

Turtinen Timo

MAANVARAISEN LAATAN PLAANO-RAKENNE PIENTALOSSA

MAANVARAISEN LAATAN PLAANO-RAKENNE PIENTALOSSA

Timo Turtinen
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Rakennustekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusmestari (AMK), talonrakennustekniikka

Tekijä(t): Turtinen Timo

Opinnäytetyön nimi: Maanvaraisen laatan Plaano-rakenne pientalossa

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Plaano construction of ground supported slab in a detached house

Työn ohjaaja: Juha Pennanen

Työn valmistumislukukausi: Kevät 2021

Sivumäärä: 34

Opinnäytetyön aiheena oli maanvaraisen laatan Plaano-rakenne pientalossa. Tavoitteena oli selvittää rakenteen tuotannollisuutta, kustannustehokkuutta sekä rakenteen elinkaaren aiheuttamaa hiilijalanjälkeä.

Työssä käytiin läpi Plaano-rakenteen tuleminen tasoitemassasta pientalojen maanvaraiseksi laattarakenteeksi ja verrattiin sen hiilijalanjälkeä kahteen muuhun laattarakenteeseen. Lisäksi tutkittiin Plaano-rakenteen vaikutusta rakennuksen sisäilmaan. Plaano-rakenteen kustannustehokkuutta verrattiin työmaalla tehtävien työvaiheiden määrällä teräsbetonirakenteeseen ja maakostean betonin rakenteeseen. Lopuksi työssä esiteltiin käytännön Plaano-valu Kastelli-talot Oy:n pientalotyömaalla. Iso osa Plaano-rakenteen tiedoista kerättiin pientalon maanvaraisen laatan Plaano-valun yhteydessä Kastelli-talot Oy:n Hiukkavaaran työmaalla. Lisätietoa Plaano-rakenteesta saatiin Weber Oy:n esitteistä ja tilaamista tutkimuksista.

Opinnäytetyössä saatiin tehtyä työvaihevertailu Plaano-rakenteen, teräsbetonirakenteen sekä maakostea betoni -rakenteen välillä. Johtopäätöksenä voisi sanoa, että pientalon alapohjan Plaano-rakenne on oikein ja huolellisesti tehtynä laadukas ja ekologinen vaihtoehto. Seuraavaksi Kastelli-talon kannattaisi selvittää myös maakostean betonilaatan käyttöä pientalon alapohjan laattarakenteena.

Asiasanat: Plaano-rakenne, maanvarainen alapohja, Plaano-valu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Master Builder, Building technology

Author(s): Turtinen Timo

Title of thesis: Plaano construction of ground supported slab in a detached house

Supervisor(s): Juha Pennanen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021, April

Number of pages: 34

The topic of the thesis was the Plaano structure of a ground supported slab in a detached house. The aim was to find out the productivity of the structure, its cost efficiency and the carbon footprint caused by the life cycle of the structure.

The work examined the transition of the Plaano structure from the leveling compound to the ground supported slab structure of detached houses and compared its carbon footprint with the other two slab structures. The effect of the Plaano structure on the indoor air of the building was studied. The cost-effectiveness of the Plaano structure was compared with the number of work steps performed on site at the reinforced concrete structure and the construction of wet soil concrete. Finally, the practical presentation of Plaano casting at Kastelli-talot Oy's detached house site was presented. A large part of the data on the Plaano structure was collected in connection with the Plaano casting of the ground supported slab of the detached house at Kastelli-talot Oy's Hiukkavaara construction site. Further information on the plan was obtained from the brochures and studies commissioned by Weber Oy.

In the thesis, a comparison of the work phase was made between the Plaano structure, the reinforced concrete structure and the soil moist concrete structure. In conclusion, it could be said that the Plaano Structure of the foundation of a detached house, when done correctly and carefully, is a high-quality and ecological option. Next, it would be worthwhile to find out the use of a soil-moist concrete slab as a slab structure for the lower floor of a detached house.

Keywords: Plaano construction, ground supported slab casting, Plaano-casting

ALKULAUSE

Kiitän Kastelli-talot Oy:tä heidän tarjoamastaan opinnäytetyön aiheesta. Aihe oli minulle ennestään tuntematon, mikä toi työn tekemiseen haastetta ja työn edetessä yhä kasvavaa mielenkiintoa.

Eriytinen kiitos Esko Kyllöselle mahdollisuudesta osallistua käytännönläheisesti Kastelli-talo-työmaalla Plaano-valun toteutukseen. Kiitos myös koulun puolesta minua ohjanneelle Juha Pennaselle positiivisesta ja kannustavasta suhtautumisesta työtäni kohtaan.

Oulussa 8.5.2021

Timo Turtinen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	PLAANO -TASOITTEESTA LAATTARAKENTEEKSI	9
2.1	Plaano pientaloissa.....	9
2.2	Plaonorakenteen teknisiä ominaisuuksia	9
2.2.1	Plaanon asennuksen etuja	11
2.2.2	Plaano pientalon eri lämmitysratkaisuissa.....	11
2.2.3	Plaano ja sisäilmaterveys.....	11
2.3	Plaanon elinkaari ja hiilijalanjälki.....	12
3	PLAANON MENETELMÄVERTAILU JA HAASTEET	16
3.1	Menetelmävertailu	16
3.2	Valua edeltävät työvaiheet	16
3.3	Valu	16
3.4	Jälkityöt	17
3.5	Valumassan sisältämä vesimäärä	17
3.6	Valetun laatan kuivuminen	17
3.7	Plaano-valun haasteet.....	19
4	PLAANOVALUN VAIHEET PIENTALOSSA	22
4.1	Valupohjan esivalmistelut.....	22
4.1.1	Alapohjan eristeet	22
4.1.2	Vesi- ja viemäriputkistot.....	23
4.1.3	Lämmitysputkistot	24
4.1.4	Webervetonit 4945 -Lasikuituverkko.....	24
4.1.5	Esivalmisteluissa huomioitavaa	25
4.2	Valukohteiden pohjapiirustus ja alapohjan rakennekuva.....	26
4.3	Valun suoritus	28
4.3.1	Valussa tarvittavat työvälineet ja työturvallisuus	30
4.3.2	Työturvallisuus	30
4.3.3	Laadunvarmistus.....	31
4.3.4	Valumassan leviävyyden tarkistus	31
5	YHTEENVETO	32

LÄHTEET..... 34

1 JOHDANTO

Nykyajan kodeissa arvostetaan erityisesti raikasta sisäilmaa, lämpömukavuutta sekä esteettistä kodikkuutta. Lattialla on suuri merkitys kodin viihtyvyydessä ja sisäilman turvallisuudessa.

Kastelli-talot Oy on markkinoita johtava pientalotoimittaja Suomessa. Suurelta osin Kastelli-talojen toimittamien pientalojen maanvaraiset alapohjat rakennetaan teräsbetonirakenteella. Maanvaraisen alapohjan Plaano-rakenne on kohtalaisen vähän käytetty lattiarakenne Kastelli-taloissa. Sitä on tehty Oulun seudulla vasta muutamiin Kastelli-talojen kohteisiin, Etelä-Suomessa rakenne on laajemmin käytössä. Plaano-rakenteen hyödyistä ja haitoista sekä kustannusvaikutuksesta ei ole vielä tehty tarkkoja tutkimuksia. Tässä opinnäytetyössä keskitytään pelkästään Weberin valmistamaan Weber Vetonit 130 Core Comfort Plaano -tuotteeseen, jota käytetään Kastellin pientalojen maanvaraisissa alapohjissa.

Opinnäytetyössä paneudutaan Plaano-rakenteen nykytietoon ja työmenetelmiin sekä vertaillaan Plaano-laatan työvaiheita perinteiseen teräsbetonilaataan sekä maakostea betonilaataan. Opinnäytetyössä tarkastellaan myös pientalon Plaano-laatan koko elinkaarta ympäristön kuormituksen näkökulmasta.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää Kastelli-talolle Plaano-rakenteen vaikutusta pientalon laadullisiin ja tuotannollisiin ominaisuuksiin sekä elinympäristöön. Tavoitteena on saada Kastelli-talolle tuotannollinen, pitkäikäinen, terveydellisesti turvallinen ja ekologinen maanvarainen laattavaihtoehto.

2 PLAANO - TASOITTEESTA LAATTARAKENTEESI

Maanvaraista laattaa alettiin käyttää kellarittomien rakennusten alapohjissa 1950-luvulla. Aikaisemmin maanvaraisia lattioita tehtiin lähinnä kellarikerrosten lattioihin sekä tuotanto- ja toimistotiloihin. Maanvaraisen laatan käyttö yleistyi nopeasti ja siitä on tullut yleisin alapohjaratkaisu rakennuksiin, joissa maapohjan kantavuus on riittävä. (1.)

Pientaloissa maanvarainen laatta on nykyään ylivoimaisesti käytetyin lattiarakenne. Se on oikein tehtynä toimiva ja turvallinen laattarakenne. (1.)

