

## Levynpyöristäminen

Levynpyöritys, josta kutsutaan kansanomaisesti myös levyn mankeloinniksi, on yksi yleisimmistä levytyöstöistä, sillä pyöritys on paljon käytetty levrakenteen jäykistystapa. Pyöristetty rakenne vahvistuu ja samalla säilyttää keveytensä. Rakenne säästää materiaalia, on joustava ja esteettisesti miellyttää silmää. Pyöritys on nopea menetelmä kappaleen jäykistämiseksi. Mankelilla yleisemmin valmistetaan lieriömäisiä tai kartiomaisia kappaleita muun muassa tuulivoimaloiden runkojen, säiliöiden, yms. valmistuksessa.

### Yleisimmät pyöristyskappaleet

Pyöristyskoneissa on eri telamäärillä. Käytössä on kaksi-, kolme-, neli- ja useampi telaisia levymankeleita. Mankeleissa voi olla kartiokkaat telat piippujen, suppiloiden ja sellaisten valmistamiseksi, mutta kartioiden teko onnistuu normaaleilla lieriöteloillakin.



Mankeloinnissa kappale muotoutuu ylätelan ympärille. Ylätelan halkaisija määrää minimihalkaisijan kappaleelle. Kappaleen halkaisijaa säädetään säätötelojen avulla halutun laiseksi.

Oikaistun pituuden laskenta

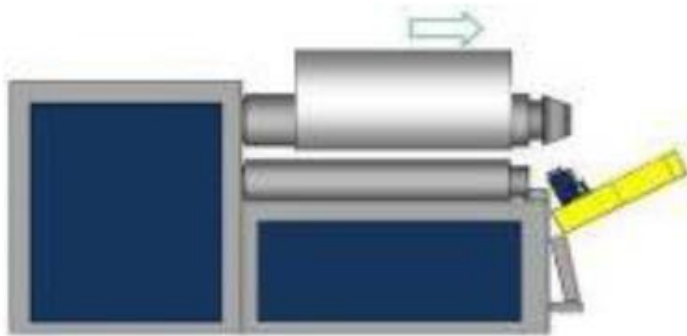
Oikaistua pituutta laskettaessa on neutraalitaso pääsääntöisesti kappaleen keskellä (kohta, jossa ei ole venymää tai puristumaa). Täten laskennassa käytetään ympyrän piirin kaavaa  $\pi \cdot D$ .  
Esimerkiksi:

ulkoD=500mm ja ainevahvuus 6mm, niin oikaistupituus lasketaan:

Korjattu  $D = 500\text{mm} - 6\text{mm} = 494\text{mm}$  (neuraalitasoon mukaan)

$3,14 \cdot 494 = 1551\text{mm}$

Oikaistunpituuden suhteen tulee huomioida mahdollinen ilmarakotarve hitsauksen suhteen



Kappale pujotetaan telalta pois

Levyyn jäävä suora osuus

Mankeloinnissa tulee tietää, miten käytettävissä olevalla koneella mankeloidaan lieriön kohtaavat reunat. Reunojen pyöristys on mankeloinnissa tyypillinen ongelmakohta. Kiintein tai rajoitetusti liikkuvin valssiasetuksin rakennettu 3-telainen mankeli ei mahdollisesti anna taivuttaa levyn reunaan jäävää osuutta haluttuun muotoon.

Tämän suoraksi jäävän osan pituus on pituudeltaan noin puolet alatelan halkaisijasta. Suora osa voidaan esitaivuttaa särmäyspuristimessa, leikata pois tai muotoilla hitsauksen jälkeen. Nelitelaisilla pyörityskoneilla esitaivutuksen ongelmaa ei ole, koska niillä pystytään suorittamaan esitaivutus pyörityksen yhteydessä 4:n telan avulla, jolloin suoraksi jäävä osuus on noin  $2 \cdot$  ainevahvuus

#### Lieriön muotovirheet

Pyöritysvirheitä ovat suorien levynpäiden aiheuttaman epäpyöreiden lisäksi telojen taipumisesta johtuva lieriön muotovirhe, jota esiintyy tynnyrimäisyytenä tai tiimalasisuutena. Kummassakaan tapauksessa taivutetun lieriön reunat eivät kohtaa, vaan irvistävät joko päistä tai keskeltä

