



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Samuli Siltamäki

ASUINKERROSTALON
RUNKOJÄRJESTELMÄN JA
ELEMENTTIDETALJIEN VERTAILU
SUOMEN JA NORJAN VÄLILLÄ

Sweco Rakennetekniikka Oy

Tekniikka
2018

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Samuli Siltamäki
Opinnäytetyön nimi	Asuinkerrostalon runkojärjestelmän ja elementtidetaljien vertailu Suomen ja Norjan välillä
Vuosi	2018
Kieli	Suomi
Sivumäärä	53 + 2 liitettä
Ohjaaja	Tuukka Hakkarainen ja Jari Lehtiö

Opinnäytetyö tehtiin Sweco Rakennetekniikalle Helsinkiin. He tarvitsivat tietoa asuinkerrostalon runkorakennuskäytännöistä Norjassa ja Suomessa. Heille oli tärkeää myös, että työhön otetaan mukaan elementtidetaljivertailua. Työn idea oli luoda selkeä vertailukokonaisuus runkojärjestelmistä ja elementtidetaljeista.

Runkojärjestelmään kuuluu seinät, laatat, palkit ja pilarit. Aluksi opiskeltiin ja vertailtiin molempien maiden toteutustavat sekä rakenteet. Elementtidetaljeista käsiteltiin yleisimmät rungon liitoskohdat. Liitoskohtien detaljikuvia vertailemalla saatiin selville, mitkä asiat tehdään eri tavalla ja mitkä samalla tavalla. Tutkimus selvensi vertailemalla löytyneet pääkohdat, joita voitiin analysoida tarkemmin. Vertailutyön tuloksille tehtiin omat taulukot, joihin kerättiin runkorakenteiden sekä elementtidetaljien isoimmat eroavaisuudet ja yhtäläisyydet. Eroja löytyi yllättävän paljon.

Työn lopputuloksena saatiin kokonaiskuva runkojärjestelmistä sekä liitoksista. Norjasta löytyneitä rakennustapoja voidaan soveltaa myös jatkossa Suomessa. Liitosten vertailusta saadaan uusia näkökulmia suunnitteluun. Swecolla tehdään Suomessa myös Norjaan projekteja, joten tästä työstä saa hyvän mallipohjan siihen, mitä runkoratkaisuja Norjassa on ja miten he toteuttavat heidän liitokset.

ABSTRACT

Author	Samuli Siltamäki
Title	Comparison of the Residential Block Frame and Element Detailed Data between Finland and Norway
Year	2018
Language	Finnish
Pages	53 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Tuukka Hakkarainen ja Jari Lehtiö

The thesis was made for Sweco Construction, Helsinki. They needed more information about residential block frame systems between Norway and Finland. It was important for them to include element detailed data in the thesis. The idea was to get a clear overall comparison about frame systems and element detailed data.

The frame system consists walls, slabs, beams and pillars. First the customs how both countries make their frames and different frame materials were studied and compared. Comparison for element detailed data was taken the most common connections of the frame. For the connection points proper detailed pictures were compared and it was discovered which of the things are done differently and which are the same. The research clarified the main points of the comparison and a more detailed analysis could be made. Tables were drawn up for the results of the comparison where the biggest similarities and differentials were collected. There were surprisingly many differences.

The result of the thesis is an overall picture of the frame systems and joints. Building customs used in Norway can be applied in Finland also. The comparison of the joints gives new angles for the design. Sweco has also projects in Norway so this thesis gives a good template which kind of frame solutions Norway has and how they execute their joints.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	9
2	TUTKIMUKSEN TAUSTA, TARKOITUS JA TAVOITTEET.....	10
	2.1 Tiedonkeräysmenetelmät.....	10
	2.2 Sweco AB.....	11
	2.3 Käsitteet ja määritelmät.....	11
3	RUNKOJÄRJESTELMÄT.....	12
	3.1 Runkojärjestelmän valintaan vaikuttavat tekijät.....	12
	3.2 Yleisimmät runkojärjestelmät ja runkorakenteet.....	13
	3.2.1 Seinät.....	14
	3.2.2 Palkit.....	16
	3.2.3 Pilarit.....	16
	3.2.4 Laatat.....	18
	3.3 Suurimmat eroavaisuudet sekä yhtäläisyydet runkorakenteissa Norjan ja Suomen välillä.....	21
	3.4 Akustiikka- ja palovaatimukset maiden välillä.....	23
	3.4.1 Akustiikka.....	24
	3.4.2 Palomääräykset.....	26
	3.5 Maanjäristyksen vaikutus Norjassa.....	29
4	ELEMENTTIDETALJIT.....	31
	4.1 Liitokset ja niiden valintaan vaikuttavia tekijöitä.....	31
	4.2 Suomen ja Norjan elementtidetaljit.....	32
	4.2.1 Perustukset.....	32
	4.2.2 Seinien ja laattojen liitokset.....	35
	4.2.3 Palkkien ja pilarien liitokset.....	41
	4.3 Elementtidetaljien erot ja yhtäläisyydet maiden välillä.....	46
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	49
	LÄHTEET.....	51

LIITTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Massiivinen seinäelementti /16/.	s.14
Kuvio 2. Sandwich seinärakenne ja ontelolaatta /8/.	s.15
Kuvio 3. Pilarien sijoitus moduuliverkkoon.	s.17
Kuvio 4. Pintatasoiteellinen välipohja sekä kelluva välipohja	s.19
Kuvio 5. Ontelolaattatyypin O37. Pintavalun paksuus 20mm.	s.19
Kuvio 6. Massiivilaattaelementti ja sen kannatus	s.20
Kuvio 7. Lattateräs ontelolaatassa /29/.	s.29
Kuvio 8. Laatan ja seinän väliset liitokset Norjassa /38/.	s.30
Kuvio 9. Maanjäristysalueiden kallioperän kiihtyvyyssarvoja	s.30
Kuvio 10. Seinän ja perusmuurin liitokset Norjassa /33/.	s.33
Kuvio 11. Suomessa käytettävä teräspultti-seinäkenkäliitos	s.33
Kuvio 12. Seinän ja perustuksen välinen harjaterästappi liitos /36/.	s.34
Kuvio 13. Suomessa käytettävä holkkikiinnitys /37/.	s.34
Kuvio 14. Norjassa käytettävät liitostavat pilarille /34/.	s.35
Kuvio 15. Vaijerilenkkiliitos /36/.	s.36
Kuvio 16. Seinäelementtien nostaminen.	s.37
Kuvio 17. Päätyseinän ja ontelolaatan liitoksia Norjassa /38/.	s.38
Kuvio 18. Pystysuuntainen ontelolaatta ja päätyseinä liitos /38/.	s.38
Kuvio 19. Väliseinän ja välipohjalaatan liitos Norjassa /38/.	s.39

Kuvio 20. Päätyseinän ja ontelolaatan liitos Suomessa /37/.	s.40
Kuvio 21. Väliseinän ja ontelolaatan liitos Suomessa /37/.	s.41
Kuvio 22. Suorakaidepalkin liitos laataan Norjassa /39/.	s.41
Kuvio 23. Leukapalkin ja laatan välinen liitos Norjassa /39/.	s.42
Kuvio 24. Kaksitukisen leukapalkin ja laatan liitos Norjassa /39/.	s.43
Kuvio 25. Teräspalkin ja ontelolaatan liitos /38/.	s.43
Kuvio 26. Norjan tapoja kiinnittää pilari ja palkki toisiinsa /40/.	s.44
Kuvio 27. Leukapalkin liitos laataan Suomessa /37/.	s.45
Kuvio 28. Kaksipuoleisen leukapalkin laattaliitos Suomessa /37/.	s.45
Kuvio 29. Palkin liitos pilariin Suomessa /37/.	s.46
Taulukko 1. Pilarien poikkileikkausarvoja Suomessa /6/.	s.18
Taulukko 2. Pilarien poikkileikkausarvot Norjassa /24/.	s.18
Taulukko 3. Ontelolaattatyypit Suomessa	s.19
Taulukko 4. Ontelolaattatyypit Norjassa	s.21
Taulukko 5. Runkorakenteiden erot ja yhtäläisyydet.	s.22
Taulukko 6. Materiaalivertailu	s.28
Taulukko 7. Elementtidetaljien erot ja yhtäläisyydet.	s.47

LIITELUETTELO

LIITE 1. Julkisivuelementtien suositusmittoja /35/.

LIITE 2. Suorakaidepilarin poikkileikkausarvoja Suomessa /6/.

1 JOHDANTO

Asuinkerrostalojen rakentamistrendi on ollut suuressa kasvussa viime vuosien ajan ja yhä useammat kerrostalot rakennetaan betonista sekä yleisesti betonielementeistä. Suomessa betoninen runkorakentaminen on ollut jo pitkään suosittua. Runkorakenteita suunnitellessa tulee miettiä myös niihin kuuluvat liitosdetaljit ja miten ne saadaan toteutettua niin, että ne muodostavat toimivan kokonaisuuden ympärilleen.

Valitsin työni aiheen yhdessä ohjaajani Tuukka Hakkaraisen kanssa. Hänelle oli tärkeää, että he saavat tulevaisuutta varten hyvän vertailutyön Suomen ja Norjan runkojärjestelmien sekä elementtidetaljien eroavaisuuksiin sekä yhtäläisyyksiin. Työ tehdään Swecon vientiyksikköön, joka tekee pohjoismaiden kanssa yhteistyötä.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään Suomen ja Norjan runkojärjestelmiin sekä elementtidetaljeihin. Työssä selitetään, miten Suomessa tehdään runko- tai seinäliitos eri tavalla tai samalla tavalla, kuin Norjassa. Opinnäytetyö koostuu teoreettisesta viitekehystä, vertailututkimuksesta sekä tuloksien pohdinnasta.

Aiheen valintaan vaikutti omalta kohdaltani Swecon aloituspalaverissa saamani hyvä pohjustus työtä kohtaan, sekä toisen maan mukaan tulo vertailuun. Olen erittäin kiinnostunut cross border -tyylisestä työstä, jossa saadaan vertailtua eri maiden käytäntöjä ja tällä tavoin saatua tärkeää tietoa asuinkerrostalorakentamisesta.

2 TUTKIMUKSEN TAUSTA, TARKOITUS JA TAVOITTEET

Tutkimuksessa on tarkoitus selvittää eri tapoja ja keinoja, joilla Norjassa ja Suomessa suunnitellaan ja toteutetaan erilaisia runkojärjestelmiä asuinkerrostaloon. Työ rajautuu betonirakenteiden vertailemiseen. Runkojärjestelmiin liittyy myös liitoksia rakenteiden välillä, joita tässä työssä tutkitaan vertailemalla detaljikuvia maiden yleisistä käytännöistä. Tarkoituksena ei ole mitoitaa tai vertailla mitoitusmenetelmiä, vaan käydä yleiset periaatteet läpi.

Tavoitteena on rakentaa työstä kokonaisuus, josta lukijalle käy ilmi suurimmat erot näiden kahden maan välillä tavoissa, joilla asuinkerrostalon runkojärjestelmiä ja liitoksia toteutetaan. Tavoitteena on selvittää teoriaa niin runkojärjestelmistä sekä elementtidetaljeista. Tämän teorian tulisi selventää lukijalle, mitkä asiat vaikuttavat runkorakenteiden valintaan sekä liitoksiin. Tarkoituksena on etsiä Norjan kirjallisuudesta ja detaljikirjastoista yleisiä tapoja. Työssä ei ole mahdollista käydä läpi koko maassa käytettäviä menetelmiä, koska tavoissa rakentaa on eroavaisuuksia Pohjois-Norjan ja Etelä-Norjan välillä. Työhön on saatu tietoa Tromsøn kaupungista Pohjois-Norjasta, sekä Etelä-Norjasta Oslost ja Stavangerista.

2.1 Tiedonkeräysmenetelmät

Tietoa tullaan keräämään molempien maiden kansallisista liitteistä ja määräyksistä sekä maiden kirjallisuudesta. Tärkeä osa työtä on myös käydä Eurokoodit läpi ja kerätä yhteisiä pelisääntöjä suunnitteluun ja toteutukseen. Swecolla on työskennellyt Norjassa niin viime vuosina, kuin nykyäänkin työntekijöitä, joita haastatteleamalla saan tietoa nykytilanteesta Norjassa. Elementtidetaljeja vertailtaessa käytetään lähteinä detaljikuva-kirjastoja, joita tullaan saamaan elementtisuunnittelu.fi-sivustolta, sekä Swecon työntekijöiltä Norjasta. Lisäksi käytetään vertailuna Betongelementboken på nett sähköisiä kirjoja, joista selviää Norjassa nykyään käytettävät ratkaisut liitoksissa.

Suomen kirjallisuudesta käydään läpi Betoniyhdistyksen kirjoja sekä Eurokoodien mukaisia suunnittelukäytäntöjä. Suomessa on myös verkkosivustoja, joita aiotaan

hyödyntää teoriaosassa. Norjassa käytetään Betongelementboken-kirjasarjaa, joihin on koottu Norjan suunnittelukäytäntöjä, sekä asioita, joita tulee ottaa huomioon suunnittelussa. Työssä hyödynnetään kyseistä kirjasarjaa sekä verkkosivuja tiedon keräämisessä. Myös Norjan kansallinen liite eroaa Suomen omasta, joten ne käydään myös läpi havainnollistaaksemme erot maiden välillä.

2.2 Sweco AB

Sweco AB on Ruotsin Tukholmasta lähtöisin oleva yritys. Se perustettiin 1800-luvun lopussa. Yrityksen ajatuksena on se, että heidän historiansa olisi enemmän heidän tulevaisuutensa. Swecolla työskentelevät haluavat olla rakennusalan edelläkävijöitä. /3/

Suomessa Sweco Finland Oy työllistää 2000 työntekijää. Kokonaismäärä on 14500 työntekijää. Sweco Rakennetekniikka Oy on Suomen suurin rakennesuunnitteluyritys ja se työllistää n. 800 työntekijää. Yritys toimii ympäri Eurooppaa, mutta varsinkin Pohjoismaissa se on vakiinnuttanut asemansa suurimpana ja sen liikevaihto on kokonaisuudessaan 1,7 miljardia euroa. /3/

2.3 Käsitteet ja määritelmät

Tässä työssä käytetyt tutkimukselle keskeiset käsitteet ovat määritelty seuraavasti:

- Runkojärjestelmä: Runkojärjestelmät ovat vakioituja ja yleisimmät niistä ovat pilarit-palkit-laatat-järjestelmä sekä kantavat seinät-laatat-järjestelmä. /1/
- Elementtirakenteet: Rakenne-elementit, jotka valmistetaan jossain muualla, kuin lopullisessa paikassa. Elementtirakenteiden rakenteellinen kokonaisuus saavutetaan yhdistämällä elementit toisiinsa. /4/
- Elementtidetalji: Englannin kielen sanasta detail, tuleva ilmaisu, jossa käsitellään asioita yksityiskohtaisemmin. Elementtidetaljit käsittävät rakenne-elementtiä liitoksineen sen sisältä.
- Paikallavalurakentaminen: Yleisin maailmassa käytetty rakentamistapa, jossa betonirakenne valetaan työmaalla.

3 RUNKOJÄRJESTELMÄT

Runkorakenteen valinta on tärkeä osa koko rakentamisprosessia. Runko luo rakennukselle ”sydämen”, eli se koostuu kantavista rakenneosista, joiden päälle ja sisälle muut rakenneosat muodostetaan. Runkorakenteet on syytä valita huolellisesti ja harkiten, jotta myöhemmän vaiheen virheet voitaisiin poissulkea. Virheitä on usein hyvin vaikea tai jopa mahdotonta korjata jälkikäteen. ”Vaikka itse rungon kustannusosuus on suhteellisen pieni, vain n. 15–20 %, on runkovalinnan seurannaistekijöillä merkittävä vaikutus koko rakennuksen elinkaarikustannuksiin ja erityisesti sen moniin laatuominaisuuksiin”. /2/

Asuinkerrostalon runkojärjestelmään kuuluu neljä päärakenneosaa: laatat, seinät, pilarit sekä palkit. Ennen kantavan rungon rakentamista tehdään perustukset, jona toimii paikallavalettu antura. Anturan päälle tullaan rakentamaan perusmuuri sokkeli sekä alapohjalaatta. Perustuksien päälle rakennetaan kantavat pystyrakenteet, kuten seinät sekä pilarit. Kantavien pystyrakenteiden päälle tulee välipohjalaatta, jonka päälle vuorostaan muodostetaan rakennuksen seuraava kerros. Tämä sama kiertokulku menee yhä eteenpäin, kunnes saavutetaan rakennuksen harjakorkeus ja asennetaan vesikattorakenteet.

