



Tony Haapanen

Tavoitteena 12 kuukauden asuinkerrostalotyömaa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

24.04.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Tony Haapanen
Otsikko: Tavoitteena 12 kuukauden asuinkerrostalotyömaa
Sivumäärä: 61 sivua + 0 liitettä
Aika: 24.4.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine: Rakentamisen projektinhallinta
Ohjaajat: Lehtori Anne Aalto
Työpäällikkö Mikko Moilanen

Opinnäytetyössä tutkittiin referenssikohteen ontelolaatta välipohjarakenteen muuntamisen superlaataksi vaikutuksia koko hankkeen kustannuksiin ja aikatauluun. Työssä vertailtiin ontelolaattojen ja superlaattojen kustannuksia sekä rakentamisajan lyhentymisen vaikuttamista 8- ja 9-kustannuksiin. Työn tavoitteena oli selvittää, pystytäänkö superlaattaa käyttämällä välipohjarakenteena saavuttaa 20 % aikataulusäästö perinteisessä asuinkerrostalotyömaassa. Tutkimus tehtiin SRV Rakennus Oy:n toimeksiannosta.

Tutkimuksen välipohjan laskelmissa käytettiin referenssikohteenä käynnissä olevaa SRV Rakennus Oy:n ontelolaattakohdetta, joka on 2-portainen 6-kerroksinen asuinkerrostalo. Tätä kohdetta vertailtiin SRV Rakennus Oy:n valmiiseen superlaattakohteeseen kustannuksien ja aikataulun osalta. Tutkimusmenetelminä käytettiin myös työmaahenkilöstön haastattelemista sekä välipohjaratkaisuista löytyviä verkkoaineistoja.

Havaittiin, että pelkästään välipohjarakennetta vaihtamalla superlaataan ei referenssikohteessa päästy 20 % aikataulusäästöön, mutta huomattiin kyllä superlaattojen käytön lyhentävä vaikutus rakentamisaikaan, joka tällöin vaikuttaa vähentävästi 8- ja 9-kustannuksiin.

Opinnäytetyön tulosta voidaan hyödyntää tulevissa rakennushankkeissa ottamalla huomioon superlaattojen käytön tuomat edut, kuten lyhyemmän rakentamisajan ja kustannussäästöt. Kustannusvertailuja tehtäessä on otettava huomioon superlaattojen sisällä olevan talotekniikan vaikutus kustannuksiin.

Avainsanat: 8-kustannukset, 9-kustannukset, välipohja, aikataulu, kustannukset

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Tony Haapanen
Title: 12-month Residential Construction Site as Goal
Number of Pages: 61 pages + 0 appendices
Date: 24 April 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Civil engineering
Professional Major: Project management for Construction
Supervisors: Mikko Moilanen, Project Manager
Anne Aalto, Senior lecturer

The purpose of the final year project was to investigate the effects of changing a hollow core slab intermediate floor structure to a super-slab intermediate floor structure. Impacts were studied from the perspectives of costs and schedule. The costs of hollow core slabs and super slabs were compared, as well as the impact of the shortened construction time on the costs of 8- and 9-costs. The aim of the study was to determine if using super slabs as the intermediate floor structure could achieve 20 % schedule savings in a traditional residential construction site. The study was commissioned by SRV Construction Ltd.

The study methods used in the project included comparing an ongoing hollow core slab project of SRV Construction Ltd with a completed super slab project in terms of costs and schedule. The methods also included interviewing the construction site staff and analysing online materials about intermediate floor solutions.

It was found that simply by changing the intermediate floor structure to super slabs in the reference project did not result in a 20 % schedule savings, but the use of super slabs had a shortening effect on the construction time, which then has a reducing effect on 8- and 9-costs.

In conclusion the results of the thesis can be utilized in future construction projects by taking into account the benefits of using super slabs, such as shorter construction time and cost savings. It is also important to consider the impact of technology within the slabs on costs.

Keywords: 8-costs, 9-costs, intermediate floor, schedule, costs

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Työn tavoite ja rajaus	2
1.3	Tutkimusongelma	2
1.4	Tutkimusmenetelmät	2
2	Teoria	3
2.1	Superlaatta välipohjarakenteena	3
2.1.1	Yleistä	3
2.1.2	Superlaatan valmistus	7
2.1.3	Superlaatan asentaminen	8
2.1.4	Superlaattojen suunnittelu	11
2.1.5	Kuormanpurun kesto	11
2.1.6	Kustannukset	12
2.1.7	Superlaatan hyödyt	12
2.2	Ontelolaatta välipohjarakenteena	14
2.2.1	Yleistä	15
2.2.2	Ontelolaatan suunnittelu	15
2.2.3	Ontelolaatan valmistus	16
2.2.4	Ontelolaatan asennuksen valmistelu	19
2.2.5	Ontelolaatan kuljetus, varastointi, asennus ja jälkityöt	20
2.2.6	Kuormanpurun kesto ja koko rungon välipohjarakenteen asentamisen kesto	25
2.2.7	Kustannukset	25
3	Superlaatan ja ontelolaatan erot	26
3.1	Asennuksen erot	26
4	Superlaatan ja ontelolaatan kustannuksien vertailu	27
5	Referenssikohde	28
5.1	Referenssikohteen välipohjarakenteen alkutiedot	30
6	Vertailukohde	33

6.1	Vertailukohteen välipohjarakenteen alkutiedot	36
7	Referenssikohteen välipohjarakenteen muuttaminen superlaataksi	38
7.1	Kustannuksien vertaaminen	43
7.2	Aikataulun muuttumisen vertaaminen	48
8	Tulokset	50
9	Henkilöhaastattelut	51
9.1	Henkilöhaastattelun kysymykset ja haastateltavat	52
9.2	Haastattelujen tulokset	53
9.2.1	Haastattelu 1, Tuotepäällikkö, Lujabetoni Oy	53
9.2.2	Haastattelu 2, vastaava mestari, SRV Rakennus Oy	55
9.2.3	Haastattelu 3, työpäällikkö, SRV Rakennus Oy	57
10	Pohdinta	59
11	Yhteenveto ja johtopäätökset	60
	Lähteet	62

Lyhenteet ja käsitteet

8-kustannukset: Työmaan käyttökustannukset

9-kustannukset: Työmaan yhteiskustannukset

ARK: Arkkitehti

C25/30: Betonin lujuusluokka, 25 MPa tarkoittaa lieriölujuutta ja 30 MPa kuutiolujuutta

DWG-tiedosto: Tiedosto, joka sisältää kaksi- ja kolmiulotteista grafiikkaa

Esivalmistusaste: Betonielementtien valmistus tehtaalla ennen työmaata

IT-Betoni: Itsetiivistyvä betoni

kN/m²: Paineenyksikkö, Kilonewtonia per neliometri

KVR-urakka: Kokonaisvastuu-urakka, urakoitsija vastaa kohteen suunnittelusta ja toteutuksesta

O37: 370 mm paksuontelolaatta

O37K: 370 mm paksu kolotettu ontelolaatta (kylpyhuonelaatta)

Plaano: Betonilattioiden tasoite

SL270: Asuinkerrostaloissa käytetty 270 mm paksu superlaatta

SL270K: 270 mm paksu kylpyhuoneessa käytetty superlaatta

SL270UK: 270 mm paksu ulokelaattana käytetty superlaatta

XC1: Betonin rasitusluokka, betoni, joka on kuiva tai jatkuvasti märkä

XC2: Betonin rasitusluokka, betoni, joka on kostea, harvoin kuiva

XC3: Betonin rasitusluokka, betoni, joka on kohtalaisen kostea

1 Johdanto

Rakennushankkeen etenemiseen, aikatauluihin ja kustannuksiin vaikuttaa olennaisesti, siihen valittu välipohjaratkaisu. Työmaan sujuvuuden ja aikataulujen varmistamiseksi on kiinnitettävä erityishuomiota rakennusaikaisten työvaiheiden yhteensovittamisen haasteisiin ja mahdollisiin ylimääräisiin työvaiheisiin työmaalla. Välipohjaratkaisun toteutus vaikuttaa suoraan useiden seuraavien työvaiheiden tahdistukseen, joten sen nopea ja ongelmaton toteutus on ensiarvoisen tärkeää.

1.1 Tausta

Tämä opinnäytetyö tehdään SRV Rakennus Oy:lle. SRV Rakennus Oy on rakennusalan yritys, joka toimii rakennus- ja kiinteistökehitysprojekteissa. Tämä yritys on osana SRV-yhtiötä, jotka ovat erikoistuneet monipuoliseen rakentamiseen ja kiinteistökehitykseen Suomessa ja Venäjällä. SRV Rakennus Oy:n pääasiallinen toimiala on rakennusliike.

Yritys on aikaisemmissa kohteissaan käyttänyt pääasiallisesti ontelolaattoja välipohjarakenteena, mutta myös Lujabetoni Oy:n superlaattaa on käytetty muutamassa kohteessa. Superlaatan käytön yleistyminen on suositeltavaa tulevaisuudessa kohteissa, koska sen myötä suuri osa työvaiheista jää pois rakennustyömaalta, valmiiksi tehtaalla integroitujen lattialämmityksien, tarvittavien kylpyhuoneiden talotekniikan sekä lattiakaatojen takia. Superlaatta on välipohjaratkaisu, joka on julkaistu vuonna 2017. Superlaattaa valmistaa Suomessa ainoastaan Lujabetoni Oy.

Tutkimuksessa esiintyvät elementtimäärät, rakennepaksuudet ja toteutustavat perustuvat SRV Rakennus Oy:n käynnissä olevaan referenssikohteeseen, joka sijaitsee Perkkaalla, Espoossa sekä SRV Rakennus Oy:n valmiiseen superlaatta vertailukohteeseen, joka sijaitsee Tikkurilassa, Vantaalla.

1.2 Työn tavoite ja rajaus

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, pystytäänkö superlaattaa käyttämällä välipohjarakenteena saavuttamaan 20 % aikataulusäästö tyypillisessä asuinkerrostalokohteessa. Työstä saatua tulosta pystytään käyttämään tulevilla kerrostalohankkeissa hankesuunnitteluvaiheessa, kun arvioidaan hankkeen kannattavuutta.

Työ on rajattu tyypilliseen asuinkerrostalorakennukseen, joka voi olla 3–10 kerrosta korkea. Työtä pystytään myös pienillä muutoksilla käyttämään samantyyppisissä rakennuksissa kuten korkeassa rakentamisessa sekä korkeissa toimistotaloissa. Työ on rajattu vertaamaan kahta erilaista välipohjaratkaisua, jotka ovat ontelolaatta ja superlaatta. Työ on rajattu vain välipohjiin, jolloin referenssi- ja vertailukohteen ala- ja yläpohjissa käytettyjä laattarakaisuja ei otettu huomioon.

1.3 Tutkimusongelma

Muun muassa koronapandemia, Venäjän hyökkäys Ukrainaan sekä elinkustannusten ja korkojen nousu ovat johtaneet asuntorakentamisen hiipumiseen. Heikentyneen kysynnän vuoksi rakennusyrietyksien on ollut vaikeata edistää uusia asuinkerrostalohankkeita. Tämä tutkimus toteutetaan tulevia asuinkerrostalohankkeita varten, jotta tulevilla hankkeilla pystyttäisiin mahdollisesti saavuttamaan 20 % aikataulusäästö käyttämällä superlaattaa.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmänä käytetään rakenteilla olevaa ontelolaattakohdetta, josta tutkitaan, mitä aikataulullisia sekä kustannuksellisia vaikutuksia tapahtuu, kun käytetään välipohjarakenteena superlaattaa. Referenssikohteena olevaa ontelolaattakohdetta vertaillaan samankaltaiseen superlaattakohteeseen. Muita tutkimusmenetelmiä on SRV Rakennus Oy:n aikaisempien kohteiden toteumatieto, työmaahenkilöstön ja Lujabetoni Oy:n henkilöstön haastatteluinen aikaisempien kohteiden välipohjaratkaisuista sekä ontelolaatoista ja superlaatasta

löytyvä kirjallisuus. Haastatteluissa kerätään tietoa ja aikaisempia kokemuksia ontelo- ja superlaattojen käytöstä välipohjarakenteena SRV Rakennus Oy:n henkilöstöltä.

2 Teoria

2.1 Superlaatta välipohjarakenteena

Superlaatta on Lujabetonin kehittämä teräsbetoninen 3000 mm leveä ja 270 mm paksu elementtilaatta, jota on kevennetty sisäisellä kevytsorabetonirakenteella. Superlaattaa voidaan käyttää välipohjaratkaisuna lämpimissä tiloissa sekä ylä- ja alapohjarakenteena. Tanskan teknillisessä yliopistossa Kööpenhaminassa on superlaatan alkuperäisen rakenteellisen teknologisen innovaation kehitystyö tehty. Esijännitetyn betonirakenteen ja kevytsorabetonin yhdistävän ratkaisun kaupallistamiseksi perustettiin Abeo A/S vuonna 2010. Vuonna 2012 Abeo esitteli teknologian markkinoille nimellä SL-Deck. (1, s. 2.)

Superlaatta yhdistää ontelolaatan ja paikallavalun parhaat ominaisuudet. Tämä laatta soveltuu monipuolisesti erilaisiin rakennuskohteisiin ja tarjoaa useita etuja. Sen pitkän jännevälin ansiosta se on nopea ja helppo asentaa ja sen leveä rakenne mahdollistaa kolmen metrin leveyden. Superlaatta sopii hyvin myös tehdasasenteisen kylpyhuoneiden kaivon viemäreineen asentamiseen ja se taipuu helposti erilaisiin muotoihin ja mittoihin. Lisäksi tehdasasenteiset lattialämmitysputket joko vesikiertoiset tai tarvittaessa sähkövastuksilla varustetut, voidaan asentaa joko koko tilaan tai vain märkätilaosuuksiin (5, s. 2.)

2.1.1 Yleistä

Superlaatatalla on kaksi tyyppipoikkileikkauksen perustyyppiä, jotka ovat SL-270 (kuva 1) ja SL-220 (kuva 2). SL-270 tarkoitetaan 270 mm:n paksuista superlaattaa ja SL-220 tarkoitetaan 220 mm:n paksuista superlaattaa. Tyypillisesti SL-270 käytetään alapohjissa ja välipohjaratkaisuna lämpimissä tiloissa, kun taas

SL-220 käytetään tyypillisesti yläpohjissa. Superlaattaa voidaan yleisesti ottaen käyttää välipohjarakenteena kerrostalo- ja toimitilarakentamisessa, parvekelaatana, kylpyhuoneessa sekä myös ala- ja yläpohjissa. (1, s. 3.)



Kuva 1. SL-270 tyypipoikkileikkaus. (1, s. 3)



Kuva 2. SL-220 tyypipoikkileikkaus. (1, s. 3)

Kummassakin laattatyypissä on betoninen pohjakerros, joka on valettu noin 10 mm:n paksuisella kiviaineksella tasaista alapintaa vasten. Kevytsorainserttien korkeus vaihtelee eri laattatyypeissä: SL-220:ssa se on 180 mm ja SL-270:ssa 230 mm. Molempien laattatyypien rakenteellisen betonikannen vahvuus on 40 mm (1, s. 3.)

Superlaatta esijännitetään ja kevennetään kevytsoraharkoilla tehtaalla. Superlaatoissa on poikittaissuuntainen rauditus vakiona. Esijännityspunokset toimivat kantavana raudoitteena. Kevytsoraharkoilla kevennetty superlaatta mahdollistaa laatan helpomman kuljetuksen, asennuksen sekä se vähentää tarvittavien tukevien rakenteiden tarvetta. Harkot lisäävät myös laatan ääneneristävyyttä sekä palonkestävyyttä. Superlaattojen palojen kestävyys ylittää rakennusnormien maksimitasot, mikä tuo turvallisuutta asumiseen sekä hyvä

ääneneristävyys lisää mukavuutta. Superlaatassa yhdistyy paikallavalun joustavuus, kuten erikoismuotoilut, erilaiset tartunnat, lisäraudoituksen toteutus sekä elementtirakentamisen laadukkuus. Superlaattaan on mahdollista saada esimerkiksi lattialämmitys, sähköasennukset, kaatovalut sekä kylpyhuoneosat valmiiksi tehtaalla elementtiin asennettuna. Superlaatta soveltuu rakennusluokaltaan XC1, XC2 ja XC3 oleviin kohteisiin ja rakenteisiin. (5, s. 2–3.)

Superlaatassa käytettävä rakenteellinen valubetoni on itsetiivistyvää betonia, jota ei tärytetä. Toisin kuten ontelolaatoissa, superlaatoissa ei ole onttoja kohtia eikä sen takia myöskään vesireikiä tarvita. (1, s. 2.)

Kaikki välipohjissa tarvittava talotekniikka voidaan sisällyttää superlaattaan valutekniikan ja rakenneteknisen toimivuutensa takia (taulukko 1).

Taulukko 1. Superlaatan sisälle mahdollisesti tehtävät talotekniikat. (1, s. 2)

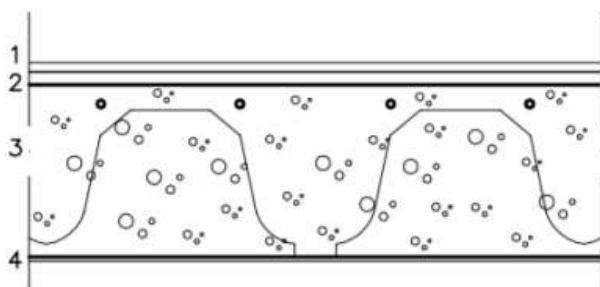
Lattialämmitysputket vesikiertoisina
Sähköiset lattialämmitysjohtot
Kaivot
Viemärit
Sähköasiat putkituksineen katon valaisimiin
Lattian yläpintaan upotetut sähköasiat ja -pisteet

Superlaatan rakenteena on esijännitetty teräsbetoni-laatta, joka toimii rakenneteknisesti samalla tavalla kuin esijännitetty ripalaatta (kuva 3). Superlaatta toimii märkätilojen kohdalla esijännitettyinä massiivilaattana ilman kevytsorainserttejä. (1, s. 2.)

