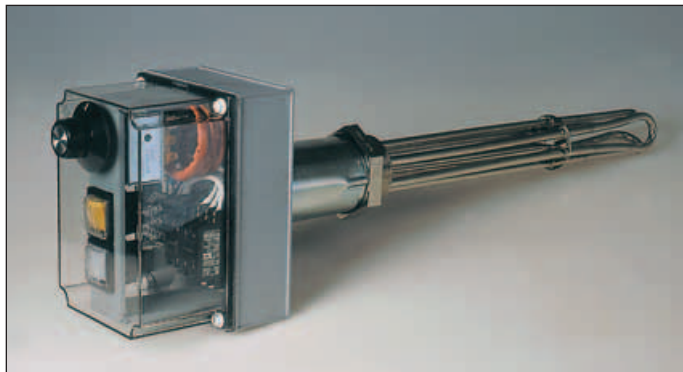




# Loval-vastukset nesteiden lämmitykseen



# Sisältö

1	Yleistä .....	3
1.1	Rakenne .....	3
2	Nestelämmitysvastusten materiaalit.....	4
2.1	Yleistä.....	4
2.2	Kupari.....	4
2.3	Ruostumaton (haponkestävä) teräs AISI 316L .....	4
2.4	Nikkeliseos Incoloy 825.....	5
2.5	Titaani.....	5
3	Korroosio.....	6
3.1	Yleistä.....	6
3.2	Kuparin korroosio .....	6
3.3	Teräksen korroosio .....	7
3.4	Ruostumattomien terästen ja nikkeliseosten korroosio .....	7
4	Esimerkkejä Loval-uppokuumentimista.....	8
4.1	Rakenne ja käyttökohteet.....	8
5	Loval-keskuslämmityselementit .....	10
5.1	Yleistä.....	10
5.2	Keskuslämmityselementit polttoainekattiloihin .....	10
5.3	Keskuslämmityselementit vesivaraajiin (lämpösäiliöihin)..	12
5.4	Vakiouppokuumentimet.....	13
6	Loval-laippalämmittimet.....	14



Linnunrata 5  
07900 Loviisa  
Puhelin 019-51 731  
Fax 019-532 955  
Sähköposti: [loval@loval.fi](mailto:loval@loval.fi)  
Internet: [www.loval.fi](http://www.loval.fi)

# 1 Yleistä

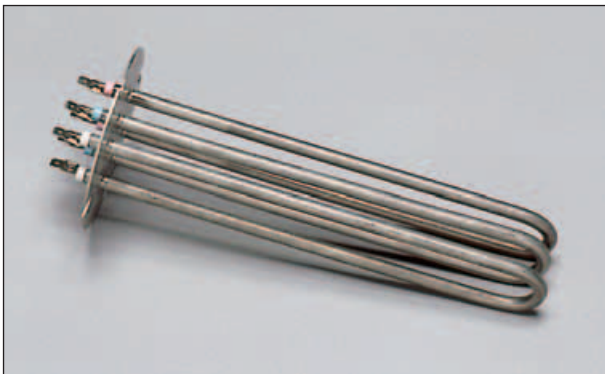
## 1.1 Rakenne

Loval-nestelämmittimellä tarkoitetaan lämmityselementtiä, jolla lämpö tuotetaan Loval-putkivastuksilla siten, että putkivastukset ovat ainakin teholliselta osaltaan suorassa kosketuksessa lämmitettävään nesteeseen. Esimerkkeinä tällaisista tuotteista voidaan mainita kuumavedenvaraajan, pesukoneen, rasvankeittimen, höyrykehittimen ja auton moottorin lämmitysvastukset, ja toisaalta keskuslämmityselementit, jotka käsittävät lämmitysvastuksen lisäksi myös säätölaitteita.

Nestelämmittimien käyttösovellutuksia on milteipä rajattomasti, ja siten niiden rakenne vaihtelee hyvin suuresti. Putkivastusten lukumäärä tuotteessa on tyypillisesti yhdestä kolmeen, mutta voi nousta erikoistapauksissa yli sadan. Erityisiä kiinnitysratkaisuja on runsaasti (kts. sivuja 12-18 esitteestä, ”Perustietoa putkivastuksista”), vastuksen vaippaputken, laipan ja juotteen materiaali vaihtelee, teho- ja pinta-tehoyhdistelmiä on loputtomiin, vain joitakin vaihtelutekijöitä mainitaksemme.

Nestelämmittimille on tunnusomaista, että lämmönsiirto putkivastuksesta ympäristöön on tehokas, eikä ongelmana siten yleensä ole vaippaputken kohtuuttoman korkea lämpötila tai vastuslangan

vanhenemisesta johtuva lyhyt käyttöikä. Vaikeuksia voi sitä vastoin aiheutua ympäristön korroosiovaikutuksista. Tähän on useita syitä: lämmitettävän nesteen koostumusta ja ominaisuuksia ei tunneta riittävän tarkasti, putkivastuksen tehollinen osa on poikkeuksellisen kovan korroosiorasituksen alainen, vastuksen pinnalle voi saostua vieraita aineita ja lopuksi, lämmittimen komponentit - putkivastus, laippa ja juote - ovat eri materiaalia, jolloin korroosion mahdollisuus on aina olemassa.