3.1 Runkojärjestelmän valintaan vaikuttavat tekijät

Runkojärjestelmä valitaan tietyt vaatimukset huomioon ottaen. Niin Suomessa, kuin Norjassakin suunnittelu toteutetaan eurokoodien ja kansallisten liitteiden ohjatessa toimintaa. Norjassa suunnittelussa tulee ottaa huomioon erilaiset maastotyypit Suomeen verrattuna, kuten vuoristot. Tämä vaikuttaa maaperän kantavuuteen ja kaltevuuteen. Suomessa maastotyypit poikkeavat selvästi Norjan maastoista, joten asuinkerrostalot perustetaan tasaisemmalle. Norjassa tapahtuu myös Suomea enemmän maanjäristyksiä mannerlaattojen törmäyksien takia. /23/

Erilaiset kuormitustapaukset määräävät rungon valinnassa. Runkojärjestelmät valitaan rannikkoalueilla yleisesti vahvemmaksi, kuin sisämaassa voimakkaamman tuulikuorman sekä meriveden korroosion takia. Sisämaassa sekä Suomen ja Norjan pohjoisosissa on enemmän lunta, kuin etelässä tai rannikoilla. Suuremman

lumikuorman omaavilla paikkakunnilla voidaan rakenteet tehdä vahvemmaksi. Lumikuormat huomioidaan lumikuorman ominaisarvoilla. Arvot saadaan aluekartasta.

Runkojärjestelmän valintaan vaikuttaa myös maiden palo- ja akustiikkamääräykset. Nämä määräykset huomioiden suunnitellaan runko niin, että se kestää sille määrätyn ajan paloa. Lisäksi pysty- ja vaakarakenteiden tulee eristää ääntä tarpeeksi tehokkaasti. Rakentamismääräyskokoelma vaatii myös, että minimikerroskorkeus tulee olla 3000 mm ja minimihuonekorkeus 2500 mm. Asuinkerrostalot suunnitellaan Suomessa minimikerroskorkeuden mukaisesti, jolloin talotekniikalle ja välipohjarakenteille jää 500 mm käyttötilaa. /1/

3.2 Yleisimmät runkojärjestelmät ja runkorakenteet

Asuinkerrostalon runkojärjestelmään kuuluu joko kantavat, tai ei kantavat seinät ja kantavat pilarit. Vaakarakenne toimii paikallavalulaatat sekä ontelolaatat. Nykyään kerrostalorakentamisessa hyödynnetään elementtirakentamista, joka teki läpimurtonsa 1970-luvun taitteessa sen nopean esivalmistusasteen takia. /2/

Suomessa asuinkerrostalojen runkojärjestelmä toteutetaan yleensä betonisista kantavista ulko- ja väliseinistä, ja niihin liittyvistä täydentävistä pilareista. Runkoratkaisuna voi olla myös kantavat pilarit, eli niin kutsuttu pilarilaattamenetelmä. Runko jäykistetään vaakarakenteella joko tasavahvalla massiivilaattalla tai ontelolaatalla. /6/

Norjassa yhtenä vaihtoehtona on käyttää runkorakenteina kantavia pilareja, joiden päälle laitetaan palkit sekä ontelolaatat. Pilarilaatta sekä kantavat väli- ja ulkoseinät ovat myös Norjassa käytössä, mutta ne eivät ole niin tyypillisiä, kuin Suomessa. Norjalaiset asettavat laatat päädyissä oleville teräspalkeille, jotka siirtävät laattojen kuormat kantaville pystyrakenteille. /28/

Paikallavalurakentamista hyödynnetään kuitenkin paljon edelleen molemmissa maissa, ja sen hyödyt tulevat esille erityisesti vaativissa rakennushankkeissa, joissa tarvitaan hyviä teknisiä ominaisuuksia sekä suunnittelun vapauksia. Paikallavalussa voidaan tehdä muutoksia suunnitelmiin vielä työmaalla. Seuraavissa kappaleissa

käsitellään yleisesti niin Suomessa, kuin Norjassa käytettäviä ratkaisuja runkojärjestelmässä. /2, 5/

3.2.1 Seinät

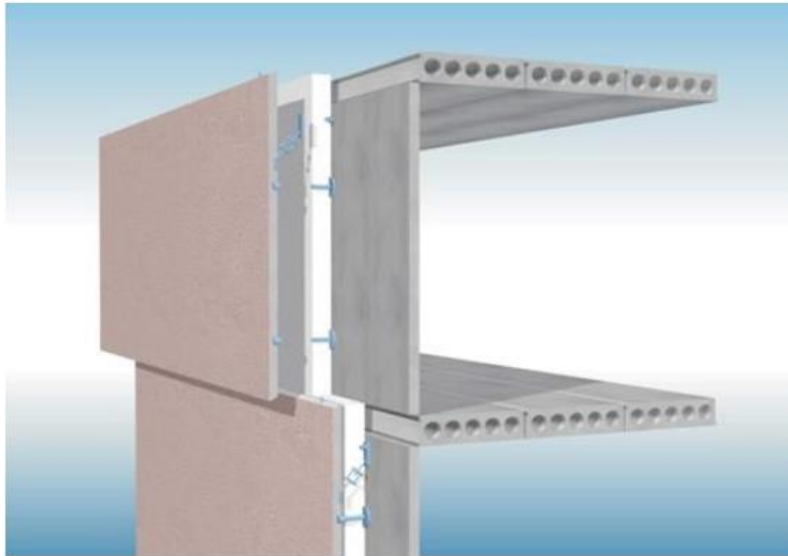
Seinäelementeistä tunnetuimpia ja käytetyimpiä Suomessa ovat massiivielementit sekä sandwich-elementit (Kuvio 1). Massiivielementtejä käytetään runkorakenteen sisäkuoressa, väliseininä sekä kellarissa maanpaineseininä. Betoniseinä toimii hyvin puristettuna rakenteena, jonka tehtävänä on viedä pystykuormat perustusten kautta maaperään. Seinän tulee olla 4 kertaa suurempi, kuin seinän paksuuden, jotta sitä voidaan käsitellä seinänä. Jos tämä ei toteudu, rakennetta käsitellään pilarina. /6/

Ulkoseinä- sekä väliseinä-elementeille on Suomessa omat mittasuositukset, jotka tulee ottaa huomioon suunnittelussa. Seinäelementtien maksimikorkeus on 4,2 m ja pituus 8–9 m. Ulkoseinäelementin sisäkuoren minimipaksuus on 150 mm ja ulkokuoren 80 mm. Raudoittamattoman väliseinän minimipaksuus on 120 mm ja kantavana sekä jäykistävänä rakenteena minimipaksuudeksi tulee vähintään 180 mm. Asuntojen välisien betoniseinien minimipaksuus on 200 mm, jotta ne täyttävät akustiikkamääräykset. Kellarin seinissä suositeltavat paksuudet valitaan kuormituksen mukaan. Normaaleja kellariseinän paksuuksia ovat 160, 180, 200 ja 240 mm. /7, 35/



Kuvio 1. Massiivinen seinäelementti /16/.

Sandwich-seiniä käytetään julkisivurakenteissa, joissa tyypillinen runkorakennerratkaisu on kantavat väliseinät-laatat ratkaisu. Laatat asetetaan sandwich-elementin sisäkuoren päälle (Kuvio 2). Elementin kuoret sidotaan yhteen ansasraudoituksella ja pistokkailla. Sisäkuori toimii kantavana osana. Ansaat ja pistokkaat toimivat vedettyinä ja puristettuina, joiden avulla tuulikuorma sekä ulkokuoren omapaino viedään ulkokuorelta sisäkuorelle. /8/



Kuvio 2. Sandwich-seinärakenne ja ontelolaatta /8/.

Norjassa käytetään samoja seinäelementtityyppejä kuin Suomessa. Yleisiä ovat massiivirakenteiset seinäelementit sekä sandwichelementit. Asuntojen välisen seinän paksuus on minimissään 200 mm. Elementin ulko ja sisäkuorikerrokset määräytyvät rasitusluokan ja minimibetonipeitteen mukaisesti samalla periaatteella, kuin Suomessakin. Sisäkuori voi olla kantavana elementtinä yli 200 mm paksu. Seinäelementtien korkeuksia ohjaa pitkälti niiden kuljetus, joten maksimikorkeus elementeille on 3,6–4,2 m, maksimipituuden ollessa 8–9 m. /24/

Norjassa julkisivut tehdään arkkitehtuurisista syistä useasti puusta, joten suurilla kerrostaloillakin saattaa olla puinen ulkokuori. Julkisivu toimii Suomessa osittain kantavana, mutta Norjassa päädyt tehdään kantavana teräksestä, joten itse puinen julkisivu ei kannata päällä olevia rakenteita vaan teräkset. /24/

3.2.2 Palkit

Palkin tehtävänä on siirtää laatoille tulevat kuormat kantaville pystyrakenteille. Suomessa yleisimmät teräsbetonipalkit, joita käytetään asuinkerrostalossa ovat suorakaidepalkit, 1- ja 2 puoleiset leukapalkit sekä ristipalkit. Jos rakennuksessa esiintyy pitkiä jännevälejä, on jännebetoniset I, ja HI-palkit toimiva vaihtoehto. Palkkien maksimipituudet ovat yli 30 m, joten ne soveltuvat hyvin vaikkapa yläpohjan rakenteisiin. Suorakaidepalkeille käytetään Suomessa samoja poikkileikkausmittoja kuin pilareille, jotka perustuvat M-asteikkoon. Erona pilareihin on se, että palkkien mitoissa voidaan mennä aina 10M-lukemaan, jossa palkin korkeus on 980 mm ja leveys 580 mm. /14/

Norjassa esiintyy hyvin samankaltaisia palkkityyppejä, kuin Suomessa. Tunnukset vaihtelevat ja Norjassa käytetään seuraavia tunnuksia.

RB = Suorakaidepalkki

LB = Leukapalkki

DLB = 2-Puoleinen leukapalkki

LFB = Matalapalkki

SIB = HI-Palkki

IB = I-palkki

BX = Ristipalkki

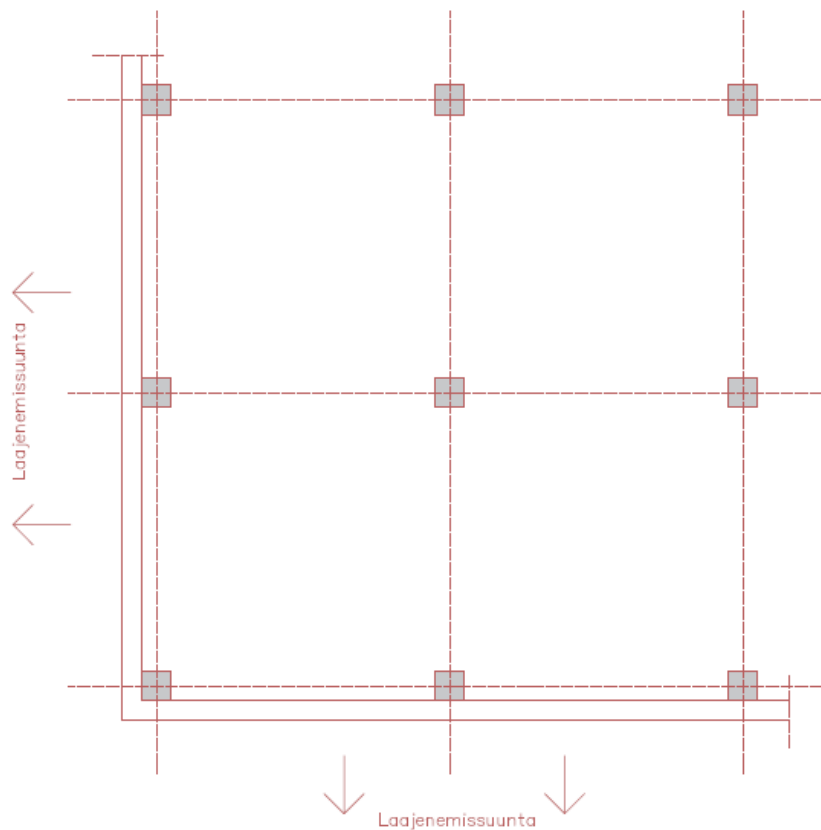
Palkkien mitoissa on Suomeen nähden poikkeamaa. Suorakaidepalkkien mitat eivät ole Suomen tapaan leveydellä 180, 280, 380 ja 480 sekä korkeudella 280, 380, 480, 580, 680, 780, 880 sekä 980 mm, vaan Norjassa leveydet ovat 200, 300 ja 400 mm sekä korkeudet 400, 500, 600, 700, 800 sekä 900 mm. Norjassa kerrostalojen kantavat päätypalkit voivat olla teräspalkkeja, joiden päälle itse ontelolaatat tulevat. /24, 27/

3.2.3 Pilarit

Suomessa käytettävät pilarielementit ovat muodoltaan joko pyöreitä, tai suorakaiteen muotoisia. Asuinkerrostalojen pilarien minimipaksuus on 280 mm. Pilarin poikkileikkausmittoja valittaessa otetaan huomioon hoikkuus ja kapasiteetti. Suomessa pilareiden mitat menevät 180 mm:stä 780 mm korkeuteen (Taulukko 1).

Niiden tulee olla riittäviä pilarille syntyvään rasitukseen. Valmistusmitta on $n * M$ (liittymismitta) ja pilarin reunaviisteissä käytetään yleensä vakiomittaa, joka on $15 * 15 \text{ mm}^2$. Pilareiden sijoituksessa otetaan huomioon rungon moduuliverkko, joka on Suomessa normaalista 12M. Normaalisti pilarit sijoitetaan moduuliverkon keskeisiin kohtiin. /9/

Norjassa pilareiden mitat mitoitetaan siten, että asteikko alkaa leveydestä 200 mm ja korkeudesta 200 mm (Taulukko 2). Pilareiden poikkileikkausarvoja vertaillaan tämän kappaleen lopussa taulukoilla. Niin Norjassa, kuin Suomessakin pilareiden maksimipituudet monikerrospilareille ovat 15 m ja suurimmat valmistettavat pilarit ovat 24 m pitkiä. Norjassa toimii myös samanlainen moduuliverkkojärjestelmä, jonka yleisin sijoitustapa pilareille on keskeisesti juuri kuten Suomessa. Moduulijärjestelmänä toimii 12M- ja 24M-asteikot. Sisäseinille voidaan käyttää 6M-asteikkoa. /24/



Kuvio 3. Pilarien sijoitus moduuliverkkoon.

Taulukko 1. Pilarien poikkileikkausmitat Suomessa. Vaaka-akselilla on leveys ja pystyakselilla korkeus /6/.

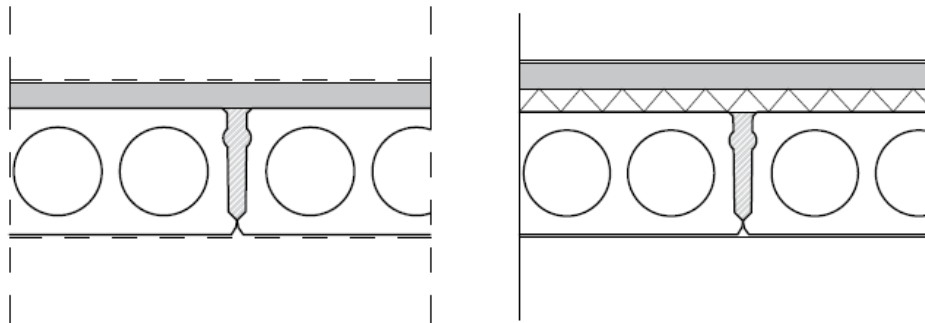
	180	280	380	480	580
180	X				
280	X	X(suositeltavin)			
380	X	X(suositeltavin)	X(suositeltavin)		
480			X	X(suositeltavin)	
580			X	X	X(suositeltavin)
680					X
780					X

Taulukko 2. Pilarien poikkileikkausmitat Norjassa. Vaaka-akselilla on leveys ja pystyakselilla korkeus /24/.

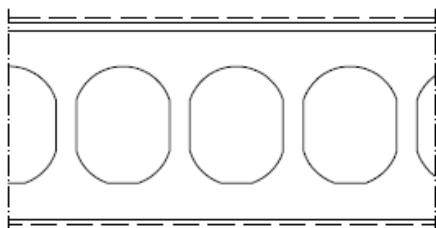
	200	300	400	500	600
200		X(suositeltava)			
300		X(suositeltava)	X(suositeltava)	X(suositeltava)	
400			X(suositeltava)	X(suositeltava)	X(suositeltava)
500				X(suositeltava)	X(suositeltava)

3.2.4 Laatat

Suomessa laatat valetaan joko paikallavaluna tai ne tehdään etukäteen valmiista elementeistä. Yleensä asuinkerrostalojen vaakarakenteina toimii jännitetty laatta rakenne ontelolaatta, kuorilaatta tai massiivilaatta. Ontelolaatan hyöty on sen ontelomainen rakenne, josta saadaan vietyä tarvittavat LVIS-putket ja -johdotukset lävitse. Ontelolaatoista yleisimmät asuinkerrostaloissa käytettävät laattatyypit ovat O27 ja O37. (Kuvio 4 ja 5). Laattatyypeistä ohuempaa laattaa käytetään yleensä asuinkerrostalojen yläpohjana ja paksumpaa ala- ja välipohjana. Ontelolaatan vakioleveys on 1200 mm. /10, 11/



Kuvio 4. Rakennetyyppikuviot pintatasoitteella olevasta välipohjalaatasta sekä kelluvasta laatasta, jossa eriste laatan ja pintavalun välissä. Laattatyyppi O27 ja pintavalu pintamateriaaleineen yli 50 mm.



