

Mikko Nurkka

Konesaumattavan katon putoamissuojaus uudisrakennuskohteissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

20.4.2015

Tekijä Otsikko	Mikko Nurkka Konesaumattavan katon putoamissuojaus uudisrakennuskoh- teissa
Sivumäärä Aika	57 sivua + 1 liite 20.4.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaajat	Työturvallisuuspäällikkö Timo Haiko Laboratorioinsinööri Markus Immonen
<p>Insinööriyön aiheena oli konesaumattavan katon putoamissuojaus uudisrakennuskoh- teissa. Työn tilaajana oli NCC Rakennus Oy. Tilaajalle selvitettiin, mitä suojakaideratkaisua suositellaan käytettäväksi konesaumattavalla katolla uudisrakennuskohteissa ja mitä valjai- den kiinnityspistettä käyttämällä voitaisiin suorittaa kaikki vesikaton työvaiheet kattoristikoi- den asennuksen jälkeen. Insinööriyön päämäärä oli parantaa vesikattotyöskentelyn työtur- vallisuutta konesaumattavalla katolla. Suojakaideratkaisuja vertailtiin turvallisuuden, käytän- nöllisyyden ja kustannustehokkuuden näkökulmista.</p> <p>Insinööriyön aluksi perehdyttiin työturvallisuuteen ja erityisesti putoamissuojaukseen liitty- viin lakeihin ja asetuksiin, pääurakoitsijan keinoihin työturvallisuudesta huolehtimiseen ja suunnittelustandardeihin. Insinööriyön tutkimusaineistona hyödynnettiin laajalti vesikatto- töitä tekevien yritysten omakohtaisia kokemuksia, jotta saatiin tietoa siitä miten vesikaton pu- toamissuojaukset tulisi käytännössä toteuttaa. Kattokaiteita ja valjaiden kiinnityspistetuot- teita tarjoavia valmistajia haastateltiin, jolloin saatiin tarkennettua tuotteiden ominaisuuksia. Vesikaton rakenteiden suunnittelijaa haastateltiin insinööriyötä varten liittyen kattorakentei- den kuormituskestävyyteen ja selvitetessä mahdollisuuksia valjaiden kiinnityspisteratkai- suista. Kustannustiedot koskien vesikaton kaiteita hankittiin suomen suurimmilta rakennus- tuotteita vuokraavilta yrityksiltä.</p> <p>Insinööriyön tuloksena NCC Rakennus Oy sai suosituksen siitä, mitä vesikaton kaiderat- kaisua kannattaa käyttää konesaumattavalla katolla riippuen räystäsrakenteen rakenteesta työturvallisuuden, käytännöllisyyden ja kustannustehokkuuden näkökulmasta. Toinen insi- nööriyön tulos oli valjaiden kiinnityspisteratkaisu, jota voidaan käyttää kaikkien vesikatto- töiden aikana kattoristikoiden asennuksen jälkeen konesaumattavalla katolla.</p>	
Avainsanat	Työturvallisuus, putoamissuojaus, valjaiden kiinnityspisteet

Author Title	Mikko Nurkka Fall Protection of Standing Seam Metal Roof in New Construction Production
Number of Pages Date	57 pages + 1 appendix 20 April 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructors	Timo Haiko, Occupational Health and Safety Manager Markus Immonen, Laboratory Engineer
<p>The subject of this thesis was the fall protection of standing seam metal roofs in new construction production. The thesis was made for NCC Construction Ltd. The scope of the thesis was to find out what kind of falling protection is necessary for a roof that is going to be made with standing seam metal. The other scope of the thesis was to find out what kind of anchorage points for personal safety protection it is possible to use for every stage in building roofs after the roof trusses have been installed. The main reason for this thesis was to improve safety in roof working. Falling protections were compared from safety, practicality and cost effectiveness point of views.</p> <p>Laws, regulations and standards concerning occupational safety and fall protection were studied as well as the means of the main contractor to take care of occupational safety. The knowledge from companies doing roof works was used in the thesis to find out how the falling protection should be realized from the practical point of view. Manufacturers manufacturing guardrails and anchorage points for personal safety protection were interviewed to specify the details of the products. A roof designer was interviewed to find out how durable the roof structures are and what the possibilities for the anchorage points are. The cost data was gathered from Finnish companies hiring construction products.</p> <p>As a result, NCC Construction Ltd was given a recommendation on what kind of falling equipment should be used in a roof that is going to be standing seam metal roof depending on the structure of the eaves. The other result was an anchorage point solution for standing seam metal roof that can be used during roof works after roof trusses have been installed.</p>	
Keywords	Occupational safety, fall protection, anchorage points

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tavoitteet ja rajaus	2
1.3	Toteutus	2
2	Teoria	3
2.1	Tapaturmatilastot	3
2.1.1	Tapaturmatilastot Suomessa	3
2.1.2	Tapaturmatilastojen kansainvälinen vertailu	5
2.2	Lainsäädäntö	5
2.2.1	Työnantajan velvollisuudet	6
2.2.2	Työntekijän velvollisuudet	7
2.3	Pääurakoitsijan keinot työturvallisuudesta huolehtimiseen	7
2.3.1	Vaarojen arviointi	7
2.3.2	Perehdytys	9
2.3.3	Viikoittainen kunnossapitotarkastus ja turvallisuusseuranta	10
2.3.4	Työturvallisuusjohtaminen	11
2.3.5	Aloituspalaveri katolla työskentelyyn liittyen	11
2.3.6	Mestänvastaanotto katolla työskentelyyn liittyen	12
2.4	Putoamissuojaussuunnitelma	12
2.5	Putoamissuojausten määräystenmukaisuus	14
2.6	Suojakaiteiden valinta ja mitoitus SFS-EN 13374 mukaan	18
2.6.1	Kaiteiden yhteneväisyysvaatimukset	19
2.6.2	Lujuusvaatimukset	21
2.6.3	Muita eurokoodista huomioitavia asioita	21
2.7	Viranomaisohjaus	22
2.8	Valjaiden kiinnityspisteet kaltevilla katoilla	23
2.8.1	Väliaikaiset valjaiden kiinnityspisteet	24
2.8.2	Kiinteät valjaiden kiinnityspisteet	27
3	Tutkimustyö	30
3.1	Ristiriidat suunnitteluohjeiden välillä	30

3.2	Kaidevaihtoehdot kalteville katoille	31
3.2.1	Vepe Oy Peltonen turvakaideratkaisut kalteville katoilla	31
3.2.2	Combisafe	34
3.2.3	Alupro Oy:n Alufix jyrkän katon kaidejärjestelmä	36
3.3	Kaiteiden asennus	37
3.4	Ongelmat kaideratkaisuissa	38
3.4.1	Harjakattokaide	38
3.4.2	Pulpettikattokaide	40
3.4.3	Vesikattokaide	40
3.4.4	Combisafe kaideratkaisu	41
3.4.5	Alupron Alufix jyrkän katon kaidejärjestelmä	41
3.4.6	Nurkkaliitokset	42
3.5	Tarpeiden mukainen kaideratkaisu konesaumattavalle katolle	42
3.6	NCC Rakennus Oy:lle soveltuvat kaideratkaisut	43
3.7	Kaideratkaisujen vertailu	44
3.7.1	Turvallisuus	44
3.7.2	Käytännöllisyys	45
3.7.3	Kustannustehokkuus	47
3.7.4	Suosittelavin kaideratkaisu konesaumattavalle vesikatolle	47
3.8	Vesikaton putoamissuojausten tuotekehitys	48
3.9	Valjaiden kiinnityspiste konesaumattavalla vesikatolla	49
3.9.1	Ongelmat valjaiden kiinnityspisteissä	50
3.9.2	Ratkaisu valjaiden kiinnityspisteeksi	51
4	Yhteenveto	52
	Lähteet	54
	Liitteet	
	Liite 1. Kaidejärjestelmien vuokrauskustannuksia (salainen)	

Lyhenteet

Poikaset	Räystäsrakennetta tukevat kattoristikon yläpaarten jatkokset seinälinjan ulkopuolella.
Tapaturmataajuus	Sattuneiden tapaturmien ja tehtyjen työtuntien suhde. Suhde lasketaan miljoonaa työtuntia kohden.

1 Johdanto

1.1 Tausta

Rakennusala on vieläkin yksi tapaturma-alttiimmista toimialoista Suomessa [1]. Rakennusalan yritykset ovatkin havahtuneet ongelmaan ja pyrkivät muuttamaan nykyistä työturvallisuuskulttuuria parempaan suuntaan kehittämällä uusia työturvallisuusratkaisuita. NCC Rakennus Oy on yksi Pohjoismaiden johtavista kiinteistökehitys- ja rakennusalan yrityksistä, joka on nostanut työturvallisuuden tärkeimmäksi prioriteetiksi ohi laadun, rahan ja aikataulun. Tästä johtuen NCC haluaa kehittää työmaiden työturvallisuutta, onhan konsernin tavoitteena nolla tapaturmaa [2]. NCC Rakennus Oy:n tapaturmataajuus oli vuonna 2014 16,6 kun heidän tavoitteensa oli 10 [13]. Vuonna 2005 NCC Rakennus Oy:n tapaturmataajuus oli noin 55, joten kehitystä on tapahtunut paljon yhdeksässä vuodessa [38]. Tämä opinnäytetyö on rajattu koskemaan kattotyöskentelyn turvallisuutta. Aihealueet ovat suojakaiteet ja valjaiden kiinnityspisteet peltikonesaumattavalla kaltevakattoisella uudisrakennustyömaalla.

Vesikatolla työskenneltäessä työturvallisuuden on oltava kaikin puolin kunnossa. Putoamissuojausten ja valjaiden kiinnityspisteiden tulee olla määräysten mukaiset. Vuonna 2014 NCC Rakennus Oy:n työmaalla sattui vakava työtapaturma, jossa peltityöntekijä putosi harjakattoisen talon vesikatolta. Tämä tapaturma herätti kysymyksiä peltikonesaumattavan kaltevan vesikaton putoamissuojauksen turvallisuudesta, jonka tutkimiseen ja ongelmanratkaisuun tämä opinnäytetyö liittyy.

Suomessa on monia yrityksiä, jotka tarjoavat putoamissuojaustuotteitaan rakennusyrityksille. Opinnäytetyössä tutkitaan näitä tuotteita ja etsitään paras ratkaisu NCC Rakennus Oy:n tarpeisiin.

Peltikonesaumattavilla kaltevilla katoilla on myös ongelmia valjaiden kiinnityspisteiden kanssa. Kiinnityspisteet pitäisi saada kiinteiksi, joita voitaisiin käyttää esteettömästi jokaisen vesikattotyövaiheen aikana.

1.2 Tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyön tavoite on vastata kysymyksiin:

1. Mikä markkinoilta löytyvä putoamissuojausratkaisu soveltuu parhaiten konesaumattaville katoille NCC Rakennus Oy:n uudisrakennustyömaille?
2. Miten konesaumattavalle vesikatolle toteutettaisiin valjaiden kiinnityspiste, joka soveltuu käytettäväksi kaikkien vesikattotyövaiheiden aikana kattoristikoiden asennuksen jälkeen?

Opinnäytetyön tärkein tarkoitus on tutkia markkinoilta löytyvien kaltevien kattojen putoamissuojausvaihtoehtoja ja löytää niistä paras ratkaisu NCC Rakennus Oy:n tarpeisiin. Putoamissuojausvaihtoehtoja vertaillaan soveltuvuuden, työturvallisuuden sekä kustannustehokkuuden perusteella. Tarkoitus on siis löytää kustannustehokas, käytännöllinen ja työturvallinen turvakaideratkaistu. Opinnäytetyön tavoitteena on parantaa kattotyökentelyn työturvallisuutta.

Toinen insinöörityön tavoite on ratkaista kaltevilla konesaumakatoilla valjaiden kiinnityspisteisiin liittyvä ongelma. Tällä hetkellä konesaumattaville katoille ei ole yhdenmukaista valjaiden kiinnityspistettä vaan kiinnityspisteitä joudutaan siirtämään vesikattotöiden edistymisen mukaan. Tarkoitus olisi löytää keino, jolla valjaiden kiinnityspiste saataisiin kiinteäksi rakenteeksi, joka toimisi valjaiden kiinnityspisteenä kaikkien vesikaton rakennusvaiheiden aikana.

1.3 Toteutus

Insinöörityöprosessi aloitetaan tutustumalla aiheesta olemassa olevaan kirjallisuuteen sekä etsimällä tietoa internetistä. Teoriaosuudessa insinöörityön lukija perehdytetään lakeihin asetuksiin ja viranomaismääräyksiin, joita aiheeseen liittyy. Teoriaosuus luo pohjan suojakaideratkaistuiden ja valjaiden kiinnityspisteratkaistuiden esittelemiselle sekä antaa yleiskuvan työturvallisuudesta Suomessa.

Insinööriyössä kerätään tietoa yritysten käyttämistä kaideratkaisuista ja putoamissuojauksen toteuttamismenetelmistä. Lisäksi perehdytään kaidetoimittajien tarjoamiin tuotteisiin, jotta löytyisi NCC Rakennus Oy:n tarpeisiin parhaiten soveltuva kaideratkaisu. Putoamissuojausvaihtoehtoja vertaillaan soveltuvuuden, turvallisuuden ja kustannustehokkuuden perusteella. Insinööriyössä tutkitaan, onko markkinoille tulossa tuotetta, joka soveltuisi NCC Rakennus Oy:n tarpeisiin.

Katolla, jossa ei ole suojakaiteita täytyy henkilökohtaisena putoamissuojauksena käyttää valjaita. Jyrkillä katoilla on suositeltavaa käyttää valjaita vaikka suojakaiteet olisivat paikallaan. Valjaiden kiinnityspisteet tulee olla vesikatolla kunnossa, jotta valjaita voidaan käyttää turvallisesti. Rakennusaikaisten valjaiden kiinnityspisteiden suunnitteleminen on rakennesuunnittelijan tehtävä. Kaltevan konesaumakaton valjaiden kiinnityspistemahdollisuuksia tutkitaan Optiplan Oy:n rakennesuunnittelijan ja vesikattotöitä tekevien yritysten kanssa, jotta valjaiden kiinnityspisteeksi löytyisi kaikki vesikattotyövaiheet mahdollistava ratkaisu.

2 Teoria

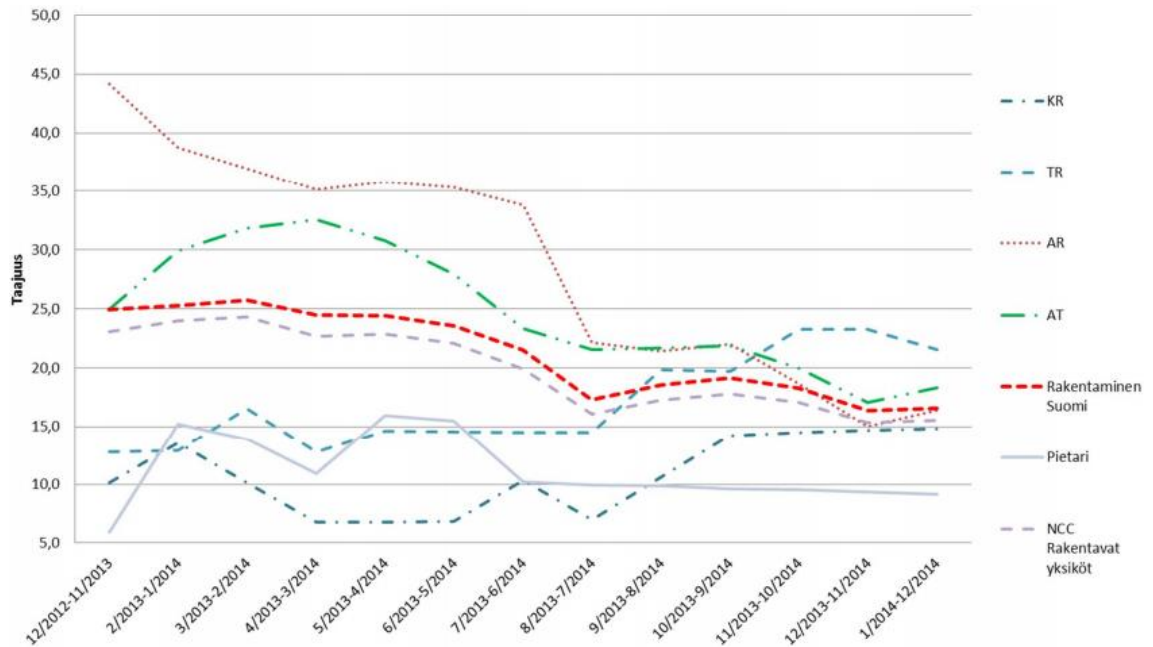
2.1 Tapaturmatilastot

2.1.1 Tapaturmatilastot Suomessa

TVL:n tilastojen mukaan rakennusalan tapaturmataajuus vuonna 2005 oli 81,4 kun taas vuonna 2013 se oli 63. Toiseksi vaarallisin toimiala rakentamisen jälkeen Suomessa vuonna 2013 oli hallinto ja tukipalvelutoiminta, jonka tapaturmataajuus oli 53. [3.] Tapaturmien lasku useina vuosina voi selittyä alalla tehdyn voimakkaan ryhtiliikkeen takia, joka vaikuttaa suotuisasti tapaturmakehitykseen [9, s.29].

NCC:n tapaturmataajuus oli vuonna 2014 16,6, kuten kuvassa 1 esitetään. Se on selvästi alle talonrakentamisyritysten keskiarvon [4, s.12]. TVL:n mukaan isot yritykset panostavatkin työturvallisuuteen huomattavasti enemmän kuin pienet yritykset, mikä vaikuttaa tapaturmataajuuden hitaaseen kehittymiseen alalla. Pienten rakennusliikkeiden tapaturmataajuudet ovat huomattavasti korkeampia kuin isojen, jonka vahvistaa myös se, että rakennusteollisuus RT:n jäsenkyselyyn vastanneista 147 yrityksestä työpaikkatapaturmia oli aineistossa vuosittain noin 2000. Koko rakennusalan työpaikkatapaturmia oli

vuonna 2013 yhteensä 13 975. Olisikin tärkeää saada myös nämä pienet yritykset mukaan kehittämään työturvallisuutta, jolloin koko rakennusalan tapaturmataajuus saataisiin laskemaan. [9, s.29.]



Kuva 1. NCC:n tapaturmataajuuden kehitys [13].

Yhtenä selittäväenä tekijänä useita vuosia laskeneiden työtapaturmien lukumäärässä voi olla ulkomaalaisten työn osuus, koska työtapaturmatilastoista jäävät puuttumaan vakuutamattomat sekä ulkomaisten yritysten palkkalistoilla olevat Suomeen lähetetyt työntekijät. Tilastointi työtapaturmista lähetettyjen työntekijöiden osalta tehdään lähtömaahan. Suuri osa ulkomaalaisista työntekijöistä työskentelee Suomessa toimivassa yrityksessä, joten he tulevat tilastoinnin piiriin. [9, s.29.]

Kesällä 2014 voimaantullut veronumeromenettely ja palkkojen seuranta todennäköisesti parantaa toiminnan läpinäkyvyyttä ja työtapaturmatilaston kattavuutta jatkossa, sillä jokaisen rakentamispalveluja tilanneen täytyy ilmoittaa kuukausittain Verohallinnolle, keneltä on tilannut rakennustöitä. Tilaajan täytyy ilmoittaa verohallinnolle työmaittain rakennusurakoiden urakkasopimusta koskevia tietoja. Verohallinto vaatii myös tiedot kaikista yhteisellä rakennustyömaalla työskentelevistä henkilöistä huolimatta työsuhteen laadusta tai työnantajasta. [10.]

Kuolemaan johtaneissa rakennusalan työtapaturmissa tapaturmavakuutuslaitoksen vuoden 2014 työtapaturmajulkaisun mukaan yleisin aiheuttaja on edelleen putoaminen. Putoaminen työtapaturmana aiheuttaa myös suurimman osan vakavista vammoista rakennusalalla. [9, s.31.]

2.1.2 Tapaturmatilastojen kansainvälinen vertailu

Kansainvälinen työtapaturmien vertailu ei ole käytännössä mahdollista johtuen eri maissa käytössä olevista työtapaturmien tilastointitavoista. Tilastointitavat eroavat maittain johtuen siitä, että termi ”työtapaturma” tarkoittaa eri maissa eri asiaa. Eurostat-alueen yhteistyöllä on pyritty yhdenmukaistamaan Euroopan tasolla kerättäviä tietoja, mutta kansallisia määritelmiä ei ole saatu vielä yhdenmukaistettua joka johtaa siihen, että eri maiden luvut kertovat eri asiasta, vaikka tiedot näyttävät samanmuotoisilta. Suomen tilastojen vertailu onnistuu parhaiten Eurostat-maista Saksan, Portugalin, Espanjan, Ranskan, Sveitsin, Itävallan, Italian, Luxemburgin, ja Belgian kanssa, koska kyseisissä maissa tilastot kerätään niin, että työtapaturmista raportoimiseen on taloudellinen kannustin. [5.]

Kuolemaan johtaneiden työtapaturmien luvut ovat luotettavimpia tilastoja kansainvälisessä vertailussa. Suomi oli kuolemaan johtaneiden työtapaturmien tilastossa vuonna 2008 Euroopan toiseksi turvallisimman maan Britannian jälkeen. Muita kärkimaita Eurostatin työtapaturmakuolemien tilastoissa olivat Tanska, Ranska ja Ruotsi. [6, s.25.]