Muodon tarkistus kuuluu osana työsuoritusta. Apuna voidaan mitata kaarimitalla tai erilaisia mallineilla. Kartion valmistuksessa tarvitaan kaksi mallinetta, jotta saadaan iso ja pieni pää mallinnettua. Kartion onnistumista voidaan tarkastella myös niin, että tasolle laskettuna kartion reunat koskettavat pintaa koko matkaltaan



Pyöritysmalline

#### Erilaisia mankeleita

##### Kaksitelaiset mankelit

Kaksitelaisella pyörityskoneella voidaan tehdä lieriöitä, puoliympyröitä ja muita kaarevia muotoja. Kone muodostuu kahdesta telasta, joiden väliin levy syötetään. Kaksitelaisilla mankeleilla ei voi

valmistaa kartioita.



#### 4.2 Kolmitelaiset mankelit

Kolmitelaisella mankelilla voidaan valmistaa samanlaisia kappaleita kuin kaksitelaisella, mutta suurimpana erona kaksitelaiseen on, että kolmitelaisella kappaleen muoto on paremmin hallittavissa. Kolmitelaisessa mankelissa kaksi etummaista ovat syöttöteloja. Toinen syöttötela on yleensä kiinteä ja toinen tela on pystysuunnassa liikuteltava eri levypaksuuksia varten. Taaempi tela, eli taivutustela ja sen asema asettaa levyn pyöristyksen säteen. Telojen asemaa vaihdetaan jokaisella ajokerralla, kunnes saavutetaan haluttu muoto. Pyöristykseltä saatetaan vaatia suurta tarkkuutta pyöristyksen suhteen ja jos koneella ei voida tehdä esipyöristystä, on levyn alku- ja loppupää esipyöristettävä ennen mankelointia, sillä muuten levy saa poikkeavan muodon. Kolmitelaisessa koneessa ylätela määrittelee pyöristyksessä syntyvän suoran osuuden pituuden

##### Pieni sähkömoottorikäyttöinen kolmitelainen mankeli

Kolmitelaisessa mankelissa telat voivat olla sijoitettuna joko symmetrisesti tai epäsymmetrisesti. Symmetrisessä koneessa ylätela sijaitsee symmetrisesti verrattuna alateloihin, jotka ovat kiinteästi laakeroitu koneeseen. Symmetrisillä teloilla varustetulla mankelilla voidaan pyöristää paksumpia levyjä kuin epäsymmetrisellä, mutta levyn suora osuus jää tällöin pidemmäksi

Epäsymmetrisessä mankelissa teloja voidaan säätää toisistaan riippumatta, jolloin koneen käyttömahdollisuudet monipuolistuvat ja käyttö nopeutuu. Epäsymmetrisillä koneilla voidaan tehdä levyn esipyöristys.

## Nelitelaiset mankelit

Nelitelainen mankelissa kappale syötetään koneeseen vaakatasossa takimmaista telaa vasten. Tällöin levyn vinoon mankeloinnin riski pienenee sekä levyn asettelu nopeutuu. Nelitelaisella koneella on nopein tapa valmistaa levy lieriöksi, kun haluttu muoto toteutetaan jopa yhdellä työkierrolla, johon kuuluu esipyöritys. Nelitelainen mankeli saattaa olla jopa 50–80 % nopeampi kuin kolmitelainen mankeli. 4-telainen on erioimainen NC-tuotantoon, koska levy on paremmin hallinnassa puristettuna telojen välissä. Kuva. Neliskulmaisen kappaleen valmistus