Pumpputasoitteet ovat itsestään tasoittuvia pumpattavia lattiatasoitteita, joilla voidaan tehdä valmiista laatuvaatimukset täyttävää alustaa lattian pintamateriaaleille. Pumpputasoitteet tunnetaan rakennusosalalla nimellä **Plaano**, ja niitä on käytetty enimmäkseen asunto- ja korjausrakentamisessa laajalti jo 1970-luvulta lähtien. (2, s. 9.)

2.1 Plaano pientaloissa

Plaano-tuotteita on käytetty pitkään kerrostalo- ja toimitilarakentamisessa. Pääasiassa sitä on käytetty pintatasoitteena lattioissa teräsbetonilaatan tai ontelolaatan päällä. (1.)

Plaano-rakenteita käytetään nykyään myös pientalon välipohjan rakenteena sekä maanvaraisissa laatoissa. Plaanoa mainostetaan teknisesti lujempuna ja sisäilmaterveyden kannalta parempana vaihtoehtona. Lisäksi sitä mainostetaan hyvin soveltuvana erilaisten lattiapinnoitteiden kanssa sekä erinomaisesti toimivana lattialämmityksen kanssa. Vielä lisäksi sitä mainostetaan ympäristöystävällisenä tuotteena. (3, s. 4–6.)

2.2 Plaanorakenteen teknisiä ominaisuuksia

Weber Vetonit 130 Core Comfort Plaano on sementtipohjainen pumpattava kuituvahvisteinen tasoitte- ja valumassa. Se soveltuu uivien maanvaraisten laattojen valmistukseen, lämpölattioihin sekä askelääntä eristäviin lattioihin. Se soveltuu myös tavanomaiseksi oikaisutasoitteeksi betonialustoille. 130 Core Comfort Plaanon puristuslujuus on tavallista lattiassa käytettävää betonia

(C25/30) pienempi, mutta vetolujuus on toisaalta parempi. Taulukossa 1 luetellaan Vebervetonit 130 Core Comfort Plaanon tärkeitä ominaisuuksia. (4, s. 1.)

TAULUKKO 1. Weber Vetonit 130 Core Comfortin tuotekuvaus (4, s. 1)

Tuotekuvaus	
Menekki	n. 1,7 kg/m ² /1 mm:n kerros
Suosittelava kerrospaksuus	10-80 mm
Kerrospaksuus uivana	≥ 20 mm
Vedentarve	3,6 l/20 kg (18 % kuivapainosta)
Käyttölämpötilä	+10...+25 °C. Optimi +15...+20 °C.
Kovettumisaika: Päälystekelpoisuus	2-8 viikkoa (+23 °C, 50 % RH), yli 60 mm:n kerrospaksuus ja huonot kuivumisolosuhteet pidentävät kuivumisaikaa
Kovettumisaika: Kävelykelpoisuus	3-4 h (+23 °C, 50 % RH)
Sideseaine	Erikoissementtiseos
Täyteaine	Luonnonhiekkä ja kalkkikivijauhe, raekoko < 1,2 mm
Lisöaine	Työstettävyyttä ja tartuntaa parantavia aineita. Käseinäin.
Tasoittepinnan vetolujuus 28 vrk	≥ 1,0 N/mm ²
Puristuslujuusluokka	C 16 (EN 13813)
Taivutusvetolujuusluokka	F 4 (EN 13813)
Kutistuma 28 vrk	< 0,4 mm/m (+23 °C, 50 % RH)
Palokäyttäytyminen	A2 _s -sl (EN 13501-1)
Pyörivän tuolin pyörän kestävyys, kun tasoite on päälystetty lattianpäälysteellä (RWFC)	Vaatii ylitasoituksen
Kestävyys	Vedenkestävä
Vesihöyryn diffuusiovastuskerroin (μ)	10 (kuiva) 6 (märkä) (EN 12524:2001)
pH (kovettunut materiaali)	10,5-11 Matala-alkalinen.
Lämmönjohtavuus	1 W/mK (EN 12524:2001)
Ominaislämpökapasiteetti (Cp)	1 J/(g°C) (EN 12524:2001)
Värisävy	Harmaa
Varastointiolosuhteet	Säilyvyysaika säkissä n. 12 kk valmistuspäivämäärästä (avaamaton pakkaus, kuiva tila).
Pakkaus	20 kg:n säkki, 1000 kg:n suursäkki. Irtotoimituksena silloissa.
GTIN-koodit	6415910032388 (20 kg) 6415910020156 (1000 kg) 6415910020194 (Irtotoimitus)
Tuotehyväksynnät	CE, MI, ECI+, EPD

2.2.1 Plaanon asennuksen etuja

Plaano-rakenteen asennuksen helppoutta perustellaan siten, että valun aikana lattian pinta tasoittuu itsestään hyvin tasaiseksi. Laatan pintaa ei tarvitse erikseen hiertää, vaan laatan pinnan tasaisuus riittää eri pinnoitusmateriaaleille. Vastaavasti teräsbetonilaatan pinnan tasaisuus kertoo yleensä liipparin ammattitaidosta. Useasti joudutaan tasoittamaan betonin pinta liippauksen jälkeen vielä erikseen tasoitteella. Plaano-maanvaraisen laatan kuivumisnopeutta mainostetaan huomattavasti nopeampana kuin teräsbetonirakenteella. Tämä voi lyhentää rakennusprojektin kestoa merkittävästi. (3, s. 4.)

2.2.2 Plaano pientalon eri lämmitysratkaisuissa

Lattialämmitys on nykyään yleisesti käytetty lämmitysratkaisu pientaloissa. Lämmin lattia lisää omalta osaltaan asumisviihtyvyyttä ja se vähentää huoneen vedon tunnetta. Lattialämmityksen avulla huonelämpötila voidaan pitää 1–2 astetta alhaisempana kuin patterilämmityksellä. Tämä säästää lämmityskuluja noin kymmenen prosenttia. (3, s. 6.)

Plaano-laatta soveltuu erinomaisesti sekä sähköllä toimiviin että vesikiertoisiin lattialämmitysratkaisuihin. Plaano-laatan paksuus on vain noin puolet teräsbetonilaattaan verrattuna. Tämän takia se reagoi huomattavasti nopeammin lämpötilan vaihteluihin betoniin verrattuna. Tämä ominaisuus tekee siitä hyvin energiatehokkaan ratkaisun. (3, s. 4.)

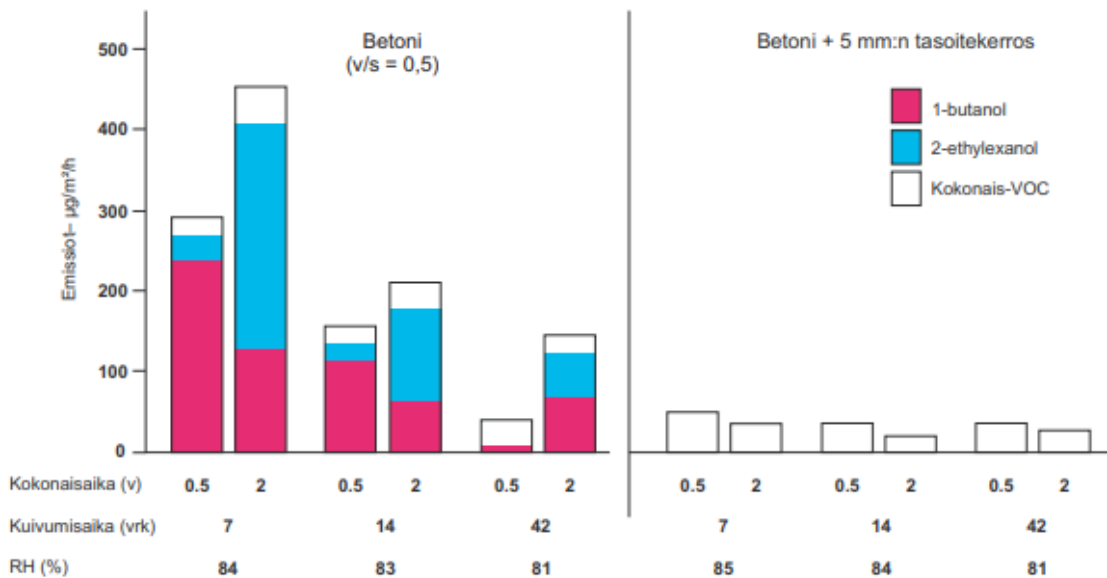
2.2.3 Plaano ja sisäilmaterveys

Raikas sisäilma on asuintilojen tärkeä ominaisuus, jota ihmiset arvostavat. Ajasta vietetään noin 90 % sisätiloissa, joten puhtaalla ja raikkaalla sisäilmalla on suuri merkitys hyvinvointiin ja terveyteen. Lattiaratkaisulla on merkitystä. (3, s. 3.)

