

LASKENTA

Akseliväli ja hinnapituus

Likimääräinen hinnapituus

Akseliväli

 $i = 1$

$$L_B = (2 \cdot a) + (Z_1 \cdot T)$$

 $i = 1$

$$a = \frac{Z_B - Z_1}{2} \cdot T$$

 $i \neq 1$

$$L_B = \frac{\pi}{2} \cdot (D_{01} + D_{02}) + 2 \cdot a + \frac{(D_{02} - D_{01})^2}{4 \cdot a}$$

 $i \neq 1$

$$a = \frac{L_B - \frac{\pi}{2} (D_{01} + D_{02})}{4} + \sqrt{\left(\frac{L_B - \frac{\pi}{2} (D_{01} + D_{02})}{4} \right)^2 - \frac{(D_{02} - D_{01})^2}{8}}$$

 Z_B = Hihnan hammasluku, jaon monikerta L_B = Hihnan pituus, mm T = jako, mm a = akseliväli, mm i = välityssuhde Z_1 = Pienemmän pyörän hammasluku Z_2 = Suuremman pyörän hammasluku D_{01} = Pienemmän pyörän jakohalkaisija, mm D_{02} = Suuremman pyörän jakohalkaisija, mm

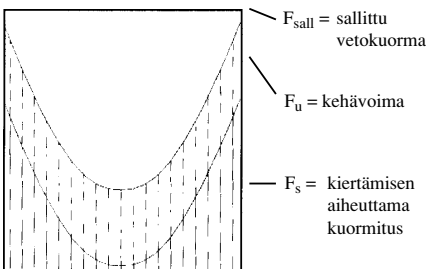
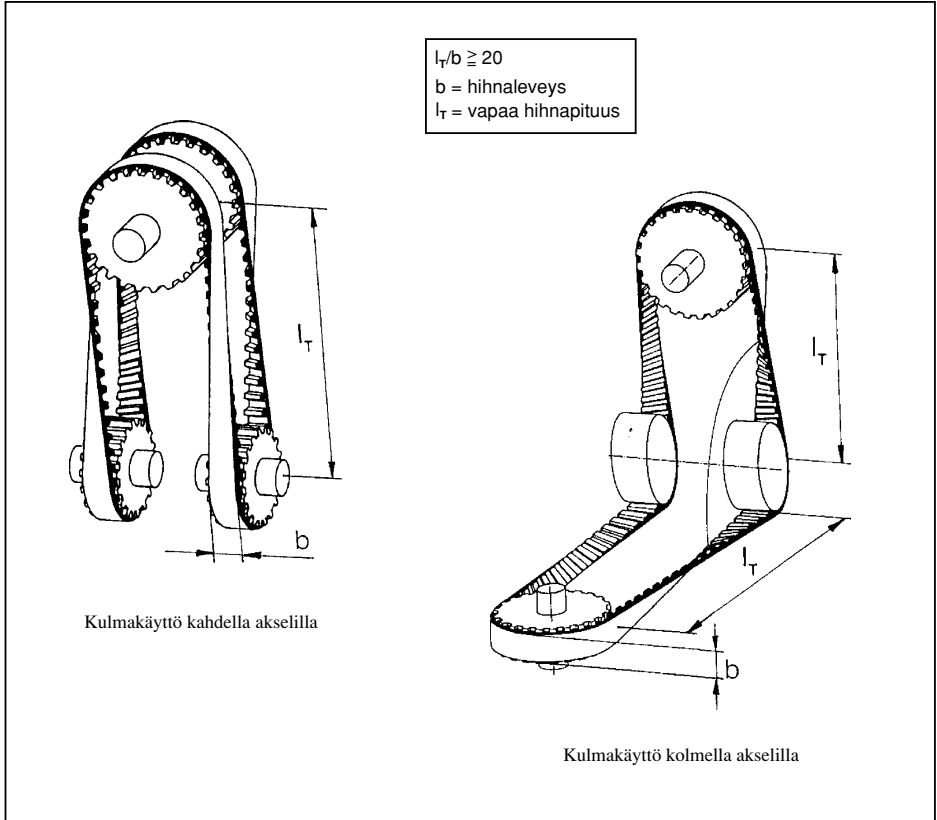
Hammashihnäkäytöt, joissa on useampia hammashihna- ja taittopyöriä, on helpointa mitoittaa Hemmolla.

