

# Rakenteiden lujuus ja vakaus

Alumiinirakenteet



Ympäristöministeriö  
Miljöministeriet  
Ministry of the Environment



# Esipuhe

Ympäristöministeriö julkaisee Suomen rakentamismääräyskokoelmassa rakenteiden lujuutta ja vakautta koskien alumiinirakenteiden suunnittelua koskevat suositukset. Ohje sisältää yhteen koottuna kaikki alumiinirakenteiden suunnittelua koskevat kansalliset liitteet.

Kunkin kansallisen liitteen alussa on esitetty standardin kohdat, joissa kansallinen valinta on standardin mukaan mahdollista tehdä sekä milloin valinta on tehty.

Helsingissä 20. joulukuuta 2016

Rakennukset ja rakentaminen yksikön päällikkö  
Rakennusneuvos



Teppo Lehtinen

# Sisältö

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Soveltamisala</b>  | 4  |
| <b>2. Rakenteiden suunnittelu</b>  |    |
| 2.1 Toteutusasiakirjat   | 4  |
| 2.2 Rakennesuunnitelmat  | 4  |
| 2.3 Toteutusluokat   | 5  |
| 2.4 Säilyvyys ja suunniteltu käyttöikä   | 5  |
| <b>3. Toteutus</b>   |    |
| 3.1 Toteutuksen suunnittelu  | 5  |
| 3.2 Käytettävät tuotteet   | 6  |
| 3.3 Kokoonpanot  | 6  |
| 3.4 Alumiinirakenteiden toleranssit  | 7  |
| <b>4. Toteutuksen valvonta ja rakenteiden kelpoisuus</b>                                   |    |
| 4.1 Toteutuksen valvonta   | 7  |
| 4.1.1 Palosuojauksen valvonta  | 7  |
| 4.2 Rakenteiden kelpoisuus   | 8  |
| <b>5. Viittaukset</b>  | 8  |
| <b>6. Eurokoodien SFS-EN 1999 kansalliset liitteet</b>                                     | 9  |
| Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1999-1-1 Osa 1-1: Rakenteita koskevat yleiset säännöt | 9  |
| Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1999-1-2 Osa 1-2: Rakenteiden palomitoitus            | 14 |
| Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1999-1-3 Osa 1-3: Väsymiselle alttiit rakenteet       | 16 |
| Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1999-1-4 Osa 1-4: Kylmämuovattut kantavat muotolevyt  | 19 |
| Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1999-1-5 Osa 1-5: Kuorirakenteet                      | 21 |

# 1. Soveltamisala

Nämä ohjeet antavat lisätietoja sovellettaessa ympäristöministeriön asetusta kantavista rakenteista alumiinirakenteiden suunnitteluun ja toteutukseen. Näiden ohjeiden mukaisen ratkaisun katsotaan täyttävän kantaville rakenteille asetetut vaatimukset.

Näitä ohjeita sovelletaan, kun alumiinirakenteet suunnitellaan standardien SFS-EN 1999 ja niitä koskevien Suomen kansallisten liitteiden mukaan sekä toteutetaan SFS-EN 1090-3 mukaan.

## 2. Rakenteiden suunnittelu

### 2.1 Toteutusasiakirjat

Toteutusasiakirjat sisältävät yleensä vähintään seuraavat asiat:

- a) rakennepiirustukset
- b) standardin SFS-EN 1090-3 mukaiset vaatimukset kuten esimerkiksi käytettävät toteutusluokat, toleranssiluokat, esikäsittelyasteet sekä standardin SFS-EN 1090-3 liitteen A taulukoiden A.1 ja A.2 tarvittavat edellyttämät tiedot
- c) muut noudatettavat asiakirjat tai viittaukset muihin asiakirjoihin
- d) tarvittaessa alumiinirakennetyöt, joita SFS-EN 1090-3 ei kata.

### 2.2 Rakennesuunnitelmat

Alumiinirakenteiden rakennesuunnitelmissa suunnittelutehtävään soveltuvassa laajuudessa esitetään yleensä vähintään:

- a) seuraamusluokka
- b) rakenteen suunniteltu käyttöikä
- c) kokoonpanojen R/E/I/M-palonkestävyysluokka
- d) käytetyt ominaiskuormat ja kuormaluokka
- e) täydelliset tiedot rakenteiden mitoista ja sijainnista
- f) toteutusluokka
- g) sallitun mittapoikkeaman luokka standardin SFS-EN 1090-3 mukaan ja erityistoleranssit hankekohtaisesti
- h) aineiden ja tarvikkeiden tunnistetiedot
- i) palosuojausmitoitukseen tarvittavat tekniset tiedot (esimerkiksi kriittinen lämpötila standardipalossa), tai toiminnallista palomitoitusta koskevat suunnitelmat tai muut palotekniset suunnitelmat
- j) palosuojausmenetelmä
- k) hitsiluokka
- l) hitsien hyväksikäyttöaste ja tarvittaessa erityisesti tarkastettavaksi tarkoitetut hitsit