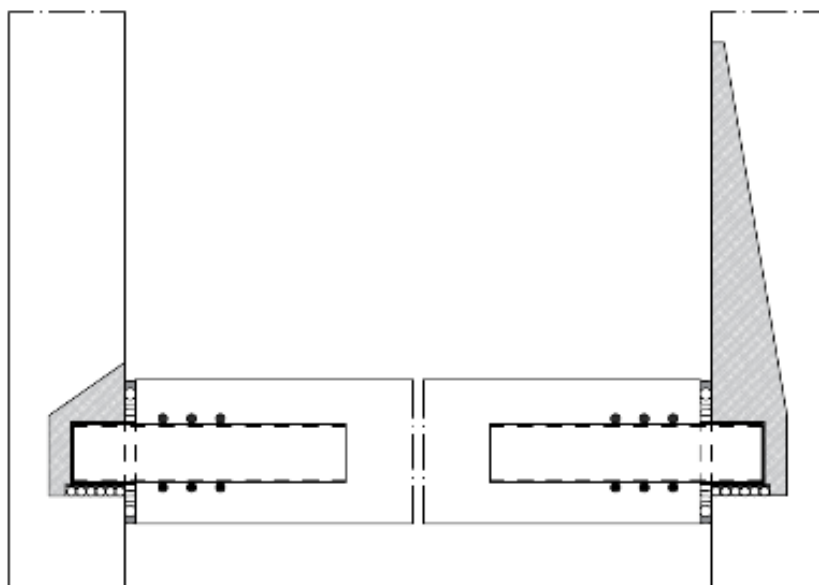
Kuvio 5. Ontelolaattatyyppi O37. Pintavalun paksuus 20 mm.

Taulukko 3. Ontelolaattatyytit Suomessa

Ontelolaattatyytit	Korkeus [mm]	Elementin paino [kg/m ²]	Paino saumattuna [kg/m ²]	Vähimmäistukipinta [mm]	Maksimijänneväli [m]
O15	150	205	215	60	7,0
O20	200	245	260	60	11,0
O27	265	360	380	60	13,5
O32	320	380	400	60	16,0
O37	370	485	510	60	14,0
O40	400	435	465	100	18,5
O50	500	560	600	100	20,0

Massiivilaatan hyöty tulee siitä, että se voidaan tehdä myös ristiin kantavana, normaalista yhteen suuntaan kantavasta laattaelementtirakenteesta poiketen. Näin

ollen massiivilaatta kestää suurempia viiva- ja pistekuormia. Laattojen maksimit mitat Suomessa ovat 3 m leveys suuntaan ja 8 m pituussuuntaan. Asuinkerrostalon laatan minimipaksuus on 280 mm, ja maksimipaino 10 tonnia. Massiivilaatta sijoitetaan useimmin porrashuoneeseen lepo- ja kerrostasoiksi. Seinien ja laatan liitos toteutetaan äänieristävällä liitoksella, usein RVK-kiinnikkeillä tai teräsputkikannatuksella, jossa on neopren-kaista (Kuvio 6). /12/



Kuvio 6. Massiivilaattaelementti ja sen kannatus.

Kuorilaatta toimii esijännitettyinä rakenteena yhdessä lopullisen pintavalun kanssa. Se on paksuudeltaan Suomessa 100, 120 tai 150 mm paksu. Pintavalu vaihtelee 100–200 mm välillä. Vakioleveys laatalle on 1200 mm ja maksimijänneväli 10 000 mm. Kuorilaattaan tehdään valmiiksi tehtaalla ansaat, jotka uppoutuvat lopulliseen pintavaluun varmistaen hyvän kiinnityksen kerrosten välille. Kuorilaatan hyöty on se, että se toimii hyvin erilaisten liitostyyppien kanssa. Oli liitos sitten betoni-betoni liitos tai betoni-teräслиitos, molemmat ratkaisut soveltuvat kuorilaatan yhteyteen. /13/

Norjassa käytetään vaakarakenteena ontelolaattaa, paikallavalettua tai elementtistä massiivilaattaa sekä kuorilaattaa. Norjassa käytetään muuten samoja

ontelolaattatyyppejä, kuin Suomessa, mutta tyypit O15 ja O37 ovat harvinaisia tai niitä ei käytetä ollenkaan. Sen sijaan Norjassa käytetään väliarvoja, jotka näkyvät taulukossa 3. Vakioleveytenä on 1200 mm leveä laatta. /24/

Taulukko 4. Ontelolaattatyypit Norjassa.

Ontelolaattatyypit	Korkeus [mm]	Elementin paino saumattuna [kg/m ²]	Maksimijänneväli [m]
O20	200	260	10
O22 (Välimitta)	220	310	10
O27	265	370	13
O285 (Välimitta)	285	420	13
O32	320	420	15
O34 (Välimitta)	340	470	15
O40	400	500	17
O42 (Välimitta)	420	550	17
O50	500	680	19
O52 (Välimitta)	520	730	19

Kuorilaattojen käyttö Norjassa on yleistä. Poikkileikkausmitat vaihtelevat sen mukaan, onko rakenne yksinkertaisesti jännitetty vai jatkuvalla jännityksellä. Kuorilaatan paksuus vaihtelee 50–90 mm. Yleisimmät paksuudet kuorilaatoille ovat 50 ja 70 mm. Maksimileveys on 50 mm laatalle 2400 mm ja 70 mm laatalle 1200 mm. Maksimipituus yksinkertaisesti jännitetyllä 70 mm laatalle on 7300 mm ja jatkuvalla jännityksellä 10500 mm. 50 mm paksulla laatalle yksinkertaisella jännityksellä pituus on 5500 mm ja jatkuvalla 7500 mm. /30/

Massiivilaattaelementit tehdään Norjassa joko elementeistä, tai osittain myös paikallavalutyönä, jos laatoilla on jäykistävä vaikutus runkoon. Laattojen yleisin sijoituspaikka on porrashuone. Porrashuoneen tekeminen elementeistä nopeuttaa muun rakennuksen valutöitä. Laattaelementeissä on käytössä RVK-kiinnikkeet erilaisilla ääntä eristävillä ratkaisuilla. /31/

3.3 Suurimmat eroavaisuudet sekä yhtäläisyydet runkorakenteissa Norjan ja Suomen välillä

Norjassa ja Suomessa on käytössä suurilta osin samanlaiset runkojärjestelmät. Käytössä on esimerkiksi kantavat ulko- ja väli seinät, sekä kantavat pilarit, jotka ovat myös toiselta nimeltään pilarilaattoja. Erona se, että Suomessa on yleisempää

käyttää kantavia ulkoseiniä, mutta Norjassa käytetään rakennuksen päädyissä teräspalkkeja. Myös julkisivu on Suomessa osittain kantava, mutta Norjassa se tehdään usein puusta, eikä sillä ole kantavaa ominaisuutta. Alhaalla olevasta taulukosta selviää pääkohdat rakenteellisista eroista Norjan ja Suomen välillä.

Taulukko. 5 Runkorakenteiden erot ja yhtäläisyydet.

Runkojärjestelmän osa:	Yhtäläisyydet:	Eroavaisuudet:
Seinät	<ul style="list-style-type: none"> - Sandwich seinät - Massiiviseinät - Seinäelementtien korkeus 	<ul style="list-style-type: none"> - Kuoripaksuudet - Julkisivu
Palkit	<ul style="list-style-type: none"> - Betonipalkkityypit - Käyttötarkoitus 	<ul style="list-style-type: none"> - Teräspalkit päädyissä sekä keskellä - Palkkitunnukset - Palkkien mitat
Pilarit	<ul style="list-style-type: none"> - Sama moduulijärjestelmä - Pilarityypit - Enimmäis pituudet 	<ul style="list-style-type: none"> - Pilarien mitat
Laatat	<ul style="list-style-type: none"> - Ontelolaatat - Kuorilaatat - Massiivilaatat - Porrashuoneet - Ontelolaatan kelluva ja pintatasoitteellinen rakenne 	<ul style="list-style-type: none"> - Ontelolaattatyyppit - Ontelolaatan maksimi jänneväli - Kuorilaattojen paksuudet

Suomessa ja Norjassa rakennettavat seinäelementit ovat samanlaisia ja toimivat samalla periaatteella. Seinien kuorien paksuudet vaihtelevat jonkin verran sandwich-elementin sisä- ja ulkokuorissa, sekä massiivisessa seinäelementissä. Kuorien paksuuteen vaikuttaa kuitenkin Suomen tapaan rasitusluokka ja ympäristön olosuhteet. Tällöin voidaan todeta, että Norjan ilmasto on kosteampaa vuoden ympäri, kuin Suomessa, joten se määrittää paksuudet hieman eri tavalla. Myös ulkonäkö vaihtelee paljon arkkitehtuurisista syistä ja Norjassa rakennetaan paljon puisia julkisivuja. Julkisivu ei toimi kantavana samalla tavalla, kuin Suomessa olevat julkisivurakenteet pääosin toimivat. Seinäelementtien korkeuksia ja pituuksia ohjaa kuljetus, joten ne ovat samaa enimmäiskorkeutta ja pituutta, kuin Suomessa. /6–8, 24, 28/

Betonipalkkien tyypeissä ei ole eroavaisuuksia muualla, kuin niiden liittymissä muihin rakenteisiin. Näitä liitoksia käsitellään kappaleessa 4. Palkkitunnukset ovat

erilaiset ja ne voidaan nähdä sivulla 15. Palkkien poikkileikkausmitoissa on myös eroa. Maat käyttävät mitoissa 100 mm välejä, mutta Norjassa käytetään tasalukuja esimerkkinä 300–400 mm, kun taas Suomen mitat menevät 80 mm asti, esimerkkinä 280–380 mm. Tämä johtuu moduulimittojen tasamitoista ja asennusvälistä. /11, 24/

Pilarit käyttävät samaa moduuliverkkojärjestelmää, joka on molemmissa maissa yleensä 12M. Pilarit asetetaan järjestelmään keskeisesti. Poikkileikkausmitat vaihtelevat samaan tapaan, kuin palkeilla. Pilarien enimmäispituudet ovat samoja 15 m ja 24 m. /9, 24/

Laattatyypit ja käyttökohteet niille ovat samanlaisia. Laattojen leveydet ovat samoja, mutta muut mitat vaihtelevat. Ontelolaattatyyppejä O15 ja O37 ei käytetä Norjassa juuri lainkaan. Suomessa käyttö on yleisempää. Ontelolaattojen maksimi jännevälit ovat Norjassa jokaisen laattatyyppin kohdalla metrin Suomea vähemmän. Kuorilaatat toimivat samalla periaatteella, kuin Suomessa, mutta niiden paksuudet vaihtelevat. Norjassa yleisimmät käytettävät paksuudet laatoille ovat 50 mm ja 70 mm, kun Suomessa vastaavat paksuudet ovat 100, 120 tai 150 mm. Myös enimmäispituus laatalle eroaa. Suomessa maksimi jänneväli on 10 000 mm, kun Norjassa se on 10 500 mm. Massiivilaattojen sijoituspaikka porrashuonetasoiksi on sama molemmissa maissa. Myös kiinnitystavat ovat samanlaisia. /10–11, 13, 24, 30/

3.4 Akustiikka- ja palovaatimukset maiden välillä

Asuinkerrostalon suunnittelussa tulee huomioida nykyisten määräysten velvoittamat akustiikka- ja palomääräykset. Kahdessa seuraavassa lukukappaleessa kerrotaan molemmista aihealueista sekä maiden suunnittelukäytännöistä. Vertailu tapahtuu kappaleissa samanaikaisesti.

Palo ja akustiikkasuunnittelua ohjailevat maan kansalliset liitteet sekä eurokoodi. Suomessa käytetään myös rakentamismääräyskokoelmaa sekä RT-kortistoja, jotka helpottavat arkkitehdin sekä suunnittelijan työtä. Näissä kortistoissa on kerrottu yleisistä periaatteista sekä lain sallimista määräyksistä ja arvoista, joita tulee ottaa

huomioon asuinkerrostalon rakenteiden valinnassa. Norjassa toimii Suomen RT-kortistoja vastaava TEK-kortisto, joissa kerrotaan palo-, sekä akustiikka-asioista tarkemmin.

3.4.1 Akustiikka

Asuinkerrostaloa suunniteltaessa on tärkeää, että äänet eivät kulkeudu rakenteiden läpi tai niitä pitkin huoneistosta toiseen. Suomessa suunnittelussa otetaan huomioon keskeisesti neljä kokonaisuutta, jotka aiheuttavat meluhaittaa asukkaille. Näitä äänilähteitä ovat: ilmaäänät, askeläänät, teknisten laitteiden aiheuttamat äänet sekä ulkopolliset äänet.

Ilmaääneneristyksen tarkoituksena on rakennuksen sisällä ilmaan aiheutetun äänen eristäminen. Näitä ilmaääniä ovat esimerkiksi puhe ja musiikki. Betonirakenteilla on jo itsessään suuren massansa ansiosta hyvä ilmaääneneristävyys. Paikallavalurakenteena turhat raot jäävät pois, joten eristävyys on elementtirakennetta parempi. Rakennuksen ilmaääneneristävyyttä mitataan Suomessa eristävyysindeksin RW avulla, jonka kaava on:

$$R = -10 \lg (W_2/W_1) \text{ dB}$$

Kaavassa W_1 on rakenteeseen kohdistuva ääniteho ja W_2 rakenteen kautta sen toiselle puolelle välittyvä ääniteho. /20/

Askeläänät muodostuvat huoneistojen välille rakenteen välipohjissa mm, askeleiden, esineiden putoamisten tai huonekalujen siirtämisen vaikutuksista. Välipohja säteilee ääntä iskujen voimasta. Betonirakenteet eristävät jo sinänsä ääntä hyvin, mutta välipohja voidaan tehdä kelluvaksi, jolloin pohjaan asetetaan erillinen eristekerros betonin päälle, jolloin askeleet ja iskut vaimenevat. Askelääntä voidaan heikentää myös pehmeillä pintamateriaaliratkaisuilla. Suomessa askeläänän tasoa ilmaistaan tasolukuna $L_{nT,w}$, joka perustuu mittauksiin. Pienempi arvo on suurta arvoa parempi. /20/

Teknisten laitteiden äänet, kuten lämmitys-, vesi- ja viemärlaitteet, ilmanvaihtolaitteet sekä hissit tuottavat haittaääniä asuintiloihin. Näille äänille

annetaan Suomessa yleisesti kaksi suurinta sallittua äänitasovoimakkuutta, joita ilmaistaan keskiäänentasona $LA_{eq,T}$ sekä maksimiäänitasona LA_{max} . Rakenteen runkoon kiinnitetyt tekniset laitteet, joissa on liikkuvia osia aiheuttavat värinää rakenteeseen. Laitteisiin asennetaan tärinäeristimet. Eristävyyttä parannetaan suunnitteluvaiheessa viemällä johdotukset sekä putkitukset vaakasuuntaisesti välipohjalaattaan. Vähentämällä asuntojen välisien seinien lävistämistä parannetaan niin ilma, kuin askeläänieristävyyttä merkittävästi. Ilmanvaihtokanaviin asennetaan äänenvaimentimet. /19, 20/

Rakennuksen ulkopuolisten äänien eristykseen ei Suomessa ole erillisiä määräyksiä johtuen siitä, että eri sijainneissa on erilaiset liikennemelut. Määräykset annetaan kuitenkin kaavamääräyksinä asemakaavassa. Eristävyyttä parannetaan betonin omalla massalla. Tällöin paras vaihtoehto eristämiseen on paikalla valettavat betonirakenteet, jotka suuren massansa ansiosta eristävät liikennemelua hyvin. /20, 21/

Suomessa käytettiin vielä aiemmin vanhan rakentamismääräyskokoelman C1-rakennusmääräyksiä aina 2017 loppuun asti, kunnes uusi kokoelma kumosi aiemman osan 2018 vuoden alusta. Uuden määräyskokoelman mukaan pienimmät sallitut äänitasoeroluvut DnT,w asuntojen, majoitus- ja potilashuonetilojen välillä ovat 55 dB ja askeläänitasoluvut LnT,w ovat 53 dB. Uloskäytävistä asuin, majoitus- ja potilashuoneeseen määrä on 39 dB ja askeläänitasoluku 63 dB. /32/

Norjassa akustista suunnittelua ohjaa Suomen tapaan eurokoodit sekä rakentamismääräyskokoelmat. Varsinkin eurokoodi NS-8175 on Norjassa se, jonka mukaan suunnitteluarvoja luodaan. Suomen tapaan Norjassa on käytössä ilmastointia eristävä kerroinluku RW , sekä askeläänikertoimenä sama Ln,w . Norjassa isoimpana erona Suomeen verrattuna on ennen Suomessakin toimineet ääniluokat A, B, C, D, jotka ovat Norjassa käytössä edelleen. Ääniluokista A on parhaan eristävyyden omaava luokka ja D huonoin. Pienimmät sallitut ilmastointieristävyyden arvot Norjassa huoneistojen välillä ovat 55 dB ja askeläänieristävyyden 53 dB, jotka ovat samat, kuin Suomessa. /28/

Rakenteellisesti norjalaiset käyttävät suomalaisten tapaan kaksinkertaisia rakenteita. Kaksinkertaisella rakenteella parannetaan äänen eristävyttä luomalla kahden yksinkertaisen rakenteen välille kerros, joka toimii joustavana ilmatilana tai kerros, joka täytetään ääntä eristävällä materiaalilla. Lisäksi Norjassa käytetään kuvion 4 tapaista kelluvaa laattarakennetta rakennuksen välipohjissa. /28/

