



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

MAANVARAISEN BETONI- LATTIAN KÄYRISTYMINEN

TEKIJÄ:

Väinö Repo

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Väinö Repo	
Työn nimi Maanvaraisenbetonilattian käyristyminen	
Päiväys	20.4.2020
Sivumäärä/Liitteet	21
Ohjaajat rakennetekniikan lehtori Matti Mikkonen, rakennetekniikan yliopettaja Arto Puurula	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savon Laaturakennus Oy/Lujabetoni Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia miten maanvaraisten betonilattioiden käyristymiseen voi vaikuttaa ja miten voidaan tehdä sellainen rakenne maanvaraiseen betonilaattaan, että käyristymistä ei synny. Aihe on ollut ongelma ohuemmissa laattarakenteissa, joita tehdään pienemmissä asuntokohteissa, eikä niinkään paksuissa laattarakenteissa, joita tehdään suuremmissa asuntokohteissa tai teollisuusrakentamisessa.</p> <p>Opinnäytetyön edistämiseksi pidettiin palaveri Savon Laaturakennus Oy:n kanssa. Palaveriin osallistui myös Lujabetoni Oy:n edustajia. Palaverin pohjalta tehtiin erinäköisiä suunnitelmia, joista parhaimpia ideoita käytettiin rivitalokohteen rakentamisessa. Opinnäytetyötä tehtiin yhteensä puolen vuoden ajan suunnittelemisesta viimeiseen mittaukseen asti. Lattiarakenteiden piirustukset tehtiin suunnittelijan aikaisempien piirustusten pohjalta, joita käytettiin myös myöhemmin rakentamisessa. Lattioiden rakentaminen alkoi 2019 vuoden syksyn puolella ja ne olivat valmiina joulukuussa, jolloin viimeiset betoni- valut tehtiin. Maanvaraisten betonilattioiden jälkihoito aloitettiin heti valusta seuraavana päivä ja tätä jatkettiin kahden viikon ajan. Lattioiden mittaus alkoi jälkihoidon jälkeen ja mittauksia tehtiin kahden kuukauden ajan. Mittaukset olivat joka toinen viikko ajanjakson aikana, koska laattojen mittaustulokset eivät vaihdelleet riittävän paljon lyhyemmällä mittaussväleillä. Mittauksia tehtiin tasolaseria ja lattianpinta- laseria käyttäen mittaustuloksien saamiseksi. Mittaustulokset kirjattiin jokaiselta kerralta muistiin ja näistä koostettiin lopulta diagrammi, miten mittaustulokset ovat muuttuneet.</p> <p>Opinnäytetyöstä saatiin hyviä suuntaa-antavia tuloksia, joiden perusteella osaa maanvaraisten betonilattioiden ideoista voidaan käyttää jatkossa myös muissa kohteissa.</p>	
Avainsanat betoni, käyristyminen, raudoitus, jälkihoito	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author Väinö Repo			
Title of Thesis Bending of a Ground Supported Slab			
Date	20 April 2020	Pages/Appendices	21
Supervisors Mr Matti Mikkonen, Senior Lecturer and Mr Arto Puurula, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Savon Laaturakennus Oy/Lujabetoni Oy			
<p>Abstract</p> <p>This final project was commissioned by Savon Laaturakennus Oy, in cooperation with Lujabetoni Oy. The aim of the project was to study how the bending of a concrete ground supported slab can be influenced and how to avoid bending. The topic has been a problem with thinner slab structures used in smaller residential properties rather than with thicker slab structures used in larger residential properties and industrial constructions.</p> <p>First, the topic was discussed with Savon Laaturakennus Oy and representatives of Lujabetoni. Then different plans were made, the ideas of which were used when constructing a terraced house. Carrying out this project took six months starting from design to the last measurement. The drawings of the floor structures were made on the basis of the previous drawings made by the designer and they were also used later in the construction. The construction of the floors was started in the fall and was completed in December 2019, when the last concrete castings were made. Curing concrete ground supported slab was started immediately the day after casting and was continued for two weeks. Measuring the floors was started after curing and measurements lasted for two months. Measurements were done every week during the period because the result of slab measurement did not vary enough at shorter measuring intervals. Measurements were done using a plane laser and a floor surface laser. The measuring results were recorded each time and a diagram was finally compiled to show how the results have changed.</p> <p>The study gave good indicative results, based on which some of the ideas for a ground supported slab can be used in other projects in the future.</p>			
<p>Keywords concrete, bending, rebar, curing</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	MAANVARAINEN BETONI JA SEN KÄYRISTYMINEN	6
2.1	Yleistä	6
2.2	Maanvaraisen betonilattian käyristymisen syyt	6
2.2.1	Käyristyminen	6
2.2.2	Betonin lujuus	7
2.3	Käyristymisen huomioiminen suunnittelussa	7
2.3.1	Raudoitus	8
2.3.2	Kuitubetoni	8
2.4	Betoni	9
2.5	Kohteen betoni työt	9
2.6	Jälkihoito	9
2.7	Valumenetelmät	10
3	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	11
3.1	Suunnitteluvaihe	11
3.2	Työn toteutus	13
3.2.1	Jälkihoito	15
3.2.2	Mittaus	16
4	MITTAUS TULOKSET	17
4.1.1	Tulokset	19
5	POHDINTA	20
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	21

1 JOHDANTO

Projektin idea tuli tilaajalta, jolla oli tullu projektin aihe ongelmana edeltävissä kohteissa, johon oli valettu ohuempi maanvarainen betonilaatta. Projektin tavoitteena oli tehdä tutkimusta, miten eri rakenne menetelmillä voitaisiin estää käyrityksen syntymistä. Projekti alkoi eri ideoilla, joiden pohjalta tehtiin suunnitelma neljään eri huoneistoon. Rakenteet tehtiin muutaman kuukauden aikana suunnitelmien valmistumisen jälkeen. Rakenteiden valu työt tehtiin joulua vasten, jolloin muu rakentaminen jäi tauolle lomien ajaksi. Projektin mittaustyöt aloitettiin kaksi viikkoa laattojen valun jälkeen. Mittauksia tehtiin kahden kuukauden aikajaksolla, joka toinen viikko, jonka jälkeen tuloksista koostettiin taulukot, joista selviää minkälaisia eroja tuli kaikilla eri rakenteilla.

