



RAKENNUSTIETO >

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

Kokemuksia ulkopuolisesta tarkastamisesta

Ralf Lindberg, professori, tekniikan tohtori
Tampereen teknillinen yliopisto
ralf.lindberg@tut.fi

Useat pitkien jännevälien rakenteiden sortumat ja muut ongelmat vuoden 2003 talvella ja sen jälkeen ovat kiinnittäneet rakentamisen eri osapuolten huomiota rakenteelliseen turvallisuuteen. Maankäyttö- ja rakennuslaki mahdollistaa viranomaisen määräämän ulkopuolisen tarkastajan käytön. Monissa kohteissa ulkopuolista tarkastajaa on käytetty myös muilla perusteilla, esimerkiksi rakennushankkeeseen ryhtyvän aloitteesta.

Asian tiimoilta on valmisteltu aineistoa helpottamaan tilannetta. Muun muassa Suomen Rakennusinsinöörien Liitto on valmistellut julkaisun RIL 241-2007: ”Rakenteellisen turvallisuuden varmistaminen. Erityismenettelyn soveltamisohje.” Tässä julkaisussa on valotettu ongelmakenttää ja esitetty ratkaisumalleja rakenteellisen turvallisuuden varmistamiseksi. Myös pätevydyntoteamisoorganisaatio Fise Oy on käynnistänyt ulkopuolisen tarkastajan pätevyyden toteamisen.

Tässä artikkelissa esitetään kirjoittajan omia kokemuksia lukuisista hankkeista. Näkökulma on hieman toinen kuin RIL:n julkaisussa. Lopulta hyvät toimintatavat voidaan löytää vasta vuosien kuluttua erilaisten asiantuntijoiden keräämien kokemusten kautta.

Taustaa

Rakentaminen ja suunnittelu ovat kokonaisuuden hallintaa. Rakentajat yrittävät tehdä toimivaa rakennusta ottamalla huomioon hyvin monia kokonaisuuteen vaikuttavia osatekijöitä. Viime vuosina monien uusien asioiden merkitys on korostettu.

Energiansäästö on aina ollut keskeistä, mutta vasta viime vuosina sen merkitykseen on alettu kiinnittää erityistä huomiota. Samankaltainen asiakokonaisuus on kosteuteen liittyvät kysymykset ja ongelmat. On monia muitakin vastavia osa-alueita, jotka keräävät rakentajien huomiota. Kokonaisuutena rakentajien ja ennen kaikkea suunnittelijoiden työ määrä on lisääntynyt. Tarvittava lisäpanostus on selvästi vähentänyt keskittymistä rakenteisiin ja niiden turvalli-

suuteen. Vasta nyt on havaittu rakenteellisen turvallisuuden erittäin tärkeä merkitys ja siihen on alettu kiinnittää huomiota.

Kirjoittajan käsityksen mukaan ongelmien taustalla on lukuisa joukko tekijöitä. Monet asiat ovat muuttuneet ja kehittyneet paljon viimeisen 20 vuoden aikana. Siksi näitä tekijöitä tulee tarkastella pitkän aikavälin kehityksen näkökulmasta.

Keskeisiä taustatekijöitä

Suunnittelupalkkio ja aika-taulu: Suunnittelijoiden palkkiot ovat olleet jo kauan liian pienet, jotta toimistot olisivat voineet kehittää toimintaansa. Kilpailuttaminen on vienyt pohjan erikoisosaamista edellyttävältä toimialalta. Kun vertaa muiden rakentamisen osapuolien tilannetta, havaitsee, että rakennesuunnittelijat eivät ole kyenneet täysin huolehtimaan jälkeenjääneisyyden korjaamisesta. Tuottavuuden kehittymisen ja suunnittelijoille kohdistettujen lisätehtävien myötä aikataulut ovat kiristyneet tarpeettoman tiukoiksi.

Vastuu: Rakennushankkeissa on selvästi nähtävissä kehitys, jossa hankkeen eri osapuolet pyrkivät toimimaan tavoilla, joissa oma vastuu minimoituu. Tämä on kokonaisuutta heikentävä kehityssuunta.

