



# VAKOLA

PPA 1  
03400 VIHTI  
913-46211

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

## KOETUSSELOSTUS TEST REPORT

NUMERO 1172

RYHMÄ 113

VUOSI 1986

### VILJANKUIVURIUUNIEN RYHMÄKOETUS Teho 150—230 kW GROUP TEST OF GRAIN DRIER FURNACES Power 150—230 kW

JUNI FURNACE	KOETUTTAJA JA VALMISTAJA ENTRANT AND MANUFACTURER	HINTA 1. 1. 1986
Antti 190	Antti-Teollisuus Oy, 25340 Kanunki	22400 mk
Arska 3000S	Arska Tehtaat Ky, 31400 Somero	24750 mk
Jaakko 150	Suomen Sokeri Oy Jaakko-Tehtaat, 27430 Panelia	25300 mk
Jaakko 180 B	—”—	29400 mk
Mepu 170	Metalli ja Puhallin Oy, 21900 Yläne	
Näppärä 4Ö	Vejekset Ala-Talkkari, 62150 Rintakangas	22600 mk
Viurila 1500 S	Wiurila Oy, 25330 Kuusjoki	
Viurila 2000 S	—”—	27980 mk

## 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 pittempiaikaisessa käytössä ei kokeiltu.

Uunin suurin sallittu polttoaineenkulutus on se määrä, kg/h, polttoainetta jolla kuivausilman lämpötilan nousu on  $60 \pm 1$  °C. Vastapaine on kuivausilmahormissa mittauksen aikana 600 Pa (60 mmvp), jota pidetään siilokuivureiden normaalina keskimääräisenä vastapaineena. Savukaasujen lämpötila ei kuitenkaan saa nousta yli 350 °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 °C:een. Rajoitin estää öljypolttimen uudelleenkäynnistymisen kunnes kuivausilman lämpötila on laskenut 35 °C:een.

## RAAKA-AINEET

Taulukossa 1 on esitetty tulipintojen materiaalit ja ainevahvuus sekä materiaaleille sallitut käyttölämpötilat. Kuivuriuunin suurimmalla sallitulla kuormituksella normaaliikäynnin 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 190	AISI 309 1,5 mm	AISI 309 1,5 mm	AISI 304 1,5 mm
Arska 3000S	Werks 4828 2,0 mm	Werks 4828 2,0 mm	Tuubiputki Tube Fe 37B 2,9 mm
Jaakko 150	Alaosa muurattu Lower part of fire brick Yläosa Werks 4828 Upper part 2 mm	Corten A 3,0 mm	Corten A 3,0 mm
Jaakko 180 B	Alaosa muurattu Lower part of fire brick Yläosa Werks 4828 Upper part 2,0 mm	Corten A 3,0 mm	Corten A 3,0 mm
Mepu 170	Werks 4828 2,0 mm	Corten A 3,0 mm	
Näppärä 40	Fe 37B 4,0 mm	Fe 37B 3,0 mm	Fe 37B 3,0 mm
Viurila 1500S	AISI 309 1,5 mm	AISI 309 1,5 mm	AISI 304 1,5 mm
Viurila 2000S	AISI 309 1,5 mm	AISI 309 1,5 mm	AISI 304 1,5 mm

Suurin sallittu lämpötila jatkuvassa käytössä.  
The highest allowed temperature on continuous operation.

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

## ERISTYS

Kuivuriuunin pintalämpötila normaalikäynnin aikana saa olla enintään 80 °C.

