



## **Loval-erikoisvastukset**

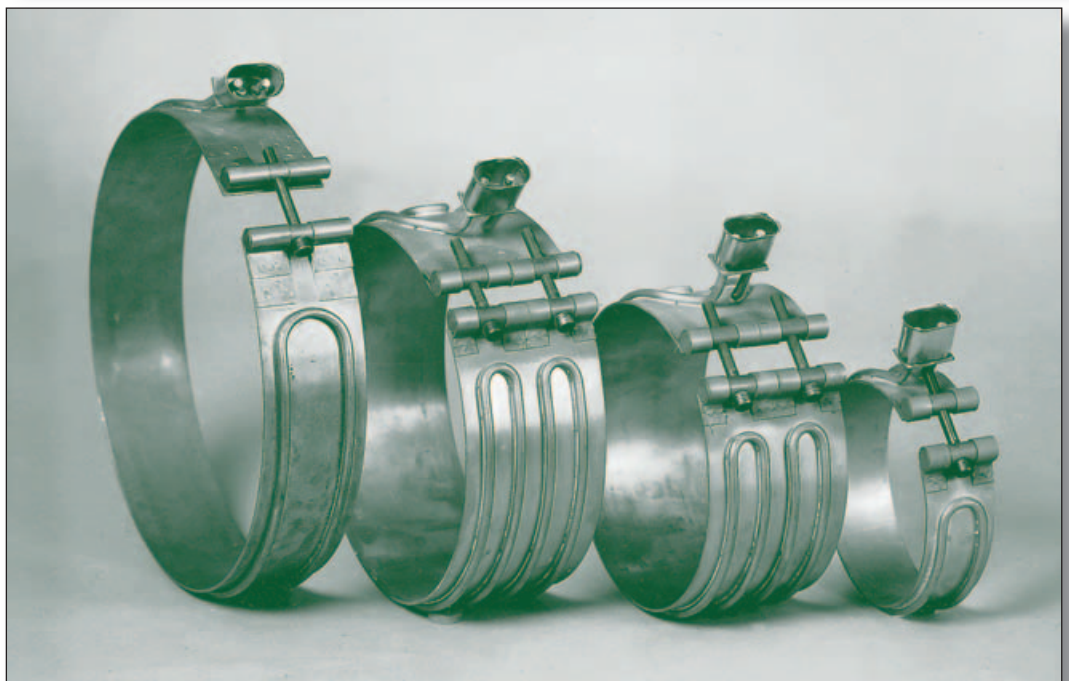
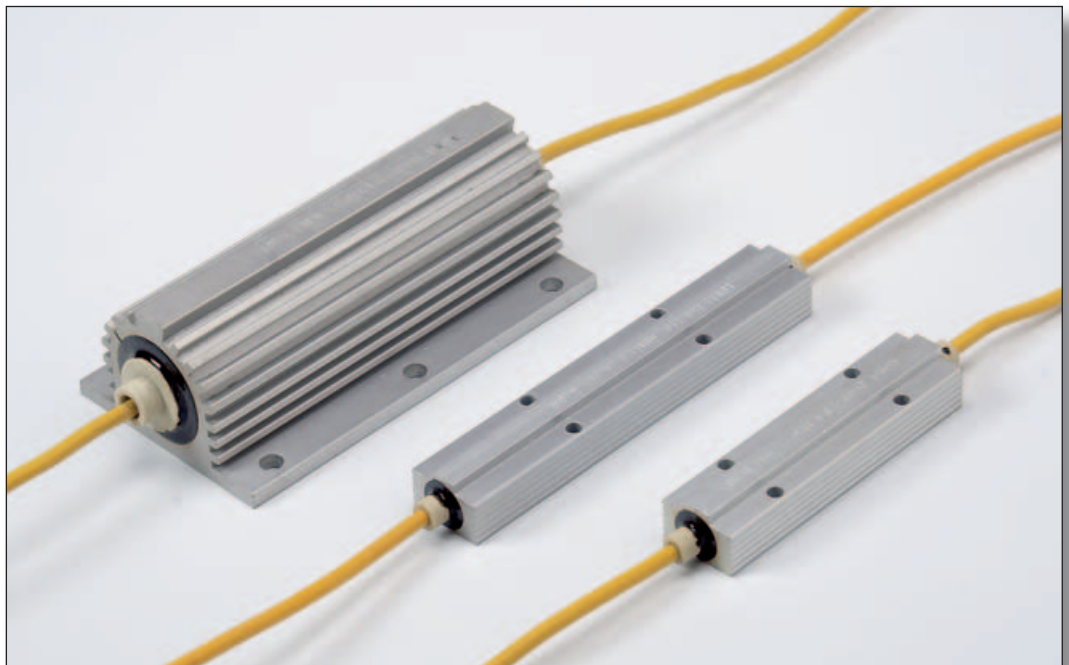
**Loval-sulatusvastukset**

