

Erik Eränummi

TALVEN VAIKUTUS KERROSTALON RUNKOVAIHEEN KUSTANNUKSIIN

Rakennetun ympäristön tiedekunta
Kandidaatintyö
Toukokuu 2020

TIIVISTELMÄ

Erik Eränummi: Talven vaikutus kerrostalon runkovaiheen kustannuksiin (Cost effects of winter construction in apartment building frame erection.)

Tampereen yliopisto

Rakennustekniikan tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö

Toukokuu 2020

Kerrostalarakentaminen Suomessa on ollut vilkasta viime vuosina. Yhä useamman kohteen kriittiset työvaiheet, kuten runkovaihe, sijoittuvat talviaikaan. Talviolosuhteet Suomessa aiheuttavat huomattavia vaikutuksia rakennushankkeelle ja sen etenemiselle. Tämän tutkimuksen tarkoitus oli tutkia talven kustannusvaikutuksia betonisen asuinkerrostalon runkovaiheessa. Tutkimuksen avulla pyrittiin selvittämään, mistä suurimmat talvilisäkustannukset syntyvät ja miten niihin pystytään vaikuttamaan. Lisäksi tutkittiin rakentamisen ajoituksen vaikutusta talvilisäkustannuksiin.

Tutkimus suoritettiin kirjallisuustutkimuksena. Lähteinä on käytetty edeltäviä tutkimus- ja tilastotietoja talvirakentamiseen liittyen sekä erityisesti Rakennustieto Oy:n julkaisemia Ratu-ohjekortteja. Lähteinä on käytetty myös muita alaan liittyviä kirjallisuus- ja verkkolähteitä.

Työ koostuu kolmesta osiosta, joista ensimmäisessä selvitetään talven olosuhteiden avulla pohjatietoa tutkimukselle. Toisessa osassa määritetään, mistä eri kustannuslajeista talvilisäkustannukset muodostuvat sekä selvitetään niiden vaikutukset runkovaiheessa. Kustannusaiheuttajien tunnistamisen ja vaikutusten selvittämisen jälkeen tutkitaan, pystytäänkö syntyviä kustannuksia vähentämään. Kolmas osio käsittelee talvirakentamista ennakoivaa suunnittelua ja lisäkustannuksiin valmistautumista. Tähän kuuluu talviolosuhteiden, kustannusten hallinnan sekä runkovaiheen toteutusajankohdan huomiointi suunnittelussa. Tutkimuksessa tehdyt havainnot on vielä lopuksi koottu yhteenvedoksi, jossa havaintojen perusteella on pyritty luomaan johtopäätöksiä ja vastauksia tutkimuskysymyksiin.

Runkovaiheen talvilisäkustannuksien huomattiin olevan suurelta osin hankekohtaisia. Jotkin työvaiheet, kuten talvibetonointi, aiheuttavat kuitenkin aina lisäkustannuksia. Sen todettiin olevan merkittävin lisäkustannusten aiheuttaja runkovaiheessa. Talven olosuhteet ja hankkeen yksilöllisyys aiheuttavat tilanteita, joihin ei aina pystytä valmistautumaan etukäteen. Tutkimuksessa kuitenkin huomattiin hyvän suunnittelun mahdollistavan tehokkaan kustannustenhallinnan.

Talven huomiointi rakentamisessa on aloitettava jo hankesuunnitteluvaiheessa, jotta lisäkustannusten toteutumiseen pystytään vaikuttamaan tehokkaasti. Eri suunnittelu-, aikataulu- ja toteutusmuotovalinnat sekä kustannusten laskenta ja ennakointi mahdollistavat hankkeen toteuttamisen kustannustehokkaasti.

Avainsanat: Talvirakentaminen, kustannukset, talvilisäkustannus, runkovaihe

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO	1
1.1 Taustat	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset.....	1
1.3 Tutkimuksen rakenne ja rajaukset	2
1.4 Tutkimusmenetelmät ja aiemmat tutkimukset	2
2. TALVIOLOSUHTEET RAKENTAMISESSA.....	3
2.1 Talvi Suomessa	3
2.2 Talven vaikutus rakennustyömaan toimintaan	5
3. TALVEN AIHEUTTAMAT KUSTANNUKSET	7
3.1 Talvikustannusten muodostuminen.....	7
3.1.1 Kokonaistyömenekin kasvu.....	9
3.1.2 Materiaalihukka ja muuttuneet materiaalit	10
3.1.3 Energiantarpeen kasvu	11
3.1.4 Koneiden, laitteiden ja suojauksen tarve	13
3.1.5 Rakennusajan kasvu.....	13
3.2 Talvilisäkustannukset betonirunkotöissä	14
4. KUSTANNUSTEN ENNAKOINTI JA HALLINTA	16
4.1 Talvilisäkustannusten huomiointi suunnittelussa	16
4.2 Hankkeen aloitusajankohdan vaikutus	18
4.3 Talvilisäkustannusten hallinta työmaavaiheessa	19
5. YHTEENVETO.....	20
LÄHTEET	22

1. JOHDANTO

1.1 Taustat

Asuinrakentaminen on viime vuosina ollut huomattavassa vauhdissa ja varsinkin kerrostalorakentaminen on ollut vilkasta. Etenkin isoissa kaupungeissa kerrostalojen rakentamisen aloitukset ovat yltäneet 2000-luvun alun huippulukemiin (Rakennusteollisuus 2019). Tämä on johtanut myös talvirakentamisen kasvuun, ja yhä useampi kerrostalohanke ja sen kriittiset vaiheet kuten runkovaihe sijoittuvat talviaikaan. Talvirakentaminen tuo mukanaan riskejä, joita etenkin rakennusurakoitsijan on oltava valmis kohtaamaan. Sääolosuhteista johtuen talvirakentaminen pidentää usein rakennusaikaa ja aiheuttaa talvilisäkustannuksia, joihin on valmistauduttava etukäteen. Pahimmassa tapauksessa (kustannusmielessä) talven aiheuttamat, odottamattomat kustannukset voivat kääntää koko rakennushankkeen tappiolliseksi.

Rakentaminen talvella ei kuitenkaan ole negatiivinen asia, vaan se voi luoda myös mahdollisuuksia parempien resurssien, edullisempien hintojen ja joustavampien toimitusaikojen vuoksi. Talven aiheuttamien kustannusvaikutusten tiedostamisella ja ymmärtämisellä pystytään vaikuttamaan rakennusaikana toteutuviin kustannuksiin ja viemään rakennushanke alusta loppuun kustannustehokkaasti.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Talvirakentamisesta aiheutuvia kustannuksia on monenlaisia. Sääoloja on yleisesti ottaen hyvin hankala ennustaa tarkasti etukäteen, mikä tuo talvirakentamiseen olosuhteita, joihin on reagoitava lyhyellä varoitusajalla. Myös rakennushankkeiden erilaisuus luo yksittäisiä, vaikeasti ennakoitavia tilanteita, joita syntyy työmaalla päivittäin. Nämä ja monet muut asiat aiheuttavat usein lisäkustannuksia rakennushankkeissa. Rakentaminen itsessään toistaa kuitenkin suurin piirtein samaa kaavaa, ja on olemassa tiettyjä työvaiheita, jotka luovat kustannuksia projektista toiseen.

Tutkimuksen päätavoitteena on selvittää: mistä aiheutuvat suurimmat talvilisäkustannukset asuinkeuhkorakentamisen runkovaiheessa? Kun on saatu selvitettyä, mistä kustannukset aiheutuvat ja mitkä niistä ovat merkittävimpiä, tutkitaan pystytäänkö niitä vähentämään. Toinen tutkimuskysymys on: mitä keinoja on vähentää talven aiheuttamia kustannuksia?

Tutkimuskysymysten tueksi tutkitaan runkovaiheen ajankohdan ja hankkeen ajoituksen vaikutusta lisäkustannuksiin.