Jaakko-uuneissa ulkopinta on eristetty 60 mm vuorivilla-eristeellä. Ryhmän muissa uuneissa pinta jäädytetään johtamalla osa kuivausilmasta 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 valmis- taja Manufacturer of the control panel	Lämpötilan rajoitin Temperature limiter
Antti 190	Bentone P28-2 Bentone N28-1	Strömberg 4,0 kW 1435 r/min	Strömberg Oy	Danfoss LTM
Arska 3000S	Oilon KP 26	Strömberg 4,0 kW 1425 r/min	Maansähkö Oy	Danfoss LTM
Jaakko 150	Oilon KP26 J Bentone L17	Strömberg 4,0 kW 2870 r/min	Maansähkö Oy	Danfoss LTM
Jaakko 180 B	Oilon KP26 H Bentone P28-2	Strömberg 4,0 kW 1425 r/min	Maansähkö Oy	Danfoss LTM
Mepu 170	Oilon Kp26	Strömberg 3,0 kW 1425 r/min	Maansähkö Oy	Danfoss LTM
Näppärä	Bentone L17	Strömberg 7,5 kW 1440 r/min	Ilmajoen Sähkökoje Ky	Danfoss LTM
Viurila 1500S	Bentone L17 Bentone P28-2	Strömberg 4,0 kW 1435 r/min	Strömberg Oy	Danfoss LTM
Viurila 2000S	Bentone Q30-2	VEM 7,5 kW 2860 r/min	Strömberg Oy	Danfoss LTM

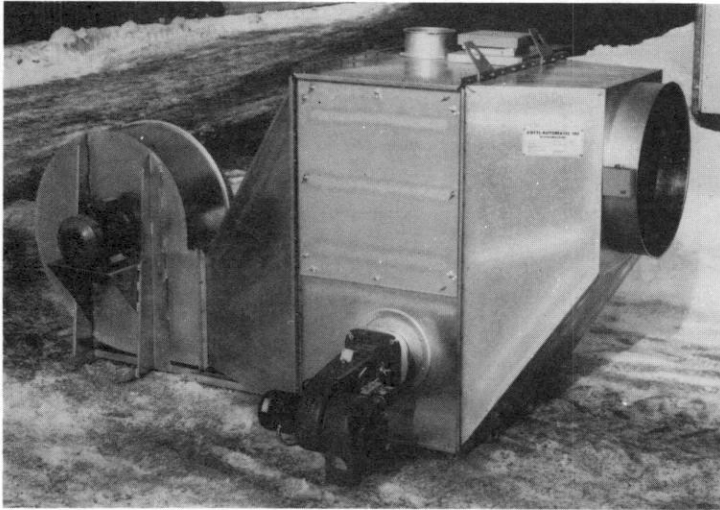
## ARVOSTELU

Taulukossa 3 on esitetty uunien koetustuloksia.

**Taulukko 3.** Uunien koetustuloksia. Kuivausilman vastapaine 600 Pa (60 mmvp).  
**Table 3.** Test results of the furnaces. The counter pressure of drying air 600 Pa

	Ilmämäärä mittausoloissa Amount of air in test conditions m <sup>3</sup> /h	Kuivausilman lämpötilan nousu Temperature rise in drying air °C	Uunin luovuttama lämpöteho Heat power kW	Polttoaineen kulutus Fuel consumption kg/h	Savukaasujen lämpötila Temperature in smoke flue °C	Sähkötehon tarve Electric power required kW	Kokonais hyötysuhde Total efficiency %	Huom Obs
Antti 190	11300 10800	60 41	188 127	18,0 11,6	285 180	4,1 4,1	87 90	Keskipakois- puhallin Radial fan
Arska 3000S	10900 10500	59 39	178 121	17,0 11,0	265 180	5,1 5,1	86 89	" - "
Jaakko 150	9900 9500	60 40	166 111	15,8 10,0	260 180	4,7 4,7	86 90	Potkuripuhalin Axial fan
Jaakko 180B	12100 11500	60 40	205 137	19,5 12,4	270 175	4,7 4,6	87 90	Keskipakois- puhallin Radial fan
Mepu 170	8700(1) 6600	63 40	152 80	15,4 7,3	310 180	3,2 3,1	82 89	" - "
Näppärä 40	11400 10900	55 41	174 132	18,1 12,9	295 185	7,1 7,4	79 82	" - "
Viurtila 1500S	9900 9300	60 41	167 113	16,4 10,6	285 180	3,8 3,8	84 87	" - "
Viurtila 2000S	12500 11800	61 41	208 139	19,7 12,3	270 170	8,1 8,1	86 90	Potkuripuhalin Axial fan

