

Matti-Pekka Myllynen

**KANTAVIEN TERÄSRAKENTEIDEN TARKASTAMINEN TEOLLISUUSKOH-
TEISSA**

KANTAVIEN TERÄSRAKENTEIDEN TARKASTAMINEN TEOLLISUUSKOHTEISSA

Matti-Pekka Myllynen
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, talonrakennustekniikka

Tekijä: Matti-Pekka Myllynen

Opinnäytetyön nimi: Kantavien teräsrakenteiden tarkastaminen teollisuuskohteissa

Työn ohjaaja: Antti Ukonmaanaho

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 31 + 3 liitettä

Suomessa on viime vuosikymmenten aikana tullut ilmi lukuisia laajarunkoisten rakennusten rakenteellisia ongelmia. Teräsrakenteiden tarkastustoiminnalla tähdätään rakenteiden turvallisuuden varmistamiseen sekä vaurioitumisesta johtuvien taloudellisten vahinkojen ehkäisemiseen. Lisäksi tarkastukset mahdollistavat rakennuksen pitkäjänteisen ja suunnitelmallisen ylläpidon.

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä teräsrakenteiden tarkastustoimintaan ja kuvailla tarkastustoiminnan vaiheet. Lisäksi tarkoituksena oli laatia tarkastustoiminnassa ja kunnossapitosuunnitelmassa käytettävät asiakirjapohjat opinnäytetyön tilaajayritys Sweco Rakennetekniikka Oy:lle

Opinnäytetyö rajattiin käsittelemään laajarunkoisia teräsrakenteisia teollisuusrakennuksia. Aluksi perehdyttiin rakennuksen omistajan lainsäädännöllisiin velvoitteisiin rakennuksen kunnossapidosta sekä teräsrakenteiden tarkastukseen liittyviin ohjeisiin. Sen jälkeen koottiin tiedot teräsrakenteiden tarkastuskohteista ja niihin liittyvistä ongelmista. Lopuksi tehtiin tarkastustoiminnassa tarvittavat asiakirjapohjat ja ohjeistettiin niiden käyttöön.

Opinnäytetyössä saatiin laadittua Sweco Rakennetekniikka Oy:n käyttöön teräsrakenteiden tarkastuksessa käytettävät asiakirjapohjat, joiden avulla tarkastuksen dokumentointi on sujuvaa ja järjestelmällistä. Asiakirjapohjat on otettu päivittäiseen käyttöön teräsrakenteiden tarkastuksissa. Jatkossa asiakirjapohjia voisi laajentaa kattamaan myös betonirakenteiden tarkastuksia.

Asiasanat: Teräsrakenteet, kuntotarkastus, teollisuusrakennukset

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, House Building Engineering

Author: Matti-Pekka Myllynen

Title of thesis: Inspection of Load-bearing Steel Structures at Industrial Sites

Supervisor: Antti Ukonmaanaho

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021

Number of pages: 31 + 3 appendices

The purpose of the inspection of steel structures is to prevent economic harm due to damage to the structures. Inspections also allow for scheduled maintenance of the building.

The goal of the thesis was to assemble a comprehensive guide to the condition inspection activities of industrial steel structures. The reader of the thesis should acquire a clear view of all stages of the inspection. The process flowchart model helps the reader to understand the internal processes of inspection activity and their dependencies.

Furthermore, the necessary document templates were made for the condition inspection of steel structures. Document templates make it easier to document the inspection.

Keywords: Steel structures, Condition Inspection, Industrial Buildings

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	KANTAVIEN RAKENTEIDEN TARKASTUSTEN PERUSTEET	8
2.1	Lain asettamat velvoitteet rakennuksen turvallisuuden varmistamiseksi	8
2.2	Taloudelliset intressit	9
3	TERÄSRAKENTEIDEN TARKASTAMINEN	11
3.1	Kuntotarkastusten aikataulu	11
3.2	Kuntotarkastustyypit ja niiden laajuudet	11
3.2.1	Perustarkastus (PT)	12
3.2.2	Laajennettu perustarkastus (LPT)	13
3.2.3	Eryistarkastus (ET)	13
3.2.4	Jatkuva seuranta	13
3.3	Kohteen lähtötietojen hankinta	13
3.4	Mahdollisten vaurioiden kohdentaminen	14
3.4.1	Liitokset	15
3.4.2	Ympäristön rasitukselle alttiit rakenteet	17
3.4.3	Väsymiselle alttiit rakenteet	19
3.4.4	Käytettyjen suunnitteluratkaisujen mahdolliset ongelmakohdat	20
3.4.5	Tuennat ja stabiliteetti	20
4	TARKASTUSPROSESSI JA TARKASTUKSEN DOKUMENTOINTI	21
4.1	Lähtötietojen varmentaminen kohteessa	21
4.2	Tarkastusohjelman laadinta	22
4.3	Vaurioiden kirjaaminen kohteessa	22
4.4	Tarkastuspöytäkirjan laadinta	23
4.5	Tarkastuskohteen tuloksien analysointi	24
5	JATKOTOIMENPITEET	25
5.1	Välittömät toimenpiteet	25
5.1.1	Lisätarkastukset	25
5.1.2	Korjaussuunnitelma	26
5.1.3	Osittainen käyttökielto	26
5.2	Jatkotarkastukset	27
5.2.1	Vuositarkastus	27

5.2.2	5-vuotistarkastus.....	27
5.2.3	10-vuotistarkastus.....	27
5.2.4	Kunnossapitosuunnitelma.....	28
6	YHTEENVETO.....	29
	LÄHTEET.....	30
	LIITTEET.....	32
	Teräsrakenteiden tarkastuksen prosessikaavio liite 1	
	Teräsrakenteiden kuntotarkastus -raporttipohja liite 2	
	Teräsrakenteiden kunnossapitosuunnitelma -raporttipohja liite 3	

1 JOHDANTO

Viime vuosikymmenten aikana on tullut ilmi laajarunkoisten rakennusten vakavia rakenteellisia ongelmia. Ongelmat ovat johtuneet virheistä rakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa, mutta myös osittain puutteellisesta kunnossapidosta. Mahdollisista ongelmista ja rakenteiden kunnosta saadaan luotettavaa tietoa vain oikein ajoitetuilla ja riittävän laajoilla rakenteiden tarkastuksilla. Säännöllinen tarkastustoiminta sekä tarkastusten perusteella tehdyt huolto- ja kunnossapitotoimet, mahdollistaa rakennuksen turvallisen ja taloudellisen käytön koko rakennukselle suunnitellun käyttöajan ajan.

Opinnäytetyön tavoitteena on kantavien rakenteiden tarkastustoiminnan kehittäminen työn tilaajalle, Sweco Rakennetekniikka Oy:lle. Tarkoituksena on, että työn tuloksena syntyvän tarkastusohjeen avulla voidaan laatia teräsrunkoisen teollisuusrakennuksen kantavien rakenteiden tarkastus- ja kunnossapito-ohjelma.

Työn aluksi perehdytään tarkastustoiminnan perusteisiin sekä aiheesta kirjoitettuihin materiaaleihin. Asiakirjoille asetettuja tarpeita kartoitetaan haastattelemalla tarkastajia. Lopuksi päivitetään tarkastustoiminnassa tarvittavat asiakirjapohjat vastaamaan tarkastajien tarpeita.

