

# MASTORAKENTAMISEN TILA – SORTUVATKO MASTOT?

---



Teräsrakennepäivä 2013  
Maunu Penttinen

**Trimasto** 

# Suomessa sortumavaara?

Laukaa



Jyväskylä



Ouluhalli, Jyväskylän messuhalli, Botniahalli, ABC Orivesi, Iisalmen urheiluhalli, Prisma Kuopio, Ratsastushalli Sipoo, Prisma Savonlinna, Keitele Spar, Ratsastushalli Veteli, jne.

# Suomessa sortumavaara?

Tunnetuin mastosortuma: Ylläs 1970

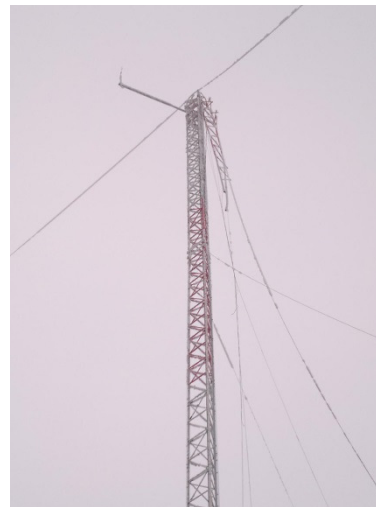
”liitosongelma”



”tuulimittausmastoja”



”mastotyypin väärä”





# Mastojen merkitys Suomessa



Teleliikenne, data, Internet



Radio ja TV



Tutkatornit, ilmaliikenne ja alusliikenne



Meriväylät



Aluevalaistus

- Langattomat verkot
- Viranomaisverkko
- Voimaloiden kaukokäyttö, sähköasemat
- Puolustusvoimat
- Säähavainto, tuulimittaus jne.

# Mastojen merkitys Suomessa



- Suomessa yli 15000 mastoa.
- Suurin osa kuumasinkittyä terästä, jonkin verran alumiinisia. Maalauksena useimmiten lentoestevärit.
- Mastot ovat merkittävä osa yhteiskunnan keskeistä infrastruktuuria.
- Suurin rakentamisbuumi oli 90-luvulla: joka päivä kaksi mastoa!
- Rakennetyypit:
  - Harustetut ristikkomastot 60-300m: perusverkko 90-luvulla
  - Vapaasti seisovat ristikkomastot 20-70m: ahtaisiin tontteihin
  - Putkipylväät 15-40m: huipussa usein erillinen ristikko-osa; täydentävä verkko

# Teräsrakenteen (maston) turvallisuuden perusta

Koko rakentamisen ketjun tulee olla kunnossa:

SUUNNITTELU => RAKENTAMINEN => YLLÄPITO



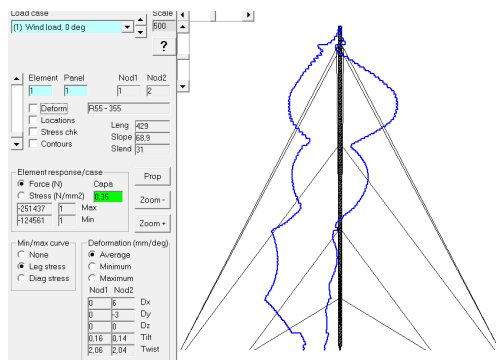
- Vaikuttaa koko ketjuun



- Konepajavalmistus
- Kuljetus
- Asennustyöt



- Huolto-ohjelma
- Muutosten hallinta
- Dokumentointi



LAIT JA ASETUKSET, VIRANOMAISET (rakennusvalvonta)

Koulutus, ammatilliset järjestöt TRY jne.

# Mikä on (teräs)suunnittelijan tehtävä?

Suunnittelijan tehtävä on vain minimoida teräskilot?



Lisäksi suunnitelmien tulee olla ympäristön ja yhteiskunnan kannalta kestäviä ja turvallisia koko tuotteiden elinkaaren ajan.