## 2 Nestelämmitysvastusten materiaalit

### 2.1 Yleistä

Loval-nestelämmitysvastusten materiaalivalikoima on varsin laaja, ja sopivan vaippaputkiaineen ratkaisee vastuksen käyttökohde. Ilmanlämmitysvastusten yhteydessä esitellyt materiaalit teräs, ruostumaton teräs ja etenkin Incoloy 800 tulevat kysymykseen myös nestelämmitysvastuksissa. Näiden materiaalien lisäksi on erityisesti juuri nestelämmityskäyttöön soveltuvia vaippaputkiaineita.

Teräksen käyttö nestelämmitysvastusten vaippamateriaalina rajoittuu öljynlämmitysvastuksiin ja toisaalta suljettujen vesijärjestelmien vastuksiin, sillä ns. kuolleessa vedessä korroosio ei pääse vaurioittamaan teräksen muuten korroosiolle varsin altista pintaa. Näissä sovellutuksissa tavallista teräsvaippaista vastusta voidaan pitää erinomaisena ja hinnaltaan kilpailukykyisenä vaihtoehtona.

Ruostumaton AISI 304-tyyppinen ja ns. tulenkestävä AISI 309-tyyppinen teräs sopivat myös mainiosti tiettyihin nestelämmitysovellutuksiin. Esimerkiksi huurteenpoistoon käytettävissä vastuksissa ja pesu- ja astianpesukoneiden vastuselementeissä ovat nämä materiaalit osoittautuneet oivallisiksi vaihtoehdoiksi. Niiden korroosionkest ominaisuudet ovat parhaimmillaan kun pinta on tasainen ja kirkas, ts. kun putkivastus on kirkashehkutettu.

Incoloy 800 on paitsi nimenomaan korkeisiin lämpötiloihin soveltuva materiaali myös verraten hyvä korrodoiviin käyttökohteisiin tulevien vastusten vaippaputkiaines. Se on osoittautunut hyväksi ratkaisuksi mm. kovien, so. runsaasti kalkkia sisältävien käyttövesien lämmitykseen.

### 2.2 Kupari

Perinteinen nestelämmitysvastusten vaippaputkiaines on kupari, joka kestää verraten hyvin erilaisia korroosioita ja on siksi lämminvesijärjestelmissä yleisesti käytetty materiaali.

Loval-vastuksissa käytettävä kupariputki on fosforoitua kuparia (P=0,03 %). Koska tämä materiaali ei ole taipuvainen ns. vetysairauteen, sitä voidaan hehkuttaa ja juottaa vetypitoisissa, pelkistävässä atmosfääreissä. Korroosionkestävyyteen ei fosforilisäyksellä ole vaikutusta.

Kuparivastukset voidaan pintakäsitellä niklaamalla. Yleensä tulokseksi saadaan ohut, dekoratiivinen pinnoite, jolla ei ole sanottavaa vaikutusta vastuksen korroosionkestävyyteen.

### 2.3 Ruostumaton (haponkestävä) teräs AISI 316L

Tavallisen ruostumattoman teräksen korroosionkesto-ominaisuuksiin voidaan huomattavasti vaikuttaa sopivalla seostuksella. Erityisen tehokas seosaine on molybdeeni, joka jo hyvin pieninä pitoisuuksina parantaa oleellisesti ruostumattomien terästen korroosionkestävyyttä esim. pelkistävässä ja kloridipitoisissa liuoksissa. Lovalin käyttämä laatu AISI 316L on tällainen ”haponkestävä” teräs, joka soveltuu hyvin nestelämmitysvastusten vaippamateriaaliksi monenlaisiin käyttökohteisiin.

## 2.4 Nikkeliseos Incoloy 825

Incoloy 825-seoksessa on huomattavan paljon nikkeliä, kromia ja molybdeenia. Niinpä Incoloy 825 onkin parhaita nestelämmityskäyttöön tulevien vastusten vaippamateriaaleja, joita yleensä on tarjolla.

Incoloy 825 pääsee oikeuksiinsa nimenomaan korrodoiviin vesiin tulevissa nestelämmitysvastuksissa. Vaikka sen hinta on korkeampi kuin kuparin ja haponkestävän teräksen, sen käyttö on nykyisissä ”vaikeissa” vesissä usein perusteltua.

## 2.5 Titaani

Titaani on erittäin korroosionkestävä materiaali ja sietää hyvin myös monien kloridipitoisten liuosten vaikutusta. Titaanivaippaisia vastuksia voidaan menestyksekkäästi käyttää esimerkiksi kemiallisten kylpyjen ja pintakäsittelylaitosten lämmittimissä.