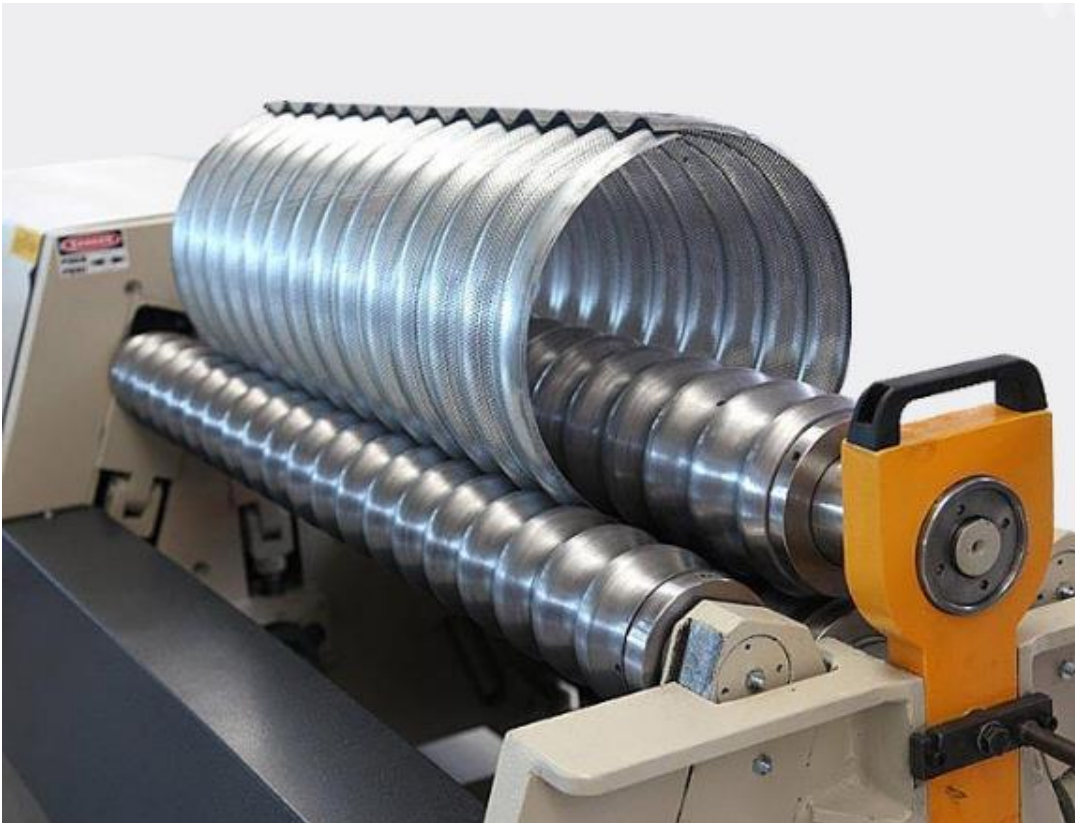
**VIDEOLINKKI** <https://youtu.be/TG8pEDAXVQk>



Nelitelaisen työstössä videolla kiinnitä huomiota mm:

- Kuinka kappale asemoidaan takimmaista telaa vasten
- Missä vaiheessa kappale puristetaan telojen väliin
- Kuinka kone asemoi telat työkierrossa
- työturvallisuuteen

Nelitelaisella mankelilla esipyörittäessä levyn suora osuus riippuu alatelan puristusvoimasta - mitä enemmän voimaa voidaan kohdistaa alatelasta, sitä lyhempi suora osuus levyssä. Alatelan voima ja sen avulla saavutettavat suorat osuudet ovatkin ne kohdat, joilla arvioidaan nelitelaisen mankelin kapasiteettia.



## Rumpuputken muotomankeli

[https://youtu.be/p2ljg\\_ogsKc](https://youtu.be/p2ljg_ogsKc) 4-telaisen animaatio

