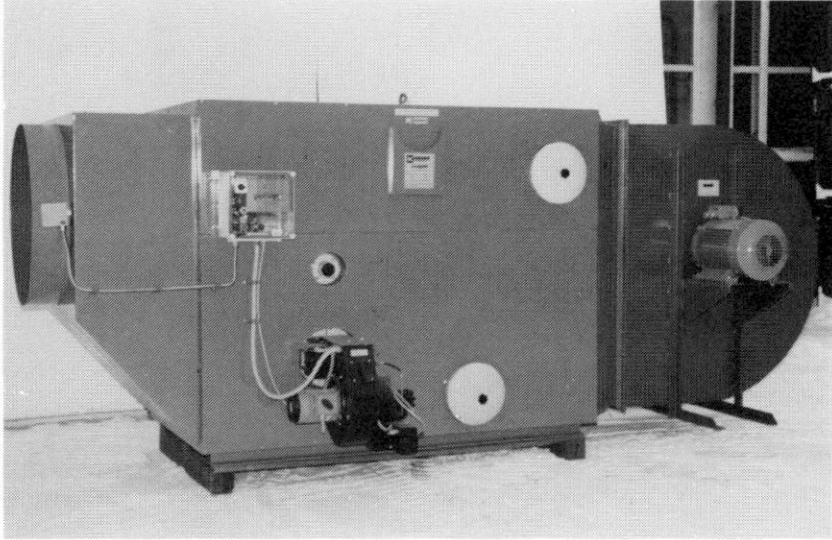
Vakiovarusteet: Savupiippu 4 m, öljypoltin asennettuna, uunin ohjauskeskus, jossa on puhaltimen kytkin sekä kellot kuivausta ja jäädytystä varten, nuohousvälineet.

Lisävarusteet: Täysautomaattinen sähköpääkeskus (IP54) ja hygrostaatti. Uunin hinta tällöin 43 000 mk.

Liekintarkkailuaukko tulipesään helpottaa polttimen palamisilman säätöä.

Nuohousluukkujen pienuudesta johtuen uuni on hankala nuohota.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on hyvä ollen täydellä teholla 84% ja osateholla 89%.

**Jaakko 450 B**

Sähkökeskus on sijoitettu uunin kylkeen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet ovat pystyasennossa. Polttokammion alaosa on muurattu tulenkkestävästä tiilestä ja yläosa on levyrakenteinen. Lämmönvaihtimet ovat levyrakenteisia. Nuohousluukut ovat uunin sivulla.

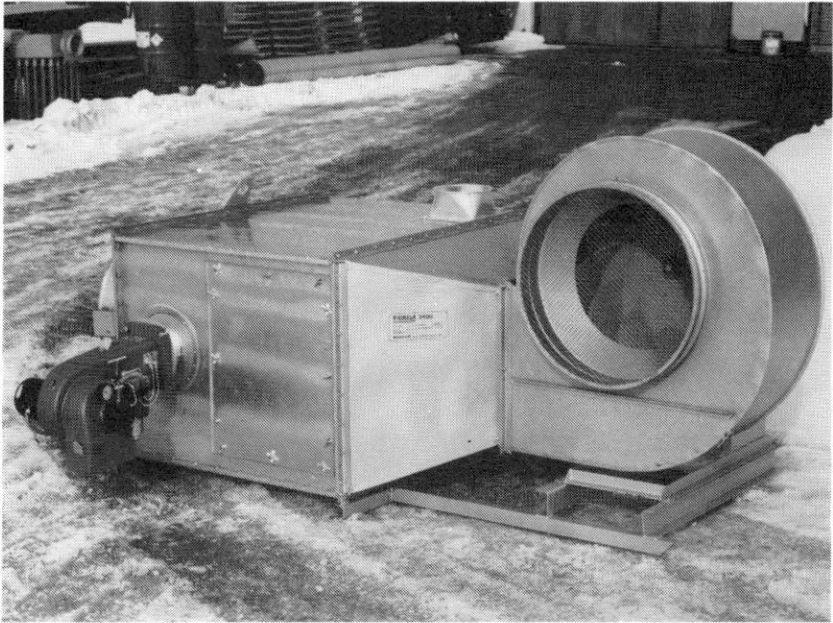
Vakiovarusteet: Savupiippu 4 m, öljypoltin asennettuna, uunin ohjauskeskus, jossa on puhaltimen kytkin sekä kellot kuivausta ja jäädytystä varten, nuohousvälineet.

Lisävarusteet: Täysautomaattinen sähköpääkeskus (IP54) ja hygrostaatti. Uunin hinta tällöin 56 600 mk.

Liekintarkkailuaukko tulipesään helpottaa polttimen palamisilman säätöä.