Pätevyys: Pätevyysjärjestelmät ovat muotoutumassa ja kehitymässä. Se on erinomainen asia. Rakennushankkeissa on tärkeää, että kaikki hankkeessa mukana olevat tahot ja tekijät ovat osaavia ja päteviä. Vain sitä kautta on mahdollista saada kokonaisuuden laatua parantamaan ja myös riskejä pienemmiksi.

Yleissuunnittelijat, erikoissuunnittelijat: On selvää, että kokonaisuuden kannalta arvokkain suunnittelija on sellainen, joka kykenee etsimään vaihtoehtoja eri materiaaleista ja rakennusratkaisuista. Erikoissuunnittelijoita tarvitaan, mutta heidän heikkoutensa on kokonaisuuksien hallitseminen. Myöskään rajapintoja erikoissuunnittelmiä ja kokonaisuuden välillä ei aina hallita riittävästi.

Rakentajien työoura: Ennen valtaosa koulutetuista rakennusalan ammattilaisista aloitti koke-

muksen hankkimisen suunnittelusta. Sen jälkeen edettiin kohti vaativampia tehtäviä. Nyt valmistavat sijoittuvat entistä monipuolisempiin tehtäviin jo uran alussa. Siksi pula suunnittelijoista tulee olemaan erityisen suuri. Rakentaminen on niin laaja ala, että sen eri osa-alueet opitaan hallitsemaan vasta työkokemuksen kautta. Koulutus ei voi tuottaa suoraan eri työtehtäviin kykeneviä ammattilaisia. Siksi kokemusten siirtäminen nuoremmille tulee olemaan yksi keskeisiä huolehdittavia asioita.

Koulutettujen rakentajien ikärakenne: Suomessa on laman jälkeisen ajan ollut selvää, että koulutusta ammattilaisista tulee pula. Kaikilla koulutustasoilla on alikoulutusta. Suorittavassa portaassa tämä merkitsee rakentajien ammattitaidon vähentymistä ja korkeampaa koulutusta edellyttävissä tehtävissä työvoimapulaa. Työnjohtajien ja suunnittelijoiden kohdalla tilanne on jo realisoitunut. Kaikkiaan tämä on yksi keskeisiä kysymyksiä tapahtuneiden onnettomuuksienkin taustalla. Erilaisilla apuneuvoilla osataan suunnitella varsin erikoisia rakenteita, joita rakennetaan aiempaa vähemmällä ammattitaidolla.

Opetus koulussa: Opettajien tärkeät opetusvälineet eli oppikirjat ovat entisiin verrattuna erittäin mutkikkaita ja laajoja. Normisto on monissa kouluissa tullut oleelliseksi osaksi opetusta. Vaara ja valitettavasti myös todellisuus on, että opetus ei ehkä palvele parhaalla tavalla kokonaisuutta. On huomattava, että jokainen rakentajasukupolvi joutuu opiskelemaan kaikki vanhat ja uudet rakentamiseen liittyvät asiat. Mikään oppi rakennusalalla ei välity itsestään.

Opettajat tulevaisuudessa: Oppilaitoksissa on vielä opettajia, jotka ovat todellisuudessa suunnitelleet paljon. Tulevaisuudessa on entistä vaikeampi löytää opettajiksi kokeneita suunnittelijoita. Opettajien pätevyysvaatimuksetkin korostavat usein muita avuja kuin osaamista ja kokemusta.

Normien vaikeus: Normien tekstien tulee rakennusalan ammattilaiselle olla ymmärrettäviä ja selkeitä. Tällä hetkellä ne eivät sellaisia ole. Tilanne on vaikeutunut paljon viime vuosina ja kaikki merkit osoittavat, että kehitys jatkuu. Tarvitaan helpot normit, joilla suunnittelijat ja muut ammattilaiset pärjäävät suurimmassa osassa tapauksista.

On tärkeää muistaa, että kaikkien koulutettujen ammattilaisten tulee tietää yleisellä tasolla kaikkien keskeisten normien sisältö. Lisäksi jokaisen tulee aineistosta löytää vastaukset yksinkertaisiin rakentamista koskeviin kysymyksiin. Tällaisia kysymyksiä, joihin suunnitelmassa ei oteta kantaa, on kaikissa rakennushankkeissa paljon.

