

Miika Laitinen

**RAKENTAMISAJANKOHDAN VAIKUTUS
PUURUNKOISEN KERROSTALON
RUNKOVAIHEEN KUSTANNUSTEKIJÖIHIN**

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Tammikuu 2022

TIIVISTELMÄ

Miika Laitinen: Rakentamisajankohdan vaikutus puurunkoisen kerrostalon runkovaiheen kustannustekijöihin (Construction's seasonal impact on the cost factors of wooden frame apartment building during the frame stage)

Kandidaatintyö

Rakennustekniikan tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma

Tampereen yliopisto

Tammikuu 2022

Yleinen käsitys rakennusalalla on se, että talvella rakentaminen aiheuttaa melkein väistämättä kustannuksia, joita esimerkiksi saman työvaiheen suorittamisesta kesäkaudella ei synny. Talvirakentamisen yksi suurimmista epävarmuustekijöistä on sääolosuhteet. Sääolosuhteita on erityisen vaikea ennakoida pidemmällä aikavälillä, jolloin rakentamisessa joudutaan reagoimaan niihin joskus todella nopeasti, mikä voi keskeyttää työvaiheita ja aiheuttaa isoja lisäkustannuksia. Tutkimuksen päätavoitteena on selvittää, onko kustannustekijöiden näkökulmasta merkittävää eroa siinä, ajoittuuko puurunkoisen kerrostalon runkovaihe kesä- vai talvi-kaudelle?

Tutkimus toteutettiin kirjallisuustutkimuksena. Lähteinä on käytetty aikaisemmin tehtyjä tutkimus- ja tilastotietoja talvi- ja kesärakentamisesta. Erityisen paljon tutkimuksessa käytettiin Rakennustieto Oy:n julkaisemia Ratu-ohjekortteja. Myös muita alaan liittyviä kirjallisuus- ja verkkojulkaisuja on käytetty tutkimuksen lähteinä.

Tutkimus osoittaa, että kerrostalon runkotyövaiheen tekeminen talvella on harvoin yhtä tehokasta kuin kesällä, mutta suotuisissa olosuhteissa, hyvällä ennakkoinnilla ja suunnittelulla kuitenkin mahdollista. Keskeisin epävarmuustekijä talvella kesään verrattuna on sääolosuhteet ja niiden vaikutus. Talven ja kesän keskimääräiset sääolosuhteet vaikuttavat talvella rakentamiseen enemmän. Talvella on enemmän kustannustekijöitä, joista aiheutuu kesää suuremmat kustannukset. Poikkeuksena työvoimakustannukset, jotka voivat olla kesää pienemmät, koska talvella rakennetaan vähemmän ja näin ollen hintataso voi olla alhaisempi.

Talvella rakentaminen aiheuttaa enemmän kustannuksia kuin kesällä rakentaminen. Talvikaudella rakentamisen lopettaminen tai vähentäminen aiheuttaisi kuitenkin rakennusyritykselle lisää haasteita esimerkiksi osaavan kausityövoiman saannissa ja työmaan seisottamisesta aiheutuvien kustannuksien muodossa. Talvilisäkustannukset ovat näihin kustannuksiin verrattuna pienemmät, joten talvella rakentaminenkin on kannattavaa.

Tutkimuksesta selviää, että hyvin suunniteltuna, toteutettuna ja hyvissä sääolosuhteissa voidaan talvellakin rakentaa kerrostalo olemattomalla tai hyvin pienellä kokonaistyömenekin kasvulla. Työmaan suunnittelu ja toteutus täytyy kuitenkin tällöin olla erittäin hyvin aikataulutettu ja johdettu, johon päästään erittäin harvoin, koska esimerkiksi muuttuviin sääolosuhteisiin voi olla vaikea valmistautua etukäteen.

Avainsanat: Runkovaihe, kustannustekijä, talvirakentaminen, puurunkoinen, kerrostalo

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

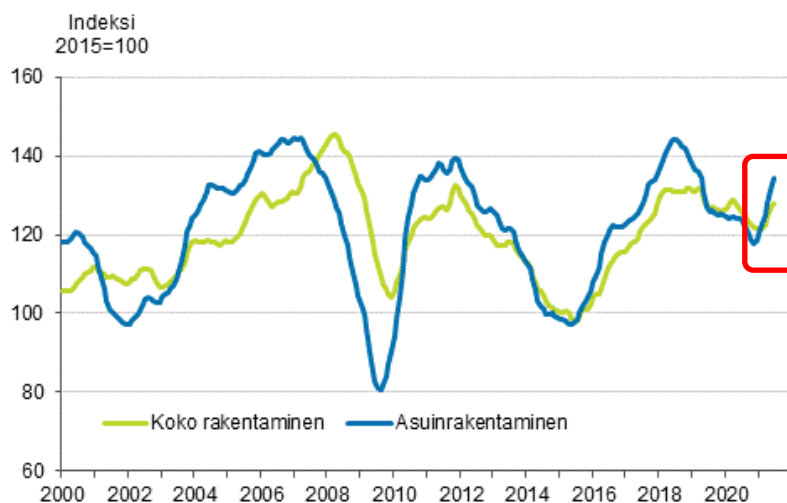
1. JOHDANTO.....	1
1.1 Tutkimuksen tausta.....	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset.....	2
1.3 Tutkimuksen rakenne ja rajaukset	3
1.4 Tutkimusmenetelmät ja aiemmat tutkimukset	3
2. TALVIOLOSUHTEET RAKENTAMISESSA	5
2.1 Talviolosuhteet Suomessa	5
2.2 Talven vaikutus rakennustyömaan toimintaan	6
2.3 Kustannustekijät runkovaiheessa talvella	7
2.4 Kustannustekijöiden muodostuminen.....	8
3. KESÄOLOSUHTEET RAKENTAMISESSA.....	15
3.1 Kesäolosuhteet Suomessa	15
3.2 Kesän vaikutus rakennustyömaan toimintaan	16
3.3 Kustannustekijät runkovaiheessa ja niiden muodostuminen kesällä... ..	17
4. KUSTANNUSTEKIJÖIDEN VERTAILU	20
4.1 Talvi- ja kesäkustannustekijöiden yhtäläisyydet ja erot	20
4.2 Kustannustekijöiden ennakointi ja hallinta.....	22
5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	24
LÄHTEET	26

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Rakennuslehden elokuun (2021) uutisen mukaan: ”Asuntorakentamisessa käynnissä hurja ralli – lupamäärät ja aloitukset olivat loppukeväästä ennätystasolla” asuinrakentamisessa on käynnissä nousukausi, mikä kannattelee koko rakentamisen kuutiomäärän runsaan viiden prosentin kasvua 19,2 prosentin kasvullaan. Asuinrakentamisen kasvu näkyy myös kerrostalojen rakentamisen kasvuna ja elokuussa 2021 kuutiomäärän vuosimuutos onkin 7,3 prosenttia suurempi kuin elokuussa 2020 (Tilastokeskus 2021).

Kuvassa 1 on havainnollistettu asuinrakentamisen jyrkkää kasvua uudisrakentamisen volyyymi-indeksi kuvaajalla vuoden 2020 jälkeen (Tilastokeskus 2021). Kuvaaja havainnollistaa hyvin sitä, miten asuinrakentamisen kasvu on ollut viimeisen vuoden aikana paljon nopeampaa kuin koko rakentamisen kasvu. Asuinrakentamisen nopeaan kasvuun tarvitaan rakennuslupien hakuja, rakentamisen aloituksia ja rakentamista ympäri vuoden. Tästä syystä joidenkin rakennusten runkovaihe ajoittuu pääosin talvikaudelle. Talvikaudella rakentaminen voi tuoda rakentajalle epämieluisia yllätyksiä esimerkiksi lisäkustannuksien muodossa, jolloin rakentaminen voi huonoimmassa tapauksessa olla tappiollista liiketoimintaa.



Kuva 1. Uudisrakentamisen volyyymi-indeksi 2015=100, trendi kuvaaja (Tilastokeskus 2021).

Asuinrakentamisen kasvun ohella myös puurakentaminen nostaa suosiotaan hiilineutraaliuteen pyrkivien kaupunkien ja kuntien rakennusprojekteissa. Kaupungit ja kunnat ovat ymmärtäneet roolinsa ilmastonmuutoksen hillinnässä, ja näin ollen puun käyttö rakentamisessa on ollut yksi keino hiilidioksidipäästöjen pienentämiseen. Valtion puurakentamisen toimenpideohjelma on myös ollut vauhdittamassa puurakentamisen suosion kasvua. Toimenpideohjelmaan kuuluu muun muassa valtionavustukset, ohjeistukset ja rakennuttajien aktivointi rakennuttajaorganisaatioiden kanssa yhteistyössä. (Ympäristöministeriö 2020) Puurakentamisen nousu on alkanut näkyä konkreettisesti myös katukuvassa esimerkiksi Tampereen Vuoreksessa, jonne rakentuu yksi Suomen suurimpia moderniin puurakentamiseen perustuvia asuinalueita (A-Kruunu 2020). Näiden asioista syntyi kiinnostus ja tarve alkaa tutkimaan rakentamisajankohdan vaikutusta juuri puurunkoisen kerrostalon runkovaiheen kustannustekijöistä.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Yleinen käsitys rakennusalalla on se, että eräissä töissä talvella rakentaminen aiheuttaa melkein väistämättä kustannuksia, joita saman työvaiheen suorittamisesta kesäkaudella ei synny. Talvirakentamisen yksi suurimmista epävarmuustekijöistä on sään vaihtelu. Sään vaihtelua on erityisen vaikea ennakoida pidemmällä aikavälillä, jolloin rakentamisessa joudutaan reagoimaan siihen joskus todella nopeasti, mikä voi aiheuttaa isoja lisäkustannuksia.