Sweco Rakennetekniikka Oy on rakennesuunnittelun markkinajohtaja Suomessa. Maanlaajuisesti Swecolla toimii yli 800 rakennesuunnittelijaa ja palvelu kattaa kaikki rakennesuunnittelun osa-alueet, kohdetyypit ja materiaalit. Viimeaikaisia suunnittelukohteita ovat olleet mm. Äänekosken biotuotetehdas, Supercellin pääkonttori sekä Helsingin Olympiastadionin peruskorjaus.

2 KANTAVIEN RAKENTEIDEN TARKASTUSTEN PERUSTEET

Turvallinen ja kestävä rakennus edellyttää hyvää suunnittelua ja toteutusta sekä tarvittaessa kunnossapitoa, joka sisältää tarvittavat tarkastukset. Rakennuksen ikääntymisestä, käytön aikaisesta kulumisesta, huollon laiminlyönneistä ja mahdollisista suunnittelu- ja/tai rakennusvirheiden aiheuttamista vaikutuksista rakennuksen turvallisuuteen päästään selvyteen vain riittävän laajoilla tarkastuksilla ja seurannalla. Tarkastuksilla voidaan ehkäistä rakenteiden äkillisiä vaurioitumisia, jotka saattavat aiheuttaa suuria taloudellisia menetyksiä. (1, s. 9.)

2.1 Lain asettamat velvoitteet rakennuksen turvallisuuden varmistamiseksi

Kantavien teräsrakenteiden tarkastuksen tavoitteena on varmistaa rakennuksen turvallisuus. Lain mukaan rakennuksen kunnossapidosta vastaa rakennuksen omistaja. Maankäyttö- ja rakennuslain 166§:ssä rakennuksen omistajaa veloitetaan huolehtimaan rakennuksen turvallisuuden ja käyttökelpoisuuden vaatimuksista (kuva 1). Samassa lain kohdassa veloitetaan myös seuraamaan rakennuksen kantavien rakenteiden kuntoa. (2, 166§.)

Mikäli epäillään rakennuksen kunnossapidon laiminlyöntien aiheuttavan vaaraa rakennuksen käyttäjien turvallisuudelle, mahdollistaa MRL 166§ kunnan rakennusvalvontaviranomaisen vaatimaan, että rakennukselle tehdään turvallisuuteen liittyviä kuntotutkimuksia ja korjauksia. Viranomainen voi myös määrätä rakennuksen käyttökieltoon tai jopa purettavaksi, mikäli kunnossapidon laiminlyönnit ovat merkittäviä. (2, 166§.)

Teollisuusrakennus on aina työpaikka, joten myös työturvallisuuslaki asettaa velvoitteita rakennuksen kunnossapidolle. ”Työnantajan on työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työstä, työajoista, työtilasta, muusta työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät sekä, jos niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle” (3, 10§).

166 §

Rakennuksen kunnossapito

Rakennus ympäristöineen on pidettävä sellaisessa kunnossa, että se jatkuvasti täyttää terveellisuuden, turvallisuuden ja käyttökelpoisuuden vaatimukset eikä aiheuta ympäristöhaittaa tai rumenna ympäristöä. Rakennus ja sen energiahuoltoon kuuluvat järjestelmät on pidettävä sellaisessa kunnossa, että ne rakennuksen rakennustapa huomioon ottaen täyttävät energiatehokkuudelle asetetut vaatimukset. ([13.4.2007/488](#))

Kaavassa suojelluksi määrätyn tai rakennusperinnön suojelemisesta annetun lain nojalla suojellun rakennuksen käytössä ja kunnossapitamisessa on lisäksi otettava huomioon rakennussuojelun tarkoitus. ([4.6.2010/499](#))

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 omistajan on seurattava rakennuksen kantavuuden kannalta keskeisten rakenteiden kuntoa. ([20.3.2015/301](#))

KUVA 1. Rakennuksen omistajan velvollisuudet lainsäädännössä (2, 166§)

Suomessa sortui 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen aikana useita laajarunkoisia rakennuksia. Näiden sortumien seurauksena eduskunnassa hyväksyttiin *Laki laajarunkoisten rakennusten turvallisuuden arvioinnista*. Laki astui voimaan 1.4.2015 ja velvoitti rakennuksen omistajaa huolehtimaan rakennuksen turvallisuuden arvioinnista viimeistään neljän vuoden kuluttua lain voimaan tulosta eli 1.4.2019 mennessä. (1.)

2.2 Taloudelliset intressit

Rakennuksen omistajan ja käyttäjän kannalta oikein ajoitetut ja riittävän laajat kuntotutkimukset ovat myös taloudellisessa mielessä välttämättömiä. Riittävän laajat ja oikein kohdistetut kuntotarkastukset mahdollistavat rakennuksen pitkäjänteisen ja suunnitelmallisen ylläpidon. Pitkäjänteinen ylläpito mahdollistaa kiinteistön teknistaloudellisen optimoinnin, johon sisältyy myös kiinteistön arvon säilyttäminen. (4, s. 177.)

Teollisuuslaitoksissa on koneilla ja laitteilla hyvinkin tarkat huolto-ohjelmat, mutta rakennusten kunnon seuranta on usein vähäistä ja satunnaista. Kuitenkin rakenteissa mahdollisesti ilmenevien ongelmien takia voi tuotantoon tulla yllättäviä seisahduksia, jotka voitaisiin välttää ennakoimalla rakenteiden kunnossapitoa säännöllisen tarkastustoiminnan avulla. Ennalta tiedetyt korjaus- ja huoltotoimenpiteet voidaan ajoittaa tuotannon huoltoseisakkien yhteyteen, jolloin vältetään turhilta tuotannon katkoksilta. (5.)

3 TERÄSRAKENTEIDEN TARKASTAMINEN

Rakenteiden säännölliset tarkastukset mahdollistavat rakennuksen ennakoivan ja taloudellisen ylläpidon. Tarkastukset on todettu tarpeelliseksi, kun on tutkittu teräsrakenteisille halleille tapahtuneita onnettomuuksia ja niiden syitä. Usein vauriotapauksissa on ollut monia samaan aikaan vaikuttaneita syitä, joiden yhteisvaikutuksesta on tapahtunut onnettomuus. Siksi yhdenkin riskitekijän havaitseminen ajoissa voi estää vakavia onnettomuuksia. (6, s. 59.)

