

# TERÄSRUNKORAKENTEIDEN KUNTOTARKASTUSOHJE

Perusteet ja tarkastuslistat



VTT  
24.10.2006



## SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
<b>1. RAKENTEIDEN KUNNON TARKASTAMINEN</b>	5
<b>2. TARKASTUKSISTA</b>	7
2.1 Rakennusosien vaatimuksenmukaisuus	7
2.2 Peruskuntotarkastus	8
2.3 Jaksotettu kuntotarkastus	8
<b>3. KUNTOTARKASTUSTEN SUORITUS</b>	9
3.1 Valmistautuminen tarkastukseen	9
3.2 Rakenteiden toiminta käytön aikana	9
3.3 Jatkuva seuranta - seurantatarkastukset	13
3.4 Rakenteiden lumi- ja tuulikuormat	13
<b>4. TARKASTETTAVIA KOHTIA JA LIITOKSIA</b>	15
4.1 Rakenteiden ruuviliitosten kunto	15
4.2 Rakenteiden hitsausliitosten kunto	16
4.3 Rakennuksen rakenneosien ja -elementtien jäykistäminen	18
4.4 Rakenteen tuennat ja stabiliteetti	19
4.5 Rakenteiden korroosiovauriot	20
Liite 1	Luettelo kuntotarkastuksessa tarvittavista mittavälineistä, laitteista ja työkaluista, rakennuksen yleistiedot
Liite 2	Rakenteiden kuntotarkastus (peruskuntotarkastus tai jaksotettu kuntotarkastus, rakennesuunnittelijan tarkastuslista)
Liite 3	Rakenteiden kunnan seuranta (seurantatarkastus, kunnossapidon tarkastuslista)

## TIIVISTELMÄ

Oheinen kunnontarkastusohje koskee kaikkia laajarunkoisia teräsrakenteita. Se ohjeistaa sekä rakennuksen alkuvaiheessa tarpeelliset kuntotarkastukset että myöhemmän kunnonseurannan. Ohjetta voidaan soveltaa myös laadittaessa rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjetta.

Rakenteiden kunnan tarkastus on havaittu tarpeelliseksi, kun on tutkittu vuoden 1980 jälkeisiä teräsrakenteiden vaurio- ja sortumatapauksia ja niiden syitä ja riskitekijöitä. Useimmissa vauriotapauksissa on ollut kyse monista samaan aikaan vaikuttaneista syistä, joiden yhteisvaikutuksesta on lopulta tapahtunut jokin onnettomuus tai rakennevaurio ja sortuma. Siksi käytännössä **yhdenkin riskitekijän havaitseminen ajoissa voi säästää onnettomuudelta.**

Rakennesuunnitteluohjeet sisältävät riskianalyysiin perustuvat varmuuskertoimet, joiden mukaisesti suunniteltaessa kaikkien rakenteiden ja rakennusten pitää kestää kaikki normaalit materiaali- ja poikkeamat sekä rasitus- ja kuormitustilanteet koko niiden käyttöiän. Teräsrakenteen käyttöikä ei kuitenkaan ole yleensä suunniteltu, eikä valmisosia ja tuotteita ole siksi erityisesti valittu käyttöiän kannalta. Siksi rakenteet ovat voineet herkistyä vaurioille esimerkiksi materiaalin huononemisen ja suunnittelu-, valmistus- tai asennusvirheiden johdosta. Työmaalla on myös voitu poiketa alkuperäisistä suunnitelmista suunnittelijaa kuulematta, tai on käytetty halvempia ja erilailla spesifioituja osia tai materiaaleja kuin oli suunniteltu, tms.

Teknisten ratkaisujen ja suositusten esittelemiseksi raportissa on hyödynnetty valokuvia ja tietoja mm. onnettomuustutkinnassa olleista tunnetuista vauriotapauksista.

## ALKUSANAT

Kuntotarkastusohje on laadittu siksi, että rakennuskohteiden kunnossapidosta vastuullisilla on ohje, jonka mukaan suorittaa rakenteiden kunnan seurantaa ja tarvittaessa hankkia tarkempi kunnontarkastus mikäli seurannassa törmätään muutoksiin, jotka ovat merkittäviä tai joiden syy ei selviä paikalla. Ohje on laadittu osana laajempaa tutkimusta, jota ovat rahoittaneet opetusministeriö, ympäristöministeriö, VTT, Teräsrakenneyhdistys ja Wood Focus. Laajarunkoisien puurakenteiden kunnan tarkastamiseksi on laadittu vastaava ohje.

Ohjeet on laadittu rahoittajien muodostaman johtoryhmän ohjauksessa. Projektin johtoryhmään kuuluivat seuraavat henkilöt:

- Risto Järvelä, opetusministeriö, Risto.Jarvela@minedu.fi
- Teppo Lehtinen, ympäristöministeriö, Teppo.Lehtinen@ymparisto.fi
- Unto Kalamies, Teräsrakenneyhdistys ry, Unto.Kalamies@rakennusteollisuus.fi
- Jaakko Huuhtanen, ympäristöministeriö, Jaakko.Huuhtanen@ymparisto.fi
- Pekka Nurro, Woodfocus, Pekka.Nurro@woodfocus.fi
- Tapani Tuominen, SPU Systems Oy, Tapani.Tuominen@spu.fi

Lisäksi johtoryhmän kokouksiin osallistuivat:

- Tapio Leino, VTT, Tapio.Leino@vtt.fi (johtoryhmän sihteeri)
- Mauri Peltovuori, Mauri.Peltovuori@minedu.fi
- Markku Korttesmaa, VTT, Markku.Korttesmaa@vtt.fi

# LIIKUNTAPAIKKOJEN JA MUIDEN LAAJARUNKOISTEN TERÄSRAKENTEIDEN KUNNON TARKASTUS

## 1. RAKENTEIDEN KUNNON TARKASTAMINEN

Maankäyttö- ja rakennuslaissa on rakennusten kunnossapidosta säädetty:

### 166 § Rakennuksen kunnossapito

Rakennus ympäristöineen on pidettävä sellaisessa kunnossa, että se jatkuvasti täyttää terveellisuuden, turvallisuuden ja käyttökelpoisuuden vaatimukset eikä aiheuta ympäristöhaittaa tai rumenna ympäristöä.

Kaavassa suojelluksi määrätyn tai rakennussuojelulain nojalla suojellun rakennuksen käytössä ja kunnossapidamisessa on lisäksi otettava huomioon rakennussuojelun tarkoitus.

Jos rakennuksen kunnossapitovelvollisuus laiminlyödään, kunnan rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä rakennuksen korjattavaksi tai sen ympäristön siistittäväksi. Jos rakennuksesta on ilmeistä vaaraa turvallisuudelle, tulee rakennus määrätä purettavaksi tai kieltää sen käyttäminen.

Ennen korjauskehotuksen antamista rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä rakennuksen omistajan esittämään rakennusta koskevan kuntotutkimuksen terveellisuuden tai turvallisuuden johdosta ilmeisen välttämättömien korjaustoimenpiteiden selvittämiseksi.

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje (A4, RakMK) on laadittava rakennusta varten, jota käytetään pysyvään asumiseen tai työskentelyyn. Käyttö- ja huolto-ohje tulee laatia huomioon ottaen rakennuksen ja rakennusosien ominaisuuksien säilyminen suunnitellun käyttöajan ajan. Ominaisuuksien säilyminen edellyttää rakenteiden suunnitelmallista seuranta ja ylläpitoa.

Käyttö- ja huolto-ohje sisältää rakennuksen ja sen rakennusosien kunnossapidon sekä hoidon ja huollon lähtötiedot, tavoitteet ja tehtävät ja antaa ohjeita omistajalle, ylläpito-organisaatiolle, asukkaille ja tilojen käyttäjille. Kantavien rakenneosien suunnittelussa sovelletaan muihin rakenneosiin verrattuna pitempiä käyttöikätaivoitteita.

Rakenteissa tapahtuvia mahdollisesti käyttöikään vaikuttavia muutoksia tulee seurata ja kontrolloida oheisen kuntotarkastusohjeen avulla siten, että rakentamisvaiheessa suunnittelija määrittelee (tarkentaa) kohteessa säännöllisesti suoritettavat silmämääräiset ja mahdolliset muut tarkastukset, tarkastuskohdat ja aikataulun. Rakennuksen osien säilyvyyden varmistamiseksi suositellaan, että varsinaiset kuntotarkastukset suoritetaan seuraavasti:

### **Peruskuntotarkastus**

- rakenteiden ensimmäinen kuntotarkastus suoritetaan mieluiten vastaavan suunnittelijan toimesta takuutarkastuksen yhteydessä (yleisten sopimusehtojen mukaisesti se on enintään kaksi vuotta rakennuksen käyttöönoton jälkeen (Liitteet 1 + 2),
- ensimmäisessä ammattilaisen tekemässä kuntotarkastuksessa tulee olla mukana joku hallin omasta ylläpitohenkilöstöstä. Peruskuntotarkastuksen tulokset pitää tallettaa ja säilyttää hallissa, että niitä voidaan verrata seuraavien myöhempien tarkastusten tuloksiin.