2 MAANVARAINEN BETONI JA SEN KÄYRISTYMINEN

2.1 Yleistä

Maanvaraisenbetonilattian käyristyminen on maailmanlaajuinen ongelma suomessa. Tämä johtuu monista syistä betonistandardien muuttuessa verrattuna aiempiin standarteihin, jolloin ongelmaa ei tullut. Käyristyminen on varsinkin iso ongelma laatoissa, joissa betonin paksuus jää alle 100 mm, jolloin betoni omamassa ei pääse estämään samalla tavalla käyristymistä kuin suuremmissa laatta paksuuksissa.

2.2 Maanvaraisen betonilattian käyristymisen syyt

Yleisimmät syyt maanvaraisen betonilattian käyristymiselle ovat

- lattian mitat (lähinnä laatan paksuus)
- betonin lujuus
- betonin koostumus
- olosuhteet valun aikana
- betonityön suoritus
- lattian kuivuminen
- jälkihoito.

Jotta näiltä ongelmilta vältyttäisiin, pitäisi ottaa jo betonilattian suunnitteluvaiheessa huomioon näitä asioita.

Suunnitteluvaiheessa otettavia huomioita ovat mm.

- paksuuden valinta betonilattialle (oma paino vaikuttaa merkittävästi lattian käyristymiseen)
 - saumojen reunojen vahvistaminen ja saumarakenteet
 - betonin valinta
 - raudoitus
 - betonilattian jännitys.
- (Rakennustieto)

2.2.1 Käyristyminen

Käyristymistä ilmenee kaikissa valetuissa betonilattioissa joissain määrin. Betonilattioissa se ilmenee lattian nurkien, reunojen ja lattian saumojen reunojen nousuna. Ongelma on haitallinen ja vie turhaa aikaa korjausten tekemiseen, varsinkin jos reunojen nousu on huomattava. Eniten ongelmia syntyy alle 100 mm paksuisissa betonilattioissa, joissa lattian oma massa ei vaikuta käyristymiseen samalla tavalla kuin paksummissa betonilaattapaksuuksissa. Teollisuusrakennuksissa käyristyminen on varsinkin vakava ongelma, koska saumojen kohdalle syntyy käyristymisessä hammastusta ja halkeilua, jotka vahingoittavat teollisuustöissä käytettäviä kulkuneuvoja. (Betoni.)

2.2.2 Betonin lujuus

Betonin lujuus on monimutkainen, mutta erittäin tärkeä asia, koska betonirakenteiden turvallisuus ja käyttöikä ovat osittain riippuvaisia rakenteessa olevan betonin puristuslujuudesta. Betonille ominaista on hyvä puristuslujuus, mutta vetolujuus saadaan vasta betonin valussa asetettavilla raudoituksilla. Käyttötarkoituksen mukaan betoniin valitaan paras lujuus ja sitä säädetään vesisementtisuhteilla sekä betonin koostumuksella. Betonin lujuuden kehittyminen on nopeinta ensimmäisenä vuorokautena ja myöhemmin betonin lujuuden kasvu hidastuu. Yleinen betonin puristuslujuuden mitattava aika on 28 vuorokautta betonin valamisesta, joka on standardin mukainen aika. Arvostelu-aika voi olla myös pidemmällä aikavälillä esimerkiksi 60 vuorokautta. Betonin lujuus on siis hyvin paljon riippuvainen siitä, milloin kappaleita puristetaan. Betonin lujuuden kehittyminen on paljon hitaampaa kylmässä kuin lämpimissä olosuhteissa. Lähellä nolla astetta betonin kovettuminen pysähtyy kokonaan. Rakenteessa olevan betonin puristuslujuus voi siis olla hyvinkin pieni, vaikka betonin lujuusluokka olisi korkea. Näin tapahtuu, kun betoni kovettuu kylmässä.

Maanvaraista betonilattiaa valaessa on tärkeää valita pienemmän lujuusluokan betoni kuten Np 30/37, koska betonin suuremman lujuusluokan valittaessa betoni on alttiimpi vaurioille ja vaatii pidempää jälkihoitoaikaa. (Finnsementti)

2.3 Käyrityksen huomioiminen suunnittelussa

Betonilattian paksuus on tärkein asia suunnittelun perusteena, jotta vältetään käyrityksen ongelmalta. Lattian paksuuden kasvaessa betonin kuivumiskutistuman suuruus ja nopeus pienenevät jonkin verran. Oman painon vaikutusta voidaan myös lisätä reunavahvikkeilla betonilattian reunojen ja sauman kohdalla, varsinkin teollisuuslattioissa vahvennus on suositeltavaa. Saumojen kohdalla suositeltava rakenne olisi vahventaa saumaa valmiilla metallirakenteella sekä sauman läpi menevällä tappi rakenteella, jotka estävät sauman kohdalle syntyvää hammastusta. Suunnittelija tai työmaan vastavaamestari päättää yleensä betonin lujuuden kantavuusvaatimusten perusteella ja muuten laadun valitsee rakenteen sijaintikohde ja betonin toimittaja.

Betonin lujuuden valinta on tärkeä, jotta ei valita liian suurta betonin lujuutta, jotta vältetään liialta kutistumalta sekä kimmomoodulin kasvamiselta, joka myöhemmin pienentää kasvamisella käyrityksen palautumista. Betonin lujuuden noustessa pienenee myös betonin viruma, mikä pienentää osaltaan käyrityksen myöhemmin tapahtuvaa palautumista. Näiden syiden takia on suositeltavampaa lisätä betonin paksuutta kuin valita suurempi betonilujuus. Jos lattialle haluaa kuitenkin paremman kulutuskestävyyden, on suositeltavaa käyttää betonin pinnalla kovabetonikerrosta tai levittää pintaan pintasiroitetta, jolloin lujuuden ei tarvitse olla suuri ja lujuus on riittävä 25–30mpa. Raudoitus oikealla suunnittelutavalla voi vähentää käyritystä 10–15 %. Raudoittamisessa on tärkeää laittaa raudat rakenteen yläpintaan, jotta se estäisi käyrityksen syntymisen betoniin verrattuna aliraudoitukseen, joka lisää käyrityksen syntymistä ja pinnan halkeilua. Jännittämällä voidaan estää

myös käyristymistä. Jännittäminen tapahtuu sijoitetuilla jännekaapelilla, joka estää epätasaisen kutistumisen. Jännittämällä voidaan vähentää myös saumojen määrää sekä se on varmin keino estää betonin halkeilun. (Rakennustieto)

2.3.1 Raudoitus

Betoni-laatta raudoitetaan yleensä aina teräsverkkoraudoituksella, joka asetetaan raudoituskorokkeiden päälle siten, että raudoitus olisi mahdollisimman lähellä lattian yläpintaan, mutta riittävän alhaalla, jotta lattialämmitys pysyy valetussa laatussa pinnan alapuolella. Suositeltava minimihalkaisija raudoitukselle on 8 mm maanvaraisissa betonilattioissa. Betonilattiassa raudoitus vahventaa laatan vetolujuutta ja sen takia raudoitus ei pysty olemaan yhtään ohuempi laatussa, jotta halkeilua ei pääse tapahtumaan vetolujuuden takia.