**Loval-päätyvät putkivastukset**

**Loval-pantavastukset**

**Loval-lattavastukset**

**Loval-tehoelektroniikan vastukset**



## Sisältö

1	Loval-sulatusvastukset.....	3
1.1	Yleistä.....	3
1.2	Johdonliitäntä muoviholkin avulla.....	3
1.3	Vulkanoitu kuminen suojarakenne .....	3
2	Pyöreä päättyvä putkivastus.....	4
2.1	Yleistä.....	4
2.2	Pyöreän päättyvän putkivastuksen mitat.....	4
2.3	Pyöreän päättyvän putkivastuksen taivutus .....	4
3	Litteä päättyvä putkivastus.....	5
3.1	Yleistä.....	5
3.2	Käyttö.....	5
3.3	Vastusspiraalit .....	5
3.4	Pintateho .....	5
3.5	Litteän vastuksen taivutus .....	6
3.6	Kiinnitys.....	6
3.7	Sähköliitännät.....	6
4	Lovalin-pantavastukset.....	7
4.1	Yleistä.....	7
4.2	Materiaalit .....	7
4.3	Käyttö.....	7
5	Loval-lattavastukset .....	8
5.1	Yleistä .....	8
5.2	Materiaalit .....	8
5.3	Käyttö.....	8
6	Loval-tehoelektronikan vastukset .....	9
6.1	Yleistä.....	9
6.2	Rakenne.....	9
6.3	Ominaisuudet.....	9
6.4	Standardiprofillit .....	10
6.5	Asennus.....	10



Linnunrata 5  
 07900 Loviisa  
 Puhelin 019-51 731  
 Fax 019-532 955  
 Sähköposti: loval@loval.fi  
 www.loval.fi

# 1 Loval-sulatusvastukset

## 1.1 Yleistä

On sovellutuksia, joissa lämmitysvastus sähköliitännöineen joutuu hyvin kosteaan tilaan jopa suoraan kosketukseen veden tai jään kanssa. Tällöin edellytetään vedenpitävää liitännärakennetta ja veden- ja vesihöyrynpitävää tiivistystä vastuksen päissä. Tyypillisiä esimerkkejä tällaisista käyttökohteista ovat kylmälaitteissa ja -tiloissa esille tulevat lämmitystarpeet – jäänsulatus, tippuveden lämmitys jne. Tämän yleisimmän käytön mukaan alla kuvattuja vedenpitävällä sähköliitännällä toteutettuja tuotteita kutsutaan sulatusvastuksiksi, vaikka muitakin sovellutuksia tälle rakenteelle on, esim. sähkömoottorin käämien kosteudenpoisto, erilaiset suojaamattomat ulos asennettavat lämmittimet jne.



Loval-sulatusvastuksissa käytetään kahta erilaista johdonliitännätarkaisua: liitäntä suoritetaan joko erikoisrakenteisen muoviholkin tai vulkanoidun kumirakenteen avulla.

Loval-sulatusvastuksissa käytetään kahta erilaista johdonliitännätarkaisua: liitäntä suoritetaan joko erikoisrakenteisen muoviholkin tai vulkanoidun kumirakenteen avulla.

## 1.2 Johdonliitäntä muoviholkin avulla

Eräs liitännätapa on ratkaisu, jossa vakiorakenteisen  $\varnothing 8,5$  mm:n Loval-putkivastuksen päihin liitetään vedenpitävästi VJ  $1,0 \text{ mm}^2$ -tyyppiä oleva yksijohtiminen kumijohto. Tällä tavoin voidaan toteuttaa myös usean vastuksen sarjaankytkentä. Johto on liitetty vastuksen päihin muovirunkoisen liitoskappaleen avulla siten, että liitos on vedenpitävä eivätkä jännitteiset osat ole kosketeltavissa. Liitoksen hermeettisyyden takeena on tiivisteaineena käytettävä kaksikomponenttihartsia.