## Elinkaariajattelu:

- valmistusystävällisyys
- komponenttien saatavuus
- asennettavuus
- huollettavuus
- tarkastettavuus
- ympäristöystävällisyys: materiaalit, pinnoitteet, energian kulutus, ilmastoystävällisyys jne.
- monikäyttöisyys
- purettavuus
- pitkäikäisyys (tai muu käyttöaika)



# Estääkö Eurokoodi mastosortumat?



- Aiemmin Masto-Ohje 80 mukainen suunnittelu
- Eurokoodiin siirrytty muutama vuosi sitten
- Mastonormi SFS-EN 1993-3-1 ja kansallinen liite NA
- Tuulialuiden/maastoluokkien tulkinta kokonaan uusiksi: merkittävä poikkeama vanhaan
- Jääkuormien laskenta kokonaan uusiksi: merkittävä poikkeama vanhaan, ISO 12494
- TRY mastojaos julkaissut alan ohjeita ja ehdotuksen uudeksi NA:ksi: lisätty tuulialueita
- Harustettujen mastojen lujuuslaskenta: vaativaa erikoisosaamista/ -ohjelmistoa, harustettujen mastojen osakuormamenetelmä monimutkainen



## Mastosuunnittelun erityiskysymyksiä



- **Mastoon tulevien laitteiden (antennit) tuulikuormien määrittäminen**
- Harustetun maston haruskireyksien säätö ratkaisevaa
- CsCd-kerroin: ei välttämättä 1.0 pylväsrakenteilla
- Paljon tyyppirakenteita käytetty



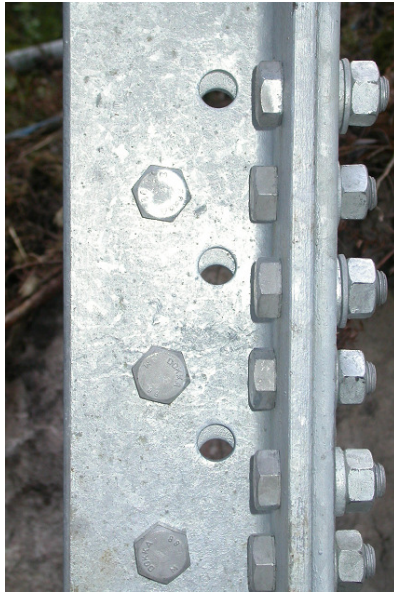
# Mastojen rakentaminen: konepajavalmistus



- Aiemmin yrityskohtaiset terästöiden työselostukset (projektieritelmät)
- Jatkossa yleisten pelisääntöjen mukaisesti: SFS-EN 1090-1, SFS-EN 1090-2 => CE merkintä
- Mastojaoksessa asiaa käsitelty toteutusluokkien osalta: EXC2-EXC3
- Mastotöissä ei hitsata työmailla!
- Yleensä tiivis yhteistyö suunnittelijan ja pajan välillä
- Koekasaukset yleisiä
- Detaljit tärkeitä konepajatyön onnistumisessa: hitsit, liitokset, toleranssit

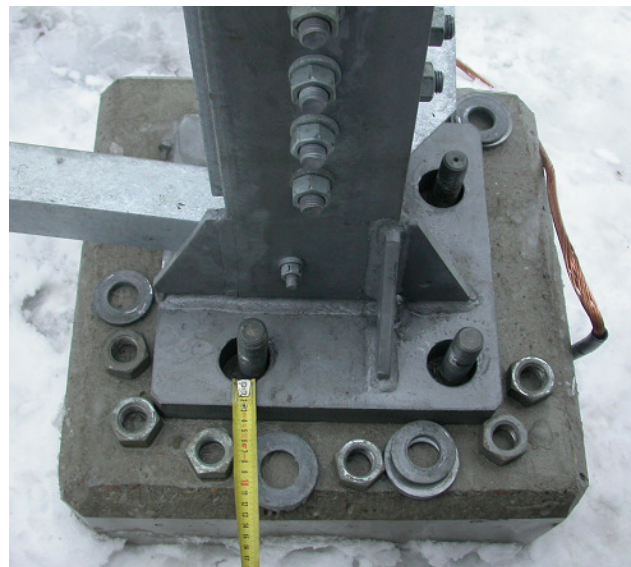


# Mastojen rakentaminen: konepajavalmistus ja asennus



Mikäli osat eivät sovi toisiinsa, saatetaan työmailla tehdä omia "virityksiä". => koekasaus tärkeää ennalta ehkäisevänä toimenpiteenä.

Suunnittelijan hyväksyttävä korjaustoimenpiteet. "Iso aluslevy" ei ole aina ratkaisu.





