



Milla Peura

Tahtituotannon työpakettien maksuerätaulukko

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

11.9.2025

Tiivistelmä

Tekijä:	Milla Peura
Otsikko:	Tahtituotannon työpakettien maksuerätaulukko
Sivumäärä:	51 sivua + 1 liite
Aika:	11.9.2025
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine:	Rakennetekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Anne Aalto Tilaus- ja toimitusketjun päällikkö Tuomas Alanne

Tutkimustyön tavoitteena oli kehittää JM Suomi Oy:lle tahtituotannon työpaketteihin perustuva automatisoitu maksuerätaulukkopohja, joka tukee yrityksen tuotantoperiaatteita, parantaa kassavirran hallintaa ja ennakoitavuutta sekä tehostaa aliurakoitsijoiden työn ohjausta arvoketjuttamisella. Tavoitteena oli luoda urakkasopimusten tueksi työkalu, jonka avulla maksuerien vapautuminen voidaan sitoa dokumentoituun työnvalmiuteen ja tahtituotannon etenemiseen lean-virtauksessa. Tutkimus toteutettiin konstruktivisena tapaustutkimuksena, jossa teoreettinen ja empiirinen tieto yhdistettiin Excel-pohjaisen mallin kehittämiseen.

Teoreettinen viitekehys pohjautuu lean- ja tahtituotantorakentamisen periaatteisiin, joissa keskeistä on virtaustehokkuus, hukan minimointi ja jatkuvan parantamisen kehä. Lean-ajattelu korostaa arvontuottoa prosessissa ja resurssitehokkuutta, kun taas tahtituotanto mahdollistaa työvaiheiden toistuvuuden ja rytmin, mikä tasoittaa kassavirtaa ja vähentää rahoitusriskejä urakkaketjussa.

Tutkimustyön tuloksena laadittu maksuerätaulukkopohja muodostaa maksuerät automaattisesti lohkojaottelun perusteella ja hyödyntää Dalux-laatumatriisin dataa. Työssä havaittiin, että maksuerätaulukon tehokas automatisointi edellyttää standardisoituja työpaketteja ja yhtenäisiä laatumatriiseja. Jatkokehityksenä suositellaan Daluxin ja maksuerätaulukon välisen tietoyhteyden automatisointia, joka mahdollistaisi reaaliaikaisen laadunseurannan ja maksun hyväksynnän.

Tutkimustyön tuloksena muodostuva maksuerätaulukko tarjoaa konkreettisen työkalun tuotannon, laadun ja talouden hallinnan yhdistämiseen sekä pohjan jatkuvalla kehittämislle kohti entistä digitalisoidumpaa ja lean-periaatteisiin perustuvaa tuotantomallia. Tutkimustulosten pohjalta maksuerätaulukon käyttöönotto voi edistää JM Suomen pyrkimystä tehokkaampaan, laadukkaampaan ja taloudellisesti hallitumpaan rakentamiseen.

Avainsanat: tahtituotanto, työpaketit, maksuerätaulukko, lean-rakentaminen

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author:	Milla Peura
Title:	Progress Payment Schedule for Takt Production Work Packages
Number of Pages:	51 pages + 1 appendices
Date:	11 September 2025
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Programme:	Civil Engineering
Professional Major:	Structural Engineering
Supervisors:	Anne Aalto, Senior Lecturer Tuomas Alanne, Head of Order and Delivery Chain

The objective of this study was to develop an automated progress payment schedule based on takt production work packages for JM Suomi Oy. The template model supports the company's production principles, enhances cash flow management and predictability and improves subcontractor performance control through value chain integration. The aim was to create a contractual tool linking the release of progress payments to documented finished work. The study was conducted as a constructive case study, combining theoretical and empirical knowledge in the development of an Excel-based model.

The theoretical framework is based on the principles of lean and takt production, emphasizing flow efficiency, waste reduction and continuous improvement. Lean thinking focuses on maximizing value and efficiency, while takt production enables repetitive workflows and rhythm, leading to smoother cash flow and reduced financial risks within the contracting chain.

As a result of the study, an automated progress payment schedule template was developed, generating instalments automatically based on the division of work packages and utilizing data from the Dalux quality matrix. The findings indicate that effective automation requires standardized work packages and uniform quality matrices. Future development should focus on establishing an automated data connection between Dalux and the progress payment schedule, enabling real-time quality monitoring and payment approvals.

The result provides JM Suomi Oy with a practical tool for integrating production, quality and financial control, while laying the foundation for continuous development toward a more digitalized and lean-driven construction model. Based on the findings, the implementation of the progress payment schedule can support JM Finland's efforts toward more efficient, higher-quality and financially controlled construction method.

Keywords: Takt planning, work packages, progress payment schedule, lean-construction

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	7
1.1	JM Suomi Oy, liikeidea ja tausta kehitysprojektille	7
1.2	Työn tavoite	8
1.3	Tutkimuksen rajaus	9
1.4	Aineisto ja menetelmät	9
2	Tahtituotanto	11
2.1	Lean-ajattelumalli	11
2.2	Tahtituotanto osana lean-rakentamista	15
2.2.1	Tahtiaika	16
2.2.2	Tahtisuunnittelu	17
2.2.3	Tahtiohjaus	17
2.3	Työpaketit	18
2.4	Tahtituotannon vaikutus maksueriin ja kassavirranhallintaan	19
3	Maksuerätaulukko	22
3.1	Maksuerätaulukon merkitys	23
3.2	Maksuerätaulukon ehdot	25
4	Työpaketit JM Oy:n asuntorakentamisessa	30
5	Maksuerätaulukon laatimisohe	34
5.1	Datan rakentaminen	35
5.2	Maksuerätaulukon lohkojakaminen	36
5.3	Maksuerätaulukon rakentaminen	37
5.4	Hyväksyttäminen tilaajalla	42
6	Jatkokehitys	43
7	Yhteenveto	46
8	Pohdintaa	47
	Lähteet	49

Liitteet

Liite 1: Maksuerätaulukko

Lyhenteet

AKHO: Arvoketjun haltuunotto.