Hemmo on suomenkielinen Windows-pohjainen hammashihnalaskentaohjelma, jolla voi laskea jopa 18 pyöräisiä hinnäkäyttöjä.

KULMAKÄYTÖT

Kulmakäytöt

Breco ja Synchroflex hammashihnoja voi käyttää myös kulmakäytöissä alla olevien kuvien mukaisesti



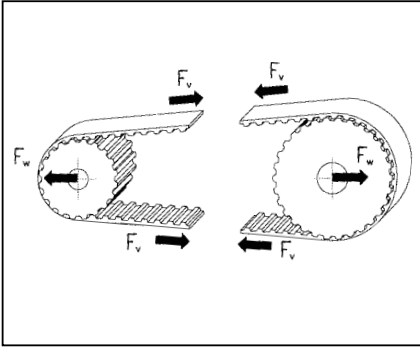
kulmakäytön aiheuttama kuormitus hihnassa

Hihnan kiertäminen aiheuttaa hihnan reunoihin suuremman kuormituksen kuin hihnan keskelle. Tämä vähentää hihnan voimansiirtokykyä. Jos hihna on riittävän kapea, eli leveyden ja vapaan hihnapituuden suhde on yli 20, voi hihnakäytön mitoittaa normaalisti. Jos arvo jää alle 20, laskee hihnan voimansiirtokyky. Kysy tällöin tarkempia lisätietoja.

Hihnaa saa ainoastaan kiertää, ei taivuttaa tasonsa suuntaisesti.

ESIKIRISTYS

Oikea hihnakireys on yksi tärkeimpiä hihnan käyttöikään vaikuttavista tekijöistä. Tarkoituksena on pitää hihna koko ajan niin kireällä että hihnan paluupuoli on myös riittävän tiukalla. Tällöin hihna ei hyppi yli hampaiden pyörällä. Liika kiristys taas lyhentää hihnan käyttöikää sekä lisää laakerikuormitusta ja kitkaa. Kiristys on valittava raskaimman käyttötilanteen mukaan, ja esikiristuksen suuruuteen vaikuttaa kehävoima, hihnanpituus ja käyttötapaus.



$$F_v = \text{Hihnaosan kiristysvoima}$$

$$F_w = \text{Aksiaalikuorma}$$

$$i = 1 \quad F_w = 2 \cdot F_v$$

$$i \neq 1 \quad F_w = 2 \cdot F_v \cos \alpha$$

$$\alpha = \arcsin \left[\frac{T \cdot (Z_2 - Z_1)}{2 \cdot \pi \cdot a} \right]$$

- Vahvemmalla vetolangalla varustettua hihnaa voi käyttää pienemmällä esikiristyksellä, koska se venyy vastaavalla kuormalla vähemmän.
- Lyhyt hihna joustaa vähemmän ja tarvitsee näin ollen vähemmän esikiristystä.
- Hihnäkäytöissä, joissa on useampi hammashihnapyörä on esikiristys laskettava huolella. Normaalisti hihnan vedon alainen osuus on pidempi kuin vapaa puoli. Hihna joustaa kuormitettaessa ja venymä siirtyy vapaalle puolelle. Tämä jousto on suhteellisen suuri verrattuna vapaan puolen pituuteen, joka löystyy paljon. Näissä käytöissä on hihnan kireyden oltava suurempi kuin normaalisi.
- Perussääntönä hihnan kiristämislle on, että vapaa puoli ei värise tai väpätä hihnan käydessä

Esikiristys eri käyttötapauksissa

| Käyttötapaus | | Esikiristys |
|---------------------------|--|---|
| Kahden hihnapyörän käytöt | Hihnan hammasluku | |
| | $Z_B < 60$ $60 < Z < 150$ $150 < Z_B$ | $F_v = 1/3 F_u$ $F_v = 1 / 2 F_u$ $F_v = 2/3 F_u$ |
| Monipyöräkäytöt | Vetopuoli < Paluupuoli Vetopuoli > Paluupuoli | $F_v = F_u$ $F_v > F_u$ |
| Lineaarikäytöt | | $F_v > F_u$ |

1. Taajuuteen perustuva esikiristuksen mittaus

Hihnakireyden tarkistaminen käy helpoiten Breco TSM 1,2 kireysmittarilla. Mittaus suoritetaan napauttamalla hihnaa ja pitämällä mittaria tai mittapäätä aivan hihnan päällä. Mittaus perustuu teräksisten vetolankojen värähtelyn aiheuttamaan induktioon, ja mittaustulos ilmoitetaan Herteissä. Värähtelyn taajuus riippuu hihnan massasta, värähtelypituudesta ja hihnan esikiristyksestä.

