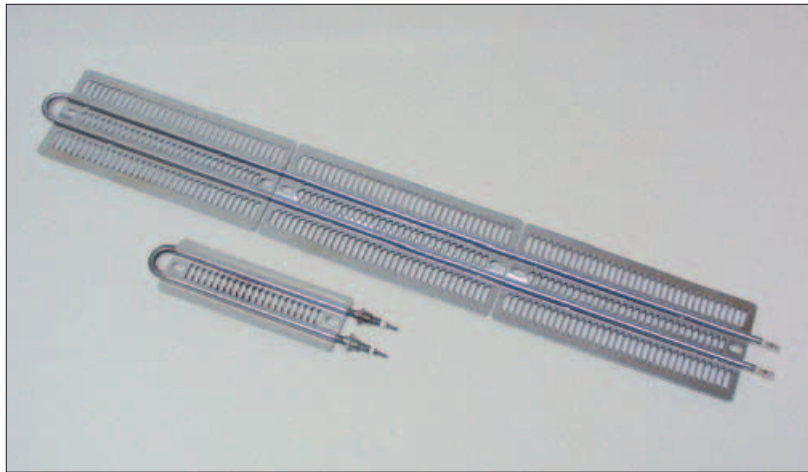
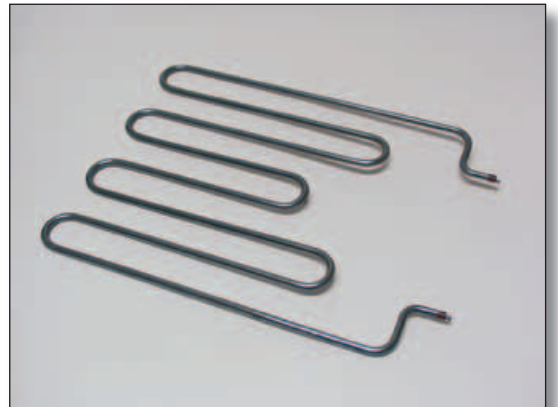


Loval-vastukset ilmanlämmitykseen



Sisältö

1	Yleistä	3
1.1	Rakenne	3
2	Ilmanlämmitysvastusten materiaalit.....	4
2.1	Yleistä	4
2.2	Raaka-aineiden ominaisuuksia	4
2.2.1	Seostamaton teräs	4
2.2.2	Ruostumaton teräs AISI 304.....	4
2.2.3	Ruostumaton tulenkestävä teräs AISI 309S	4
2.2.4	Nikkeliseos INCOLOY 800	5
2.2.5	Alumiini	5
3	Ilmanlämmitysvastusten pintateho	6
3.1	Yleistä	6
3.2	Esimerkkejä sopivan pintatehon valinnasta.....	6
4	Ripaelementit	7
4.1	Yleistä	7
4.2	Rakenne ja materiaalit	7
4.3	Esimerkkejä käyttökohteista	8
4.3.1	Virtauslämmittimet	8
4.3.2	Puhalluslämmittimet	8
4.4	Ripaelementtityypit.....	8
4.4.1	Vakiolamellielementti	8
4.4.2	Minilamellielementti.....	9
4.4.3	Mikrolamellielementti	9
4.4.4	Konvektorielementti.....	10
4.5	Lamellielementtien lämmönluovutuskyky	11



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

1 Yleistä

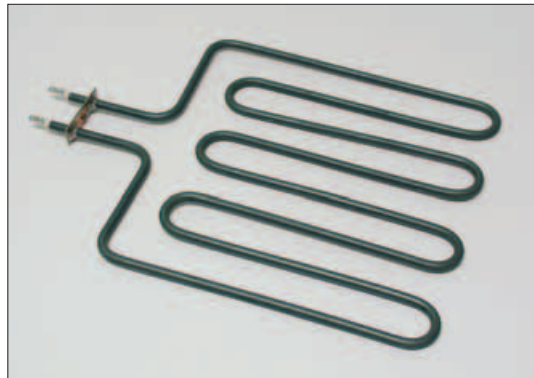
1.1 Rakenne

Ilmanlämmitysvastuksella tarkoitamme tässä lämmityselementtiä, jonka käyttöympäristönä on ilma tai jokin muu kaasuatmosfääri. Tällaisia tuotteita ovat mm. huoneenlämmittimissä, liesissä, kiukaissa, grilleissä, lämminilmapuhaltimissa, auton sisätilan lämmittimissä ja erilaisissa säteilylämmittimissä käytettävät vastukset. Myös teollisuudessa on runsaasti erilaisia kaasunlämmityssovellutuksia, joissa tarvittava lämpöenergia tuotetaan Loval-putkivastuksilla.

