



Ossi Rantanen

# Valetun välipohjan pinnan tuotanto- menetelmät

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Mestarityö

4.5.2022

## Tiivistelmä

Tekijä:	Ossi Rantanen
Otsikko:	Valetun välipohjan pinnan tuotantomenetelmät
Sivumäärä:	31 sivua
Aika:	4.5.2022
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Infrarakentaminen
Ohjaajat:	Vastaava työnohtaja Sampo Nieminen Lehtori Jenni Pellinen

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Lujatalo Oy:lle. Työssä tutkittiin eri toteutustapoja valettujen välipohjien tuotannon tehostamiseksi. Työssä keskityttiin välipohjien pinnan laatuvaatimusten täyttymiseen suhteessa pintamateriaalien toleranssivaatimuksiin.

Työssä käsiteltiin toteutusta työsuunnittelun näkökulmasta ja sen avulla haluttiin selvittää, miten saavutetaan kokonaistaloudellisin lopputuote riittävän laadukkaasti.

Työssä selvitettiin haastatteluin alan ammattilaisilta heidän mielipiteitänsä ja näkemyksiä, joiden avulla edellä mainittuun kysymykseen pyrittiin löytämään parhaat ratkaisut ja toimintatavat.

Opinnäytetyön tutkimukset tehtiin käynnissä olevalla Lujatalon työmaalla Espoossa Runoratsunkadulla.

Avainsanat: Tuotantomenetelmä, valettu välipohja, betonilattia

## Abstract

Author: Ossi Rantanen  
Title: Production methods of casting intermediate floors  
Number of Pages: 31 pages  
Date: 4 May 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Degree program in Construction Site Management  
Professional Major: Infrastructure construction  
Supervisors: Sampo Nieminen, Site Manager  
Jenni Pellinen, Senior Lecturer

---

This thesis was done for Lujatalo Oy. The aim was to investigate different implementation methods to increase the efficiency of the production of cast intermediate floors. The focus was on meeting the surface quality requirements of the intermediate floors in relation to the tolerance requirements of the surface materials.

The thesis studies the implementation from the point of view of work planning and shows how to achieve the most economical end product with sufficient quality. The best solutions and practices that are presented in the thesis are based on opinions and views on interviewed construction professionals.

The research of the thesis was conducted at the ongoing Lujatalo construction site on Runoratsunkatu in Espoo.

Keywords: production method, cast midsole, concrete floor

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yleistä	2
2.1	Paikallavalurakenteinen välipohja	2
2.2	Paikallavaletun laatan etuja	5
2.3	Laatan paksuuden valinta	5
2.4	Laatan mitoitus	6
2.5	Betoni	7
2.6	Raudoitus	9
2.7	Irtotangoilla raudoitettu laatta	9
2.8	Verkkoraudoitteilla raudoitettu laatta	9
2.9	Rullaraudoitteilla raudoitettu laatta	10
3	Työmaatekniikka	11
3.1	Muottitekniikka	11
3.2	LVI-tekniikka	11
4	Betonilattiat	13
4.1	Betonilattioiden rasitukset	14
4.2	Betonilattioiden laatuvaatimukset	14
5	Betonipinnat	15
5.1	Betonipintojen vaatimukset	15
6	Vertailukohteet	19
6.1	Espoon Runoratsunkatu 9	20
6.2	Espoon Runoratsunkatu 11	20
6.3	Espoon Runoratsunkatu 15	21
6.4	Espoon Runoratsunkatu 17	22
	Tutkimustulokset	23
6.5	Haastattelut	23

7	Taulukoita	28
8	Yhteenveto	31
	Lähteet	32

## **Käsitteitä**

### **Alustan esikäsittely**

Ennen varsinaista asennusta tapahtuva toimenpide.

### **Hienoaines**

Betonissa olevaa hienojakoista kiviainesta.

### **Hionta**

Lattian pinnasta poistetaan hiomalla sementtiliima, jotta betonin hieno runkoaines tulee esiin.

### **LVIS**

Lämpö, vesi, ilma, sähkö.

### **Lisäaine**

Betonin perusominaisuuksiin kemiallisesti tai fysikaalisesti vaikuttava ainesosa. Ei ole välttämätön.

### **Nimellispaksuus**

Lattian määrätty ja suunniteltu paksuus.

### **Notkistin**

Notkistin on ainesosa, joka tekee betonista helpommin valettavan. Se myös vähentää betonissa tarvittavan veden määrää.

## **Pinnan karheus**

Hiertämisestä johtuva pinnan epätasaisuus, vaikuttaa lattian kitkaan sekä pinnan puhdistettavuuteen.

## **Plaano**

Slangisana, jolla tarkoitetaan betonilattian tasoitetta. Virallinen sana olisi tasoitemassa.

## 1 Johdanto

Lujatalo Oy:n perusti Feliks Isotalo vuonna 1953. Rakennusliike Lujatalo Oy kuuluu Luja-yhtiöihin, joka on yksi Suomen suurimmista rakennusalan konserneista. Yritys toimii valtakunnallisesti reilun 800 ammattilaisen voimin.

Lujatalo on sekä asunto- että toimitilarakentaja, jonka erikoisalaa on peruskorjaus sekä energiatehokas rakentaminen. Lujatalo rakensi muun muassa Suomen ensimmäisen nollaenergiakerrostalon Kuopioon. Lujalla on myös kattavat palvelut hanke- ja kiinteistökehittämisen osalta. Luja hyödyntää kaikessa digitaalisen rakentamisen menetelmiä.

Tämä kohde on 16-kerroksinen asuinkerrostalo. Kantavat rakenteet betonia, julkisivut pääosin betonikuorisista sandwich-elementtejä. Liittyy 2-kerroksisen maanpäällisen autohallin välityksellä korttelin muihin rakennuksiin, näitä on kolme saman korkuista ja kerrosalaltaan samankokoista asuinrakennusta. Kohdessa käytetään paikallavaluholvia, joka sisältää muotti-, rauditus-, LVIS-asennukset ja betonointityöt. Holvin paksuus on 280 mm ja käytävien kohdalla 240 mm.

## 2 Yleistä

Suomen ympäristöministeriö on antanut rakennuslain pykälän 13 § nojalla sovellettavaksi seuraavat määräykset sekä ohjeet koskien rakenteiden kuormitusta, varmuutta, meluntorjuntaa, ääneneristävyttä ja paloturvallisuutta. Suomen rakentamismääräyskokoelma soveltaa näistä seuraavia kappaleita: B1-, B4-, C1- ja E1-osissa välipohja- ja seinäratkaisuihin.

Paikallavalurunko on yksinkertainen suunnitella ja siten myös toteuttaa, samaan runkoon voidaan hyvin sijoittaa erilaisia käyttötarkoituksia kuten asuntoja, toimistoja ja liiketiloja. Välipohjien vaihtelevat kuormitukset voidaan ottaa huomioon paikallisesti raudoitusta lisäämällä, muuttamalla laattapaksuutta tai käyttämällä palkkikaistoja. Ääneneristävyysominaisuudet ovat paikallavaletuissa rakenteissa hyvät koska rakenteet ja työsaumat ovat tiiviitä.