### **Jaksotetut kuntotarkastukset**

- myöhemmät jaksotetut varsinaiset kuntotarkastukset, joiden tarkastusvälit on kirjattu käyttö- ja huolto-ohjeeseen viimeistään peruskuntotarkastuksen yhteydessä, suoritetaan vastaavan suunnittelijan tai muun pätevän ammattilaisen toimesta tarkoituksenmukaisella tavalla 5...10 vuoden välein (vain Liite 2).

### **Jatkuva seuranta (seurantatarkastukset)**

- suoritetaan rakennuksen oman ylläpitohenkilöstön tai ylläpidosta vastuullisten toimesta. Lisäksi sopivasti muiden töiden lomassa tehdään oheisen ohjeen ja tarkastuslistan avulla silmämääräisiä havaintoja, joita verrataan aiempiin tarkastustuloksiin (Liite 3),
- mikäli rakenteissa tai niiden toiminnassa havaitaan seurannassa huolestuttavia muutoksia tai ikääntymistä, suositellaan tarpeen mukaan yhteydenottoa alan ammattilaisiin,
- seurantatarkastuksia tulee yleensä ajoittaa rakennuksen muiden huoltotoimien yhteyteen (kuten lamppujen vaihdot tms.).

Tarkastuksiin voi valmistautua luvuissa 3 esiteltujen rakenteiden käyttäytymiseen liittyvien perustietojen, ja luvussa 4 mahdollisesti riskialttiita rakennuksen yksityiskohtia esittävien valokuvien avulla.

Tämä ohje on tarkoitettu käytettäväksi hallimaisissa rakennuksissa, kuten palloilu- ja jäähallissa ja muissa kohteissa, joiden kattojen kantavat rakenteet on valmistettu teräksestä, ja joiden kehien jännevälit ovat vähintään 25 metriä. Ohje on myös suunnittelun apuväline. Sen avulla rakennesuunnittelija voi tarkemmin määrittää kohteessa suoritettavat tarkastukset.

Rakenteiden käytön aikaista kuntotarkastusta sekä mahdollisia onnettomuustilanteita ja muutostai korjaustarpeita varten, tulee erityisesti yleiseen käyttöön tarkoitettujen liikunta- tai muiden hallien rakennesuunnitelmat laskelmineen säilyttää saatavilla hallin muiden dokumenttien kanssa. Suunnitelmadokumenttien säilyttäminen kuuluu hallin omistajan huolehtimisvelvollisuuteen. Viranomaisten velvollisuus säilyttää rakennusdokumenteja koskee vain lupaasiakirjoja, vaikka muutkin rakennedokumentit olisi alun perin vaadittu toimitettavaksi.

Rakenteita tai niiden käyttötarkoitusta muutettaessa pitää käyttöön jäävien rakenteiden kestävyudet tarkastaa huolellisesti (tai tarvittaessa testata), ja myös rakennuksen käytön aikana rakenteet kannattaa ajoittain tarkastaa. Kumpikin tehtävä aloitetaan tutustumalla rakennesuunnitelmiin.

## 2 TARKASTUKSISTA

### 2.1 Rakennusosien vaatimuksenmukaisuus

Teräsrunkoisten hallirakennusten rakenteiden turvallisuuden tarkastaminen on sen elinkaaren kaikissa vaiheissa syytä antaa ammattilaisten tehtäväksi. Jo suunnitteluvaiheessa on kaikkein korkeimpaan riskiluokkaan kuuluvien ajoittain yleisölle avoinna olevien julkisten tilojen suunnitelmat syytä tarkastaa huolellisesti. Erittäin kokenut rakennesuunnittelija voi nähdä rakennetai suunnitteluvirheet tai esimerkiksi mahdollisen ylikuorman aiheuttamat riskit tarkastamalla mitoitusperusteet, rakennepiirustukset ja rakennelaskelmat. Rakennelaskelmat ovat tässä työssä ensiarvoisen tärkeitä, koska rakenteiden kestävyys EI voi todeta piirustuksista. Teräsrakenteiden rakennesuunnitelmien ulkopuoliseen tarkastukseen on FISE Oy:n ([www.fise.fi](http://www.fise.fi)) listoilta löydettävissä sopivia päteviä henkilöitä.

<p><b>KÄYTTÖÖNOTTO – tarkastuskohtia</b></p> <p>Rakennustuotteiden ja –osien vaatimuksenmukaisuus tulee tarkastaa ennen rakenneosien asentamista paikalleen. Mikäli laadussa on havaittavissa puutteita, osat pitää joko korjata tai vaihtaa yhteisymmärryksessä kokonaisuudesta vastaavan rakennesuunnittelijan kanssa.</p> <p>Mahdolliset käyttöönottotarkastuksessa havaitut pienet viat ja puutteet, joita ei korjata tulee kirjata muistiin myöhempää seurantaa varten.</p>	
<p>Onko rakenteissa kohtia, missä on tehty korjauksia rakennuspaikalla esim. mittavirheiden takia tai muista syistä? Kuinka työmaaliitokset ovat kestäneet? Onko haittaavia muodonmuutoksia?</p> <p>Vastaanottotarkastuksessa havaitut virheet ja puutteet tulee myöhempää kunnonseurantaa varten merkitä muistiin!</p>	
<p>Rakenteiden hitsausliitosten silmämääräinen tarkastus pitää tehdä konepajassa. Se tulee myös tehdä osien vastaanottotarkastuksen yhteydessä.</p> <p>Hitsausliitosten tarkastus pitää kohdistaa erityisesti hitsien a-mittoihin ja hitsien muiden mahdollisten virheiden toteamiseen ennen rakenteiden lopullista asennusta ja kiinnittämistä paikoilleen. Pienetkin hitsausvirheet (SFS-EN ISO 5817) on syytä merkitä muistiin.</p>	

**Huom!** Virallisen tarkastuslaitoksen laadunvalvonnan piiriin kuuluvien valmistajien ja tuotteiden käyttäminen on eduksi ja varmistaa rakentamisen lopputuloksen laadun.

Rakenteiden kunnan tarkastuksia tulee tehdä a) valmistuksen, vastaanoton ja asennuksen yhteydessä, b) merkittävien kuormitusjaksojen (esim. suuret luonnonkuormat, ensimmäinen lumitalvi) yhteydessä, ja c) seurantatarkastuksina ennalta määritellyllä jaksolla.

## **2.2 Peruskuntotarkastus**

Liitteiden 2 ja 3 mukaiset tarkastuslistat käsittelevät liikunta- ja muiden hallien **käytön aikaisista** rakenteiden kunnan seuraamista ja tarkastamista.

Suosittelaaan, että rakennuksen peruskuntotarkastuksen suorittaa vastaava rakennesuunnittelija tai muu vastaavan pätevyyden omaava ammattilainen. Tarkastuksessa todetaan rakennuksen perustiedot, rakenteiden kuormitukset ja kestävyudet laskelmista ja piirustuksista sekä erityisesti todetaan onko rakennus rakennettu suunnitelmien mukaisesti. Tätä varten voi olla aiheellista tutustua **rakennustyön tarkastusasiakirjaan**, missä pitää määräysten mukaan olla merkinnät rakentamisen suunnitelmien mukaisuuden varmentamisesta tai poikkeamisten hyväksymisestä.

Rakenteiden silmämääräisessä tarkastuksessa todetaan rakenteissa mahdollisesti käyttöönoton jälkeen tapahtuneet muutokset ja kirjataan ne ylös myöhempää seurantaa varten. Tarkastus tehdään käyttäen liitteen 2 tarkastuslistoja. Peruskuntotarkastus ei vapauta rakennusaikaisesta rakenteiden ja rakennustuotteiden vastaanottotarkastuksesta.

Peruskuntotarkastuksen yhteydessä määritellään jaksotettujen kuntotarkastusten aikataulu sekä tarkennetaan seurantatarkastusten rakennuskohtaisia tarkastuskohteita (tarkastuslistoissa on jätetty näille tilaa).

## **2.3 Jaksotettu kuntotarkastus**

Jaksotettu kuntotarkastus voi tapahtua rakennesuunnittelijan tai muun pätevän ammattilaisen toimesta rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeessa mainitulla jaksotuksella, käyttäen liitteessä 2 esitettyjä tai peruskuntotarkastuksen yhteydessä tarkennettuja tarkastuslistoja. Useimmissa tapauksissa esimerkiksi 5 vuoden jaksotus on teräsrakenteille täysin riittävä, mutta jaksotus voidaan vahvistaa peruskuntotarkastuksen yhteydessä harvemmaksikin, samoin kuin tarkastuskohteita voidaan tarkentaa. Jaksotetun kuntotarkastuksen tuloksia pitää verrata aiempiin ja peruskuntotarkastuksen tuloksiin.

Jaksotettuja rakennesuunnittelijan suorittamia tarkastuksia tarvitaan rakenteiden yksityiskohtien kunnan ja ikääntymisen seuraamiseksi Jaksotettujen tarkastusten yhteydessä selvitetään myös rakennuksen sekundäärirakenteiden kulumisen ja mahdolliset vaihtotarpeet.