Tuotteella on myös Inspecta Sertifiointi Oy:n myöntämä varmennustodistus, jonka myöntämisperusteena on käytetty TR61 massiivibetoniset laattaelementit. Tämä varmennustodistus kattaa myös suunnittelun. (1, s. 2.) Lujabetoni Oy noudattaa liiketoiminnassaan ISO 9110 -laatuja järjestelmää sekä ISO 14001 -ympäristöjärjestelmää ja ISO 18001 -turvallisuusjärjestelmää. Nämä standardit

ohjaavat yrityksen toimintaa laadun, ympäristönäkökohtien ja turvallisuuden näkökulmista. (1, s. 4.)

Superlaatan perusleveytenä on 3,0 metriä sekä maksimijänneväli on 10–12 metriä kohteen kuormien mukaan. Normaalitapauksissa 1,0 metriä on laatan minimileveys, mutta laatan leveyttä voi muunnella vapaasti pienemmäksi. Superlaatan leveys voi olla välillä 500 mm – 3000 mm. Märkätiloja käytettäessä jännevälin maksimi on 8–9 metriä kohteen kuormista ja laattaleveyksistä riippuen. Superlaatan (SL27) paino on 470 kg/m^2 silloin, kun käytetään täysiä kevennyksiä. Suositeltu suunnittelupaino SL270-laatalle on n. 500 kg/m^2 . (5, s. 3.)



- 1 ~15 mm pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 ~20 mm pumpattava lattiatasoite, plaano
- 3 kantava Luja-Superlaatta 270 mm rakennepiirustusten mukaan, Laatassa integroitu lattialämmitys.
- 4 pintakäsittely huoneselityksen mukaan

Asunnoissa pintamateriaalina askeläänitasolukuvaatimuksen täyttävä parketti joustavalla parketin alusmateriaalilla. Pinnoitetta ei saa vaihtaa kivimateriaaliin!

Askeläänitasoluku $L'_{nT,w} + C_{1,50-2500} \leq 53 \text{ dB}$
 Äänitasoluku $D_{nT,w} \leq 55 \text{ dB}$

Kuva 3. SL270-laatan rakenne. (9, s. 15)

2.1.2 Superlaatan valmistus

Superlaattojen valmistuksessa voidaan käyttää erilaisia betoneja valmistuksen eri vaiheissa. Erilaisilla betoneilla on eri lujuuksia, joten niiden käyttötarkoitukset ovat erilaisia (taulukko 2).

Taulukko 2. Superlaatta käytettävät materiaalit ja niiden lujuudet. (1, s. 3)

Materiaali	Lujuus
Pohjabetoni	C25/30
Kevytsorabetoni	C2,5/3
IT-betoni	C55/67
Märkätilavarausten betoni	C55/67
Jännepunos J12,5 (93 mm ²)	1630/1860 N/mm ²
Raudoitusteräokset	B500B

Superlaatan valmistusprosessi alkaa puhdistetulta ja öljytyltä teräspediltä, joka muotoillaan reunoiltaan ja päiltään. Ensimmäinen vaihe käsittää 10 mm paksun betonisen ohutkerroksen valamisen, joka levitetään käsin. (1, s. 3.)

Seuraavaksi suoritetaan erityisvalmisteisella, kiskoilla liikkuvalla harkkokoneella kevytsorainserttien matriisivalmistus BIM-mallin avulla. Tämän jälkeen esijännityspunokset vedetään, ne jännitetään ja poikittaissuuntaiset teräokset sekä mahdollinen lisäraudoitus asennetaan suunnitelman mukaisesti. (1, s. 3.)

Tarvittaessa sähköputket asennetaan ennen 10 mm ohuen betonimassan levitystä, jossa valaisin- ja jakorasiat on jo kiinnitetty muottiin. Lattialämmitysputkistot asennetaan laatan muiden varustelujen jälkeen. (1, s. 3.)

Lopuksi laatta valetaan IT-betonilla ja pinta karhennetaan tartuntaa varten pintalattialle. Pedin päälle asetetaan lämpöpeite kovettumista ja jälkihoitoa varten. (1, s. 3.)

Märkätilojen putkistot ja viemärit asennetaan heti muottien asentamisen jälkeen esivalmistelluista osapaketeista. Märkätilojen kohdalla ei käytetä erillistä pohjamaattia eikä kevytsoraharkotuksia. Märkätilat valetaan pohjakorkoon itsetiivistävän betonivalun aikana. (1, s. 3.)

Märkätilavaraukset täytetään noin 2–3 tunnin kuluttua IT-betonivalun jälkeen erillisellä kaatolattiamassalla. Tarvittaessa märkätilavaraukset voidaan valaa erillisellä jäkivalupaikalla. (1, s. 3.)

2.1.3 Superlaatan asentaminen

Jokaisessa laatussa on neljä nostolenkkiä tai nostoankkuria, joita käytetään laatan nostamiseen ketjujen ja tarvittavien nostovälineiden avulla. Tarvittaessa voidaan hyödyntää erityisnostolaitetta, joiden käyttöohjeet on selvitettävä ennen nostotöiden aloitusta. Superlaattaa nostaessa ketjujen maksimikulma ei saa ylittää 60 astetta. Liian suuri ketjukulma voi kohdistaa laattaan suunniteltua suurempia voimia, mikä saattaa johtaa nostolenkin tai nostolaitteen katkeamiseen tai irtoamiseen laatan betonista, aiheuttaen vakavan onnettomuusriskin. Jos nostokulma ylittyy, on käytettävä nostopuomia. (2, s. 2.)

Superlaatan nostaminen ei edellytä erillisten varmistusketjujen tai -liinojen käyttöä. Superlaatan nostolenkkejä voidaan käyttää myös turvallisuusasennuksiin, kuten turvavaljaiden kiinnittämiseen. (2, s. 2.)

Laatan paino on ilmoitettu sen tunnuslapussa. Käytettävän nosturin kapasiteetti on oltava riittävä ja sitä on seurattava suhteessa laattojen painoon, sillä laattoja voi olla eri painoisia. (2, s. 2.)

Tuentaa tarvitaan laatan asennusaikana ja tukipinnan on oltava vähintään 50 mm ellei suunnitelmassa ole toisin määrätty. Normaalilaattojen kohdalla ei

yleensä tarvita väliaikaisia tuentoja laatan alapuolelle. Poikkeuksena ovat voimakkaasti aukotetut tai epäsymmetriset superlaatat, jotka voivat sisältää kiepsahdusriskin. Tällaiset erikoislaatat saattavat vaatia asennuksenaikaista tukea ja nämä erityistarpeet käsitellään erikseen kohteen suunnitelmissa. (2, s. 3.)

Superlaatan asentaminen eroaa ontelolaatasta erityisesti tarkkuusvaatimustensa osalta, koska superlaatta muodostaa suoraan lopullisen rakenteen erityisesti KPH-viemärien liitäntöjen suhteen rakennuksen pystyviemäriin. Myös kylpyhuonelaattojen viereiset laatat asennetaan samalle korkeusasemalle, jotta voidaan välttää hammastuksia. Superlaataston päälle tulee normaalisti valaa joko LujaFlow 20/60 mm -pintabetoni tai plaano. (2, s. 3.)

Superlaatat voidaan varastoida asettamalla ne päällekkäin ja laattoja tuetaan niiden päistä siten, että välipuiden korkeus on nostolenkkejä suurempi. Jos rakennuksessa on ulokelaattoja, niitä saa varastoida ainoastaan niissä pisteissä, jotka on merkitty suunnitelmaan, ja niitä saa nostaa vain niiden omista nostolenkeistään. Yleinen periaate varastoinnissa on, että ulokelaattaa ei koskaan tueta sen ulokkeen päistä, vaan tukea käytetään ulokkeen kohdalta rakennuksessa. (2, s. 3.)

Superlaatan yläpintaan on kiellettyä porata reikiä paitsi erikseen merkityille paikoille, jos laatta sisältää lattialämmitysputkiston. Tehtaalla nämä paikat merkitään nippusiteillä ja maalatuilla merkeillä. Turvallisesti poraaminen voidaan suorittaa 20 mm:n etäisyydellä merkinnästä. Porareiän maksimisyvyys on 100 mm. (2, s. 4.)

Jos lattialämmitystä ei ole varmuudella, yksittäisiä analysointireikiä voidaan porata kosteusmittauksia varten kevytsoraharkkojen väliin betonin kohdalle. 270 mm paksuisissa laatoissa saa poraussyvyys olla maksimissaan 100 mm. (2, s. 4.)

Jos superlaataan tulee reikä tai vaurio yläpintaan kevytsoraosuuteen saakka, se on paikattava viipyilemättä laastilla tai betonilla. Kevytsora on huokoista ja sen kautta ulottuva reikä voi aiheuttaa veden kertymisen laatan sisälle.

Kevytsoraharkotuksen kohdalle voidaan tehdä täysin laatoista läpi meneviä reikiä. (2, s. 4.)

Superlaatan alapintaan tehtävät kiinnitykset suoritetaan kevytsorakevennyksen kohdille työmaavaiheessa siihen soveltuvalla menetelmällä. Kevennyksen sijainnin voi havaita alapinnasta. Kevennyksen alapuolella on noin 10 mm:n paksuinen hienorakeinen betonikerros, joka on lujuudeltaan C30/35. (2, s. 5.)

Superlaatan kevytsoraharkkojen välisissä betonirivoissa kulkevat laatan kantavat raudoitteet eli jännebetonipunokset. Raudoitteiden kohtiin ei saa tehdä porauksia tai aukotuksia ilman RAK-suunnittelijan lupaa. (2, s. 5.)

Tehokkaat kiinnitykset on otettava huomioon superlaattojen suunnitteluvaiheessa. Rakennesuunnittelija voi päättää jättää kevytsorakevennykset pois alueilta, joissa tarvitaan vahvoja kiinnityksiä. Tällöin kiinnitykset toteutetaan samalla tavalla kuin massiivibetonirakenteissa. (2, s. 5.)

Superlaatasto muodostetaan levyjen kaltaiseksi rakenteeksi saumavalun ja rengasterästyksen avulla, noudattaen erillistä suunnitelmaa. Saumavalu muistuttaa ontelolaatan saumavalua ja alkaa huolellisella sauman puhdistuksella ja rengasraudan asennuksella. Raudoitteet sijoitetaan laattojen pitkien sivujen päälle betoninastojen varaan, jotka varmistavat, että raudoitukset asettuvat oikeaan korkeuteen. Raudoitukset liitetään toisiinsa rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaisesti. (2, s. 6.)

Betonimenekki 270 mm paksussa superlaatassa on:

- Pitkä sivu: 11,5 litraa per metri.

Betonimenekki 220 mm paksussa superlaatassa on:

- Pitkä sivu 9,0 litraa per metri.

Laatan päätyyn tulevan betonin menekki vaihtelee, koska päädyn kaltevuutta voidaan muuttaa kohteen suunnittelutarpeiden mukaan. RAK-suunnittelija

määrittää käytettävän juotosmassan. Talvisin on välttämätöntä valita joko pakasenkestävä betoni tai pitää saumat lämpimänä. Laattoja ei saa kuormittaa ennen kuin saumojen kovettuminen on riittävää. (2, s. 6.)

2.1.4 Superlaattojen suunnittelu

Superlaattojen ARK-suunnittelussa on otettava huomioon jännevälien toimivuus, asuntojen mitoitus, kylpyhuoneiden koko ja sijainti, keittiön lavuaarin sijainti sekä hormien sijainti. Superlaatta taipuu melkeinpä kaikkiin kohteisiin. Arkitehdin avulla saadaan laataston tehokkuutta parannettua huomattavasti. (9, s. 22.)

Superlaattojen geometriasta vastaa rakennesuunnittelija. Laattajako tehdään yhteistyössä superlaatan valmistaneen tehtaan kanssa. Laattoja valmistavan tehtaan on saatava .dwg-tasokuvat, missä näkyy laattojen mittatiedot, reikätiiedot sekä kaikki rakenteellisesti tarvittavat osat, kuten vaarnalenkit. Lujabetoni Oy:llä on olemassa detaljit perusratkaisuista. (9, s. 23.)

Viemäriputkitukset suunnitellaan aivan normaalisti LVI-suunnittelijan toimesta. Superlaatan kohdalla on otettava huomioon, että tekniikka ei saa kulkea laattasauman ylitse. Tässä poikkeuksena on saunan kuivakaivon V32. Huonekohtaiset tehotarpeet tarvitsee lähettää superlaattoja valmistavalle tehtaalle etukäteen vesikiertoista lattialämmitystä varten. (9, s. 24.)

Tavalliset tasokuvat tekee sähkösuunnittelija. Tasokuvaan on merkittävä laatan sisällä kulkevat sähköputket sekä putkien ulostulopisteet laatasta pois. Sähköputket eivät saa kulkea laattasauman yli laatasta toiseen. Valaisimien ja palovarointimien sähköputket kuljetetaan normaalisti superlaatan sisällä. Sähköisen lattialämmityksen tehotarpeet ja alueet on suunniteltava etukäteen. (9, s. 25.)

2.1.5 Kuormanpurun kesto

Laattojen koosta riippuen yhdessä superlaatta kuormassa on normaalisti 4–8 kappaletta superlaattoja. Asennettavia neliöitä saadaan kuitenkin paljon

pienemmällä määrällä laattoja verrattuna ontelolaattoihin. Yhden superlaatta kuorman purussa menee aikaa n. 1–1,5 h riippuen kuormassa olevien superlaattojen määrästä ja kohteen hankaluudesta. Koko rungon ja välitason asentamiseen menevä aika voidaan laskea, kun tiedetään kerroksien määrä, välitason pinta-ala sekä tarvittava superlaattojen määrä. (15.)

2.1.6 Kustannukset

Superlaattaa tuotetaan asuinkerrostaloihin vain 270 mm paksuna laattana. Laatan leveydellä on merkitystä kustannuksien osalta. Mitä leveämpää laattaa voidaan tehdä, sitä edullisempaa superlaatan valmistaminen sekä myyminen on. Superlaatan kustannuksiin vaikuttaa hyvin vahvasti, mitä tekniikkaa on laattaan integroitu. Superlaatalla voidaan päästä jopa 12 metrin jänneväleihin, mutta suositeltu jänneväli asuinkerrostaloon on noin 8–10 metriä. (15.)

2.1.7 Superlaatan hyödyt

Superlaatan hyötyihin kuuluu laatan nopea asennus, palonkestävyys, vaivattomuus, erinomainen ääneneristävyys sekä turvallisuus. Laattojen leveys ja keveys mahdollistavat laattojen nopeamman asennuksen. Superlaattojen vakioitu palonkesto on 120 minuuttia. Vaivattomuuden mahdollistavat integroitu lattialämmitys sekä muut mahdolliset tekniikat tehdasasennettuina. Laatan sisälle asennetut kevytsoraharkot tuovat laatalle hyvän ääneneristävyyden. Laatan tekee turvalliseksi sen helppo ja nopea asentaminen sekä olemattomat laatan sisäiset kosteusongelmat. (6, s. 3.) Superlaatan ydinetuihin kuuluu myös vapaa muotoilu suorakulmioista kaarevaan ja kiilavaan. Suuri laattakoko mahdollistaa kokonaisedullisen asennetun ratkaisun. Superlaatoilla on todella hyvä kuormituksen kesto, jonka mahdollistavat esijännitys ja poikittaissuuntaiset raudoitukset. Ohuempien laattojen ansiosta superlaattoja käyttämällä huoneisiin saadaan korkeampi sisätila, mikä lisää asumismukavuutta. (9, s. 21.) Superlaatta mahdollistaa jopa 10 cm lisää huonekorkeutta (9, s. 17).

Lujabetoni Oy käyttää 3D-mallinnusta välipohjan suunnitteluun. KPH-varusteiden ja lattialämmitysputkien suunnittelu osaksi superlaattaa tehdään myös Lujabetoni

Oy:n toimesta. 3D-mallinnuksen ansiosta rakenteita on helpompi hahmottaa ja kokonaisuus pysyy hallinnassa paremmin. (9, s. 13.)

Lattialämmitysputkisto tai sähkökaapelointi asennetaan superlaattojen sisään tehtaalla. Superlaattojen sisällä olevat kevytsorainserit eristävät lämmönsiirtymän alempaan kerrokseen hyvin. Lattialämmitysputkisto voidaan kytkeä työmaalla jakotukkeihin. (9, s. 12.)

Superlaattoihin ei tule ollenkaan ontelolaattoihin tulevia onteloita, joten superlaatoissa ei ole vesiongelmia. Superlaattoihin ei myöskään tarvitse porata vesireikiä. Superlaatoista voidaan visuaalisesti nähdä kuivumisen eteneminen, sen ollessa todella nopeaa. (9, s. 14.)

Superlaatatalla on 37R-ontelolaattaa parempi ääneneristys sekä askeläänissä, että ilmaäänissä. Pelkästään superlaatta ilman pintalaattaa riittää myös normeja parempaan ääneneristävytyteen. Superlaatan palonkestävyyttä on testattu Tanskassa kestävän jopa yli 240 minuuttia. Tämä hyvä palonkestävyys johtuu siitä, että kevytsorakerros suojaa kantavia jännepunoksia. (9, s. 15.)