2.3.2 Kuitubetoni

Kuitubetoni on betoni-laatu, johon betonitehtaalla sekoitetaan mukaan teräskuituja tai muovikuituja. Kuidut parantavat betonin betolujuutta, dynaamisten kuormien kestävyttä sekä sitkeää murtokestävyttä. Tersäkuidussa käytetyn materiaalin lujuus on yleensä yli kaksinkertainen (1000–1400Mpa) verrattuna tavanomaiseen teräsverkkoraudoitukseen. Muovikuidut eivät ole suunniteltu vahvistamaan betonin lujuutta vaan rajoittamaan halkeilua betonissa. Kantavassa rakenteessa oleva teräskuitubetoni eroaa merkittävästi tavanomaisesta muovikuitubetonista, jossa käytetään kuitua n.30–40 kg betonikuutiossa verrattuna esim. välipohjaan käytettävään teräskuitubetoniin, jota tarvitaan 80–100 kg betonikuution. Näin suurten kuitumäärien käyttö onnistuu siksi vain itse tiivistyvässä betonimassa, jolloin betoni pysyy työstettävänä ja sitä voidaan pumpata normaaliin tapaan. Kuitujen muotoilu ja koko vaikuttavat paljon kiinnittymiseen ja toimintaan betonissa. Kuidut ovat yleensä joko sylinterinmuotoisia, joissa on päässä koukut tai aaltomaiseksi kiharrettuja, jotta kuitu ankkuroituu tehokkaammin betoniin. Tartuntapituus määrittyy täysin siitä kuinka pitkiä kuidut ovat. Yleisohjeena lyhyet ja ohuet kuidut soveltuvat kutistumahalkeilun rajoittamiseen ja pitkät kuidut betonin lujuus- ja sitkeysominaisuuksien parantamiseen. Keskimääräinen pituus kuidulle on 2–4 kertaa betonimassan maksimiraekoon. (Rakentaja)

2.4 Betoni

NP betonia (nopeasi päällystettävä) käytetään useimmissa kohteissa nykyään. NP betoni kuivuu vähintään kaksi kertaa nopeammin kuin normaalit lattiabetonilaadut. Lisäksi varhaislujuuden kehitysnopeus on jopa vastaavia nopeasti kovettuvia lattiabetonilaatuja selvästi nopeampaa. Tähän vaikuttaa siinä käytetty alhaisempi vesimäärä sekä suurempi seminttimäärä eli vesisementtisuhde. NP betonin alhainen vesimäärä tekee siitä sitkeämpää työstää, jolloin useimmiten betonissa käytetään aina notkistinta tai huokostinta. Nämä lisäaineet ovat pinta-aktiivisia aineita, jotka kiinnittyvät sementtirakeiden pinnalle ja aiheuttavat hylkimisvoimia näiden välille, jotta vesi pääsee tunkeutumaan erillään olevien rakenteiden väliin ja näin ollen betonin työstettävyyden paranee. Siitä on hyötyä lattioiden valussa, jolloin betoni on ehtinyt sitoutua tarpeeksi ottamaan vastaan lattian kuivumisesta aiheutuvia jännityksiä. Hierretyn NP betonin pinta on merkittävästi tiiviimpi kuin normaalin lattiabetonin eikä näin ollen ole yhtä herkkä valun jälkeiselle kastumiselle. Normaalia nopeamman kuivumisolominaisuuden vuoksi NP-betonilaadun kutistuma on normaalia betonia suurempi, varsinkin kuivumisen alkuvaiheessa. (Rudus)

2.5 Kohteen betoni työt

Betoni massa valmistetaan Lujabetonin tehtaalla Vieremällä, josta kuljetus kohteeseen betoniau-toilla. Autojen määrä riippuu täysin valumassan määrästä. Yhteen autoon mahtuu n. 5–8 m³ mas-saa. Betoni pumpataan kohteeseen pumilla eli pumpulla varustetulla betoniautolla, mutta esim. suu-remmassa kohteessa holvin valu voidaan suorittaa käyttämällä kuoppaa, jota nostetaan joko työ-maanosturilla tai autonosturilla.

Betonin valaminen alkaa siitä, että alkumassa pumpataan pihalle sopivaan kohtaan, koska ensi massa on vain vettä ja huonosti sekoitunutta massaa. Virallinen valu aloitetaan huoneen kauimmai-sesta nurkasta ja edetään uloskäyntiä kohti. Valun aikana massaa vibrataan, jotta ilmahuokoisia ei jäisi rakenteeseen, joihin myöhemmin pääsee vettä ja pakkasella aiheuttaa jäätymällä betonin hal-keilua. Valussa seurataan korkoa linjalaserilla tai pyörivällä laserilla, joka on merkattu huoneistoon sovittuun paikkaan. Valua tasoitetaan pitkällä linjarilla sekä liipalla korkojen mukaan tasaiseksi. Va-lun jälkeen betonin annetaan kovettua 30 min– h betonilujuuden kehittymisen mukaan. Tämän jäl-keen pinta hierretään, joko helikopteria tai käsihierrintä käyttäen ja varmistetaan lopullinen korko ja pinnan tasaisuus. N. 24 h valusta aloitetaan jälkihoito.

2.6 Jälkihoito

Jälkihoito tulee aloittaa välittömästi betonoinnin jälkeen, jotta halkeilu saataisiin minimoitu eli heti kun betoni on kävelemisen kestävä. Kun jälkihoito lopetetaan, betoni kutistuu veden haihtumisen seurauksena (kuivumiskutistuminen) kuitenkin mitä pidempään esim. laattarakennetta jälkihoidetaan sitä paremmat edellytykset sillä on kestää kutistuman aiheuttamat jännitykset. Jälkihoidolla turva-taan siten etenkin betonin vetolujuuden kehittyminen.