### 3. KUNTOTARKASTUSTEN SUORITUS

#### 3.1 Valmistautuminen tarkastuksiin

Kuntotarkastus alkaa aina tutustumalla piirustuksiin ja laskelmiin. Mikäli rakennesuunnittelija ei ole laatinut huolto- ja käyttöohjeeseen erillistä tärkeiden kohtien tarkastuslistaa, rakenteen kuntotarkastus tulee kohdistaa niihin kohtiin, missä rakenteen tai sen eri osien ja detaljien kestävyden hyväksikäyttöaste on suurimmillaan. Nämä rakenteen eniten rasitetut kohdat selviävät vain rakennelaskelmista. Hyväksikäyttöaste on määritelty suhteena:

$$\text{Hyväksikäyttöaste} = \frac{100 \cdot \text{Määrävä kuormitus}}{\text{Vastaava kestävyys}} [\%].$$

Rakenteelle sallittu hyväksyttävä vaurioriski sisältyy arvoon "Vastaava kestävyys", joka on kyseisen rakenteen kestävyys. Siinä on materiaalin ja kuormitusten osavarmuusluvuilla otettu huomioon, että rakenteiden varmuus murrolle on määräysten mukaisten kuormien suhteen riittävä.

Suunnittelija voi tarvittaessa toimittaa listan rakenteiden, rakenneosien, komponenttien ja niiden detaljien hyväksikäyttöasteista liitettäväksi osaksi huoltokirjaan. Eniten rasitettujen hitsausliitosten osalta se vaatimus on mainittu myös suunnitteluohjeissa B7.

**Laskelmien perusteella tarkastettavia kohtia** ovat erityisesti sellaiset, missä:

- rakenteen hyväksikäyttöaste on suurimmillaan. Näissä kohdissa on riski rakenteen paikalliseen vaurioitumiseen suurimmillaan, jos kuormitukset on aliarvioitu tai suunnitelmissa on tehty muita virheitä, joiden takia kuormat joutuvat jakautumaan uudelleen,
- aiempien muualla tapahtuneiden vauriotapausten perusteella, voi helposti esiintyä vaara vaurioitumiselle. Tällaisia paikkoja ovat erityisesti rakenne-elementtien kokoonpanoliitokset, eli rakenne-elementtien väliset työmaalla tehtävät liitokset.

Tarkastus voi perustua mahdolliseen aiempien vauriotapausten perusteella laaditun tarkastuslistan läpikäyntiin. Sellainen lista sisältyy (liite 2) tähän ohjeeseen.

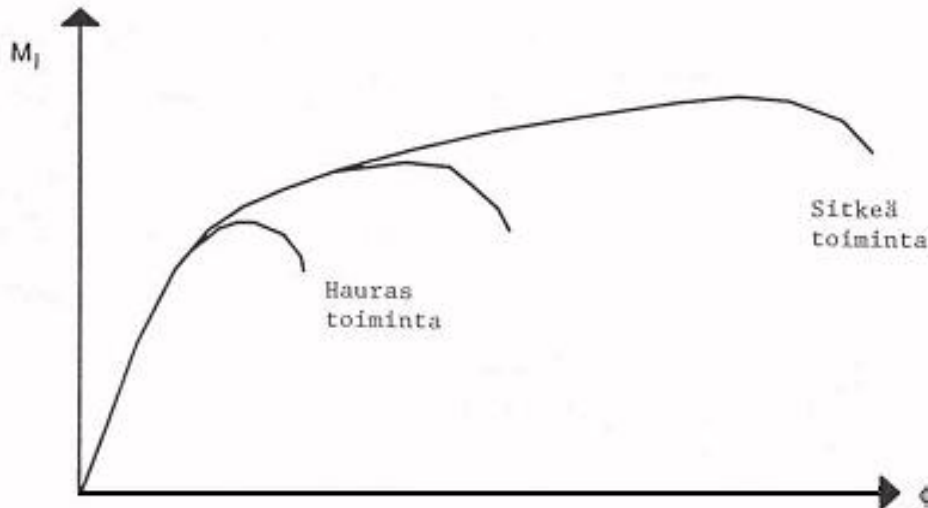
Vaikka kaikki rakennesuunnitelmat on tehty oikein, rakenteen kestävyys saattaa kuitenkin muuttua ennakoimattomasti ajan mukana. Siksi rakenteet on syytä tarkastaa jaksotuksella, jonka rakennesuunnittelija voi määritellä käyttö- ja huoltokirjassa.

#### 3.2 Rakenteiden toiminnasta käytön aikana

Teräksen ominaisuuksista johtuu, että rakenteiden sortuminen tai vaurioituminen voi tapahtua joko sitkeästi tai hauraasti. Vaikka teräs materiaalina on sitkeää, niin rakennekonstruktio voi käyttäytyä hauraasti. Hauraalla toiminnalla tarkoitetaan rakenteen sellaista vaarallista käyttäytymistä, missä vaurioituminen tai sortuminen tapahtuu äkillisesti ilman erityisen selviä varoituksia tai merkkejä tulevasta.

Sortumistapahtuma on yleensä seuraus siitä kun rakenteen jossakin osassa saavutetaan myötöraja (kts. kuva 1) tai sen kestävyys. Vaurioituminen voi tapahtua rakenteen tai sen osan äkilli-

senä stabiiliuden menettämisenä, tai myös rakenteissa vaikuttavien veto- tai leikkausvoimien vaikutuksesta, jos rakenne on muotoiltu huonosti. Huonosti suunniteltu rakenne tai sen yksityiskohta saattaa äkillisesti leikkautua tai katketa, jos siinä saavutetaan materiaalin myötöraja tai johonkin yksityiskohtaan liittyvä kestävyys. Rakenteen tai sen osan hauras toiminta voidaan katsoa suunnitteluvirheeksi.



**Kuva 1.** Rakenteen tai sen osan (tässä rakenneliitos!) sitkeä / hauras toimintatapa (tässä  $M_j$  on liitoksen taivutusmomentti,  $\Phi$  on liitoksen kiertymä).

Rakenne-elementeissä ja rakenteiden liitoksissa on yleensä monia komponentteja, jotka voivat yhden kohdan myötäessä ottaa senkin jälkeen vastaan lisäkuormaa tai ainakin säilyttää kuormankantokykynsä. Siksi voima-siirtymä- tai momentti-kiertymä-kuvaajat ovat tällaisissa kohdissa yleensä kuvan 1 mukaisesti sitkeää tyyppiä "Sitkeä toiminta". Kuvassa 1 on esitetty, kuinka erityisesti sitkeän rakenteen kyky ottaa lisää kuormaa antaa sopivasti turvallisuusmarginaalia hyötykuormia vastaan. Erityisesti rakenneosissa, joihin kohdistuu lähinnä tilastollisia luonnonkuormia, jotka ajoittain saattavat ylittää mitoitusarvonsa, pitää rakennesuunnittelussa tavoitella mahdollisimman sitkeitä rakenteita, jotka ylikuormitustapauksessa voivat murtumatta tai sortumatta venyä eli vaurioitua, saaden pysyviä venymiä.

Jos mahdollisen ylikuormituksen poistuttua ollaan kuitenkin käyty kuvan 1 käyrän lähes vaakasuoralla osalla, rakenteeseen jää pysyvä muodonmuutos. **Jos rakenteessa havaitaan pysyviä muodonmuutoksia, se on heti syytä korjata tai vaihtaa.**

### Rakenteen sitkeä toiminta

Rakenteen sitkeä toiminta koostuu sen paljaalla silmällä näkyvistä muodonmuutoksista ja taipumisista. Taipuminen ei yleensä ole ongelma, ellei se ole liian suurta verrattuna sallittuun taipumaan, joka on määritelty Suomen Rakentamismääräyskokoelman ohjeessa B7. Siellä taipumarajatilat on määritetty pääasiallisesti rakenteen toiminnallisista ja käyttöön liittyvistä ehdoista ja raja-arvoista (esim. kuorirakenteiden kiinnipysyminen, lumen kinostuminen ja veden lammikoituminen katolla, tms.). Kuorman poistuessa sitkeä taipuma tai muodonmuutos myös käytännössä aina poistuu.

Teräsrakenteiden mitoitusohjeessa B7 kantavan palkkirakenteen taipuman rajatila on  $L/300$ , missä  $L$  on palkin pituus. Käytännössä se merkitsee esimerkiksi että:

- kuusi metriä pitkä päistään tuettu palkki saa taipua keskeltä enintään  $6\text{m}/300 = 20\text{ mm}$ ,
- ulokepalkin pään taipumarajatila on  $L/150$ , joten ulokkeena 6 metriä pitkä palkki saa taipua enintään 40mm, ja vastaavasti 3 metriä pitkä palkki vain 20 mm.

Välipohjapalkkien suurin sallittu taipuma on  $L/400$ , jolla on haluttu osaltaan rajoittaa itse välipohjan laattojen kokonaistaipumaa.

Taipumat ja muodonmuutokset ovat ongelma, jos osa niistä jää kuorman poistuttua pysyväksi, koska pysyvistä muodonmuutoksista ei pystytä kertomaan kuinka lähellä murtoa (vrt. kuva 1) on mahdollisesti käyty. Erityisesti rakenteiden liitosten alueella havaittavat vähäisetkin pysyvät muodonmuutokset pitää viipymättä raportoida ja korjata kun sellaisia on havaittu, koska liitosten alueella ei yleensä ole tilaa muodonmuutoksille, ja siellä mahdolliset sallitut muodonmuutokset ovat niin pieniä, ettei niitä normaalisti voi silmin havaita.

Uuden rakennuskohteen liitokset pitää tarkastaa ensimmäisen merkittävän lumitalven jälkeen ja pysyvistä muodonmuutoksista pitää huolehtia tarkastamalla laskelmat ja tarpeen vaatiessa vahvistamalla rakenteita.