1.3 Tutkimuksen rakenne ja rajaukset

Tutkimuksessa selvitetään ensin talven ominaisuuksia Suomessa, minkä avulla pystytään määrittämään talven aiheuttamat lisäkustannusten lähteet. Lähteiden selvittämisen jälkeen vertaillaan niiden keskinäistä suuruusluokkaa ja merkittävyyttä rakennushankkeeseen. Neljännessä luvussa tutkitaan suunnittelun ja ennakoinnin vaikutusta toteutuviin kustannuksiin. Lopuksi tehdään yhteenveto tutkimuksessa ilmenneistä tuloksista ja mahdollisista johtopäätöksistä sekä suosituksista.

Tutkimuksen toteuttamiseksi kandidaatintyön laajuuden puitteissa, on aiheen sopiva rajaaminen edellytys tutkimuksen onnistumiselle. Tutkimus rajataan betonivalmisteisiin/betonielementtivalmisteisiin asuinkerrostaloihin Suomessa ja runkovaiheen kustannuksiin talvella.

1.4 Tutkimusmenetelmät ja aiemmat tutkimukset

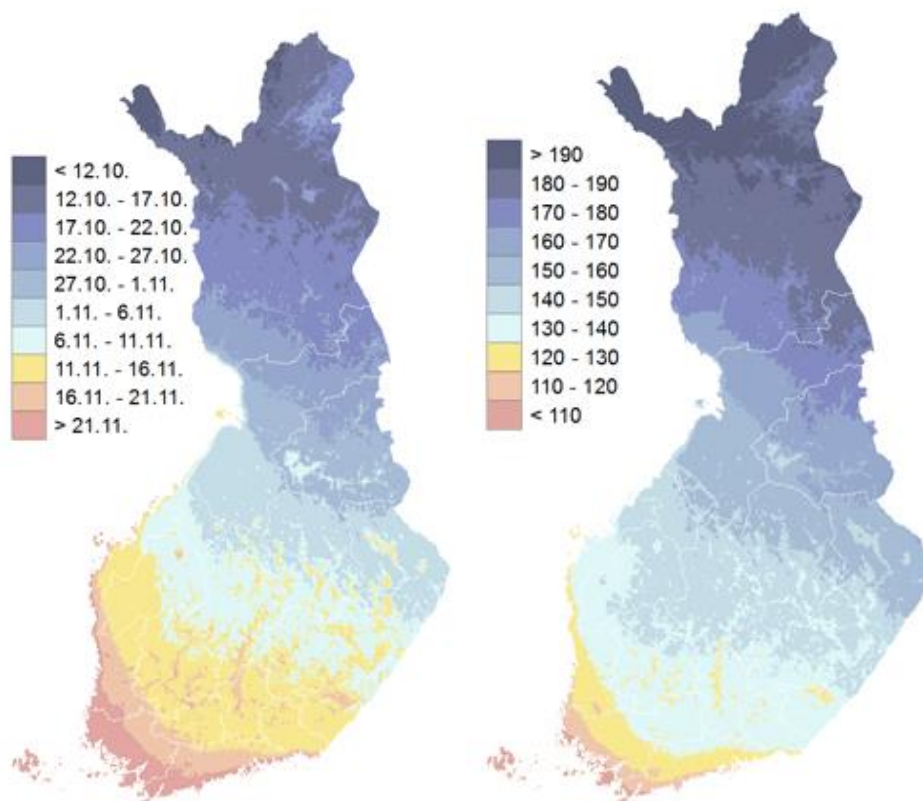
Tutkimusmenetelmänä käytetään kirjallisuustutkimusta. Eri lisäkustannuserien vertailu perustuu aiemmissa tutkimuksissa selvitettyihin prosenttiosuuksiin, joiden avulla tehdään johtopäätöksiä lisäkustannusten suuruudesta. Case-muotoinen vertailu päätettiin jättää pois tutkimuksesta sen laajuuden takia.

Aiheesta on vain vähän kirjallisuutta, jota hyödynnetään tutkimusta tehdessä, jos asia pätee nykypäivänä. Paljon tutkimukselle hyödyllistä tietoa löytyy Ratu- ja RT-kortistoista sekä Rakennusteollisuuden julkaisuista, joissa on ajankohtaisia säännöksiä ja ohjeita. Lisäksi tilastollista dataa on saatavilla esimerkiksi tilastokeskuksen ja VTT:n sivuilta. Tuoreinta talvirakentamiseen liittyvää tutkimustietoa ovat esimerkiksi Jeremi Rekosen (2016) tekemä diplomityö Talvirakentamisen riskien ja kustannusten hallinta sekä Ratu C8-0377 (2010) Talvityöt ja -kustannukset. Hieman vanhempaa tutkimuksessa hyödyksi käytettävää tietoa löytyy Koskenvesan (1999) tekemästä julkaisusta Talvirakentaminen.

2. TALVIOLOSUHTEET RAKENTAMISESSA

2.1 Talvi Suomessa

Suomessa on havaittavissa neljä vuodenaikaa, joista pisin suurimmassa osassa Suomea on terminen talvi. Talven keskimääräinen kesto Suomessa on noin 140 vuorokautta. Talvi on perinteisesti määritelty ajanjaksoksi, jona vuorokauden keskilämpötila pysyttelee nollan alapuolella. Yksittäisten vuorokausien keskilämpötilan nousu yli nollan asteen ei kuitenkaan tarkoita, etteikö olisi talvi, sillä termisten vuodenaikojen alkamisajankohta määritellään nykyään pakkasjaksoa edeltävien viikkojen ajalta lasketulla keskilämpötilojen summalla. Termisen talven alkamis- ja loppumisajankohdat eroavat suuresti toisistaan Pohjois- ja Etelä-Suomessa. (Talvitilastot)

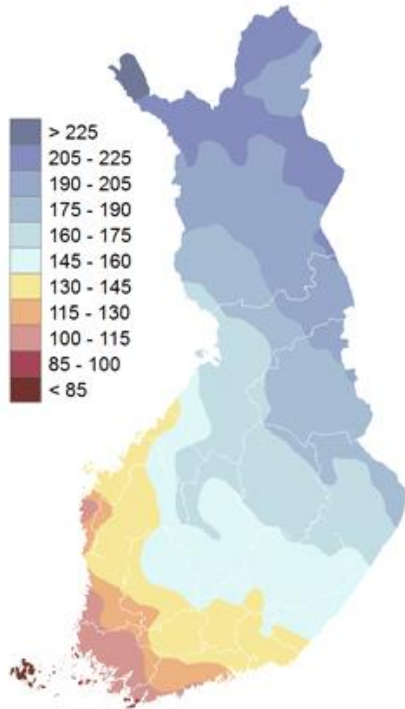


Kuva 1. Talven keskimääräiset alkamisajankohdat ja keskimääräinen pituus 1981–2010 (Talvitilastot)

Kuvassa 1 on esitetty talven keskimääräiset ajankohdat ja pituudet eri puolilla Suomea. Nämä kartat havainnollistavat, kuinka merkittävän osan vuodesta talviaika kattaa ympäri Suomen. Kuvan 1 oikeanpuoleisessa kartassa näkyvistä talven pituuksista voidaan todeta sen olevan huomattavasti merkittävämpi ajanjakso Pohjois-Suomessa kuin Etelä-

Suomessa. Näin ollen rakennuskohteen sijainnilla on suuri merkitys vuotuiselle rakennusajalle talviolosuhteissa.

Pakkasen lisäksi toinen Suomen talvelle ominainen tunnusmerkki on lumipeite. Pysyvä lumipeite saapuu eri puolille Suomea eri aikaan, ja vuotuisten lumipeitepäivien lukumäärä vaihtelee eri puolilla Suomea.



Kuva 2. Keskimääräinen lumipeitepäivien määrä vertailukaudella 1981–2010 (Lumitilastot)

Muita rakentamisen kannalta mielenkiintoisia talven kuvaustietoja ovat Ratu C8-0377 (2010, s. 2) mukaan muun muassa

- kuukausien keskilämpötilat ja talvikuukausien keskilämpötilat
- termisen talven aloitus- ja päättymisajankohta
- pakkasrajat ja pakkaspäivärajan ylittävien päivien lukumäärän keskiarvo
- lumisadepäivien lukumäärä ja sademäärät sekä
- työajan päivittäisen keinovalaistuksen tarve tunteina.