## ANTTI 190



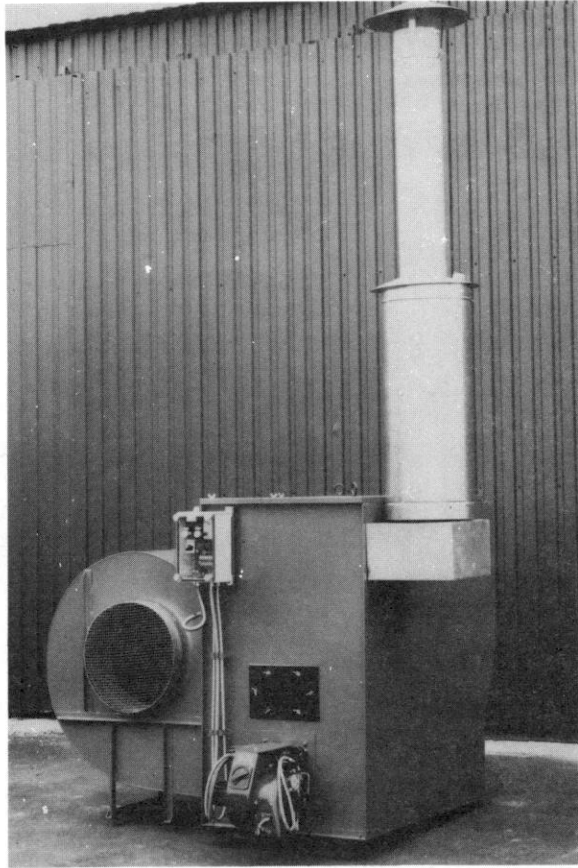
Sähkökeskus on sijoitettu kuivurin ohjauskeskuksen yhteyteen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet on tehty aallotetusta levystä ja ne ovat vaakasuorassa asennossa. Nuohousluukku on uunin sivulla.

Vakiovarusteet: Ilmamäärän säätölaite, savupiippu 4 m, tuubiharja.

Lisävarusteet: Kaksiliekkipoltin Bentone P28-2 ja kaksiliekkitermostaatti. Lisävarusteiden hinta 2100 mk.

Uuni on helposti nuohottavissa.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on hyvä ollen täydellä teholla 87% ja osateholla 90%.

**Arska 3000S**

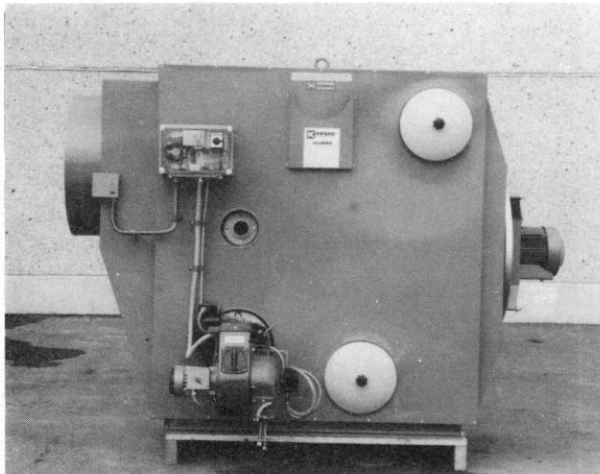
Sähkökeskus on sijoitettu uunin kylkeen. Polttokammio on levyrakenteinen ja vaakasuorassa asennossa. Lämmönvaihtimet ovat pystyasennossa. Ensimmäinen lämmönvaihdin on levyrakenteinen ja toinen putkirakenteinen. Nuohousluukku on uunin päällä.