### **Rakenteen hauras käyttäytyminen**

Rakenteen hauraan käyttäytymisen merkit ovat vain harvoin, tai ehkä vain sattumalta havaittavissa ennen vauriota tai sortumista, jotka yleensä tapahtuvat äkillisesti. Ennakoivia merkkejä ongelmasta voi olla esimerkiksi rakennuksen kuorien osittainen irtoaminen ja korjaustarve tai yllättävät vesivahingot tai lammikoituminen väärissä paikoissa tai muut muutokset verrattuna normaaliin tilanteeseen. Joissakin vauriotapauksissa on ennen sortumaa havaittu rakennusten epänormaaleja liikkeitä tai liikkeestä aiheutuneita ääniä.

Liikuntahallien kyseessä ollen Suomen Rakentamismääräyskokoelman ohje B7 "Teräsrakenteet, Ohjeet" ohjaa käyttämään pätevää rakennesuunnittelijaa, jolla on rakenneluokka 1:n (nykyisin vaativuusluokka AA) vastaavan rakennesuunnittelijan pätevyys. Maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL) on kiinnitetty samaan asiaan erityishuomiota, ja siellä annettuja rakennetyypikohtaisia pätevyysvaatimuksia on tarkennettu Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa A2 "Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat, määräykset ja ohjeet". Sen kohdan 6.3 mukaisesti laajarunkoisen liikuntapaikan rakennesuunnittelijalla tulee olla A- tai AA-luokan pätevyys, koska liikuntapaikoissa käytetyt jännevälit lähes poikkeuksetta ylittävät ko. rakenneluokissa käytetyt raja-arvot.

Rakennuttajan tulee varmistua siitä, että kyseinen AA-pätevyuden omaava suunnittelija käytännössä osallistuu hankkeen suunnitteluun esim. tarkastamalla suunnitelmat. Monissa tapauksissa vastaava rakennesuunnittelija on viime kädessä se henkilö, jonka tulee tarkistaa, että rakenteiden tuenta ja jäykistys on hoidettu oikein. Pienissä kohteissa pääkannattajakehien toimituksiin ei välttämättä kuulu hallien pitkittäiset jäykistysosat. Vastaava asennustyönjohtaja vastaa työnaikaisista tuennoista ja työturvallisuudesta.

Maankäyttö- ja rakennuslain (MRL) mukaan, mikäli rakennesuunnittelu on jaettu monelle eri yritykselle ja tekijälle (esim. erilliset perustus-, teräsrakenne-, valmistus-, asennus- ja kuorisuunnittelijat), näistä yhden tulee olla nimetty kyseisen erikoisalan kokonaisuudesta vastaavaksi suunnittelijaksi. Hänen tulee vastata siitä, että kyseisen erikoisalan suunnitelmat yhdessä muodostavat toimivan kokonaisuuden.

Litteissä olevissa tarkastuslistoissa on lueteltu satunnaisessa järjestyksessä kohtia ja seikkoja, joita on syytä katsoa rakenteita ja niiden kuntoa silmämääräisesti tarkastettaessa. Kohdassa 1) on esitetty tarve tarkastaa rakennuksen kunto kerran sen elinkaaren alkuvaiheessa sen jälkeen, kun ulkoinen kuormitus on käynyt lähellä mitoituskurssia. Muissa kohdissa on kyse kohdista, joiden jaksotettu tarkastaminen tulee kirjata rakennuksen huoltokirjaan. Tarkastukset paljastavat rakenteisiin ajan kuluessa syntyviä muutoksia, ja tuovat esille mahdollisia korjaustarpeita, sekä varoittavat vakavista vaurioista.

Jaksotetuissa kuntotarkastuksissa tulee tarkastaa rakenteen valmisosien väliset liitokset ja niiden komponenttien (hitsit, ruuvit, jäykisteet) kunto siltä varalta, että niissä olisi tapahtumassa muutoksia, joiden takia riski äkillisille vaurioille voi olla kohonnut.

### **3.3 JATKUVA SEURANTA - seurantatarkastukset**

Rakenteiden käyttäytymistä tulee seurata jatkuvasti. Jatkuvaa seurantaa vaativat esimerkiksi kondenssi-ilmiöt, vesikattovuodot, lumien liukumisen vaikutukset, myrskyjen tai törmäysten aiheuttamat muutokset rakenteissa. Kohdassa 3.4 on taustatietoja lumi- ja tuulikuormista.

Seurantatarkastus pitää tehdä erillisen tarkastuslistan (liite 3) mukaisena aina mahdollisesti vaurioita aiheuttavan tapahtuman jälkeen. Sellaisia ovat esimerkiksi voimakas myrsky, tulipalo, törmäys rakenteisiin, erityisen suuri lumikuorma, tulvat ja maansiirtymät lähistöllä.

Jaksottaisia seurantatarkastuksia tulee tehdä esimerkiksi irtonaisten muttereiden, korroosion etenemisen, lahovaurioiden, pienten halkeamien muutosten, hitsien maalipintojen, palosuojauksen ja erilaisten katolla sijaitsevien laitteiden ja liukumisesteiden kunnon seuraamiseksi.

Seurantatarkastuksia tekee rakennuksen ylläpidosta ja huollosta vastuussa oleva taho. Siihen on käytettävissä oma erillinen tarkastuslistansa, joka ei vaadi perustietoja rakenteiden kestävyyksistä tai käyttäytymisestä. Listan avulla tallennetaan havaintotiedot varsinaisen kunto- tai muun tarkastuksen tarpeen arvioimiseksi.

Silmämääräisten havaintojen lisäksi jatkuvaan seurantaan liittyy myös erilaisten kuulo- tai äänihavaintojen rekisteröiminen. Tällaisia voivat olla esimerkiksi lumen poistuminen liukumalla katolta, lumen putoaminen alempana olevien rakenteiden päälle, tuulen aiheuttamat liitosten löystymisestä aiheutuvat äänet, tms.

### **3.4 Rakenteiden lumi- ja tuulikuormat**

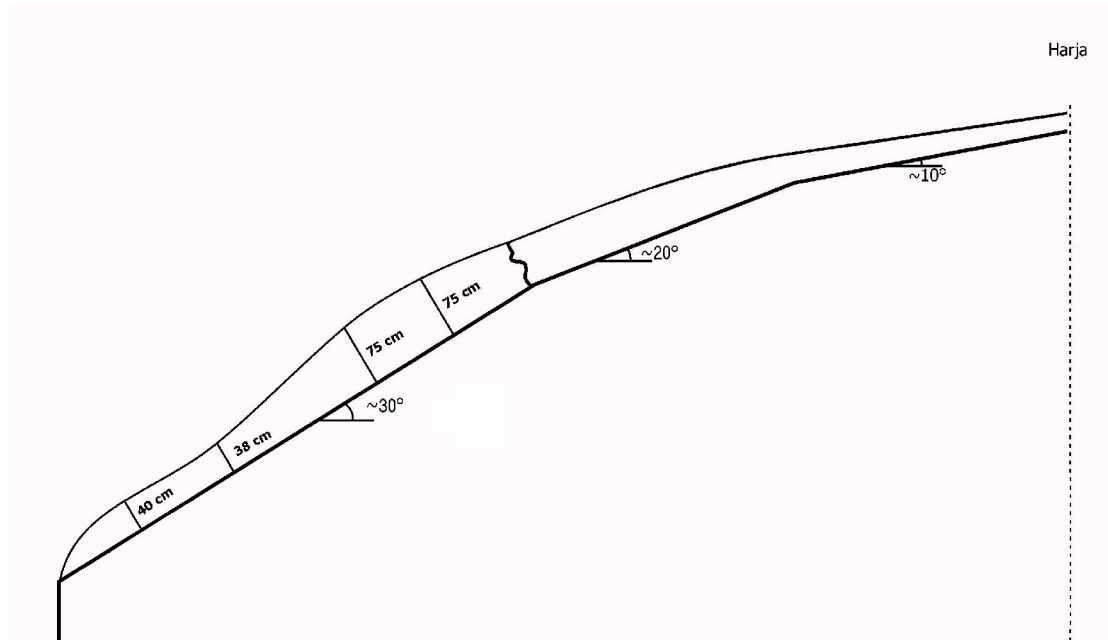
Käytön aikana teräsrakenteet kuormittuvat lähelle mitoituskuormaansa vain harvoin, koska teollisuus- ja liikuntapaikkarakentamisessa rakenteiden oman painon osuus on yleensä vähäinen eikä luonnonkuormien lisäksi ole muita hyötykuormia. Mitoituslumi- ja tuulikuormat ovat tilastollisia arvoja, jotka voivat kuitenkin joskus ylittyä. Ylikuorma saattaa johtaa vaurioon, ja siksi katolla olevaa lumimäärää pitää valvoa erityisesti keväällä, kun lumen vesipitoisuus on suuri. Mahdollista kattolumen poistotarpeen arviointia varten kannattaa katolle näkyvään paikkaan asentaa jonkinlainen lumen paksuuden mittari.