Titaanilla on monia hyviä ominaisuuksia, mutta niiden vasta painona se on kallis materiaali. Lisäksi sen työstäminen on paljon vaikeampaa kuin terästen, eikä titaanivastusta voida esim. juottaa laippaan.

## 3 Korroosio

### 3.1 Yleistä

Korroosiolla tarkoitetaan aineen syöpymistä ympäröivän väliaineen kanssa tapahtuvan reaktion vaikutuksesta. Nesteissä korroosio on sähkökemiallinen, kaasuisissa tapahtuva oksidoituminen taas kemiallinen reaktio.

Nestelämmittimien yhteydessä on aina otettava huomioon mahdollinen korroosio, koska sen vaikutus vastuksen elinikään saattaa olla ratkaiseva. Korrodoitumisen ennakoinnissa ja ehkäisyssä on sopivan materiaalin valinnalla ensisijainen merkitys. On kuitenkin huomattava, että muillakin tekijöillä, esim. pintateholla on vaikutusta nestelämmittimien korroosioon.

### 3.2 Kuparin korroosio

Aiemmin on jo todettu, että kuparivaippaisten vastusten pääasiallinen käyttö on erilaisissa vedenlämmityssovellutuksissa. Kuparin vakiintunut asema lämminvesijärjestelmissä osaltaan todistaa sen yleensä hyvästä korroosionkestosta. Lämmitysvastukset ovat kuitenkin lämpöä luovuttavina komponentteina erikoisasemassa ja alttiina suuremmalle korroosiorasitukselle kuin järjestelmän muut, passiiviset komponentit. Vastuksen pintojen kanssa kosketuksissa oleva vesi on selvästi lämpimämpää kuin muualla järjestelmässä. Siitä seuraa voimistunut yleinen korroosio ja lisääntynyt ”kattilakiven” saostuminen vastuksen lämpöä luovuttaville pinnoille. Tämä puolestaan voi aiheuttaa paikallista korroosiota.



Yleinen korroosio aiheuttaa harvoin kuparivaippaisen vastuksen tuhoutumisen; sen sijaan paikallinen korroosio, pistesyöpymä, voi johtaa vastuksen vaurioitumiseen jo lyhyessä ajassa. Pistesyöpymä voi alkuun päästyään edetä sängen nopeasti kuparivaipan läpi ja tuhota siten vastuksen.

Paikallisen korroosion syynä voi olla useitakin tekijöitä: epähomogeeninen materiaali, veden koostumus, epäpuhtaudet ja jopa järjestelmän käyttöön liittyvät tekijät. Kaikkia pistesyöpymän syntyyn vaikuttavia seikkoja ei voi ennakoida. Siten käytännön kokemus on paras peruste arvioitaessa korroosiovaaran suuruutta. Edellä oleva pätee lähinnä tuoreen käyttöveden lämmitykseen; suljetussa vesijärjestelmässä ei kuparin korrodoitumisvaaraa juuri ole. Syyt ovat ilmeiset: vedestä puuttuu kuparin korroosiota edistävä happi, ja toisaalta saostuminen on hyvin vähäistä.



### 3.3 Teräksen korroosio



Teräs on tunnetusti korroosiolle altis materiaali: jo suuri ilman suhteellinen kosteus riittää ohuen ruostekerroksen muodostumiseen. Näin on ymmärrettävää, että terästä käytetään vain rajoitetusti nesteiden lämmitykseen. Poikkeuksena tästä ovat suljetut lämmitysjärjestelmät, joiden hapetonta, ”kuollutta” vettä tavallinen teräs kestää hyvin. Edellytyksenä on kuitenkin, ettei järjestelmään pääse ilmaa tai tuoretta vettä, koska tämä johtaa hyvin nopeaan korroosioon ja siten vastuksen tuhoutumiseen.

### 3.4 Ruostumattomien terästen ja nikkelseosten korroosio

On hiukan yllättävää, että nimenomaan korroosiota hyvin kestävässä ruostumattomissa teräksissä voi esiintyä hyvin lukuisia erityyppisiä korroosioilmiöitä. Tämä asettaa vaatimuksia sekä käyttökohteeseen sopivan materiaalin valinnan että käsittelyn suhteen.

Yleinen korroosio, koko pinnan suhteellisen tasainen syöpyminen, aiheuttaa harvoin ongelmia lämmitysvastuksissa. Tämä selittyy sillä, että merkittävää yleistä korroosiota esiintyy vain tiettytyypisissä ympäristöissä, esim. vahvoissa happoliuoksissa, ja asia on siten helppo ennakoida.

Ruostumattomissa teräksissä voi esiintyä mm. happamien liuosten tai meriveden yhteydessä ns. raeraja-korroosiota. Tämänkaltaisen korroosio voidaan eliminoida sopivalla lisäaineseostuksella (esim. Ti, Nb), jolloin puhutaan ns. stabiloiduista teräslauduista, tai pitämällä teräksen hiilipitoisuus hyvin matalana, alle 0,03 %.