3.4.2 Palomääräykset

Betonirakenne kestää hyvin paloa kivipohjaisena aineena, eikä se levitä paloa tai tuota myrkyllisiä kaasuja ympärilleen. Mitä paksummaksi betoniset seinät ja laatat tehdään, sen kauemmin rakenne pystyy kestämään paloa. Runko ja asuintilojen väliset seinät tehdään betonista, joka eristää palon leviämistä. Pintoihin laitetaan usein kipsilevyt, jotka kestävät yksistään 30 minuutin palon. Betonirakenteille on olemassa kuitenkin Suomessa paloaltistustandardi REI, jonka pohjalle suunnittelu tehdään. Vain osastoivuus huomioiden tiiviys E ja vaadittaessa eristävyys I. Vain kantavuus huomioiden mekaaninen kestävyys R ja osastoivuus sekä kantavuus huomioiden kriteerit R, E- ja vaadittaessa I. Rakenteille annetaan kirjainten perään jokin numero arvo. Suomessa yleisimmät arvot ovat REI 30 ja 60. Numero tarkoittaa palon kesto aikaa minuutteina. /15, 16/

Suomessa noudatetaan rakentamismääräyskokoelmassa annettuja paloluokituksia. Paloluokitukset jakaantuvat P0-, P1-, P2- ja P3-luokkiin. Näillä luokille annetaan omat asetukset, joita suunnittelussa otetaan huomioon. Asuinkerrostalot ovat yleensä P1- ja P2-luokkien rakennuksia. Määräävänä tekijänä paloluokkia annettaessa on rakennuksen korkeus ja kerroslukumäärät. Asuinrakennuksen suurin sallittu korkeus paloluokassa P2 on yli 2-kerroksiset talot, jotka ovat enintään 28 m korkeita. P1-luokan rakennukset ovat yli 2-kerroksisia, enintään 56 m korkeita. Paloluokan rakennukselle antaa palokonsultti. Jos rakennusten välinen etäisyys on alle 8 m, tulee rakennukset suojata palon leviämiseltä. P1-luokan rakennukselle määrätään palokuorma ja tämän perusteella palokuormaryhmä. Palokuormaryhmät määritetään laskelmalla tai palo-osaston käyttötarkoituksen perusteella. Palokuormaryhmät noudattavat yksikköä MJ/m², jotka ovat: /17/

- 1) Alle 600 MJ/m²

- 2) Vähintään 600 MJ/m², mutta enintään 1200 MJ/m²
- 3) Yli 1200 MJ/m²

Norjassa palomääräykset löytyvät heidän TEK-17-kortistosta sekä eurokoodista. Paloluokat määrätään 1–4:seen PL1 ollessa palomääräyksiltään heikoin ja seuraamuksiltaan vähäisin ja PL4 ollessa vaativin suurilla seuraamuksilla. REI asteikot ovat REI 15, 30, 60, 90, 120, 180, ja 240. Suomen tapaan Norjassa on myös materiaaleille, kuten esimerkiksi ikkunoille olemassa vähimmäisluokka A2-s1, d0, jota käytetään kuvaamaan laatua, minkä rakenteen tulee täyttää palomääräysten mukaan. Muita pintaluokkia ovat esimerkiksi B-s1, d0 sekä D-s2, d2, jotka ovat laaduiltaan huonommin paloa kestäviä. Norjassa rakennusten välisen etäisyyden ollessa alle 8m tulee rakennus suojata palolta. /18/

Palokuormaryhmittely toteutetaan Suomen tapaan yksikössä MJ/m². Seuraavassa on esimerkki osastoivista paloseinistä, eli palomuureista Norjassa. Palokuormitusmäärät menevät seuraavanlaisesti:

- 1) alle 400 MJ/m²
- 2) 600 MJ/m²
- 3) 600-800 MJ/m²

Paloluokassa 2 ja 3 osastoivissa seinissä käytetään heikomman palokuorman, eli alle 400 MJ/m² asteikolla REI 120 ja materiaaleille A2-s1, d0 laatuja. 600 MJ/m² palokuormille asteikko on REI 180 ja 600-800 MJ/m² kuormalla vaatimus on REI 240. Osastoiville palomuurille on Norjassa vähimmäispituudet, joiden rajoissa palomuurit täytyy tehdä. Jos rakennus on kiinni toisessa rakennuksessa, tulee osastoivan muurin ulottua seinän liittymästä, eli sisänurkasta 8,0 m päähän. Jos taas palomuri on tehty molemmille seinustoille, tulee niiden ulottua sisänurkasta 5,0 m päähän. Norjassa palomuurin tulee täyttää kokonaisuudessaan materiaalivaatimus A2-s1, d0. /18/

Suomessa osastoivan palomuurin palokuromaluokitus noudattaa aiemmin mainittua:

- 1) Alle 600 MJ/m²

- 2) Vähintään 600 MJ/m², mutta enintään 1200 MJ/m²
- 3) Yli 1200 MJ/m²

Eroavaisuus Norjaan huomataan jo tässä luokitteluvaiheessa. Suomessa palomuurin tulee täyttää yli 14 m korkeissa P0- ja P1-luokkien rakennuksissa materiaalivaatimus A1-s1, d0. Norjassa ei mainita rakennuksen korkeudesta mitään, vaan rakennus on lain mukainen, kun se täyttää alemman tason, eli A2-s1, d0. Palokuormittelu MJ/m² noudattaa muilta osin Norjan kaavaa, eli mitä vaativampi paloluokka sitä korkeampi REI luokitus. REI-arvot ovat asuinkerrostaloille samat kuin Suomessa. /18/

Norjassa materiaaliluokitukset noudattavat uuden eurooppalaisen standardin mukaisia sääntöjä. Käytössä on kuitenkin myös Norjan vanha paloluokitus ja merkinnät, joita he käyttävät edelleen yhdessä uuden standardin kanssa. Vanha luokittelu on kuitenkin siirtymässä pois käytöstä. Seuraavassa taulukossa on vertailu Suomen ja Norjan materiaaliluokille. Norjan TEK-17-sivustolta saadussa vertailutaulukossa ei lue paloluokkia kyseisille arvoille, mutta voidaan todeta, että kyseinen esimerkkitaulukko ei ole asuinkerrostalosta vaan 1–2 kerroksisista taloista. Tahdon antaa lukijalle vertailupohjan, josta nähdään, kuinka paljon materiaalit vaihtelevat Suomeen nähden. TEK-17:stä selviää kuitenkin, että jos rakennuksen kantavien osien tulee täyttää luokka A2-s1, d0, on kaikkien rakennusosien täytettävä sama vaatimusluokka. /18/

Taulukko 6. Materiaalivertailu.

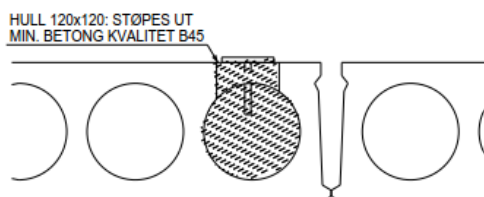
Suomi (PL2)		
Osa	Materiaali	Luokka
Sisäpuoliset seinät ja katot	D-s2, d2, B-s1, d0(1-2krs) A2-s1, d0(yli 2krs)	
Lattiapinnat	Dfi-s1	
Kate	BR00F-(t2)	
Palomuri	A1-s1, d0	EI-M 120
Ilmanvaihtojärjestelmä	A2-s1, d0	
Norja		
Osa	Materiaali	
Sisäpuoliset seinät ja katot	D-s2, d0/B-s1, d0	
Lattiapinnat	Dfi-s1	
Kate	BR00F-(t2)	
Palomuri	A2-s1, d0	REI 120-M
Ilmanvaihtojärjestelmä	A2L-s1, d0	

3.5 Maanjärityksen vaikutus Norjassa

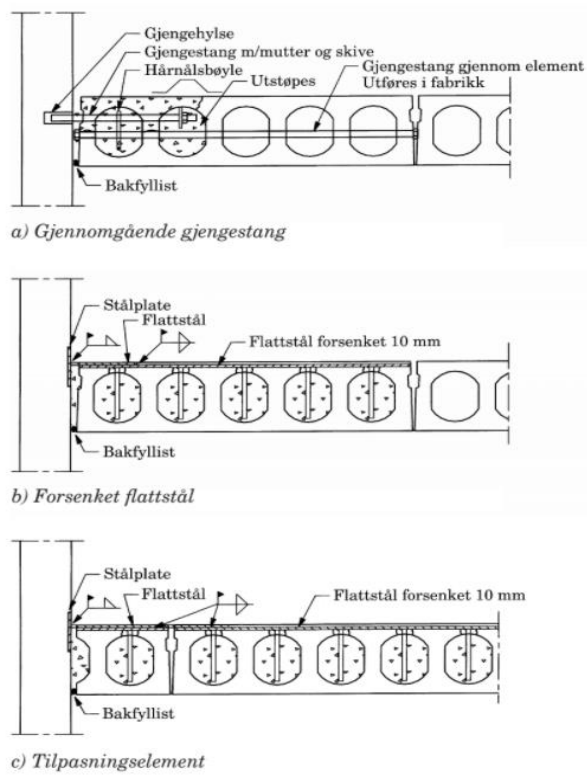
Norjassa on huomioitava maanjärityksen vaikutus rakennusten suunnittelussa. Suomessa tätä maanjärityksmitoitusta ei huomioida. Norjan yleisimmät maanjäritysalueet sijaitsevat Oslossa etelä Norjassa, Agderin maakunnassa, Bergenin kaupungin ympärillä sekä huippuvuorilla Svalbardissa, jossa on mitattu Norjan kovimmat maanjäritykset. Kovimmat lukemat ovat 5–6 Richterin asteikon kohdilla ja värinät voivat kestää 4–7 minuuttia. /22/

Norjassa mitoitus pohjautuu heidän kansalliseen liitteeseen NS-EN 1998-1 aiheesta maanjäritys. He määrittävät maatyypit ja rakennuskohtaiset luokitukset (luokat 1–4), joiden mukaan mitoitukseen saadaan kertoimet taulukoista. Lisäksi mitoituksessa huomioidaan alueelliset kallioperän kiihtyvyydet, jotka ilmaistaan aluekartoilla. /23/

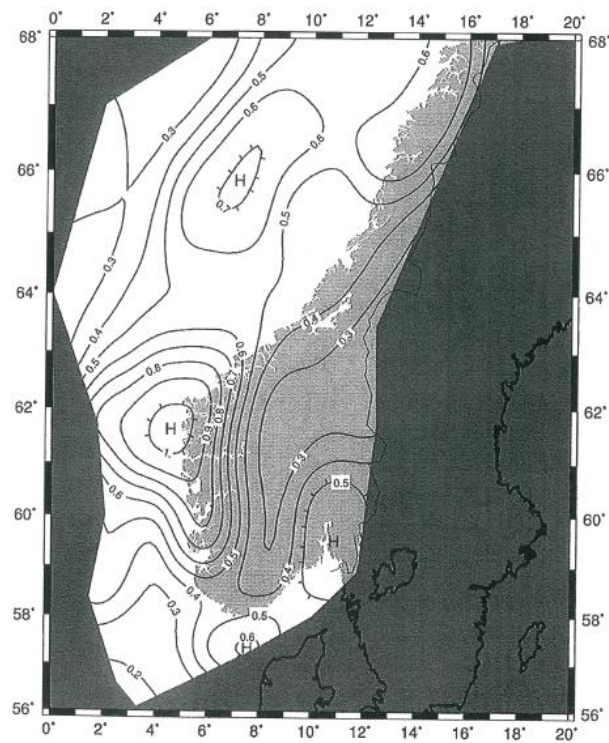
Rakenteellisesti maanjäritykset aiheuttavat laattojen siirtymisen myötä suuria leikkausvoimia rakenteeseen. Näitä leikkausvoimia pyritään hallitsemaan lattateräksillä laatussa (Kuvio 7). Lattateräkset sijoitetaan ontelolaatan ontelon kohtaan keskelle. Teräkset ottavat vastaan leikkausvoimat ja siirtävät ne siten kuormiksi seinille. /29/



Kuvio 7. Lattateräs ontelolaatassa /29/.



Kuvio 8. Laatan ja seinän väliset liitokset Norjassa suurten voimien vallitessa /38/.



Kuvio 9. Maanjäristysalueiden kallioperän kiihtyvyyssarvoja Norjassa /23/.

4 ELEMENTTIDETALJIT

Aiemmin piirustukset tehtiin käsin piirtämällä työmaille. Varsinkin omakotitalopiirustuksissa saattoi olla epäselvyyksiä ja puutteita lähtötiedoissa. Kerrostalopiirustukset olivat parempia ja selkeämpiä. Käsin piirtämällä ei kuitenkaan saada tuotettu tarkkoja 3D-piirustuksia, joita nykypäivänä saadaan mallinnettua liitoksista hyvinkin yksityiskohtaisesti. Detaljipiirustukset tehdään kuitenkin nykyään vielä suurimmaksi osaksi 2D-piirustuksina. Tulevaisuudessa tilanne saattaa olla toisin.

Detaljipiirustusten tarkoituksena on kuvata periaatteeltaan eri tyyppiset rakenneratkaisut liitoksissa tarkentavina kuvina. Piirustuksissa selvennetään raudoittamista sekä raudoitteiden asentamista koskevat asiat. Elementtirakentamisessa liitokset ovat tärkeitä saada työmaille ja elementtitehtaille niin selkeinä piirustuksina, jotta niiden pohjalta on helppo todeta, kuinka kyseinen liitos toimii ja miten elementit saadaan kiinnitettyä toisiinsa. Tavallista on, että piirustuksissa käytetään myös selvyyden takia tekstejä ja mittoja.
/25/

4.1 Liitokset ja niiden valintaan vaikuttavia tekijöitä

Suunnittelijan tulee ottaa huomioon liitoksia suunniteltaessa se, että liitos kestää siihen syntyvät rasituskuormat ja toteuttaa toiminnallisesti sen tarkoituksen. Suunnittelu toteutetaan niin Norjassa, kuin Suomessa eurokoodin SFS-EN 1992-1-1 mukaisesti. Liitoksia valitessa huomioidaan seuraavia asioita:

- 1) Tukipinnan suuruudet
- 2) Kuormituksen määrä
- 3) Muut rasitukset, kuten lämpötilanmuutos, rakenteen vinous sekä epäkeskeisyys
- 4) Palonkesto, akustiikka, sekä onnettomuuskuormat
- 5) Erityisvaatimukset
- 6) Koko rakenteen käyttöikävaatimus
- 7) Maanjäristyskuormitukset (Suomessa ei huomioida.)

Yleisimmin käytetyt liitostyypit ovat juotosliitos, pulttiliitos, seinäkenkäliitos, hitsausliitos sekä vaarnatappiliitos. Elementtien kuorissa käytetään useasti vaijerilenkkejä, joilla saadaan liitettyä elementit toisiinsa. Seuraavassa luvussa käydään läpi Norjan ja Suomen eri tapoja toteuttaa liitokset saman tyyppisissä rakennetapauksissa. /26/

4.2 Suomen ja Norjan elementtidetaljit

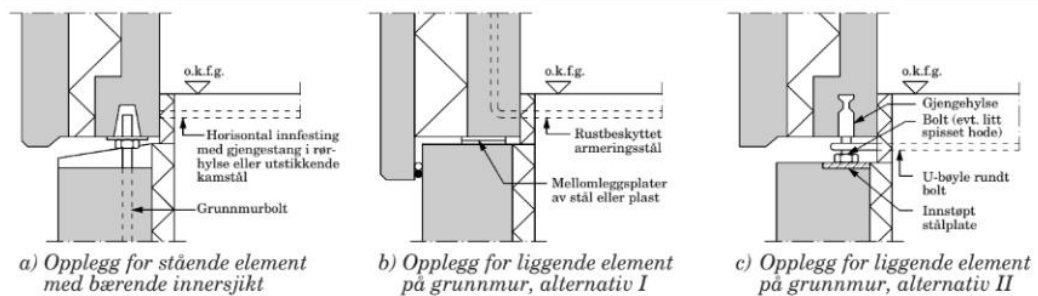
Työssä vertaillaan elementtirakentamisen yleisimpiä vakioliitoksia. Tämän osan alakappaleissa kerrotaan toteutustavat, miten molemmissa maissa tehdään perustusliitoksia, seinien ja laattojen välisiä liitoksia sekä pilarin ja palkin välisiä liitoksia. Kappaleissa käsitellään samanaikaisesti molempien maiden käytäntöjä, kuitenkin niin, että Norjan käytännöt tulevat ennen Suomea. Erot ja yhtäläisyydet kerrotaan luvussa 4.3.

Lähteinä käytetään Suomesta sivustolta elementtisuunnittelu.fi runkorakenteiden vakioliitokset pdf-tiedostoa, sekä Swecon oman detaljikirjaston kautta saamiani detaljipiirustuksia. Norjasta tiedonlähteenä on verkkokirjan *Betongelementboka A. Bygging med betongelementer* sisältämät elementtidetaljipiirustukset. Kappaleissa viitataan kuviin, jotka täydentävät tekstiä.