Jälkihoitotapoja ovat

- kastelu 1–2 viikkoa

- suodatinkangas betonin päälle + kastelu
- näiden kahden edellisen tavan yhdistelmä sekä pressun levitys kankaan päälle, jotta vesi ei pääse haihtumaan yhtä nopeasti kuin pelkästeen betoni pinnan kastelulla.
- ruiskutettavat jälkihoitoaineet, jotka muodostavat betoninpinnalle lähes täysin kosteutta läpäisettömän kalvon.

2.7 Valumenetelmät

Kohteessa suoritetaan lattioiden valu viidellä eri menetelmällä, joista tutkitaan mikä tapa vähentäisi käyristymisongelmaa, mutta silti ei olisi kustannuksiltaan liian suuri.

Valumenetelmät

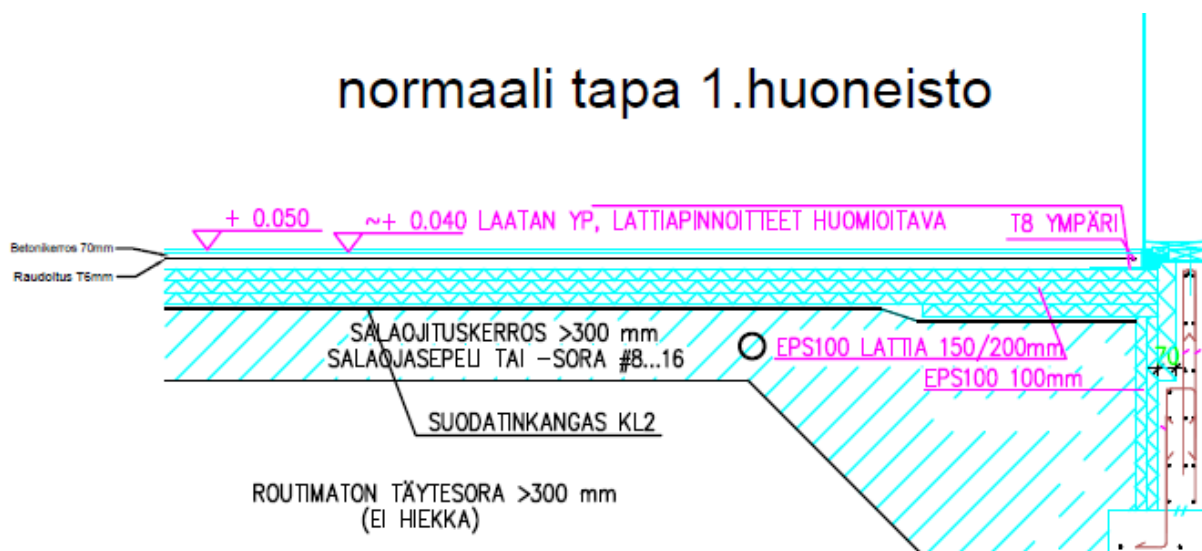
1. normaalitilanne: 1. kertainen verkko + NP betoni
2. 1. kertainen verkko + reuna-alueelle yläpintaan verkko
3. tapaus 2 + rakennekuitu 2 kg/m³
4. 120 mm lattia tupla verkolla
5. normaalitilanne 1. + reuna-alueen vahvistus

3 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

3.1 Suunnitteluvaihe

Maanvaraisten betonilattioiden -opinnäytetyö toteutus alkoi palaverilla, jossa Lujabetoni Oy:n edustajien kanssa pohdittiin, mikä olisi paras tapa tehdä lattiat. Lattiat päätettiin tehdä viidellä eri tavalla Savon Laaturakennuksen rivitalokohteessa. Tämän jälkeen alettiin keskustelujen ja ideoiden perusteella suunnittelemaan ja piirtämään kuvia kohteeseen ideoiden perusteella, joihin kaikkiin tuli 80 mm betonilattia.

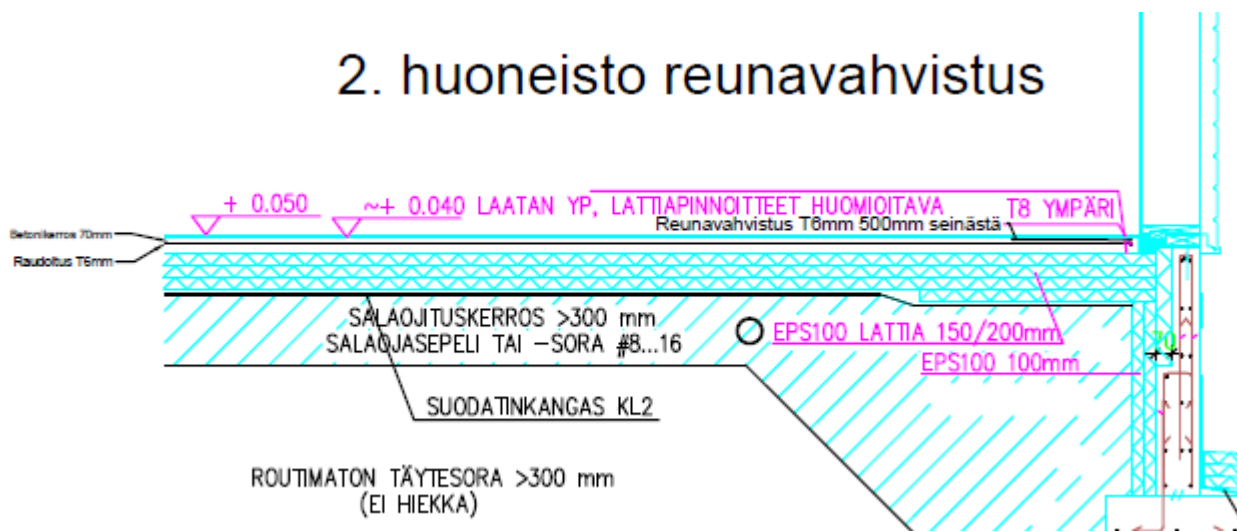
KUVA 1. Tapa 1.



Ensimmäisessä tavassa (kuva 1) tuli perusyksinkertainen rakenne, johon tuli EPS 100 mm eristettä 150 mm paksuudelta, sekä 6 mm yksinkertainen teräsverkkoraudoitus.

KUVA 2. Tapa 2.