Lisää talven kuvaustietoa laajemmin esiteltynä löytyy muun muassa lähteistä Saarikivi ja Kankainen (1991), Ratu C8-0377 (2010) ja Ratu S-1234 (2017).

Talvirakentaminen aiheuttaa poikkeuksetta työmenekin lisääntymistä, rakennusmateriaalien kulutuksen kasvua sekä rakentamisen viivästymistä. Keskeytyksiä ja hidastumista

rakennustyöhön aiheuttavat yleensä pakkaset, myrskyt sekä vesi- ja lumisateet. (Koskenvesa 1999, s. 697) Erityisesti pakkasen ja lumisade ovat talvelle ominaisia lisätyön aiheuttajia. Esimerkiksi kovat pakkaset, myrskyt, suuret lumipyryt ja -sateet saattavat aiheuttaa poikkeukselliset sääolosuhteet, jotka muodostavat ylivoimaisen esteen rakennustyön etenemiselle (Ratu KI-6031 2017, s. 70).

2.2 Talven vaikutus rakennustyömaan toimintaan

Rakentamisajankohdalla on merkittävä vaikutus työmaan toimintaan ja eri työvaiheiden toteuttamiseen. Merkittävimpiä olosuhdetekijöitä rakennustuotannon ja työmaan toiminnan kannalta ovat lämpötila, sade ja lumisade, kosteus, tuuli sekä valo. Talvella rakennettaessa näiden olosuhdetekijöiden vaikutukset on otettava huomioon työmaan toiminnassa. Olosuhteiden hallinta onnistuu ainoastaan varautumalla vuodenaikakohtaisiin yleisolosuhteisiin sekä poikkeaviin olosuhteisiin etukäteen. (Ratu S-1234 2017, s. 2) Rekosen (2016) mukaan talvirakentamisen riskien tunnistaminen ja arviointi työmaalla tapahtuu esimerkiksi palavereita pitämällä ja tarkistuslistoja käyttämällä. Tyypillisiä riskeille altistuvia kohteita talvirakentamisessa ovat rakennustarvikkeet, koneet ja kalusto, rakennusten rakenteet sekä ihmiset.

Alhainen lämpötila, sade ja lumisade ovat talvella yleisesti esiintyviä olosuhteita, jotka aiheuttavat suoria vaikutuksia työmaan toimintaan. Esimerkiksi rakennusmateriaalit vaativat tietyt olosuhteet, jotta niitä voidaan käyttää säädösten mukaisesti. Rakennustarvikkeita ja -materiaaleja myös hukkuu ja pilaantuu työmailla lumen takia. Lisäksi laadun ja työturvallisuuden takaaminen on erityisen tärkeää ja vaatii mahdollisia lisätoimia kuten puhdistus- ja sulatustoimia. Lämpötilan lasku pakkasen puolelle aiheuttaa ongelmia esimerkiksi koneissa ja kalustossa. Lisäksi vettä sisältävät aineet jäähtyvät nopeasti. Lämpötilan lasku aiheuttaa myös ilman suhteellisen kosteuden nousua, ja esimerkiksi hyvien kuivumisolosuhteiden varmistamiseksi joudutaan tekemään lisäjärjestelyitä, kuten sääsuojien pystytystä ja ilman kuivatuksen järjestämistä. Lisäksi työn tekeminen hidastuu ja taukoja pidetään useammin. (Ratu S-1234 2017) Talviolosuhteet lisäävät myös liukastumisvaaraa, sillä etenkin marraskuussa ilmenevät ensimmäiset pakkaset saattavat yllättää työntekijän.

Tuulisuus kasvaa talvella huomattavasti kesään verrattuna, mikä aiheuttaa pakkasen purevuuden kasvua. Tämä taas aiheuttaa työn keskeytymisiä pakkasrajojen ylittyessä ja esimerkiksi nostotyö torninosturilla keskeytetään yleensä tuulennopeuden kasvaessa lähelle 15 m/s. Myöskin myrskyraja 21 m/s ylitetään talvella kesää useammin, ja tammikuu onkin todettu keskiarvojen mukaan vuoden tuulisimmaksi kuukaudeksi. Lisäksi valoisan

ajan määrä on talvella kesää pienempi, joten työmaavalaistuksen toteuttamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Kaikki ylimääräinen työ ja suunnittelu taas aiheuttavat hankkeelle lisäkustannuksia. (Ratu S-1234 2017)

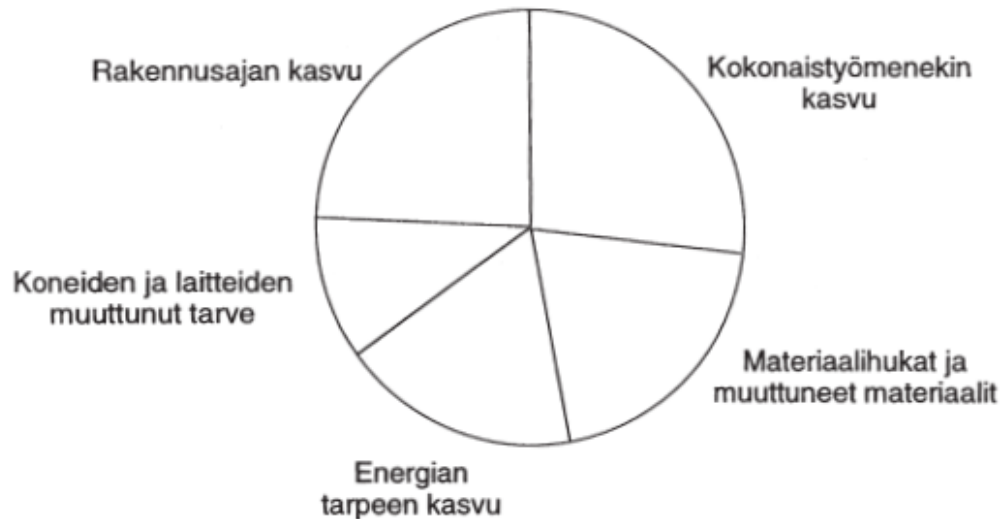
3. TALVEN AIHEUTTAMAT KUSTANNUKSET

3.1 Talvikustannusten muodostuminen

Talvikustannusten aiheuttajista on tehty tutkimuksia, jotka ovat päätyneet varsin erilaisiin tuloksiin. On kuitenkin havaittu riippuvuus rakentamisen aloitusajankohdan ja talvilisätöiden ja -kustannusten välillä. (Koskenvesa 1999, s. 706) Talvirakentamisen yleisimpiä lisäkustannusten aiheuttajia ovat

- kokonaistyömenekin kasvu
- materiaalihukka ja muuttuneet materiaalit
- energiantarpeen kasvu
- koneiden ja laitteiden muuttunut tarve
- rakennusajan kasvu.

Saarikivi ja Kankainen (1989) esittivät nämä ympyrädiagrammissa kuvassa 3.