Hierarkkisuus: On täysin selvä, että suunnittelussa on erotettava tärkeät ja vähemmän tärkeät näkökulmat toisistaan. Kantava runko on

ykkösasia. Tämä on viime vuosien kehityksessä unohtunut.

Tietotekniikka: Tietotekniikka on hyvä renki, mutta huono isäntä. Rakentamisen monimutkaistuessa luotetaan yhä enemmän tietokoneisiin ja ohjelmiin. Niiden soveltuvuus ja ominaisuudet eivät aina ole tiedossa. Monissa tapauksissa jälkepäin on nähtävissä, että käytetty ohjelmisto ei ole ollut sopiva tarkasteltavan tapauksen analysointiin.

Tietotekniikkaa ja ohjelmistoja hyväksi käytäen voidaan rakenteet suunnitella lähemmäksi normien sallimia rajoja. Tällöin on selvää, että muut tekijät saattavat nousta keskeisiksi. Esimerkiksi puurakenteiden kosteusliikkeiden vaikutus voi ristikkorakenteissa tulla merkittäväksi, kun kaikki lujuusopilliset ja materiaalitekniset näkökulmat ovat äärrajoilla. Kosteuskysymyksiä ei kuitenkaan perinteisesti ole otettu suunnittelussa huomioon.

Täydennyskoulutus: Suunnittelijoiden pitkäjänteinen täydennyskoulutus on ollut vähäistä. Se on kuitenkin oiva tapa pysyä kehityksen mukana. Koulutuksessa tulee käsitellä myös rakentamiseen liittyviä perusasioita, ei pelkästään kaikkea mahdollista uutta.

Mitä lehdissä kirjoitetaan rakennesuunnittelusta? Jaettava tieto on yleensä uusinta informaatiota jostakin kehityksen kohteena olevasta näkökulmasta. Rakentamisen ydinkysymyksiä ja perusasioita ei enää juuri käsitellä.

Optimointi: Monien rakenneosien kohdalla on nähtävissä, että niiden suunnittelu on tehty normin sallimissa puitteissa äärrajoille, jolloin ylimääräistä varmuutta rakenteisiin ei ole jäänyt. Myös kirjojen laskentaesimerkit päätyvät usein absoluuttisen tarkkaan ratkaisuun. Käytännössä analyysi ja ratkaisut ovat lähellä "tieteellistä" työtä. Käytännön rakentamisessa on erotettava jotain osaa tai kokonaisuutta kaikkien ketjun osapuolten on oltava ajan tasalla.

Rakenteisiin liittyvä tutkimus ja opinnäytetyöt: 20 vuotta sitten yli puolet opinnäytetöistä liittyi teollisuuden teettämiin rakennetekniikkaan liittyviin tutkimuksiin. Nyt tällaisia töitä on paljon vähemmän. Tämä tilanne osaltaan vieraannuttaa opiskelijoita alan perusosaamisesta. Nykyinsinöörit ja nykytutkijat joutuvat opiskelemaan esimerkiksi tavanomaisten palkkien käyttäytymisen kirjoista, sitä ei enää näe omin silmin, kun tämän tyyppistä tutkimusta ei enää ole.

Ulkopuolisen tarkastuksen periaatteet

Ulkopuolisen tarkastuksen tulee olla rakentava ja sen tulee auttaa rakennushanketta. Kokenut

tarkastaja voi monin tavoin auttaa ja ”sparrata” suunnittelijoita ja rakentajia.

Ulkopuolinen tarkastustoiminta voi pitkällä aikavälillä ja hyvien kokemusten kautta parantaa rakentamiseen liittyviä nykyisiä laatuongelmia. Yksittäisessä kohteessa ulkopuolinen tarkastaja voi parhaimmillaan puuttua vain kaikkien keskeisimpiin virheisiin ja puutteisiin.