JIT: Just-in-time-ideologia.

MA: Malliasennus.

MVO: Mestän vastaanotto.

OKT: osakohteentarkastus.

RS: Rahalaitosten neuvottelukunnan suosittalema.

RYL: Rakennusalan yleiset laatuvaatimukset.

TPS: Toyota Production System.

TVV: Työvaiheen vastaanotto.

1 Johdanto

Rakennusala Suomessa on viime vuosina kokenut merkittäviä muutoksia erityisesti tahtituotannon rantautumisen ja käyttöönoton myötä, mikä on tehostanut tuotannon rytmitystä ja ennustettavuutta. Samalla tämä kehitys on korostanut entistä vahvemmin kassavirran hallinnan ja alihankintasopimusten merkitystä [1].

Tämä opinnäytetyö toteutetaan tilaajayrityksen tarpeesta luoda hankinnan ja tuotannon kehitystyökalu, joka kohtaa tahtituotannon luoman paineen hankintasopimuksissa ja urakkaneuvotteluissa, kassavirtahallinnassa sekä laadun varmentamisessa tuotannollisesti. Työssä tutkitaan lean-ajattelun filosofiaa, tahtituotantorakentamisen ja tuotannon kassavirranhallinnan yhteyttä ja niiden vaikutusta hankintasopimuksiin. Arvoketjua ohjaavamman maksuerätaulukon laatiminen toimii työssä keskeisenä ideologiana ja tavoitteena.

1.1 JM Suomi Oy, liikeidea ja tausta kehitysprojektille

Työn tilaaja JM Suomi Oy on vuonna 2006 perustettu uudistuotantoon erikoistunut rakennusalan yritys, joka on osa JM AB -konsernia. Konsernin pitkä historia juontaa juurensa aina vuoteen 1945, jolloin yritys perustettiin Ruotsiin. Tästä alkanut kasvu on laajentanut toimintaa Norjaan ja Suomeen ja tänä päivänä JM konserni on Pohjoismaiden johtavia asuntojen rakentajia ja asuinalueiden kehittäjiä. JM toteuttaa myös liikekiinteistöihin ja urakointiin kuuluvia projekteja sekä ARA-kohteita, mutta toiminnan pääpainopiste on omaperusteisessa uudiskerrostaloasuntojen rakentamisessa. Asuinalueiden kehittämisessä JM Suomi keskittyy isoihin kasvukeskittymiin pääosin pääkaupunkiseudulla. Suomessa rakenteilla olevia aluekehityshankkeita ovat esimerkiksi Espoon Finnoossa ja Leppävaarassa sekä Helsingin Herttoniemessä ja Pasilassa. Toiminta laajeni myös Tampereelle ja Nokialle vuonna 2022. [2.]

JM pyrkii toiminnassaan pitkäjänteisyyteen ja toteuttaa kestävän kehityksen periaatteita Joutsenmerkityllä ympäristövastuullisella rakentamisella. Vetovoimaisella aluekehittämisellä, kestävän kehityksen rakentamisella ja tahtituotannon luomalla modernilla tuotantomallilla JM Suomi pyrkii markkinatilanteen entistä vahvempaan hallintaan. Tahtituotannolla pyritään tulostehokkaaseen tuotantoon. Näiden strategiatavoitteiden myötä muodostui vaade kehittää tahtituotantoa tukeva maksuerätaulukko.

1.2 Työn tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda maksuerätaulukkomalli, joka toimii hankinnan urakkasopimusten ensisijaisena sitoutustyökaluna sekä tukee tahtituotannon työvaiheiden laadunvarmistusta ja aliurakoitsijoiden työn ohjausta laskutusten oikea-aikaiseksi raukeamiseksi.

Maksuerätaulukon maksuerät jaetaan työpakettikohtaisesti tahtiaikataulun mukaisiin osakohteisiin, kuten rappuihin tai kerrostasolohkoihin. Maksuerätaulukko automatisoidaan datalla, joka koostetaan työpaketeista osakohteen lohkojaotellulla.

Maksuerätaulukon ohjausvaikutus perustuu siihen, että maksuerät ovat maksukelpoisia vasta, kun kyseiseen osakohteeseen liittyvä työvaihe on täysin valmis ja osakohteen itselleluovutus on tehty sekä dokumentoitu tilaajan eli JM Suomen laadunvarmistusmatriisiin. JM Suomen laadunvarmistusmatriisityökaluna toimii Dalux. Tavoite on saada aliurakoitsija tekemään osakohteen työ kerralla virheettömästi valmiiksi, jolloin tahtituotannon seuraava työvaihe voi alkaa ilman viivästystä. Samalla laadunvarmistusmatriisi toimii tarkastuslistana maksuerien maksukelpoisuudelle ja aliurakoitsija pystyy laskuttamaan tekemänsä valmiin työn välittömästi osatehtävän valmistuttua.