Koska ilmanlämmitysvastusten käyttöalue on laaja ja moninainen, poikkeavat eri käyttökohteisiin soveltuvat ratkaisut toisistaan huomattavasti. Kuhunkin tapaukseen haetaan edullisin rakenne ottamalla huomioon toisaalta tekniset tekijät – esim. ratkaisun toimivuus, luotettavuus, elinikä – ja toisaalta taloudelliset seikat, so. kustannukset.

Ilmanlämmitysvastuksissa tulee usein esille kaksi erityisongelmaa. Eräissä sovellutuksissa, esimerkkeinä vaikkapa kiukaan ja säteilylämmittimien vastukset, on toimintalämpötila hyvin korkea. Huomiota on tällöin kiinnitettävä sekä vastuksen vaippaputken lämmönkestoon että vastuksen elinikään, joka määräytyy ensisijaisesti vastusspiraalin kestävydestä.

Toisena erikoistapauksena ovat kohteet – esim. huoneen lämmittimet ja auton sisätilanlämmittimet – joissa tarvitaan suhteellisen suuri teho varsin pieneen tilaan siten, että itse laitteessa lämpötilat ovat mahdollisimman matalat. Toisin sanoen, lämmön luovutusta on tehostettava, ja tämä voidaan toteuttaa kasvattamalla vastuksen lämmönsiirtopintaa ns. ripojen avulla. Esimerkkejä rivoitetuista vastuksista ovat mm. Loval-lamellielementit ja Loval konvektorielementit.



2 Ilmanlämmitysvastusten materiaalit

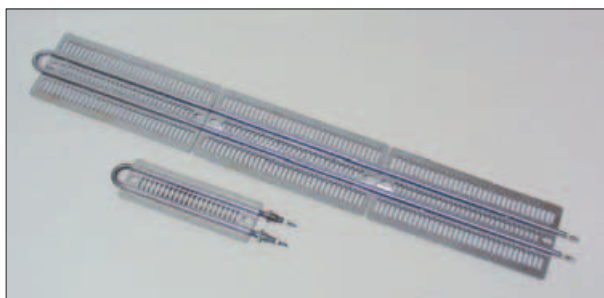
2.1 Yleistä

Käyttökohde määrää ilmanlämmitysvastukseen kulloinkin sopivimman vaippamateriaalin. Mikäli ympäristö ei ole korrodoiva ja vastuksen pintalämpötila käytössä jää alle teräksen hilseilylämpötilan (400°C), tavallinen seostamaton teräs on edullisin materiaali.

Mikäli vastuksen käyttölämpötila on korkea, kuten on usein esimerkiksi grilli- ja kiuasvastuksissa, tulevat vastuksen materiaaleina kysymykseen tavallinen ruostumaton ja ns. tulenkestävä ruostumaton teräs. Kaikkein vaativimpiin kohteisiin voidaan käyttää erityisesti korkeisiin lämpötiloihin tarkoitettua nikkelseosta Incoloy 800. Paitsi lämpötilakestoisuutta, saavutetaan ruostumattomilla ja nikkeliseoksilla hyvä korroosionkestävyys, mikä usein myös ilmanlämmitysovellutuksissa on varsin olennaista. Koska seosainepitoisuuksien lisääntyessä materiaalin hinta nousee huomattavasti, kannattaa vaippamateriaalin valintaan kiinnittää huomiota.

2.2 Raaka-aineiden ominaisuuksia

2.2.1 Seostamaton teräs



Konvektorielementit vaippaputken materiaali seostamaton teräs

Seostamattomasta teräksestä tehty vaippaputki on Loval-vastuksissa koostumukseltaan niukahiilistä terästä. Sen korroosionkestävyyttä voidaan tarvittaessa parantaa erilaisilla pinnoitteilla (sinkki, nikkeli), mutta kustannussyistä on korrodoivaan ympäristöön usein edullista valita jokin tavallista terästä jalompi materiaali. Pinnoittamattomana seostamaton teräs soveltuu käytettäväksi kohteissa, missä korroosiovaara on pieni ja vastuksen pintalämpötila pysyy kohtuullisena.

