

Jere Viljanen

# Vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän vaikutus yleisaikatauluun

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustuotantotekniikka

Insinööriyö

28.4.2013

Tekijä Otsikko	Jere Viljanen Vesikiertoisen yleisaikataulun lattialämmitysjärjestelmän vaikutus
Sivumäärä Aika	38 sivua + 1 liite 28.4.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaajat	Työpäällikkö Markku Hokkanen Lehtori Juha Virtanen
<p>Vesikiertoiset lattialämmitysjärjestelmät yleistyvät asuinkerrostaloissa niiden asumismukavuutta parantavien ja energiatehokkuutta edistävien ominaisuuksiensa vuoksi.</p> <p>Insinööritöiden tavoitteena oli selvittää, miten tällaiset vesikiertoiset lattialämmitysjärjestelmät vaikuttavat asuinkerrostalohankkeen yleisaikatauluun. Samalla selvitettiin lattialämmitysjärjestelmän vaikutuksia työmaahan sekä muita huomioitavia asioita toteutuksen kannalta.</p> <p>Tutkimus tehtiin perehtymällä aikatauluteoriaan ja lattialämmityksen toimintaperiaatteisiin sekä kahden asuntotuotantoon soveltuvan uivan lattialämmitysjärjestelmän toimittajan esitteisiin, sekä heitä haastatteleamalla. Kokemusperäistä tietoa hankittiin haastattelututkimuksella, johon haastateltiin useiden eri rakennusliikkeiden vastaavia työnjohtajia, työnjohtajia ja hankintapäällikköä.</p> <p>Tuloksina saatiin kerättyä paljon tietoa liittyen lattialämmitysjärjestelmän toteuttamiseen. Välipohjan päälle asennettavat uivat lattialämmitysjärjestelmät ovat keskenään melko samanlaisia niin rakenteeltaan kuin asennusajaltaankin. Lattialämmitysjärjestelmän ajallinen vaikutus yleisaikatauluun on pidentävä. Verrattuna perinteiseen patterilämmitteeseen taloon tasoite- ja maalaustöiden aloitus viivästyy noin kuukaudella, kohteesta riippuen, ja täten myös muut sisävaiheen seuraavat työt.</p> <p>Tuloksia pystytään käyttämään jo suunnitteluvaiheessa ja etenkin rakentamisvaiheessa. Mitä paremmin lattiatyövaiheeseen perehdytään, sitä todennäköisimmin työvaihe onnistuu työmaan kannalta vaivattomasti ja aikataulussa pysytään.</p>	
Avainsanat	Lattialämmitys, yleisaikataulu, vesikiertoinen

Author Title Number of Pages Date	Jere Viljanen Effects of a water under-floor heating system on the master schedule 38 pages + 1 appendice 28.4.2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructor	Markku Hokkanen, Site Manager Juha Virtanen, Senior Lecturer
<p>Water circulated underfloor heating systems are getting more and more popular in residential buildings, because of the increasing effect on the comfort of living and because of its good energy efficiency.</p> <p>The objective of this graduate thesis was to study how water circulated underfloor heating systems effect the master schedule of a residential building, the effects on the site and important things that must be addressed while executing this phase of construction.</p> <p>The thesis reviews schedule theory and the fundamentals of a water circulated underfloor heating system. Two different underfloor heating system products from two different vendors were examined by the means of brochures and by interviewing their personnel. Practical experience was collected by interviews of several construction site chief foremen, foremen and head of acquisition of several different construction companies.</p> <p>The thesis contains information regarding the execution of an underfloor heating system. Both reviewed underfloor heating systems installed on midsole are very similar to each other in their structure and by the time required for installation. The underfloor heating system extends the master schedule. Compared to a building heated by traditional radiators there is a delay of approximately one month in the startup of the plastering and painting work. Consequently, all subsequent work phases are also delayed by the same one month.</p> <p>The results of this thesis can be used in the planning phase and specifically in the construction phase of the building. The better underfloor heating system installation phase is understood, the more probable is the success in this phase and maintaining the schedule as planned.</p>	
Keywords	Underfloor heating, master schedule, water circulated

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Aikataulusuunnittelu	2
2.1	Yleistä	2
2.2	Aikataulusuunnittelun vaiheet	3
2.2.1	Projektin osittelu	3
2.2.2	Aikataulun kireyden tarkistus	4
2.2.3	Tehollisen rakennusajan laskeminen	5
2.2.4	Suoritusjärjestyksen suunnittelu ja valinta	5
2.2.5	Aikataulutehtävien muodostaminen ja mitoitus	7
2.2.6	Tehtävien tahdistus ja rytmitys	8
2.2.7	Aikataulun laadinta	9
2.3	Yleisaikataulu	9
3	Vesikiertoiset lattialämmitysjärjestelmät	12
3.1	Toimintaperiaate	12
3.2	Lattiarakenteen vaihtoehdot	13
4	Lämpölattiat	15
4.1	Weber Comfort -lämpölattia	15
4.1.1	Rakenne	15
4.1.2	Asennus	20
4.2	WehoFloor dB -lämpölattia	23
4.2.1	Rakenne	23
4.2.2	Asennus	24
5	Tulokset	26
5.1	Haastattelut	26
5.2	Vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän vaikutus hankkeeseen	29
5.3	Esimerkkikohde As Oy Tyynenmerenkatu 5	30
5.3.1	Tyynenmerenkatu 5:n yleisaikataulu	31

5.3.2	Lattiatöiden toteutus kohteessa	31
6	Yhteenveto	34
	Lähteet	36
	Liitteet	
	Liite 1. As Oy Tyynenmerenkatu 5 Yleisaikataulu	

## 1 Johdanto

Tänä päivänä ja eritoten tulevaisuudessa tulevat entistä enemmän energiatehokkaat ratkaisut osaksi elämäämme. Yleinen asenne ympäristöystävällisempiä ratkaisuja kohtaan ja poliittiset päätökset energiamääräysten kiristämiseksi edesauttavat vesikiertoisten lattialämmitysjärjestelmien yleistymistä asuinkerrostaloissa.

Työn tilannut NCC Rakennus Oy Pääkaupunkiseudun Asuntorakentaminen-yksikkö on pääkaupunkiseudun suurimpia asuntorakentajia. Uusien energiatehokkaiden ja viihtyisien asuntojen rakentaminen määräysten mukaisesti on yhtiölle eduksi. Vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä tarjoaa asukkaille viihtyisän asuinympäristön ja energiatehokkaan lämmitystavan. Erilaiset lämpölattiaratkaisut tulevat olemaan osa yhä useampaa asuinkerrostaloa.

NCC Rakennus Oy ei juuri kyseisen kaltaisia lattialämmitysjärjestelmiä ole tähän mennessä asentanut, mutta ensimmäiset rakennukset, joissa tällaisia järjestelmiä käytetään, ovat jo työn alla. Siten on muodostunut tarve tälle tutkimukselle.

Työssä tutkitaan, miten vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä vaikuttaa hankkeen yleisaikatauluun. Tutkimuksessa selvitetään, miten vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä toimii sekä esitellään esimerkkirakenteita erilaisista lattioista, sekä miten järjestelmä vaikuttaa työmaahan ja sen toimintaan. Lähteinä käytetään alan kirjallisuutta sekä materiaalitoimittajien antamia tietoja tuotteistaan. Tutkimuksessa myös haastatellaan työmaahenkilöitä; pääurakoitsijan vastaavia työnjohtajia ja työnjohtajia ja hankintapäällikköä, jotka ovat olleet mukana hankkeissa ympäri pääkaupunkiseutua.

Työssä keskitytään asuinkerrostalorakentamiseen ja lattialämmitysjärjestelmistä askeläänieristettyihin vesikiertoisiin lämpölattioihin. Asiaa tutkitaan pääurakoitsijan näkökulmasta.

## 2 Aikataulusuunnittelu

### 2.1 Yleistä

Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja koko hankkeen onnistuminen ovat vahvasti sidoksissa toisiinsa. Tuotannosuunnittelun keskeisin osa on juuri aikataulujen suunnittelu, joka myös luo perustan työn onnistumiselle. Realistinen ja tarkka aikataulusuunnittelu paljastaa tehokkaasti epäkohtia ja poikkeamia suunnitelmissa. [1, s. 18.]

Aikataulua tehdessä suunnitellaan töiden ajoitusta ja ajankäyttöä. Aikataulussa asetetaan tavoitteita koko hankkeelle kuten yksittäisille tehtävillekin. Sen todenperäisyyttä vahvistetaan tekemällä aikataulu resurssipohjaisesti; oikealla työryhmän koolla tai tekijöiden määrällä ja mitatuilla työmenekeillä ja -saavutuksilla joko perustuen yrityksen omiin tietoihin tai Ratu-menekkeihin ja -saavutuksiin. Aikataulu syntyy tavoitearviosta, mitatuista työmenekeistä ja -saavutuksista sekä kokemuksista. [1, s. 19.]

Työmaan aikataulut kuvaavat tuotantoa ja tuotannon ohjauksessa aikataulun avulla voidaan varautua häiriötilanteisiin ja olosuhteiden muutoksiin. Aikataulun, joka kuvaa aikaa suhteessa tuotokseen, avulla tämä on mahdollista. Työn johtamisen ja tuotannonohjauksen kannalta aikataulun

- tulee sisältää kaikki keskeiset tehtävät: omat työt, aliurakat ja muut työt
- kaikki tehtävät on mitoitettava resurssipohjaisesti
- tehtäville tulee varata riittävästi aikaa sekä eri tehtävien aloitus- ja lopetusväli riittävän kauas toisistaan, jottei synny tilannetta, että jossain osakohteessa on useita töitä käynnissä
- tehtävät pidetään tarpeeksi suurina ohjausmahdollisuuden säilyttämiseksi
- tehtävien väliset riippuvuudet pitää hallita, jotta on riittävästi vapaita työkohteita, resurssit hallinnassa sekä mahdolliset ongelmat kartoitettu
- tulee olla selkeä ja siitä on oltava mahdollista valvoa tuotantoa. [1, s.19.]

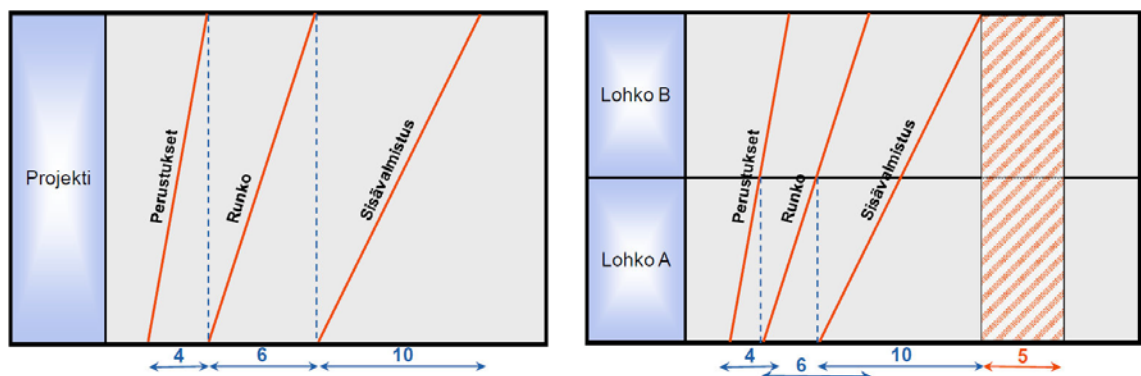
## 2.2 Aikataulusuunnittelun vaiheet

Aikataulusuunnittelu jakaantuu useaan eri vaiheeseen, jotka oikein toteutettuna tuottavat tarkan ja käyttökelpoisen aikataulun rakennushankkeelle. Vaiheiden merkitys ja keskinäinen järjestys vaihtelee hankkeiden välillä riippuen laajuudesta, teknisestä vaikeudesta, kestosta, aliurakoiden määrästä ja työvoiman käytöstä. Aikataulun suunnittelemiseksi on kohteeseen perehdyttävä erittäin huolellisesti suunnitelmia, urakka-asiakirjoja ja tavoitearviota tutkien. [1, s. 19-20.]