Johdon vaippa on öljynkestävää ja palamista ylläpitämätöntä materiaalia. Johdon käyttölämpötila-alue on  $-40^\circ\text{C} \dots +85^\circ\text{C}$ . Rakenteen ulkomaiset hyväksynät: **UL** (USA) ja **ATEX** (Englanti).

## 1.3 Vulkanoitu kuminen suojarakenne

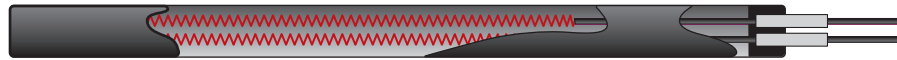
Toinen Loval-sulatusvastuksissa käytettävä vedenpitävän johdonliitännän toteutustapa on vulkanoida liitoskohdan ympäri kuminen suojarakenne. Käytettävä kumilaatu ei ylläpidä palamista. Rakenteen käyttölämpötila-alue on  $-40^\circ\text{C} \dots +60^\circ\text{C}$ . Tätä liitostapaa voidaan käyttää vakiorakenteisissa  $\varnothing 6,4$  mm ja  $\varnothing 8,5$  mm putkivastuksissa sekä ns. päättyvässä  $\varnothing 8,5$  mm:n vastuksessa. Liitäntäjohto on tyyppiä H05RN-F  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ , se on öljynkestävää, palamista ylläpitämätöntä ja kylmänkestävää ( $-40^\circ\text{C} \dots +60^\circ\text{C}$ ).

## 2 Pyöreä päättyvä putkivastus

### 2.1 Yleistä

Esim. asennusteknisistä syistä halutaan joskus putkivastuksen sähköliitääntä vain vastuksen toiseen päähän. Tämä on mahdollista käytettäessä Lovalin ns. päättyvää putkivastusta. Siinä on pienihalkaisijainen vastusspiraali, joka kulkee eristeaineessa vastuksen sisällä edestakaisin. Yhdessä päässä oleva sähköliitääntä toteutetaan kulloiseenkin käyttökohteeseen soveltuvalla tavalla, toinen pää puolestaan on suljettu tiiviiksi hitsaamalla.

Pyöreää päättyvää putkivastusta käytetään ensi sijassa sulatusvastuksissa. Tällaiselle tuotteelle on tyypillistä matala pintateho (0,5-2,0 W/cm<sup>2</sup>) ja käyttölämpötila (yleensä alle 200°C).



### 2.2 Pyöreän päättyvän putkivastuksen mitat

Suojavaipan ulkohalkaisija on 8,5 ±0,1 mm. Valmistuspituudet ovat 150-6500 mm. Hyvin pitkiä sauvoja on kuitenkin pyrittävä välttämään. Pituuden mittapoikkeama on korkeintaan ±2 % nimellimitasta. Erikoistilauksesta valmistamme mittatarkempia vastuksia. Suunniteltaessa lämmitysvastuksen sijoittamista laitteeseen on muistettava myös vastussauvojen pituuden lisäys lämmön vaikutuksesta. Lämpötila-alueella 20-400°C pitenevät ruostumattomat vastussauvat keskimäärin 7 mm/m. Laitteessa on siten varauduttava sekä valmistuksessa syntyvään pituuspoikkeamaan että lämpötilapitenemisen vaatimaan tilaan. Vastuksen tehottoman osan pituus on normaalisti 50 mm.

### 2.3 Pyöreän päättyvän putkivastuksen taivutus

Vastussauvat ovat useimmiten taivutettava tiettyyn muotoon, jotta ne mahtuisivat kojeeseen. Myös päättyvä vastusputki voidaan hyvin taivuttaa vahingoittamatta vastuslankaspiraalia tai eristettä. Päättyviä putkivastuksia valmistetaan kahdella eri tekniikalla ja tällä on huomattava merkitys myös niiden taivutusominaisuuksien kannalta. Esitteessämme ”Perustietoa putkivastuksista”, kohta 2, annetut yleiset ohjeet antavat kaikissa tapauksissa suuntaviivat taivutuksen suunnittelulle.