2.2.2 Ruostumaton teräs AISI 304



Kiuasvastus, vaippaputken materiaali AISI 304

Ilmanlämmitysvastuksissa yleisimmin käytettäväksi soveltuu austeniittisten ruostumattomien terästen perustyyppi, ns. 18/9-teräs, jollaista on Lovalin käyttämä AISI 304. Sen pääasialliset komponentit ovat 18 % kromia, 9 % nikkeliä ja loput rautaa. Tällä koostumuksella saavutetaan monia etuja: homogeeninen austeniittinen rakenne, jonka ansiosta mekaaniset ja valmistustekniset ominaisuudet ovat erinomaiset, hyvä korroosionkestoisuus monenlaisissa oloissa sekä suhteellisen edullinen hinta, mikä johtuu pienistä seosmääristä.

2.2.3 Ruostumaton tulenkestävä teräs AISI 309S

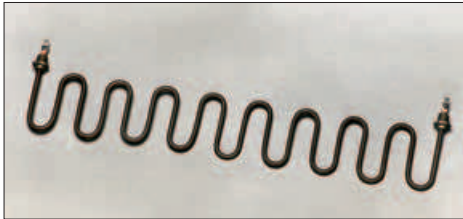
Mikäli vastuksen käyttölämpötila kohoaa yli 750°C:n eikä vastuksen pinnalle saa muodostua oksidihilsettä, on syytä valita ns. tulenkestävästä ruostumattomasta teräksestä valmistettu vaippaputki. Loval-vastuksissa tätä terästyyppiä on AISI 309S, jonka lämpötilakestoisuus



Lieden paisto- ja grillivastus

perustuu mm. suhteellisen korkeisiin kromi- ja nikkeli-
toisuuksiin (20/12 %) sekä lisäaineena käytettyyn piihin.
Tulenkestävän teräksen maksimikäyttölämpötilana voidaan
pitää n. 850°C.

2.2.4 Nikkeliseos INCOLOY 800



Uunivastus, materiaali 8,5 mm:n Incoloy 800

Kaikkein vaativimpiin ilmanlämmityskohteisiin voidaan
käyttää nikkeli-kromiseosta Incoloy 800. Se kestää kor-
kean seos-ainepitoisuutensa ansiosta jopa 900°C:n käyt-
tölämpötiloja. Incoloy 800:ssa on kromia 21 % ja nikkeliä
32 %. Tämän vuoksi materiaalin hinta on verraten korkea
ja myös sen työstettävyys on huonompi kuin esimerkiksi
ruostumattomien terästen. Siksi kannattaa aina harkita
onko sovellutus todella niin vaativa, että Incoloy 800:n
käyttö on perus-teltua.