3.1 Kuntotarkastusten aikataulu

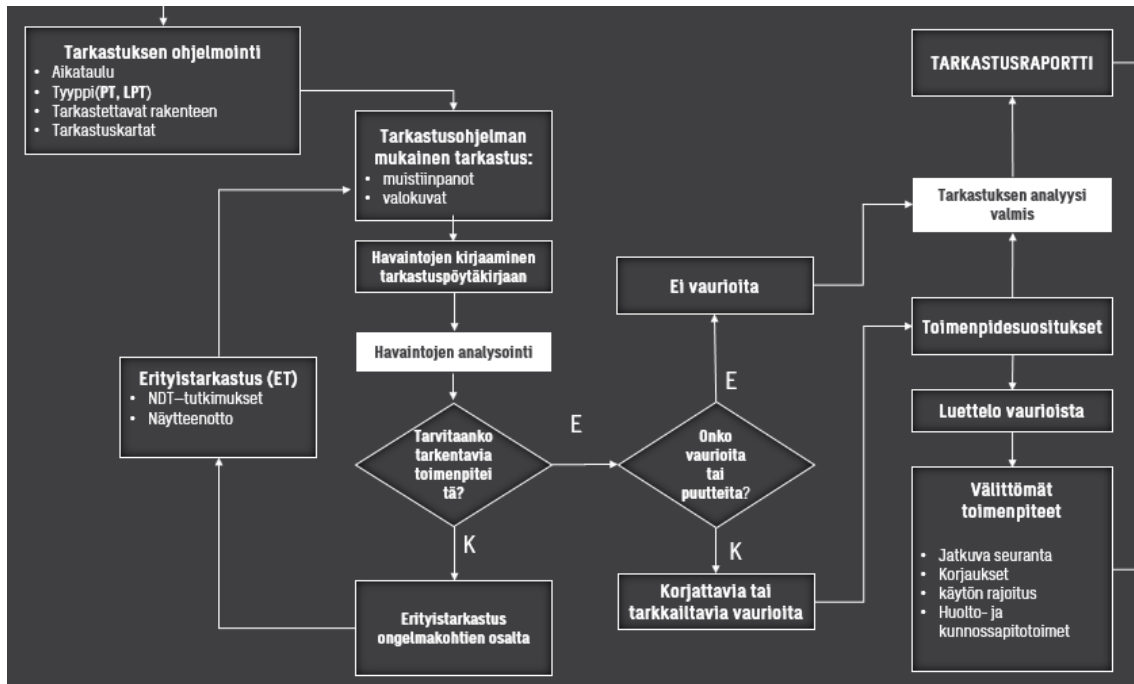
Rakennuksen ensimmäinen perustarkastus olisi hyvä tehdä rakennuksen takuutarkastuksen yhteydessä. Yleisten sopimusehtojen mukaisesti on takuutarkastus tehtävä enintään kaksi vuotta rakennuksen käyttöönoton jälkeen. (6, s. 61.)

Seuraavat perustarkastukset, joita voidaan kutsua myös jaksotetuiksi kuntotarkastuksiksi, tehdään 5–20 vuoden välein, riippuen rakennuksen

- iästä
- runkorakenneratkaisuista ja materiaalista
- rakenteiden kunnosta
- tehdyistä korjaustoimenpiteistä
- olosuhteista
- erityisseurattavista kohteista (1, s. 51.)

3.2 Kuntotarkastustyypit ja niiden laajuudet

Kuntotarkastuksen laajuus määritellään perustarkastuksen ja mahdollisten tiedossa olevien vaurioiden perusteella. Kuntotarkastuksen laajuuksista ja niiden määräytymisistä on kerrottu luvuissa 3.2.1–3.2.4 sekä opinnäytetyön tuloksena syntyneessä tarkastuksen prosessikaaviossa (liite 1). Prosessikaaviosta on esitetty tarkastusten osuus kuvassa 2.



KUVA 2. Kuntotarkastukset ja niiden laajuuden määräytyminen tarkastuksen prosessikaaviossa

3.2.1 Perustarkastus (PT)

Perustarkastuksessa selvitetään silmämääräisesti ja ainesvahvuuksia mittaamalla rakenteiden kuntoa ja käyttöönoton jälkeen mahdollisesti tapahtuneita muutoksia rakenteissa. Silmämääräisesti voidaan todeta selkeitä vaurioita, joista ammattitaitoinen tarkastaja voi tehdä luotettavia johtopäätöksiä rakenteen kunnosta. Perustarkastuksen perusteella määritellään mahdollinen lisätarkastusten tarve. (7, s. 50.)

Silmämääräisesti suoritettavassa tarkastuksessa tarkastajalla tulee olla ainakin seuraavat työkalut ja apuvälineet:

- muistiinpanovälineet
- kamera
- taskulamppu
- mittanauha
- etäisyysmittari
- pienahitsitulkki
- suurennuslasi. (6, s. 79.)

3.2.2 Laajennettu perustarkastus (LPT)

Mikäli aiempien tarkastusten tai tapahtumien perusteella rakenteissa on tiedossa sellaisia kohtia, joiden kunnosta ei saada varmuutta silmämääräisellä tarkastuksella, voidaan kyseisten kohtien tarkastamiseen käyttää jotakin erityistarkastuksen piiriin kuuluvaa menetelmää. Käytettävä tarkastusmenetelmä määritellään tarkastuksen ohjelmoinnin yhteydessä. (7, s. 64.)

3.2.3 Erityistarkastus (ET)

Kun rakenteen kunnosta on tarpeen saada silmämääräistä tutkimusta tarkempaa tietoa, suoritetaan rakenteelle erityistarkastus. Erityistarkastus tehdään, kun perustarkastuksen perusteella on tarpeen selvittää rakenteen vaurioitumista pintaa syvemmälle tai selvittää näkyvien vaurioiden syntymekanismeja. Erityistarkastus tehdään myös vaurioiden ollessa niin laajoja, että peruskorjaus voisi olla ajankohtainen. Tarkastusmenetelminä käytetään ainetta rikkomattomia (NDT) menetelmiä, kuten magneettijauhe- ja tunkeumanestetarkastuksia sekä näytteenottoa. NDT-menetelmillä voidaan löytää materiaalista ja hitsisaumoista säröjä, halkeamia tai muita poikkeamia. (7, s. 60.)

3.2.4 Jatkuva seuranta

Mikäli kuntotarkastuksen yhteydessä löytyy vakavia vaurioita tai puutteita tai mikäli rakenne on käyttöikänsä päässä, voidaan rakenne tai rakenneosa asettaa jatkuvaan seurantaan. Jatkuvaa tarkkailua voidaan käyttää myös tietyn tyyppisten vaurioiden (esim. väsymisvaurio) etenemisen seurantaan. (7, s. 70.)

3.3 Kohteen lähtötietojen hankinta

Tarkastuksen ensi tehtäviä ovat kohteeseen tutustuminen ja lähtötietojen hankinta. Lähtötietoihin kuuluvat mm.

- rakennuksen perustiedot (omistaja/haltija, erityisolosuhteet, käyttötarkoitus)
- rakenteita kuvaavat asiakirjat (rakennepiirustukset ja -laskelmat, työselostukset)
- käyttäjien ja ylläpitäjien haastattelu
- ylläpidon ja huollon arviointi (kuntotarkastusten raportit, huoltokirja)
- nostureiden nostokerrat ja -kuormat. (1, s. 37.)

Lähtötietojen perusteella rakennukselle laaditaan tarkastusohjelma. Tarkastusohjelmassa määritellään rakennuksen kriittiset kohdat, joihin tarkastuksen tulee erityisesti kohdistua. Tällaiset kriittiset kohdat kokenut tarkastaja voi määritellä rakennepiirustusten perusteella. (1, s. 39.)

Vanhojen rakennusten osalta alkuperäisten suunnitteluasiakirjojen hankinta voi joskus olla haastavaa tai jopa mahdotonta. Mahdollisia tietolähteitä ovat rakennuksen omistaja, rakennesuunnittelija, tuoteosasuunnittelija sekä kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Mikäli rakennuksesta ei ole saatavilla ajan tasalla olevia suunnitelmia, ainoa tapa saada tietoa rakennuksesta on etukäteen tehtävä tutustumiskäynti kohteessa. Jotta kohteesta saadaan ajantasaista tietoa, voidaan rakennuksesta tehdä tietomalli laserkeilauksella saadun pistepilven avulla. (1, s. 38–39.)

3.4 Mahdollisten vaurioiden kohdentaminen

Tyypillisimpiä teräsmateriaalille ominaisia vaurioita ovat korroosio, väsyminen, pintakäsittelyn vaurioituminen sekä liitosten vauriot (kuva 3). Korroosiosta johtuva syöpyminen ja dynaamisesta kuormituksesta aiheutuvat väsymissäröt voivat edetessään johtaa jopa koko rakenneosan kantavuuden menetykseen. Teräsrakenteissa vaurioille herkimpiä kohtia ovat liitokset. (7, s. 107.)