Betoni on hyvin emäksinen materiaali. Sen pH on 13. Kovettunut betoni sisältää olosuhteista riippuen vaihtelevan määrän ns. huokosvettä, joka sisältää liuennutta kalsiumhydroksidia. Tämä hyvin emäksinen kosteus reagoi mm. muovimattojen kiinnitysliimojen kanssa muodostaen riskiraken-

teen, josta aiheutuu ihmiselle haitallisia sisäilmapäästöjä, kuten mm. 1-Butanolia ja 2-etyyli-1-heksanolia. Tätä ilmiö on alkalinen eli emäksinen hydrolyysi. Suuri betonin kosteus lisää alkalisen hydrolyysin etenemistä. Alkalinen hydrolyysi on todettu betonissa jopa RH 75 %. (5, s.1.)

Plaano-massat ovat matala-alkalisia tuotteita, joissa pH on alle 11. Weber.vetonit 130:n pH on 10,5–11. Tämän takia Plaano-tasoitteita käytetään betonilattioissa suojaavana kerroksena PVC-maton alla. Betonin päällä oleva 5 mm:n kerros matala-alkalista tasoitetta saa aikaan suojan betonin emäksisyyttä vastaan. Kuvassa 1 on verrattu matala-alkalisen tasoitteen vaikutusta 1-butanolin ja 2-etyyli-1-heksanolin päästöihin PVC-matolla pinnoitetussa lattiassa. (5, s. 2.)

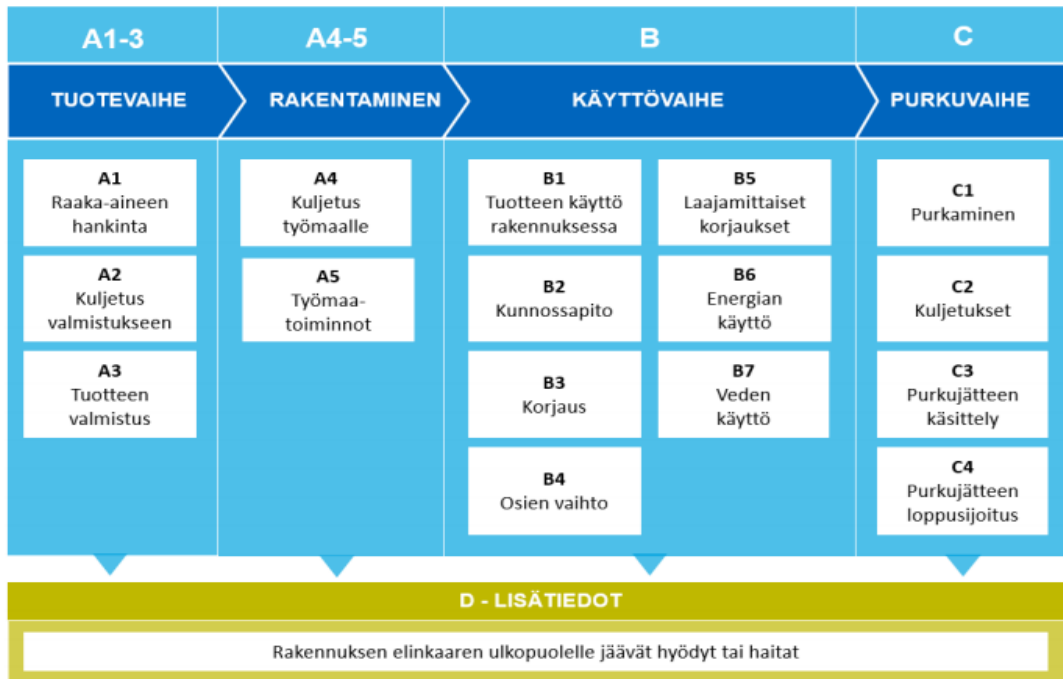


KUVA 1. Matala-alkalisen Weber tasoitteen suojavaikutus (5, s. 2.)

2.3 Plaanon elinkaari ja hiilijalanjälki

Rakentamisella on suuri merkitys ilmastonmuutoksen torjunnassa sekä ympäristön kannalta yleensä. Euroopan komission tiedonannon mukaan rakennukset ja rakentaminen vastaavat EU:ssa noin puolta materiaalien ja energian käytöstä ja kolmasosaa veden käytöstä ja jätteen syntystä. Yksittäisen rakennuksen elinkaaren ympäristövaikutukset syntyvät rakennuksen rakentamisvaiheesta, johon kuuluvat rakennuksen materiaalien valmistus, kuljetus sekä rakennustyömaatoiminnot. Rakennuksen käyttövaiheessa ympäristövaikutukset syntyvät kunnossapito- ja korjaus-

rakentamisesta sekä energian ja veden käytöstä. Rakennuksen elinkaaren loppuvaiheen ympäristövaikutukset syntyvät rakennuksen purkamisesta sekä materiaalien loppukäsittelystä. Kuvassa 2 on esitetty standardin EN 15978 mukaan rakennuksen elinkaaren vaiheet. (6, s. 13.)



KUVA 2. Rakennuksen elinkaaren vaiheet (EN15978) (6, s. 13)

Hiilijalanjalan mittayksikkö on hiilidioksidiekvivalentti $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$. Se kertoo rakentamisen ja koko rakennuksen olemassaolon vaikutuksen kasvihuonekaasupäästöt painona jaettuna rakennuksen lämmitettävää nettoalaa kohti. Rakennuksen hiilidioksidipäästöt sijoittuvat tyypillisesti välille 10–15 $\text{kg CO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$. (7.)

Taulukossa 2 on kerrottu vertailun alapohjan laattavaihtoehtojen rakenteet (8, s. 6).

TAULUKKO 2. Vertailun laattavaihtoehtojen rakenteet(8, s. 6)

	Betoni	Plaano	Kipsi
Alapohja, puu- ja betonitaloon, lattialämmitys	Lattiapäällyste Jälkihoitoaine Pintatasoite webervetonit 110 FINE Plaano Plus 2mm webervetonit MD 16 Dispersio Raudoitus Betonilaatta-80 mm Reunanauha weberfloor 4960 EPS 100 eriste- 200 mm Sepelikerros (300 mm –oletus) Suodatinkangas	Lattiapäällyste Webervetonit 130 CORE Comfort Plaano - 50 mm Lasikuituverkko weberfloor 4945 Reunanauha weberfloor 4960 Erotuskangas weberfloor 4940 EPS 100 eriste- 200 mm Sepelikerros (300 mm –oletus) Suodatinkangas	Lattiapäällyste Knauf LM 80 lattiamassa- 50 mm Reunanauha weberfloor 4960 Erotuskangas weberfloor 4940 EPS 100 eriste- 200 mm Sepelikerros (300 mm –oletus) Suodatinkangas

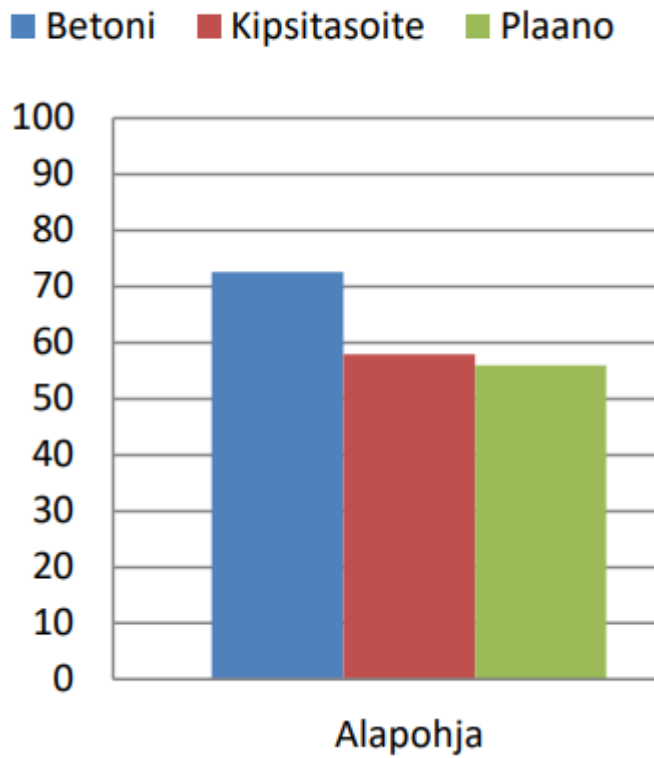
Taulukossa 3 on esitetty eri laattavaihtoehtojen vaikutukset hiilijalanjälkeen koko elinkaaren aikana. Laatan elinkaaren pituudeksi on asetettu 50 vuotta (8, s. 8).

