

Putkivastuksien vaippaputken raaka-aineet

Vastuksen käyttölämpötila ja ympäristön olosuhteet määräävät minkälaisesta materiaalista vastuksen vaippaputki on valmistettu. Tavallisesti käytettäviä aineita ovat seostetut teräkset, kupari ja seostamaton teräs. Lisäksi voidaan putket pintakäsitellä tarkoitukseen sopivalla tavalla.

Normaalisti valmistamme vastuksia oheisen taulukon mukaisista laadukkaista raaka-aineista. Erikoistilauksesta on saatavana myös muita raaka-aineita.

Materiaali	Tyypillinen analyysi %							Normi			Max °C
	C	Si	Cr	Ni	Mo	Fe	Muu	AISI	DIN	SIS	
Seosteräkset											
Ruostumaton	0,04	0,5	18,0	9,0		„		304	1.4301	2333	750
Haponkestävä	0,03	0,5	17,0	13,0	2,5	„		316L	1.4404	2353	750
Tulenkestävä	0,05	2,0	20,0	12,0		„		309S	1.4828		850
Incaloy 800	0,05	0,5	21,0	32,5		„	Al 0,4 Ti 0,4		1.4876		950
Incaloy 825	0,03	0,3	21,5	42,0	3,0	Loput	Cu 2,3 Ti 1,0		2.4858		600
Titaani	Titaani 99,5								3.7025		400

Putkivastukset

Vastusputken pintateho

Putkivastuksen pintalämpö on riippuvainen vastuksen pintatehosta, lämmitettävästä aineesta, ympäristön lämpötilasta ja siirtymänopeudesta. Pintateho tulee valita niin, ettei vaippa-aineen lämpökestoisuutta ylitetä.

Esimerkkitaulukko Ø 8,5 vastus Kokonaispituus mm									
Pintateho W / cm ²									
Teho W	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	7,5
100	900								
133	1100	600							
167	1400	800							
200	1600	900	600						
250	2000	1100	700	600					
333	2600	1300	900	700					
350	2800	1400	1000	800	600				
500	3800	2000	1400	1000	900	700	600		
667		2600	1800	1400	1100	900	700	600	
750		2800	2000	1500	1200	1100	800	700	
1000		3800	2600	2000	1600	1400	1100	900	600
1250			3200	2400	2000	1600	1300	1000	700
1333			3400	2600	2100	1800	1400	1100	800
1500			3800	2800	2400	2000	1500	1200	900
1677			4200	3200	2600	2200	1700	1400	1000
2000				3800	3000	2600	2000	1600	1100
2500					3800	3200	2400	2000	1400
3000					4500	3800	2900	2400	1600
3333						4200	3200	2600	1800
4000							3800	3100	2100
4500								3500	2400
5000								3800	2600

Putkivastukset

Pintateho voidaan laskea seuraavalla kaavalla: $Y = P / (M * L)$

Y = Pintateho W/cm²

P = Vastuksen teho W

L = Vastuksen tehollinen pituus cm

M= Vastuksen pinta-alan pituusyksikköä kohti cm²/cm (Ø 8,5 putkella = 2,67)

Lämmitettävä aine tai koje	Suosittelava pintateho W/cm ²	Suosittelava putkiaines
Öljy raskas / tahmea	0,5 – 1	St, 304 L
Öljy kevyt / ohut	1,5 – 3	St, 304 L
Kemiallinen kylpy	2 – 5	316 L, Inc. 825
Seisova vesi	5 – 7,5	Cu, 316 L, Inc. 825
Virtaava vesi	7,5 – 10	Cu, 316 L, Inc. 825
Sulatusvastus	0,5 – 1,5	304 L
Sähköpatteri	0,5 – 2	304 L
Kiuasvastus	3 – 4	304 L, 309, Inc. 800
Grillivastus	4 – 6	304 L, 309, Inc. 800
Ir-säteilijä	4 – 5	304 L, 309, Inc. 800
Silumiinivalettu vastus	7 – 12	St, 304 L
Lämpöpuhallin	2 – 3	304 L