KUVA 3. Teräsrakenteiden vauriot (7, s. 107)

Mikäli rakennesuunnittelija ei ole määritellyt rakennuksen huolto- ja käyttöohjeessa tärkeiden kohtien tarkastuslistaa, kantavien rakenteiden kuntotarkastus tulee kohdistaa niihin kohtiin, missä rakenteen tai sen eri osien kestävyys hyväksikäyttöaste on suurimmillaan. Hyväksikäyttöaste lasjetaan kaavalla 1. (6, s. 65.)

KAAVA 1. Hyväksikäyttöasteen laskeminen

$$\text{Hyväksikäyttöaste} = \frac{100 \times \text{määrävä kuormitus}}{\text{Vastaava kestävyys}} (\%)$$

Suurimmat hyväksikäyttöasteet selviävät rakennelaskelmista. Tarkastusta ei voida kuitenkaan suorittaa pelkkien laskelmien perusteella, sillä rakennuksen toteutuksen tai käytön aikana on rakenteisiin voinut tulla muutoksia, jotka eivät selviä piirustuksista ja laskelmista. Vaikka rakennesuunnitelmat olisivatkin tehty oikein, voi rakenteen kestävyudessa tapahtua muutoksia ajan myötä. Siksi rakenteet tulee tarkastaa säännöllisesti. (6, s. 65.)

Tarkastusta voidaan kohdentaa myös rakennuksen aiempien vauriotapausten perusteella. Vastavat rakenteet muualla rakennuksessa on syytä tarkastaa erityisen huolellisesti. (6, s. 65.)

3.4.1 Liitokset

Tarkastuksen yhteydessä on syytä tarkistaa ruuviliitosten ruuvien määrä ja lujuusluokka sekä verrata niitä suunnitelmiin. Myös ruuvien kireys tulee tarkastaa. Erityisen tärkeää tämä on vedetyissä liitoksissa, sillä mikäli liitoksessa on useita löysiä ruuveja, saattaa kireiden ruuvien vetokapasiteetti ylittyä ja näin aiheuttaa liitoksen kapasiteetin äkillisen menettämisen. (Kuva 4.) (6, s. 72.)

Liitosten pahat epäkeskisyydet voivat johtua liitoksen muodonmuutoksista. Myös liitoksen maali-pinnan kuluminen voi viitata liitoksen osien liikkumiseen toisiinsa nähden. (6, s. 81.)

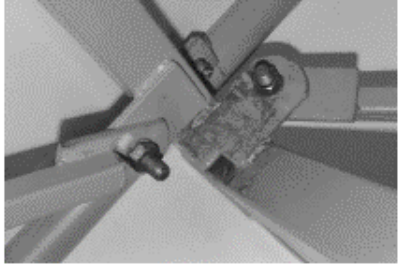
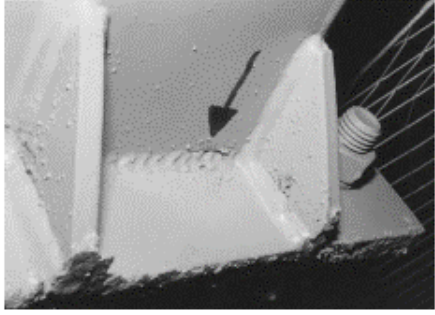

Tarkastuksen yhteydessä on syytä tarkastaa myös pilarin ja peruspilarin liitos. Mahdolliset vauriot kirjataan sekä teräs- että betoniosista. (6, s. 81.)

Niitatuista liitoksista tarkastetaan samoja asioita kuin ruuviliitoksista. Niittien kiinnitys tarkastetaan kevyellä vasaralla koputtelemalla. Löystynyttä tai murtunutta niittiä kopauttaessa tuntuu niitin vastakkaisen puolen kantaa vasten painetussa sormessa selvä tärähdys. Myös kopautuksen antama ääni on erilainen kuin kiinteässä niitissä. (7, s. 84.)

<p>Ruuvien lukumäärät ja lujuusluokat tarkastetaan verrattuna piirustuksiin (liitoksen symmetrisyys/ epäsymmetrisyys, epäsymmetrian vaikutus?).</p> <p>Ruuvien kireyden tarkistus (napautetaan vasaralla mutteria kiristyssuuntaan), muttereiden aukikiertäminen käsin ei saa olla mahdollista (mutterien löystyminen on yleisintä jäykistävien rakenneosien liitoksissa!). - Näkykö liitoksen ympärillä maali-pinnoissa 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 kiinnityksen varmistamiseksi (rikottu kierteet tai varmistusmutterilla).</p>	
<p>Vedetyistä ruuveista (kattoristikoiden alapaarteiden laippaliitokset) 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>	

KUVA 4. Ruuviliitosten tarkastuskohteita (6, s. 72)

Hitsiliitoksien ongelmat liittyvät useimmiten puuttuviin tai alamittaisiin hitsisaumoihin. Peruskuntotarkastuksen yhteydessä on syytä käydä läpi ainakin kriittisissä liitoksissa olevat hitsit. Hitsisau-massa olevat halkeamat saattavat kertoa rakenteiden haitallisesta liikkumisesta ja ennakoita mah-dollista rakennuksen sortumaa. (Kuva 5.) (6, s. 74.)

<p>Näkyykö 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>	

KUVA 5. Hitsiliitosten tarkastuskohteita (6, s. 74)

3.4.2 Ympäristön rasitukselle alttiit rakenteet

Teräsrakenteiden kuntoon eniten vaikuttava tekijä on korroosio. Korroosio, eli ruostuminen, on metallin syöpmistä, joka tapahtuu ympäristön kanssa tapahtuvien reaktioiden seurauksena. (7, s. 108.)

Ruostuminen ei aiheuta rakenteelle välitöntä vaaraa, mutta vapaasti jatkuessaan korroosio heikentää rakenteen kantavuutta ja voi korjaamattomana lopulta johtaa rakenteen vaurioitumiseen. (7, s. 108.)

Teollisuusrakennusten toimintaympäristöt ovat usein haastavia teräsrakenteiden pintakäsittelyn kannalta. Erityisen alttiita ympäristön rasituksille ovat rakenteet, joiden pinnalle pääsee kertymään epäpuhtauksia, sekä rakenteet, jotka joutuvat kosketuksiin syövyttävien aineiden kanssa. (7, s. 109.)

Teräsrakenteet suojataan korroosiota vastaan yleensä joko metallisilla pinnoitteilla (kuumasinkitys, tms.) tai orgaanisilla pinnoitteilla (maalit). Pintakäsittelyssä pyritään ottamaan huomioon rakennuksen ympäristöolosuhteet. Mikäli rakenteessa esiintyy korroosiota, on se merkki siitä, että ympäristörasitukset ovat olleet ennakoitua suuremmat tai kohteeseen on valittu väärä pintakäsittely. Teräsrakenteiden korroosio kehittyy siten, että aktivoitumisaikana korroosiota ei juuri esiinny, mutta tämän jälkeen korroosion aiheuttamia vaurioita on havaittavissa nopeasti. (6, s. 77.)

Korroosion kannalta oleellisinta on seurata kuntotarkastuksissa pinnoitteissa tapahtuneita muutoksia. Sinkittyjen pintojen kunnon arvioimiseen ei ole olemassa hyvää ohjetta tai standardia, mutta suojamaalattujen pintojen osalta voidaan tarkastuksen tukena käyttää seuraavia standardeja:

- 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. (6, s. 77.)