Väkiövarusteet: Savupiippu 4 m, nuohousvälineet.

Uuni on helposti nuohottavissa.

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

### Jaakko 150



Sähkökeskus on kiinnitetty uunin kylkeen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet ovat pystyasennossa. Polttokamion alaosa on muurattu tulenkestävästä tiilestä ja yläosa on levyrakenteinen. Lämmönvaihtimet ovat levyrakenteisia. Nuohousluukut ovat uunin sivulla.

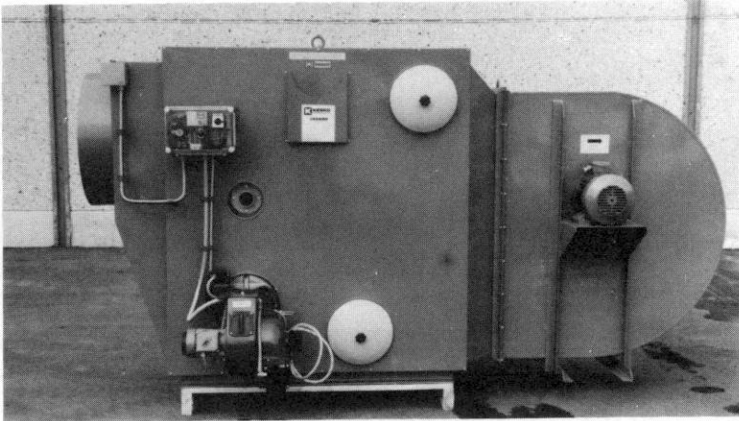
Vakiovarusteet: Savupiippu 4 m, öljypoltin asennettuna, uunin ohjauskeskus, jossa on puhaltimen kytkin sekä kellot kuivausta ja jäähdvystä varten.

Lisävarusteet: Täysautomaattinen sähköpääkeskus (IP54) ja hygrostaatti. Uunin hinta tällöin 34200 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 86% ja osateholla 90%.

**Jaakko 180 B**

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

Vakiovarusteet: Savupiippu 4 m, öliypoltin asennettuna, uunin ohjauskeskus, jossa on puhaltimen kytkin sekä kellot kuivausta ja jäähtytystä varten.

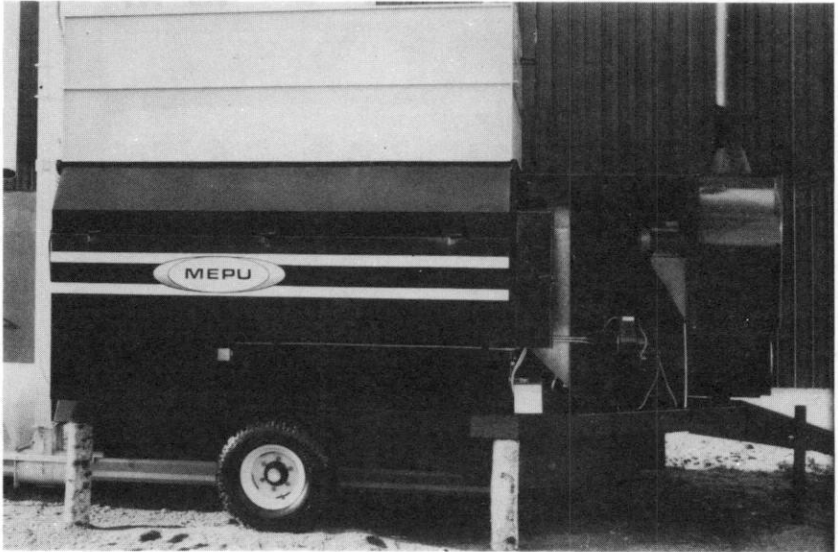
Lisävarusteet: Täysautomaattinen sähköpääkeskus (IP54) ja hygrostaatti. Uunin hinta tällöin 38400 mk. 2-liekkipolttimen lisähinta 2000 mk.