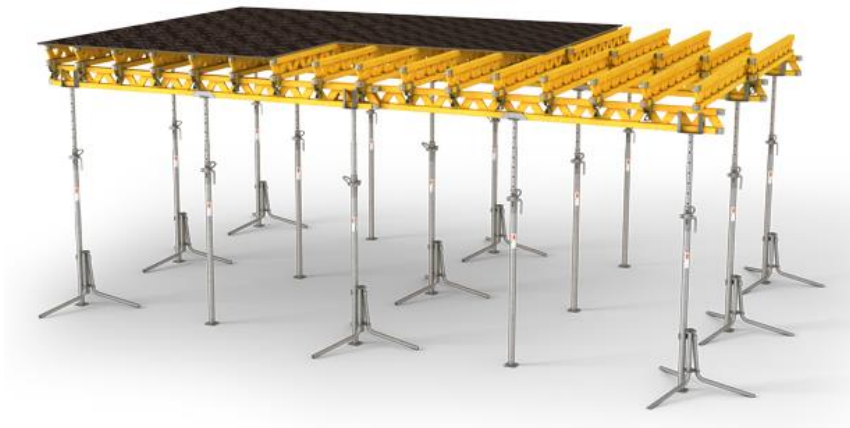
Betonityöt ja -rakenteet jaotellaan yleensä kolmeen eri luokkaan. Betonirakenteiden luokkia ovat 1-lk, 2-lk ja 3-lk. Tämä luokitus kertoo millaisia laatuvaatimuksia rakenteen suunnittelulle, betonille, betonoinnille ja laadunvalvonnalle on asetettu. Esimerkiksi ensimmäisen luokan betonityönjohtajalla on oltava monen vuoden työkokemus ja tämän lisäksi sisäministeriön vaatima pätevyys. Suurin osa rakennusten betonirakenteista on kuitenkin 2- ja 3-luokkaan kuuluvia rakenteita. Pienet kohteet ja niiden rakenteet kuuluvat edellä mainittuihin luokkiin ja niille ei ole asetettu erityisiä vaatimuksia. (Ratu KI-6020. 2010.)

### 2.1 Paikallavalurakenteinen välipohja

Paikallavalettu välipohja toteutetaan nimensä mukaisesti työmaalla. Betoni toimitetaan työmaalle valmiina, juuri sellaisena kuin se on tilattu. Talvella tietysti riippuen pakkasista betoni joudutaan tilaamaan ns. "kuumana". Paikallavalettu lattia on hyvin yleinen tapa rakentaa, sen avulla rakennusta pystytään muokkaamaan monipuolisemmin toisin kuin elementtirakenteista.

Paikallavaaletun holvin tyypillisimmät muotit ovat kasettimuotti tai pöytämuotti, meidän kohteessamme on päädytty käyttämään peruspalkistoa ja muottilevyjä. Näitä on helppo kasata käytävien ja asuinhuoneistojen kohdalle.

Kuitenkin ennen muottityön aloitusta olisi syytä miettiä tarkemmin kalustoa millä se toteutetaan. Tämä kaikki riippuu kohteen laatuvaatimuksista. Valitun kaluston on pystyttävä täyttämään suunniteltu muottikierto turvallisesti ja aikataulussa. Muottikaluston kiertoa ajatellen tavaran määrä on oltava 3–4 kertainen valettavaan alueeseen nähden. Muottimäärään vaikuttaa myös välipohjan raudoitusten määrä sekä tekniikan asentamiseen tarvittava aika, valun toteutus-aika, betonin kovettumisaika sekä muotin kokoaminen ja purku. (Oinonen Anssi s.23.)



Kuva 1. Kuvassa vakiopalkki esimerkki.



Kuva 2. Työmaalla käytetty muottijärjestelmä.

## 2.2 Paikallavaletun laatan etuja

Yleisenä määrittäminenä pidetään 50 vuoden käyttöikä ja betonipinnan laatu-  
luokkana A-4–30. Laatu-  
luokka määritellään By45/Bly7:n mukaisesti. Rasitus-  
luokka määritellään käyttökohteen mukaan, yleisesti kuitenkin XC1.

- Laatan muotoa pystyy vapaasti määrittelemään, sen kanssa on helppo toteuttaa esimerkiksi ulokkeita ja erkkereitä.
- Laattaan on mahdollista sijoittaa myös suuriakin aukkoja.
- Pystytään toteuttamaan suuriakin kokonaisuuksia ilman erillisiä kantavia väliseiniä.
- Suuret jännevälit eivät rajoita paikallavaletun laatan käyttöä.
- Jänneväliden pidentyessä laatta täytyy tukea pilareilla.
- LVIS-putket sijoitetaan paikallavalettavaan laattaan asuinrakennuksissa.

## 2.3 Laatan paksuuden valinta

- Kuormituksen perusteella laatan paksuudeksi riittää yleensä 200 millimetriä, laatan paksuuteen on myös muita vaikuttavia tekijöitä kuin pelkkä kuormitus.
- Muita mahdollisia vaikuttavia tekijöitä laatan paksuuteen ovat palonkestävyysvaatimukset, ääneneristävyydet, laatan taipuma sekä LVIS-putkien vaatima tila.
- Ääneneristävyyden vaatimukset vaativat nykyisissä asuinrakennuksissa laatan vähimmäispaksuudeksi 270 mm.

- Yleisesti käytettäviä laattapaksuuksia asuin-, toimisto- ja liikerakennuksissa ovat 270–300 mm.
- Mahdollisen plaanon käyttö on otettava huomioon laatan kokonaispaksuudessa.

## 2.4 Laatan mitoitus

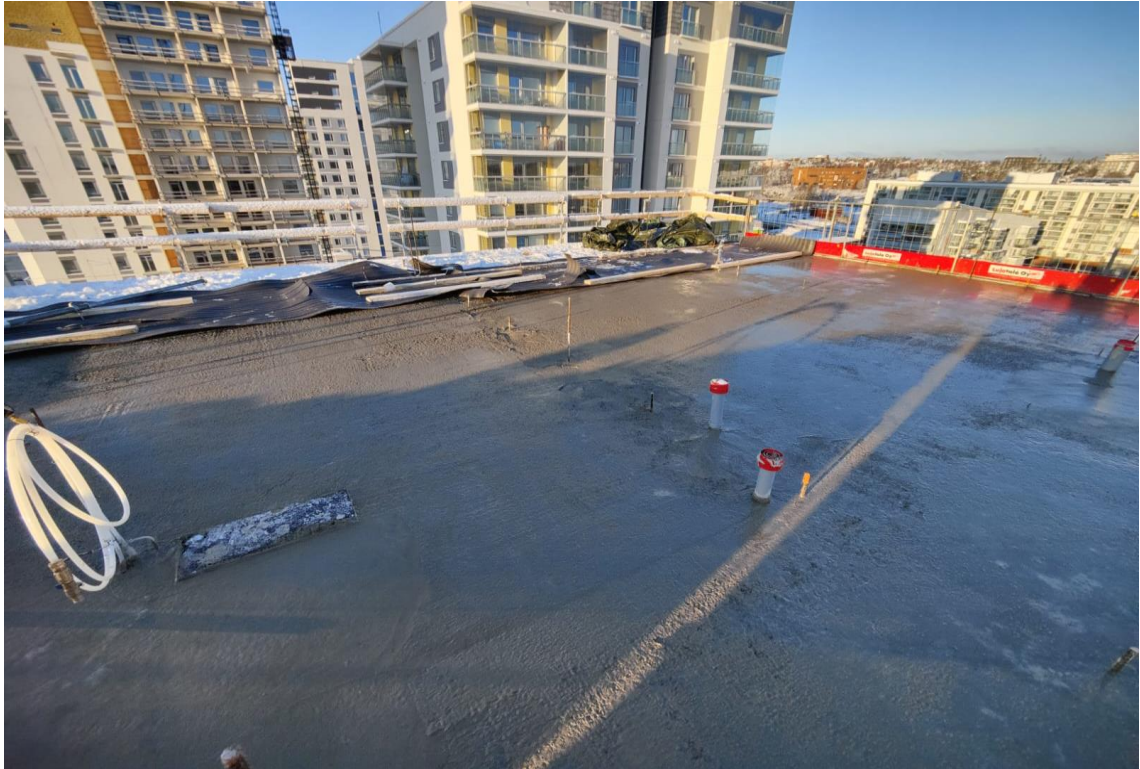
- Laatan mitoittamiseen on kehitetty useita erilaisia laskentaohjelmia, joilla on helppo tarkastaa laatan paksuuden vaikutuksia taipumaan, vaadittavaan teräsmäärään sekä laatan halkeiluun.