Superlaattoihin asennetaan jo tehtaalla nostolenkit tai nostoankkurit, joiden ansiosta saadaan nopeaa tulosta 2...3 metrin asennusleveydellä. Tällöin ei tarvita nostosaksia eikä varmistusketjuja. Saumaterästen asemoiminen on helppoa, joten se onnistuu aina oikeaan korkoasemaan. Superlaattojen saumavalujen kustannuksissa säästetään 60 % verrattaessa ontelolaattojen käyttämiseen. Tarvittaessa superlaatta voidaan asentaa kahden laatan väliin nostolenkkien ansiosta. (9, s.16.)

Superlaatan hyötyihin kuuluvat erikoisratkaisut, jotka helpottavat työn tekemistä ja alentavat kustannuksia. Suuren porrasaukon valmistaminen voidaan toteuttaa ilman tukea laatan alle käyttämällä superlaattaa. Laatan kannattelemiseen voidaan käyttää lepotasokannakkeita. Tällöin ei tarvita Petra-palkkeja ja säästetään merkittävästi kustannuksissa. (9, s. 18.)

Superlaatta voidaan muotoilla helposti erikoisiinkin muotoihin sekä raudoittaa erilaisilla ja erikoisilla tavoilla. Superlaattaa voidaan taivuttaa lähes kaikkiin kohteisiin. Superlaattaan voidaan integroida saumateräkset julkisivun puolelle, joka auttaa puuelementtijulkisivuissa, ettei tulisi hankalasti laudoitettavia tukkovaluja. (9, s. 19.)

2.2 Ontelolaatta välipohjarakenteena

Ontelolaatta on yleisin elementtilaattatyyppejä, jota käytetään betonirunkoisten asuin-, liike- ja teollisuusrakennusten ala-, väli- ja yläpohjissa 1-aukkoisena. Ontelolaatta voi toimia myös liittorakenteena pintabetonin kanssa. Laattoja pystyy valmistamaan myös eristelaattoina sekä uloke- ja kylpyhuonelaattoina. Oikean ääneneristävyyden saavuttamiseksi valitaan sopiva laattakorkeus. (3, s. 3.)

Ontelolaatan vakioleveys on 1200 mm. Tämä takaa monipuolisen valikoiman laattoja erilaisiin käyttötarkoituksiin, samalla huolehtien äänen eristävyyden optimaalisesta tasosta. Ontelolaattojen tuotestandardi on SFS-EN 1168. Ontelolaattojatyyppejä on 6 erilaista, jotka on jaoteltu ontelolaatan paksuuden mukaan. Eri ontelolaattatyypit sopivat eri käyttötarkoituksiin (taulukko 3).

Taulukko 3. Erilaiset ontelolaattatyypit ja niiden käyttötarkoitukset. (3, s. 3)

Ontelolaattatyyppi	Käyttötarkoitus
O20 (paksuus 200 mm)	Soveltuu pientalorakentamiseen ja teollisuushallien vesikattorakenteeksi.
O27 (paksuus 265 mm)	Käytetään yleisesti rakentamisessa, valmistetaan myös kololaattana (O27K).
O32 (paksuus 320 mm)	Kehitetty liike- ja toimistorakennuksia varten, valmistetaan myös kololaattana (O32K).
O37 (paksuus 370 mm)	Käytetään asuinrakennuksissa, valmistetaan myös kololaattana (O37K).
O40 (paksuus 400 mm)	Käytetään pitkillä jänneväleillä toimisto- ja liikerrakennuksissa.
O50 (paksuus 500 mm)	Käytetään raskaasti kuormitettujen liike-, teollisuus- ja varastorakennusten ala- ja välipohjissa sekä pysäköintitaloissa ja pihakansissa.

2.2.1 Yleistä

Esijännitetyt ontelolaatat muodostuvat laattaelementeistä, joissa on pituussuunnassa kulkevia onteloita keventämässä rakennetta. Näiden ontelolaattojen valmistuksessa hyödynnetään betonia, jonka lujuusluokka vaihtelee C40/50-C70/80 alueella. Laatat luodaan liukuvaluna, missä ne muodostuvat pitkien teräksisiä valupetejä. Betonimassan tulee olla jäykkää valuvaiheessa. Valukoneen muotoilu ja tiivistys takaavat, että laatta säilyttää muotonsa alustalla ilman erillisiä muottilaitoja. (6.)

2.2.2 Ontelolaatan suunnittelu

Ontelolaattojen tuotantoprosessi alkaa rakennuksen sisällä olevan lattiamallin piirtämisestä ja suunnittelusta. Rakennuksen käyttö ja kohdistetut kuormat määrittävät laattojen syvyyden, esijännitettyjen lankojen mallit ja jännevälin. Suunnittelu tehdään käyttämällä 3D-CAD-ohjelmistoa. Tämä voidaan siten kääntää tuotantosuunnitelmaksi ontelolaattojen tehtaalla. Kaikki lisätiedot, kuten nostosuuttimien, leikkausten ja kapeiden yksiköiden asettaminen, sisältyvät

suunnitelmaan. Tuotanto saadaan aikaan tehdastyöntekijöiden joukolla ja se on usein jaettu useisiin työvuoroihin. Tuotantosuunnittelu on tärkeä osa tehokkuuden maksimointia ja raaka-aineiden hävikin minimoimista. (10.)

Esijännitetyt ontelolaatat ovat esijännitettyjä betonielementtejä, joka tarkoittaa sitä, että ne on vahvistettu korkean lujuuden, matalan resistanssin teräslangalla tai -nauhalla. Jänteet jännitetään ennalta määritellyyn kuormitukseen ennen laattojen valamista. Esijännitys mahdollistaa ontelolaattojen voittaa betonin luontaisen heikkouden vetojännityksessä, mahdollistaen pidemmät välimatkat kannatuspisteiden välillä. Betonin ja esijännitettyjen jänteiden välinen side on ratkaisevan tärkeä prosessissa. Korkeiden voimien vuoksi esijännitys on potentiaalisesti vaarallinen toimenpide, joka vaatii tiukkoja terveys- ja turvallisuusmenettelyjä. Se vaatii myös erikoistuneita hydraulisia laitteita, joko yksittäiselle langalle tai monijännitykselle. (10.)

Kun betoni on annosteltu valutuslaitteen vaatimuksiin, se toimitetaan jakelujärjestelmän kautta. Valutuslaitteet kuuluvat yleensä 3 kategoriaan: Puristimet, liukuottolaitteet ja virtaustaitolaitteet. Valutuslaitteet toimivat teräspedeillä/paloilla. Valutuksen lisäksi ontelolaattojen tuotannon aikana on erilaisia koneprosesseja, jotka voidaan suorittaa koneiden avulla. Niihin voi kuulua: Teräspetien puhdistus, öljyäminen ja langan kiinnittäminen, laattojen merkintä ja yksityiskoh- tien lisääminen, laattojen leikkaaminen tarvittaviin pituuksiin ja laitteet valmiin tuotteen nostamiseen ja pinontaan. Tehdas voi vaihdella työvoimavaltaisesta äärimmäisen automatisoituun tuotantoon. (10.)

2.2.3 Ontelolaatan valmistus

Ontelolaatan valmistusprosessi vaihtelee valmistajan ja käytetyn tekniikan mukaan, mutta yleisesti ottaen valmistus alkaa raaka-aineiden valmistelusta, jonka jälkeen valmistellaan valupeti, valetaan betoni, joka tasoitetaan ja puristetaan ja annetaan sen jälkeen kovettua. Valmiit ontelolaatat jälkikäsitellään ja viimeistel- lään. Ontelolaatat valmistetaan automatisoituna liukuvaluna valualustoilla. Valu- kone syöttää maakostean betonin suoraan muotoonsa, jolloin ei erillisiä muotti- rakenteita tarvita. (10.)

Betonin valmistukseen käytetään sementtiä, hiekkaa, murskattua kiveä ja vettä. Tarvittaessa voidaan käyttää erilaisia lisäaineita, kuten plastisoijia, betonin työstävyyden parantamiseksi tai kuituja lisäämään laatan vahvuutta. (8.)

Ontelolaatta valetaan valupedille, joka on usein valmistettu teräksestä tai muusta kestävästä materiaalista. Valupedin pituus on n. 100 metriä. Ennen valutapahtumaa muotit puhdistetaan mahdollisista edellisten valusyklien roskista ja suihkutetaan öljynvapautusaineella. Tämä tehdään yleensä monitoimikoneella tai kehikon puhdistusaineella. Ennen ontelolaatan muotin valua vedetään jännepunokset harjakoneella valualustan passiivipäähän. Laatalle asetettujen vaatimusten mukaisesti vaihtelevat punoksien määrä, paksuus ja sijainti. Muotissa on onttoja alueita, jotka määrittelevät laatan ontelorakenteen. (10.)

Esijännitys tarkoittaa lisäkuormituksen levittämistä teräksiin ennen valamista, jotta saadaan korkeampi lujuus. Yleensä käytetään joko yhden kerroksen lankoja tai monilankaista johtoa, joiden halkaisija on yleensä 5–15 mm. Kun haluttu kuormitus saavutetaan, joka on yleensä 70 % vähimmäisvetolujuudesta, narut lukitaan paikoilleen. (10.)

Betoniseos kaadetaan muottiin varoen valukonetta käyttäen, jotta se täyttää muotin ontelot ja muodostaa tasaisen pinnan. Valukoneella saadaan toteutettua erittäin tiivis massa, jotta ontelorakenne ei rikkoutuisi ennen betonin kovettumista. Valukoneita on 3 eri tyyppiä: Extruder (suulakepuristin), Slipformer (liukumuotti) ja Flowformer (venytyspainosorvi). Extruder valaa laatan käyttäen kuivaa seosta, jossa on vähän sementtiä, ja tiivistää betonin korkeataajuisella värähtelyllä. Betonin kertyminen ja ruuvikäyttö siirtävät Extruderia valutyöpöydän päällä. Slipformer valaa laatan 2 tai 3 vaiheessa, käyttäen ajomekanismia ja värähtelyä muodostaakseen laatan liikkuvien terässydänten ympärille. Niillä on myös joustavuus valaa muita elementtejä, joilla on jatkuva profiili. Flowformer valaa betonin ilman mekanismeja tai ajomoottoreita. Betoni virtaa painovoiman ja värähtelyn avulla. Prosessi käyttää muovilaatuista betonia erilaisten profiileiden monipuolisuuden varmistamiseksi, minkä takia pinnan viimeistely voi olla sileä, karkea tai uritettu. (10.)

Onteloiden kohdalla käytetään usein lisäapuvälineitä, kuten erikoisia onteloiden täyttötyökaluja, varmistaakseen, että ontelot täyttyvät tasaisesti. Betonin tasaisuuden ja tiheyden varmistamiseksi käytetään usein värähtelylaitteita tai muita tekniikoita. Ontelolaatat vaativat usein lisäyksityiskohtia, kuten aukkoja, hyllykulkimia, kapeita leveyksiä ja nostotappien asettamista. Jotkut tehtaasäattavat käyttää automaattista piirturia, joka on yhdistetty suunnitteluohjelmistoon, yksityiskohtien tarkkaan merkitsemiseen ja tietojen tallentamiseen. Tyhjiömureita voidaan käyttää betonin poistamiseen ja aukkojen luomiseen. Märkiä leikkausahoja käytetään pitkittäisten tai "rip cut"-leikkausten tekemiseen tuoreeseen betoniin. (10.)

Valmiit ontelolaatat käyvät usein läpi jälkikäsitteilyvaiheen, jossa poistetaan mahdolliset epätasaisuudet tai ylimääräinen betoni. Jälkikäsitteilyvaiheessa vallettu betoni peitetään suojapeitteellä, joka estää lämmön ja kosteuden haihtumista sekä auttaa lujuuden kehittymisessä. Lisävesi tai höyrylämmitys valualueiden alla voi nopeuttaa tätä prosessia entisestään. Laatat voivat myös käydä läpi pintakäsittelyvaiheita, kuten hiomista ja pinnoittamista, riippuen käyttötarkoituksesta ja esteettisistä vaatimuksista. Kuivuneesta betonista otetaan näytepala, jolle tehdään puristuskoe. Kun sopiva lujuus on saavutettu, betoni on sitoutunut tehokkaasti esijännitettynä oleviin jännelankoihin. Tällöin ne voidaan jännittää pois ja esijännitysvoima jää betonilaattaan. Ontelolaatat katkaistaan timanttisahalla suunnitelmien mukaiseen pituuteen ja erilaisiin kulmiin. Vettä käytetään kosteuttamaan terää ja vähentämään pölyä. Lisäleikkausasemia voidaan joskus käyttää tehtaas ulkopuolella. (10.)

Laatat poistetaan valupenkiltä puristimilla ja nostotukilla yhdessä nosturinkanssa. Laatat voidaan poistaa tehtaalta käyttäen laakeripuristimia, trukkeja tai sivukuormaajia. Ontelolaatat pinotaan puupalkkien päälle varastokentälle. Jäljitettyvyys suunnittelusta ja tuotannon suunnitteluohjelmasta välitetään varastoon asti, jotta yksittäiset laatat voidaan tunnistaa. Ontelolaatat lastataan perävaunuihin ja toimitetaan työmaalle. (10.)

Ontelolaatan valmistusprosessissa tarkkaillaan huolellisesti betonin seoksen koostumusta, muotin täyttymistä, värähtelyn tehokkuutta ja muita tekijöitä, jotta

lopputuloksena saadaan laadukkaita ja luotettavia rakennusmateriaaleja. Elementin korkeus ja suoruus mitataan valun aikana minimissään 3 kertaa. (10.)

2.2.4 Ontelolaatan asennuksen valmistelu

Kirjallinen asennussuunnitelma, joka on saanut päärakennesuunnittelijan hyväksynnän, ja tasopiirustus, joka on täydennetty punostiedoilla, ovat välttämättömiä työmaalla. Päärakennesuunnittelija suorittaa tarkastuksen varmistaakseen asennussuunnitelman ja punossuunnitelman yhdenmukaisuuden. Punostetussa tasopiirustuksessa esitetään tärkeät tiedot, kuten laattatunnukset, punosmäärät, asennuksen aikaiset tuennat, ontelolaattojen pintavalun vaatimat raudoitukset, nostokannakset ja syvien tulppien ja ontelovalujen sijainti. Ontelolaattojen asennus ilman tasopiirustusta, joka on täydennetty punostiedoilla, on kiellettyä. (4, s. 4.)

Tehtaalta tulee ilmoittaa kirjallisesti laattojen asennusjärjestys neljä viikkoa ennen elementtitoimitusten aloittamista. Laatat valmistetaan, varastoidaan ja kuljetetaan työmaalle noudattaen asennusjärjestystä, josta on pidettävä kiinni. Kaikki mahdolliset muutokset on hyvä sopia etukäteen tehtaalla kanssa ennen toimitusta. (4, s. 4.)

Laattoja valmistetaan ja pinotaan asennusjärjestyksen mukaan nippuihin ja varastoidaan sitä vastaavasti. Laattaniput varustetaan tunnuksilla, joiden avulla tilaaja voi nähdä laatat toimitettavan kuorman mukaisesti. Kuorman päällimmäisiksi laitetaan lyhyet ja kavennetut laatat. Tehtaalla kuormatunnukset merkitään elementtisuunnitelmiin, jotka sisältävät punostiedot ja ne toimitetaan työmaalle. (4, s. 4.)

Kuormien toimitusta varten on sovittava alustavasta kuljetussuunnitelmasta tehtaalla kanssa 1–2 viikkoa ennen toimitusta ja lopullinen varmistus on tehtävä 3 vuorokautta ennen toimitusta. Ennen lopullista varmennusta on ilmoitettava peruutuksista, muutoin kustannukset veloitetaan laattojen tilaajalta. Toimitusaikataulua tarkennetaan hankkeen etenemisen mukaan. (4, s. 4.)

Ennen ontelolaattojen asennusta on valittava nostokalusto. Nostokalustoa valittaessa on huolehdittava siitä, että se on riittävä kantamaan taakka epäedullisimmassa nostosuunnassa. On välttämätöntä, että nostokapasiteetti on vähintään 15 prosenttia suurempi tämän kaltaisissa tilanteissa. Nostokapasiteetin selvittämiseksi on tärkeää tunnistaa laattojen suurimmat mitat, painot ja nostokorkeudet sekä selvittää mahdolliset esteet kuten sähkölinjat ja kantavuusvaatimukset nostopaikalla ja ajoväylillä. (4, s. 4.)

2.2.5 Ontelolaatan kuljetus, varastointi, asennus ja jälkityöt

Ontelolaattojen asennuksessa käytetään nostokalustona nostopuomia, johon kiinnittyvät ketjuilla nostosakset. Nostolenkkien avulla varustetut laatat nostetaan suoraan nostolenkkeihin kiinnitetyillä nostoketjuilla. Saksinosto on tällöin kielletty. Yleisesti käytetään nostopuomia yhdessä kahden saksiparin kanssa. Jos laatan paino ylittää 8 tonnia, on käytettävä neljää saksiparia. (4, s. 4.)

Ontelolaattojen asennuksissa on noudatettava tiukasti laattoja valmistavan tehtaan mukana toimittamia nostosaksia, jotka toimitetaan 1. kuorman yhteydessä. Nostosakset on palautettava tehtaalle viimeisen kuorman mukana. (4, s. 5.)

Ontelolaatat toimitetaan yleisesti täytenä autokuormana suoraan työmaalle ja niiden nostot suoritetaan suoraan autosta asennuskohteeseen. Työmaalle järjestetään tarvittavat, riittävän leveät, tasaiset ja kantavat ajoväylät, jotka on talvihiekkoitettu. Ajoneuvon tyypistä riippuen kokonaispaino voi vaihdella 24 tonnista 60 tonniin. On myös huolehdittava riittävästä kääntöpaikasta. (4, s. 5.)