TAULUKKO 3. Laattavaihtoehtojen elinkaaren vaikutukset hiilijalanjälkeen (8, s. 8)

		Alapohja, betoni	Alapohja, kipsi	Alapohja, Plaano
		kgCO ₂ e/m ²	kgCO ₂ e/m ²	kgCO ₂ e/m ²
A1-A3	Materiaalien valmistus	41,0	34,67	32,8
A4	Kuljetus	3,6	2,27	2,2
A5	Työmaa	6,3	0,905	0,9
B4-B5	Osien vaihdot	19,4	19,4	19,4
C3-C4	Elinkaaren loppu	2,2	0,684	0,6
D	Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset	-9,6	-5,22	-6,3
	Total	72,5	57,9	56,0

Tuloksista nähdään, että rakennusmateriaalien valmistus kuluttaa eniten luonnonvaroja verrattuna muihin elinkaaren vaiheisiin. Vertailuista huomataan myös, että Plaano-lattiarakenteen hiilijalanjälki 50 vuoden käyttöiän aikana on noin 20 % pienempi kuin teräsbetonilaatan. Vastaavasti Plaanon ja kipsitasoitelaatan hiilijalanjälki ovat suunnilleen yhtä suuria. Kuvassa 3 vertailun tulokset on esitetty pylväsdiagrammina. (8, s. 8.)

Rakenteiden elinkaaren hiilijalanjälki kgCO₂e/m², 50 v



KUVA 3. Vertailun rakenteiden hiilijalanjälki

3 PLAANON MENETELMÄVERTAILU JA HAASTEET

Vertailu Plaanon työmenetelmistä ja haasteista perustuu Kastelli-talot Oy:n työmailta saatuihin tietoihin. Tietoja on kerätty Kastelli-talon sekä alihankkijoiden työntekijöiltä.

3.1 Menetelmävertailu

Kustannustehokas rakentaminen on hyvin merkittävä tekijä rakennushankkeessa. Työ ja materiaalikustannukset nousevat koko ajan. Tämän takia rakentajat pyrkivät vaikuttamaan rakentamisen kustannuksiin tehostamalla tuotantoa. Tämä tarkoittaa hankkeiden läpiviemistä entistä tiukemmillä aikatauluilla.

Plaano-laatan työvaiheiden määrää verrattiin perinteiseen märkäbetonilla valettuun teräsbetonilaattaan sekä maakostealla betonilla valettuun laattaan. Taulukossa 4 verrattiin työmaalla tehtäviä työvaiheita sekä laatan kuivumisaikoja. Vertailun oletuksena oli se, että työvaiheet onnistuvat normaalilla tavalla. Jonkun työvaiheen epäonnistuminen saattaa tuoda hyvin paljon lisätöitä vertailun kaikilla vaihtoehdoilla.

3.2 Valua edeltävät työvaiheet

Valua edeltävät työvaiheet ovat suunnilleen samat kaikilla laattavaihtoehdoilla: Plaano-laatasta jää mahdollisesti pois teräsverkon asennus mutta toisaalta lasikuituverkon asennus sekä valettavan alueen huolellinen tiivistäminen tuo työtä, jota ei ole toisissa laattavaihtoehdoissa.

3.3 Valu

Plaano-laatan valutyö vie huomattavasti vähemmän aikaa kuin teräsbetoni- ja maakosteaa betonilaatan valu. Plaano leviää ja tasoittuu itsestään ja valupintaa ei tarvitse hiertää. Tämä etu on hyvissä olosuhteissa Plaanon suurin etu verrattuna toisiin vaihtoehtoihin. Plaano-laatan sekä maakostean betonilaatan valutyön ylimääräisen massan määrä jää hyvin pieneksi verrattuna teräsbetonivalun massan määrään. Tämä pienentää jätteen määrää sekä energian kulutusta.

3.4 Jälkityöt

Valun jälkeisissä töissä Plaano-valetussa lattioissa suurin työ on kosteiden tilojen kallistuksien tekeminen, koska Plaano-massalla ei saada tehtyä kaltevia lattioita. Muiden laattavaihtoehtojen valussa kosteiden tilojen kaltevat lattiat saadaan tehtyä valun aikana.

Märkäbetonilla valetulla laatalle on paljon jälkitöitä: Valun jälkeen lattiat muovitetaan halkeilun estämiseksi sekä optimaalisen lujuuden saavuttamiseksi. Lattian pintaan noussut betoniliima pitää myös poistaa lattian kuivumisen nopeuttamiseksi. Maakostealla betonilla valetun laatan jälkityöt ovat hyvin vähäiset.

3.5 Valumassan sisältämä vesimäärä

Valumassan sisältämän veden määrä on Plaano-massalla kaikista vaihtoehdoista suurin. Plaano-valun laatan paksuus on kuitenkin noin puolet teräsbetoni- ja maakostean laatan paksuudesta, joten tarvittavan valumassan vesimäärä jää kuitenkin pienemmäksi kuin märkäbetonimassan sisältämä vesimäärä. Maakostean massan sisältämä vesimäärä on vaihtoehdoista pienin.

3.6 Valetun laatan kuivuminen

Kaikkien valuvaihtoehtojen massan kuivumisen etenemiseen on monia vaikuttavia tekijöitä. Suurin vaikuttava tekijä massan kuivumiselle on valettavan tilan riittävä ilmanvaihto sekä suhteellisen kosteuden hallitseminen. Betoni kuivuu silloin kuin sisäilman suhteellinen kosteus on alhaisempi kuin betonin.

Valuvaihtoehdoista märkäbetonin kuivuminen pinnoitusvalmiiksi vie yli kaksinkertaisen kuivumisaian verrattuna Plaanon ja maakostean betonimassaan. Tällä on merkittävää vaikutusta rakennusprojektin aikatauluun. Nykyään rakennusprojektien aikataulut ovat tiukkoja, joten laatan kuivumisajallakin on merkitystä koko projektin aikataulussa.

TAULUKKO 4. Työvaihevertailu eri laattavaihtoehdoista

Työvaiheet	Teräsbetonilaatta		
VALUA EDELTÄVÄT TYÖT	märkävalulla	Plaano-laatta	Maankostea betonilaatta
Pohjan tasaus	X	X	X
Eristeet	X	X	X
Pohjakangas	X	X	X
Vesi- ja viemäriputket	X	X	X
Lämmitysputkistot	X	X	X
Teräsverkon asennus	X		X
Lasikuituverkko		X	
Valualueen tiivistys		X	
VALU			
Aloittavat työt	X	X	X
Pumppaus	X	X	X
Lopettavat työt	X	X	X
Pinnan hierto	X		X
Pintojen suojaus roiskeilta	X	X	
Ylimääräinen massa	X		
JÄLKITYÖT			
Kosteiden tilojen kallistukset		X	
Betoniliiman poisto	X		
Pinnan tasoitus	X		
betonipinnan muovitus	X		
Valumassan veden määrä	n. 160 – 210 l/m ³	n. 310 l/m ³	n. 100 l/m ³
Laatan kuivumisaika pinnoinnaksi	Laatan paksuus 80mm, 10 – 16 Vko	Laatan paksuus 50mm, n. 5 Vko	Laatan paksuus 100mm, n. 5 Vko

Plaano-rakenteen valun karkeutettu työmenekki on 3,4 tth/m² (9, s. 1). Teräsbetonin valun karkeutettu työmenekki on 3,4 tth/m² (10, s. 1).

Plaano-rakenteen neliöhinta pientalon alapohjarakenteena on 43,23 €/m². Teräsbetonirakenteen neliöhinta on 20,47 €/m². (11, s. 54, 95.)

Rakenteiden neliöhintojen välillä on huomattava hintaero. Sadan neliömetrin pientalon alapohjan valussa Plaano-laatan hinta on yli 2 000 € kalliimpi kuin teräsbetonirakenteisen laatan. Toisaalta Plaano-laatan lyhyt kuivumisaika on hankkeen tiukan aikataulun puitteissa hyvä etu.

3.7 Plaano-valun haasteet

Plaanon haasteena ovat kaltevat lattiat, joita on yleensä kosteissa tiloissa. Plaano-valu tasoittuu aina vaakasuoraksi, joten sillä ei voi tehdä kaltevia pintoja, vaan kaltevan lattian valupinta jätetään vajaaksi kuvan 4 mukaisesti. Tarvittavat kallistukset tehdään myöhemmin erikseen soveltuvalla ta-soitteella.



KUVA 4. Kostean tilan valu jätetään vajaaksi

Maanvaraisen laatan valu aiheuttaa rakennukselle suuren kosteuskuormituksen. Valumassat sisältävät paljon vettä, joka haihtuu kovettumisen aikana valettavaan huonetilaan. Tämän takia valettavan tilan tehokas ilmanvaihto on erittäin tärkeä laattavalun kuivumisen kannalta. Tämä asia pitää huomioida myös Plaano-valetulla laattalla. Plaano-laatan paksuus on kuitenkin vain noin puolet teräsbetonilaatan paksuudesta, joten laatan sisältämä vesimäärä on pienempi ja siksi kuivuminen on huomattavasti nopeampaa.