### 2.2.1 Projektin osittelu

Projekti on hyvä ositella jo alkuvaiheessa, jotta tuotannosuunnittelu saadaan heti käyntiin. Osittelu myös mahdollistaa valvontaa ja vähentää häiriöherkkyyttä ja kiirettä. Osittelu tapahtuu jakamalla kohde 3000-5000 brm<sup>2</sup> lohkoihin. Lohkojakoja on useita erilaisia ja riippuu aina hankkeen luonteesta, millainen osoittautuu parhaaksi vaihtoehdoksi. Lohko on osa kohteesta, kuten kerrostalon yksi kokonainen rappu, jossa voidaan tehdä työt valmiiksi yhtenä kokonaisuutena kellarista vesikattoon. Muita esimerkkejä erilaisista lohkojaoista on tuotantotekniikaltaan, sijainniltaan tai kerrosluvultaan eroavat osat jaettuna lohkoihin. Lohko suunnitellaan ja toteutetaan siis kuin itsenäinen rakennuskohde. Jos kohteessa on samankaltaisia lohkoja, voidaan edellisen lohkon virheistä ottaa oppia seuraavissa lohkoissa. Lohkot rajautuvat yleensä moduulilinjoihin, liikunta- tai työsaumoihin. [1, s. 21.] [2.]

Lohkojaon hyöty ja edut syntyvät rakennusajan lyhentymisestä. Rungon valmistuessa päästään sisävalmistusvaiheeseen aikaisemmin verrattuna siihen, että odotettaisiin koko rungon valmistumista. Aikaisen sisävalmistusvaiheen etuna on myös mahdollisuus välttää aikataulua pidentämällä tehtävien aloitusvälejä. [2.] [1, s. 21.]



Kuva 1 Esimerkki projektin osittelun hyödyistä. Vasemmalla osittelematon ja oikealla ositeltu. Osituksen tuloksena työvaiheiden kokonaiskesto lyhentyi viidellä yksiköllä. [2.]



## 2.2.2 Aikataulun kireyden tarkistus

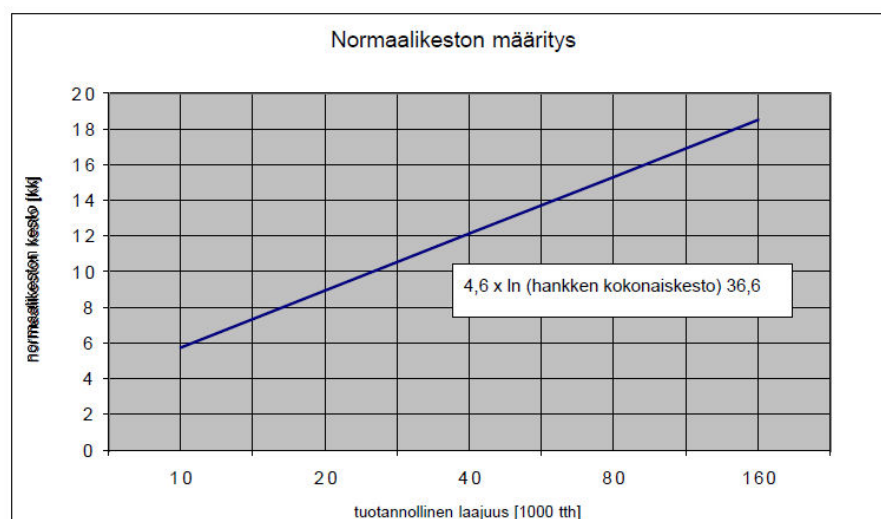
Aikataulun kireyttä tutkitaan vertaamalla hankkeen kokonaiskestoja tai laskettua normaalikestoja toteuttamiselle varattuun aikaan. Kokonaistuntimäärän laskemiseen käytetään apuna tavoitearviota tai työmenekien tunnuslukuja. Normaalikeston laskemiseen kehitettiin 1980-luvun lopulla ajoituskustannusmalli. Normaalikesto tarkoittaa suunnitelmien ja tavallisen kireystason mukaista rakennusaikaa, johon lisätään kesälomakuukaudet [2]. Mallissa lasketaan työmaalla tehtävien töiden kokonaistuntimäärän avulla hankkeen normaalikesto. Suurissa ja pienissä kohteissa on erilaiset laskukaavat. Suurissa kohteissa (yli 10 000 tth) normaalikesto  $T_N$  lasketaan kaavalla:

$$T_N = 4,6 * \ln(\text{hankkeen kokonaistuntimäärä}) - 36,6$$

Pienissä kohteissa (alle 10 000 tth) kaavalla:

$$T_N = 2 + (3,8 * \text{hankkeen kokonaistuntimäärä} / 10\,000)$$

Normaalikeston laskemisessa tulee muistaa laskea mukaan myös ali- ja sivu-urakoitsijoiden työmenekit, eli koko tuotannon laajuus tulee huomioida. Laskukaavoista saadaan tuloksina kuukausia, joiden määrää verrataan rakennusurakalle varattuun kuukausi määrään. Urakka-aika on kireä, jos se on 20% lyhyempi kuin laskettu normaalikesto. Alle 20% poikkeamat normaalikestosta ei välttämättä aiheuta lisäkustannuksia, mutta esivalmistusastetta tai lohkojakoja saatetaan joutua muuttamaan. [1, s. 20.] [2.]



Kuva 2 Normaalikesto suhteessa tuotannolliseen laajuuteen suurissa kohteissa. [3.]

### 2.2.3 Tehollisen rakennusajan laskeminen

Koko aikaa, joka hankkeen rakentamiselle on varattu, ei pystytä käyttämään tuotantoon. Tehollista rakennusaikaa laskettaessa on otettava huomioon kaikki mahdolliset keskeytykset kuten kesä- ja talvilomat, arkipyhät, pekkaspäivät, pakkaspäivät ja suurhäiriövaraukset. Viimeistelyohjelmalle tulee myös huomioida tässä vaiheessa oma aikansa hankkeen loppuun. Tuotannolliset häiriöt vaikuttavat merkittävimmin perustus- ja runkovaiheessa johtuen varamestan puutteesta. Sisävalmistusvaiheessa varamestaa usein löytyy, kunhan sen tarve on huomioitu suunnittelussa. [1, s. 20-21.] [2.]

Tavanomaisessa talonrakennustuotannon aikataulusuunnittelussa voidaan käyttää suurhäiriövarauksina kokonaisajasta laskettuna

- perustusvaiheessa 5 %
- runkovaiheessa 10 %
- sisävalmistusvaiheessa 2 %. [2.]

### 2.2.4 Suoritusjärjestyksen suunnittelu ja valinta

Hankkeen suoritusjärjestys määräytyy osittelun avulla. Lohkojaon perusteella mietitään, miten hanke on paras toteuttaa. Toki lohkojakoon voidaan vielä palata ja muuttaa jakoa, mikäli suunnittelun edetessä ilmenee tarpeita muutoksille. Suoritusjärjestykseen valintaan voi vaikuttaa asiakkaan toiveet, lohkon lyhin rakennusaika, vuodenaika, maaperä, tekniset ratkaisut kuten lämmönjakohuoneen sijainti tai väestönsuoja ja välitavoitteet. [2.]

Lohkojen suoritusjärjestyksen valintaan voidaan käyttää Hossin sääntöä. Hossin säännöstä on myös laajennettu versio.

#### *Hossin sääntö*

*Työt aloitetaan lohkoista, jonka perustus- ja runkovaihe on lyhin ja lopetetaan lohkoon, jonka sisävalmistusvaihe on lyhin jäljellä olevista. [2.]*

#### *Laajennettu Hossin sääntö*

*Työt aloitetaan lohkoista, jossa sisävalmistusvaiheen keston ja perustus- ja runkovaiheen keston suhde on suurin ja lopetetaan lohkoon, jossa suhde on pienin. [2.]*

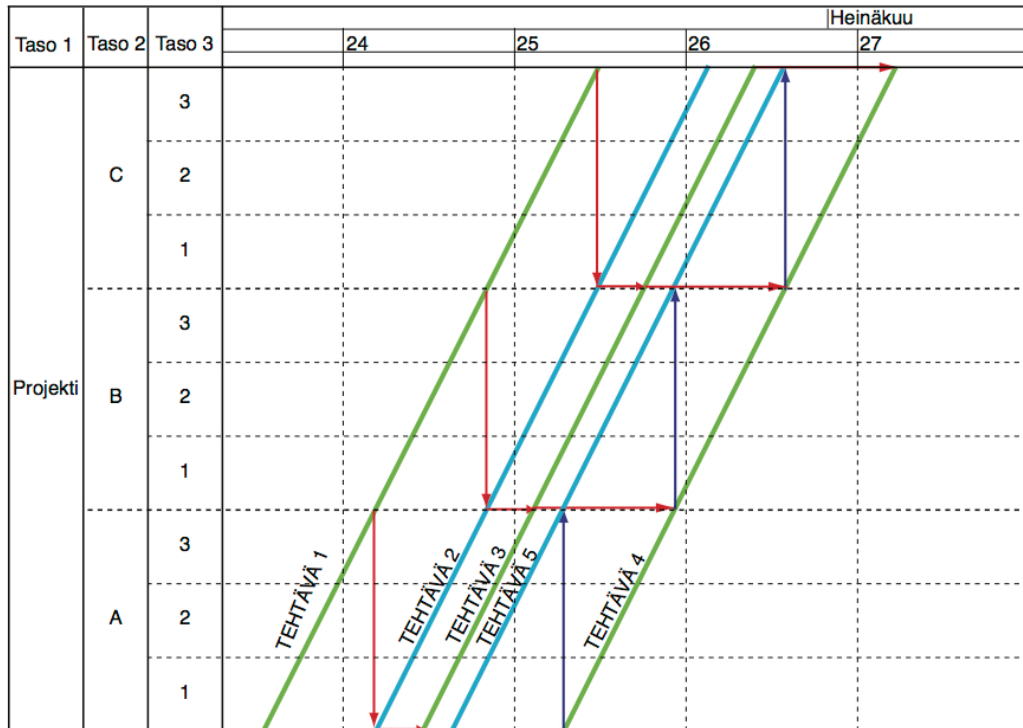
Työt, työvaiheet ja tehtävät työmaalla ovat riippuvaisia aina työmaan muusta toiminnasta. Riippuvuudet määräävät tehtävien välisiä työjärjestyksiä tai ovat muuten valittuja tai ehdottomia rajoituksia. Hankkeen suunnitelma-asiakirjoista ilmenee usein riippuvuuksia, mutta koska rakenne kuvataan suunnitelmissa valmiina, on kokemuksella suuri merkitys, miten riippuvuus analysoidaan. Työn kulusta tuleekin aina muodostaa itselleen selvä kuva, miten ja missä järjestyksessä työn tulee edetä. [1, s. 22-23.]

Töiden suoritusjärjestystä suunniteltaessa tehtävien väliset riippuvuudet voidaan jakaa neljään eri ryhmään; loogiset riippuvuudet, olosuhderiippuvuudet, tekniset riippuvuudet ja resurssiriippuvuudet. *Loogiset riippuvuudet* kuvaavat teknisesti mahdollista työn suoritusjärjestystä. Esimerkiksi anturat pitää raudoittaa ennen betonointia ja muotit purkaa vasta, kun betoni on saavuttanut riittävän lujuuden. *Olosuhderiippuvuudet* määrittyvät sopimusten ja työmaajärjestelyiden sekä sään ja vuodenajan mukaan. *Tekniset riippuvuudet* määräytyvät toteutusteknisistä asioista. Esimerkiksi laatan valu osissa liikuntasauvojen vuoksi. *Resurssiriippuvuudet* taas kuvaavat työryhmien siirtymistä tehtävistä toiseen. Esimerkiksi kirvesmiesryhmä siirtyy vesikatolta tekemään kevyitä väliseiniä. Resurssiriippuvuus merkitsee myös sitä, että resurssi on kiinni aina yhdessä työssä kerrallaan. Resurssilla voidaan siis tarkoittaa niin työryhmää kuin nosturiakin eikä kummassakaan tapauksessa samaa resurssia voi käyttää eri työssä samanaikaisesti. [1, s. 22-23.]

Tehtävät ovat riippuvaisia toisistaan myös neljällä muulla tavalla; alku-alkuriippuvuus, loppu-alkuriippuvuus, loppu-loppuriippuvuus ja alku-loppuriippuvuus. Näistä yleisin on loppu-alkuriippuvuus. [1, s. 22-23.]