- m) laskelmien edellyttämät hitsien efektiiviset a-mitat ja päittäishitsien paksuudet hitsausprosessista riippumatta sekä tarvittaessa laskelmien edellyttämät pienahitsien teholliset pituudet  $l_{eff}$  ja päittäishitsien pituudet
- n) pintakäsittelyn määrittämiseksi tarvittavat tiedot
- o) muttereiden irtoamisen estämiseen käytettävät mahdolliset muut menetelmät (kiristämisen lisäksi)
- p) valmistusta koskevat erityisvaatimukset, kuten esimerkiksi reikien tekotapa, hitsien hionta, sallitut kovuusarvot, sallitut pyörityssäteet kylmätaivutuksessa, ellei niitä esitetä erikseen muualla toteutuseritelmässä. Erityisvaatimuksilla tarkoitetaan sellaisia asioita, jotka vaikuttavat rakenteiden kestävyys- tai joita muutoin suunnittelun perusteella edellytetään.

Tehdasvalmisteisten (valmistus- tai asennuspiirustuksissa) rakenneosien osalta esitetään myös:

- q) kokoonpanon kelpoisuuden ja suunnittelun arviointia varten tarvittavat tiedot
- r) kokoonpanoista käytetty CE -merkintämenetelmä (M1, M2, M3a tai M3b)
- s) kokoonpanon paino ja painopisteen paikka
- t) nostokohdat
- u) käsittely-, tuenta- ja nosto-ohjeet tarvittaessa.

## 2.3 Toteutusluokat

Alumiinirakenteiden toteutukselle asetetut vaatimukset jaetaan neljään toteutusluokkaan. Toteutusluokat esitetään standardissa SFS-EN 1090-3 ja ohjeet toteutusluokan valintaan esitetään standardissa SFS-EN 1999-1-1.

Toteutusluokka valitaan standardin SFS-EN 1990 kansallisessa liitteessä esitettyjen seuraamusluokkien (CC1, CC2 ja CC3) sekä rakenteen käyttöön ja toteutukseen liittyvien riskitekijöiden perusteella.

## 2.4 Säilyvyys ja suunniteltu käyttöikä

Suunnitellun käyttöiän saavuttamiseksi määritetään ympäristöolosuhteista aiheutuvat rasitukset. Rasitusten perusteella määritetään vaatimukset kuten käytettävä alumiiniseos, mahdollisesti tarvittava suojaustapa ja suojaustavan edellyttämät tarkastus- ja huoltotoimenpiteet.

# 3. Toteutus

## 3.1 Toteutuksen suunnittelu

Alumiinirakenteiden toteutuksen työsuunnitelmat laaditaan toteutusasiakirjojen pohjalta soveltaen standardia SFS-EN 1090-3.

Alumiinirakenteiden toteutuksen työsuunnitelmissa suunnittelutehtävään soveltuvassa laajuudessa esitetään yleensä vähintään:

- tarvittavat toteutuspiirustukset
- standardin SFS-EN 1090-3 mukainen asennussuunnitelma
- palosuojaussuunnitelma, jossa esitetään yleensä vähintään:
  - käytettävän palosuojaustuotteen tuotenimi ja mahdollisen tuotehyväksynnän tunnistenumero
  - palosuojauksen rakenneosakohtainen mitoitussarvo (esimerkiksi palosuojalevyn tai eristeen paksuus)
  - ohjeet palosuojauksen kunnan määräaikaistarkastusta koskien, jotka ohjeet liitetään rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen.
- standardin SFS-EN 1090-3 mukaiset laatuasiakirjat.

### **3.2 Käytettävät rakennustuotteet**

Alumiinirakenteissa käytettävien rakennustuotteiden, aineiden ja tarvikkeiden ominaisuudet osoitetaan CE -merkinnällä, jos ne kuuluvat harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan tai jos valmistaja on hankkinut tuotteelleen eurooppalaisen teknisen hyväksynnän/arvioinnin. Muutoin ne osoitetaan eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä annetun lain 954/2012 mukaisesti.