Tutkimuksen päätavoitteena on selvittää, onko kustannustekijöiden näkökulmasta merkittävää eroa siinä, ajoittuuko puurunkoisen kerrostalon runkovaihe kesä- vai talvikaudelle? Eli syntyykö talvikaudella suuria lisäkustannustekijöitä, joiden takia runkovaihe kannattaisi ajoittaa kesäkaudelle. Tätä aihetta kannattaa tutkia, koska runkovaiheessa voi syntyä suuria kustannussäästöjä, jos rakentaminen tapahtuu sujuvasti ilman turhia lisäkustannuksia. Tutkimuksessa selvitetään, mitä kustannustekijöitä puurunkoisen kerrostalon runkovaiheeseen liittyy talvi- ja kesäkaudella. Eri kesä- ja talvikustannustekijöiden löydyttyä talven ja kesän kustannustekijöitä vertaillaan, jolloin saadaan selville, miten merkittäviä eroja syntyy toteutettaessa runkovaihe kesä- vai talvikaudella. Tutkimuksessa pohditaan myös sitä, mistä kustannustekijöistä syntyy merkittävimmät kustannukset ja voisiko näitä suurimpia kustannuksia pienentää.

1.3 Tutkimuksen rakenne ja rajaukset

Tutkimuksessa perehdytään aluksi talviolosuhteisiin Suomessa, minkä jälkeen tutkitaan talven vaikutusta rakennustyömaan toimintaan. Kun ymmärretään talven vaikutukset rakennustyömaan toimintaan, pystytään selvittämään talven aiheuttamat kustannustekijät ja tarkastelemaan myös sitä, miten niitä voitaisiin ottaa huomioon. Talven vaikutusten jälkeen siirrytään tutkimaan kesän vaikutusta rakentamiseen ja eritellään minkälaisia kustannustekijöitä kesä aiheuttaa rakentamisessa, jos aiheuttaa. Kun kustannustekijät on selvitetty, vertaillaan talven ja kesän kustannustekijöitä keskenään ja selvitetään näiden kustannustekijöiden merkittävyyttä. Sen jälkeen lasketaan talvilisätoista aiheutuvat kustannukset kerrostalon runkovaiheessa. Lopuksi kirjoitetaan tutkimuksen yhteenveto ja esitellään tutkimuksen päätulokset ja näiden tuloksien pohjalta tehdään johtopäätös kannattaako puurunkoisen kerrostalon runkovaihetta ajoittaa talvikaudelle, tai onko ylipäätään suurta merkitystä sillä, mihin ajankohtaan runkovaiheen ajoittaa.

Varsinainen kustannuslaskenta on työstä jätetty pois suuren työmäärän takia. Luvussa 4 lasketaan kuitenkin talvella kokonaiskustannusten nousun aiheuttavat talvilisäkustannukset kerrostalon runkovaiheessa, että voidaan arvioida niiden merkittävyyttä. Kesän lämpötiloista johtuvaa työn tuottavuuden laskua ei tutkimuksessa lasketa, koska se on erittäin vaikeaa tai jopa mahdotonta.

Tutkimus rajataan puurunkoisiin kerrostaloihin Suomessa ja puurunkoisen kerrostalon runkovaiheen kustannustekijöihin. Talven ja kesän vaikutusta rakennustyömaan toimintaan tarkastellaan Pirkanmaan alueella, jotta tutkimus voidaan toteuttaa kandidaatintyön laajuisena. Pirkanmaan alueelle rajattuna tutkimuksessa osataan ottaa huomioon oikeat keskiarvoiset lämpötila ja lumitilastot, ja tarkastella näin ollen suppeampaa aluetta tarkemmin.

1.4 Tutkimusmenetelmät ja aiemmat tutkimukset

Tutkimus toteutetaan kirjallisuustutkimuksena. Tutkimuksessa käytetään aiempia aiheeseen liittyviä tutkimuksia, RATU-kortteja ja standardeja, sekä muita alan keskeisiä kirjallisuuslähteitä. Aiheesta on melko vähän tutkimustietoa, joka liittyy suoraan aiheeseen, mutta aihetta sivuavia tutkimuksia on useampia. Aihetta sivuavia tutkimuksia aiotaan käyttää tämän tutkimuksen vertailupohjana, mutta kuitenkin niin, että uudet

perustellut havainnot ja päätelmät tulevat esiin, vaikka ne olisivat toisista tutkimuksista poikkeavia.

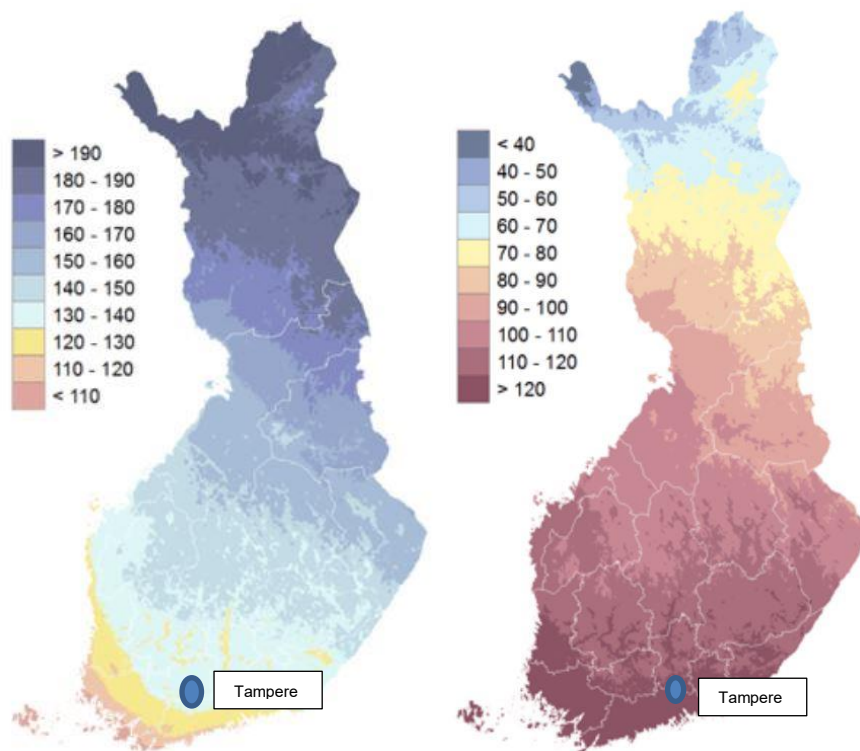
Aiheeseen liittyviä tutkimuksia löytyi: Talvirakentamisen riskien ja kustannusten hallinta (Rekonen 2017), Talven vaikutus kerrostalon runkovaiheen kustannuksiin (Eränummi 2020), Katsaus teolliseen puurakentamiseen – puuelementit (Työ- ja elinkeinoministeriö 2020), Puukerrostalorakentaminen Suomessa (Riihimäki 2021).

2. TALVIOLOSUHTEET RAKENTAMISESSA

2.1 Talviolosuhteet Suomessa

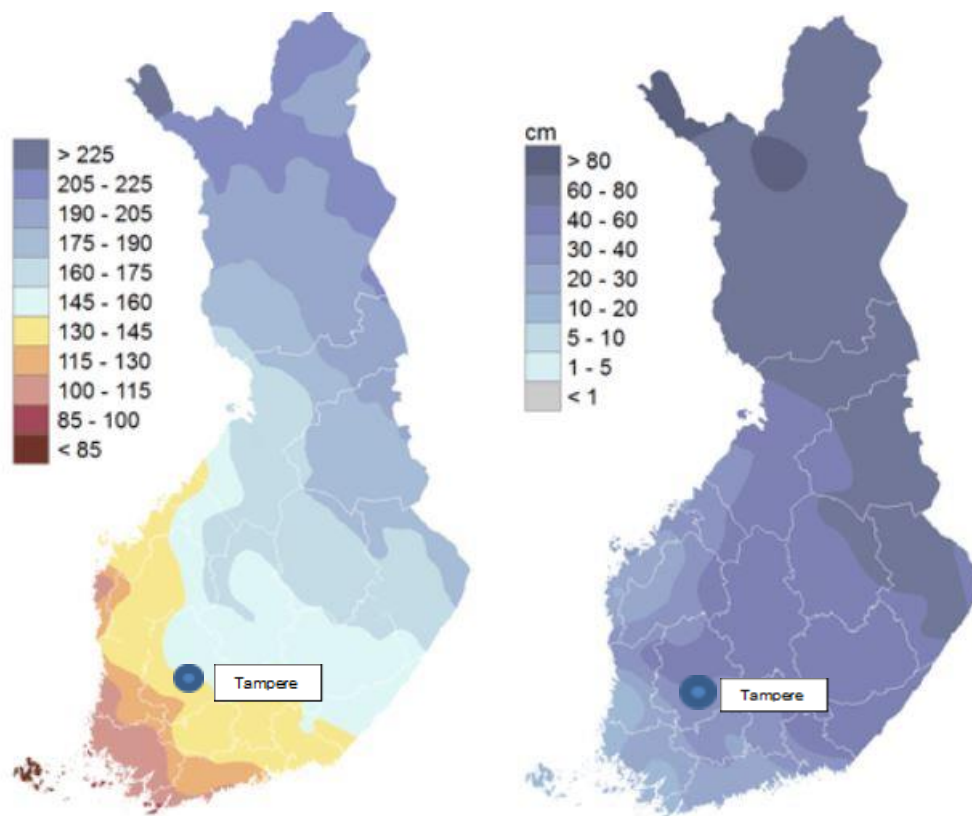
Talvi on yksi Suomen neljästä vuodenajasta, ja sen tunnistaa muista vuodenaajoista kylmyyden ja pimeyden perusteella. ”Terminen talvi on suuressa osassa maata pisin vuodenaikamme”. (Talvtilastot) Terminen talvi tarkoittaa sitä, että lämpötila pysyttelee nollan alapuolella, mutta erityisesti Etelä-Suomessa talviin kuuluu joskus myös pitkätkin leudon talven jaksot. Nämä jaksot eivät kuitenkaan keskeytä termistä talvea, kun se on määritelmän mukaisesti alkanut, vaan ne kuuluvat talveen etenkin eteläisessä Suomessa. (Talvtilastot)

Kuvasta 2 nähdään, että talven pituus Pirkanmaan alueella on keskimäärin 130–150 päivää ja Tampereella (merkitty kuvaan) 130–140 päivää. Vastaavasti kesän pituus on Pirkanmaan alueella keskimäärin 100–120 päivää ja Tampereella 110–120. Tästä nähdään, että myös Pirkanmaan alueella talvi on keskimäärin pisin vuodenaika. Kuvasta huomataan myös, että rakentamispaikalla (maantieteellisesti), on suuri merkitys sille, miten pitkä talvi alueella on.



