



Samuel Lahti

Reikävarausohje LVI-suunnitteluun

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Opinnäytetyö

15.5.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Samuel Lahti
Otsikko: Reikävarausohje LVI-suunnitteluun
Sivumäärä: 30 sivua + 2 liitettä
Aika: 15.5.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Talotekniikka
Ammatillinen pääaine: LVI-suunnittelu
Ohjaajat: Lehtori Pasi Partonen

Opinnäytetyön aiheena oli luoda reikävarausohje LVI-suunnittelijoiden avuksi. Opinnäytetyön tilaajana toimi Granlund Oy. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda reikävarausohje, jonka avulla LVI-suunnittelua pystytään nopeuttamaan ja yhdenmukaistamaan reikävaraus suunnittelun osalta. Opinnäytetyössä käsiteltiin reikävarausten ja niiden suunnittelun lisäksi palokatkoja.

Reikävarauksia tehtäessä on huomattu eroavaisuuksia projektien välillä, joten aihe valittiin opinnäytetyön aiheeksi. Reikävarausohje laadittiin myös siksi, että projektin tilaaja sekä muut projektihenkilöt pystyvät hyödyntämään sitä reikävarausten hyväksyttämiseen ennen varsinaisen suunnittelun alkamista.

Työn tuloksena oli saada luotua selkeä ja yksinkertainen ohje, joka käsittelee kaikki oleelliset asiat reikävarauksien tekemisestä. Reikävarausohje sisältää erilaisiin tilanteisiin liittyviä reikävarausdetaljeita, joiden avulla reikävaraukset on helppo suunnitella tilanteesta riippumatta. Työn tuloksena oli myös raportti, joka käsittelee reikävarauksia sekä niissä huomioitavia asioita.

Avainsanat: LVI-suunnittelu, reikävaraus, talotekniikka

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Samuel Lahti
Title: Guide for Hole Provisions for HVAC Design
Number of Pages: 30 pages + 2 appendices
Date: 15 May 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Professional Major: HVAC Design
Supervisors: Pasi Partonen, Senior Lecturer

Main goal in this thesis was to create instructions for hole provisions that could be used to speed up HVAC design and standardise hole provisions within the scope of design because there had been discrepancies in hole provisions between projects. A further aim of the thesis was to provide the guide do that it could be utilized before the actual design starts for the approval between project client and other project associates. The thesis also discussed fire stops, the planning of hole provisions and hole provisions in general.

The outcome of thesis was a clear and simple guide which includes all aspects of making hole provisions. The guide will include hole provision details for various situations, making it easy to design hole provisions in every situation. Furthermore, the thesis resulted in a report discussing hole provisions and related considerations which can be useful for designers.

Keywords: HVAC design, provision, building services

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	7
2	Reikävaraus	9
2.1	Reikävarauksen mallintaminen	9
2.2	Reikävarauksen koko	10
2.2.1	Ilmanvaihdon reikävarausten koko	10
2.2.2	Viemärin reikävarausten koko	11
2.2.3	Käyttöveden reikävarausten koko	11
2.2.4	Lämmityksen ja jäähdytyksen reikävarausten koko	12
2.2.5	Sprinkleriputkien reikävarausten koko	13
2.3	Eristeen vaikutus reikävaraukseen	13
3	Reikävaraus eri rakenteissa	15
3.1	Reikävaraus seinässä	15
3.1.1	Ranka-, massiivi- ja muuratut seinäelementit	15
3.1.2	CLT-massiivipuuseinät	17
3.2	Reikävaraus elementtilaatassa	18
3.2.1	Ontelolaatta	18
3.2.2	TT-laatta	20
3.2.3	Kuorilaatta	22
3.3	Reikävaraus palkissa	23
3.3.1	Suorakaidepalkki	23
3.3.2	HI- ja I-palkki	25
4	Palokatkot	26
4.1	Palokatkosuunnitelma	28
4.2	Palokatkojen läpiviennit	28
4.2.1	Putkiläpiviennit	28
4.2.2	Ilmanvaihdon läpiviennit	30
5	Reikävaraustyökalu	32
5.1	Reikävarausten tekeminen AutoCAD -suunnittelutyökalulla	32
5.2	Reikävarausten tekeminen Revit -suunnittelutyökalulla	33

6	Yhteenveto	35
	Lähteet	37
	Liitteet	
	Liite 1: Reikävaraus -ohje detaljikuva ilmanvaihdosta	
	Liite 2: Reikävaraus -ohje detaljikuva teräsputkesta	

Lyhenteet

- CE: *Conformité Européenne*. CE-merkintä on tuotteelle annettava merkintä, joka kertoo tuotteen täyttävän Euroopan unionin ympäristö-, terveys- sekä turvallisuusvaatimukset.
- CLT: *Cross Laminated Timber*. Päällekkäin laminoitu puurakennusmateriaali.
- EI: E = tiiveyttä ja I = eristävyyttä. EI on paloluokitus, joka annetaan eri rakennusmateriaaleille sen palonkestävyyteen perustuen.
- ETA: *European Technical Approval*. ETA-hyväksyntä kertoo tuotteen täyttävän Euroopan unionin tekniset vaatimukset.
- LVI: Lämpö, vesi, ilma
- LVIAS: Lämpö, Vesi, Ilma, Automaatio, Sähkö
- SFS: Suomen standardisoimisliitto. SFS-standardit ovat Suomen standardisoimisliiton laatimia standardeja, jotka täyttävät turvallisuutta ja laatua koskevia vaatimuksia.
- XML: *Extensible Markup Language*. XML on tiedostotyyppi, jota voi avata monilla eri tiedonkäsittelyohjelmilla. XML-tiedosto on tekstipohjainen tietokanta.

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheeksi valikoitui reikävaraukset, sillä toimeksiantajan projekteissa oli havaittu niihin liittyvä ongelma. Ongelma, joka reikävarauksia suunniteltaessa esiintyy, on puute yhtenäisistä tavoista suunnitella reikävaraus. Monissa projekteissa reikävarausten suunnittelu ja tekeminen määritetään projekti-kohtaiseksi, jonka takia ongelma yleistyy siinä vaiheessa, kun reikävarauksia suunnittelee monta projektihenkilöä. Monesti kukin LVI-suunnittelija on tottunut tekemään reikävaraukset hieman eri tavalla, joten yhteinen ohje ohjaisi suunnittelua yhä yhdenmukaisemmaksi. Reikävarausten eroavaisuudet ovat yleisimpiä reiän koon määrittämisessä tai palokatkon tekemisessä reikävarauksen yhteydessä. Tämän ongelman myötä yhtenäistä ohjeistusta haluttiin lähteä kehittämään ja samalla saada suunniteltua dokumentti, jota pystytään hyödyntämään yhteistyössä projektin tilaajan sekä rakennesuunnittelijoiden kanssa.

Tavoitteena opinnäytetyössä on luoda ohjeistus, joka käsittelee reikävarausten oikeaoppista suunnittelemista. Tavoitteena on saada luotua ohjeesta mahdollisimman selkeä ja yksinkertainen siten, että se käsittelee kaikki oleelliset asiat, jotka tulee huomioida reikävarauksia tehdessä. Näitä asioita ovat muun muassa rakenteiden materiaalit, putkien materiaalit, putkien eristeiden vaikutus reikävarauksiin sekä palokattojen vaikutus reikävarauksiin. Putkien sekä kanavien koot vaikuttavat myös reikävarauksen tekemiseen. Ohjeistuksesta on tarkoitus tehdä myös sellainen, että se sisältää erilaisia detaljia eri rakenneaineisiin tehdyistä reikävarauksista. Tavoitteena on, että reikävarausohjetta pystytään hyödyntämään rakennesuunnittelijan ja tilaajan sopiessa reikävarausten toteuttamisesta. Reikävarausohje laaditaan hyödyntämällä yrityksen työntekijöiden, sekä ulkopuolisten laitevalmistajien osaamista ja ohjeistuksia.

Reikävarausten tekeminen LVI-suunnitteluprojekteissa on arkipäiväistä. Reikävarausten tekijän on huomioitava monia erilaisia asioita. Tällaisia asioita ovat muun muassa rakenne, johon reikävaraus on tehtävä, putkimateriaali, jolle reikävaraus halutaan, sekä mahdollisen palokattojen tekeminen reikävarausten

tekemisen yhteydessä. Monesti projekteissa ohjeistus reikävarausten tekemiseen otetaan huomioon vasta, kun niitä lähdetään tekemään. Ratkaisuna ongelmaan hyvällä yhtenäisellä ohjeistuksella toimintatavat pystyttäisiin hyväksyttämään rakennesuunnittelijalla sekä projektin tilaajalla hyvissä ajoin ennen reikävarausten tekemistä. Ohjeen myötä kyseinen toimintatapa reikävarausten kohdalla kulkisi yhtenäisenä kaikkien projektihenkilöiden keskuudessa läpi projektin.

Opinnäytetyössä käsitellään myös reikävarausten tekemiseen liittyviä ohjeistuksia, sekä reikävarausten tekemisen tapoja eri tilanteissa. Opinnäytetyö käsittelee reikävarausten lisäksi palokatkojen tekemistä reikävarausten yhteydessä. Opinnäytetyössä hyödynnetään olemassa olevia säädöksiä sekä toimintatapoja, joiden pohjalta ohje pystytään laatimaan yhtenäiseksi, jotta sitä pystytään hyödyntämään projektista toiseen. Reikävarausohje tulee olemaan AutoCADilla tehty malliasiakirja, joka sisältää detaljikuvia eri tekniikoiden reikävaraus ratkaisuista.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Granlund Oy, joka on vuonna 1960 perustettu työntekijöiden omistama kiinteistö ja rakennusalan yhtiö. Granlund Oy:n toimialoja ovat kiinteistöjohtamisen palvelut, talotekninen suunnittelu, energia-, ympäristö- ja kiinteistöalan konsultointi sekä kiinteistöalan rakennuttaminen, konsultointi ja valvonta. Vuonna 2023 Granlund Oy:stä tuli Suomessa konsernista yksi iso yhtiö. Granlundilla työskentelee n. 1400 asiantuntijaa. Granlund Oy:n toimipisteitä on ympäri Suomea, Ruotsissa sekä Iso-Britanniassa. Taloudellisesti Granlundilla meni vuonna 2023 huonon kiinteistö- ja rakennusalan markkinatilanteeseen nähden hyvin. Yritys sai kasvatettua liikevaihtoaan 8 % vuoteen 2022 nähden. Vuoden 2023 liikevaihto Granlundilla oli 139,3 miljoonaa euroa ja liikevoitto 12,7 miljoonaa euroa. [1.]