Osakohteiden valmistumisdokumentoinnin lisäksi maksuerätaulukolla pyritään ohjaamaan urakoitsijaa toimimaan ja tuottamaan urakkaan liitoksissa olevat tarkastukset/pöytäkirjat/takuutodistukset/materiaalilistaukset ja muut dokumentit

ajallaan tilaajalle. Ennakoidun kassavirran toteuttamiseksi hankinta koostaa urakoitsijalle kohdistettavat muut maksuerät. Nämä vaateet sitoutetaan maksuerätaulukkoon kiinteinä maksuerinä.

Työ tavoittelee pohtimaan JM Suomen toiminnassa lean-ajattelun eri vaiheita ja sen toteutumista. Laadittavan maksuerätaulukon tehtävänä on luoda ja ohjata arvoketjua haltuun ottavaa tuotantotapaa kustannustehokkaasti. JM Suomella arvoketjun haltuun ottamista kutsutaan AKHO:ksi.

Työ tutkii maksuerätaulukkoa rakentaessa ilmeneviä lean-rakentamisen hukkatekijöitä ja miten ne voivat vaikuttaa kassavirranhallintaan. Työn tavoitteena on tuoda ilmi mahdollisia tekijöitä, joilla voitaisiin saavuttaa yritysstrategian tavoittelemaa markkina-aseman parantumista maksuerätaulukon ja arvoketjun haltuun ottamisen yhteisvaikutuksen avulla.

1.3 Tutkimuksen rajaus

Aihe rajataan JM Suomen asuntorakentamisen sisätyövaiheen työpakettien laadunvarmistusmatriisien työvaiheisiin, jotka pohjautuvat urakoitsijakohtaisten työpakettien tarkastussuunnitelmiin. Maksuerätaulukkomalli rajataan kokonaishinnoiteltuihin urakkasopimuksiin ja työpaketteihin. Työssä keskitytään hankinnan ja tuotannon näkökulmiin maksuerätaulukkoa kehittäessä.

1.4 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen empiirinen tieto, nykyiset maksuerätaulukkomallit, oli saatavilla koko työn ajan. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 sekä RT 16-10736 Maksuerätaulukkolomakepohja antavat yhteispuitteet empiirisen tietoperustan kanssa taulukkomallipohjan soveltamiselle. Tutkimuksen teoreettinen tieto on koostettu verkkojulkaisuista ja kirjallisuuslähteistä. Tutkimuksen maksuerätaulukko Excel-malli edustaa konstruktivistista tapaustutkimusta. Konstruktivistinen tutkimus on tapaustutkimuksen suorittamistapa, jossa konstruktio voi olla esimerkiksi ihmisen luoma malli [3]. Työ alkoi teoreettisen lähteiden

koostamisella ja tietoperustalla, joka rinnastui Excel-mallin rakentamisella, joka muotoutui lopulliseen taulukkomuotoon kehitysprosessissa. Maksuerätaulukko toimii tapaustutkimuksen kehitystyökaluna, jonka ympärille työn tutkimus keskittyy. Empiirinen ja teoreettinen tieto linkittyvät käytäntöön tuotetussa maksuerätaulukkomallissa.

2 Tahtituotanto

Tässä luvussa tarkastellaan syvällisemmin lean-ajattelun periaatteita sekä tahtituotantoon liittyvää teoriaa. Käsittelyssä ovat lean-ajattelumallin tausta, tahtituotanto ja tahtiajan määrittely sekä keskeiset tahtisuunnittelun ja tahtiohjauksen menetelmät. Luvussa selvitetään tahtituotannon kustannushallinnallisia vaikutuksia ja merkitystä kassavirtaan.

Lean-ajattelun ytimessä on arvontuoton maksimointi ja hukan systemaattinen minimointi. Rakennusallalla tämä tarkoittaa ennen kaikkea sujuvan ja keskeytyksettömän työn virtauksen edistämistä sekä tuotannon vaihtelun vähäistä muutosta. Tahtituotanto tarjoaa tehokkaan lähestymistavan näiden tavoitteiden saavuttamiseen. Tahtituotannon perusta on tahtiaika eli työn nopeus tai tahti, joka määrittyy asiakaskysynnän mukaan. [4.] Tahtiaikaa hyödynnetään laajemmin rakennushankkeiden aikataulutuksessa ja työvaiheiden organisoinnissa [5]. Aluskal korostaa, että lean-ajattelun menestyksenkäs soveltaminen edellyttää organisaatioilta kykyä luoda ketteriä ja jatkuvasti parantavia tuotantoprosesseja. Tahtituotanto on tässä keskeinen työkalu, sillä se tuo prosesseihin rytmiä ja ennakoitavuutta, jotka ovat olennaisia tahtivirtauksen optimoinnissa. [6.]