Maanvaraisen lattian Plaano-valu on olosuhdeherkkä verrattuna perinteiseen betonivaluun. Valettavan pohjan lämpötilan sekä huoneen lämpötilan tulisi olla yli +15 °C. Liian kylmät tai vastaavasti liian kuumat olosuhteet aiheuttavat valupinnan epätasaisuutta.

Plaano-valumassa on erittäin juoksevaa ja vaatii valupohjan erittäin huolellisen tiivistämisen. Huolellisesta tiivistämisestä huolimatta usein valun aikana huomataan vuotopaikkoja. Kuvassa 5 on kuvattu vesiputken juuressa oleva vuotokohta.



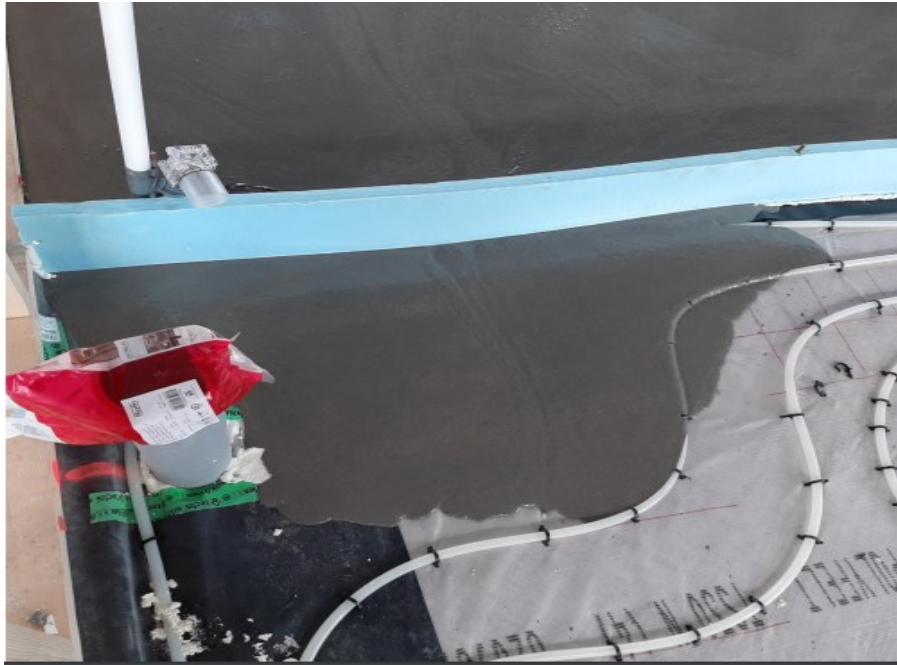
KUVA 5. Vesiputken juuressa vuotokohta

Lasikuituverkko pitää asentaa huolellisesti ohjeen mukaisesti paikoilleen ja valun aikana pitää seurata, ettei verkko pääse nousemaan valun pintaan. Erityisesti verkon päädyt ja reunat nousevat herkästi valun pintaan kuvan 6 mukaisesti.



KUVA 6. Lasikuituverkko noussut valun pintaan

Muottien asennuksessa pitää myös olla huolellinen ja valita riittävän vahva materiaali muotiksi. Kuvassa 7 muotin materiaali on ollut liian heikkoa, mikä on aiheuttanut muotin taipumisen ja vuotamisen.



KUVA 7. Muotti päässyt taipumaan ja vuotamaan

4 PLAANOVALUN VAIHEET PIENTALOSSA

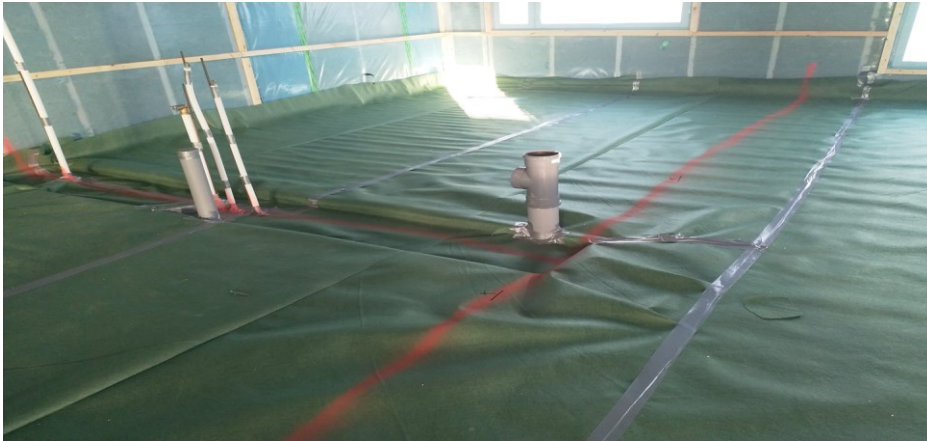
Plaano-valut toteutettiin Kastellin pientalotyömaalla Oulun Hiukkavaarassa. Työmaahan kuului seitsemän pientalon rakentaminen. Talot olivat bruttopinta-alaltaan 93,5 m², puurakenteiset sekä puinen julkisivu. Valussa käytetty massa oli kuituvahvistettu Veber Vetonit 130 Core Comfort Plano.

4.1 Valupohjan esivalmistelut

Kohteen alapohja oli rakennettu sokkelin täyttöhiekan yläpintaan asti valmiiksi. Ennen valua sokkelin täyttöhiekan pinta tasoitettiin erittäin tarkasti. Tasoitus on tärkeä tehdä huolellisesti. Epätasainen valupinta lisää valumassan kulutusta ja sitä kautta lisää kustannuksia.

4.1.1 Alapohjan eristeet

Tasoitettun hiekan päälle asennettiin lattiaeristeet normaalisti paikoilleen. Styroksien asennuksessa on tärkeä pyrkiä tarkkuuteen ja tiiveyteen. Lattiaeristeiden päälle asennettiin Weberfloor 4940 -erotuskangas kuvan 8 mukaisesti.



KUVA 8. Weberfloor 4940 erotuskangas asennettuna

Erotuskangas nostettiin reunoissa ja päädyissä tulevan lattiapinnan yläpuolelle. Kaikki erotuskangas saumat teipattiin huolellisesti. Erotuskangas tiivistää valualueen, ettei Plaano-valumassa

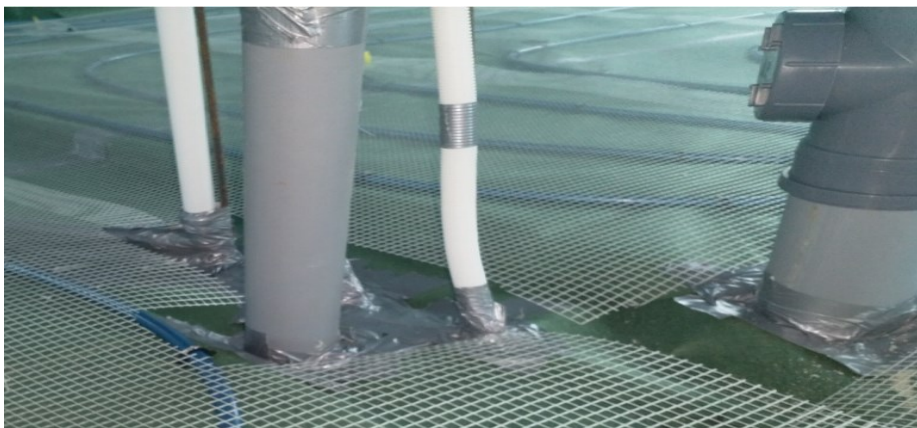
pääse valumaan pois. Massa on erittäin juoksevaa, joten valualueen tiiveys on tärkeä valun onnistumisen kannalta. Saumateippausta on esitetty kuvassa 9.



KUVA 9. Erotuskangas teipattuna nurkassa

4.1.2 Vesi- ja viemäriputkistot

Valettavalla alueella oli vesi- ja viemäriputkistoja, jotka tulivat erotuskankaan läpi. Niiden läpiviennit tiivistettiin ja teipattiin huolellisesti kuvan 10 mukaisesti.