2 Reikävaraus

Reikävaraus on rakennetta läpäisevälle putkelle tai kanavalle tehtävä reikä, jonka LVI-suunnittelija on velvoitettu suunnittelemaan ja mallintamaan. Reikävaraus tehdään samaan malliin, johon tekniikka mallinnetaan. Reikävaraus suunnitellaan, jotta rakennesuunnittelija sekä arkkitehti saavat tiedot rakenteista, joista putkilla tai kanavilla kuljetaan läpi. Reikävarausten tekemiseen liittyvä reikäkierto tehdään yleensä hankkeen toteutusvaiheessa. Reikävaraukset pystytään tekemään yksinkertaisesti eri suunnittelutyökalujen toiminnolla.

2.1 Reikävarauksen mallintaminen

Reikävaraus mallinnetaan suunnitteluvaiheessa samoihin tasokuviin, joihin muu tekniikka LVI-suunnittelussa mallinnetaan. Reikävarausta mallinnettaessa tulisi ottaa huomioon rakenne sekä putken koko riippuen siitä onko putki eristetty vai ei. Reikävaraus mallinnetaan siten, että Provision for Builderswork -ohjelmalle syötetään haluttu reiän koko, jonka jälkeen reikävaraus asetetaan rakenteesta pituus suunnassa ylipitkäksi. Reikävaraus mitoitetaan ylipitkäksi pituus suunnassa, jotta mahdolliset rakenteen koon muutokset pystytään huomioimaan suunnittelussa.

Reikävarauksen rakenteesta tuleva ylipitkä osa määritetään yleensä palokatkoratkaisujen yhteydessä. Mikäli reikävarauksen pituutta ei ole erikseen määritetty, olisi hyvä asettaa varaus niin, että se tulisi 50 mm rakenteesta yli. [2.]

2.2 Reikävarauksen koko

Reikävarauksen kokoon vaikuttaa pääsääntöisesti rakenteen läpäisevän tekniikan eli putken tai kanavan halkaisija. Reikävarauksen koko on myös riippuvainen rakennetta läpäisevän tekniikan lajista. Reikävarauksen koko määritetään tekniikan ulkoseinästä tai eristeestä. Reikävarausten ko'oissa pätee sama ohjeistus kuten pituuteen. Mikäli reikävaraukselle ei olla määritetty erikseen kokoa niin voidaan käyttää mittana kanavan/putken halkaisijaa ja sen lisäksi 50 mm:n varausta. Mikäli suunnittelussa kaksi tai useampaa tekniikkaa ovat alle 50 mm:n etäisyydellä toisistaan, tulisi yhdistää reikävaraukset yhdeksi neliskulmalliseksi reikävaraukseksi. [2.]

2.2.1 Ilmanvaihdon reikävarausten koko

Ilmanvaihtokanavien reikävarausten ko'oissa pätee sama käsite kuin kaikissa muissakin reikävarauksissa. Kun kanava viedään rakenteesta läpi eristämättömänä, tulisi sille tehdä 50 millimetriä suurempi reikä kuin kanavan halkaisija. Taulukko 1 havainnollistaa esimerkkejä ilmanvaihtokanavien reikävarausten ko'oista pyöreänä kanavana ja kanttikanavana sekä eristettynä että eristämättömänä. Palopellillä varustetulla kanavalla reiän tulisi olla pienempi kuin palopellin laippa mutta riittävän suuri palokatkolle. Palopellin tarvitsema reiän koko vaihtelee rakenteesta riippuen. Paloeristetyn ilmanvaihtokanavan reiän koko määritetään erikseen paloeristeen sertifikaateista tai teknisistä tiedoista. [2.]

Taulukko 1. Ilmanvaihtokanavien reikävarausten esimerkki kokoja.

Kanava, Ø	Reikä, Ø
Ø160EI60	Ø210
Ø250	Ø300
Ø400L30	Ø450
Ø400L13	Ø480
Ø1200 x 600 (kanttikanava)	Ø1250 x 650 (kanttikanava)
Ø600 x 400EI60 (kant- tikanava)	Ø830 x 630 (kanttikanava)

Ulkoilmasäleikköjen reikävarausten suunnittelussa reikätarpeiden tarkastelu on tärkeää, ja se vaatii yhteydenpitoa laitevalmistajan kanssa, sillä ulkoilmasäleikköjen runkorakenne ei ole samankokoinen kuin säleikön ilmoitettu nimellismitta. Reiän koon tulee olla ulkoilmasäleikön laippaa pienempi, ja reikäkoossa huomioidaan vain ulkoilmasäleikön tiedot. Huippuimureiden läpiviennin koko tulisi varmistaa suoraan laitevalmistajalta. Joidenkin huippuimureiden mukana tuleva läpiviennin osa on myös huomioitava reikää suunnitellessa. Esimerkiksi Fläkt Groupin BOGA -tuotteita suunnitellessa on syytä huomioida laitteen läpiviennin osa. Savunpoistoluukuilla on myös omat vaatimuksensa reikien kokoon liittyen, joten kyseiset vaatimukset on käytävä laitevalmistajan kanssa läpi. Ulospuhallushajottajien reiän tekeminen eristettynä on mahdollista, mutta suunnittelussa tulisi huomioida niiden vaatimukset yhteistyössä laitevalmistajan kanssa. [2.]

2.2.2 Viemärin reikävarausten koko

Viemäripisteitä, kuten WC-pistettä, suunnitellessa reiän läpivienti mitoitetaan viemärikoon mukaan. Tuuletusviemäreissä reiän läpivienti mitoitetaan myös tuuletusviemärin koon mukaisesti. Lattiakaivoissa reiän läpiviennin koon määrittää kaivo eikä siitä lähtevän viemärin koko. Kattokaivoissa reikiä läpiviennit on yhteensovitettava kaivon mallin sekä läpäistävän rakenteen perusteella. Kattokaivoissa läpivientien koot määrittää pääsääntöisesti viemäriyhteen koko. Viemäriyhteissä käytetään Ef13 eristettä. [2.]

2.2.3 Käyttöveden reikävarausten koko

Käyttövesiputkissa eristeenä käytetään usein mineraalivillakourua. Kun putki on eristetty mineraalivillalla, sen eriste katkaistaan rakennetta läpäistäessä. Reiän koko käyttövesiputkelle määritetään putken halkaisijan mukaan. Mikäli rakenteen läpäisevä käyttövesiputki on eristetty solukumieristeellä, suunnitellaan putken halkaisijan ja eristeen paksuuden lisäksi 50 mm suurempi reikä. LVI-suunnitteluhankkeen mukaan käyttöveden reikävarauksen koko voi olla määritetty erikseen. [2.]

2.2.4 Lämmityksen ja jäähdytyksen reikävarausten koko

Lämmitys- ja jäähdytysputkien reikien koot eroavat toisistaan eristeen takia. Lämmitysputkissa käytetään eristeenä mineraalivillaa, jonka takia eriste katkaistaan läpiviennin kohdalla. Eristeen katkaisun takia lämmitysputkien reiän kooksi on hyvä suunnitella putken halkaisijan lisäksi 50 mm suurempi reikä. Jäähdytysputket, jotka eristetään solukumilla, kulkevat läpiviennistä eristettyinä. Reikävaraus jäähdytysputkille suunnitellaan eristemateriaalista johtuen niin, että reikä mitoitetaan putken halkaisijan ja eristeen paksuuden lisäksi 50 mm suuremmaksi. [2.]

Esimerkkinä jäähdytysputken reikävarauksen tekeminen solukumieristetyllä kupariputkella tulisi tehdä näin:

Cu54 Ef13/13 -> 54 mm + 13 mm + 13 mm + 50 mm = Ø130 mm

Reikävarauksen halkaisijan tulisi olla 130 mm.

2.2.5 Sprinkleriputkien reikävarausten koko

Sprinkleriputkien reikien mitoitus voidaan tehdä samalla tavalla kuin muissakin putkissa. Sprinkleriputkissa ei ole eristystä, joten niiden reikävarausten koot on helppo määrittää. Sprinkleriputkien kohdalla voidaan hyödyntää samaa kokosääntöä kuin muissa eristämättömissä putkissa eli putken halkaisijaan lisätään 50 mm suurempi reikä. Taulukosta 2 voidaan huomata, että sprinklereiden reikävarausten koot määräytyvät ainoastaan sprinkleriputken koon perusteella. Taulukossa 2 sprinkleriputkille on määritetty hankekohtaiset koot. [2.]

Taulukko 2. Granlund Oy:n LVI-suunnitteluprojektissa käytetty ohjeistus sprinklereille tehtävien reikävarausten ko'oista.