Kuva 3. Holvin pohjaraudoitus aluillaan.

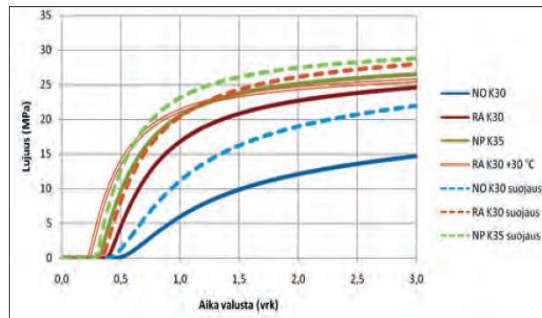
## 2.5 Betoni

- Rasitusluokan perusteella betonin minimilujuusluokan tulisi olla C20/25, betonin suositeltava lujuusluokka olisi C25/30.
- Betonipeitteen nimellisarvona pidetään laatan ylä- ja alapinnassa yleisesti noin 20 millimetriä.
- Betonipeitteen nimellisarvossa on otettava huomioon vaadittavan paloluokan mahdollinen vaikutus.
- Maksimiraeekooksi betonissa suositellaan käytettäväksi 32 mm kiveä.
- Mitä suurempi kiviaineksen raekoko on, pienentää se halkeiluriskiä sekä sen kulutuskestävyyttä.
- Suositeltava notkeusluokka on S2. Tämä edellyttää sitä, että levitys ja tiivistys tehdään tehokkaasti.
- S3 on notkeampaa massaa, jota on helpompi työstää, mutta tämä saattaa aiheuttaa betonin halkeilua ja tällöin riski on huomattavasti suurempi ja tällöin jälkihoidon merkitys kasvaa. S4 notkeusluokkaa ei suositella sen normaalia suuremman halkeiluriskin takia.
- Kantavien välipohjalaattojen valut tehdään yleensä ulko-olosuhteissa ilman sääsuojasta. Ulkoilman lämpötila täytyy pitää mielessä valun toteutusta tehdessä. Kylmä ilma muuttaa massan käyttäytymistä, se hidastaa massan sitoutumista sekä kovettumista. Oikealla betonimassan valinnalla valuja pystytään kuitenkin tekemään ilman sääsuojasta ja lämmitystä noin  $-5\text{ °C}$ :een asti.



Kuva 4. Holvi linjaaripinnassa.

- Massiivisia välipohjia valettaessa kannattaa muistaa että, betonin kuivuminen on hitaampaa mitä isompi valu kyseessä ja se saattaa hidastaa rakennuksen sisävalmistusvaiheita.
- Rakenteiden kuivumista pystytään nopeuttamaan merkittävästi, kun käytetään nopeammin kuivuvia betonilaatuja. Hyvissä olosuhteissa erikoisbetonit pystyvät kuivumaan päällystettävään kuntoon noin 12 viikon kuluessa. Nopeasti kuivuvien betonilaatujen lujuudenkehitys on normaaleja betonilaatuja nopeampaa, joten tätä ominaisuutta tulisi hyödyntää varsinkin talvella.
- Kun paikallavaletun holvin yläpinnasta on tarkoitus saada mahdollisimman suora ilman ylimääräisiä tasoituksia, kannattaa valutyö suorittaa itsestään tiivistyvillä tai erittäin notkeilla massoilla.



Kuva 17. 300 mm paksun kantavan välipohjan lujuudenkehitys, kun ilman lämpötila on  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , muotti kuusilauta 22 mm. Betonimassan lämpötila  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (lukuun ottamatta RA K30  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Suojaus = 6 mm eristepeite pinnalla, holvin alapuolinen tila lämmitetty  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

NO = normaalisti kovettava laatu

RA = nopeasti kovettava laatu

NP = nopeasti päällystettävä laatu

Kuva 5. Kuvassa lujuudenkehityksen seuranta eri betoneilla tehtynä.

## 2.6 Raudoitus

- Raudoitteiden hinta voi vaikuttaa ratkaisevasti toteutustapaan.
- Paikallavalettujen laattojen raudoitusratkaisuiden valinnassa on tarkoituksena tehostaa toteutettavuutta sekä vähentää kustannuksia.

## 2.7 Irtotangoilla raudoitettu laatta

- Teräsmäärää pystytään optimoimaan.
- Raudoituksien teko tangoilla vie enemmän aikaa, toisin kuin esimerkiksi verkkoraudoituksilla tekeminen.
- Lisää suunnittelutyötä ja täten kustannuksia.
- Työmaalla tarvitaan useampaa ammattiraudoittajaa.

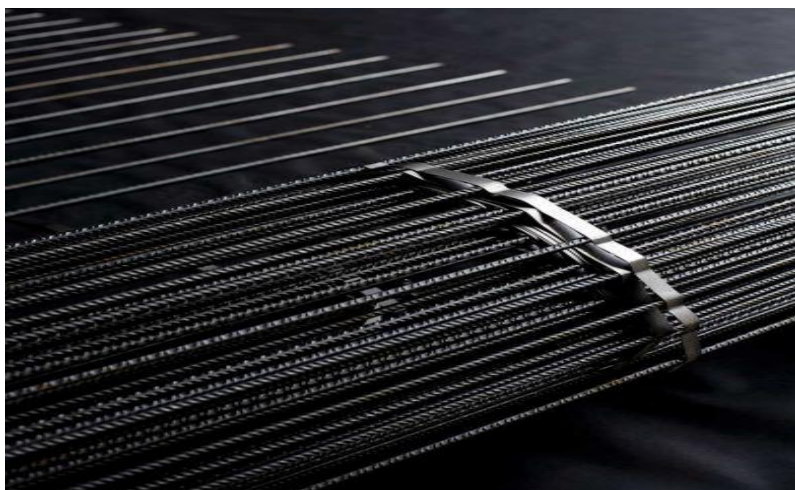
## 2.8 Verkkoraudoiteilla raudoitettu laatta

- Suunnittelussa tulisi pyrkiä maksimoimaan sarjojen pituuksia sekä myös vakiinnuttamaan raudoitustyyppisiä eikä keskittyä minimoimaan teräsmäärää.

- Raudoituksen suunnittelussa täytyisi kiinnittää huomiota myös raudoitteiden valmistamiseen, kuljettamiseen ja siirtoihin sekä niiden asentamiseen.
- Muottikierto on huomattavasti nopeampaa kuin irtotangoilla raudoitetuissa holveissa.

## 2.9 Rullaraudoiteilla raudoitettu laatta

- Työmenekki sekä teräsmäärä pystytään optimoimaan.
- Raudoituksen toteuttaminen väärin työmaalla on hyvin pieni.
- Mahdollistaa nopean asennuksen.
- Työmaalla ei välttämättä tarvita ammattiraudoittajaa mutta sitä kuitenkin suositellaan.