# Mastojen rakentaminen: kuljetus ja asennus



- Suunnitteluvaiheessa ratkaistaan osien kuljetus- ja asennusmahdollisuudet: yhteistyö toteutuksen kanssa välttämätön
- Mastotöissä noudatetaan Mastotöiden työturvallisuusohjetta 2013
- Detaljit tärkeitä asennustyön onnistumisessa: liitokset, toleranssit, asentamistapa, riittävät ohjeet

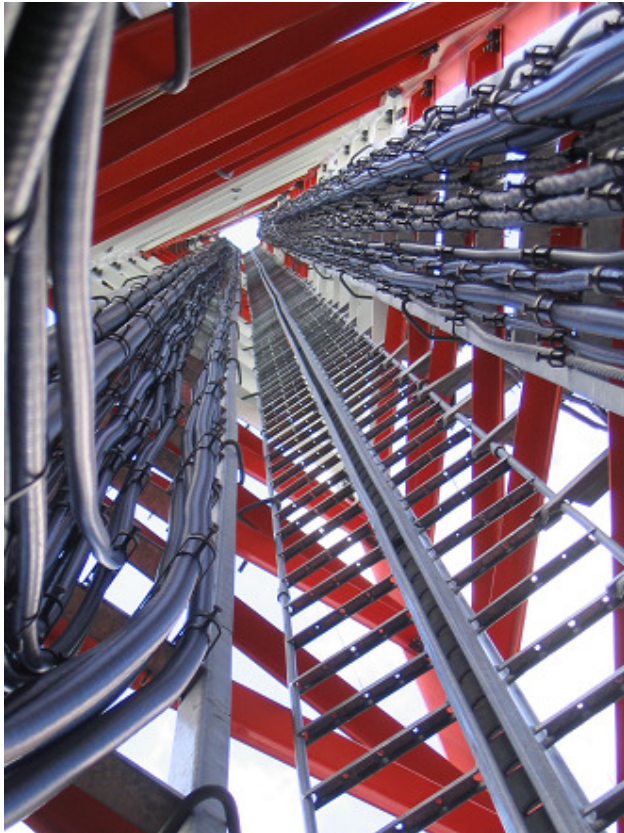


## Mastojen ylläpito:



- Mastot ovat ankarien sääolosuhteiden alaisina korkeutensa takia.
- Värähtely, jatkuva kuormitusvaihtelu ym. Lisäävät rakenteiden herkkyyttä ongelmille. Hitsien väsymisilmiötä tavataan harvoin, pulttien löystyminen ja haruskiireyksien muutokset yleisempiä.
- Antennimäärien ja –tyyppien muutokset vaikuttavat merkittävästi mastojen kuormitukseen.
- Uusi tukiasemien radioyksiköiden tulo mastoihin merkittävä lisäkuormalähde
- Antennien kiinnitykset osin huolettomia; esim. yhden paarten kiinnitykset

## Mastojen ylläpito: dokumentointi



- Antennikuormien seuranta on omistajan vastuulla.
- Vanhoista rakenteista ei aina löydy piirustuksia.
- Huolimatta henkilöiden vaihtuvuudesta tulisi tärkeät dokumentit säilyttää huolellisesti. Tämä pätee myös suunnittelijoihin ja rakentajiin.



# Mastojen ylläpito: huolto



- Mastojen huolto- ja tarkastustoiminta yleensä säännöllistä.
- Masto-ohjeessa oli aiemmin huolto-ohjeita. Eurokoodiston myötä tieto hävimässä => AEL kursittaa mastojen huoltoon ja tarkastukseen vuosittain (1-2 kpl kursseja).
- TRY mastojaos laatimassa mastojen huolto-ohjeita.
- Huoltoprosessi:
  - Käyttöönottotarkastus
  - Takuuhuolto vuoden päästä
  - Määrävuosina tehtävät huollot; huoltoluokan mukaan väli 5v, 8v tai 10v.



# Mitä mastohuolloilla tarkastetaan?



- Pystysuoruus teodoliitilla
- Harusjännitykset harusvoimamittarilla
- Pulttiliitosten kireys (otanta)
- Mastorungon kunto silmämääräisesti: hitsit, vauriot, korroosio jne.
- Harusten ja haruskiinnitysten kunto
- Antennikiinnitysten kunto
- Kiipeily- ja muiden varusteiden kunto
- Lentoestevalojen ja –maalausten kunto
- Perustusten näkyvien osien kunto

Poikkeamat dokumentoidaan.



