



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# KANTAVIEN POIMULEVYJEN SUUNNITTELUOHJE

Poimu-mitoitusohjelman käyttömanuaali

TEKIJÄ:

Oskari Takala

|  |           |
|--|-----------|
| Koulutusala<br>Tekniikan ja liikenteen ala   |           |
| Tutkinto-ohjelma<br>Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma   |           |
| Työn tekijä<br>Oskari Takala   |           |
| Työn nimi<br>Kantavien poimulevyjen suunnitteluohje ja Poimu-mitoitusohjelman käyttömanuaali   |           |
| Päiväys  | 25.4.2023 |
| Sivumäärä/Liitteet   | 88        |
| Toimeksiantaja<br>Ruukki Construction Oy   |           |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä kantaviin poimulevyihin tekemällä Ruukki Constructionille yrityksen tuotteita käsittelevä suunnitteluohje. Tavoitteena oli, että opinnäytetyö sisältäisi yleistä tietoa tuotteen valmistusprosessista ja poimulevyrakentamisesta, sekä olennaisimmat suunnittelussa ja mitoituksessa huomioidtavat seikat. Tarkoituksena oli tehdä suunnitteluohje ja sen liitteeksi käyttömanuaali Ruukin omaan Poimu-mitoitusohjelmaan. Käyttömanuaalin avulla ensi kertaa Poimu-mitoitusohjelmaa käyttävä henkilö osaisi opastetusti syöttää tarvittavat parametrit ja suorittaa opastetun mitoituksen. Ajatuksena oli, että aihealueeseen perehtymisen myötä saataisiin riittävä valmius kantavien kattotuotteiden parissa työskentelyyn. Työpaikan sisäisten toimenkuvien lisäksi suunnitteluohjetta voisivat hyödyntää myös esimerkiksi rakennusalan tutkintoa suorittavat opiskelijat.</p> <p>Ensimmäisenä perehdyttiin Ruukin teknisiin asiakirjoihin ja Poimu-mitoitusohjelmaan. Teknisistä asiakirjoista tarkasteltiin eritoten detaljeja ja asennusohjeita. Tämän lisäksi mitoitusohjelman sisään numeerisina arvoina syötettyjä laskentakaavoja alettiin etsiä standardista EN 1993-1-3. Normeja läpikäydessä tukimateriaalina käytettiin myös muuta teräsrakenneyhdistyksen kirjallisuutta, josta kerättiin yleinen tieto poimulevyjen tuotantoon, käyttämiseen sekä ominaisuuksiin liittyen, ja koottiin se suunnitteluohjeeseen. Käyttömanuaalia varten mallinnettiin teräsrakenteinen halli, jonka kattorakenteeseen manuaalin opastettu mitoitus on tarkoitus suorittaa. Näin ollen Teklalla mallinnettu esimerkkikohde havainnollistaisi muun muassa ohjelmaan syötettäviä parametrejä. Ohjelmassa esiintyvien yksityiskohtien osalta käyttömanuaalissa pyrittäisiin aina viittaamaan suunnitteluohjeeseen, josta löytyisi asiaa käsittelevä kappale, tai vähintään havainnollistava kuva.</p> <p>Tuloksena valmistui Kantavien poimulevyjen suunnitteluohje ja Poimu-mitoitusohjelman käyttömanuaali. Suunnitteluohjeisiin, eli opinnäytetyön teoriaosaan, koottiin suunnittelun kannalta varsin selkeä kokonaisuus. Käyttömanuaalissa mitoitus on opastettu vaihe kerrallaan dokumentoimalla sovelluksen ympäristöä ja esimerkkikohteena toimivaa teräshallia, jolloin teräsrakentamisen perusteet omaksunut vasta-alkajakin pystyy mitoituksen suorittamaan. Voidaan olettaa, että suunnitteluohje antaa yhdessä käyttömanuaalin kanssa hyvän pohjan poimulevyrakentamiseen ja niiden suunnitteluun.</p> |           |
| Avainsanat<br>Kantava poimulevy, teräsrakenteiden mitoitus, optimointityökalu  |           |

|  |                        |
|--|------------------------|
| Field of Study<br>Technology, Communication and Transport  |                        |
| Degree Programme<br>Degree Programme in Civil Engineering  |                        |
| Author<br>Oskari Takala  |                        |
| Title of Thesis<br>Design Guide for Load-Bearing Sheets and a User Manual for the Poimu-application  |                        |
| Date<br>25 April 2023  | Pages/Appendices<br>88 |
| Client Organization<br>Ruukki Construction Oy  |                        |
| <p><b>Abstract</b></p> <p>The aim of this thesis was to get familiar with load-bearing sheets by making a design guide for Ruukki Construction based on their own products. The aim was to include general information about the manufacturing process of a product and about sheet construction, as well as the most essential facts of designing and dimensioning. The purpose was to create a design guide with a user manual in Ruukki's own Poimu-application. With the help of the manual those using the application for the first time would be able to input the right parameters and carry out dimensioning. The idea was that the familiarization with the topic would provide a sufficient ability to work with load-bearing roof-products. In addition to internal job specifications, for example civil engineering students could take advantage of this guidance in their studies.</p> <p>First, the Poimu-application and technical documents of Ruukki were studied. Among the technical documents the installation instructions and details were examined in particular. In addition to this, the numeric values built in the application were looked for. Those formulas were searched from the standard EN 1993-1-3. Other literature was also used as help when reviewing that standard. General information about the production and the properties of load-bearing sheets were gathered from the literature and collated into a design guide. For the user manual was modeled a steel-structured storage hall in order to perform a guided dimensioning to its roof structure. The storage hall was made to illustrate the parameters in Poimu-application, and it was created with Tekla Structures. Pointing the details in Poimu-application the user manual should always contain a reference to the design guide.</p> <p>As a result were a design guide for load-bearing sheets and a user manual for the Poimu-application. To the design guide, i.e the theory part of this thesis, were compiled quite a clear package in terms of designing. Dimensioning in user manual is guided step-by-step, by documenting both the application's environment and a steel-structured example object. Therefore, even a beginner with some basic knowledge can perform the dimensioning. It may be expected that the design guide together with user manual gives a good basis for working with load-bearing sheets.</p> |                        |
| <p><b>Keywords</b></p> <p>Load-bearing sheet, dimensioning of steel structures, optimization tool</p>  |                        |

## SISÄLTÖ

|   |    |
|---|----|
| KUVALUETTELO .....  | 6  |
| 1 JOHDANTO .....  | 7  |
| 2 YLEISTÄ POIMULEVYISTÄ .....                                 | 8  |
| 2.1 Poimulevyrakentaminen .....                               | 8  |
| 2.2 Valmistus .....   | 8  |
| 2.3 Logistiikka, säilytys ja työstäminen .....                | 9  |
| 3 RUUKIN KANTAVAT POIMULEVYT .....                            | 10 |
| 3.1 Profilit .....  | 10 |
| 3.2 Tuotenimen rakenne .....                                  | 11 |
| 3.3 Materiaali ja pinnoitteet .....                           | 12 |
| 4 KATTORAKENTEET .....  | 13 |
| 4.1 Eristetty katto .....                                     | 13 |
| 4.2 Eristämätön katto .....                                   | 14 |
| 4.3 Rakennejärjestelmät .....                                 | 16 |
| 4.4 Kiinnitys ja kiinnikkeet .....                            | 17 |
| 4.5 Limitykset .....  | 19 |
| 4.5.1 Sivuttaislimitys ja kattokaltevuus .....                | 19 |
| 4.5.2 Jatkoslimitykset ja tukipala .....                      | 21 |
| 4.5.3 Antikondenssimassaus ja limitys .....                   | 23 |
| 5 KANTAVIEN POIMULEVYJEN MITOITUS .....                       | 24 |
| 5.1 Poikkileikkauksen rakenneanalyysi .....                   | 24 |
| 5.2 Taso-osat .....   | 24 |
| 5.2.1 Välijäkisteelliset trapetsin muotoiset poimulevyt ..... | 25 |
| 5.3 Mitoitus murtorajatilassa .....                           | 26 |
| 5.3.1 Poikkileikkauksen kestävyys .....                       | 26 |
| 5.4 Palomitoitus .....  | 27 |
| 6 POIMU-MITOITUSOHJELMA .....                                 | 28 |
| 6.1 Standardit .....  | 28 |
| 6.2 Optimointi suunnittelussa .....                           | 28 |
| 7 KÄYTTÖMANUAALIN TEKEMINEN .....                             | 29 |
| 7.1 Rakenne ja läpikäynti .....                               | 29 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 7.2 Esimerkkikohde..... | 29 |
| 8 POHDINTA.....         | 30 |
| LÄHTEET .....           | 31 |
| LIITTEET .....          | 31 |

## KUVALUETTELO

|  |    |
|--|----|
| KUVA 1 Kuumavalssaus. (Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus: Eurocode 3–oppikirja, 2020).....  | 8  |
| KUVA 2 Kylmämuokkaus. (Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus: Eurocode 3–oppikirja, 2020) .....   | 9  |
| KUVA 3 Kantavien poimulevyjen tuotetiedot. Ruukki Construction Oy. ....  | 10 |
| KUVA 4 Kantavien poimulevyjen tuotetiedot. Ruukki Construction Oy. ....  | 11 |
| KUVA 5 Poikkileikkaus T153-40L-840. Ruukki Construction Oy. ....   | 11 |
| KUVA 6 Suoritustasoilmoitus, kantavat poimulevyt (teräs). Ruukki Construction Oy. ....   | 12 |
| KUVA 7 Suoritustasoilmoitus, kantavat poimulevyt (alumiini). Ruukki Construction Oy. ....  | 12 |
| KUVA 8 Eristetty katto. Ruukki Construction Oy. ....   | 13 |
| KUVA 9 Asennus primäärikannattimeen. Tietomalli. ....  | 14 |
| KUVA 10 Eristämätön katto. Ruukki Construction Oy. ....  | 15 |
| KUVA 11 Asennus sekundäärikannattimeen. Tietomalli. ....   | 15 |
| KUVA 12 Yksiaukkoinen rakenne. Tietomalli. ....  | 16 |
| KUVA 13 Kaksiaukkoinen rakenne. Tietomalli. ....   | 16 |
| KUVA 14 Moniaukkoinen rakenne. Tietomalli. ....  | 16 |
| KUVA 15 Jatkuva päittäislimitetty rakenne. Tietomalli. ....  | 17 |
| KUVA 16 Havainnollistava mallinnus eri tukirakennemateriaaleista. Tietomalli. ....   | 17 |
| KUVA 17 Levyjen kiinnitys tukiin. Ruukki Construction Oy. ....   | 18 |
| KUVA 18 Kiinnikkeet. Ruukki Construction Oy. ....  | 18 |
| KUVA 19 Sivuttaislimitykset, eristetty katto. ....   | 19 |
| KUVA 20 Katelevyjen jatkolimityksen asennusjärjestys. Vesiurallinen. (RT 85-10767 Metalliset muoto- ja poimulevykatteet. Ohje 2002). ....  | 20 |
| KUVA 21 Katelevyjen jatkolimityksen asennusjärjestys. Vesiuraton. (RT 85-10767 Metalliset muoto- ja poimulevykatteet. Ohje 2002). ....   | 20 |
| KUVA 22 Nivelellinen levyjatkos tuella .....   | 21 |
| KUVA 23 Gerber-jatkos.....   | 21 |
| KUVA 24 Toispuoleinen momenttijäykkä levyjatkos .....  | 22 |
| KUVA 25 Molemminpuolinen momenttijäykkä levyjatkos .....   | 22 |
| KUVA 26 Tukipala .....   | 23 |
| KUVA 27 Sivuttaislimityksen massausohje, kantava poimulevy T130M-75L-930. ....   | 23 |
| KUVA 28 Välijäykisteisiä uumia ja laippoja (SFS-EN 1993-1-3. Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset ja rakennuksia koskevat säännöt, 2015) .....                                    | 24 |
| KUVA 29 Trapetsinmuotoisten muotolevyjen uumien teholliset poikkileikkaukset. (SFS-EN 1993-1-3. Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset ja rakennuksia koskevat säännöt, 2015) ..... | 25 |
| KUVA 30 Trapetsin muotoinen levy, jossa on sekä laippa- että uumajäykisteet. (SFS-EN 1993-1-3. Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset ja rakennuksia koskevat säännöt, 2015) .....  | 26 |

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii Ruukki Construction Oy, joka tarjoaa erilaisia teräsrakentamisen ratkaisuja. Teräksisten tuotteiden ja palvelujen osalta Ruukilla on johtava asema Suomen markkinoilla. Yhtiön tuotteisiin kuuluvat muun muassa erilaiset seinärakenteet, julkisivuverhoukset, kattorakenteet sekä vesikatteet lisätarvikkeineen.

Opinnäytetyöhön idean sain työskennellessäni Ruukin teknisessä tuessa, jossa toimenkuvana oli vesikattotuotteiden tarjouslaskenta. Kantavien tuotteiden laskenta ei kuitenkaan lähtökohtaisesti kuulunut kesäharjoittelijoiden toimenkuvaan, joten päätin lähteä ottamaan asiasta omatoimisesti selvää kysymällä aihetta opinnäytetyöksi. Aihe vaatisi tutustumista poimulevyrakentamiseen, teknisiin asiakirjoihin sekä Poimu-mitoitusohjelmaan. Poimu-mitoitusohjelma on Ruukin oma työkalu, jota voidaan käyttää kantavien poimulevyrakenteiden optimointiin ja mitoitukseen.