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 87% ja osateholla 90%.

## Mepu 170



Sähkökeskus on kiinnitetty uunin kylkeen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet ovat levyrakenteisia ja pystyasennossa. Nuohousluukut ovat uunin sivulla.

Vakiovarusteet: Savupiippu 4 m, nuohousvälineet.

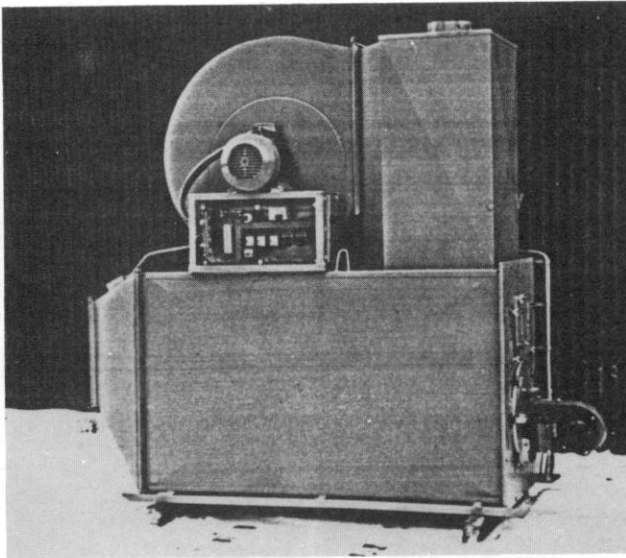
Lisävarusteet: 2-liekkipoltin, lisähintaan 2000 mk.

Uuni on tyydyttävästi nuohottavissa.

Uuni myydään vain Mepu vaunukuivuriin kiinteästi asennettuna. Kuivurin hinta vakiovarustein 116000 mk.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on täydellä teholla tyydyttävä ollen 82% ja osateholla hyvä ollen 89%.

## Näppärä 40



Sähkökeskus on kiinnitetty uunin kylkeen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet ovat levyrakenteisia. Polttokammio ja ensimmäinen lämmönvaihdin ovat vaakasuorassa asennossa. Toinen lämmönvaihdin on pystyasennossa. Nuohousluukut ovat uunin päädyssä ja uunin päällä.

Vakiovarusteet: Savupiippu 4 m, öljypoltin asennettuna, uunin ohjauskeskus.

Lisävarusteet: Aikakello 1300 mk, laitteet puulämmitystä varten 800 mk.

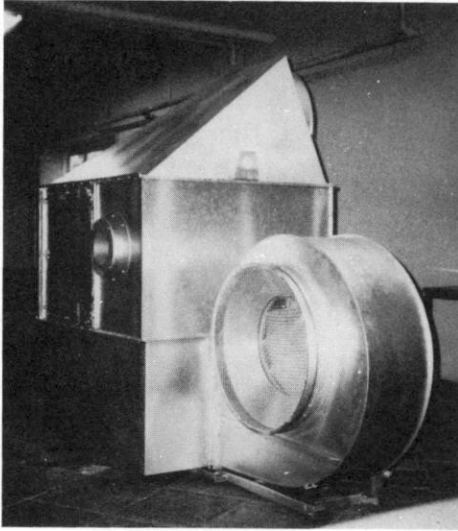
Uunin liitoksissa oli ilmavuotoja.

Uuni on tyydyttävästi nuohottavissa.

Polttoaineen palaminen on hyvä. Lämmön talteenotto on tyydyttävä.

Kokonaishyötysuhde on tyydyttävä ollen täydellä teholla 79% ja osateholla 82%.