Kuva 6. Bamtec mattorautoite kuumavalssatusta teräksestä B500B-X 10–32 mm

## 3 Työmaatekniikka

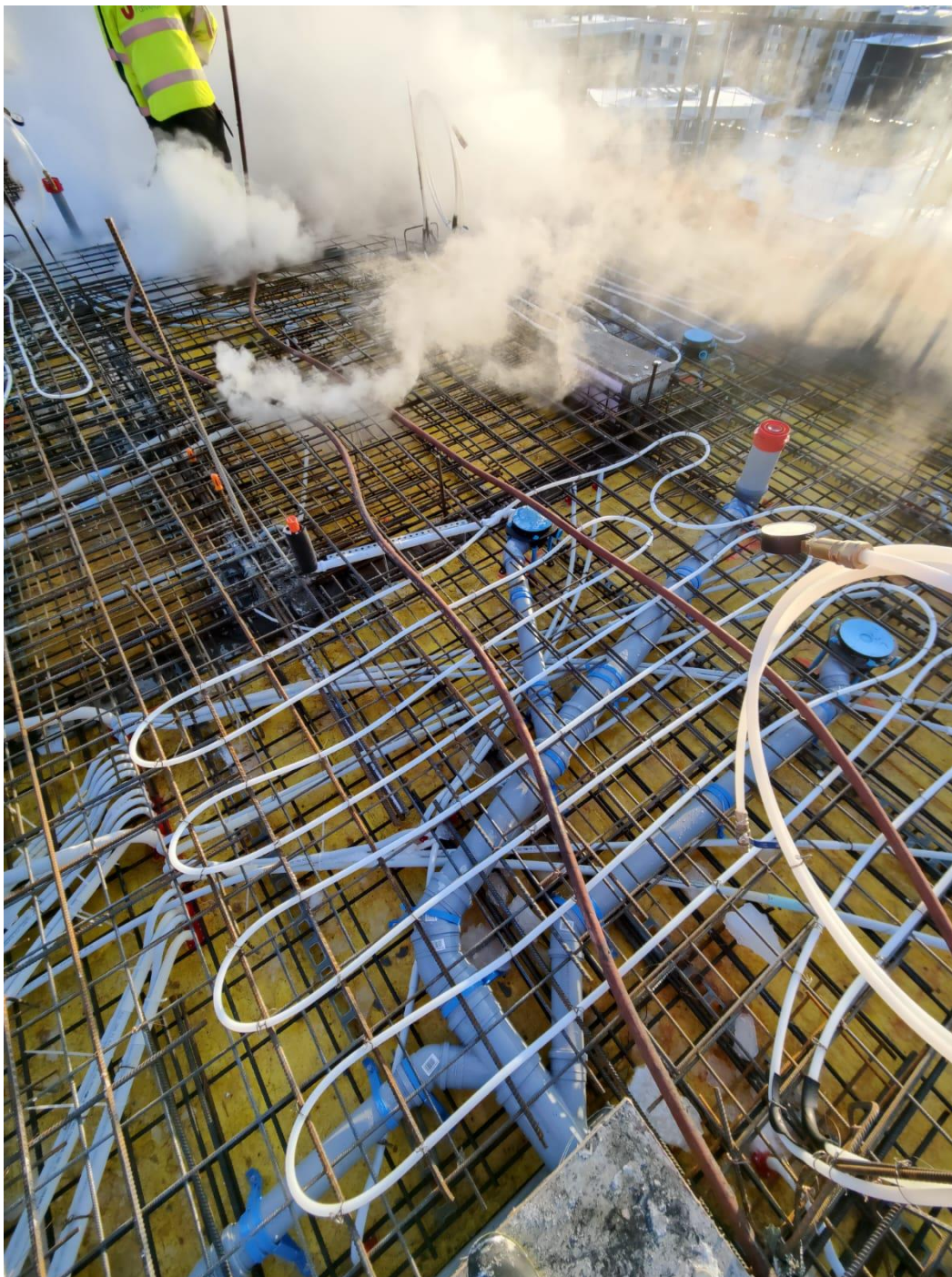
### 3.1 Muottitekniikka

Paikallavaletuissa holvien muottitöissä yleisimmät käytetyt muotteja ovat pöytämuotit, kasettimuotit ja palkeilla tuetut levymuottikalustot. Suomessa pöytämuottien käyttö on erittäin vähäistä sen rakennejärjestelmään sopimattomuuden takia.

Kasettimuotit taas toisaalta ovat tehokkaita silloin, kun rakennusten rungoissa on toistuvuutta. Palkki- ja levymuotit ovat yleisin kalusto, joka on käytössä paikallavalu holveissa hyvän muunneltavuutensa ansiosta. (Betonilattiat kortisto s.26.)

### 3.2 LVI-tekniikka

LVIS-tekniikat ovat tuettava valussa koska ne altistuvat valupaineelle, valunosteelle sekä muille valunaikana ilmeneville rasituksille. Viemäreiden ja putkien kunnolliseen tuentaan on laaja skaala erilaisia kiinnikkeitä ja kannakkeita, joilla ne saadaan pysymään paikoillaan. Viemäreiden kaatojen toimivuuden varmistaminen on erittäin tärkeää paikallavaluholvissa. Jos nämä ovat syystä tai toisesta väärin asennettu, on niiden korjaaminen jälkikäteen erittäin työlästä. (Betonilattiat kortisto s.26.)



Kuva 7. Holvin valuun jäävät vesi-, viemäri- ja sähkötekniikat.

## 4 Betonilattiat

Yksi merkittävimmistä käyttökohteista paikallavalussa on lattiat. Betonia käytetään maanvaraisiin alapohjiin, kantaviin alapohjiin, kelluviin lattioihin, holveihin ja pintalattioihin. Lattia muodostaa vahvan alustan jatkorakentamiselle tai näkyviin jäävän erilaisen käyttöpinnan.

Lattian tärkeimpiä ominaisuuksia on mahdollisimman rajallinen halkeilu. Betonilattiat 2018, by45/BLY7 kirjan viimeisimmässä kirjassa on annettu tarkat ohjeet, jolla voidaan välttää betonilattioiden mahdollinen pinnan halkeilu. Kirja soveltuu niin suunnittelijoille kuin työmaalle luettavaksi ja alan ammattilaisille ohjekirjaksi.

Eri tavoin viimeistelyjen betonilattioiden käyttö rakennusten sisätiloissa on yleistynyt viime aikoina huomattavasti. Betonin kutistuminen ja siten myös halkeilun minimoimiseksi on useissa eri kohteissa käytetty SR-sementtiä. Tällä saadaan aikaan vähäinen kutistuma ja hyvä työstettävyys, jolla saadaan varmistettua laadukas lopputulos. (betoni.com.)



Kuva 8 Kuva keskeneräisestä valusta.

#### 4.1 Betonilattioiden rasitukset

Betonilattioihin kohdistuu rasituksia, nämä heikentävät sen kestävyyttä ja säilyvyyttä. Tällaisiin rasituksiin tulisi varautua jo heti alkuvaiheessa suunnittelussa ja valmistuksessa. Yleisimpiä syitä rasituksille seuraavassa:

- Pistekuormat
- Kuivumiskutistumat
- Lämpötilan vaihtelut
- Kuluminen
- Pitkäaikaiset kuormakeskittymät
- Muita rasituksia ovat kemialliset aineet ja esimerkiksi jäätyminen.