Näiden asioiden pohjalta tavoitteena on koota keskeisimmät seikat poimulevyrakentamisen suunnittelua varten, sekä luoda käyttömanuaali Poimu-mitoitusohjelmaan. Tämän opinnäytetyön ja käyttömanuaalin pohjalta perehdyn kantaviin tuotteisiin ja poimulevyrakentamiseen. Siitä on varmasti hyötyä myös moneen muuhunkin työpaikan sisäiseen toimenkuvaan, joissa optimoidaan rakennelmia. Tätä opinnäytetyötä voivat hyödyntää myös esimerkiksi rakennusalan opiskelijat.

Kun opinnäytteen tekemistä suunniteltiin, kantavista tuotteista rajattiin pois kaareistetut poimulevyt, sekä liittolevy CS48-36-750. Ruukin teknisistä asiakirjoista tarkastellaan muun muassa asennusohjeita ja rakenteiden detaljeja. Mikäli asennusohjeissa esiintyy vanhaa tietoa tai puutteita, pyritään ne päivittämään tähän opinnäytetyöhön. Mitoitusta käsitellessä viitataan teräsrakentamista koskeviin eurokoodeihin, joihin perustuen myös Poimu-sovellus tapaukset laskee.

Varsinaiseen opinnäytetyöhön tulee siis tietoa kantavien poimulevyjen valmistusprosessista, käytöstä ja ominaisuuksista, sekä Ruukin valmistamista tuotteista. Tämän lisäksi kerrotaan suunnittelun perusteet ja mitoituksessa tarvittavat kaavat.

Opinnäytetyön liitteeksi tehdään käyttömanuaali, jossa Poimu-mitoitusohjelmalla suoritetaan mitoitus esimerkkikohteeksi mallinnetulle teräshallille, joka on luotu Tekla Structuresilla. Mitoitus dokumentoidaan vaiheittain, jotta ensimmäistä kertaa mitoitusta suorittava osaa sen johdetusti tehdä. Käyttömanuaalia selostettaessa tekemistä havainnollistaa edellä mainittu, Teklalla tehty rakenne-malli, jonka lisäksi käyttäjän suoritusta tukee myös suunnitteluohje.

## 2 YLEISTÄ POIMULEVYISTÄ

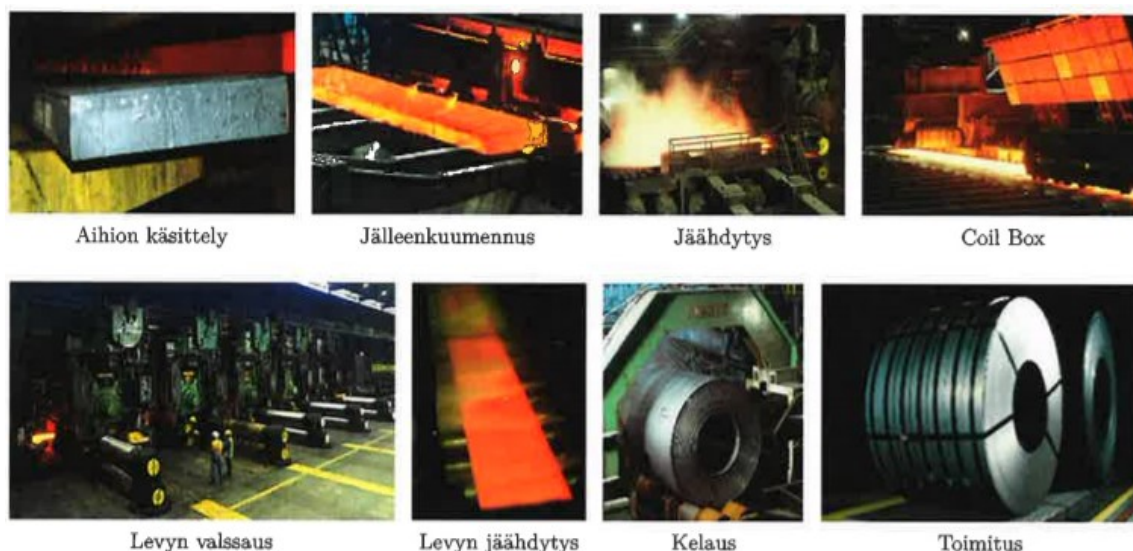
### 2.1 Poimulevyrakentaminen

Kantavat poimulevyt kuuluvat rakennustekniikan tyypillisimpiin kylmämuovattuihin rakenneosiin, jotka valmistetaan kylmämuokkaamalla pinnoitetusta teräsohutlevystä. Ennen kylmämuokkausta teräs on kuumavalssattu nauha-aihiosta. Kantava poimulevy käy sellaisenaan esimerkiksi kylmien rakennusten vesikattorakenteena, ja ulkoseinissä. Poimulevyn todellinen hyöty kuitenkin saadaan käyttämällä sitä kantavana osana yläpohja- ja välipohjarakenteissa, sekä kattorakenteen jäykistävänä osana. Näin ollen juuri kantavaa poimulevyä käytetäänkin eritoten suurten liike- ja teollisuusrakennusten yläpohjarakenteisiin.

Poimulevyn käyttö rakentamisessa yksinkertaistaa rakenteiden suunnittelua. Se on hyvinkin kustannustehokas, ja nopea ratkaisu rakennushankeen kokonaisuutta ajatellen, koska levyjen asentaminen on hyvin nopeaa ja vaivatonta. Kylmävalssaamalla valmistetulla kantavalla poimulevyllä on erinomainen jäykkyys ja kuormankantokyky suhteessa sen omapainoon.

### 2.2 Valmistus

Ennen kylmämuokkausta teräsraaka-aine kuumavalssataan, jossa käsiteltävää aihiota kutsutaan nauhaksi. Kuumavalssaamisen aikana nauhan pituus kasvaa samalla, kun poikkileikkausta pakotetaan venymään leveämmäksi. Kuumavalssauksen tuloksena syntynyt pitkä, nyt levymainen nauha varastoidaan kelaksi (kuva 1).

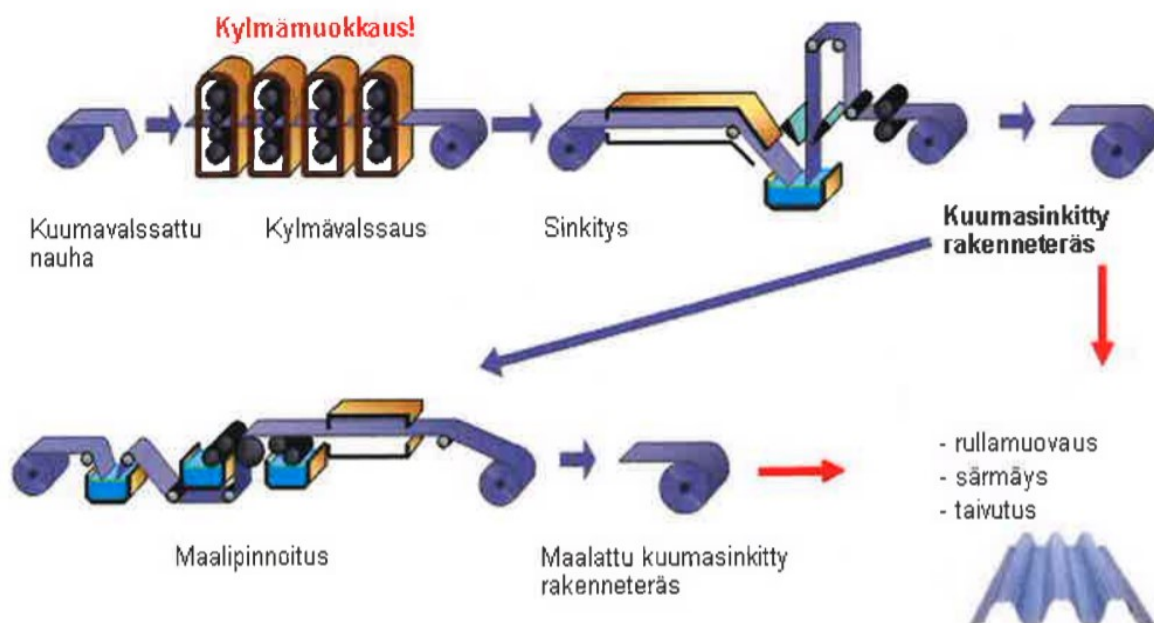


KUVA 1 Kuumavalssaus. (Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus: Eurocode 3–oppikirja, 2020)

Kuumavalssauksen jälkeen ennen kylmämuokkaamisen aloittamista, tulee levyn pinnalta poistaa epäpuhtaudet ja hilse peittaamalla. Puhdistettu teräsohutlevy syötetään jonovalssaimen, jonka useat peräkkäiset valssaimet muokkaavat levyn halutun profiilin muotoon (kuva 2).

Kylmävalssaamisen myötä tapahtuvan teräksen lujittumisen takia materiaalin myötöraja kasvaa, mutta samalla sen muodonmuutoskyky pienenee. Tämä taas vaikuttaa materiaalin muokattavuuden

säilymiseen. Mikäli muokattavuuden säilyminen halutaan varmistaa, voidaan tarvittaessa käsitellä levy hehkuttamalla ja viimeistelyvalssaamalla.



KUVA 2 Kylmämuokkaus. (Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus: Eurocode 3–oppikirja, 2020)

Edellä mainituista valmistusvaiheista terästehdas hoitaa yleensä kylmävalssauksen, sinkityksen ja maalauksen, jonka jälkeen nuo sinkityt tai maalatut kelat siirtyvät jatkojalostukseen profiloititehtaille.

### 2.3 Logistiikka, säilytys ja työstäminen

Kantavien poimulevyjen tuotantolinjalla levyt tulevat rullamuovaimelta oikeaan mittaan katkaistuina, jonka jälkeen ne pinotaan päällekkäin. Mikäli levyjen pintaan tulee antokondenssimassa, suojataan levyjen pinnat toisiltaan vetämällä pakkausmuovia väliin. Jokaista levynippua kohden on kaksi kuormaliinaa, joista nippuja voidaan siltanosturin avulla liikuttaa tuotantotiloissa. Näillä kuormaliinoilla jakeluauton nosturi pystyy myös kuorman kohteessa purkamaan. Tilausta suunniteltaessa tulisi pyrkiä ottamaan huomioon asennusjärjestys, että levyt saataisiin työmaalle aina oikeaan paikkaan ja aikaan.

Kun jakeluauto purkaa levyniput työmaalle, tulee nippujen olla tasaisella alustalla aluspuiden päällä ja irti maasta. Jos levyjä varastoidaan työmaalla, normaaliolosuhteet sallivat kuukauden varastoinnin. Mikäli varastointiaika on pidempi, tulee levynippujen olla sateelta suojassa. Tällöin ne tulee myös säilyttää kaltevalla alustalla, jotta levyjen väliin mahdollisesti syntyvä kosteus voidaan johtaa pois.

Kun poimulevyä työstetään työmaalla, se tulee tehdä asiaan kuuluvilla työkaluilla. Esimerkiksi läpivienti voidaan leikata käyttämällä niin sanotusti kylmästi leikkaavia laitteita, kuten nakertajaa. Vääränlaisen katkaisutyövälineen käyttö johtaa tuotteen mahdollisen pinnoitetakuun raukeamiseen. Esimerkiksi katkaisulaikallisen kulmahiontakoneen käyttö on kielletty.

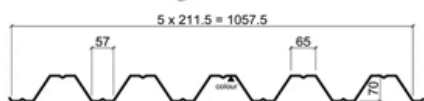
### 3 RUUKIN KANTAVAT POIMULEVYT

#### 3.1 Profiilit

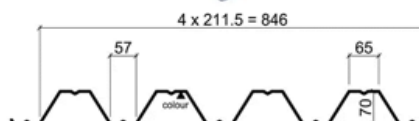
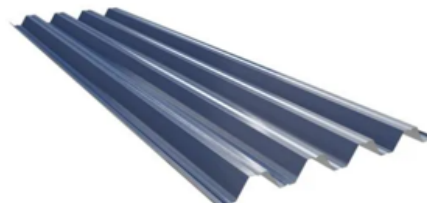
Ruukin levyprofiilien valikoimassa on pitkien jännevälien kattorakenteisiin tarkoitettuja kantavia poimulevyjä, sekä kantavaan lattiarakenteeseen valumuotiksi soveltuvaa liittolevyä. Tämän lisäksi poimulevyä on saatavana myös kaareistettuna. Edellä mainituista käyttökohteista seuraavaksi esitellään juuri kantaviin kattorakenteisiin soveltuvat poimulevyt.