<https://youtu.be/gzEYYM5Z60k> 4-telasella mankelointi

<https://youtu.be/eSilulAHTIo> 4-telasella mankelointi

<https://youtu.be/CQTgmWfcxtI> Kartion mankelointi

<https://youtu.be/Wp5zEOM7z5Q> Ohutlevykartio välivaiheeseen

<https://youtu.be/1CBCs9Bqvnc> kartion mankelointi

**voit tutustua Youtubessa mankelointiin lisää esimerkiksi haku: PLATE ROLLS, ROLL BENDING MACHINES ...**

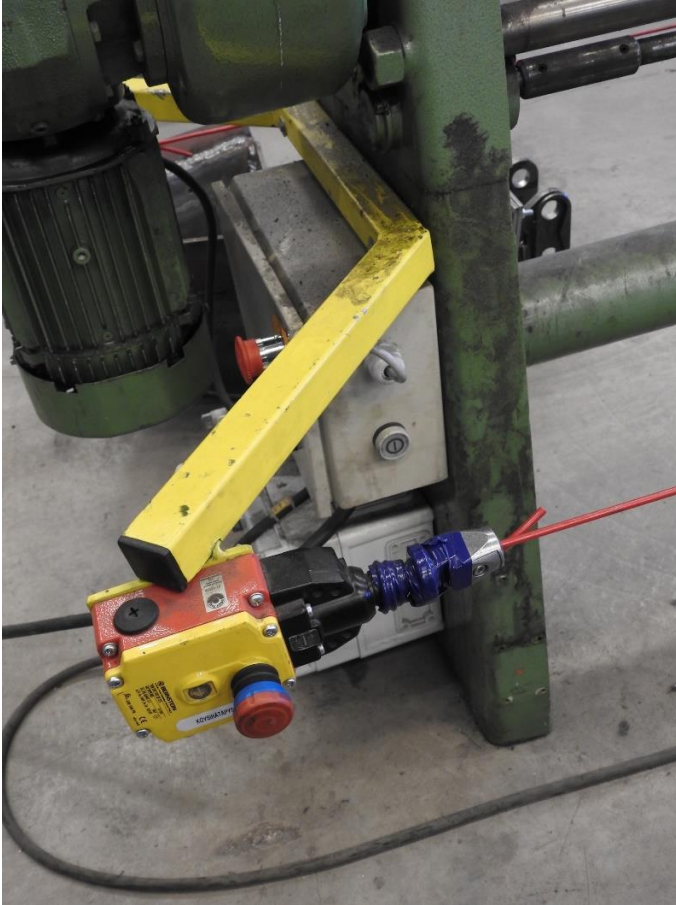
## Työturvallisuus mankeloinnin yhteydessä

- varo jättämästä kättä telan ja kappaleen väliin
- hätäseis on oltava saavutettavissa koneen molemmilta puolilta
- varo pudottamasta kappaletta
- älä käytä väljiä käsineitä /roikkuvia hihan suita
- parityöskentelyssä on myös tiedostettava toisen asema
- varo mahdollisesti teräviä levynreunoja



## SUOJAVARUSTEET

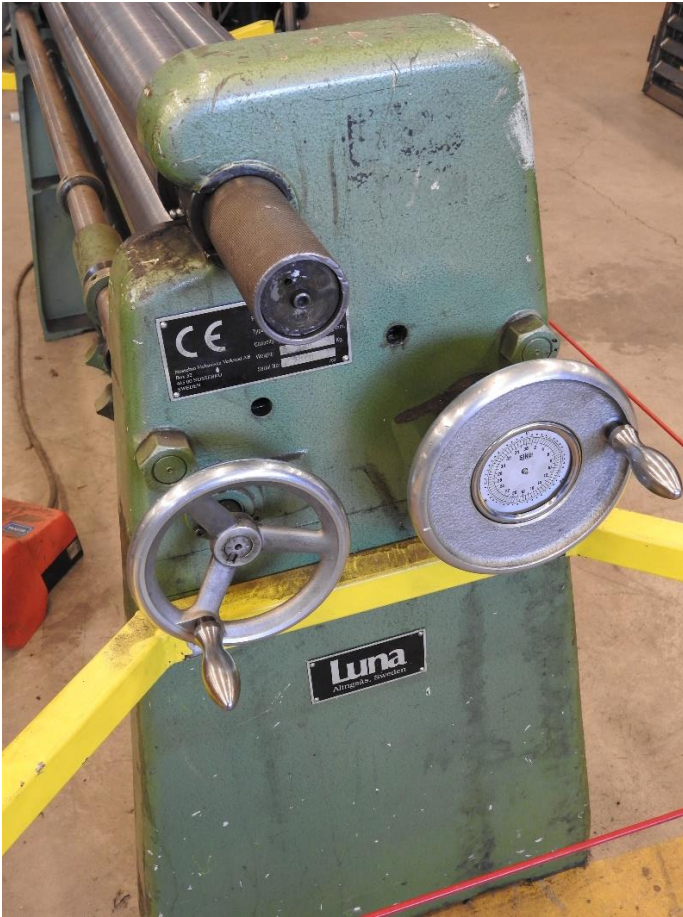
Suojavarusteet työkennellessä työsalissa vaatii meillä antiflame haalarit, suojalasis, kuulosuojaimet, turvakengät sekä viillonkestävät käsineet tai hitsauskäsineet