Nuohousluukkujen pienuudesta johtuen uuni on hankala nuohota.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on hyvä ollen täydellä teholla 85% ja osateholla 88%.

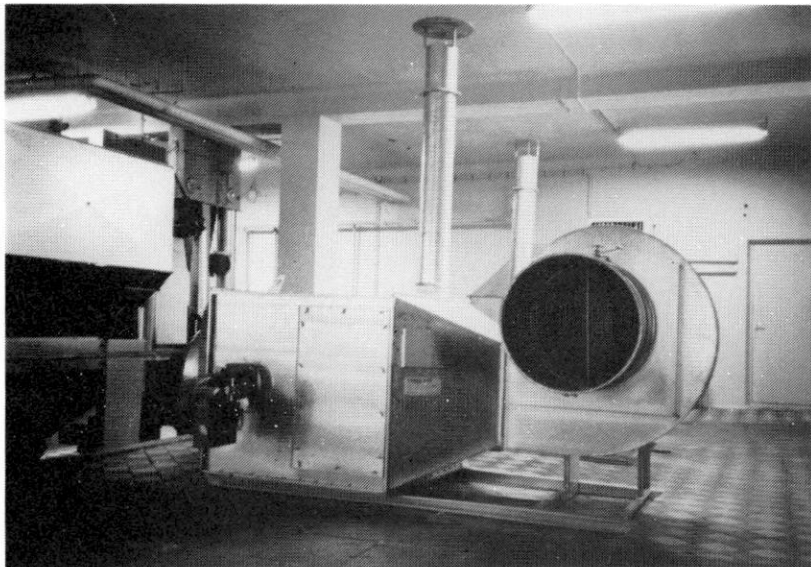
**Viurila 2400 S**

Sähkökeskus on sijoitettu kuivurin ohjauskeskuksen yhteyteen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet ovat levyrakenteisia ja ne ovat vaakasuorassa asennossa. Nuohousluukut ovat uunin sivulla.

Vakiovarusteet: Ilmamäärän säätölaite, savupiippu 4 m, tuubiharja, 2-liekkipoltin, 2-liekkitermostaatti.

Uuni on tyydyttävästi nuohottavissa.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on täydellä teholla tyydyttävä ollen 83% ja osateholla hyvä ollen 88%.

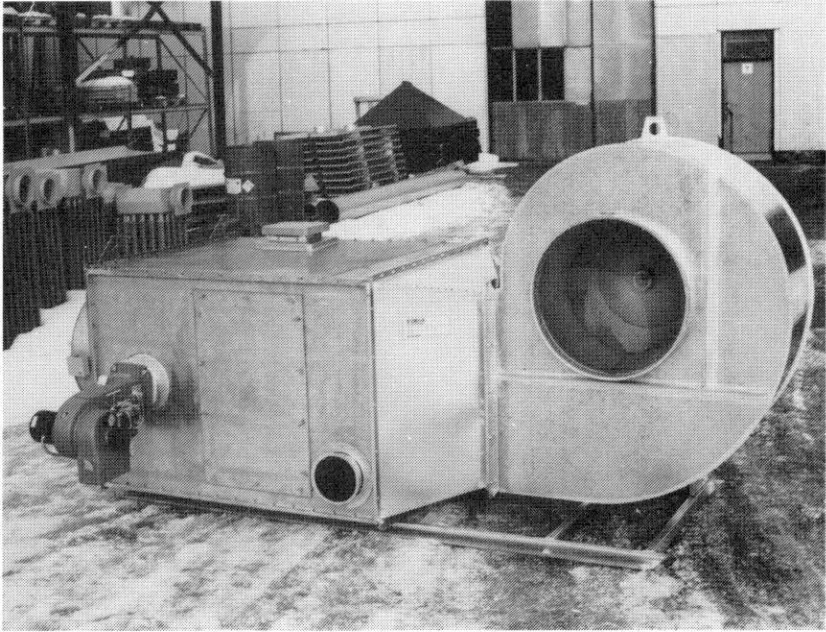
**Viurila 2500 S**

Sähkökeskus on sijoitettu kuivurin ohjauskeskuksen yhteyteen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet ovat levyrakenteisia ja ne ovat vaakasuorassa asennossa. Nuohousluukut ovat uunin sivulla.

Vakiovarusteet: Ilmamäärän säätölaite, savupiippu 4 m, tuubiharja, 2-liekkipoltin, 2-liekkitermostaatti.

Uuni on tyydyttävästi nuohottavissa.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on hyvä ollen täydellä teholla 87% ja osateholla 89%.

**Viurila 3800 S**

Sähkökeskus on sijoitettu kuivurin ohjauskeskuksen yhteyteen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet ovat levyrakenteisia ja ne ovat vaakasuorassa asennossa. Nuohousluukut ovat uunin sivulla.