Levyvalikoimasta tarkasteltavat tuotteet:

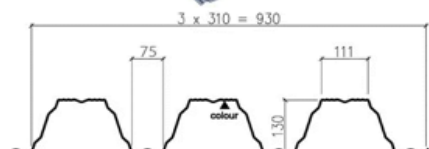
- T153-40L-840
- T130M-70L-930
- T70-57L-846
- T70-57L-1058
- T45-30L-905



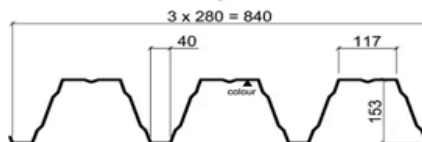
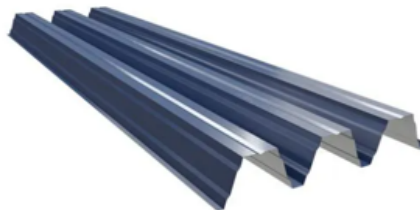
|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| <b>Tuote</b>                | <b>T70-57L-1058</b> |
| <b>Korkeus</b>              | 70 mm               |
| <b>Kapean laipan leveys</b> | 57 mm               |
| <b>Leveän laipan leveys</b> | 65 mm               |
| <b>Hgötyleveys</b>          | 1057.5 mm           |
| <b>Minimipituus</b>         | 600 mm              |
| <b>Maksimipituus</b>        | 15000 mm            |



|                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| <b>Tuote</b>                | <b>T70-57L-846</b> |
| <b>Korkeus</b>              | 70 mm              |
| <b>Kapean laipan leveys</b> | 57 mm              |
| <b>Leveän laipan leveys</b> | 65 mm              |
| <b>Hgötyleveys</b>          | 846 mm             |
| <b>Minimipituus</b>         | 600 mm             |
| <b>Maksimipituus</b>        | 15000 mm           |

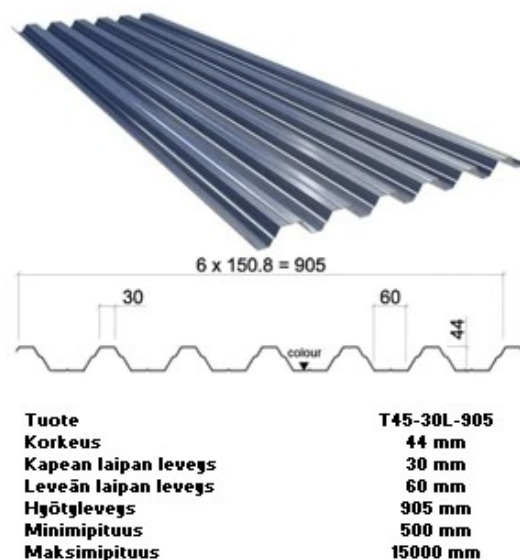


|                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| <b>Tuote</b>                | <b>T130M-75L-930</b> |
| <b>Korkeus</b>              | 130 mm               |
| <b>Kapean laipan leveys</b> | 75 mm                |
| <b>Leveän laipan leveys</b> | 111 mm               |
| <b>Hgötyleveys</b>          | 930 mm               |
| <b>Minimipituus</b>         | 800 mm               |
| <b>Maksimipituus</b>        | 18300 mm             |



|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| <b>Tuote</b>                | <b>T153-40L-840</b> |
| <b>Korkeus</b>              | 153 mm              |
| <b>Kapean laipan leveys</b> | 40 mm               |
| <b>Leveän laipan leveys</b> | 117 mm              |
| <b>Hgötyleveys</b>          | 840 mm              |
| <b>Minimipituus</b>         | 800 mm              |
| <b>Maksimipituus</b>        | 18300 mm            |

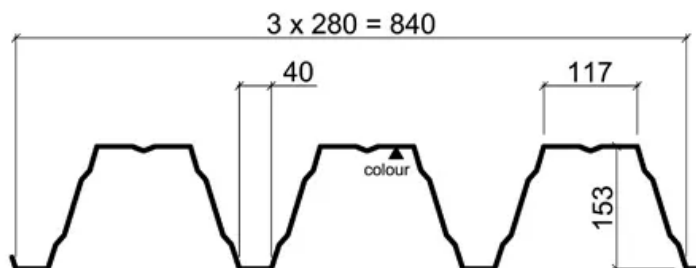
KUVA 3 Kantavien poimulevyjen tuotetiedot. Ruukki Construction Oy.



KUVA 4 Kantavien poimulevyjen tuotetiedot. Ruukki Construction Oy.

### 3.2 Tuotenimen rakenne

Ruukin kantavien poimulevyjen tuotenimien rakenteesta käyvät ilmi levyjen ominaisuudet, kuten niiden suorausaisuus, profiilin korkeus ja hyötyleveys, sekä kapeamman laipan leveys. Kapean laipan leveysmitan perässä oleva L-kirjain kertoo, että tuote on nimenomaan kuormituksia kantava.



KUVA 5 Poikkileikkaus T153-40L-840. Ruukki Construction Oy.

Tuotenimen rakenteesta havainnollistavana esimerkkinä toimii kuva 3, missä jo aikaisemmin ylemmänä olevista tuotteista esitellään kantavan poimulevyn T153-40L-840 poikkileikkaus mittoineen.

Tuotenimessä:

- T = suorausainen
- 153 = profiilin korkeusluokka
- 40 = kapean laipan leveys
- 840 = hyötyleveys

### 3.3 Materiaali ja pinnoitteet

Kaikkien kylmämuovattuihin sauvoihin ja levyihin käytettävien terästen tulee soveltua kylmämuovaukseen ja tarvittaessa hitsaukseen. Terästen, joita käytetään sinkittyihin sauvoihin ja levyihin, tulee myös olla sinkitykseen sopivia (SFS-EN 1993-1-3. Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset ja rakennuksia koskevat säännöt, 2015).

Näin ollen materiaaleina kylmävalssatun, ja kuumasinkityn ohutlevyn valmistuksessa käytetään teräslaatuja, jotka esitetään alla olevassa kuvassa 6, joka on Ruukin omasta suoritusasoilmoituksesta.

| Tuote<br>Ilmoitettu arvo          | Kantavat poimulevyt<br>T45-30L-905<br>T45-30LW-905<br>T45-30L-905<br>Kaareistettu | Kantavat poimulevyt<br>T70-57L-846<br>T70-57L-1058                                     | Kantava poimulevy<br>T130M-75L-930                       | Kantava poimulevy<br>T153-40L-840                        |
|-----------------------------------|---|--|--|--|
| <b>CE merkinnän aloitusvuosi:</b> | 12  | 12   | 16   | 12   |
| <b>Materiaaliluokat:</b>          | S280GD+Z275<br>S350GD+Z275  | S280GD+Z275<br>S280GD+Z100<br>S350GD+Z275<br>S350GD+Z100<br>S420GD+Z275<br>S420GD+Z100 | S350GD+Z275<br>S350GD+Z100<br>S420GD+Z275<br>S420GD+Z100 | S350GD+Z275<br>S350GD+Z100<br>S420GD+Z275<br>S420GD+Z100 |
| <b>Materiaali-paksuus (mm):</b>   | 0,60; 0,70<br>0,80; 0,90  | 0,70; 0,80<br>0,90; 1,00   | 0,65; 0,70; 0,80<br>0,90; 1,00; 1,20<br>1,50             | 0,70; 0,80; 0,90<br>1,00; 1,20; 1,50                     |

KUVA 6 Suoritusasoilmoitus, kantavat poimulevyt (teräs). Ruukki Construction Oy.

Suoritusasoilmoitus kertoo mahdolliset käytettävät teräslaadut ja sopivat sinkitykset. Teräksen lisäksi kantavat poimulevyt voidaan valmistaa tarvittaessa myös alumiinista.

| Tuote<br>Ilmoitettu arvo          | Kantavat poimulevyt<br>T45-30L-905<br>T45-30LW-905<br>T45-30L-905<br>Kaareistettu | Kantavat poimulevyt<br>T70-57L-846<br>T70-57L-1058                 | Kantava poimulevy<br>T130M-75L-930                                 | Kantava poimulevy<br>T153-40L-840                                  |
|-----------------------------------|---|--|--|--|
| <b>CE merkinnän aloitusvuosi:</b> | 19  | 19   | 19   | 19   |
| <b>Materiaaliluokat:</b>          | EN AW-3004<br>EN AW-3005<br>EN AW-3103<br>EN AW-5005<br>EN AW-5754                | EN AW-3004<br>EN AW-3005<br>EN AW-3103<br>EN AW-5005<br>EN AW-5754 | EN AW-3004<br>EN AW-3005<br>EN AW-3103<br>EN AW-5005<br>EN AW-5754 | EN AW-3004<br>EN AW-3005<br>EN AW-3103<br>EN AW-5005<br>EN AW-5754 |
| <b>Materiaali-paksuus (mm):</b>   | 0,70; 0,80<br>0,90; 1,00  | 0,70; 0,80<br>0,90; 1,00   | 0,70; 0,80<br>0,90; 1,00   | 0,70; 0,80<br>0,90; 1,00   |

KUVA 7 Suoritusasoilmoitus, kantavat poimulevyt (alumiini). Ruukki Construction Oy.

Kantaviin poimulevyihin on saatavilla myös kondensoitumishaittoja ehkäisevä pinnoite. Pinnoite on Grafotherminin perliittirakeinen antikondenssimassa, jonka käyttöön päädytään eritoten kohteissa, joissa on eristämätön kattorakenne.

## 4 KATTORAKENTEET

Tässä kattorakenteita käsittelevässä luvussa kerrotaan kaksi erilaista rakenneratkaisua, jotka ovat eristetty- sekä eristämätön katto. Näiden kahden rakenteen erot tulevat esille muun muassa siinä, kummin päin levy tukeensa kiinnitetään. Eroja on myös limitystavoissa, joissa tulee huomioida esimerkiksi vesitiiveys ja kattokaltevuudet. Eristetyn ja eristämättömän katon detaljeja tarkasteltaessa tulee huomioida, että toinen detalji on leikkaus kattorakenteen päädystä, ja toinen räystäältä päin.

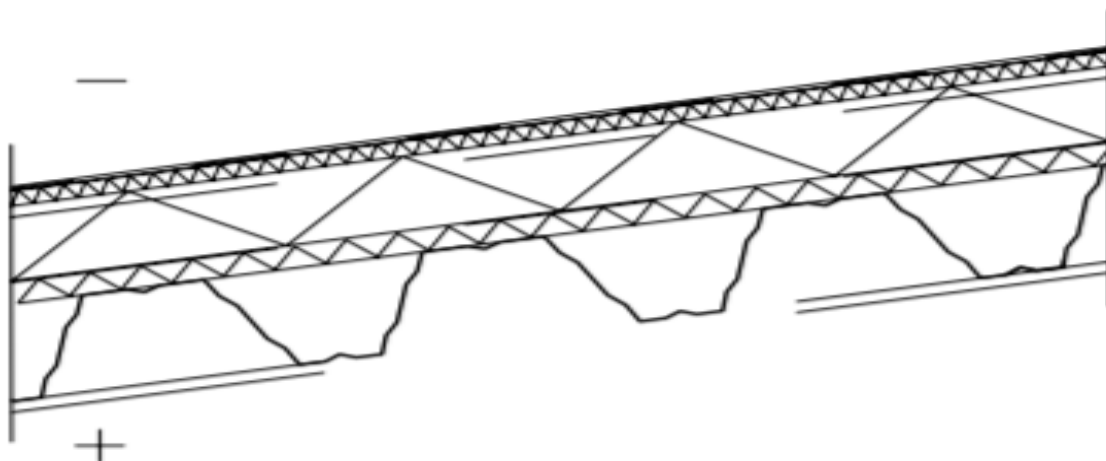
Samassa yhteydessä havainnollistetaan myös levyjen kiinnitystä erilaisiin tukimateriaaleihin, sekä erot asennettaessa primäärikannattimiin ja sekundäärikannattimiin. Tämän lisäksi rakennejärjestelmiä käsittelevässä kohdassa käydään läpi, minkälaisiin ratkaisuihin voidaan jännevälien osalta päätyä.

### 4.1 Eristetty katto

Tuotantolinjalla poimulevyt pakataan kapeampi laippa ylöspäin. Työmaalla ennen asennusta poimulevy tulee siis kääntää eristettyä kattorakennetta toteutettaessa siten, että levyn leveämpi laippa on ylöspäin. Näin ollen saadaan sen päälle tulevalle lämmöneristeelle riittävästi tukileveyttä. Lisäksi näin päin asennettaessa poimulevyn reunalaippa on alaspäin, jolloin limitysruuveja kiinnittäessä höyrynsulku ei rikkoudu.