Seuraavien tuotteiden ominaisuudet ovat keskeisiä alumiinirakenteiden luotettavuuden kannalta:

- alumiiniprofiilit ja – levyt
- muotolevyt
- ruuvit ja ruuvikokoonpanot
- hitsausaineet
- palonsuojaustuotteet
- alumiinikokoonpanot ja alumiinirunkoiset elementit

Käytettäessä standardien SFS-EN 1090-3 esittämien viitteiden mukaisia aineita ja tarvikkeita, joille ei ole harmonisoitua tuotestandardia, yleensä niiden aineominaisuudet osoitetaan standardin SFS-EN 1090-3 vaatimusten mukaisilla aineodistuksilla.

### **3.3 Kokoonpanot**

Mikäli alumiinikokoonpanolla ei ole harmonisoitua tuotestandardia, eikä valmistajalla ole tuotteelle eurooppalaista teknistä arviointia (ETA), eikä rakennustuotteen kelpoisuutta ole osoitettu eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä annetun lain 954/2012 mukaisella vapaaehtoisella tuotehyväksyntämenettelyllä, kokoonpanon kelpoisuus osoitetaan rakennuspaikkakohtaisesti standardin SFS-EN 1090-3 vaatimusten mukaisilla laatudokumenteilla.

### 3.4 Alumiinirakenteiden toleranssit

Alumiinirakenteiden toleranssit esitetään standardissa SFS-EN 1090-3. Standardin taulukon G3 tapauksessa A käytetään kuitenkin sallittuina poikkeamina seuraavia arvoja:

$$\Delta < \frac{d}{200} \quad \text{kun } \frac{d}{t} \leq 50$$
$$\Delta < \frac{d^2}{10000t} \quad \text{kun } 50 < \frac{d}{t} \leq 100$$
$$\Delta < \frac{d}{100} \quad \text{kun } \frac{d}{t} > 100$$

## 4. Toteutuksen valvonta ja rakenteiden kel- poisuus

### 4.1 Toteutuksen valvonta

Alumiinirakenteiden toteutuksen valvontaan liittyvät tarkastukset tehdään toteutusasiakirjojen edellyttämässä laajuudessa soveltaen standardia SFS-EN 1090-3.

Vastaava työnjohtaja tai erikseen nimetty erityisalan työnjohtaja valvoo rakenteiden toteuttamisen aikana, että alumiinirakenteiden valmistusta ja alumiinielementtien asennustyötä koskevia suunnitelmia ja ohjeita noudatetaan ja että töistä laaditaan asiaankuuluvat dokumentit.

Mikäli toteutuksen aikana havaitaan, että kokoonpano, kokoonpanon yksityiskohta tai rakenne ei täytä toteutusasiakirjoissa esitettyjä vaatimuksia, selvitetään poikkeamien esiintymiskohdat ja syyt. Tällöin selvitetään, onko poikkeama hyväksyttävissä ilman korjaamista. Tarvittaessa laskelmin osoitetaan, että saavutetaan standardeissa SFS-EN 1999 ja niiden kansallisissa liitteissä edellytetty varmuustaso. Mikäli ei voida osoittaa, että poikkeama voidaan hyväksyä ilman korjaamista, tehdään korjaaminen tarvittavassa laajuudessa. Poikkeama ja korjaava toimenpide kirjataan laadunvalvonta-aineistoon.

Laadunvalvonta-aineisto dokumentoidaan ja kootaan yhdeksi kokonaisuudeksi. Alumiinirakenteiden laadunvalvonta-aineisto koostuu sekä alumiinirakennetehtaassa että työmaalla tapahtuvan toteutuksen tuottamasta laadunvalvonta-aineistosta.

#### 4.1.1 Palosuojauksen valvonta

Palosuojattu rakenne merkitään kiinnittämällä valmiiseen rakenteeseen palo-osastoittain riittävä määrä palosuojauksen tiedot ilmoittavia merkintäkilpiä, joissa esitetään:

- mitoituksessa käytetty rakenteen R-paloluokka
- käytetyn palosuojatuotteen tuotenimi ja mahdollisen tuotehyväksynnän tunniste
- palosuojausurakoitsija
- palosuojauksen asennusajankohta
- palosuojauksen tarkastaja.

Palosuojaus tarkastetaan silmämääräisesti vähintään kolmen vuoden välein, ellei tarkempia ohjeita ole esitetty. Palosuojaukseen syntyneet vauriot korjataan palosuojatuotteen valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Dokumentaatio palosuojatuista rakenteista kootaan liitettäväksi rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen.

## 4.2 Rakenteiden kelpoisuus

Rakenteiden kelpoisuuden arviointi perustuu siihen, että alumiinirakenteiden mitoitus on tehty asianmukaisesti standardien SFS-EN 1999 ja niiden kansallisten liitteiden mukaan sekä että alumiinirakenteet on toteutettu ja tarkastettu toteutusasiakirjojen mukaisesti.