Kuva 2. Vasemmalla talven keskimääräinen pituus 1981–2010 (Talvtilastot) ja oikealla kesän keskimääräinen pituus 1981–2010 (Kesätilastot)

Talvelle toinen hyvin tyypillinen tunnusmerkki ja rakennustöitä hidastava tekijä Suomessa on lumi. Oman kokemuksen mukaan lumipeitteen paksuus ja lumisademäärät vaihtelevat Pirkanmaan alueella paljon. Tästä syystä lumipeitteen paksuudessa käytetään keskimääräisiä tilastoja. Kuvan 3 mukaan Pirkanmaan alueella on ollut lumipeitepäiviä talvina 1981–2010 keskimäärin 130–160. Kuvasta nähdään myös, että keskimääräinen lumipeitteen paksuus talvina 1981–2010 on ollut Pirkanmaan alueella noin 30–60 cm.



Kuva 3. Vasemmalla talvien (1981–2010) keskimääräinen lumipeitepäivien lukumäärä ja oikealla keskimääräinen lumipeitteen paksuus talvina 1981–2010 (Lumitilastot).

2.2 Talven vaikutus rakennustyömaan toimintaan

Yleinen käsitys rakennusalalla on se, että talvella rakentaminen aiheuttaa lisäkustannuksia. Eri alan julkaisuja vertailemalla yleisemmin esille tulivat seuraavat kustannustekijät: talvella rakentaminen lisää työmenekkiä, energiankulutus on suurempaa kuin muina vuodenaikoina ja talvi lisää rakennusmateriaalien kulutusta ja viivästyttää rakentamista. (Koskenvesa 1999, s. 697; Ratu C8-0377 2010, s. 1; Rekonen 2017, s. 11; Ratu S-1234 2017, s. 20).

Talvi hidastaa rakentamista. Hidastuminen johtuu talven aiheuttamista lisätöistä esimerkiksi taulukon 1 mukaan: lumi- ja jäätöistä, roudan rikkomisesta ja sulatuksesta, lämpösuojauksesta, sekä lämmityksestä ja kuivauksesta. Nämä eivät ole ainoita hidastumisen aiheuttajia. Käyttövaikeuksista ja pakkasen rikkomien laitteiden ja koneiden aiheuttamista odotuksista syntyy keskeytyksiä, jotka hidastavat talvirakentamista. (Koskenvesa 1999, s. 707)

Taulukko 1. Talven aiheuttamat lisätyöt ja niiden sisältö (Koskenvesa 1999, s. 707)

Talven aiheuttamat lisätyöt (Talo 90)	Sisältö
C81 Lumi- ja jäätyöt	lumen luonti, jään poisto ja sulatus erillisenä työnä rakenteilta tai rakennusalueelta sekä lumenajo ja hiekoitus
C82 Roudan rikkominen ja sulatus	erillisenä työnä tehtävä jäätyneen maan rikkominen ja sulatus
C83 Lämpösuojaus	rakennuksen ja rakenteiden lämpösuojaus erillisenä työvaiheena
C84 Lämmitys ja kuivaus	rakennusosien lämmitys ja kuivatus, kuten lämmityslaitteiden hoito ja huolto sekä lämmitysasemien pystytys ja purku

Talvella heikommat sää- ja valaistusolosuhteet haittaavat ja hidastavat työn sujuvaa tekemistä, jolloin myös lyhyiden alle tunnin pituisten (TL2) ja pidempien yli tunnin pituisten (TL3) tuotantokatkojen ja -keskeytysten määrä kasvaa. Hidastumista aiheutuu alhaisemmista lämpötiloista, lumisateesta sekä talviolosuhteista, jotka lisäävät pakkasen purevuutta. Huonot talvi- ja valaistusolosuhteet voivat estää esimerkiksi nostokoneiden käytön yhdessä lumisateen kanssa. Ratu:n (0435) mukaan rakentamisessa ja erityisesti nostoissa täytyy sääolosuhteiden vaikutus ottaa huomioon, että rakennetaan työturvallisuus huomioiden. Kova tuuli (tuulen nopeus > 10 m/s) aiheuttaa riskitekijän nostoihin, mikä otetaan huomioon erityisenä varovaisuutena. Erittäin kovalla tuulella (tuulen nopeus > 15 m/s) työskentely keskeytetään, koska riskit kasvavat liian suureksi. Näiden ohjearvojen lisäksi täytyy huomioida nostolaittekohtaiset ohjeet ja määräykset. Nämä rakentamista hidastavat tekijät ilmenevät työsaavutusten pienenemisenä rakennustyömaalla. (Ratu C8-0377 2010, s. 4; Ratu 0435 2014, s. 8)

2.3 Kustannustekijät runkovaiheessa talvella

Talvi aiheuttaa useita kustannustekijöitä puurunkoisen kerrostalon runkotyövaiheeseen. Merkittävimpiä kustannustekijöitä kerrostalon runkotyövaiheessa ovat rakennusmateriaalien käytön lisääntyminen, energian kulutuksen lisääntyminen, sekä koneiden ja kaluston käytön lisääntyminen (Koskenvesa 1999, s. 697; Ratu C8-0377 2010, s. 3; Ratu S-1234 2017, s. 12).

Taulukossa 2 on esitetty rakennusvaiheiden lisäkustannuksia prosentteina kustannuslajeittain kussakin rakennusvaiheessa. Taulukosta nähdään, että runkotyövaiheeseen talvi ei keskimääräisesti vaikuta niin paljoa kuin perustustyövaiheeseen, jossa isoja kustannuksia syntyy esimerkiksi roudassa olevan maan ja lumen vaikutuksesta. Runkotyövaiheelle on laskettu eri kustannustekijöistä yhteensä noin 5,5–7,5 % lisäkustannukset.

Taulukko 2. ”Kerrostalon talvirakentamisen lisäkustannukset prosentteina vastaavista kesäajan rakentamisen kustannuksista.” (Ratu C8-0377 2010, s. 1)

Kustannuslajit	Rakennusvaiheiden lisäkustannukset (%)		
	Perustustyövaihe	Runkotyövaihe	Sisävalmistusvaihe
Työmenekkilisä	2,6...2,9	0,6...0,7	–
Materiaalilisä	1,7...3,7	0,6...1,9	–
Energialisä	0,9...1,0	1,2...1,4	2,8...3,2
Kone- ja kalustolisä	1,8...2,2	1,2...1,4	0,1...0,2
Talvilisätyöt	1,6...1,8	0,7...0,9	0,2...0,4
Aikakustannuslisä	2,0...2,2	1,0...1,2	–
Yhteensä	13...15	5,5...7,5	3,3...3,7

Hankesuunnitteluvaiheessa päätetään vaadittu kuivanapidon taso, minkä jälkeen tuotannonsuunnitteluvaiheessa suunnitellaan kosteuden torjunta osana koko työmaan toteutussuunnitelmaa. Tuotannonsuunnittelussa suunnitellaan kuivanapito jokaiseen rakennusvaiheeseen muun muassa materiaalien ja rakenteiden osalta. Ratu:n (0435) mukaan se, että suojataanko koko rakennuksen runko vai kriittisimpiä rakennusosia ja materiaaleja, päätetään työmaan tuotannonsuunnitteluvaiheessa. Tuotannonsuunnitteluvaiheessa täytyy huomioida, että eri rakennusosat vaativat omanlaisensa suojausmenetelmät. Tuotannonsuunnittelussa voidaan minimoida talven aiheuttamat riskit, tällöin päädytään usein siihen, että suojataan koko rakennus sääsuojahallilla. (Ratu S-1232 2013, s. 2)

2.4 Kustannustekijöiden muodostuminen

Talvella kerrostalon runkotyövaiheessa kustannustekijät muodostuvat pääasiassa sää- ja valaistusolosuhteiden vaikutuksesta. Esimerkiksi talvilisätöihin kuuluvat lumen ja jään

poistaminen tai sulattaminen työmaalta johtuvat sääolosuhteiden vaikutuksesta. Talvilisätöihin lasketaan myös huonoista valaistusolosuhteista johtuva työmaan hyvään työturvallisuuteen tarvittava valaiseminen, joka runkotyövaiheessa hoidetaan yleensä suurilla valonheittimillä työmaan alueen reunalta ja pienemmillä valonheittimillä rakennuksen sisällä.

Kuvasta 5 saadaan selville yhden valaisimen asennukseen kuluva työmenekki. Kuvassa ei ole kerrottu, minkälaisen valaisimen asennuksesta on kyse, mutta voidaan olettaa kyseessä olevan ison esimerkiksi työmaa-alueen reunalle asennettavan tolppavalaisimen, koska asentamiseen tarvittava työmenekki on niin suuri, 4,00 tth/kpl.

Työmaataulu ja mainoskilpi

Kokoaminen		
– paikalla rakennettu	0,10	tth/m ²
– paikalla rakennettu, pieni kilpi	4,00	tth/kpl
– elementtirunko, kokonaan	1,75	tth/kpl
– elementtirunko, osittain	1,50	tth/kpl
Siirto pystytyspaikalle, siirtomatka yli 20 m		
– käsin, pieni	1,50	tth/kpl
– traktorilla, iso	2,00	tth/kpl
Pystytys ja tuenta		
– käsin, pieni	4,50	tth/kpl
– traktori, iso	7,00	tth/kpl
Viimeistely, maalaus yms.	1,50	tth/kpl
Valaistus	4,00	tth/kpl
Purkaminen	0,50	tth/m ²

Kuva 5. Työnaikaiset rakennukset ja asennukset (Ratu KI-6035 2020, s. 158)

Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) säädetään tarkemmin valaistuksesta näin: ”Rakennustyömaalla sekä erityisesti kulkuteillä on oltava riittävä ja sopiva yleis- ja paikallisvalaistus. Suuria ja äkillisiä valaistuseroja sekä häikäisyä on vältettävä. Valaisimet tulee asentaa siten, että ne eivät aiheuta vaaraa työntekijöiden turvallisuudelle.” Asetuksen mukaan myös kohteissa, joissa työntekijät ovat erityisen alttiina vaaralle yleisvalaistuksen mennessä epäkuuntoon, on huolehdittava riittävästä varavalaistuksesta.