Putki, mm	Reikä, mm
32	80
40	80
50	100
65	120
80	150
100	180
125	210
150	240
200	300

2.3 Eristeen vaikutus reikävaraukseen

Reikävarausta tehdessä on syytä huomioida, viedäänkö tekniikka rakenteesta läpi eristeen kanssa, vai katkaistaanko eriste rakenteen läpäisyn kohdalla. Jos eriste katkaistaan reikävarauksen kohdalla, tekniikka viedään rakenteesta läpi samalla periaatteella kuin eristämätön tekniikka. Eristetyn tekniikan reikävarauksen tekemisessä on otettava huomioon, millä eristeellä se on eristetty. Esimerkiksi lämmitysputket eristetään pääsääntöisesti mineraalivillakouruilla, joten ne katkaistaan rakenteen kohdalla. Jäähdytysputkistot suunnitellaan taas solukumieristeillä, joten niitä ei katkaista rakenteen kohdalla. Solukumilla eristetyn

putken halkaisija tulee ottaa huomioon reiän koossa. Jos ilmanvaihdon reikävarauksia ei olla erikseen määritetty ohjeistuksissa, ilmanvaihdon reikävaraus toteutetaan katkaisemalla kanavan eriste rakenteen kohdalla, jolloin reiän koko määritetään kanavakoon mukaan. Jos ilmanvaihtokanava toimii savunhallintakanavana, ei eristettä tulisi katkaista palokatkon kohdalla. Kun tekniikka viedään rakenteesta eristeen kanssa läpi, reikä tulisi mitoittaa putken halkaisijan sekä eristeen mukaan.

Palo-osastoidun rakenteen kohdalla paloeristetyn ilmanvaihtokanavan eriste katkaistaan ja paloeristetään kivivillalla sekä palokatkomassalla. Paloeristetyn ilmanvaihtokanavan voi myös kuljettaa rakenteesta paloeristeen kanssa läpi. Paloeristetyn ilmanvaihtokanavan reikävarauksen kokoa ei ole ennalta määritetty, vaan se määräytyy paloeristeen sertifiikaatin ja teknisten tietojen perusteella. Taulukossa 3 on esitetty paloeristeen kokoja eri paloluokissa. Paloeristeen koot vaihtelevat valmistaja- sekä mallikohtaisesti. [2.]

Taulukko 3. PAROC Hvac Fire Mat Comfort -paloeristeen koot pyöreille kanaville.

Pyöreiden kanavien paloeristekoot		
Tuote	Paloluokka	Eristepaksuus, mm
PAROC Hvac Fire Mat Com- fort	EI 15	40
	EI 30	60
	EI 45	80
	EI 60	80
	EI 90	80
	EI 120	100

3 Reikävaraus eri rakenteissa

Reikävarauksia tehtäessä eri rakenteisiin on huomioitava monia suunnittelu- ja asennusteknisiä seikkoja. Näitä asioita ovat muun muassa reiän läpäisevä rakenne, palo-osaston paloluokitus sekä läpäisevän tekniikan materiaali. Rakenteiden ominaisuus reikää tehtäessä on myös tarkkaan huomioitava ja suunniteltava ennen varauksen vahvistamista. Rakenteet käyttäytyvät eri lailla reikiä poratessa, ja niiden kestävyys sekä kantavuus saattavat myös kärsiä reikiä tehtäessä. Tästä syystä LVI-suunnittelijan ja rakennesuunnittelijan yhteistyö on hyvin tärkeää.

3.1 Reikävaraus seinässä

Reikävarauksia tehdään pääsääntöisesti kantaviin rakenteisiin sekä vahvempiin seiniin. Reikävarauksia suunnitellaan harvoin ohuisiin väliseiniin, kuten kipsilevy- tai puulevyseiniin, mutta mikäli seinä on palo-osastoitu, siihen tulee tehdä palokatko. Palo-osastoidun ohuen väliseinän palokatkot suunnittelee pääsääntöisesti palokatkosuunnittelija. Yleisimmin seinätyypit, joihin reikävarauksia tehdään, ovat rakenteeltaan ranka-, massiivi- tai muurattuja seiniä.

3.1.1 Ranka-, massiivi- ja muuratut seinäelementit

Massiivisia seinäelementtejä käytetään rakennuksen ulkoseinän sisäkuorena sekä rakennuksen väliseininä. Massiivisia seinäelementtejä hyödynnetään myös rakennuksen kellareista maanpaineseininä. Seinät valmistetaan pääsääntöisesti puristetuista rakenteista. Seinäelementit valmistetaan raudoittamattomasta sekä raudoitetusta betonista. Raudoittamattomiin elementteihin tulee valmistaa pieliraudoitusta. Pieliraudoitusta tulee sijoittaa siten, että se on elementin reunan suuntainen ja halkaisijaltaan vähintään 10 mm. Teräsbetoniseinät, jotka ovat elementtirakenteisia raudoitetaan niiden molemmista pinnoistaan. Teräsbetoniseinän tulee pitää sisällään minimi määrä terästä, jotta sitä pystytään käsitellä teräsbetoniseinänä. Rakennuksen käyttötarkoitus määrää seinän rakenteen. Esimerkiksi asuinrakennusten seinien ei tarvitse olla raudoitettuja, mutta

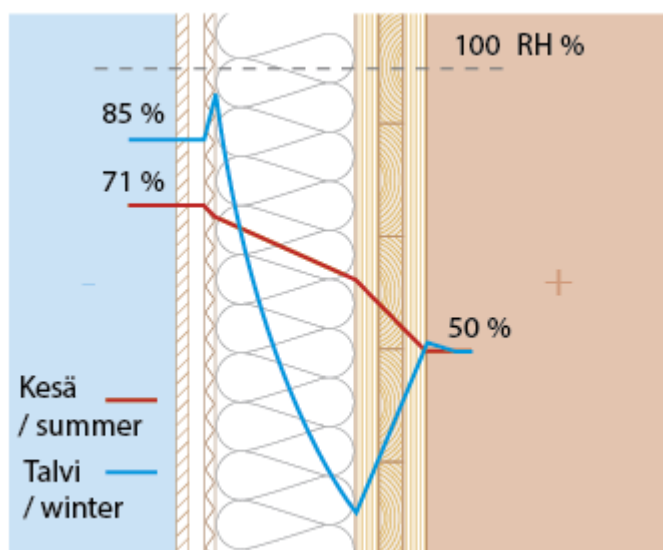
toimisto- sekä liikerakennuksissa rasitukset ovat suuria ja vaativat jäykistetyltä betoniseinältä raudoituksen. [3, s. 48-49]

Seinäelementeillä asennustekninen maksimikorkeuden tulisi olla 3,6 metriä ja kuljetusteknisen maksimikorkeuden 4,2 metriä. Maksimikorkeuksiin sisältyy seinäelementtiin kiinnitetyt nostolenkit sekä muut elementistä ulkonevat osat. Mikäli seinäelementin korkeus ei riitä vaaditulle rakennekorkeudelle, tulisi elementti suunnitella käännettäväksi. Käännettävän seinäelementin nostolenkit sijoitetaan elementin sivulle. Raudoittamattomilla seinäelementeillä maksimipituuden tulisi olla 5 metriä ja raudoitetuilla 8-9 metriä. [3, s. 48]

Paksuudet seinäelementeille määräytyvät käyttökohteen, kuormitusten sekä yllä olevien elementtien vaatimukseen perustuen. Paksuuksiin vaikuttavat myös ääni- sekä palotekniset määräykset. Ulkoseinän sisäkuorielementin minimipaksuuden tulisi olla 120 mm. Asuinrakennuksissa suositeltava paksuus ulkoseinän sisäkuorielementille on 150 mm. Raudoittamattomalle väliseinälle minimipaksuutena tulisi olla 120 mm ja kantavan väliseinän minimipaksuutena tulisi olla 180 mm. Väliseinien yleisiä paksuuksia ovat 160 mm, 180 mm, 200 mm sekä 240 mm. Kellarissa sijaitsevilla seinillä yleiset paksuudet ovat samoja kuin väliseinillä. Ne ovat 160 mm, 180 mm, 200 mm sekä 240 mm. Paksuus määräytyy seinän kuormituksen mukaan. Kellarin seinät ovat sijaintinsa takia suurien rasitusten ja pystykuormitusten alaisina. Kellarin seiniä kuormittaa niiden käyttö jäykistävinä seininä sekä ulkoseiniin kohdistuva maanpaine. Näiden syiden takia kellarin seinät tulisi suunnitella raudoitettuna. [3, s. 48]

3.1.2 CLT-massiivipuuseinät

CLT-massiivipuuseinä valmistetaan ristiin liimatuista laudoista eli CLT-monikerroslevyistä. Tavallisimmin raaka aineena CLT-massiivipuuseinissä käytetään mäntyä tai kuusta. CLT-levyjä pystytään käyttämään kantavana rakenteena seinissä sekä välipohjissa. Seinärakenteesta saadaan myös tehokkaasti lämpöä sekä kosteutta eristävä. Kuvassa 1 on esitetty esimerkki CLT-seinärakenteesta ja sen kosteudensietokyvystä. CLT-massiivipuuseinien reiitys on tehty yksinkertaiseksi. LVI-suunnittelija tekee reikävarauksen rakenteeseen ja reikä CLT-seinäelementtiin tehdään tehtaalla valmistuksen yhteydessä. Reiät CLT-massiivipuuseiniin tuotetaan mittatarkalla tietokoneohjatulla jysintäteknikalla. Reikävarauksen tekeminen CLT-massiivipuuseinään täytyy tehdä ajoissa ja huolellisesti, jotta reikiä ei tarvitse muokata työmaalla rakennusvaiheessa. [4.]



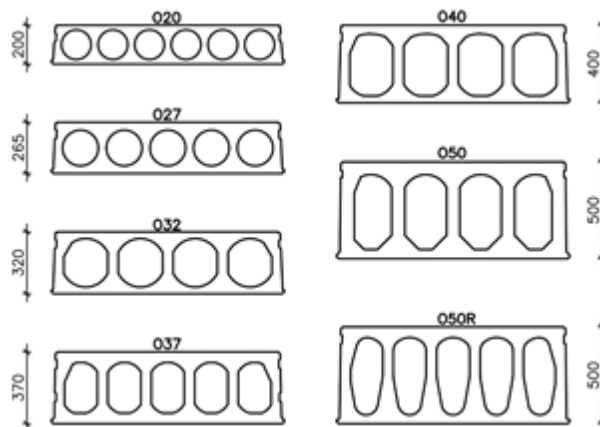
Kuva 1. Esimerkki CLT-massiivipuuseinän seinärakenteesta sekä CLT-massiivipuuseinän kosteusarvot kesällä ja talvella [5].