Tehontarve öljyn, veden ja metallien lämmittämiseksi

Vastuksen tehontarpeen kaava: $P = Q / (h * n)$

P = Tehontarve / teho W

h = Lämmitysaika h

Q= Tarvittava energia Wh

n = Hyötysuhde

Lämmitettävä aine	Lämpötilan nousuun tarvittava energia Q (Wh)				
	10 °C	20 °C	50 °C	90 °C	200 °C
10 l Vettä	116	232	580	1046	-
20 l Vettä	232	464	1160	2092	-
50 l Vettä	580	1160	2905	5230	-
100 l Vettä	1160	2320	5810	10460	-
Öljy	Puolet vedestä				
1 kg Alumiinia	2,49	4,98	12,5	22,4	50
1 kg Lyijyä	0,36	0,72	1,8	3,3	7,2
1 kg Valurautaa	1,40	2,8	7	12,6	28
1 Kg Kuparia	1,08	2,2	5,4	9,7	22
1 kg Silumiinia	2,44	4,9	12	22	49

Esimerkki: Tarkoituksena lämmittää 50 l vettä + 20 °C:sta + 70 °C:een kahdessa tunnissa. Häviön arvioidaan olevan n. 20 %. Eli hyötysuhde on 0,8. Lämpötilan nousu 50 °C eli Q = 2905 , P = 2905 / (2 * 0,8) ~1815 W

Ø8,5 putkivastuksen rakenne sekä vakiokoot

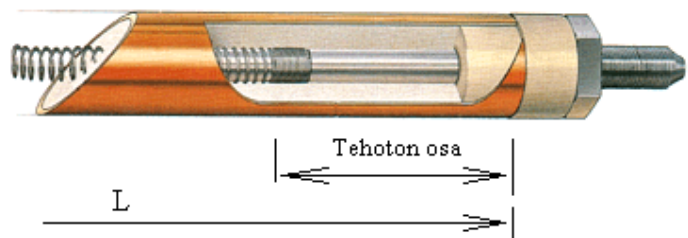
Vastuksen muodostavat sen lämpöä kehittävä vastusspiraali, mekaanisena suojana oleva putki ja putken spiraalin välissä oleva eriste. Vastuksen molemmissa päässä on läpivientieristin.

Eristimen läpi tuodaan kytkentätapit, joihin jännite kytketään. KytKentätapit muodostavat tehottoman osan, joka ei kehitä lämpöä.

Vastus on mekaaniselta rakenteeltaan erittäin luja. Se ei ole arka tärinälle ja se kestää suuria mekaanisia rasituksia. Sitä ei myöskään tarvitse eristää kosketeltavista metalliosista.

Vastusputken muut tekniset tiedot

Ulkohalkaisija $\varnothing 8,5 \pm 0,1$ mm.
Max. valmistuspituus 4500 mm.
Pituuden poikkeama $\pm 2\%$
Paino ~ 300 g /m
Pinta-ala $2,67$ cm²/cm
Tehoton osa 50 – 1000 mm.