Tarkastustoiminnan tärkeä tavoite on, että rakennettava rakennus tulee mahdollisimman hyväksi. Saksasta peräisin oleva tarkastustapa on myös mahdollinen, mutta se ei monien kokemusten perusteella aina sovellu suomalaiseen rakennuskulttuuriin. Siellä tavoitteena ovat mahdollisimman oikeat suunnitelmat. Tarkastustoiminta on Suomessa uusi asia, siksi se on myös herkkä asia.

Ulkopuolisen tarkastajan tehtävä sopii kirjoittajan näkemyksen mukaan henkilöille, joilla on laaja ja monipuolinen kokemus rakenteista ja niiden suunnittelusta. Fise Oy:n pätevyysvaatimuksetkin korostavat tätä. Kilpaileva suunnittelutoimisto ei ole välttämättä kovin hyvä vaihtoehto, koska tällöin voivat erilaiset intressiriidat päästä vaikuttamaan tarkastukseen. Tarkastaja voi hyvin olla suunnittelutoimistossa työssä, mutta hänen on henkilökohtaisesti pystyttävä hoitamaan pääosin koko tarkastustehtävä.

Jos tarkastus edellyttää muutoksia suunnitelmiin tai rakenteisiin, on tärkeää, että tarkastaja ei ”määrää” muutoksista. Hänen tulee prosessoida tarvittavat muutokset suunnittelijan kanssa. Suunnittelijan ollessa samaa mieltä tarvittavista toimenpiteistä, hän muuttaa suunnitelman. Tämä on tärkeää vastuukysymyksen näkökulmasta siinä tapauksessa, että rakenteissa esiintyy myöhemmin jotain ongelmia.

Käsitykseni mukaan ulkopuolista tarkastusta ei voi kunnolla tehdä pelkästään kirjalliseen aineistoon perehtymällä. Suunnittelijan sekä rakentajien kanssa käydyissä keskusteluissa on mahdollista lisätä molemminpuolista ymmärrystä kohteesta esittämällä. Selvitysmies Tapani Mäkikyrön esittämä prosessinomainen tarkastus soveltuu mielestäni erinomaisesti suomalaiseen rakentamiskulttuuriin.

Tarkastuksen tulee käsitellä pääasiassa suuria ja merkittäviä kysymyksiä, jotta karkeat rakenteelliset virheet voitaisiin välttää. Tarkastajan tulee olla niin kokenut ja ammattitaitoinen, että hän itse voi karkeilla laskelmissa varmistua rakenteiden oikeista mittasuhteista ja muista rakenteellisista kysymyksistä.

Rakenteiden suunnittelu on korkeaa insinööritaitoa edellyttävä tehtävä. Suunnittelija voi olla erittäin kokenut ja pätevä. Vastaavasti ulkopuolisen tarkastajan kokemus ja taidot voivat alittaa suunnittelijan vastaavat. Tässä tilanteessa ulkopuolinen tarkastaja voi ajattelematomalla toiminnallaan aiheuttaa haittaa hankkeelle.

Tällaisessa tilanteessa tarkastajan on ymmärrettävä tasonsa. Vain toistensa ammattitaitoa ja kokemusta arvostava tarkastustoiminta voi olla hyödyllistä.

Eräs lähestymistapa ulkopuoliseen tarkastukseen

Kirjoittaja on toiminut useissa hankkeissa ulkopuolisena tarkastajana. Näistä saaduista kokemuksista on muotoutunut seuraava lista, jonka kohtia on pyritty selvittämään hankkeiden yhteydessä. Rakennushankkeiden ulkopuolisessa tarkastuksessa oleellisia näkökohtia runkorakenteiden turvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä ovat:

Hankkeen koko ja mittasuhteet ja rakenneratkaisujen selkeys.

Rakennushankkeet voidaan karkeasti jakaa tavanomaisiin ja erikoiskohteisiin. Tavanomaisia ovat sellaiset rakennukset, joita rakennetaan Suomessa paljon. Erikoiskohteita ovat suurten jännevälien rakenteet. Myös uudenlaiset rakennetyypit ja rakenneratkaisut muodostavat riskin.

Missä tahansa kohteessa saattaa tulla turvallisuuteen liittyviä ongelmia. Suunnittelijoiden ja rakentajien tai jonkun osapuolen kokemattomuus saattaa vaikuttaa taustalla. Tuoteosakauppaan liittyvät rajapinnat muodostavat usein riskejä jo aivan tavallisissa kohteissa.