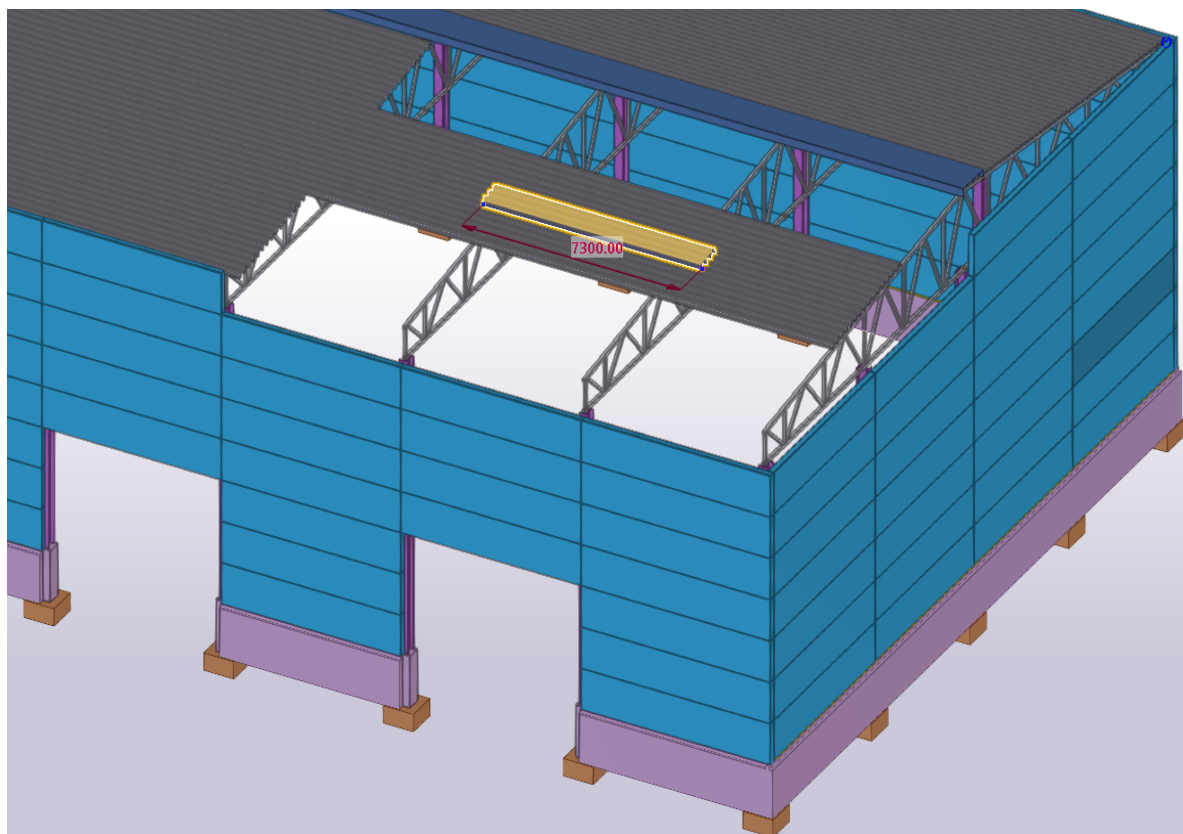
Eristetyissä katoissa ääntä vaimentavana toimenpiteenä voidaan jokaisen poimulevytyypin uumaan tehdä tarvittaessa akustorei'itys. T153-profiiliin on saatavilla myös uuma- ja laipparei'itys. Näillä ratkaisuilla on heikentävä vaikutus levyn kantokykyyn, joten näin ollen se tulee aina erikseen huomioida suunnittelussa sekä asennuksessa.

Eristetyssä kattorakenteessa kiinnitys tapahtuu laipan sileän osan keskeltä, tukena toimivaan primäärikannattimeen, jonka kohdalla levyjatkokset voidaan toteuttaa nivelellisenä tai momentti jäykänä. Sivuttaislimitys sen sijaan toteutetaan asennuksessa normaalisti puolen aallon limityksenä. Levyjatkoksista ja sivuttaislimityksistä kerrotaan tarkemmin myöhemmin niistä käsittelevässä luvussa.



KUVA 8 Eristetty katto. Ruukki Construction Oy.

Kuvassa 9 näkyy havainnollistava mallinnus teräsrakenteisesta hallista, jossa levyjen kiinnitys on nähtävissä, kun mallinnuksesta on pois piilotettuna poimulevyn yläpuoliset rakennusmateriaalit, eli lämmöneristeet ja bitumikermikaistat. Kantavat poimulevyt voidaan asentaa rakenteen harjan, räystään tai yläräystään suuntaisesti, ristiin tukena toimivien palkkien tai kattoristikoiden kanssa. Tällä tavalla, ja suoraan tukeensa kiinnitettynä, kantava poimulevy on asennettu niin sanottuun primäärikannattimeen.



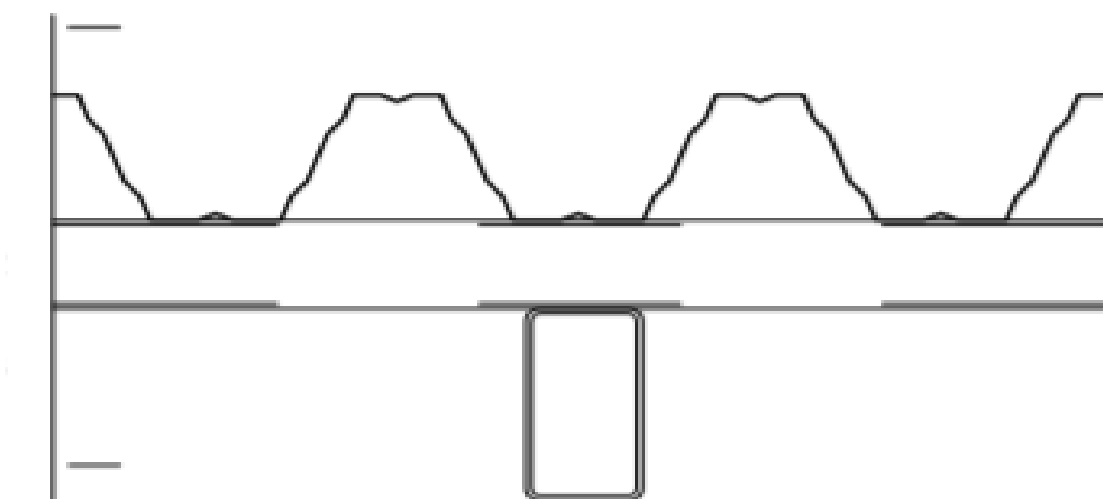
KUVA 9 Asennus primäärikannattimeen. Tietomalli.

#### 4.2 Eristämätön katto

Eristämättömässä kattorakenteessa poimulevy toimii itsessään vesikatteena, ja sen asennus voidaan primäärikannattimen lisäksi tehdä esimerkiksi kevytorteen. Tässä rakenneratkaisussa orsi toimii poimulevyn sekundäärikannattimena, ja levy orren kiepahdustukena. Tämän takia poimulevyä orteen kiinnitettäessä suositellaankin poimujen pohjaan kaksinkertaista kiinnikemäärää orsituen läheisyydessä.

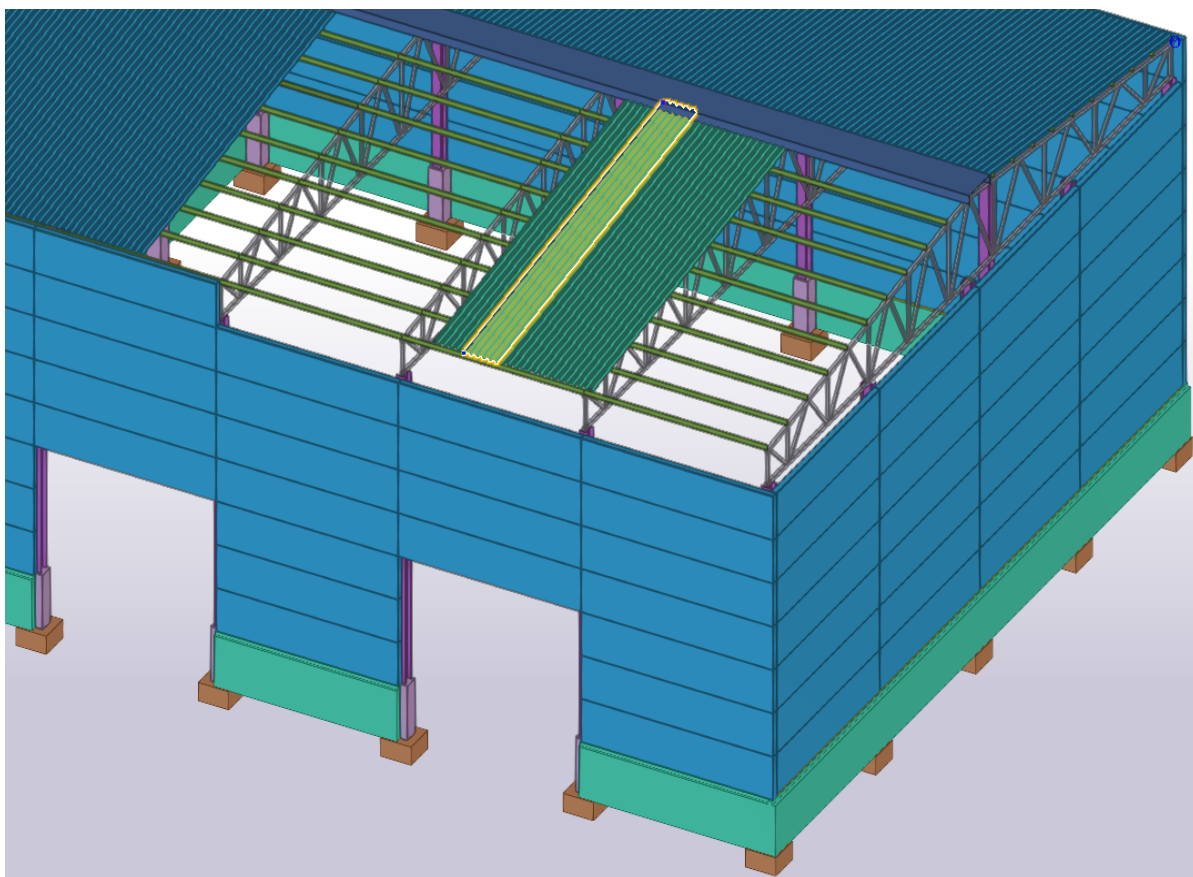
Jatkoslimitys tulee tehdä kohtaan, missä alusrakenne antaa sille riittävän tuen. Levyn sivuttaislimitys toteutetaan tässäkin tapauksessa lähtökohtaisesti normaalisti puolen aallon limityksenä, mutta vesitiivyyden kannalta huomioon tulee ottaa kattokaltevuudet.

Eristämättömiin kattoihin suositellaan antikondenssikäsittelyä, joka ehkäisee lämpötilaeroista johtuvaa kosteuden tiivistymistä, sitomalla kosteuden. Tässä tapauksessa on myös huolehdittava kattorakenteen riittävästä tuuletuksesta, jotta antikondenssimassaan sitoutunut kosteus haihtuu.



KUVA 10 Eristämätön katto. Ruukki Construction Oy.

Kuvassa 11 primäärikannattimena toimivien kattoristikoiden, tai vaihtoehtoisesti palkkien päälle, voidaan sopivalla jaolla tueksi laittaa rakennuksen pitkän sivun suuntaisesti kulkeva orsirakenne. Tässä tapauksessa kantava poimulevy asennetaan kattoristikon yläpaarten suuntaisesti, räystäältä harjalle päin, tuohon sekundäärikannattimena toimivaan orteen.

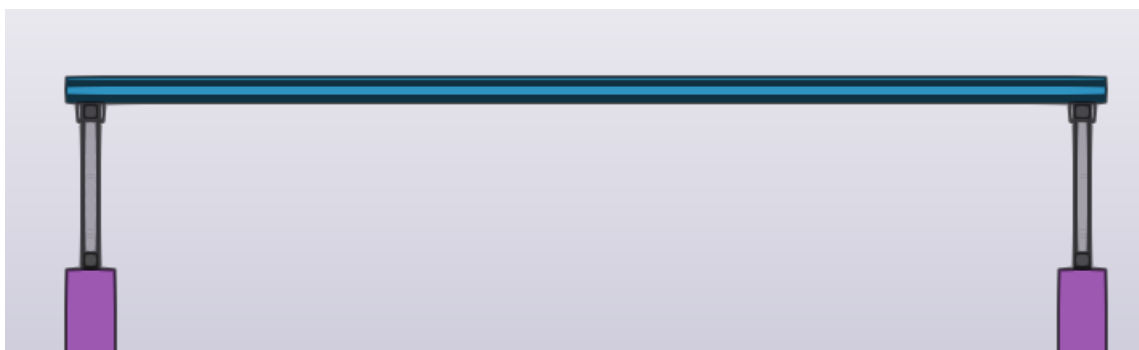


KUVA 11 Asennus sekundäärikannattimeen. Tietomalli.

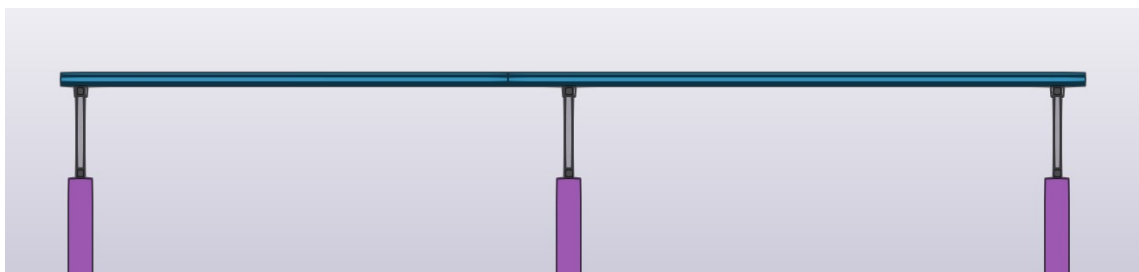
### 4.3 Rakennejärjestelmät

Rakennejärjestelmissä aukkojen määrällä tarkoitetaan yhdellä poimulevyllä ylitettyjen jännevälien määrää. Sen sijaan jatkuvassa rakenteessa yksi profiili ylittää useamman jänteen. Yksiaukkoisessa rakenteessa aukko ylitetään yhdellä levyllä. Näin ollen rakenteen jänneväli voi olla korkeintaan valitun profiilin kantavuuden mukainen. Mikäli profiilin kuormankantokyky ylittyy, voidaan rakenne toteuttaa kaksiaukkoisena ja edelleen moniaukkoisena rakenteena.