#### 4.2 Betonilattioiden laatuvaatimukset

Betonilattioiden luokitusjärjestelmä sisältää yleisimmät laatutekijät, näillä on tärkeä merkitys lattioiden kestävyydelle ja käytölle. Niiden tulee olla sovitulla tavalla valmiista lattiasta mitattavissa. Laatutekijät on luokiteltu seuraavalla tavalla:

- Suoruus, nämä ilmoitetaan yleisesti kirjaimin A0, A, B ja C. Näistä A0 on vaativin.
- Kulutuskestävyys, tämä esitetään vuorostaan numeroin 1, 2, 3 ja 4. Näistä 1 on vaativin.
- Suurin sallittu kutistuma, tämä esitetään lukuarvoilla I, II, III ja IV, näistä I on vaativin.

## 5 Betonipinnat

Betonia käytetään nykyään entistä enemmän lopullisena pintana rakennuksien julkisivuissa ja muissa ulkobetonirakenteissa. Rakennusten sisäpintoissa betonista on tullut osa arkkitehtuurista kokonaisuutta. Sitä käytetään asuntojen sisustuksessa, esim. lattioissa, seinissä, kalusteissa ja jopa valaisimissa. Betonin yksi vahvuuksista on sen estetiikka. Betoni on plastinen, kivenomainen, valettava materiaali, jossa osa-aineet, värit ja pintakäsittely muovaavat säädettävän ja muunnettavan kokonaisuuden. Betonin muovailtavuutta voidaan käyttää esimerkiksi graafisten ja veistoksellisten aiheiden lähtökohtana. (by 201 s.395.)

Betoni on erittäin haastava ja osaamista vaativa materiaali, sen muotoilu edellyttää materiaalin luonteeseen ja sen valmistustapaan perehtymistä. Betonin pintaan voidaan vaikuttaa monin eri tavoin:

- Eri materiaalivalinnoilla voidaan saada värejä pintaan
- Muottivalinnoilla on vaikutus pinnan muotoon, kuviointiin ja teksturiin.
- Betonipintojen käsittelyllä voidaan saada aikaan kuvioita.
- Pinta voidaan rapata, liipata tai maalata.
- Sen pintaan voidaan kiinnittää erilaisia laattoja, kiveä ja jopa lasia.

### 5.1 Betonipintojen vaatimukset

Korkealuokkaista betonipintaa tehtäessä on edessä monta mahdollisuutta. Muottia vasten, paikallavalettujen betonipintojen laatuluokkia ovat AA, A, B ja C, näistä AA on vaativin ja sitä tulisi käyttää vain poikkeustapauksissa. Betonipintojen luokkavaatimukset vaikuttavat oleellisesti muottien valintaan ja täten myös toteutuskustannuksiin. Tästä johtuen vaativien pintaluokkien käyttöä tulee harkita tapauskohtaisesti erittäin tarkkaan. Luokkiin liittyviä laatutekijöitä ovat

nystermä, hammastus, syvennys, valuhaava tai valupurse, valuvika, huokoset, pinnan käyryys ja aaltoilu sekä väri vaihtelut. Paikallavalurakenteiden työseloituksissa ja toteutuksissa käytetään hyvin usein käsitteitä sileävalu, puhdasvalu tai raakavalu. Puhdasvalulla tarkoitetaan muottia vasten valettua pintaa, joka jää sellaiseksi muotin pois ottamisen jälkeen. Päälle voi tehdä pinnoituksen. Nämä edellä mainitut termit eivät aina ole yksiselitteisiä ja niiden välillä ei ole yhteneväistä sisältöä, eikä niille ole erinäisiä laatuvaatimuksia. Tällöin niitä ei tulisi käyttää laatuvaatimusten määrittelyssä. (By 201 s.226.)

### 1. Luokka AA

Luokkaa AA ei tulisi käyttää yleisesti, ainoastaan sille määrätyissä erikoiskohdissa tai -pinnoissa, esimerkiksi merkittävässä julkisissa rakennuksissa. Luokka AA edellyttää likimain aina uutta, puhdasta muottipintamateriaalia. Rakenteen erikoisen muotoilun takia voidaan joutua vaatimaan erikoismuotin tekoa ja käyttöä. Luokan AA pinnoille pystytään asettamaan vaatimuksia myös tietynlaisesta toteutustavasta, muottimateriaalista, pintakuvioinnista ja jopa muottisiteiden sijoittelusta yms. (By 201 s.405.)

### 2. Luokka A

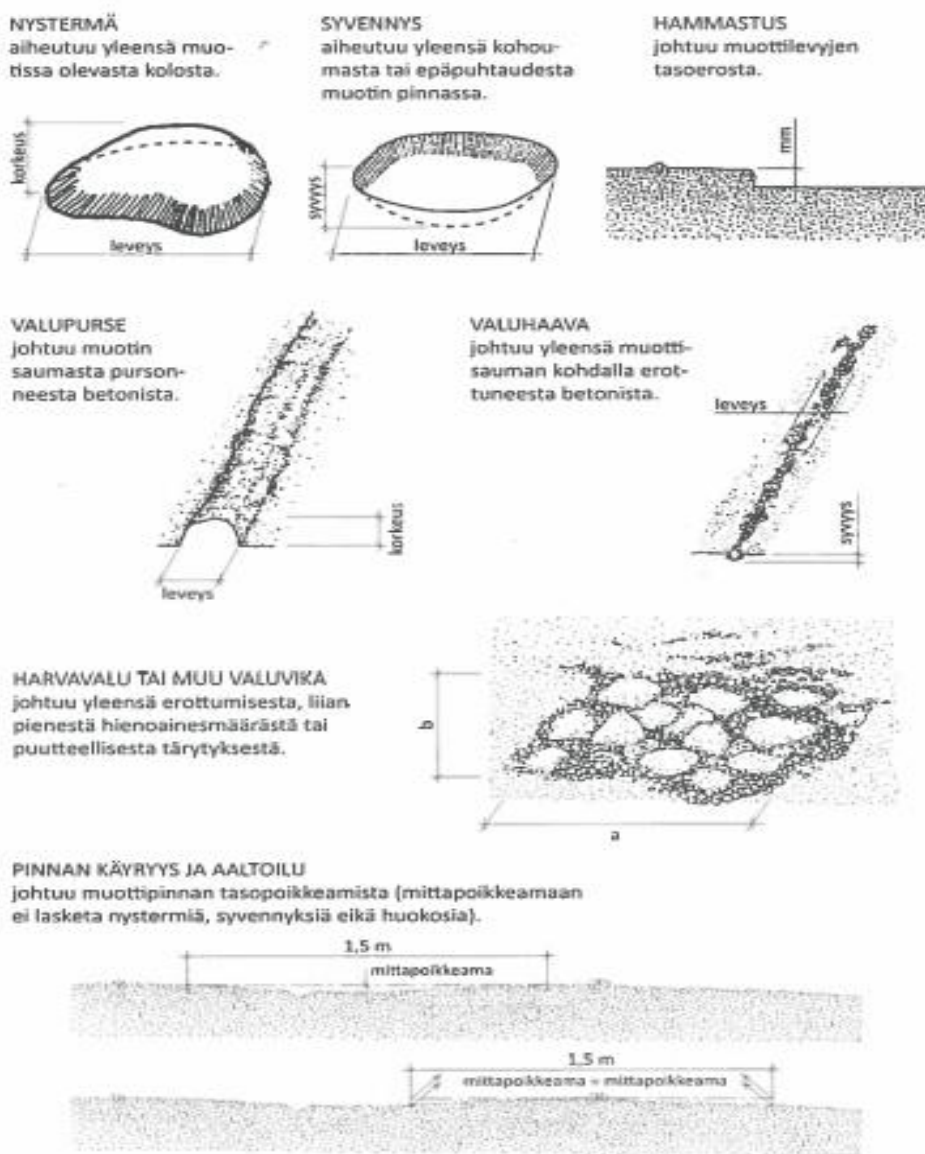
Luokka A vastaa vaatimuksiltaan puhdasvalupintoja. Pintojen esteettinen vaatimus ei täyty, jos käytetty muotti teettää jälkitöitä kuten piikkauksia ja paikkauksia. Muotin pintamateriaali tulee olla ehjä ja hyvänlaatuinen. A luokan pintoja ovat yleisesti arkkitehtoniset pinnat kuten pilarit, seinät, katot ja palkkirakenteet niin sisä- kuin ulkotiloissa. (By 201 s.405.)