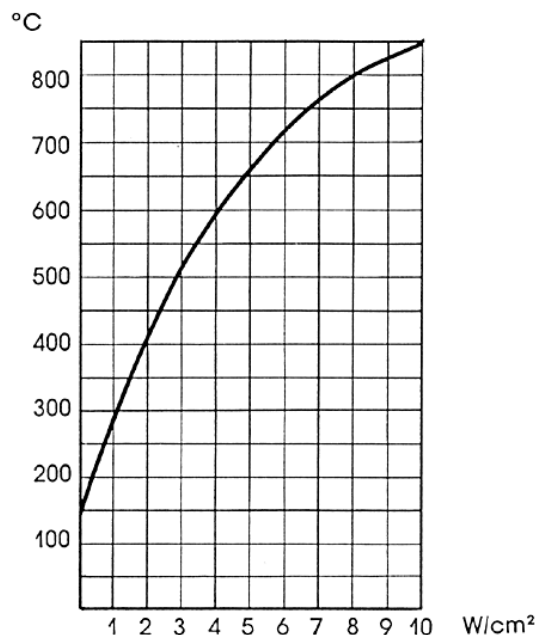


Leimaus

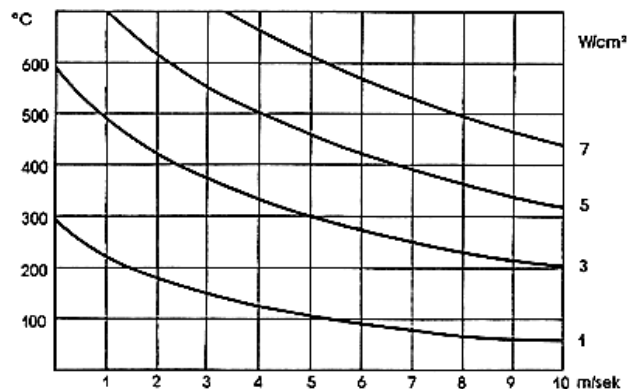
Jokaiseen vastuselementtiin leimataan valmistusvaiheessa seuraavat tiedot: valmistaja, teho, jännite, tehoton osa ja valmistusaika.

Vaippaputken lämpötila eri pintatehoilla ympäristön ollessa $+ 20$ °C

Huomiotava vaippamateriaalin max. käyttölämpötilat.



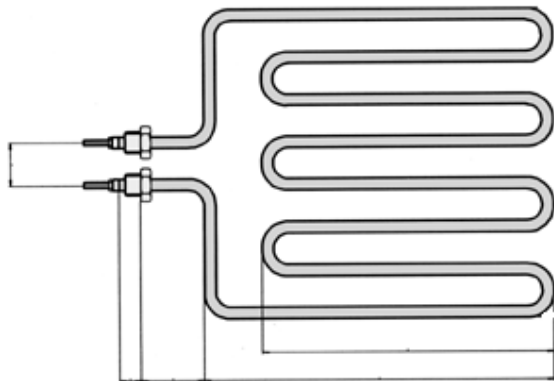
Vaippaputken lämpötilaeron riippuvuus eri pintatehoilla ja ilmanvirtausnopeuksilla.