Loppu-alkuriippuvuus kuvaa sitä, että toista tehtävää ei voi aloittaa ennen kuin toinen on valmis, eli ei voi betonoida ennen kuin raudoitus on valmis. Alku-alkuriippuvuus kuvaa tehtäviä, jotka voidaan molemmat aloittaa ennen kuin toinen työ on valmis, vaikka jälkimmäisenä aloitettava työ vaatiikin aiemman valmistuakseen kokonaan. Loppu-loppuriippuvuus kuvaa tehtäviä, jotka voidaan saattaa valmiiksi toisen tehtävän valmistuttua. Esimerkiksi väliseinätyötä ei voida tehdä valmiiksi ennen kuin sähkömies on tehnyt seinän sisälle tulevat putkituksensa. Alku-loppuriippuvuus on tehtävillä, missä toinen tehtävä mahdollistaa toisen onnistumisen. Esimerkiksi talvioloissa betonoitavaa holvia on lämmitettävä ja suojattava alusta loppuun. [1, s. 22-23.]

Riippuvuudet tuntemalla voidaan ennaltaehkäistä ja havaita häiriöitä. Riippuvuuksia tulee kuitenkin aina tutkia rakennejärjestelmistä, eri aikatauluista, taulukoista ja erikoissuunnitelmista. [1, s. 22-23.]



Kuva 3 Esimerkki riippuvuuksista; Loppu-alkuriippuvuus (tehtävä 1 ja 2), Alku-alkuriippuvuus (tehtävä 2 ja 3), Loppu-loppuriippuvuus (tehtävä 3 ja 4), Alku-loppuriippuvuus (tehtävä 4 ja 5). [4.]

### 2.2.5 Aikataulutehtävien muodostaminen ja mitoitus

Tehtävät muodostetaan tavoitearvion suoritenimikkeistä. Aikatauluun kootaan ajallisesti ja taloudellisesti keskeiset tehtävät omista sekä ali- ja sivu-urakoitsijoiden töistä. Kattavuus tulee olla yli 80% kokonaistyömenekistä. Työvaiheiden määrien ollessa suuria pidetään kukin työvaihe omana tehtävänä ja omilla resursseilla. Pienistä töistä pyritään kokoamaan suurempia tehtäviä. Tehtäviä muodostuu yleensä 30-35, joista 15-20 mestaa sitovaa tehtävää. Aikataulussa ei saa tehtäviä myöskään olla liikaa. [2.] [4.]

Mitoitettaessa tehtäviä tulisi suoritemäärät saada määräluettelosta osakohteittain. Tehtävän kesto voidaan laskea tahdistavan työryhmän työmenekkitiedon tai työsaavutustiedon ja tehtävän suoritemäärän avulla. Työmenekit saadaan kustannusarviosta, Ratu-tiedostoista tai kokemuksen kautta. Työmenekin yksikkönä

käytetään tth/yksikkö, eli aika, jonka työryhmä, tekijä tai kone tarvitsee yhden yksikön aikaansaamiseen, neliöön, kuutioon tai muuhun mitattavaan yksikköön. [2.] [4.]

**Taulukko 1 Tehtävän mitoitus esimerkki [2].**

Suorite	Menekki tth/yks	Määrä	Kesto
Muotti	0.7	403m <sup>2</sup>	282
Raudoitus	0.01	4210 kg	42
Betonointi	0.3	119m <sup>3</sup>	36
Yhteensä			360 tth

Taulukon 1 esimerkin mukaan tehtävän kestoksi kolmen hengen työryhmälle muodostuu 360 tth / 8h / 3 hlö = 15 työvuoroa. [2.]

#### 2.2.6 Tehtävien tahdistus ja rytmitys

Kun tehtäviä sijoitetaan aikatauluun tulee ottaa huomioon tietyjä seikkoja kuten tahdistus, rytmitys ja työryhmien käytön jatkuvuus.

Tahdistuksella tarkoitetaan tehtävien sijoittamista aikatauluun niin, että mestat eivät pääse loppumaan. Pyritään siis käyttämään rakennusaika mahdollisimman tehokkaasti ja samalla säilytetään tehtävien ohjausmahdollisuus. Tehtävien aloitusväliksi laitetaan noin 10 – 15 työvuoroa. Tahdistusta voidaan vaikuttaa muuntelemalla tehtävien sisältöä, työryhmän koko tai työpäivän kestoa. Tehtävän kestoa ei kuitenkaan voi rajattomasti lyhentää työryhmän kasvattamisella vaan on olemassa optimaaliset työryhmäkoot, jolla työteho on suurin. [1 s. 24.] [2.] [4.]

Rytmityksessä suunnitellaan tehtävistä työkohteittain jatkuvia. Tehtäviä rytmitetään muun muassa

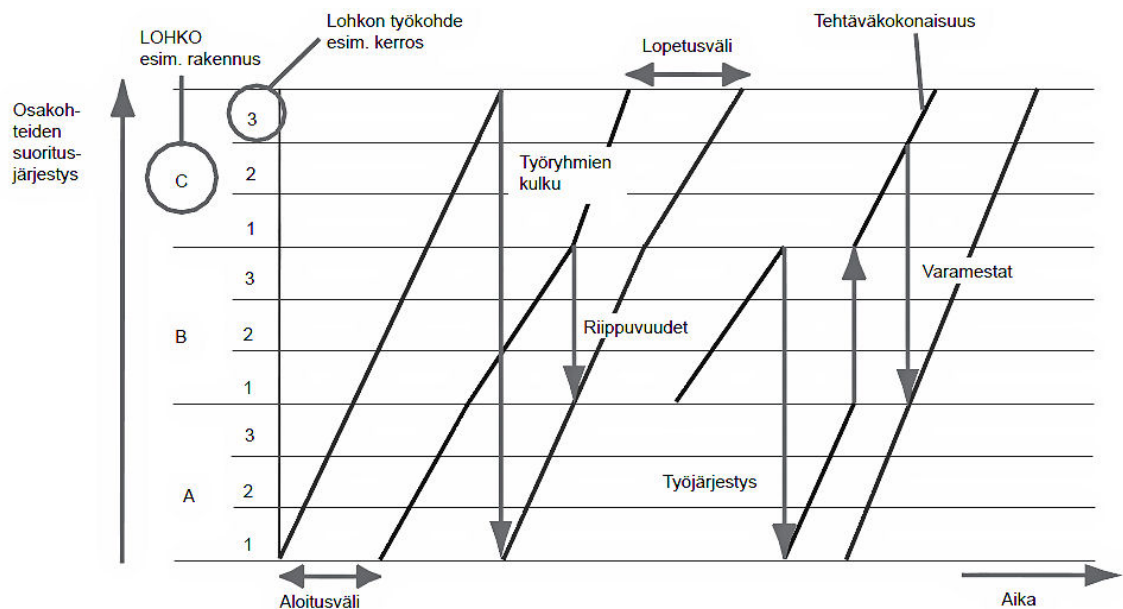
- siirtämällä aloituksia
- käyttämällä eri työkohteissa erikokoisia ryhmiä
- varamestoja järjestämällä
- muuntamalla työjärjestyksiä tehtävän sisällä. [1 s. 24.] [2.] [4.]

Työryhmien käyttöä tutkitaan aikataulun avulla. Tehtävien sijoitusta aikataulussa voidaan muuttaa, jotta työryhmille voidaan työn valmistuttua osoittaa uusi mesta.

## 2.2.7 Aikataulun laadinta

Yleisimmin aikataulut esitetään jana- ja vinoviiva-aikatauluina. Vinoviiva-aikatauluja ovat paikka-aikakaavio ja tuotantokaavio.

Jana-aikataulussa esitetään tehtävät vasemmalla sarakkeessa ja kestot sarakkeiden vieressä janoilla. Paikka-aikakaaviossa pystyakselilla kuvataan koko projektia ja projektin jakoa lohkoihin, asuinrakennuksen eri rakennuksiin ja lohkon osiin, esimerkiksi kyseisen rakennuksen kerrokseen. Vaaka-akselilla kulkee aika jana-aikataulun tavoin. Paikan ja ajan suhteen piirretyt vinoviivat siis kuvastavat tehtävien kestot, suoritusjärjestykset sekä toteutusten aikavälit.



Kuva 4 Paikka-aika-aikataulun periaatteet. [1, s. 25.]

## 2.3 Yleisaikataulu

Työmaan yleisaikataulun tarkoitus on toimia päätoteuttajan työmaatoteutuksen, ajallisen ohjauksen sekä valvonnan työkaluna. Yleisaikataulu on keskeinen tiedonjako väline eri osapuolten välillä ja sen avulla sovitaan ali- ja sivu-urakoitsijoiden työt omien töiden kanssa. Resurssipohjaisesti tehty yleisaikataulu toimii lähtötietona työvoima-, hankinta- ja kalustosuunnitelmille sekä tarkemmille aikatauluille, kuten rakentamisvaihe- ja viikkoaikatauluille sekä tehtäväsuunnitelmille. [1, s. 27.] [4.]

Yleisaikataulua laaditaan kolmena eri ajankohtana ja suunnitelmat eroavat sisällön tarkkuuden ja käyttötarkoituksensa puolesta. Yleisaikataulutyyppit ovat alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu ja työaikataulu.



Kuva 5 Yleisaikataulun kehitys [4].

Alustavan yleisaikataulun laatii päätoteuttaja ennen rakentamispäätöstä tai urakan tarjousvaiheessa. Aikataulun tavoitteena on selvittää tärkeimmät työvaiheet ja -menetelmät ja niiden kestot, koko hankkeen kesto ja aikataulun kireys sekä miten työt sopivat rakennuttajan hankeaikatauluun. Aikataulussa esitetään tärkeimmät tehtävät, niiden aloitus- ja valmistumisajat, hankkeen valmistumispäivämäärä sekä välitavoitteet ja muut merkittävät tavoitteet. Tehtävien kesto lasketaan menekkitietojen perusteella kokonaisuajana T4. [1, s. 27.] [4.]

Sopimusaikataulu on sopimusneuvotteluissa tarkennettu alustava yleisaikataulu. Alustavaa aikataulua muokataan ja tarkennetaan siten, että sieltä löytyy kaikki oleelliset ja tärkeät ajankohdat molemmilta osapuolilta. Sopimusyleisaikataulu liitetään myös urakasopimukseen ja toimii rakennuttajan valvontatyövälineenä. [1, s. 27.] [4.]

Työaikataulu, jota yleisimmin kutsutaan työmaalla yleisaikatauluksi, tarkennetaan päätoteuttajan toimesta sopimusaikataulun pohjalta työmaata ja eri urakoitsijoiden töiden yhteensovittamista varten. Työaikataulussa töitä suunnitellaan tarkemmin ja viimeistään tässä vaiheessa tulee talotekniset tehtävät mukana. Tehtävät mitoitetaan tässä vaiheessa tehollisten työvuoroaikojen T3 mukaan. Kaikki aikataulutehtävät mitoitetaan mukaan lukien LVIS-työt, muiden urakoitsijoiden työt kuin omat työtkin. Aikataulussa esitetään tärkeimpien tehtävien ajoitus, välitavoitteet ja luovutustoimenpiteet. Hyvän työaikataulun tulee olla selkeä. Työaikataulua tarkennetaan edelleen yksityiskohtaisemmilla suunnitelmilla. [1, s. 27.] [4.]

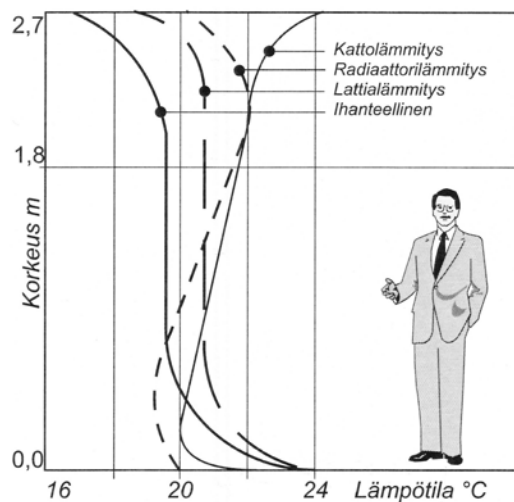
Rakentamisvaiheaikataulussa tarkastellaan yleisaikataulua tarkemmin yhtä rakentamisvaihetta. Aikataulussa kuvataan kyseisen rakennusvaiheen, kuten sisävalmistusvaiheen töitä. Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan 2 – 6 kuukauden pituisille ajanjaksoille ja toimii edelleen lähtötietona ja tavoitteena viikkosuunnittelulle. [2.] [5, s. 55-56.]