Autonosturia varten tulee varata tilaa, ja yleensä auto ja nosturi sijoitetaan vierekkäin asennusvaiheessa, mikä edellyttää noin 12 metrin vähimmäistilaa leveyssuunnassa. Tarvittaessa nosturi ja auto voivat olla myös peräkkäin. (4, s. 5.)

Ontelolaattojen tullessa työmaalle, niille suoritetaan vastaanottotarkastus (taulukko 4).

Taulukko 4. Ontelolaattojen vastaanottotarkastuksen sisältämät asiat. (4, s. 6)

Laattojen tunnukset sekä kuormakirjan tiedot varmistaen niiden yhdenmukaisuuden.	
Laatoissa ei havaita vaurioita tai halkeamia. Rikkinäisien laattojen nostaminen on kiellettyä.	
Laattojen saksinostoon tarkoitetut urat ja mahdolliset nostolenkit tarkistetaan niiden eheyden varmistamiseksi.	
Laattojen valutulpat varmistetaan olevan paikoillaan.	
Laattojen mitat tarkistetaan valmistustoleranssien mukaisesti.	
Pituus (L): +/- 15 mm tai L/1000, näistä käytetään suurempaa.	Leveys (b): kokonainen laatta -6,0 mm ja kavennettu laatta +/- 20 mm.
Korkeus (h): +/- 7 mm tai h/40 (kun h>370 mm).	
Punosliukumat eivät saa ylittää sallittuja raja-arvoja:	
Punoskoko Ø12,5 mm: Sallittu liukuma 2,8 mm.	

Työmaalla voi ilmetä tarvetta ontelolaattojen väliaikaiselle varastoinnille. Tällöin varastointialustana on oltava tukeva ja vaakasuora pinta. Alimman välipuun tulee olla vähintään 200 mm:n korkeudella maanpinnasta. Muut välipuut asennetaan pystyyn enintään 300 mm ontelolaattojen päistä. Laattojen varastoinnissa tulee ottaa huomioon, että lyhyemmät laatat sijoitetaan päällimmäisiksi. Ontelolaattoja voi varastoida maksimissaan 4 kappaletta päällekkäin. (4, s. 5.)

Laattojen asennuksen edellytyksenä on noudattaa punos- ja asennussuunnitelmissa esitettyjä tuennan vaatimuksia. Matala- ja leukapalkkien vääntyminen on estettävä asianmukaisilla tuentakeinoilla. Asennustuennat voidaan poistaa vasta, kun laataston saumavalut ovat kovettuneet. (4, s. 7.)

Ontelolaattojen nostotoimet suoritetaan käyttäen nostopuomia ja –saksia, jotka käyvät läpi työmaalla tapahtuvan käyttöönoton tarkastuksen. Nostosakset kiinnittyvät laatan reunaan, jossa on ura sopivaa nostovaarna varten. Saksissa on turvaketju, joka varmistaa, etteivät laatat pääse putoamaan. Ennen laatan nostamista sakset tulee turvallisesti asentaa nosturiin siten, että ne ovat 200–300 mm:n etäisyydellä laatan reunasta. Lisäksi sakset tulee kiinnittää turvaketjuilla, jotta varmistutaan turvallisesta nostamisesta. Ketju tulee kiristää ennen kuin laatta on laskettu alle 100 mm:n korkeudelle tukipinnasta. Turvaketjuilla tehdyt nostot ovat ehdottoman kiellettyjä. (4, s. 7.)

Nostopuomissa on ilmoitettu maksiminostokapasiteetti, jota ei saa ylittää. Nostopuomin ketjujen haarakulma ei saa olla yli 60 astetta. Alle kolmen metrin pituisia ontelolaattoja voidaan nostaa ilman puomia, kun nostokulma on enintään 10 astetta. (4, s. 7.)

Nostolenkillisille laatoille (lappukuvissa merkintä NL) suoritetaan nosto niiden omista nostolenkeistä tai –ankkureista. Jos laattojen kaltevuus ylittää 11 astetta, saksinostoa ei saa käyttää. Sen sijaan laatat asennetaan nostolenkeistä. (4, s. 8.)

Vinopäiset, reikäiset tai osittain kavennetut laatat nostetaan ehjältä täysileveältä osalta, jolloin nostouloke voi olla enintään 800 mm. Yläpunoslaatoissa nostouloke voi olla pidempi. Saksinostoa varten laatan reunassa on oltava vähintään 900 mm ehjää osaa. (4, s. 8.)

Tehtaalla voidaan jättää reikiä tai syvennyksiä tekemättä, jos se on välttämätöntä laatan turvallisen käsittelyn ja ehjänä säilymisen kannalta jännevoiman päästöissä, kuljetuksessa tai asentamisessa. Punossuunnittelija tekee merkinnän suunnitelmiin merkinnällä NK tai NOK. Nostokannakset voidaan poistaa tiemanttisauhauksella laattojen asentamisen tai saumavalujen kovettumisen jälkeen noudattaen punossuunnitelmaa. (4, s. 8.)

Laattojen asennustoimet suoritetaan noudattaen asennusjärjestystä ja -suunnitelmaa. Suositeltavaa on aloittaa asennus kavennetuista tai lyhyemmistä

laatoista, sillä ne ovat kuorman päällimmäisinä. Tämä vähentää tarvetta sivunostoihin ja väliaikaiseen varastointiin. (4, s. 8.)

Asennustyöryhmä koostuu vähintään nosturin käyttäjästä, kahdesta holviasentajasta sekä yhdestä kuorman purkajasta, joka toimii auton lavalla kuljettajan lisäksi. Laattaan voidaan kiinnittää ohjausköysi ja laatan asentaminen paikoilleen tapahtuu ohjauskangen avulla. Asennusvaiheessa varmistetaan, että minimituokipitus täyttyy ennen suojakaiteiden rakentamista aukkojen ja holvien reunoille. (4, s. 8.)

Punossuunnitteluvaiheessa laattojen välisiä taipumaeroja hallitaan porrastamalla vierekkäisten laattojen punosmäärää. Toisinaan rakennuksissa saattaa kuitenkin esiintyä tilanteita, joissa lyhyemmät laatat sijaitsevat pidempien viressä. Lisäksi esijännitysvoima ja laattojen ikäero voivat vaikuttaa kaarevuuteen. Tässä tilanteessa hammastuminen on väistämätöntä, mutta sitä voidaan usein korjata työmaalla. (4, s. 9.)

Betoniteollisuus ry:n rakentamistoleranssin mukaan sauman hammastukset tulee olla enintään 5 mm tuella ja 8 mm keskellä. Työmaan on tasattava hammastus toleransseihin esimerkiksi seuraavin keinoin:

- Lisäämällä asennuspalojen määrää tuella.
- Kiristämällä pultteja laattojen sauma-alueilla kaikentyypisillä laatoilla.
- Käyttämällä säädettäviä pysty- ja poikittaistukia, voidaan nostaa O27 ja O20- laatat alhaalta.

Laataston tasoittaminen on ehdottomasti kielletty käyttämällä kuormitusta tai nosturia. Tasoitusta voidaan tehdä eri paksuisilla laatoilla riippuen tason korjauksen tarpeesta. O20, O27 ja O32 -laatoilla tasoitusta voidaan tehdä 1 mm/m ja O37, O40 ja O50 -laatoilla 0,5 mm/m. Ennen tasoitusta on tärkeää estää laattojen pituussuuntainen siirtyminen kiilaamalla päätysaumat tuilla. Kun tasoitus on valmis, pulttikiristimet ja tuet voidaan poistaa saumavalujen kovettumisen jälkeen. (4, s. 9.)

Puhdistuksen jälkeen asennetaan rengas- ja saumateräkset sekä sähköputket. Ontelolaatan tulppien pysyvyys tarkistetaan, samoin syvien tulppien sijainti ja tarvittavat muotitukset tehdään saumoihin. (4, s. 9.)

Saumoissa hyödynnetään notkistettua betonia, jossa käytetään enintään 8 mm:n kokoista kiviainesta ja jonka lujuus on vähintään C20/25. Sauvatärytintä käytetään valujen tiivistämiseen. On tärkeää ottaa huomioon mahdolliset ontelovalut, jotka voivat poiketa saumabetonista sekä lujuusvaatimuksiltaan että raekooltaan, kuten punossuunnitelmassa on esitetty. (4, s. 9.)

Talvella rakennuksissa käytetään joko pakkasenkestävää betonia tai lämmitettyjä saumoja. Saumaamatonta laatastoa ei saa kuormittaa enempää kuin $q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$ hyötykuormalla. Valujen jälkeen huolehditaan jälkihoidosta ja suo-
jauksesta. Nostokannakset ja asennustuet voidaan poistaa valujen kovettumisen jälkeen. (4, s. 9.)

Ontelolaattatehtaalla porataan ontelolaatan molempiin päihin noin 500 mm:n etäisyydelle laatan päistä vedenpoistoreiät, joiden halkaisija on 12 mm tai 14 mm. Normaalista suuremmat vesireiät toteutetaan työmaalla sovitulla vastuujalla. Vesireiät toimivat elementin sisään mahdollisesti sisään kertyvän veden poistoaukkoina rakennusvaiheessa. Reiät pidetään auki, kunnes vesi on poistunut. Työmaan tehtävänä on vesireikien auki pitämisen varmistaminen. Yleensä viimeistelytöiden aikana reiät täytetään, paitsi ulko- ja muihin kosteisiin tiloihin jäävien onteloiden vesireikiä ei saa sulkea. (7, s. 6.)

Tehtaan valmiiksi porattujen vedenpoistoreikien tarkastus ja työmaalla suoritettavat vesireiät toteutetaan vesireikäohjeistuksen mukaisesti (taulukko 5).

Taulukko 5. Tehtaalla ja työmaalla tehtävät ja tarkastettavat ontelolaattojen vesireiät. (4, s. 10)

Tehtaan valmistamat ja työmaalla tarkastettavat:	Työmaalla tehtävät:
Laatat, joissa on nostolenkit	Syvennykset
Kylpyhuonelaattojen edustat	Työmaan tekemät ontelovalut
Tehtaan tekemät ontelovalut	
Kaikki onteloiden päiden reiät	

2.2.6 Kuormanpurun kesto ja koko rungon välipohjarakenteen asentamisen kesto

Laattojen koon mukaan, yhteen ontelolaatta kuormaan mahtuu noin 10–12 kappaletta ontelolaattoja. Yhden ontelolaatta kuorman purussa kestää n. 45–55 minuuttia riippuen ontelolaattojen kappalemäärästä sekä kohteen hankaluudesta. Koko rungon välitasojen asentamisessa menevä aika riippuu kohteen kerrosalasta ja -määrästä sekä ontelolaattojen määrästä. (17.)

2.2.7 Kustannukset

Ontelolaattojen neliöhinnat liikkuvat yleensä 35 € - 55 € välillä. Ontelolaattojen hintaan vaikuttaa valittujen laattojen pinta-ala ja paksuus. Ontelolaattoihin tulee lisähintoja yleensä märkätilojen kolojen takia, saumaustyön takia, vesireikien porauksien takia, sähköjen asennuksien takia sekä KPH-tekniikoiden tehtaalla tehtävien asennuksien takia. (18.)

3 Superlaatan ja ontelolaatan erot

Ontelolaattoihin täytyy tehdä vesireiät tehtaalla ja tarvittaessa työmaalla, kun taas superlaattoihin ei tarvita vesireikiä, koska superlaatoissa ei ole ontelolaattojen tapaan onttoja kohtia rakenteessa. (16.)

Superlaatta eroaa huomattavasti ontelolaatoista sekä rakenteensa, että käyttöominaisuuksiensa suhteen. Superlaatta valmistetaan tehtaalla käyttäen niin sanottua long line -menetelmää, jossa käytetään erillisiä laita- ja päätymuotteja useissa vaiheissa. Valmistusprosessissa laattaan lisätään ensin ohut pohjamaassa alapintaan, sitten koneellisesti tehdään kevytsorakevennykset ja lopuksi laattaan valetaan kantava betoni esijännitettynä. (1, s. 2.)

Superlaatat ovat isompia kuin ontelolaatat, joten asennuskappaleita on lähtökohtaisesti vähemmän kuin ontelolaattoja käytettäessä. Asennusneliöitä on yhdessä superlaatatassa 2–2,5 kertaa enemmän kuin ontelolaatatassa. Itse asentaminen on yhtä nopeaa niin superlaattaa käytettäessä kuin ontelolaattoja käytettäessä. Isoimmat aikataulullisesti merkittävät säästöt superlaatta käytettäessä tulee valmiiden nostoketjujen ansiosta sekä sisäänrakennetun talotekniikan osalta. Neliöhinnaltaan superlaatta on kalliimpaa, kuin ontelolaatta, mutta vertailussa täytyy huomioida integroitu tekniikka sekä rakennusajan tehostaminen tämän myötä. (15.)

Superlaatat ovat 270 mm paksuja eli rakennepaksuus on aina hoikempi verrattuna ontelolaattoihin. Tämän hoikemman rakenteen ansiosta loppuasukkaalle syntyy 10 cm lisää huonekorkeutta verrattuna ontelolaattaan, jos huone suunnitellaan normaalilla 3 metrin kerroskorkeudella. Ontelolaattoja käytetään yleensä 370 mm korkeina, joten ontelolaattoihin tulee paksumpi saumavalu, joka myös lisää kustannuksia. (15.)

3.1 Asennuksen erot

Superlaattojen ja ontelolaattojen asentamisessa on eroja, jotka vaikuttavat asentamisen nopeuteen, helppouteen ja vaivattomuuteen. Superlaatoissa on

aina nostolenkit asennettuna jo tehtaalta lähtien. Tämän takia asentamisen aikana ei tarvita saksia, puomia tai varmistusketjuja. Itse asennustyö ei eroa ontelolaatan asentamisesta, mutta superlaatat ovat huomattavasti isompia, jonka takia asennuskappaleita on vähemmän. (15.)

4 Superlaatan ja ontelolaatan kustannuksien vertailu

Vertailun tavoitteena on vertailla kustannuseroja superlaattojen ja ontelolaattojen kustannuksien välillä. Vertailuissa otetaan huomioon, kuinka paljon kustannuksia tuottaa superlaatta verrattuna ontelolaattaan. Vertailussa on otettava huomioon superlaatan sisälle asennettu talotekniikka, joka ontelolaatta koh-teissa joudutaan toteuttamaan eri tavalla, jolloin kustannukset ovat erilaiset. Superlaatan kustannuksiin vaikuttaa hyvin vahvasti mitä tekniikkaa on laattaan integroitu. Myös superlaattojen leveys vaikuttaa laattojen valmistuskustannuksiin ja samalla myyntikustannuksiin. Mitä leveämpää laattaa voidaan tehdä, sitä edullisempi se on. Superlaatat ovat lähtökohtaisesti ontelolaattoja neliöhinnaltaan kalliimpia, mutta kun otetaan huomioon superlaattaan integroitu talotekniikka sekä rakennusajan tehostaminen, on superlaatta hyvinkin kilpailukykyinen ontelolaattaan verrattuna. (15.)

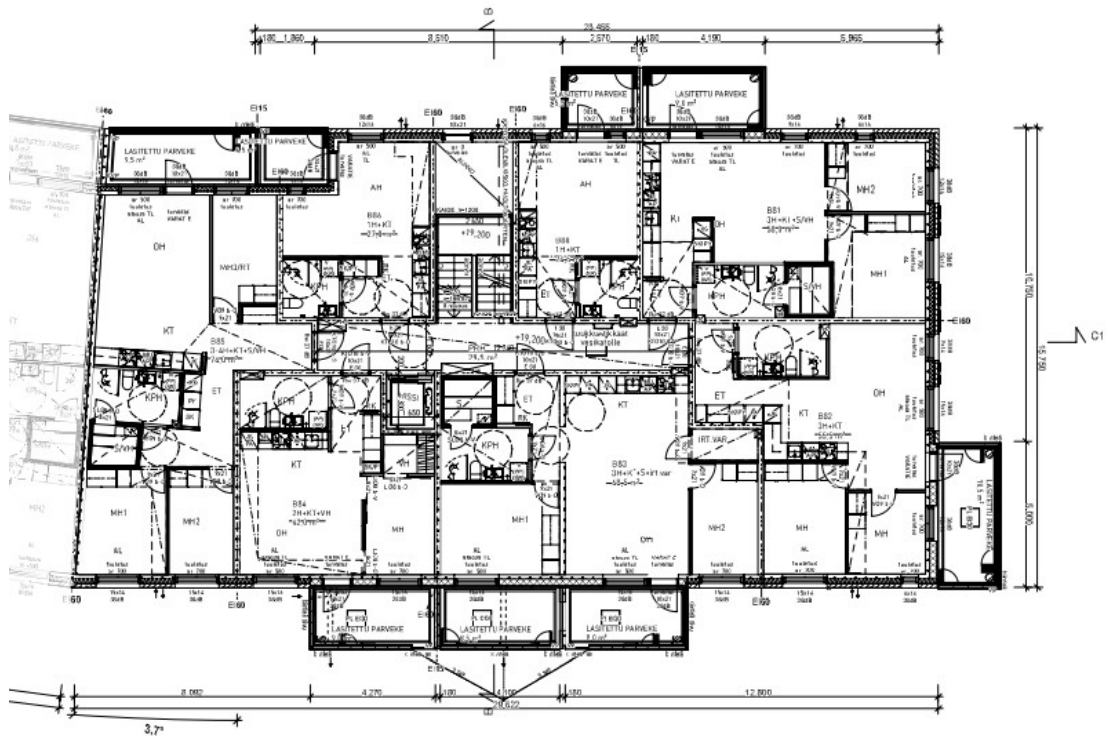
Talotekniikan integrointi superlaattaan lisää kustannuksia, mutta talotekniikan toteuttaminen tehtaalla pystytään toteuttamaan tehokkaammin ja vaivattomammin, kuin työmaalla toteutettuna. Mitä enemmän tekniikkaa integroidaan superlaattaan, sitä suuremmat kustannussäästöt on mahdollista saada projektista. Kylpyhuoneiden osalta viemäritekniikka, lattialämmitys ja kaatovalut tuotetaan aina tehtaalla. (15.)