2.1 Lean-ajattelumalli

Itse lean-ajattelu tai sen käsitteistö ei ole uusi ilmiö. Lean-ajattelun juuret ovat osin Henry Ford -autovalmistajan massatuotannossa ja sen tuotantolinjan standardisoinnissa. Samaa lean-tuotantofilosofiaa jatkojalostettiin Toyotan autotehtaissa Japanissa 1940–1950-luvuilla, kun Toyota kehitti Toyota Production System (TPS) -nimisen tuotannon ajattelumallin. Prosessista haluttiin vähentää arvoa tuottamattomat toiminnot, jotka eivät tuottaneet asiakkaalle hyötyä. Hyötyä tuottamattomat osat ovat prosessin heikoimmat osat ja TPS-ideologiaan pohjautuvasti koko prosessi voi olla vain yhtä vahva kuin sen heikoin osa. Tuotantoprosessi toimi myös vastauksena tehokkuuden parantamiselle sekä raaka-ainepulaan, jota Japani koki toisen maailmansodan jälkeen. [7.]

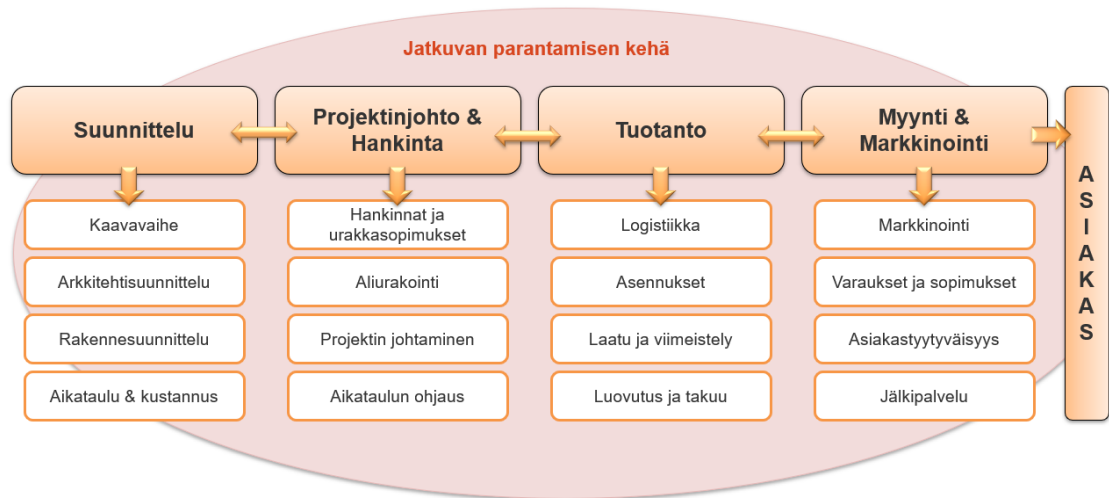
TPS-tuotantoprosessissa keskeiseksi ideologiaksi muodostunut JIT-ideologia (Just-in-time, JIT), joka on luonut pohjaa lean-ajattelulle. Kaikki resurssit tulee olla saatavilla juuri oikeaan aikaan ja tuotanto tapahtuu juuri silloin kun on tarvetta, ei varastoon. [8.]

Pohjimmiltaan lean-ajattelumallilla pyritään periaatteelliseen tuotantotapaan tai toimintastrategiaan, jonka päätavoitteena on luoda maksimaalinen arvo asiakkaalle minimaalisella hukalla, pyrkien potentiaaliseen virtaustehokkuuteen tuotantoprosessin kehityksellä ja jatkuvan parantamisen kehällä [9].

Lean-filosofia perustuu viiteen pääperiaatteeseen, jotka toimintastrategiassa tulisi toteuttaa järjestyksessä, jotta ajattelumallista saataisiin kaikki hyöty irti ja virtaustehokkuus maksimoitua. Pääperiaatteet ovat: arvo, arvovirta, virtaus, veto-periaate ja täydellisyys.

Ensisijaisesti tulee tunnistaa ja määrittää arvo asiakkaan näkökulmasta. Asiakkaalle arvoa tuottamattomien resurssien tunnistaminen ja eliminointi edellyttää, että arvoa tuottavat resurssit erotellaan toisistaan. Ne kaikki toimenpiteet toimintastrategiassa, jotka eivät tuota arvoa asiakkaalle ovat potentiaalista hukkaa ja ne tulisi poistaa tai minimoida. Arvon tunnistamisen jälkeen tulee huomioida arvovirtaus eli kaikki ne toimenpiteet, jotka osallistuvat arvon määrittämiseen ja lopputuotteen luomiseen asiakkaalle. Jatkuvalla virtauksella luodaan tilanne, jossa työ etenee prosessissa sujuvasti tahdissa, ilman tarpeettomia odotuksia, pullonkauloja tai viiveitä. Isot työvaiheet hajautetaan pienempiin eriin, jotta arvoa tuottavat vaiheet pääsevät virtaamaan esteettä. Vetoperiaatteella tai imuohjauksen hyödyntämisellä tarkoitetaan tilannetta, jossa tuotantoprosessi tai työkäskyt käynnistyvät vasta kun kysyntä sitä vaatii. Toisin sanoen ei pakoteta töitä, vaan niitä viedään eteenpäin asiakaskysynnän mukaan, kuin JIT-filosofiassa. Lean-ajattelun viimeiseksi periaatteeksi kiteytyy täydellisyyteen pyrkiminen. Tämä tarkoittaa, että tuotantoprosessia tulee jatkuvasti parantaa ja kehittää kaikista näkökulmista ja projektin osa-alueista, niin ajallisesti, tuotteellisesti, taloudellisesti sekä virheiden ja hukan minimoimiseksi. [10.]