Viikkoaikataulut laaditaan 1-2 viikkoa eteenpäin ja tarkentuu joka viikko siten, että aina työn alla oleva viikko on tarkin. Aikataulussa kuvataan vain kyseisten viikkojen aikana tapahtuvia tehtäviä. Jokainen työnjohtaja laatii aikataulun omista vastuualueistaan ja lopulta nämä yhdistetään yhdeksi. Viikkoaikataulu on oiva väline työnjohdon päivittäisen toiminnan suunnitteluun ja ohjaukseen. Viikkoaikataulujen suunnittelulla pystytään poistamaan mahdollisia häiriöitä etukäteen, varmistamaan resurssien tehokas käyttö sekä tehtävän aloitusedellytykset. [2.] [5, s. 56-60.]



### 3 Vesikiertoiset lattialämmitysjärjestelmät

Asuinkerrostalojen lämmitys toteutetaan yhä useammin vesikiertoisella lattialämmityksellä. Rakennukset ovat nykyisin niin hyvin eristettyjä, että järjestelmän alhainen kiertoveden lämpötila tekee vesikiertoisesta lattialämmitysjärjestelmästä oivan lämmitysmuodon myös matalalämpöratkaisuille, kuten maalämpöpumpuille. Lämmönlähteenä voi käyttää mitä tahansa energiamuotoa. Lattialämmitys parantaa asumisviihtyvyyttä luovuttamalla lämpöä vedottomasti ja tasaisesti huoneilmaan koko lattian pinta-alalla. Lattia on myös jalkaa vasten aina lämmin, mikä lisää mukavuutta. Ikkunoiden alle sijoitettavat lämpöpatterit jäävät pois mahdollistaen lattiaan asti ulottuvat ikkunat ja huonekalujen vapaan sijoituksen. Vesikiertoisen lattialämmityksen rinnalla voidaan myös helposti käyttää muita lämmitystapoja, kuten vesikiertoisia pattereita. [6 s.156.]

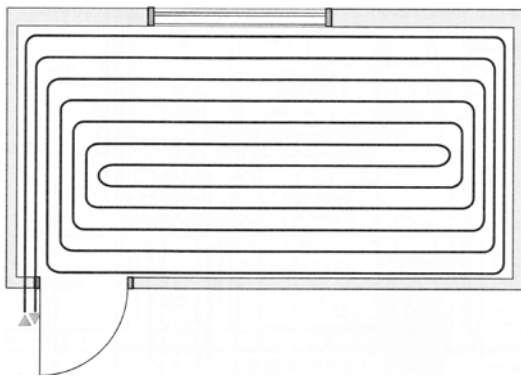


**Kuva 6 Lämmön kerrostuminen eri lämmitystavoilla. [6, s. 156.]**

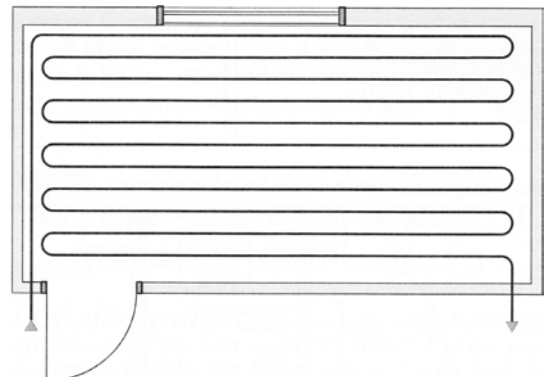
#### 3.1 Toimintaperiaate

Vesikiertoinen lattialämmitys on osa vesikeskuslämmitystä. Veden lämmitystapa voi vaihdella, mutta yli 90%:ssa asuinkerrostaloista käytetään kaukolämpöä. Lämmönsiirtimeltä lämpöenergia lämmittää kattilassa olevaa vettä, jonka taas vesikiertoa ylläpitävä pumppu pumppaa kiertämään rakennuksen lämpöputkistoon. Vesi tulee lämpölinjoja pitkin huoneiston jakotukille, joista vesi taas kiertää eteenpäin jokaiseen erilliseen lämpöpiiriin. Tämän jälkeen vesi palaa paluuputkistossa takaisin kattilaan lämpiämään. [6.]

Lattialämmitys kierrättää lämmintä vettä lattiarakenteisiin asennetuissa putkistoissa siten lämmittäen tasaisesti koko rakennusta. Lattian pintalämpötilaksi riittää 23-25°C, jolla saadaan tuotettua tarvittava määrä lämpöä huoneeseen. Pintalämpötila ei saa myöskään ylittää 27°C mukavuussyistä sekä pintamateriaalin vuoksi. Ikkunaseinille putket voidaan jaotella tiheämmin, jotta saadaan kompensoitua kylmän ikkunapinnan aiheuttamaa vaikutusta (näky kuvassa 22). Putkistoon tuleva kuuma vesi johdetaan ensin ulko- ja ikkunaseinille. Kuvan 7 riviputkituksessa saattaa ikkunaseinän lattia olla lämpimämpi kuin sisemmän seinän vieressä. Pienillä lattialoilla riviputkituksessa ei eroa huomaa. Kuvan 8 spiraaliputkitus jakaa lämmön tasaisemmin koko lattialaattaan.



Kuva 8 Riviputkitus. [6, s. 158.]



Kuva 7 Spiraali-putkitus. [6, s. 158.]

Huoneistoissa kaikki lattialämmityspiirit alkavat ja päättyvät jakotukkiin. Yleensä yksi huone on yksi lämmityspiiri, mutta suurissa huoneissa voi olla useitakin piirejä. Jakotukkeja on kaksi, meno- ja paluujakotukki. Menojakotukkiin kiinnitetään putken menopäät ja vastaavasti paluujakotukkiin piirin toinen loppupää. Jakotukilla säädetään veden virtaus lämmityspiireihin. Lämmitystä säädellään huonekohtaisesti termostaateilla, jotka säätelevät jakotukkia. [6, s. 156-158.]

### 3.2 Lattiarakenteen vaihtoehdot

Vesikiertoisen lattialämmityksen toteuttamisvaihtoehtoja on muutamia. Alustaksi kelpaa miltei mikä vain; tasattu maapohja, betoni ja puu, kaikki käyvät.

Maavaraisesti ja betonille asennettaessa rakenne on käytännössä sama, mutta maapohjalle voidaan joutua levittämään paksumpi eristekerros lämpöhäviöiden estämiseksi. Betonipinnan, joko paikallavaletun holvin tai ontelolaattavälipohjan, päälle asennettaessa niin ikään levitetään eristekerros ensin. Riippuen, valetaanko raudoitettu laatta vai ei, levitetään rauditusverkot ja verkon päälle putkisto. Mikäli ei raudoiteta

laattaa, käytetään putkipidikelistoja, jotka pitävät putket paikallaan valussa. Lattialämmitys voidaan asentaa myös asennuslevyjen avulla. Levyt ovat eristettä, joihin on koverrettu tai tehty nystyrät, jotka pitävät lämmitysputken paikoillaan. Putket peitetään vähintään 30 mm lattiamassalla riippumatta rakenteesta. Välipohjarakenteissa eristekerros toimii askeläänieristeenä sekä estää välipohjarakenteiden turhaa lämmittämistä. Lattialämmitysputkisto voidaan asentaa myös holvivalun yhteydessä. [7.]



Kuva 9 Putket raudoiteverkossa kiinni. [7.]



Kuva 10 Putket kiinnitetty askelääntäeristävään asennuslevyyn. [7.]

Vesikiertoinen lattialämmitys voidaan toteuttaa myös puuvälipohjille. Lämmitysputket voidaan asentaa harvalaudoituksen väliin lattian puuvasojen väliin tai päälle. Kummassakin tapauksessa käytetään harvalaudoitukseen asennettavaa lämmönluovutuslevyä, joka jakaa lämmön lattiaan. Putket voidaan kiinnittää myös uritettuihin lastulevyihin, joihin myös asennetaan lämmönluovutuslevyt. Neljäs tapa toteuttaa lattialämmitys puuvälipohjassa on käyttää lattialämmityskasetteja. Kasetit asennetaan lattiavasojen väliin ja naulataan vasan yläreunaan kiinni. [8.]



Kuva 12 Putket harvalaudoituksen välissä. [8]



Kuva 11 Putket lämmönluovutuslevyissä. [8]

## 4 Lämpölattiat

### 4.1 Weber Comfort -lämpölattia

Comfort -lämpölattia on nopeasti säätöön reagoiva lattialämmitysjärjestelmä kantavan välipohjarakenteen päälle, joka toimii samalla askeläänieristeenä. Samalla lämmitetty pintalaatta eristetään myös rakennuksen rungosta. Eristelevyt on pinnoitettu alumiinilevyillä, jotta lämpö levittyy vaakasuunnassa nopeasti ja tasaisesti. Lattia on suunniteltu kuiviin tiloihin, eikä sitä suositella lattiakaivollisiin huoneisiin. Lattialämmitysjärjestelmä on kokonaistoimitus, johon kuuluu kaikki järjestelmän osat, lattiatasoite ja työt. [9.]

#### 4.1.1 Rakenne

Välipohjan päältä lähtevä rakenne koostuu useasta komponenteista; reunanauha, ura- ja kääntölevy, täyttö- ja askeläänilevy, lämmitysputket, putkikiinnikkeet, erotuskangas, lasikuituverkko sekä lattiatasoite. Rakenteen minimipaksuus on 60 mm, josta 35 mm on ura- ja kääntölevyjä ja 25 mm lattiatasoitetta.



Kuva 13 Weber Comfort-mallikappale. Kuva: Jere Viljanen

### Reunanauha

Kaikille seinille ja muille pystyrakenteille, kuten pylväille ja putkille kiinnitetään tämä 100 mm korkea ja 8 mm paksu vaahdotettua polyesteriä oleva reunanauha. Reunanauha antaa tilaa uivan lattianrakenteen kutistumis- ja lämpöliikkeille sekä estää äänisiltojen syntymistä runkorakenteisiin. Reunanauhassa on liimapinta, jolla se kiinnitetään seinään, sekä muovikalvo, joka käännetään uralevyjen päälle, jottei lattiatasoite valu reunanauhan ja levyjen väliin seinustoilla. [10.]



Kuva 14 Reunanauha [10].

### Comfort-levyt

Ura- ja kääntölevyt toimivat lattiarakenteen askelääntäeristävänä ja runkorakenteista lämpöeristävänä osana. Levyt ovat valmistettu EPS-eristeestä, jonka pinnassa on alumiinilevyjä. Levyt jakavat lämmön nopeasti tasaiseksi pintamassaan ja näin lämpöputkia on vaikea erottaa lattiassa. [11.][12.]



Kuva 15 Comfort-uralevy [11].

Jokaisessa uralevyssä on kahdeksan kappaletta 286x286 mm kokoista alumiinilevyä ja niiden välillä on 16 mm rako, joka tekee Comfort-levyistä diffuusioavoimia. Täten rakenteen sisälle ei synny yhtenäistä höyrinsulkua. Alumiinimoduuleissa on kaksi Omegan muotoista uraa, joihin Ø 16-17 mm:n lämmitysputket voidaan asentaa. Urat mahdollistavat putkituksen teon k/k 150 mm ja k/k 300 mm jaolla. Levyn mitat ovat 1200 x 600 x 35 mm. [11.]

Kääntölevyt ovat uralevyjen kaltaisia, mutta 15 mm ohuempia eikä niissä ole uria lämmitysputkia varten. Levyn nimen mukaisesti lämmitysputket kääntyvät levyn päällä takaisin uralevyn uriin. Lämmitysputket kiinnitetään kääntölevyyn polypropyleenistä valmistetulla kiinnikkeellä, jonka esiasennettu ruuvi helpottaa kiinnitystä alumiiniin. Levyn mitat ovat 1200 x 600 x 20 mm. [12.]