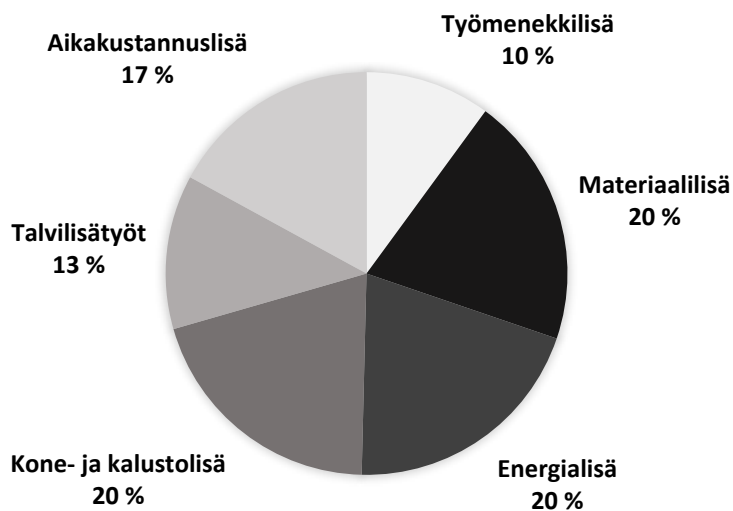
Kuva 3. Talvikustannusten muodostumiseen vaikuttavat tekijät (Saarikivi & Kankainen 1989)

Kuvaa 3 tulkittaessa täytyy kuitenkin ottaa huomioon sen ajankohtaisuus, sillä sen luontipäivästä on kulunut aikaa yli kolmekymmentä vuotta. Kyseessä olevan tutkimuksen dataa ei välttämättä voida verrata suoraan nykyaikaisiin rakennushankkeisiin.

Taulukko 1. Kerrostalon talvirakentamisen lisäkustannukset prosentteina vastaavista kesäajan rakentamisen kustannuksista (Talvirakentaminen 1991, s. 13)

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

Taulukossa 1 on tarkempi arvio kerrostalohankkeen talvilisäkustannuksista kuvaan 3 verrattuna. Taulukon 1 lisäkustannukset on jaoteltu päätyövaiheiden mukaan. Tämä mahdollistaa tutkimuksen keskittymisen ainoastaan runkovaiheen lisäkustannuksiin. Kun vertaillaan ainoastaan taulukosta 1 saatuja runkovaiheen lisäkustannusten prosenttiosuuksia, saadaan luotua kuvan 4 ympyrädiagrammi keskiarvojen avulla.



Kuva 4. Runkotyövaiheen talvikustannusten muodostumiseen vaikuttavat tekijät

Voidaan kuitenkin huomata taulukossa 1 esiintyvien vaihteluvälien olevan osassa kustannuslajeja huomattavan suuria, erityisesti materiaaleista aiheutuvien lisäkustannusten kohdalla. Vaihtelun voidaankin todeta olevan projektikohtaista, koska hankkeen ajoitus, laajuus, kesto ja suunnitelmat vaikuttavat syntyviin talvikustannuksiin. Erityisesti pienissä

hankkeissa ajoituksella on merkittävä vaikutus kustannuksiin suuriin hankkeisiin verrattuna. (Koskenvesa 1999, s. 698) Hankkeen ajoituksen ja laajuuden vaikutuksia käsitellään tarkemmin luvussa 4.

3.1.1 Kokonaistyömenekin kasvu

Talvirakentamisesta aiheutuva kokonaistyömenekin kasvu johtuu talviolosuhteiden aiheuttamista töiden talvityöhaitoista ja -lisistä, talven aiheuttamista lisätöistä, työnaikaisen asennuksien vaatimien aikojen pitenemisestä sekä lyhyiden että pitkien tuotantokosten lisääntymisestä. Talvitahmeus eli kesäaikaa heikommista sää- ja valaistusolosuhteista johtuva työtahdin hidastuminen, työn keskeytysten lisääntyminen sekä työsäävutusten pieneneminen aiheuttavat talvityöhaittoja. (Koskenvesa 1999, s. 706) Töiden talvityölisät koostuvat talvella tehtävään työhön sisältyvistä lisätöistä kuten betonointia edeltävistä lumi-, jää- ja suojaustöistä, jotka suorittaa betonointiin osoitettu työryhmä (Ratu C8-0377 2010, s. 3).

Talven aiheuttamat lisätyöt toteutetaan erillisenä työvaiheena, mikä erottaa ne töiden talvityöolisistä (Koskenvesa 1999, s. 707). Lisätyöt ja niiden työsisältö on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. *Talven aiheuttamat lisätyöt ja niiden työsisältö (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 kuivaus, kuten lämmityslaitteiden hoito ja huolto sekä lämmitysasemien pystytys ja purku

Taulukossa 3 on esitetty uudiskohteen talvilisätöiden työmenekkejä, jotka on ilmoitettu työvuoroaikoina (T3). Kokonaisaika eli työnvaihe aika (T4) saadaan kertomalla työvuoroajat talvilisätöiden TL3-lisäaikakertoimella 1,10 (Ratu KI-6035 2020, s. 160).

Taulukko 3. Talvilisätöiden työmenekki T3 (Ratu KI-6035 2020, s. 160)**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

Tuotantokatkot ja -keskeytykset luokitellaan lyhyisiin alle tunnin mittaisiin katkoksiin (TL2) ja pitkiin yli tunnin mittaisiin katkoksiin (TL3). Näitä työsuoritteiden keskeytyksiä tapahtuu talvella huomattavasti useammin kuin kesällä. Tämä aiheutuu muun muassa pakkasen aiheuttamista konerikoista ja työkoneiden sekä laitteiden käyttövaikeuksien aiheuttamista odotusajoista. (Koskenvesa 1999, s. 707; Ratu C8-0377 2010, s. 3)

3.1.2 Materiaalihukka ja muuttuneet materiaalit

Talvirakentamisen myötä materiaalikustannukset muuttuvat. Talvirakentamisen materiaalikustannukset muodostuvat määrä-, laatu- ja hintakomponenteista. Materiaalien määräkomponentti on talvityössä kesää suurempi. Tämä aiheutuu rikkoontuvista ja katoavista tarvikkeista sekä pilaantuvasta rakennusma-

terialista. Talvella tarvittavaa materiaalmäärää lisää myös kesää suurempi suo-
jausmateriaalin tarve. Toisaalta talvella rakennettaessa voidaan saavuttaa sääs-
töjä materiaalikustannusten hintakomponentissa. Talvella hinnat voivat olla kesää
alempia. Materiaalikustannuksia talvella lisäävät tyypillisesti myös materiaalien
laatuvaatimukset. Talvella työskenneltäessä joudutaan käyttämään esimerkiksi
talvi- tai kuumabetonia. (Koski 1995, Rekonen 2016, s. 11 mukaan)

Ammattirakentajille materiaalien hintojen kausivaihtelu ei yleensä vaikuta läheskään
yhtä paljon kuin pienrakentajille, sillä rakennusliikkeillä on useasti vuosi- tai hankekoh-
taiset sopimukset hinnoista. Rakennettaessa talvella on kuitenkin käytettävä talviraken-
tamiseen soveltuvia materiaaleja, mikä voi johtaa materiaalin kuten laastin vaihtamiseen
kalliimpaan vaihtoehtoon tai esimerkiksi betonin lujuusluokan kasvattamiseen. (Kosken-
vesa 1999, s. 708; Ratu C8-0377 2010, s. 3) Lisäksi materiaalien talvikustannuksissa on
otettava huomioon erilaisten talvella tarvittavien suojamateriaalien kuten suojapeitteiden
ja sääsuojahallien hankinta- ja vuokratkulut (Ratu C8-0377 2010, s. 3).

3.1.3 Energiantarpeen kasvu

Rakentaminen talvella aiheuttaa huomattavasti suuremman energian tarpeen kuin ra-
kentaminen kesällä. Käynnissä oleva työvaihe sekä rakennusolosuhteet, erityisesti läm-
pötila vaikuttavat suuresti vaadittavan lisäenergian määrään. Suuri lisäenergian tarve
taas johtaa hankkeen kannalta merkittäviin lisäkustannuksiin. (Koskenvesa 1999, s. 708)
Taulukon 1 arvojen perusteella voidaan todeta energian talvikustannusten mahdollisuu-
den muodostua jopa yhdeksi runkovaiheen suurimmista talvilisäkustannuseristä.