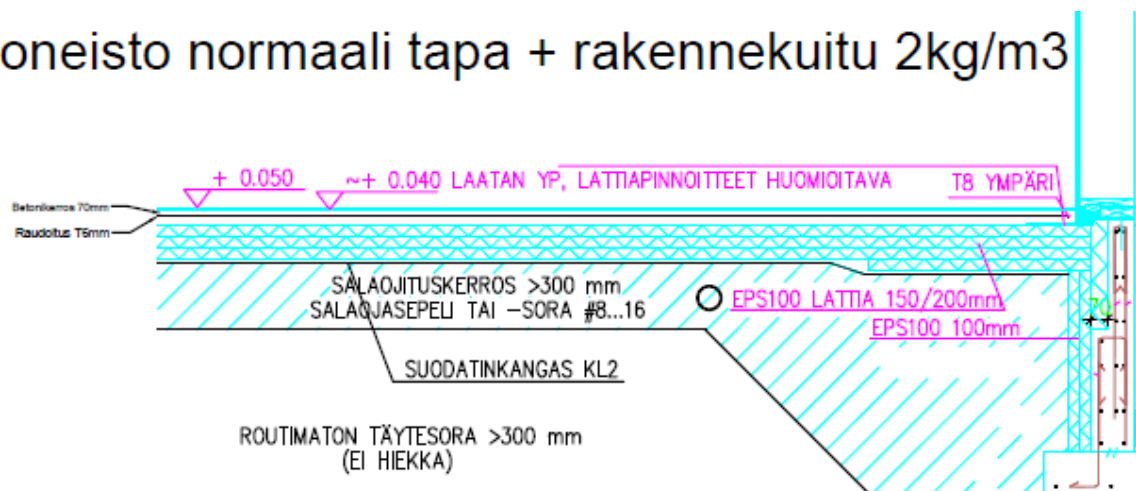
2. huoneisto reunavahvistus



Toisessa tapauksessa (kuva 2) lattia rakenne pysyi muuten samana, mutta reunoihin lisättiin tupla-raudoitus 1 m leveydellä seinän reunoja kiertäen.

KUVA 3. Tapa 3.

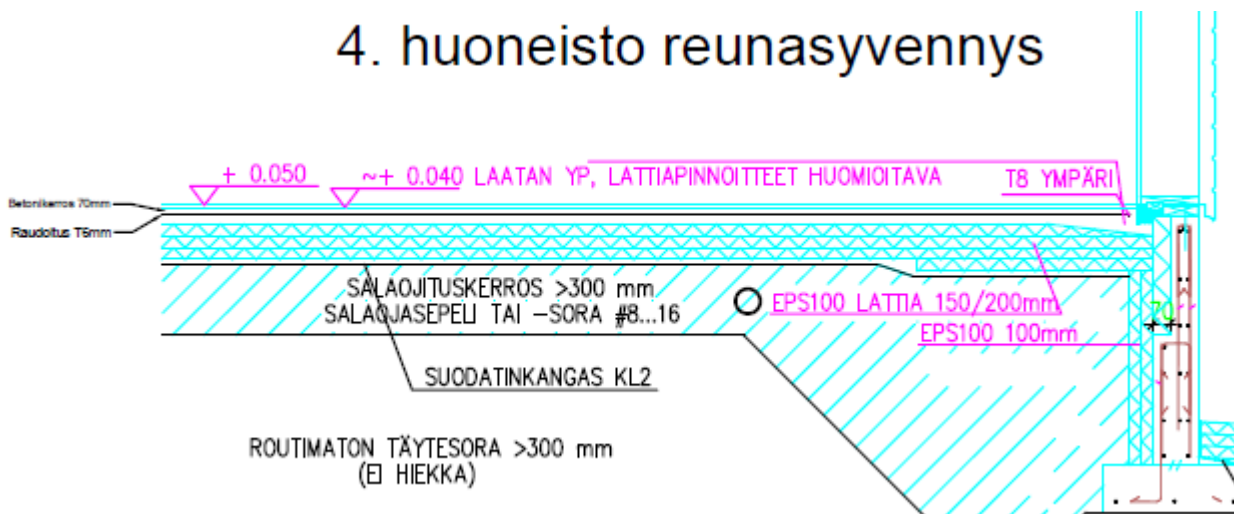
3.huoneisto normaali tapa + rakennekuitu 2kg/m³



Kolmannessa tavassa (kuva 3) rakenne pysyi normaalina, mutta betoniin lisättiin rakennekuitua 2 kg/m³, jolloin toivottavana tapauksena betoni vahvistuisi kuidusta ja näin estäisi betonin käyrymistä.

KUVA 4. Tapa 4.

4. huoneisto reunasyvennys



Neljännessä tapauksessa (kuva 4) rakennetta muutettiin siten, että seinien reunoille tilattiin tilaus-työnä viistottua EPS levyä. Tämän tarkoituksena oli, että betonin omaa massaa kasvatetaan seinien reunoilta ja näin betonin oma massa vaikuttaisi siten, että käyrystymistä ei syntyisi niin kuin pak-suissa betonilattioissa.

3.2 Työn toteutus

Lattioiden teko aloitettiin soratäyten tiivistämisellä, jotta kivet eivät tulisi liikkumaan myöhemmin ja näin aiheuttaisi vahinkoja lattiarakenteisiin. Tämän lisäksi lattiat katsottiin korkolaitteella oikeaan korkoon. Tiivistämisen jälkeen sora täyten päälle alettiin asettelemaan EPS neljään kerrokseen (kuva 5).



KUVA 5. Lattioiden eristäminen (Repo 2019-07-12)

EPS kerroksen päälle aseteltiin raudituskorokkeita n.10m² alueelle 10 kpl, joiden päälle aseteltiin 6 mm teräsverkko (kuva 6). Teräsverkko limitettiin 10 cm toistensa päälle, ettei saumojen kohtien

päälle tulisi liian kovaa rasitusta betonin ja yläpuolella olevien rakenteiden painosta. Teräsverkkoon kiinnitettiin lopuksi lattialämmitysputkisto (kuva 7).