Kuva 16 Lämmityspotket tulevat uralevystä ja kääntyvät kääntölevyn päällä takaisin. [9.]

Täyttölevyt ovat alumiinimoduulittomia eristelevyjä lattioiden reuna-alueille, joille ei mahdu täysiä alumiinilevyjä. EPS-levyä leikataan tarpeen mukaan aukkoihin. Levy koko 1200 x 600 x 20 mm. Valmiin lattian levymenekki jakaantuu eri Comfort-levyjen kesken keskimäärin 75-80% uralevyä, 20-25% kääntölevyä ja 2-5% täyttölevyä. [13.]

Valmiin rakenteen askelääneneristävyys dB -plaanon kanssa erilaisilla välipohjarakenteilla näkyy kuvasta 17. Suomen Rakentamismääräyskokoelman C1 (1998) taulukon 2.1 mukaisesti lattiarakenne sallitaan kohteissa, joissa askeläänentasolukuvaatimus on 53 dB suurimmillaan. [14.]

Välipohjarakenne	Klinkkeri tai muu kova päällyste	Lautaparketti tai vähän joustava muovi- tms. päällyste
Massiivinen betoni-laatta, paksuus vähintään 200mm	≤ 53	≤ 53
Ontelolaatta, massa vähintään 300 kg/m <sup>2</sup>		≤ 53
Ontelolaatta, massa vähintään 375 kg/m <sup>2</sup>	≤ 53	≤ 49
Ontelolaatta, massa vähintään 500 kg/m <sup>2</sup>	≤ 49	≤ 49

Kuva 17 Askeläänitasoluku L 'n, w, (dB) erilaisissa välipohjarakenteissa [14].



## Jakotukit

Jakotukkeja ei lattialämmitysjärjestelmässä ole omana tuotteenaan, vaan ne määräytyvät yleensä putkiliikkeen käyttämien lämmitysputkien mukaan. Jakotukkeja valmistetaan muun muassa messingistä, ruostumattomasta teräksestä ja kuituvahvisteisesta polyamidista, kuten kuvassa 18 oleva Uponorin tukki. Tukki on varustettu putkien pikaliittimillä. Virtausta säädetään menotukin säätöventtiilillä ja paluutukin käsisäätöpyörä voidaan korvata toimilaitteella. [15.]



Kuva 18 Uponor Pro 1\" Q&E jakotukki [15].

Jakotukkikaapit voidaan asentaa pintaan tai upottaa seinän sisälle. Kaappiin mahtuu 2-6- tai 6-12-piiriset jakotukit. Kaapissa on lukittava ovi ja jakotukin kannakkeet. Jakotukkikaapeista on olemassa myös lattiamalleja, jotka sijoitetaan kalusteiden sokkeleihin. Pienemmän kaapin mitat ovat 550x98x850 mm ja suuremman 850x98x850 mm. [15.]



Kuva 19 Uponor-jakotukkikaappi [15].



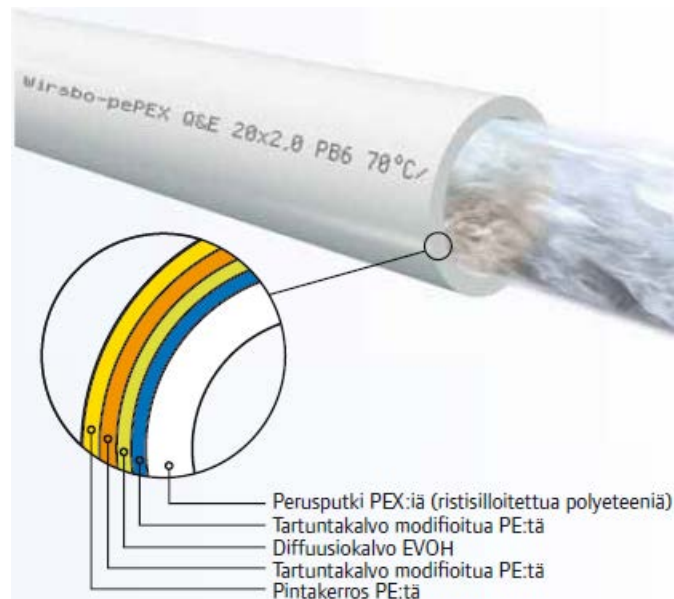
Kuva 19 Lattiamallinen, kalusteiden sokkeliin sijoitettava jakotukkikaappi. Kuva: Jere Viljanen



Kuva 20 Seinään upotettava jakotukkikaappi. Kuva: Jere Viljanen

### Lämmitysputket

Rakenteen toimittaja ei itse valmista lämmitysputkia, mutta ne kuuluvat rakenteen kokonaistoimitukseen. Uralevyihin siis sopii halkaisijaltaan 16-17 mm lämmitysputket. Lämmitysputket ovat useimmiten ristiinsilloitettua polyeteeniä. Putkien monikerrosrakenne mahdollistaa putken taipuisuuden sekä hyvän lujuuden. Putki on myös happidiffuusiosuojattu, joka siis estää hapen kulkeutumisen putken läpi. Lattialämmitysjärjestelmiin ei saa liittää putkiosuuksia ilman happidiffuusiosuojausta. [6, s. 159.]



Kuva 20 Wirabo-pePEX lattialämmityksiin tarkoitettu lämmitysputki [16].

### Erotuskangas ja lasikuituverkko

Erotuskangas erottaa lattiatasoitteen lattiarakenteesta ja on vettä hylkivä sekä tiivis. Vesihöyry kuitenkin läpäisee kankaan, joten kuivuminen on mahdollista kumpaankin suuntaan. Kankaan pinta on tavallista suodatinkangasta sileämpi ja sen ansiosta lattiatasoite ei tartu kankaan pintaan. Tämä mahdollistaa tasoitteen pienet kutistumat ja lämpöliikkeet. Lattiatasoite liukuu sileän pinnan päällä ja tasoittuu paremmin. [17.]

Lasikuituverkko on viimeinen rakenteen osa ennen lattiatasoitteen valua. Verkon tarkoitus on vahvistaa tasoitelaa. Verkon silmä koko on 10x10 mm ja sitä voi leikata



veitsellä. Erittäin kevyt käsitellä ja helppo siirtää erotuskankaan päällä sen tasaisuuden ansiosta. [18.]

### *Lattiatasoite*

Rakenteen viimeistelevä osa on sementtipohjainen ja kuituvahvisteinen lattiatasoite, joka pumpataan lämpölattian päälle. Tasoite toimitetaan työmaalle tonnin suursäkeissä tai täytettävissä siiloissa, riippuen työmaan toiveista. Tasoitekerroksen paksuus voi vaihdella 25-50 mm välillä ja ilmoitettu menekki on noin 1,7 kg/m<sup>2</sup>/litra 1 mm:n kerrospaksuudella. Pumppauksen jälkeen on lattia kävelykelppoinen kuuden tunnin kuluttua noin +20 °C lämpötilassa ja päällystettävissä 1-3 viikon kuluttua riippuen tasoitteen paksuudesta ja kuivumisolosuhteista. Comfort-lämpölattian etuna on, että putkistossa voi kiertää vesi jo lattiapumppauksen aikana, mikä edesauttaa tasoitteen kuivumista. [19.]

Pinta voidaan päällystää laatoilla tai parketilla suoraan, mutta muovi-, linoleum- tai tekstiilimatot sekä korkki- ja vinyylilaatat vaativat pinnan ylitasoituksen. Pinta ei sovellu liimattavalle parketille eikä pintaa suositella maalattavaksi. [19.]

#### 4.1.2 Asennus

Ennen lattia-asennuksen aloittamista pitää olla rakennuksen vaippa ummessa, vesikatto pitävä ja noin 5-10 °C lämpötila sisällä. Kun lattia asennus alkaa, ei samassa huoneistoissa voi olla muuta työtä samanaikaisesti meneillään, eli käytännössä on kerroksen huoneistot rauhoitettava noin viikoksi. Paikallavalukohteissa voidaan lattioita alkaa asentaa ensimmäisissä kerroksissa jo ennen vesikaton valmistumista, kun sade- ja sulamisvedet johdetaan kylpyhuoneiden kaivoihin. Paikallavalettu kohde on myös todella paljon tiiviimpi verrattuna ontelovälipohjaiseen. Lattiakaivollisiin tiloihin ei suositella Comfort-järjestelmää asennettavaksi, sillä itsestään tasoittuvasta lattiatasoitteesta ei saada kaatoja muotoiltua. Kylpyhuoneiden seinät tulee siis olla muurattuna tai muuten valmiina ennen asennusta. Paikallavalurungon yhteydessä valettujen kylpyhuoneiden lattiakorkoihin tulee kiinnittää erityistä huomiota, jotta korkomaailmat kohtaavat valmiin lämpölattian pinnan kanssa oviaukolla. [20.] [21.]

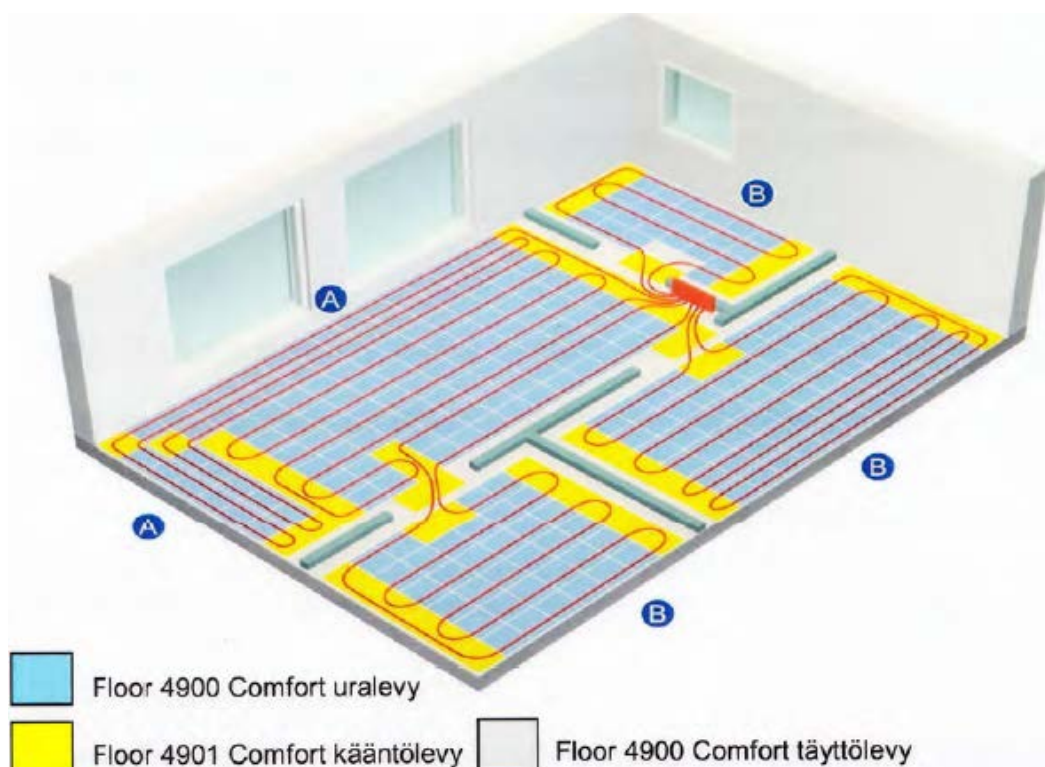
Comfort-lämpölattioiden asennus alkaa pohjan epätasaisuuksien tasoittamisella ja alustan siivouksella. Pinnan poikkeama saa olla kahden metrin matkalla ± 5 mm eikä

alustassa saa olla pykälää. Betonisen välipohjan ja elementtisaumojen suhteellinen kosteus saa olla maksimissaan 95 %. [21.]

Reunanauha asennetaan kaikkia pystyrakenteita ja putkistoja vasten, jonka jälkeen voidaan alkaa levittämään levyjä. Reunanauhassa on toisella puolen liimapinta, jolla se kiinnitetään seinään. Toisella puolen irrotuskaistaa on muovilieve, joka käännetään myöhemmässä vaiheessa suodatinkankaan alle. [21.]