2.2.5 Alumiini



Alumiiniin valettu vastus

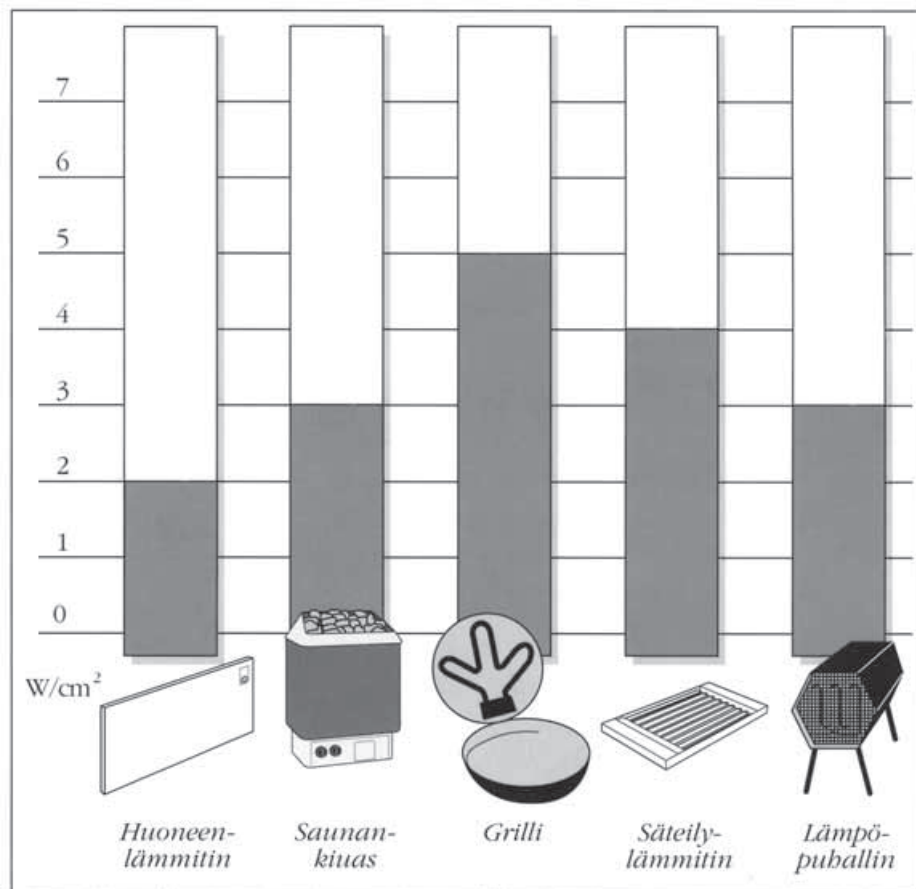
Myös alumiini voi tulla kyseeseen ilmanlämmitysvastuksen
vaippamateriaalina, mikäli lämpötila jää alle 350°C:n,
mutta ympäristö on niin korrodoiva, ettei seostamaton
teräs sovellu. Varsin paljon käytetään myös rakennetta,
jossa alumiinivaippainen vastus puristetaan silumiinisessa
runkokappaleessa olevaan uraan. Loval-vastuksissa alu-
miinia käytetään vaippamateriaalina verraten vähän, koska
useimmiten joku muu materiaali on todettu paremmaksi
vaihtoehdoksi.

3 Ilmanlämmitysvastusten pintateho

3.1 Yleistä

Loval-vastuksen pintateho voi vaihdella ilmanlämmityskäytössä varsin paljon riippuen vastuksen rakenteesta, käyttökohteesta ja jäähtytyksestä. Puhaltimen kovalla ilmavirtauksella jäähdyttämä lamellivastus kestää periaatteessa vuosikymmeniä, vaikka sen vaippaputken pintateho voi olla yli 10 W/cm^2 . Toisaalta kiuasvastus, jossa pintateho on ”vain” 3 W/cm^2 voi tuhoutua luonnollisen vanhenemisen tähden hyvinkin lyhyessä ajassa, jos jäähdyttävä ilmankierto estyy esim. väärin aseteltujen kiuaskivien vuoksi.

3.2 Esimerkkejä sopivan pintatehon valinnasta



4 Ripaelementit

4.1 Yleistä

Loval-ripaelementit ovat erityisesti ilmanlämmityskäyttöön suunniteltuja elementtejä. Ne soveltuvat kohteisiin, joissa suuri teho on saatava mahdolliseksi pieneen tilaan, koska niiden käyttölämpötila jää suuren lämpöä luovuttavan pinnan ansiosta matalammaksi kuin tavanomaisen putkivastusten.

Loval-ripaelementtejä on kahta perustyyppiä: lamellelementti ja konvektorielementti. Molemmille on yhteistä, että lämpöä luovuttavana komponenttina on yksi tai kaksi Loval-putkivastusta ja vastussauva kiinnitetään riparakenteeseen juottamalla.