$$F_v = 4 \cdot m \cdot l_T^2 \cdot f^2$$

Mittaustuloksesta lasketaan kiristys seuraavasti

$$f = \sqrt{\frac{F_v}{4 \cdot m \cdot l_T^2}}$$

F_v esikiristysvoima
 l_T vapaa hihnapituus
 m hihnanominaismassa, kg/m
 f ominaistaajuus

Jos esikiristysvoima tiedetään voidaan taajuus laskea seuraavalla kaavalla



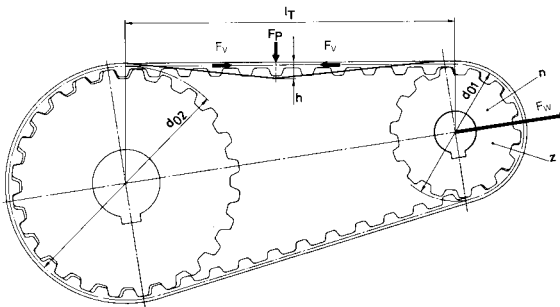
Taajuusmittari

2. Esikiristuksen määrittäminen painuman perusteella

Esikiristuksen suuruuden voi mitata myös painumamenetelmällä. Hihnaa painetaan vapaan osan keskeltä tietyllä mittavoimalla ja mitataan painuma h . Huomioi, että toisen pyörän on oltava vapaasti pyörivä. Tämä menetelmä ei ole yhtä tarkka kuin värähtelymittaus, mutta monissa tapauksissa riittävä.

$$h = 1,66 \cdot 10^2 \cdot l_T$$

$$l_T = \sqrt{a^2 - \left(\frac{d_{02} - d_{01}}{2}\right)^2}$$



F_p mittavoima, N
 F_w aksiaalikuorma, N
 P teho, kW
 n pyörimisnopeus, 1/min
 d_0 jakohalkaisija, mm
 f_0 joustokerroin, N/mm.kts. taulukko
 b hihnaleveys, mm
 l_T vapaahihna pituus, m
 a akseliväli, mm
 h painuma, mm
 l_B hihnapituus, mm

Joustokerroin, f_0

| Hihnatyyppi | f_0 |
|----------------------|------------|
| K1.5, T2, M, T2.5 | 0,117 N/mm |
| T5, T5-DL | 0,334 N/mm |
| T10, T10-DL | 0,803 N/mm |
| T20 | 1,460 N/mm |
| T20-DL | 2,176 N/mm |
| AT3 | 0,422 N/mm |
| AT5, AT5-DL | 0,779 N/mm |
| AT10, AT10-DL, ATP10 | 1,460 N/mm |
| AT20 | 2,176 N/mm |

3. Esikiristuksen mittaaminen aksiaalivoiman avulla

Esikiristysvoima voidaan mitata myös aksiaalivoimasta. Huomioi että ainakin toisen hammashihnapyörän on oltava vapaasti pyörivä.

$$F_w = 2 F_v \cdot \cos \alpha$$

$$F_w = 2 F_v \text{ (kun välityssuhde on 1:1)}$$

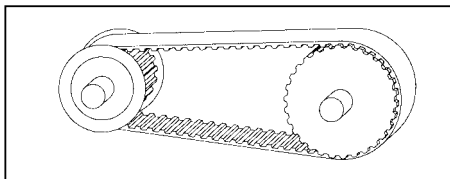
OHJAUSLAIPAT

sijoittelu

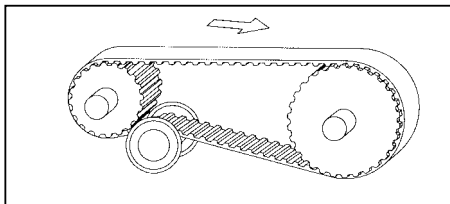
Ohjauslaipat ja hihnan sivuttaisojtaus

Hammashihnan poisliukuminen hihnapyörien päältä on useimmiten estetty ohjauslaipoilla. Hammashihnan kestoajan kannalta on tärkeää, että hihnaan kohdistuu mahdollisimman pieni sivuttaisvoima, jolloin hihnan reunan kuluminen on vähäisempää. Alla on esitetty muutama perusohje ohjauslaipoista.