2.2 Lainsäädäntö

Rakennustoiminnan työturvallisuutta säätelee Suomessa työturvallisuuslaki (738/2002). Työturvallisuuslaki määrittelee työturvallisuuden yleiset tavoitteet ja perussäännökset.

Tarkoitus 1§

Lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitautteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden, jäljempänä terveys, haittoja. [39.]

Työturvallisuuslain tarkemmasta sisällöstä säädetään valtioneuvoston asetuksilla ja päätöksillä esimerkiksi asetuksella työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta

(403/2008) sekä asetuksella rakennustyön turvallisuudesta (205/2009). Työturvallisuuslaki on mm. työaikalain, työsopimuslain, vuosilomalain, ammattitautilain ja työterveyshuoltolain rinnalla yksi työelämän keskeisimmistä laeista. [6, s.106-108.]

2.2.1 Työnantajan velvollisuudet

Työnantajan yleinen velvoite on ottaa työympäristö, työolosuhteet ja työntekijän henkilökohtaiset edellytykset huomioon huolehtiessaan tarpeellisin toimenpitein työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä. Asiat, joihin työnantaja ei voi vaikuttaa niiden poikkeuksellisuuden, epätavallisuuden ja ennalta arvaamattomuuden takia, joiden seurauksia ei olisi voitu välttää kaikista aiheellisista varotoimista huolimatta, otetaan huomioon huolehtimisvelvoitetta rajaavina tekijöinä. [7, s.9.]

Lain keskeinen tavoite on kiinnittää huomiota jatkuvaan ja järjestelmälliseen työolosuhteiden ja työympäristön parantamiseen ja arviointiin, jotta työnantajan huolehtimisvelvollisuus toteutuisi. Työpaikan henkiset että fyysiset vaara- ja haittatekijät tulee olla työnantajan tiedossa, sillä laki sisältää säännökset työyhteisön tilan, työtapojen ja työympäristön turvallisuuden alituisesta tarkkailusta sekä työpaikan vaara- ja haittatekijöiden merkityksen tunnistamisesta, merkityksen arvioinnista ja niiden poistamisesta. [7, s.9.]

Jos työnantaja ei pysty itse selvittämään työpaikan ja harjoittamansa toiminnan aiheuttamia haittoja ja vaaroja, on hänen tarvittaessa käytettävä ulkopuolista asiantuntija-apua. Olosuhteiden olennaisesti muuttuessa on työnantajallaan hallussaan oleva arviointi ja selvitys vaaroista sekä haittatekijöistä tarkistettava ja pidettävä ajan tasalla. Työpaikan turvallisuuden kokonaisvaltaiseen hallintaan kuuluu lisäksi työpaikan ja työnsuunnittelu, työntekijälle annettava koulutus ja ohjaus sekä työsuojelun toimintaohjelma. Työnantajan velvollisuuksiin kuuluu myös yhteistoiminta. Työsuojeluyhteistoiminnasta säädetään tarkemmin työsuojelun valvontalaissa, vaikka työturvallisuuslaissa on siitä osio.

Työturvallisuuslakia sovelletaan samalla tavalla ulkomaalaisiin työntekijöihin huolimatta siitä ovatko he lähetettyjä työntekijöitä tai ovatko he suoraan työsuhteessa suomalaiseen työnantajaan. [7, s.9.]

2.2.2 Työntekijän velvollisuudet

Työntekijän velvollisuudet lakia toteutettaessa eivät ole niin laajat kuin työnantajan velvollisuudet. Työntekijän on noudatettava työnantajan toimivaltansa mukaisesti antamia ohjeita ja määräyksiä. Työntekijän tulee työskennellä turvallisesti ja terveellisesti sekä hänen tulee työssään ylläpitää tarvittavaa siisteyttä, järjestystä, huolellisuutta ja varovaisuutta. Työntekijän tulee myös huolehtia sekä omastaan että muiden työntekijöiden terveydestä ja turvallisuudesta käytettävissään olevin keinoin. Muihin työntekijöihin kohdistuva epäasiallinen käytös ja häirintä on vältettävä. [7, s.9.]

2.3 Pääurakoitsijan keinot työturvallisuudesta huolehtimiseen

Tässä osiossa kerrotaan, miten rakennustyömaan turvallisuudesta huolehditaan. Kaikki lähtee liikkeelle rakennustyömaan vaarojen arvioinnista, jotka luovat pohjan työturvallisuudesta huolehtimiseen. Työmaalla työskentelyn turvallisuudesta pidetään huolta työntekijöiden perehdyttämisellä, jonka järjestäminen edellytetään jo työturvallisuuslaissa. Viikoittaiset kunnossapitotarkastukset ja turvallisuusseuranta on laissa määrätty keino, jolla pyritään pitämään työmaa turvallisena työskennellä. Työturvallisuusjohtaminen on ratkaiseva asia työntekijöiden työturvallisuudesta ja -terveydestä huolehtimiseen.

2.3.1 Vaarojen arviointi

Rakennuttaja laatii kohteesta työturvallisuusasiakirjan, jossa on esitetty rakennushankkeen ominaisuuksista, olosuhteista ja luonteesta aiheutuvat vaara- ja haittatekijät sekä rakennushankkeen toteuttamiseen liittyvät työturvallisuutta ja työterveyttä koskevat tiedot; tällöin on selvitettävä ja tunnistettava myös vaara- ja haittatekijät, jotka koskevat elementtitoita; sekä otettava huomioon työmaahan liittyvä teollinen tai muu siihen rinnastettava toiminta.

Päätoteuttajan on esitettävä rakennuttajalle kirjallinen rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelma, josta on määrätty valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta. [11.]

Päätoteuttajan on esitettävä rakennuttajalle tässä pykälässä tarkoitetut rakennustöiden työturvallisuutta koskevat suunnitelmat.

Päätoteuttajan on tehtävä ennen rakennustöiden aloittamista kirjallisesti työturvallisuutta koskevat suunnitelmat, joiden mukaan työt, työvaiheet ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvallisiksi ja ettei niistä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville ja muille työn vaikutuspiirissä oleville. Tällöin päätoteuttajan on riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työmaan yleisistä työtehtävistä, työolosuhteista ja työympäristöstä aiheutuvat rakennustyön vaara- ja haittatekijät. Vaara- ja haittatekijät on poistettava asianmukaisesti sekä milloin niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työmaalla työskentelevien ja muille työn vaikutuspiirissä olevien turvallisuudelle ja terveydelle.

Päätoteuttajan on otettava huomioon rakennuttajan turvallisuusasiakirjan tiedot sekä esitettävä rakennuttajalle turvallisuusasiakirjaan tarpeelliset muutokset työn edistymisen mukaisesti, jotta tarpeelliset turvallisuustoimenpiteet toteutetaan. Päätoteuttajan on otettava huomioon suunnittelussa myös turvallisuustoimenpiteet, jotka koskevat liitteessä 2 tarkoitettuja erityisiä turvallisuus- ja terveysvaaroja sisältäviä töitä.

Rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota tapaturmavaaran ja terveyden haitan poistamisessa ja vähentämisessä ainakin seuraaviin seikkoihin:

- 1) toimisto-, henkilöstö- ja varastotilojen määrä ja sijainti;
- 2) nostureiden, koneiden ja laitteiden sijoitus;
- 3) kaivuu- ja täyttömassojen sijoitus;
- 4) rakennustarvikkeiden ja -aineiden sekä elementtien lastaus-, purkaus- ja varastointipaikkojen sijoitus;
- 5) elementtirakentamisessa nostureiden nostopaikkojen perustus ja maapohjan vahvistus, nostureiden nostosäteet ja -kapasiteetit, nosturinkuljettajien mahdollisimman esteetön näköyhteys elementtivarastoon ja asennuskohteeseen;
- 6) työmaaliikenne sekä sen ja yleisen liikenteen liittymiskohdat;
- 7) kulku-, nousu- ja kuljetustiet sekä niiden kunnossapito;
- 8) työmaan järjestys ja siisteys sekä pölyn torjuntaan ja hallintaan tarvittavien rakenteiden ja laitteiden sijoitus;
- 9) jätteiden sekä turvallisuudelle ja terveydelle vaaraa tai haittaa aiheuttavien materiaalien kerääminen, säilyttäminen, poistaminen ja hävittäminen;
- 10) palontorjunta;
- 11) varastointialueiden rajaaminen ja järjestäminen, erityisesti kun käsitellään turvallisuudelle ja terveydelle vaaraa tai haittaa aiheuttavia materiaaleja tai aineita.

Rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelun keskeiset osat on esitettävä työmaasuunnitelmana kirjallisesti, tarvittaessa rakennus- ja työvaiheittain. Suunnitelmat on tarkistettava olosuhteiden muuttuessa, ja ne on muutenkin pidettävä ajan tasalla. [11.]

Liitteessä 2 on mainittu työt, joissa työntekijään kohdistuu korkealta putoamisen vaara. Putoamisvaarallisista töistä, kuten vesikatolla suoritettavista töistä on tehtävä vaarojen arviointi. Vaara- ja haittatekijät liittyen putoamisvaarallisiin töihin tulee poistaa. [11.]

2.3.2 Perehdytys

Työturvallisuuslaissa on määrätty, että jokainen uusi työntekijä on perehdytettävä perusteellisesti ennen työpaikalla työskentelyn aloittamista. Työpaikalla tarkoitetaan rakennusalalla paikkaa (työmaata), jossa työ suoritetaan.

Työntekijälle annettava opetus ja ohjaus 14§:

Työnantajan on annettava työntekijälle riittävät tiedot työpaikan haitta- ja vaaratekijöistä sekä huolehdittava siitä, että työntekijän ammatillinen osaaminen ja työkokemus huomioon ottaen:

1) työntekijä perehdytetään riittävästi työhön, työpaikan työolosuhteisiin, työ- ja tuotantomenetelmiin, työssä käytettäviin työvälineisiin ja niiden oikeaan käyttöön sekä turvallisiin työtapoihin erityisesti ennen uuden työn tai tehtävän aloittamista tai työtehtävien muuttuessa sekä ennen uusien työvälineiden ja työ- tai tuotantomenetelmien käyttöön ottamista;

2) työntekijälle annetaan opetusta ja ohjausta työn haittojen ja vaarojen estämiseksi sekä työstä aiheutuvan turvallisuutta tai terveyttä uhkaavan haitan tai vaaran välttämiseksi;

3) työntekijälle annetaan opetusta ja ohjausta säätö-, puhdistus-, huolto- ja korjaustöiden sekä häiriö- ja poikkeustilanteiden varalta; ja

4) työntekijälle annettua opetusta ja ohjausta täydennetään tarvittaessa. [39.]

Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta annetaan määräyksiä työntekijän perehdytyksestä.

Päätoteuttajan on huolehdittava perehdyttämällä ja opastamalla siitä, että kaikilla yhteisen rakennustyömaan työntekijöillä on riittävät tiedot turvallisesta työskentelystä ja että he tuntevat kyseessä olevan rakennustyömaan vaara- ja haittatekijät sekä niiden poistamiseen tarvittavat toimenpiteet. [11.]

Perehdytyksessä tulee käydä läpi putoamissuojaukseen liittyvät asiat, kuten miten toimia, jos työntekijä joutuu poistamaan putoamissuojauksen työn ajaksi. Työskentely pitäisi pyrkiä toteuttamaan niin, että putoamissuojaus poistettaisiin vasta kun työkohteen putoamissuojaukset voitaisiin poistaa kokonaan ilman, että seuraavan työvaiheen työntekijät joutuisivat käyttämään valjaita.

NCC Rakennus Oy:llä perehdytys tehdään perusteellisesti. Suullisen osuuden lisäksi jokaiselle työmaalle työskentelemään menevälle näytetään noin yhdeksän minuutin ”Turvallisesti työmaalla” -video, joka toimii perehdytyksen apuvälineenä ja täydentää perehdyttämisprosessia havainnollistamalla oikeat toimintatavat ja työn vaarat.

2.3.3 Viikoittainen kunnossapitotarkastus ja turvallisuusseuranta

Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta on määrätty, että työmaalla on viikoittain pidettävä kunnossapitotarkastus ja turvallisuusseuranta [11].

Viikoittaiset kunnossapitotarkastukset ja turvallisuusseuranta 16§

Rakennustyömaalla on työn aikana ainakin kerran viikossa, suoritettavissa kunnossapitotarkastuksissa tarkastettava muun muassa työmaan ja työkohteiden yleisjärjestys, putoamissuojaus, valaistus, rakennustyön aikainen sähköistys, nosturit, henkilönostimet ja muut nostolaitteet, nostoapuvälineet, rakennussahat, telineet, kulkutiet sekä maan ja kaivantojen sortumavaaran estäminen. Lisäksi on tarkastettava muutkin turvallisuuden kannalta merkittävät asiat. Osana kunnossapitotarkastuksia on telineen kunnossapitotarkastuksessa otettava huomioon tämän asetuksen liitteen 4 tarkoittamat asiat.

Tarkastuksissa on myös kiinnitettävä huomiota siihen, että 13 §:ssä tarkoitetut rakennustyön yhteensovittamisen toimenpiteet hoidetaan oikea-aikaisesti.

Nosturin ja muun nostolaitteen käyttäjän on päivittäin sekä tarvittaessa muulloinkin ennen työn alkua kokeiltava laitteen toiminta ja varmistauduttava varsinkin kylmänä ja sateisena aikana koekäytön jarrujen ja turvalaitteiden toiminnasta. Ajo-neuvo- tai kuormausnosturia käytettäessä on erityisesti tarkastettava perustaminen. [11.]

Rakennustyömaalla viikoittaiset kunnossapitotarkastukset ja turvallisuusseuranta hoidetaan usein TR-mittauksella. TR-mittaus on vähintään kerran viikossa suoritettava työturvallisuuskierros. Työturvallisuuskierroksella tarkkaillaan onko kaikki työturvallisuuteen liittyvät asiat kunnossa. Yksi keskeinen tarkkailtava asia on putoamissuojaus. TR-tason

tavoite putoamissuojauksen osalta on NCC Rakennus Oy:llä 100 %, eli ei sallita lainkaan puutteita putoamissuojauksessa. Työturvallisuutta vaarantavat asiat korjataan välittömästi ja aina ennen työvälineen, koneen tai laitteen käyttöönottamista. [13]

2.3.4 Työturvallisuusjohtaminen

Työturvallisuuden johtaminen on johtamisen näkökulma ja työpaikan turvallisuutta ja terveellisyttä edistävien yhtenäisten johtamis- ja toimintakäytäntöjen kokonaisuus. NCC Rakennus Oy:llä turvallisuusjohtaminen on tärkeässä osassa työntekijöiden ja työympäristön päivittäisestä työturvallisuudesta huolehdittaessa.

Ratkaiseva asia työturvallisuuden ja -terveyden johtamisessa on esimiestoiminta. Esi- miesten on kyettävä huolehtimaan työympäristön ja työvälineiden turvallisuudesta sekä myös ihmisten johtamisesta. Esimiehillä täytyy olla riittävät tiedot vaara- ja kuormituste- kijöistä, jotta he pystyvät huolehtimaan työturvallisuudesta työpaikalla. Esimiehen tulee selvittää työolojen vaarat ja huolehtia, että ne pysyvät vaaditulla tasolla. Työntekijöiden opastuksesta ja ohjeistuksesta on huolehdittava myös työsuojelunäkökulmasta. Esi- miesten tulee valvontaa apuna käyttäen varmistaa riskien välttäminen sekä työturvalli- suuden toteutuminen. Esi miesten on myös kannustettava työntekijöitään huolehtimaan omastaan ja muiden turvallisuudesta muun muassa ilmoittamalla vaaroista ja pitämällä yllä hyvää työympäristöä. Esi miesten on myös huolehdittava alaisten jaksamisesta ja motivaatiosta. [6, s.86.]

Työturvallisuusjohtamisen tiedetään tilastojen mukaan parantavan työturvallisuutta huo- mattavasti. Suurten rakennusliikkeiden tapaturmataajuudet ovat keskiarvoa alhaisem- mat, mikä todistaa turvallisuusjohtamisen vaikuttavan myös aiemmin tapaturma-alttiiksi mielletyllä rakennusalalla. [9, s.29.]

2.3.5 Aloituspalaveri katolla työskentelyyn liittyen

NCC Rakennus Oy:n aloituspalavereissa käydään läpi yksilöidyn tehtävän kuten pelti- kattotyön työturvallisuuteen liittyvät asiat. Peltikattotöihin liittyviä asioita, joita käydään lävitse aloituspalaverissa, ovat tehtävän vaarojen arviointi, jonka urakoitsija on tehnyt aloituspalaveria varten valmiiksi. Vesikaton putoamissuojaussuunnitelma sekä valjaiden käyttö ja niiden kiinnityspisteet ovat myös asioita, jotka täytyy palaverissa käydä läpi.

Aloituspalaverissa sovitaan myös tehtävän aikataulu sekä koska tullaan mitoille ja tekemään mestanvastaanotto. [14.]

2.3.6 Mestanvastaanotto katolla työskentelyyn liittyen

Mestanvastaanotossa perehdytetään tehtävän työntekijät, jolloin aliurakoitsijan työnjohdon tulee olla myös paikalla. Mestanvastaanotossa käydään läpi tehtäväkohtainen vaarojen arviointi. On erityisen tärkeää, että jokaiselle tehtävän työntekijälle sekä työnjohtajalle on valjaiden käytön periaatteet ja valjaiden kiinnityspisteiden paikat tiedossa. Vesikatkon putoamissuojaus ja pohjien kunto on tarkistettava mestanvastaanotossa. Mikäli tarkistuksessa löytyy puutteita, sovitaan milloin havaitut puutteet tulee olla korjattu. Vastaava mestari kuittaa sähköpostillaan puutteiden korjauksesta asianomaiselle urakoitsijan työnjohtajalle. Mestanvastaanotossa täytyy käydä läpi, miten täytyy toimia jos putoamissuojaus pitää väliaikaisesti irrottaa työn aikana. Mestanvastaanotossa päätetään lopullisesti milloin työt aloitetaan. [14.]

2.4 Putoamissuojaussuunnitelma

Putoamissuojaussuunnitelmalla tarkoitetaan suunnitelmaa toimenpiteistä, jotka ehkäisevät työntekijöiden putoamisen työtasojen ja kulkuteiden avoimilta reunoilta, erilaisista aukoista sekä telinerakennelmilta. Valtioneuvoston asetuksen 205 / 2009 mukaan päätoiteuttajan on kirjallisesti esitettävä rakennuttajalle putoamissuojauksen toteuttaminen seuraavan ohjeen mukaan.

Rakennustöiden turvallisuussuunnittelu 10 §:

Päätoteuttajan on tehtävä ennen rakennustöiden aloittamista kirjallisesti työturvallisuutta koskevat suunnitelmat, joiden mukaan työt, työvaiheet ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvallisiksi ja ettei niistä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville ja muille työn vaikutuspiirissä oleville. Tällöin päätoteuttajan on riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työmaan yleisistä työtehtävistä, työolosuhteista ja työympäristöstä aiheutuvat rakennustyön vaara- ja haittatekijät. Vaara- ja haittatekijät on poistettava asianmukaisesti sekä milloin niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työmaalla työskentelevien ja muille työn vaikutuspiirissä olevien turvallisuudelle ja terveydelle. [11.]

Putoamissuojaussuunnittelu alkaa jo kohteen suunnitteluvaiheessa. Rakennesuunnittelija on putoamissuojaussuunnittelun keskeinen osapuoli. Rakennuttajan on suunnittelu-toimeksiannossaan veloitettava kohteen suunnittelijat ottamaan huomioon putoamissuojauksen toteuttaminen rakennusaikana sekä valmiissa kohteessa.

Suojakaidetolpilla tulevien voimien tulee välittyä kantavalle rungolle, eikä niitä pysty kiinnittämään kevyisiin julkisivupaneeleihin. Kysymys on harvoin ylimääräisistä vahvistuksista, tärkeämpää olisi suunnitella asiat tarkoin ja välittää tiedot toteutusorganisaatiolle. Mikäli rakennuksen suunnitteluratkaisut eivät mahdollista vakiomallisten suojakaideratkaisujen käyttöä, on tieto tuotava esille selkeästi turvallisuusasiakirjassa jo tarjouspyyntövaiheessa. Hyvällä suunnittelulla ja tiedonkululla sekä organisaation sisäisellä yhteistyöllä mahdollistetaan turvallinen ja toimiva putoamissuojausratkaisu kohteeseen.

Alustavan aikataulun laatimista ja työmaateknisien kustannuksien arvioimista varten päätoteuttaja laatii alustavat tuotantosuunnitelmat urakkalaskentavaiheessa. Tässä vaiheessa on tärkeää tietää, voidaanko kohteen putoamissuojaus toteuttaa vakiomallisilla ratkaisuilla, koska päätoteuttaja valitsee tällöin käytettävän putoamissuojausmenetelmän. Kaluston hankintarajat tulisi kaluston osalta oltava selvillä, mikäli laskennassa käytetään hyväksi aliurakoitsijoiden ennakkotarjouksia.

Putoamissuojauksen osalta tuotannonsuunnitteluun sisältyvät päävaiheet ovat yleissuunnittelu ja tehtäväsuunnittelu. Putoamisvaarat tunnistetaan yleissuunnitteluvaiheessa osana rakennusprojektin riskien arviointia tehtävittäin. Sopivat tuotantotavat ja suojausmenetelmät valitaan vaarojen torjumista varten ottaen huomioon tekniset ja taloudelliset seikat. Putoamissuojaussuunnitelma syntyy yhtenä yleissuunnitteluvaiheen tuloksena. [12, s.26.]