Suojaaminen on kustannustekijä, josta aiheutuu rakennustyömaalle kustannuksia, mutta sääsuojauksella voidaan myös vähentää lumen luonnista ja jään sulatuksesta aiheutuvia kustannuksia. Kuvassa 4 kerrotaan talvilisätöiden työmenekit lumen luonnille ja jään sulatukselle, lämpö- ja sääsuojaukselle, sekä lämmitykselle ja kuivaukselle. Kuvasta huomataan, että sääsuojahallin pystytykseen ja purkuun menee itsessään

työntekijätunteja melko paljon, helppoon 55 tth/kpl ja vaikeaan 110 tth/kpl. Työntekijätuntien lisäksi suojaamisesta aiheutuu kustannuksia muun muassa sääsuojahallin vuokrasta, jos yrityksellä itsellään ei ole sääsuojahallia. Usein sääsuojaus teetätetään aliurakkana urakoitsijalta, jolla on siihen sopiva kalusto ja materiaalit. Näin ollen sääsuojauksen asennuksesta ja purkamisesta saadaan kiinteä hinta ja lisäksi sääsuojauksen kestosta johtuva esimerkiksi kuukausihinta. Tällöin voidaan laskea, mikä suojausvaihtoehdoista aiheuttaa vähiten kustannuksia.

Talvilisätöiden työmenekki T3

Lumen luonti ja jään sulatus

Lumikerroksen paksuuden mukaan *

– yli 10 mm	0,01	tth/m ²
– yli 50 mm	0,01	tth/m ²
– yli 100 mm	0,20	tth/m ²

Rakennusvaiheen ja työmaan sijainnin mukaan *

– perustusvaihe, Etelä-Suomi	0,05	tth/m ²
– runkovaihe, Etelä-Suomi	0,10	tth/m ²
– perustusvaihe, Pohjois-Suomi	0,10	tth/m ²
– runkovaihe, Pohjois-Suomi	0,20	tth/m ²

* taulukot ovat vaihtoehtoisia

Lämpösuojaus

– suojaustyö	0,02	tth/m ²
– sääsuojahallin pystytys, helppo	30,00	tth/kpl
– sääsuojahallin pystytys, vaikea	60,00	tth/kpl
– sääsuojahallin purku, helppo	25,00	tth/kpl
– sääsuojahallin purku, vaikea	50,00	tth/kpl

Lämmitys ja kuivaus

Talvikuukausina lämmitettävät rakennukset

– 1500 brm ²	50,00	tth/talvi-kk
– 3000 brm ²	70,00	tth/talvi-kk
– 5000 brm ²	100,00	tth/talvi-kk
– 10000 brm ²	170,00	tth/talvi-kk

Kuva 4. Talvilisätöiden työmenekit T3 (Ratu KI-6035 2020, s. 160)

Hyvän ennakkosuunnittelun avulla sääsuojahallia voidaan käyttää runkovaiheessa suojaamaan talven räntä- ja lumisateilta ja näin ollen vähentämään lumitöiden määrää työmaalla. Jos päätetään, että sääsuojahallia ei käytetä, niin tällöin asennustyön

keskeytyksen ajaksi, esimerkiksi viikonlopuksi, joudutaan kuitenkin sääennusteiden perusteella päättämään, suojataanko koko rakennus, rakennuksen osia vai ei mitään. Yleensä pyritään minimoimaan epäsuotuisien riskien realisoituminen, joten pidemmän keskeytyksen ajaksi päädytään suojaamaan ainakin kriittisimmät rakennusosat. Ratu:n S-1232 mukaan lumisateiden mahdollisuus tulee ottaa huomioon lokakuusta huhtikuuhun, mutta vesisateiden takia sääsuojaus kannattaa aloittaa jo syyskuussa.

Energiantarpeen kasvu johtuu kylmemmistä ja pimeämmistä sääolosuhteista. Energiaa tarvitaan sitä enemmän, mitä kylmempää työmaalla on. Energiaa kuluu muun muassa työmaan sosiaalitilojen ja työnjohdon rakennusten lämmittämiseen, rakenteilla olevan rakennuksen lämmittämiseen, lumen ja jään sulatukseen sekä lisääntyneen valaistuksen tarpeeseen ja koneiden käytön lisääntymiseen. (Ratu C8-0377 2010, s. 4)

Kone- ja kalustolisästä johtuva talvirakennuskustannusten nousu kerrostalon runkovaiheessa aiheutuu talvella tarvittavista erilaisista koneista, lisäkoneista ja -laitteista sekä tehokkaammista koneista, joita tarvitaan esimerkiksi lämmitykseen, valaistukseen ja varsinaisiin talvilisätöihin. Lisäkoneilla ja -laitteilla tarkoitetaan sellaisia laitteita, joita tarvitaan talvella useampia tai tehokkaampia kuin kesällä. (Ratu C8-0377 2010, s. 4) Talvella tarvitaan lisäkoneita, esimerkiksi lumiauroja lumen poistamiseen työmaa-alueelta sekä lisälaitteita, esimerkiksi työmaavalaisimia ja lämmittimiä.

Puurunkoisen kerrostalon materiaalilisästä kasvavat kustannukset runkotyövaiheessa lisääntyvät työvaihelisän (ML3) ja työmaalisän (ML4) osalta. Työvaihelisää esiintyy esimerkiksi kerrostalon elementtien tuennassa käytettävien lautojen ja lankkujen rikkoontumisesta tukien purkamisvaiheessa, koska jäänyt puutavara katkeaa helposti. Työmaalisä aiheutuu materiaalin pilaantumisesta esimerkiksi puutavaran homeesta johtuva pilkkuminen kostean kelin aikana ja materiaalin katoamisesta. Ratu:n (C8-0377 2010, s. 3) mukaan talviolosuhteet lisäävät suoranaista materiaalihukkaa, mikä johtuu siitä, että käyttötarvikkeita kuten sähköjohtoja, peitteitä sekä työkaluja hautautuu lumen ja jään alle. Hautautuessaan lumen alle osa tarvikkeista, kuten esimerkiksi sähköjohdot ja peitteet, hajoavat lumiauran auratessa työmaata. Materiaalilisään kuuluu vuokratulot, jotka nostavat talvirakentamisen kustannuksia sääsuojahallien ja suojapeitteiden muodossa sekä talvella tarvittavien suojamateriaalien hankkimisen aiheuttamat kustannukset (Ratu C8-0377 2010, s. 3).

Ratu:n (C8-0377 2010, s. 3) mukaan rakentamisen ajoittuminen talviaikaan pidentää rakennusaikaa esimerkiksi siitä syystä, että talvella rakenteita ja rakennuspaikkaa joudutaan usein suojaamaan peitteillä, ettei lunta pääse paikkoihin, minne sitä ei saa mennä. Suojaaminen keskeyttää usein tuottavan työn tekemisen, jolloin rakennusaika

pidentyä väistämättä. Työntekijälle on taattava työturvallisuuslain mukaan työnantajan toimesta turvalliset ja kunnolliset työolosuhteet. Jos työmaalla ei voida taata turvallisia ja kunnollisia työskentelyolosuhteita, on lain mukaan työnantajan velvollisuus keskeyttää työskentely. Työntekoa voidaan jatkaa, kun työskentelyolosuhteet ovat taas turvalliset. Talvella kova pakkas, tuuli sekä lumi ja räntäsade voivat aiheuttaa keskeytyksen, kun ne uhkaavat työnteon turvallisuutta. Rakennusajan kasvuun vaikuttaa myös työn keskeytykset, jotka johtuvat muun muassa koneiden ja laitteiden käytön estymisestä pakkasen takia. Rakennusajan pidentymistä voidaan kuitenkin rajoittaa työvoiman lisäämisellä, jolloin työmenekin kasvusta johtuva rakennusajan pidentyminen saadaan eliminoitua. (Ratu C8-0377 2010, s. 3) Työvoiman lisääminen kasvattaa kuitenkin työmaan kokonaiskustannuksia.

Kokonaistyömenekin kasvu aiheutuu ratun (C8-0377 2010, s. 3) mukaan:

- Talvilisätöistä (esimerkiksi lumitöiden teko)
- Töiden talvityöhaitoista ja lisistä (esimerkiksi talvitahmeus)
- Työnaikaisista asennuksista (esimerkiksi suojapeitteiden asennus)
- TL2 ja TL3 tuotantokatkojen ja -keskeytysten lisääntymisestä (esimerkiksi pakkas rikkoo koneen tai laitteen)

Taulukosta 3 nähdään selvästi, että talvityöhaitaan ja lisäprosentteihin vaikuttaa sääolosuhteiden ankaruus, eli mitä alhaisempi lämpötila on, sen pienempi on työntekijän aikaansaama työsaavutus. Taulukosta nähdään, että lämpötilan ollessa lähellä 0-astetta se ei vaikuta työntekijän työsaavutukseen merkittävästi. Täytyy kuitenkin huomioida, että päällä täytyy silloin olla oikeanlainen vaatetus säätä vastaan. Vääränlaisessa, esimerkiksi liian kevyessä vaatetuksessa, työskentely räntäsateessa vaikuttaa työsaavutukseen jo huomattavasti, kun työntekijä kastuu ja kylmettyy.