Viime vuosina kohteiden mittasuhteet ovat kasvaneet. Noin yhden miljoonan kuutiometrin kohteita on rakennettu tai rakenteilla useita. Näissä kohteissa rakenneratkaisujen selkeys, liikuntasauvoilla erotettujen lohkojen koot ovat tärkeitä tarkasteltavia kohtia. On myös tärkeää selvittää ovatko käytetyt rakenteet sellaisia, joista on kokemusta vai ovatko ne uusia ”innovaatioita”. Moniin hankkeisiin on kehitetty täysin uusia rakennetyyppejä, joiden käytöstä ei ole ollut kokemusta.

Rakennesuosien suunnittelijat ja heidän kokemuksensa ja pätevyytensä. Suunnittelun käytettävissä olevat resurssit ja aikataulu.

Kirjoittajan käsityksen mukaan kokonaisuudesta vastaavat rakennesuunnittelijat ovat rakennushankkeissa usein ammattitaitoisia ja kohteita. Suurissa hankkeissa on sen sijaan tuoteosakauppaan liittyen joukko erikoissuunnittelijoita, jotka käyttävät usein tietokoneohjelmistoa ja myös uusimpien normien antamia mahdollisuuksia täysimääräisesti hyväksi. Ulkopuolisen tarkastajan on hyvä keskustella heidän kanssaan ja pyrkiä selvittämään heidän kokemuksensa ja tietonsa käyttämistään ohjelmistoista ja norneista.

Tuottavuuden parantamisvaatimukset merkitsevät aina kiristyviä aikatauluja suunnittelijan kannalta. Myös suunnittelijapula lisää riskiä. Tätä voidaan vähentää merkittävästi selkeiden rakenneratkaisujen käytöllä.

Suunnittelun lähtökohdat kuten rakenteiden mittasuhteet ja kuormitukset on valittu realistisesti.

Rakenteiden geometriset mitat suhteessa jänneväleihin ovat suunnittelun lähtökohhta. Valinta on perinteisesti tehty kokemukseen ja yksinkertaisiin suunnitteluperiaatteisiin nojautuen.

Nykyisiin rakenteiden mittasuhteet ratkotaan usein suunnitteluun tarkoitettua tietokoneohjelmalla, jossa monet suunnittelukriteerit on optimoitu kustannusminimin löytämiseksi. Suurissa kohteissa on kyse suurista kustannussäästöistä, jos rakenteet voidaan toteuttaa pienemmän materiaalinemenekin.

Kuormien ja kuormayhdistelmien realistinen valinta on erittäin tärkeää, koska niillä vaikuttaa rakenteiden kaikkein rasitetuimpien kohtien suunnitteluun. Jos kuormituksia vähennetään ja kuormien vaikutusta rakenteeseen ”tulkitaan” rasituksia vähentävästi, samalla vähennetään materiaalia kaikkialta rungosta.

Uusissa eurooppalaisissa normeissa esiintyy sellaisia kuorman pienennyskertoimia, joita ei Suomessa ole aiemmin käytetty. Kun nämä otetaan täysimääräisinä käyttöön, voi eräissä rakenteissa laskennallinen varmuus vähentyä merkittävästi. Rakentaminen on pitkälle kulttuurikysymys. Uusi yhteinen eurooppalainen normisto muuttaa tilannetta merkittävästi. Monissa onnettomuustilanteissa on taustalla tämä kehitys.

Eri tuoteosien suunnittelussa käytetty normisto on syytä selvittää. Varsin usein päärakennesuunnittelija toimii suomalaisen rakentamismääräyskokoelman puitteissa ja tuoteosien suunnittelijat käyttävät hyödyksi eurooppalaisia. Näissä muun muassa varmuuskertoimet ja kuormien yhdistelmien käsittely voi poiketa eri materiaalinormien välillä. Tuloksena on usein erittäin monimutkainen ja sekava kokonaisuus, josta on vaikea päästä perille.