NCC Rakennus Oy:llä tehdään joistain kohteista 3D-malli, jota käytetään tarjousvaiheessa määrälaskentaan, kohteen havainnollistamisessa asiakkaille ja myöhemmin työmaalla sekä perehdytyksen apuna että aluesuunnitelman havainnollistamiseen. Mallinnuksesta saadaan suoraan laskettua kaiteiden osien määrät, jota kautta saadaan selville kaiteiden kustannukset. Työmaalla perehdytyksen yhteydessä esitetään mallinnus, joka havainnollistaa työmaata ja sen olosuhteita. Kaiteiden määrän laskeminen mallinnuksesta on erittäin yksinkertaista kaiteita vuokrattaessa. Mallinnus ei kuitenkaan kerro mitä kaiteita on tilattava vaan se on rakennesuunnittelijan mitoitettava ja työmaan päätettävä ohjeistuksen ja kaiteiden kiinnitysmahdollisuuksien mukaan. [45.]

2.5 Putoamissuojausten määräystenmukaisuus

Valtioneuvoston asetuksessa 205/2009 rakennustyön turvallisuudesta on määritelty miten putoamissuojaus on järjestettävä työmaalla.

Putoamisen estävät suojarakenteet ja -laitteet 27 §:

Putoamisen estävien suojarakenteiden ja -laitteiden, kuten esimerkiksi suojakaiteiden, on oltava suojausvaikutukseltaan mahdollisimman yhtenäisiä.

Jos työn tekeminen edellyttää, että putoamisen estävä suojarakenne tai -laite väliaikaisesti poistetaan, on käytettävä muita korvaavia suojatoimia. Työtä ei saa tehdä ennen kuin nämä suojatoimet on toteutettu. Putoamisen estävä suojarakenne tai -laite on palautettava paikalleen heti sen jälkeen, kun kyseinen työ on päättynyt tai keskeytynyt. [11.]

Suojakaiteen poistaminen on korvattava putoamisen estävillä turvaverkoilla tai -valjailta. Suojaaminen putoamiselta on toteutettava kaikissa olosuhteissa. [17, s.90.]

Suojaaminen putoamiselta 28 §:

Sellaisten työtasojen ja kulkuteiden vapailta sivuilla, joilta voidaan pudota kahta metriä korkeammalta, sekä muulloinkin, milloin on olemassa erityinen tapaturman tai hukkumisen vaara, on oltava suojakaiteet tai muut suojarakenteet. Telineiden työtasot on varustettava kaiteilla, jos putoamiskorkeus on yli 2 metriä. Tehtaässä valutoita yli 2 metrin korkeudella siirrettävän muotin yläreunasta, valua varten on järjestettävä kaitein suojattu työtaaso. Portaat ja porrastasot on vapailta sivuiltaan varustettava koko pituudeltaan suojakaiteilla. Portaat, joissa ei tarvita suojakaiteita, on tarvittaessa varustettava erillisellä käsijohteella.

Putoamisen estämiseksi tehtävissä työtasojen ja kulkuteiden suojakaiteissa on oltava käsi- ja välijohte sekä jalkalista. Telineiden kaiteissa on oltava jalkalista. Kaiteen korkeuden on oltava vähintään 1 metri. Johteet on sijoitettava siten, ettei minäkään johteen alapuolella oleva pystysuora vapaa tila ole 0,5 metriä suurempi. Kaiteet saa korvata vastaavan turvallisuuden antavilla muilla suojarakenteilla, kuten tarkoituksenmukaisilla levyillä ja verkoilla. Suojakaiteen ja muun putoamista estävän suojarakenteen lujuudelle asetettavista vaatimuksista säädetään tämän asetuksen liitteessä 5.

Korkealla tehtävässä työssä on käytettävä putoamisen estävällä suojauskella varustettuja työtasoja tai henkilönostolaitteita taikka suojaverkkoja tai muita rakenteisiin kiinnitettäviä putoamisen estäviä suojarakenteita. Jos tällaisten laitteiden tai rakenteiden käyttäminen ei työn luonteen vuoksi ole mahdollista, on käytettävä tarkoitukseen soveltuvaa putoamisen estävää valjastyypistä henkilönsuojainta köysineen. Köydet on kiinnitettävä turvallisesti.

Kaikki kuilut ja muut aukot, joihin henkilöt tai tavarat saattavat pudota, on joko suojattava jalkalistallisilla kaiteilla tai suljettava kansilla. Suojakannet on merkittävä

selvästi, jotta ne erottuvat ympäristöstään. Suojakansien siirtyminen paikoiltaan on estettävä. [11.]

Viranomaisohjeissa kaiteiden suosituskorkeus on 1,1 metriä valtioneuvoston asetuksessa 205/2009 määrätyn 1 metrin sijasta. Kaiteen perusmallin lisäksi vastaava turvallisuus on saavutettavissa myös pystypienoilla tai ristikkorakenteilla varustetuilla kaiteilla sekä tarkoitukseen sopivilla verkoilla. Ristikkorakenteinen kaide vastaa edellä määriteltyä kaidetta, kun ristikon sauvoista muodostuvan kolmion läpi ei mahdu yli 500 mm halkaisijaltaan oleva pallo. Pystypienojen väli kaiteessa saa olla enintään 250 mm, jos välijohtetta ei käytetä. Metalliverkkokaidetta käytettäessä silmäkoko ei saa olla 150 mm:ä suurempi. [17, s.91.]

Suojaverkkoja voidaan käyttää suojakaiteen korvaavina ratkaisuin jos verkot asennetaan siten, ettei putoamista pääse tapahtumaan tai putoamismatka on merkityksetön [27, s.91]. Käytettäessä verkkokaidetta täytyy kiinnittää erityistä huomiota käsijohteen lujuuteen ja verkon tuentaan. Verkkokaiteen tulee olla koko rakenteeltaan riittävän luja. Verkkokaiteen mitoituskuormana voidaan käyttää 0,5 kN:n suuruista pistekuormaa, jonka oletetaan vaikuttavan verkon lujuuden kannalta heikoimmassa kohdassa. [17, s.94.]

Suojaus putoavilta esineiltä 29 §:

Jos työskentelypaikoille tai kulkuteille voi pudota rakennustarvikkeita tai -jätteitä, on suojaksi järjestettävä tarkoituksenmukaisia kaiteita, aitauksia, suojakatoksia tai muita turvallisuuslaitteita.

Kulkuaukon yläpuolelle tehtävät suojakatokset on sijoitettava aukon yläreunan korkeudelle ja niiden on ulotuttava vähintään 2,5 metriä rakenteesta ulospäin sekä 0,5 metriä kulkuaukon molemmille sivuille. Suojakatoksen ulkoreunassa on tarvittaessa oltava suojalevy.

Jolleivät turvallisuuslaitteet ole paikoillaan, vaara-alueelle pääsy on estettävä luotettavalla tavalla esimerkiksi vartijaa käyttämällä. [11.]

Jos kulkutien tai työskentelypaikan yläpuolella suoritetaan rakennustyötä, on aina olemassa putoavien esineiden vaara. Umpinaisilla suojakaiteilla tai riittävän pienisilmäisillä verkoilla voidaan poistaa esineiden putoamisvaara. Työmaalla on arvioitava tapauskohtaisesti näiden sopivuus tilanteeseen. Toimenpiteisiin on ryhdyttävä käyttämällä ensisijaisesti turvallisuuslaitteita, kuten jalkalistoja, kaiteita, aitauksia ja suojakatoksia, jotta putoavien esineiden aiheuttama vaara saadaan torjuttua. Turvallisuuslaitteilla joko estetään pääsy vaaralliseen paikkaan tai pysäytetään esineen putoaminen. [17, s.96.]

Suojaverkot 77 §:

Pätevän henkilön on suunniteltava suojaverkon tukirakenteet, asentaminen ja käyttö. Suunnittelussa on selvitettävä verkon käyttöedellytykset, verkon asentaminen, verkon kiinnitys, tukirakenteiden soveltuvuus ja kestävyys sekä verkon kunnon valvonta.

Suojaverkko on asennettava ja poistettava turvallisesti.

Suojaverkko on asennettava, jos mahdollista, välittömästi työskentelytason alapuolelle tai sen viereen ulottumaan riittävän laajalle suojausalueelle. Työskentelytason ja suojaverkon välissä ei saa olla rakenteita, niiden osia tai esineitä, jotka voivat vahingoittaa putoavaa ihmistä.

Suojaverkko on sijoitettava siten, että verkkoon pudonnut ihminen ei verkon jouston vaikutuksesta joudu vaaraan.

Käytettävän suojaverkon suunnittelun on perustuttava SFS-EN-standardeihin tai muuten vastattava sitä turvallisuustasoltaan. Suojaverkkoja käsitellään standardeissa SFS-EN 1263-1 Safety nets. Part 1: Safety requirements, test, methods sekä SFS-EN 1263-2 Safety nets. Part 2: Safety requirements for the positioning limits. Käytössä ja suunnittelussa tulee huomioida standardien soveltamisrajoituksia. [20, s.158.] Esimerkiksi SFS-EN 1263-1:ssä mainitaan, että eurokoodin mukaisien käytettävien verkkomateriaalien ominaisuudet eivät heikkene merkittävästi -10° ja $+40^{\circ}$ asteen välillä [16, s.6]. Suomen sääolosuhteet ovat kuitenkin tätä kylmemmät, joten jokainen eurokoodien mukaan suunniteltu verkko tulisi vielä testata ennen käyttöönottoa Suomen sääolosuhteissa, mikäli suojaverkkoa aiotaan käyttää talvella.

Valtioneuvoksen asetuksessa 205 / 2009 liitteessä 5 on määritelty suojakaiteiden lujuusvaatimukset.

Suojakaiteiden lujuus:

Suojakaiteen käsijohteen, kaidepylvään ja niitä vastaavien rakenteiden on ilman pysyviä muodonmuutoksia kestävä putoamista estävissä suunnissa epäedullisimmin sijoitettu 1,0 kN:n suuruisen pistekuorma. Välijohteen, jalkalistan tai ne korvaavan rakenteen on kestävä epäedullisimmin sijoitettu 0,5 kN:n suuruisen pistekuorma. Pistekuorman aiheuttama taipuma tai siirtymä suojakaiteessa tai sen rakenneosassa saa olla enintään 100 millimetriä. Elementtitelineen suojakaidetta koskevista vaatimuksista määrätään erikseen standardissa SFS-EN 1004. [11]

Kiinnitys rakenteisiin on esivalmisteisten kaidepylväiden kriittinen kohta. Huomattavasti suurempaa mitoituskuormaa kuin edellä mainittua 1 kN:a olisi käytettävä kaltevalla tasolla. Suojarakenteet voidaan suunnittelijan toimesta mitoittaa tilannekohtaisesti vieläkin lujemmiksi. [17, s.91.]

Kaiteen lujuus tutkitaan normaalitapauksessa neljässä eri tapauksessa (eriaikainen kuormitus): tuella (kaksi kuormitussuuntaa) ja jänteen keskipisteessä (kaksi kuormitussuuntaa). Johteet eivät saa päästä tahattomasti siirtymään ylös tai työtasoon päin. [17, s.93.]

Eurooppalainen standardi SFS-EN 13374 käsittelee tilapäisiä putoamissuojaurakenteita. Standardi sisältää yksityiskohtaisempia vaatimuksia suojakaiteiden rakenteesta, suunnittelusta ja testauksesta. Siinä kiinnitetään erityinen huomio työtasojen kaltevuuksien vaikutukseen kaiteiden lujuudelle ja rakenteelle. [17, s.92-93.] Esimerkiksi standardissa annetaan liike-energian mitoittavaksi ohjearvoksi 2200 J kaltevalla tasolla luokassa C [15, s.14].

Etelä-Suomen aluehallintoviraston tulkinnan mukaan kaiteet tulee valita rakennesuunnittelijan mitoituksen perusteella. Jos rakennesuunnittelijan mitoituksen mukaan kaiteiden tulee kestää yli 1 kN:n kuorma epäedullisimmassa suunnassa, tulee kaiteet valita sen mukaan. Kaiteiden täytyy kestää rakennesuunnittelijan määrittämät vähimmäiskuormat. Jos rakennesuunnittelijan kaiteille vaatima lujuus on alle 1 kN, täytyy kaiteiden kuitenkin vähintään kestää epäedullisimmassa suunnassa kaiteille valtioneuvoston asetuksessa 205/2009 määritelty 1 kN:a. [40.]

Puurakenteisia suojakaiteiden johteita mitoittaessa sallittujen jännitysten menetelmällä on yleensä sallittua korottaa sallittuja jännityksiä 50 % tavanomaisista puurakenteiden mitoituservoista. Suurin sallittu jänneväli 50 x 100 mm² puukaiteella on näin ollen sallittujen jännitysten menetelmällä laskettuna esitetty oheisessa taulukossa 1. [17, s.94.] Kaiteissa käytetyt puujohteet tulee olla lujuusluokiteltua. Puujohteet eivät saa olla vaajasärmäisiä eikä niissä saa olla lujuutta heikentäviä vikoja.

Taulukko 1. Puukaiteen sallitut jännevälit [17, s.94].

Puutavara	Jänneväli (m)	
	yksiaukkoinen	kaksiaukkoinen
T18	1,9	2,4
T24	2,4	3,0

sahatavara

lujuusluokka T18, $1,5 \times S_{sall} = 11,6 \text{ MN/m}^2$

T24, $= 14,4$

aikaluokka C (hetkellinen kuorma)

kosteusluokka 3 (ulkotila)

$P = 1 \text{ kN}$ epäedullisimmassa suunnassa

RIL 142-2010 ohjaa suunnittelijoiden työtä liittyen työtelineisiin ja putoamisen estäviin suojakaiderakenteisiin.

2.6 Suojakaiteiden valinta ja mitoitus SFS-EN 13374 mukaan

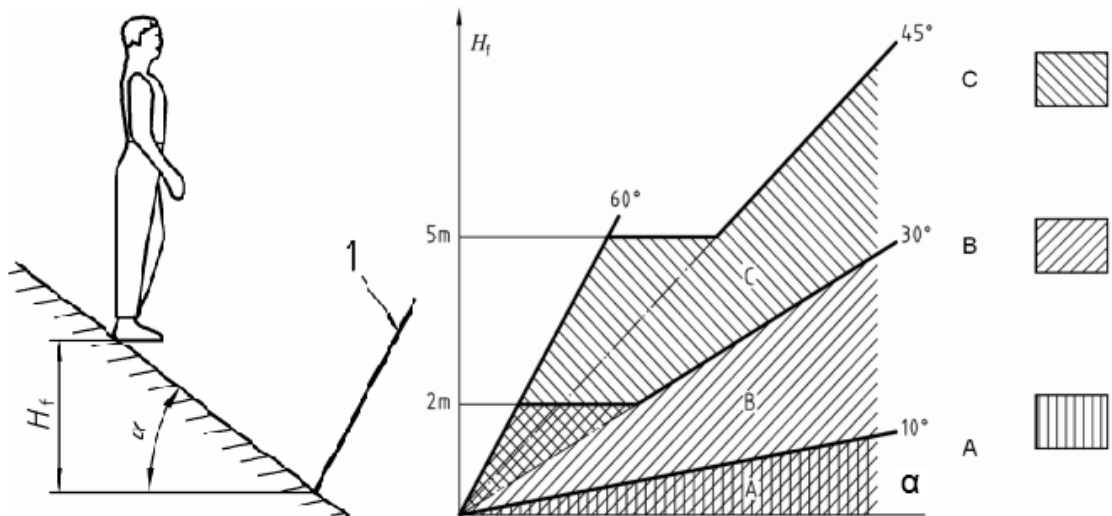
Työsuojeludirektiivit, joita EU:n neuvosto antaa ovat kansalliselle lainsäätäjälle tarkoitettuja toimintaohjeita. Työsuojeludirektiivit sisältävät tavoitteellisia vähimmäisvaatimuksia. Keinot määritellään kansallisesti direktiivissä asetetun tavoitteen saavuttamiseksi. Direktiivi olisi tästä syystä pantava täytäntöön kansallisella lainsäädännöllä. Standardin noudattaminen on vapaaehtoista, mutta standardia noudatettaessa tuote täyttää EU:n neuvoston antamat turvallisuusmääräykset ja saa siten liikkua vapaasti EU:n talousalueella. [17, s.9-10.]

Standardissa SFS-EN 13374 suojakaiteet jaetaan kolmeen eri luokkaan niiden kuormituskestävyyksien mukaan.

- Luokka A vastaa staattista kuormitusta, joka syntyy, kun henkilö pitää kiinni kaiteesta/nojaa kaiteeseen tai kaatuu/kävelee kaidetta vasten [4, s.10]. Luokkaan A kuuluu työtaso, jonka kaltevuuskulma, α (ks. kuva 2), on $0-10^\circ$ [4, s.32].
- Luokka B vastaa staattista ja pientä dynaamista kuormitusta, joka syntyy, kun henkilö pitää kiinni kaiteesta/nojaa kaiteeseen. Kaatuu/kävelee kaidetta vasten

tai putoaa kaidetta vasten kaltevalta pinnalta. [4, s.11.] Luokkaan B kuuluu työtaso, jonka kaltevuuskulma, α (ks. kuva 2), on 0-30°, tai enintään 60°, jos liukumiskorkeus, H_f (ks. kuva 2), ei ole yli 2,0 m [4, s.32].

- Luokka C vastaa suurta dynaamista kuormitusta, joka syntyy kun henkilö liikuu alas jyrkkää pintaa pitkin törmäten suojakaiteeseen [4, s.11]. Luokkaan C kuuluu työtaso, jonka kaltevuuskulma, α (ks. kuva 2), on 30-45°, tai enintään 60°, jos liukumiskorkeus, H_f (ks. kuva 2), ei ole yli 5,0 m [4, s.32].



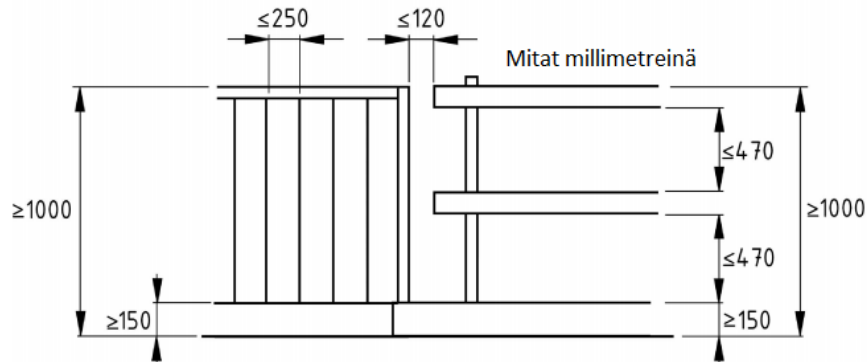
Kuva 2. Suojakaideluokat (muokattu lähteestä) [4].

Työskentelyalueella, jossa kaltevuuskulma on yli 60° tai liukumiskorkeus on enemmän kuin 5 metriä ja kaltevuuskulma yli 45° reunasuojakaideratkaisut eivät enää riitä putoamissuojaukseksi. Tällöin tulee putoamissuojauksena käyttää joko telineitä tai asentaa suojakaiteita 2,0 m- 5,0 m korkeuksien välein, jolloin standardi toteutuu. [4, s.32.]

2.6.1 Kaiteiden yhteneväisyysvaatimukset

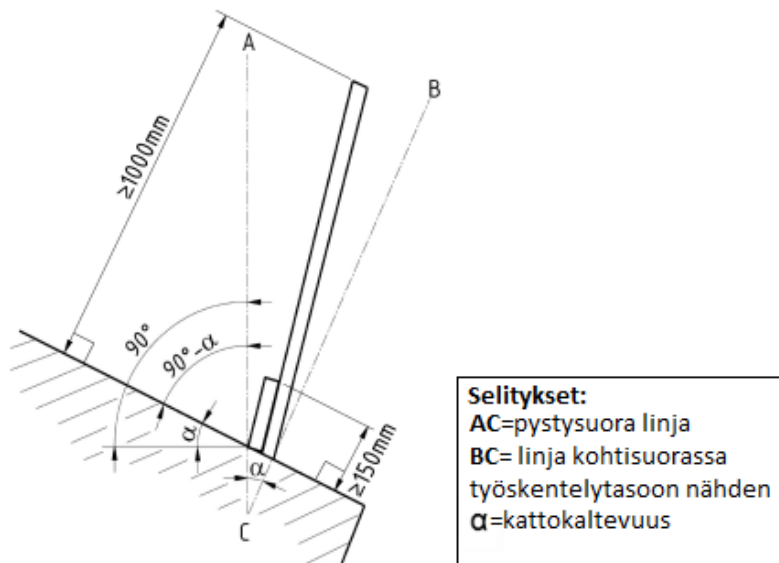
Luokassa A kaidejärjestelmän johteiden suurin sallittu väli saa olla välijohdetta käytettäessä 470 mm, mutta jos välijohdetta ei käytetä suurin sallittu vaakasuuntainen väli saa olla enintään 250 mm, kuten kuvassa 3 esitetään. A-luokassa voidaan käyttää puujohdeita, joiden laatu pitää ylittää SFS-EN 338 standardin C16 lujuus. [4, s.12.] Kaidetolppien

välit keskeltä keskelle tulee olla 45x95 mm:n puurimasta valmistetuilla puujohteilla enintään 2,4 metriä ja 30 x 150 mm puurimasta valmistetuilla puujohteilla enintään 2,0 metriä [4, s.14].



Kuva 3. Kaidetolppien välinen etäisyys luokassa A. (Muokattu lähteestä) [4, s.12].