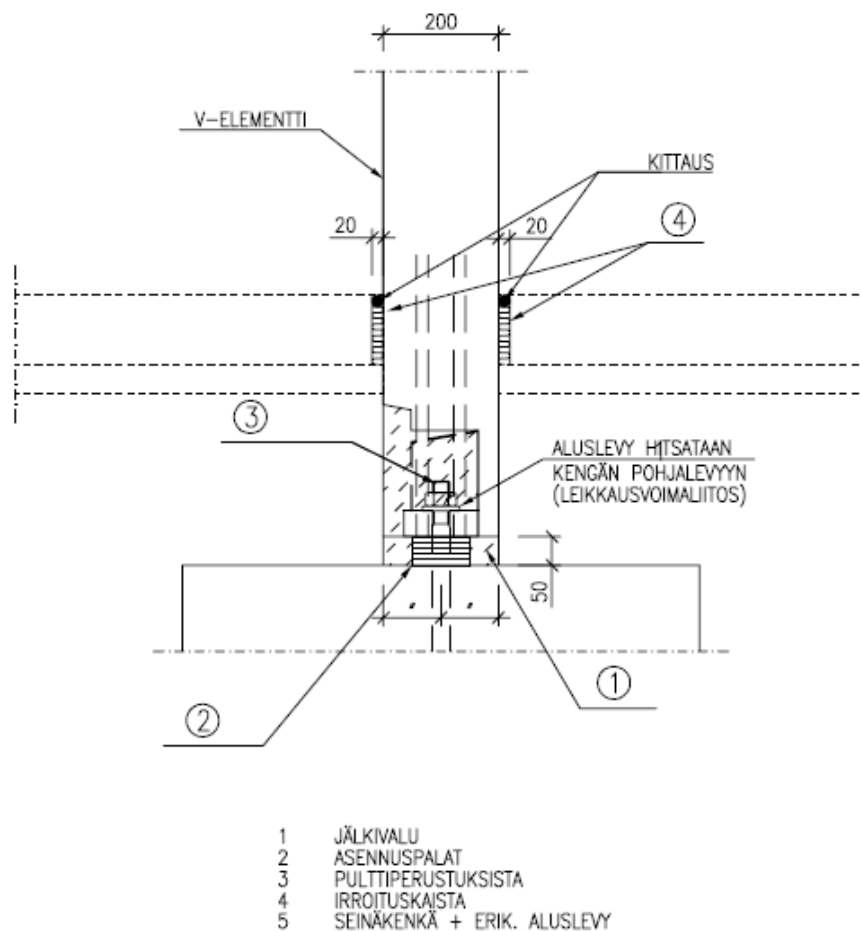
4.2.1 Perustukset

Perustuksiin käytetään molemmissa maissa eniten teräspultti- ja pilarikenkäliitosta perustuslaattaan. Pilarit kiinnitetään joko pulteilla, tai holkeilla. Pilarikenkäliitos on molemmissa maissa samanlainen. Kenkä asetetaan pilarin alle, johon asetetaan neljä pulttia. Pultin ja kengän liitos toteutetaan muttereilla kengän molemmin puolin sekä jälkivalulla. Seinät kiinnitetään perustuksiin Suomessa pultilla, jonka päälle laitetaan seinäkenkä, jos liitoksessa on vetovoimaa. Toinen tapa on kiinnittää seinä perustuksiin tappiliitoksella. Tapin ympärille tehdään kolo, johon tappi ja jälkivalu tulevat. Norjassa seinien ja perustuksien liitokset tehdään myös pultilla. Seinäkengän käyttö ei ole Norjassa yleistä. Pultti-vaihtoehdossa vaakaliitos toteutetaan ulkonevalla teräksellä tai kierretangolla ja hylsyn yhteisliitoksella. Lisäksi käytössä on pultti- ja kierrehylsyvaihtoehto, jossa kierrehylsy asetetaan

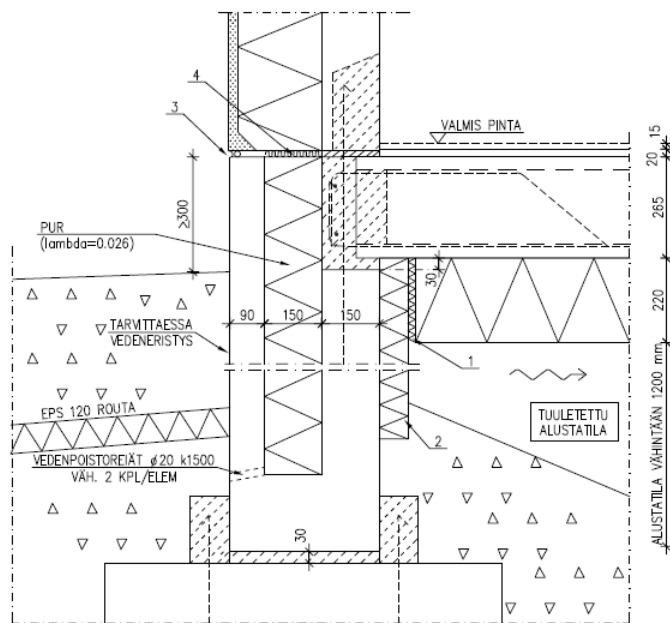
ulkoseinän sisään alaosaan ja pultti sekä mutteri perusmuurin yläpintaan. Tässä vaihtoehdossa vaakaliitos toteutetaan u-raudalla, joka kiertyy pultin ympärille. Viimeisin tapa on kiinnittää perusmuuri sekä seinä yhteen teräksisellä tai muovisilla välikappaleilla. Tällöin vaakaliitoksena toimii ruostumattomasta teräksestä alapohjaan sekä seinään liittyvä yhtenäinen raudoitus. /33, 36/



Kuvio 10. Norjan vaihtoehdot seinän ja perusmuurin liitokselle /33/.

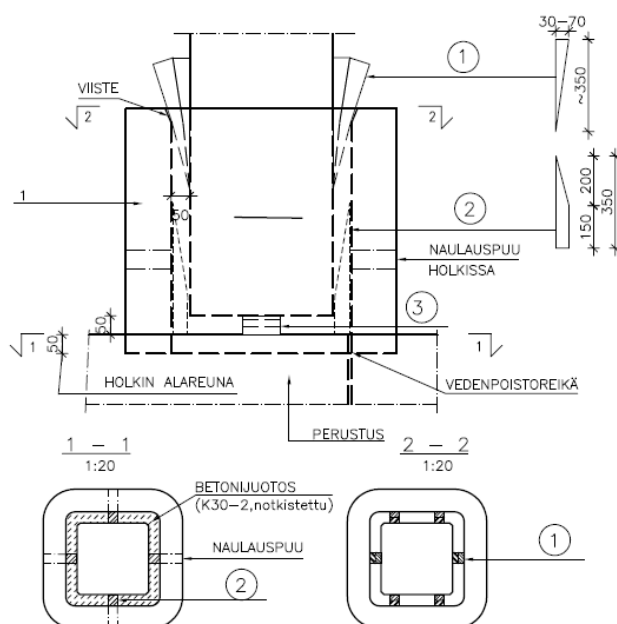


Kuvio 11. Suomessa käytettävä teräspultti-seinäkenkäliitos perustuksiin.

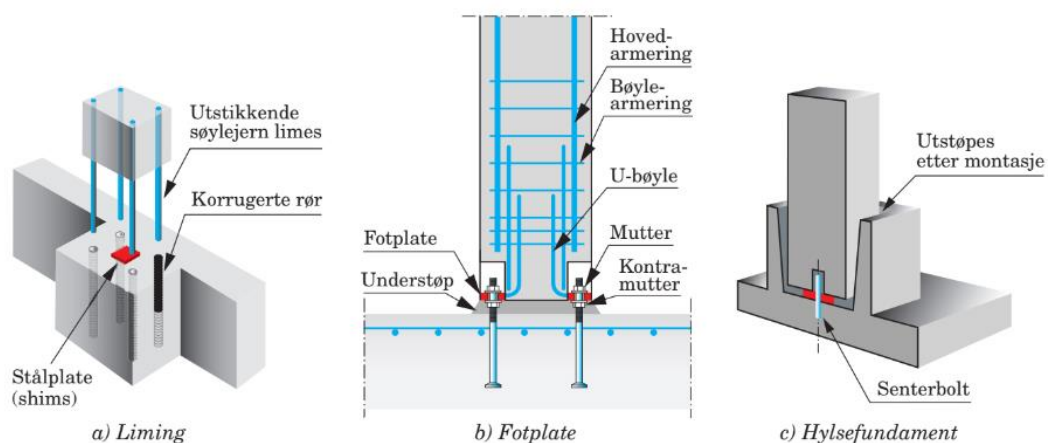


Kuvio 12. Seinän ja perustuksen välinen harjaterästappi liitos /36/.

Holkkiikiinnitystä käytetään lähinnä Suomessa. Holkki on ikään kuin muotti, johon pilari asetetaan. Suomessa holkkiikiinnitystä yleisempää on kuitenkin käyttää teräspultteja pilarissa. Pilarikenkäliitos näkyy kuviossa 11, kohdassa b /37/.



Kuvio 13. Suomessa käytettävä holkkiikiinnitys /37/.

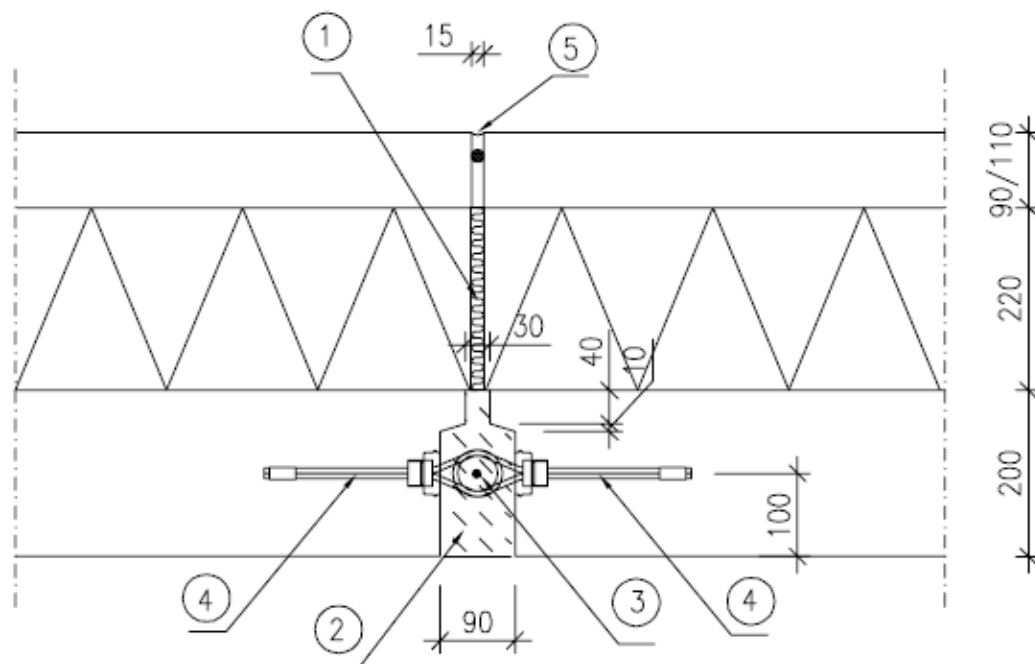


Kuvio 14. Norjassa käytettävät liitostavat pilarille /34/.

Kuviossa 11, kohdassa a oleva liitostyyppi on käytössä vain Norjassa. Liitoksessa on norjalaisille yleinen ”korrugerte rør”. Ilmaisuna se tarkoittaa muovi- tai teräsputkea, joka täytetään juotosvalulla tai liimalla. Putken sisään voidaan laittaa seinäkiinnitykseen kuuluva osa. (Yleensä teräksinen tappi tai kierretanko) Kohdassa a olevaan liitokseen käytetään liimaa terästapeissa, jotka laitetaan muoviputkeen sisään. Pilarin alla käytetään asennusteräslevyä. /34/

4.2.2 Seinien ja laattojen liitokset

Ulkoseinien väliset liitokset toteutetaan sandwich-elementissä vaijerilenkkiliitoksilla sisäkuoressa. Myös väliseinän liitos sandwich-seinän sisäkuoreen tehdään vaijerilenkkiliitoksella. Liitostapaa käytetään myös pilarin ja seinän välisessä liitosratkaisussa. Vaijerit tuodaan seinän liitossauman kohdalla yhteen ja ne sidotaan saumarautana käytettävällä harjateräksellä. Päälle laitetaan valumassa, joka täyttää vaijerilenkkiliitoksen ja syntyy yhtenäinen liitos. Vaijerilenkkikoot ovat 60 mm, 80 mm, 100 mm, 120 mm tai 140 mm. Vaijerilenkkiliitos on käytössä molemmissa maissa. Niin Suomessa, kuin Norjassakin käytetään ansaita sandwich-elementin kuorien sisällä. Ansaat sitovat elementin kuoret yhteen ja varmistavat kuorien oikeanlaisen yhteistoiminnan keskenään. /8, 36/

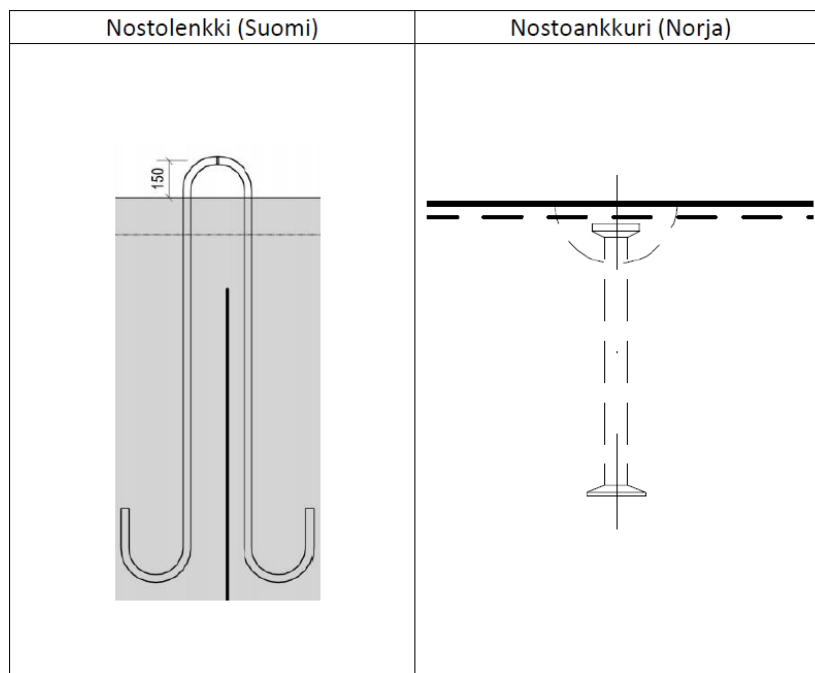


Kuvio 15. Vaijerilenkkiliitos /36/.

Seinien kiinnityksiä toisiinsa, sekä seinän ja laatan välisiä liitoksia on molemmissa maissa käytössä monia. Kiinnitystavat riippuvat kuormituksista ja voimista. Myös elementin tyypit vaikuttavat lopulliseen liitostapaan, riippuen onko kyseessä massiivinen laatta, ontelolaatta, kuorilaatta, väliseinä tai ulkoseinä. Kuormien siirtämistä betoniin välitetään SBKL-kiinnityslevyjen avulla, joita käytetään molemmissa maissa.

Seinäelementtien nostamiseen käytetään Norjassa nostoankkureita (Kuvio 16). Nostoankkuri laitetaan seinän yläosiin kahdesta kohtaa kiinni. Seinän painopisteen laskemalla saadaan nostoankkureille oikea paikka. Ankkuri asetetaan seinän sisään ja sen päähän kiinnitetään nostolenkit. Suomessa tätä menetelmää käytetään yleensä laattojen nostoissa. Seinäelementtien nostamiseen käytössä on nostolenkit.