5 Referenssikohde



Kuva 4. Havainnekuva referenssikohteesta Anna Sahlsteninkatu 15. (11, s. 1)

Referenssikohteena toimii Anna Sahlsteninkatu 15 uudisrakennuskohde, joka on kaksipiportainen 6-kerroksinen täyselementti asuinkerrostalo, jossa asuntoja on yhteensä 86 kappaletta (kuva 4). Rakennuksen välipohjat ovat ontelolaattarakenteisia. Ensimmäisessä kerroksessa sijaitsee yleisiä tiloja, kuten varastotilat, pesula, kerhotila saunatiloineen sekä asuntoja. Kerrokset 2–6 koostuvat pelkästään asunnoista. Asuinrakennuksen huoneistoala on 3744,5 m² sekä tilavuus on 17 748 m³. Kohteen rakennuttajana toimii SRV Rakennus Oy. Kohde toteutetaan KVR-urakkana. Kohteen aikataulu sijoittuu välille 3/2023–9/2024. A-rappua ja B-rappu ovat toistensa peilikuvia kerrokset 1–4 (kuva 5 ja kuva 6). A-rapun jokainen kerros on samanlainen kerrokseen 6 asti, mutta B-rapun kerrokset 5–6 ovat hieman erilaisia (kuva 7). (13.)



Kuva 7. Anna Sahlstenin katu 15 B-rappu pohjapiirustus 5–6. krs. (11, s. 6)

5.1 Referenssikohteen välipohjarakenteen alkutiedot

Referenssikohteen Anna Sahlstenin katu 15 välipohjarakenteena käytettiin O37 ontelolaattoja ja O37K ontelolaattoja käytettiin märkätilojen kohdalla. Peruserrokseen ontelolaattoja asennettiin 54 kappaletta ja yhteensä ontelolaattoja asennettiin 746 kappaletta, josta pelkästään välipohjiin O37 laattoja tuli yhteensä 322 kappaletta ja O37K ontelolaattoja tuli yhteensä 242 kappaletta (taulukko 6). Ontelolaattojen pinta-ala välipohjarakenteessa oli A-rapussa n. 1699 m² ja B-rapussa n. 1558 m² (taulukko 7 ja taulukko 8) Kohteen A-rapun elementtiasennukset alkoivat 8/2023 ja loppuivat 9/2023. B-rapun elementtiasennukset alkoivat 9/2023 ja loppuivat 11/2023 (kuva 17). Välipohjarakenteen ontelolaattojen yhteiskustannukset olivat 246 049 € (taulukko 14).

Taulukko 6. Anna Sahlstenin katu 15 ontelolaattatyypit ja -määrät kerroksittain.

KRS	A-rappu O37	B-rappu O37	A-rappu O37K	B-rappu O37K
1.krs	46	30	37	19
2.krs	30	30	24	24
3.krs	30	30	24	24
4.krs	30	33	24	21
5.krs	30	33	24	21
Yhteensä:	166	156	133	109
O37	=322 kpl	O37K	=242kpl	=564 kpl

Anna Sahlstenin katu 15 ontelolaatat asennettiin suoraan kuormasta. Kuormien mukana tuli nostoraksit, joilla ontelolaatat nostettiin paikoilleen. Ontelolaattoja ei varastoitu yhtään työmaalla, pois lukien väärin pakatut tai vialliset. Yhden kuorman purussa kesti noin 45–55 minuuttia. Yhden kerroksen välipohjaelementtien asentamisessa meni noin 6,5 tuntia 2 asentajalta. Yhden päivän aikana ontelolaattakuormia tuli 7–8.

Taulukko 7. Anna Sahlstenin katu 15 A-rapun kerroksien pinta-alat vertailussa ontelolaattojen pinta-aloihin.

A-Rappu			
KRS	Koko m ²	O37	O37K
1	n. 408 m ²	n. 197 m ²	m. 142 m ²
2	n. 408 m ²	n. 194 m ²	n. 146 m ²
3	n. 408 m ²	n. 194 m ²	n. 146 m ²
4	n. 408 m ²	n. 194 m ²	n. 146 m ²
5	n. 408 m ²	n. 194 m ²	n. 146 m ²
Yhteensä	n. 2040 m ²	n. 973 m ²	n. 726 m ²
Ontelolaattojen osuus yhteensä:			n. 1699 m ²

Taulukko 8. Anna Sahlstenin katu 15 B-rapun kerroksien pinta-alat vertailussa ontelolaattojen pinta-aloihin.

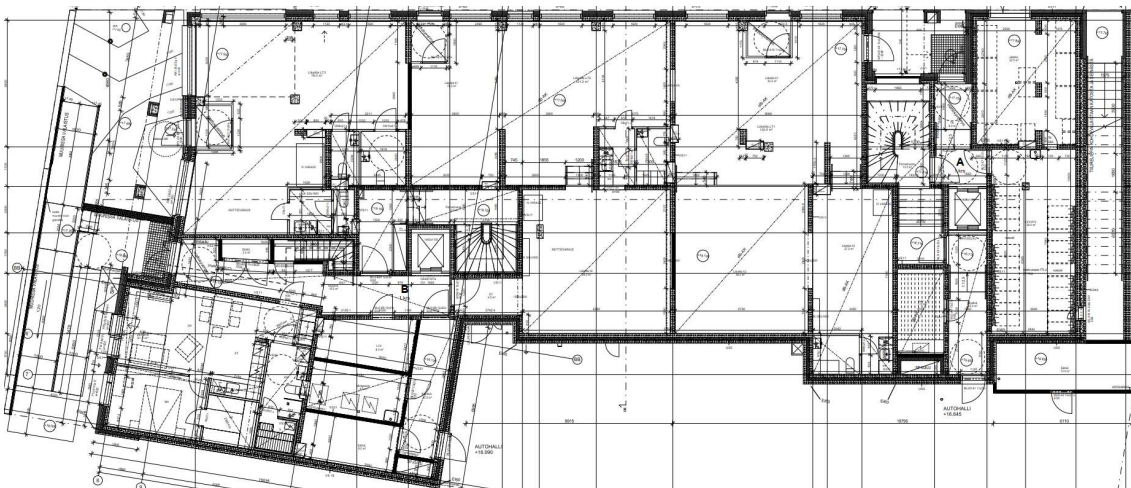
B-Rappu			
KRS	Koko m ²	O37	O37K
1	n. 403 m ²	n. 137 m ²	n. 85 m ²
2	n. 407 m ²	n. 184 m ²	n. 146 m ²
3	n. 407 m ²	n. 199 m ²	n. 145 m ²
4	n. 407 m ²	n. 213 m ²	n. 133 m ²
5	n. 407 m ²	n. 213 m ²	n. 133 m ²
Yhteensä	n. 2031 m ²	n. 946 m ²	n. 642 m ²
Ontelolaattojen osuus yhteensä:			n. 1558 m ²

6 Vertailukohde

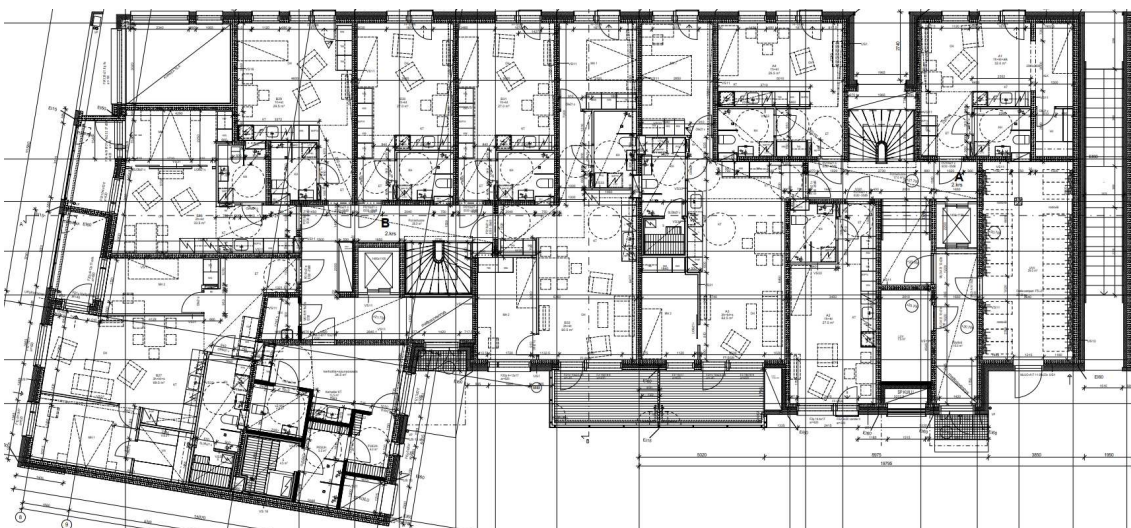


Kuva 8. Asunto Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen. (12)

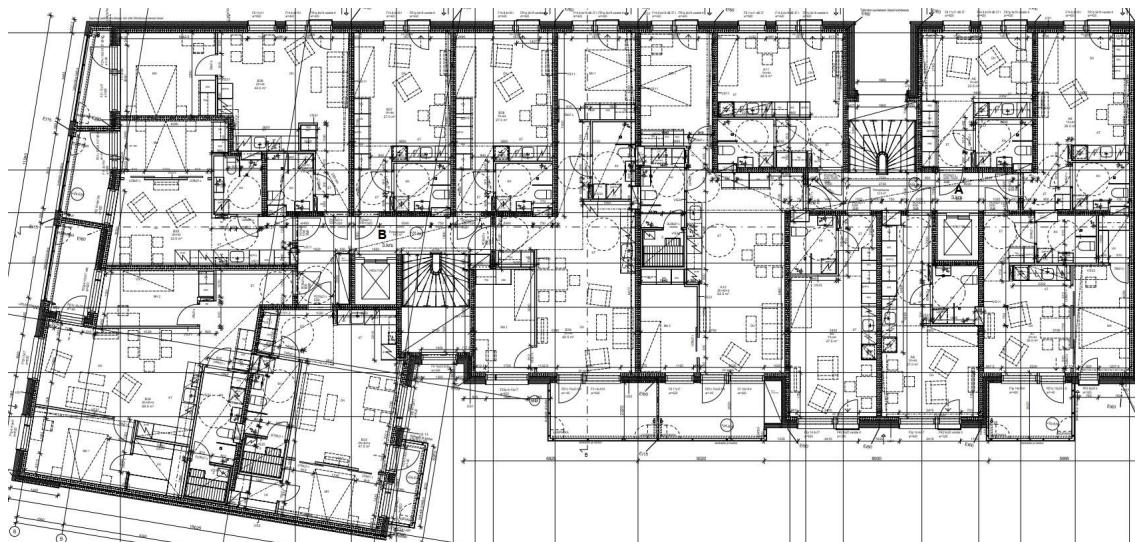
Vertailukohteena toimii Asunto Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen, joka on viisikerroksinen kaksiportainen elementtirakenteinen kerrostalo osana Tikkurilan keskustakortteli -hanketta (kuva 8). Tikkurilan keskustakortteli on seitsemänsuinkerrostalon kokonaisuus, joka sijaitsee Tikkurilan keskuksessa. Kohteeseen rakennettiin 53 asuntoa ja 3 liiketilaa. Asuntojen koot vaihtelivat 1-huoneesta 3-huoneeseen. Asunnot ovat omistusasuntoja. Asuinrakennuksen huoneistoala on 2048 m², liiketilan pinta-ala on 319 m² sekä koko rakennuksen tilavuus on 11 800 m³. Vertailukohteen 1. kerroksessa sijaitsee liiketilat, ja muissa kerroksissa on asuinhuoneistoja (kuvat 9-13). Kohteen rakennuttajana toimi SRV Rakennus Oy. Kohteen rakentaminen sijoittui aikavälille 1/2020–8/2021. (14.)



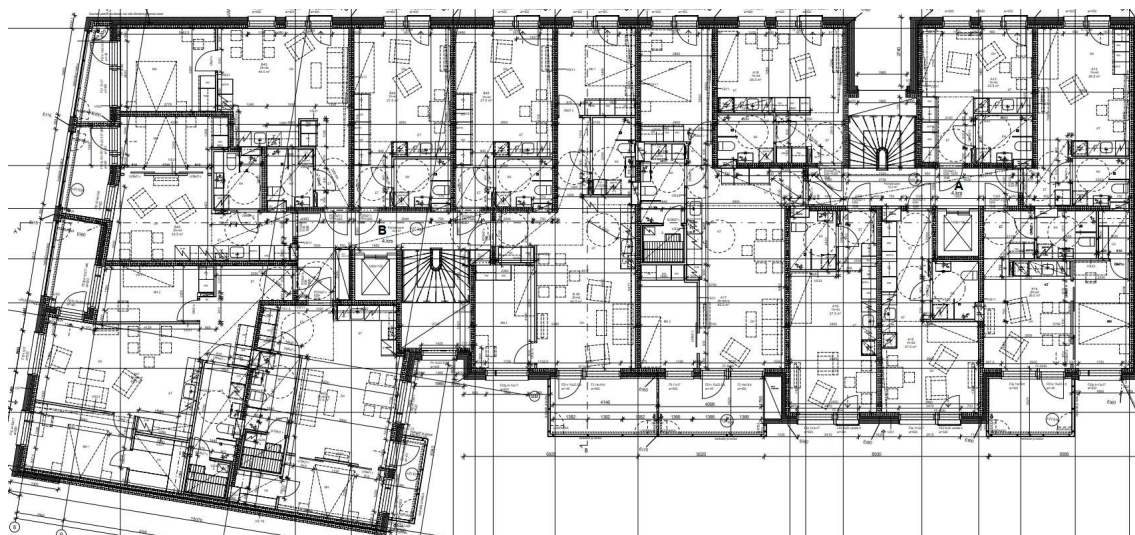
Kuva 9. Asunto Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen pohjapiirustus 1.krs. (14)



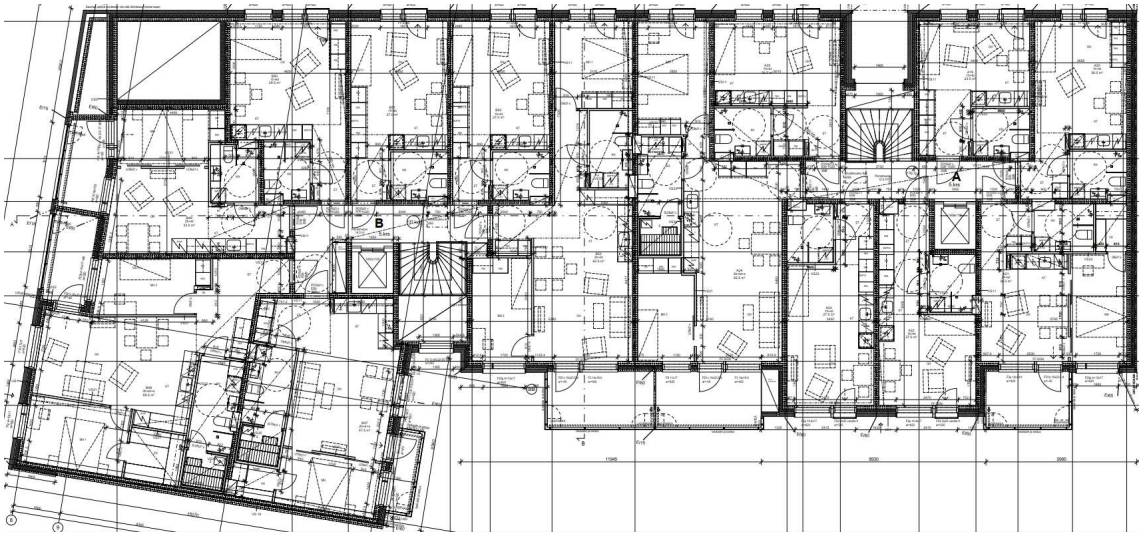
Kuva 10. Asunto Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen pohjapiirustus 2.krs. (14)



Kuva 11. Asunto Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen pohjapiirustus 3.krs. (14)



Kuva 12. Asunto Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen pohjapiirustus 4.krs. (14)



Kuva 13. Asunto Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen pohjapiirustus 5.krs. (14)

6.1 Vertailukohteen välipohjarakenteen alkutiedot

AS Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen AB välipohjarakenteena käytettiin SL270-laattoja, kylpyhuoneiden kohdilla käytettiin SL270K-laattoja sekä parvekkeiden kohdalla käytettiin SL270UK-laattoja. Välipohjissa yhteensä SL270-laattoja käytettiin 96 kpl, SL270K-laattoja käytettiin 62 kpl sekä SL270UK-laattoja käytettiin 12 kpl (taulukko 9). Superlaattojen pinta-ala välipohjarakenteessa oli yhteensä 2143 m² (taulukko 10). Vertailukohteen A-Portaan superlaattojen asennukset alkoivat 4/2020 ja loppuivat 5/2020. B-portaan superlaattojen asennukset alkoivat 5/2020 ja loppuivat 6/2020 (kuva 18). Superlaatat alkavat 1 kerroksen katosta. Välipohjarakenteen superlaattojen yhteiskustannukset olivat 235 618 € (taulukko 9).