KUVA 6. Lattioiden raudoitus (Repo 2019-07-12)



KUVA 7. Lattioiden raudoitus valmiina (Repo 2019-07-12)

Lattioiden valu suoritettiin kahdessa erässä saman päivän aikana, jolloin ensin valettiin NP C30/37 betonilaadulla, S3 notkeudella ja 8 mm raekoon kivellä (kuva 8). Toisessa erässä valettiin viimeinen huoneisto, johon tuli rakennekuidulla oleva betoni. Betoni pumpattiin Lujabetonin pumppuautolla kohteeseen ja valutyön suoritti aliurakointi työryhmä. Valaessa betonia vibrattiin tarpeeksi, jotta ilmakuplat hävisivät betonista. Näin varmistettiin, että betoni ei halkeile talviaikana kuten yleensä on tapana tapahtua pakkasesta johtuvasta ilmakupliin kertyneen veden jääytymisestä. Valun aikana betoni tasattiin oikeaan korkoon tasolaserilla ja valu suorituksen jälkeen betonin annettiin jähmettyä niin kauan, jotta lattia voitiin hiertää lopulliseen pintaansa.



KUVA 8. Lattioiden valaminen (Repo 2019-22-12)

3.2.1 Jälkihoito

Jälkihoito aloitettiin kohteessa heti seuraavan päivänä betoni valun jälkeen (kuva 9). Lattioiden päälle levitettiin koko alalle suodatinkangas, joka kasteltiin läpikotaisin. Kastelun jälkeen suodatinkankaan päälle aseteltiin vielä muovipressu, joka estää veden liiallista haihtumista ja pitää kosteuden paremmin suodatinkankaassa ja lattiassa. Kastelua jatkettiin joka toinen päivä kahden viikon ajan. Rakennuksessa pidettiin joka huoneistossa lämmitintä. Ilman suuren kosteuden nousuun auttoivat kosteudenpoistajat sekä sopiva tuuletus pakkasella.

Kahden viikon kastelun jälkeen pressut ja muovit poistettiin lattioidelta. Lattialämmitys laitettiin päälle jälkihoidon jälkeisen ajan jälkeen ja lämpöä säädeltiin siten että lämpö ei olisi liian korkea ja näin betonissa ei aiheutuisi lämpölaajenemista ja aiheuttaisi halkeilua. Jälkihoidon jälkeen on erityisen tärkeä huolehtia kosteuden poistamisesta huoneistosta, jotta $rh\%$ ei olisi yli 50% . Tämän voi suorittaa helpoiten riittävällä määrällä kondessiokuivaimia ja sekä riittävällä tuuletuksella varsinkin pakkaskeleillä. Hyvä vaihtoehto on myös kuivattaa huoneen ilmaa absorptiokuivattimilla. Kuivausta on suositeltavaa jatkaa useamman viikon ajan kunne $rh\%$ laskee alle 50% ja kosteus pysyy hallinnassa.



KUVA 9. Lattioiden jälkihoito (Repo 2019-25-12)

3.2.2 Mittaus

Mittaus tapahtui tasolaseria käyttäen ja mittaus tulokset on otettu kahden viikon välein 2 kk aikavälillä. Mittaustuloksien kirjaamisen suunnittelija aloitti kahden viikon jälkeen valupäivästä. Ensimmäisen viikon tulokset eivät kertoneet vielä paljon käyritymisestä, koska betoni ei ollut alkanut vielä elämään lyhyen aikavälin jälkeen. Mittaustulokset olivat vielä jokaisessa asunnossa joko nolla korossa lattian keskikohtaan nähden tai $1-2\text{ mm}$ alempana, joka voi johtua pelkästään valu työn tarkkuudesta ei niinkään käyritymisestä.

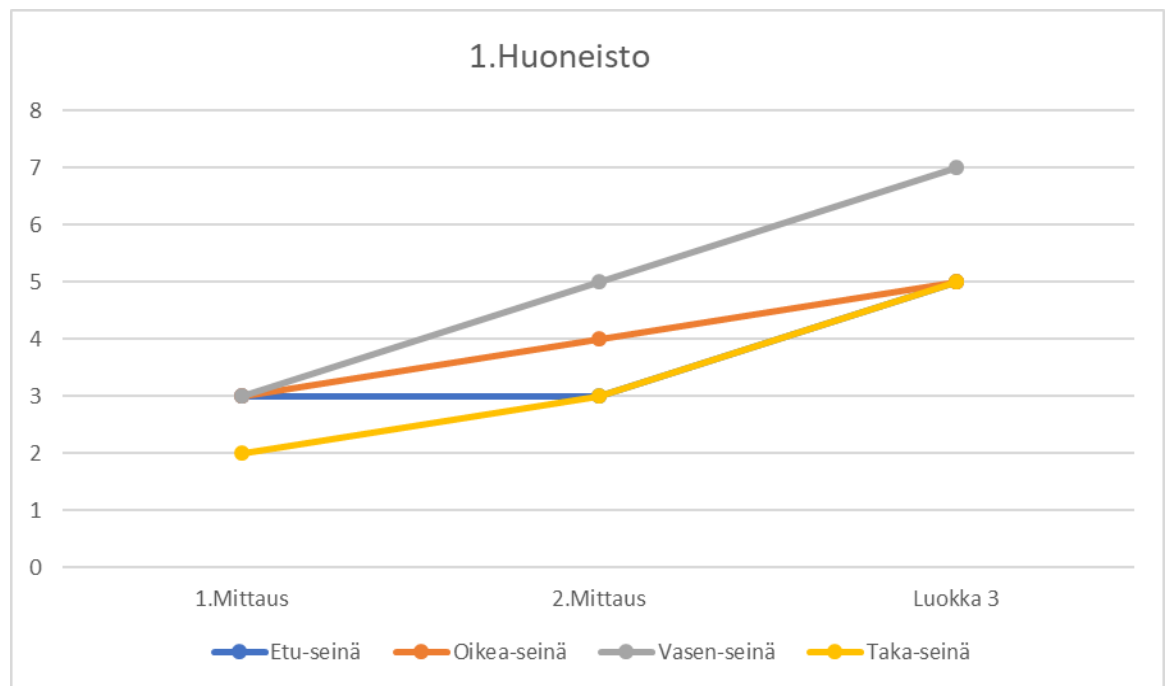
Toinen mittaus kertoi hieman enemmän kuin ensimmäinen mittaus kerta. Mittaustuloksissa eniten heittoa oli nähtävissä tapaus 2. asunnossa, jossa heittelyä korkotuloksissa oli havaittavissa jokaiselta seinän vierustaiselta alalta useampia millejä alapäin nolla korosta. Parhaimmat tulokset olivat nähtävillä tässä vaiheessa tapaus 1. asunnossa sekä tapaus 4. asunnossa, joissa heittelemistä mittaus

korkeiden suhteen ei ollut paljon havaittavissa ja mittaustulokset olivat samankaltaiset kuin ensimmäisellä mittaus kerralla. Varsinkin tapaus 4. asunnon mittaustulokset olivat hyvin positiivisia lyhyen aikavälin jälkeen.