Lumikuorman suuruus ja vaikutustapa on suurissa rakennuksissa tärkeä valita realistisesti. Kokemuksen mukaan suurilla kattopinnoilla esiintyy aika ajoin sisäpuolisiin jiiirikohtiin kertyvää jäätä, joka lisää merkittävästi näiden kohtien rasitusta. Jään vaikutusten huomioon ottaminen on monissa rakenteissa vaikea ja haasteellinen kysymys, johon normisto ei useinkaan anna tyydyttäviä vastauksia.

Ulkopuolisen tarkastajan on hyvä keskustella erikoissuunnittelijoiden kanssa, jotta eri osapuolille syntyy selkeä kuva, mitä kaikkia tekijöitä on käytetty hyväksi jonkin rakenteen suunnittelussa. Usein käy myös niin, että jonkun ra-

kenteen materiaalinemenekin minimointi lisää jonkin toisen rakenneosan kustannuksia. Tämä olisi hyvä myös tietää jo rakenneratkaisuja selvitettäessä.

Suunnittelussa käytettyjen ohjelmistojen toiminta ja ulkopuolisen arvioitavissa. Miten ohjelmat on laadittu, testattu ja hyväksytty?

Tietokoneiden ja erilaisten ohjelmien käyttö on rakentamisessa nykyisin yleistä. Ohjelmia on periaatteessa kolmea eri tyyppiä.

Laskentaa ja analysointia tekevät ohjelmat ovat kehittyneitä. Elementtimenetelmään perustuvat ohjelmat kehitettiin alun perin lentokoneteollisuudessa, joten näiden ohjelmien luotettavuus on hyvä. Taitava käyttäjä voi analysoida erittäin monimutkaisia tapauksia luotettavasti. Toisaalta tämän tyyppisten ohjelmien käyttökynnys on madaltunut niin, että periaatteessa kuka tahansa voi niillä saada aikaan tuloksia. Jos niitä ei osata tulkita, voi ohjelman käyttämisestä olla vakavia seurauksia. Näissäkin ohjelmissa on virheitä, joten käyttäjän on pystyttävä tekemään karkeita tarkistuksia muilla menetelmillä voidakseen vakuuttaa tulosten oikeellisuudesta.

Toisen joukon muodostavat suunnitteluohjelmat, joissa rakenne mitoitetaan normien mukaisille suunnittelutapauksille tai osalle niistä. Näiden ohjelmien laadinnassa on normien tulkinnalla keskeinen merkitys. Ohjelmat voivat olla joko kaupallisia tai yksittäisten suunnittelijoiden laatimia. Aikojen kuluessa muutkin suunnittelijat ovat omaksuneet käyttökelpoiset ohjelmat. Nykyinen ohjelman käyttäjä voi olla vieraantunut ohjelman toiminnasta.

Ulkopuolisen tarkastajan ja myös muiden voi olla vaikea päästä selville näiden ohjelmien toiminnasta tai soveltuvuudesta. Niiden testaus on usein vaikeaa ja yleensä hyväksyntä puuttuu. Myöskään ohjelmien laatijoille ja samalla ohjelmaan tehtyjen normitulkintojen tekijöille ei ole asetettu pätevyysvaatimuksia toisin kuin esimerkiksi suunnittelijoille.

Kolmas ohjelmityyppi sekä analysoi että suunnittelee rakenteen. Näiden ohjelmien osalla tilanne on edellistä vielä astetta vaikeampi.

Kokonaisuutena suunnittelussa hyväksikäyttävät tietokoneohjelmat muodostavat riskin, jota ei ole Suomessa kartoitettu.

Onko käytetty sellaisia rakenteita, joiden on todettu olevan riskirakenteita muiden kokemusten perusteella? Miten rakenteiden yksityiskohdat, mm. reiät on otettu suunnittelussa huomioon?

Vaurioita on esiintynyt kaikista materiaaleista valmistetuissa rakenteissa. Siksi ongelmat eivät liity johonkin tiettyyn materiaaliin tai toimittajaan.

Kokemuksen mukaan erityistä huomiota tulee kiinnittää naulalevyrakenteisiin, liimapuura-

kenteisiin, jännitettyihin rakenteisiin sekä teräs-rakenteisiin.