Taulukko 9. As Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen superlaattojen määrät ja tyypit kerroksittain.

Kerros	SL-270	SL-270K	SL-270UK
1	24 kpl	14 kpl	0 kpl
2	24 kpl	16 kpl	4 kpl
3	24 kpl	16 kpl	4 kpl
4	24 kpl	16 kpl	4 kpl
Yhteensä:	96 kpl	62 kpl	12 kpl
Superlaattoja yhteensä:		170 kpl	

As Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäisen superlaatat asennettiin torninosturin avulla suoraan kuormasta. Superlaattojen asentamisessa meni yhden välitason osalta keskimäärin aikaa 5–6 tuntia. Superlaattojen asentaminen hoidettiin yhden päivän aikana, jolloin superlaatta kuormia tuli yleensä 5 kappaletta päivän aikana. Yhden kuorman purkuun meni tällöin aikaa 1–1,5 tuntia.

Kohteessa käytetyt SL-270K-laatat pitivät sisällään suihkun, lavuaarin ja wc-istuimen viemäröinnin, lattialämmityksen ja kaatovalun puuhiertopinnalla. SL270-laatat sisälsivät valaisimiin ja palovaroittimiin tarvittavat sähköasiat ja sähköputket. Sisäänrakennetun tekniikan takia talotekniikkaan liittyvät suunnitelmat oli tehtävä paljon aikaisemmassa vaiheessa ja esimerkiksi valaisinpisteet mitoitettiin suunnittelun aikana. Pääsääntöisen elementtisuunnittelun tekee Lujabetoni Oy kokonaisuudessaan. SL-suunnittelun lähtötiedot Lujabetoni Oy tarvitsee vähintään 10 viikkoa ennen toimituksien aloitusta.

Taulukko 10. As Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen kerroksien pinta-alat vertailussa superlaattojen pinta-aloihin.

Kerros	Koko m ²	SL-270 m ²	SL-270K m ²	SL-270UK m ²
1	n. 595 m ²	n. 265 m ²	n. 195 m ²	0 m ²
2	n. 595 m ²	n. 265 m ²	n. 223 m ²	n. 73 m ²
3	n. 595 m ²	n. 265 m ²	n. 223 m ²	n. 73 m ²
4	n. 595 m ²	n. 265 m ²	n. 223 m ²	n. 73 m ²
Yhteensä:	n. 2380 m ²	n. 1060 m ²	n. 864 m ²	n. 219 m ²
Superlaattojen osuus yhteensä:			n. 2143 m ²	

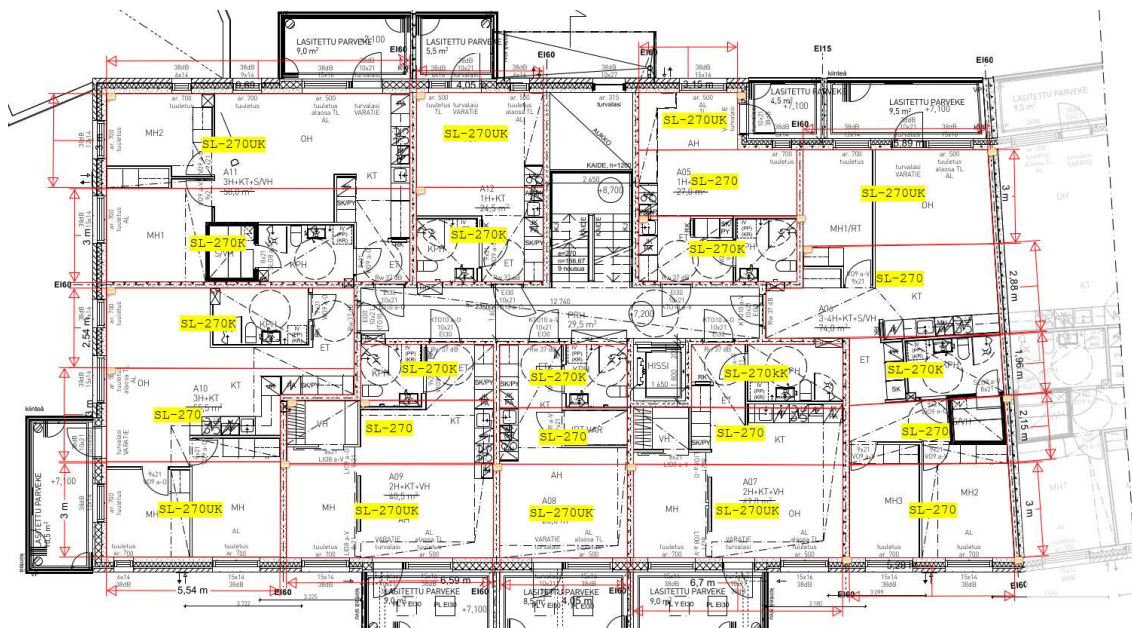
7 Referenssikohteen välipohjarakenteen muuttaminen superlaataksi

Ontelolaattoja oli rakennuksessa yhteensä 564 kappaletta välipohjarakenteena. Yhdessä peruskerroksessa oli ontelolaattoja 54 kappaletta per rappu. Taulukosta 9 nähdään tarkemmin ontelolaattojen määrät kerroksittain ja rapuittain ja oteltuina. Rakennuksessa käytettiin välipohjaratkaisuna ontelolaattoja, joiden paksuus oli 370 mm. Kylpyhuoneiden kohdalla käytettiin kavennettuja ontelolaattoja.

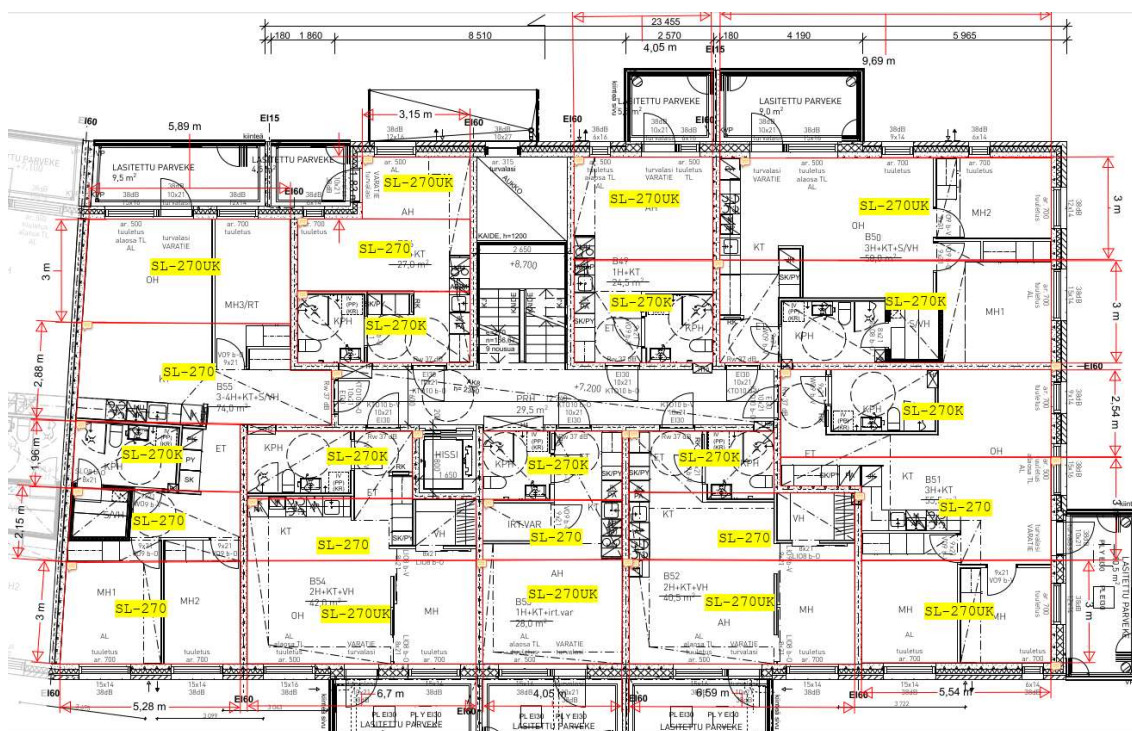
Referenssikohteen välipohjajaelementtien määrät muuttuisivat käyttämällä superlaattoja välipohjarakenteena. Jos Anna Sahlstenin katu 15 välipohjarakenne olisi tehty käyttämällä superlaattoja olisi A-rappuun välipohjajaelementtejä tullut 179 kpl vähemmän sekä B-rappuun olisi tullut 145 kpl vähemmän. Yhteensä rakennukseen olisi tullut välipohjalaattoja 324 kpl vähemmän (taulukko 11).

Taulukko 11. Anna Sahlstenin katu 15 välipohjarakenteen määrät kerroksittain käytettäessä superlaattoja.

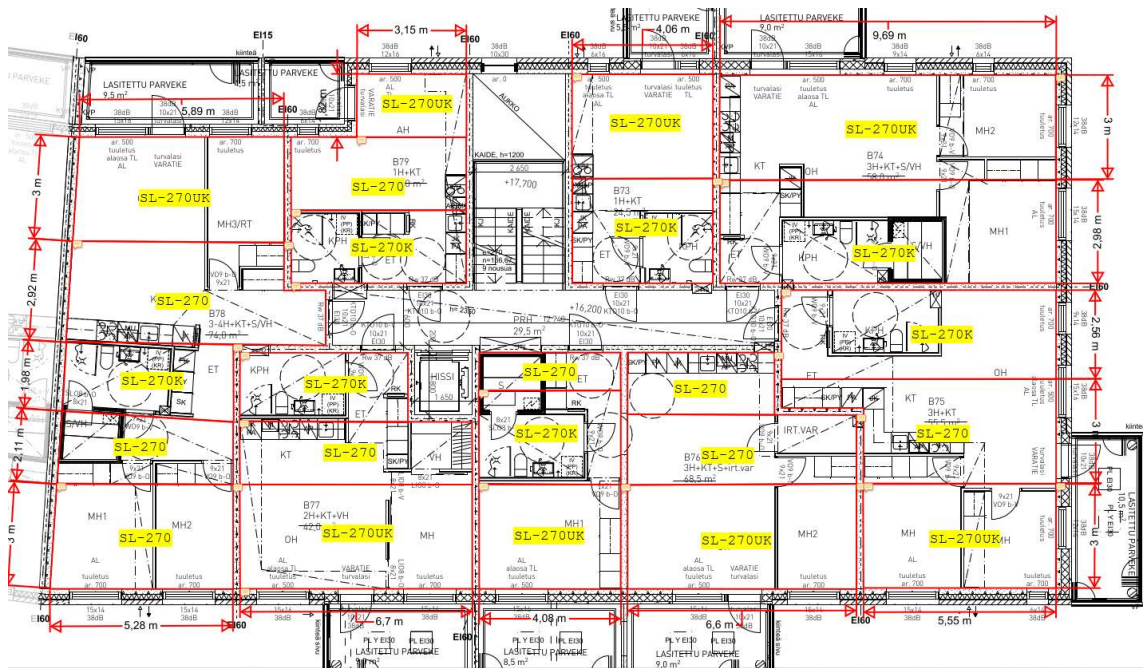
A-Rappu			
Krs	SL-270	SL-270K	SL-270UK
1	8 kpl	8 kpl	8 kpl
2	8 kpl	8 kpl	8 kpl
3	8 kpl	8 kpl	8 kpl
4	8 kpl	8 kpl	8 kpl
5	8 kpl	8 kpl	8 kpl
Yhteensä:	40 kpl	40 kpl	40 kpl
Superlaattoja yhteensä:		120 kpl	
B-Rappu			
Krs	SL-270	SL-270K	SL-270UK
1	8 kpl	8 kpl	8 kpl
2	8 kpl	8 kpl	8 kpl
3	8 kpl	8 kpl	8 kpl
4	9 kpl	7 kpl	8 kpl
5	9 kpl	7 kpl	8 kpl
Yhteensä:	42 kpl	38 kpl	40 kpl
Superlaattoja yhteensä:		120 kpl	



Kuva 14. Anna Sahlstenin katu 15 A-rapun kerrokset 1–5 välipohjan mittapiirustus superlaatoilla.



Kuva 15. Anna Sahlstenin katu 15 B-rapun kerrokset 1–3 välipohjan mittapiirustus superlaatoilla.



Kuva 16. Anna Sahlstenin katu 15 B-rapun kerrokset 4–5 välipohjan mittapiirustus superlaatoilla.

A-rapun jokaisen kerroksen katto väliltä 1–5 on samalainen, joten myös superlaatat tulisivat jokaisessa kerroksessa samalla tavalla (kuva 14). B-rapun jokaisen kerroksen katto väliltä 1–3 on samanlainen, joten myös superlaatat tulisivat jokaisessa kerroksessa samalla tavalla (kuva 15). B-rapun kerroksien 4–5 katto on samanlainen, joten kerroksien superlaatat tulisivat samalla tavalla (kuva 16).

A-rapun kerroksien 1–5 yhdessä kerroksessa on yhteensä 24 kpl superlaattaa, joista 8 on SL270-laattaa, 8 on SL270K-laattaa sekä 8 on SL-270UK-laattaa. B-rapun kerroksien 1–3 yhdessä kerroksessa on 24 kpl superlaattaa, joista 8 on SL270-laattaa, 8 on SL270K-laattaa sekä 8 on SL-270UK-laattaa. B-rapun kerroksien 4–5 yhdessä kerroksessa on yhteensä 24 kpl superlaattaa, joista 9 on SL270-laattaa, 7 on SL270K-laattaa sekä 8 on SL270UK-laattaa.

Rakennukseen tarvittaisiin tällöin vain 240 kpl välipohjaelementtejä, joista A-rappuun menisi 120 kpl ja B-rappuun 120 kpl. Superlaattojen osuus A-rapusta olisi n. 1735 m² ja B-rapusta n. 1739 m² (taulukko 12).

Taulukko 12. Anna Sahlstenin katu 15 kerroksien pinta-alat vertailussa superlaattojen pinta-aloihin.

A-Rappu				
Krs	koko m ²	SL-270	SL-270K	SL-270UK
1	n. 408 m ²	n. 107 m ²	n. 106 m ²	n. 134 m ²
2	n. 408 m ²	n. 107 m ²	n. 106 m ²	n. 134 m ²
3	n. 408 m ²	n. 107 m ²	n. 106 m ²	n. 134 m ²
4	n. 408 m ²	n. 107 m ²	n. 106 m ²	n. 134 m ²
5	n. 408 m ²	n. 107 m ²	n. 106 m ²	n. 134 m ²
Yhteensä:	n. 2040 m ²	n. 535 m ²	n. 530 m ²	n. 670 m ²
Superlaattojen osuus yhteensä:			n. 1735 m ²	
B-Rappu				
Krs	koko m ²	SL-270	SL-270K	SL-270UK
1	n. 403 m ²	n. 107 m ²	n. 106 m ²	n. 134 m ²
2	n. 407 m ²	n. 107 m ²	n. 106 m ²	n. 134 m ²
3	n. 407 m ²	n. 107 m ²	n. 106 m ²	n. 134 m ²
4	n. 407 m ²	n. 112 m ²	n. 103 m ²	n. 134 m ²
5	n. 407 m ²	n. 112 m ²	n. 103 m ²	n. 134 m ²
Yhteensä:	n. 2031 m ²	n. 545 m ²	n. 524 m ²	n. 670 m ²
Superlaattoja yhteensä:			n. 1739 m ²	

7.1 Kustannuksien vertaaminen

Vertailukohteen välipohjan superlaatat maksoivat Lujabetoni Oy:n tarjouksen mukaan 206 796 € ja asennustyö ja saumavalut maksoivat 28 823 €. Yhteensä hintaa superlaatoille ja työlle tuli 235 618 €. Tämä hinta piti sisällään tarjousvaiheessa Lujabetoni Oy:n käytössä olleiden suunnitelmien mukaiset elementtien määrät, pinnat muodot, materiaalit ja varaukset ilman lisäysoletuksia. Laattojen geometria on huomioitu hinnoittelussa. Taulukosta 13 nähdään, että superlaatalle hintaa kertyi kokonaisuudessaan 109,95 €/m², josta pelkästään laattojen osuus on 96,5 €/m². Hinnat perustuvat SRV Rakennus Oy:n saamaan tarjoukseen Lujabetoni Oy:ltä kohteesta As Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen.

Taulukko 13. As Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen superlaattojen hinnat ja työt eriteltyinä.

	Määrä	Yksikkö	€/yks	Yhteensä
SL-270	1 060	m ²	68,5	72 610 €
SL-270K	864	m ²	68,5	59 184 €
SL-270UK	219	m ²	68,5	15 001,5 €
Asennustyö	170	kpl	75	12 750 €
Saumausvalut	2 143	m ²	7	15 001 €
Saumausvalun jälki-työt	2 143	m ²	0,5	1 071,50 €
KPH viemäröinti ja kaatovalu tehtaalla + Sähkölämmitys	54	KPH	750	40 500 €
Sauna: Kuivakaivo ja kaatovalu	10	kpl	300	3 000 €
Ulokeparvekkeen momenttiraudat ja Idock osan integrointi SL-laattaan (Parvekkeen pituus)	55	jm	300	16 500 €
Kaikki yhteensä:		m ²	109,95	235 618 €
Pelkät laatat yhteensä:				206 795,5 €

Referenssikohteen välipohjan ontelolaatat maksoivat yhteensä 246 049 € (Taulukko 14). Tämä hinta piti sisällään ontelolaatat ja niiden punostukset, kavenukset, reiät, lämpöeristeet, sähköurat, viemäröinnin lisät, nostolenkit, laatasuunnittelun, lisävesireiät sekä rahdin. Taulukosta 14 näemme, että ontelolaatoille hintaa kertyi 75,5 €/m², josta pelkästään ontelolaattojen osuus on 43

€/m². Hinnat perustuvat SRV Rakennus Oy:n saamaan tarjoukseen kohteesta Anna Sahlstenin katu 15. Alla olevassa taulukossa on eriteltyinä ontelolaattojen ja niihin liittyvien töiden hinnat.