Kolmas mittaus oli viimeinen mittaus opinnäytetyön aikarajoituksen takia sekä työmaan aikataulun takia. Mittaus kerralla alkoi jo viimeistään huomaamaan mitkä huoneistot olivat onnistuneet testauksessa ja mitkä eivät yhtä hyvin. Positiivisinta oli huomata kuinka hyvin 4. asunnossa käyritystä ei ollut tapahtunut juuri ollenkaan kahden kuukauden aikana valun jälkeen. Muissa huoneistossa mittaustulokset ovat nousseet tasaisesti ylöspäin mittaussälin aikana.

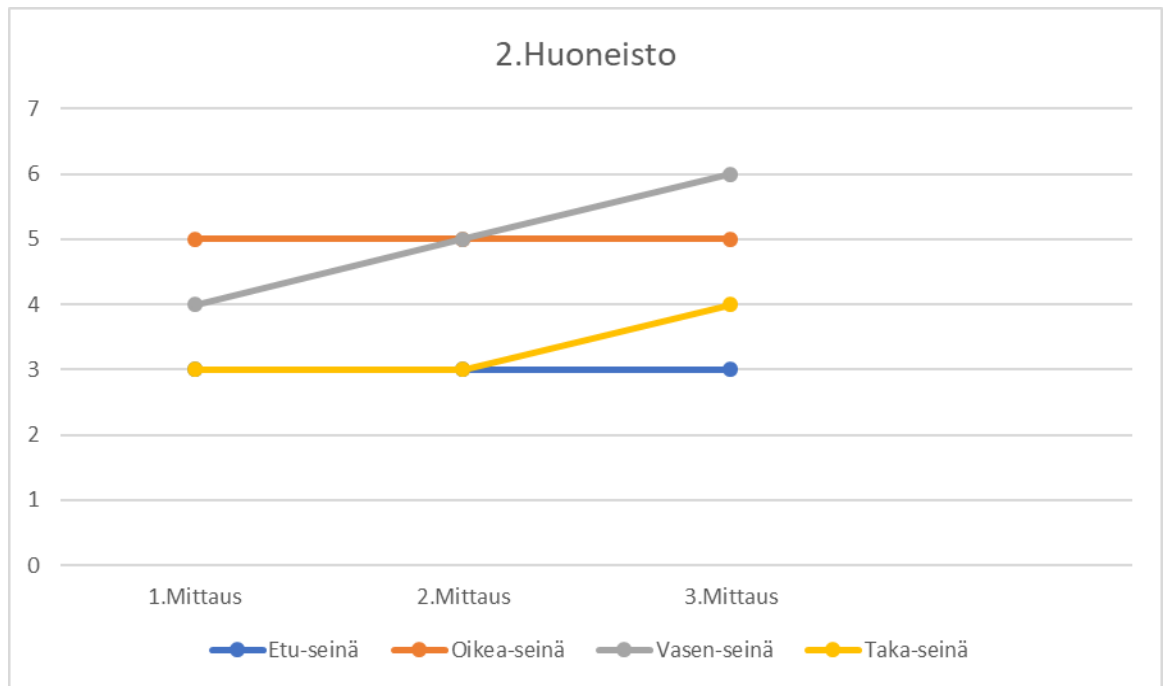
4 MITTAUS TULOKSET

Taulukko 1.



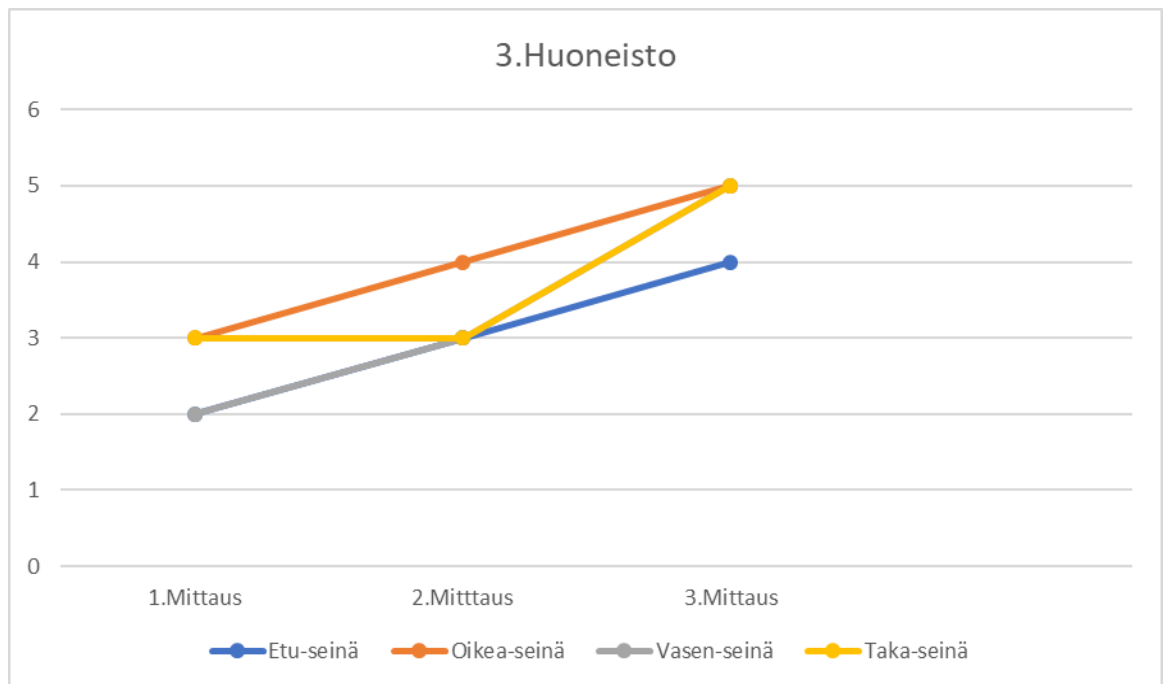
Taulukko 1. Ensimmäisen huoneiston mittaustulokset (Repo 2020-03-28)

Taulukko 2.