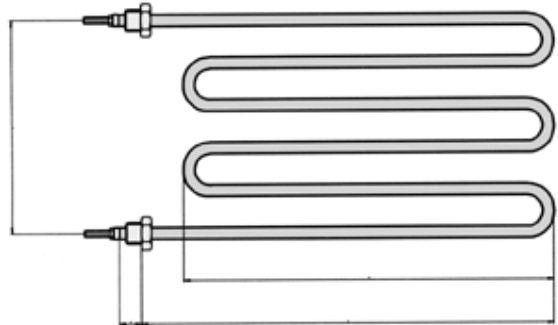
Putkivastukset

Yleisimmin käytettyjä taivutusmuotoja

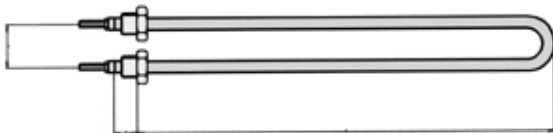
H- muoto



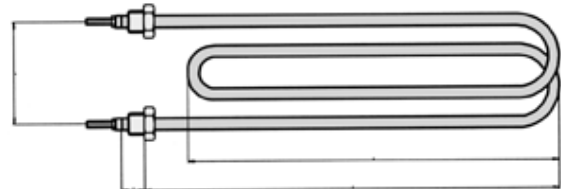
M-muoto



U-muoto



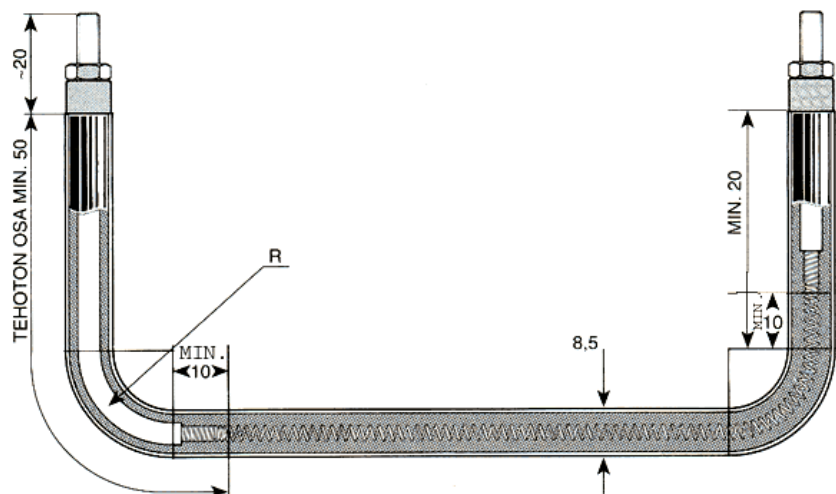
OP-muoto



Taivutusohjeita

Pienin mahdollinen taivutussäde R,
seuraaville materiaaleille:

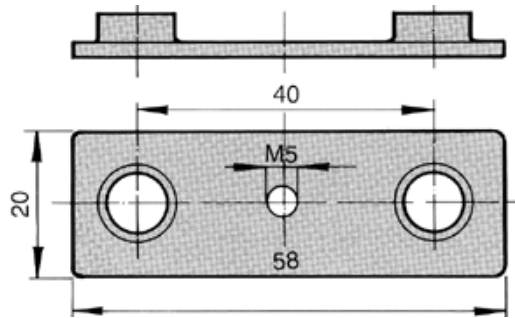
304 L	12,5
309	12,5
316 L	12,5
Inc. 825	15
Inc. 800	20



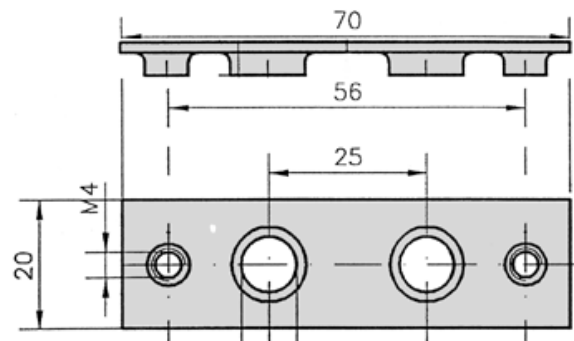
Yleisimmät kiinnityslaipat

Peltilaipat, puristettavat

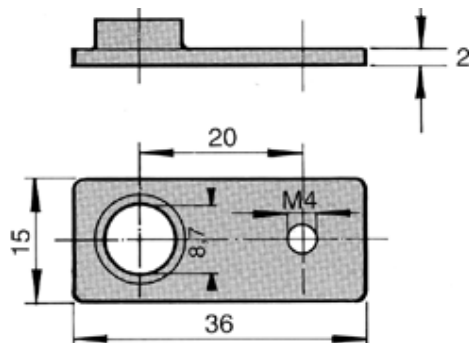
20 x 58 / M5



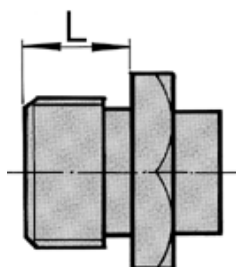
20 x 70 / M4



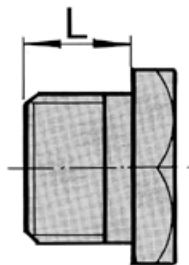
15 x 36 / M4



Kierrelaippa, puristettava



L = 10 – 40 mm.
Aine = ST /RST
Kierre M14 x 1,5



Kierrelaippa, juotettava

L = 10 – 30 m
Aine = MS/RST
Kierre M14 x 1,5