Kloridipitoiset liuokset ovat korroosion kannalta varsin vaikea ympäristö. Tällä seikalla on myös huomattava käytännön merkitys, koska jo hyvinkin pienet pitoisuudet voivat aiheuttaa paikallista korroosiota. Syöpymän syntymistään mukaan erotetaan erilaisia tyyppisiä: piste-, piilo- ja jännityskorroosio. Nämä korroosiotyypit

ovat vaarallisia nimenomaan siksi, että paikallinen syöpymä etenee nopeasti vaippaputken läpi ja johtaa siten vastuksen tuhoutumiseen.

Paikallista korroosiota voidaan parhaiten torjua materiaalivalinnalla: molybdeeniseosteiset ruostumattomat teräkset, esim. AISI 316L, ovat tässä suhteessa tavanomaista 18/9-tyyppiä ratkaisevasti parempia.

Myös ruostumattomasta teräksestä olevien vastusten kohdalla pätee sama tosiasia, joka jo edellä on mainittu kuparin yhteydessä: lämpövastus on yleensä järjestelmän kovimmin kuormitettu osa. Korroosiotapahtuma riippuu niin monista vaikeasti kontrolloitavista tekijöistä – liuenneet ja liukenemattomat epäpuhtaudet, nestevirtaukset jne. – että usein vasta käytäntö voi antaa lopullisen vastauksen jonkin materiaalin soveltuvuudesta.

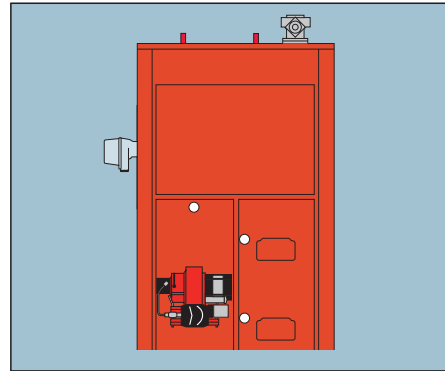
## 4 Esimerkkejä Loval-uppokuumentimista

### 4.1 Rakenne ja käyttökohteet

Alla on esitetty joitakin esimerkkejä erilaisista nestelämmitinratkaisuisista. Rakenteellisten tietojen ohella on kerrottu myös kussakin tapauksessa käytetty juotosmenetelmä, koska se on keskeinen, tuotteesta riippuva valmistustekninen seikka.

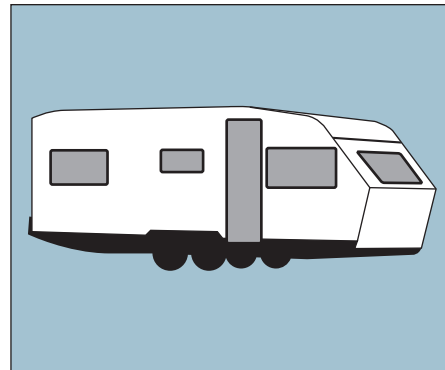
#### Keskuslämmitysjärjestelmän varavastus

Laippa: 2" ISO, Ms  
Vastusputki: Cu  
Pintateho: 7,5 W/cm<sup>2</sup>  
Juotosmenetelmä: liekkijuotos



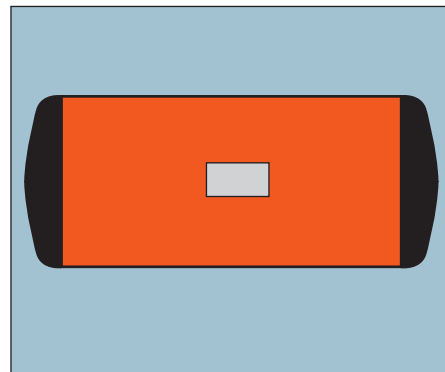
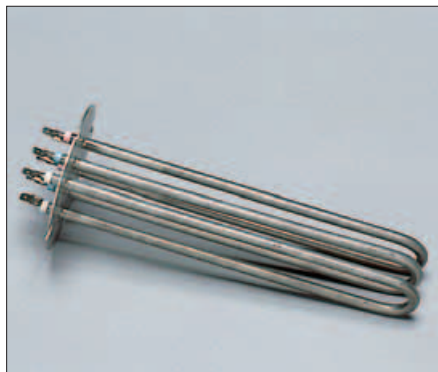
#### Asuntovaunun lämmittimen vastus

Laippa: erikoislaippa, teräs  
Vastusputki: hiiliteräs  
Pintateho: 7,3 W/cm<sup>2</sup>  
Juotosmenetelmä: nauhauuni-juotos, eksokaasuatmosfääri