# 5. Viittaukset

|                 |   |
|-----------------|---|
| SFS-EN 1090-3   | Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 3: Alumiinirakenteita koskevat tekniset vaatimukset |
| SFS-EN 1990     | Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet   |
| SFS-EN 1999-1-1 | Eurokoodi 9. Alumiinirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Rakenteita koskevat yleiset säännöt      |
| SFS-EN 1999-1-2 | Eurokoodi 9. Alumiinirakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Rakenteiden palomitoitus                 |
| SFS-EN 1999-1-3 | Eurokoodi 9: Alumiinirakenteiden suunnittelu. Osa 1-3: Väsymiselle alttiit rakenteet            |
| SFS-EN 1999-1-4 | Eurokoodi 9. Alumiinirakenteiden suunnittelu. Osa 1-4: Kylmämuovattavat kantavat muotolevyt     |
| SFS-EN1999-1-5  | Eurokoodi 9. Alumiinirakenteiden suunnittelu. Osa 1-5: Kuorirakenteet                           |



## 6. Eurokoodien SFS-EN 1999 kansalliset liitteet

### Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1999-1-1 Osa 1-1: Rakenteita koskevat yleiset säännöt

Standardin SFS-EN 1999-1-1 osalta noudatetaan standardissa SFS-EN 1999-1-1 esitettyjä suositusarvoja ja kaikkia standardin SFS-EN 1999-1-1 liitteitä ellei tässä kansallisessa liitteessä toisin esitetä.

*Standardia ristiriidattomasti täydentävä lisäohje (NCCI) esitetään kursivoidulla tekstillä.*

Kansallinen valinta sallitaan standardin SFS-EN 1999-1-1 seuraavissa kohdissa:

- 1.1.2(1)
- 2.1.2(3)
- 2.3.1(1)
- 3.2.1(1) Huomautus 1
- 3.2.2(1)
- 3.2.2(2) Huomautus 1
- 3.2.3.1(1) Huomautus 2
- 3.3.2.1(3) Huomautus 1
- 3.3.2.2(1)
- 5.2.1(3)
- 5.3.2(3)
- 5.3.4(3)
- 6.1.3(1) Huomautus 1
- 6.1.3(1) Huomautus 2
- 6.2.1(5) Huomautus 2
- 7.1(4)
- 7.2.1(1)
- 7.2.2(1)
- 7.2.3(1)
- 8.1.1(2)
- 8.9 (3)
- A.2(1)
- C.3.4.1(2)
- C.3.4.1(3)
- C.3.4.1(4)
- K.1(1)
- K.3(1) Huomautus 1
- K.3(1) Huomautus 3.

Kansallinen valinta on tehty symbolilla ● merkityissä kohdissa.

## **Luotettavuuden hallinta**

### 2.1.2(3)

Jokaisessa projektissa laaditaan laatusuunnitelma (SFS-EN 1090-3 taulukko A.1).

Luotettavuuteen vaikuttavia optioita on esitetty standardin SFS-EN 1999-1-1 kohdassa 8.1.1(2) (SFS-EN 1090-3 taulukko A.1) sekä ohjeen B9 kohdassa 3.4 (SFS-EN 1090-3 taulukko A.1)

*Laatusuunnitelmaan liittyviä määräyksiä ja ohjeita annetaan rakentamisen lainsäädännössä.*

## **Kuormitukset ja ympäristön vaikutukset**

### 2.3.1(1)

Jääkuormien ominaisarvot määritetään käyttäen standardia ISO 12494.

## **Käytettävät materiaalit**

### 3.2.1(1) Huomautus 1

Muiden SFS-EN -standardien mukaiset alumiiniseokset ja toimitustilat määritetään erikseen projektikohtaisesti siten, että käytetty seos ja toimitustila täyttävät standardissa SFS-EN 1999-1-1 esitetyt vaatimukset. Näissä tapauksissa suunnittelussa tarvittavat parametrit, katso standardin taulukot 3.1a, 3.1b, 3.2a, 3.2b ja 3.2c, valitaan epäedullisimman tilanteen mukaan, ellei muuta voida osoittaa. Muita alumiiniseoksia ja toimitustiloja voidaan käyttää, mikäli niiden ominaisuudet ja soveltuvuus on selvitetty luotettavasti.

## **Yleistä**

### 3.2.3.1(1) Huomautus 2

Valujen laatuvaatimukset määritetään projektikohtaisesti siten, että ne vastaavat standardin liitteessä C esitettyjä yleisiä periaatteita.