Luokassa B kaiteen tulee olla niin yhtenäinen, että yli 250 mm halkaisijaltaan oleva pallo ei mahdu aidassa olevien rakojen läpi. Luokassa C kaiteen raoista ei saa mahtua yli 100 mm halkaisijaltaan oleva pallo. Luokissa A ja B reunalla oleva kaide ei saa poiketa kohtisuorasta linjasta työskentelytasoon nähden yli 15° . Luokassa C kaide tulee olla pystysuoran linjan AC ja työskentelytasoon nähden kohtisuorassa olevan linjan BC välissä, kuten kuvassa 4 esitetään. [4, s.12.] Kaidetolppien välinen etäisyys saa olla enintään luokassa B 2,4 metriä ja luokassa C 1,2 metriä [4, s.14].



Kuva 4. Kaitteen kaltevuuden havainnollistaminen luokassa C. (Kuva muokattu lähteestä) [4, s.13].

2.6.2 Lujuusvaatimukset

Taulukossa 2 on määritelty staattisten kuormien lujuusvaatimukset standardin SFS-EN 13374 mukaan.

Taulukko 2. Yleiskatsaus staattisten voimien vaatimuksista standardissa SFS-EN 13374. (Muokattu lähteestä) [4, s.21].

No.	Kuormitustapa	Voima	Pistekuorma (N)	Jakautunut kuorma	Varmuuskerroin	Vaatus
1	Käyttörajatila, Jalkalistan korkeudella	F_{T2}	200	-	1	suurin sallittu taipuma 55 mm
	Käyttörajatila, Väli- ja käsijohteen korkeudella	F_{T1}	300			
2	Murtorajatila, Jalkalistan korkeudella	F_{H2}	200	-	1,5	$E_d \leq R_d$
	Murtorajatila, Kaikki muut osat	F_{H1}	300			
3	Murtorajatila, Maksimi tuulikuorma	Q_{MW}	-	600	1,5	$E_d \leq R_d$
4	Murtorajatila, Yhdistelmäkuorma, Jalkalistan korkeudella	$Q_{WW} + F_{H2}$	200	200	1,5	$E_d \leq R_d$
	Murtorajatila, Yhdistelmäkuorma, Kaikki muut osat	$Q_{WW} + F_{H1}$	300			
5	Murtorajatila, Kaiteen suuntaisesti	F_{H3}	200	-	1,5	$E_d \leq R_d$
6	Murtorajatila onnettomuuskuormien kanssa, pystysuuntaisesti	F_D	1250	-	1	suurin sallittu taipuma 300
	Kaikki muut paitsi voimat F_{H3} ja F_D ovat kaiteen sisäpuolelta kohtisuoraan kaidetta kohti olevia					
	E_d =kaiteeseen kohdistuva voima					
	R_d =kaiteen mitoituskestävyys					

Standardissa SFS-EN on myös määritelty dynaamiset kuormat, jotka kaiteiden tulee kestää. Luokassa A ei ole vaatimuksia dynaamisille kuormien kestävyydelle. Luokassa B kaiteen tulee voida absorboida 1100 joulen suuruinen liike-energia 200 mm työtasosta ylöspäin ja tätä ylempien kaideosien tulee voida absorboida 500 joulen liike-energia. Luokassa C kaiteen tulee voida absorboida 2200 joulen liike-energia 200 mm työtasosta ylöspäin ja tätä ylempien kaideosien tulee voida absorboida 500 joulen liike-energia. [4, s.17.]

2.6.3 Muita eurokoodista huomioitavia asioita

Kaiteiden on kestettävä 600 N/m^2 tuulikuorma, joka vastaa noin 31 m/s tuulennopeutta [4, s.18]. Työolosuhteissa suojakaiteiden on kestettävä 200 N/m^2 tuulikuorma, joka vastaa 18 m/s tuulennopeutta. Suojakaiteita ei suunnitella eurokoodien mukaan kestäväksi staattisia tai dynaamisia lumi- ja jääkuormia, joten suojakaiteet on pidettävänä puhtaina jäältä ja lumesta. [15, s.16.]

2.7 Viranomaisohjaus

Aluehallintavirasto edistää ja ylläpitää työntekijöiden työ- ja toimintakykyä sekä ehkäisee työstä terveydelle aiheutuvia vaaroja ja haittoja. Aluehallintavirasto valvoo työelämän pelisääntöjen toteutumista työpaikoilla. Vuonna 2006 astui voimaan laki työsuojelun valvonnasta ja työpaikan työsuojeluyhteistoiminnasta, jonka mukaan aluehallintovirasto toimii. [18.]

Aluehallintavirasto tekee työmailla virallisia tarkastuksia. Tarkastuksen aikana havaituista puutteista tarkastajan on annettava työnantajalle kirjallisen toimintaohjeen poistaa tai korjata säännösten vastainen olotila. Tarkastaja voi antaa myös kirjallisen kehotuksen jos työnantaja ei noudata tarkoitettua toimintaohjetta tai jos olotilasta johtuva vaara tai haitta on vähäistä suurempi. Työsuojeluviranomainen voi määrätä työnantajan korjaamaan tai poistamaan säännösten vastaisen olotilan asettamassaan määräajassa. Asetetun velvollisuuden tehosteeksi työsuojeluviranomainen voi määrätä uhkasakon tai teettämisen- tai keskeyttämisen siten kuin uhkasakkolaissa (1113/1990) säädetään. Jos työntekijälle aiheutuu työpaikalla vallitsevasta puutteellisuudesta tai epäkohdasta hengen tai terveyden menettämisen vaara, asianomainen työsuojeluviranomainen voi kieltää vaaraa aiheuttavan koneen, työvälineen tai muun teknisen laitteen, tuotteen tai työmenetelmän käyttämisen tai työnteon jatkamisen, kunnes lain vastainen olotila on korjattu tai poistettu. [19.] Työsuojeluviranomaisen tekemiä tarkastuskertomuksia voidaan käyttää todisteina oikeudenkäynneissä työturvallisuusrikos tai -rikkomus asioissa, vaikka tapaturmaa ei olisi sattunut. Työturvallisuusrikos säädetään rikoslaissa ja rikkomus työturvallisuuslaissa.

Aluehallintoviraston työsuojeluviranomaiset selvittävät vakavien työtapaturmien, ammatitautien ja työperäisten sairauksien syitä sekä toimivat niiden ehkäisemiseksi. Vakavan tapaturman sattuessa työmaalla aluehallintoviraston työsuojeluviranomaiset tekevät tapaturmasta raportin, jota voidaan käyttää todisteena mahdollisessa oikeudenkäynnissä.

Sosiaali- ja terveysministeriön sekä Etelä-Suomen aluehallintoviraston tulkinnan mukaan työsuojeluviranomaisten tulkinta noudattaa ”Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2011-2012” -kirjaa ja siinä annettuja arvoja [40, 41]. ”Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2011-2012” -kirjassa ohjeistetaan käyttämään kaltevalla katolla huomattavasti suurempaa mitoituskormaa kuin 1 kN. Etelä-Suomen aluehallintoviraston tulkinta asiaan on, että rakennesuunnittelijan tulee laskea, kuinka

suuret voimat suojakaiteen tulee kestää kaltevalla katolla ja jos se alittaa asetuksessa 205/2009 vaaditun lujuuden, asetuksen lujuus on määräävä. Rakennesuunnittelijan laskema lujuus suojakaiteessa tulee toteutua, joten asetuksessa 2009/205 vaadittu 1 kN:n suojakaiteen käsijohteen sekä 0,5 kN:n välijohteen, jalkalistan tai ne korvaavan rakenteen mitoituskuorma ei välttämättä riitä kaltevalla katolla, ellei rakennesuunnittelijan mitoituksen perusteella näin voida todistaa. [40.] Rakennesuunnittelijan kaidemitoitus saattaa jyrkillä katoilla sulkea pois osan kaltevan vesikaton kattokaideratkaistuista, joita markkinoilla on tarjolla, koska mitoituksen perusteella vaadittu lujuusominaisuus ei välttämättä toteudu. Mitä suurempi on kattokaltevuus, sitä suurempaa lujuutta kaiteilta vaaditaan.

2.8 Valjaiden kiinnityspisteet kaltevilla katoilla

Kiinnityspisteen on kestettävä siihen putoamisesta kohdistuva nykäisy. Yhden henkilön metallisen valjaiden ankkuroimispisteen tulee kestää vähintään 3 minuuttia kestävä 12 kN (1200 kg) vedon lujuutta ja muiden kuin metallista valmistettujen tulee kestää 3 minuuttia 18 kN (1800 kg) jos niiden kestävydestä ei ole näyttöä [23, s.28]. Valjaiden kiinnityspisteinä käytetään tavallisesti kattopollareita, vaijereita, vaakasuoria kiskoja tai muita kiinnityslaitteita. Mahdollisuuksien mukaan voidaan käyttää myös kattoristikoida, kattoparruja, betonirakenteita ja elementtien nostolenkkejä. [21.] Rakennesuunnittelijan tulee varmistaa kiinnityspisteen kestävyys jos sen kestävydestä ei ole täyttä varmuutta. Valjaiden kiinnityspisteet tulisi suunnitella SFS-EN 795 standardin mukaan, koska muita suunnitteluohjeita ei löydy. Tuote, josta löytyy SFS-EN 795 standardimerkintä, sopii valjaiden kiinnityspisteeksi [22, s.12]. Valjaiden kiinnityspisteen kiinnitysalustan on oltava rakenteeltaan riittävän kestävä. Kiinnitysalustan kestävyys tulisi suunnitella valjaiden kiinnityspistettä varten. Markkinoilta löytyy monia valjaiden kiinnityspistevaihtoehtoja sekä pysyvään tai väliaikaiseen asennukseen.

Valjaiden kiinnityspiste tulisi valita suoraan työkohteen yläpuolelta, jotta vaarallinen sivuheilahdus estyy ja putoamismatka jää mahdollisimman lyhyeksi, kuten kuvassa 5 esitetään. Kiinnittämällä putoamissuojaus vaakasuorassa kiskossa tai vaijerissa liikkuvaan vaunuun saadaan sivuheilahdus myös estettyä. Sivuheilahdus voidaan estää myös käyttämällä samanaikaisesti kahta kiinnityspistettä työntekijän molemmin puolin. [21.] Heiluriliikkeen seurauksena köydet voivat hankautua rakenteisiin, jolloin terävät reunat voivat

katkaista köydet. Terävät reunat tulisi tämän vuoksi pyrkiä peittämään. Kelautuvien tarraimien käyttöohjeisiin tulisi aina tutustua, koska kiinnityspisteiden sijainnit vaihtelevat eri tarraimia käytettäessä. [22, s.13.]



Kuva 5. Valjaiden kiinnitys [22, s.13]

2.8.1 Väliaikaiset valjaiden kiinnityspisteet

Väliaikaiset valjaiden kiinnityspisteet voidaan irrottaa alustastaan, kun kiinnityspistettä ei enää tarvita. Kiinnityspiste voidaan myös joutua poistamaan seuraavan työtehtävän tieltä. Ja tällöin pitää toinen valjaiden kiinnityspiste olla jo käytössä. Väliaikaisia valjaiden kiinnityspistetuotteita tarjoavat monet eri valmistajat, kuten Würth, Cresto ja LUX-top. Oheisessa kuvassa 6 on Würthin puuhun Assy 3,0 ruuveilla kiinnitettävä valjaiden ankkurointipiste, joka on hyväksytty kahdelle hengelle ja soveltuu sekä pysyvään, että väliaikaiseen asennukseen [24, s.69]. Ainakin yhdellä NCC Rakennus Oy:n työmailla on käytetty kuvassa 6 olevaa valjaiden ankkuroimispistettä. Ankkuroimispiste kiinnitettiin harjakattotyömaalla kattoristikoon, johon valjaiden köysi kiinnitettiin kattoikkunan kautta.



Kuva 6. Ankkurointipiste kahdelle hengelle [24, s.69].

Kuvassa 7 on Creston 2 kpl M12-ruuvilla kiinnitettävä valjaiden kiinnityspiste yhdelle henkilölle, jota voidaan käyttää korkealla työskentelyn yhteydessä, kun on mahdotonta asentaa muita järjestelmiä. Kuvan 12 valjaiden ankkurointipiste voidaan kiinnittää joko teräkseen tai betoniin. [25.]



Kuva 7. Valjaiden ankkurointipiste Cresto 9271 [25].

Luxemburgilainen ST Quadrat S.A. valmistaa monia erilaisia vesikatolle tarkoitettuja LUX-top-valjaiden kiinnityspisteitä [26, s.2]. Ab Roof Tech Finland Oy on yksi suomalainen yritys, joka maahantuo LUX-top-tuotteita. Kuvassa 8 oleva LUX-top Turva Ykkönen -valjaiden ankkurointipiste konesaumakatoille on tarkoitettu yhdelle henkilölle. Ankkurointipiste kiinnitetään momenttiavaimella konesaumakaton saumaan 50 newtonin voimalla eikä se vahingoita kattoa ollenkaan. LUX-top Turva Ykkönen -valjaiden kiinnityspiste soveltuu sekä pysyvään, että väliaikaiseen asennukseen. [27.] LUX-top tuotteista löytyy myös kolmen henkilön kiinnitykseen sallittuja tuotteita, kuten kuvan 9 tuote [26,

s.34]. LUX-top-tuotevalikoimasta löytyy tuotteita sekä väliaikaiseen että pysyvään valjaiden ankkurointiin. LUX-top-tuotteita yhdistelemällä saa myös rakennettua vaijeriradan katolle, jotta mahdollisesta putoamisesta johtuva heiluriliike jää mahdollisimman pieneksi.



Kuva 8. LUX-top Turva Ykkönen -valjaiden kiinnityspiste [28].



Kuva 9. LUX-top-valjaiden kiinnityspiste kolmelle henkilölle [28]

2.8.2 Kiinteät valjaiden kiinnityspisteet

Rakennusmääräyskokoelman F2 osassa on määräyksiä liittyen rakennuksen käyttöturvallisuuteen, kuten kattoturvavarusteisiin. Osioissa 5.3.5 ja 5.3.6 on määräyksiä liittyen turvaköysien kiinnitysrakenteisiin.

5.3.5

Rakennus, jonka korkeus ylittää 9 metriä, tulee varustaa turvaköysien kiinnitysrakentein. Rakennus on varustettava myös riipputelineiden kiinnitysrakentein ja -varustein mikäli julkisivujen huoltoon ei ole suunniteltu muuta toimivaa ratkaisua.

Ohje

Suosittelavin turvaköyden kiinnitysrakenne on kattosiltaan asennettu turvakisko, jonka avulla köyden irrotuskerrat vähenevät. Kiinnitysrakenteena voidaan käyttää myös asianmukaisesti mitoitettuja kattokulkutien osia (ks. kohta 5.3.4). Riipputelineiden kiinnitysrakenteina käytetään katolle asennettavia kattopollareita ja kiinnityssilmukoita. Riipputelineitä varten katolle voidaan asentaa myös kiinteä kisko lähelle räystästä. Kiskoon kiinnitetään riipputelineen vaijerit koukuilla, jolloin niska-puomi voi kulkea sitä pitkin pyörien avulla. Riipputelineiden kiinnitysrakenteita ei tarvita rakennuksissa, joissa on julkisivujen huoltokelkka. Niitä ei myöskään tarvita 3–4 -kerroksisessa rakennuksessa, jossa voidaan osoittaa, että julkisivujen kunnostustoimet ovat tehtävissä siirrettävän henkilönostimen avulla.

5.3.6

Turvaköysien ja riipputelineiden kiinnitysrakenteet mitoitetaan kestämiään niihin kohdistuva kuorma. Niiden tulee olla siten sijoitetut, että kiinnittyminen on turvallista.

Ohje

Riipputelineiden kiinnitysrakenteiden sijoitus katolla suunnitellaan siten, että koko julkisivujen alue (myös päädyt) voidaan kattavasti huoltaa 3–6 metriä pitkällä telinesillalta. Kannatusköysien tielle tulevat kiinteät esteet pollarien sijoituksessa otetaan huomioon siten, että köysi pollarilta räystäälle voidaan kuljettaa suoraviivaisesti ilman esteen aiheuttamaa mutkaa.

Selostus

Riipputelineisiin sovelletaan valtioneuvoston päätöstä koneturvallisuudesta (1314/1994).

Kattopollareille ei ole olemassa harmonisoitua tuotestandardia, mutta ne voidaan varmentaa kansallisella tuotehyväksynnällä (varmennustodistus) tai ETA-menettelyllä saa-

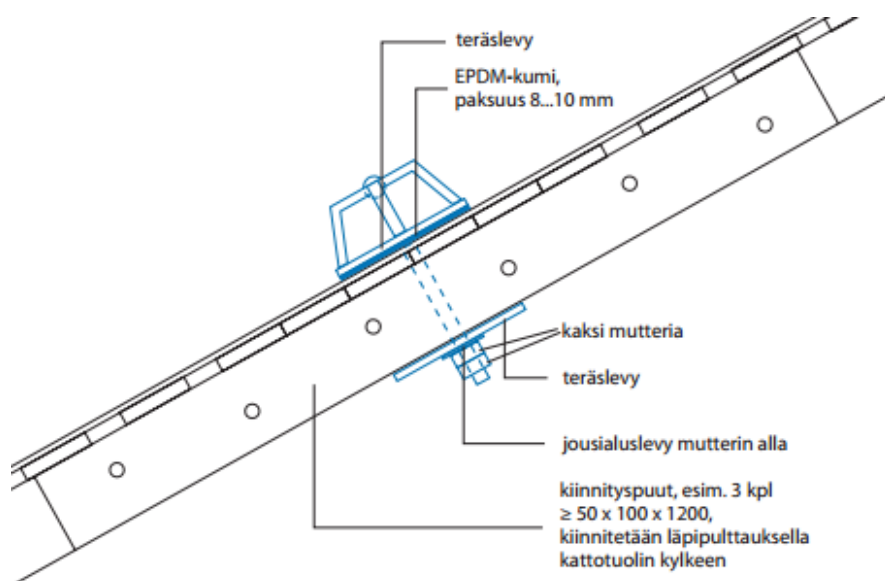
dulla CE-merkillä. Haluttaessa tuotteet voidaan hyväksyttää myös rakennuspaikkakohtaisesti. Kiinteiden kattotikkaiden ja -portaiden tulee olla CE-merkittyjä ja ne jaetaan standardin SFS-EN 12951 sisällä luokkiin sen mukaan voidaanko tuotetta käyttää turvaköyden kiinnityspisteenä. [30, s.2.]

Kun ei voida käyttää muita standardissa SFS-EN 1808 + A1 mainittuja kiinnitysmenetelmiä eikä myöskään nostolavaa, kattopollareita voidaan käyttää riipputelineen kannatusköysien kiinnityslaitteina julkisivujen ja katon huoltoa varten. Turvaköyden kiinnityspisteenä voidaan käyttää kattopollareita. Kattopollarin ja sen kiinnityksen on kestettävä vähintään 5 kN:n hyötykuorma. Kiinnityksen rakenteeseen tulee kestää hyötykuorma 8-kertaisena (8 x 5 kN). [30, s.25.]

Standardissa SFS-EN 795 vaaditaan, että valjaiden kiinnityspisteen on kestettävä vähintään 12 kN:n kuorma. Standardissa SFS-EN 1808 vaaditaan, että kattopollarin, jota voidaan käyttää myös turvaköyden kiinnityspisteenä, on kestettävä vähintään 5 kN:n hyötykuorma. Etelä-Suomen aluehallintoviranomaisten tulkinta on, että jos kattopollari on suunniteltu vain SFS-EN 1808 mukaan, tulisi tuotteen valmistajalta varmentaa tieto, että kattopollari kestää myös dynaamisen kuorman, joka syntyy henkilön putoamisesta [40]. Jolloin voidaan varmentua, että kattopollaria voidaan käyttää myös turvaköyden kiinnityspisteenä.

Kattopollarille haettaessa varmennustodistusta tulee sen olla SFS-EN 795 ja SFS-EN 1808 mukainen riippuen kuorman ominaisuudesta. Kattopollarin tulee kestää SFS-EN 795 mukaan putoavan kappaleen aiheuttama kuorma (12 kN). Sen tulee kestää myös SFS-EN 1808 mukaan 8 x 5 kN staattinen kuorma. Varmennustodistuksen ehtona on myös, että kattopollari täyttää ISO 12944-6 ja ISO 6270 korroosionkestävyysluokan C3. [31, s.4.]