Taulukko 3. Töiden talvityöhaitta ja -lisäprosenttitiedosto (Ratu C8-0377 2010, s. 6)

Talo 90 Nro	Työlaji Nimi	Töiden talvityöhaitta- ja lisäprosentit (%)				Lähde
		Lämpötilaluokat				
		0...-2,5	-2,5...-7,5	-7,5...-12,5	alle -12,5	
1	Maarakennustyöt					ei tietoa
21	Muottityö					
	lautamuottityö	7	10	15	20	Ratu
	levymuottityö	7	10	15	20	Ratu
	kasettimuottityö	7	10	15	20	Ratu
	suurmuottityö	3	5	10	20	Ratu
	pöytämuottityö	3	5	10	15	Ratu
	kulmamuottityö	3	5	10	15	Ratu
	erikoismuottityö	7	10	15	20	mallityö
	muottien purku ja puhdistus	7	10	15	20	mallityö
22	Raudoitus	7	15	25	35	mallityö
23	Betonointi					
	nostoastiabetonointi					
	- anturat	15	15	40	50	Ratu
	- seinät ja pilarit	15	15	40	50	Ratu
	- laatat ja palkit	10	10	35	45	Ratu
	pumppubetonointi					
	- anturat	15	40	50	60	Ratu
	- seinät ja pilarit	15	30	40	50	Ratu
	- laatat ja palkit	15	40	50	60	Ratu
25	Betonielementtityö					
	laattaelementti	10	20	30	40	Ratu
	ulkoseinäelementti	10	20	30	40	Ratu
	kappale-elementti	7	15	25	35	mallityö
	elementtien jälkityöt	-	5	25	35	mallityö
	kevytbetonielementti	7	15	25	35	mallityö
26	Betonipintojen etuoikaisu	7	10	15	20	mallityö
3	Metallirakennetyöt					ei tietoa ¹⁾
41	Tiilimuuraus	10	25	35	45	Leppikorpi
42	Harkkomuuraus	10	25	35	45	Leppikorpi
51	Puurunkotyö	3	5	8	15	Ratu
52	Levytyö	3	5	8	15	Ratu
53	Puuelementtityö	3	5	8	15	Ratu
61	Lämmöneristys	3	5	8	15	Ratu
63	Vedeneristys					ei tietoa ²⁾
64	Saumaus					ei tietoa ²⁾
7	Pintatyöt					ei tietoa ²⁾

Kerrostalon kokonaistyömenekki kasvaa täyselementtitekniikalla 0–6,4 prosenttia ja osaelementtitekniikalla 0–5,3 prosenttia taulukon 4 mukaan. Rationaalisessa paikallaan rakentamisessa kokonaistyömenekki kasvaa 2,3–6,4 prosenttia. Huomataan, että rationaalisessa paikallaan rakentamisessa sujuvimmillaankin kokonaistyömenekki kasvaa kesään verrattuna.

Taulukko 4. Kokonaistyömenekin kasvu tuotantotekniikasta riippuen (Ratu C8-0377 2010, s. 9)

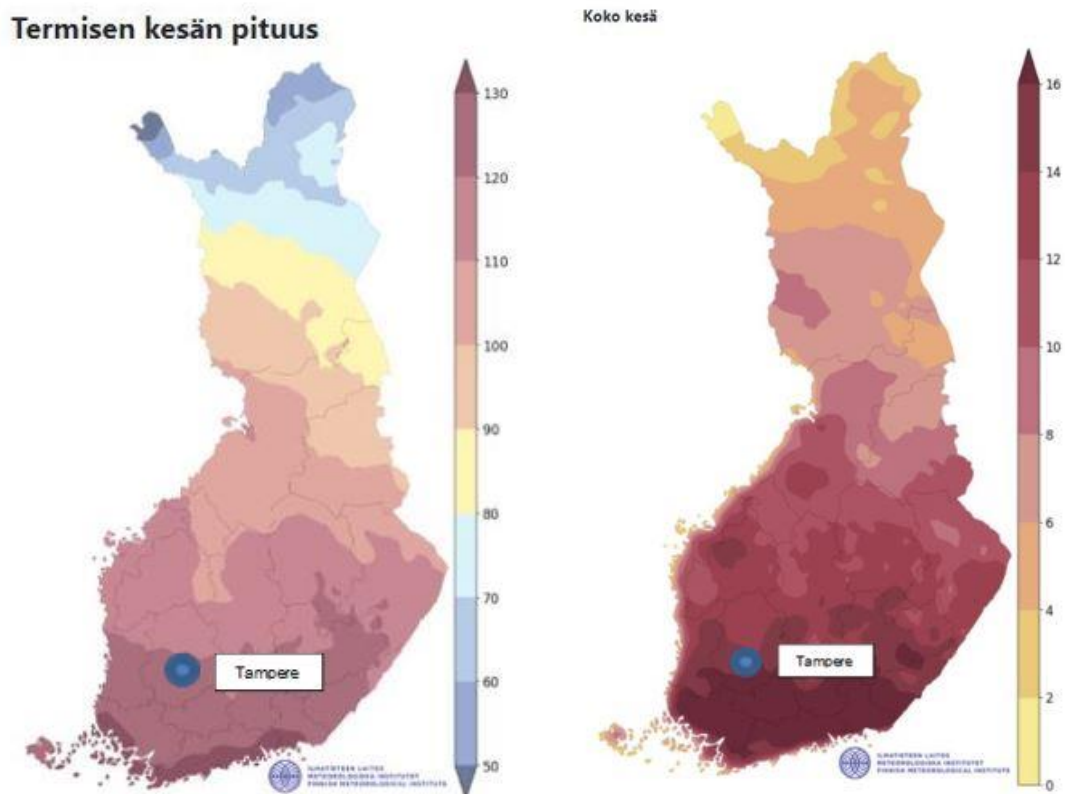
Rakennustyyppi	Tuotantotekniikka	Työmenekin kasvu kesään verrattuna (%)
asuinkerrotalo	täyselementtitekniikka	0...6,4
	osaelementtitekniikka	0...5,3
	rationaalinen paikallarakentaminen	2,3...6,4
toimistorakennus	täyselementtitekniikka	1,1...5,3
	osaelementtitekniikka	0,9...4,9
	rationaalinen paikallarakentaminen	0,7...5,2

Taulukosta havaitaan, että hyvin suunniteltuna, toteutettuna ja hyvissä sääolosuhteissa voidaan talvellakin rakentaa kerrostalo olemattomalla tai hyvin pienellä kokonaistyömenekin kasvulla. Työmaan suunnittelu ja toteutus täytyy kuitenkin tällöin olla erittäin hyvin aikataulutettu ja johdettu, johon päästään erittäin harvoin, koska esimerkiksi muuttuviin sääolosuhteisiin voi olla vaikea valmistautua etukäteen.

3. KESÄOLOSUHTEET RAKENTAMISESSA

3.1 Kesäolosuhteet Suomessa

Keskimääräisen kesän aikana Suomessa lämpötilat kohoavat useina päivinä töitä hidastaviksi. Kuvasta 6 (Kesätilastot 1991–2020) nähdään, että termisen kesän pituus Pirkanmaan alueella on 110–130 päivää. Kuvan (Helletilastot 1991–2020) mukaan keskimääräisten hellepäivien lukumäärä Pirkanmaan pohjois-osissa on 12–14 ja eteläosissa 16 tai yli 16 kpl kesässä. Hellepäivinä rakennustyömaan toiminta hidastuu lämmön vaikutuksesta ihmisen suorituskykyyn ja helteestä johtuvien ylimääräisten lakisääteisten taukojen pidosta.



Kuva 6. Kuvassa vasemmalla termisen kesän pituus Suomessa 1991–2020 (Kesätilastot) ja oikealla keskimääräinen hellepäivien lukumäärä Suomessa 1991–2020 (Helletilastot).

3.2 Kesän vaikutus rakennustyömaan toimintaan

Kesä vaikuttaa rakennustyömaan toimintaan usein positiivisesti muun muassa valaistuksen ja lämmityksen tarpeen vähenemisenä ja myöskään lumi- ja routasuojauksen tarvetta ei termisen kesän aikana ole kuin harvoin. Usein ajatellaan, että kesäaika pääasiassa nopeuttaa rakentamista. Esimerkiksi kesänä 2021 huomattiin kuitenkin monilla työmailla, että kesäaika ja lämpö eivät ole ainoastaan nopeuttavia tekijöitä. Helteiset kelit ja auringon paahde hidastutti rakennustyömaiden toimintaa työntekijän työtehon pienentyessä ja auringon uv-säteilyltä suojautumisessa. Työturvallisuuskeskuksen mukaan jokaista 25 °C:n ylittävää lämpöastetta kohden työntekijän suorituskyky laskee noin 2 prosentilla. Lämpöviihtyvyyssuosituksissa 21–25 °C lämpötila-alueita pidetään lämpöviihtyvyyssuosituksissa miellyttävänä lämpötilana (RatuTT 15-01331 2019, s. 45).

Työsuojeluhallinnon verkkopalvelun (2020) mukaan työnantaja on velvollinen rajoittamaan työntekijöiden altistumisaikaa kuumalle, jos työpaikan ilman lämpötila teknisistä toimista huolimatta nousee 28 °C:n yläpuolelle. Yhden työskentelyjakson pituus saa enintään olla 50 minuuttia tunnissa, jos ilman lämpötila työpaikalla on 28–33 °C. Pisin yhtäjaksoinen työskentelyaika saa enintään olla 45 minuuttia, jos lämpötila on yli 33 °C. Tilanteissa, joissa lämpötila ylittää 28 °C, työntekijän olisi voitava tehdä työtä 10–15 minuuttia viileämmässä työtilassa tuntia kohden tai vaihtoehtoisesti olla tauolla viileässä tilassa. Rakennustyömailla helteellä pystytään harvoin runkovaiheessa tarjoamaan työntekijöille tauoille vaihtoehtoista työskentelyä viileässä tilassa 10–15 minuuttia tuntia kohden, joten yleensä tauot pidetään viileässä taukotilassa. Ratun (S-1234 2017, s. 4) mukaan on työnantajan velvollisuus huolehtia siitä, että työpaikan lämpötila pysyy alle 28 °C:ssa.