Taulukko 4. *Lisääntyneen energiankulutuksen syyt eri rakennusvaiheissa (Kosken-
vesa 1999, s. 708)*

Rakennusvaihe	Lisäenergiatarve
Maarakennus- vaihe	Maapohjan sulattaminen ja sulapito
Perustus- ja runkovaihe	Materiaalien, rakenteiden ja rakennusosien lämmitys- ja kuivatustoimet Valualustojen ja muotti- pintojen sulatus ja lämmitys
Sisävalmistus- vaihe	Rakennuksen lämmitys ja kuivatus
Koko rakennus- aika	Sosiaali- ja työmaatilojen lämmitys ja lisävalaistus

Taulukossa 4 Koskenvesa (1999, s. 708) esittää suurimmat lisäenergiaa aiheuttavat asiat eri päätyövaiheissa. Voidaankin todeta talvelle sijoittuvan runkovaiheen merkittävimmiksi energian tarpeen kasvusta johtuviksi kustannuksiksi erilaiset sulatus-, lämmitys- sekä lisävalaistuskustannukset.

Taulukko 5. *Talviolosuhteiden aiheuttama energian tarve (Ratu C8-0377 2010, s. 8)*
PR = Paikallarakentaminen, OE = Osaelementtitekniikka, TE = Täyslementtitekniikka

Ulkolämpötila °C	Runkovaiheen valujen ja elementtisaumauksen lämmitys (kWh/rm ³ x kk)				Työmaarakennusten lämmitys (kWh/m ² x (Työmaarak m ²))		
	Alle 10 000 rm ³		Yli 10 000 rm ³		TE	OE	PR
	PR, OE	TE	PR, OE	TE			
yli 14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
14,0 ... 12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6		
12,5 ... 7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8		
7,5 ... 2,5	0,7	0,5	0,6	0,2	19,2		
2,5 ... -2,5	1,2	0,8	1,0	0,5	29,4		
-2,5 ... -7,5	2,2	1,4	1,2	0,8	40,2		
-7,5 ... -12,5	3,1	2,1	1,7	1,1	51,4		
-12,5 ... -17,5	4,0	2,6	2,3	1,5	62,2		
-17,5 ... -22,5	4,8	3,2	2,8	1,8	72,6		
-22,5 ... -27,5	5,8	3,8	3,4	2,2	83,4		

Ulkolämpötila °C	Rakenteiden työnaikainen lämmitys ja kuivatus (kWh/rm ³)	Lumen ja jään sulatus (kWh/rm ³ x kk)	Koneiden käyttö ja valaistus (kWh/rm ³)		
			TE	OE	PR
yli 14,0	0,0	0,0	3,0	3,6	4,8
14,0 ... 12,5	0,0	0,0	3,0	3,6	4,8
12,5 ... 7,5	0,0	0,0	3,0	3,6	4,8
7,5 ... 2,5	0,2	0,0	3,0	3,6	4,8
2,5 ... -2,5	0,8	0,5	3,0	3,6	4,8
-2,5 ... -7,5	1,6	1,3	3,0	3,6	4,8
-7,5 ... -12,5	2,7	2,2	3,0	3,6	4,8
-12,5 ... -17,5	3,7	3,2	3,0	3,6	4,8
-17,5 ... -22,5	4,7	4,2	3,0	3,6	4,8
-22,5 ... -27,5	5,6	5,2	3,0	3,6	4,8

Taulukossa 5 olevia arvoja voidaan käyttää apuna kuukausittaisen energiantarpeen laskennassa. Taulukon arvot perustuvat keskimääräiseen talveen Etelä-Suomessa. Muita energiantarpeen kasvua aiheuttavia asioita talvella ovat esimerkiksi taulukossa 5 näkyvä koneiden lisääntynyt energiantarve.

3.1.4 Koneiden, laitteiden ja suojauksen tarve

Koneista ja laitteista aiheutuvia talvilisäkustannuksia syntyy erilaisten koneiden, tehokkaampien koneiden sekä lisälaitteiden ja -koneiden kasvaneesta tai muuttuneesta käytöstä. Erilaisia koneita ja laitteita käytetään esimerkiksi taulukossa 4 esitettyihin talven aiheuttamiin lisätöihin kuten lämmitys-, kuivatus- ja sulatustöihin. Talven aiheuttamaa koneiden ja laitteiden lisääntyntä tarvetta kesään verrattuna taas täydennetään lisäkoneilla ja -laitteilla. (Koskenvesa 1999, s. 708)

Säältä suojautumisen tarve kasvaa rakentamisen ajoittuessa talviaikaan. Suojaus on talvisin hyvä suorittaa etukäteen ja pyrkiä ennaltaehkäisemään esimerkiksi tarvittavaa lumitöiden määrää. Suojauksien tiiviystä ja paikallaanpysymisestä on huolehdittava myös työn tekemisen jälkeen, jotta suojaukseen kulunut investointi ei menisi hukkaan. Rakennustyön laadun takaamiseksi kaikki säälle alttiit rakennusmateriaalit sekä kesken-eräiset ja valmiit rakenteet on suojattava riittävän hyvin lämmönvaihtelulta, tuulelta, lumisateelta ja kosteudelta. Sääsuojauskalustoa on monenlaista, joista yleisimpiä ovat sääsuojat, julkisivusuojat ja suojapeitteet. Suojausmenetelmä valitaan aina kohdekohtaisesti huomioimalla rakennuksen sijainti, koko, muoto ja rakenneratkaisut sekä rakennusmateriaalit ja niiden vaurioitumisherkkyys. Lisäksi suojausmenetelmän valintaan vaikuttavat rakennusajankohta, tarvittavat olosuhteet, rakentamisnopeus ja työjärjestys sekä kustannukset. (Ratu S-1234 2017, s. 9)

3.1.5 Rakennusajan kasvu

Rakennusaika pitenee, kun rakentaminen ajoittuu talviaikaan. Talvella rakentamisessa tapahtuu kesää useammin keskeytyksiä, joita aiheutuu esimerkiksi talvilisätöistä kuten suojaus- ja lumitöistä. Lisäksi työmenekki talvella on suurempaa sekä työmaiden pakaspäivät, arkipyhät ja talvilomat aiheuttavat keskeytyksiä työn etenemiseen. Kaikki nämä seikat pidentävät kokonaisrakennusaikaa. (Ratu C8-0377 2010, s. 3)

Työturvallisuuslain (738/2002) 2 luvun 8 pykälän mukaan työnantaja on velvollinen takaamaan työntekijälle turvalliset työolosuhteet, joissa työntekijä pystyy suorittamaan työnsä terveyttään vaarantamatta. Työnantajalla on velvollisuus keskeyttää työ, jos työs-kentelyolosuhteet eivät ole sään takia kunnollisia tai työnjälki ei vastaa vaadittua (Koskenvesa 1999, s. 709). Jotta rakennusaika ei piteneisi liian paljon työmenekin kasvun takia, voidaan työmenekin kasvua kompensoida kasvattamalla työryhmän kokoa. (Ratu C8-0377 2010, s. 4)

Muita syitä työn keskeytymiselle ovat muun muassa sää- tai lämpötilaherkät materiaalit. Näillä rakennusmateriaaleilla on esimerkiksi tietyt lämpötilarajat niiden käyttämiselle. Asennus- tai käyttölämpötilan on oltava riittävän suuri, jotta niitä voidaan käyttää ja täten täyttää vaaditut laatuvaatimukset. Näitä materiaaleja voivat olla esimerkiksi pinnoitteet, laastit tai betoni. (Ratu C8-0377 2010, s. 3)

3.2 Talvilisäkustannukset betonirunkotöissä

Betonisen asuinkerrostalon runkotyövaiheen keskeisimpiä töitä ovat toteutustavasta mukaan betonirunkotyöt sekä niitä edeltävät valmistavat ja niiden jälkeiset suojaus ja puhdistustyöt. Betonisen rungon eri toteutustapoja ovat paikallavalu, osaelementtitekniikka ja täyselementtitekniikka. Koski (2010) esittelee kullekin toteutustavalle ominaiset tarkemmat työtekniset tiedot kirjassaan.