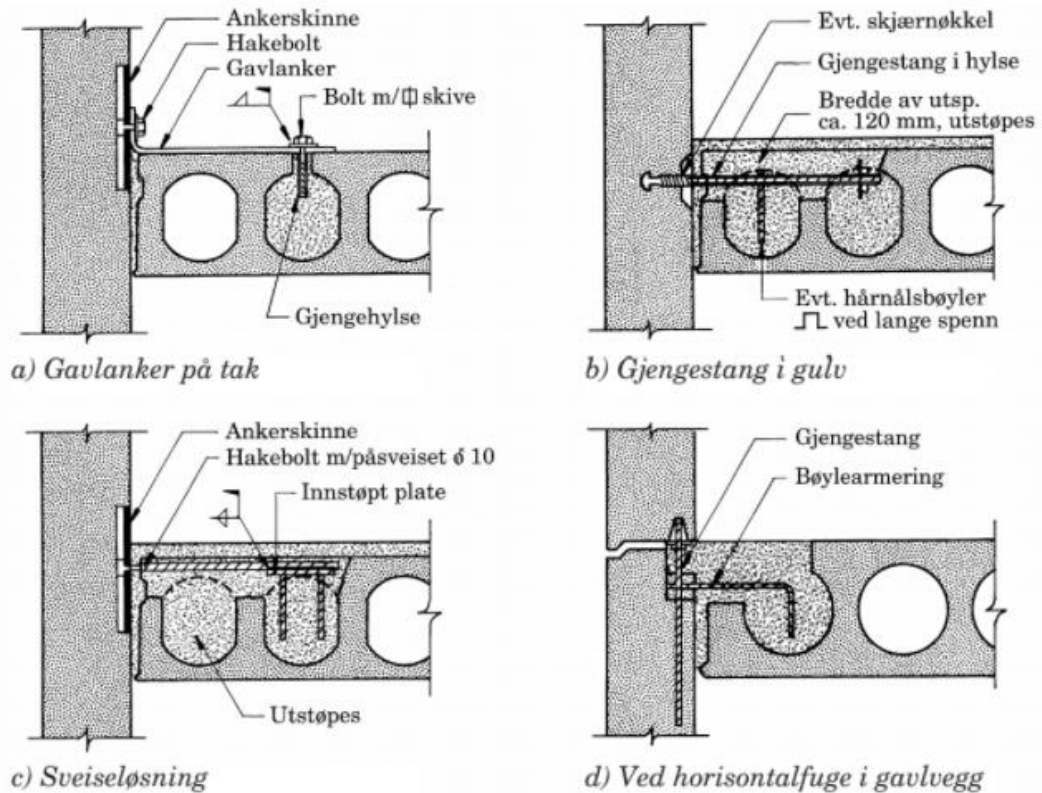
/27/



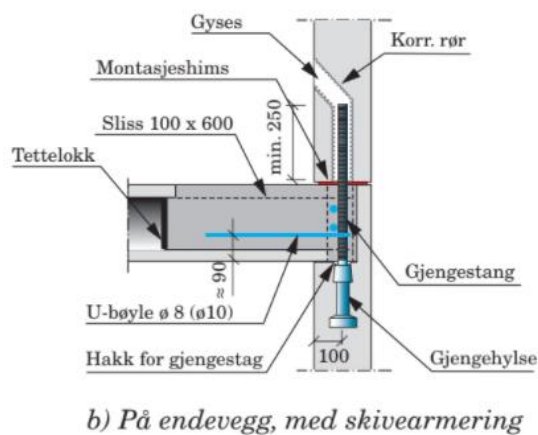
Kuvio 16. Nostokiinnikkeet.

Norjassa käytetään ontelolaattojen ja päätyseinän liitoksessa yleisesti kierretankoa, joka asetetaan vaakasuunnassa laattaan. Kierretanko kiinnitetään vastakappaleeseen, eli kierreholkkiin, joka asetetaan seinän sisään. Saman tapaista kierretanko ja hylsyliitosta käytetään myös pystysuuntaisessa liitoksessa. Tällöin vaakasuuntainen raudoitus toteutetaan u-raudalla, joka kierretään terästapin ympäri ja viedään laattaan. Kierretangolle tehdään seinässä kolo muoviputkelle, joka asetetaan seinään. Tämän jälkeen putki valetaan umpeen ja liitoksesta tulee yhtenäinen. Liitos näkyy kuviossa 12, kohdassa b. Toinen tapa on käyttää terästappia pystysuuntaisesti seinässä, joka nähdään kuvion 12, kohdassa d. Tapin ympäri kierretään vaakasuuntainen vahvistava raudoitus, joka käännetään ensimmäiseen onteloon ankkuroimaan liitos. Onteloon valetaan jälkivalu. Liitos voidaan toteuttaa myös kiinnityskiskolla, joka on seinän ja laatan välille kiinnitettävä teräslevy. Levy käännetään laatan päältä seinälle. Seinän ja kiinnityskiskon välille asetetaan ankkurointilevy, johon kiinnitetään pultti. Laatan ja kiskon välille puolestaan laitetaan pultti aluslevyllä toiseen onteloväliin. Ontelo valetaan jälkivalulla. Kiinnityskisko liitoksesta on myös toinen versio missä seinän ankkurilevy hitsataan kiinni kiskoon. Tällöin kiskolevyä ei käännetä seinälle, vaan

se on suoraan kiinni levyssä. Kiskoon kiinnitetään toisessa ontelovälissä ankkurilevy, joka hitsataan kiskoon kiinni. Jälkivalu valetaan ensimmäiseen ja toiseen onteloon. Tätä ratkaisua käytetään, jos laattaan tulee pintavalu. Kiinnityskiskoliitokset näkyvät kuvion 12, kohdissa a ja c. /38/

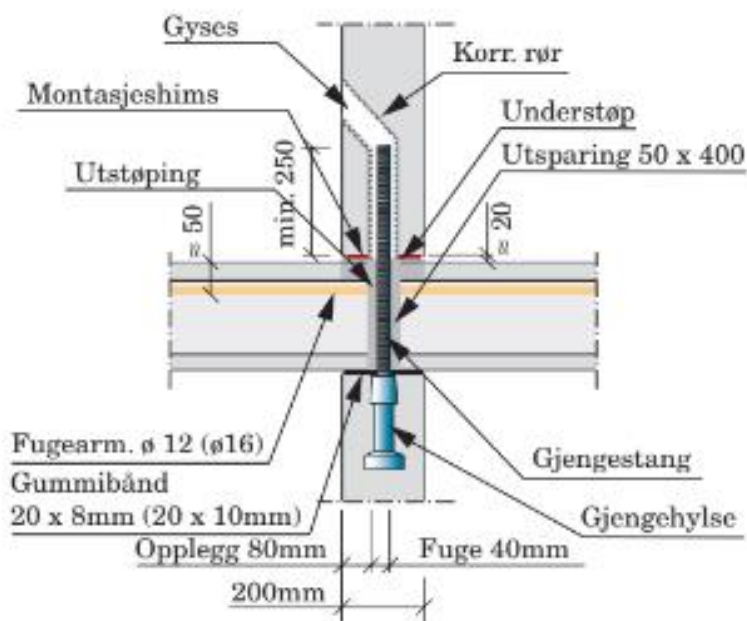


Kuvio 17. Päätysseinän ja ontelolaatan liitoksia Norjassa /38/.



Kuvio 18. Pystysuuntainen ontelolaatta ja päätysseinä liitos Norjassa /38/.

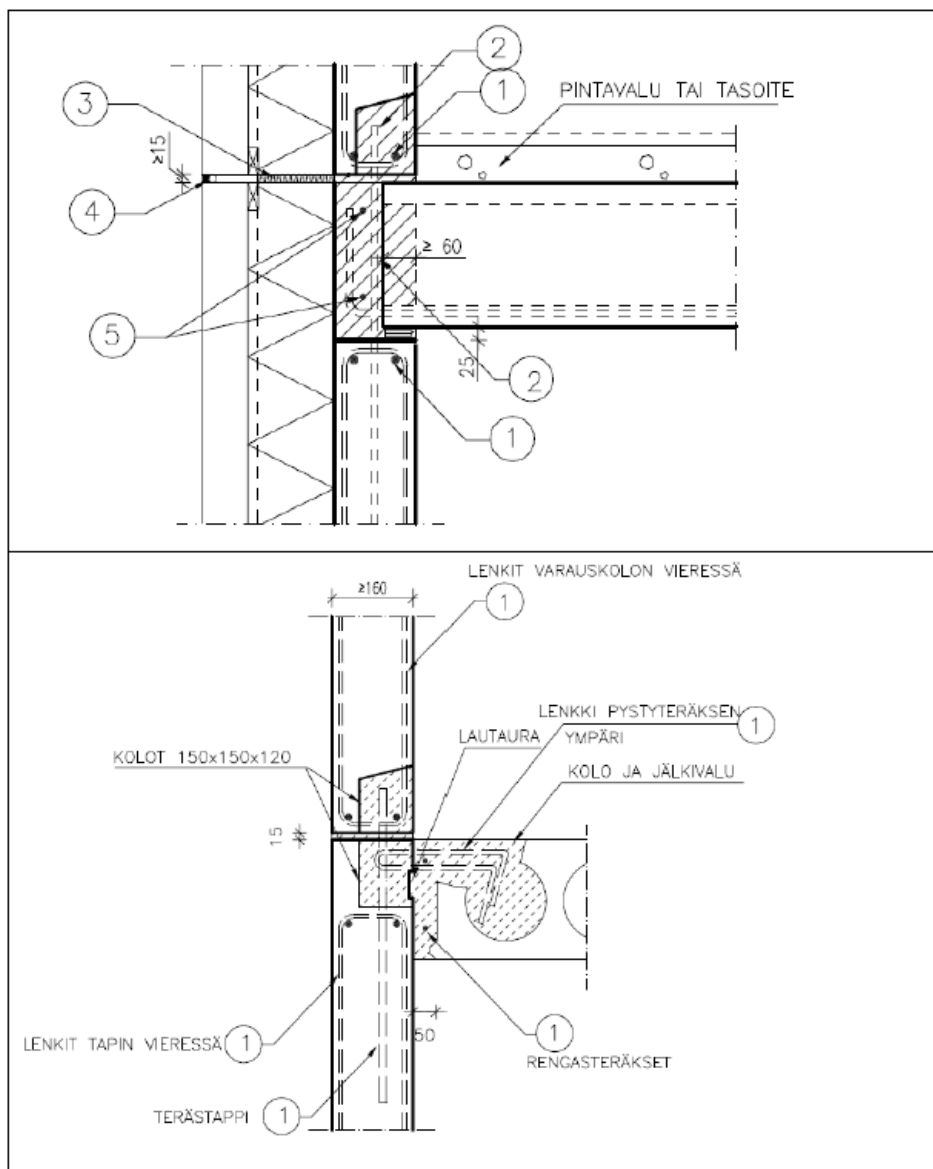
Välipohjan ja väliseinän välinen liitos toteutetaan asentamalla muovi tai teräsputki ylempään seinäelementtiin (Kuvio 19). Putki käännetään valua varten viistosti sivuun. Putkeen asetetaan kierretanko laatan ja seinien läpi pystysuuntaisesti. Vastakappaleeksi laitetaan alempaan seinään kierrehylsy, joka liittyy tangon kiinni. Laatan ja liittymän läpi vedetään vaakasuunnassa vahvistava raudoitus. Seinän ja laatan liittymäkohtaan asetetaan yläreunaan kiinnityspalat ja alareunaan kumikaistaleet. /38/



a) På innvendig vegg

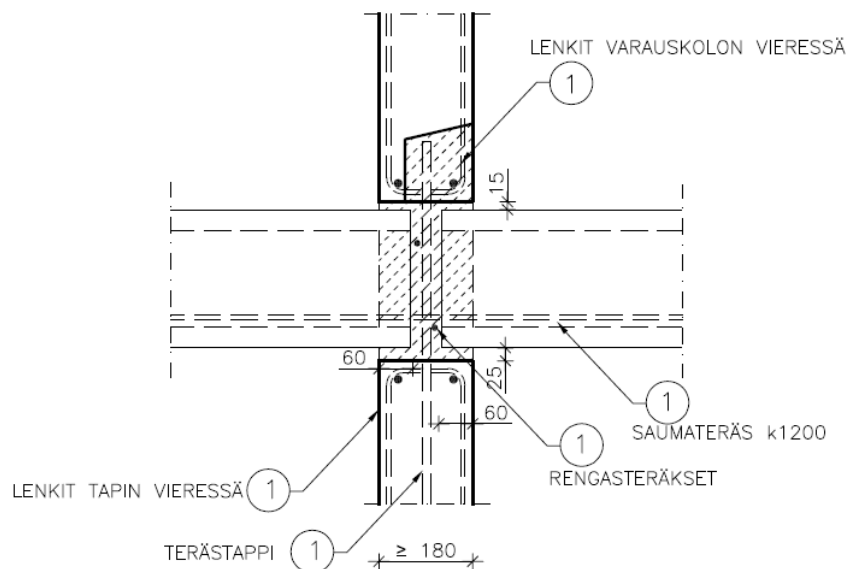
Kuvio 19. Väliseinän ja välipohjalaatan liitos Norjassa /38/.

Suomessa ontelolaatan ja päätyseinän liitokset toteutetaan terästapilla tai tapin ja seinäkengän yhteisliitoksella, riippuen syntyykö liitokseen isoa momentti- vai leikkausvoimaa, tai momentin aiheuttamaa vetorasitusta (Kuvio 20). Seinäkengää käytettäessä terästappi asetetaan kenkään laatan yläpinnassa. Liitoksen vaakasuuntainen raudoitus toteutetaan joko u-raudalla tapin ympäri ja ankkuroimalla toinen pää ensimmäiseen onteloon, tai vaakaraudalla, joka käännetään seinässä ylös pystytappiin kiinni. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös vaakaraudoituksen tilalta koukkuja, jotka liitetään tappiin. /37/



Kuvio 20. Päätuseinän ja ontelolaatan liitos Suomessa /37/.

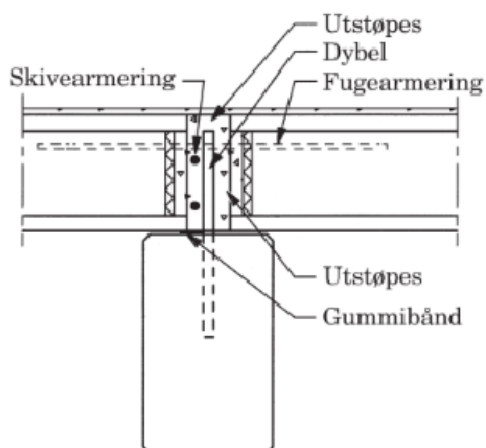
Välipohjan ja väliseinän välinen liitos toteutetaan terästäpilla laatan ja seinän läpi pystysuuntaisesti (Kuvio 21). Vahvistava vaakaraudoitus vieään liittymän läpi laatasta. Terästäpille tehdään seinään kolot, joihin saumavalu tulee. Alemman seinän ja laatan liittymäkohtaan varataan 25 mm tila saumavalua varten. /37/



Kuvio 21. Väliseinän ja ontelolaatan liitos Suomessa /37/.

4.2.3 Palkkien ja pilarien liitokset

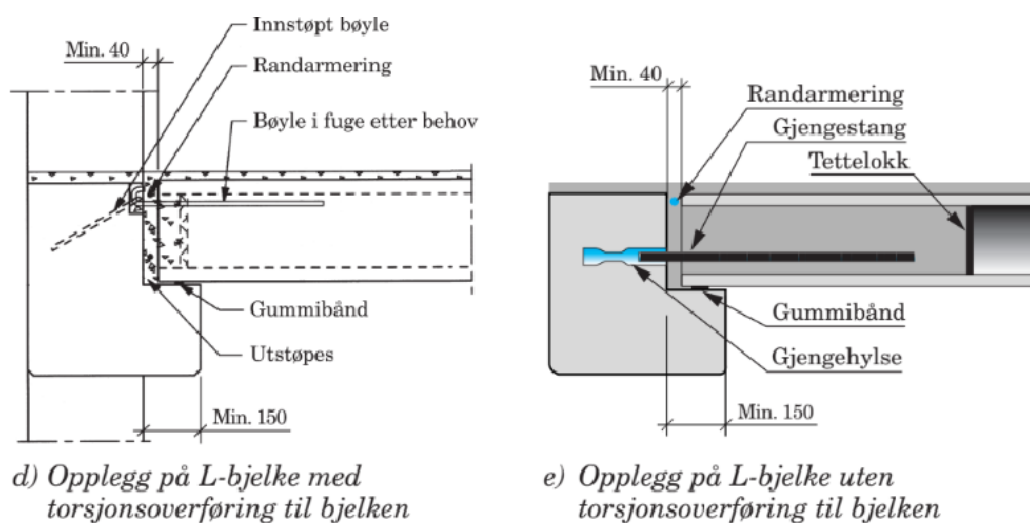
Suorakaidepalkin ja laatan välinen liitos toteutetaan tyypillisesti Norjassa terästapilla. Terästappi asetetaan palkkiin ja tuodaan laattaan (Kuvio 22). Vaakaraudoitus asetetaan kulkemaan liitoksen läpi. Terästapin ympärille jätetään tilaa saumavalulle. Laatan ja palkin alle asetetaan neopren-kaistale. /39/



a) Opplegg på bjelke eller vegg

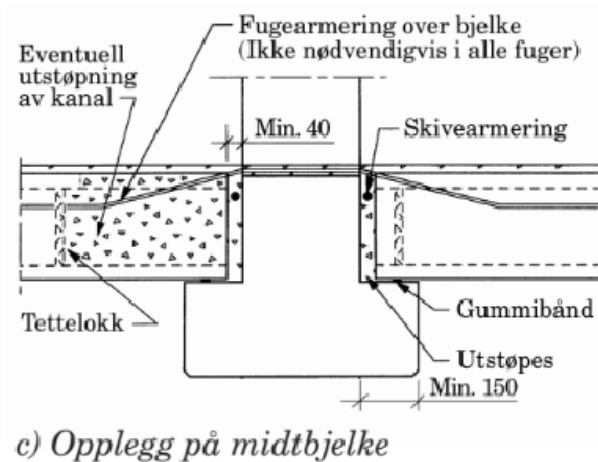
Kuvio 22. Suorakaidepalkin liitos laattaan Norjassa /39/.