Taulukko 14. Anna Sahlstenin katu 15 ontelolaattojen hinnat ja työt eriteltyinä.

	Määrä	Yksikkö	€/yks	Yhteensä
O37	3 257	m ²	43	140 051 €
Kavennus	894	jm	8	7 152 €
Reikä	867	jm	8	6 936 €
Kolo/Tartunta	802	kpl	4,5	3 609 €
Lämpöeristeet	597,04	m ²	18,5	11 045,24 €
Sähköura	480	kpl	15	7 200 €
Viemäröintiura	231	kpl	30,5	7 045,5 €
KH-lisä	242	kpl	97	23 474 €
Nostolenkit	652	kpl	16	10 432 €
Laatastosuunnittelu	3 257	m ²	2	6 514 €
Lisävesireiät	3 257	m ²	0,5	1 628,50 €
Rahti	2 004	Km	10,46	20 961,84 €
Kaikki Yhteensä:		m ²	75,5	246 049,08 €

Anna Sahlstenin katu 15 ontelolaattatarjous ei pitänyt sisällään muun muassa valutöitä, saumavaluja LVI-asennuksia, kaatoja tai lämmitysjärjestelmän asennuksia, joten nämä pitää ottaa erikseen huomioon hinnoittelun vertailussa, koska superlaattoihin tehdään tehtaalla esimerkiksi kaadot sekä LVI-asennukset. Erikseen hinnoiteltuna superlaatan sisältämät työt ontelolaatoilla kustantaa 127 491 € kohteessa Anna Sahlstenin katu 15 (taulukko 15). Ontelolaatoista

sekä erikseen ontelolaattojen kanssa tehtävistä töistä saadaan yhteissummaksi 373 540 € (taulukko 17).

Taulukko 15. Anna Sahlstenin katu 15 erikseen tehtävät ontelolaattoihin liittyvät työt.

	Määrä	Yksikkö	€/yks	Yhteensä
Saumausvalut	3 257	m ²	14	45 598 €
Saumausvalun jälkityöt	3 257	m ²	1	3 257
Sähköjen asennus laastastoon	3257	m ²	2	6 514 €
Märkätilojen siivous ja puhdistus työmaalla	78	KPH	30	2 340 €
LVI-asennukset märkätilan lattiaan	78	KPH	300	23 400 €
Raudoitteet ja valubetonipumppauksineen	78	KPH	230	17 940 €
Lämmitysjärjestelmän asennus märkätiloihin	369,4	m ²	30	11 082 €
Valutyö ja kaatolattiamuotoilu	78	KPH	120	9 360 €
Sauna: Kuivakaivo ja kaatovalu	20	kpl	400	8 000 €
Kaikki Yhteensä:		m ²	39,14	127 491 €

Jos referenssikohde Anna Sahlstenin katu 15 olisi toteutettu superlaatoilla hintaa olisi kertynyt yhteensä 387 636 €, josta pelkkien laattojen osuus olisi 343 581 € (taulukko 16).

Taulukko 16. Anna Sahlstenin katu 15 hinnoittelun erittely superlaatoilla tehtäessä.

	Määrä	Yksikkö	€/yks	Yhteensä
SL-270	1 080	m ²	68,5	73 980 €
SL-270K	1 054	m ²	68,5	72 199 €
SL-270UK	1 340	m ²	68,5	91 790 €
Asennustyö	240	kpl	75	18 000 €
Saumausvalut	3 474	m ²	7	24 318 €
Saumausvalun jälki-työt	3 474	m ²	0,5	1 737 €
KPH viemäröinti ja kaatovalu tehtaalla + Sähkölämmitys	78	KPH	750	58 500 €
Sauna: Kuivakaivo ja kaatovalu	20	kpl	300	6 000 €
Ulokeparvekkeen momenttiraudat ja Idock osan integrointi SL-laattaan (Parvekkeen pituus)	137,04	jm	300	41 112 €
Kaikki yhteensä:		m ²	111,6	387 636 €
Pelkät laatat yhteensä			343 581 €	

Taulukko 17. Anna Sahlstenin katu 15 eri välipohjarakenteiden kustannuksien yhteisvertailu.

Ontelolaatoilla	Superlaatoilla
246 049 €	387 636 €
75,5 €/m ²	111,6 €/m ²
Saumausvalut, kaadot ja valut, TATE työt: 127 491 €	
Yhteensä: 373 540	Yhteensä: 387 636
114,7 €/m ²	111,6 €/m ²

Ontelolaatat ovat reilusti halvempia neliöhinnaltaan verrattuna superlaattoihin, mutta kun otetaan huomioon superlaattoihin valmiiksi integroitu talotekniikka, saumausvalut sekä kaadot ja valut, niin ontelolaattojen hinta on lähellä superlaattojen hintaa (taulukko 17). Eroa hintavertailuun tekee superlaattaan integroitu talotekniikka sekä se millä tavalla hoidetaan ontelolaattoihin liittyvät erikseen tehtävät työt. Kokonaishinnaltaan ontelolaatat olivat 14 096 € halvempia, jos otetaan talotekniikka, saumavalut sekä kaadot ja valut mukaan. Pelkästään ontelolaatoilla tehtäessä, kun ei oteta talotekniikkaa, saumavaluja sekä kaatoja ja valuja huomioon, ovat ontelolaatat 141 587 € halvempia.

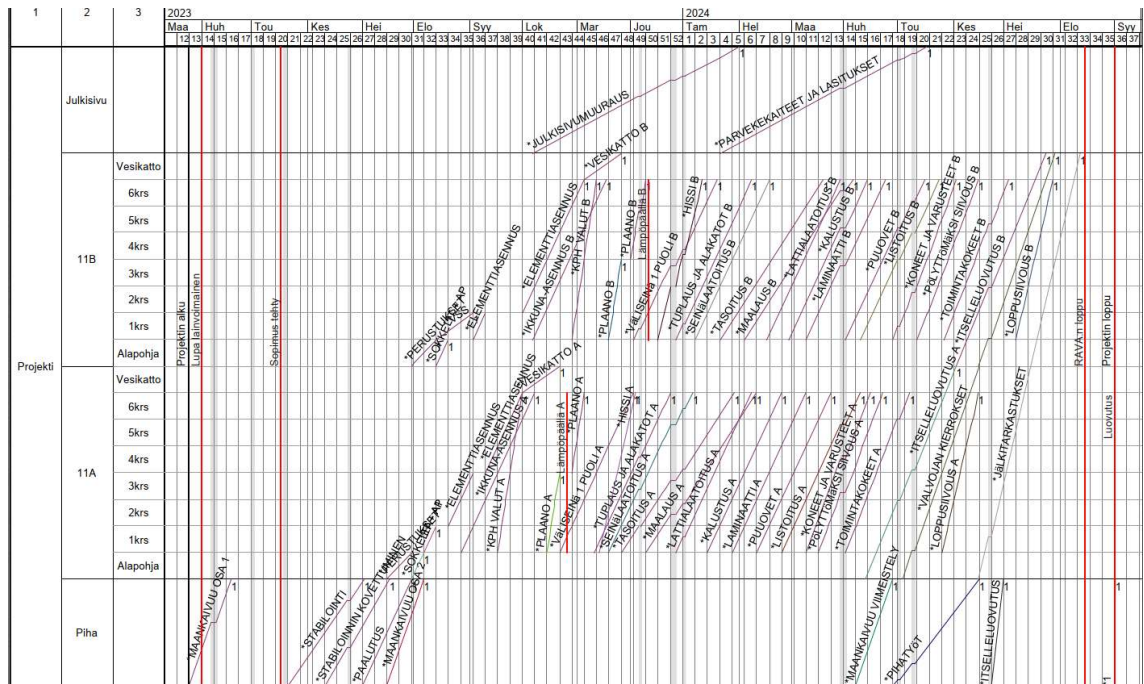
7.2 Aikataulun muuttumisen vertaaminen

Superlaattoja tulisi välipohjarakenteeseen 324 kpl vähemmän, kuin ontelolaattoja käyttämällä, joka vähentäisi elementtikuormia sekä nostoja. Viikko per kerros menisi koko rungon välipohjan rakentamisessa, jolloin sen aikataulu

toteutuisi vko 32/2023 – vko 43/2023 kohteessa Anna Sahlstenin katu 15 käyttäen superlaattoja välipohjarakenteena.

Superlaattoja käyttämällä sisätyöt valmistuisivat n. 3 viikkoa aikaisemmin, kuin ontelolaattoja käyttämällä, jolloin projekti saataisiin myös maaliin n. 3 viikkoa aikaisemmin (kuva 19). Tällöin saataisiin tehtyä säästöä 8 ja 9 kustannuksissa n. 50 000 €.

Anna Sahlstenin katu 15 yleisaikataulu superlaattoja käyttämällä (kuva 19) on tehty vertailemalla Anna Sahlstenin katu 15 yleisaikataulua (kuva 17) As Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen yleisaikatauluun (kuva 18). Koko hankeen kesto olisi superlaattoja käyttämällä 20.3.2023 – 05.08.2024 (kuva 19).



Kuva 17. Anna Sahlstenin katu 15 yleisaikataulu.

kesto olisi ollut 72 viikkoa (kuva 19). Superlaattoja välipohjarakenteena käyttämällä olisi saatu siis 3 viikon aikataulusäästö koko hankkeesta.

Referenssikohteen välipohjarakenteen muuttaminen superlaataksi vaikutti kustannuksiin niitä nostavasti. Superlaattojen käyttö välipohjarakenteena nosti kustannuksia n. 15 000 € (taulukko 17). Ottamalla pelkästään ontelolaattojen ja superlaattojen kustannusvertailu, olisi superlaatta n. 140 000 € kalliimpi vaihtoehto, mutta tällöin ei oteta huomioon laattojen sisällä olevaa talotekniikkaa, kuten lämmitystä, putkistoja ja sähkörasioita, eikä myöskään saumavaluja tai lattiakaatoja (taulukko 17).

Suurin ero aikataulullisesti tulee superlaattaan integroidun talotekniikan ja KPH-kaatovalujen osalta, jotka vaikuttavat rakentamisaikaan ja tällöin hankkeen 8- ja 9-kustannuksiin. Referenssikohteen koko hankkeen rakentamisajan väheneminen 3 viikolla vaikuttaa vähentävästi 8- ja 9-kustannuksiin noin 50 000 € verran. Tämä kustannuksien väheneminen perustuu SRV Rakennus Oy:n aikaisempien hankkeiden toteumatietoon, siitä kuinka paljon rakennustyömaan käyttökustannukset ovat viikkotasolla.

Kaikki huomioon otettuna, vaikka superlaattojen käyttö välipohjarakenteena nosti kustannuksia n. 15 000 € verrattuna ontelolaattaan, olisi kohde silti halvempi tehdä superlaatoilla, kun otetaan huomioon 50 000 € säästö 8- ja 9-kustannuksissa rakentamisajan vähenemisen myötä.

9 Henkilöhaastattelut

Haastattelujen tavoitteena oli kerätä tietoa ontelolaatoista ja superlaatoista sekä referenssikohteesta ja vertailukohteesta. Lisäksi tarkoituksena oli saada tietoa superlaattojen ja ontelolaattojen hyvistä ja huonoista puolista sekä potentiaalisista ongelmista. Kysymykset kysyttiin rakennusalan ammattilaisilta, jotka tekevät töitä superlaattojen ja ontelolaattojen tuotanto- ja rakennusvaiheen

erilaisissa tehtävissä. Haastatteluissa kysyttiin faktoja valmiista kohteista sekä mielipiteitä erilaisten välipohjarakenteiden käyttämisestä.

9.1 Henkilöhaastattelun kysymykset ja haastateltavat

Opinnäytetyön haastattelukysymykset laadittiin yhdessä työn tilaajan edustajan kanssa. Haastattelukysymyksiä oli 5–10 riippuen haastateltavasta. Lujabetoni Oy:n tuotepäällikön haastattelussa kysyttiin eri kysymyksiä kuin SRV Rakennus Oy:n työmaahenkilöstöltä. Pieni osa haastatteluista sijoittui opinnäytetyön aloitusajankohtaan pohjatutkimuksen myötä, mutta suurin osa sijoittui opinnäytetyön loppupuolelle. Haastattelut pidettiin Teams-sovelluksen sekä sähköpostin välityksellä. Haastattelukysymykset, jotka kysyttiin SRV Rakennus Oy:n henkilökunnalta:

1. Kuinka paljon välipohjaelementtejä oli kerroksittain?
2. Mitkä olivat välipohjaelementtien rakennepaksuudet?
3. Millä tavalla nostot, asennukset ja tarvittaessa varastointi hoidettiin?
4. Kuinka kauan kesti yhden kerroksen sekä koko rungon välipohjaelementtien asennus?
5. Kuinka kauan kesti yhden välipohjaelementtikuorman purku?
6. Kuinka monta kuormaa välipohjaelementtejä tuli päivän aikana ja yhteensä?
7. Kuinka paljon kustannuksia välipohjarakenteesta tuli?
8. Mitkä olivat valitun välipohjarakenteen hyvät ja huonot puolet ajatellen työmaan kustannuksia ja aikataulua?
9. Minkälaisia potentiaalisia ongelmia toteutuksen suhteen on eri välipohjaratkaisuilla?

Haastattelukysymykset, jotka kysyttiin Lujabetoni Oy:n tuotepäälliköltä.

1. Miten superlaatan asentaminen eroaa ontelolaatan asentamisesta?
2. Miten superlaatan kustannukset eroavat ontelolaattojen kustannuksista?
3. Kuinka paljon superlaatan kustannukset muuttuvat, kun lisätään rakennepaksuutta, leveyttä tai pituutta?
4. Kuinka paljon superlaatan kustannukset muuttuvat riippuen sisäänrakennetusta talotekniikasta?
5. Kuinka monta superlaatta elementtiä mahtuu yhteen kuormaan?
6. Kuinka monta ontelolaatta elementtiä mahtuu yhteen kuormaan?

9.2 Haastattelujen tulokset

9.2.1 Haastattelu 1, Tuotepäällikkö, Lujabetoni Oy

1. Miten superlaatan asentaminen eroaa ontelolaatan asentamisesta?
 - Superlaatoissa on aina nostolenkit. Asentamisen aikana ei tarvita saksia, puomia tai varmistusketjuja. KPH-elementtien tai integroitujen parvekkeiden kanssa käytetään X-puomia, mikä toimitetaan tehtaalta työmaalle. Itse asentaminen ei poikkea ontelolaatan asentamisesta, mutta superlaatat ovat isompia, minkä johdosta asennuskappaleita on vähemmän. Yksi superlaatta menee normaalisti yhtä nopeasti paikalleen, kuin yksi ontelolaatta, mutta asennusneliöitä on 2–2,5x enemmän kuin yhden ontelolaatan asennuksessa.
2. Miten superlaatan kustannukset eroavat ontelolaattojen kustannuksista?

- Superlaatta on 270 mm paksu eli rakennepaksuus on aina hoi-
kempi. Tämän ansiosta loppuasukkaalle 10 cm lisää huonekor-
keutta verrattuna ontelolaattaan, jos kohde suunnitellaan normaali-
lilla 3 metrin huonekorkeudella. Superlaatan kustannuksiin vaikut-
taa hyvin vahvasti mitä tekniikkaa on laattaan integroitu. Myös
laattojen leveys vaikuttaa valmistus- ja myyntikustannuksiin. Mitä
leveämpää laattaa pystyy tekemään, sitä edullisempaa se on. Su-
perlaatta on neliöhinnaltaan kalliimpaa, kuin ontelolaatta, mutta
kun huomioidaan laattaan integroitu talotekniikkaa sekä rakennus-
ajan tehostaminen, on superlaatta kilpailukykyinen ontelolaattaan
verrattuna.

3. Kuinka paljon superlaatan kustannukset muuttuvat, kun lisätään raken-
nepaksuutta, leveyttä tai pituutta?

- Superlaattaan tuotetaan asuinkerrostaloihin vain 270 mm paksuna
laattana. Superlaatatalla päästään, jopa 12 metrin jänneväleihin,
mutta suositeltu jänneväli asuinkerrostaloihin on 8–10 metriä. Laa-
tan leveydellä on merkitystä kustannuksien kannalta, siten että le-
veämpää laattaa on edullisempaa tehdä.

4. Kuinka paljon superlaatan kustannukset muuttuvat riippuen sisäänraken-
netusta talotekniikasta?

- Superlaattaan integroitu talotekniikka lisää kustannuksia, mutta
sen pystyy toteuttamaan tehtaalla tehokkaammin kuin työmaalla.
Kylpyhuoneiden osalta viemäritekniikka, lattialämmitys sekä kaa-
tovalut toteutetaan aina tehtaalla. Mitä enemmän talotekniikkaa
voidaan superlaattaan integroida, sitä suuremmat kustannussääs-
töt on mahdollista saada projektista.

5. Kuinka monta superlaatta elementtiä mahtuu yhteen kuormaan?

- Laattojen koosta riippuen yhdessä kuormassa on normaalisti 4–8 kappaletta laattoja, mutta asennettavia neliöitä saadaan kuitenkin paljon pienemmällä määrällä laattoja.

6. Kuinka monta ontelolaatta elementtiä mahtuu yhteen kuormaan?

- Tämä riippuu laattojen koosta, mutta normaalista mahtuu noin 10–12 kappaletta.