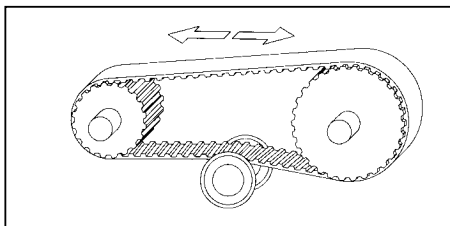
Kaksipyöräisissä käytöissä on edullisempaa valita pienempi pyörä laipalliseksi, mutta hihna ohjautuu kevyemmin kun käytävä pyörä on laipaton.



Myös taittopyörä voi olla laipallinen, ja se kannattaa sijoittaa mahdollisimman pitkän vapaan hihnaosan loppuun, mieluiten vapaalle puolelle.



Molempiin suuntiin pyörivissä käytöissä taittopyörä on hyvä sijoittaa pitkän hihnaosuuden keskelle.



Tärkeitä vinkkejä

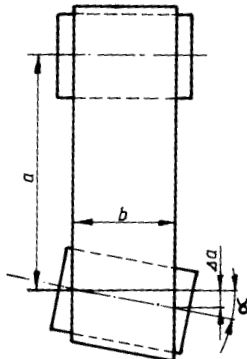
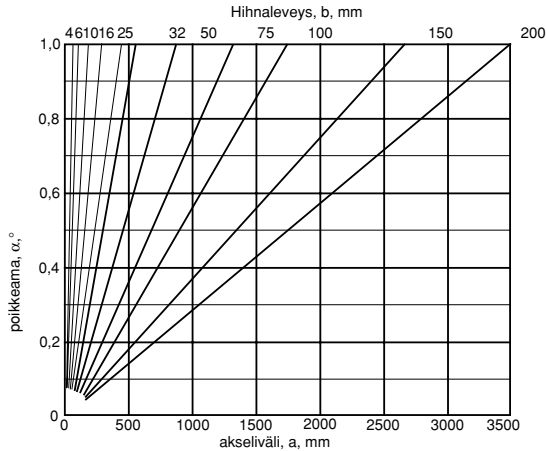
- Vältä useamman kuin yhden ohjauslaippaparin käyttämistä. Jos hihna ei pysy hihnapyöriillä on syy usein linjauksessa, tai rakenne saattaa joustaa
- Valitse laipalliseksi pyöräksi se, joka on pisimmän vapaan hihnaosuuden lopussa
- Vältä ohjauslaippojen käyttämistä lyhyen hihnan osan jälkeen
- Varmista että hihnalla on tilaa liikkua ohjauslaippojen välissä
- Ota yhteys kun suunnittelet monipyöräisiä hihnakäyttöjä.

AKSELEIDEN LINJAUS

Akseleiden linjaus

Käytön aksleiden linjauksen poikkeaminen kohtisuorasta aiheuttaa hihnan sivuun ajautumisen. Jos ajautuminen on voimakasta saattaa hihna nousta ohjauslaipan yli ja tuhoutua. Jos aksleiden linjauspoikkeama ei ole sallituissa rajoissa, rasittuu hihna toispuoleisesti ja tämä lyhentää hihnan elinikää. Perussääntönä linjauksen tarkkuudesta on että lyhyet ja leveät hihnat on asennettava ja linjattava tarkemmin. Suurin sallittu akselipoikkeama on $\pm 1^\circ$.

Taulukko hihnan leveyden ja pituuden välisestä suhteesta.
(suurin sallittu akselipoikkeama = $\pm 1^\circ$)



Laskentamenetelmä todelliselle poikkeamalle

$$\alpha_{\max} = \arctan \frac{\Delta a_{\max}}{b} \leq 1^\circ$$

missä $\alpha_{\max} = a \cdot 10^{-3}$ (mm)

Esimerkki :

a = 750 mm akseliväli

b = 100 mm hihnaleveys

a = 0,43° suurin sallittu kulmapoikkeama

TOLERANSSIT

Hammashihnat

Pituustoleranssi, umpilenkit

Synchroflex® ja Brecoflex®.

Mitatessa $z = 20$ ja $i = 1 : 1$

| Hihnapituus mm | | Akselivälin poikkeama mm |
|-------------------|------|--------------------------------|
| yli | alle | |
| | 320 | +/- 0,15 |
| 320 | 630 | +/- 0,18 |
| 630 | 1000 | +/- 0,25 |
| 1000 | 1960 | +/- 0,40 |
| 1960 | 3500 | +/- 0,50 |
| 3500 | 4500 | +/- 0,80 |

Tarkemmat toleranssit kysyttäessä.