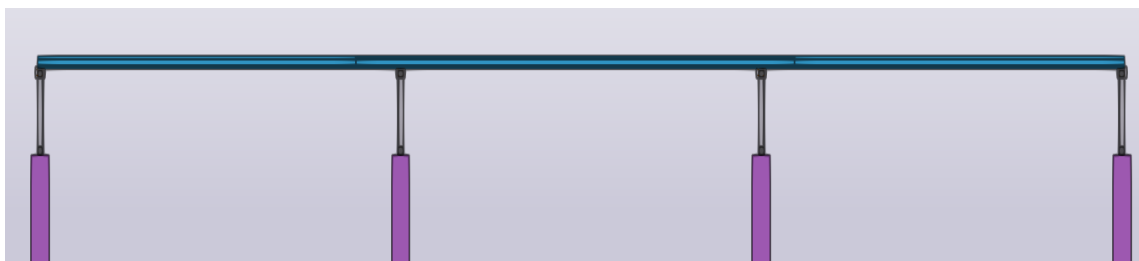
Rakennejärjestelmissä on hyvä huomioida levyjen paino ja asennettavuus. Kaksi- ja moniaukkoiset rakenteet ovat toteutettavissa yhdellä levyllä, kunhan aukkojen jännevälit ovat suotuisia kantokyvyn kannalta, eikä aukkojen yhteen laskettu pituus ylitä kantavan poimulevyn maksimimittaa.



KUVA 12 Yksiaukkoinen rakenne. Tietomalli.



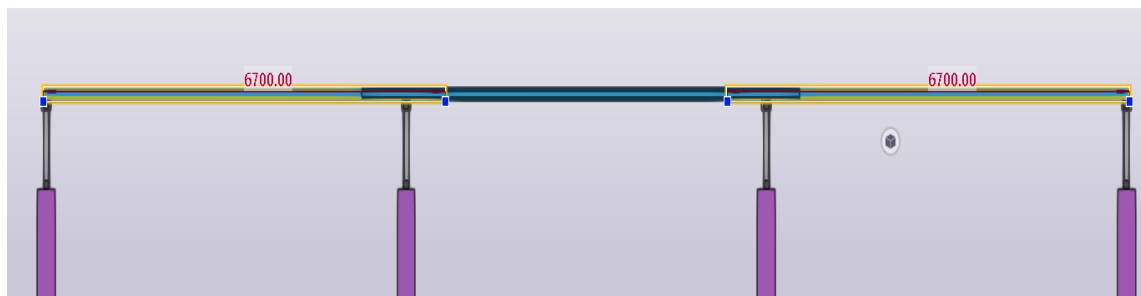
KUVA 13 Kaksiaukkoinen rakenne. Tietomalli.



KUVA 14 Moniaukkoinen rakenne. Tietomalli.

Kun kaksi- tai moniaukkoisen rakenteen pituus edelleen kasvaa, ja käytössä on jo kuormankantomaisuuksiltaan vahvin maksimimitassaan oleva profiili, tulee jatkuvan rakenteen tekeminen toteuttaa useammalla poimulevyllä päittäin limitettynä.

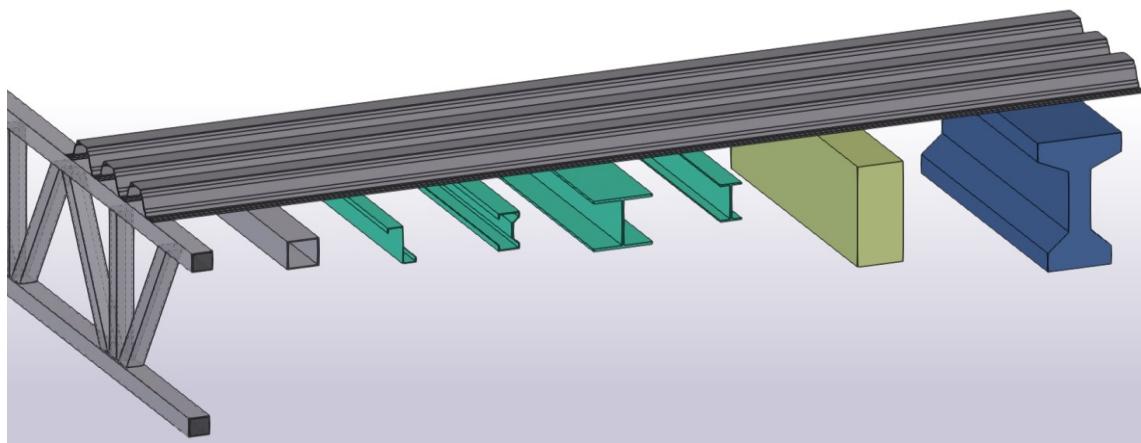
Päittäisliimitykset voidaan toteuttaa sekä nivelellisinä, että momenttijäykkinä jatkoksina. Niitä havainnollistavat detaljit tulevat vastaan luvussa 4.5.2, jossa pituusjatkoksia esitetään tuen kohdalta kuvattuna.



KUVA 15 Jatkuva päittäislimitetty rakenne. Tietomalli.

#### 4.4 Kiinnitys ja kiinnikkeet

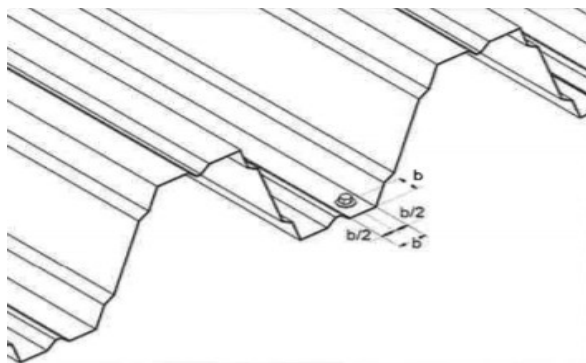
Kantavan poimulevyn tukimateriaaliksi soveltuu teräksen lisäksi aivan hyvin myös betoni, sekä puu. Alla olevassa kuvassa havainnollistetaan tietomallia apuna käyttäen erilaisia materiaalivaihtoehtoja, joihin poimulevy voidaan kiinnittää. Tavanomaisen kattoristikon, ja eri vahvuisten rakenneterästen lisäksi tukirakenteeksi soveltuvat eri kokoiset HEA- ja IPE-palkit, kattorakenteisiin soveltuviksi suunnitellut orret, kertopuupalkit sekä betoniset palkit



KUVA 16 Havainnollistava mallinnus eri tukirakennemateriaaleista. Tietomalli.

Kantavat poimulevyt kiinnitetään tukirakenteeseen laipanvälilyäkisteen viereen, keskeltä laipan siileä osaa. Suunnittelija määrittelee käytettävät kiinniketyypit, sekä niiden koot ja määrät.

Laipan jäykisteettömän taso-osan leveys on  $b$ -mitta. Reunaetäisyyden ruuvista levyn reunaan tulee olla vähintään 30 millimetriä.











KUVA 17 Levyjen kiinnitys tukiin. Ruukki Construction Oy.

Ruuvien vaatimukset esitetään standardissa EN 1993-1-8. Tämän standardin mukaisia kiinnittimiä voidaan käyttää, jos ne täyttävät eurooppalaisen tuote-erittelyn vaatimukset.

Rakennesuunnittelija määrittää kiinniketyypit, ja niiden määrät tapauskohtaisesti, jolloin oikeanlaisen kiinnikkeen valitsemisessa on huomioon otettava muun muassa ympäristöluokan mukainen materiaali. Tapauskohtaisen ruuvien määrän laskennan lisäksi, huomioitava on myös ruuvien halkaisijat. Tukimateriaalin ollessa puuta, levyt kiinnitetään poraavilla puuruuveilla. Suunnittelijan on huomioitava ruuvien pituus, koska tarvittava tunkeumapituus määrittää tartuntakestävyyden.

Rakenneteräkseen kiinnitettäessä, voidaan kantava poimulevy kiinnittää ruuveilla tai ammuttavilla nautoilla. Tällöin ruuvit ovat joko itseporautuvia tai itsekierteittäviä. Itseporautuvat ruuvit ovat hinnaltaan kalliimpia, mutta ne ovat myös hyvin nopeita kiinnittää, koska asennusreiän poraus, sekä kierteitys ja kiinnitys tapahtuvat samassa työvaiheessa.

Kantavan poimulevyn kiinnittämistä suoraan betoniin tulisi välttää, joten valun yhteydessä suositellaan levyn ja betonin väliin käytettäväksi esimerkiksi teräksinen, tai puinen kiinnitysalusta. Mikäli levy kaikesta huolimatta jouduttaisiin kiinnittämään suoraan betoniin, tulee väliin asentaa esimerkiksi nauhatiivistettä. Kiinnitys voidaan toteuttaa esimerkiksi Spike-metalliankkureilla.

| Tuote                                   | Valmistajan koodi  |  |
|---|--------------------|--|
| Ruuvi SD6 teräs S1H55028D06T5B 100      | SD6-T15-5,5X28     |  |
| Ruuvi SD14 teräs S5H55034D14T5B 100     | SD14-T15-5,5X34    |  |
| Ruuvi 1,5-3 mm teräs S1H48019D03T5B 100 | SD3-T15-4,8X19     |  |
| Ruuvi SW3 puu S5H65050WS6B 100          | SW3-H15-S16-6,5X50 |  |
| Limiruuvi S1H63020L02F5 GALVD 100       | SL2-H15-6.3x20     |  |
| Limiruuvi S1H48020D02A4B 100            | SL2-T-A14-4.8x20   |  |
| Limiruuvi S3H55022L02A4B 100            | SL2-S-S14-5,5X22   |  |
| Limiruuvi S1H63032L03F5BGALVB 100       | SL3-H15-6.3x32     |  |

KUVA 18 Kiinnikkeet. Ruukki Construction Oy.

Kaikki tässä osiossa edellä mainitut ruuvityypit, sekä muut kiinniketyypit ovat tarkoitettu lävistämään levyt, tai levyn ja tuen seinämän yhteenlaskettu paksuus, sekä pitämään levy tukevasti kiinni ta-pauskohtaisesti määräytyneessä tukimateriaalissa.

Alussa eritellyistä kiinniketyypeistä SL-ruuvit ovat tarkoitettu kantavien poimulevyjen yhteen kiinnittämiseen toteutettaessa pituusjatkoksia, sekä päittäis- ja sivuttaislimityksiä. Koska tämä kiinniketyyppi ei kiinnity tukeen vaan toiseen levyyn, esitetään SL-ruuvityypit käyttöalueineen limityksiä käsittelevässä luvussa.

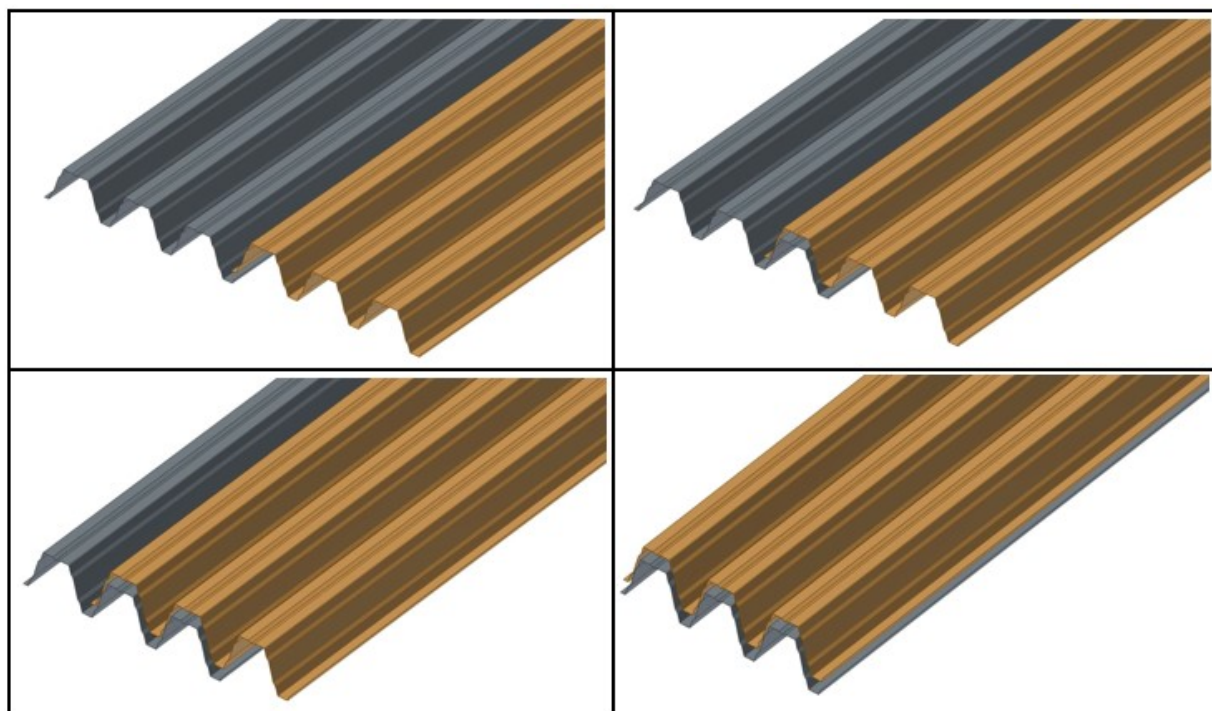
#### 4.5 Limitykset

Limityksissä käydään läpi sivuttaislimitysten ja pituusjatkosten kiinnityksessä huomioitavat seikat, sekä kattokaltevuuden vaikutus ja levyn tiivistämisen tarve.

Yksityiskohtia tarkastellaan sekä korkeampien profiilien osalta, että matalampien, vesikatteen soveltuvien ratkaisujen kohdalla. Limityksiä tarkasteltaessa tulee olla tietoinen siitä, milloin kyseessä on eristetty- ja milloin eristämätön rakenneratkaisu.

