

# **Nosturistandardien ja Eurocode-järjestelmän rajapinnat – nosturiradat**

**Yleistä nosturistandardien sisällöstä**

**Nosturiratojen kuormitukset**

**Ratatoleranssit**

**Ratakiskot ja niiden mitoitus**

## Hannu Rantala

### Nosturistandardointia työryhmissä / komiteoissa



TC147 - WG3 and WG14 , puheenjohtaja

TC147 - WG2, WG13, WG17



TC96 - SC5, SC9, SC10

### Rakennus/rata ja nosturit ovat eri direktiivien piirissä

- Rataa määrää rakennustuotedirektiivi 89/106/EEC
- Nosturi on konedirektiivin 2006/42/EC piirissä



2006/42/EC

89/106/EEC

### Nosturiin läheisesti liittyvät tukirakenteet käsitetään osaksi nosturia

- Suunnitellaan ja toimitetaan nosturin mukana
- Edelleen myynnissä siirtyvät nosturin mukana samana kokonaisuutena
- Eivät ole osa rakennuksen kantavaa rakennetta
- Esimerkkejä: 1) kevytnosturijärjestelmien kulkupalkit, yleensä ripustettu rakennuksen rungosta, (FEM 9.771)  
2) rakennuksen lattiaan pultattu pukkinosturin runko, (EN 15011)