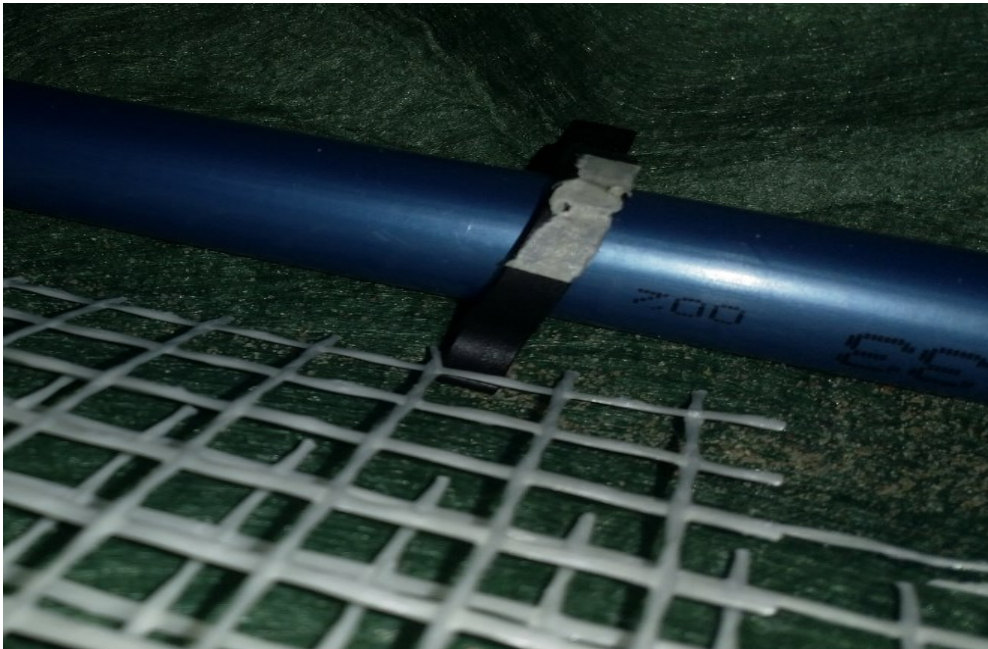


KUVA 10. Vesi- ja viemäriputkien läpiviennit tiivistettynä

4.1.3 Lämmitysputkistot

Kohteen taloihin laitettiin vesikiertoiset lattialämmitysjärjestelmät. Vesikiertoiset lattialämmitysputkistot asennettiin eristeen pintaan erityisellä kiinnitystyökalulla. Mikäli käytettäisiin sähköllä toimivaa lattialämmitysjärjestelmää, kaapelit pitäisi saada irti eristeestä. Silloin valuun asennettaisiin erityinen teräsverkko, johon lattialämmityskaapelit kiinnitetään.

Lattialämmitysputkistot tulee asentaa huolellisesti. Erityisesti on huomioitava se, ettei putki pääse nousemaan valusta irti. Putkien nouseminen estettiin kuvan 11 mukaisella tarpeeksi tiheällä kiinnityksellä. Putkien asennuksessa on myös tärkeää huomioida niiden oikeaoppinen käsittely asennuksessa. Putkiin jää helposti ylimääräisiä jännityksiä, jotka tuovat valuvaiheessa ongelmia.

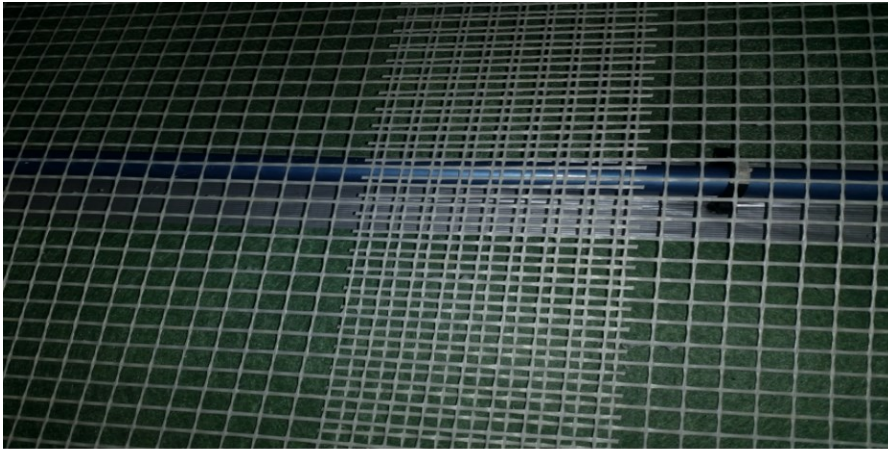


KUVA 11. Lattialämmitysputki kiinnitettynä

4.1.4 Webervetonit 4945 -lasikuituverkko

Valettavalle alueelle asennettiin lopuksi Webervetonit 4945 -lasikuituverkko. Tämä verkko vahvistaa Plaanon rakennetta teräsverkon tavoin. Verkko levitetään lattialle ja katkaistaan veitsellä sopi-

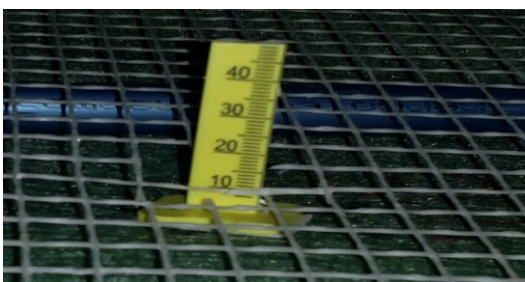
vaan mittaan. Verkko kannattaa kääntää ylösalaisin, mikä estää verkon päädyn ylösnousun. Verkon saumojen limitys pitää olla vähintään 50 mm. Valukohteen lattioissa verkko limitettiin noin 100 mm kuvan 12 mukaisesti.



KUVA 12. Webervetonit 4945 -lasikuituverkko limitettynä

4.1.5 Esivalmisteluissa huomioitavaa

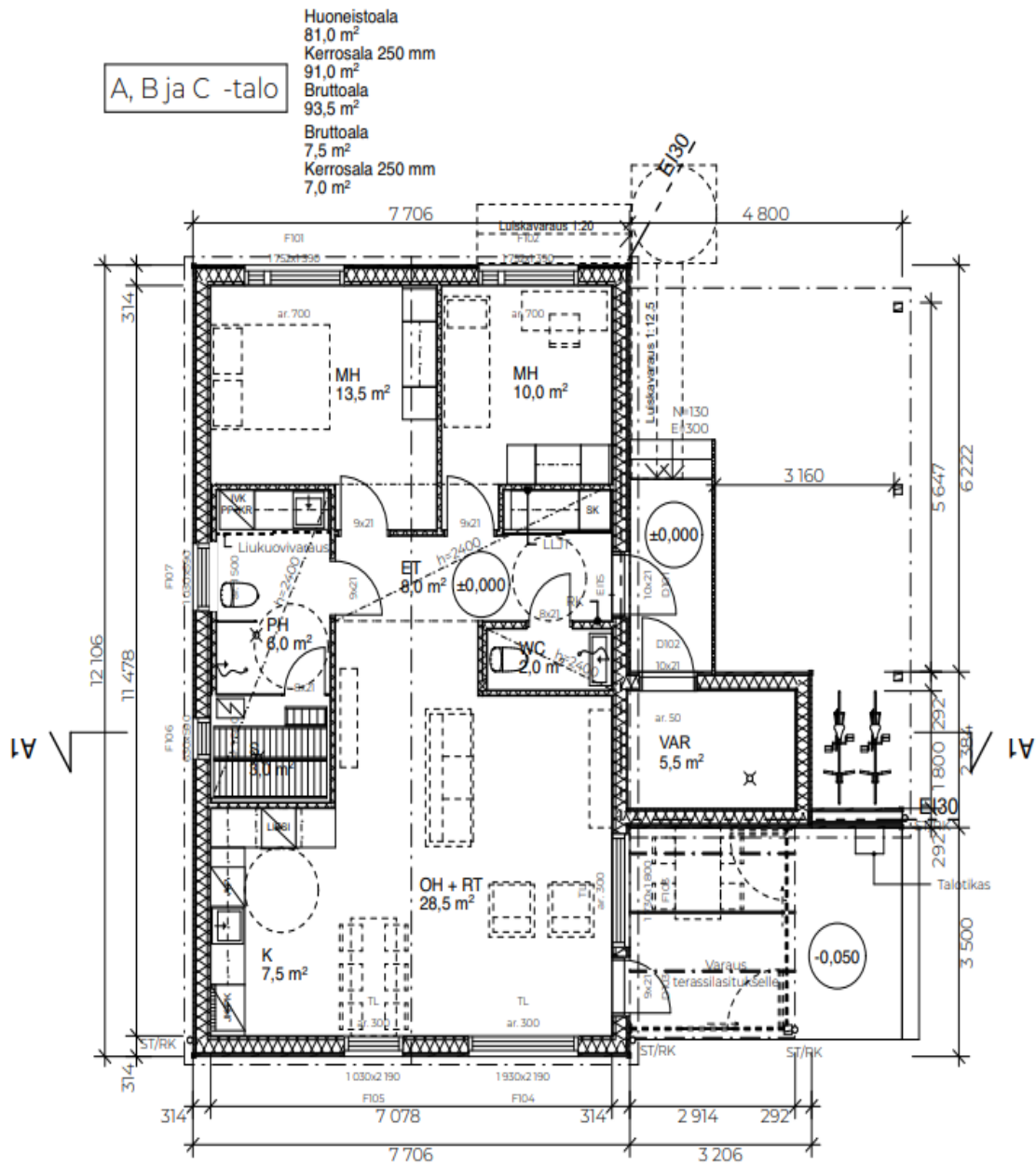
Valettavan alueen tiiveys on siis erittäin oleellinen asia. Plaano-valumassa on erittäin juoksevaa ja se ”karkaa” pienestäkin raosta väärään paikkaan. Erityisesti nurkkien ja läpivientien tiivistämisessä pitää olla tarkkana. Plaano-valun tekijä kävi ennen valua asentamassa korot paikoilleen kuvan 13 mukaisesti. Samalla hän tarkisti valupohjan tasaisuuden lattian pintalaserilla. Laatan paksuus pitäisi olla vähintään 50 mm kauttaaltaan. Valupohjan pinnan epätasaisuus lisää Plaanon menekkiä merkittävästi.