3.2 Reikävaraus elementtilaatassa

Elementtilaattoja käyttäessä rakentaminen muuttuu helpommaksi, sillä tuenta- sekä muottityö vähenee huomattavasti. Myös reikävarausten tekeminen helpottuu elementtilaattoja käyttäessä. Reikävarausten sijoittaminen laattatyyppeihin on yksinkertaisempaa, sillä elementtilaatat edellyttävät tietyt paikat mihin reikä voidaan sijoittaa. Neljä yleisintä elementtilaattatyyppiä ovat ontelo-, kuori-, TT-, sekä massiivilaatta. Elementtilaattatyyppin valinta hankkeeseen vaikuttaa LVIS-asennusten sijoittamiseen sekä reikävarausten tekemiseen. Seuraavissa alaluvuissa käsitellään elementtilaattatyyppiä sekä niiden vaikutusta reikävarausten tekemiseen.

3.2.1 Ontelolaatta

Ontelolaatta on Suomessa käytettävistä laattatyypeistä yleisin. Ontelolaatan hyötyjä ovat sen kevyt rakenne, kestävyys, ääneneristävyys sekä energiatehokkuus. Tuotestandardi ontelolaatoille on SFS-EN 1168. Ontelolaattojen materiaali on lujaa betonia, jonka lujuusluokka on C40/50-C70/85. Ontelolaattojen reikävarauksia tehdessä on syytä kiinnittää huomiota, että reiän voi porata ainoastaan laatan ontelo kohtaan. Kuvassa 2 on esitetty ontelolaattojen eniten käytetyt perustyyppit. Kuvasta voidaan huomata ontelolaatan rakenteen sekä ontelojaot, joihin reikävaraus on sijoitettava. [3, s. 50; 6.]



Kuva 2. Esimerkkikuva ontelolaattojen eniten käytetyistä perustyypeistä [6].

Ontelolaattatyyppejä on monia. Suuren määrän takia ontelolaatoille on laadittu omat tunnukset helpottamaan niiden tunnistamista:

- O = perusontelolaatta, jolla on enintään R60 tai R30 palonkestoaikavaatimus
- OK = kylpyhuoneisiin soveltuva kolottu ontelolaatta
- EO = tehtaalla alapinnasta eristetty ontelolaatta
- 150 = ontelolaatta, jolla on enintään R90 palonkestoaikavaatimus
- 120 = ontelolaatta, jolla on enintään R120 palonkestoaikavaatimus.

Ontelolaattojen käyttökohteet määräytyvät ontelolaattojen kantavuuden sekä ääneneristävyyden perusteella. O15-laattatyyppi on käytettävyydeltään harvinaisin, sillä se soveltuu käytettäväksi pääsääntöisesti pieniin hallirakennuksiin yläpohjiin sekä pientaloihin ylä-, ala- ja välipohjiin.

O20-laattatyyppi on toiseksi kevyin laattatyyppi, jota hyödynnetään pientalojen ylä-, ala- ja välipohjissa. Laattatyyppiä pystytään hyödyntämään myös vesikat-
torakenteena teollisuusrakennuksissa.

O27-laattatyyppi soveltuu käytettäväksi yläpohjarakenteena asuinkerrostaloissa tai rivitaloissa. Ne soveltuvat myös rivitalojen välipohjiin ja asuinkerrostalojen alapohjiin, mikäli laattaan asennetaan askelääneneristys sekä minimissään 50 millimetrin paksuinen pintabetonilaatta.

O32-laattatyyppi on yleisin laattatyyppi toimistorakennuksiin. Asuinkerrostaloissa O32-laattatyyppiä käyttäessä tulisi laatan yläpuolelle asentaa lisäääneneristys sekä kelluva lattia.

O40-laattatyyppi soveltuu hyvin käytettäväksi toimisto- sekä liikerakennuksiin ala- ja välipohjiin pitkillä jänneväleillä. Niitä pystytään hyödyntämään myös

teollisuus- sekä varastorakennuksissa ala- ja välipohjissa johtuen laatan hyvästä kantokyvystä.

O50-ontelolaatta tyyppi on suunniteltu käytettäväksi raskaasti kuormitettuihin rakennuksiin. O50-laattatyyppiä käytetään silloin, kun ontelolaatalta vaaditaan pitkiä jännevälejä sekä suuria kuormitusolosuhteita. Näitä vaatimuksia esiintyy muun muassa silloissa sekä asuinrakennusten pihakansissa. [3, s. 51–52]

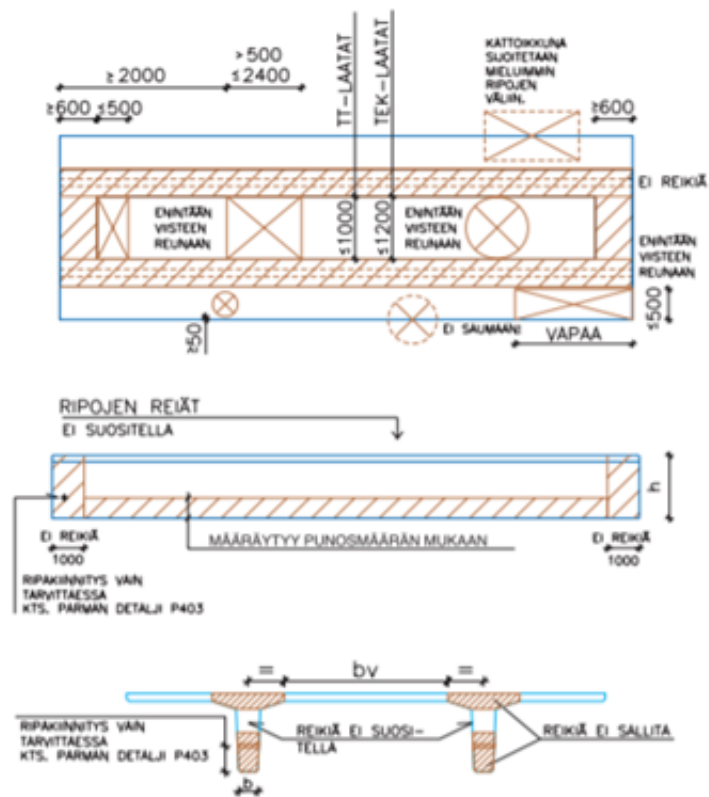
3.2.2 TT-laatta

TT-laatat ovat teräsbetonielementtejä, jotka valmistetaan esijännitettyinä. Rakenteen sekä valmistustavan avulla laatalle saadaan enimmillään jopa 30 metrin jänneväli. Laatan valmistukseen käytetään C40 lujuuden omaavaa betonia. TT-laatalta on laattatyyppistä riippuen R30-R180 välillä vaihteleva palonkestoaika. Laattojen koot vaihtelevat valmistajien välillä. [3, s. 61; 7.]

TT-laatta valitaan käytettäväksi kohteisiin, joiden sisätiloissa on runsaasti vapaata tilaa. TT-laatta on yleinen laattatyyppi käytettäväksi liike-, teollisuus- sekä varastorakennuksissa. Yleisimpiä käyttötarkoituksia TT-laatalle on suurten liikerakennusten tai parkkihallien ala-, ylä- sekä välipohjarakenne. [3, s. 61; 7.]

Reikien tekeminen TT-elementtien laattaosiin on varsin vapaata. Reikien tekemisessä on silti hyvä huomioida valmistajan ohjeistuksia. Osa valmistajista suosittelee käyttää suorakaiteen muotoisia reikiä, mutta pyöreitäkin reikiä laattoihin saa tehdä. Reikien vakiokokoja, joita TT-laattoihin tehdään, ovat pyöreänä Ø50, Ø150, Ø250, Ø350, Ø500, Ø700 sekä Ø900. Suorakaiteen muotoisia reikiä vakiokoossa ovat 600x600, 1000x1000 sekä 1000x2400 mm². Reikiä tehtäessä tulee huomioida että, ne saavat ulottua maksimissaan laattaosan ripaviisteen reunaan saakka. Ripojen väliin sijoitetun reiän pituus saa olla maksimissaan 2400 mm. Reiän sekä laatan väliin pitää jättää 600 mm tyhjä alue, mikäli reiän pituus on alle 500 mm. Jos pituus on yli 500 mm, tulisi tyhjän alueen olla 2000 mm. Pienen tekniikan lävistävät reiät (Ø < 200 mm²) tehdään työmaalla huomioiden, että reikiä saa sijoittaa yhden reiän kuhunkin ehjään poikkileikkaukseen

laattaosassa. Kuvassa 3 on esitetty ripoja TT-laatoissa, joita saa tai ei saa rei'ittää. [7; 8.]



Kuva 3. TT-laattojen ripojen rei'itys kohtia [8].

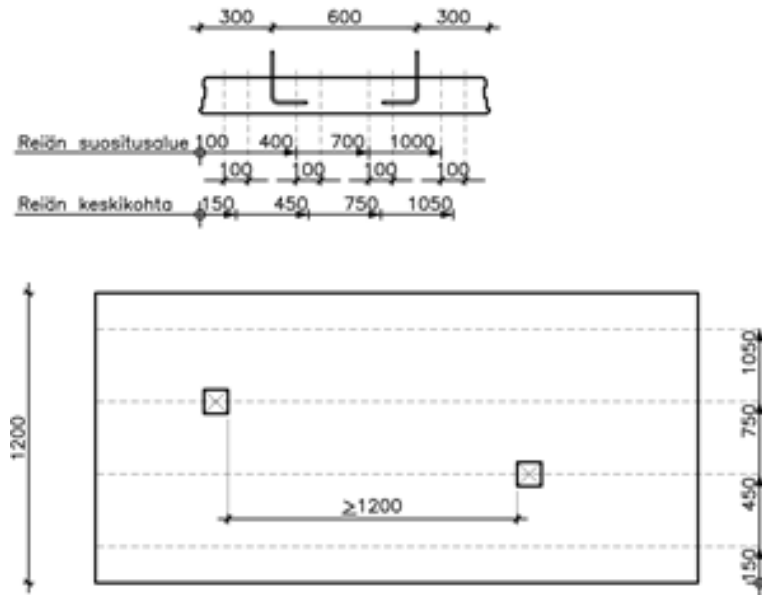
3.2.3 Kuorilaatta

Kuorilaatta eli esijännitetty umpilaattaelementti on elementti, jonka päälle betoni valetaan. Kuorilaatoissa käytettävän betonin suunnittelulujuusluokka on C40 tai C50. Kun umpilaattaelementti on päällystetty betonilla, se muodostaa yhdessä päälle valetun betonin ja pääraudoituksen kanssa tukevan liittorakenteen. Kuorilaatassa olevat ansaat varmistavat työsauman toimivuuden päälle valun kanssa. Kuorilaattaa pystytään käyttämään monissa eri rakennustyypeissä asuinrakennuksista teollisuusrakennuksiin. Kuorilaattojen kanssa voidaan käyttää kantavia seiniä tai pilaripalkki- tai pilarilaattajärjestelmää rakennuksen runkojärjestelmänä. Laatasta saadaan muodostettua yhtenäinen liittorakenne pintavalun avulla. Kuorilaatasta voidaan tehdä liittorakenteeltaan betoni-betoni- tai betoni-teräslittorakenne. Kuorilaattoihin pystytään myös valmistuksen yhteydessä liittämään lämmöneristys. [3, s. 57–58; 9.]