#### **Lumikuormat**

Keväällä noin 75-80 cm lumenpaksuus vastaa pahimmillaan mitoituslumikuormaa  $180 \text{ kg/m}^2$  (jos katolle kertyy jäätä, sen tiheys on suurempi kuin lumen tiheys). Kaarikattojen suurin kinostuma-alue on noin 30 asteen kaltevuuden kohdalla, missä lumikerroksen paksuus saattaa ohjeiden mukaan olla 2,5-kertainen verrattuna harjan kohtaan. Siellä missä katon kaltevuus on suurempi kuin 30 astetta, lumikuorma on kuitenkin taas pienempi (kuva 2).

Lumikuorman osalta on syytä tarkastaa laskelmista lumikuormalle ennakoitua jakautumaa (RakMk, osa B1 tai RIL-144), ja lumen kinostuminen, ja verrata sitä katon todellisiin olosuhteisiin. Laskelmissa käytetyt jakaumat tulee olla raportoitu suunnitteludokumentteihin ja huoltokirjaan. Jos pitemmän ajanjakson kokonaiskertymä on muodoltaan toisenlainen kuin mitä on arvioitu, tulee rakennelaskelmat tarkastaa vastaten todellista jakautumaa. Mikäli kohteessa on vaikuttanut lähes mitoituskuorman suuruinen rasitus, on kuormituksen poistuttua syytä tarkastaa onko syntynyt pysyviä muodonmuutoksia. Pysyvät muodonmuutokset ovat merkinä siitä, että joko kuorma on ollut yli suunnitellun tai rakenne on väärin suunniteltu ja tulee korjata.

Ilman liukusteitä lumi pääsee helposti liukumaan alas kaari- ja kupolikattoisten rakennusten katolta. Suunnittelijan tulee määräysten mukaan ottaa huomioon sekä lumen liukumisesta että sen mahdollisesta putoamisesta aiheutuva vaara, ja putoavan lumen dynaamiset vaikutukset alapuolisiin rakenteisiin. Lumen pysyessä kaltevalla katolla paikoillaan (joko kitkan tai liukusteiden ansiosta), siitä aiheutuu katon pinnan suuntainen kuormitus, joka tulee johtaa luotetavalla tavalla pääkannattajille ja sitä kautta perustuksille.



**Kuva 2.** Tosi esimerkki lumen kinostumisesta kaltevalla katolla. Harjalla lunta n. 20-25 cm.

## Tuulikuormat

Tuulikuorma on dynaaminen kuormitus, joka suunnittelijan tulee ottaa huomioon kolmen eri vaihtoehdoisen kuormitustapauksen avulla:

- rakennusta kaatava tuulikuormitus, joka lasketaan tuulen paineen ja imukuorman sekä rakennuksen tuulta vastaan olevan projektiopinnan tulona, ja tai se voidaan syöttää myös eri pintoihin kohtisuoraan kohdistuvina osapaineina tai nosteina, mikä mahdollistaa esimerkiksi tuulitunnelikoetulosten käyttämisen rakennusten kaatavana kuormituksena,
- rakennuksen pintoihin kohdistuva suurin painekuormitus, missä suurin paine syntyy mahdollisesti muusta kuormitustilanteesta kuin suurin rakennusta kaatava tuulikuormaresultantti. Kyseistä kuormitustapausta käytetään katon ja seinien paikallisia rakenteita ja niiden kiinnityksiä mitoitettaessa,
- tuulikuorman dynaaminen vaikutus, joka erityisesti korkeissa hoikissa rakenteissa saattaa olla myös väsyttävää. Normaalissa talonrakentamisessa tuulen dynaaminen vaikutus tulee ottaa kuntotarkastuksissa huomioon pelkästään liitosten löystymisenä, jolloin pulttikiinnitykset voivat löystyä ja rakenteen jäykkyys saattaa vähetä aiheuttaen ongelmia mm. sekundäärirakenteiden kiinnityksissä.

## 4. TARKASTETTAVIA KOHTIA JA LIITOKSIA

Rakenteiden kunnan tarkastukset kannattaa kohdistaa seuraaviin asioihin:

- tehdasvalmisteisten rakennuselementtien ja rakenneosien väliset ruuviliitokset,
- kokoonpanoliitoksissa käytettävien liitoskappaleiden kiinnityshitsit ja niiden kunto,
- rakenneosien ja -elementtien muodostaman kokoonpanon jäykistäminen,
- rakenteiden osien tuennat ja stabiliteetti sekä osien toimivuus,
- rakenteiden korroosioauriot.

Ohessa on valokuvia rakenteiden tärkeistä ja riskialttiista kohdista.

### 4.1 Rakenteiden ruuviliitosten kunto

Eri rakenneosien välisistä ruuviliitoksista pitää tarkastaa ainakin seuraavat kohdat :




<p>Ruuvien lukumäärät ja lujuusluokat tarkastetaan verrattuna piirustuksiin (liitoksen symmetrisyys/ epäsymmetrisyys, epäsymmetrian vaikutus?).</p> <p><b>Ruuvien kireyden tarkistus</b> (napautetaan vasaralla mutteria kiristyssuuntaan), muttereiden aukikiertäminen käsin ei saa olla mahdollista (mutterien löystyminen on yleisintä jäykistävien rakenneosien liitoksissa!). - Näkykö liitoksen ympärillä maalipinnoissa kulumia, jotka voivat aiheutua esim. osien liikkumisesta toistensa suhteen.</p>	
<p>Toisiinsa kiinnittyvien osien välisiä rakoja ei saa olla. Ne kertovat liitosten ruuvien löystymisestä (kuvassa lisäksi huomattavan suuri epäkeskeisyys mikä pienentää sauvan puristuskestävyyttä).</p> <p>Onko käytetty mitään menetelmää ruuviliitosten kiinnipysymisen varmistamiseksi (rikottu kierteet tai varmistusmutterilla).</p>	
<p>Vedetyistä ruuveista (kattoristikoiden <b>alapaarteiden laippaliitokset</b>) on tarkastettava, että mutterit eivät ole löystyneet tai ruuvi ole poikki, koska loput kireällä olevat ruuvit joutuvat ottamaan löystyneen ruuvin kuormituksen.</p> <p>Todetaan, millä menetelmällä on estetty mutterien aukikiertyminen ja ruuvien löystyminen?</p>	

#### 4.2 Rakenteiden hitsausliitosten kunto

Turvallisuusriskien hallitsemiseksi rakenteiden hitsit on syytä tarkastaa sekä valmistuksen yhteydessä konepajan laatujärjestelmän mukaisesti ohjeen B7 edellyttämällä tavalla, että rakenteiden vastaanottotarkastuksen yhteydessä rakennuspaikalla.

Hitsaustyön tekemiseksi voidaan vaatia menetelmäkoe tai muu standardissa SFS-EN ISO 15607 esitetty selvitys. Sen perusteella laaditaan ja hyväksytetään hitsausohje parametreineen (WPS). Hitsaajalta vaaditaan voimassa oleva pätevyys. Hitsaustyöstä pidetään hitsaustyöpöytäkirjaa, josta on mahdollista todeta, että työ on tehty hitsausohjeiden mukaisesti. Hitsausohje on erityisen tärkeä voimaa siirtävien pienahitsien osalta, koska pienahitsien ainettarikkoman tarkastus on käytännössä mahdollista vain poikkeustapauksissa (esimerkiksi putkipalkkien kylkiin hitsattavien varusteluosien tai jäykisteiden hitsejä ei yleensä voi tarkastaa).

Hitsausliitosten varsinaisia kuntotarkastuksia tarvitsee tehdä vain jos rakenteissa havaitaan epätoivottuja muutoksia. Hitseistä tulee tarkastaa seuraavassa taulukossa mainittuja seikkoja:

<p>Onko puuttuvia tai myöhemmin tehtyjä tai esim. korjattuja hitsejä? - Jos hitsejä puuttuu, ne pitää korjata, tai putket pitää sulkea muulla tavoin kosteuden kertymisen estämiseksi. - Huom! Kuvassa sovitusrinne.</p> <p>Onko hitsausliitoksella toisiinsa liittyvissä rakennosissa havaittavissa joko taipumia tai haitallisia muodonmuutoksia?</p>	
<p>Onko alamittaisia hitsejä? Rakenteiden alamittaiset hitsit, jos niitä havaitaan, pitää korjata ennen rakennosien asentamista.</p> <p>Rakenneluokkaan 1 ja 2 kuuluvien rakenteiden valmistajalla tulee olla valmistuksessa ja asennuksessa käytettävistä hitsausmenetelmistä hitsausohjeet (WPS).</p>	
<p>Onko korjauksia, tms. missä voi tapahtua rakenteiden liikkeitä toistensa suhteen? Onko hitseissä jälkiä käytönaikana tapahtuneista muutoksista?</p> <p>Rakennuspaikalla tehtyjen hitsaustöiden jälkeen pitää huolehtia rakenteiden pintojen uudesta suojaamisesta?</p>	