Joissakin teollisuusrakennuksissa on epätavallisia lämpötiloja ja lämpötilanvaihteluita, kuten prosessin hukkalämpöä tai voimakasta lämpösäteilyä esimerkiksi kuumasta teräsaihiosta. Teräsrakenteiden lämpökuormat otetaan huomioon suunnittelussa, mutta kuten muillakin rakenteilla, myös lämpösuojauksella on rajattu käyttöikä. (8, s. 38.)

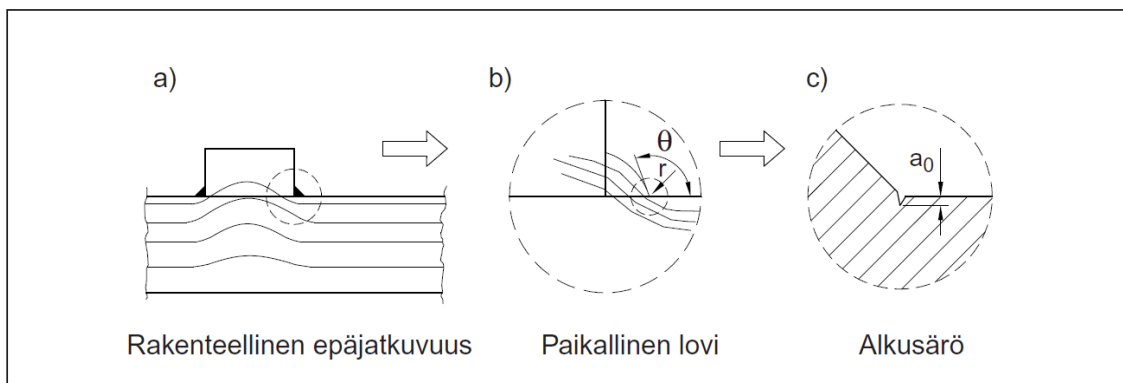
Pettänyt lämpösuojaus altistaa teräsrakenteet suunnittelelemattomille lämpökuormille, jotka tuhoavat pintakäsittelyä, väsyttävät tai jopa sulattavat terästä. Mikäli rakenteissa havaitaan lämmön aiheuttamia vaurioita, tulee vaurioiden korjaamisen lisäksi vahvistaa lämpösuojauksia. (8, s. 38.)

3.4.3 Väsymiselle alttiit rakenteet

Kun rakenteeseen kohdistuu dynaamista eli muuttuvaa rasitusta, sen rakenteeseen alkaa ilmestyä mikroskooppisia vaurioita. Kuormituksen jatkuessa rakenteeseen ilmestynyt vaurio etenee silminnähtäväksi säröksi, joka jatkaa kasvamista, kunnes rakenne murtuu kokonaan. Tätä ilmiötä kutsutaan teräksen väsymiseksi. (7, s. 110.)

Mikäli rakennuksessa on dynaamisesti kuormitettuja rakenteita, kuten nosturiratoja ja niitä kannattelevia konsoleita, mahdolliset vauriot löytyvät suurella todennäköisyydellä niistä. Tällaiset rakenteet tulee tarkastaa erityisen huolellisesti ja tarvittavat korjaustyöt on suoritettava pikaisesti. Perustarkastuksessa voidaan havaita kuitenkin vain suurimmat halkeamat, joten dynaamisesti kuormituille rakenteille on syytä tehdä erityistarkastus säännöllisin välein. (7, s. 110.)

Teräsrakenteissa väsymisen kannalta kriittisiä kohtia ovat erityisesti hitsatut rakenteet, sillä niissä on aina pieniä alkusäröjä (kuva 6). Hitsatuissa liitoksissa on myös muita väsymiskestävyyttä heikentäviä tekijöitä, kuten hitsausvirheet, jäännösjännitykset ja geometriamuutokset. (6. s. 111.) Väsymisvaurion kannalta kriittinen paikka hitsatussa rakenteessa on hitsin ja perusaineen rajaviiva, sillä perusaineen väsymiskestävyys on yleensä suurempi kuin hitsatun liitoksen väsymiskestävyys (9, s. 427).



KUVA 6. Hitsatun rakenteen tyypillinen alkusärön sijainti (9, s. 426)

3.4.4 Käytettyjen suunnitteluratkaisujen mahdolliset ongelmakohdat

Laajarunkoisten rakennusten vaurioituminen ja mahdollinen sortuminen on riippuvainen rakennetyypistä ja sen sortumisherkkyydestä. Staattisesti määrätyt rakenteet ovat alttiimpia sortumiselle, koska yksikin paikallinen vaurio rakenteissa saattaa aiheuttaa sortumisen, kun rakenteesta muodostuu mekanismi. (10, s. 74.)

Hallirakennuksissa kattojen ja seinien orsirakenteilla siirretään rakennuksen pintaan vaikuttavat lumi- ja tuulikuormat kantaville rakenteille. Lisäksi orret voivat toimia rakennuksen pääkannattajakehiä stabiloivina rakenteina. Mikäli hallin pituussuuntainen jäykistys on hoidettu yhdellä jäykistysristikolla, voi orsiin tulla suunnittelemattomia puristusvoimia, jotka voivat aiheuttaa orsien nurjahtamisen. (10, s. 77.)

Jos rakennuksessa on ristikkorakenteinen pääkannattaja, tulee nämä tarkastaa huolellisesti. Eurokoodin mukaisessa laskennassa ei huomioida sellaista tilannetta, että katon toisella lappeella on täysi lumikuorma ja toisella lappeelle ei ole lainkaan lumikuormaa. Tällainen tilanne voi syntyä, jos vain toisella rakennuksen lappeella on lumen liukuminen estetty esimerkiksi lumiesteillä. Tällaisissa tapauksissa voi Impiön (11) mukaan käydä niin, että diagonaalisauvojen kuormitus muuttuu siten, että jotkin sauvoista voivat nurjahtaa.

3.4.5 Tuennat ja stabiliteetti

Tarkastuksen yhteydessä on tarkistettava rakennetta tukevien rakenneosien kunto. Kyseiset rakenneosat voivat nurjahtaa tai lommahtaa paikallisesti, mikäli rakentamisessa ei ole noudatettu vinoudelle ja epäkeskisyydelle asetettuja raja-arvoja. Tarkastettavia kohteita ovat mm.

- ristikkorakenteisen pilarin sisemmän paarteen tuenta
- kattokannattajien pysyminen tasossaan
- kattokannattajien ylä- ja alapaarteiden kiepahdustuenta
- päädyn tuulikuormien siirtäminen tuuliristikoidelle
- ajoaukkojen vieressä olevien pilareiden törmäyssuojat
- kattojen ja seinien profiilipeltien tai kuorielementtien kiinnitys. (6, s. 76.)

4 TARKASTUSPROSESSI JA TARKASTUKSEN DOKUMENTOINTI

Opinnäytetyössä laadittiin teräsrakenteiden kuntotarkastuksessa ja kunnossapitosuunnitelmassa käytettävät asiakirjapohjat Sweco Rakennetekniikka Oy:lle. Asiakirjapohjien runkona hyödynnettiin työn tilaajalla aiemmin käytössä olleita asiakirjapohjia, joiden perusteella tehtiin eri tarkastuskoh-teisiin käyvät yhtenäiset tarkastusraportti- ja kunnossapitosuunnitelmapohjat. Lisäksi perehdyttiin tarkastustoiminnan perusteisiin ja käytäntöihin sekä kuntotarkastusta seuraaviin jatkotoimenpiteisiin.