Täydellisyyteen pyrkiminen on arvopohja jatkuvan parantamisen kehässä (kuva 1), joka ohjaa lean-arvomaailman ja rakennusprojektin arvovirtaa.



Kuva 1. Lean-ajattelun arvovirtaus ja jatkuvan parantamisen kehä rakennusprojektissa.

Lean-ajattelumallista on paljon hyötyä, mikäli siihen sitoudutaan ja tahtotilana on kokonaisvaltainen kulttuurinmuutos. Filosofian soveltaminen ei ole ongelmallista ja se vaatii merkittävää panostusta, investointeja sekä soveltamista, ja tämä voi olla haastavaa sillä rakennusala on hidas uusiin muutoksiin. On tunnistettu kolme merkittävintä estettä lean-ajattelun käyttöönotossa: puutteellinen tieto ja ymmärrys leanista, muutosvastarinta sekä johdon sitoutumattomuus [11].

On kriittistä ymmärtää lean-ajattelun keskeiset onnistumisen työkalut ja sen haasteet. Näiden lisäksi tulee selvittää tekijät, jotka muodostavat esteitä virtaukseen. On siis ymmärrettävä hukka, joka pääosin luokitellaan kahdeksaan tekijään:

1. Ylituotanto – ennen tarvetta ja kysyntää tuotettua työtä tai palvelua, joka ei ole tarvittua ja aiheuttaa turhaa varastointia.

2. Odottaminen – tarpeettomat viiveet ja odottaminen työvaiheiden välillä tai tarvittavien materiaalien ja resurssien puuttuminen ennen alkavaa työvaihetta.
3. Logistiikka – turhat tuotteiden tai materiaalien siirrot.
4. Arvoa tuottamaton liiallinen prosessointi – ylimääräisiä työvaiheita tai viimeistelyä, jota asiakas ei vaadi.
5. Ylimääräinen varastointi – liialliset varastot materiaaleja tai osia, jotka odottavat käyttöönottoa.
6. Ylimääräinen liikkuminen – turha vaihtuvuus ja liikkuminen tuotannon välissä.
7. Virheet – virheiden korjaaminen ja uudelleen tuottaminen.
8. Alihyödynnetty henkilöstö – henkilöstön ammattitaito ja ideat eivät pääse käytäntöön ja osaksi tuotantoprosessia. [10; 11; 12.]

Rakennustyömaalla nämä hukcatekijät voivat olla hyvin konkreettisia: työkalujen tai materiaalien odottelua, työvaiheiden päällekkäisyyttä, huonoa tiedonkulkua, suunnitelmamuutoksia, logistiset pullonkaulat, huonosti koordinoitua työvaiheita. Lean-ajattelun tehtävänä on tunnistaa ja poistaa nämä hukkavirta aiheuttavat tekijät järjestelmällisesti.

Rakennusala on omaksunut lean-ajattelun malleja 2000-luvulta alkaen – usein nimellä lean-rakentaminen. Lean-rakentaminen omaa samat keskeiset piirteet lean-filosofiasta. Lean-rakentamisella on suuri potentiaali rakennusosalalla. Sen avulla pystytään luomaan hyötyä ja arvoa tuottavia toimenpiteitä projektin aikana sekä pääsemään asetettuihin tavoitteisiin. Keskeisempänä hyötynä lean-rakentamisessa on projektien parantunut tuottavuus ja tehokkuus. Sujuva työnvirtaus ohjaa lyhyempiin läpimenoaikoihin, parempaan resurssien käyttöön ja korkeampaan työtuottavuuteen. [13.]

Kun hukkatelijät saadaan määriteltä, voidaan merkittävästi vaikuttaa erilaisiin kustannussäästöihin, kuten varastoinventaarin pienentämiseen, uudelleentuetettavien työvaiheiden vähentämiseen ja poissulkemiseen sekä materiaalihukan hallintaan. Täydellisyyteen tavoittelu ja jatkuvan parantamisen kehä ohjaa työtä kohti laadullisempaa jälkeä, kun virheet pyritään tunnistamaan nopeasti ja näistä halutaan oppia jatkokehitystä varten.

Lean-rakentamisen painopiste on ensisijaisesti tuotannon kehityksessä ja ennustettavassa, tasaisessa työn tuotantovirrassa. Sen vaikutus kattaa myös laajemmin. Lean-rakentaminen voi edistää eri toimijoiden välistä yhteistyötä hajauttaen vastuuta ja parantaen integraatiota työyhteisössä. Toimintamalli tukee myös ympäristövastuullisuutta vähentämällä jätettä ja optimoimalla materiaalivirtoja. [13.]

On huomattu, että organisaatiot, jotka pystyvät toteuttamaan projektejaan tehokkaasti, laadukkaasti ja aikataulussa lean-rakentamisperiaatteen mukaisesti, voivat parantaa mainettaan ja kilpailuasemaansa markkinoilla. Suomalaisessa kehitystyössä on myös havaittu, että lean-rakentaminen voi auttaa tuottamaan uusia ratkaisuja yhdistämällä digitalisaatiota, tiedolla johtamista ja konseptikehitystä. [14.]