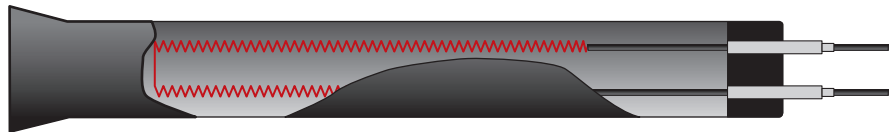
## 3 Litteä päättyvä putkivastus

### 3.1 Yleistä

Lovalin valikoimassa on myös litteävaippainen, poikkileikkaukseltaan 5,5 x 15,5 mm:n putkivastus. Sillä on joitakin etuja tavanomaisiin pyöreisiin vastuksiin nähden:

- Vastuksen ja lämmitettävän kappaleen suuri kosketuspinta, mitä seuraa hyvä lämmönsiirtyminen
- Tarvittaessa vastukseen saadaan eri kytkentävaihtoja, ts. siitä on helposti otettavissa eri tehohja.

Vaippamateriaali on ruostumatonta 18/9 CrNi-terästä.



### 3.2 Käyttö

Suuren kosketuspintansa ansiosta litteää vastusta voidaan edullisesti käyttää kiinteiden kappaleiden lämmittämiseen. Esimerkkeinä käyttömahdollisuuksista mainittakoon työkalujen lämmittimet, sulatus-elementit ja rautatievaihteiden lämmittimet.

### 3.3 Vastuspiraali

Litteään vastukseen saadaan tarpeen mukaan yksi, kaksi tai kolme vastuspiraalia. Vastuksen tuottamaa tehoa voidaan siten ohjata esim. kytkimen avulla. Litteässä vastuksessa on sähköinen liitäntä vain vastuksen toisessa päässä.

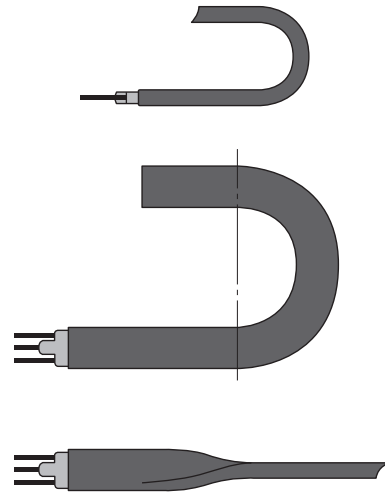
### 3.4 Pintateho

Vastuksen teho eli syntyvä lämpö jakaantuu tasan koko pinnan alueelle. Siksi puhutaankin vastuksen pintatehosta, W/cm<sup>2</sup>. Suojavaipan mitat ovat 5,5 x 15,5 mm, ja siten 1 cm:n pituisen osan pinta-ala on 3,7 cm<sup>2</sup>. Suositeltava pintateho, so. teho jaettuna vastuksen tehollisen osan pinta-alalla, riippuu käyttösovellutuksesta ja on yleensä välillä 0,5-5,0 W/cm<sup>2</sup>.

### 3.5 Litteän vastuksen taivutus

Myös litteää putkivastusta voidaan taivuttaa. Mahdollisia taivutus-suuntia ovat.

- taivutus pitkää sivua vastaan
- taivutus kapeaa sivua vastaan
- kierto pituusakselin ympäri



Litteän putkivastuksen taivuttaminen on vaikeampaa kuin vakiorakenteisen pyöreän vastuksen ja vaatii erikoistyökaluja. Tämän vuoksi litteän vastuksen taivutus tulisi aina jättää vastuksen valmistajan tehtäväksi.

### 3.6 Kiinnitys

Vakioratkaisu litteän Lovalin-putkivastuksen kiinnitykseen on messinkinen PK 16-kierrelaippa, joka juotetaan vaippaputkeen. Tarvittaessa voidaan muitakin kiinnitysosia käyttää, mutta erityisesti pienissä valmistuserissä tulevat erikoisratkaisut suhteellisen kalliiksi.

### 3.7 Sähköliitännät

Liitääntä varten vastukset varustetaan joko eristetyillä punosjohdoilla tai vedenpitävästi liitetyllä kumijohdolla. Punosjohdot ovat kuparia tai nikkeliä ja johtimet suojattu eristeletkulla. Johdon vedenpitävää liitääntä varten on vakioratkaisuna kaksi menetelmää: liitosjohto suojataan joko vulkanoidulla kumirakenteella tai hartsilla täytetyllä metalliholkilla. Liitääntäjohtojen pituus on vapaasti valittavissa.