## **Yleistä**

### 3.3.2.1(3) Huomautus 1

Ei-standardisoituja tuotteita voidaan käyttää, mikäli tuotteiden ominaisuudet on selvitetty luotettavasti.

## **Esijännitetyt ruuvit**

### 3.3.2.2(1)

Ei-standardisoituja ruuveja voidaan käyttää, mikäli ruuvien ominaisuudet on selvitetty luotettavasti.

## **Yleistä**

### 6.1.1(1)P

*Mikäli poiketaan suunnittelusääntöjen taustalla olevista toleransseista rakenteiden kestävyyskannalta epäedulliseen suuntaan, tulee laskelmin osoittaa, että saavutetaan standardissa SFS-EN 1999 ja sen kansallisissa liitteissä edellytetty varmuustaso.*

## **Osavarmuusluvut**

### 6.1.3(1) Huomautus 1

Onnettomuusrajatiloissa (paitsi tulipalo) voidaan käyttää samoja mitoituskaavoja ja mitoitusehtoja sekä aineosavarmuuslukuja kuin normaalilämpötilamitoituksessa paitsi  $\gamma_{M2} = 1,1$ .

## **Yleistä**

### 7.1(4)

Pysyviä muodonmuutoksia käyttörajatiloissa ei sallita, mikäli niistä on haittaa.

## **Pystysuuntaiset taipumat**

### 7.2.1(1)

Ominaiskuormayhdistelmistä aiheutuvien lopputaipumien ja -siirtymien käyttörajatilat staattisella kuormituksella, kun taipumista on haittaa, ovat taulukon 1 mukaiset, ellei rakenteen tyypistä, käyttötarkoituksesta tai toiminnan luonteesta johtuen muiden arvojen voida katsoa soveltuvan paremmin. Esikorotuksella ( $w_c$ , katso standardi SFS-EN 1990) voidaan kompensoida pysyvää kuormasta aiheutuvaa taipumaa, ellei siitä aiheudu haittaa.

**Taulukko 1.** Taipumien ja siirtymien käyttörajatilat

| Rakenne   | Taipuman tai siirtymän raja-arvo                                    |
|---|---|
| Pääkannattajat<br>- vesikatoissa ja katoksissa<br>- välipohjissa  | L/300<br>L/400  |
| Ulokkeet  | L/150   |
| Katto-orret   | L/200   |
| Seinäorret  | L/150   |
| Muotolevyt<br>- katoissa, joissa ei ole vesikeräytymien tai katteen vaurioitumisen vaaraa<br>- katoissa, joissa vesikeräytymien tai katteen vaurioitumisen vaara on olemassa<br>- kun $L \leq 4,5$ m<br>- kun $4,5 \text{ m} < L \leq 6,0$ m<br>- kun $L > 6,0$ m<br>- välipohjissa<br>- seinissä<br>- ulokkeissa | L/100<br><br>L/150<br>30 mm<br>L/200<br><br>L/300<br>L/100<br>L/100 |
| Rakenteen vaakasiirtymän rajatila<br>- 1 ja 2 kerroksiset rakennukset<br>- muut rakennukset   | H/150<br>H/400  |
| L on jänneväli<br>H on rakennuksen tarkasteltavan kohdan korkeus  |   |

**Vaakasuuntaiset taipumat**

## 7.2.2(1)

Vaakasuuntaiset taipumarajat on esitetty tämän kansallisen liitteen kohdan 7.2.1(1) taulukossa 1.

**Dynaamiset vaikutukset**

## 7.2.3(1)

*Dynaamisten vaikutusten huomioon ottamiseksi voidaan soveltaa standardin SFS-EN 1993-1-1 kansallisia valintoja koskevien ohjeiden jäljessä olevaa NCCI 1 dokumenttia.*

**Johdanto**

## 8.1.1(2)

Liimakiinnitysten osalta osavarmuusluku määritetään kokeiden perusteella ottaen huomioon standardin SFS-EN 1990 liitteen D ohjeet.

Hitsien kestävyksiä laskettaessa osavarmuusluvun  $\gamma_{M2} = 1,25$  käytön edellytyksenä on, että hitsiluokka on vähintään C standardin SFS-EN ISO 10042 mukainen.

### **Luotettavuuden tasoluokituksen suunnittelusäännöt – suunnittelun valvonnan tasot**

#### A.2(1)

Seuraamusluokan valinta esitetään standardin SFS-EN 1990 soveltamista koskevassa ympäristöministeriön asetuksessa 3/16.

Suunnittelun valvontatasoihin liittyviä sääntöjä esitetään rakentamisen lainsäädännössä.