2.2 Tahtituotanto osana lean-rakentamista

Lean-rakentamisen ajattelumalli sisältää erilaisia työkaluja tai rakenteita, joilla päästään asetettuihin tavoitteisiin ja sujuvaan virtaustahtiin. Yksi näistä tärkeimmistä työkaluista on tahtituotanto. Tahtituotanto on lean-rakentamiseen perustuva rakennushankkeiden tuotannonjohtamismenetelmä, jonka tavoitteena on radikaalisti parantaa rakennusprojektin virtausrytmiä, vähentäen hukkaa, lyhentäen läpimenoaikoja ja parantaen ennustettavuutta. Se pohjautuu tarkkaan tuotannon suunnitteluun, rytmitettyyn tuotannon ohjaukseen sekä jatkuvaan parantamiseen tavoitteluun vanhoista projekteista oppien. Lean-rakentamisen tyyliin tahtituotannolla pyritään synkronoimaan eri rakennusvaiheet siten, että ne

etenevät samaan tahtiin tekemättä suuria työvaiheiden ylijäämiä tai odotustiloja. [15.]

Rakennusalan tuottavuus ja tehokkuus ovat nousseet keskiöön, kun pyritään vastaamaan kysyntään taloudellisesti haastavassa tilanteessa ja samalla vähentämään kustannuksia. Perinteiset rakennusprosessit ovat usein fragmentoituneita ja lineaarisia, mikä voi johtaa viivästyksiin, resurssien hukkaan ja heikkoon ennustettavuuteen. Tahtituotanto on osoittanut kustannustehokkaampaa tuotantoa lyhyemmillä läpimenoajoilla. [15.]

Tahtituotanto kuitenkin edellyttää niin suunnittelun kuin tuotannon integraatiota, yhteisesti asetettuja tavoitteita ja päivittäistä johtamista. Tämä on sitouttavampaa ja tiukemmalla aikatauluttamisella laadunvalvonnan merkitys painottuu.

Keskeisesti tahtituotanto lean-rakentamisessa tuo rakennusprojekteihin ennakoitavuutta, virtauksen hallintaa ja jatkuvaa parantamista. Tahtituotanto eroaa perinteisestä toiminnasta siten, että se siirtää painopistettä lineaarisesta urakka- tai aikataululähtöisestä ajattelusta kohti rytmitettyä, toistuvaa ja virtaukseen perustuvaa etenemistä tuotannossa. [15.]

2.2.1 Tahtiaika

Tahtiaika on keskeinen käsite tahtituotannossa. Se kuvaa työvaiheen kestoa ja rytmitystä. Tahtiaika on se aikaväli, jonka aikana tulisi tuottaa yksi lohko (esim. yksi huoneisto tai rakennusosa), jotta kokonaissuorite täyttyy suunnitellussa ajassa. Tahtiajan laskenta voi olla haastavaa, mutta perusteellinen tahtiajan määritelmä voi johtaa virtaavampaan tuotantoon vähemmällä odotusajoilla ja vaihtuvuustekijöillä. [15.]

Tahtiajalla hillitään ylikapasiteetin käyttöä ja varastointia työvaiheiden välissä. Käytännössä tahtiaika lasketaan ottamalla projektin käytettävissä oleva työaika jakautuvaksi projektin kokonaistuotantojakaumalla. Esimerkkinä: jos käytettävissä on 100 työpäivää ja tuotettavia yksiköitä on 100, niin tahtiaika olisi 1

yksikkö per päivä. Tämä määrää työvaiheiden rytmin ja edellyttää, että kaikki osa-alueet eri urakoitsijoilta suunnitellaan onnistumaan tällä tahdilla. Suomessa korostetaan, että realistinen tahtiaika on usein 1–2,5 päivää pienissä rakennuskohteissa, ja että tahdittaminen vaatii toistuvuuden potentiaalin tunnistamista (esim. huoneistojen sisätyöt, kylpyhuoneet). Tahtiaika on työkalu, joka auttaa muuttamaan projektin suunnittelun ja toteutuksen rytmiksi, ja sen käyttöönotto on tahtituotannon ydinasia. [15.]

2.2.2 Tahtisuunnittelu

Tahtisuunnittelu tarkoittaa prosessia, jossa rakennuskohde jaetaan pienempiin osiin – yleisesti esitetään tahtialueiksi tai lohkoiksi – joissa toistuvuus on mahdollisimman suuri. Näin jokainen alue voidaan rytmittää samaan tahtiin. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi huoneistojen sisätyöt kerroksittain tai toistuvien tilojen (esim. kylpyhuoneet) jakamista tahtialueisiin. Tahdittamisalueiksi ei yleensä sovi tilat, joissa on paljon variaatiota (esim. kellarit, palvelutilat, nousut).

Tahtisuunnittelussa määritellään tahtiaika, valitaan tahtialueet ja suunnitellaan niiden mukaan tuotantojärjestelyt: mitkä työpaketit tulevat mille alueelle, missä järjestyksessä ja millä tahdilla. Tahtisuunnittelu käytännössä toimii viitekehysenä, joka tukee monien lean-menetelmien soveltamista rakentamisessa.

Suomalaisessa kontekstissa tahtisuunnittelu ei ole pelkkä aikataulutuksen muutos vaan kulttuurimuutos: se edellyttää urakoitsijoiden, suunnittelijoiden ja tilaajan yhteistyötä, yhteisesti sovittua rytmiä ja usein myös päivittäistä katselmointia tuotantotilanteessa. Tahtisuunnittelu on siis selkeä suunnittelun vaihe, jossa määritellään rakennusprojektin eteneminen ja miten eri osat rytmitetään toistuvaksi virraksi. [15.]