Työ aloitettiin perehtymällä eri lähteistä löytyviin teräsrakenteiden tarkastusohjeisiin sekä lainsäädännöstä tuleviin rakennuksen omistajaa velvoittaviin määräyksiin. Myös onnettomuustutkintakeskuksen raportit teräsrakenteiden vauriotapauksista tulivat tutuiksi työn edetessä. Kirjallisten lähteiden lisäksi tietoa tarkastusten toteuttamisesta hankittiin haastatteleamalla kokeneita tarkastajia.

Opinnäytetyössä laadittiin prosessikaavio, jossa esitetään kuntotarkastuksen eteneminen. Kaavion tarkoituksena on selvittää kuntotarkastuksen kulkua asiakkaan tarpeesta huolto- ja kunnossapitosuunnitelman laadintaan asti. Prosessikaavio on nähtävillä liitteessä 1.

Luvuissa 4.1–4.5 kuvataan teräsrakenteiden tarkastusprosessia ja tarkastuksessa käytettävän raporttipohjan (liite 2) rakennetta ja käyttöä sekä nostetaan esiin tarkastuksen pääkohtia. Tarkastusprosessia kuvataan perustarkastuksen näkökulmasta, sillä se on yleisin tarkastuksen laajuus.

Opinnäytetyön tuloksena syntyneet tarkastuspohjat sekä tarkastuksen prosessikaavio ovat ainoastaan tilaajan käyttöön, eikä niitä esitellä opinnäytetyön julkisessa versiossa.

4.1 Lähtötietojen varmentaminen kohteessa

Raporttipohjat laadittiin Microsoft Excel -ohjelmalla. Tarkastusraporttipohjan ensimmäiselle välilehdelle tuli tilaajan vakiintunut kansilehti, joka kertoo asiakirjan tiedot ja muokkaushistorian. Toinen välilehti koostuu tarkastettavan kohteen lähtötiedoista sekä tarkastuksen laajuudesta.

Haastatteluissa tuli ilmi, että kuntotarkastuksen onnistumisen kannalta on tärkeää, että tarkastajalla on käytössä ajantasaista tietoa rakennuksesta. Tämän varmistamiseksi tarkastajalla on syytä käydä ennen varsinaista tarkastusta kohteessa varmistamassa, että piirustukset vastaavat todellisuutta eikä mitään oleellisia rakenteille tehtyjä muutoksia ole jäänyt dokumentoimatta.

Myös rakennuksen käyttäjien haastattelut todettiin hyväksi keinoksi varmentaa lähtötietoja. Rakennuksen käyttäjillä voi olla tietoa esimerkiksi sellaisista rakennukseen tehdyistä muutoksista, joita ei ole merkattu piirustuksiin.

4.2 Tarkastusohjelman laadinta

Tarkastusohjelman laadinnan avuksi raporttipohjaan lisättiin taulukko eri rakenneosille tehtävistä tarkastuksista. Tarkastuksen laajuus, joka määräytyy rakennuksesta kerättyjen lähtötietojen mukaan, valitaan kunkin rakenneosan kohdalla erikseen. Rakenneosittain valittava tarkastuksen laajuus koettiin tarpeelliseksi, koska tarkastusta ohjelmoitaessa voi jonkin rakenneosan kohdalla tulla tarve selvittää rakenteen kuntoa pintaa syvemmillä.

Tarkastusohjelmaan katsottiin tarpeelliseksi liittää rakennuksen pohjakuva sekä leikkauskuvat, joista selviää kaikki tarkastettavat rakenneosat. Näiden kuvien on tarkoitus auttaa tarkastuspöytäkirjan laadinnassa. Kuvista tulee selvittää rakenneosien kokoonpanotunnukset ja sijainti moduulivivastossa, jotta tarkastuksessa mahdollisesti ilmenevät virheet ja puutteet voidaan paikantaa. Mikäli kokoonpanotunnuksia ei ole, tulee rakenneosille laatia jokin muu yksilöintimenetelmä tunnuksiin. Nämä yksilöintitunnukset tulee lisätä piirustuksiin ennen varsinaista tarkastusta, jotta vaurioiden kirjaamisen kohteessa olisi mahdollisimman sujuvaa.

4.3 Vaurioiden kirjaaminen kohteessa

Opinnäytetyötä tehtäessä todettiin, että teollisuuslaitosten tarkastukset pyritään tekemään seisokien aikana. Tällöin rakennuksessa tehdään todennäköisesti myös muita huolto- ja kunnossapitotöitä, jotka vaikeuttavat tarkastuksen tekemistä. Tällöin varsinaisen tarkastuksen suorittaminen tulee olla sujuvaa ja järjestelmällistä, jotta välttyttäisiin pitkiltä seisokeilta.

Alkuperäisenä tavoitteena oli, että sähköistä tarkastuspöytäkirjaa täytettäisiin tarkastuksen edessä tai tulokset kirjattaisiin tarkastuspöytäkirjan tulostettuun versioon. Tämä todettiin kuitenkin haastavaksi toteuttaa teollisuuskohteiden pölyisten olosuhteiden ja kohteessa käytettävän ajan rajallisuuden takia.

Tabletin käyttö todettiin hyväksi keinoksi kirjata vauriot. Toinen vaihtoehto on puhelimella otettu valokuva, johon kirjataan kuvatun kohteen tunnistetiedot, kuten

- kokoonpanotunnus
- sijainti moduuliviivastossa (myös korko)
- osan kuvaus
- vaurion kuvaus (mikäli ei selviä kuvasta yksiselitteisesti)
- vaurion laajuus.

Järjestelmäkameraa käytettäessä vaurioituneen kohdan ja valokuvan tunnistetiedot tulee kirjata ylös joko tarkastuspöytäkirjan tulostettuun versioon tai erilliselle paperille. Vaurio kohdennetaan näiden tietojen avulla rakennuksen pohjakuvaan.

Tarkastuskohteen jatkoseurannan kannalta todettiin tarpeelliseksi vaurioiden kirjaamisen lisäksi tehdä muistiinpanoja sekä ottaa valokuvia kohteen yleiskunnosta. Näiden avulla tarkastusraportista saadaan asiakkaan kannalta mahdollisimman selkeä ja johdonmukainen kokonaisuus.

Vaurioiden kohdentamisen todettiin olevan sujuvaa, kun tarkastajalla on tarkastuksessa mukanaan tarvittavat piirustukset rakennuksesta. Piirustuksista tulee selvittää kunkin osan kokoonpanotunnus tai muu yksilöintitunnus sekä rakenneosan sijainti moduuliviivastossa.

4.4 Tarkastuspöytäkirjan laadinta

Tarkastuspöytäkirja-välilehdelle tehtiin taulukko, johon kirjataan todetut vauriot. Vaurioista kirjataan tarkastuksen yhteydessä määritellyt tunnistetiedot sekä vauriotunnus. Lisäksi vauriosta kirjataan toimenpide-ehdotus sekä karkea aikataulu toimenpiteen suorittamisella. Myös vaurioituneesta kohdasta otettujen valokuvien numerot liitetään osaksi tarkastuspöytäkirjaa.

Vauriotunnukset-välilehdellä olevia vauriotunnuksia muokattiin värikoodien osalta niin, että väri ilmaisee vaurion vakavuuden. Tarkastuspöytäkirjaan tehtiin vauriotunnus-soluihin sääntö, joka vaihtaa solun pohjaväriä vauriotunnuksen mukaan. Värikoodilla on tarkoitus korostaa tarkastusraportin lukijalle tarkastuksessa havaittuja vakavimpia vaurioita.