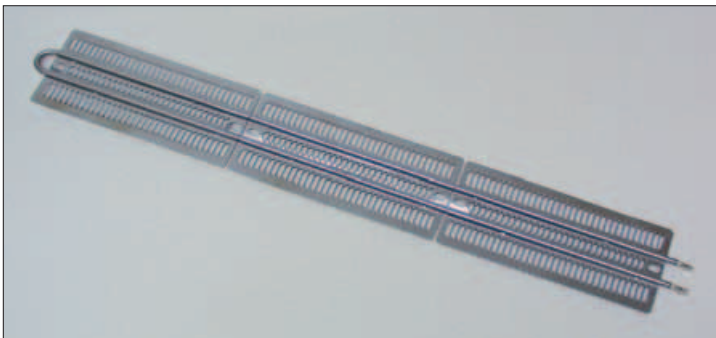
Yhtenäinen juotettu rakenne tarjoaa mm. seuraavat edut: lämmönsiirto putkivastuksesta ripaan on erinomainen eikä muutu käytössä; elementti ei aiheuta lämpölaajenemisesta johtuvia ääniä; käytössä ei synny lämpölaajenemisen aiheuttamia pysyviä muodonmuutoksia, niin kuin voi tapahtua sellaisissa elementeissä, joissa vastus ja riparakenne on liitetty toisiinsa mekaanisesti.

4.2 Rakenne ja materiaalit

Lamellelementti koostuu Ø 8,5 mm:n putkivastuksesta ja sitä vastaan kohtisuoraan olevista erillisistä lämmönsiirtolevyistä eli lamelleista. Lamelleissa on putkivastukselle sovitettuihin reikiin vastussauva asetetaan ja jonka reunoihin se juotetaan kiinni. Lamelleja on kolmea kokoa: 40 x 70, 25 x 50 ja 25 x 25 mm.

Myös konvektorielementissä on Ø 8,5 mm putkivastus lämpöä tuottavana komponenttina. Ripa muodostuu määrämittäisistä levymäisistä moduuleista, joissa on pitkittäisurat vastussauvan juottamista varten ja levyn tasoa vastaan kohtisuorat siivekkeet tehostamassa lämmönsiirtoa.

Ripaelementit voidaan tehdä joko seostamattomasta tai ruostumattomasta teräksestä. Edelliset juotetaan kuparilla, jälkimmäiset joko kuparilla tai nikkelipohjaisella juotteella. Teräksisten ripaelementtien max. käyttölämpötila on n. 400°C, lyhytaikaisesti jopa 500°C. Seosteräksisten ripaelementtien korkein käyttölämpötila voi olla noin 700°C.



4.3 Esimerkkejä käyttökohteista

4.3.1 Virtauslämmittimet

Loval-ripaelementit soveltuvat erittäin hyvin käytettäväksi virtaus- ja yhdistelmälämmittimissä, so. huoneenlämmittimissä, joissa merkittävä osa tuotetusta lämmöstä siirtyy lämmittimen läpi virtaavan ilman mukana.

Virtauslämmittimessä käytettävän lamellielementin mitoitus tehdään tapauskohtaisesti. Sähköturvallisuusmääräykset asettavat rajan lämmittimen pintalämpötilalle ja ulostulevan ilman lämpötilalle, ja myös lämmityselementin lämpötila saattaa olla laitteen suunnittelun kannalta huomioarvoinen tekijä. Edellä mainittuihin tekijöihin vaikuttavat lämmitysvastuksen tyyppi ja kuormitus sekä hyvin merkittävästi myös itse lämmittimen rakenne.

4.3.2 Puhalluslämmittimet

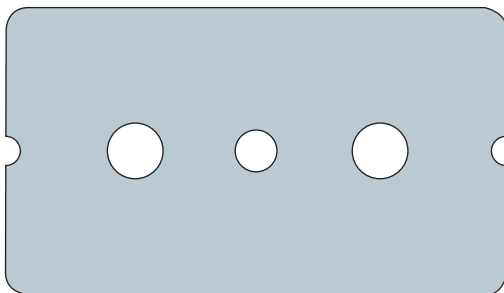
Puhalluslämmittimissä käytettävät lämmityselementit on usein edullista taivuttaa laitetta ja ilmanvirtausta mukaileviksi. Yhdellä ripaelementillä pystytään monissa tapauksissa korvaamaan useita tavanomaisia putkivastuksia. Muita perusteita käyttää ripaelementtiä on mm. mahdollisuus pienentää laitteen kokoa ja päästä matalampiin lämpötiloihin sekä laitteen että lämmityselementin osalta.

Puhalluslämmittimissä tarjoaa lamellielementti yleensä monipuolisemmat sovellutusmahdollisuudet, mutta on myös tapauksia, joissa konvektorielementti on edullisempi vaihtoehto. Ratkaisuun vaikuttavat laitteen rakenne ja mitoitus, eikä yleispäteviä sääntöjä siksi voi antaa.