## 4 Lovalin-pantavastukset

### 4.1 Yleistä

Sylinterinmuotoisten kohteiden ulkopuoliseen lämmitykseen on kehitetty Loval-pantavastus (vannevastus). Lämpö tuotetaan vakio-rakenteisella Loval-putkivastuksella joka liitetään juottamalla sylinterin vaippapinnan muotoiseen metallipantaan. Vastuksessa on lisäksi mekanismi, jolla panta saadaan kiristetyksi tiukkaan kohteen ympärille. Vastuksen sähköliitäntä toteutetaan ja suojataan kuhunkin käyttösovellutukseen sopivaksi.

Loval pantavastuksen tehoalue on hyvin laaja ja mukautettavissa käyttäjän vaatimuksiin. Vastuksen käyttölämpötila voi olla erittäin korkea – jopa 700°C – ja sen kestoikä on pitkä. Tuote sietää mainiosti kosteutta ja vieraiden aineiden läsnäoloa, koska sen rakenne on suljettu. Myös vastuksen mekaaninen kestävyys on erinomainen. Pantaan voidaan tehdä yksi tai useampia reikiä lämpötila-antureita varten.



### 4.2 Materiaalit

Lovalin-pantavastuksen materiaalit valitaan käyttökohteen asettamien vaatimusten mukaan; ensisijaisesti on tällöin otettava huomioon vastuksen toimintalämpötila ja ympäristön mahdollinen korrodoiva vaikutus. Tavallisimmin käytetyt aineyhdistelmät ovat (putkivastuksen vaippaputki/panta/juote):

- seostamaton teräs/seostamaton teräs/kupari
- ruostumaton teräs AISI 304/ruostumaton teräs AISI 304/kupari
- AISI 304/AISI 304/nikkelipohjainen juote

Ensinmainittu soveltuu noin 400°C:n lämpötilaan saakka ja ympäristöön, jossa ei ole merkittävää korroosiorasitusta. Toinen vaihtoehto soveltuu noin 400-500°C käyttölämpötiloihin saakka ja korrodoivaan, esim. hyvin kosteaan tilaan. Kolmatta rakennetta voidaan käyttää aina noin 700°C lämpötilaan saakka ja korrodoivissa ympäristöissä.

### 4.3 Käyttö

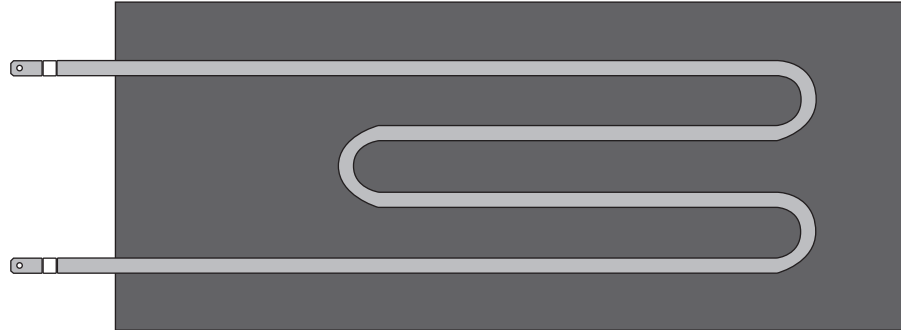
Pantavastuksia käytetään yleisemmin muoviteollisuudessa, suulake- ja ruiskupuristuskoneiden sylinterien lämmityksessä.



## 5 Loval-lattavastukset

### 5.1 Yleistä

Lattavastus on rakenne, jossa putkivastus on kiinnitetty juottamalla levyille. Näin saadaan suuri lämmönsiirtopinta. Koska vastussauva on kiinnitetty juottamalla, lämmön siirtyminen levyille on tasaista ja tehokasta.



### 5.2 Materiaalit

Lattavastusten materiaalivalikoimaan pätevät samat näkökohdat kuin pantavastuksiin (ks. kohta 4.2), ts. valinta perustuu lähinnä käyttölämpötilaan ja -ympäristön laatuun.