**Viurila 1500 S**



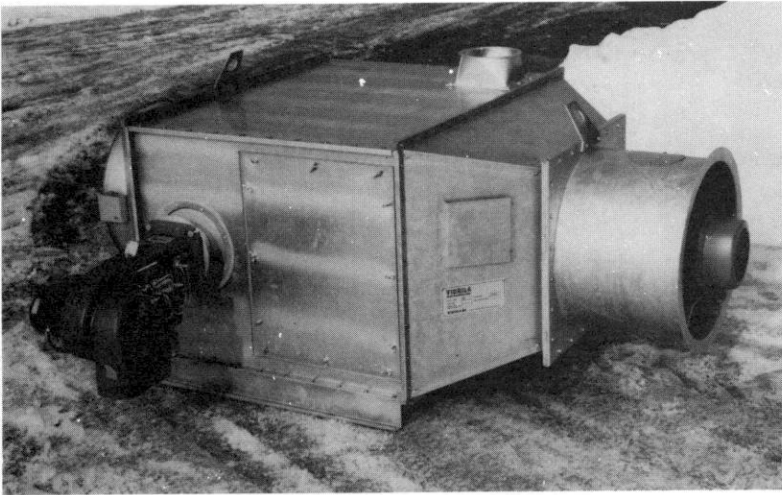
Sähkökeskus on sijoitettu kuivurin ohjauskeskuksen yhteyteen. Polttokammio ja lämmönvaihtimet ovat levvrakenteisia ja ne ovat vaakasuorassa asennossa. Nuohousluukut ovat uunin sivulla.

Vakiovarusteet: Ilmamäärän säätölaite, savupiippu 4 m, tuubiharja.

Lisävarusteet: 2-liekkipoltin Bentone P 28-2 ja 2-liekkitermostaatti. Lisävarusteiden hinta 2100 mk.

Uuni on tyydyttävästi nuohottavissa.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on hvvä ollen täydellä teholla 84% ja osateholla 87%.

**Viurila 2000S**

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

Vakiovarusteet: Ilmamäärän säätölaite, savupiippu 4 m, tuubiharja.

Uuni on hyvin nuohottavissa.

Polttoaineen palaminen ja lämmön talteenotto on hyvä. Kokonaishyötysuhde on hyvä ollen täydellä teholla 86% ja osateholla 90%.

**TIIVISTELMÄ - SAMMANFATTNING - CONCLUSIONS**

	60°C kuivausilman lämmön nousu torkningsluftens temperaturstegring temperature rise in airflow			40°C kuivausilman lämmön nousu torkningsluftens temperaturstegring temperature rise in airflow			Nuohous Sotning Sweeping
Uuni Ugn Furnace	Ilmamäärä Luftmängd Airflow m <sup>3</sup> /h	Teho Effekt Power kW	Hyöty- suhde Verknings- graden Total effici- ency %	Ilmamäärä Luftmängd Airflow m <sup>3</sup> /h	Teho Effekt Power kW	Hyöty- suhde Verknings- graden Total effici- ency %	5=erittäin, hyvä 1=huono 5=mycket god 1=dålig 5=very good 1=poor 1-5
Antti 190	11300	188	87	10800	127	90	4
Arska 3000S	10900	178	86	10500	121	89	4
Jaakko 150	9900	166	86	9500	111	90	2
Jaakko 180B	12100	205	87	11500	137	90	2
Mepu 170	8700	152	82	6600	80	89	3
Näppärä 40	11400	174	79	10900	132	82	3
Viurila 1500S	9900	167	84	9300	113	87	3
Viurila 2000S	12500	208	86	11800	139	90	4

Vihti 13.5..1986

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

## Etullitteitä

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 väärinkäsitysten ja harhauttavien tietojen välttämiseksi koetus- ja tutkimuslukuja tai erillisiä koetus- ja tutkimustuloksia ei ole lupa julkaista eikä kirjallisesti esittää ilman tutkimuslaitoksen kussakin tapauksessa erikseen antamaa kirjallista lupaa.