Kuorilaatoissa vakioleveytenä käytetään 1200 mm:ä. Mikäli kuorilaatan leveyden kanssa tulee ongelmia, on mahdollista käyttää kapeampaa laattaa. Kuorilaattojen vakiopaksuudet ovat 100, 120 sekä 150 mm. Reikien tekeminen kuorilaataan vaatii laatalta jakoraidoitusta, joka saattaa vaikuttaa kuorilaatan koon. Mikäli kuorilaatan palonkestävyyden tai kantavuuden kanssa tulee ongelmia, voidaan valmistajasta riippumatta tehdä 160 mm:n paksuinen kuorilaatta. Pintalaatta on kuorilaatan koosta riippuen paksuudeltaan 100–200 mm. Maksimi jänneväli kuorilaatoissa on noin 10 metriä. [3, s. 58]

Kuorilaatoille standardipalonkestoluokat määräytyvät SFS EN1992-1-2 mukaisesti. Palonkestävyysajat kuorilaatoilla ovat vähintään REI60. Isojen reikien tekeminen laatastoon vaatii sen palonkestävyyden uudelleentarkastamista. Kuorilaatassa kuten muissakin laatoissa reikien sijoitukselle vaaditaan tiettyjä kohtia, jottei rakenteen kantavuus kärsi. Kuvassa 4 on esitetty kuorilaataan tehtäville rei'ille mahdollisimman hyvät sijoituspaikat. Kuorilaattojen reiät tulisi sijoittaa laatan punosten väliin tai mahdollisimman kauaksi toisistaan. Yhteen poikki-leikkaukseen tulisi sijoittaa vain yksi reikä, mutta alle 20 mm:n reikiä voidaan

sijoittaa 5 kappaletta. Poikkileikkaus on laatan pituussuunnassa oleva alue, joka on 1200 mm pitkä. Poikkileikkaus on esitetty kuvassa 4. [3, s. 59; 9.]



Kuva 4. Kuorilaattaan sijoitettavien reikien suositusalueet [10].

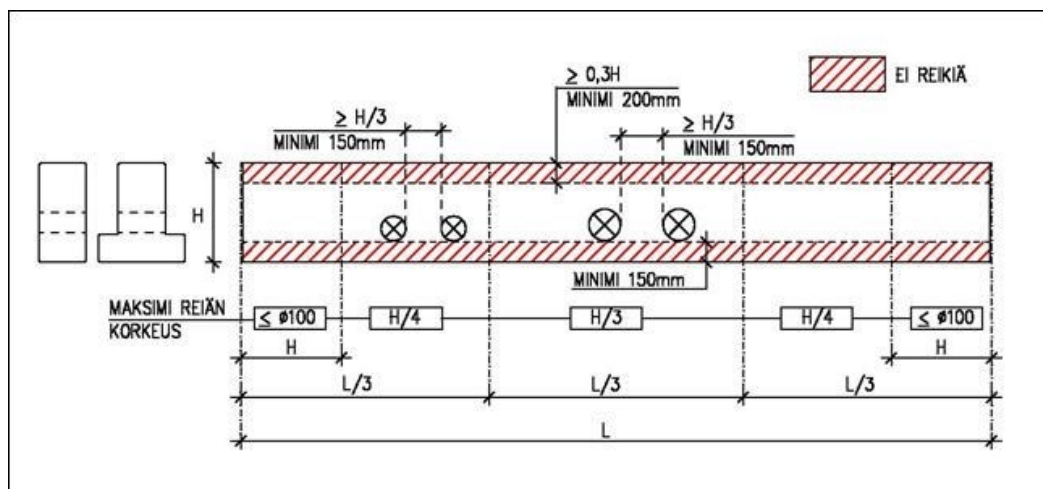
3.3 Reikävaraus palkissa

Rakennepalkkien reiättämistä tulisi välttää, mutta siitä huolimatta monissa LVI-suunnitteluprojekteissa tilantarve on niin suuri, että reikiä joudutaan palkkeihin tekemään. Laadukkaasta suunnittelusta huolimatta ilmanvaihdon sijoittaminen rakennukseen on haastavaa, joten palkkien läpi joudutaan kulkemaan tekniikalla silloin tällöin. Suunnittelulla pystytään vaikuttamaan palkeista läpi kulkevan tekniikan määriin sekä sijainteihin. Reikien hyvä sijoittaminen vaikuttaa palkkien kantavuuteen, jolla on suora vaikutus taloudellisuuteen ja hankkeen kokonaiskustannuksiin. [11.]

3.3.1 Suorakaidepalkki

Suorakaidepalkki on yleinen palkkityyppi, jota valmistetaan jännitettyinä, teräs- betoni- tai betonirakenteisena. Suorakaidepalkkeihin reikiä tehtäessä on syytä

kiinnittää huomiota reikien muotoihin, kokoihin sekä reikien sijoittamiseen liittyviin asioihin. Suorakaidepalkkeissa käytetään pyöreitä reikiä. Reikien koot ovat suositeltuina $\varnothing 50$, $\varnothing 100$, $\varnothing 150$, $\varnothing 200$, $\varnothing 300$ mm ja siitä ylöspäin. Suorakaiteen muotoisia reikiä tulisi palkkeissa käyttää vain poikkeustilanteissa. Suorakaiteen muotoisten reikien reiät tulisi pyöristää mahdollisuuksien mukaan. Reikien sijoituspaikka rei'ille tulisi suunnitella siten, että se sijaitisi uuman vetovyöhykkeessä ja palkin keskimmaisessä jännevälissä. Kuvassa 5 on esitetty suorakaidepalkkiin tehtävien reikien sijoittaminen. Suositus etäisyys reiälle palkin yläreunasta on $0,3 \times$ palkin korkeus ja 200 mm. Alareunasta reiän tulisi olla vähintään 150 mm etäisyydellä. Mikäli peräkkäisiä reikiä tehdään tulisi huomioida, että ehjälle kannakselle minimi pituus olisi reiän halkaisijan kokoinen ja vähintään 150 mm. Mikäli suositus ei toteudu, tulisi peräkkäisiä reikiä tehdä samalla ehdoilla kuin yhtä pitkää reikää. (Reiän \varnothing + kannas + reiän \varnothing) Palkkeihin, joissa on lovettu pää, ei saa rei'ittää metrin alueelta. Reikien vaikutus rakenteen kantavuuteen tulee tarkastaa yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa reikien tekemisen jälkeen. [11.]

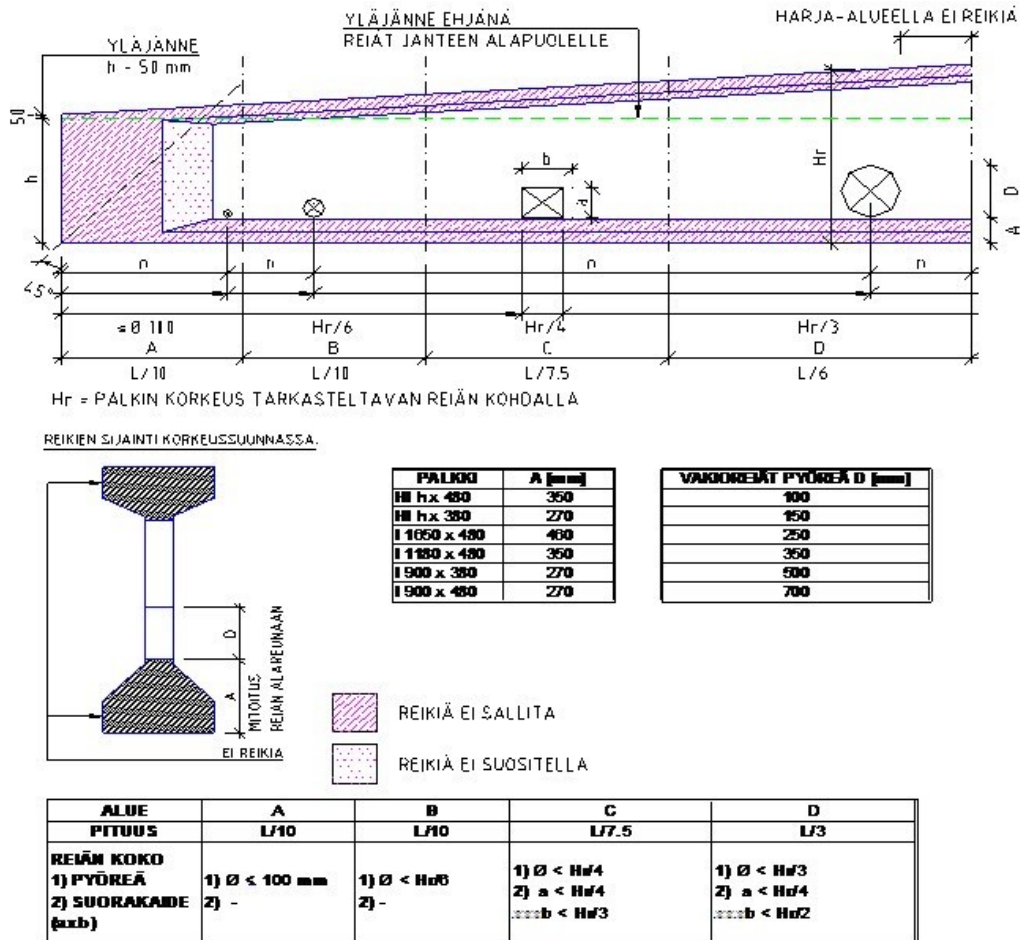


Kuva 5. Suorakaidepalkkeihin tehtävien reikien sijainnit [11].