Tarkastuspöytäkirjaan lisättiin myös raportti -osio, johon kirjoitetaan lyhyt kuvaus tarkastuksen etenemisestä. Myös kohteen yleiskunnosta kirjoitetaan lyhyt kuvaus tähän osioon.

4.5 Tarkastuskohteen tuloksien analysointi

Opinnäytetyössä tehtiin prosessikaavio (liite 1), joka havainnollistaa myös tarkastuksen tuloksien analysoinnin etenemistä. Ensimmäinen tehtävä on miettiä, tarvitaanko jonkin rakenteen osalta tarkentavia toimenpiteitä. Tarkentavia toimenpiteitä ovat ongelmakohtien erityistarkastus sekä tarkastusta täydentävät toimenpiteet. Tarkastusta täydentäviin toimenpiteisiin kuuluu jäljellä olevan käytöän määrittäminen, laskelmien täydentäminen ja puuttuvien laskelmien tekeminen.

Mikäli tarkastusta tarkentavia toimenpiteitä ei tarvita eikä tarkastuksessa ole havaittu vaurioita tai puutteita, on tarkastusanalyysi valmis. Tarkastuksessa havaittuihin vaurioihin ja puutteisiin annetaan toimenpidesuositukset sekä korjausaikataulu tarkastuspöytäkirjan laatimisen yhteydessä.

5 JATKOTOIMENPITEET

Opinnäytetyössä tehtiin myös kantavien teräsrakenteiden kunnossapitosuunnitelman raporttipohja (liite 3). Kuntotarkastukseen kuuluu olennaisena osana määritellä rakenteiden kunnossapidon kannalta välttämättömät jatkotoimenpiteet. Näitä jatkotoimenpiteitä sekä rakenteiden kunnossapitosuunnitelman asiakirjapohjan käyttöä käsitellään luvuissa 5.1.1–5.2.4 kuntotarkastuksen perusteella määriteltävien jatkotoimenpiteiden näkökulmasta.

5.1 Välittömät toimenpiteet

5.1.1 Lisätarkastukset

Kunnossapitosuunnitelman tarkastukset-välilehdelle tehtiin taulukko ohjelmoituja- ja tarkastusaika- taulun mukaisesti tehtyjä tarkastuksia varten. Taulukkoon kirjataan tulevat tarkastukset vähintään seuraavaan perustarkastukseen asti. Myös perustarkastuksen yhteydessä määritellyt lisätarkastukset kirjataan taulukkoon.

Lisätarkastuksia tehdään silloin, kun perustarkastuksessa on havaittu jokin vika tai puute, joka vaatii tarkempaa selvitystä. Tällöin kyseeseen tulevat ongelmakohtien erityistarkastus tai kohteen asettaminen jatkuvaan seurantaan. Jatkuvan seurannan avulla voidaan määritellä havaitun vaurion etenemisnopeutta ja sen perusteella arvioida rakenteen jäljellä olevaa käyttöikää.

Tarkastuksen prosessikaavion ensimmäisissä versioissa tarkastusta täydentävät toimenpiteet kuuluivat osaksi erityistarkastusta, mutta opinnäytetyön edetessä todettiin, että tarkastusta täydentävät toimenpiteet on syytä erottaa omaksi kokonaisuudekseen. Näitä toimenpiteitä tarvitaan, kun halutaan selvittää rakenteen laskennallinen käyttöikä tai tehdä täydentäviä rakennelaskelmia ja -piirustuksia.

5.1.2 Korjaussuunnitelma

Kunnossapitosuunnitelma-välilehdelle tehtiin taulukko tulevia korjaus- ja kunnossapitotoimenpiteitä varten. Taulukkoon merkataan kuntotarkastuksessa havaitut vauriot sekä niiden korjausaikataulu ja kustannusarvio.

Korjaussuunnitelman laatimien ei kuulu perustarkastuksen piiriin vaan on asiakkaan erikseen tilaama lisätöitä. Tarkastuksen yhteydessä kuitenkin määritellään korjaussuunnitelmien tarve, joten on perusteltua merkata myös korjaussuunnitelman tarve ja kustannusarvio kunnossapitosuunnitelmaan.

Opinnäytetyön edetessä todettiin, että korjaussuunnitelma tulee laatia sellaisissa tapauksissa, joissa rakenneosan vauriot ovat niin suuret, että rakenteen tai rakenneosan kapasiteetti on merkittävästi pienentynyt. Tällaisia tapauksia ovat mm. rakenteen toimintaan vaikuttavat siirtymät ja kiertymät sekä pitkälle edenneet korroosiovauriot. Hitsatuissa rakenteissa pienikin dynaamisesta kuormituksesta aiheutunut särö vaatii korjaussuunnitelman.

5.1.3 Osittainen käyttökielto

Työtä tehtäessä todettiin, että sellainen rakenne, jonka vauriot ovat niin suuret, että rakennuksen käyttäjien turvallisuutta ei voida taata, tulee asettaa käyttökieltoon, kunnes vauriot ovat korjattu. Osittainen käyttökielto voi tarkoittaa esimerkiksi rakennuksen osan sulkemista tai nosturiradoissa nostokapasiteetin rajoittamista

Käyttökielto voi aiheuttaa teollisuuslaitoksen toiminnalle vakavaa haittaa. Tällaisissa tapauksissa rakenteille aiheutuvaa kuormitusta voidaan vähentää rakenteen väliaikaisella tukemisella. Väliaikaisen tukemisen tarkoitus on keventää nykyisten rakenteiden kuormitusta. Väliaikaiset tuennat poistetaan korjaustoimenpiteiden jälkeen.

5.2 Jatkotarkastukset

5.2.1 Vuositarkastus

Dynaamisesti kuormitettujen rakenteiden tarkastuksiin perehdyttäessä todettiin, että vuositarkastuksessa tulee seurata sellaisten pultti- ja niittiliitosten kireyttä, joihin kohdistuu dynaamisesta kuormituksesta johtuvaa värinää. Värinän löystyttämät kiinnikkeet vähentävät liitoksen kapasiteettia ja altistavat muut liitoksen kiinnikkeet ylikuormitukselle. Myös tarkastuksessa havaitut puutteet tai virheet voivat edellyttää kohteen seuraamista vuosittain.

Muut vuositarkastuksessa seurattavat asiat liittyvät lähinnä täydentävien rakenneosien kunnon seurantaan. Tällaisia kohtia teräsrunkoisessa rakennuksessa ovat esimerkiksi seinän ja katon poimulevyjen vedenpitävyys ja kunto. Myös käyttöikänsä loppupuolella olevia rakenteita seurataan tiheennyillä aikataululla esimerkiksi vuositarkastusten yhteydessä.

5.2.2 5-vuotistarkastus

Teollisuusympäristöt todettiin haasteellisiksi teräsrakenteiden pintakäsittelyille. Rakenteisiin kohdistuu usein suuria ympäristörasituksia, kuten lämpökuormia ja syövyttäviä aineita, jolloin esimerkiksi korrosio voi edetä yllättävän nopeasti. Tällaisissa tapauksissa perustarkastus on syytä tehdä 5 vuoden välein, jotta vältytään yllättäviltä rakenteen kapasiteetin menetyksiltä.

Perustarkastus tehdään 5 vuoden välein myös sellaisille rakennuksille, joiden rakenteissa on havaittu vanhenemista tai kulumista. Perustarkastuksessa voi tulla ilmi myös muita puutteita tai virheitä, jotka vaativat rakenteen kunnon seuranta 5 vuoden välein.