### 3. Luokka B

Luokka B ei täytä puhdasvalupinnan vaatimuksia. Näihin pintoihin kuuluu yleisesti tasoitettavat sisäseinät, kellarin seinät sekä maan peittoon osittain jäävät rakenteet. (By 201 s.405.)

## 4. Luokka C

Luokka C ei täytä puhtasvalupinnan asetettuja vaatimuksia. Näitä pintoja ovat perustukset ja alakattojen takana olevat betonipinnat. (By 201 s.405.)



Kuva 10.2.1. Muottia vasten valettujen betonipintojen laatutekijöitä.

Kuva 9. Betonin laatuun vaikuttavia tekijöitä

## 6 Vertailukohteet

Tässä luvussa tarkastellaan 4 eri kohteen tietoja Espoon Perkkään Runoratsunkadulla. Kolme neljästä kohteesta on Lujatalon rakennuttamia. Kustannusvertailu tehdään yrityksen sisäisesti, joten se jätetään käsittelemättä tässä kappaleessa salassapitovelvoitteisiin vedoten. Vertailut eivät olisi valideja koska yksi kohteista on vielä kesken ja kunnolliset vertailut saataisiin vasta loppuvuodesta aikaiseksi viimeisenkin kohteen valmistuttua.



Kuva 10. Korttelin neljästä talosta aluesuunnitelma kuva.

## 6.1 Espoon Runoratsunkatu 9

Rakennuskohteen toteuttajana Lujatalo Oy

- Kokonaisurakka
- Huoneistoala on 5420 htm<sup>2</sup>
- Kerroksia 16
- Asuntoja 122 kpl
- Urakkasumma on noin 14,6 miljoonaa euroa.
- Kohde on aloitettu 08/2020 ja arvioitu valmistuminen 08/2022.
- Tässä kohteessa holvit on tehty myös paikallavaluna
- Lattiapinnat toteutettu plaanomenetelmällä.

## 6.2 Espoon Runoratsunkatu 11

Rakennuskohteen toteuttajana SRV Oy.

- Neuvottelu-urakka
- Kerroksia 16
- Asuntoja 130
- Urakkasumma ei tiedossa
- Kohde aloitettu 03/2020 ja valmistuminen 11/2021
- Holvit tehty paikallavaluna
- Lattiapinnat toteutettu plaanomenetelmällä.

Tämä kohteen vastaavaa haastateltiin ja kohteesta saatiin sen verran tietoa, että valut hoidettiin pumpulla ja holvin betonipinta tehtiin linjaaripintaan, jonka

jälkeen siitä hiottiin pois betoniliima ja töiden ollessa siinä vaiheessa, että holvi oli tarpeeksi kuiva tehtiin sen päälle plaanopinta, jolla ehkäistään lattian mahdolliset heitot ja siitä tulee suora. Kohteen kustannuksista en saanut tietoa koska hinnat ovat kuitenkin yrityskohtaisia ja niitä ei saa jakaa.

### 6.3 Espoon Runoratsunkatu 15

Toteuttajana Lujatalo Oy.

Kantavat rakenteet betonia, julkisivut pääosin betonikuorisia sandwich-elementtejä. Liittyy 2-kerroksisen maanpäällisen autohallin välityksellä korttelin muihin rakennuksiin. Kohteet ovat nämä muut kyseiset vertailukohteet. Korttelin itäpuolella on korttelissa 51002 kolme kerrosluvultaan ja -alaltaan saman kokoista kerrostaloa sekä 2-kerroksinen paikoitushalli. Korttelin etelä- ja itäpuoli rajoittuu Runoratsunpuistoon, pohjoispuoli Runoratsunkatuun ja sen pohjoispuolella olevaan Majurinpuistoon.

- Asuntoja 135 kpl
- Kerroksia 16
- Bruttoala on 8825 m<sup>2</sup>
- Urakkasumma n 13,5 miljoonaa euroa.
- Urakka aloitettu 05/2021 ja arvioitu valmistuminen 05/2022.

Paikallavaletut holvit tehty Rapid C30/37 16 mm S3 betonilla linjaari pintaan, kylpyhuoneiden lattiat liipattu teräslastalla. Valu tehty pääosin pumpulla. Yhteen holviin menee keskimäärin 140 m<sup>3</sup> betonia. Holvin lattiat hiotaan, jotta plaanolta vältytään.

## 6.4 Espoon Runoratsunkatu 17

Toteuttaja Lujatalo Oy.

- KVR-urakka
- Urakkasumma n.20 miljoonaa euroa.
- Huoneistoala on 5471,5 hmt<sup>2</sup>
- Kerroksia 16
- Asuntoja 115 kpl.
- Aloitettu 07/2020
- Valmistuu 06/2022

## Tutkimustulokset

### 6.5 Haastattelut

Haastattelut tehtiin kasvotusten keskustelemalla ja keskustelut nauhoitettiin muistiinpanoja varten ja helpottamaan raportin kirjoittamista.

Asiantuntija 1, 11.2.2022

Asiantuntija 1 on ollut betonialalla jo pitkään ja on erittäin tunnettu ja arvostettu asiantuntija, 34 v urakointipuolella ja vuodesta 2017 toiminut Ruduksen teknisenä asiantuntijana.

Asiantuntija kertoi mielellään omista kokemuksistaan betonin kanssa ja otti esille tärkeimmät seikat hyvää pintaa tavoiteltaessa. Korosti suunnittelun tärkeyttä ja betonin laadunvalintaa sekä betonin työstettävyyttä. Virheitä tehdään lähtökohtaisesti jo siinä, kun aletaan puhumaan kustannuksista, ei ajatella lainkaan työtä sekä vaadittavia toimenpiteitä lopputulosta ajatellen. Painottaa erityisesti, että paikallavaluholvia tehdessä on myös vuodenajat suuressa osassa, talvella vaaditaan holvin alapuolelle lämmitystä ja valun pinta on suojattava, jottei lämpöä valu turhaan hukkaan eikä pinta pääse jäätymään.

Otin puheeksi mahdollisen työjärjestyksen ja mahdolliset kaatovalut holvissa ja hän oli sitä mieltä, että holvin voi tehdä samalla betonilla kokonaisuudessaan ja että mahdolliset kaatovalut voidaan myös tehdä ensimmäiseksi ja hieman jäykemmällä massalla. Ainoa asia mikä pitää tässä kohtaa ottaa huomioon on, että kuinka moni betonityöntekijä suostuu näin tekemään, tämä kyseinen toimenpide kuitenkin hidastaa heidän omaa urakkaansa.