3.3.2 HI- ja I-palkki

HI- ja I-palkkeja, jotka ovat jännitettyjä suositaan käytettäväksi hallimaisten rakennusten yläpohjiin pääkannattajiksi. Tasakorkuisia I-palkkeja suositaan käytettäväksi ala- ja välipohjissa. Palkkien muoto on suunniteltu materiaalimenekin pienentämiseksi sekä saavuttamaan tehokas toimivuus poikkileikkaukselle. HI- ja I-palkkien avulla mahdollistetaan maksimissaan yli 30 m:n jännevälit. HI- ja I-palkeilla on vakioidut koot. Suositusleveydet HI- ja I-palkeille ovat 380 mm ja 480 mm. Palkkien profiilin muoto sekä vakiokorkeudet ovat valmistajakohtaisia, mutta pääsääntöisesti HI-palkeilla korkeudet vaihtelevat 1050-2700 mm:n välillä ja I-palkeilla 900-2380 mm:n välillä. [3, s. 45; 11.]

Tehtäessä reikiä HI- ja I-palkkiin on syytä huomioida, että reikiä voidaan sijoittaa ainoastaan palkin uumaan sekä yläjänneiden alapuolelle. Reiän tulisi olla vähintään 350 mm:n etäisyydellä palkin alareunasta. Myös HI- ja I-palkeissa suositellaan käytettäväksi pyöreitä reikiä pääsääntöisesti taloudellisuuden sekä kustannuksien kannalta. Myös palkin uumassa sijaitsevat jännityshuiput ovat pienempiä pyöreiden reikien lähetyillä. Reikien tekemisessä HI- ja I-palkkeihin suositellaan käytettäväksi vakioituja kokoja rei'ille. Mikäli tarvitaan vakio kokoja suurempia reikiä, aiheesta tulisi keskustella rakennesuunnittelijan kanssa, jotta palkin kestävyys ei kärsisi. Reikien sijoittamisessa täytyy huomioida tarpeeksi leveä ehjä kannas, jotta puristusvoimat saadaan siirrettyä palkista. Reikiä ei myöskään olisi hyvä sijoittaa kohtiin, joissa leikkausrasitus on suuri. Kuvassa 6 esitetään HI- ja I-palkkiin suunniteltavien reikien tekemiseen liittyviä ohjeita. [11.]



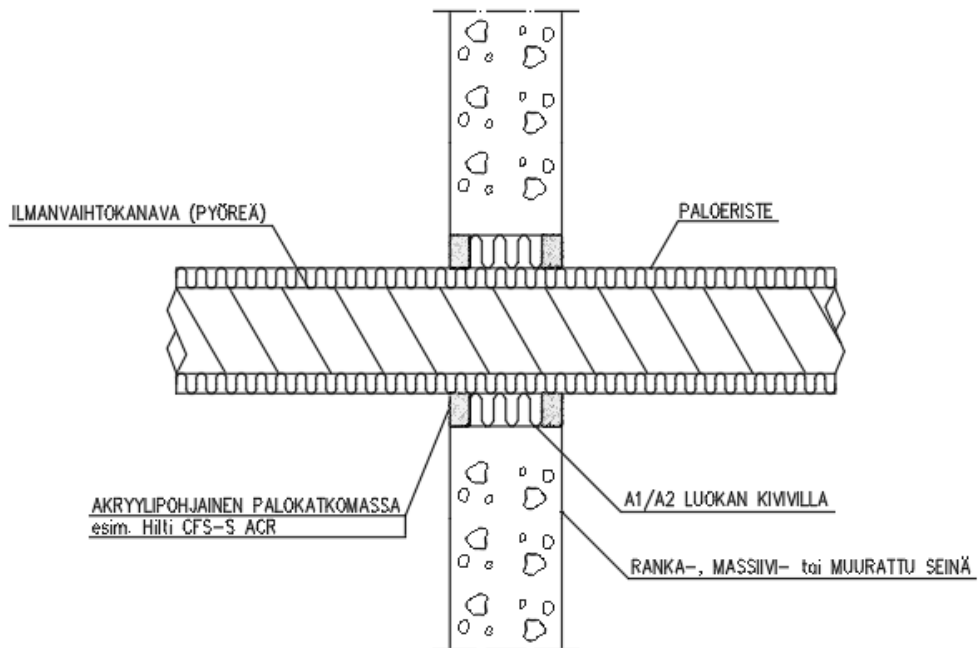
Kuva 6. HI- ja I-palkin rei'itys ohjeita [11].

4 Palokatkot

Palokatkot ovat merkittävä osa reikävarausten tekemistä. Rakennuksiin suunnitellaan eri palo-osastoja, jotta tulipalon syttyessä rakennuksen materiaaleja sekä ihmisvahinkoja pystytään vähentämään sekä estämään. Palokatolla tarkoitetaan osastoivan rakennuksen rakennetta läpäisevän tekniikan ympärille suunniteltu ratkaisu, joka eristää palon sekä palokaasut toisista eri palo-osastoista. Palokatkon tärkein ominaisuus on estää palon sekä palokaasujen pääsemisen palo-osastosta toiseen. [12, s. 6–7]

Palokatkot tulee suunnitella huolellisesti yhteistyössä eri alojen suunnittelijoiden kanssa, jotta rakennukselle saadaan luotua mahdollisimman hyvät paloturvalliset ominaisuudet. Palokatkojen toteutus tehdään yhteistyössä suunnittelijoiden,

viranomaisten sekä urakoitsijoiden kanssa. Palokatkoissa käytettävien materiaalien sekä tuotteiden tulisi olla yhteensopivia ratkaisujen kanssa sekä luoda yhdessä huoltovarma sekä helppokäyttöinen kokonaisuus. Palokatkoja tehtäessä ensiksi on tehtävä palokatkosuunnitelma. Kuvassa 7 on esitetty palokatko, jonka tarkoituksena on paloeristää ilmanvaihtokanava massiivisessa tai muuratussa betoniseinässä. [12, s. 8]



Kuva 7. Esimerkkikuva palokatkodetaljista.

4.1 Palokatko suunnitelma

Palokatko suunnitelma on erityissuunnitelma, jonka tarkoitus on määrittää palo-osastoivan rakenteen sekä sen lävistävän tekniikan välinen palontiiveys. Palokatko suunnitelma laaditaan hankkeen toteutussuunnitteluvaiheessa erityissuunnittelijan toimesta. Palokatko suunnitelma tulisi laatia palo-osastoinnin sekä osastoivien rakenteiden vaatimusten mukaan. Palokatko suunnitelman tulee olla toimitettuna alueen rakennusvalvonnan viranomaiselle ennen töiden aloittamista, mutta suunnitelma viimeistellään rakenne-, palo-, ääni- sekä LVIAS-suunnitelmien valmistuttua. Suunnitelma laaditaan siis yhteistyössä edellä mainittujen alojen suunnittelijoiden kanssa. Uudisrakennuksissa sekä vaativissa korjausrakennuskohteissa palokatko suunnitelma edellyttää viranomaisen vahvistuksen. Palokatko suunnitelmassa tulisi viitata LVI-työselostukseen sekä -piirustuksiin, jotta asennuksia tehtäessä palokatko suunnittelijan laatimat läpivientien tiivistykset sekä palokatkoratkaisut olisi helppo saada yhteensovittettua. Palokatko suunnitelma suunnitellaan arkkitehtipohjakuviin, johon on suunniteltu palo-osastojen rajat sekä paloluokat. [12, s. 9; 13.]

4.2 Palokotkojen läpiviennit

Palo-osastoidusta rakenteesta mentäessä tekniikalla läpi tulee huomioida erityisesti mitä tekniikka kuljettaa. Ilmanvaihdon palokatkon tekeminen on kuljetettavan aineen takia verrattuna erilaista putkien palokatkoihin, sillä ilman pääseminen palo-osastosta toiseen on estettävä palon alkaessa. Viemärin tai käyttöveden pääsemistä palo-osastojen välillä ei tarvitse palon syttyessä estää.