# Mitä mastohuolloilla jää piiloon?



- Teräsputkien sisäinen korroosio
- Perustusten maanlaiset osat: varsinkin teräsosat voivat olla ongelma
- **Maston kestävyden arviointi asennetuille antennikuormille**





# Mitä on rakennusvalvonnan rooli mastorakentamisessa?



- Kuntakohtaisesti suuri vaihtelu menettelyissä.
- Mastojen rakennusluvissa määritellään normaaliin rakentamisen tapaan tarvittavien kokousten ja piirustusten toimituslaajuus.
- Mastojen ylläpitoon ei rakennusvalvonnalla liene mahdollisuuksia puuttua?

## Mastosortuma: ”viallinen asennus”



- 60m vapaasti seisova masto katkesi kohtuullisella tuulella 15 m/s kahden vuoden käytön jälkeen.
- Syynä huonosti kiristetty (tai kiristämätön) paarten jatkospulttiliitos 30m korkeudessa.
- Mastoa ei oltu vielä huollettu.



Kiristämätön liitos



Kiristetty ja lukittu liitos

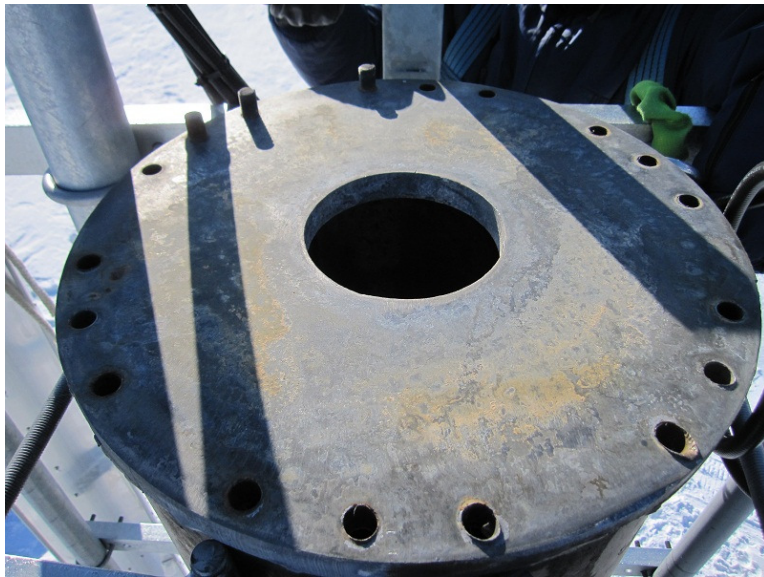




## Mastosortuma: ”väärä mastotyyppi”



- 30m pylväsmasto katkesi runko-osien liitoksesta 6m korkeudelta tuulella 25 m/s
- Tyyppimasto ei ollut riittävän vahva tunturin huipulle.
- Pylväässä merkittävä jääkuorma, jota siihen ei oltu suunniteltu
- Ruuviliitokset ja ruuvit ”heikon lenkki”



# Mastosortuma: tuulimittausmastot ”laatuongelma?”



- Useita alumiinisia tuulimittausmastoja sortunut, pituudet 100m ja 150m
- Hitsien toteutus epäilyttävä
- Harusten kiinnitys irtokiviin ”puhelintolppakiinnikkeillä” ja normien vastaisilla vaijerilukoilla





# Sortuvatko mastot?



## Mastorakentamisen ja ylläpidon **plussat**

- + Suurin osa mastorakenteista suunniteltu Masto-Ohje 80:n mukaan ilman ongelmia. Eurokoodi otettu käyttöön.
- + Huolto- ja tarkastustoiminta pääosin hyvällä tasolla.
- + CE-merkintävaatimus tuonee valmistukseen varmuutta.
- + Suunnittelu ja toteutus usein hyvässä yhteistyössä

## Mastorakentamisen ja ylläpidon **miinukset**

- Tyyppirakenteita (runko- ja perustukset) käytetty joskus väärissä paikoissa.
- Antennikuormien lisääntyminen ja niiden seuranta työlästä.
- Eurokoodi ei ole kaikilta osiltaan selkeä ja yksinkertainen.
- Harusosien maanalaisten teräsosien korroosio.
- Osaaminen katoamassa, kun rakentaminen vähenee?

## Lopuksi



Mastojen merkitys yhteiskunnan toiminnoille suuri.

**Rakentamisen vastustus ei aina perustu tietoon mastojen ympäristövaikutuksista.**

Masto eli tukiasema pienentää säteilytasoa, sillä matkapuhelimet tarvitsevat pienemmän lähetystehon. Matkapuhelimen oma säteily henkilöille paljon suurempaa kuin mastossa olevien antennien.