Työsuojeluhallinnon verkkopalvelun (2020) mukaan kuuma- ja kylmätyön haitoilta työntekijöitä pyritään suojelemaan ensisijaisesti teknisin ratkaisuin, esimerkiksi lämpö- ja kylmälähteiden eristämällä ja ilmastonin avulla. Auringon ultravioletti- ja lämpösäteilyltä voidaan suojautua asiaan kuuluvilla suojavaatetuksella ja aurinkolaseilla, mutta suojavaatetus voi olla entisestään kuumempi työntekijälle. Lämpötilan vaikutusta työntekijään pyritään vähentämään työn tauottamisella ja sopivalla vaatetuksella, jos tekniset ratkaisut eivät ole mahdollisia. Henkilökohtaiset suojaimet voivat tulla kysymykseen myös ääritapauksissa, mutta näitä ääritapauksia rakennustyömaalla runkovaiheessa on hyvin harvoin. Jos ulkoilman lämpötila on yli 28 °C rakennustyömailla, runkotyövaiheessa pystytään harvoin alentamaan lämpötilaa teknisin keinoin, joten on lisättävä taukojen määrää.

Artikkelin (How to Manage Summer Heat for Construction Workers 2019) mukaan on tärkeää, että kuumalla kelillä ulkotyöntekijät juovat runsaasti estääkseen nestehukan, joka on ensisijainen syy lämpökramppeihin ja lämpöuupumukseen.

3.3 Kustannustekijät runkovaiheessa ja niiden muodostuminen kesällä

Kesällä kerrostalon runkutyövaiheessa kustannustekijöitä aiheuttaa sääolosuhteet ja erityisesti näistä olosuhteista sään ääri-ilmiöt; helteet ja myrskyt. Helteillä työn tuotus on ensiarvoisen tärkeää, että työnteko pysyy tuottavana (How to Manage Summer Heat for Construction Workers 2019). RatuTT (15–01331 2019, s. 45) mukaan ”Ihmisen suorituskyky heikkenee noin 2 prosentilla jokaista 25 °C:n ylittävää lämpöastetta kohden.”, joten jos lämpötila on esimerkiksi 28 astetta, työntekijän työsaavutus laskee keskimäärin 6 prosenttia. Sen lisäksi taukoja pidetään 50 minuutin välein, jolloin työntekijän työsaavutus laskee entisestään. Lämpö saa työntekijät olemaan vähemmän varovaisia ja siitä syystä käytetään vähemmän suojavaatteita. Lämpö aiheuttaa myös uneliaisuutta lämpöväsämyksen vuoksi. (Heigl 2018) Kuumat helteet aiheuttavat rakennustyömaille kustannustekijän, johon on vaikea varautua ennakkoon. Ilman lämpötilalle ja virtausnopeudelle on työsuojeluviranomainen laatinut suositusarvot taulukon 5 mukaan.

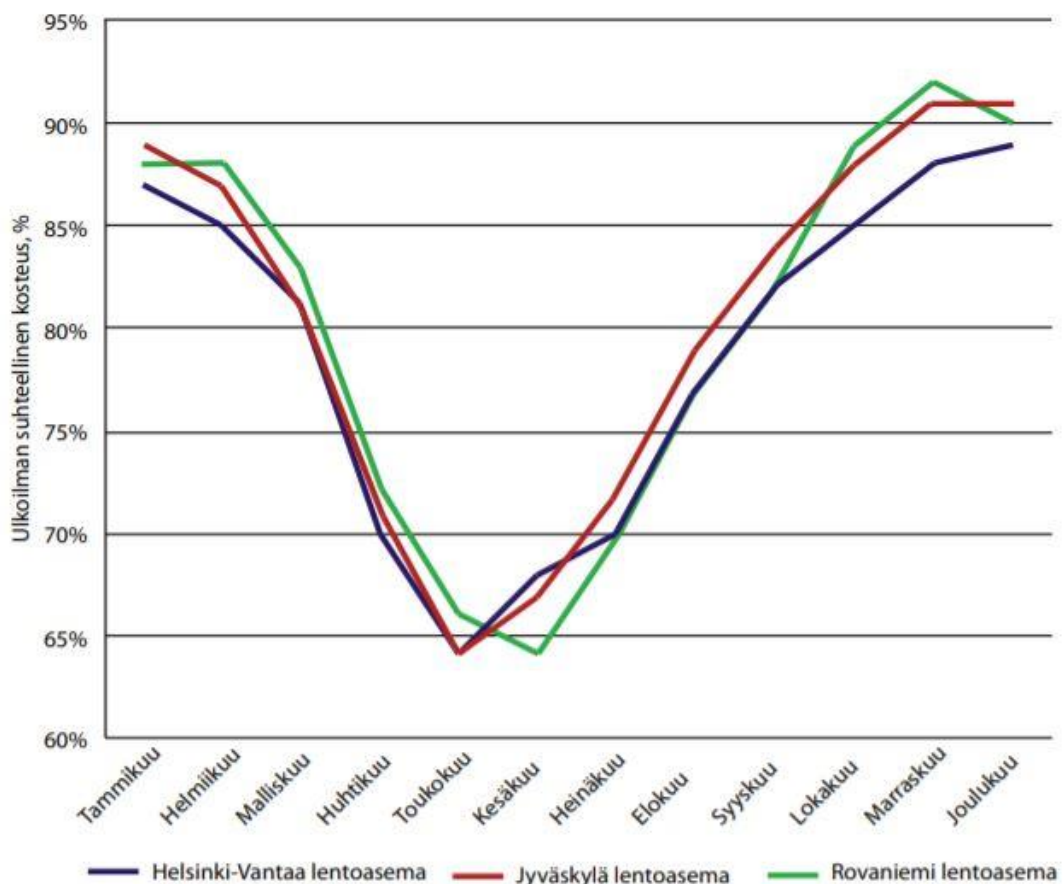
Taulukko 5. Työsuojeluviranomaisen laatimat suositusarvot työn raskauden mukaan ilman lämpötilalle ja virtausnopeudelle (RatuTT 15-01331 2019, s. 45).

Työn luokitus	Lämpötilasuositus	Ilman liike
kevyt istumatyö	21–25 °C	alle 0,1 m/s
muu kevyt työ	19–23 °C	alle 0,1 m/s
keskiraskas työ	17–21 °C	alle 0,5 m/s
raskas työ	12–17 °C	alle 0,7 m/s

Näitä suositusarvoja on kuitenkin erityisen vaikea täyttää kerrostalon runkutyövaiheessa, koska jos työskennellään taivasalla, ilman liike on lähes aina suurempi kuin suurin suositusarvo 0,7 m/s. Ratun (S-1232 2013, s. 6) mukaan sääsuojalla voidaan suojata työntekijöitä, työkohdetta ja rakennusmateriaaleja sateelta, tuulelta, lumelta, pakkaselta, jäältä tai liialta auringonvalolta. Sääsuojalla saadaan kontrolloitua ilman liikettä, mutta

sääsuojan alla lämpötila nousee kesällä helposti yli suositusarvojen. Ylen uutisen mukaan Kouvolan pääkirjaston kattoremontissa kesällä sääsuojan alla rakennustyöntekijät työskentelivät 50–60 asteen lämmössä. Kuumina kesinä lämpötila sääsuojan alla voi siis kohota sietämättömän kuumaksi.

Ilman suhteelliselle kosteudelle työsuojeluviranomainen on myös esittänyt suosituksen, joka on 30–50 prosenttia. Kuvasta 7 nähdään, että keskimääräiset suhteellisen kosteuden arvot eivät vastaa työsuojeluviranomaisen esittämiä suositusarvoja. Keskimääräisten arvojen mukaan kuivatusta joutuisi järjestämään koko ajan, jos näihin suositusarvoihin haluaisi päästä. Kuivatukseen tarvitaan myös lähes kokonaan suljettu tila, sääsuojahalli tai vastaava, että kuivatuksesta saadaan jotakin hyötyä.



Kuva 7. Ulkoilman suhteellisen kosteuden (%) vaihtelu eri havaintoasemilla kuukausittain vertailukaudelta 1981–2010 (Ratu S-1232 2013, s. 4).

Ratun (0435 2014, s. 8) mukaan työmaan tuotannosuunnitteluvaiheessa päätetään, suojataanko koko rakennus vai rakennusosia ja materiaaleja. Jos tuotannosuunnittelussa halutaan minimoida riskit, päädytään usein koko rakennuksen suojaamiseen sääsuojahallilla. Ennakkosuunnittelun avulla sääsuojahalleja voidaan käyttää perustus- ja runkovaiheessa suojaamaan rakenteita kesän vesisateilta.

Tuotannosuunnittelussa voidaan myös päättää, että sääsuojahalleja ei käytetä, tällöin voidaan säästää kustannuksia. Kustannussäästöjä aiheutuu kuitenkin vain silloin, jos sääolosuhteet ovat hyvät ja voidaan rakentaa ilman esimerkiksi huonoista sääolosuhteista johtuvia TL2 ja TL3 keskeytyksiä. Jos tuotannosuunnittelussa päätetään, että sääsuojahallia ei käytetä, niin huonojen sääolosuhteiden varalle asennustyön keskeytyksen ajaksi esimerkiksi viikonlopuksi suojataan runko tarpeellisella tavalla muun muassa kosteusriskien minimoimiseksi. (Ratu 0435 2014, s. 8) Nämä keskeytysten aikaiset suojaukset työmaan johto toimeenpanee yleensä sääennusteiden perusteella.

4. KUSTANNUSTEKIJÖIDEN VERTAILU

4.1 Talvi- ja kesäkustannustekijöiden yhtäläisyydet ja erot

Keskeisimmät erot talvirakentamisen ja kesärakentamisen välille aiheutuvat lämpötilan painumisesta pakkaselle ja lumisateesta (Rekonen 2017, s. 49). Sääolosuhteet ja niiden vaihtelu aiheuttavat sekä talvelle että kesälle kustannustekijöitä, joiden vaikutusta voidaan minimoida hyvällä ennakkoinnilla ja suunnittelulla. Talvikaudella haittaa aiheutuu kuitenkin keskimääräisesti enemmän, jos ei käytetä sääsuojahallia, koska lumen ja jään poistaminen työmaalta vie aikaa.