##### 4.5.1 Sivuttaislimitys ja kattokaltevuus

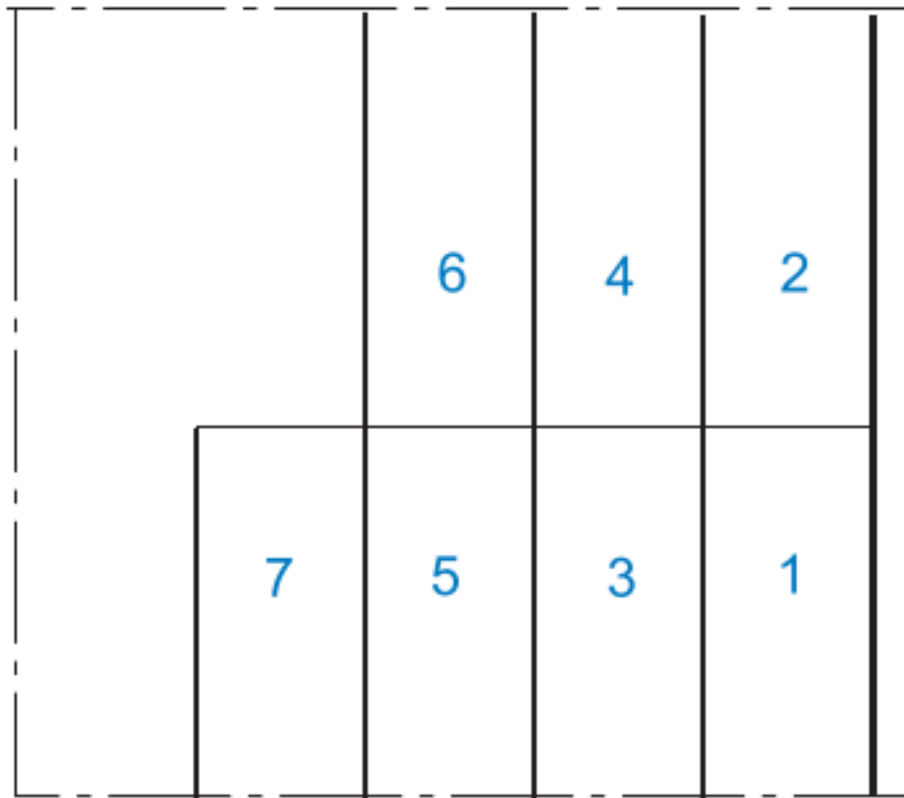
Yleensä poimulevyt limitetään levykentässä normaalilimityksen tavoin. Tätä limitystapaa kutsutaan puolen aallon sivuttaislimitykseksi. Esimerkiksi kattorakenteen kinostumille alttiissa kohdissa levykentän kuormankantokykyä voidaan parantaa yhden aallon sivuttaislimityksellä, kahden aallon limityksellä, tai tarvittaessa jopa tuplalimityksellä (kuva 19).



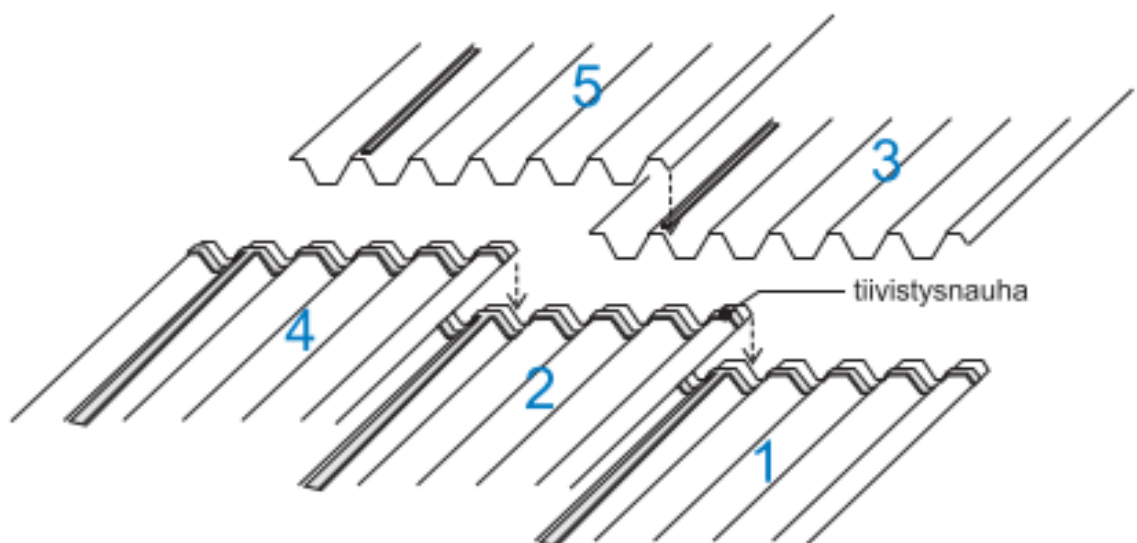
KUVA 19 Sivuttaislimitykset, eristetty katto.

Rakennesuunnittelijan määrittelemät, limitykseen käytettävät niitit tai limitysruuvit kiinnitetään jokaisen levyn saumasta korkeintaan viidensadan millimetrin välein. Asennuksessa on oltava tarkkana, jotta limitysruuvit varmasti lävistävät kaikki levyt.

Eristämättömissä katoissa tiivistenauhoja käytetään poimulevyjen sivuttais- ja päittäislimityksen tiivistämiseen. Tiivistysmassoja sen sijaan käytetään läpivientien tiivistämisessä. Tiiviste sijoitetaan välittömästi kiinnikerivien alapuolelle tai kiinnikkeen kohdalle. Katoissa, joiden kaltevuus on pienempi kuin 1:4, päittäisliitokset on aina tiivistettävä. (Ratu 0412 Ohutlevytyö, kate 2015)



KUVA 20 Katelevyjen jatkolimityksen asennusjärjestys. Vesiurallinen. (RT 85-10767 Metalliset muoto- ja poimulevykatteet. Ohje 2002).

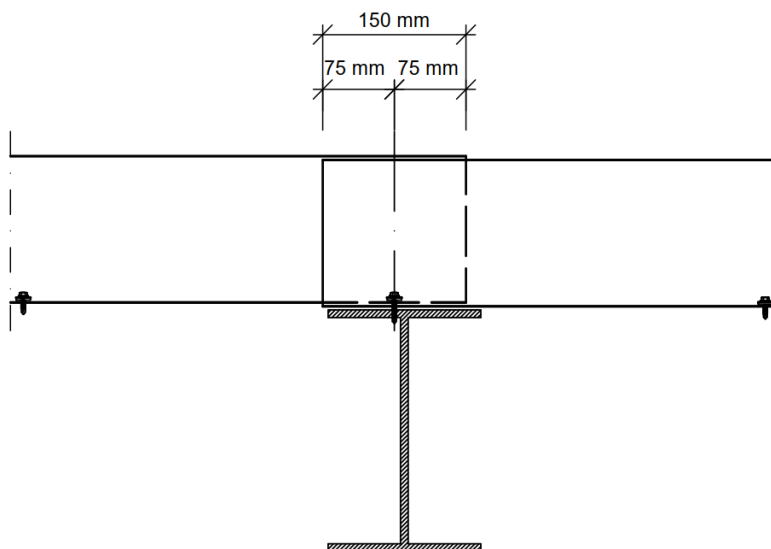


KUVA 21 Katelevyjen jatkolimityksen asennusjärjestys. Vesiuraton. (RT 85-10767 Metalliset muoto- ja poimulevykatteet. Ohje 2002).

#### 4.5.2 Jatkoslimitykset ja tukipala

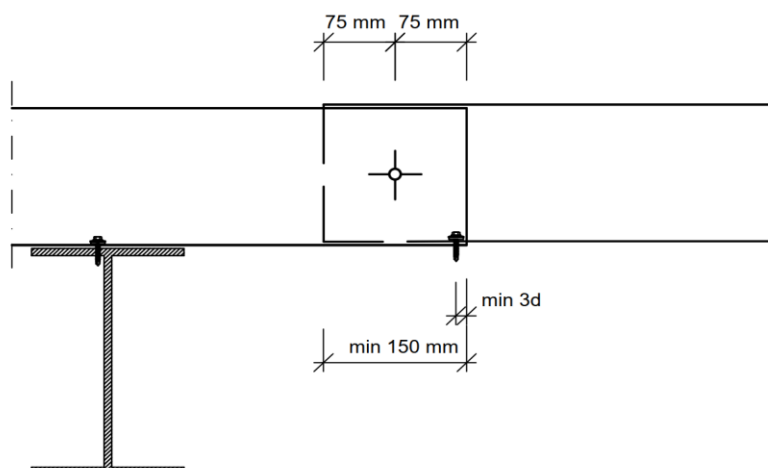
Rakennejärjestelmissä tulee tapauskohtaisesti valita parhaiten taipumia, paikallisia poikittaisia voimia sekä uumiin kohdistuvia jännityksiä pienentävät levyjen jatkoslimitykset. Nämä jatkoslimitykset voivat olla joko nivelellisiä, tai momenttijäykkiä.

Poimulevyn jatkoslimitys tulee sijoittaa kohtaan, missä alusrakenne tukee sitä riittävästi. Levyjen vähimmäislimityksen tulee olla 150 millimetriä, ja kiinnikerivin etäisyyden 50 millimetrin päässä poimulevyn alareunasta. Mikäli kiinnityksessä käytetään ruuveja, levyjen kiinnitys tehdään jokaisen laipan osalta.



KUVA 22 Nivelellinen levyjatkos tuella

Kuvassa 23 esitetään nivelellisestä jatkoksesta toisena toteutustapana Gerber-jatkos. Gerber-jatkos tehdään levykenttään tuen vierelle, taivutusmomentin nollakohtien kohdille, jolloin taivutusrasitukset jakaantuvat hyvin edullisesti. Gerber-jatkoksen avulla voidaan profiilin osalta päästä pienempään ainevahvuuteen. Kyseinen rakennejärjestelmä on kuitenkin asentajalle hyvin haastava toteutettava, sillä jatkettavien poimulevyjen kiinnitys toisiinsa tehdään uumien yläosiin kiinnitettävien ruuvien avulla.



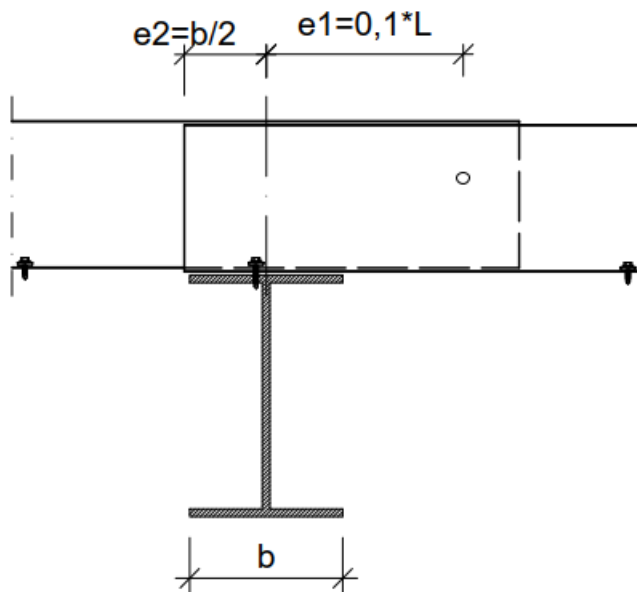
KUVA 23 Gerber-jatkos

Toispuoleisen momenttijäykän päittäisliitoksen levyt asennetaan päällekkäin Kuvan 24 mukaan, jossa:

$e_1 = 0,1 \times$  ulokkeen puolen levyn jänneväli vähintään 75 mm tuen keskeltä

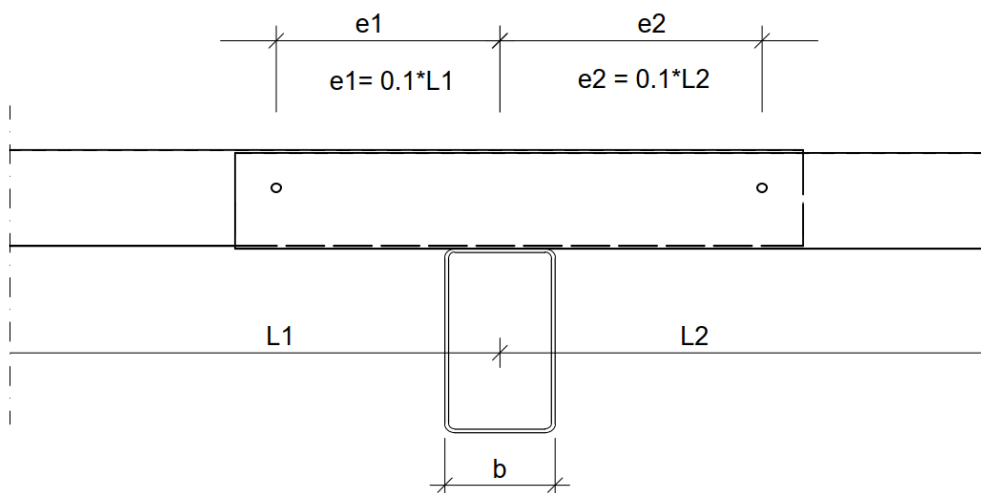
$e_2 =$  vähintään 75 mm tuen keskeltä

Tuen ylittävä levy asennetaan alimmaisiksi. Tässä jatkoksessa rakenne mitoitetaan jatkuvaksi rakenteeksi, jossa poimulevyt kiinnitetään toisiinsa uumista. Ruuveja sijoitettaessa uumaan noudatetaan suunnitelman mukaisia reuna- ja keskiöetäisyyksiä.