5.2.3 10-vuotistarkastus

Vaikka teollisuusympäristöt ovat usein haasteellisia teräsrakenteille, niin työn aikana todettiin, että aina näin ei ole. Monessa tapauksessa 10 vuoden välein tehtävä perustarkastus on riittävä. 10 vuoden välein tarkastetaan sellaiset rakennukset, joiden rakenteissa ei ole havaittu merkittäviä

puutteita tai turvallisuusriskejä, eikä rakennuksen olosuhteissa tai käyttötarkoituksessa ole tiedossa muutoksia. Mikäli kyseessä on uudehko rakennus, voidaan tarkastusten aikaväliä pidentää jopa 20 vuoteen.

5.2.4 Kunnossapitosuunnitelma

Kuten luvussa 5 mainittiin, opinnäytetyössä tehtiin teräsrakenteiden kunnossapitosuunnitelman laadinnassa käytettävä asiakirjapohja. Kunnossapitosuunnitelmasta selviävät rakennukselle suunnitellut huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet sekä tulevat tarkastukset, jotka määritellään perustarkastuksen yhteydessä. Kyseisten tarkastusten laajuuksista ja ajankohdista on kerrottu luvuissa 5.2.1–5.2.3.

Kunnossapitosuunnitelman raporttipohja laadittiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla. Raporttipohjassa on omat välilehdet rakennuksen yleistiedoille, kunnossapitosuunnitelmalle ja toimenpiteille sekä tarkastuksille.

Kunnossapitosuunnitelma-välilehdelle kirjataan perustarkastuksen yhteydessä määrätyt toimenpiteet aikatauluineen ja kustannusarvioineen. Toimenpiteen yhteyteen kirjataan myös lyhyt ohje toimenpiteen suorittamista varten. Lisäksi kunnossapitosuunnitelma -välilehdelle kirjataan rakennukselle suunnitellut huoltotoimenpiteet kustannusarvioineen ainakin seuraavaan perustarkastukseen asti. Toimenpiteen hinta-arvion kohdalle korjataan toimenpiteen suorittamisen jälkeen toimenpiteen toteutuneet kustannukset.

Tarkastukset-välilehdelle tehtiin taulukko, johon kirjataan ohjelmoidut tarkastukset ainakin kymmenen vuoden ajalle. Tulevista tarkastuksista kirjataan tarkastuksen laajuus ja hinta-arvio. Myös tarkastusaikataulun mukaisesti tehdyt tarkastukset todellisine kustannuksineen merkataan tähän taulukkoon.

Toteutettujen tarkastusten toteutuneiden kustannusten merkkäminen taulukkoon helpottaa tulevien tarkastusten ja toimenpiteiden kustannusarvion laadintaa. Näin toimimalla taulukkoa voidaan käyttää myös rakennuksen ylläpitokustannusten seurantaan.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kantavien teräsrakenteiden tarkastuksen perusteet sekä kuvata tarkastuksen vaiheet. Aiheen laajuuden takia työ rajattiin käsittämään vain laajarunkoisia teräsrakenteisia teollisuusrakennuksia.

Toisena tavoitteena oli laatia tarkastustoiminnassa tarvittavat asiakirjapohjat Sweco Rakennetekniikka Oy:lle. Asiakirjapohjien laadinnassa hyödynnettiin tilaajalla aiemmin käytössä olevia asiakirjapohjia, joita muokattiin kirjallisista lähteistä saadun tiedon ja käyttäjien kokemuksen mukaan. Asiakirjapohjat olivat aktiivisessa käytössä opinnäytetyön aikana, joten myös tilaajan asiakkailta saatiin arvokasta tietoa asiakirjapohjien kehittämistä varten.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi myös tarkastustoiminnan prosessikaavio, joka kuvaa tarkastustoiminnan sisäisiä prosesseja ja niiden riippuvuuksia. Prosessikaavio auttaa hahmottamaan tarkastusprosessin kokonaisuuden myös sellaiselle lukijalle, jolla ei ole kokemusta tarkastusten tekemisestä.

Teräsrakenteiden tarkastuksesta löytyy joitakin oppaita, mutta niissä ei pääsääntöisesti ole otettu kantaa väsymiselle alttiiden rakenteiden tarkastuksiin. Teollisuusrakennuksissa on usein prosessintureita tai vastaavia dynaamisesti kuormitettuja rakenteita, joten myös väsymisvaurioiden havainnointi piti ottaa huomioon opinnäytetyössä. Väsymiselle alttiiden rakenteiden tarkastuksesta löytyi tietoa Väyläviraston Taitorakenteiden tarkastusoppaasta, jota soveltamalla laadittiin ohjeet teollisuusrakennusten väsymiselle alttiiden rakenteiden tarkastuksiin.

Huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaa on opinnäytetyössä käsitelty vain kantavien rakenteiden osalta. Mielestäni olisi järkevää, jos huolto- ja kunnossapitosuunnitelma laajennettaisiin kattamaan kaikkia rakennuksen osia. Näin kyseisestä asiakirjasta saataisiin rakennuksen ylläpidon kannalta suurin hyöty.

Teräsrunkoisissa teollisuusrakennuksissa on poikkeuksetta käytetty myös betonisia rakenneosia. Asiakirjapohjia olisi jatkossa hyvä kehittää koskemaan myös betonirakenteiden tarkastuksia, jotta raporteista saadaan mahdollisimman kattavasti tietoa koko rakennuksen kunnosta. Tällöin samoja asiakirjapohjia voitaisiin käyttää myös betonirunkoisten rakennusten tarkastuksiin.

LÄHTEET

1.RIL 269-2015. Rakennusten rakenteellisen turvallisuuden tarkastusohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry.

2.Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Hakupäivä 3.10.2020.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>.

3.Työturvallisuuslaki 738/2002. Hakupäivä 5.10.2020.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>.

4.RIL 216-2013. Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry.

5. Jartti, Jukka 2020. Senior Technical Advisor. Sweco Rakennetekniikka Oy. Keskustelut syksyllä 2020.

6.RIL 246-2008. Puu- ja teräsrakenteiden hallien kuntotarkastus. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry.

7.Liikennevirasto 2013. Taitorakenteiden tarkastusohje. Liikenneviraston ohjeita 17/2013. Hakupäivä 13.10.2020.

https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-17_taitorakenteiden_tarkastusohje_web.pdf.

8. Korhonen, Jussi 2015. Teollisuuden teräsrakenteiden elinkaaren hallinta. Oulun Yliopisto. Konetekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. Hakupäivä 8.9.2020.

<http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201511052116.pdf>.

9.Hitsatut profiilit EN1993 -käsikirja. Keuruu: Rautaruukki Oyj. Hakupäivä 15.10.2020.

http://software.ruukki.com/Handbooks+and+Guides/Ruukki-Hitsatut-Profiilit-Kasikirja-2010_PDF-versio.pdf.

10.RIL 201-4-2017. Rakenteiden vaurionsietokyvyn varmistaminen onnettomuustilanteessa. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

11. Impiö, Simo 2019. Tapaustutkimus lumen kuormittamien teräsrakenteiden luotettavuudesta. Oulun Yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Rakennus- ja yhdyskuntateknikka. Diplomityö. Hakupäivä 13.10.2020.

<http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201906042311.pdf>.

LIITTEEN NIMI

LIITE 1

Liitteet vain tilaajan käyttöön