rakennuksen runkoa

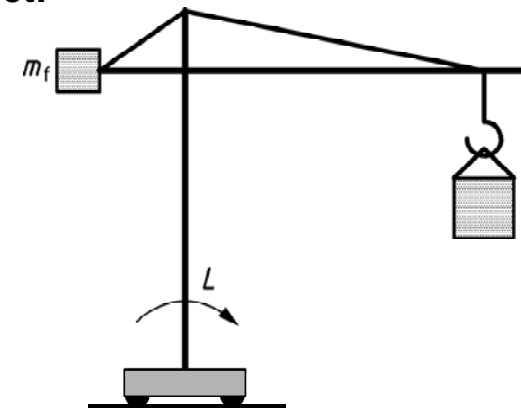
osa nosturia

### Nosturistandardeista

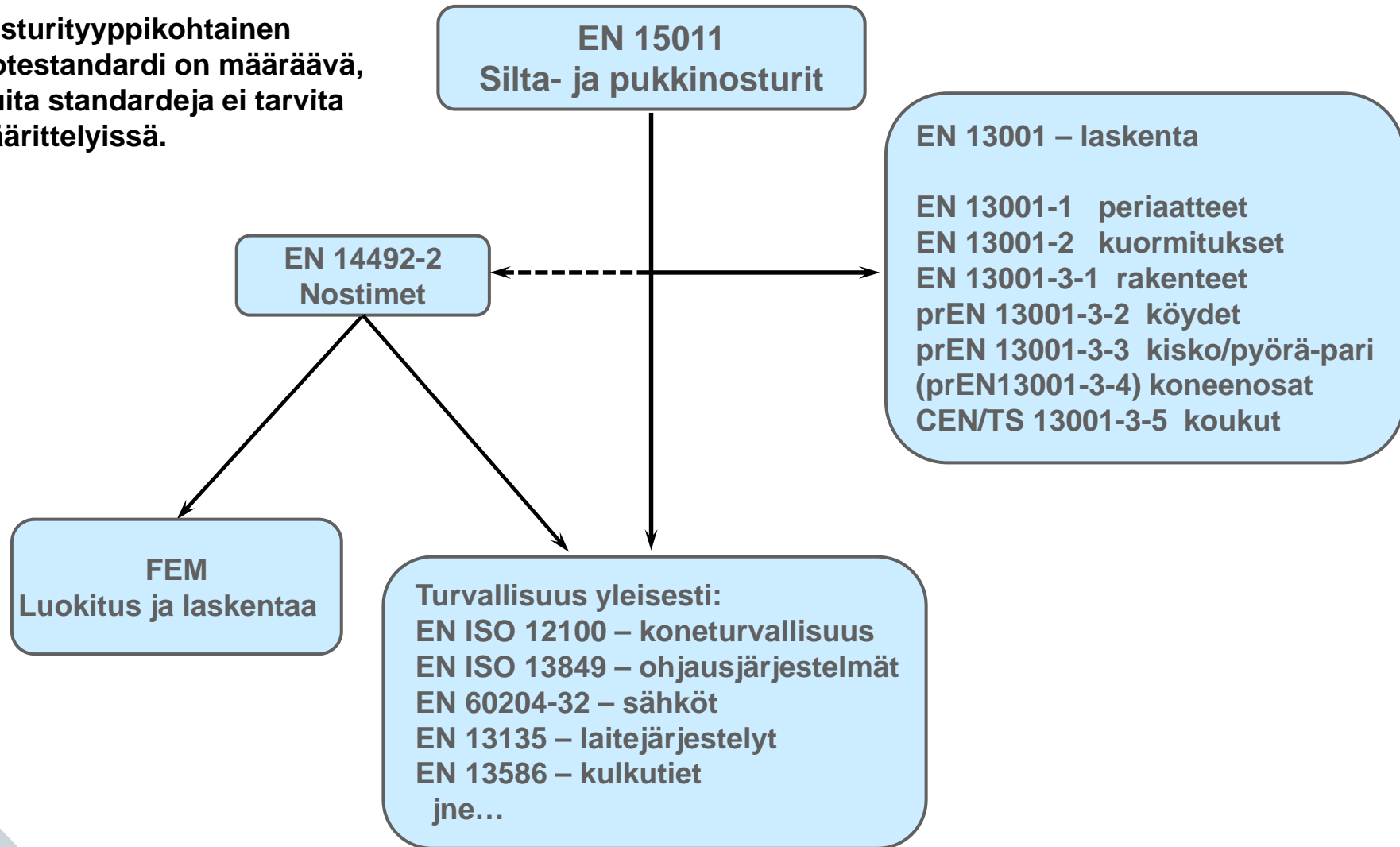
- Tekniset komiteat CEN/TC147 ja ISO/TC96
- Useat nosturistandardit muutostyön alla
- Teräsrakenteiden harmonisoitu perusstandardi on EN 13001-3-1 (ISO 20332-1)
- Ei sallita kansallisia poikkeamia (kansallisia parametreja)
- Ei juurikaan viittaa Eurocodeihin, mutta näitä on opiskeltu standardia laadittaessa
- Teknisiä eroja on mm. väsymisessä (väljempi), lommahduksessa (ankarampi) ja pulttiliitoksissa (ankarampi)
- Kuormien osavarmuuskertoimet ovat standardissa EN 13001-2

### Nosturistandardien kiistanalaiset aiheet ovat muut kuin teräsrakenteet:

- käytön määrittely (luokitus) ja sen seuranta
- osavarmuuskertoimet
- nosturien vakavuus
- köysien mitoitus
- koukut ja muut komponentit



Nosturityyppikohtainen tuotestandardi on määräävä, muita standardeja ei tarvita määrittelyissä.



### Nosturiratojen kuormituksia käsitellään useissa standardeissa

#### *EN 15011, silta- ja pukkinosturit*

- opastusta pyöräkuormien ilmoittamisesta, Liite H
- jäsenetelee kuormitusvyyhtiä
- kaikenkattavuuden vuoksi lopputulos ei anna perustapauksiin yksinkertaista ratkaisua

#### *EN 1991-3*

- antaa säännöt nosturin aiheuttamien kuormien laskemiseksi
- radan suunnittelijan pitää saada nosturista niin paljon tietoa, että hän voi laskea ratakuormat kaikkine dynaamisine kertoimineen; eli laskee samat asiat kuin nosturisuunnittelija on jo aiemmin laskenut !?
- standardiin on kopioitu laskentasääntöjä EN 13001-2:sta; osa näistä ovat juuri vanhentumassa EN 13001-2:n revisioidin myötä