## TYÖN ALOITUS

Moottorin puoleisessa päädyssä on päävirtakatkaisija, käynnistys- ja kuittausnapit. Tarkista ensin, jotta hätäseis-katkaisija ei ole painettuna pohjaan. Jos laite ei käynnisty poljinta painettaessa varmista turvakatkaisijan toiminta.

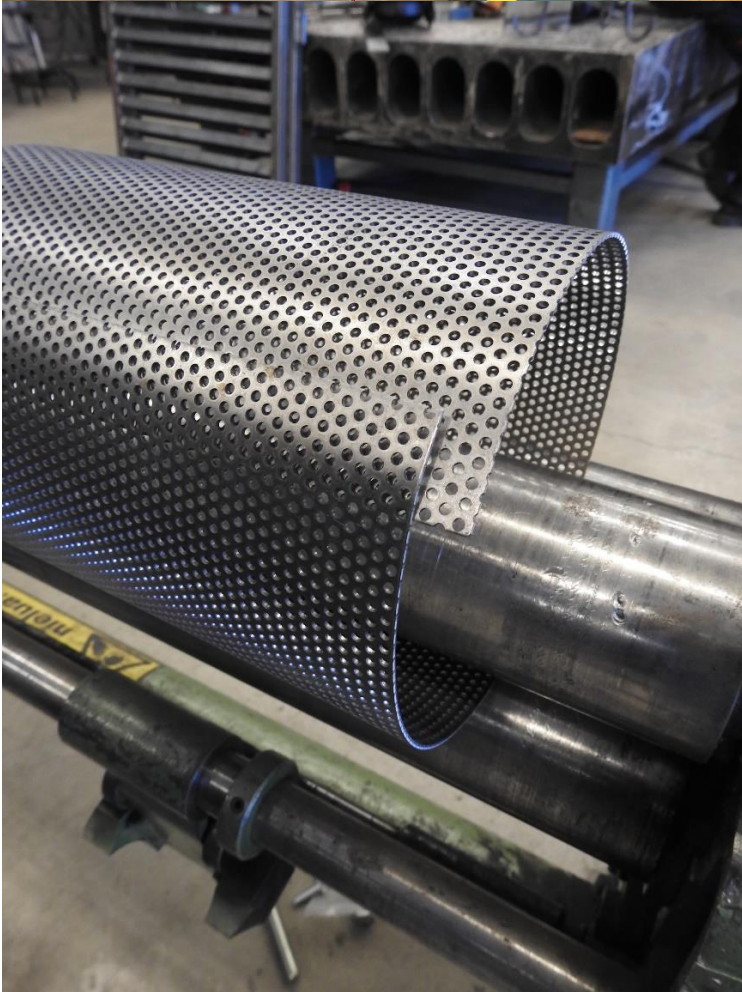




## TELOJEN SÄÄTÄMINEN

Mankeli on epäsymmetrinen 3 -telainen, jolloin suoran osuus jää kohtuullisen pieneksi sylinterimäisessä kappaleessa.

Takimmainen tela nostetaan niin ylös, jotta saadaan levy asetettua suoraan sitä vasten ja vältettäisiin mahdollinen hammastus



Hammastava kappale



Kappale saadaan pois telalta vetämällä  
karhennettu lukituskappale ulospäin telalta



Ohuella kappaleella hammastus on käsin korjattavissa, mutta paksummilla aihioilla hyvin nopeasti on tekemätön paikka. Mankeloinnin muotovirheet ovat yleensäkin hankalia korjattavia, joten maltti on valttia!