Talvikauden sääolosuhteista johtuvat alhaiset lämpötilat aiheuttavat talvikaudelle kustannustekijän, jota kesäkaudella ei ole. Talvikaudella työkoneiden säilytys lämpimässä ja ulkona olevien isompien koneiden esilämmitys on hyvin tärkeää, että laitteet pysyvät toimintakuntoisina. Toimintakuntoisena pysyminen on ehto sille, että laitteilla voidaan tehdä tuottavaa työtä turvallisesti. Kesäkaudella tarvitsee huolehtia siitä, että koneiden jäähdytys toimii, etteivät laitteet ylikuumennu. Talvikaudella koneiden ja laitteiden ylläpidosta sekä mahdollisista vaurioitumisista aiheutuvat kustannukset ovat merkittävästi suuremmat kuin kesäkaudella.

Energiantarpeen kasvu aiheuttaa talvella muuttuvan kustannustekijän, joka riippuu talven sääolosuhteista. Kesäkaudella energiantarve on paljon vähäisempää, koska valaistustarvetta ei juurikaan ole eikä työmaan sosiaali- ja toimistotiloja tarvitse lämmittää kuin silloin tällöin. Talvella työmaatilojen lämmittäminen ja työmaan valaistus, päiväajan ollessa lyhyempi aiheuttavat runkotyövaiheeseen merkittäviä kustannuksia, joita kesällä ei aiheudu kuin murto-osa talveen verrattuna.

Talvikaudella alhaisista lämpötiloista johtuu myös talvitahmeus, mikä aiheuttaa muuttuvan kustannustekijän olosuhteista riippuen (Ratu C8-0377 2010, s. 3). Kesäkaudella sääolosuhteista aiheutuu kustannustekijä, jos lämpötilat kohoavat niin korkeaksi, että joudutaan pitämään työsuojeluviranomaisen määrittämiä taukoja. Korkeasta lämpötilasta voi aiheutua työntekijän työsaavutuksen pienenemistä. Kesäkauden helteestä johtuva työsaavutuksen pieneneminen on kuitenkin mittakaavassaan merkittävästi pienempi kuin talvikauden pakkasesta johtuvat haitat.

Rekosen (2017, s. 50) mukaan talvikaudella rakentamiseen liittyy myös spekulatiivisia riskejä. Talvella rakennetaan vähemmän kuin kesällä, mikä voi vaikuttaa positiivisella tavalla työvoiman saatavuuteen. Rekosen mukaan talvella aliurakoitsijoita on hyvin

saatavilla, mikä vaikuttaa urakoiden hintatasoon. Hintataso talvella on kesää alhaisempi, mikä vaikuttaa osaltaan urakan kokonaiskustannuksiin pienentävästi.

Vaikka talvella rakentaminen aiheuttaa enemmän kustannuksia kuin kesällä rakentaminen, talvikaudella rakentamisen lopettaminen tai vähentäminen aiheuttaisi kuitenkin rakennusyritykselle lisää isoja haasteita. Haasteita aiheutuisi erityisesti osaavan kausityövoiman saannissa ja työmaan seisottamisesta aiheutuvien kustannuksien muodossa. Talvilisäkustannukset ovat näihin kustannuksiin verrattuna pienemmät, joten talvella rakentaminen on kannattavaa.

Lasketaan taulukkoon 7 runkotyövaiheen kokonaiskustannusten kasvu talvilisäkustannuksien vaikutuksesta, että nähdään miten paljon talvi vaikuttaa runkotyövaiheeseen. Laskemisen esimerkkikohteena käytetään As Oy Pikonlinnan Armaanrantaa ja laskemiseen tarvittavat tiedot selviävät kustannusarviosta (Koskinen 2012, s. 36). Laskemiseen tarvittavat runkotyövaiheen talvirakentamisen lisäkustannusprosentit on otettu taulukosta 2. Kokonaiskustannus runko- ja vesikattorakenteisiin 458 546 € ja kerrostalon bruttoneliömäärä 960 taulukosta 6. Lasketaan kokonaiskustannusten määrä yhtä bruttoneliötä kohti $458\,546\text{ €} / 960\text{ brm}^2 = 477,7\text{ €/ brm}^2$.

Taulukko 6. Runko- ja vesikattorakenteen kokonaiskustannus kerrostalossa. (Koskinen 2012, s. 36)

YHTEENVETO

31120002_2 As Oy Kangasalan Pikonlinnan Armaanranta

	h	Työ	Aine	Alihankinta	Omat palvelut	Ennakot	yhteensä	os%
1 Maa ja pohjarakennus	13	241	7 604	123 395			131 240	8,3
2 Perustukset	932	16 434	29 036	41 871			87 341	5,5
3 Runko- ja vesikattorakenteet	1 634	30 302	292 232	135 206	806		458 546	28,9
4 Täydentävät rakenteet	550	10 047	28 570	67 238			105 854	6,7
5 Pintarakenteet	235	3 585	739	132 337			136 662	8,6
6 Kalusteet, varusteet, laitteet	120	1 874	20 804	49 628			72 306	4,6
7 Konetekniset työt	78	1 171		210 931			212 102	13,4
8 Työmaan käyttökustannukset	733	13 961	34 067	43 442	51 788		143 258	9,0
9 Työmaan yhteiskustannukset	810	11 261	16 210	29 507	124 610		181 588	11,4
YHTEENSA	5 107	88 877	429 261	833 556	177 203		1 528 897	96,3
Sosiaalikulut 66,88 %		59 441					59 441	3,7
KUSTANNUKSET YHTEENSA		148 318	429 261	833 556	177 203		1 588 337	100,0

TUNNUSLUKUJA JA LAAJUUSTIETOJA:

KTA	17,40	h/rm3	1,646	rm3/hvm2	4,43
KTA soc	29,04	h/brm2	5,319	brm2/hvm2	1,37
Palkat/rm3	28,64	h/hvm2	7,285	as.lkm	10,00
hvm2	701,00	brm2	960,00	rm3	3103,00

Taulukko 7. Runkotyövaiheen kokonaiskustannusten kasvu talvilisäkustannuksien vaikutuksesta (€/brm²).

Kustannuslajit	Runkotyövaiheen talvilisäkustannukset (%)	Kokonaiskustannusten kasvu talvilisäkustannuksista (€/brm ²)
Työmenekkilisä	0,6–0,7	$\frac{0,6 \dots 0,7}{100} * 477,7 = 2,9 \dots 3,3$
Materiaalilisä	0,6–1,9	$\frac{0,6 \dots 1,9}{100} * 477,7 = 2,9 \dots 9,1$
Energialisä	1,2–1,4	$\frac{1,2 \dots 1,4}{100} * 477,7 = 5,7 \dots 6,7$
Kone- ja kalustolisä	1,2–1,4	$\frac{1,2 \dots 1,4}{100} * 477,7 = 5,7 \dots 6,7$
Talvilisätyöt	0,7–0,9	$\frac{0,7 \dots 0,9}{100} * 477,7 = 3,3 \dots 4,3$
Aikakustannuslisä	1,0–1,2	$\frac{1,0 \dots 1,2}{100} * 477,7 = 4,8 \dots 5,7$
Yhteensä	5,5–7,5	$\frac{5,5 \dots 7,5}{100} * 477,7 = 26,3 \dots 35,8$

Taulukosta 7. nähdään talvilisäkustannuksien nostavan runkotyövaiheen kokonaiskustannuksia 26,3–35,8 €/ brm². Kokonaiskustannukset runkotyövaiheessa ovat näin ollen 25200–34400 € suuremmat kuin kesällä 960 brm² kerrostalossa.

4.2 Kustannustekijöiden ennakointi ja hallinta

Hyvin onnistuneella aikatauluttamisella saadaan vähennettyä kustannustekijöitä, mitä kautta saadaan vähennettyä kustannuksia. Aikatauluttamisessa on tärkeää ymmärtää kriittisimmät työvaiheet ja niiden tärkeys urakan aikataulussa pysymisen kannalta. Ratu:n (KI-6031 2017, s. 51) mukaan työmaan kannalta merkittäviä hankintoja tehdessä aikatauluttamisella on myös tärkeä rooli. Jos esimerkiksi ajoittaa runkotavaran tai elementtien oston liian lähelle niiden tarvetta työmaalla, voi muuttuvan markkinatilanteen myötä esimerkiksi raaka-ainepula viivästyttää toimitusta useita viikkoja.

Töiden tahdistaminen on tärkeää työmaan toiminnan sujuvuuden kannalta. Esimerkiksi elementtien asennusvaiheessa töiden tahdistamisella on iso merkitys. Tahdistamisen ansiosta voidaan jokin kriittinen työvaihe saada tehtyä yhden työvuoron aikana, tällöin voidaan välttyä esimerkiksi väliaikaisten tukien teolta viikonlopun ajaksi. Väliaikaisten tukien sijaan voidaan tehdä suoraan pysyvät tuennat ja näin ollen välttää yksi työvaihe kokonaan. Tällöisissä tilanteissa, joissa saadaan esimerkiksi tunnin ylityillä vältettyä yhden työvaiheen teko, ylityöt ja niistä maksettavat korvaukset voivat olla järkevä tapa säästää kustannuksia työmaan kokonaiskustannusten kannalta.

Työmaalla kustannustekijöiden vaikutuksia saadaan ennakoitua pienemmiksi esimerkiksi konkreettisilla toimilla, hyvällä ennakkoinnilla ja suunnittelulla. Hyvää ennakkointia ja suunnittelua on esimerkiksi sääennusteiden seuraaminen, jolloin tiedetään melko hyvin, minkälaisia sääolosuhteita on odotettavissa. Työvaiheiden ennakkosuunnittelun merkitys korostuu huonoissa sääolosuhteissa. Ennakkosuunnittelulla voidaan välttää turhien tuotantokatkojen syntymiset ja lisätä työkalu- ja laitteiden käyttöikä, kun valitaan työhön ja sääolosuhteisiin parhaiten sopiva kalusto. Ennakkosuunnittelussa on tärkeää tunnistaa ja laskea riskit, että niitä voidaan hallita ja ottaa ne huomioon oikealla vakavuudella. Talvirakentamisessa yksi tärkeimmistä asioista on tunnistaa pakkaselle alttiit kohteet ja materiaalit, että materiaalihukkaa ja hajoja työkoneita ja laitteita tulisi mahdollisimman vähän.