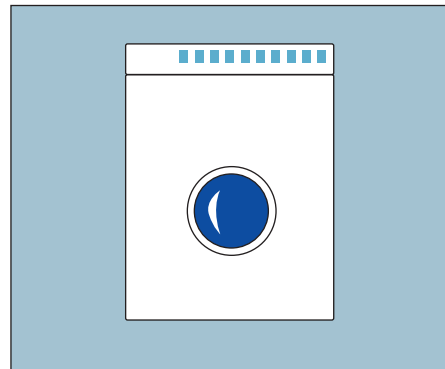
#### Lämpimänveden- varaajan vastus

Laippa: erikoislaippa,  
AISI 316L  
Vastusputki: Incoloy 825  
Pintateho: 12,5 W/cm<sup>2</sup>  
Juotosmenetelmä:  
tyhjuuni-juotos



#### Pesukonevastus

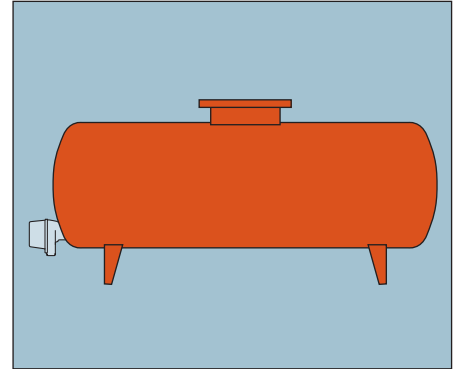
Laippa: vakiovalmisteinen  
pesukonelaippa  
Vastusputki: AISI 304  
Pintateho: 8 W/cm<sup>2</sup>





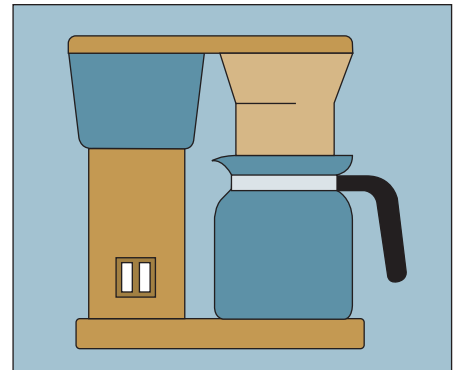
### Öljyn esilämmittimen vastus

Laippa: 2" ISO, Ms  
 Vastusputki: AISI 304  
 Pintateho: 1,5 W/cm<sup>2</sup>  
 Juotosmenetelmä: liekki-juotos



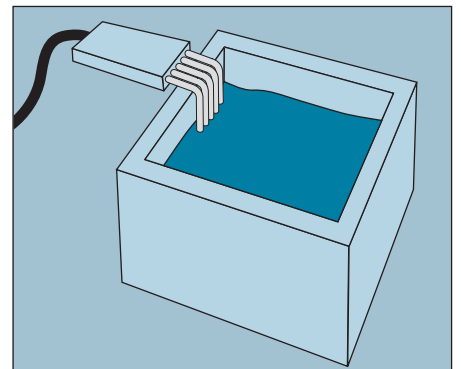
### KahvinkeitTIMEN vastus

Kierrenippelit: M14, AISI 316  
 Vastusputki: Incoloy 800  
 Pintateho: 15 W/cm<sup>2</sup>  
 Juotosmenetelmä: tyhjöuuni-juotos



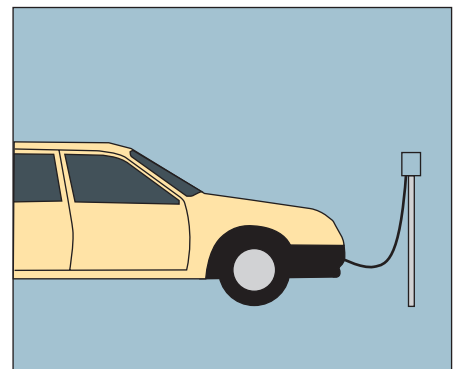
### RasvankeitTIMEN vastus

Laippa:  
 erikoislaippa, AISI 304  
 Vastusputki: AISI 304  
 Pintateho: 4,5 W/cm<sup>2</sup>  
 Juotosmenetelmä: liekki-juotos



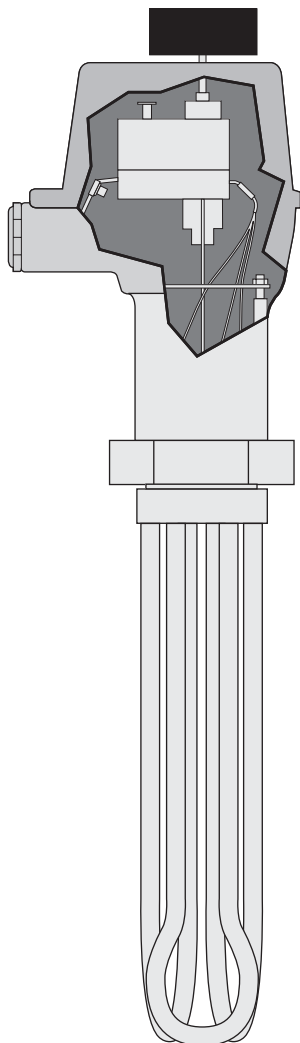
### Lohkolämmittimen vastus

Laippa: erikoislaippa, teräs  
 Vastusputki: AISI 304  
 Pintateho: 17 W/cm<sup>2</sup>  
 Juotosmenetelmä: nauha-  
 uuni-juotos, krakattu,  
 ammoniakki-atmosfääri