### 5.3 Käyttö

Loval-lattavastusta käytetään mm. säiliöiden ja altaiden ulkopuoliseen lämmitykseen, eräiden lämpökojeiden kuten rasvankeittimien, lämpötaojen ja paistinpannujen lämmityselementtinä sekä säteilylämmittimien elementtinä. Lattavastuksen hyvien lämmönsiirto-ominaisuuksien ansiosta sillä saavutetaan muihin ulkopuolisiin lämmitysratkaisuihin verrattuna useita etuja: lämmityselementin lämpötilajakauma on tasainen eikä korkeita pistemäisiä lämpötiloja siten esiinny; lämmityselementin pintalämpötila on kokonaisuutena matala, mikä pienentää lämpöhäviöitä ja lisää vastuksen käyttöikää; lämmitysvastus reagoi nopeasti ja parantaa siten laitteen säätöominaisuuksia.



## 6 Loval-tehoelektronikan vastukset

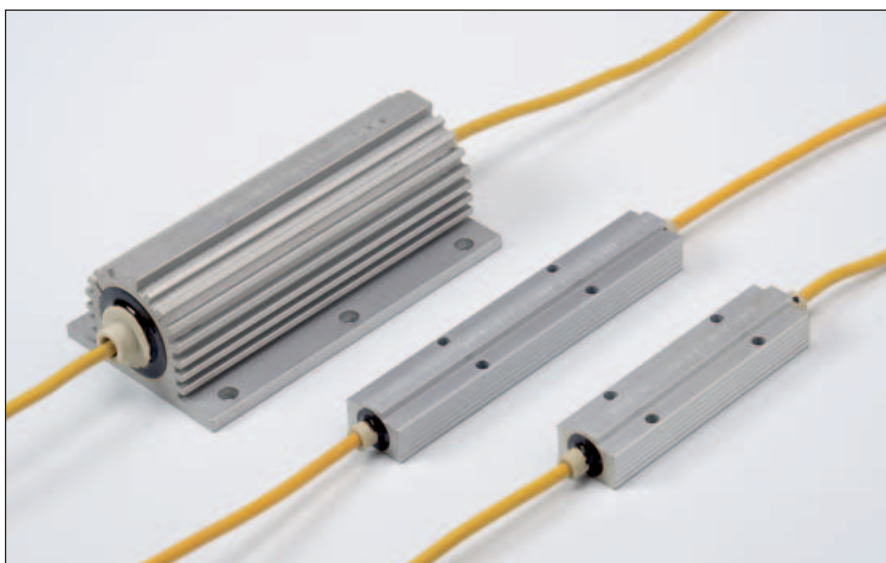
### 6.1 Yleistä

Loval-tehoelektronikan vastukset on kehitetty erityisesti tyristorien RC-suojatarpeisiin. Suunnittelun lähtökohtana ovat korkea jännitekestoisuus ja suuri lämpökuormitus. Vastuksissa on käytetty pääasiassa epäorgaanisia materiaaleja aiemmin käytettyjen orgaanisten hartsien ja tekoaineiden sijasta. Siten vastus kestää paremmin hohtopurkauksia, pintavirtaa, lyhytaikaisia ylikuormituksia ja korkeita tehoja. Tämä rakenne käy luonnollisesti myös tavanomaisiin verkkojännitteelle mitoitettuihin, pienehköjä tehoja vaativiin lämmityssovellutuksiin.

### 6.2 Rakenne

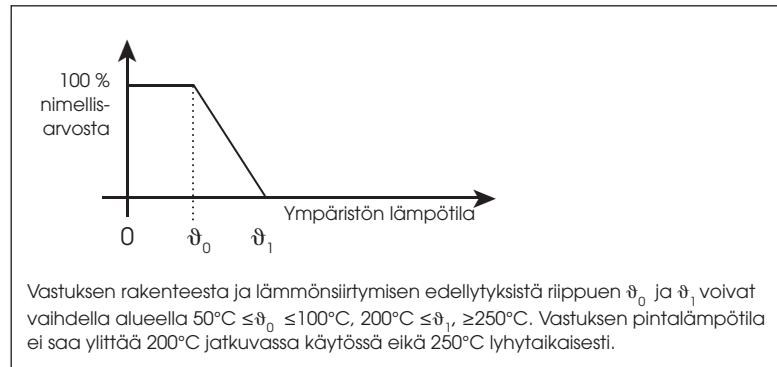
Vastuslanka on käämitty keramiikkaputkelle. Vastuksen runkona on alumiiniprofiilikappale ja eristeenä runkokappaleen ja jännitteisten osien välillä on mikaniittiputki. Keraamisen sydänpätkäalustaan ja mikaniittiputken välinen tila on lämmönsiirtymisen parantamiseksi täytetty magnesiumoksidijauheella.