Joitakin työvaiheita voi olla kustannussäästöjen vuoksi järkevää myös lykätä, mikäli työmaan aikataulu antaa siihen mahdollisuuden. Lykkääminen voi johtua esimerkiksi siitä, että sääolosuhteet eivät ole työvaiheelle suotuisat juuri sillä hetkellä. Esimerkiksi kovalla tuulella (> 10 m/s) nostoissa noudatetaan erityistä varovaisuutta ja erittäin kovalla tuulella (> 15 m/s) työskentely keskeytetään (Ratu 0435 2014, s. 8). Kovalla tuulella elementtien nostot eivät ole tehokkaita eikä niin turvallisia kuin tyynellä kelillä. Aikataulun antaessa periksi kannattaa sääennusteiden perusteella todeta, että nosturi kannattaa tilata myöhemmin paremmalle päivälle. Nostot ovat tehokkaampaa tehdä myöhemmin, jos työmaalla on vaihtoehtoisia töitä siksi aikaa.

5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä kandidaatintyössä tutkittiin rakentamisajankohdan vaikutusta puurunkoisen kerrostalon kustannustekijöihin. Kandidaatintyön tarkoituksena oli saada selville, että onko kustannustekijöiden näkökulmasta merkittävää eroa, tekeekö puurunkoisen kerrostalon runkovaiheen kesällä vai talvella. Kustannustekijät ovat tietyiltä osin projektikohtaisia, mutta kuitenkin suurin osa kustannustekijöistä puurunkoisen kerrostalon runkovaiheessa on samankaltaisia projekteista riippumatta. Projektien laajuus ja kokoluokka vaihtelee, mistä johtuvat kustannustekijöistä aiheutuvien kustannusten kokoluokka.

Tämän tutkimuksen lähteiden perusteella kerrostalon runkovaiheen teko talvella on harvoin yhtä tehokasta kuin kesällä, mutta suotuisissa olosuhteissa, hyvällä ennakkoinnilla ja suunnittelulla kuitenkin mahdollista. Keskeisin epävarmuustekijä talvella kesään verrattuna on sääolosuhteet ja niiden vaikutus. Tutkimuksen mukaan talven ja kesän keskimääräiset sääolosuhteet vaikuttavat talvella rakentamiseen enemmän. Pääasiassa talvella on enemmän kustannustekijöitä, joista aiheutuu kesää suuremmat kustannukset. Poikkeuksena työvoimakustannukset, jotka voivat olla kesää pienemmät, koska talvella rakennetaan vähemmän. Tästä syystä osaavaa työvoimaa esimerkiksi aliurakoitsijoita voi olla hyvin saatavilla, mikä vaikuttaa hintatasoon laskemalla hintoja.

Vaikka talvella rakentaminen aiheuttaa lähes poikkeuksetta enemmän kustannuksia kuin kesällä rakentaminen, talvikaudella rakentamisen lopettaminen tai vähentäminen aiheuttaisi kuitenkin rakennusyritykselle lisää kustannuksia. Taulukossa 7. lasketut talvilisäkustannukset runkotyövaiheessa 26,3–35,8 €/brm² ovat näihin kustannuksiin verrattuna pienemmät, joten talvella rakentaminenkin on kannattavaa.

Tutkimuksen mukaan hyvin suunniteltuna, toteutettuna ja hyvissä sääolosuhteissa voidaan talvellakin rakentaa kerrostalo olemattomalla tai hyvin pienellä kokonaistyömenekin kasvulla. Työmaan suunnittelu ja toteutus täytyy kuitenkin tällöin olla erittäin hyvin aikataulutettu ja johdettu, johon päästään erittäin harvoin, koska esimerkiksi muuttuviin sääolosuhteisiin voi olla vaikea valmistautua etukäteen.

Työn tavoite saavutettiin, koska tutkimuskysymyksiin löydettiin vastaukset. Talven kustannustekijöitä vertailtiin kesän kustannustekijöihin puurunkoisen kerrostalon runkovaiheessa ja niiden merkittävyyttä arvioitiin. Kokonaiskustannusten nousu talvilisäkustannuksista johtuen laskettiin ja saatiin selville, että kokonaiskustannusten kovin merkittävää nousua ei talvilisäkustannuksista aiheudu. Tämän tutkimuksen

vertailukelpoisuus ja luotettavuus perustuu lähteiden oikeellisuuteen ja luotettavuuteen. Tutkimuksen luotettavuutta heikentää hieman lähteiden ikä, koska vanhoista lähteistä saatu tieto ei ole välttämättä vertailukelpoisinta. Luotettavuutta heikentää myös, ettei runkotyövaiheen kokonaiskustannusten nousua talvilisäkustannuksista johtuen voitu laskea puurunkoista kerrostaloa koskien, koska kustannuslaskelmia puurunkoisista kerrostaloista ei löytynyt. Tässä työssä arvioituja kustannustekijöitä ja kustannuksien merkittävyyttä voidaan pitää kuitenkin vain viitteellisinä, koska rakennushankkeiden yksilöllisyys ja olosuhteiden tarkka vaikutus selviää vasta hankkeen edetessä.

Kandidaatintyötä tehdessä kävi ilmi, että Suomessa jatkotutkimuksen tarvetta olisi ainakin; Miten kesän sääolosuhteet esimerkiksi helle vaikuttaa rakennustyömaan toimintaan ja aiheutuuko siitä merkittävää tuottavuuden laskua? Jatkotutkimusta kannattaisi mielestäni tehdä myös aiheesta; Miten talven aiheuttamat haitat voitaisi ottaa huomioon niin, että aiheutuisi mahdollisimman vähän talvilisäkustannuksia? Olisiko talvirakentamisesta mahdollista saada hyvällä suunnittelulla ja ennakkoinnilla lähes yhtä tehokasta kuin kesärakentamisesta?

LÄHTEET

A-Kruunu 22.6.2020. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu: 27.11.2021): <https://www.a-kruunu.fi/uutiset/tampereen-vuorekseen-rakennetaan-suomen-suurin-puurakenteisten-kerrostalojen-kokonaisuus>

Eränummi, E. (2020). Talven vaikutus kerrostalon runkovaiheen kustannuksiin. Kandidaatintyö. Tampereen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Tampere. 25 s. Saatavissa (viitattu 27.9.2021): <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/122589/Er%c3%a4nummiErik.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Helletilastot. Ilmatieteen laitos. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 13.10.2021): <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/helletilastot>

Heigl, C. (2018). How Seasonal Temperature Changes Affect the Construction Industry. 2018. Constructconnect. Artikkele. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 15.11.2021): <https://www.constructconnect.com/blog/seasonal-temperature-changes-affect-construction-industry>

How to Manage Summer Heat for Construction Workers. 2019. Construction Equipment. Arlington Heights. Illinois. Artikkele. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 11.11.2021): <https://www.constructionequipment.com/how-manage-summer-heat-construction-workers>

Kesätilastot. Ilmatieteenlaitos. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 27.9.2021): <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kesatilastot>

Koskenvesa, A. (1999). Talvirakentaminen, Rakennustieto. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 17.9.2021): <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK99s697.pdf>

Koskinen, R. (2012). Kustannusarvion laatimisprosessin kehittäminen Skanska Talonrakennus Oy:ssä. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampere. 36 s. Saatavissa (viitattu 17.12.2021): https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40936/Koskinen_Riitta.pdf?sequence=2

Lumitilastot. Ilmatieteen laitos. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 27.9.2021): <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/lumitilastot>

Lämpöolot. Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. 2020. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 13.10.2021): <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot>

Ratu 0435 (2014). Puuelementtirakentaminen, pilarit ja palkit. Rakennustieto. 23 s.

RatuTT 15-01331 (2019). Työturvallisuus ja työsuojelu. Työturvallisuuskeskus. 67 s.

Ratu C8-0377 (2010). Talvityöt ja -kustannukset. Suunnitteluohje. Rakennustieto. 14 s.

Ratu KI-6035 (2020). Rakennustöiden menekit 2020. Rakennustieto. 163 s.

Ratu S-1234 (2017). Olosuhteiden vaikutus rakentamisessa. Rakennustieto. 26 s.

Ratu S-1232 (2013). Rakennustyömaan sääsuojaus. Rakennustieto. 14 s.

Rekonen, J. (2017). Talvirakentamisen riskien ja kustannusten hallinta. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Tampere. 65 s. Saatavissa (viitattu 27.9.2021): <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/24586/Rekonen.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Tilastokeskus (2021). Rakennus- ja asuntotuotanto. ISSN=1796–3257. Kesäkuu 2021. Helsinki. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 21.9.2021): https://www.stat.fi/til/ras/2021/06/ras_2021_06_2021-08-24_tie_001.fi.html

Talvitilastot. Ilmatieteen laitos. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 27.9.2021): <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/talvitilastot>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2020. Katsaus teolliseen puurakentamiseen – puuelementit. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. 2020:16. 58 s. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 27.9.2021): https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162338/TEM_2020_16.pdf?sequence=1

Uutiset. Rakennuslehti. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 21.9.2021): <https://www.rakennuslehti.fi/2021/08/asuntorakentamisessa-kaynnissa-hurja-ralli-lupa-maarat-ja-aloitukset-olivat-loppukevaasta-ennatystasolla/>

Uutiset. Yle. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 4.11.2021): <https://yle.fi/uutiset/3-5304555>

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. 2002. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 5.10.2021): <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=rakennusty%C3%B6n%20turvallisuus#a205-2009>

Ympäristöministeriö. 2020. Puurakentaminen. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 27.11.2021): <https://ym.fi/puurakentaminen>