## 5 Loval-keskuslämmityselementit

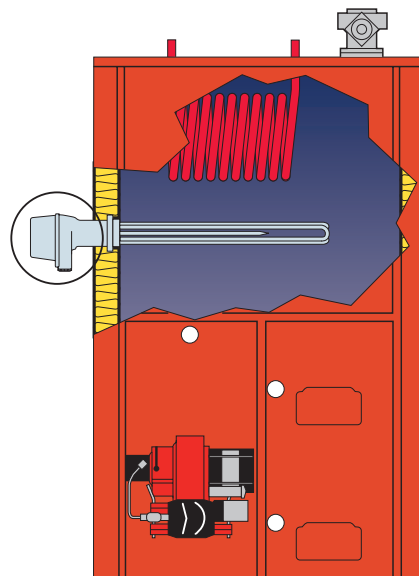
### 5.1 Yleistä



Loval-keskuslämmityselementeillä lämmitetään vettä kiinteistöjen keskuslämmitysjärjestelmässä. Kattilaan asennettava elementti on lisä- tai varalämmitin, joka varmistaa talon lämmityksen varsinaisen lämmitysjärjestelmän häiriötilanteessa. Varaavassa tai osittain varaavassa lämmitysjärjestelmässä keskuslämmityselementit sijoitetaan lämpösäiliöön ja niillä tuotetaan osaksi tai kokonaan kiinteistön tarvitsema lämmitysenergia. Loval keskuslämmityselementti käsittää seuraavat rakenneosat:

1. Loval-vakiouppokuumennin lämpöä tuottavana komponenttina
2. Lämpötilan säädin ja/tai rajoitin ylläpitämään toivottua lämpötilaa ja suojaamaan laitetta ja sen ympäristöä epänormaaleissa käyttötilanteissa.
3. Kytkenäkotelo suojaamaan sähköliitäntää.
4. Korotuskaulus laskemaan kytkenäkotelon lämpötilaa ja helpottamaan sähköasennusta.

Keskuslämmityselementtejä voidaan käyttää veden ja vesiliukoisten nesteiden lämmitykseen myös muissa kohteissa. Tällöin on kiinnitettävä huomiota uppokuumennin materiaaleihin ja vastuselementin pintatehoon ja sovitettava ne tarpeen mukaan. Useimmiten voidaan suositella käytettäväksi Incoloy 825 uppokuumenninta UTT 323.



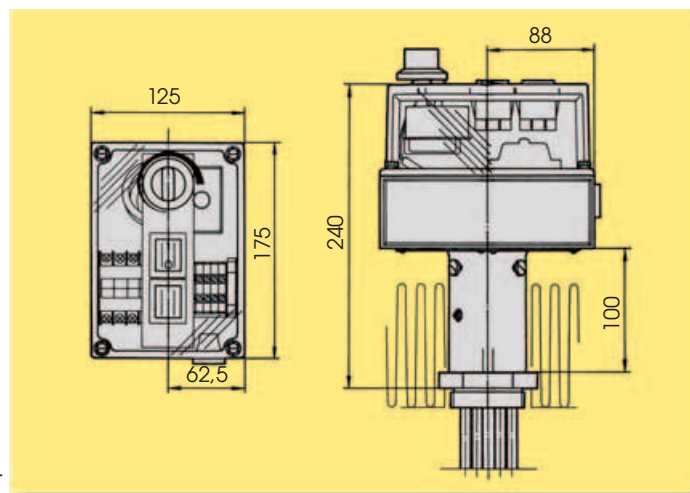
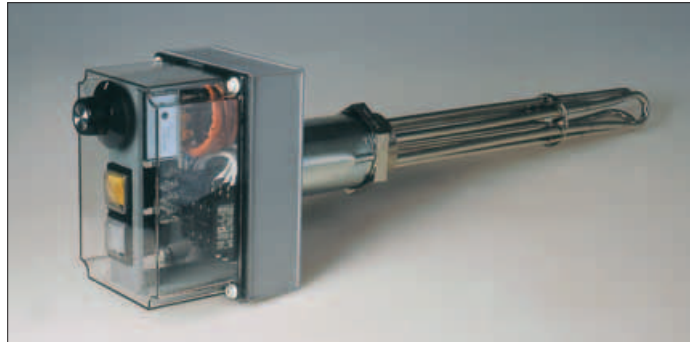
### 5.2 Keskuslämmityselementit polttoainekattiloihin