Naulalevyrakenteissa on esiintynyt varsin paljon häiriöitä. Lähes lähtökohdaksi on muodostunut käsitys, että ongelmien taustalla ovat aina työmaalla tehdyt virheet tai vastaavan rakennesuunnittelijan alueeseen kuuluvissa tehtävissä olevat puutteet. Kirjoittajan käsityksen mukaan myös puurakenteiden suunnitteluohjeilla ja tietokoneohjelmilla on ollut ratkaiseva vaikutus rakenteiden materiaalmäärien pienentymiseen. Näitä rakenteita on ryhdytty myös käyttämään usein aiempaa pidemmällä jänneväleillä. Tuloksena on ollut rakenteita, joiden käyttö on vaatinut työmaalta erityistä osaamista ja ammattitaitoa.

Myös suurten jänneväliden liimapuurakenteissa on ollut käytössä uusia ratkaisuja, joiden käytöstä on aiheutunut turvallisuuteenkin liittyneitä ongelmia.

Jännitettyjen harjapalkkien kantavuusongelmat ovat olleet julkisuudessa. Nämä palkkityypit kehitettiin sodan jälkeen Yhdysvalloissa ja ne ovat osoittautuneet erittäin luotettaviksi maailmanlaajuisesti. Suomessa betonin lujuusluokat ovat kasvaneet, raudoitustavat on kehitetty paremmin valmistukseen soveltuviksi ja suunnitteluohjelmat on laadittu kilpailukykyisten rakenteiden aikaansaamiseksi. Tämä kokonaisuus on joissakin tapauksissa johtanut turvallisuuspuutteisiin.

Teräsrakenteissa pitkien jänneväliden rakenteiden puristettujen osien stabiliteetti on joissakin kohteissa osoittautunut puutteelliseksi. Samoin palotilanteen suunnitteluun liittyvät normitulkinnat aiheuttavat sen, että rakenteiden hyväksyttävyyks riippuu paljon sekä paikkakunnasta että tulkitsijasta.

Rakenteiden yksityiskohtien kuten reikien ja liitosten suunnittelukysymykset ovat usein sel-

laisia, että suunnittelijan on ne erikseen pohdittava. Esimerkiksi jännebetonipalkkien reiät tehdään usein reikäsuositusten kautta eikä niitä oteta aina huomioon poikkileikkauksen mitoituksessa. Kun reikä osuu harjan kohdalle palkissa, on sen vaikutus harjan kohdan jännitystiloihin ja suunnitteluun usein merkittävä.

Ovatko rakentajat ja tuoteosien valmistajat tunnettuja yrityksiä, joiden laadunvarmistusjärjestelmät ovat kunnossa?

Monissa rakennusalan yrityksissä laatukulttuuri on korkealla tasolla ja laadunvarmistusjärjestelmät kunnossa. Kun rakentamisen määrä on yhteiskunnassa hyvin suuri, joukkoon mahtuu myös toimijoita, joille laadukas työ ei ole ollut ykkösasia.

Suurissa hankkeissa on tärkeää, että kantavaan runkoon liittyvät suunnittelijat, toimittajat sekä rakentajat valitaan tunnettujen yritysten joukosta. Tämä pienentää turvallisuuteen liittyvää riskiä merkittävästi.

Edellä olevien kohtien perusteella tunnistetaan riskejä sisältävät kohdat rakennuksessa. Työn aikana varmistetaan, että toteutuksessa ei lisätä riskejä. Ulkopuolisen tarkastajan rooli rakentamisen aikana kiinnittämään huomiota kriittisten kohtien huolelliseen rakentamiseen voi siten olla vieläkin keskeisempi kuin suunnitelmien ulkopuolinen tarkastus, johon useimmiten keskitytään.

Rakentamisessa tärkein asia on lopulta laatu. Vain osaavat toimijat voivat toimia laadukkaasti. Laadun varmistaminen rakennushankkeissa toteutuu nykyistä paremmin, kun mikä tahansa osapuoli voi ymmärrettävästi kertoa muille, miten on huolehtinut laadusta ja ennen kaikkea mitä muiden tulee ymmärtää heidän suorituksestaan rajapinnalla.