Runkotyöt sisältävät paljon betonointia, erityisesti paikallarakentamis- tai osaelementtitekniikkaa käytettäessä. Kun betonointi toteutetaan alle +5 °C:n lämpötilassa, kutsutaan sitä talvibetonoinniksi. Talvibetonointi on runkovaiheen yksi riskialttiimmista työvaiheista, sillä betonointi kylmässä aiheuttaa betonin sitoutumis- ja kovettumisreaktion hidastumista. (Koskenvesa 1999, s. 710) Vastabetonoidut rakenteet taas vaurioituvat helposti, jos ne altistuvat pakkaselle ennen kuin betoni on saavuttanut riittävän jäätymislujuuden 5 MPa (Iso-Mustajärvi 2013). Jotta talvibetonointi saadaan suoritettua säädösten mukaisesti, vaaditaan tiettyjä toimenpiteitä ennen betonointia, sen aikana ja sen jälkeen. Ennen valua on muotit ja raudotteet puhdistettava huolellisesti ja kylmät pinnat esilämmitettävä. Jotta varmistetaan betonin suunnitelman mukaisen lujuuden kehittymisestä, on betonin lämpötila pidettävä riittävän korkealla koko valun ajan ja riittävän kauan sen jälkeenkin. Tämä varmistetaan ripeällä ja huolellisella betonoinnilla sekä hyvin suunnitellulla ja toteutetulla lämmityksellä. Tiivistetty betoni tulee lämpö- ja sääsuojata heti kun se on mahdollista, sekä huolehtia hyvistä kuivumisolosuhteista, kunnes riittävä lujuus on saavutettu. (Koskenvesa 1999, s. 710)

Talvibetonointi ja siihen liittyvät työt aiheuttavat suuren osan talvilisäkustannuksista. Kun talvibetonointi suoritetaan vaatimusten mukaisesti, aiheutuu lähes aina kaikkiin taulukossa 1 näkyviin kustannuslajeihin liittyviä lisäkustannuksia, joita kesällä ei normaalisti syntyisi. Betonoinnin määrä vaihtelee kuitenkin suuresti riippuen siitä, mitä tuotantotekniikkaa betonikerrostalossa käytetään. Taulukosta 6 nähdään kolme yleisintä asuinkerrostalon tuotantotekniikkaa ja niiden prosentuaalinen työmenekin kasvu kesään verrattuna.

Taulukko 6. *Tuotantotekniikan vaikutus kokonaistyömenekkiin (Ratu C8-0377 2010)*

Rakennustyyppi	Tuotantotekniikka	Työmenekin kasvu kesään verrattuna (%)
asuinkerrostalo	täyselementtitekniikka	0...6,4
	osaelementtitekniikka	0...5,3
	rationaalinen paikallarakentaminen	2,3...6,4

Työmaalla valettavan betonin määrä aiheuttaa tuotantotekniikoiden väliset erot talvikustannuksissa. Paikallavalettavien rakenteiden talvilisäkustannukset koostuvat pääosin työmenekin, lisätöiden, kaluston tarpeen ja energian tarpeen kasvusta (Koskenvesa 1999, s. 706). Vertailemalla taulukon 6 prosentuaalisia maksimiarvoja, voidaan todeta kaikkien eri tuotantotekniikoiden aiheuttavan huonoimmassa tapauksessa melkein yhtä suuren työmenekin kasvun. Jos tarkastellaan toista ääripäätä eli minimaalista työmenekin kasvua, huomataan ainoastaan paikallarakentamisen aiheuttavan tietyn vähimmäismäärän työmenekin kasvua kesään verrattuna. Voidaankin todeta kohteen esivalmiusasteen kasvun vähentävän runkovaiheen työmenekin, suoritteiden ja työmenekkiä vastaavan normaalikeston määrää sekä niiden aiheuttamien lisäkustannusten kasvua (Koskenvesa 1999, s. 699).

4. KUSTANNUSTEN ENNAKOINTI JA HALLINTA

4.1 Talvilisäkustannusten huomiointi suunnittelussa

Talvi aiheuttaa lähes poikkeuksetta lisäkustannuksia rakentamiseen kesään verrattuna. Jos talven aiheuttamiin haasteisiin suhtaudutaan vähätellen, eikä olosuhteiden vaikutusta oteta huomioon jo rakentamisen suunnittelussa, tulevat haitat ja lisäkustannukset olemaan huomattavan suuria. Jotta suurilta ja odottamattomilta lisäkustannuksilta vältyttäisiin, on talven vaikutukset huomioitava jo hankesuunnitteluvaiheesta lähtien. Näin pystytään vertailemaan erilaisia toteutusvaihtoehtoja etukäteen ja voidaan tehdä päätöksiä talvikustannuksiin vaikuttavista osatekijöistä eli hankkeen ajoituksesta, laajuudesta, kestosta ja suunnitelmista. Huomioimalla talven vaikutukset jo aikaisessa vaiheessa hanketta, pystytään rakentamisvaiheen valmistelussa ja toteutusvaiheessa tekemään hallitumpia päätöksiä. (Koskenvesa 1999, s. 698)

Keskeisin ero talvi- ja kesärakentamisen välillä on lämpötilan lasku pakkaselle sekä lumisade. Huomioimalla talven olosuhdemuutosten vaikutukset eri työvaiheissa, pystytään tunnistamaan talvirakentamisen aiheuttamat laatu- ja kustannusriskit. Laatu- ja kustannusriskien määrittäminen taas on välttämätön osa kustannusten hallintaa. Tunnistamalla riskit ja laskemalla eri ratkaisuvaihtoehtojen kustannusvaikutukset, pystytään toteutuvat kustannukset hallitsemaan. Talvilisäkustannusten hallinta alkaakin jo suunnitteluvaiheesta. Jotta hankkeen talvikustannukset saadaan arvioitua riittävän tarkasti, on laskenta tehtävä työvaiheittain. Talven lisäkustannuksia ei kuitenkaan pystytä määrittämään kuin tietyllä tarkkuudella, koska erityisesti sääolosuhteista aiheutuvat pakkaspäivät ja konerikot ovat suuria epävarmuustekijöitä. Vaikka niiden ajankohtaa ei pystytä ennustamaan, pystytään niihin valmistautumaan ja niiden vaikutukset ottamaan huomioon jo laskennassa. Olosuhteiden aiheuttama epävarmuus onkin otettava huomioon kustannus- ja aikataulukaskennassa lisäämällä niille oma kustannus- ja aikatauluvaraus. (Rekonen 2016) Esimerkiksi taulukossa 1 esitetyjä lisäkustannusprosentteja voidaan käyttää apuna kunkin työvaiheen ja kustannustyyppin lisäkustannusten määrittämisessä.

Vertailemalla eri suunnitelmaratkaisuja, pystytään selvittämään kunkin toteutustavan talvelle alttiit työtehtävät ja niiden aiheuttamien lisäkustannusten prosenttimäärät. Näiden avulla taas pystytään valitsemaan kustannustehokas tuotantotekniikka ja sille sopivat tuotantomenetelmät. (Ratu C8-0377 2010, s. 9) Tehtäessä päätös kohteen sääsuojauk-

sesta jo hankesuunnitteluvaiheessa, voidaan lumen ja jään poistaminen sekä lämmityksen ja kuivauksen järjestäminen toteuttaa laskennallisesti kustannustehokkaimman suojaustavan avulla (Ratu S-1234 2017, s. 2). Lumen ja jään poisto toteutetaan joko mekaanisesti tai sulattamalla. Tämä on tiettyjen työvaiheiden etenemisen kannalta pakollista ja aiheuttaa lisäkustannuksia. (Ratu C8-0377 2010, s. 10) Myös rakennusaikainen lämmitys ja kuivatus varmistavat rakennustyön etenemisen sekä sopimusasiakirjojen mukaiset olosuhteet, ja on siten välttämätön osa talvirakentamista (Koskenvesa 1999, s. 703). Lumen ja jään poiston sekä lämmityksen ja kuivauksen järjestämisen aiheuttamia kustannuksia pystytään kuitenkin pienentämään määrittelemällä niiden tarpeellisuus sekä vertailemalla eri vaihtoehtoja. Esimerkiksi sääsuojan käyttö ja sen aiheuttama työtehon kasvaminen voi johtaa mittaviin kustannussäästöihin jatkuvaan lumen ja jään sulattamiseen verrattuna. (Ratu C8-0377 2010, s. 10)