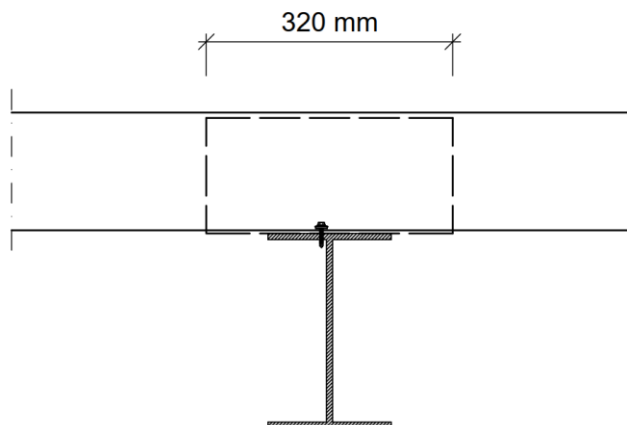
KUVA 24 Toispuoleinen momenttijäykkä levyjatkos

Molemminpuolinen momenttijäykkä levyjatkos on toisin sanoen pidennetty päittäisliitys. Tässä kyseisessä levyjatkoksessa limitys ulottuu tuen molemmille puolille, jolloin esimerkiksi keskikentän levypaksuudet voidaan pienentää. Aivan kuten toispuoleisessa momenttijäykässä levyjatkoksessa, niin tässäkin tuen ylittämät limitykset  $e_1$  ja  $e_2$  ovat kymmenesosan verran limittyvän aukon pituudesta.



KUVA 25 Molemminpuolinen momenttijäykkä levyjatkos

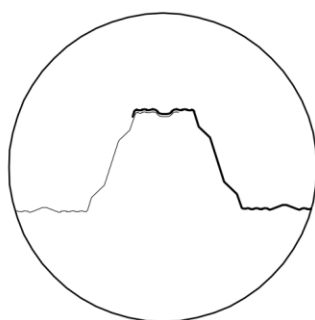
Poimulevyn kestävyttä välituilla pystytään lisäämään samasta profiilista valmistetuilla tukilevyillä, tai tukikappaleilla. Kuvassa 26 on detajli rakenneratkaisusta, jossa on käytetty tukikappaletta. Tukikappale asennetaan levyn alle tuen kohdalle, ja sen tarkoituksena on jakaa tukireaktiota hiukan laajemmalle alalle.



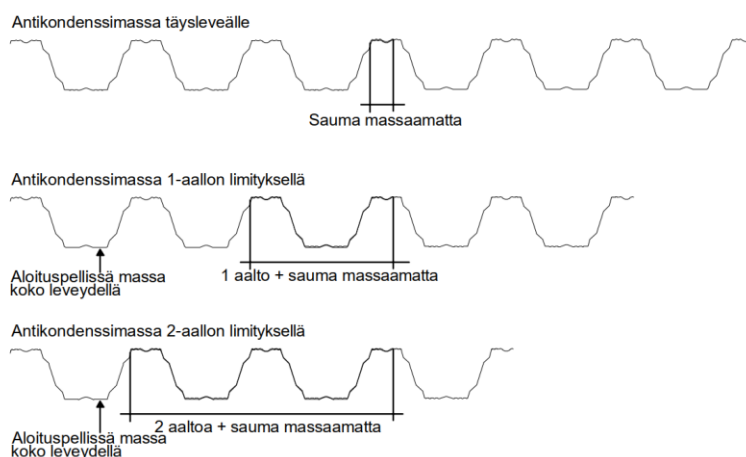
KUVA 26 Tukipala

#### 4.5.3 Antikondenssimassaus ja limitys

Kondenssinesto tehdään antikondenssimassalla, joka on poimulevyn tai muun käsiteltävän rakenteen pintaan ruiskutettava pinnoite, joka sitoo tiivistyvän kosteuden itseensä ja estää pisaroinnin. Pinnoitteen erinomainen kosteudensitomiskyky perustuu siinä käytettävään vulkaaniseen mineraaliin, perliittiin. Pienten perliitti-rakeiden struktuuri on monikerroksisesti huokoinen, jolloin vesi ei pääse muodostamaan pinnoitteeseen pisaraa, vaan se imeytyy kapillaari-ilmion ansiosta hyvin laajalle alueelle. Tällöin haihdutettavaa pintaa muodostuu moninkertaisesti sileään pintaan verrattuna. (Eurosteri Oy)



T130M-75L-930



KUVA 27 Sivuttaislimityksen massausohje, kantava poimulevy T130M-75L-930.

## 5 KANTAVIEN POIMULEVYJEN MITOITUS

Kantavat poimulevyjä mitoitettaessa noudatetaan mitoitusstandardia SFS EN 1993-1-3. Osa 1-3 käsittää siis yleiset säännöt, sekä lisäsäännöt kylmämuovatuille sauvoille ja levyille. Kyseisen eurokoodin lisäksi tulee soveltaa myös Suomen rakentamismääräyskokoelman teräsrakenteiden lujuutta ja vakautta käsittelevää lisäohjetta.

Standardin SFS-EN 1993-1-3 osalta noudatetaan standardissa SFS-EN 1993-1-3 esitettyjä suositusarvoja ja kaikkia standardin SFS-EN 1993-1-3 liitteitä ellei tässä kansallisessa liitteessä toisin esitetä. (Ympäristöministeriö: Suomen rakentamismääräyskokoelma, rakenteiden lujuus ja vakaus. Teräsrakenteet, 2019)

Mitoitusta tarkastellaan murtorajatilassa, jolloin tulee huomioida myös rakenneanalyysi. Rakenneanalyysin mukaan selvitetään teholliset ominaisuudet ja arvot, joita käytetään poikkileikkausten kestävyksiä laskettaessa. Mikäli halutaan suorittaa kantavan poimulevyn palomitoitus, tehdään se teräsrakenneyhdistyksen palomitoitusta käsittelevän teräsnormikortin mukaan.

### 5.1 Poikkileikkauksen rakenneanalyysi

Tehokkaasti kantava poimulevy toimii ainoastaan yhdessä suunnassa. Tämä johtuu siitä, että poimulevyn jäykkyys sekä kuormankantokyky ovat hyvin heikkoja profilointia vastaan kohtisuorassa suunnassa.

Profiilin poikkileikkaus on aaltomainen, ja tuotteesta riippuen se sisältää kolmesta kuuteen aaltoa. Niin sanottu aalto jaetaan edelleen taso-osiin, eli uumiin ja laippoihin, jotka antavat jäykkyyttä poimulevyille.

### 5.2 Taso-osat

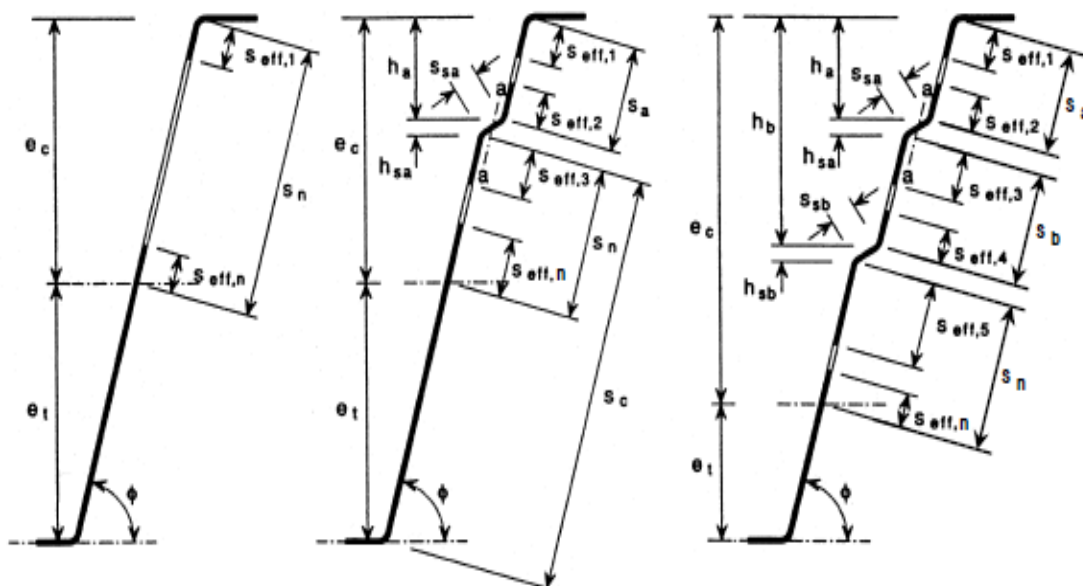
Profiilin korkeus kasvattaa luonnollisesti poimulevyn kuormankantokykyä, mutta poikkileikkauksen kestävyyttä parantavat merkittävästi myös edellä mainittujen taso-osien, uumien ja laippojen välijäykisteet, jotka kulkevat levyn pituuden suuntaisesti.



KUVA 28 Välijäykisteisiä uumia ja laippoja (SFS-EN 1993-1-3. Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset ja rakennuksia koskevat säännöt, 2015)

### 5.2.1 Väljäkisteelliset trapetsin muotoiset poimulevyt

Väljäkisteitä on kantavissa poimulevyissä joko uumassa, laipassa tai molemmissa. Tuotteesta riippuen yksi tai useampi. Näin ollen kantavat poimulevyt kuuluvat aikaisemmin mainitun eurokoodin mukaan väljäkisteellisiin trapetsinmuotoisiin muotolevyihin. Väljäkisteellisissä trapetsinmuotoisissa muotolevyissä tarkastellaan näiden edellä mainittujen taso-osien tehollisia poikkileikkauksia.



KUVA 29 Trapetsinmuotoisten muotolevyjen uumien teholliset poikkileikkaukset. (SFS-EN 1993-1-3. Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset ja rakennuksia koskevat säännöt, 2015)

Rakennanalyysin kannalta eurokoodin keskeisimmät kohdat ovat:

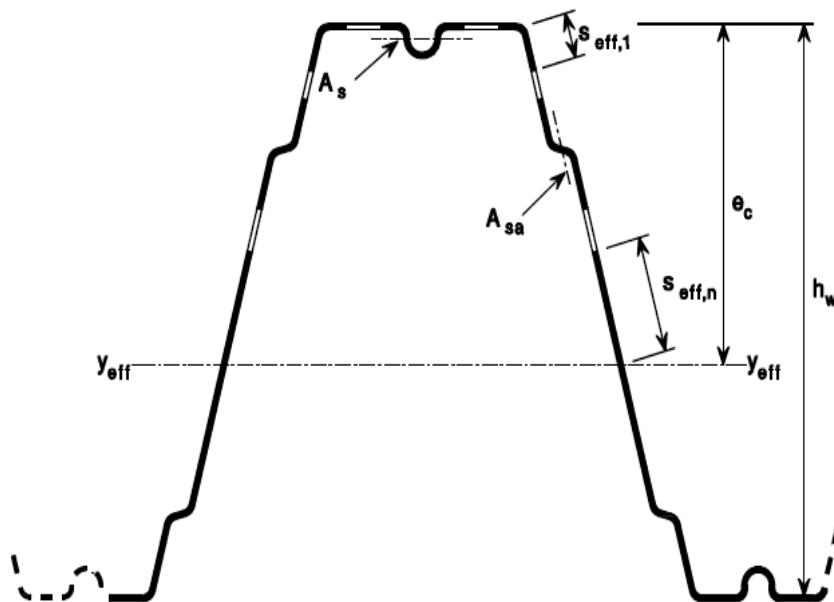
- 5.5.3.3 Väljäkisteelliset taso-osat
- 5.5.3.4 Väljäkisteelliset trapetsinmuotoiset muotolevyt
- 5.5.3.4.2 Väljäkisteelliset laipat
- 5.5.3.4.3 Uumat, joissa enintään kaksi väljäkistettä
- 5.5.3.4.4 Muotolevyt, joissa jäykisteitä on sekä laipassa, että uumassa

Jokaisessa kohdassa tarkoitus on selvittää kriittinen jännitys jäykistetyypeistä ja niiden määrästä riippuen.

Väljäkisteellisiä laippoja on jokaisessa Ruukin kantavassa poimulevyssä yksi tai useampi. Normaalisti yksi keskellä laippaa, mutta esimerkiksi kummassakaan T70-profiilissa ei ole uuman väljäkisteitä. Näin ollen kyseisen profiilin poikkileikkauksen kestävyyttä selvittäessä tarkastelu tehdään kohdan 5.5.3.4.2 väljäkisteelliset laipat mukaan.

Profiileista T130 ja T153 löytyvät myös laipan väljäkisteet, ja T130-profiilin laipan sileä osa on myös mikrouritettu. Laipan väljäkisteiden lisäksi näistä kahdesta edellä mainitusta tuotteesta löytyy kaksi uuman väljäkistettä. Tästä johtuen eurokoodissa edetään kohdan 5.5.3.4.3 mukaan, jossa tarkastelussa ovat uumat, joissa on enintään kaksi väljäkistettä.

Myös T45-profiilissa on jäykisteet sekä laipassa että uumassa, mutta tämän tuotteen kohdalla uuman välijäykisteitä on yksi, jolloin kyseessä on muotolevy, joissa jäykisteitä on sekä laipassa, että uumassa.