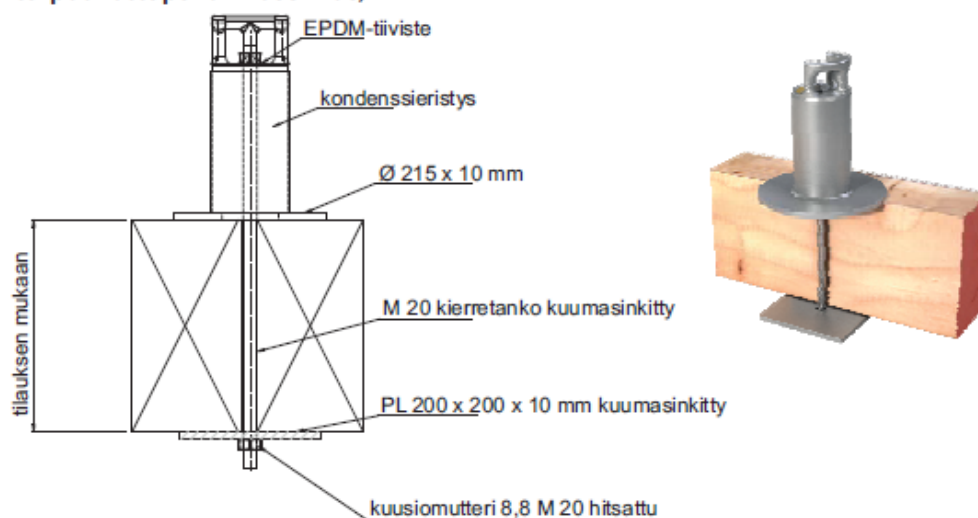
Kaltevalla katolla käytetään kattopollareita, jotka voidaan kiinnittää katteen läpi kattoristikoihin, kuten kuvassa 10 esitetään [30, s.26]. Kuvassa 10 esiintyvää kattopollaria voitaisiin käyttää kaikkina vesikattotöiden aikoina kattoristikoiden asentamisen jälkeen jos se irrotetaan aina kun työvaihe sen vaatii ja kiinnitetään takaisin heti kun työvaihe sen sallii. Kun kattopollari irrotettaisiin vesikaton rakenneosan tieltä, voitaisiin käyttää toista kattopollaria valjaiden kiinnityspisteenä.



Kuva 10. Kattopollarimalli [30, s.26]

Kuvassa 11 esiintyvä Peltitarvike Oy:n valmistama Pito-puukattopollari soveltuu kalteville katoille, joissa on puiset kattoristikot. Se täyttää SFS-EN 1808 asettamat vaatimukset. Pito-puukattopollarin korkeus on 200 - 1400 millimetriä ja se kiinnitetään rakenteeseen kierretangolla ja vastalaipalla kuvan 11 mukaisesti. Mitä korkeampi pollari on, sitä kestävämmän alustan se tarvitsee. Pito-kattopollarin välille voidaan asentaa turvavaijerijärjestelmä. Turvavaijerijärjestelmään voi kiinnittyä turvalajilla jopa neljä henkilöä samanaikaisesti. Pito-Greenline-turvavaijerijärjestelmä on CE-merkitty ja testattu standardin SFS-EN 795 mukaan. [37.]

Pito-puukattopollarin asennus,



Kuva 11. Pito-puukattopollari [37].

3 Tutkimustyö

3.1 Ristiriidat suunnitteluohjeiden välillä

Kaiteiden yhteneväisyysvaatimukset ovat SFS-EN 13374 standardissa tiukempia kuin asetuksessa 205/2009. Kattokaltevuuden kasvaessa standardin yhteneväisyysvaatimukset tiukentuvat. Esimerkiksi standardin SFS-EN 13374 C-luokassa kaiteen raosta ei saa mahtua pallo, jonka halkaisija on yli 100 mm, kun taas asetuksessa 205/2009 vastaava luku on vakio 500 mm. [4, s.14; 11].

Taulukossa 2 sivulla 20 on määritelty staattisten kuormien lujuusvaatimukset standardin SFS-EN 13374 mukaan. Kuten taulukosta 2 voi havaita, standardin SFS-EN 13374 mukaiset lujuusvaatimukset eivät yllä asetuksessa 205/2009 vaaditulle tasolle. Taulukon 2 perusteella kaide saa taipua maksimissaan 55 mm kun käsijohteeseen kohdistuu 0,3 kN:n staattinen pistekuorma. Asetuksessa 205/2009 1 kN:n pistekuorma saa aiheuttaa enintään 100 mm taipuman. Jos standardin SFS-EN 13374 mukaiseen kaiteeseen suunnataan 1 kN:n pistekuorma taipuma ylittää 100 mm, joka ei ole valtioneuvoston asetuksen 205/2009 mukaan sallittua. Alajohteen tulee kestää taulukon 2 mukaan 0,2 kN:n kuorma, joka on huomattavasti pienempi kuin asetuksessa vaadittu 0,5 kN:n kuorma.

Joissakin tilanteissa SFS-EN 13374 standardi ei yllä asetuksen tasolle. Vepe Oy Peltonen mukaan asiasta on tehty viime vuoden loppupuolella sosiaali- ja terveysministeriön toimeksianto. Yrityksen mukaan sosiaali- ja terveysministeriö on lähitulevaisuudessa julkaisemassa aiheesta infon, jotta Suomessa käytettävien kaiteiden suunnitteluohjeet tarkentuisivat. [44.]

Valtioneuvoston asetuksessa 205/2009 ei ole huomioitu ollenkaan kaltevan tason vaikutusta kaiteen lujuuden mitoitukseen, kun taas standardissa SFS-EN 13374 on kaiteiden suunnittelussa huomioitu kattokaltevuuden vaikutus kaiteen lujuuteen.

RIL 142-2010 ohjaa suunnittelijoiden työtä liittyen työtelineisiin ja putoamisen estäviin suojakaiderakenteisiin. RIL 142-2010 julkaisussa ei mainita ollenkaan kaltevalle alustalle tarkoitettujen turvakaiteiden suunnittelua.

3.2 Kaidevaihtoehdot kalteville katoille

Tässä luvussa esitellään eri kaidevalmistajien tuotteita ja niiden ominaisuuksia, jotka soveltuvat uudisrakennuskohteisiin kalteville katoille.

3.2.1 Vepe Oy Peltonen turvakaideratkaisut kalteville katoilla

Vepe Oy suunnittelee, valmistaa ja toimittaa rakennus-, urheilu-, aita-, ja alihankintatuotteita. Yrityksellä on monia suojakaideratkaisuja rakennusaikaiseen käyttöön. Opinnäytetyössä esitellään heidän kalteville katoille soveltuvat suojakaiteet. [32.]

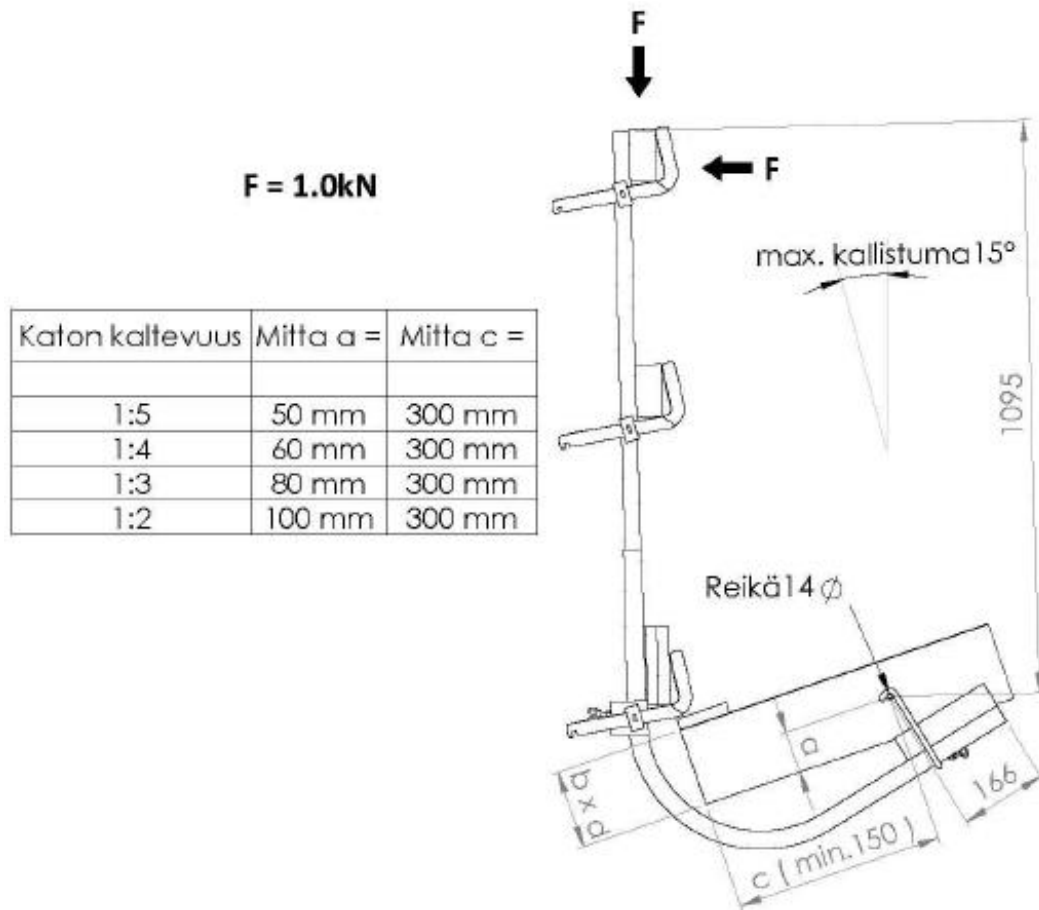
Harjakattokaide

Harjakattokaide (kuvassa 12) on pääsääntöisesti käytössä omakoti-, kerros- tai rivitalojen sivuräystäillä. Harjakattokaide ei sovellu käytettäväksi päätyräystäillä eikä pulpettikaton yläpäässä. Suojakaidetolppa kiinnitetään kattoristikon yläpaarten päähän. Kiinnitysreiät tulisi porata kattoristikoihin valmiiksi ennen asennusta jo tehtaalla. Kiinnitysreiän halkaisija tulee olla 14 mm [8, s.27]. Tehtaalla tehdyt kiinnitysreiät vahvistetaan naulalevyllä. Kaidetolpat olisi hyvä kiinnittää kattoristikoiden päihin jo maassa tai vesikatolla ennen kattoristikoiden asentamista paikalleen, jolloin vältetään turvallisuusriskejä. Harjakattokaidetta käytetään vesikatoilla, joiden kaltevuus on 1:5 tai jyrkempi. Valtioneuvoston asetuksen 205/2009 mukaan kaidetolpan pitää kestää 1 kN vaakasuora voima [11]. 1 kN vaakavoima aiheuttaa kiinnityskohtaan noin 6 kN murtokuorman, joka kattoristikon on kestävä. Kattoristikon kestävyys on aina tarkistettava laskelmin. Kuvassa 12 oleva yleisesti käytössä oleva harjakattokaide on suunniteltu käytettäväksi kattokaltevuuksilla aina 1:2 asti. Kaidetolppien etäisyydet keskeltä keskelle ovat 2-aukkoisena 3,0 m ja 1-aukkoisena 2,4 m. [8, s.27.]

Kaiteen korkeus on 1,1 metriä, jolloin se täyttää myös viranomaisten suositukset. Vaikka normeissa mainitaan, että kaidetolpan tulee kestää 1 kN vaakavoima tarkoittaa se vain tasaisella katolla olevaa kaidetta. Rakennesuunnittelijan tulisi joka kohteessa määritellä lujuus, jonka putoamissuojusratkaisun tulee kestää, jonka perusteella tulisi tehdä ratkaisu käytettävästä kaiteesta.

Etelä-Suomen aluehallintaviraston tietojen mukaan tapaturmia ei ole sattunut kaiteen murtumisen takia vaan kaiteiden heikkojen kiinnityksien takia. Kaiteiden kiinnitykset tulisi

olla aina huolellisesti suunniteltu, jotta ne kestävät kaiteilta tulevat kuormat. Etelä-Suomen aluehallintaviraston mukaan on tapauksia, joissa kaiteiden heikot kiinnitykset ovat murtuneet jonka seurauksena kaiteet ovat tulleet vesikatolta alas. [40.]

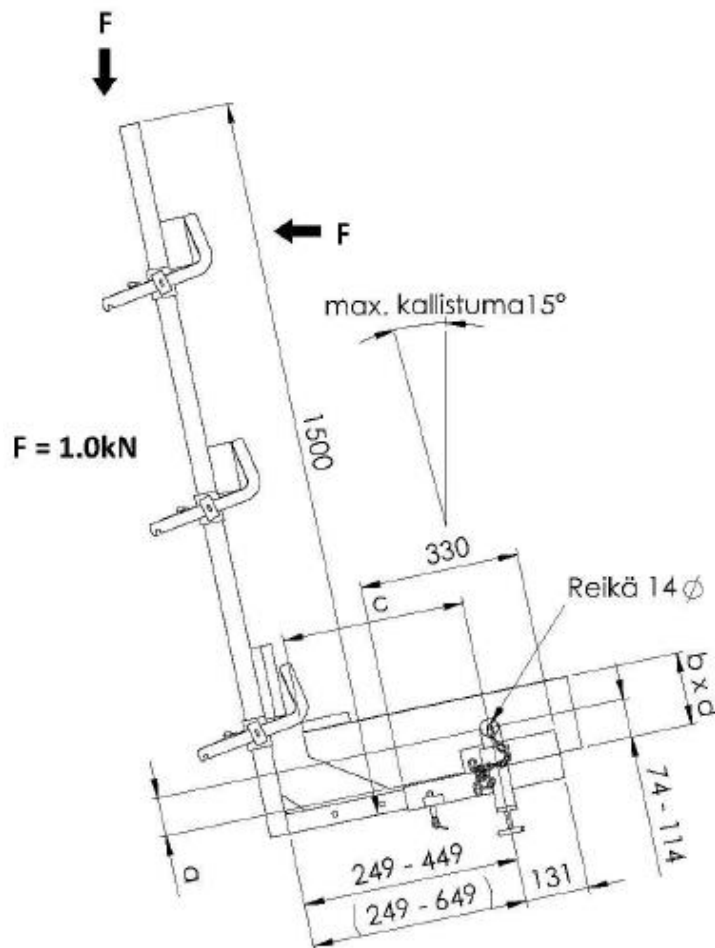


Kuva 12. Harjakattokaide [8, s.27]

Pulpettikattokaide

Pulpettikattokaidetta (kuvassa 13) käytetään loivemmillä harja- ja pulpettikatoilla sekä päätyräystäillä. Pulpettikattokaide asennetaan kattoristikoiden päihin samalla tavalla kuin harjakattokaidekin. Se koostuu kaidetolpasta ja kiinnitysosasta. Kaiteen korkeus on 1,1 metriä. Kuorma, jonka pulpettikaide aiheuttaa kattorakenteelle on sama kuin harjakattokaiteessa. Pulpettikattokaiteen pystysuuntaista etäisyyttä kattoristikon yläpaarteeseen nähden voidaan säätää 0-40 mm. Räystäään otsalaudan ollessa enintään 40 mm korkeampi kuin kattoristikon yläparre pulpettikattokaiteen säätövara käytettäessä räystäään otsalauta ei tule tielle pulpettikattokaidetta käytettäessä toisin kuin harjakattokaidetta käytettäessä. Kaidetolppien etäisyydet keskeltä keskelle ovat 2-aukkoisena 3,0

m ja 1-aukkoisena 2,4 m. Samalla tavalla kuin harjakattokaide pulpettikattokaide kestää 1 kN:n vaaka- ja pystysuoran kuorman. Kuten aikaisemmin on mainittu, tulisi kaltevilla katolla käyttää huomattavasti suurempaa mitoituskuormaa kuin 1 kN, mutta rakennesuunnittelija määrittelee lappeen jyrkkyyden mukaan kuinka kestävä käytettävän kaiteen on oltava. Mutta kuten mainittu, onnettomuutta ei ole koskaan sattunut kaidetolpan katkeamisen takia.

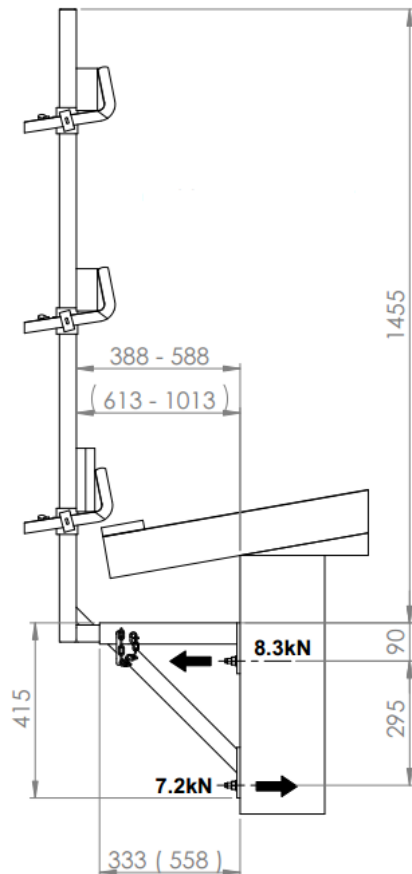


Kuva 13. Pulpettikattokaide [8, 31]

Säädettävä vesikattokaide

Säädettävä vesikattokaide eroaa harjakatto- ja pulpettikaiteesta kiinnitystavallaan, sillä se kiinnitetään suoraan seinään kiinni räystään alapuolelta. Säädettävää vesikattokaidetta käytettäessä eivät esteenä ole räystään rakenteet vaan seinärakenne, johon kaide tulisi kiinnittää. Säädettävä vesikattokaidetta ei voida kiinnittää seinärakenteeseen,

joka ei kestä vaadittuja kuormia, kuten puuverhottuun julkisivuun. Puuverhotussa julkisivussa tulisi kiinnitys tehdä suoraan runkoon, jotta kiinnitys saavuttaa vaaditun lujuuden. Jos vesikattokaide kiinnitetään suoraan betonielementtiin, kuten oheisessa kuvassa 14, se täyttää SFS-EN 13374 luokan B vaatimuksen [29, s.8-11]. Kun turvakaide kiinnitetään seinän puurunkoon, täyttää ratkaisu luokkien B ja C vaatimukset [29, s.12-15]. Säädettävää vesikattokaidea käytetään kun vesikaton rakenne ei mahdollista pulpettikatto- tai harjakattokaiteen käyttöä.



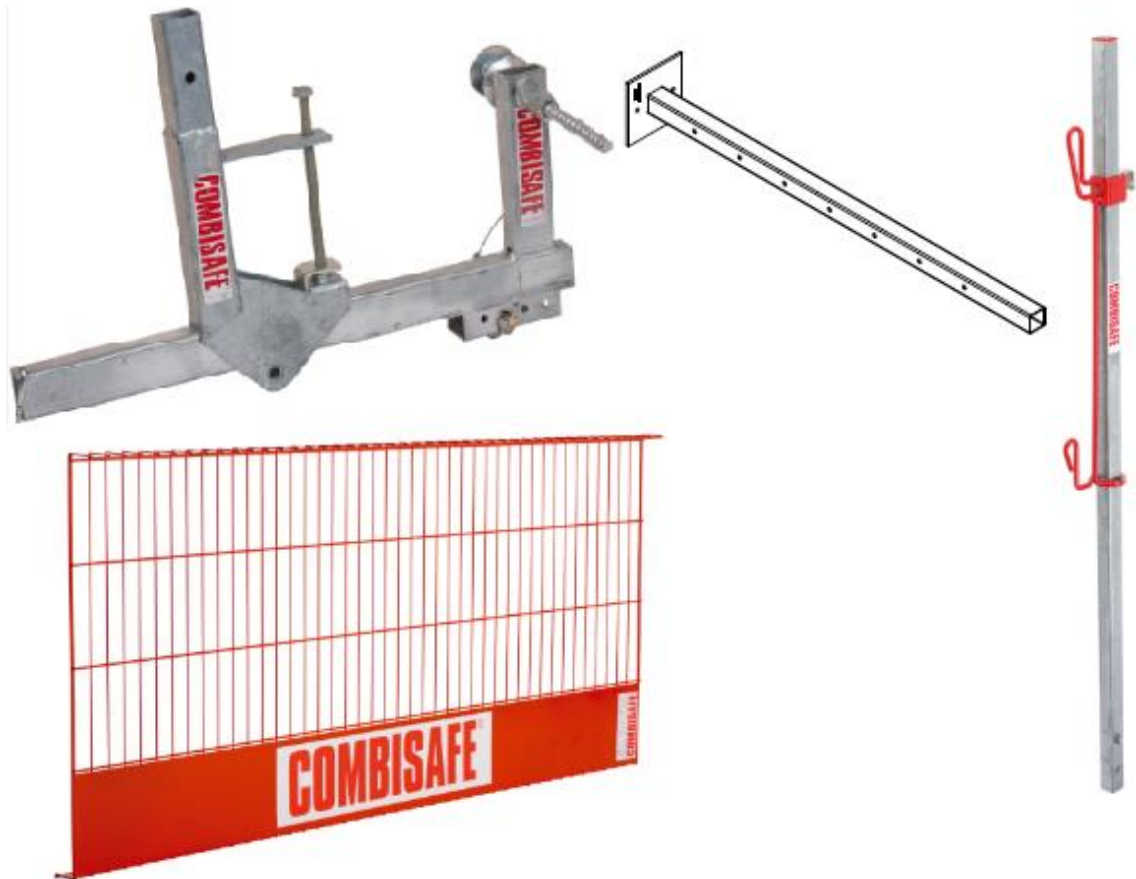
Kuva 14. Vesikattokaide [8, s.23]

3.2.2 Combisafe

Combisafe on ruotsalainen putoamissuojauksia valmistava ja tarjoava yritys, jolla on tarjolla monia erilaisia turvakaideratkaisuita kalteville vesikatoille. Heidän tuotteistaan voi räätälöidä yksilöidysti tietynlaista vesikattoa varten turvakaideratkaisun. Combisafen kaideratkaisut koostuvat eri osista, joita ovat mm. kiinnitys-, tolppa-, tuki- ja kaideosa. Lisäksi on muita osia, joita voidaan käyttää apuna turvakaideratkaisua toteutettaessa. Kaiderat-

kaisut ovat suunniteltu standardin SFS-EN 13374 mukaan. Combisafen tuotteita Suomessa vuokraava Haucon Oy:n myyjän mukaan Combisafella ei ole tuotteita, joissa potkulaudan voisi korvata kaiteeseen asennetulla verkolla, joka helpottaisi räystäällä työskentelyä [42].

