



## Kutistusliittäminen.



Moventas Wind Oy

Kaikki metallit laajenevat lämmitettäessä ja kutistuvat jäädytettäessä. Tätä ilmiötä voidaan käyttää osien kutistusliittämisessä eli krymppauksessa, kun kappaleiden mitat valitaan sopivasti. Hammaspyörä saadaan mahtumaan akselille, kun jälkimmäistä kutistetaan nestemäisessä työssä jäädyttämällä. Liittämisen jälkeen osakokonaisuuden annetaan lämmitä huoneenlämpötilaan, jolloin muodostuu erittäin vahva liitos. Liitos kantaa siihen kohdistuvan kuorman koko pinta-alallaan. Hitsausta tai liimausta ei tarvita, metallien ominaisuudet ja kappaleiden muodot eivät muutu ja lisäksi vältetään kuumien kappaleiden käsittelyyn liittyvät ongelmat.

### Kutistuma

Kappaleen kutistumisen suuruuteen vaikuttavat kullekin metallille ominainen lämpölaajenemiskerroin ja lämpötila, johon kappale jäädytetään. Akselin kutistuminen voidaan laskea yhtälöstä:

$$\Delta d = \alpha D(\Delta T), \text{ jossa}$$

- $\Delta d$  = halkaisijan muutos
- $\alpha$  = lineaarinen lämpölaajenemiskerroin
- $D$  = ulkohalkaisija huoneenlämpötilassa
- $\Delta T$  = lämpötilan muutos

Työkappaleen jäädyttämiseen käytetään tavallisesti nestemäistä typpeä tai hiilidioksidijäätä eli kuivajäätä. 0,6 litraa nestemäistä typpeä riittää jäädyttämään kilogramman terästä huoneenlämpötilasta - 196 °C lämpötilaan ja kilogramma kuivajäätä jäädyttää viisi kilogrammaa terästä - 78 °C lämpötilaan.

Linde tarjoaa kutistusliittämiseen sopivia laitteistoja arkkumallisista kammiopakastimista jatkuvatoimisiin linjoihin sekä asiakaskohtaisesti räätälöityjä ratkaisuja.



CRYOFLEX®-CBF

### Kutistusliittämisen edut

Kutistusliittäminen tarjoaa seuraavia etuja:

- työvaiheet ovat yksinkertaisia
- laiteinvestointi on kohtuullinen
- menetelmä toimii sekä yksittäiskappaleilla että sarjatuotannossa
- materiaaliparit, joita ei voi hitsata, juottaa tai liimata voidaan liittää luotettavasti
- kiilaliitokseen verrattuna tasaisempi kuorman jakautuminen liitoksessa
- jäähdytys nestemäisellä typellä on nopeaa; halkaisijaltaan 125 mm teräsakseli kutistuu 0,25 mm 20 minuutissa. Pienet kappaleet voidaan kutistaa nopeimmillaan sekunneissa.
- hyvä menetelmä silloin, kun ulompi osa on monimutkainen, lämpökäsitelty tai suurikokoinen, jolloin sen kuumentaminen on vaikeaa ja riskialtista
- ei riskiä paikallisesta ylikuumenemisesta, mikrorakenteen muuttumisesta tai muokkautumisesta
- työkappaleiden pintaan ei muodostu värimuutoksia, saostumia tai oksidoitumista, kun jäähdytykseen käytetään nestemäistä typpeä
- ei kuumista kappaleista aiheutuvaa työturvallisuusriskiä.

**Taulukko 1** Eräiden metallien lämpölaajenemiskerroin jäähdytyksessä ja suurin kutistuma, joka voidaan saavuttaa nestemäistä typpeä käyttämällä, sekä jäähdyttämiseen tarvittava kaasun määrä

Metalli $\alpha$ [ $1/^\circ\text{C}$ ], $T = 0... - 195$ °C	Maksimikutistuma [ $\mu\text{m}/\text{mm}$ ]	Kaasunkulutus [ $\text{dm}^3/\text{kg}$ ]
rakenneteräs $9 \times 10^{-6}$	1,9	0,60
valurauta $8,5 \times 10^{-6}$	1,8	0,66
alumiini $18,4 \times 10^{-6}$	3,8	1,10
messinki $16 \times 10^{-6}$	3,4	0,45
pronssi $16 \times 10^{-6}$	3,5	0,45