Mikäli kevyitä väliseiniä ei ole tehty ennen lattiaa, tulee ne tarkasti merkitä huoneistoihin, jotta vältetään myöhemmin putkiston vahingoittumiselta kun väliseiniä tehdään. Kevyet väliseinät voidaan tehdä ennen tai jälkeen lattiatöiden. Useimmiten, noin 75 % kohteista, on väliseinät kuitenkin tehty ennen lattioiden rakentamista. [21.]

Levyt levitetään lattialämmityspiirisuunnitelmien mukaisesti. Kääntölevyt kiinnitetään alustaan liimaamalla, jotta kääntyvä putki ei nosta sitä irti alustasta. Levytysvaihe vie eniten aikaa asennuksessa, karkeasti 60 % ajasta. Uralevyt ovat siis lämmityspotken suorien osuuksien alla ja muut osuudet ovat kääntölevyillä. Kaikki muut lattia-alan osat täytetään täyttölevyillä.



Kuva 21 Comfort-levyjen jakaantumisperiaate [21].

Lämmitysputket asennetaan lattialämmityssuunnitelman mukaisesti uralevyihin. Putken mutkakohtiin kääntölevyllä ruuvataan kiinnikkeet varmistamaan putkien paikallaanpysyminen. Lämmitysputki siis lähtee jakotukilta, kiertää määrätyn piirinsä, esimerkiksi olohuoneen, ja palaa takaisin jakotukille. Putki ei saa ylittäviä tai muuten vaurioitua niin, että siihen syntyy poimuja. Kun putkiasennus on tehty, koeponnistetaan jokainen piiri ilmalla mahdollisten putkivaurioiden havaitsemiseksi. Koeponnistuksen jälkeen voidaan levittää erotuskangas ja lasikuituverkko. Erotuskankaan alle käännetään irrotuskaistan muovilieve ja erotuskankaan palat limitetään vähintään 200 mm sekä pumpataan niin, että lattiatasoite valuu ensin ylemmän kerroksen päälle. Lasikuituverkko levitetään kankaan päälle 50 mm limityksin erotuskankaan suuntaisesti. Tähän vaiheeseen menee noin yksi päivä, jonka jälkeen lattiatasoite on mahdollista pumpata. [20.] [21.]

Lattiatasoitteen pumppaus tapahtuu joko työmaalle tuodulle siilolla tai pumppausautolla. Siilolla pumpatessa siilo tuodaan työmaalle haluttua pumppauspäivää ennen ja viedään sitten pois yleensä seuraavana päivänä. Autolla pumpatessa saapuu auto ja suursäkit tasoitetta samaan aikaan ja häviävät myös työmaalta, kun pumppaus on tehty. Tämä tapa sopii ahtaille työmailla, kun tilan tarve on vain silloin kuin itse työ tapahtuu. Yhdellä siilolla voidaan valaa noin kolmesataa neliötä lattiaa, autolla valaessa tuodaan tarpeellinen määrä säkkejä työmaalle. Tasoitteen pumppaus on varsin nopeaa ja päivässä voidaan saavuttaa 600 m<sup>2</sup>, kunhan vain riittää valettavaa pintaa. Usein mennään kerros per viikko tahdilla eteenpäin lattiarakenteen toteutuksessa.[20.][21.]



**Kuva 22** Kuvassa näkyy lattiamassaa vaille valmis rakenne. Reunanauhan muovilieve käännetty erotuskankaan alle, jotta lattiamassa ei valu seinän ja levyjen väliin tai alle. Lasikuituverkko on levitetty erotuskankaan päälle. Kuva: Jere Viljanen

## 4.2 WehoFloor dB -lämpölattia

WehoFloor-lattialämmitysjärjestelmä on melko samankaltainen kuin Comfort. Järjestelmä koostuu myös ääneneristyslevyistä ja lattiatasoitteesta ja on kokonaistoimitus. Rakenteet kuitenkin eroavat toisistaan, vaikka idea hyvin samanlainen onkin. Tässä lämpölattiassa on vain yhdentyypistä eristelevyä, nappulalevyä, johon lämmitysputket kiinnittyvät. Tähän päälle tulee kipsipumppaus. Comfortin tavoin WehoFloor on kokonaistoimitus, jossa yhdellä sopimuksella saadaan koko lattiarakenne.

### 4.2.1 Rakenne

Lattiarakenne siis koostuu reunanauhasta, nappulalevyistä, lämmitysputkista ja kipsivalupumppauksesta. Rakenteen paksuudeksi tulee kokonaisuudessaan 77 mm, josta 30 mm on nappulalevyä ja 47 mm kipsivalua. Järjestelmään kuuluu myös valmiiksi kootut messinkiset jakotukit ja jakotukkikaapit. [22.]

#### *Nappulalevyt*

Nappulalevyt ovat PE-muovikalvolla pinnoitettuja kaksitiheyslevyjä. Levyjä löytyy 11 mm, 20 mm ja 30 mm paksuisina. Levyn pinnassa olevat nappulat lukitsevat lämmitysputken väleihin ja mahdollistavat niin putken spiraaliasennuksen kuin 45 asteen kulmatkin. Nappuloiden yläreunoissa on ulokkeet, jotka estävät putken nousun pois paikaltaan valun yhteydessä. Levyn muovikalvo muodostaa tiiviin valupinnan estäen massan valumisen levyjen väliin, sillä se lukkiutuu eristeen yli ulottuvan kalvon osalla viereisen levyn nappuloihin. [22.]



Kuva 23 Nappulalevymalli ja levyjen kiinnitys toisiinsa. Kuva: Jere Viljanen

### *Lämmityspotket*

Järjestelmä käyttää kotimaista halkaisijaltaan 17 mm PE-X putkea, joka on taipuisa myös pienille asennusväleille. [22.]

### *Kipsitasoite*

Lattialämmitysjärjestelmä käyttää Knaufin FE80 -lattiamassaa. Tasoite on valmiiksi sekoitettu kipsisideaineinen kuivalaasti, johon lisätään vain puhdas vesi. Massa on itsestään tasoittuva ja soveltuu uiviin lattiarakenteisiin ja lattialämmitysjärjestelmän päälle. Kipsitasoitteen paksuus uivissa lattialämmitysratkaisuissa on 30-80 mm. [23.]

### *Jakotukit*

WehoFloor-lattialämmitysjärjestelmään kuuluu oma messinkinen jakotukkinsa. Tukki on valmistettu putkimuotoisesta messinkistä, mikä edes auttaa sen virtausominaisuuksia. Jakotukin itseaiheuttama painehäviö on alhainen. Jakotukki toimitetaan valmiiksi koottuna työmaalle. Menojakotukissa on virtausmittari jokaiselle piirille, joka helpottaa esisäätöä ja huoltoa. Järjestelmässä on tarjolla myös jakotukkikaappeja upotettavana ja pinta-asenteisena versiona. [22.]



Kuva 24 Messinkinen WehoFloor jakotukki. [22.]

#### 4.2.2 Asennus

Alustan pinta tulee olla tasainen ja siisti. Ennen nappulalevyjä asennetaan reunanauha kaikille pystypinnoille ja putkille. Tämän jälkeen levitetään nappulalevyt. Seinän viereisestä levyistä tulee leikata pois PE-kalvon osa, joka kiinnittyy viereisiin levyihin. Levyä voidaan leikata veitsellä helposti, joten hankalammankaan muotoiset seinät tai rakenteet eivät estä lattian asentamista. Levytys on varsin nopeaa, kun on vain yhdentyypistä levyä. [24.]

Lämmityspotket asennetaan sitten nappulalevyn nappuloiden väleihin. Asennus voidaan tehdä spiraaliasennuksena tai mutka-asennuksena. Nappulalevyn rakenne myös mahdollistaa 45° kulmat. Lämmityspotket lukkiutuvat nappuloiden yläreunoissa

oleviin ulokkeisiin. Kun levytys on tehty, pursotetaan levyn ja reunanauhan välisiin saumoihin polyuretaanivaahtoa, joka estää lattiatasoitteen valumisen reunanauhan ja levyn välistä levyjen alle. [24.]

Ennen lattiatasoitteen pumpausta merkitään korot esimerkiksi eristelevyyn painetuilla nauloilla ja seinille merkityillä korkomerkeillä. Kun tasoite on pumpattu, on lattialämmitys mahdollista ottaa käyttöön seitsemän vuorokauden kuluttua. Lämmitys aloitetaan 25 °C syöttölämpötilalla ja jatketaan kolme päivää, jonka jälkeen voidaan asettaa maksimisyöttölämpötilaksi 50 °C, jota pidetään niin kauan, kunnes lattia on kuiva. 50 °C lämpötilalla lattia kuivuu teoriassa kymmenessä vuorokaudessa, mutta yli 50 mm paksuuksilla kipsitasoite kuivuu kauemmin. Pinta on kävelykelppoinen noin vuorokauden kuluttua +20 °C RH 65 % olosuhteissa. Pinnoitettavissa pinta on noin kolmen viikon kuluttua lämmityksen aloittamisesta. [23.] [24.]

## 5 Tulokset

### 5.1 Haastattelut

Haastatellut henkilöt olivat kohteissaan toteuttaneet yhdestä useampaan rakennukseen välipohjarakenteen päälle tulevaa uivaa vesikiertoista lattialämmitysjärjestelmää. Kohteet olivat paikallavalu- ja elementtikohteita.

#### *Rakennuksen vaippa*

Jokaisessa kohteessa oli rungon vaippa saatu umpeen täysin ennen lattiatöiden aloitusta, mikä puolestaan mahdollistaa järjestelmälle suotuisat asennusolosuhteet. Vaikka paikallavalukohteissa olisi mahdollista alkaa lattiaa asentamaan jo ennen vesikaton valmistumista, ei kukaan ole kuitenkaan näin tehnyt. Ennen vesikattoa lattiatöiden aloittaminen perustuu paikallavalurunkojen paljon tiiviimpään rakenteeseen verrattuna ontelovälipohjaan. [20.]

#### *Kevyet väliseinät, ennen lattiaa vai lattioiden jälkeen?*

Kevyiden väliseinien rakentamisen ajankohta jakoi mielipiteet, mutta neljä seitsemästä oli sen kannalla, että lattiatyöt tehdään ensin. Kun lattiat tehdään ennen väliseiniä, voidaan lämmitys saada nopeammin päälle. Jakotukkien paikka tulee kuitenkin huomioida, että ne tulevat joko lattiamalliseen jakotukkikaappiin tai olemassa oleville seinille, sillä jälkeinpäin jakotukin sovittaminen seinän sisälle on varsin hankalaa. Kiertoveden lämpötilaa voi nostaa aloituslämpötila 20 °C maksimissaan 5 °C viikossa, joten kestää neljä viikkoa saada veden lämpötila nostettua maksimilämpötilaan 40 °C. Ennen väliseiniä lattiaa tehtäessä on myös tarkasti huomioitava väliseinien paikat, sillä väliseinien tekovaiheessa on riskinä rikkoa lämmitysputkia, kun lattiarankoja kiinnitetään. [25.]

Kun väliseinät tehdään ennen lattiarakennetta vältytään siltä, että alarankoja kiinnitettäessä lämmitysputket vaurioituisivat. Alarangan korkeus tosin tulee huomioida, mikäli lattialistoja halutaan kiinnittää alarankaan. Lattiarakenne nousee lähtöpinnasta 60 mm sekä sen päälle vielä pintamateriaalin verran. Korkeampi alaranka on usein erikseen tilattavaa tavaraa, jota ei varastoista löydy. Mikäli jakotukit asennetaan



väliseiniin ja väliseiniin tulee muutakin tekniikkaa, on väliseinät hyvä tehdä ensin. Paikallavalukohteessa tulee huomioida betonivälipohjan suhteellinen kosteus. Jos se on alle 95 %, voidaan lattiaa alkaa tehdä. Muutenkin, mikäli tarvittavia asennusolosuhteita ei pystytä lattioiden tekemiseen luomaan, lienee parempi vaihtoehto tehdä väliseinät ensin. Lienee kuitenkin aina kohde riippuvaista, mikä lähestymiskeino on paras. [25.]