Leukapalkin ja laatan välinen liitos toteutetaan kahdella toisistaan hieman poikkeavalla tavalla, riippuen onko liitoksessa kova vääntömomenti vai ei. Vääntömomentillisessä liitoksessa viedään palkin vaakaraudoitus laatalta palkkiin ja käännetään raudoituksen pää u-muotoiseksi palkissa. U-lenkkiin asetetaan ankkurirauta, joka viedään palkkiin alaviistoon. Palkin ja laatan väliin laitetaan kumikaistale. Liitos, jossa ei ole kovaa vääntömomenttia toteutetaan kierretangongolla laatasta palkkiin vaakasuunnassa. Kierretangon päähän palkissa asetetaan kierrehylsy. /39/



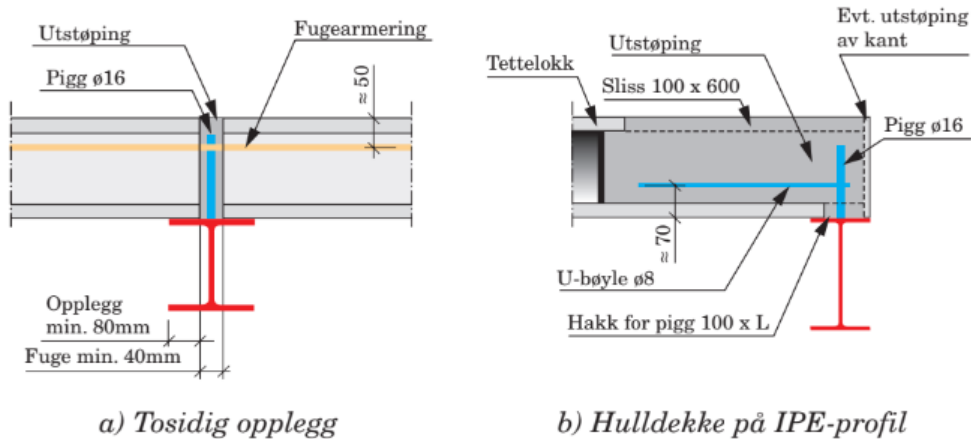
Kuvio 23. Leukapalkin ja laatan välinen liitos Norjassa /39/.

Kaksipuolisen leukapalkin liitos laattaan toteutuu vaakaraudoituksella keskipalkin yli ja siitä takaisin laattaan (Kuvio 24). Palkin leukojen päälle asetetaan kumikaistat, johon laatta tuetaan. Palkin ja laatan väliin jätetään 40 mm rako, johon tulee saumavalu. Toisessa vaihtoehdossa palkin läpi viedään keskiosaa ylempää muoviputki, johon vaakaraudoitus asetetaan. Toiseen laattaan asennetaan kierretanko, joka kiinnittyy palkissa olevaan kierrehylsyyn. Muoviputken ollessa palkin keskiosan päällä, mahtuu kierrehylsy ja tanko hyvin muoviputken alareunaan. /39/



Kuvio 24. Kaksitukisen leukapalkin ja laatan liitos Norjassa /39/.

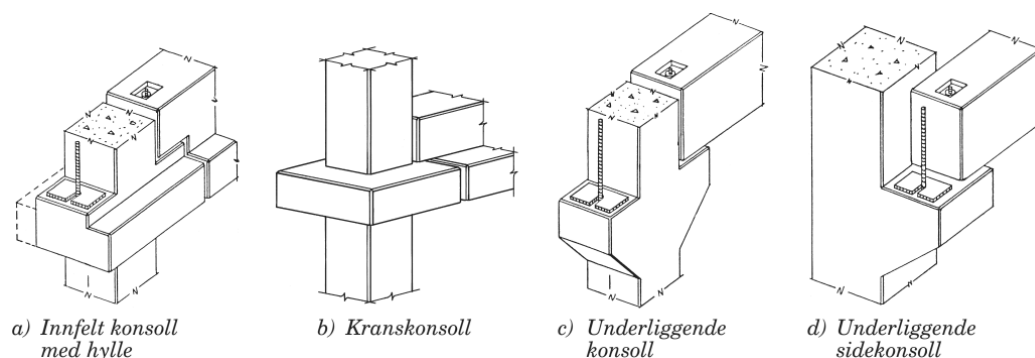
Norjassa käytetään myös teräsprofiilin ja ontelolaatan yhteisliitosta (Kuvio 25). Teräspalkki asetetaan joko keskipalkiksi tai päätypalkiksi. Liitos toteutetaan terästapin ja hitsin avulla. Tappi asetetaan ontelolaatan sisään ja teräsprofiilin päälle. Tappi hitsataan profiiliin kiinni. Vaakaraudoitus toteutetaan normaaliin tapaan u-lenkillä tapin ympäri. /38/



Kuvio 25. Teräspalkin ja ontelolaatan liitos /38/.

Pilarit kiinnitetään Norjassa palkkiin asentamalla leukojen ja laatan väliin kierretanko (Kuvio 26). Kierretanko on suora ja sen päähän asetetaan palkin syvennykseen mutteri ja aluslevy. Tankoa ympäröi muoviputki ja sen vastapäähän

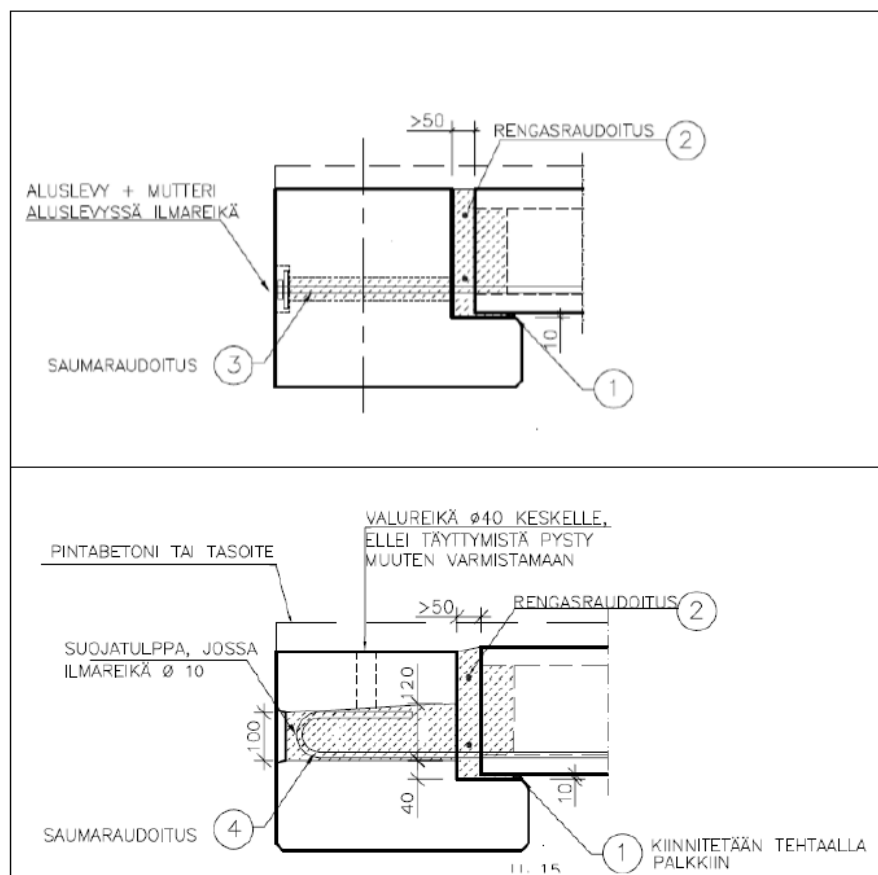
kiinnitetään kierrehylsy. Putkeen ei tule jälkivalua. Palkin ja pilarin väliin asetetaan kumikaistale. /40/



Kuvio 26. Norjassa käytettyjä pilarin ja palkin kiinnitystapoja /40/.

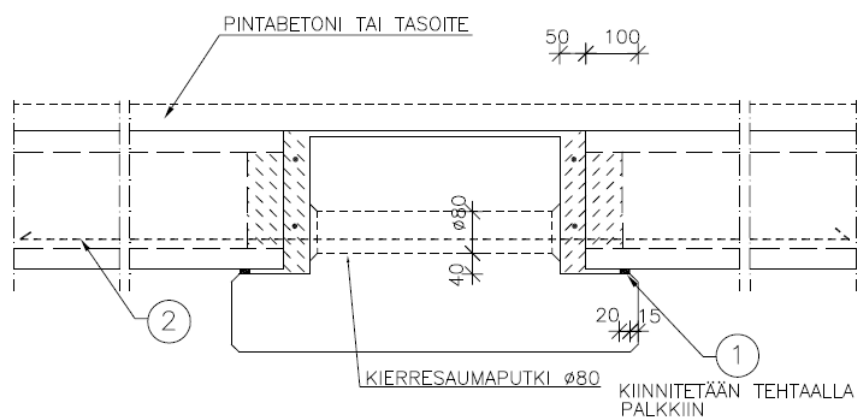
Suomessa suorakaidepalkin liitoksessa käytetään tyypillisesti terästappia ja vaakaraudoitusta. Terästappi laitetaan palkin ja laatan keskikohdasta läpi ja sille varataan tilaa saumavalua varten. Vaakaraudoitus viedään tapin vierestä laatasta. Palkin ja laatan väliin asetetaan neopren-kaista. /37/

Leukapalkissa liitos tehdään Suomessa yleensä kahdella eri tavalla. Ensimmäisessä tavassa käytetään saumaterästä, joka kulkee leukapalkista laataan. Teräs asennetaan palkin päähän, johon laitetaan myös aluslevy ja mutteri. Näin liitos pystytään ankkuroimaan tukevasti yhdessä saumavalun kanssa. Laatan ja palkin väliin laitetaan neopren-kaista. Toisessa vaihtoehdossa laatan ja palkin välinen teräs käännetään u-muotoiseksi, ja se viedään palkin päähän asti, jättäen kuitenkin tilaa saumavalulle. Palkin yläosaan tehdään reikä juotosvalua varten. /37/



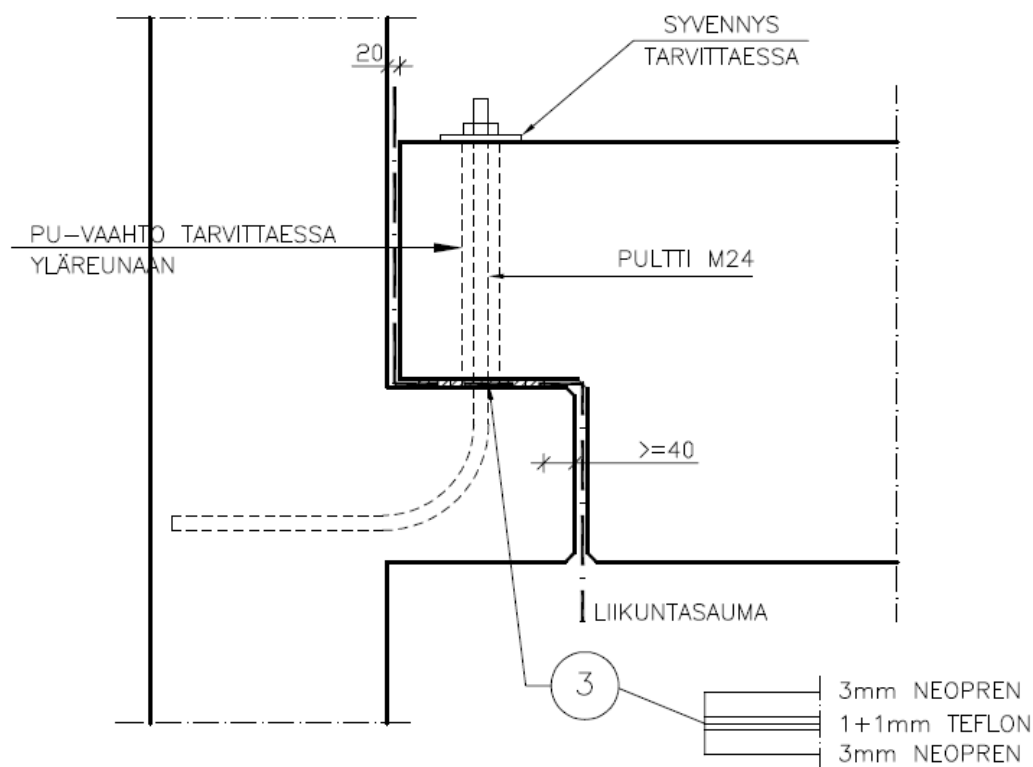
Kuvio 27. Leukapalkin liitos laattaan Suomessa /37/.

Kaksipuolisessa leukapalkissa käytetään yleisesti 80 mm kierresaumaputkea palkin läpi keskeltä. Kierresaumaputken läpi asetetaan vaakaraudoitus. Palkin ja laatan väliin asennetaan molemmille leuoille neopren-kaistat. /37/



Kuvio 28. Kaksipuoleisen leukapalkin liitos laattaan Suomessa /37/.

Pilarien liitokset palkkiin tehdään normaalissa tapauksessa Suomessa niin, että terästappi asennetaan rakenteiden välille leuan päälle. Terästappin päähän asennetaan mutteri ja aluslevy. Teräs taitetaan pilarin sisällä sivulle päin tartunnan parantamiseksi (Kuvio 29). Terästappin koloon ei tule jälkivalua. Palkin ja laatan väliin asennetaan neopren-kaista. /37/



Kuvio 29. Palkin liitos pilariin Suomessa /37/.

4.3 Elementtidetaljien erot ja yhtäläisyydet maiden välillä

Luvussa 4 kerrottujen liitostyyppien erot ja yhtäläisyydet perustuksissa, seinissä, laatoissa, pilareissa sekä palkeissa käydään läpi yksitellen vertailuna omista kappaleissa. Ennen läpikäyntiä tehdään taulukko, mistä nähdään pääkohdat. Taulukossa on jaoteltu perustus liitokset, seinien ja laattojen liitokset, palkkiliitokset sekä pilari ja laatta liitokset omiin osioihin. Taulukon jälkeen tulevat kappaleet ovat tarkempaa erottelua ja analyysiä taulukossa olevista asioista.

Taulukko 7. Elementtidetaljien erot ja yhtäläisyydet.

Liitoskohta:	Yhtäläisyydet:	Eroavaisuudet:
Pilarin ja seinien liitokset perustuksiin	<ul style="list-style-type: none"> • Teräspultti + pilarikenkä • Seinän ja perusmuurin teräspultti kiinnitys 	<ul style="list-style-type: none"> • Pilarin holkkikiinnitys • Muoviputki perustuksissa • Kierrehylsy/pultti
Seinien liitokset sekä liitokset laattaan	<ul style="list-style-type: none"> • Vaijerilenkkiliitokset seinien välillä • Ansaat kuorien välillä • Päätuseinän ja laatan terästappiliitos 	<ul style="list-style-type: none"> • Kierretanko/kierrehylsy liitos • Muoviputki liitoksessa • Ankkuri/kisko rakenteiden välillä • Vaakaraudoitus laattaan • Teräskoukut vaakaraudoituksena
Palkkien liitokset laattaan	<ul style="list-style-type: none"> • Suorakaidepalkin liitos sama 	<ul style="list-style-type: none"> • Teräspalkin ja laatan liitos • Yksipuoleisen leukapalkin liitos • Kaksipuoleisen leukapalkin liitos • Vaakaraudoitus
Pilarien liitokset palkkiin	<ul style="list-style-type: none"> • Toimintaperiaate 	<ul style="list-style-type: none"> • Teräsmateriaalit sekä ankkurointitapa

Pilarien perustusliitoksissa käytetään pilarikenkää molemmissa maissa. Suomessa se on hyvin yleinen tapa kiinnittää pilareita perustuksiin. Toinen vaihtoehto Suomessa on käyttää holkkikiinnitystä. Norjassa holkkikiinnitystä ei käytetä. Norjalasilla on käytäntönä myös muoviputken asennus pilarin ja perusmuurin liitokselle, johon asetetaan liimaus tai saumavalu terästapin ympärille. Suomessa tehdään terästapin liitosta varten kolot, jotka täytetään juotosbetonilla. Seinien perustusliitokset eroavat lähinnä siinä, että Norjassa käytetään teräspulttia ja kierrehylsyä. Suomessa liittymä toteutetaan kuvion 9 mukaisella tavalla. /33, 36–37/

Seinien ja laattojen väliset liitokset eroavat suuresti. Suomessa yleisimpiä tapoja on kiinnittää pääty, tai väliseinä terästapilla tai terästapin ja seinäkengän yhteisliitoksella laattaan. Tapille tehdään kolot saumavalua varten. Norjassa on käytössä myös kyseinen terästappiliitos, mutta yleisempää on käyttää kierretangon ja kierrehylsyn yhdistelmää niin pysty, kuin vaakasuunnassa. Kierretanko asetetaan muoviputkeen, johon juotosvalu tulee. Norjassa on myös käytössä ankkurilevy ja kisko seinän ja laatan välillä. Tätä menetelmää ei yleisesti Suomessa ole käytössä. Vaakaraudoitukselle käytetään Suomessa myös teräskoukkuja. Norjan

liitosdetaljeista ei löytynyt vastaavanlaista teräskoukku liitosta. Yleisempää Norjassa on käyttää u-lenkkiä, joka viedään terästapin tai kierretangon ympäri. /36–38/