Pituustoleranssi Breco-M metritavara

| |
|--------------------|
| +/- 0,8 mm / metri |
|--------------------|

Tarkemmat toleranssit kysyttäessä.

Leveystoleranssit

| Hihnatyyppi | Leveystoleranssi | | | |
|-------------|------------------|-------------|---------------------------|-------------------------|
| | hihnaleveys | | | |
| | alle 50 mm | 50 - 100 mm | yli 100 mm | |
| T 2 | +/- 0,3 mm | +/- 0,5 mm | +/- 0,5 % hihnaleveydestä | |
| M | | | | |
| T 2.5 | | | | |
| T 5 | | | | |
| XL | | | | |
| L | +/- 0,5 mm | | | |
| T10 | | | | |
| H | | | | |
| T 20 | +/- 1,0 mm | | | +/- 1 % hihnaleveydestä |
| XH | | | | |
| AT 3 | +/- 0,3 mm | +/- 0,5 mm | +/- 0,5 % hihnaleveydestä | |
| AT 5 | +/- 0,5 mm | | +/- 0,5 % hihnaleveydestä | |
| AT 10 | +/- 1,0 mm | | +/- 1 % hihnaleveydestä | |
| ATP 10 | | | | |
| AT 20 | | | | |

Tarkemmat toleranssit kysyttäessä.

Hammashihnapyörien toleranssit

Hammashihnapyörien hammastus on tehty jyrsimällä. Jotta tässä luettelossa ilmoitetut voimansiirtoarvot toteutuisivat myös käytännössä, on hammashihnapyörän ja hihnan sopivuus oltava oikeanlainen. Tähän vaikuttaa mm. pyörien valmistustoleranssit ja pinnanlaatu. Käytettäessä Multielektron toimittamia hihnapyöriä on toimivuus taattu.

1. Halkaisijatoleranssi

h8 - kaikki mitat, yleisimmät jaot, kts. kuva 1.

2. Heittotoleranssi

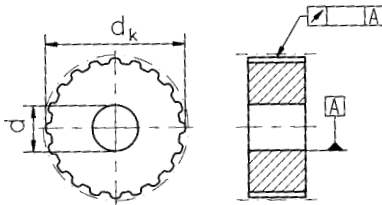
kuvat 1 ja 3

| Ulkohalkaisija | Heitto |
|----------------|---|
| 0 - 200 mm | 0,05 mm |
| yli 200 mm | 0,005 mm heittoa lisää 10 mm lisäyksestä halkaisijaan |

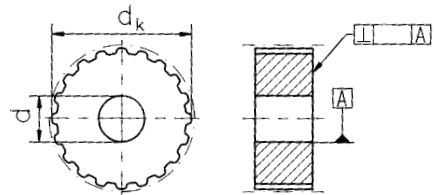
3. Kohtisuoruustoleranssi

kuva 2.

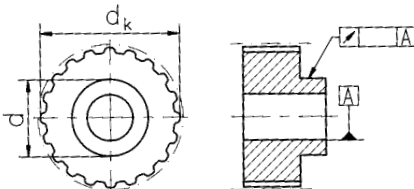
| Ulkohalkaisija | Kohtisuoruustoleranssi |
|----------------|---|
| 0 - 100 mm | 0,10 mm |
| 100 - 250 mm | 0,01 mm heittoa lisää 10 mm lisäyksestä halkaisijaan |
| Yli 250 mm | 0,005 mm heittoa lisää 10 mm lisäyksestä halkaisijaan |



kuva 1



kuva 2



kuva 3

Näiden toleranssien lisäksi on myös hammastuksen muototoleranssit.