### *Kylpyhuoneet*

Kylpyhuoneet toteutettiin vesikiertoisena lähes kaikissa kohteissa. Talvirunkojen vuoksi jouduttiin paikallavalukohteissa kylpyhuoneet valamaan jälkivaluina. Paikallavaluholveissa paras vaihtoehto olisi kesärungon mukana valaa kylpyhuoneiden lattiat. Kylpyhuoneiden lämmityspiirit kytkettiin joko huoneiston omaan jakotukkiin tai erillisellä jakotukilla lämpölinjoihin. [25.]



**Kuva 25** Kylpyhuoneen putkitus omalla jakotukilla. Lämmityspotket nousevat seinän sisään oikealla alhaalla. Kylpyhuoneen oma jakotukki sijaitsee alakatossa. Kuva: Jere Viljanen



### Valmistelevat työt

Kun on kyseessä paikallavalukohde, pärjätään usein ilman suurempia pinnan tasoitustöitä. Ontelovälipohjissa taas onteloiden käyryys ja niiden käyryys toisiinsa nähden voi aiheuttaa suuriakin tasaisuuseroja. Myös ontelosaumat tulee olla hyvin tasattuna. Jos pinta kaartaa paljon johonkin suuntaan, voi seurauksena lattiatasoitetta mennä paikoitellen hyvinkin paljon, mikä taas näkyy kustannuksissa. Myös eristelevyt itsessään vaativat varsin tasaisen alustan, jotta pysyvät ehjänä. Elementtien vaakasaumojen tiiveydestä niin ulkoseinällä kun sisäpuolellakin tulee varmistua, sillä lattiatöiden jälkeen niitä on varsin hankala enää tiivistää. [25.]

### Lattiatyöt

Lattialämmitysjärjestelmän asennusta varten tulee käytännössä koko kerros rauhoittaa viikoksi. Kun etuputsit on tehty huolellisesti ja ylimääräinen tavara poistettu kerroksista, on lattialämmityksen asentaminen sujunut varsin nopeasti kerros per viikko tahdilla. Työryhmän koot ovat vaihdelleet kahdesta neljään mieheen riippuen siitä, onko tahti ollut kaksi kerrosta per viikko vai kerros per viikko. Työt etenivät samaan tapaan; ensimmäiset kolme päivää levytystä ja putkitusta, neljäntenä päivänä koeponnistus ja erotuskankaan ja lasikuituverkon levitys ja viidentenä lattiatasoitteen pumppaus. Kaksi kerrosta pumppausvalmiiksi yhteen putkeen ja sitten pumppaus oli myös yksi käytetty työtapa. [25.]

**Taulukko 2 Comfort työmenekit. [25.]**

Comfort lattiatyöt	
työpari/työvuoro	
Levytys ja putkitus	n. 80-100 m <sup>2</sup>
Erotuskangas ja lasikuituverkko	n. 300 m <sup>2</sup>
Pumppaus	n. 600 m <sup>2</sup>

**Taulukko 3 WehoFloor työmenekit. [25.]**

WehoFloor lattiatyöt	
työpari/työvuoro	
Levytys ja putkitus	n. 120-150 m <sup>2</sup>
Pumppaus	n. 600 m <sup>2</sup>

### *Lämmityksen käyttöönotto*

Yhdessäkään kohteessa ei ole lattian pintavalun aikaan vesi kiertämässä putkistossa, mutta järjestelmä on otettu käyttöön nopeasti valun jälkeen. Valun aikana on pidetty koeponnistusvaiheessa lisättyä ilmaa, jotta vahinko ei olisi niin suuri verrattuna vuotavaan veteen. Rakennusaikainen lämmitys tulee huomioida ennen kuin lattialämmitys voidaan ottaa käyttöön ja kun lattialämmitys otetaan käyttöön, saadaan se lämmittämään täydellä teholla neljän viikon kuluttua. [25.]

### *Aikataulu*

Verrattuna patterilämmitteiseen taloon saadaan lattialämmitteiden rakennus hitaammin lämpiämään. Patterien lämpölinjat nousevat rungon noustessa ja rakennusta voidaan lämmittää jo noin viikon, parin kuluttua vesikaton valmistumisesta. Lattialämmityksen kanssa joudutaan odottamaan vesikaton valmistumiseen ontelotalossa ennen kuin päästään työt edes aloittamaan. [25.]

## 5.2 Vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän vaikutus hankkeeseen

Vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän toteuttaminen sujuvasti vaatii huolellisen työvaiheen suunnittelun sekä aikataulutuksen. Jotta voidaan todenmukaisesti suunnitella lattiatöille aikataulu, tulee tietää mahdollisuudet ja riskit, jotka eri ratkaisuihin liittyvät. Tässä työssä haastateltiin edellä mainittuja lattialämmitysjärjestelmiä hankkeissaan toteuttaneita vastaavia työnjohtajia ja työnjohtajia sekä lattiarakenteiden toimittajia. Haastattelututkimuksella saatiin kerättyä kokemuksia ja näkökulmia pääurakoitsijan ja materiaalitoimittajan asemasta vesikiertoista lattialämmitysjärjestelmää toteutettaessa.

Lattialämmitteinen asuinkerrostalo on rakennusvaiheessa työläämpi ja enemmän huomiota vaativa verrattuna patterilämmitteiseen rakennukseen. Vesikiertoinen lattialämmitys tulee aikataulussa huomioida uutena tahdistavana työvaiheena, kun taas patterilämmitteisessä rakennuksessa nousevat lämpölinjat ylös rungon mukana. Lattialämmitysjärjestelmällä päästään rakennusta lämmittämään myöhäisemmässä vaiheessa kuin patteritaloa, sillä järjestelmä on työläämpi eikä sen asentamista voida aloittaa yhtä varhain kuin lämpölinjoja voidaan alkaa asentamaan. Lämmityksen aloittamisen ero voi patteri- ja lattialämmityksen välillä olla yli kuukausi. Näin ollen

patteritaloon verrattaessa tasoite- ja maalaustöiden aloitus viivästyy noin kuukaudella lattialämmitteisessä talossa.

Eroja syntyy myös ontelovälipohjaisen rakennuksen ja paikallavaluholvirakennuksen välille. Ontelovälipohjan tapauksessa on ehdottomasti odotettava, että vesikatto valmistuu, sillä välipohja vuotaa veden läpi alempiin kerroksiin hyvin helposti. Paikallavaluholvin tapauksessa taas on mahdollista aloittaa lattiatyöt jo ennen vesikaton valmistumista johtuen paikallavaluholvin tiiviimmästä rakenteesta. Tampereen Nokialla Tamrak Oy toteutti asuinkerrostalon Comfort lattiatyöt. Paikallavalurunkoiseen välipohjaan lattiat asennettiin noin kolme viikkoa talvirunkotöiden perässä. Lattialämmitystä käytettiin rakentamisen aikaiseen lämmittämiseen ja saavutettiin merkittäviä säästöjä työmaa-aikaisessa lämmittämisessä. Myös aikataulua saatiin ripeän asennuksen ansiosta nipistettyä kuukaudella. [26.]

Työjärjestykset patterilämmitteisen talon kanssa tavanomaisesti menevät ensin lämmitys, sitten väliseinät ja heti perään tasoite- ja maalaustyöt. Nyt lattialämmitysjärjestelmä tulee uutena tahdistavana työvaiheena, joten joudutaan järjestyksiä hiukan muuttamaan. Erityisesti paikalla valetussa välipohjassa on mahdollista tehdä ensimmäisenä lattiat välipohjien jälkeen, jotta päästään nopeammin lämmittämään lattioita. Ontelovälipohjassa lämmitys voidaan aloittaa muutama viikko vesikaton valmistumisen jälkeen ensimmäisissä lattialämmityksen osalta valmistuneissa kerroksissa. Tasoitteet tässä mallissa pääsevät kuivumaan joka tapauksessa vasta väliseinien ja lattiatöiden jälkeen.

### 5.3 Esimerkkikohde As Oy Tyynenmerenkatu 5

NCC Rakennus Oy rakentaa Helsingin Jätkäsaareen Keskinäinen työeläkevakuutusyhtiö Varmalle As Oy Tyynenmerenkatu 5:n, johon asennetaan Weberin Comfort-lattialämmitysjärjestelmä. Kohde on 7-8-kerroksinen asuinkerrostalo, jossa on kolme porrashuonetta ja 89 asuntoa, yhteensä 5158 asuinneliötä. Ensimmäisessä kerroksessa on liiketiloja. Kohteen välipohjat ovat paikallavalettuja 280 mm teräsbetonilaattoja, joiden päälle lattialämmitysjärjestelmä asennetaan. Porrashuoneet ja liiketilat lämmitetään vesikiertoisilla pattereilla. [27.] [28.]

### 5.3.1 Tyynenmerenkatu 5:n yleisaikataulu

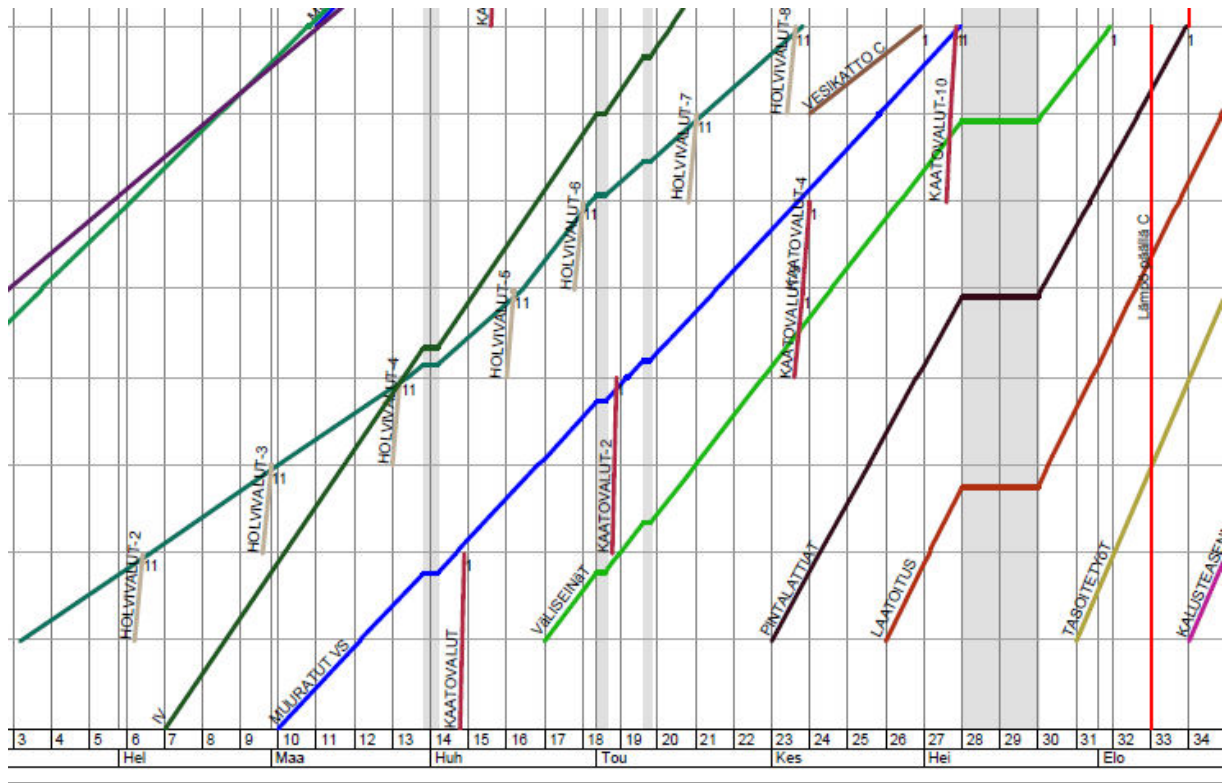
Kohteen yleisaikataulu on esitetty paikka-aikakaaviona ja on helppolukuinen ja selkeä. Projekti on jaettu porrashuoneittain sekä julkisivu omana osanaan. Porrashuoneet on jaettu edelleen kerroksittain osiin ja julkisivut sisäpihan puoleiseen ja kadun puoleiseen osaan. Aikataulussa on selkeästi kuvattu lomat ja pyhäpäivät sekä välitavoitteet; milloin lämmöt pitää viimeistään olla päällä. Tahdistavat työvaiheet näkyvät selkeinä vinoviivoina ja aikataulusta näkee, että töillä on riittävät aloitus- ja lopetusvälit. Töitä ei samanaikaisesti ole päällekkäin lukuun ottamatta kaatovaluja ja väliseinätöitä, mutta tämä päällekkäisyys ei aiheuta väliseinätöille keskeytystä.