#### 5.2.1 3-vaiheinen lämpötilansäädinrajoitinyhdistelmä

Uppokuumennin	UKT 323 4,5 kW
Säätölaite	CU 3 K10
Termostaatti	5...80°C
Eroalue	8°C
Rajoitin	110°C
Korotuskaulus	100 mm
Kytkenäkotelo	S-6

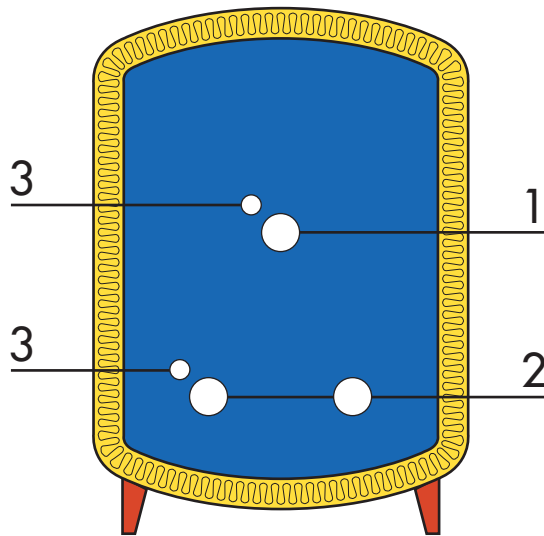
### 5.2.2 Loval-Lämpövarma, 3-vaiheinen lämpötilan säädin- rajoitinyhdistelmä varustettuna kytkimellä ja kontaktorilla.

Uppokuumennin	UKT 323 4,5 kW
Säätölaite	CUK 3 K10
Termostaatti	5 ... 85°C
Eroalue	9°C
Rajoitin	max. 100°C (0 - 9)°C
Korotuskaulus	100 mm
KytKentäkotelo	S-6



Loval-Lämpövarman mitat

### 5.3 Keskuslämmityselementit vesivaraajiin (lämpösäiliöihin)



#### 1 Ylävastus

Uppokuumennin UKT 323, 6 kW, ja lämpötilanrajoitin CS 1 K10

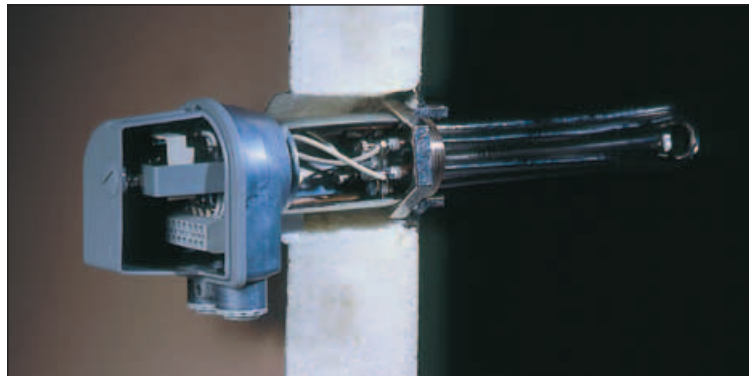
#### 2 Alavastukset

2 kpl uppokuumennin UKT 323, 6 kW, korotuskaulus 100 mm ja kytkentäkotelo S-6

#### 3 Lämpötilansäätimet

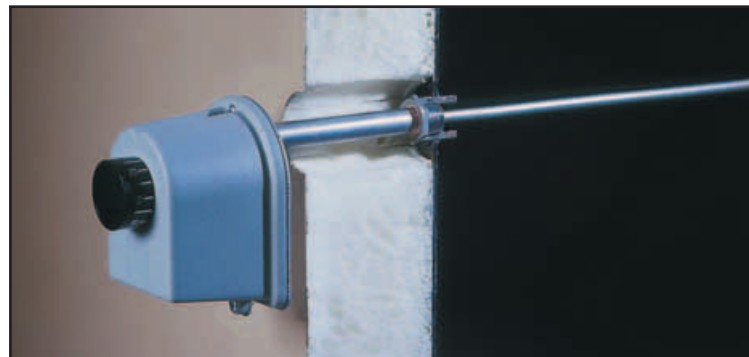
lämpötilansäädin VT 1, 2 kpl

#### 5.3.1 CS 1 K10 (K15, K20) yksivaiheinen lämpötilanrajoitin



Lämpötilanrajoitin	110 ±4°C
Korotuskaulus	100, 150, 200 mm
Kytkentäkotelo	S-6

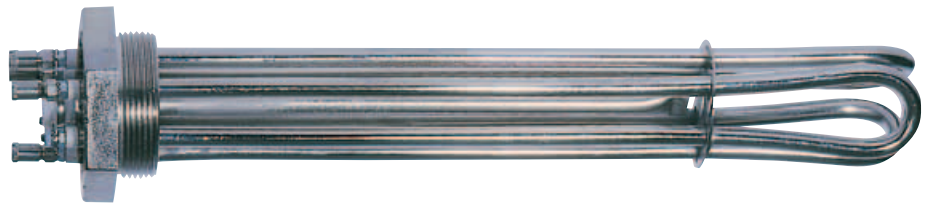
#### 5.3.2 VT 1, yksivaiheinen lämpötilansäädin



Termostaatti	30-90°C
Eroalue	4°C
Korotusputki	R 1/2 ", 100 mm
Kytkentäkotelo	S-6

Tekstissä mainittujen uppokuumentimien tehot ovat esimerkkejä. Teho mitoitetaan yksilöllisesti käyttökohteen mukaan.