Opinnäytetyössä esitellään yksi Combisafe-putoamissuojusratkaisu kaltevalle vesikattolle, jossa käytetään tiettyjä putoamissuojauskomponentteja, joita Combisafe valmistaa. Kaltevan katon putoamissuojusratkaisussa käytettävät osat ovat säädettävä räystäskiinnike (kuvassa 15), teleskoopituki (kuvassa 15), kaidetolppa (kuvassa 15) ja verkko-kaide (kuvassa 15). Esiteltävä kaideratkaisu ylittää SFS-EN 13374 mukaan luokkaan C. [51.] Kaidejärjestelmää voidaan käyttää sekä sivu-, että päätyrästäällä.



Kuva 15. Combisafe kaideratkaisun osat (vasemmalla ylhäällä säädettävä räystäskiinnike, keskellä ylhäällä teleskoopituki, oikealla kaidetolppa ja vasemmalla alhaalla verkkokaide)

Kaideratkaisu kiinnitetään vesikattorakenteen kattokannattajan yläpaarteeseen samalla tavalla kuin Vepe Oy:n harjakatto- pulpettikatto-kaide. Säädettävän räystäskiinnikkeen

ansioista suojakaiteen kulmaa voidaan säätää vesikattoon nähden. Teleskoopituki tuetaan seinään, jolloin kaiteesta tulee tukevampi. Combisafen kaideratkaisuissa on käytettävä aina verkkokaidetta. [51.]

3.2.3 Alupro Oy:n Alufix jyrkän katon kaidejärjestelmä

Alupro Oy on teollisuuden aloille tuotteita, kuten suojakaiteita valmistava yritys. Yrityksellä on neljä erilaista kaidejärjestelmää, joista yksi soveltuu kalteville katoille. [33.]

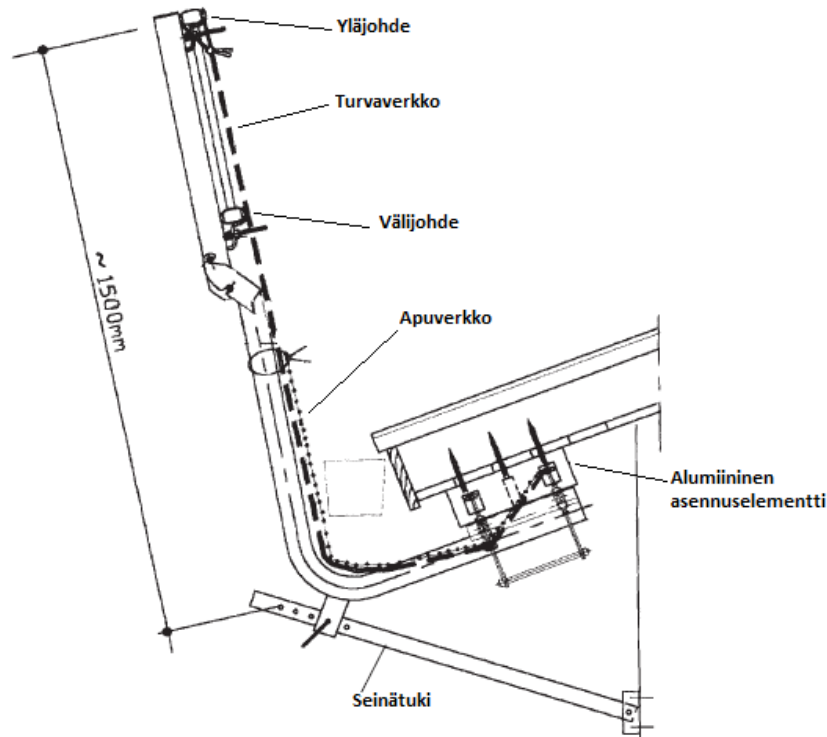
Alufix jyrkän katon kaidejärjestelmässä on kaksi eri kaidetolppavaihtoehtoa, joista toinen kiinnitetään räystäään alapintaan (kattoristikon yläpaarteeseen) ja toinen räystäsrakenteen alapuolelle suoraan julkisivuun samalla tavalla kuin Vepe Oy:n vesikattokaide. Opinnäytetyössä esitellään kaidetolppa, joka voidaan kiinnittää räystäsrakenteen alapintaan. Kaidetolppia voidaan käyttää sekä sivuräystäällä, että päätyräystäällä.

Räystäsrakenteen alapintaan kiinnitettävä kaide voidaan kiinnittää joko avo- tai umpiräystäälle. Avoräystäälle kaiteet kiinnitetään kattoristikon yläpaarteeseen. Avoräystäälle kiinnitettäessä ei yläpaarteessa tarvitse olla reikää kaiteen kiinnittämistä varten valmiina vaan kaiteet kiinnitetään puristusliitoksella. Umpiräystäillä puiseen tai betoniseen rakenteeseen asennetaan alumiininen asennuselementti johon kaide kiinnitetään puristusliitoksella (kuvassa 9). [34.]

Alufix kaidejärjestelmä on suunniteltu SFS-EN 13374 mukaan. Kaidejärjestelmä täyttää luokan C vaatimukset kun kaide kiinnitetään kattoristikon yläpaarrekiinnityksen lisäksi seinään seinätukea apuna käyttäen, jota havainnollistetaan kuvassa 9. Seinätuet kiinnitetään riittävän kestäväan puu- tai betonirakenteeseen kansiruuveilla. SFS-EN 13374 standardin luokassa A ja B ei tarvita seinätukia. Luokassa C kaidetolppien etäisyys toisistaan saa olla enintään 4,8 m. [35.]

Alufix jyrkän katon kaidejärjestelmässä käytetään potkulaudan sijasta verkkoa, kuten voit kuvasta 9 havaita. Suojaverkon käyttö potkulaudan sijasta mahdollistaa tilan räystäsalueella työskentelyyn. Käytettävä verkko on suunniteltu standardin SFS-EN 1263-1 mukaan [36]. Kaidejärjestelmässä on kaksinkertainen suojaverkko, joka estää henkilön, työkalujen ja muiden kappaleiden putoamisen. Työkalujen putoamista estävän apuverkon silmäkoko on 20 x 20 millimetriä. Verkkoja on testattava kerran vuodessa. Alupron Oy:n

toimittamissa verkoissa on kolme mallipalaa, jotka voidaan irrottaa ja lähettää testattavaksi verkkovalmistajalle, joka lähettää todistuksen verkkojen kestävydestä. Verkkovalmistaja suosittelee verkkojen uusimista 3-4 vuoden välein. Alupro Oy voi myös hoitaa verkkojen testauksen asiakkaan niin halutessa. [49.]



Kuva 16. Alufix jyrkkien kattojen kaidejärjestelmä, periaatekuva umpiräystäällä. (Muokattu lähteestä) [35].

3.3 Kaiteiden asennus

NCC Rakennus Oy:llä kaiteiden asennus sisällytetään yleensä vesikaton puutöiden urakkaan. Jos kaiteissa joudutaan käyttämään erikoisrakenteita tai käytetään kaiteita joitten asennukseen tarvitaan erityisosaamista, ei kaiteiden asennus yleensä kuulu vesikaton puutyöurakkaan. [48.]

Rametum Oy on tehnyt NCC Rakennus Oy:lle vesikaton puutöitä. Rametum Oy:n työntekijän mukaan on käytännöllisempää nostaa kattoristikot ensin paikoilleen ja asentaa kaiteet vasta sen jälkeen, jolloin kaiteet eivät ole häiritsemässä kattoristikoiden asentamista. Työntekijän mukaan kaiteiden asentaminen on turvallisempaa kuukulkijalta jolloin ei ole putoamisvaaraa, mutta ne voidaan myös tarpeen asentaa katolta käsin. Hänen

mielestään helpointa ja turvallisinta on asentaa kaiteet jotka kiinnitetään kattoristikon yläpaarteeseen. [46.]

Atlante Oy on toinen yritys, joka on tehnyt NCC Rakennus Oy:lle vesikaton puutöitä. Atlante Oy:n työntekijän mukaan on taas yksinkertaisempaa asentaa kaltevan katon kaiteet ennen kuin kattoristikot asennetaan paikalleen, jolloin kaiteet ovat valmiina paikoiltaan asennettuna, kun kattoristikko saadaan asennettua. Tällöin ei tarvita kuukulkijaa kaiteiden asennusta varten. [47.]

Ainakin yhdellä NCC Rakennus Oy:n työmaalla on käytetty Ramirentin palvelua, jossa he suunnittelivat ja asensivat kaiteet. Kyseisen työmaan kaideratkaisut tulivat Combisafe Oy:ltä, mutta niiden kiinnitykseen kuului erityisrakenteita kuten hitsausta. [48.]

3.4 Ongelmat kaideratkaisuissa

Osiossa esitetään ongelmia, joita eri kaideratkaisuja käytettäessä esiintyy.

3.4.1 Harjakattokaide

Harjakattokaiteen kuvassa 12 käytössä on ongelmia liittyen työn toteuttamiseen ja turvallisuuteen. Ajoittain kaiteiden etäisyys katosta on liian pieni, joka vaikeuttaa peltitöiden saattamista loppuun vesikatolta. KST-yhtiön työnjohtajan mukaan vähimmäisetäisyys pystytolpasta reunimmaiseen ruodelautaan käytettäessä 50 x 100 mm jalkalista tulisi olla 200 – 250 mm, jotta peltityöt saataisiin tehtyä loppuun vesikatolta käsin. Vesikaton sivuräystäällä tarvitaan vähintään 150 mm tila vesikaton reunasta sivulle, jotta sauma saadaan tehtyä loppuun asti. Tämä johtuu saumauskoneen, pellin käynnön sekä pelti-listan asentamisen tarvitsemasta tilasta. [50.] Alajohteen suurin sallittu etäisyys vesikaton reunasta on 250 mm, joten töiden loppuun saattaminen vesikatolta käsin on lähes mahdotonta ilman, että alajohdetta jouduttaisiin poistamaan/siirtämään väliaikaisesti. Alajohteen sijaitessa tarvittavan 150 mm etäisyydestä vesikaton reunasta ei jalkalista estäisi työkalujen putoamista, joka on suuri työturvallisuusvaara. Aluskatetta asennettaessa työmaille on aluskatetta vedetty räystääsreunan yli jolloin ylimenevä osa on voitu kiinnittää alajohteeseen, jotta työkalut eivät putoaisi potkulaudan ja vesikaton reunan välistä. Aluskatteen ylimenevä osa joudutaan kuitenkin leikkaamaan pois katteen asennuk-

sen yhteydessä jolloin työkalut voivat taas tippua vesikatolta. Kannattavaa olisikin asentaa räystäsrakenteen alapuolelta verkko kiinni alajohteeseen, jolloin työkalujen putoaminen estyisi.

Kattoristikoiden yläpaarteiden dimensioita pienennetään alituisesti mahdollisuuksien mukaan, jolloin yläpaarre ei välttämättä kestä sille vaadittuja kaiteelta tulevia kuormia. Jos yläpaarre ei kestä kaiteelle vaadittuja kuormia (noin 6 kN:n murtokuormaa kiinnityskohtaan), ei harjakattokaidetta ole mahdollista käyttää kohteessa. Jos kattoristikon yläpaarretta ei ole suunniteltu riittävän kestäväksi joudutaan työmaalla käyttämään kaiteita, jotka kiinnitetään julkisivuun, jonka tulee olla riittävän kestävä. Kattoristikoiden yläpaarteiden kiinnityskohdista, joihin kaiteet kiinnitetään, puuttuvat joskus vahvikenaulalevyt. Tällöin puutyöurakoitsijat asentavat vahvikelevyt itse suunnitelmien mukaan tai joutuvat käyttämään julkisivuun kiinnitettäviä suojakaiteita.

Harjakattokaide ei myöskään ole aina käyttökelpoinen johtuen sivuräystänsä otsalaudan korkeudesta. Joskus räystäslauta on niin korkea, että harjakattokaidetta ei saada asennettua ilman päätyräystäslaudan loveamista, joka ei ole suotavaa.

Kuvassa 12 oleva harjakattokaide kestää 1 kN kuorman epäedullisimmassa suunnassa. Viranomaisohjeissa suositellaan käytettävän kaltevalla tasolla huomattavasti suurempaa mitoituskuormaa kuin 1 kN, vaikka koskaan ei ole sattunut onnettomuutta jossa kaiteen tolppa olisi murtunut. Rakennesuunnittelijan tulisi laskea kuormat, jotka kaiteen tulisi kestää kattokaltevuuden perusteella.

Kaiteiden poisto voi olla vaivalloista ja aikaa vievää jos johteiden limitykset ja pääty- sekä sivuräystänsä liitokset ovat tehty huolellisesti. Huolellisesti tehdyllä tarkoitetaan, että limitykset ovat naulattu ja kulmissa limitykset kiinnitetty toisiinsa pystypuiden avulla, kuten kuvassa 17. Kuvassa 17 välijohteen ja jalkalistan väliin oli lisätty koolinki, joka oli kiinnitetty rautalangalla. Yhdellä NCC:n työmaalla kaiteiden johteet jouduttiin sahaamaan kappaleiksi, jotta ne saatiin turvallisesti poistettua. On kuitenkin työturvallisuuden kannalta olennaista, että liitokset tehdään huolellisesti.



Kuva 17. Kaideratkaistu lisäjohteella

3.4.2 Pulpettikattokaide

Pulpettikattokaiteen käyttöön sivuräystäällä liittyvät samat ongelmat kuin harjakattokaiteen käyttöön. Yksi eroavaisuus on, että päätyräystäslauta ei tule pulpettikattokaiteen eteen yhtä helposti kuin harjakattokaiteen, joka johtuu pulpettikattokaiteen kiinnityksessä olevasta säätövarasta. Pulpettikattokaiteen kiinnityksen säätövara on 40 mm, joten sitä ei voida enää käyttää räystäslaudan tullessa yli 40 mm kattokannattimen alapinnan yli.

Pulpettikattokaidetta ei voida enää käyttää järkevästi jyrkemmillä katoilla, koska pulpettikattokaide asennetaan aina 90° kulmassa kattoon nähden. Tällöin suurilla kaltevuuksilla kaiteesta ei ole enää mahdollista ottaa tukeaa katolla työskennellessä, vaan syntyy horjahtamisvaara.

Pulpettikattokaide soveltuu käytettäväksi päätyräystäällä sekä pulpettikaton yläräystäällä räystäsrakenteen sen salliessa. Konesaumakaton asennus on mahdollista päätyräystäällä jos kaiteen alajohde sijaitsee 150 - 200 senttiä ulospäin katon reunasta. Tämä johtuu siitä, että 535 mm leveä rivipelti kaadetaan reunalle ja rivipelistä ylimenevä osa leikataan pois sen ollessa katolla paikallaan. Toinen syy on sivupeltiä asennus, jota ei ole mahdollista tehdä jos jalkajohde on kiinni katon reunassa. Yläräystäällä vaaditaan myös 150 -200 mm tila, jotta pelti saadaan käännettyä ja peltiä asennettua. [50].

3.4.3 Vesikattokaide

Vesikattokaiteen käyttämisessä ongelmat ovat samankaltaisia kuin harjakattokaiteen pois luettuna räystäsrakenteen dimensioista johtuvat ongelmat. Lisäksi vesikattokaidetta

käytettäessä ongelmaksi tulevat reiät, jotka jäävät julkisivuun kaiteiden poiston jälkeen. Julkisivuun tuleva mahdollinen rappaus joudutaan rajaamaan kaiteiden alareunaan. Kaiteiden poiston jälkeen voidaan rappaus suorittaa loppuun.

Vesikattokaidetta päätyräystäällä käytettäessä pitää varmistaa samalla tavalla kuin pulpettikattokaidetta käytettäessä, että kaiteen alajohde ei ole liian lähellä katon reunaa, jolloin konesaumakaton asennus estyisi.

3.4.4 Combisafe kaideratkaisu

Tässä työssä esiteltävässä Combisafen kaideratkaisussa ongelmat liittyvät joko räystäsalueella työskentelyyn tai tavaroiden putoamiseen riippuen siitä, mikä on kaiteen etäisyys vesikaton reunasta. Verkkokaiteen ollessa alle 150 mm etäisyydellä vesikaton reunasta peltikattotöitä ei voida tehdä loppuun vesikatolta käsin jos verkkokaidetta ei poisteta räystäsalueella työskennellessä. Tämä ei kuitenkaan ole vaihtoehto kun pyrkimys on työskennellä vesikatolla turvallisesti. Vesikaton reunan ja kaiteen väliin jäädessä liian suuri rako työkalut ja työtarvikkeet voivat pudota raosta.

Jos Combisafe Oy:n kaiteiden asennuksesta ei ole kokemusta voi asennus tuottaa vaikeuksia johtuen monista liikkuvista osista ja kaiteiden säätömahdollisuuksista havainnoi yksi NCC Rakennus Oy:n työnjohtaja. Täten olisi hyvä jos Combisafe Oy:n kaiteiden asennus olisi tuttua kaiteet asentavalle työryhmälle.

3.4.5 Alupron Alufix jyrkän katon kaidejärjestelmä

Tutkimusta varten ei saatu haastateltua yhtään Alufix kaidejärjestelmää käyttänyttä yritystä, joten käytännössä esiintyviä ongelmia ei pystytä tässä opinnäytetyössä täysin esittämään. Kaiteen täyttäessä luokan C vaatimukset SFS-EN 13374 mukaan täytyy kaidejärjestelmässä käyttää seinätukea, joka kiinnitetään seinään. Kaiteiden poiston jälkeen seinään jää reiät, jotka täytyy paikata. Jos seinä on tarkoitettu rapattavaksi, täytyy rappaus rajata seinätuen alapuolelle, jolloin rappaustyöt voidaan saattaa loppuun vasta kaiteiden irrottamisen jälkeen.

Yhtenä kysymyksenä on asennuksen nopeus ja helppous. Kuinka helppo on turvaverkon asennus? Tarvitaanko jyrkemmillä kattokaltevuuksilla henkilönostinta verkon asennukseen, kun kaiteen yläpää johon verkko kiinnitetään alkaa olla käsin saavuttamattomissa? Näihin kysymyksiin ei vastauksia saanut, koska ei löytänyt kaidejärjestelmän käyttäjiä.

3.4.6 Nurkkaliitokset

Verkkokaiteita käytettäessä vesikaton nurkkien liitokset ovat ongelmana, sillä verkkokaiteiden mitat ovat määrämittäisiä. Tolppia ei saada aivan katon nurkkaan asennettua, koska räystäsrakenteen nurkan poikaset eivät ole riittävän kestäviä, jotta niihin voisi kiinnittää suojakaidetta [43]. Verkkokaide voi mennä tolpan ohi 0,5 metriä, mutta jos viimeinen riittävän kestävä tolpan kiinnityspiste on yli 0,5 metrin etäisyydellä nurkasta ei nurkkaa saada riittävän yhtenäiseksi verkkokaiteiden avulla [44]. Optiplan Oy:n rakennesuunnittelijan mukaan räystäsrakenteen nurkan poikasista tulisi niin kalliita, että kukaan ei niitä haluaisi. Jos rakennesuunnittelijat alkaisivat suunnittelemaan nurkan poikaset niin lujiksi, että ne kestäisivät vaaditut lujuudet. [43.] Kaiteiden nurkkaliitokset voidaan sitoa lujiksi puujohteita käyttämällä. Puujohteet naulataan yhteen ja lisäksi käytetään pystypuita tukemaan rakennetta, kuten kuvassa 17 on tehty. Olisi toivottavaa, että suojakaidetuotteiden valmistajat kehittäisivät nurkkaliitoksia niin, että verkkokaidetta voitaisiin käyttää vesikatoilla rajattomasti ja silti nurkkaliitokset saataisiin tiiviiksi.

3.5 Tarpeiden mukainen kaideratkaus konesaumattavalle katolle

NCC Rakennus Oy:n tarpeiden mukainen kaideratkaus konesaumattavalle katolle mahdollistaisi turvallisen työskentelyn kaikissa vesikattotyövaiheissa. Kaiteen pitäisi mahdollistaa kaikki vesikattotyövaiheet ilman, että kaiteesta pitäisi poistaa osia tai kaidetta pitäisi siirtää. Kaiteita siirrettäisiin paikoiltaan vasta niitä purettaessa. Kaiteen tulee olla mitoitukseltaan riittävän kestävä ja yhtenäinen kaltevalle katolle.

Kaiteiden kiinnitystapa riippuu vesikaton rakenteesta, kun vesikaton räystäsrakenne sen mahdollistaa, on aina järkevämpi käyttää kattoristikon yläpaarteeseen kiinnitettävää kaidetta. Tällöin täytyy ottaa huomioon kattoristikon yläpaarteen kestävyys, kiinnitysmahdollisuus ja räystään otsalaudan korkeus. Kaiteen kiinnitystapa ei jätä kaiteiden poiston jälkeen ylimääräisiä reikiä julkisivuun, eikä mahdollista rappausta tarvitse rajata seiniin

kiinnitettävien kaiteiden alapuolelle. Kaiteiden asennus on kaiteita asentaneen työntekijän mukaan yksinkertaisempaa ja turvallisempaa, kun kaiteet kiinnitetään kattoristikon yläpaarteeseen. Jos räystäsrakenne ei mahdollista kaiteen kiinnittämistä kattoristikon yläpaarteeseen, tulisi käyttää julkisivuun kiinnitettävää kaidetta.