4.2.1 Putkiläpiviennit

Putkiläpivienneillä tarkoitetaan tekniikkaa, joka koostuu pääsääntöisesti metalli-, komposiitti- ja muoviputkista. Näitä putkimateriaaleja hyödynnetään muun muassa sprinklerin, kaasujen sekä veden ja viemärin siirtämisessä. Palokotkojen putkiläpivienneissä tulee ottaa huomioon, miten eri putkimateriaalit käyttäytyvät tulipalossa sekä kuumissa olosuhteissa, ja niiden perusteella tekniikan

materiaalivalinnat tehdään. Esimerkiksi muoviputki sulaa korkeissa lämpötiloissa, kun taas metalliputkilla sulamispiste on huomattavasti korkeampi. Metalliputken haittoja taas palon sattuessa ovat sen korkea lämmönjohtavuus sekä lämpövaihteluiden vaikutus tartuntaan. [12, s. 14–15]

Palokatkon putkiläpivienneille on kuitenkin monia eri vaihtoehtoja sekä asennustapoja. Putkiläpivientien eri vaihtoehtoja pystytään hyödyntämään kohdekohtaisesti, jotta eri materiaaleille saadaan valittua paras mahdollinen toimivuus tulipalotilanteissa. Metalliputkille putkiläpivienteihin eri vaihtoehtoja ovat esimerkiksi:

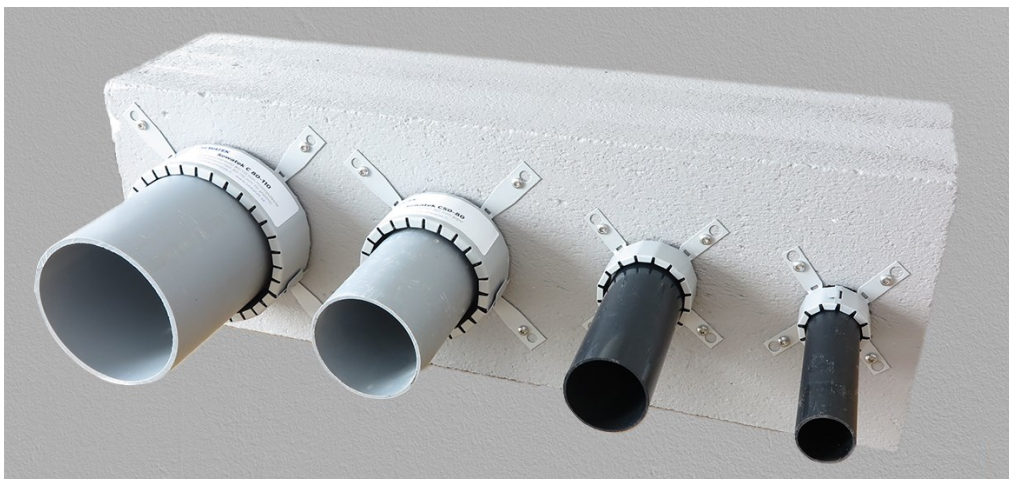
- Metalliputki, joka on eristetty CE-merkityllä eristeellä, voidaan läpivientikohdasta tiivistää vaahdolla, palomassalla tai pinnoitetulla villalla asennusohjeiden mukaisesti.
- Osastoivan rakennusosan sekä metalliputken paloeristys tehdään mineraalivillalla, jonka jälkeen se tiivistetään elastisella tai akryylipohjaisella palokatkomassalla.
- Osastoivan rakennusosan ja metalliputken putkiläpivienti tiivistetään palokatkotuotteella paloluokan sekä rakenteen vaatimukset täyttäen.

Muovi- sekä komposiittiputkille erilaisia putkiläpivientivaihtoehtoja ovat seuraavat:

- Läpivienti muoviputkelle tehdään putken ympärille asennettavan palomansetin, palonestopannan tai palokatkomassan avulla. Putken läpivienti tiivistetään asennusohjeen ja ETA-arvioinnin vaatimilla tavoilla. Tällä putkiläpivientitavalla tiivistetään tulipalon sattuessa sulaneen muoviputken avoimeksi jäänyt läpivienti. Kuvassa 8 on esitetty muoviputken läpivienti, jonka palokatko on toteutettu palomansetilla.
- Putkiläpiviennissä putken ja osastoivan rakennusosan väli tiivistetään silikoni- ja akryylipohjaisella palokatkomassalla.

- Putkiläpiviennissä eristetyn putken ja osastoivan rakennusosan väli tiivistetään grafiittipohjaisella paloneristystuotteella.

Näitä asennustapoja voidaan käyttää kaikille putkityypeille, ja asennustavoissa käytetyt materiaalit sekä niiden määrät ja paksuudet on tarkastettava ETA-arvioinnin asiakirjasta tai putkiläpiviennin asennusohjeista. [12, s. 14–15]



Kuva 8. Muoviputken palokatko palomansetilla tehtynä [14].

4.2.2 Ilmanvaihdon läpiviennit

Ilmanvaihdon läpivienneille on eri luokkavaatimuksia. Nämä luokkavaatimukset voidaan toteuttaa eri paloeristysratkaisuilla. Paloeristysratkaisuja on aktiivinen palosuojaus, joka toimii palovaroittimilla ja passiivinen palosuojaus, joka toimii eri paloeristysratkaisuilla. LVI-suunnitelmiin määritetään osastojen väliset ilmanvaihtokanavien läpivientien vaatimukset sekä niissä käytettävät paloneristykset ja tiivistysratkaisut. Monissa LVI -suunnitteluprojekteissa nämä määritykset tulevat palokonsultilta palokatkosuunnitelman mukana. Mikäli LVI -suunnittelija tai LVI-urakoitsija tekee päätökset palorajoittimista sekä paloeristysratkaisuista, tulee heidän toimittaa tiedot palokatkosuunnittelijalle sekä palourakoitsijalle. [12, s. 16–17]

LVI-suunnitelmissa tulee huomioida myös palo-osastoinnin alueella sijaitsevien ilmanvaihtokanavien kannakointi. Kannakointien riittävyys kuitenkin tarkastetaan vasta palokatkosuunnittelun aikana. Riittäväksi etäisyydeksi ilmanvaihtokanavien kannakoinnille palo-osastoinnin alueella on määritetty vähintään 200 millimetriä, jotta palokatkon asennustyö olisi mahdollista. Kannakointivälien maksimi etäisyys tulisi ilmoittaa palokatkodetaljeissa. [12, s. 16–17]

CE ETA -hyväksytyjä ratkaisuja ei ole ilmanvaihtoputkille. Ilmanvaihtokanavien läpivienneissä voidaan hyödyntää pääsääntöisesti metalliputkille tarkoitettuja tiivistystapoja. Villoitettujen ilmanvaihtoputkien läpivienneistä voidaan tehdä osastoituja, jos ne tehdään määräysten mukaisesti. Villoitettujen ilmanvaihtokanavien putkiläpivientejä tehdessä on myös syytä kiinnittää huomiota villan palonkesto-ominaisuuksiin. Paloeristeellä varustettu ilmanvaihtokanava voidaan viedä eristettynä tai eristeen katkaisemalla rakenteesta läpi. Palokatkon tekeminen palopellin avulla on myös yleinen tapa, jos rakennuksessa on monia eri palo-osastoja. Silloin kun palokatko tehdään palopeltien avulla, on syytä toimia palopellin valmistajan hyväksynnän mukaisesti sekä käyttää valmistajan suosittelemaa palopeltiä läpivienneissä. Kuvassa 9 on esitetty ilmanvaihdon läpivienti tiiliseinästä, joka on palo-osastoitu palopeltien avulla. [12, s. 16–17; 15.]



Kuva 9. Ilmanvaihtokanavan läpivienti tiiliseinästä [15].

5 Reikävaraustyökalu

Työkalu, jolla reikävarauksia tehdään LVI-suunnitteluprojekteissa, on nimeltään MagiCAD Provisions for Builderswork. Tämä työkalu on saatavilla Autodeskin suunnittelutyökaluissa. Autodeskin suunnittelutyökaluja, joissa Provision for Builderswork -työkalu on käytettävissä, on muun muassa MagiCAD for Revit sekä MagiCAD for AutoCAD. Työkalu nopeuttaa ja selkeyttää reikien suunnittelamista. Työkalua pystytään käyttämään automaattisesti tai manuaalisesti reikävarausten tekemiseen. Työkalu yhdistää projektihenkilöt reikävarausten tekemisessä sekä mahdollistaa kommunikoinnin projektihenkilöiden välillä.

5.1 Reikävarausten tekeminen AutoCAD -suunnittelutyökalulla

Reikävarausten tekeminen aloitetaan käynnistämällä Provisions for Builderswork Openings -työkalu, minkä jälkeen suunnittelija määrittää haluamansa koot reiälle tai suorittaa automaattisen reikävarauksen luonnin työkalulla. Pääsääntöisesti reiän luominen toteutetaan manuaalisella tavalla. Luomalla reiän manuaalisesti LVI-suunnittelija pystyy määrittämään kaikki reiän mitat sekä myös yhdistämään reikiä yhdeksi varaukseksi. Reiän luomisen jälkeen muut projektihenkilöt, kuten arkkitehdit sekä rakennesuunnittelijat, avaavat Builderswork Opening -nimisen työkalun. Builderswork Opening -työkalun avulla he pystyvät hyväksyttämään taikka hylätä LVI-suunnittelijan luomat reikävaraukset. Työkalu on luotu keräämään kaikki tiedot reikävarauksista XML-tiedostoon, jota hyödynnetään eri suunnittelualojen sekä projektihenkilöiden väliseen kommunikointiin. Reikävarausten tarkastamisen sekä hyväksyttämisen jälkeen työkalu valmistaa reiät ja pitää käyttäjät ajan tasalla reikävarauksiin kohdistuneista muutoksista, kuten niiden kokojen tai sijaintien muuttamisesta. Kuvassa 10 on esitetty reikävaraustyökalu Provision for Builderswork Openings, jota käytetään reikävarausten tekemiseen MagiCAD for AutoCAD -suunnittelutyökalussa. [16.]

MagiCAD - Provision for Builderswork Openings

Building service information

New/existing provision
 New provision Existing provision

Provision is for ventilation
 Provision is for piping
 Provision is for plumbing
 Provision is for sprinkler
 Provision is for electrical

Owner

Note

Geometry

Shape
 Circular Rectangular

Is recess

Diameter/width [mm]:
 Height [mm]:
 Length [mm]:
 Additional length [mm]:

Specify On-screen

Layer definitions

Layer variable {PFV}

Builder/Contractor information

Status from builder/contractor

Feedback from builder/contractor

Properties

Property	Value
Storey	
Labels	
UserVar 1	
UserVar 2	
UserVar 3	

Ok Cancel

Kuva 10. MagiCAD for AutoCAD -reikävaraustyökalu.