## 5.4 Vakiouppokuumentimet



### 5.4.1 Tekniset tiedot

Tehoalue	1500...15000 W
Jännite	230/400 V, kytkentä vaipparuuvein
Pintateho	7,5 W/cm <sup>2</sup>
Suojaputki	termostaatille
Vaippamateriaali	kupari, tyyppi UKT
	Incoloy 825, tyyppi UTT
Laippa	G 2", UKT 323, UTT 323
	G 2 ½", UKT 623

### 5.4.2 Vakiouppokuumentimien tehot ja max. asennuspituudet

Teho	UKT 323	UKT 623
1500 W	240 mm	–
2000 W	240 mm	–
3000 W	260 mm	260 mm
4000 W	340 mm	–
4500 W	390 mm	260 mm
5000 W	430 mm	–
6000 W	520 mm	270 mm
7500 W	640 mm	330 mm
9000 W	760 mm	390 mm
10000 W	880 mm	450 mm
12000 W	1030 mm	525 mm
15000 W	1280 mm	660 mm

Keskuslämmityselementeissä käytettävät suojakotelot



S-5 matala. Käytetään kytkennän suojana.



S-6 korkea. Käytetään säätölaitteiden yhteydessä.



Korotuskaulukset KK10... 20. Varustettu kytkentätarvikkein. Korkeus 10, 15 ja 20 cm.



## 6 Loval-laippalämmittimet

Kun suuria lämmitystehoja käytetään paineenalaisissa sovellutuksissa, esimerkkinä monet teollisuuden prosessilämmitykset, on usein edullista valmistaa suuria lämmitysyksiköitä, joita kohteeseen tarvitaan vain yksi tai korkeintaan muutamia kappaleita.

Tällaisen lämmitysyksikön, laippalämmittimen, rakenne on seuraava: lämpö tuotetaan vakiorakenteisilla Loval-putkivastuksilla, jotka kiinnitetään – yleensä kaksivaiheisella – juotoksella ns. putkilevyyn. Viimemainittu puolestaan valmistetaan paineastiastandardin mukaisesta umpilaipasta poraamalla siihen tarvittava määrä reikiä vastusten ja mahdollisten muiden komponenttien läpivientiä varten. Rakentamiseen voi kuulua esim. suojataskuja säätimen ja lämpötilanrajoittimen anturia tai tuntoelintä varten, läpivienti metallivaippaiselle tuntoelimelle jne.

Putkivastusten vaippamateriaali valitaan käyttötarkoituksen mukaan. Yleisimmin käytetty vaippamateriaali on ruostumaton teräs AISI 304, mutta on mahdollista valita myös jokin muu seostettu tai seostamaton teräs. Esim. öljyn lämmitykseen tuleviin vastuksiin sopii AISI 304 ja vedenlämmitysvastuksiin AISI 316L.

Umpilaipat valitaan yleensä SFS 2166 (DIN 2527) normin mukaan, mutta tarvittaessa voidaan käyttää muidenkin normien mukaisia valmisteita.

Laippa DN	U-taivutettujen putkivastusten lukumäärä
50	3
100	6
125	12
150	21
200	24
250	36
300	54
400	72

Taulukko kertoo vastusten maksimimäärän kutakin DN-laippatyyppeä kohti.

Loval-laippalämmittimet soveltuvat periaatteessa samoihin käyttötarkoituksiin kuin kierrelaipalla varustetut vakiouppokuumentimetkin. Pääasiallisesti laippalämmittimiä käytetään veden tai öljyn lämmitykseen.

Haluttuun kokonaistehoon päästään sijoittamalla laippaan tarvittava määrä U-muotoisia vastuksia. On toivottavaa, että vastusten määrä on kolmella jaollinen, jotta sähköinen kytkentä saadaan symmetriseksi. Kytchentä tehdään valmiiksi asiakkaan toivomusten mukaan. Haluttaessa voidaan kytkentä suojata kotelolla. Laipan ja kytkentäkotelon väliin voidaan sijoittaa erillinen korotuskaulus; tällöin kytkentäosien lämpötilaa saadaan lasketuksi ja kytkentätöitä helpotetuksi.



**Loyal Oy**

Linnunrata 5  
07900 Loviisa  
Puhelin 019-51 731  
Fax 019-532 955  
Sähköposti: [loyal@loyal.fi](mailto:loyal@loyal.fi)  
Internet: [www.loyal.fi](http://www.loyal.fi)