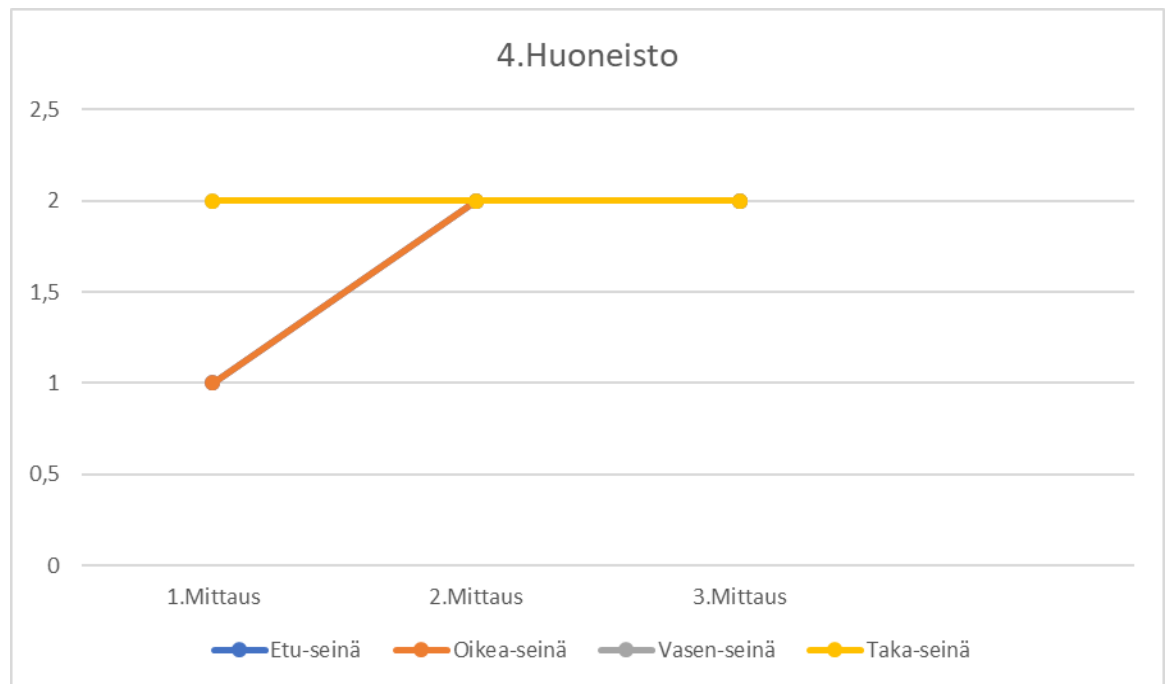
Taulukko 2. Toisen huoneiston mittaustulokset (Repo 2020-03-28)

Taulukko 3.



Taulukko 3. Kolmannen huoneiston mittaustulokset (Repo 2020-03-28)

Taulukko 4.



Taulukko 1. Neljännen huoneiston mittaustulokset (Repo 2020-03-28)

4.1.1 Tulokset

Tulokset osoittavat, että huoneistoissa 1–3 on huomattavaa käyritystä verrattuna 4.huoneiston laattaan. Muissa huoneistoissa käyritystä syntyi useita millijä lyhyellä aikavälillä verrattuna 4.huoneiston laattaan, jossa keskiarvo käyrityksissä pysyi 2 mm sisällä. Näiden mittaustulosten perusteella voidaan todeta, että maanvaraisen betonilaatan omanmassan vaikutus on suuri ja näin estää suuremman käyrityksen syntymistä verrattuna muiden lattioiden tuloksiin, joihin yritettiin vaikuttaa muilla keinoilla kuten raudoituksen lisäämisellä. Johtopäätöksenä voidaan pitää, että kannattavin keino on tehdä ohuissa maanvaraisissa betonilatioissa viistottu eriste rakenne, jotta käyritystä ei pääse syntymään merkittävästi.

5 POHDINTA

Yhteenvedona opinnäytetyö tuli valmiiksi puolen vuoden työskentelyn jälkeen eri haasteiden ja erinäisten aikataulutuksien muutosten vuoksi. Jos opinnäytetyön tekijä olisi pystynyt vaikuttamaan aikatauluun, olisin toivonut, että lattiat olisi valettu aikaisemmin, jotta mittaustuloksia olisi vielä saatu pidemmältä aikaväliltä. Mittauksia saatiin kuitenkin tehtyä tarpeeksi pitkältä aikaväliltä.

Opinnäytetyö sujui muuten hyvin ja maanvaraisten lattioiden teko tavoista tuli haluttuja positiivisia tuloksia.

Opinnäytetyön huoneisto neljässä tehty lattian viisto eps eriste rakenteella oli varsinkin yllätys. Betonin omamassa pääsi vaikuttamaan reunoilla käyristymiseen verrattuna muihin rakenteisiin. Tätä rakennetyyppiä voidaan myös toteuttaa myöhemmin alkavissa kohteissa, joissa tulee samanlainen lattiatyyppi.

Opinnäytetyössä opin huomattavasti lisää betonirakenteista sekä kosteudenhallinnasta ja oikean oppisesta työsuunnittelusta. Opinnäytetyö sujui kuten olin ajatellutkin, huomioimatta muutamia muutoksia opinnäytetyön aikana. Olen erittäin tyytyväinen aikaansaannokseen ja ylipäättänsä siihen, että opinnäytetyöstä syntyi sellaisia tuloksia, joista voi olla hyötyä muillekin.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Betoni.com. Betoni betonilattiat [verkkoaineisto] Betoni.com [viitattu 2020-04-13]. Saatavissa: <https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/BET1001-36-41.pdf>

Betoni.com [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-21] Saatavissa: <https://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/arkkitehtisuunnittelu/lattiat/saumat/>

Finnsementti.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-29] Saatavissa: <https://finnsementti.fi/palvelut/tietoa-betonista/betonin-lujuus/>

LITENDAHL, Jukka 2013. MAANVARAISEN BETONILATTIAN TEON HALLITSEMINEN. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2020-04-13]. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/56261/Litendahl_Jukka.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rakennustieto.fi. Maanvaraisten betonilattioiden käyristymisongelmat [verkkoaineisto] Rakennustieto.fi [viitattu 2020-03-13]. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK080305.pdf>

Rakentaja.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-13] Saatavissa: https://www.rakentaja.fi/artikkelit/9060/kuitubetonilla_lisaa_lujuutta.htm

Rudus.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-22] Saatavissa: <https://www.rudus.fi/ohjeet/betonin-ohjeet/np-lattiabetoni-kayttoohje>

Suomen Betoniyhdistys ry. 2018. Betonilattiat 2018 by 45/BLY 7. Vaasa: Waasa Graphics Oys