Yksi NCC Rakennus Oy:n tarpeiden mukainen konesaumattavan katon kaideratkaisu voisi olla kaide, jossa verkko toimisi sekä ihmisen että työkalujen putoamisen estävänä rakenteena. Verkon lisäksi kaiteessa olisi hyvä olla vähintään välijohde ja yläjohde, joista toiseen putoamisen estävä verkko olisi kiinnitetty ja joista voisi ottaa tukea. Verkon toinen sivu olisi kiinnitetty kaiteeseen räystäsrakenteen alapuolelle. Verkko mahdollistaisi tarpeellisen työskentelytilan räystäällä ja samanaikaisesti estäisi putoamisen. Verkko tulisi olla suunniteltu standardien mukaan tai muuten vastattava niitä turvallisuustasoltaan, kuten Rakennusinsinööriliiton julkaisussa RIL 142-2010 mainitaan.

Toinen mahdollinen NCC Rakennus Oy:n tarpeiden mukainen putoamissuojaus olisi suojakaide, jossa olisi työkalut kiinni ottava verkko. Verkkokaide suojaisi henkilöiden putoamisen katolta. Onhan verkkokaide turvallisempi kuin johteet, joitten välissä voi olla jopa 50 cm rako. Verkkokaide olisi 150 mm päässä katon reunasta, jolloin vesikaton peltityöt saataisiin tehtyä loppuun vesikatolta ilman että kaidetta jouduttaisiin poistamaan. Työkalut kiinni ottava verkko olisi asennettu 150 mm leveään ragoon, jossa olisi muuten vaara työkalujen putoamiselle. Vielä parempi ratkaisu olisi jos 150 mm leveään raon verkko kestäisi myös putoamisesta johtuvan painon ja olisi suunniteltu standardien RIL 142-2010 mukaan tai vastaisi muuten sitä turvallisuustasoltaan.

Suojakaiteen lujuusominaisuudet tulisi olla vähintään asetuksen 205/2009 mukaisia, mutta mielellään korkeampi, kuin asetuksessa vaadittu 1 kN, kuten viranomaisohjeissa suositellaan kaltevalle katolle. Erittäin jyrkillä katoilla olisi järkevää käyttää kaiteiden lisäksi turvavaljaita turvallisuuden parantamisen takia.

3.6 NCC Rakennus Oy:lle soveltuvat kaideratkaisut

Tässä opinnäytetyössä tutkituista valmiista tarjolla olevista kaideratkaisuista ei löydy yhtään kriteerit täyttävää mallia, joita konesaumattavan katon suojakaiteelta toivoisi. Kaideratkaisun valintaan vaikuttaa merkittävästi vesikaton räystäään rakenne, joten soveltuva kaideratkaisu tulisi tehdä kahden eri kiinnitystavan mukaan, jotka ovat kattoristikon

yläpaarteeseen ja julkisivuun kiinnittäminen. Aina kun mahdollista olisi kuitenkin järkevämpää käyttää kattoristikon yläpaarteeseen kiinnitettävää kuin julkisivuun kiinnitettävää suojakaidetta.

Joskus suojakaiteissa joudutaan käyttämään erikoisratkaisuja ja silloin voidaan suoja-kaiteiden suunnittelemiseen ja asentamiseen käyttää Ramirent Oy:n palveluita [48].

3.7 Kaideratkaisujen vertailu

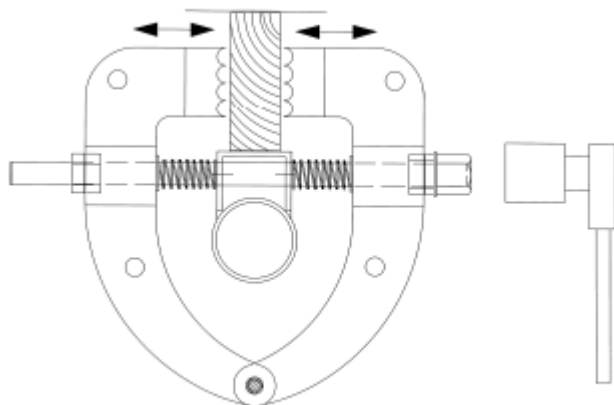
Opinnäytetyössä vertaillaan esiteltyjä kaiteita turvallisuuden, käytännöllisyyden ja kustannustehokkuuden näkökulmasta. Kaiteen käyttökokemukset vaikuttavat arviointiin. Kaikista kaiteista ei löydetty insinööriyötä varten tuotteiden käyttäjien omakohtaisia kokemuksia, joten niitä ei voida arvioida kuin teknisten tietojen perusteella. Kaiteiden turvallisuudessa ei oteta huomioon eri suunnitteluohjeiden eroavaisuuksia vaan insinööriyössä huomioidaan sekä valtioneuvoston asetus 205/2009, että standardin SFS-EN 13374 suunnittelutapa mahdolliseksi. Lähitulevaisuudessa saadaan nähdä, kuinka sosi-aali- ja terveystieteiden tehty toimeksianto vaikuttaa kaiteiden suunnittelun ohjeisiin.

3.7.1 Turvallisuus

Turvallisin markkinoilta löytyvä kaide teknisten tietojen perusteella on Alupro Alufix jyrkän katon kaidejärjestelmä, sillä siinä ei ole työkalujen eikä henkilöiden putoamisvaaraa missään vesikaton työvaiheessa, johtuen kaksinkertaisesta verkkorakenteestaan. Verkon testauksesta pitää olla huolehdittu, jotta verkko täyttää vaaditut lujuusominaisuudet. Lisäksi välijohde ja yläjohde mahdollistavat tuen ottamisen kaiteesta. Kaiteen liitokset nurkissa ja harjalla tehdään liitoskappaleilla, jolloin kaiteet ovat yhtenäiset ja aukottomat.

Kaiteen käytöstä ei löytynyt kokemuksia, joten kaidetta tulisi käyttää suurella varauksella. Esimerkiksi kuinka hyvin kaiteen kiinnityksenä kuvassa 18 havainnollistettu puristusliitos kestää? Miten kattoristikon kuivumiskutistuminen vaikuttaa puristusliitoksen lujuuteen? Joudutaanko puristusliitosta kiristämään aina uudestaan kuivumiskutistumisen takia? Optiplan Oy:n rakennesuunnittelija arveli, että puristusliitos kestäisi eikä kuivumiskutistuminen olisi niin suurta, että liitosta jouduttaisiin kiristämään [43]. Alupro suosittelee naulavahvikelevyjä puristusliitoskohtaan, mutta kuinka hyvin puristusliitoksen hampaat uppoavat naulavahvikelevyillä vahvistettuun kattoristikon yläpaarteeseen? Verkkojen

suunnittelustandardi SFS-EN 1263-1:ssä mainitaan, että eurokoodin mukaisien käytettävien verkkomateriaalien ominaisuudet eivät heikkene merkittävästi -10° ja $+40^{\circ}\text{C}$:n välillä. Suomen sääolosuhteet vaihtelevat suuresti ja talvella pakkasen voi etelässä kiristyä jopa -30°C :een ja Suomen pohjoisosissa yli -40°C :een. Alupro Oy:n edustajan mukaan Alupro Oy ei ole testannut tai tutkinut, miten Suomen sääolosuhteet vaikuttavat verkon lujuusominaisuuksiin [49].



Kuva 18. Alufix jyrkän katon kaiteen puristusliitos kattoristikon yläpaarteeseen [35].

Muita kaiteita käytettäessä turvallisempaa olisi käyttää verkkokaiteita kuin puujohteita. Onhan se selkeää, että mitä pienempi rako kaiteessa on, sitä turvallisempi se on. Verkkokaide ei vaan saisi olla liian lähellä katon reunaa, koska silloin vesikaton peltitöiden saattaminen loppuun ei ole mahdollista. Verkkokaiteen ja räystään reunan väliin pitäisi asentaa työkalut kiinni ottava suoja verkko. Verkkokaiteita käytettäessä ongelmaksi voi tulla nurkkaliitokset riippuen räystäsrakenteesta.

3.7.2 Käytännöllisyys

Kaideratkaistuista käytännöllisin on Alufix jyrkän katon kaidejärjestelmä, kun katon kaltevuus on alle 30° . Kaideratkaistu mahdollistaa kaikkien vesikattotöiden tekemisen turvalisesti ennen kaideratkaistuksen poistamista. Kun katon kaltevuus on yli 30° , jouduttaisiin Alufix jyrkän katon kaidejärjestelmän kanssa käyttämään seinätukea. Tällöin käytännöllisyys heikkenee seiniin jäävien reikien ja mahdollisen rappautyön keskeytymisen takia.

Myöskään tuotteen käyttökelpoisuudesta ei löytynyt kaideratkaisujen käyttäjiltä käyttökokemuksia, joten käytännöllisyyttä en voi arvioida kuin tuotteesta löytyvin teknisin tiedoin.

Käytännöllisin ratkaisu olisi käyttää konesaumattavan harjakaton sivuräystäällä joko Vepe Oy:n harjakatto-, pulpettikattokaidetta tai Combisafe Oy:n kaidejärjestelmää, kun katon kaltevuus on yli 30°. Näitä kaiteita käytettäessä olisi kaiteiden alajohteiden/kaideverkon etäisyys oltava vesikaton reunasta 150 mm, jolloin vesikaton kaikki työvaiheet voidaan tehdä siirtämättä vesikaton kaidetta. Työkalujen putoamisen estäminen tulisi järjestää joko aluskatteen viemisellä yli sivuräystään reunan, jolloin se kiinnitettäisiin alajohteeseen/verkkokaiteeseen. Parempi vaihtoehto olisi kiinnittää 150 mm vapaalle välille verkko, joka estäisi työkalujen ja materiaalin tippumisen. Tällöin vesikaton räystäään pelitöitä tehdessä ei aluskatetta tarvitsisi leikata pois eikä estää liikkumista alapuolisella alueella työkalujen ja rakennusmateriaalin putoamisvaaran takia. Verkon kiinnittäminen voi olla hankalaa selkeiden kiinnityskohtien puuttumisen takia ja se voidaan joutua tekemään kuukulkijalla. Pulpettikattokaidetta ei ole enää turvallista käyttää sivuräystäällä kun kattokaltevuus alkaa olla niin suuri, että kaiteesta ei voi ottaa enää tukea.

Toinen vaihtoehto olisi käyttää Vepe Oy:n harjakatto- tai pulpettikattokaidetta lujuusluokiteltujen puujohteiden kanssa ilman, että kaiteen ja vesikaton reunaan jäisi minkäänlaista väliä. Kaiteen tullessa tielle vesikaton räystääsalueen työskentelyn yhteydessä, työntekijä kytkisi itsensä valjaisiin ja nostaisi koko alajohderakennetta kaidetta pitkin ylöspäin siinä olevan säätövaran avulla. Tällöin kulku työskentelyalueen alapuolisella alueella tulisi estää. Kaiteen nostamisen jälkeen suoritettaisiin räystääsalueen työt ja laskettaisiin kaidejohteet takaisin kiinni vesikaton reunaan, jonka jälkeen kulku työskentelyalueen alapuolisella alueella sallittaisiin. Kaiteet nostettaisiin osa kerrallaan ja laskettaisiin välittömästi työn suorittamisen jälkeen.

Kun räystään otsalauta sivuräystäällä on niin korkea, että harjakattokaidetta ei voida enää käyttää ja kattokaltevuus alkaa olla niin suuri, että pulpettikaton käyttäminen ei ole enää turvallista horjahtamisvaaran takia käytännöllisin kaideratkaisu on Combisafen kaidejärjestelmä, joka voidaan säätää haluttuun kulmaan työskentelytasoon nähden.

Jos vesikaton räystäsrakenne ei mahdollista kattoristikon yläpaarteeseen kiinnitettävää suojakaidetta tulee käyttää julkisivuun kiinnitettävää kaidejärjestelmää, kuten vesikatokaidetta. Myös Combisafe Oy:ltä löytyy kaideyhdistelmä, joka saadaan kiinnitettyä suoraan julkisivuun.

Päätyräystäällä on käytännöllisintä käyttää pulpettikattokaidetta tai Combisafe kaidejärjestelmää, jos Alufix Alupron kaidejärjestelmää ei voida käyttää ilman seinäkiinnikettä.

3.7.3 Kustannustehokkuus

Opinnäytetyön kustannusosiota varten ei löytynyt kaidevuokrausyritystä, joka vuokraisi Alupron Alufix jyrkän katon kaidemallia, joten se jäi pois kustannusosiosta. Vepe Oy:n harja-, vesi ja pulpettikattokaiteen hinnat ovat NCC Rakennus Oy:lle huomattavasti matalampia, kuin Combisafe Oy:n kaideyhdistelmä, jota opinnäytetyössä esitellään, kuten liitteestä 1 selviää. Vepe Oy Peltonen kaidejärjestelmät puujohteilla tulevat halvemmaksi jos kaidejärjestelmää vuokrataan 6 kuukautta taulukossa esitetyn 5 kuukauden sijaan. Tämä riippuu tietysti siitä, minkä hintaista kaidejohteiksi tilattava lujusluokiteltu puu on.

3.7.4 Suositeltavin kaideratkaisu konesaumattavalle vesikatolle

Alupron Alufix jyrkän katon kaidemalli putoaa pois tästä osiosta, koska ei löytynyt yritystä, joka vuokraisi tuotetta eikä myöskään tuotteen käyttäjien kokemuksia. Ramirent Oy:n edustaja arveli, että kaidejärjestelmälle ei ole kysyntää, joten niitä ei ole vuokrattavissa [52]. Ei selvinnyt, liittyykö kysynnän puute hinnasta, käytännöllisyydestä vai turvallisuudesta.

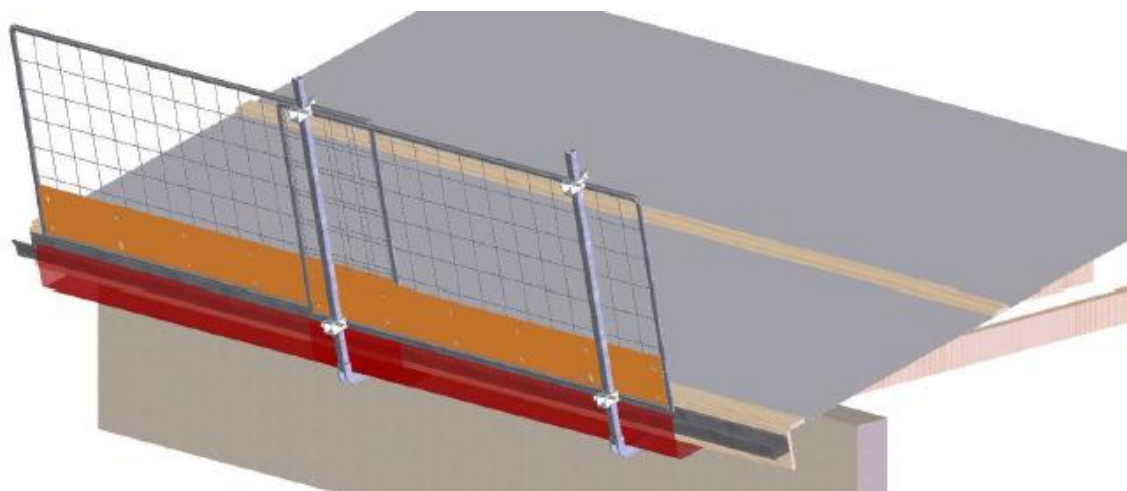
Suosittelava kaideratkaisu riippuu täysin vesikaton rakenteesta. Harjakattotyömaan sivuräystäällä on suositeltavaa käyttää Vepe Oy:n harjakattokaidetta jos räystäsrakenteen mahdollistaa. Kaidetta käytettäessä täytyy huolehtia, että kattoristikon yläpaarre kestää sille tulevat kuormat. Kaidetta käytettäessä tulisi käyttää verkkokaidetta johteiden sijaan. Konesaumattavalla katolla verkkokaiteen etäisyys vesikaton reunasta tulisi olla vähintään 150 mm, mutta enintään 250 mm, jotta peltityöt voidaan suorittaa loppuun. Verkkokaiteen ja räystään reunan välille tulisi asentaa verkko, joka ottaisi kiinni putoavat työkalut ja työmateriaalit. Nurkkaliitos tulisi sitoa yhtenäiseksi. T24 lujusluokiteltua 48 x 98 mm puutavaraa voisi käyttää nurkkaliitosta tehtäessä avuksi jos nurkkaliitosta ei

saada tehtyä tarpeeksi yhtenäiseksi pelkillä verkkokaiteilla. Puutavara voitaisiin mahdollisesti ankkuroida nurkkaa lähimpänä oleviin kaidetolppiin. Nurkassa puutavara naulat-taisiin toisiinsa kiinni käyttäen apuna pystytolppia, jolloin rakenteesta tulisi yhtenäinen ja turvallinen. Tolppaväli pitää olla myös rakennesuunnittelijan määrittelemä, jotta ei tule liian suuria jännevälejä.

Pulpettikattokaidetta tulisi käyttää päätyräystäillä aina kun räystäsrakenne sen mahdol-listaa. Pulpettikattokaiteen alinta johdetta ei tulisi asentaa aivan päätyräystään reunaan kiinni, jolloin vesikattotyöt saadaan tehtyä loppuun kaidetta siirtämättä. Vesikattokaidetta tulisi käyttää kun räystäsrakenne ei mahdollista harjakattokaiteen ja pulpettikattokaiteen käyttöä.

3.8 Vesikaton putoamissuojausten tuotekehitys

Vepe Oy Peltonen on kehittänyt uutta kaideratkaisua, joka mahdollistaisi turvallisemman työskentelyn vesikatolla. Kaidemalli kuvassa 19 on pulpettikattokaiteesta muotoutunut kaidemalli, jossa on työkalut kiinniottava verkko. Käytännössä kaiteessa on pulpettikat-tokaidetta kopioiva runko, jossa on verkon kiinnityspaikat, joihin on kiinnitetty verkko. Lisäksi alaosassa on mutka, joka väistää räystään otsalautaa hiukan enemmän kuin pul-pettikattokaide. Kaidemallin henkilön putoamisen estävänä rakenteena toimii verkko-kaide. Kaidemalli mahdollistaa työskentelyn räystäsalueella loppuun asti, koska katon reunan ja kaiteen välille jää 150 mm rako, jossa työkalut kiinniottava verkko sijaitsee. Kaideratkaisua voidaan käyttää sekä sivu- että päätyräystäällä. [44.]



Kuva 19. Vepe Oy Peltonen tuleva kaideratkaus [44].

Ongelmaksi kaidetta käytettäessä sivuräystäällä jyrkemmällä katoilla tulee kaiteen etäisyys räystäään reunasta, kuten pulpettikattokaiteessa. Standardissa SFS-EN 13374 sallitaan myös kaiteen 90° kulma työskentelytasoon nähden, mutta tällöin kaiteesta ei voida enää ottaa tukea, joten horjahtamisvaara kaidetta päin kasvaa. Olisikin järkevää jos pulpettikattokaiteen kiinnitysosan ja kattoristikon yläpaarten väliin voisi kehittää esimerkiksi teräskiilapalat, joita voitaisiin käyttää hyväksi, jotta kaide saataisiin pystysuorempaan asentoon jyrkillä katoilla.

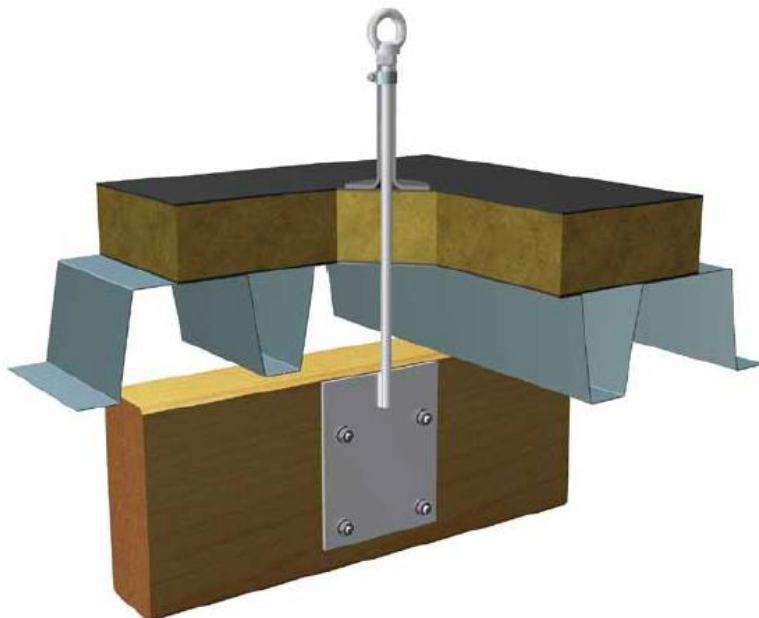
3.9 Valjaiden kiinnityspiste konesaumattavalla vesikatolla

Valjaiden kiinnityspisteeksi pitäisi löytyä ratkaisu, joka mahdollistaisi niihin kiinnittymisen kaikkina vesikaton työvaiheiden aikana. Kattoristikoiden suunnittelu pitäisi toteuttaa niin, että niihin voidaan kiinnittää valjaiden kiinnityspiste, joka toimisi kaikkien vesikattotöiden aikana. Siinä vaiheessa kun täydentävä suunnittelu alkaa, tulisi rakennesuunnittelijalla olla tiedot, mihin kohtiin valjaiden kiinnityspisteet kiinnitetään ja mitä valjaiden kiinnityspisteitä käytetään [43]. Kattoristikoihin kiinnitettävien valjaiden kiinnityspisteiden käytössä niiden dimensiot eivät ole ongelma vaan kattoristikoiden suunnittelija suunnittelee kattoristikot valjaiden kiinnityspistetuotteen mukaan.