Loval-ripaelementtien runkona on aina Ø 8,5 mm:n putkivastus, johon on juottamalla kiinnitetty lämmönsiirtolevyjä. Ripaelementit on lämmönsiirtolevyjen koon ja tyyppin perusteella jaettu seuraaviin neljään ryhmään.

4.4 Ripaelementtityypit

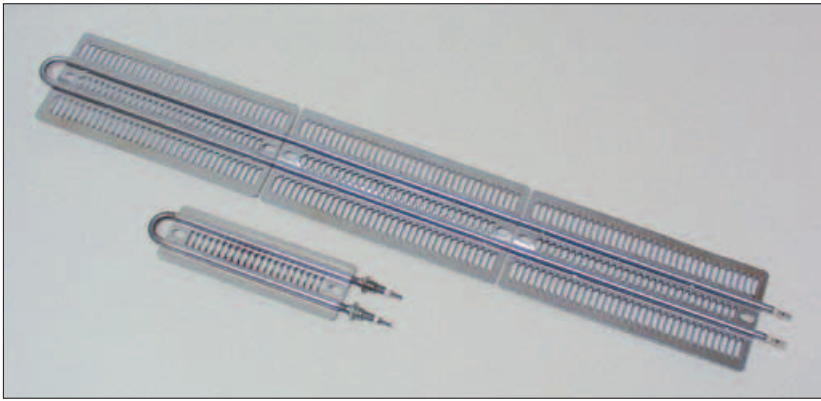
4.4.1 Vakiolamellielementti



Vakiolamellielementti
40 x 70 mm

Vakiolamellielementin lämmönsiirtolevyt ovat kooltaan 40 x 70 mm. Ne on juotettu joko yhteen U-muotoon taivutettuun tai kahteen suoraan putkivastukseen. Jälkimmäisessä tapauksessa voidaan saada aikaan erilaisia kytkentävaihtoehtoja: vastukset erikseen, rinnan- ja sarjakytkentä. Vakiolamellielementtien mitoituksesta voidaan todeta seuraavaa:

- lamelloidun osan max.pituus on 600 mm (U-muotoinen vastus) tai 1000 mm (kaksi suoraa vastusta)
- pienin taivutussäde on 50 mm
- lamellien väli on 6 mm lamelloidun osan ulkopuolelle jäävä U-taivutus on lähes tehoton, pintateho noin 10-20 % lamelloidun osan pintatehosta.
- tehottoman osan pituus on normaalisti 50 mm; myös muita pituuksia voidaan käyttää, kunhan muistetaan että tehollinen osa ei saa päättyä lamelloidun osan ulkopuolelle.



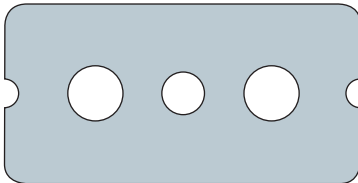
Lamelliväliä määritettäessä on pyritty optimiratkaisuun ottaen huomioon eri käyttötarkoitukset ja ilman virtausnopeudet.

Kiinnitystä varten lamellielementti voidaan varustaa joko kiinnitysaloilla, joissa on reiät ruuvi kiinnitystä varten, tai M14 x 1,5 – kierrelaipoilla, jotka on joko puristettu tai juotettu vastuksen päihin. Sähköinen

liitäntä voidaan toteuttaa kuten osassa ”Perustietoa putkivastuksista”, kohdissa 4–5, sivuilla 10–11, on esitetty.

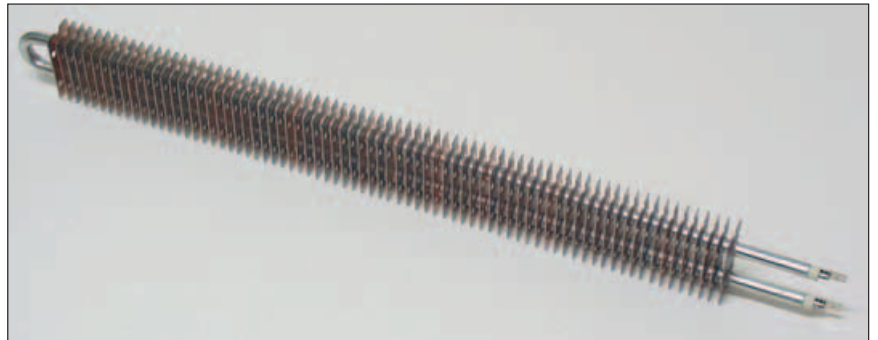
Lamellielementtiä voidaan tarvittaessa taivuttaa. Taivutusta voidaan käyttää mm. kun vastus halutaan sovittaa tarkoin puhallusprofiiliin tai laitteeseen lämmönsiirron optimoimiseksi.