KUVA 13. Korkomerkki asennettuna

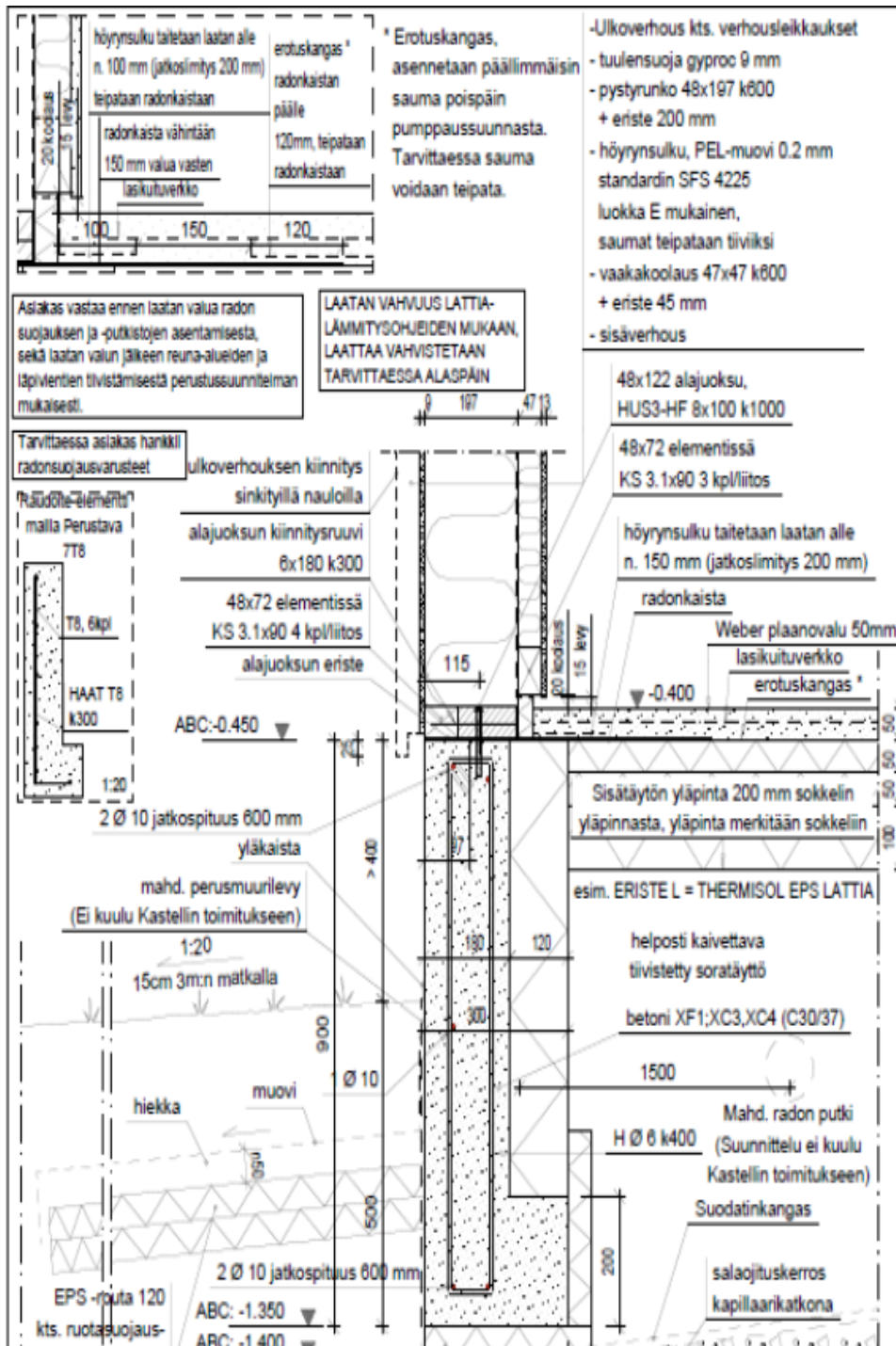
4.2 Valukohteiden pohjapiirustus ja alapohjan rakennekuva

Kuvassa 14 on esitetty valukohteen pohjapiirustus. Rakennettavan pientaloalueen kaikki talot oli suunniteltu saman pohjapiirustuksen pohjalta.



KUVA 14. Valukohteen pohjapiirustus

Kuvassa 15 on esitetty valukohteen seinän ja alapohjan liittymän rakenteet.



KUVA 15. Alapohjan ja seinän liittymän rakennekuva

4.3 Valun suoritus

Valupäivää edeltävänä päivänä työnjohtaja tarkisti sen, että valukohteet olivat valukunnossa. Lattiavalun aikana lämpötilan tulee olla vähintään 15 °C. Tila pitää olla vedoton ja kaikki lattiat puhdistettu edellisten työvaiheiden jätteiden osalta. Valukohteen valaistus pitää olla riittävän hyvä. Työmaalla pitää olla myös vesipiste käytettävissä.

Kohdetalojen Plaano-valun suoritti työhön erikoistunut alihankkija. Valutyöryhmään kuului 3 henkilöä. Heillä oli käytössään erityinen pumppuauto, jossa oli veden ja Plaano-jauheen annostelu- ja pumppausvalmius. Plaano-jauhe oli pakattuna 1 000 kg:n säkkeihin, joten pumppuautossa oli säkkien nostoon soveltuva nosturi. Plaano-jauhe sekoitettiin pumppuautossa ja pumpattiin letkua pitkin valettavaan lattiaan. Yksi henkilö hoiti pumppuautossa Plaano-jauheen ja veden annostelun sekä pumppauksen, jota on esitetty kuvassa 16.



KUVA 16. Plaanon sekoitus ja pumppaus käynnissä

Valuryhmän kaksi henkilöä työskenteli talon sisällä: toinen ohjasi valuletkua ja toinen seurasi valun edistymistä sekä tasoitteli valun pintaa metallilastalla. Metallilastalla hiertäminen poisti valusta tulleet ilmakuplat valun pinnasta. Valun aikana löytyi yksi vuotokohta, joka tukittiin kivivillan palasella. Valuryhmän sisätyöskentelyä on esitetty kuvassa 17.



KUVA 17. Plaanomassan levitystä ja pinnan tasoitusta

Kosteiden tilojen kaltevat lattiat täytettiin tasaiseksi noin 10 mm lattiakaivon tason alapuolelle. Tiloihin vaadittavat kallistukset tehdään myöhemmin erikseen sopivalla tasoitteella, esimerkiksi Weber Vetonit 110 Fine Plaano Plus.

Valettava lattia täytettiin Plaano-massalla vaadittavaan korkoon asti. Kuvassa 18 näkyy täyteen pumpattu Plaano-lattia.



KUVA 18. Plaano-valu on valmis

4.3.1 Valussa tarvittavat työvälineet ja työturvallisuus

Plaanon valutyöryhmällä oli mukanaan valussa tarvittavat työkalut. Valukohteessa on hyvä olla valmiina Plaano-valun ”paikkausmateriaalia” mahdollisen vuodon tukkimiseksi: kivivillan palat tai joku muu pehmeä materiaali käy hyvin vuodon tukkeeksi. Tyhjät Plaano-säkit voi viedä sekajäte-asemalle. Jos Plaano-säkit varastoidaan työmaalle, ne pitää olla irti maasta ja hyvin suojattuna kosteudelta. Valutyö ei aiheuta tarvetta ympäristön suojaukselle melulta ja pölyltä.