<p>Näkykö liitoksen ympärillä maalipinnoissa kulumia, jotka voisivat aiheutua osien liikkumisesta, tai onko hitsien maalipinta vaurioitunut tai onko hitseissä havaittavissa korroosiota?</p> <p>On tarkastettava niiden rakenneosien liitokset, joissa on havaittu värähtelyä esim. kovalla tuulella.</p>	
<p>Onko hitseissä havaittavissa halkeamia tai muita muutoksia (esim. maalipinnan halkeamia hitsien reunojen kohdilla tms.).</p> <p>Kaikki muodonmuutokset liitosten alueella (verratuna aiempaan tilanteeseen) tulee aina tarkastuttaa erikseen suunnittelijalla.</p>	
<p>Putkirakenteissa hitsausliitoksen hitsin koon on oltava riittävä myös putken kulman alueella (suurin osa putken aksiaalikuormasta siirtyy kulman alueella).</p> <p>Hitsausliitoksen tekeminen (ympärihitsaus) pitää ohjeiden mukaan aloittaa putken sivun keskeltä, ei kulmasta!</p>	
<p>Hitsien pinnassa sallitaan tietty määrä epätasaisuuksia ja muita pieniä virheitä. Niiden sallitut määrät on selitetty standardissa SFS-EN ISO 5817, ja riippuvat sovellettavasta hitsausluokasta. Teräsrakenteilta vaaditaan yleensä luokkaa C. (**)</p> <p>Mahdolliset asennushitsit pitää tehdä noudattaen samoja standardin SFS 2373 mukaisia ohjeita, kuten muutkin hitsausliitokset.</p>	

\*\*)

Ns. sovitusrakenteen (virhe numero 617) osalta suositellaan nykyisin käytettäväksi hitsausluokkaa B. - Sovitusrakenteen tarkoittaa pientä ilmarakoa, joka tulee esimerkiksi yhteen liitettävien putkiprofilien väliin. Ilmarakon suuruus pitää minimoida valmistuksessa, koska se hitsattaessa jää normaalisti piiloon (vrt. edellisen sivun ensimmäinen valokuva) eikä tätä kestävyysvoimakkaita vaikuttavaa virhettä voi enää myöhemmin havaita.

### 4.3 Rakennusten rakenneosien ja -elementtien jäykistäminen

Liikuntapaikkarakenteiden kuormitukset ovat staattisia, eivätkä ne aiheuta värähtelyjä tai väsymistä. Kovan tuulen aikana on kuitenkin mahdollista nähdä rakenteiden muodonmuutoksia tai kuulla ääniä, jotka viittaavat ongelmiin, jotka pitää mahdollisesti korjata. Tuuli on dynaaminen kuorma, joka helposti löystyttää kiinnityksiä, joiden kireys ei ole riittävä tai joita ei ole alunperin varmistettu. Rakenteiden sivusiirtymät pitää kontrolloida jäykistävillä rakenneosilla (mm. hallin pituussuunnassa), jotka siirtävät vaakakuormitukset perustuksille.

Tarkastettavia rakennusosia tai kohtia ovat esim. :

<p>Tarkastetaan pilarien yläpään kiinnitykset kattokannattajiin. Rakenneosissa vaikuttavat kuormitukset saavat monesti suurimmat arvonsa rakenteiden liitoksissa ja sama koskee rakenneosien kiertymiä. Suuret kiertymät voivat aiheuttaa pulmia rakenteiden ja kuorirakenteiden liitoksissa.</p> <p>Palkkien ja pilarien poikkeama tuella muuhun tukirakenteeseen nähden saa olla enintään 5 mm.</p> <p>Pilarin vinous (sivusuuntaan) <math>e_p</math> yhden kerroksen matkalla saa olla enintään <math>e_p = h / 280</math>.</p> <p>Esim. jos <math>h = 6</math> m, <math>e_p = 6000 / 280 = 21,4</math> mm</p>	
<p>Tarkastetaan hallin pitkien sivujen tuuliristikoiden liitokset mahdollisten löystyvien ruuvien tms. takia.</p> <p>Rakennuksen pitkällä seinillä on edullista olla kahdet jäykistysdiagonaalit tai henkseliristikot, yhdet kummassakin päässä, koska pituussuuntaisten rakenteiden kyky siirtää kuormia on rajallinen ja liitoksissa voi olla väljyyttä.</p>	
<p>Tarkastetaan pilareiden pystysuoruus, ja pilareiden asento muihin pilareihin nähden.</p> <p>Tarkastus voidaan tehdä katsomalla pilari ja palkkirivejä rakennuksen päästä jolloin poikkeamat on mahdollista havaita helposti.</p> <p>Pilarin käyryys saa olla enintään <math>h/1000</math> ja palkin tai kattoristikon alkukäyryys saa olla enintään <math>L / 650</math>, tai 40 mm.</p> <p>Esim.: Jos <math>h = 5</math> m, käyryys saa enintään olla 5 mm!</p>	

#### 4.4 Rakenteen tuennat ja stabiliteetti

Rakenteista on niiden käytön aikana tarkistettava rakennetta tukevien (stabiloivien) rakenneseosien kunto. Normaalisti stabiloiviin rakenneseosiin ei pienillä hyötykuormilla aiheudu juuri mitään kuormituksia, minkä takia ne mitoitetaan suurimmista sallituista vinouksista ja epäkeskeisyyksistä aiheutuville kuormituksille. Stabiloivat voimat ovat joko vetovoimia tai puristusvoimia, ja ne saattavat olla arvioituja suuremmat jos rakentamisessa ei ole noudatettu vinoudelle tai epäkeskeisyyksille asetettuja raja-arvoja. Suurilla hyötykuorma-arvoilla kyseiset rakenneseosat saattavat nurjautaa tai lommahtaa paikallisesti, mistä osiin aiheutuu näkyviä pysyviä muodonmuutoksia. Joissakin tapauksissa tällainen voi heti johtaa sortumiseen.

Tarkastettavia yksityiskohtia ovat mm. :

<p>Tarkastetaan pilarin sisemmän laipan tai paarteen tuenta erityisesti hallin seinän ja katon liittymäkohdassa.</p> <p>Tarkastetaan ovatko kattokannattajat pysyneet omassa tasossaan, vai onko sivusiirtymiä tai näkyviä tasoeroja. Tasomaisuudet voi helposti tarkastaa laser-säteen (laserkynä tms.) avulla.</p>	
<p>Kattoristikoiden ylä- tai alapaarteiden pysyminen tasossaan hoidetaan sivuttaistuennoilla, jotka ovat hallin pituussuuntaisia tankoja.</p> <p>Tarkastetaan kattokannattajien ylä- ja alapaarteen kiepahdustuenta, tukien taipumat ja muodonmuutokset sekä tukien kiinnitys joko hallin päätyihin tai vinositeillä kattotasoon.</p>	
<p>Tarkastetaan hallin päädyn tuulikuormien siirtäminen rakenneseosia pitkin kattotason vaakaristikoidelle ja niiden avulla pitkien sivujen tuuliristikoidelle.</p> <p>Ajoaukkojen vieressä olevat kantavat pilarirakenteet pitää suojata törmäyskuormilta.</p> <p>Tarkastetaan katon ja seinien verhoilussa käytettyjen profiilipeltien tai kuorielementtien kiinnitys ja lomittaminen siten, että kullekin kehälle kertyy sama kuormitus. Jos ei ole lomitettu, kehän mitoituslaskelmat tulee tarkastaa vastaavasti.</p> <p>Mahdollisten alakatto- tai sisäpuolisten kuorirakenteiden kunto ja kiinnitykset.</p>	



Hallin ulkokuorien (profiilipelti, villakasetti tms.) kiinnitysruvien kiinnipysyminen tulee tarkastaa ajoittain. Kuorien irtoaminen voi pahimmillaan johtaa rakenteiden sortumiseen tuulen paineen kohdistuessa eri kohtiin kuin on suunniteltu.

Rakenteeseen voi tulla rakoja, jotka aiheuttavat tuulen painetta paikoissa, missä sitä ei ole otettu mitoituksessa huomioon (saattaa paljastua esim. vesivahinkona).



#### **4.5 Rakenteiden korroosioauriot**

Teräsrakenteiden korroosiovaara kehittyy ajan mukana siten, että aktivoitumisaikana korroosiota ei juuri esiinny, mutta sen jälkeen korroosio alkaa melko nopeasti vaikuttaa ja näkyä. Eri-laisten teräsrakenneseosten korroosiosta ja käyttöikäarvoista on saatavissa tietoa valmistajilta. Pienikin ruostuminen on merkki siitä, että kosteusrasitus on ennakoitua suurempi.

Kuorirakenteiden suojaamien kantavien teräsrakenteiden korroosioriskiin vaikuttaa rakennuksen sisäpuoliset olosuhteet, kuten lämpötila, ilman kloridipitoisuus ja emäksisyys ym. seikkoja. Liikuntatiloissa uimahalleja ja eläinten suojia lukuunottamatta ei yleensä ole erityisen suurta korroosioriskiä. Teräsrakenteet yleensä suojataan joko metallisilla pinnoitteilla (kuumasinkitys, tms.) tai orgaanisilla pinnoitteilla (maalit).

Liikuntatilojen osalta korroosiolle alttiina ovat lähinnä:

- rakennuksen ohutlevystä valmistettu ulkokuori, jolle huoltokirjassa on syytä mainita sen ennakoitu käyttöikä ja korjaavat tai huoltotoimet,
- aukkojen reunat ja listat, joihin kohdistuu kosteusrasitus yhdessä yleensä likaavan taa-jamailmaston kanssa,
- muut laitteiden ja putkien läpiviennit seinissä ja katossa,
- mahdolliset kloridirasitukselle alttiit kohdat, kuten esimerkiksi pilareiden alapää ja peruspultit, jos niihin voi vaikuttaa lika ja roiskeet.