Vastuksen päät on suljettu sopivalla tiivisteaineella ja johdon ulostulokohdan suojana voi lisäksi olla päättekappale. Liitäntäjohto on lämmönkestävää kaapelia.



### 6.3 Ominaisuudet

Teho 20...500 W jäähdytyslementtiin kytkettynä  
20...300 W ilman jäähdytyslementtiä  
Tehovastukselle sallittava suurin teho riippuu vastuksen rakenteesta, lämmönsiirtymisen edellytyksistä ja ympäristön, s.o. lämmönsiirtoalustan lämpötilasta. Kuormitettavuuden periaatteellinen käyrämuoto on esitetty seuraavalla sivulla.



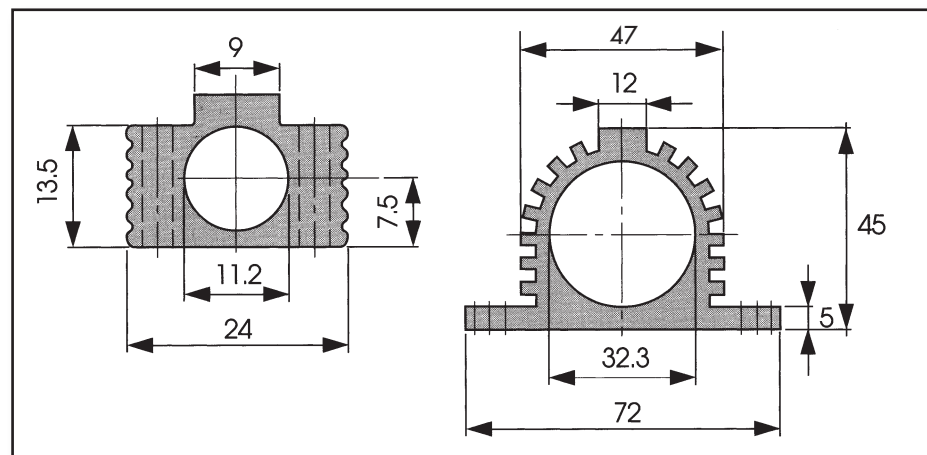
Käyttöjännite	max. 5000 VAC
Resistanssi	1 $\Omega$ ...50 k $\Omega$ . Standarditoleranssi $\pm 10\%$ ja $\pm 5\%$
Vastuksen lämpötilakerroin	alle 50 pmm/ $^{\circ}\text{C}$
Induktanssi	kaksi rakenneratkaisua <ul style="list-style-type: none"> <li>• normaali</li> <li>• ristiinkäämitty pieni-induktiivinen alle 1<math>\mu\text{H}</math> (1 kHz)</li> </ul>
Eristysresistanssi	min. 1000 M $\Omega$ /1000 V DC
Jännitelujuus	5...10 kV AC rms. rakenteesta riippuen
Ympäristön lämpötila	$-60^{\circ}\text{C}$ ... $+250^{\circ}\text{C}$ , vrt. kohtaan teho
Johdonliitännän mekaaninen lujuus	min. 50 N ( $P \leq 150$ W) min. 100 N ( $P > 150$ W)

#### 6.4 Standardiprofiilit

Materiaali: anodisoitu alumiini

	Leveys	Pituus minimi mm	Korkeus mm	Teho
Piirros 1	24	40	17	$P \leq 150$ W
Piirros 2	72	70	45	$150 < P \leq 500$ W

Profiilien pituus ja kiinnitysreikien sijainti ovat valittavissa käyttökohteen mukaan. Muut mitat erikoistilauksesta.



#### 6.5 Asennus

Vastusta on edullisinta käyttää sopivaan jäähdytyslementtiin asennettuna. Vastuksen pohjaan ja jäähdytyslementin välissä voidaan käyttää lämmönsiirtomassaa.



**Loyal Oy**  
Linnunrata 5  
07900 Loviisa  
Puhelin 019-51 731  
Fax 019-532 955  
Sähköposti: loval@loval.fi  
www.loval.fi