9.2.2 Haastattelu 2, vastaava mestari, SRV Rakennus Oy

1. Kuinka paljon välipohjaelementtejä oli kerroksittain?

- Peruskerroksissa oli 54 kappaletta ontelolaattoja per rappu.

2. Mitkä olivat välipohjaelementtien rakennepaksuudet?

- Hankkeessa käytettiin 370 mm paksuja ontelolaattoja ja kylpyhuoneiden kohdalla käytettiin kavennettuja laattoja.

3. Millä tavalla nostot, asennukset ja tarvittaessa varastointi hoidettiin?

- Ontelolaattakuormien mukana tuli nostoraksit sekä kavennetuissa laatoissa oli nostolenkit. Ontelolaatat asennettiin suoraan kuormasta, eikä niitä varastoitu työmaalla poikkeuksena väärin pakatut ontelolaatat.

4. Kuinka kauan kestää yhden kerroksen sekä koko rungon välipohjaelementtien asennus?

- Yhden kerroksen ontelolaattojen asentamisessa menee noin 6,5 tuntia 2 asentajalta. Koko rungon välipohjaelementtien asentaminen sijoittui aikavälille vko 32/2023 – vko 44/2023.

5. Kuinka kauan kesti yhden välipohjaelementtikuorman purku?

- Yhden ontelolaattakuorman purussa kestää noin 45–55 minuuttia.
6. Kuinka monta kuormaa välipohjaelementtejä tuli päivän aikana?
- Yhden päivän aikana tulee 7 tai 8 kuormaa ontelolaattoja.
7. Kuinka paljon kustannuksia välipohjarakenteesta tuli?
- Välipohjarakenteesta tuli kustannuksia kokonaisuudessaan noin 250 000 €.
8. Mitkä olivat valitun välipohjarakenteen hyvät ja huonot puolet ajatellen työmaan kustannuksia ja aikataulua?
- Ontelolaattaa suositaan superlaattaa enemmän, koska siitä löytyy enemmän kokemusta. Ontelolaattaa on helpompi muokata, jolloin ongelmien kohtaaminen ja niiden ratkominen on helpompaa. Ontelolaattaa pystytään yksinkertaisemman rakenteensa ansiosta tarvittaessa jopa sahaamaan työmaalla ongelma tilanteissa oikeaan muotoon. Myös ontelolaattoja valmistavalta tehtaalta on helppompi saada lyhyelläkin varoitusaajalla korvaavia ontelolaattoja ongelmatilanteissa. Ontelolaattojen ongelmia ovat esimerkiksi vesireiät. Jos rakenteeseen pääsee kosteutta, eikä sitä saada pois tai unohdetaan avata vesireiät, on jo valmiiseen asuntoon kallista mennä poistamaan kosteutta erikoiskalustolla.
9. Minkälaisia potentiaalisia ongelmia toteutuksen suhteen on eri välipohjaratkaisuilla?
- Ontelolaattaa verrattaessa superlaattaan, on superlaattaa vaikeampi muokata ongelmatilanteissa työmaalla, sen sisällä olevan tekniikan takia. Ongelmatilanteissa myös superlaatta saattaa jäädä kokonaan asentamatta, ja uuden superlaatan saanti työmaalle voi kestää kauemmin kuin ontelolaatoilla. Hormi ja

tekniikkaliitokset superlaatassa tuottavat ongelmia, kun koko tuote ja tekniikka, mitä tuotteessa käytetään, on uudenlaista.

9.2.3 Haastattelu 3, työpäällikkö, SRV Rakennus Oy

1. Kuinka paljon välipohjaelementtejä oli kerroksittain?

- Kerroksittain superlaattoja oli peruskerroksessa 44 kappaletta sekä yhteensä 170 kappaletta.

2. Mitkä olivat välipohjaelementtien rakennepaksuudet?

- Superlaattaa käytetään asuinkerrostaloissa 270 mm paksuisena.

3. Millä tavalla nostot, asennukset ja tarvittaessa varastointi hoidettiin?

- Superlaatat nostettiin torninosturilla suoraan kuormasta. Väliaikaiselle varastoinnille ei ollut tarvetta.

4. Kuinka kauan kesti yhden kerroksen sekä koko rungon välipohjaelementtien asennus?

- Yhden kerroksen välipohjan superlaattojen asentamisessa menee noin 5–6 tuntia. Koko rungon välipohjaelementtien asentaminen sijoittui aikavälille vko 14/2020 – vko 27/2020.

5. Kuinka kauan kesti yhden välipohjaelementtikuorman purku?

- Yhden elementtikuorman purussa meni noin 1–1,5 tuntia.

6. Kuinka monta kuormaa välipohjaelementtejä tuli päivän aikana ja yhteensä?

- Yhden päivän aikana tuli 5 kuormaa, joissa oli yhden kerroksen välipohjaelementit.

7. Kuinka paljon kustannuksia välipohjarakenteesta tuli?

- Kokonaisuudessaan välipohjarakenteesta tuli kustannuksia noin 235 000 €.

8. Mitkä olivat valitun välipohjarakenteen hyvät ja huonot puolet ajatellen työmaan kustannuksia ja aikataulua?

- Lujabetoni Oy on Suomessa ainoa, joka valmistaa ja suunnittelee superlaattaa, joten heillä on käytännössä tämän suhteen monopoli-asema. Superlaatta on valmiimpi tuote kuin ontelolaatta, mikä vähentää työmaalla tehtävän työn tarvetta, lyhentää aikatauluja ja vähentää jätettä.

9. Minkälaisia potentiaalisia ongelmia toteutuksen suhteen on eri välipohjaratkaisuilla?

- Superlaattojen ja ontelolaattojen vertailu on hankalaa superlaattojen sisällä olevan talotekniikan takia. Ontelolaatoilla saattaa esiintyä hammastus- ja käyrysongelmia, joiden korjaaminen vie aikaa sekä nostaa kustannuksia. Superlaattoja käyttämällä plaanoa menee vähemmän, koska rakennepaksuus on 100 mm ohuempi. Ontelolaatoilla vesireiät ja rakenteen kuivana pitäminen ongelmana. Myös superlaatan kuivana pitäminen ongelmana, kun superlaatoissa ei ole vesireikiä, mitä avata. Superlaattojen rakenne kuivuu itsestään, mutta sitä ei voida nopeuttaa, joka saattaa vaikuttaa haittaavalla tavalla aikatauluun. Suunnittelu- ja tuotantovirheet ovat superlaattoja käytettäessä vakavampia sekä ongelmien satuessa vaikeampaa saada Lujabetoni Oy:ltä korvaavaa tuotetta nopealla varoitusaajalla. Superlaattoja käytettäessä laattojen nosto on todella paljon vähemmän kuin ontelolaattoja käytettäessä, mikä lisää työturvallisuutta sekä nopeuttaa asentamista.

10 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, pystytäänkö perinteinen asuin-kerrostalo toteuttamaan 12 kuukaudessa käyttäen superlaattaa välipohjarakenteena. Tämä ei toteutunut opinnäytetyössä muuttamalla referenssikohteen välipohjarakenne superlaatta välipohjarakenteeksi. Koko hankkeen kesto ontelolaattoja käyttämällä oli 75 viikkoa ja superlaattoja käyttämällä koko hankkeen kesto olisi ollut 72 viikkoa.

Tuloksien perusteella voidaan todeta, että pelkästään välipohjarakenteen vaihtaminen superlaattaan ei tuota 20 % aikataulusäästöä, mutta kustannuksissa säästetään silti käyttämällä superlaattaa, koska 8- ja 9-kustannuksissa säästetään heti, kun rakentamisaika vähenee.

Opinnäytetyössä onnistuttiin vertaamaan kustannuksia ontelolaattojen ja superlaattojen välillä sekä onnistuttiin huomaamaan rakentamisaikaa lyhentävä vaikutus käyttämällä superlaattaa välipohjarakenteena. Tämän vaikutus myös koko hankkeen 8- ja 9-kustannuksiin myös otettiin huomioon kustannuksia pienentävänä seikkana. Opinnäytetyössä onnistuttiin myös ratkaisemaan tutkimusongelma, vaikka tulos ei ollutkaan toivottu.

Ontelolaattojen ja superlaattojen vertailu osoittautui vaikeaksi talotekniikan osalta. Superlaatatassa, kun on integroitu talotekniikka, on tämä otettava myös huomioon ontelolaattojen kustannuksia verrattaessa, mutta tähän liittyy myös paljon muuttujia, kun talotekniikka voidaan toteuttaa niin monella tapaa ja jokainen työvaihe voidaan kilpailuttaa monellakin eri urakoitsijalla, jolloin hintaeroja tulee useita. Tulosten käyttökelpoisuudessa on otettava huomioon tämä talotekniikan vertailu, joka on tehtävä perin pohjin, jotta mahdollisimman hyvä ja halpa toteutus löytyisi.

Tulosta voidaan hyödyntää tulevissa hankkeissa huomaamalla, että superlaattaa käyttämällä välipohjarakenteena rakentamisaika lyhenee, jolloin myös 8- ja 9-kustannukset pienenevät merkittävästi. Tulosta voidaan käyttää tulevien hankkeiden hankesuunnitteluvaiheessa. Esivalmistusaste superlaattoja

käyttämällä on korkea, joka vähentää työmaalla tehtävän työn tarvetta. Tämä vaikuttaa lyhentävästi rakentamisaikaan, parantaa työturvallisuutta materiaalivirtaa, työmaan olosuhdehallintaa sekä vähentää jätteen muodostumista.

Superlaattojen käytöllä on todettu olevan lyhentävä vaikutus rakentamisaikaan sekä kustannuksiin, mutta silti ontelolaatta on paljon yleisempi tapa toteuttaa välipohjarakenne tänä päivänä. Korkeaan esivalmistusasteeseen sekä Lujabetoni Oy:n suunnittelun ja toteutuksen onnistumiseen ei vielä luoteta täysin sekä ontelolaattojen helpompi muokattavuus ja ongelmatilanteiden kohtaaminen ja ratkaiseminen sekä vankempi kokemus niiden käytöstä ohjaa yhä pääurakoitsijat luottamaan ontelolaattojen käyttöön välipohjarakenteena. Ontelolaattoja käyttäessä voi tehdä kustannussäästöjä kilpailuttamalla useat ontelolaattoja varmistavat yritykset, kun taas Lujabetoni Oy:llä on superlaattojen suunnitteluun ja tuottamiseen monopoliasema.

11 Yhteenveto ja johtopäätökset

Opinnäytetyön tärkeimpänä tavoitteena oli selvittää, pystytäänkö perinteisessä asuinkerrostalotyömaassa saavuttamaan 20 % aikataulusäästö käyttämällä superlaattaa välipohjarakenteena. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että referenssikohteen tapauksessa tämä ei toteutunut (kuva 19). Referenssikohteen välipohjarakenteen muuttaessa superlaataksi saavutettaisiin 3 viikon aikataulusäästö, joka vastaisi noin 2,3 % koko hankkeen aikataulusta.

Tutkimusongelmaan ratkaisuksi saadaan, että pelkästään välipohjarakenteen muuttaminen ontelolaatasta superlaataksi, ei saada aikaan 20 % aikataulusäästöä 2-portaisessa 6-kerroksessa perinteisessä asuinkerrostalossa. 20 % aikataulusäästö kyseisessä hankkeessa olisi tarkoittanut 15 viikon rakentamisajan lyhentymistä.

Opinnäytetyön perusteella voidaan todeta, että superlaattojen käyttö välipohjarakenteena ei tuottanut tavoitteena ollutta 20 % aikataulusäästöä, mutta koko

hankkeen kustannuksissa pystyy säästämään käyttämällä superlaattaa. Vaikka superlaatat ovat neliö hinnaltaan ontelolaattoja kalliimpia, niiden käyttäminen lyhentää rakentamisaikaa 3 viikolla referenssikohteessa, jolloin säästetään 8- ja 9-kustannuksissa noin 50 000 € ja tällä tavalla koko hankkeen kustannuksissa. Superlaattaa käyttäessä myös työturvallisuus paranee, kun elementtien nostojen määrä pienenee huomattavasti, materiaa livirrat ovat helpommin hallittavissa sekä jätteen määrä vähenee, mitkä myös alentavat koko hankkeen kustannuksia.

Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että superlaattojen käyttö tuo mukanaan haasteita kuten kuivumisen hallinnan, Lujabetoni Oy:n monopoliasema tuotantoon ja suunnitteluun sekä vaikeudet muokata laattoja teknisten ongelmien ilmetessä. Ontelolaatoilla on puolestaan omat ongelmansa kuten vesireikien avaaminen ja rakenteen kuivana pitäminen sekä mahdolliset käyryys- ja hammastusongelmat. Kumpikin vaihtoehto tarjoaa kuitenkin omat hyötynsä kuten superlaattojen nopeammat asennukset ja nostot sekä ontelolaattojen helpomman muokattavuuden ja kilpailutettavuuden. Välipohjaratkaisu valitaan parhaiten ottaen huomioon rakennusprojektin tarpeet ja vaatimukset sekä huomioiden käytössä olevat resurssit ja aikataulu.

Tutkimusta pystyisi jatkamaan vieläkin pidemmälle vertailemalla erikseen superlaatan sisällä olevien yksittäisten talotekniikan osien vaikutusta kustannuksiin ja aikatauluun. Tällöin vertailu pitäisi tehdä ottaen huomioon talotekniikan työt, jotka tehtäisiin ontelolaattojen kanssa erikseen urakoina sekä näiden töiden kilpailuttamisen vaikutus.

Opinnäytetyön tulosta voidaan hyödyntää tulevaisuudessa hankkeissa huomioimalla superlaattojen käytön tuomat edut, kuten rakentamisaikojen lyhentymisen sekä kustannussäästöt. Laattojen sisällä olevan talotekniikan huomioiminen on kuitenkin tärkeää kustannusvertailua tehtäessä. Yhteenvetona voidaan todeta, että vaikka superlaatat ovat neliö hinnaltaan ontelolaattoja kalliimpia, niiden käyttö välipohjarakenteena lyhentää rakentamisaikaa sekä vähentää kustannuksia.

Lähteet

- 1 Luja-superlaatan suunnitteluohje, Verkkoaineisto, Lujabetoni Oy, <https://lujabetoni.fi/app/uploads/sites/2/2023/04/Luja-Superlaatta-suunnitteluohje.pdf>, Haettu 05.12.2023
- 2 Luja-superlaatan asennusohje, Verkkoaineisto, Lujabetoni Oy, <https://www.luja.fi/app/uploads/sites/2/2020/12/SUPERLAATAN-asennusohje-2021.pdf>, Haettu 15.12.2023
- 3 Ontelolaattojen suunnitteluohje, Verkkoaineisto, Lujabetoni Oy, <https://lujabetoni.fi/app/uploads/sites/2/2021/09/Luja-Ontelolaatat-suunnitteluohje.pdf>, Haettu 20.12.2023
- 4 Ontelolaattojen asennusohje, Verkkoaineisto, Lujabetoni Oy, <https://lujabetoni.fi/app/uploads/sites/2/2021/09/Luja-ontelolaatat-asennusohje.pdf>, Haettu 27.12.2023
- 5 Luja-superlaatan esite, Verkkoaineisto, Lujabetoni Oy, https://www.luja.fi/app/uploads/sites/2/2019/10/luja_superlaatta_2018_esite_a4_vedos_02.pdf, Haettu 4.1.2024
- 6 Ontelolaatat, Verkkoaineisto, Elementtisuunnittelu, <https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>, Haettu 12.1.2024.
- 7 Ontelolaatatot suunnitteluohje, Verkkoaineisto, Parma Oy <https://parma.fi/suunnittelu-ja-materiaalit/elementtisuunnittelu/materiaalit/laatat/>, Haettu 20.1.2024
- 8 Sementti ja sen valmistus, Verkkoaineisto, Betonia Oy, <https://betoni.com/tietoa-betonista/betoni-rakennusmateriaalina/betonin-valmistus/>, Haettu 14.2.2024
- 9 Välipohjarakentamisen uusi aika, Verkkoaineisto, Lujabetoni Oy, [file:///C:/Users/tony.haapanen/Downloads/Lujabetoni_Superlaatta_Esitely%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/tony.haapanen/Downloads/Lujabetoni_Superlaatta_Esitely%20(1).pdf), Haettu 5.2.2024
- 10 Hollowcore Slab Production, Verkkoaineisto, IPHA, <https://hollowcore.org/hollowcore/production/>, Haettu 29.2.2024
- 11 As Oy Espoon Anna Sahlstenin katu 15, Verkkoaineisto, Espoon Kaupunki <https:// espoo.oncloudos.com/kokous/2023858-7-178543.PDF>, Haettu 11.3.2024

- 12 Tikkurilan Ensimmäinen valmis – muutot käynnistyvät, Verkkoaineisto, SRV Rakennus Oy <https://www.srv.fi/srv-yrityksena/ajankohtaista/uutiset/tikkurilan-ensimmainen-valmis-muutot-kaynnistyivat/>, Haettu 14.3.2024
- 13 Anna Sahlstenin katu 15- hankkeen rakennustuotannon asiakirjat
- 14 AS Oy Vantaan Tikkurilan Ensimmäinen- hankkeen rakennustuotannon asiakirjat
- 15 Henkilöhaastattelu, S. Mäkelä, Tuotepäällikkö, Lujabetoni Oy
- 16 Henkilöhaastattelu, V-M. Lamminen, Vastaava mestari, SRV Rakennus Oy
- 17 Henkilöhaastattelu, P. Arpiainen, Työpäällikkö, SRV Rakennus Oy
- 18 Ontelolaatta, Verkkoaineisto, Urakkamaailma <https://www.urakkamaailma.fi/ontelolaatan-asennus-hinta>, Haettu 18.4.2024