KUVA 30 Trapetsin muotoinen levy, jossa on sekä laippa- että uumajäykisteet. (SFS-EN 1993-1-3. Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset ja rakennuksia koskevat säännöt, 2015)

### 5.3 Mitoitus murtorajatilassa

Murtorajatilalla tarkoitetaan tilaa, jolloin rakenteen kestävyys ylittyy. Murtorajatilaksi lasketaan kantavien poimulevyjen tapauksessa esimerkiksi rakenteen väsyminen, tai liian suuri siirtymä ja sen aiheuttama vaurioituminen.

Murtorajatilassa mitoitettaessa aluksi tulee selvittää seuraamusluokka, jonka jälkeen määritetään mitoitettava kuormitusyhdistelmä, lumikuormat muotokertoimineen, sekä tuulikuormat maastoluokkiineen. Tämän jälkeen lasketaan poikkileikkauksen kestävyys.

#### 5.3.1 Poikkileikkauksen kestävyys

Laskennallisessa mitoituksessa paikallisen lommahduksen vaikutukset otetaan huomioon, käyttämällä rakenneanalyysissä esitettyjä tehollisia poikkileikkauksominaisuuksia.

Poikkileikkauksen kestävyttä laskettaessa saadaan mitoitusarvot:

- aksiaaliselle vedolle
- aksiaaliselle puristukselle
- taivutusmomentille
- leikkausvoimalle
- paikallisille poikittaisille voimille

Taivutusmomentin mitoitusarvo lasketaan tapauksille, joissa joko puristettu tai vedetty laippa myö-  
tää. Sen sijaan paikallisia poikkittaisia voimia laskettaessa selvitetään poikkileikkauksesta riippuen jäy-  
kistetyn tai jäykistämättömän uuman kestävyys.

Poikkileikkaukseen kohdistuvat voimat, joiden mukaan käyttöasteet lasketaan ovat:

- yhdistetty veto ja taivutus
- yhdistetty puristus ja taivutus
- yhdistetty leikkausvoima, aksiaalinen voima ja taivutusmomentti
- yhdistetty taivutusmomentti, ja paikallinen kuorma tai tukireaktio

Vinoutumiselle herkkien poikkileikkausten osalta otetaan huomioon puristettujen laippojen mahdolli-  
nen kiepahdus, ja yleensä laippojen poikkittainen taipuminen (SFS-EN 1993-1-3. Eurokoodi 3: Teräs-  
rakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset ja rakennuksia koskevat säännöt, 2015).

Mikäli rakenne olisi yksiaukkoinen, lyhyillä jänneväleillä mitoituksen määräisi taivutuskestävyys, ja  
pitkillä jänneväleillä puolestaan taipuma. Jatkuvan rakenteen mitoittaa tavallisesti taivutusmomentin,  
sekä tukireaktion yhteisvaikutus tuella.

#### 5.4 Palomitoitus

Kantavien poimulevyjen palomitoituksessa täytyy ymmärtää, että poimulevy käyttäytyy palotilan-  
teessa köysirakenteena. Tämä käyttäytyminen johtuu siitä, kun levy menettää kuumentuessaan  
kuorman kanto-ominaisuuksiaan. Teräsrakenne yhdistykseltä löytyy tätä tapausta varten oma teräs-  
normikorttinsa, joka antaa perusteet palomitoituksen suorittamiselle.

Köysirakenteena toimivan teräksestä valmistetun muotolevyrakenteen kestävyys voidaan laskea nor-  
maalien köysikäyräyhtälöiden mukaisesti. Menetelmä on suunnitteluohjeesta riippumaton ja esitetty  
useissa eri lähteissä. Köysikäyränä toimivan rakenteen kuormitukset siirtyvät vektorasituksiksi tuille  
(Teräsnormikortti 19. Teräksestä valmistetun kantavan muotolevyn kestävyys tulipalossa, 2011).

## 6 POIMU-MITOITUSOHJELMA

Ruukin kantavien poimulevyjen ja orsien tukipalveluista löytyvä Poimu-mitoitusohjelma on suunniteltu helppokäyttöiseksi apuvälineeksi, jolla voidaan mitoittaa vain Ruukin valmistamia kantavia poimulevyjä. Ruukin kanssa yhteistyössä ohjelman kehittäjänä toimii Sorvimo Optimointipalvelut Oy.

Poimu on käyttäjällensä ilmainen, ja sen käyttö onnistuu ilman erillistä asennusta, rekisteröitymällä omalla sähköpostiosoitteella Ruukki Design Tools-portaalissa.

### 6.1 Standardit

Sovelluksessa poimulevyjen laskennallisessa mitoituksessa noudatetaan standardia EN 1993-1-3 yleiset säännöt, sekä lisäsäännöt kylmämuovatuille sauvoille ja levyille.

Poimu-mitoitusohjelma on rakennettu toimimaan Eurokoodi 3:a mukailleen, laskennallisen ja kokeellisen mitoituksen mukaan. Sovellus on tehty suunnittelijoiden avuksi, mutta sitä voidaan käyttää myös rakenteiden optimointiin.

### 6.2 Optimointi suunnittelussa

Poimulla tehtävää avustavaa mitoitusta varten lähtötiedoksi tarvitaan esimerkiksi vähintään kattorakenteen jännemitat, tukileveys, tuen materiaali, rakennuksen korkeus, sekä paikallinen lumikuorma. Rakenteita pystytään laskemaan sitä tarkemmin, mitä kattavammat lähtötiedot saadaan. Mikäli siis avustavaa mitoitusta tehdään asiakkaalle, niin asiakkaan kuuluu aina vastata oikeista lähtötiedoista. Tämän lisäksi vastuu rakenteiden mitoituksista tulee aina jäädä kohteen rakennesuunnittelijalle.

Rakenteet poimulevyineen suunnitellaan joko yksiaukkoisena, moniaukkoisena tai jatkuvana rakenteena, ja käyttäjä itse pystyy helposti antamaan tarvittavat tiedot syöttämällä parametrit. Tämän jälkeen sovellus laskee kapasiteetin murto- ja käyttörajatilassa, tuulen vaikutuksesta johtuvat imu- ja painekuormat, sekä tarvittavat kiinnikkeet.

## 7 KÄYTTÖMANUAALIN TEKEMINEN

Liitteenä olevan käyttömanuaalin tarkoitus on esitellä käyttäjällensä sovelluksen ympäristö ja sen toiminnot sekä mitoituksen suorittaminen. Näkymissä pyritään mahdollisimman selkeästi avaamaan käyttäjälle ohjelman eri painikkeet, sekä selventämään käsitteet ja toimintojen taustat.

### 7.1 Rakenne ja läpikäynti

Ohjelmaan rekisteröitymisen jälkeen käyttäjä käy ohjeet-osion läpi, jossa havainnollistetaan käyttöliittymän eri elementit, sekä projektinäkömä. Tämän jälkeen manuaalissa käydään järjestäen läpi jokainen näkömä, joissa on neuvottu jokainen toiminto esimerkkikohteen rakenteen optimointiin.

Vaiheittain etenemisen tueksi käyttömanuaalissa oleva sisällysluettelo on pyritty otsikoimaan käyttöliittymän näkömien mukaan, jotta esimerkiksi haluttuun kohtaan on paljon helpompi jälkeinpäin palata.

Suunnitteluohjeesta löytyy oleellista tietoa sovelluksen näkömien valintamahdollisuuksiin, tai syötettäviin parametreihin liittyen. Tällaisissa kohdissa käyttömanuaalissa on suora viittaus suunnitteluohjeen puolelle, asiaa käsittelevään kohtaan.

### 7.2 Esimerkkikohte

Läpikäynnin tueksi on tehty tietomalli teräsrakenteisesta hallirakennuksesta, joka on luotu Tekla Structuresilla. Kun uutta tietomallia luodaan, niin projektin alussa rakennus sidotaan päämitoiltaan mallinnusohjelman moduuliverkkoon. Näin ollen esimerkkikohteena toimivan teräshallin moduuliverkko on tehty rakennuksen pituuden, leveyden ja jännevälien mukaan.

Tuosta esimerkkikohteesta on otettu kuvakaappauksia, jotka on esitetty käyttömanuaalin ensimmäisillä sivuilla. Niiden tarkoitus on havainnollistaa liitteen vaiheita, ja osaa lähtötiedoista. Tietomallin kuvakaappaukset ovat käännetty mahdollisimman saman suuntaisiksi Poimu-sovelluksessa olevan kolmiulotteisen rakennemallin mukaan.

## 8 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli koota yhteen oleellimmat tiedot kantavista poimulevyistä. Poimulevyrakentamista käsittelevästä suunnitteluohjeesta tulisi perusta Poimu-sovelluksen käyttömanuaalille, joka puolestaan opastaa käyttäjänsä optimoimaan esimerkkikohteeseen oikean profiilin ja levyjen paksuudet.

Suunnitteluohjeeseen oli tarkoitus koota tietoa pääosin tuotteiden valmistamisesta, asentamisesta, detaljiikasta, sekä mitoituksista. Käyttömanuaalin osalta tavoite oli tehdä mahdollisimman käyttäjäläheinen läpikäynti, jota aloittelija, esimerkiksi rakennusalaa opiskeleva henkilö voisi hyödyntää.

Omat tavoitteeni olivat lopputyön tuottamisen lisäksi perehdyttää itseni Ruukin kantaviin tuotteisiin, ja opetella hyödyntämään yrityksen omaa Poimu-sovellusta, jotta osaaminen omassa toimenkuvassani Ruukin tuotehallinnassa paranisi.

Opinnäytetyönä laadittiin kaksiosainen tietopaketti, josta tuli varsin aloittelijaystävällinen kokonaisuus. Suunnitteluohjeen runsas dokumentointi, sekä käyttömanuaalin perusteellinen ja vaiheittain opastettu läpikäynti takaavat hyvän tukipaketin aloittelijalle. Näin ollen tavoitteessa onnistuttiin muutamaa suunnitteluohjeen yksityiskohtaa lukuun ottamatta aivan hyvin.

Kehitettävää sekä käyttömanuaalin, että suunnitteluohjeen osalta silti varmasti jää. Poimu-sovellusta päivitetään ohjelman toimittajan puolesta, joten jossain vaiheessa dokumentointi saattaa vanhentua. Tämän lisäksi opastuksista voitaisiin jalostaa eri versioita, erilaisiin kohteisiin. Suunnitteluohjetta sen sijaan voi kehittää eteenpäin esimerkiksi mitoituksen osalta.

Haasteellisimmaksi asiaksi tätä opinnäytetyötä tehdessä osoittautui juuri edellä mainittu mitoitus. Työn alussa tarkoituksena oli laskea mitoitus auki, jonkin levyn osalta. Laskemiseen tarvittavat nimellimitat, ja poikkileikkausarvot ovat yrityssalaisuuksia, joten niitä ei voida käyttää. Apua kysyttiin myös Poimu-sovelluksen kehittäjältä, mutta hänen näkemyksensä, sekä omien yritysteni jälkeen mitoituksen auki laskeminen todettiin liian haasteelliseksi.

Joka tapauksessa tätä opinnäytetyötä tehdessä osaamiseni kantavien poimulevyjen osalta on parantunut huomattavasti. Tästä perehtymisestä on ollut suuri hyöty omassa työssäni, johon osaksi kuuluu kantavien poimulevyjen avustava mitoitus eristämättömiin kattorakenteisiin. Tämän pohjalta minun on hyvä lähteä edelleen kehittämään osaamistani, yhä haastavampien kohteiden mitoitusten parissa.

## LÄHTEET

Eurosteri Oy. Antikondenssi. <https://eurosteri.fi/antikondenssi.html>.

Hurmerinta, Olli 2021. Ruukki Construction Oy. Haastattelu 25.2.2021.

Ratu 0412 Ohutlevytyö, kate 2015. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.

RT 85-10767 Metalliset muoto- ja poimulevykatteet. Ohje 2002. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.

Ruukki Construction Oy. Detaljipiirustukset kantaville poimulevyille ja orsille.

<https://www.ruukki.com/fin/building-envelopes/services-support/load-bearing-sheet-and-purlin-support/detail-drawings-for-load-bearings-and-purlins>.

Ruukki Construction Oy. Kantavien poimulevyjen asennusohje. <https://www.ruukki.com/fin/building-envelopes/services-support/load-bearing-sheet-and-purlin-support/installation-instructions-for-load-bearings-and-purlins>.

Ruukki Construction Oy. Suunnitteluohjelmat kantaville poimulevyille ja orsille.

<https://www.ruukki.com/fin/building-envelopes/services-support/load-bearing-sheet-and-purlin-support/software-tools-for-load-bearings-and-purlins>.

SFS-EN 1993-1-3. Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-3. Yleiset säännöt. Lisäsäännöt kylmämuovatuille sauvoille ja levyille 2009. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 1993-1-1. Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset ja rakennuksia koskevat säännöt 2015. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

Teräsnormikortti 19. Teräksestä valmistetun kantavan muotolevyn kestävyys tulipalossa 2011. Helsinki: Teräsrakenneyhdistys Ry. <https://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/toiminta-julkaisut/normikortit/>.

Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus: Eurocode 3–oppikirja 2020. Teräsrakenneyhdistys ry.

Ympäristöministeriö: Suomen rakentamismääräyskokoelma, rakenteiden lujuus ja vakaus. Kantavien rakenteiden suunnitteluperusteet. 2016.

Ympäristöministeriö: Suomen rakentamismääräyskokoelma, rakenteiden lujuus ja vakaus. Teräsrakenteet. 2019.

## LIITTEET

Poimu-mitoitusohjelman käyttömanuaali