4.4.2 Minilamellielementti

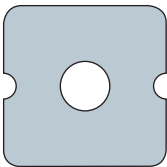


Minilamellielementti
25 x 50 mm

Minilamellielementin lämmönsiirtolevyt ovat kooltaan 25 x 50 mm. Pienin taivutussäde on 40 mm. Muuten vastus on rakenteeltaan ja ominaisuuksiltaan pitkälti vakiolamellielementin kaltainen.



4.4.3 Mikrolamellielementti



Mikrolamellielementti
25 x 25 mm

Mikrolamellivastuksen lämmönsiirtolevyjen koko on 25 x 25 mm, ja ne on juotettu yhteen (8,5 mm suoraan putkivastukseen). Pienin taivutussäde on 30 mm. Lamelloidun osan maksimipituus on noin 850 mm.

Elementin etuina ovat sen pieni koko ja hyvä muotoiltavuus. Vieressä on eräs esimerkki mikrolamellielementin taivutusmuodosta.



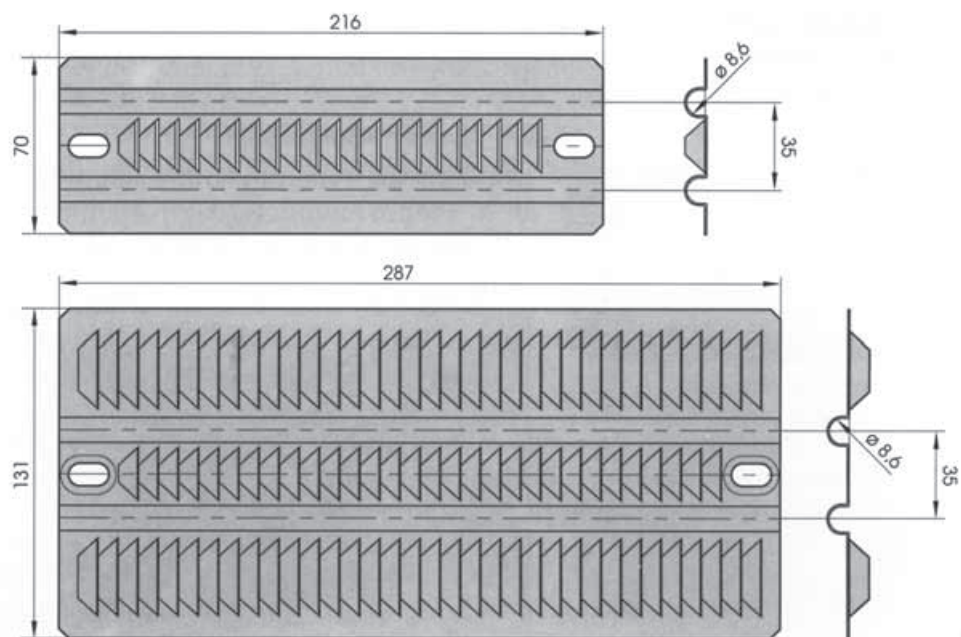
4.4.4. Konvektorielementti

Konvektorielementti muodostuu joko yhdestä U-muotoon taivutetusta tai kahdesta suorasta $\varnothing 8,5$ mm putkivastuksesta ja ns. ripalevyistä, ja nämä liitetään toisiinsa juottamalla. Rakenne on periaatteessa modulaarinen, ja konvektorielementin tehollisen mitan tulisi siten mieluiten olla sovitettu ripalevyn mittaan. Käytännössä rajoitus ei ole ehdoton, sillä ripalevy voidaan katkaista myös halutun mittaiseksi.