Vakiovarusteet: Ilmamäärän säätölaite, savupiippu 4 m, tuubiharja, 2-liekkipoltin, 2-liekkitermostaatti.

Uuni on tyydyttävästi nuohottavissa.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on hyvä ollen täydellä teholla 86% ja osateholla 89%.

# TIIVISTELMÄ - SAMMANFATTNING - CONCLUSIONS

Uuni Ugn Furnace	60°C kuivausilman lämmönnousu Torkningsluftens temperaturstegring Temperature rise in airflow				40°C kuivausilman lämmönnousu Torkningsluftens temperaturstegring Temperature rise in airflow				Hyöty- suhde Verk- nings- graden Total effici- ency ±2%	Hyöty- suhde Verk- nings- graden Total effici- ency ±2%	Teho Effekt Power kW	Ilma- määrä Luft- mängd Air- flow m <sup>3</sup> /h	Teho Effekt Power kW	Hyöty- suhde Verk- nings- graden Total effici- ency ±2%	Hyöty- suhde Verk- nings- graden Total effici- ency ±2%	5-erittäin hyvä 1-huono 5-mycket god l-dålig 5-very good 1-poor 1-5
	Ilma- määrä Luft- mängd Air- flow m <sup>3</sup> /h	Teho Effekt Power kW	Hyöty- suhde Verk- nings- graden Total effici- ency ±2%	Hyöty- suhde Verk- nings- graden Total effici- ency ±2%	Teho Effekt Power kW	Hyöty- suhde Verk- nings- graden Total effici- ency ±2%	Hyöty- suhde Verk- nings- graden Total effici- ency ±2%	5-erittäin hyvä 1-huono 5-mycket god l-dålig 5-very good 1-poor 1-5								
Antti 250	14800	244	86	86	13900	163	89	89	4							
Antti 330	19000	318	87	87	18100	214	89	89	4							
Antti 400	25800	433	86	86	24600	293	89	89	3							
Arska 4000S	15300	253	85	85	14700	172	89	89	4							
Arska 6000S	18600	310	85	85	17600	210	89	89	4							
Jaakko 295C	17400	289	84	84	16700	200	89	88	2							
Jaakko 450B	25800	429	85	85	24000	290	88	88	2							
Viurila 2400S	15000	253	83	83	14300	173	88	88	3							
Viurila 2500S	16500	269	87	87	15700	180	89	89	3							
Viurila 3800S	25800	433	86	86	24600	293	89	89	3							

Vihti 2.1.1987

VALTION MAATALOUSTEKNOLOGIAN TUTKIMUSLAITOS

## SI-yksiköiden ja vanhojen yksiköiden muuntotaulukko

SI-yksikkö		SI-yksikkö	
1 N	= 0,10 kp	1 kp	= 9,81 N
1 kW	= 1,36 hv	1 hv	= 0,74 kW
1 W	= 0,86 kcal/h	1 kcal/h	= 1,16 W
1 Nm	= 0,10 kpm	1 kpm	= 9,81 Nm
1 MJ	= 0,28 kWh	1 kWh	= 3,60 MJ
1 kJ	= 0,24 kcal	1 kcal	= 4,19 kJ
1 MPa	= 9,81 kp/cm <sup>2</sup>	1 kp/cm <sup>2</sup>	= 0,10 MPa
1 Pa	= 0,10 mm H <sub>2</sub> O	1 mm H <sub>2</sub> O	= 9,81 Pa
1 kPa	= 7,51 mm Hg	1 mm Hg	= 0,13 kPa
1 g/kWh	= 0,74 g/hvh	1 g/hvh	= 1,36 g/kWh

## Etuliitteitä

mega = M = 1000000	milli = m = 0,001
kilo = k = 1000	mikro = μ = 0,000001

1) Käyttöominaisuudet ja kestävyys arvostellaan seuraavia arvosanoja käyttäen:	1) Bruksegenskaperna och hållbarheten bedöms enligt följande skala:	1) The functional performance and durability ratings are:
erittäin hyvä — 5	mycket god — 5	very good — 5
hyvä — 4	god — 4	good — 4
tydyttävä — 3	nöjaktig — 3	satisfactory — 3
välttävä — 2	försvarlig — 2	fair — 2
huono — 1	dålig — 1	poor — 1

**Koetus- ja tutkimustulosten vanhenemisen vuoksi sekä väärinkäytysten ja harhauttavien tietojen välttämiseksi koetus- ja tutkimuslauseksia tai erillisiä koetus- ja tutkimustuloksia ei ole lupa julkaista eikä kirjallisesti esittää ilman tutkimuslaitoksen kussakin tapauksessa erikseen antamaa kirjallista lupaa.**