Turvallisin ja käytännöllisin ratkaisu valjaiden kiinnityspisteeksi harjakatolla olisi harjalla tai harjan läheisyydessä kulkeva vaijerijärjestelmä, johon voitaisiin kiinnittää valjaisiin kiinnitetty tarrain. Pulpettikatolla ratkaisu olisi muuten sama, mutta kiinnitettynä lähelle lappeen yläräystästä. Harjakatolla samaa vaijeria voitaisiin käyttää työskennellessä kummalla sivuräystäällä tahansa. Vaijerijärjestelmä on turvallisin ja käytännöllisin, koska tarrain olisi aina kohtisuoraan työntekijään päin ja kulkisi vaijerissa työntekijän liikkuesssa katolla sivuräystäään suuntaisesti. Mahdollisen putoamisen sattuessa sivuräystäällä ei tapahtuisi vaarallista heilahdusliikettä. Heilahdusliike tapahtuisi vain jos putoaminen sattuisi päätyräystäältä.

Suomen markkinoilta löytyy muutama valjaiden kiinnityspisteratkaisu, joihin voidaan kiinnittää vaijerirata ja joita voidaan mahdollisesti käyttää kaikkien vesikaton työvaiheiden aikana kattoristikoiden asennuksen jälkeen konesaumattavalla katolla. Peltitarvike Oy:n Pito-puukattopollari (kuvassa 11) sekä ainakin Lux-Top ASP EV 6 (kuvassa 20) soveltu-

vat käytettäväksi kaikkien vesikattotyövaiheiden aikana kattoristikoiden asennuksen jälkeen sekä niihin voidaan kiinnittää vaijerirata. Kummatkin tuotteet kiinnitetään kattoristikoon tai ristikoiden välillä oleviin puurakenteisiin.



Kuva 20. Lux-Top ASP EV 6 valjaiden kiinnityspiste [26, s.16].

3.9.1 Ongelmat valjaiden kiinnityspisteissä

Ongelmaksi käytettäessä Lux-Top ASP EV 6 valjaiden kiinnityspistettä konesaumattavalla katolla tulee valjaiden kiinnityspisteessä oleva rakenteen läpimenevä tappi, jonka halkaisija on 26 millimetriä. Konesaumattavan katon läpivientiin tulee tehdä 300 millimetriä korkea kartio pellistä, jonka yläpään halkaisijan pitää olla vähintään 50 millimetriä. Tällöin valjaiden tapin ja pellin väliin jää noin 13 cm² vapaata tilaa, joka pitäisi tiivistää. Toteutusta on mahdollista käyttää, mutta tapin ja liitoksen vedenpitävyys jää kitin tai tiivisteen varaan. [50.] AB Roof Tech Finlandin mukaan löytyy tuotteeseen kuuluva epdm-muovitiiviste, joka saadaan kiristettyä kuumailmapuhaltimen avulla tiiviisti tapin varteen. Epdm-muovitiivisteiden alaosa saataisiin taas tiivistettyä peltikartion varteen. Lisäksi löytyy Enkopur-tiivistemassa, joka voidaan asentaa mahdollisen tapin ja pellin väliin jäävän raon täyttävän polyuretaanivaahdon päälle. Enkopur-tiivistemassalle on luvattu 5 vuoden vesitiiveystakuu, mutta mahdollisuus on myös 10 vuoden takuuseen. [55.] Peltitarvike Oy:n Pito-puukattopollarissa ei ole tätä ongelmaa, koska se on halkaisijaltaan 114,3 mm.

Lux-Top-vaijerijärjestelmä vaatii valmistajan antaman koulutuksen vaijerin asennukseen, joka on tällä hetkellä noin 10 henkilöllä Suomessa. Koulutuksia järjestetään Suomessa ja niiden hinta on 250 euroa. Enkopur-tiivistemassan asentamiseen tarvitsee myös koulutuksen. [55.]

Lux-Top-valjaiden kiinnityspiste ASP EV 6 on suunniteltu vain standardin SFS-EN 795 mukaan, joten sitä ei voida käyttää riipputelineen kiinnityspisteenä. Peltitarvike Oy:n Pito-puukattopollari on suunniteltu riipputelinestandardi SFS-EN 1808 mukaan ja turva-vaijerijärjestelmä on testattu SFS-EN 795 mukaan.

Valjaiden kiinnityspistettä/kattopollaria asennettaessa, ennen kuin konesaumakattoa asennetaan voi ongelmaksi tulla valjaiden kiinnityspisteiden oikeiden paikkojen mittaminen. Rivipellin saumaan ei voida asentaa valjaiden kiinnityspistettä/kattopollaria jos konesaumakatosta läpi menevän osan muoto on pyöreä. Kattopollari/valjaiden kiinnityspiste voitaisiin asentaa sauman kohdalle jos konesaumakatosta läpimenevän osan muoto olisi nelikulmainen. Konesaumakaton rivipellin leveys on 535 mm +/- 3 mm riip-puen saumauskoneesta, joten pitkillä katoilla ei voida olla varmoja mihin kohtaan sauma osuu. Johtuen siitä, että +/-3 mm heitto kertaantuu jokaisen rivipellin asentamisen jälkeen. [50.]

Valjaiden kiinnityspistettä asennettaessa harjalle, ennen konesaumakaton tekoa, on otettava huomioon peltikaton asennusta varten vaadittava tila. Konesaumakaton asentamista varten vaaditaan harjalla 20 - 30 cm tilaa joka suuntaan. Konesaumakaton saumauskoneen korkeus on 20 cm, joka on otettava huomioon pollareiden väleihin tulevan vaijerin korkeutta suunnitellessa. [50.]

3.9.2 Ratkaisu valjaiden kiinnityspisteeksi

Paras ratkaisu valjaiden kiinnityspisteeksi konesaumattavalle katolle, jota voidaan käyttää kaikissa vesikattotyövaiheissa kattoristikoiden asentamisen jälkeen, on Peltitarvike Oy:n Pito-puukattopollarit, joiden väliin on asennettu vaijerijärjestelmä.

Pito-puukattopollarit vaijerijärjestelmän kanssa on tulossa käyttöön huhtikuun lopussa yhdelle NCC Rakennus Oy:n työmaalle, johon asennetaan konesaumakatto. 500 mm korkeat Pito-puukattopollarit asennetaan samaan aikaan kuin ruodelaudoitus, joka kyseisellä työmaalla on korvattu visakoivuvanerilla. Pito-puukattopollari asennetaan joko

kattoristikoihin tai apupuihin, jotka ovat asennettu kattoristikoiden väleihin. Kattopollarin ylempi laippa tulee visakoivuvanerin päälle ja alempi riittävän lujuuden omaavan puurakenteen alle. Vaijerijärjestelmän asentaa Peltitarvike Oy:n työntekijät välittömästi kun kattopollarit ovat paikoillaan. Vaijerijärjestelmää päästään siis hyödyntämään aluskatteen ja konesaumapeltikatton asentamisen aikana. Työmaan aikana selviää, kuinka hyvin Pito-puukattopollari on käytännössä toiminut.

Pito-puukattopollaria ja Lux-Top ASP EV 6 valjaiden kiinnityspistettä voisi käyttää mahdollisesti myös muilla kuin konesaumakatteilla, kunhan huolehditaan siitä että tuotteet saadaan kiinnitettyä vesikatton rakenteisiin tukevasti.

4 Yhteenveto

Lait ja asetukset ovat vähimmäisvaatimuksia, joitten mukaan työturvallisuutta tulee työmaalla toteuttaa. Vesikatolla työskennellessä työturvallisuutta ei voida painottaa liikaa vaan jokainen vesikatton työvaihe tulee olla tarkoin suunniteltu ja niiden riskit tulee olla kartoitettu ja poistettu, jotta vältetään työmaan useimmiten vakavimmilta työtapaturmilta. Kaideratkaisut ja valjaiden kiinnityspisteet tulisi suunnitella jokaista työmaata kohti erikseen hyvissä ajoin.

Insinööriyössä tutkittiin, mikä suojakaideratkaisu soveltuu parhaiten NCC Rakennus Oy:n uudisrakennuskohteisiin konesaumattavalle katolle. Insinööriyön toinen tarkoitus oli tutkia miten konesaumattavalle vesikatolle saataisiin valjaiden kiinnityspiste, joka soveltuu käytettäväksi kaikkien vesikattotyövaiheiden aikana. Työssä saavutettiin molemmat työn tavoitteet. Suojakaiteita vertailtiin toisiinsa turvallisuuden, käytännöllisyyden ja kustannustehokkuuden perusteella. Räystäsrakenteen rakenteesta riippuu mitä kaideratkaisua voidaan käyttää, joten yhtä kaideratkaisua ei voida yleistää kaikille konesaumattaville vesikatoille. Kaikki vesikatton työt kattoristikoiden asennuksen jälkeen mahdollistava valjaiden kiinnityspiste löytyi markkinoilta, jonka käyttöön liittyviä mahdollisia ongelmia käytiin läpi vesikattotöitä tekevien yritysten henkilöstön kanssa.

Työssä havainnollistettiin suojakaiteiden suunnittelua, josta selvisi, että Suomessa käytettävät suunnitteluohjeet (valtioneuvoston asetus 205/2009 ja SFS-EN 13374) ovat ristiriidassa toistensa kanssa. Opinnäytetyö havainnoi kattotyöskentelyn vaaroihin liittyviä

asioita ja kertoo asioista, jotka tulee ottaa huomioon vesikaton putoamissuojausta suunniteltaessa.

Tutkimustyötä voisi jatkaa laajentamalla tutkimustyötä koskemaan eri katemateriaaleja. Kuinka eri katemateriaalien käyttö kaltevilla katoilla vaikuttaa suojakaideratkaisujen käyttöön ja voisiko kaikki vesikattotyövaiheen mahdollistava valjaiden kiinnityspiste soveltua myös muille kattomateriaaleille kaltevalla katolla?

Itse opinnäytetyön tekeminen osoittautui kohtalaisen vaikeaksi, mutta kuitenkin mielenkiintoiseksi. Ongelmat opinnäytetyössä liittyivät pääosalta henkilöiden haastatteluihin. Haastattelut piti tehdä tietynlaisessa järjestyksessä, jotta niiden teosta olisi saatu mahdollisimman paljon hyödyllistä tietoa opinnäytetyötä varten. Osa haastateltavista oli ymmärrettävistä syistä kiireisiä, eikä vastausaikaa meinannut löytyä. Tästä syystä johtuen tein osan haastatteluista puhelinhaastatteluina ja sähköpostihaastatteluina. Opinnäytetyössä oli kaksi eri selvitettävää aihetta, joista vain toisenkin selvittämisestä olisi saanut opinnäytetyön tehtyä. Kahden eri asian tutkiminen samaan aikaan toi opinnäytetyöprosessiin vaikeuksia, vaikka kummatkin aiheet liittyivät vesikaton putoamissuojaukseen. Tutkimustyö olisi helpottunut jos olisi ollut aikaa tutkia ensin toista aihetta, jonka jälkeen olisi siirtynyt toiseen aiheeseen. Tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista rajoitetun aikataulun takia.

Lähteet

- 1 Tilastokeskuksen kotisivut. Palkansaajien työtaturmat.
<http://www.stat.fi/til/ttap/2010/ttap_2010_2012-11-30_kat_001_fi.html> Luettu 20.12.2014.
- 2 NCC Rakennus Oy:n vuosikatsaus. 2013. Verkkodokumentti.
<http://www.ncc.fi/PageFiles/6642/Vuosikatsaus_2013_fi_net.pdf> Luettu 9.2.2015.
- 3 Työtaturmavakuutuslaitos. Työtaturmat ja tapaturmataajuudet laskivat vuonna 2013. <<http://www.tvl.fi/fi/Uutiset/Tyotaturmat-ja-tapaturmataajuudet-laskivat-vuonna-2013/>> Luettu 15.12.2014
- 4 SFS-EN 13374 standardi. Temporary edge protection systems. Verkkopankki.
<<http://sales.sfs.fi/sfs/servlets/DownloadServlet?action=getFile&forContract=11400&productId=262698>> Luettu 9.2.2015
- 5 Työtaturmavakuutuslaitos. Työtaturmien kansainvälinen vertailu.
<<http://www.tvl.fi/fi/Tilastot-/Tilastojulkaisut/Tyotaturmien-kansainvalinen-vertailu/> Luettu 16.12.2014> Luettu 10.12.2014.
- 6 Heikki Laitinen, Marko Vuorinen ja Antti Simola. 2013. Työturvallisuuden ja terveyden johtaminen. Kustantaja: Tietosanoma Oy. Painopaikka: Tallinna Raamatutrukikoda, Tallinna 2013.
- 7 Ullakonoja Vesa, Janas Antti, Kallioluoma Jouni, Posio Antti. 2010. Työturvallisuuslaki soveltamisopas. Kustantaja: Työterveyslaitos.
- 8 Vepen kotisivut. PDF-Turvakaideopas. <<http://www.vepe.fi/fi/palvelut/tuote/rakentaminen/turvakaiteet/Turvakaideopas/turvakaideopas>> Luettu 6.2.2015.
- 9 Tapaturmavakuutuslaitoksen kotisivut. Työtaturmat - Tapaturmajulkaisu 2014.
<<http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.tvl.fi%2Ftemplates%2Fvinha%2Fservices%2Fdownload.aspx%3Ffid%3D323566%26hash%3De3255b2257fc0940ace85d50def07b5f8ef1d7906b6c6aeccc083a870bba5978&ei=IFkAVdmfGMSvUcLqg-AB&usg=AFQjCNG5DWgUxi6LGseNEi4MaaVnmwJ6RA&bvm=bv.87611401,d.d24>> Luettu 11.3.2015.
- 10 Verohallinnon kotisivut. <[http://www.vero.fi/fi-FI/Tietoa_Verohallinnosta/Tiedotteet/Tiedonantovelvollisuus_rakennusurakoista\(27333\)](http://www.vero.fi/fi-FI/Tietoa_Verohallinnosta/Tiedotteet/Tiedonantovelvollisuus_rakennusurakoista(27333))> Luettu 11.3.2015.
- 11 Finlex, Valtioneuvoston asetus 205 / 2009 rakennustyön turvallisuudesta.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>> Luettu 16.2.2015.

- 12 Putoamissuojaus pientalorakentamisessa, VTT:n tutkimusraportti <<http://webextra.vtt.fi/liitetiedostot/muut/pipukeopas.pdf>> Luettu 12.1.2015.
- 13 NCC Työturvallisuuden raportti 12/2014, (luottamuksellinen).
- 14 NCC Rakennus Oy, Peltikaton työturvallisuusmuistio 29.9.2014, (luottamuksellinen).
- 15 Combisafe Oy:n kotisivut. Väliaikainen reunasuojaus. Verkkodokumentti. <http://www.combisafe.com/media/507217/ui_square_system_fi.pdf> Luettu 10.2.2015.
- 16 SFS-EN 1263-1 standardi. Temporary works equipment. Safety nets. Parts 1: Safety requirements, test methods. Verkkopankki. <<http://sales.sfs.fi/sfs/servlets/DownloadServlet?action=getFile&forContract=11400&productId=280091>> Luettu 11.02.2015.
- 17 Jukka Hietavirta, Toivo Niskanen, Harri Patrikainen, Keijo Päivärinta ja Pekka von Hertzen. 2011. Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2011-2012. Vantaa: Rakennusalan kustantajat RAK, Kustannusosakeyhtiö Moreeni.
- 18 Aluehallintaviraston kotisivut. Työsuojelu. <<https://www.avi.fi/web/avi/tyosuojelu#.VOGghN08LIU>> Luettu 16.2.2015.
- 19 Laki työsuojelun valvonnasta ja työpaikan työsuojeluyhteistoiminnasta. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060044#L3>> Luettu 16.02.2015.
- 20 RIL 142-2010. Työtelineet ja putoamisen estävät suojarakenteet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Painopaikka: Saarijärven Offset Oy, 2010.
- 21 Työterveyslaitoksen kotisivut. Turvavaljaat. <<http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/putoamissuojaus/turvavaljaat/Sivut/default.aspx>> Luettu 18.2.2015.
- 22 Skanskan kotisivut. Korkealla työskentely ja putoamissuojaus. Verkkodokumentti. <http://www.skanska.fi/cdn-1d01902662c9f36/Global/Tietoa_Skanska/Downloads/Korkealla-tyoskentely-ja-putoamissuojaus.pdf> Luettu 18.2.2015.
- 23 SFS-EN 795. Putoamissuojaimet. Kiinnityslaitteet. Verkkodokumentti. <<http://sales.sfs.fi.ezproxy.metropolia.fi/sfs/servlets/DownloadServlet?action=getFile&forContract=11400&productId=280223>> Luettu 19.02.2015.
- 24 Würth kotisivut. Henkilösuojaimet tuotekuvasto. <http://www.wurth.fi/wurth_tuotekuvasto/11_Henkilösuojaimet/index.html#69/z> Luettu 19.2.2015.

- 25 Cresto kotisivut. Tuotteet. Ankkurointipiste Cresto 9271. <<http://www.cresto.se/fi/Products/Products.php#>> Luettu 19.2.2015.
- 26 ST Quadrat S.A. LUX-top -tuotekuvasto. <<http://www.lux-top.ch/uploads/f353081d8a5dd62f4ed89b885e985473.pdf>> Luettu 19.2.2015.
- 27 Housetek kattotyöt kotisivu. Putoamissuojaimet. <<http://www.housetek-kattotyot.com/#!putoamissuoja/c1ww2>> Luettu 19.2.2015.
- 28 Ab Roof Tech Finland Oy:n kotisivut. <<http://www.rooftech.fi/sv/tatt-och-tryggt-pa-toppen/>> Luettu 19.2.2015.
- 29 Kaideohjeet SKOL ry. Verkkodokumentti. <<http://www.skolry.fi/sites/default/files/Kaiteet.pdf>> Luettu 23.2.2015.
- 30 RT -kortti. Vesikaton turvavarusteet, RT 85 - 11132.
- 31 Ympäristöministeriön kotisivut. Varmennustodistus > Kattoturvatuotteet arviointiperusteet (pdf -dokumentti) .<http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Rakennustuotteiden_tuotehyvaksynta/Kansalliset_hyvaksyntamenettelyt/Varmennustodistus> Luettu 24.2.2015.
- 32 Vepe Oy Peltonen kotisivut. <<http://www.vepe.fi/fi/yritys/esittely>> Luettu 13.3.2015.
- 33 Alupro Oy:n kotisivut. <<http://www.alupro.com/yritys/>> Luettu 13.3.2015
- 34 Alupro Oy:n kotisivut. Tuote-esite Alufix jyrkkä katto. <<http://www.alupro.com/wp-content/uploads/2014/07/Tuote-esite-AluFix-Jyrkkäkatto.pdf>> Luettu 13.3.2015
- 35 Alupro Oy. Alufix jyrkän katon kaide, kaideasennusohje.
- 36 Alupro Oy. Alufix -normit ja määräykset.
- 37 RT -kortti. Pito- kattoturvatuotteet Peltitarvike Oy, RT 38544
- 38 Turvallisesti 2000-luvulla. <<http://www.turvallisuusutiset.fi/binary/file/-/id/6/fid/308>> Luettu 16.3.2015.
- 39 Työturvallisuuslaki. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- 40 Etelä-Suomen aluehallintovirasto, työsuojeluinsinööri Ville Lappalainen. Puhe- lin- ja sähköpostihaastattelut 1/2015.

- 41 Sosiaali- ja terveysministeriön ylitarkastaja Toivo Niskanen. Sähköpostikeskustelut 1/2015.
- 42 Haucon Oy:n myyjä. Puhelinkeskustelu 2/2015.
- 43 Optiplan Oy. Rakennessuunnittelija Katriina Nurkka. Haastattelu 23.3.2015, Helsinki.
- 44 Vepe Oy Peltonen, Kaj Peltonen, Kari Nuutinen. Haastattelu 5.2.2015, Tuusula.
- 45 NCC Rakennus Oy, Alekski Heiskanen. Haastattelu 13.3.2015, Helsinki.
- 46 Rametum Oy, Mihkel Uring. Puhelinhaastattelu 12.3.2015.
- 47 Atlante Oy, työntekijä. Puhelinhaastattelu 12.3.2015.
- 48 NCC Rakennus Oy, Timo Haiko. Keskustelut 1-4/2015.
- 49 Alupro Oy, Kim Nyström. Sähköpostihaastattelu 3/2015.
- 50 ST Rakennus-Pelti / KST-Yhtiö Oy, Juha Okkola ja Jarmo Juntunen. Sähköpostihaastattelut, puhelinhaastattelut. 2-3/2015.
- 51 Haucon Oy, Michael Sivaro, Björn Lindgren. Sähköpostikeskustelut 2-3/2015.
- 52 Ramirent Oy, Tomi Anttila. Sähköpostihaastattelu 3/2015.
- 53 Vuokrapekat Oy, Reijo Pirhonen. Sähköpostihaastattelu 23.3.2015.
- 54 Puumerkki, Tuukka Laamanen. Puhelinkeskustelu 27.3.2015.
- 55 AB Roof Tech Finland, Mika Ruotsalo. Puhelinhaastattelu 27.3.2015.

Kaidejärjestelmien vuokrauskustannuksia (salainen)

Kaidejärjestelmien vuokrauskustannukset sisältävät NCC Rakennus Oy:n luottamuksellisia sopimushintoja. [52, 53, 54].