Rakenteiden suojauksesta korroosion varalta löytyy ohjeita B7:n kohdasta 10. Rakenteiden kuntotarkastus korroosion varalta on hankalaa. Oleellisinta on seurata tilannetta ja muutoksia. Sinkityn pinnan kunnan arvioimiseen ei ole olemassa hyvää kenttäkelpoista ohjetta /standardia. Suojamaalattujen pintojen korroosion tarkastamiseksi voidaan jaksotettujen kuntotarkastusten varalta poimia alla mainituista standardeista oleelliset tarkastuksessa tarvittavat kohdat:

ISO 4628-1 Yleisten virhetyyppien voimakkuus, määrä ja koko

ISO 4628-2 rakkuloitumisaste;

ISO 4628- 3 ruostumisaste

ISO 4628-4 halkeilemisaste;

ISO 4628-5 hilseilyaste

LIITE 1

# TERÄSRAKENTEIDEN PERUSKUNTOTARKASTUS YLEISTIEDOT (tämä sivu täytetään ja talletetaan vain kertaalleen)

KOHDE	_____.
Osoite	_____.
Omistaja / haltija	_____.
Tarkastaja(t)	_____.
Tarkastuspvm	_____.

## Rakennuksen yleistiedot ja mitat:

Pituus \_\_\_\_\_ m, leveys (jänneväli) \_\_\_\_\_ m, vapaa korkeus \_\_\_\_\_ m.

Rakennuksen muoto: \_\_\_\_\_

Pääkannattajia leveyssuunnassa yht. \_\_\_\_\_ kpl, kehäväli \_\_\_\_\_ m.

Pääkannattajan rakennetyyppi: \_\_\_\_\_  
(palkki, ristikkopalkki, kaari, vetotangollinen kaari, muu rakenne)

Pääkannattajien sidonta sivusuunnassa (tasossa pysyminen):

Yläpaarre: \_\_\_\_\_

Alapaarre: \_\_\_\_\_

Pääpilarit, rakennetyyppi: \_\_\_\_\_

Päätypilarit, rakennetyyppi: \_\_\_\_\_

Peruspultteja / pilari, pääpilarit: \_\_\_\_\_ kpl, päätypilarit \_\_\_\_\_ kpl

Pituussuuntaiset rakenteet, myös kuorirakenteet

katossa: \_\_\_\_\_

Seinillä: \_\_\_\_\_

Jäykistys: Pituusuunnassa: \_\_\_\_\_

Leveyssuunnassa: \_\_\_\_\_

## Luettelo kuntotarkastuksissa tarvittavista mittavälineistä, laitteista ja työkaluista

Tarvikkeet, laitteet ja muu varustus	K	S
• Täydelliset teräsrakenteiden rakennesuunnitelmat ja laskelmat	*	
• Lista edellisen kuntotarkastuksen havainnoista		(*)
• Suunnitelma tarkastuskohdista, ja muistiinpanovälineet	*	*
• Tarkastuslomakkeet, kopio tämän dokumentin liitteestä 2 (3)	*	*
• Nostolava, ja sen siirtoon tarvittava laitteisto	*	*
• Tikapuut tms.	*	*
• Metrimitta, ja vatupassi	*	*
• Kiikari ja kamera (+ kameran seisontatuki)	*	
• Kunnollinen lisävalaisin (halogeenivalaisin) ja jatkojohto (50 m)	*	*
• Pienahitsitulkki	*	
• Pulttiavain -sarja tai jakoavain tai vastaava	*	*
• Rakotulkki	*	
• Vasara, suorakulma	*	*
• Laserkynä tai vastaava	*	

### Huom!

Perus- ja jaksotetun kuntotarkastuksen (Liite 2) tekemisessä tarvittavat työkalut ja välineet on merkitty sarakkeeseen K, ja seurantatarkastuksissa (Liite 3) tarvittavat välineet on merkitty sarakkeeseen S.

LIITE 2

**RAKENTEIDEN PERUS / JAKSOTETTU KUNTOTARKASTUS**

<b>KOHDE</b>	_____.
Tarkastaja(t)	_____.
Tarkastuspvm	_____ Edell. tarkastus vuonna _____.

**Käyttöohje:**

- Käy hallista läpi listassa mainitut kohteet ja yleisemmät tarkastuksen aiheet, kuittaa tarkastus tehdyksi kohta kohdalta.
- Merkitse puutteet, poikkeamat ja havainnot (myös mittaustulokset) kohtaan Havainnot.
- Tarkastuksen jälkeen käsittele havainnot, luokittele niiden vakavuus ja suunnittele toimenpiteet (korjattava **ENSI**sijaisesti tai **TOIS**sijaisesti).

Kohde tai tarkastuksen aihe	Kuitt.	Havainnot
<b>KUORMAT JA POIKKEAMAT ALKUTILANTEESTA</b>	ruksaa	Mittaukset, arvot, huomiot ja muut kommentit
Onko edellisen kuntotarkastuksen jälkeen ollut erityisen lumisia talvia? Milloin?		
Onko havaintoja lumien liukumisesta kattolla tai putoamisesta alempana olevien rakenteiden päälle?		
Tuulikuorma: Onko rakenteisiin edellisen kuntotarkastuksen jälkeen kohdistunut kovia (myrsky)tuulia? Milloin?		
Erikoiskuormat ja tilanteet: Onko ollut törmäyksiä tai jotain muita onnettomuustilanteita?		
Onko rakennuksessa ollut vesivahinkoja tai muita erikoiseksi luokiteltavia tapahtumia tai ilmiöitä (joiden syy on epäselvä)?		
Onko rakenteissa havaittu värähtelyjä tai ylisuuria taipumia?		
Onko rakenteille jouduttu tekemään vika- korjauksia edellisen tarkastuksen jälkeen? Mistä syystä?		

Tarkastuslista jatk.

<b>Kohde tai tarkastuksen aihe</b>	<b>Kuitt.</b>	<b>Havainnot</b>
ONNETTOMUUDET: Onko rakennuksen käyttäjille tapahtunut sisällä (muita kuin itseaiheutettuja) onnettomuuksia?		
Onko rakennuksessa ripustuksia tai jotain mahdollisesti putoavia rakenneosia tai lisärakenteita?		

<b>RUUVILIITOKSET:</b>		Mittaukset, arvot, huomiot ja muut kommentit
Tarkasta ruuvien lukumäärät ja lujuusluokat verrattuna piirustuksiin (jos ei aiemmin ole tarkastettu). Kts. B7, kohta 5.2		
Ruuviliitosten symmetrisyys/epäsymmetrisyys: Onko liitosdetaljeissa nähtävissä muodonmuutoksia?		
Näkyykö liitoksen maalipinnoissa kulumia, jotka voivat aiheutua osien liikkumisesta toistensa suhteen?		
Onko toisiinsa kiinnittyvien osien välisissä ruuviliitoksissa rakoja? Tarkasta muttereiden kiinnipysyminen per liitos.		Lista, mitta:
Mitä menetelmää on käytetty ruuviliitosten kiinnipysymisen varmistamiseksi (rikottu kierteet tai varmistusmutterilla)? Kts. B7, kohta 9.3.4		
Tarkasta vedetyt ruuviliitokset (esim. kattoristikoiden alapaarteiden laippaliitokset), että mutterit eivät ole löystyneet.		
Tarkasta jäykistävien rakenteiden liitosten ruuvien kireydet?		
Onko peruspulteissa tai perustuksissa havaittavissa vaurioita tai liikkeitä, tai halkeamia betoniosissa?		



Kohde tai tarkastuksen aihe	Kuitt.	Havainnot
<b>HITSAUSLIITOKSET</b>		<b>Huom!</b> Hitsausliitosten tarkastaminen on tärkeintä vastaanottotarkastuksen yhteydessä!
Onko puuttuvia tai myöhemmin tehtyjä esim. korjattuja hitsejä?		
Onko hitsausliitoksissa havaittavissa muodonmuutoksia toisiinsa liittyvissä rakennesissa?		
Onko hitsien maalipinta vaurioitunut tai onko hitseissä havaittavissa korroosiota?		
Onko hitseissä havaittavissa halkeamia tai muita muutoksia (esim. maalin halkeamia hitsien reunojen kohdilla tms.)?		
Onko putkirakenteiden hitsausliitoksista havaittavissa, että hitsin koko on pienempi putken kulman alueella?		
Ovatko mahdolliset asennushitsit pysyneet virheettöminä (jos näkyvissä)?		
Onko pilareiden yläpään kiinnityksissä katkokannattajiin havaittavissa vaurioita tai muodonmuutoksia?		
Muita hitsausliitoksiin liittyviä havaintoja:		
<b>Muita havaintoja:</b>		

Tarkastuslista jatk.