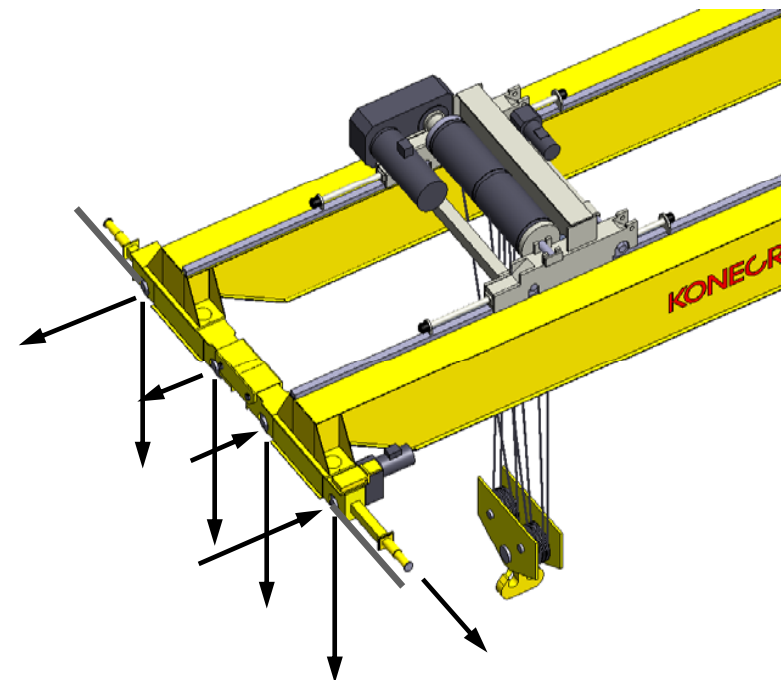
#### *EN 1993-6*

- antaa ratojen suunnittelusäännöt

### Ehdotus ratakuormien ilmoittamiseksi

Periaate: Tietojen oikeellisuus ja selkeys on tärkeämpää kuin standardien muutosääntöjen noudattaminen

- Nosturivalmistaja ilmoittaa erikseen nosturin omapainosta ja nostokuormasta aiheutuvat voimat; muut kuormitukset tarpeen mukaan
- Nosturivalmistaja ilmoittaa dynaamisten kertoimien ( $\phi$ ) arvot, eritellysti eri kuormille eli ratasuunnittelija ei laske näitä EN 1991-3:n mukaan
- Kuormien osavarmuuskertoimet määrittelee ja soveltaa laskentaan ratasuunnittelija



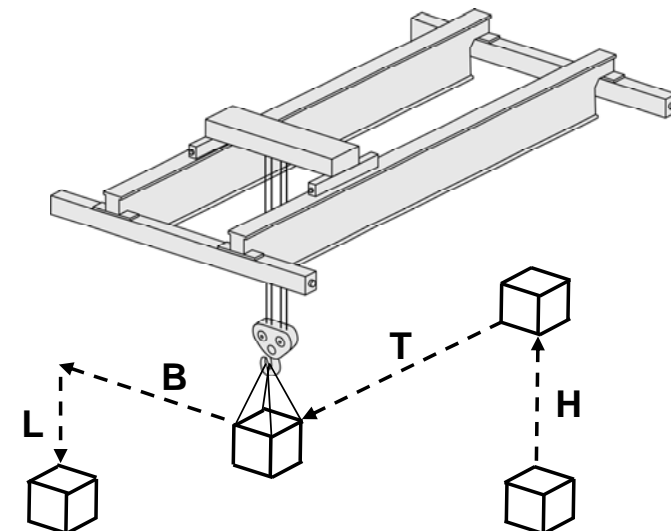


### Tiedot nosturiratojen väsymislaskentaa varten

- Nosturin käyttö(-määrä) määritellään suureilla: työjaksojen lukumäärä (C), nettokuorman kuormitusjakautuma (spektri, kQ) ja keskimääräiset liikematkat per työjakso (H+L,T, B)
- Radan suunnittelija tarvitsee näistä suureet C, B ja pyöräkuormat vaunun eri sijainneilla ja suhteellisine osuuksineen koko käytöstä.
- Työjaksoon sisältyy edestakainen liike  $2 \times B$
- Lisäksi radan suunnittelijalle jää muiden, samalla radalla liikkuvien nosturien vaikutuksen huomioonottaminen

EN 1991-3:ssa on pyritty suoraviivaiseen yhteyteen nosturin käytön ja radan väsymisen välillä, mutta lopputulos on huono:

- Kappaleesta 2.12 näyttää puuttuvan nosturin liikkeen vaikutus?
- Taulukossa 2.11 on periaatteellisia virheitä!
- Taulukko B.1 on harhaanjohtava ja tarpeeton mutta olemassaolo on ymmärrettävää, koska se on kopioitu nosturistandardien vanhoista versioista