4.3.2 Työturvallisuus

Esimerkkikohteessa työpäällikkö vastasi työmaan turvallisuudesta. Hän osoitti sopivan ja turvallisen pumppuauton paikan. Hän myös vastasi lähiympäristön työntekijöiden tiedottamisesta valutyöstä. Valukohteissa ei saa olla muuta rakennustoimintaa valun aikana. Tarvittaessa pumppuauto nostoalueineen suojataan aidalla kulun estämiseksi. Pumppuautossa Plaano-säkkien tyhjennyksessä pölyn pääsy silmään ja hengitykseen estetään hengityssuojaimella ja suojalaseilla. Valajilla tulee olla normaali rakennustyömaalla vaadittava pukeutuminen. Kumisaappaat ja vedenestävät

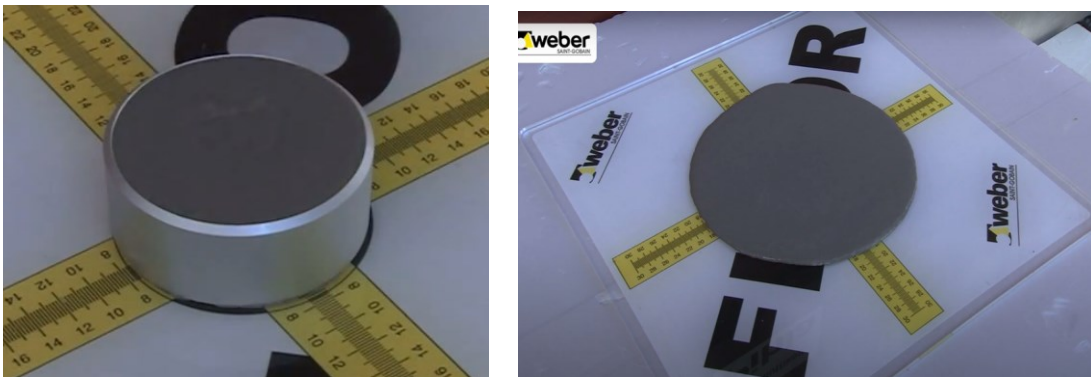
kumikäsineet ovat välttämättömät. Plaano-säkkien nostelussa on vaarana taakan putoaminen sekä taakan liikuttelussa mahdollisesti aiheutuvat puristumiset, nirhaumat ja haavat.

4.3.3 Laadunvarmistus

Laadunvarmistustoimenpiteitä ovat huolellinen esivalmistelu, valumassan koostumuksen tarkistus, valukohteen lämpötilan seuranta ja vuotopaikkojen ajoissa havaitseminen.

4.3.4 Valumassan leviävyyden tarkistus

Plaano-massan oikea koostumus testataan erillisellä leviävyydestikokeella, joka on esitetty kuvassa 19. Massaa otetaan mittalaitteen kuppiin ja kaadetaan testirinkulan sisään. Rinkula otetaan pois ja mitataan, kuinka paljon massa leviää noin kolmen minuutin aikana. Veden määrää säätämällä saadaan massa sopivaksi.



KUVA 19. Valumassan leviävyyden mittaus

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Kastelli-talot Oy:lle Plaano-rakenteen vaikutusta pientalon laadullisiin ja tuotannollisiin ominaisuuksiin sekä tutkia Plaano-lattian elinkaarta ympäristön kannalta. Tavoitteena oli löytää Kastelli-talot Oy:lle tuotannollinen, pitkäikäinen, terveydellisesti turvallinen ja ekologinen maanvarainen laattavaihtoehto.

Opinnäytetyössä todettiin, että maanvarainen Plaano-laatta on hyvissä olosuhteissa ja huolellisesti tehtynä laadukas vaihtoehto pientaloon. Plaano soveltuu matala-alkalisena materiaalina kaikille pintamateriaaleille sellaisenaan. Pientalossa lattian pinnoitusmateriaali voi muuttua ajan kuluessa, joten Plaano-laatta on turvallinen vaihtoehto.

Plaano-valun työvaiheiden määrää ja valetun laatan kuivumisaikoja vertailtiin teräsbetonilaattaan ja maakosteaan betonilaattaan. Plaano-laatan työvaiheiden määrä on pienempi kuin märkävalulla valmistetun teräsbetonilaatan. Toisaalta maakostealla betonilla valetun laatan työvaiheiden määrä on Plaano-laattaakin pienempi. Plaano-laatan sekä maakostea betonilaatan kuivumisaika pinnoitusvalmiiksi on huomattavasti lyhyempi kuin teräsbetonilaatalla.

Plaano-valetun laatan neliöhinta on jopa kaksinkertainen verrattuna teräsbetonilaattaan. Sadan neliön pientalon rakentaja säästää yli kaksituhatta euroa, mikäli hän rakentaisi maanvaraisen alapohjan teräsbetonirakenteella. Moni rakentaja päätyy perinteiseen ratkaisuun varmaankin juuri hintaeron takia. Koko rakennushankkeen hintaan suhteutettuna kaksituhatta euroa on kuitenkin pieni summa. Hintaero kutistuu vielä pienemmäksi, koska Plaano-laatan lyhyempi kuivumisaika nopeuttaa rakennushankkeen etenemistä.

Plaano-valun suurin haaste on kaltevien lattioiden valussa, sillä ne joudutaan tekemään kahdessa osassa. Ongelmat, joita on kuvattu Plaano-valun haasteet -luvussa, voidaan poistaa huolellisemalla valun esivalmistelulla.

Plaano-laatan hiilijalanjälki 50 vuoden elinkaaren aikana noin 20 % pienempi kuin teräsbetoni laatan. Hiilijalanjälki on laskettu materiaalien valmistuksesta laatan elinkaaren loppuun asti. Mikäli verrataan pelkästään työmaa toimintoja, niin Plaano-laatan hiilijalanjälki on jopa 85 % pienempi kuin teräsbetonilaatan. Voidaan sanoa, että Plaano-laatta on merkittävästi ympäristöystävällisempi tuote pientaloon kuin teräsbetonilaatta.

Pientalon alapohjan maanvaraisen laatan rakentaminen on yksi tärkeimmistä vaiheista rakennusprojektissa. Suoralta ja tasaiselta laatan pinnalta on hyvä aloittaa lattian lopullinen pinnoitus. Tässäkin, kuten kaikissa muissakin rakennusvaiheissa, onnistumisen tärkein tekijä on tarkka ja huolellinen työ kaikissa työvaiheissa oli kyseessä mikä laattavaihtoehto tahansa. Tämän takia työnjohtajan rooli valvovana henkilönä lattiatyömaalla korostuu merkittävästi.

Opinnäytetyössä todettiin, että Plaano-laatta on yksi hyvä vaihtoehto pientalorakentajan maanvaraisista laattaratkaisuksista. Työohjeen mukaan ja huolellisesti tehtynä se on laadukas, terveellinen ja ympäristöystävällinen tuote.

Mielestäni Plaano-laattaa kannattaisi mainostaa enemmän ja tuoda sen vahvuuksia esille jo pientalon markkinointivaiheessa. Pientalon tuleva asuja saisi mahdollisuuden valita laattarakenteensa itse.

Maakostea betonilaatta pientalon maanvaraisena alapohjarakenteena tulee todennäköisesti yleistyään voimakkaasti sen hyvien ominaisuuksien vuoksi. Myös Kastelli-talon kannattaa tutkia mahdollisuutta ottaa maakostea alapohjarakenne käyttöön.

LÄHTEET

1. Sisäilmayhdistys. Maanvarainen betonilaatta. Hakupäivä 3.2.2021. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Maanvastaiset-rakenteet/Maanvastainen-betonilaatta>.
2. Tiihonen, Matti 2010. Pumpputasoitteet toimitilarakentamisessa. Metropolia, Rakennusalan työnjohto. Mestarityö. Hakupäivä 3.2.2021. <https://core.ac.uk/download/pdf/38017347.pdf>.
3. Weber Oy. Plaano Pientalolattiat. Hakupäivä 3.2.2021. https://www.fi.weber/files/fi/2018-10/Weber_Plaano_Pientalolattiat_esite.pdf.
4. Weber Oy. Webervetonit 130 Core Comfort Plaano tuotekuvaus. Hakupäivä 4.2.2021. <https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/webervetonit-130-core-Comfort-Plaano-Tuotekortti.pdf>.
5. Liimatainen, Lauren 2015. Emäksisen kosteuden vaikutus sisäilman laatuun. Hakupäivä 5.2.2021. <https://www.fi.weber/files/fi/2019-05/Betonin-alkalisen-kosteuden-aiheuttamien-vaurioiden-estaminen-Artikkeli-2015.pdf>.
6. Bionova Oy 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. Hakupäivä 7.2.2021. https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf/1f3642e1-5d58-8265-40c1-337deeab782d/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf?t=1603260760602.
7. Vesitaito Oy. Mikä on hiilijalanjälki. Hakupäivä 8.2.2021. <https://vesitaito.fi/mika-hiilijalanjalki/>.
8. Saint-Gobain Finland Oy. Plaano-lattiaratkaisujen rakenne- ja rakennustason elinkaarivaikutukset. Hakupäivä 8.2.2021. https://www.saint-gobain.fi/sites/saint-gobain.fi/files/media-library/Finland/SaintGobain_raportti_20.5.pdf.

9. Ratu 0405. Lattiatasoitetyöt, menekit ja menetelmät. Hakupäivä 30.4.2021.
<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%200405>.
10. Ratu 0404. Pintabetonityöt, menekit ja menetelmät. Hakupäivä 30.4.2021.
<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%200404>.
11. Lindberg, Rita, Kivimäki, Christian & Sahlstedt Satu 2019. Rakennusosien kustannuksia 2019. Rakennustieto Oy.