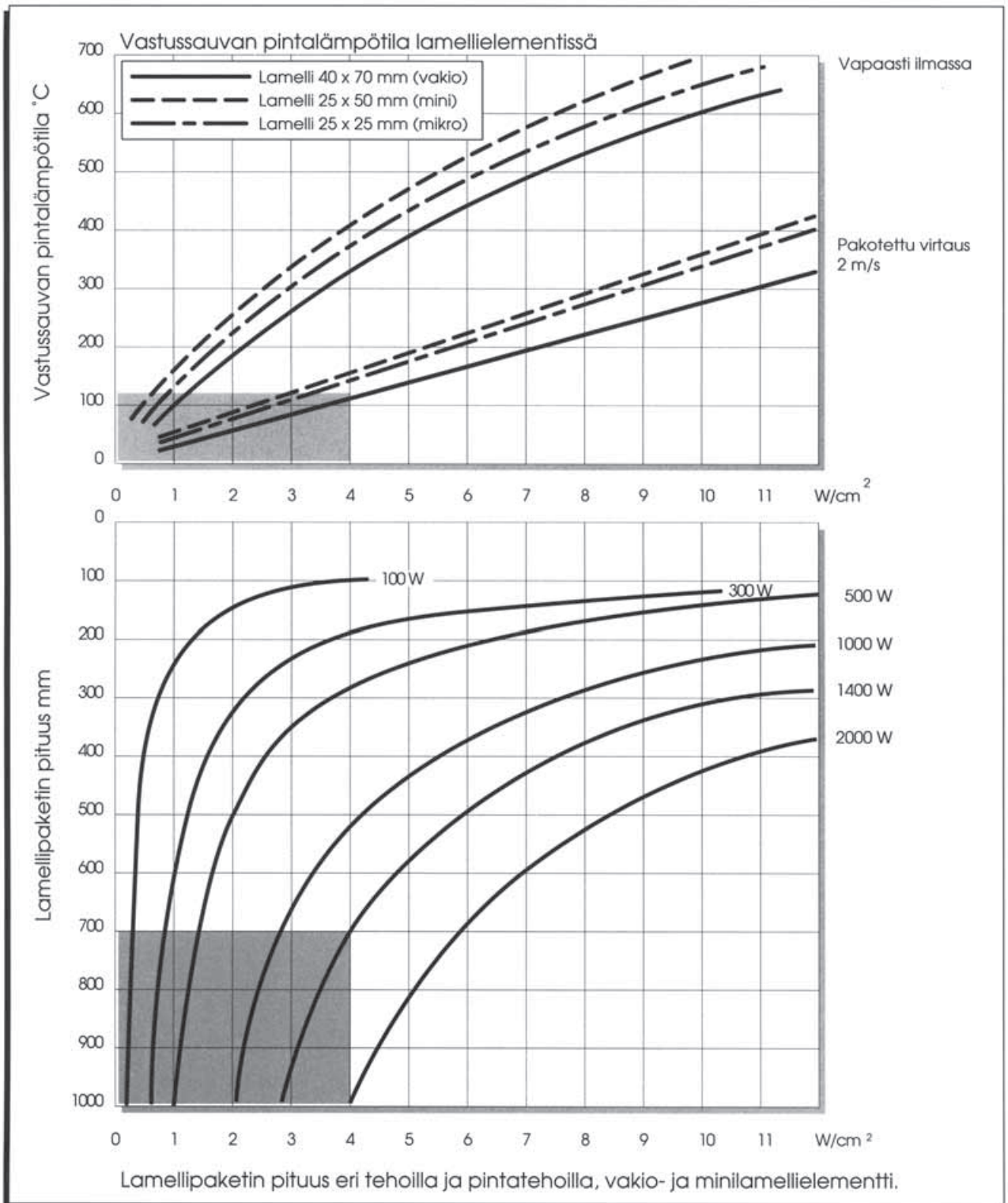
Konvektorielementin etuina lamellielementtiin verrattuna ovat yksinkertaisempi valmistustekniikka ja mahdollisuus tehdä hyvinkin pitkiä elementtejä, joskus myös rakenteen pieni kokonaispaksuus on hyödyksi.

Konvektorielementtiä voidaan tarvittaessa taivuttaa; pienin taivutussäde on n. 25 mm.

Alla on esitetty vakiomittaiset ripalevyt.



4.5 Lamellielementtien lämmönlouovutuskyky





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