## EN 1991-3

Table 2.11 — Classification of the fatigue actions from cranes according to EN 13001-1

| Class of load spectrum          |  | $Q_0$                        | $Q_1$                           | $Q_2$                          | $Q_3$                        | $Q_4$                      | $Q_5$                     |
|---------------------------------|--|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------|
|                                 |  | $\frac{kQ}{\leq 0,03}$<br>13 | 0,0313<br>$< kQ \leq$<br>0,0625 | 0,0625<br>$< kQ \leq$<br>0,125 | 0,125<br>$< kQ \leq$<br>0,25 | 0,25<br>$< kQ \leq$<br>0,5 | 0,5<br>$< kQ \leq$<br>1,0 |
| class of total number of cycles |  |                              |                                 |                                |                              |                            |                           |
| $U_0$                           | $C \leq 1,6 \cdot 10^4$                      | $S_0$                        | $S_0$                           | $S_0$                          | $S_0$                        | $S_0$                      | $S_0$                     |
| $U_1$                           | $1,6 \times 10^4 < C \leq 3,15 \times 10^4$  | $S_0$                        | $S_0$                           | $S_0$                          | $S_0$                        | $S_0$                      | $S_1$                     |
| $U_2$                           | $3,15 \times 10^4 < C \leq 6,30 \times 10^4$ | $S_0$                        | $S_0$                           | $S_0$                          | $S_0$                        | $S_1$                      | $S_2$                     |
| $U_3$                           | $6,30 \times 10^4 < C \leq 1,25 \times 10^5$ | $S_0$                        | $S_0$                           | $S_0$                          | $S_1$                        | $S_2$                      | $S_3$                     |
| $U_4$                           | $1,25 \times 10^5 < C \leq 2,50 \times 10^5$ | $S_0$                        | $S_0$                           | $S_1$                          | $S_2$                        | $S_3$                      | $S_4$                     |
| $U_5$                           | $2,50 \times 10^5 < C \leq 5,00 \times 10^5$ | $S_0$                        | $S_1$                           | $S_2$                          | $S_3$                        | $S_4$                      | $S_5$                     |
| $U_6$                           | $5,00 \times 10^5 < C \leq 1,00 \times 10^6$ | $S_1$                        | $S_2$                           | $S_3$                          | $S_4$                        | $S_5$                      | $S_6$                     |
| $U_7$                           | $1,00 \times 10^6 < C \leq 2,00 \times 10^6$ | $S_2$                        | $S_3$                           | $S_4$                          | $S_5$                        | $S_6$                      | $S_7$                     |
| $U_8$                           | $2,00 \times 10^6 < C \leq 4,00 \times 10^6$ | $S_3$                        | $S_4$                           | $S_5$                          | $S_6$                        | $S_7$                      | $S_8$                     |
| $U_9$                           | $4,00 \times 10^6 < C \leq 8,00 \times 10^6$ | $S_4$                        | $S_5$                           | $S_6$                          | $S_7$                        | $S_8$                      | $S_9$                     |

where:

$kQ$  is a load spectrum factor for all tasks of the crane;

$C$  is the total number of working cycles during the design life of the crane.

NOTE: The classes  $S_i$  are classified by the stress effect history parameter  $s$  in EN 13001-1 which is defined as:

$s = \nu k$  where:

$k$  is the stress spectrum factor;

$\nu$  is the number of stress cycles  $C$  related to  $2,0 \times 10^6$  stress cycles.

The classification is based on a total service life of 25 years.

**EN 1991-3**

**Annex B (informative)  
Guidance for crane classification for fatigue**

**Table B.1 — Recommendations for loading classes**

| Item | Type of crane   | Hoisting class | <i>S-classes</i> |
|------|---|----------------|------------------|
| 1    | Hand-operated cranes  | HC 1           | S0, S1           |
| 2    | Assembly cranes   | HC1, HC2       | S0, S1           |
| 3    | Powerhouse cranes   | HC1            | S1, S2           |
| 4    | Storage cranes - with intermittend operation                                      | HC2            | S4               |
| 5    | Storage cranes, spreader bar cranes, scrap yard cranes -with continuous operation | HC3, HC4       | S6 ,S7           |
| 6    | Workshop cranes   | HC2, HC3       | S3,S4            |