#### A.5(1) Huomautus 1

*Toteutusluokka määritetään standardin taulukoiden A.1, A.2 ja A.3 mukaan.*

### **Shear lag-ilmiö murtorajatiloissa**

#### K.3(1) Huomautus 3

Plastisen venymän suuruus määritetään projektikohtaisesti.

## Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1999-1-2 Osa 1-2: Rakenteiden palomitoitus

Standardin SFS-EN 1999-1-2 osalta noudatetaan standardissa SFS-EN 1999-1-2 esitettyjä suositusarvoja ja kaikkia standardin SFS-EN 1999-1-2 liitteitä ellei tässä kansallisessa liitteessä toisin esitetä.

*Standardia ristiriidattomasti täydentävä lisäohje (NCCI) esitetään kursivoidulla tekstillä.*

Kansallinen valinta sallitaan standardin SFS-EN 1999-1-2 seuraavissa kohdissa:

- 2.3(1)
- 2.3(2)
- 2.4.2(3) Huomautus 1
- 2.4.2(3) Huomautus 3
- 4.2.2.1(1)
- 4.2.2.3(5)
- 4.2.2.4(5).

Kansallinen valinta on tehty symbolilla ● merkityissä kohdissa.

### Parametrinen paloaltistus

#### 2.1.3

*Osastoivuuden suhteen noudatetaan standardia SFS-EN 1994-1-2 ja sen kansallista liitettä.*

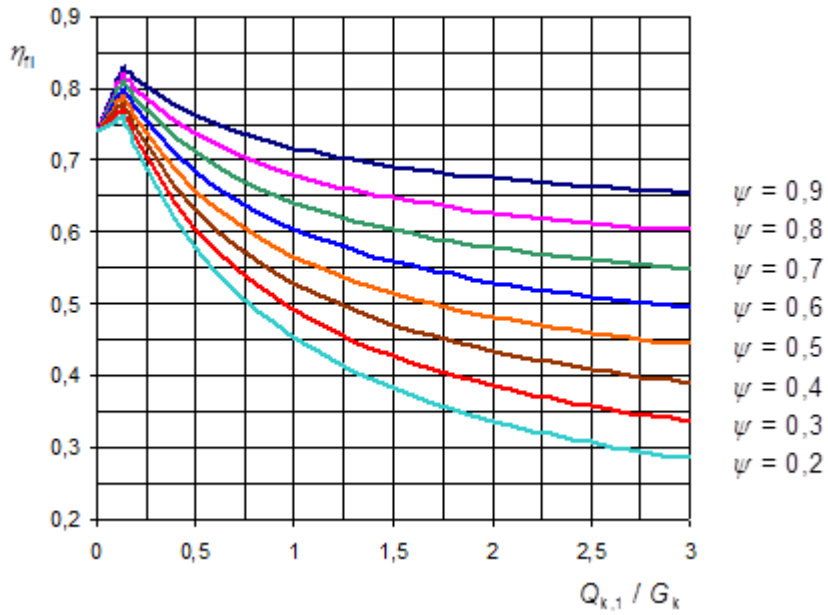
### Rakenneosan tarkastelu

#### 2.4.2(3) Huomautus 1

Käytetään standardien SFS-EN 1990 ja SFS-EN 1991-1-2 soveltamista koskevien ympäristöministeriön asetusten 3/16 ja 5/16 mukaisia arvoja.

#### 2.4.2(3) Huomautus 2

*Käytettäessä standardin SFS-EN 1990 ja sen soveltamista koskevan ympäristöministeriön asetuksen 3/16 mukaisia osavarmuuslukuja standardin SFS-EN 1999-1-2 kuva 1 muuttuu kuvassa 1 esitetyllä tavalla.*



**Kuva 1.** Pienennystekijän,  $\eta_{fi}$ , vaihtelu määrävän muuttuvan kuorman ja pysyvän kuorman ominaisarvojen kuormasuhteen  $Q_{k,1} / G_k$  funktiona standardia SFS-EN 1990 koskevassa ympäristöministeriön asetuksessa esitettyjen kuormien yhdistelysääntöjen mukaan.

#### 2.4.2(3) Huomautus 3

Likiarvoja ei käytetä.

### Poikkileikkausluokitus

#### 4.2.2.1(1)

Kimmokertoimen todellinen pieneneminen voidaan ottaa huomioon.

### Palkit

#### 4.2.2.3(5)

Kimmokertoimen todellinen pieneneminen voidaan ottaa huomioon.

### Pilarit

#### 4.2.2.4(5)

Kimmokertoimen todellinen pieneneminen voidaan ottaa huomioon.

## Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1999-1-3 Osa 1-3: Väsymiselle alttiit rakenteet

Standardin SFS-EN 1999-1-3 osalta noudatetaan standardissa SFS-EN 1999-1-3 esitettyjä suositusarvoja ja kaikkia standardin SFS-EN 1999-1-3 liitteitä ellei tässä kansallisessa liitteessä toisin esitetä.

*Standardia ristiriidattomasti täydentävä lisäohje (NCCI) esitetään kursivoidulla tekstillä.*

Kansallinen valinta sallitaan standardin SFS-EN 1999-1-3 seuraavissa kohdissa:

- 2.1.1(1)P
- 2.2.1(4)
- 2.3.1(2)
- 2.3.2(6)
- 2.4(1) Huomautus 1
- 2.4(1) Huomautus 2
- 3(1)
- 4(2)
- 5.8.1(1)
- 5.8.2(1)
- 6.1.3(1) Huomautus 1
- 6.1.3(1) Huomautus 2
- 6.2.1(2) Huomautus 2
- 6.2.1(7)
- 6.2.1(11)
- E(5)
- E(7)
- I.2.2(1)
- I.2.3.2(1) Huomautus 2
- I.2.4(1)
- L.2.2(5)
- L.3(2)
- L.4(3)P Huomautus 1
- L.4(3)P Huomautus 2
- L.4(4)
- L.4(5)
- L.5.1(1).

Kansallinen valinta on tehty symbolilla ● merkityissä kohdissa.



## Perusvaatimukset

### 2.1.1(1)P

Standardissa SFS-EN 1999-1-3 esitettyjen sääntöjen lisäksi laaditaan tarkastusohjelma, jossa noudatetaan seuraavia sääntöjä:

- a) Vaurionsietoperiaatteen mukaisessa suunnittelussa varmistetaan, että onnettomuuskuormasta, materiaalien vahingoittumisesta, korroosiosta tai väsymisestä aiheutuvan vaurion sattuessa, jäljelle jäävä rakenne pystyy kantamaan vähintään käytetyn kuormayhdistelmän ilman murtumista yli sovitun rajan kunnes vaurio voidaan löytää ja vaurioitunut rakenne voidaan korjata tai korvata toisella rakenteella.
- b) Tarkasteltavasta kuormitustapauksesta ja hyväksyttävän vaurion laajuudesta sovi-  
taan asiakkaan, suunnittelijan ja toimivaltaisen viranomaisen välillä ja em. asiat kirjataan toteutuseritelmiin. Vaurionsietoperiaatteen mukaista suunnittelua käytettäessä toteutuseritelmissä esitetään tarkastustavat ja ajankohdat sekä menettelytapa, jota noudatetaan, kun rakenne on saavuttanut käyttöikänsä.
- c) Riittävän vaurionsietokyvyn varmistamiseksi laaditaan ohjeet aika ajoin tarkoituksenmukaisessa laajuudessa tehtävää tarkastusta ja kunnossapitoa varten siten, että ne vastaavat varmuusvaatimuksia. Väsytytkuormitetun rakenteen käyttö-, huolto- ja tarkastusohjeet esitetään rakennusta tai väsytytkuormitettua rakennetta koskevassa käyttö- ja huolto-ohjeessa. Väsytytkuormitetun rakenteen käyttö-, huolto- ja tarkastusohjeet luovutetaan loppukatselmuksen yhteydessä rakenteen omistajalle.
- d) Kaikkien väsytytkuormitettuja rakenteita kannattavien rakenteiden liitokset mukaan lukien tulee olla riittävän luokse päästäviä tarkoituksenmukaista tarkastusta ja kunnossapitoa varten. Osavarmuuslukuja valittaessa otetaan huomioon todelliset mahdollisuudet tehdä vaurionsietoperiaatteen edellyttämät tarkastukset

## Luokitellut rakenneyksityiskohdat

### 6.2.1(2) Huomautus 2

Noudatetaan liitteessä L esitettyjä suositeltavia arvoja.

*Väsytytkuormitetuissa rakenteissa väsytykskestävyyttä heikentävät virheet poistetaan siten, että standardin SFS-EN 1999-1-3 mukaiset mitoituksen edellytykset toteutuvat tai huolehditaan siitä, että suurempia virheitä kuin standardin SFS-EN 1999-1-3 mukainen mitoitus sallii, ei esiinny.*

## Vaurionsietoperiaatteen mukaisen suunnittelun edellytykset

A.3.1(1)

*Katso myös tämän kansallisen liitteen kohta 2.1.1(1)P.*

### Osavarmuusluvut $\gamma_{Mf}$ ja suureen $D_{Lim}$ arvot

L.4(3)P Huomautus 2

Seuraamusluokkia käytetään taulukon L.2 mukaisesti. Seuraamusluokan valinta esitetään standardin SFS-EN 1990 soveltamista koskevassa ympäristöministeriön asetuksessa 3/16.