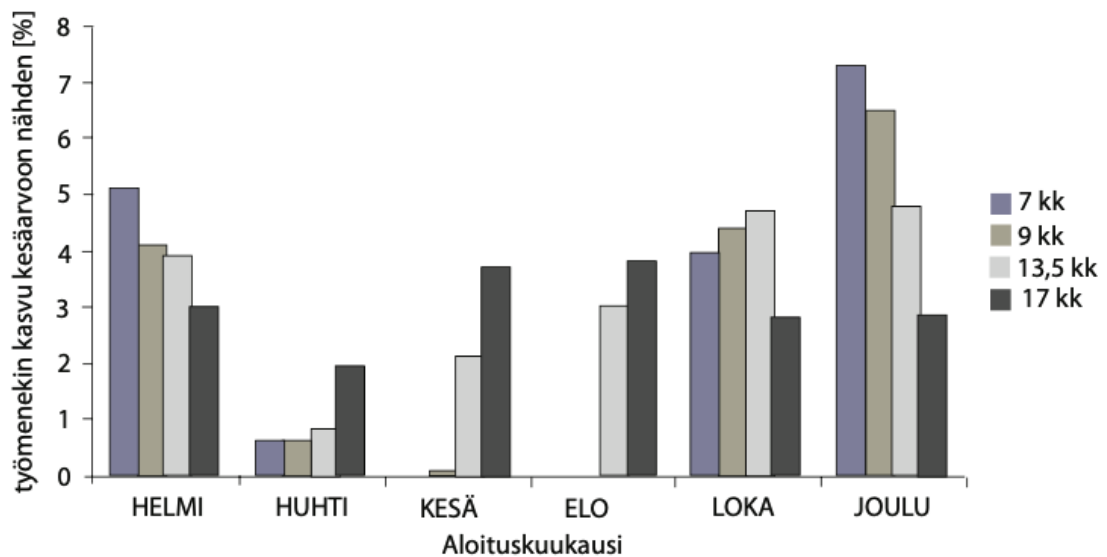
Rakennuskohteen kattaminen sääsuojalla vähentää olosuhteiden aiheuttamia rakennusaikaisia kustannuksia. Se ei kuitenkaan yksinään riitä estämään lämpötilasta ja ilmastokosteudesta aiheutuvia kustannuksia. (Ratu S-1234 2017, s. 2) Hyvin suunnitellulla sääsuojauksella pystytään vaikuttamaan talven aiheuttamiin kustannuksiin tehokkaasti, kunhan se vastaa kohteen tarpeita. Suojaus on suunniteltava kohdekohtaisesti siten, ettei se aiheuta ylimääräisiä esteitä esimerkiksi materiaalisiirroille. (Ratu C8-0377 2010, s. 10) Sääsuojan käyttö on aina investointi, joka toimii toivotusti vain silloin, kun sen tuottamat hyödyt ovat suurempia kuin siihen käytetyt resurssit.

Rakennustyössä esiintyy erilaisia häiriöitä eli joko työn keskeyttäviä tai työn aloittamisen estäviä suunnittele mattomia tapahtumia, jotka aiheuttavat suuren osan rakentamiseen kuluvista lisäajoista. Erityisesti talven olosuhteet kuten kylmä tai huono sää aiheuttavat työn keskeytymisiä kerrostalon runkovaiheessa. Esimerkiksi pakkasrajojen ylittyminen voi aiheuttaa tietyn työvaiheen keskeytymisen moneksi päiväksi. Siksi häiriöihin kuten pakkaspäiviin on varauduttava jo suunnitteluvaiheessa asettamalla puskurajat eri rakennusvaiheille, jotta aikataulu pysyy realistisena. (Ratu 1190-S 2000, s. 3) Häiriöidenkin määrään ja vaikuttavuuteen pystytään vaikuttamaan hyvällä suunnittelulla. Tunnistamalla mahdolliset häiriötekijät etukäteen ja varautumalla häiriötilanteisiin pystytään työn lisäaikoja vähentämään tai jopa poistamaan. Todennäköisiin tilanteisiin kuten kylmään säähän pystytään varautumaan etukäteen esimerkiksi sääsuojien ja lämmityslaitteiden tai vaihtoehtoisten töiden avulla. (Ratu C8-0377 2010, s. 12) Kaikilta ongelmilta ei kuitenkaan voida välttyä, mutta varautumalla aiheutuviin kustannuksiin ja häiriöihin vakavasti sekä suunnittele malla talvelle ajoittuvat rakennusvaiheet huolellisesti, pystytään vähentämään haitta- ja kustannusvaikutuksia tehokkaasti (Koskenvesa 1999, s. 700).

4.2 Hankkeen aloitusajankohdan vaikutus

Hankkeen talvilisäkustannuksiin pystytään vaikuttamaan suuresti hankkeen ajoituksen, sisäisen ajoituksen, tuotantotekniikan ja suunnitelmien avulla. Erityisesti pienissä hankkeissa voidaan ajoittaa rakentaminen mahdollisimman paljon muuhun aikaan vuodesta kuin talveen ja tämän avulla välttää suurten talvilisäkustannusten syntyminen. Jos talvirakentamiselta ei kuitenkaan voida välttyä, on pyrittävä käyttämään menetelmiä, jotka aiheuttavat mahdollisimman pienen kasvun työmenekkiin. Hankkeen koon ja rakennusajan kasvaessa vähenee hankkeen ajoituksen merkitys kokonaiskustannuksiin. Jos hankkeen tuotannollinen aika on vähintään 8 kk, syntyy talvilisäkustannuksia väistämättä. (Ratu C8-0377 2010, s. 9)

Rakennushankkeen talvilisäkustannuksiin voidaan vaikuttaa myös hankkeen sisäisen ajoituksen muuttamisella. Jos rakentamisen aloitus ja kriittisimmät työvaiheet sijoittuvat talvelle, on suositeltavaa harkita aloitusajankohdan siirtämistä. (Koskenvesa 1999, s. 699; Ratu C8-0377 2010, s. 12) Kuvassa 5 näkyy rakentamisen aloitusajankohdan sekä rakentamisen keston vaikutus työmenekin kasvuun kesään verrattuna.



Kuva 5. Laajuudeltaan erilaisten kohteiden työmenekin vaihtelu kesäarvoon nähden prosentteina (Saarikivi & Kankainen 1989)

Talviaikaan ajoituessaan maanrakentamisen, perustus- ja runkovaiheen ajankohta vaikuttaa pidemmissä hankkeissa sisävalmiusvaihetta enemmän. Näiden sijoittuminen tuleekin ottaa huomioon jo hankesuunnitteluvaiheessa. Sisäisen ajoituksen vaikutuksia lisäkustannusten syntymiseen pystytään käyttämään hyödyksi erityisesti suurissa ja lohkoihin jaetuissa kohteissa. (Koskenvesa 1999, s. 699) Sekä isojen että pienten kohteiden

ajoituksen optimoinnin kannalta suurimmat säästöt saadaan sijoittamalla talvilisäkustannuksille alttiit kriittiset työvaiheet pois keskitalvelta (Ratu C8-0377 2010, s. 9).