Eri betonivalinnoilla ja eri työmenetelmillä pystytään vaikuttamaan haluttuun betonipintaan, täytyy ymmärtää mikä on kyseiselle projektille parhain mahdollinen vaihtoehto. Korostaa todella paljon, että nykyään puuttuu asenne, että tehdään

kerralla kuntoon, todella moni tekee vähän sinnepäin ja sen jälkeen korjataan. Tämä on turhaa rahan ja ajan hukkaamista. Valitettavan monessa rakennusliik-  
keessä ei tietotaito kohtaa betonin kanssa vaan valitaan normaali rakennebe-  
toni. Haastattelussa käy myös ilmi, että holvivaluja ajatellen on hiljattain suunni-  
teltu Holvi-Lux betoni, joka mahdollistaa nopean lujuudenkehityksen ja se on  
normaalia betonia nopeampi kuivumisajaltaan, tämä mahdollistaa jännitystyön  
alkamisen nopealla aikataululla.

Asiantuntija 2, 10.3.2022

Toiminut vastaavana Runoratsunkatu 11 kohteessa ja tässä haastattelussa kes-  
kustelimme siitä, miten he toimivat kyseisen kohteen kanssa ja mitä he ottivat  
huomioon holveja tehdessä.

Keskustelu lähti siitä liikkeelle, että millä tarkkuudella näitä kyseisiä holvivaluja  
tulisi suorittaa ja heti kärkeen hän muisti mainita sen, että Suomesta ei tällä het-  
kellä taida edes löytyä sopivaa porukkaa tekemään niin hyvää viimeistä pintaa,  
jotta se kävisi sellaisenaan suoraan parketin pohjaksi. Tämäkin johtuu lähinnä  
siitä, että suoritettavat valut tehdään vuodenajasta riippumatta ulkona, talvella  
valmiin pinnan saaminen luokaltaan hyväksi on käytännössä mahdoton toteut-  
taa, kesällä se on huomattavasti helpompaa.

Talvella holvin suojaaminen valun jälkeen korostuu ja näissä kannattaa ottaa  
sitten huomioon tuo jälkitasoitus. Holvivalun tason tarkkuuden määrittää lähinnä  
parvekkeet ja lattiakaivot.

Tuotannollisesta näkökulmasta haasteellisinta on aikataulullinen asia, että saa-  
daan sovitettua kaikki LVIS asiat tehtyä valmiiksi ennen valua. Sääolosuhteet  
ovat toinen asia, valupäivänä voi olla -30°C pakkasta ja muutaman päivän  
päästä sataa räntää. Se tekee työstä tuotannollisesti haastavaa koska aikatau-  
luissa pitäisi pysyä mutta kovien pakkasten takia valuja on jouduttu siirtämään.

Taloudellisesta näkökulmasta katsottuna täytyy valita sellainen urakoitsija, joka  
tekee oikeasti hyvää jälkeä ja massaan täytyy panostaa, jotta sen päälle pystyy

seuraavana päivänä laittamaan seinäelementtejä, tällöin ei tule viivettä aikatauluihin. Talvibetonoinnissa on myös otettava huomioon betoninlujuusluokka, rakennesuunnittelija määrittelee betonille tarvittavan lujuusluokan mutta tarvittaessa sitä on syytä nostaa yhdellä tai kahdella pykälällä, jotta varmasti saavutetaan vaadittu lujuusluokka. Talviolosuhteissa painotus siinä, että massa lähtee kehittämään lämpöä, jotta seuraavan kerroksen asennus aikaisin on mahdollista. Tämä tarkoittaa sitä, että valun yläpuoli tulisi peitellä varsinkin kovilla pakasilla, näin lämpö ei pääse karkaamaan ja valun alapuolella tulisi olla puhaltimet työntämässä lämmintä ilmaa.

Keväällä on paremmat mahdollisuudet tehdä suurempia ja parempia pintoja kuin talvella. Keväällä pystyy jättämään yläpuolen pinnan suojaamisen pois. Betoninlevityksessä on monia eri toteutustapoja, korkeissa taloissa käytetään kiinteää pumppulinjaa massan siirtoon. 50 metriä korkeissa taloissa käytetään pumppua ja tähän vielä Suomen pumppukaluston mitat vielä riittävät. Tästä korkeampiin joudutaan varmasti siirtymään kiinteään linjaan tai sitten betonijassikan käyttöön, tähänkin vaikuttaa tietysti se mihin pumpun saa aseteltua.

Pinnan toleranssit otettuani puheeksi, asiantuntija oli sitä mieltä, että se riippuu ihan massan levittäjästä, heitot voivat olla +-10 mm ja tästä hän oli sitä mieltä, että yllättävän huonoa jälkeä tekijät tekevät. Pinnan heitot aiheuttavat lisätöitä plaanon suhteen, mikä nostaa taas tavarankäytön, joka on verrannollinen taas kustannusten nousuun sitä kautta. Jos kaikki menisi hyvin ihan alusta asti niin suuremmilta kustannuksilta pystyttäisiin välttymään.

Asiantuntija 2.

Haastateltavalle lähetetty kysymyslomake, johon hän kirjoitti vastauksensa, johon tuen tiukoista aikatauluista.

Hän otti kantaa tuotannolliseen kohtaan seuraavasti:

- Raudoitteiden määrä vaikuttaa raekokoon massassa, muottikierron nopeuttamiseksi käytettävä Rapid-massaa.
- Holvien lämmitys talvikaudella
- Plaanolle jätettävä riittävästi tilaa (n. 15 mm)
- Lujuuden kehityksen seuranta ja sen toteutus
- Pitkät viemäriverdot aiheuttavat päänvaivaa koska yläpinnan ja alapinnan rautojen välissä vain rajallisesti mahdollisuuksia viemäreiden kaadoille.
- Kosteuden hallinta rakennusaikana → vedenpoistoputket

Taloudellisesti otti kantaa seuraaviin asioihin:

- Tekniikan määrä holveissa lisääntynyt → otettava huomioon betonin pääsy kaiken tekniikan sekaan
- Valu-urakoitsijan kanssa sovittava/muistutettava vibrauksesta ja sen kestosta.

Toteutustavoista kertoi seuraavasti:

”Riippuu kohteesta, valut voidaan toteuttaa joko pumppaus pumpulla, valulinjalla tai jakeluhämähäkillä. Pumppu helpoin vaihtoehto, ajallisesti ja taloudellisesta näkökulmasta ajateltuna.”

Toleransseihin sanoi kylpyhuoneiden osalta teräsliippipinnan riittävän, antaa hyvän tartuntapinnan vendeneristeelle. Hiertopinta ei taas välttämättä riitä tartunnaksi, tämä oli todettu tekemällä muutama vetokoe kyseiselle kohteelle. Linjaaripinta holviin riittävä ja ennen lattiamateriaaleja otettava plaanolattia, jotta riittävä suoruus saadaan aikaiseksi.

## 7 Taulukoita

Taulukko 1. Lattian luokiteltujen laatutekijöiden valintaohje tavanomaisella vaatimustasolla.