HAMMASHIHNNAN MITOITUSOHJELMA HEMMO

Windows pohjainen ohjelma

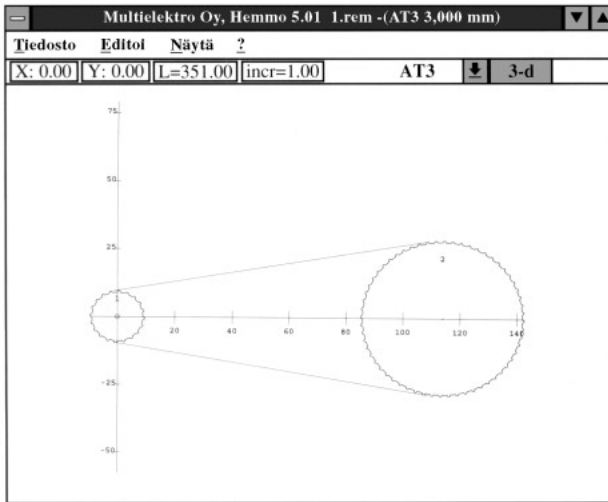
Hemmo for Windows

Breco ja Synchroflex hammashihnat on helpointa mitoittaa Hemmolla. Hemmo on Windows pohjainen laskentaohjelma, jolla voi mitoittaa hihnaleveyden ja pituuden. Ohjelmaan voi syöttää jopa 18 hihnapyörää ja pyöriä on helppo siirtää hiirellä. Ohjelmaan on sisällytetty kaikki Brecoflex ja Synchroflex vakio ja erikoispituudet, joten oikean akselivälän ja hihnapiisuuden valinta käy helposti. Valmiin hinnakäytön voi tallentaa DXF-muodossa, joten kuvaa voi käyttää suoraan CAD-ohjelmissa.

Voit tilata Hemmon veloitussetta Multielektrosta.

Asentaminen

Hemmon asennus käy helposti, ohjelma toimitetaan yhdellä disketillä. Ohjelma on helpointa asentaa tiedostonhallinnan kautta. Asennuksen aikana ohjelma perustaa ME nimisen hakemiston ja ohjelma käynnistetään ikonista



Lyhyt käyttöohje

| | |
|-----------------|--|
| Tiedosto | sivu 129 |
| Editoi | sivu 129 |
| Näytä | hihnajaon tiedot sekä vakiopituudet ja -leveydet |
| X | hiiren X-koordinaatti hiiren vasemman napin ollessa painettuna |
| Y | hiiren Y-koordinaatti oikean napin ollessa painettuna |
| L | laskennallinen hihnapiisuus |
| incr | sivu 129 |

HEMMO hihnaohjelma

| | | |
|-------------------|--------------------------------|--|
| Päävalikko | Alivalikko | Kuvaus |
| Tiedosto : | " Uusi " | Aloittaa uuden hihnalaskennan |
| | " Avaa " | Avaa aiemman hihnakäytön |
| | " Tallenna " | Tallentaa hihnakäytön |
| | " Tallenna...nimellä " | Tallentaa hihnakäytön halutun nimisenä |
| | " Poista " | Tuhoaa halutun tiedoston |
| | " Valitse hihnatyypin " | Vaihtaa hihnatyypin |
| | " Tulosta " | Tulostaa kuvan tai tiedot hihnakäytöstä mm. hihnapyörien halkaisijat |
| | " Kirjoitinasetukset " | Windowsin vakio tulostuksenvälinta |
| | " Valitse tulostin " | Mahdollisuus valita asennetuista kirjoittimista |
| | " Vienti " | Tallentaa auki olevan kuvan hammashihnakäytöstä dxf-muodossa |
| | " Lopeta " | Lopettaa Hemmon, kysyy tallennusta lopuksi |

Editoi: "Aseta...numeerisesti"

| Hihnakäytön numeroarvot | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|----|-------|----|------|-----|-----|-----|
| No | X | Y | pyör | Z | Do | Ze | RPM | P | M | F |
| 1 | 0.00 | 0.00 | n | 20 | 19.10 | 9 | 1400 | 370 | 2.5 | 264 |
| 2 | 0.00 | 250 | n | 60 | 57.30 | 33 | 467 | 370 | 7.5 | 264 |

X = pyörän X-koordinaatti

Y = pyörän Y-koordinaatti

pyör = pyörimissuunta **M** = myötäpäivään, **V** = vastapäivään

Z = hammasluku, sileälle taittopyörälle Z=0

Do = pyörän jakohalkaisija

Ze = tarttuvien hampaiden lukumäärä, max 12 kpl

RPM = pyörimisnopeus, sininen lukema annettu, musta laskettu

P = teho

M = momentti

F = kehävoima

"**Anna...pyörien määrä**"

Hammashihna- ja taittopyörien lukumäärä

"**Lisää...hihnapyörä**"

Lisää hammashihnapyörän haluttuun väliin

"**Poista...hihnapyörä**"

Poistaa halutun hihnapyörän

Ota yhteys jos haluat tietää lisää Hemmosta