5.2 Reikävarausten tekeminen Revit -suunnittelutyökalulla

MagiCAD for Revit -työkalulla reikävarausten suunnitleminen on samankaltaista kuin MagiCAD for AutoCAD -työkalulla. Reikävarausten tekeminen aloitetaan käynnistämällä Provisions for builderswork -työkalu. Tämän jälkeen työkaluun syötetään manuaaliset arvot reikävarausten ko'ille ja suoritetaan reikien luonti. Kun reikävaraukset on luotu, niiden tiedot siirtyvät automaattisesti muille projektihenkilöille builderswork openings -työkaluun. Revit-suunnittelutyökalussa reikävaraustyökalu tekee XML-tiedoston ja kerää sinne reikävarausten tiedot. Projektihenkilöt, kuten rakennesuunnittelijat sekä arkkitehdit voivat hyväksyttää tai hylätä luodut reiät. MagiCAD for Revitin -reikävaraustyökalulla luotuja reikiä voidaan niiden luonnin jälkeen tarkastella 3D-mallissa ja sovittaa yhteen

muun tekniikan sekä rakenteiden kanssa. Kuvassa 11 on esitetty Provision for Builderswork -reikävaraustyökalu, joka on käytettävissä MagiCAD for Revit -suunnittelutyökalussa. [17.]

Provision for Builderswork Openings

Building Service Information

- Provision is for ventilation
- Provision is for piping
- Provision is for plumbing
- Provision is for sprinkler
- Provision is for electrical

Owner:

Note:

Geometry

- Circular Horizontal Opening
- Rectangular Vertical Opening
- Recess

Diameter/width: mm

Height: mm

Length: mm

Offset: mm

Additional length: mm

Comment

Select object Select object (linked)

Ignore insulation

OK Cancel

Kuva 11. MagiCAD for Revit -reikävaraustyökalu.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda reikävarausohje LVI-suunnittelun avuksi. Reikävarausohjeesta oli tarkoitus luoda detaljipiirustus tyylinen ohjeistus, jota pystyttäisiin hyödyntämään LVI-suunnitteluprojekteissa reikävarausten hyväksyttämiseen tilaajien sekä rakennesuunnittelijoiden kanssa ennen varsinaisen suunnittelun alkamista. Työssä laadittiin reikävarausohje, jossa on esitetty kaksi esimerkkiä liitteissä. Esimerkkeinä reikävarausohjeesta on esitetty ilmanvaihtokanavan sekä teräsputken detaljipiirustus. Reikävarausohjeen lisäksi opinnäytetyössä käytiin läpi yleisesti reikävarauksiin liittyviä aihealueita sekä, tekniikan, rakenteiden ja palokatkojen vaikutusta reikävarauksiin. Opinnäytetyön raporttia on mahdollista hyödyntää tietopankkina reikävarauksiin liittyvissä kysymyksissä.

Reikävaraukset LVI-suunnittelussa vaativat suuren panoksen ja kattavaa yhteistyötä niitä tekeviltä henkilöiltä. Reikävarausten tekemisessä on otettava huomioon monia seikkoja liittyen rakenteisiin, tekniikkaan, yhteensovittamiseen sekä paloturvallisuuteen. Kun reikävarauksia lähdetään suunnittelemaan, tulee suunnittelijan huomioida rakennetta läpäisevän tekniikan materiaali ja niiden eristeiden vaikutus reikävarauksen kokoon. Eristeen käyttäytyminen reiän kohdalla on täysin riippuvaista eristeen materiaalista. Toisena asiana tulisi ottaa huomioon rakenne. Esimerkiksi laatoilla sekä palkeilla on kohtia, joihin ei saa tehdä reikiä. Reikävarausten suunnittelussa on näin ollen syytä hyödyntää rakennesuunnittelijan osaamista, jotta pystytään varmistamaan asianmukainen paikka tekniikan reikävaraukselle. Väärät reikien sijoitukset vaikuttavat rakenteen kantavuuteen kriittisesti. Kolmantena huomiona on palokatkot. Palokatkot ovat tärkeä osa rakennuksen turvallisuutta, ja ne pitävät sisällään paljon tuotekohtaisia vaatimuksia, joiden vaikutus reikävarauksiin voi olla suuri. Palokatkot on siis suositeltavaa tehdä yhteistyössä palokatosuunnittelijan kanssa. Projektihenkilöiden välinen tiivis yhteistyö ja osaamisen jakaminen reikävarauksia suunniteltaessa varmistavat vaatimuksenmukaiset, toimivat ja turvalliset ratkaisut.

Opinnäytetyössä laaditun reikävarausohje detaljinipun suunnittelu ja laatiminen tuntui alkuun haastavalta, sillä asioita, joita tulisi ottaa huomioon, on paljon.

Loppujen lopuksi suurimmat haasteet esiintyivät palokatkoihin liittyvissä detaljeissa. Tämä johtui siitä, että monissa eri ohjeistuksissa reikävarauksen kokoon vaikuttivat pääsääntöisesti palokatkomassat sekä paloeristeiden vaatimukset. Reikävarauksia, joissa esimerkiksi ilmanvaihto läpäisi palo-osastoitua rakennetta, tulisi reikävarauksen koossa huomioida paloeristeelle asetetut vaatimukset huolellisesti. Paloeristysten, kuten palokatkomassojen, paksuudet vaihtelevat valmistajakohtaisesti, mikä vaikuttaa suoraan reikävarauksen kokoon. Reikävarausten kokojen vakiinnuttaminen oli myös haastavaa.

Yleinen suositus putken tai kanavan reikävarauksen mitalle on ollut se, että putken halkaisijaan lisätään 50 mm. Asiaa tutkittaessa huomattiin, että eri LVI-suunnitteluprojekteissa on totuttu käyttämään hieman kyseistä mitasta poikkeavia pienempiä kokoja. Tämän johdosta reikävarauksen koolla putken halkaisijaan lisätyllä 50 mm:llä pystytään varmistamaan se, ettei reikävarauksesta tule ainakaan liian pieni. Liian pienen reikävarauksen tekeminen kasvattaa rakennustyömaalla koituvia kuluja huomattavasti, jos reikiä joudutaan jälkeempään suurentamaan. Pääsääntöisesti reikävarausten koot olisi hyvä vakiinnuttaa projektin alkuvaiheessa yhteistyössä muiden projektihenkilöiden kanssa, jotta reikävarausten ko'oista saadaan projektikohtaisesti oikeat.

Lähteet

- 1 Granlund meistä. 2024. Verkkoaineisto. Granlund Oy. <<https://www.granlund.fi/meista/>>. Luettu 20.2.2024.
- 2 LVI-Reikävarausten suunnittelu. 2018. Yrityksen sisäinen aineisto. Granlund Oy.
- 3 Runkorakenteet. Verkkoaineisto. Betoniteollisuus Ry. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/22592/Runkorakenteet_9%203%202010.pdf>. 10.3.2010. Luettu 3.4.2024.
- 4 Yleisimmät rakennejärjestelmät. Verkkoaineisto. Puuinfo Oy. <<https://puuinfo.fi/puutieto/kayttokohteet/yleisimmat-rakennejarjestelmat/>>. 23.6.2020. Luettu 2.3.2024.
- 5 CLT-rakentaminen. 2024. Verkkoaineisto. Puurakentajat Group Oy. <<https://www.puurakentajat.fi/clt-rakentaminen>>. Luettu 3.4.2024.
- 6 Ontelolaatat. Verkkoaineisto. Betonia Oy. <<https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>>. 29.2.2024. Luettu 3.4.2024.
- 7 TT-, TEK- ja HTT-laatat suunnitteluohje. 2021. Verkkoaineisto. Parma Oy. <<https://parma.fi/suunnittelu-ja-materiaalit/elementtisuunnittelu/materiaalit-laatat/>>. Luettu 20.3.2024.
- 8 TT -laatat. Verkkoaineisto. Betonia Oy. <<https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/laatat/tt-laatat>>. 31.3.2023. Luettu. 20.3.2024
- 9 Parman kuorilaatat. 2016. Verkkoaineisto. Parma Oy. <<https://parma.fi/tuote/ontelolaatat-ja-kuorilaatat/>>. Luettu 21.3.2024.
- 10 Kuorilaatat. Verkkoaineisto. Betonia Oy. <<https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/laatat/kuorilaatat>>. 24.3.2023. Luettu 21.3.2024.
- 11 Betonipalkkien rei'itysohjeet. Verkkoaineisto. Betonia Oy. <<https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/palkit/betonipalkkien-reiitysohjeet>>. 24.3.2023. Luettu 27.3.2024.
- 12 Palokatko-opas 2019. 2019. Verkkoaineisto. Suomen Palokatko yhdistys ry. <<https://palokatko-yhdistys.fi/pdf/Palokatko-opas-22052019.pdf>>. Luettu 10.3.2024.
- 13 Mikä on palokatko suunnitelma. Verkkoaineisto. PKT-Turva Oy. <<https://www.pkt-turva.fi/mika-on-palokatko-suunnitelma.html>>. Luettu 11.3.2024.
- 14 Palokatkomansetin toiminta ja asennus. Verkkoaineisto. Sewatek Oy. <<https://www.sewatek.com/palokatkomansetin-toiminta-ja-asennus/>>. 31.3.2022. Luettu 20.3.2024.

- 15 Ilmanvaihtoputket. 2015-2024. Verkkoaineisto. Palokatkotukku Parkkinen Oy. <<https://www.palokatko.com/palokatkot-ja-palosuojaus/putkipalokatkot>>. Luettu 13.3.2024.
- 16 AutoCAD Provisions for builderswork openings. 2024. Verkkoaineisto. MagiCAD. <<https://www.magicad.com/tools/provisions-for-builderswork-openings/?platform=autocad>>. Luettu 26.2.2024.
- 17 Revit Builderswork openings toolset. 2024. Verkkoaineisto. MagiCAD. <<https://www.magicad.com/en/feature/magicad-builders-work-openings-tool/>>. Luettu 26.2.2024.
- 18 Provision for builderswork openings – options. 2018. Verkkoaineisto. MagiCAD. <https://help.magicad.com/mcrev/2018-UR-3/EN/7_1_1_provision_for_builderswork_openings___options.html>.

Reikävaraus -ohje detaljikuva teräsputkesta