2.2.3 Tahtiohjaus

Tahtiohjaus tarkoittaa operatiivista johtamista, seuranta ja hienosäätöä projektin aikana, jotta suunniteltu tahtiaika ja tahdittaminen toteutuvat. Kun työ on

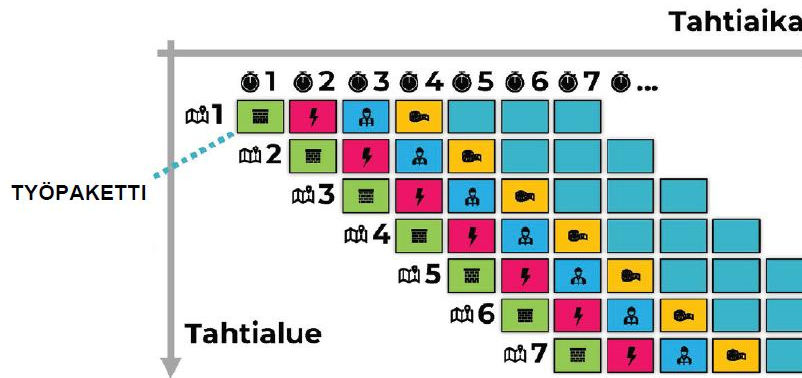
suunniteltu tahtialueiksi ja niitä tarkemmiksi työpaketeiksi, tahtiohjauksen avulla varmistetaan, että tuotanto pysyy tahtiajan mukaisena, erilaiset vaihtelut minimoidaan ja korjaavat toimenpiteet tehdään nopeasti. Tahtiohjaus perustuu säännölliseen ja johdonmukaiseen toimintaan, jossa tuotannon rytmi ja virtaus ovat hallinnassa.

Tahtituottamisessa korostetaan, että tahtiohjaus vaatii päivittäisiä työsuunnitelmia, katselmuksia ja korjaustoimia – esimerkiksi urakoitsijalle on sovittava päivittäin, miten seuraava tahdillinen jakso sujuu, mitkä esteet ovat ja miten ne eliminoidaan. Näin työntekijöillä on selkeä rytmi, ja tuotanto etenee ennakoitavasti. Tällöin tahtiohjauksen merkitys painottuu vahvasti tuotannon työjohtoon, sen resursointiin suhteessa rakennushankkeen kokoon ja haastavuuteen.

Tahtiohjaus on siis se osa-alue, jossa suunnitelma muuttuu toiminnaksi, jossa erottelevat asiat kuten viiveet ja epätasaisuudet – tunnistetaan, reagoidaan ja korjataan ripeästi. [15; 16.]

2.3 Työpaketit

Työpaketit ovat rakennusprojektin pienimmät hallittavat kokonaisuudet rakennusprojektista, jotka sisältävät selkeän tehtävän tai osaprojektin, resurssitarpeen ja aikataulutuksen. Työpaketti voi olla esimerkiksi "Vedeneristys ja laatoitus" ja sen sisälle kuuluvat työvaiheet. Tahtituotannossa työpaketit muodostavat rytmin perusyksikön: ne ovat tahtisuunnittelun, työnosituksen ja -ohjauksen kohteita. Kun työpaketit on selkeästi määritelty, ne voidaan sijoittaa tahtialueisiin, rytmittää tahtiajan mukaisesti ja ohjata tuotantoa niiden mukaisesti (kuva 2).



Kuva 2. Työpaketit tahtiaikataulussa.

Suomessa Lehtovaara & Hartikainen korostavat, että työpakettien määrittely on yksi tärkeimmistä onnistumistekijöistä tahtituotannossa: pakettien tulee olla riittävän pieniä, toistuvia, mitattavissa ja kontrolloitavissa. Tutkimusten mukaan standardisoituja työpaketteja hyödyntävät yritykset pystyvät kunnolla keräämään ja hyödyntämään datan useista projekteista, mikä edistää ennustettavuutta ja jatkuvan parantamisen kehittymistä [17].

Hyvin määritellyt työpaketit mahdollistavat yhteistoiminnan urakoitsijoiden välillä, koska kaikilla on samalla tasolla tiedossa “paketti, joka valmistuu tahdissa X”, ja jatkotyö voi alkaa heti ilman viivettä. Työpaketit siis konkretisoivat suunnittelun ja tekevät tahdittamisen mitattavaksi.

2.4 Tahtituotannon vaikutus maksueriin ja kassavirranhallintaan

Rakennusprojektin taloudellinen ohjaus rakentuu pitkälti maksuerärakenteisiin ja kassavirran ennustettavuuteen. Perinteisessä projektihallinnassa maksuerät sidotaan usein laajoihin valmiusasteisiin, jolloin yksittäisten urakkaerien vapautuminen voi olla epätasaista ja ennakoinnaton. Tässä kontekstissa tahtituotanto tarjoaa keinon tuoda tuotanto- ja maksutapahtumat lähemmäksi toisiaan: rytmittämällä tuotanto toistuviin työpaketteihin ja tahtialueisiin voidaan samanaikaisesti rytmittää laskutusta ja maksujen vapautumista, mikä parantaa kassavirran hallintaa ja vähentää rahoitusriskien todennäköisyyttä.