Kohde	Laatuluokka		
	Suoruus	Kulutuskestävyys	Halkeilu
<b>Asunnot ja toimistot</b>			
Päällystettävät lattiat, sisätilat	A	3	III
Parvekkeet ym. kylmät tilat <sup>1)</sup>	C	4	2)
Käytävä	C	4	II
Sauna ja pesuhuonetilojen päällystettävät kaatolattiat	A	4	II
<b>Teollisuuslattiat</b>			
Tasaisuus tärkeä laatutekijä (esim. korkeat varastot, joissa trukki liikennettä)	A <sub>0</sub> (A)	2	II (I)
Kulutuskestävyys tärkeä laatutekijä (esim. suuret liikennekuormat, vilkas liikenne, pienet ja kovat trukin pyörät)	B	1 (2)	II (I)
Teollisuuslattiat yleensä (esim. pienteollisuustalot, kevyt teollisuus)	C	2	II
<b>Pysäköintilaitokset</b>			
Kulutuskestävyys ja pinnan karheus tärkeitä laatutekijöitä. Kaltevuudet suunnitellaan niin, että lattialle ei muodostu lammikoita	B	2	II <sup>2)</sup>
<b>Toisarvoiset päällystämättömät tilat</b>			
Esim. kellaritilat asuinrakennuksissa	C	3	III

<sup>1)</sup> Pakkasekestävyys varmistettava ulkorakenteissa.

<sup>2)</sup> Kantavissa rakenteissa noudatetaan voimassa olevien suunnitteluohjeiden vaatimuksia.

Taulukko 2. Kulutuskestävyysvaatimukset 3kk:n ikäiselle lattialle VTT.N teräspöräkokeessa.

Luokka	Sallittu kuluminen [mm]		Työmenetelmä, jolla vaatimus saavutetaan
	Kierrosta		
	2000	800	
1	1	-	10...20 mm:n erikoisbetoni runkoaineena kvartsi, metalli, piikarbidi tai elektrokorundi + konehierto tai koneliippaus vähintään 2 kertaa. 30 mm:n kovabetonilattia C40/50. Betoni C25/30 + sirotepintauserikoiskiviainepohjaisilla siroteilla riittävän runsaana ja koneliippaus tai konehierto vähintään 2 kertaa.
2	3	-	Betoni C30/37, maksimiraekoko vähintään 16 mm ja koneliippaus siivillä sileäksi tai konehierto vähintään 2 kertaa. Betoni C25/30 + sirotepintauserikoiskiviainepohjaisilla siroteilla + koneliippaus tai konehierto vähintään 2 kertaa. Imubetonilattia, lähtömassa C25/30. Betoni C25/30, kovettuneen lattian pintahionta siten, että sementtiliima poistuu ja runkoaine on tasaisesti näkyvissä, hiotun pinnan silikaattikäsittely.
3	-	6	Hyvällä ammattitaidolla tehdyt koneella hierretyt ja käsin liipatut lujuusluokan C25/30 lattiat.
4	ei vaatimusta		Hyvällä ammattitaidolla tehdyt lujuusluokan C25/30 lattiat.

Kulutuskestävyyden mittaamenetelmistä on annettu lisätietoa julkaisussa BY 45/BLY 7 *Betonilattiat 2018*.

Taulukko 3. Lattian suurimmat sallitut tasaisuuspoikkeamat.

Tasaisuuspoikkeama	Mittausluokka L [mm]	Suurin sallittu poikkeama [mm]			
		A <sub>0</sub>	A	B	C
Hammastus		0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta	enintään 200	1	2	3	4
	enintään 700	2	4	6	8
	enintään 2000	4	7	10	14
	enintään 7000	7	10	14	20
	yli 7000	10	14	20	28

*Huom1.* Rakentamisasiakirjoihin liitetään yleensä maininta *Rakentamisen yleisten laatuvaatimusten* (RYL) huomioon ottamisesta. SisäRYL:n sisältämä tasaisuusluokitus perustuu erilaiseen mittausmenetelmään eivätkä luokat ole suoraan rinnastettavissa. Vaikka betonilattioiden laatuvaatimukset perustuvatkin tavallisesti *by 45/BLY 7 Betonilattiat 2018* -julkaisuun, on syytä olla tarkkana, minkä luokituksen mukaan vaatimukset on asetettu.

*Huom2.* Vaikka taulukko on tarkoitettu suoruuden arviointiin, voidaan 200 mm:n mittavälillä arvioida myös pinnan tasaisuutta.

Taulukko 4. Betonilattian tasaisuus ja suoruus



Vasemmassa kuvassa lattia on vaakasuora mutta ei tasainen.

Oikeassa kuvassa lattia on tasainen mutta ei vaakasuora.

## 8 Yhteenveto

Paikallavalettu holvi on kaikkineen työvaiheineen pitkäkestoinen työ. Työmenetelmiä on yhtä monta kuin tekijääkin. Mutta mitkä työvaiheet nopeuttavat halutun lopputuloksen aikaansaamista ja mitä siinä täytyy ottaa huomioon.

Haastatteluiden ja omien henkilökohtaisten havaintojen perusteella voisi sanoa, että kaikki lähtee suunnittelusta. Täytyy osata hahmottaa betoni muunakin kuin vain märkänä ja harmaana materiaalina. Betoni on paljon enemmän. Suunnittelijan täytyy ostata hahmottaa kohteen käyttötarkoitus ja mahdolliset rasitukset betoniluokkaa ajatellessaan. Tämä kun on tehty, vastuu siirtyy tehtaalle, millaista tavaraa sieltä saadaan tehtyä, onko sideaineet, hienoaineet ja lisäaineet oikeassa suhteessa haluttuun betoniluokkaan nähden, pienikin virhe näissä voi tulla kalliiksi.

Näinä aikoina kerrostalokohteen paikallavalu voidaan toteuttaa hyvinkin nopeasti ja kustannustehokkaasti. Kun tehdään jotain, niin tehdään se kerralla kunolla. Panostetaan hieman enemmän massan laatuun ja tekijöihin. Jälkihoitoakaan ei saa unohtaa. Talvibetonoinnissa on omat haasteellisuutensa mutta omasta mielestä Runoratsunkatu 15:n kohteessa siinä on onnistuttu erittäin hyvin, massa on ollut oikea ja jälkityöt hoidettu oikein. Pinnan hionta tehty niin hyvin, että isoimmilta oikaisuilta vältytään ja näin ollen plaanoa ei tarvita. Mestat on valmiina lattia-asentajalle heti paikkojen saavutettua oikean kosteusprosentin mikä vaaditaan ennen kuin lattian saan asentaa päälle.

Opinnäytetyössä oli tarkoitus vertailla Runoratsunkadulla olevia kolmea muuta-kin kerrostaloa ja niiden toimintaperiaatteita holvin pinnan toteutuksen suhteen. Katsoin kuitenkin parhaimmaksi rajata ne pois tässä vaiheessa koska yksi kohde on kesken, joten tämänhetkiset tulokset eivät olisi olleet valideja sekä kaikki yrityksen sisäiset hinnat ovat salassapitovelvollisuuden alaisia. Tämä kyseinen prosessi suoritetaan kuitenkin loppuvuodesta Lujatalolle sisäisesti.

## Lähteet

Tähän kirjoitetaan liitteen sisältö.

1. Ohjetiedosto. Ratu KI-6020. 2010. Viitattu 17.1.2022
2. Jussila Eero. Paikallavaluholvin työtekniikan kehittäminen ja kustannuksien tutkiminen. 2015 Viitattu 5.2.2022
3. Oinonen Anssi. Välipohjaratkaisujen vertailu kerrostalorakentamisessa. 2021 Viitattu 15.2.2022
4. By 201, Betonitekniikan oppikirja 2018 Viitattu 20.2.2022
5. Betonilattiat kortisto, Rudus Viitattu 1.3.2022
6. Betoni.com (1/2021) Viitattu 15.3.2022