### 5.3.2 Lattiatöiden toteutus kohteessa

Lattialämmitysjärjestelmän toteutuksesta haastattelin As Oy Tyynenmerenkatu 5:n vastaavaa työnjohtajaa Mikko Kääriäistä. Kohteessa lattiatyöt ajoittuvat kesäajalle. Lattiaurakoitsijaa ei vielä tätä työtä tehdessä ole kohteeseen valittuna. Vaikka kyseessä on paikallavalu kohde, ei lattiatöitä aloiteta ennen kuin vesikatto on valmis, joten väliseinät tehdään ennen lattiaa. Tällä vältetään riski, että lattian eristelevyjen ja holvin väliin pääsee vettä. Johtuen lattiatöiden ajoittumisesta kesäajalle, ei lämmitysjärjestelmän nopeasta käyttöönotosta hyödytä merkittävästi. Huoneistojen jakotukit tulevat väliseinien sisälle sähkökaappien alle, mikä puoltaa myös väliseinien toteuttamista ennen lattiaa. Väliseinien tekeminen aiemmin mahdollistaa myös sen, että kalustetoimittaja pääsee ottamaan mittoja aiemmin, mikä on hyvä asia kalusteiden pitkän toimitusajan vuoksi. [29.]

Paikallavalurungon mukana valetaan kylpyhuoneiden lattiat linjaaripinnalle siten, että kaivot on jätetty ylös myöhemmin asennettavia lattialämmitysputkia ja kaatovaluja varten. Näin saadaan huoneiston ja kylpyhuoneen lattian korot kohtaamaan. Lattialämmitysputket kiinnitetään betonivalun pintaan. Kylpyhuoneet eivät liity huoneiston jakotukkiin, vaan toteutetaan omalla jakotukilla kylpyhuoneen alakatossa. [29.]

Väliseinätyöt alkavat viikolla 18 ja vesikaton valmistuessa aloitetaan kohteen lattiatyöt. Työtahti tulee olemaan noin viikko per kerros, mutta työvaihetta ei ole vielä suunniteltu täysin. Kohteen lämmönjakuhuone on valmis, joten lattialämmitykset voidaan ottaa käyttöön sitä mukaa, kun ne valmistuvat. Lämmittämisestä ei koidu ongelmaa kesällä, lähinnä suuri kosteus on ongelmana. [29.]



Kuva 26 Ote Tyynenmerenkatu 5:n yleisaikataulusta. [30]



## 6 Yhteenveto

Vesikiertoiset lattialämmitysjärjestelmät tulevat entisestään yleistymään asuinkerrostaloissa niin asukkaille tuoman asumismukavuuden kuin järjestelmän energiatehokkuuden ansiosta. Matalalämpöinen kiertovesi myös mahdollistaa minkä tahansa energiamuodon käytön. Tällaiset lattialämmitysjärjestelmät ovat suhteellisen uusi asia asuntotuotannossa. Lieneekin siis tärkeää, että rakennusliikkeillä on tietoa järjestelmien toteutuksesta ja siitä, miten ne vaikuttavat hankkeen kestoon ja työmaahan.

Insinööriyössä perehdyttiin aikatauluteoriaan ja vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän ominaispiirteisiin ja toimintaan. Näiden tietojen pohjalta tutkittiin kahden materiaalitoimittajan asuntotuotantoon soveltuvaa välipohjan päälle asennettavaa uivaa vesikiertoista lattialämmitysjärjestelmää. Järjestelmien eri komponentit ja niiden asennus sekä lämmityksen käyttöönotto selvitettiin järjestelmän toimittajien materiaaleista ja heidän haastatteluidensa avulla. Teoriaan ja esitteisiin perustuvaa tietoa vahvennettiin kokemuseräisellä tiedolla haastatteleamalla usean eri rakennusliikkeen vastaavia työnjohtajia, työnjohtajia sekä hankintapäällikköä lattialämmitysjärjestelmän toteutuksesta, vaikutuksesta aikatauluun ja itse työmaahan.

Vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän vaikutus yleisaikatauluun ja työmaahan tulee varsin hyvin esille tehdyistä haastatteluista sekä järjestelmätoimittajien antamista tiedoista. Verrattuna perinteiseen patterilämmitteiseen taloon on lattialämmitteinen talo hitaampi toteuttaa, sillä lattialämmitysjärjestelmä on yksi työvaihe lisää, eikä sitä usein voida aloittaa yhtä aikaisin kuin patterilämmityslinjoja. Esimerkkikohteen yleisaikataulun tarkastelusta voidaan todeta kyseisen kohteen aikataulun lyhenevän kolme viikkoa, mikäli kyseessä olisi patterilämmitteinen rakennus. Väliseinien valmistamisen ajankohta jakoi mielipiteet haastateltavien kesken. Enemmistö oli sen kannalla, että lattiatyöt tehdään ennen väliseiniä. Tällä tavoin päästään ottamaan lattialämmitysjärjestelmä nopeammin käyttöön. Työjärjestyksiin tosin myös vaikuttaa hankkeen erilaiset ratkaisut. Ontelovälipohjalle päästään lattialämmitystä asentamaan vesikaton valmistuessa, kun taas paikallavaluholville on mahdollista tiiviimmän rakenteensa vuoksi aloittaa asennus alemmissa kerroksissa jo ennen pitävää vesikattoa. Myös jakotukkien sijoitus vaikuttaa, tosin siihen voidaan mahdollisesti vaikuttaa vielä ennen töiden aloitusta.

Lattialämmitystöiden huolellinen suunnittelu ja ajoittaminen muiden töiden kanssa on ensiluokkaisen tärkeää työvaiheen onnistumisen kannalta. Toki jokainen kohde on erilainen ja aina ei töitä voida samalla tavalla toteuttaa, mutta sen vuoksi onkin työvaihe aina otettava hyvissä ajoin huomioon.

Työn tuloksia voidaan hyödyntää tulevissa ja nykyisissä lattialämmitteisten hankkeiden suunnittelussa ja toteutuksessa.



## Lähteet

- 1 Lindberg, R., Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2012. Aikataulukirja 2013. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 2 Leskelä, Ilkka. Rakennuspäällikkö, NCC. Aikataulusuunnittelu luentokalvot 5.10.2011.
- 3 Mittaviiva Oy. RatufLOW aikatauluteoria, Verkkodokumentti, <[http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/pdf/1\\_1\\_6\\_normkestomaar.pdf](http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/pdf/1_1_6_normkestomaar.pdf)>. 28.2.2013.
- 4 R7031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu. Opettajan kalvosarja. 2012. Verkkodokumentti. 21.02.2012. Luettu 26.2.2013.
- 5 Koskenvesa, A., Sahlstedt S. 2012. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 6 Harju, Pentti. 2010. Lämmitystekniikan Oppikirja. Kouvola: Penan Tieto-opus Ky
- 7 Betonilattiaratkaisut. 2013. Verkkodokumentti. <<http://www.uponor.fi/ratkaisut/talotekniikka/lattialammitys/lattiarakenteet/betonilattia.aspx>>. Luettu 3.3.2013.
- 8 Puulattiaratkaisut. 2013. Verkkodokumentti. <<http://www.uponor.fi/ratkaisut/talotekniikka/lattialammitys/lattiarakenteet/puulattia.aspx>>. Luettu 3.3.2013.
- 9 Comfort Lämpölattia esite. 2008. Verkkodokumentti. <<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/8580.pdf>>. 1.3.2008. Luettu 20.1.2013.
- 10 Reunanauha weber.floor 4960 tuotekortti. 2012. Verkkodokumentti. <<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/35523.pdf>>. 1.6.2012. Luettu 20.1.2013.
- 11 Comfort Uralevy weber.floor 4900 tuotekortti. 2012. Verkkodokumentti. <<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/35501.pdf>>. 1.6.2012. Luettu 20.1.2013.
- 12 Comfort Kääntölevy weber.floor 4901 tuotekortti. 2012. Verkkodokumentti. <<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/35502.pdf>>. 1.6.2012. Luettu 20.1.2013.
- 13 Comfort Täyttö- ja askeläänilevy weber.floor 4902 tuotekortti. 2012. Verkkodokumentti. <<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/35503.pdf>>. 1.6.2012. Luettu 20.1.2013.

- 14 Tyyppihyväksyntäpäätös Dno VTT-RTH-06834-07. 2007. Verkkodokumentti.  
<<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/36341.pdf>>. 27.2.2012. Luettu 20.1.2013.
- 15 Uponor Lattialämmitys tuoteluettelo. 2013. Verkkodokumentti.  
<[http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/General%20information/Pricelist\\_2013/03\\_Lattialammitys.pdf](http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/General%20information/Pricelist_2013/03_Lattialammitys.pdf)>. 1.3.2013. Luettu 5.4.2013.
- 16 Uponor PEX-putket. 2008. Verkkodokumentti.  
<[http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Tap%20water%20PEX/Brocures/PEX-putkistot\\_1010\\_FI\\_1208.ashx](http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Tap%20water%20PEX/Brocures/PEX-putkistot_1010_FI_1208.ashx)>. 12/2008. Luettu 22.1.2013
- 17 Erotuskangas weber.floor 4940 tuotekortti. 2012. Verkkodokumentti.  
<<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/35521.pdf>>. 1.6.2012. Luettu 22.1.2013
- 18 Lasikuituverkko weber.floor 4945 tuotekortti. 2012. Verkkodokumentti.  
<<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/35522.pdf>>. 1.6.2012. Luettu 22.1.2013
- 19 dB-Plaano weber.vetonit 4350 tuotekortti. 2012. Verkkodokumentti.  
<<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/37871.pdf>>. 1.1.2013. Luettu 22.1.2013
- 20 Hosio, Jarmo. Lattiaratkaisut, Saint-Gobain Weber Oy. Luokkala, Sami. Valtuutetut lattiaurakoitsijat, Saint-Gobain Weber Oy. Haastattelu 16.1.2013.
- 21 Weber Comfort Lämpölattia asennusohjeet. 2012.
- 22 Pelkonen, Sami. WehoFloor Lattialämmitys ja dB-lattia esite. 2013.
- 23 Knauf Lattiamassa FE 80 tuotekortti. 2009. Verkkodokumentti.  
<[http://www.knauf.fi/sites/default/files/tko\\_fe80\\_marras-12.pdf](http://www.knauf.fi/sites/default/files/tko_fe80_marras-12.pdf)>. 11/2012. Luettu 4.3.2013
- 24 Warmia dB Fast Silent Lämpölattian asennusvideo. 2012.  
<<http://www.youtube.com/watch?v=nbgAMhatodQ&feature=youtu.be>>. 21.3.2012. Katsottu 4.3.2013.
- 25 Laine, Ilkka. Hankintapäällikkö, PEAB Oy. Haastattelu 22.2.2013.  
  
Kosonen, Mika. Vastaava työnjohtaja, YIT Oyj. Haastattelu 1.3.2013.  
  
Vahvelainen, Petri. Työnjohtaja, SRV Rakennus Oy. Haastattelu 1.3.2013.  
  
Roivainen, Harri. Vastaava työnjohtaja, Lemminkäinen Oy. Haastattelu 6.3.2013.  
  
Hyvärinen, Jari. Vastaaja työnjohtaja, PEAB Oy. Haastattelu 7.3.2013.  
  
Virkki, Ari. Vastaava työnjohtaja, Skanska Oy. Sähköpostihaastattelu 8.4.2013.

Laukkanen, Jussi. Vastaava työnjohtaja, Rakentaja M. Laukkanen Oy.  
Puhelinhaastattelu

- 26 Comfort Lämpölattia Nokian Maamerkki PowerPoint-esitys. 2011.
- 27 Tyynenmerenkatu 5 Rakennusselostus. 31.10.2011
- 28 RI Kemppainen, A. Tyynenmerenkatu 5 Rakennetyypit. 2010. Laskenta-asiakirja.  
31.10.2011
- 29 Kääriäinen, Mikko. Vastaava työnjohtaja, NCC Rakennus Oy. Haastattelu  
12.4.2013.
- 30 Tyynenmerenkatu 5 Yleisaikataulu