L.4(5)

Suureen  $D_{Lim}$  arvo rajoitetaan ehdon (L.5) mukaan.

### Käyttöluokka

L.5.1(1)

Käyttöluokan määrittämiseksi sovelletaan standardeissa SFS-EN 1999-1-1, SFS-EN 1999-1-3 ja SFS-EN 1090-3 esitettyjä ohjeita.

### Liite H

#### Hitsien väsymislujuuden parantaminen

Liitettä H voidaan käyttää edellyttäen, että laaditaan riittävät ohjeet, joilla varmistetaan, että toteutus vastaa riittävän hyvin kokeissa käytettyjä menetelmiä ja toteutustapoja.

## Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1999-1-4 Osa 1-4: Kylmämuovatut kantavat muotolevyt

Standardin SFS-EN 1999-1-4 osalta noudatetaan standardissa SFS-EN 1999-1-4 esitettyjä suositusarvoja ja kaikkia standardin SFS-EN 1999-1-4 liitteitä ellei tässä kansallisessa liitteessä toisin esitetä.

Kansallinen valinta sallitaan standardin EN 1999-1-4 seuraavissa kohdissa:

- 2(3)
- 2(4)
- 2(5) Huomautus 1
- 3.1(3)
- 7.3(3)
- A.1(1) Huomautus 2
- A.1(1) Huomautus 3
- A.3.4(3).

Kansallinen valinta on tehty symbolilla ● merkityissä kohdissa.

### Suunnitteluperusteet

#### 2(5) Huomautus 1

Standardin SFS-EN 1999-1-3 rakenneluokkien II ja III muotolevyrakenteet kuuluvat seuraamusluokkaan CC1. Standardin SFS-EN 1999-1-3 rakenneluokan I muotolevyrakenteet levyyn taivutusta aiheuttaville pintaa vastaan kohtisuorille kuormille, kuuluvat seuraamusluokkaan CC1. Rakenneluokan muotolevyillä tämä ei kuitenkaan koske kuormituksia, jotka syntyvät, kun muotolevyrakenteita käytetään siirtämään levytason suuntaisia leikkausvoimia (levyvaikutuksen hyväksikäyttö) tai normaalivoimia.

### Yleistä

#### 3.1(3)

Lisäksi voidaan käyttää seuraavia standardin EN 485-2 mukaisia alumiiniseoksia: EN AW 3105 toimitustila H19 ja EN AW 5754: toimitustilat H12, H14, H16, H26, H36, H18, H28 ja H38. Muita alumiiniseoksia ja tuotteita voidaan käyttää, mikäli niiden ominaisuudet ja soveltuvuus on selvitetty luotettavasti.

### Taipumat

#### 7.3(3)

Taipumarajat esitetään standardin SFS-EN 1999-1-1 kansallisessa liitteessä.

## Mitoitusarvot

### A.3.4(3)

Osavarmuusluku määritetään kokeiden ja standardin SFS-EN 1990 liitteen D perusteella ottaen lisäksi huomioon standardin SFS-EN 1999-1-4 liitteessä A esitetyt säännöt soveltuvien osin. Mikäli kokeiden perusteella määritetään vain kestävyys ominaisarvo, mutta ei laskentamallia, käytetään osavarmuuslukujen  $\gamma_M$  suositeltavia arvoja.

## Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1999-1-5 Osa 1-5: Kuorirakenteet

Standardin SFS-EN 1999-1-5 osalta noudatetaan standardissa SFS-EN 1999-1-5 esitettyjä suositusarvoja ja kaikkia standardin SFS-EN 1999-1-5 liitteitä ellei tässä kansallisessa liitteessä toisin esitetä.

*Standardia ristiriidattomasti täydentävä lisäohje (NCCI) esitetään kursivoidulla tekstillä.*

Kansallinen valinta sallitaan standardin SFS-EN 1999-1-5 seuraavissa kohdissa:

- 2.1(3)P
- 2.1(4).

### **Seuraamusluokka ja luotettavuuden tasoluokitus**

2.2(1)

*Sisältää viittauksen kansallisiin sääntöihin, mutta kyseessä olevassa kohdassa ei kuitenkaan sallita kansallista valintaa. Seuraamusluokan valinnasta annetaan ohjeita standardin SFS-EN 1990 kansallisessa liitteessä.*