### Nosturirakentajilla ja rakennuksen tekijöillä eri lähtökohdat ... ja standardit

- ISO 12488-1:2012 , Cranes — Tolerances for wheels and travel and traversing tracks
- EN 1090-2 , Teräs- ja alumiinirakenteiden toteuttaminen

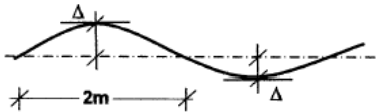
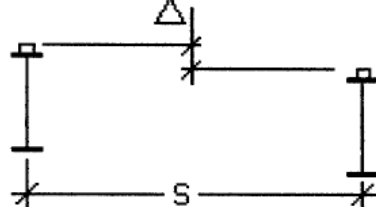
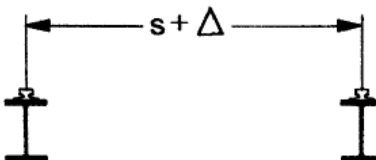
#### Vaatimukset vaihtelevasti ristiriitaisia

Nosturirakentajilla on 4-portainen "Toleranssiluokka", EN 1090-2:ssa 2-portainen "Luokka"

Vaatimukset on syytä ottaa vakavasti heti alussa:

- nosturin kulkuongelmaan ei ole helppoa ratkaisua
- rasittaa nosturia ja rataa
- vaikuttaa nosturin käytettävyyteen

EN 1090-2 , D.2.21: Functional erection tolerances – Crane runways

| No | Criterion   | Parameter  | Permitted deviation $\Delta$   |  |
|----|---|--|--|--|
|    |   |  | Class 1  | Class 2  |
| 5  | Level of rail:<br>   | Variation over 2 m gauge length:   | $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$  | $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$  |
| 6  | Relative levels of rails on the two sides of a runway:<br> | Deviation of level:<br>for $s \leq 10 \text{ m}$<br>for $s > 10 \text{ m}$   | $\Delta = \pm 20 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm s / 500$   | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm s / 1\,000$  |
| 7  | Spacing $s$ between centres of crane rails:<br>          | Deviation of spacing:<br>for $s \leq 16 \text{ m}$<br>for $s > 16 \text{ m}$ | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm (10 + [s - 16]/3)$<br>mm, with $s$ in m and result in mm | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm (5 + [s - 16]/4)$<br>mm, with $s$ in m and result in mm |

ISO 12488-1 , Table 2 — Construction tolerances for travelling tracks of tolerance classes 1 to 4

| Tolerance parameter   |   | Tolerance   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| Description with respect of this table  | Graphical representation                          | Class 1   | Class 2   | Class 3   | Class 4   |
| Tolerance of height related to opposite measuring points at right angles at each point of travelling track                    | <p>Height of travelling track (lateral slope)</p> | $\pm 0,5S$<br><i>S</i> in metres,<br>$E \cup E_{max}$<br>$\pm 5 \text{ max.}$ | $\pm S$<br><i>S</i> in metres,<br>$E \cup E_{max}$<br>$\pm 10 \text{ max.}$ | $\pm 2 S$<br><i>S</i> in metres,<br>$E \cup E_{max}$<br>$\pm 20 \text{ max.}$ | $\pm 4 S$<br><i>S</i> in metres,<br>$E \cup E_{max}$<br>$\pm 40 \text{ max.}$ |
| Tolerance of angularity related to crane rail cross-section at each point of travelling track with angularity symbol $\angle$ |   | 4   | 6   | 9   | 12  |

**Termejä:**

- travelling — nosturin ajoliike
- traversing — nosturin vaunun ajoliike
- construction tolerance — vaatimukset uudelle rakenteelle
- operational tolerance — raja-arvot nosturin käytölle

Nosturirakentajia kiinnostaa kiskon ominaisuudet nosturin pyörän mitoittamiseksi

### Muoto

- kiskon pään leveys,  $b$
- nurkan pyöristyssäde,  $r$
- pään kuperuuden säde,  $R$
- kiskon katkosten toteutus

### Materiaali

- Teräslaji ja -standardi
- Toimitustila / lämpökäsittely
- Myötö- ja murtolujuus