Kohde tai tarkastuksen aihe	Kuitt.	Havainnot
<b>JÄYKISTYS JA TUKEMINEN</b>		Mittaukset, arvot, huomiot ja muut kommentit
Tarkasta pilareiden pystysuoruus ja asento muihin pilareihin nähden. Kts. B7, kohta 9.5		Mittaustulokset:
Tarkasta ristikkorakenteisten <b>pilari</b> ien pariteiden tuenta, ja erityisesti sisemmän pariteiden tuenta.		
Tarkasta hallin seinän ja katon liittymäkohdassa, ovatko kattokannattajat tasossaan tai onko pilareissa painumia.		Poikkeamat, mitat:
Tarkasta hallin päästä katsoen ovatko kattoristikoiden ylä- ja alapaarteet pysyneet tasossaan.		Poikkeamat, mitat:
Tarkasta katon pääkannattajien ylä- ja alapaarteiden sivuttaistuenta. Ovatko tuet suoria? Onko nurjantaneita?		
Tarkasta onko pääkannattajien sivuttaistuet kiinnitetty hallin päätyihin tai vinositeillä kattotasoon. (domino -efektin välttäminen).		
Tarkasta päätypilarien kiinnitykset kattotason vaakaristikoihin.		
Tarkasta onko ajoaukkojen vieressä olevat kantavat rakenteet suojattu törmäyskuormalta?		
Tarkasta harjan, räystäiden ja rakenteen muiden linjojen ja tasojen suoruus.		
Tarkista katon ja seinien verhoilussa käytettyjen profiilipeltien tai kuorielementtien kiinnitykset.		

Tarkastuslista jatk.

Kohde tai tarkastuksen aihe	Kuitt.	Havainnot
<b>KORROOSIO JA KULUMINEN</b>		Mittaukset, arvot, huomiot ja muut kommentit
Tarkasta mahdollisten alakaton tai sisäpuolisten kuorirakenteiden kunto ja kiinnitykset.		
Tarkasta hallin ulkokuorien (profiilipelti tai villakasetti tms.) kiinnitysruuvien kiinnitysminen räystäiden lähellä.		
Tarkasta hallin katon lumen liukumisesteiden kunto ja kiinnipysyminen.		
Tarkasta onko rakenteiden pinnoissa ollut kondensoitunutta kosteutta.		
Tarkasta läpiviennit, aukkojen reunat ja listat, joihin kohdistuu kosteusrasitus yhdessä likaavan taajamailmaston kanssa.		
Onko rakennuksen ulkopinnoissa tai sen osissa havaittavissa muutoksia tai irtoamisia?		
Tarkasta teräsrakenteiden palosuojaus ja sen kiinnipysyminen. Kts. B7, kohta 8		
Tarkasta ripustukset kantaviin rakenteisiin sekä niiden liitokset.		
<b>Muita kohtia:</b>		

**MUUT MAHDOLLISET RAKENNUKSEN KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJEESEEN  
MERKITYT TARKASTUSKOHTEET:**

Kohde tai tarkastuksen aihe	Kuitt.	Havainnot
MUUT TARKASTUSKOHTEET		Mittaukset, arvot, huomiot ja muut kommentit

## TERÄSRAKENTEIDEN SEURANTATARKASTUS

KOHDE	_____.
Tarkastaja(t)	_____.
Tarkastuspvm	_____ Edell. tarkastus, pvm. _____.

Teräsrakenteiden seurantatarkastukset tehdään hallikohteen kunnossapidosta vastaavan henkilöstön toimesta käyttö- ja huolto-ohjeen mukaisessa laajuudessa ja siinä esitetyllä jaksotuksella.

Seurantatarkastuksien tuloksia verrataan ensimmäisen kuntotarkastuksen ja aiempien seurantatarkastusten tuloksiin. Merkittävistä muutoksista aiempiin tulee konsultoida rakennesuunnittelijan kanssa.

### TARKASTUSLISTA - KUORMAT JA RAKENNEOSAT (KUNNOSSAPIDON TARKASTUSLISTA)

#### Käyttöohje:

- Käy hallista läpi listassa mainitut kohteet ja yleisemmät tarkastuksen aiheet, kuittaa tarkastus tehdyksi kohta kohdalta.
- Merkitse puutteet, poikkeamat ja havainnot (myös mittaustulokset) kohtaan Havainnot.
- Tarkastuksen jälkeen käsittele ja vertaa havaintoja aiempaan listaan, luokittele niiden vakavuus ja suunnittele toimenpiteet (korjattava **ENSI**sijaisesti tai **TOIS**sijaisesti).

Kohde tai tarkastuksen aihe	Kuitt.	Havainnot
<b>KUORMAT JA POIKKEAMAT ALKUTILANTEESTA</b>	ruksaa	Mittaukset, arvot, huomiot ja muut kommentit
Onko edellisen jaksotetun kuntotarkastuksen jälkeen ollut erityisen lumisia talvia? Milloin?		
Onko havaintoja lumien liukumisesta kattolla tai putoamisesta alempana olevien rakenteiden päälle?		
Tuulikuorma: Onko rakenteisiin edellisen kuntotarkastuksen jälkeen kohdistunut kovia (myrsky)tuulia? Milloin?		
Erikoiskuormat ja tilanteet: Onko ollut törmäyksiä tai jotain muita onnettomuustilanteita?		
Onko rakennuksessa ollut vesivahinkoja tai muita erikoiseksi luokiteltavia tapahtumia tai ilmiöitä (joiden syy on epäselvä)?		
Onko rakenteissa havaittu värähtelyjä tai ylisuuria taipumia?		
Onko rakenteille jouduttu tekemään vika- korjauksia edellisen tarkastuksen jälkeen? Mistä syystä?		
ONNETTOMUUDET: Onko rakennuksen käyttäjille tapahtunut sisällä (muuta kuin itseaiheutettuja) onnettomuuksia?		
Onko rakennuksessa ripustuksia tai jotain mahdollisesti putoavia rakenneosia tai lisärakenteita?		
<b>Muuta:</b>		

Tarkastuslista jatk.

<b>RUUVI- JA HITSAUSLIITOKSET:</b>		Mittaukset, arvot, huomiot ja muut kommentit
Onko ruuviliitoksissa tai liitosdetaljeissa nähtävissä pysyviä muodonmuutoksia?		
Näkyykö liitoksen maalipinnoissa kulumia, jotka voivat aiheutua osien liikkumisesta toistensa suhteen?		
Onko toisiinsa kiinnittyvien osien välisissä ruuviliitoksissa rakoja? Tarkasta muttereiden kiinnipysyminen per liitos.		
Tarkasta vedetyt ruuviliitokset (esim. kattoristikoiden alapaarteiden laippaliitokset), että mutterit eivät ole löystyneet.		
Tarkasta jäykistävien rakenteiden (diagonaalit seinillä) liitosten ruuvien kireydet?		
Onko peruspulteissa tai perustuksissa havaittavissa vaurioita tai liikkeitä, tai halkeamia betoniosissa?		
Onko hitsausliitoksissa havaittavissa muodonmuutoksia toisiinsa liittyvissä rakennesissa?		
Onko hitsien maalipinta vaurioitunut tai onko hitseissä havaittavissa korroosiota?		
Onko hitseissä havaittavissa halkeamia tai muita muutoksia (esim. maalin halkeamia hitsien reunojen kohdilla tms.)?		
Ovatko mahdolliset asennushitsit pysyneet virheettöminä (jos näkyvissä)?		

Tarkastuslista jatk.

Kohde tai tarkastuksen aihe	Kuitt.	Havainnot
<b>JÄYKISTYS JA TUKEMINEN</b>		Mittaukset, arvot, huomiot ja muut kommentit
Tarkasta pilareiden pystysuoruus ja asento muihin pilareihin nähden.		Mittaustulokset:
Tarkasta hallin seinän ja katon liittymäkohdassa, ovatko kattokannattajat tasossaan tai onko pilareissa painumia.		Poikkeamat, mitat:
Tarkasta hallin päästä katsoen ovatko kattoristikoiden ylä- ja alapaarteet pysyneet tasossaan.		Poikkeamat, mitat:
Tarkasta katon pääkannattajien ylä- ja alapaarteiden sivuttaistuenta. Ovatko tuet suoria? Onko nurjahtaneita?		
Tarkasta harjan, räystäiden ja rakenteen muiden linjojen ja tasojen suoruus.		

Kohde tai tarkastuksen aihe	Kuitt.	Havainnot
<b>KORROOSIO JA KULUMINEN</b>		Mittaukset, arvot, huomiot ja muut kommentit
Tarkasta mahdollisten <b>alakaton</b> tai sisäpuolisten kuorirakenteiden kunto ja kiinnitykset.		
Tarkasta hallin ulkokuorien (profiilipelti tai villakasetti tms.) kiinnitysruuvien kiinnitysminen räystäiden lähellä.		
Tarkasta hallin katon lumen liukumisesteiden kunto ja kiinnitysminen.		
Tarkasta onko rakenteiden pinnoissa ollut kondensoitunutta kosteutta.		



Tarkastuslista jatkuu

Tarkasta läpiviennit, aukkojen reunat ja listat, joihin kohdistuu kosteusrasitus yhdessä likaavan taajamailmaston kanssa.		
Onko rakennuksen ulkopinnoissa tai sen osissa havaittavissa muutoksia tai irtoamisia?		
Tarkasta teräsrakenteiden palosuojaus ja sen kiinnipysyminen.		
Tarkasta ripustukset kantaviin rakenteisiin sekä niiden liitokset.		

**MUUT MAHDOLLISET RAKENNUKSEN KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJEESEEN MERKITYT TARKASTUSKOHTEET:**

<b>Kohde tai tarkastuksen aihe</b>	<b>Kuitt.</b>	<b>Havainnot</b>
<b>MUUT TARKASTUSKOHTEET</b>		Mittaukset, arvot, huomiot ja muut kommentit