Suorakaidepalkin ja laatan liitoksista löytyy samantyyppisiä ratkaisuja maiden välillä. Toimintaperiaate ja itse liitos ovat hyvin samanlaisia. Erilaisia tapoja löytyy leukapalkkien suunnittelusta niin päädyissä, kuin keskellä rakennusta. Päädyssä olevan leukapalkin liitoksen vaakarauditus sekä ankkurointi eroavat maiden välillä. Norjassa vaakarauta käännetään palkin yläosassa u-muotoiseksi. Tähän u-lenkkiin kiinnitetään ankkurirauta alaviistoon palkkiin. Suomessa vaakarauta käännetään u-muotoiseksi, mutta sen ankkurointi on riittävä, kun se viedään palkin päähän saakka. Suomessa on käytössä myös toinen tapa, jossa saumateräs viedään palkin päähän asti ja sen päähän asetetaan aluslevy sekä mutteri. Norjassa tässä tapauksessa kiinnitystapana on laattaan tuleva kierretanko ja palkkiin tuleva kierrehylsy. Kaksipuoleisen leukapalkin liitoksessa on eroavaisuuksia lähinnä vaakaraudituksen osalta. Norjassa vaakarauditus vedetään palkin päältä takaisin laattaan, kun taas Suomessa rauditus vedetään palkin keskiosasta kulkevan kierresaumaputken läpi. Norjassa voidaan käyttää myös tätä tapaa, mutta toisen puolen laattaan asetetaan kierretanko, joka kiinnittyy palkin keskiosassa kierrehylsyyn. Tällöin myös itse kierresaumaputki on ylempänä palkkia, kuin Suomessa. Norjassa käytetään päätypalkkina myös teräsprofiiileja kuvion 11 mukaisesti, joiden päälle ontelolaatat tullaan kiinnittämään. Suomessa tämä tapa ei ole yleistä. /37–39/

Pilareiden liitokset palkkiin toteutetaan Norjassa hieman eri tavalla, kuin Suomessa. Ero muodostuu käytettävistä teräsosista sekä liitoksen ankkuroinnista. Norjassa on yleistä käyttää suoraa kierrepulttia liitoksen läpi. Yläpäähän asetetaan mutteri sekä aluslevy. Kierretangon ympärille asetetaan muoviputki. Ankkurointi tapahtuu pilarissa olevalla kierrehylsällä, johon tanko kiinnittyy. Suomessa käytössä on saman tapainen liitos, mutta käytössä on terästappi, joka on käännetty vinoon betonipilarin sisällä. Näin ollen taataan ankkurointi pilariin. Tapille tehdään kolo, eikä putkea käytetä Norjan tapaan. /37, 40/

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön aihe koettiin tarpeelliseksi, koska ohjaajani sanoi, että osastolla tarvitaan tietoa Norjassa tapahtuvasta runkorakentamisesta sekä tavoista rakentaa runko ja koota rakenteet yhtenäisiksi liitoksilla. Tavoitteena oli rakentaa vertailututkimus, jossa asetetaan maat rinnakkain ja selvitetään, mitkä yleiset käytännöt eroavat eniten ja mitkä vähiten. Tuloksia oli tarkoitus esittää kuvilla sekä taulukoilla, joiden perusteella syvempi analysointi toteutettaisiin.

Haasteelliseksi työssä koin eniten Norjan kielen. Tutkimuksesta meni iso osa ajasta tekstin kääntämiseen ja ymmärtämiseen suomeksi. Tavoitteet kuitenkin saavutettiin keräämällä paljon aineistoa yhteen. Ensiksi kerättiin Suomen aineisto ja selvitettiin täällä käytössä olevat yleiset tavat. Tämän jälkeen perehdyttiin Norjan aineistoon ja kerrottiin, miten he toteuttavat runkojärjestelmiä ja liitoksia maassaan. Tärkeimpänä voidaan todeta se, että työhön saatiin koottua isoja kokonaisuuksia runkojärjestelmästä sekä tärkeimpiä liitoskohtia, joista saatiin luotettavat tiedot vertailua varten.

Aineistona käytettiin suurimmaksi osaksi vain luotettavia lähteitä. Lähteinä käytettiin Suomessa yleistä elementtisuunnittelusivustoa, johon kerätty tieto on peräisin eurooppalaisista standardeista. Lisäksi käytössä oli betonitekniikan kirjallisuutta. Norjasta saatiin tärkeää tietoa kirjasarjasta, johon kuuluu yhteensä yhdeksän kirjaa. Palo ja akustiikka määräyksiin saatiin tietoa ympäristöministeriön rakentamismääräyskokoelmasta sekä Betoniteollisuus ry pitämältä sivustolta. Norjasta kerättiin tietoa heidän TEK-17-julkaisuista, jotka vastaavat Suomessa rakentamismääräyskokoelmaa ja RT-ohjekortistoja. Selventävinä lähteinä käytettiin myös haastatteluja Swecon kokoneiden työntekijöiden kanssa.

Jatkossa opinnäytetyötä voidaan kehittää erittelemällä tässä työssä olleita asioita pienemmiksi kokonaisuuksiksi. Maanjäristysosioista voitaisiin tehdä kokonainen oma työ, missä käytäisiin läpi tarkemmin esimerkiksi maanjäristysmitoitusta. Lisäksi palo- ja akustiikkamääräykset voitaisiin pilkkoa omaksi, jolloin saataisiin vielä syvällisempää tietoa ja pohdintaa aiheisiin. Työstä voidaan jatkossa tehdä

myös maiden suunnittelukäytäntöjä koskeva opinnäytetyö, jossa keskitytään enemmän suunnittelijan näkökulmaan eroavaisuuksista.

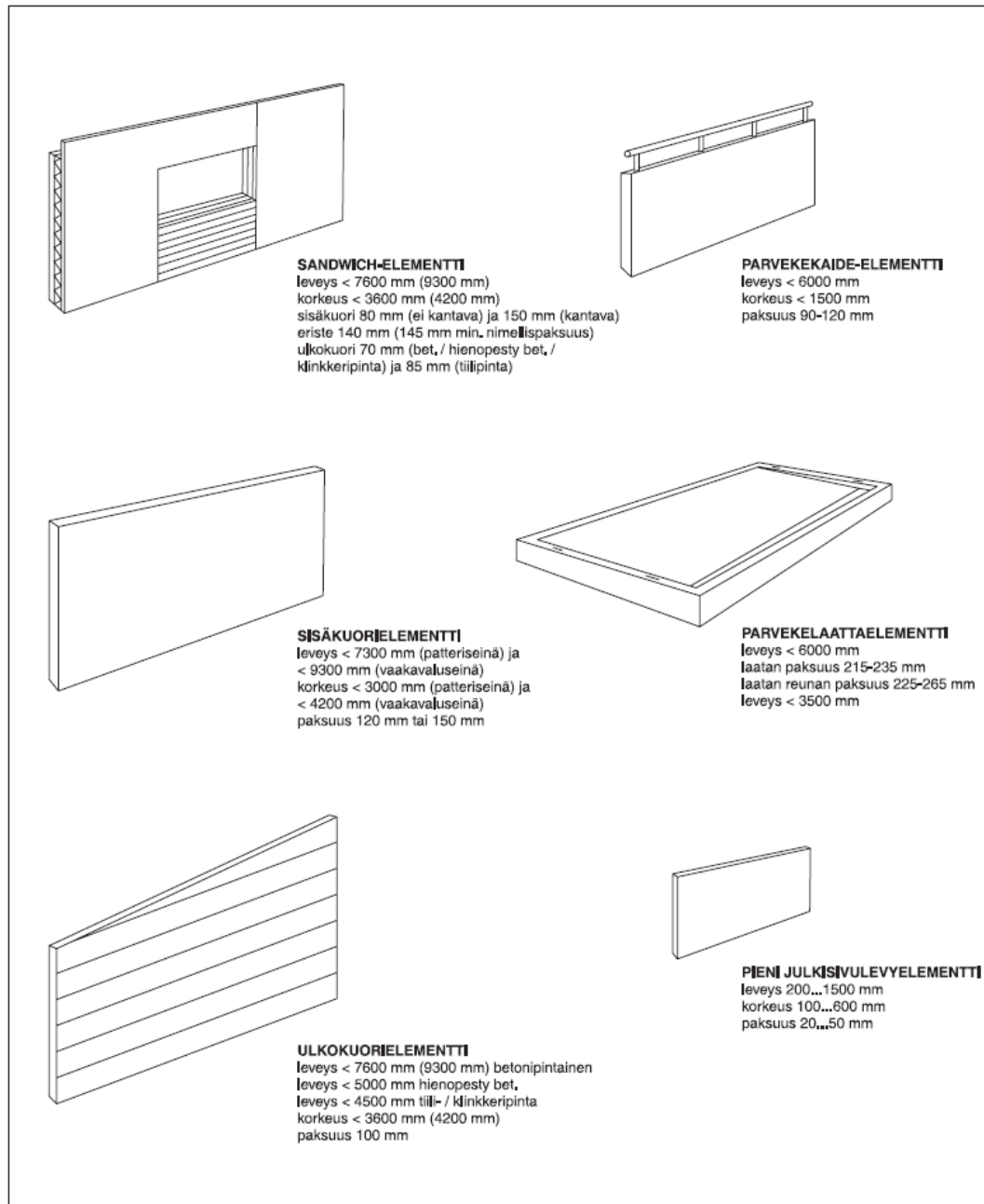
LÄHTEET

- /1/ Betoniteollisuus ry. 2010. Rakennusjärjestelmät. Viitattu 14.1.2018.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/rakennejarjestelmat/asuinrakennukset>
- /2/ Betoniteollisuus ry. Runkojärjestelmät, verkkosivusto. Viitattu 14.1.2018.
<http://www.valmisbetoni.fi/suunnittelu/runkojarjestelmat>
- /3/ Yritys, verkkosivusto. Yleistä Swecosta. Viitattu 16.1.2018.
<http://www.sweco.fi/tietoa-swecosta/>
- /4/ SFS-EN 1992-1-1 + A1 + AC. Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. 2. painos. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto. 2015. 218 s.
- /5/ Paikallavalurakentaminen, verkkosivusto. Viitattu 3.2.2018
<http://www.valmisbetoni.fi/paikallavalurakentaminen/yleista>
- /6/ Betoniteollisuus ry. Runkorakenteet.pdf. 10.3.2010.
- /7/ Betoniteollisuus ry. Seinien mittasuositukset. 2010. Viitattu 5.2.2018.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/seinat/seinien-mittasuositus>
- /8/ Betoniteollisuus ry. Sandwich seinät. 2010. Viitattu 5.2.2018.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/julkisivujarjestelmat/sandwichjulkisivut>
- /9/ Betoniteollisuus ry. 2010. Pilareiden mittasuosituksia. Viitattu 5.2.2018.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/pilarit>
- /10/ Betoniteollisuus ry. 2010. Laatat. Viitattu 6.2.2018
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat>
- /11/ Betoniteollisuus ry. 2010. Ontelolaatat. Viitattu 6.2.2018.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>
- /12/ Betoniteollisuus ry. 2010. Massiivilaatat. Viitattu 6.2.2018.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/massiivilaatat>
- /13/ Betoniteollisuus ry. 2010. Kuorilaatat. Viitattu 6.2.2018.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/kuorilaatat>
- /14/ Betoniteollisuus ry. 2010. Palkit. Viitattu 6.2.2018.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/palkit>
- /15/ SFS-EN 1992-1-2. Osa 1-2: Yleiset säännöt. Rakenteiden palomitoitus. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto.2005. 90 s.















- /16/ Betoniteollisuus ry. Rakenteen paloturvallisuus. Viitattu 10.2.2018.
<http://www.valmismetoni.fi/suunnittelu/rakenteellinen-paloturvallisuus>
- /17/ 848/2017, Rakennusmääräyskokoelma. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Viitattu 11.2.2018.
<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B66288BFB-A697-4FCB-B602-CE0316F2C37B%7D/134002>
- /18/ Palomääräykset. TEK-17. Viitattu 11.2.2018.
<https://dibk.no/byggeregulering/byggteknisk-forskrift-tek17/11/i/innledning>
- /19/ Betoniteollisuus ry. 2010. Massiivinen seinäelementti. Viitattu 14.2.2018.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/seinat>
- /20/ Leskelä M. Kirja. 2008. Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus. 2. painos. Helsinki. Suomen Betoniyhdistys r.y. Suomen Rakennusmedia Oy.
- /21/ Betoniteollisuus ry. Akustiikka. Viitattu 15.2.2018.
<http://www.valmismetoni.fi/suunnittelu/äänitekniikka>
- /22/ Løset, Ø., Luren, H., Vinje, L. Kirja. 2011. Betongelementboken: bind H. Dimensjonering for jordskjelv. Betongelementforeningen.
- /23/ Maanjäristys. Kansallinen liite. Nasjonalt tillegg NA-NO Eurocode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påverkning. 2008.
- /24/ Alexander, S. Kirja. 2010. Betongelementboken: bind A. Bygging med betongelementer. Oslo. Betongelementforeningen.
- /25/ Honkavuori, R., Lampinen L. Kirja. 2012. Betonitekniikan oppikirja 2004. 7. painos. Helsinki. Suomen Betoniyhdistys r.y. BY-Koulutus Oy.
- /26/ Verkkosivusto. Liitokset. Viitattu 6.3.2018.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/liitokset/liitosten-toiminta>
- /27/ Haastattelu. Salmen, T. 2018. Rakennesuunnittelija. Aloituspäätös Swecolla 10.1.2018.
- /28/ Østreng, K.W., Algaard, E., Høstøien, C.O. Kirja. 2008. Betongelementboken: bind E. Isolasjon, varme og lyd. 2. painos. Oslo. Betongelementforeningen.
- /29/ Huttu, S. 2018. Lattaterätkset. Email sakari.huttu@sweco.fi. 26.2.2018.
- /30/ Verkkosivusto. Yrityksen tuotteet kuorilaatasta. Viitattu 27.3.2018.
<http://spenncon.no/produkter/forskaling/>
- /31/ Haastattelu. Porrashuoneet. Salmen, T. 2018. Rakennesuunnittelija. Haastattelu Sweco 28.3.2018.



- /32/ Rakennusmääräyskokoelma. 796/2017, Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä. Viitattu 9.4.2018.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>
- /33/ Alexander, S. Verkkokirja. 2010. Betongelementboken på nett. Betongelementboken: bind A. Bygging med betongelementer. Oslo. Betongelementforeningen. Seinäliitokset perustuksiin. Viitattu 9.4.2018.
http://betongelementboka.betongelement.no/betongapp/BookA.asp?isSearch=0&liID=452&DocumentId=BindA/Del_1/A4/4_5_2_Isolerte_elementer.pdf&BookId=A
- /34/ Alexander, S. Verkkokirja. 2010. Betongelementboken på nett. Betongelementboken: bind A. Bygging med betongelementer. Oslo. Betongelementforeningen. Pilariliitokset perustuksiin. Viitattu 9.4.2018.
http://betongelementboka.betongelement.no/betongapp/BookA.asp?isSearch=0&liID=443&DocumentId=BindA/Del_1/A4/4_4_3_Soylefot_og_soyleskjot.pdf&BookId=A
- /35/ RT 82-10766. Betoniset julkisivurakenteet. Ohjetiedosto. Rakennustietosäätiö RTS. 2002. 16 s.
- /36/ Betoniteollisuus ry. 2009. Seinäelementtien vakioliitokset.pdf. Detaljikirjasto. Viitattu 13.4.2018. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/liitokset/seinaliitokset>
- /37/ Betoniteollisuus ry. 2008. Runkorakenteiden vakioliitokset.pdf. Detaljikirjasto. Viitattu 13.4.2018.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/liitokset/runkoliitokset>
- /38/ Alexander, S. Verkkokirja. 2010. Betongelementboken på nett. Betongelementboken: bind A. Bygging med betongelementer. Oslo. Betongelementforeningen. Ontelolaatan liitos. Viitattu 13.4.2018.
http://betongelementboka.betongelement.no/betongapp/BookA.asp?isSearch=0&liID=91&DocumentId=BindA/Del_2/A9/9_1_Hulldekker.pdf&BookId=A
- /39/ Alexander, S. Verkkokirja. 2010. Betongelementboken på nett. Betongelementboken: bind A. Bygging med betongelementer. Oslo. Betongelementforeningen. Palkkiliitoksia. Viitattu 13.4.2018.
http://betongelementboka.betongelement.no/betongapp/BookA.asp?isSearch=0&liID=421&DocumentId=BindA/Del_1/A4/4_2_1_Hulldekker.pdf&BookId=A
- /40/ Alexander, S. Verkkokirja. 2010. Betongelementboken på nett. Betongelementboken: bind A. Bygging med betongelementer. Oslo. Betongelementforeningen. Pilarin ja palkin liitoksia. Viitattu 13.4.2018.
http://betongelementboka.betongelement.no/betongapp/BookA.asp?isSearch=0&liID=442&DocumentId=BindA/Del_1/A4/4_4_2_Konsoller.pdf&BookId=A

LIITE 1 Julkisivuelementtien suositusmittoja /35/.



LIITE 2 Suorakaidepilarin poikkileikkausarvoja Suomessa /6/.

		PILARIN LEVEYS				
		2M 180	3M 280	4M 380	5M 480	6M 580
PILARIN KORKEUS	2M 180					
	3M 280					
	4M 380					
	5M 480					
	6M 580					
	7M 680					
	8M 780					

 SUOSITELTAVIN  SUOSITELTAVA