4.3 Talvilisäkustannusten hallinta työmaavaiheessa

Talvilisäkustannusten ennakoitua ja hallintaa voidaan tehdä myös työmaalla ja pyrkiä vaikuttamaan toteutuvien kustannusten määrään. Varaamalla talviolosuhteisiin ja -töihin sopivat koneet sekä kalusto etukäteen, varmistetaan töiden eteneminen. Erityisesti runkovaiheen betonoinnin laadun takaamiseksi on riskienhallinnan kannalta välttämätöntä varautua etukäteen riittävällä kalustomäärällä. Olosuhteiden huonontuessa suojaus-, lämmitys- ja kuivatuskaluston hankintoja voidaan lisätä tarpeen kasvaessa. (Ratu S-1234 2017, s. 12)

Rakennettaessa talvella, Rekosen (2016) mukaan töiden rytmitys ja aikatauluttaminen ovat kustannustenhallinnan kannalta tärkeässä asemassa, sillä töiden keskeyttäminen ei ole yhtä joustavaa kesään verrattuna. Lisäksi työvaiheiden huolellisella toteutussuunnittelulla pyritään minimoimaan talven aiheuttamat yllättävät tilanteet. Toteutuvien talvilisäkustannusten määrään vaikuttaakin suuresti työmaan johto ja etenkin vastaava mestari. Jotta päästään kustannustehokkaaseen lopputulokseen, on hyvän ennakkosuunnittelun lisäksi varmistettava huolellinen toteutus.

5. YHTEENVETO

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin talvirakentamisesta aiheutuvia kustannuksia betonirakenteisen kerrostalon runkovaiheessa. Rakentamisajan kasvu sekä lisäkustannusten syntyminen on talvirakentamiselle tyypillistä, eikä niiltä pystytä välttymään lähes koskaan. Toteutuvien kustannusten määrä vaihtelee kuitenkin paljon, sillä niihin pystytään vaikuttamaan eri keinoin.

Talvirakentamisen yleisimpiä lisäkustannuksia aiheutuu työmenekki-, materiaali-, energia-, kone/kalusto- ja aikakustannuslisistä sekä talvilisätöistä. Runkovaiheen talvilisäkustannusten vertailua tehtiin suunnittelun apuna käytettävien prosenttien avulla, joista materiaalisella havaittiin olevan korkein maksimi arvo ja suurin vaihteluväli. Energialisällä sekä kone- ja kalustolisällä vaihteluvälin keskiarvo 1,3 % oli sama kuin materiaalisella, mutta vaihteluväli huomattavasti pienempi. Nämä kolme ovatkin runkotyövaiheen suurimmat talvilisäkustannusten aiheuttajat.

Vaikka kustannukset ovat aina projektikohtaisia, eikä niitä pystytä aina ennakoimaan, tietyt työvaiheet, kuten betonointi, toistuvat hankkeesta toiseen ja aiheuttavat talvella huomattavia lisäkustannuksia kesään verrattuna. Runkovaiheen kannalta merkittävin lisäkustannuksia aiheuttava työvaihe onkin talvibetonointi ja siihen liittyvät työt. Betonoinnin tapahtuessa talvella, syntyy lisäkustannuksia sitä edeltävistä, sen aikaisista ja sen jälkeisistä töistä. Muottien puhdistamiseen ja lämmittämiseen sekä betonoinnin jälkeiseen suojaukseen ja jälkihoitoon kuluu huomattava määrä resursseja. Lisäksi talvikäyttöön sopivan materiaalin käyttö aiheuttaa suuren lisäkustannuserän kesään verrattuna. Esivalmuisasteen kasvaessa betonoinnin määrä kuitenkin vähenee ja lisäkustannukset painottuvat tasaisemmin muihin osa-alueisiin.

Valmistautumalla talven kustannusvaikutuksiin jo hankesuunnitteluvaiheesta lähtien, pystytään toteutuvien lisäkustannusten määrään vaikuttamaan merkittävästi. Tarkalla etukäteen tehdyllä kustannusten määrittelyllä ja laskemisella sekä toteutusvaihtoehtojen valinnoilla pystytään toteutuvat kustannukset hallitsemaan. Erilaiset valinnat kuten suunnitelmaratkaisut, tuotantotekniikan valinta ja suojauksen käyttö mahdollistavat runkovaiheelle vaihtoehtoisia toteutustapoja, joita vertailemalla päästään mahdollisimman kustannustehokkaaseen lopputulokseen.

Kestoltaan lyhyemmissä, alle 8 kk kestävässä hankkeissa, on aina kannattavaa sijoittaa niin moni työvaihe pois talvikuukausilta kuin mahdollista. Hankkeen keston pidentyessä

jotkin työvaiheet sijoittuvat väkisin talvelle, jolloin hankkeen sisäisen ajoituksen merkitys kasvaa. Perustus- ja runkovaihe vaikuttavat kohteen kokonaistyömenekin määrään sisävalmiusvaihetta enemmän, joten näiden sijoitus pois keskitalvelta on kustannustehokain vaihtoehto. Jos tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, on suositeltava siirtää siirrettävissä olevia talviolosuhteille alttiita töitä pois talvelta.

Talven tarkkaa vaikutusta rakennushankkeen kustannuksiin on vaikea arvioida etukäteen. Hankkeiden yksilöllisyys ja talven aiheuttamat epävarmuustekijät aiheuttavat tilanteita, joita ei pystytä ennustamaan. Hyvällä suunnittelulla ja kustannuksiin valmistautumisella pystytään kuitenkin vastaamaan yllätyksiin ja toteuttamaan talvirakentaminen kustannustehokkaasti.

Tutkimuksen luotettavuus perustuu pääosin lähteiden luotettavuuteen. Luotettavuutta vähentää vanhoista lähteistä saadun tiedon vertailukelpoisuus nykypäivän rakentamisessa. Myös muutamat alan uudemmat julkaisut viittaavat samoihin vanhempiin julkaisuihin, joita käytettiin tutkimuksessa. Tämä viestii myös vanhempien lähteiden laadusta ja luotettavuudesta. Käytetyt lähteet ovat pääosin alan virallisia ohjekortteja ja julkaisuja, mikä lisää tulosten luotettavuutta. Tutkimustuloksia voidaan pitää kokonaisuudessaan luotettavina.

Jatkotutkimusten toteuttaminen voisi mahdollistaa tarkempia ja uudempia arvioita suunnittelun apuna käytettäviin lisäprosentteihin ja potentiaalsiin säästökohteisiin. Luotettavien tulosten saaminen saattaisi kuitenkin olla haasteellista hankkeiden erilaisuuden takia sekä vaatia suuren määrän vertailtavaa dataa.

LÄHTEET

Iso-Mustajärvi, P. (2013). RAK-32200 Betonitekniikka. Opintomoniste. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Tampere. 298 s.

Koskenvesa, A. (1999). Talvirakentaminen, Rakennustieto. Saatavissa (viitattu 8.3.2020): <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK99s697.pdf>

Koski, H. (2010). Rakentamisen tuotantotekniikka. Ratu: Rakennustuotannon oppikirjasarja, no. KI-6020, Rakennustieto Oy, Helsinki. 274 s.

Lumitilastot. Ilmatieteen laitos. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 4.3.2020): <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/lumitilastot>

Rakennusteollisuus. Asuntomarkkinat, asuntotuotanto. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 16.2.2020): <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/Asuntomarkkinat/>

Ratu 1190-S (2000). Rakennustyön lisäajat. Rakennustietosäätiö. 27 s.

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

Ratu KI-6031 (2017). Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Rakennustietosäätiö. 144 s.

Ratu KI-6035 (2020). Rakennustöiden menekit. Rakennustietosäätiö. 162 s.

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

Rekonen, J. (2016). Talvirakentamisen riskien ja kustannusten hallinta. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Tampere. 2016. 60 s.

RT 16-10660 (1998). Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. Rakennustietosäätiö. 20 s.

Saarikivi, M. & Kankainen, J. (1989). Vuodenajan kustannusvaikutukset rakennustuotannossa. Raportti 92. Teknillinen korkeakoulu, Rakentamistalouden laboratorio. Espoo.

Talvirakentaminen (1991). Rakentajain Kustannus Oy.

Talvitiilastot. Ilmatieteen laitos. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 4.3.2020): <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/talvitiilastot>

Termiset vuodenaajat. Ilmatieteen laitos. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 4.3.2020): <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/termiset-vuodenaajat>

TyöturL 738/2002. Työturvallisuuslaki. Saatavissa (viitattu 8.3.2020): <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>