Tahtituotannon tuoma vaikutus konkretisoituu erityisesti maksuerien ajoituksessa. Kun tuotanto on jaettu yhtenäisiin ja toistuviin työpaketteihin, jokaisesta paketista voidaan määritellä selkeä hyväksyntä- ja laskutusprosessinsa. Tällöin maksuerät eivät enää perustu irrallisiin vaiheisiin vaan tuotannon todelliseen etenemiseen: jokainen valmistuva työvaihe voi olla maksuerän perusteena. Tämä muuttaa maksuerien luonnetta – harvoista ja suurista eristä tulee useampia, pienempiä ja säännöllisimpiä. Tämä vähentää riskiä suurista kassavirran kuopista, jotka ovat erityisen haitallisia etenkin pienille ja keskisuurille urakoitsijoille. [18].

Kassavirran kannalta tahdittaminen luo ennustettavuutta. Rakennushankkeet sitovat pääomaa materiaalien, alihankkijoiden ja omien työntekijöiden kustannuksiin, usein ennen kuin maksut realisoituvat. Tahdittamalla materiaalihankinnat ja työvaiheiden aikataulut voidaan vähentää ajoituseroja menojen ja tulojen välillä. Tasainen tuotantorytmi johtaa tasaisempaan laskutukseen ja siten vakaampaan rahavirtaan. Tämä vähentää ulkopuolisen rahoituksen tarvetta ja tätä kautta korko- ja järjestelykustannuksia sekä parantaa yrityksen maksuvalmiutta. Tahtituotannon käyttöönotto vaatii kuitenkin tilaajan, pääurakoitsijan ja aliurakoitsijoiden välisen sopimuksen maksuerien rytmistä ja hyväksyntäkäytännöistä jo sopimusneuvotteluvaiheessa. [19.]

Vaikutukset ulottuvat myös sopimusmallien ja projektin talousohjauksen rakenteisiin. Tahtituotanto edellyttää usein, että maksuerärakenne tarkistetaan siten, että hyväksyntäperusteet vastaavat työpakettien valmistumista. Tämä voi tarkoittaa mm. maksuerien muuttamista pienemmäksi ja useammin toistuviksi eriksi, tai sopimusehtoihin lisättäviä vaatimuksia nopeasta hyväksyntäprosessista. Sopimusehtojen muokkaaminen voi vähentää riitatilanteita ja nopeuttaa laskutuksen läpimenoa, mutta se edellyttää myös käytännön prosessien kehittämistä – esimerkiksi hyväksyntäkäytänteiden selkeyttämistä ja dokumentoinnin sujuvoittamista sekä hyvää laskutusjärjestelmää. [19; 20.]

On huomattava, että tahtituotannon taloudelliset hyödyt eivät ole automaattisia. Ne edellyttävät järjestelmällistä suunnittelua, yhteisesti sovittuja prosesseja ja

valmiutta muuttaa sopimuskäytäntöjä. Keskeiset riskitekijät liittyvät siihen, että vaikka työpaketit olisi määritelty ja tahdittaminen suunniteltu, hyväksyntäprosessi tai materiaalityömitukset eivät pysy tahdin mukana. Tällaiset poikkeamat voivat johtaa maksuerien viivästymiseen ja siten kassavirran heilahteluihin. Toisaalta suurin osa rahavirtaongelmista johtuu myös sopimusmuutoksista ja toimitusmuutoksista, joiden käsittely voi aiheuttaa merkittäviä viiveitä. [20; 21.]

Näin ollen tahdittamisen onnistunut integraatio taloushallintoon edellyttää ennakkoivaa kassavirtalaskentaa, selkeitä hyväksyntäprosesseja sekä joustavia sopimusratkaisuja, jotka huomioivat sekä tahdin että mahdolliset poikkeamat.

Käytännön suositukset tahtituotannon talousintegraatiota varten ovat selkeitä: maksuerien perustuminen työpaketteihin, maksuerätaulukon laadinta yhdessä urakoitsijan kanssa työtä ohjaavaksi, kassavirtalaskelman laatiminen, joka peilaa työn etenemistä ja laskutusta, sekä järjestelmien ja prosessien toteutus, jotka mahdollistavat nopean hyväksyntä- ja laskutuskierron. Näin tahtituotannon maksuerätaulukko tarjoaa paitsi tuotannollisen myös taloudellisen työkalun, jonka avulla rakennushankkeiden toimitus- ja rahoitusvirrat voidaan synkronoida ja projektin taloudellinen vakaus paranee. [21.]

3 Maksuerätaulukko

Rakennusurakan maksuerätaulukolla tarkoitetaan sopimusasiakirjan osana tai liitteenä olevaa aikataulua, jossa urakkasopimuksen kokonaishinta pilkotaan erillisiin maksueriin sekä määritellään kunkin erän vapautumisen ehdot, ajoitus ja arvo. Tämä taulukko toimii sekä tilaajan että urakoitsijan välisenä taloudellisenä suunnitelmana ja se toimii keskeisenä välineenä projektin kassavirranhallinnassa ja raportoinnissa. [22.]

Maksuerätaulukon tarkoitus on selkiyttää maksujen ajoitusta suhteessa työmaan edistymiseen. Kun erien ajoitus on suunniteltu ja kirjattu etukäteen tauluktoon, urakoitsija voi ennakoida rahoitustarpeensa ja resursoida työnsä tehokkaammin, kun taas tilaaja voi arvioida maksun vapauttamisen edellytykset, kuten työn valmiuden ja laatukriteerien täyttymisen. Tällainen järjestelmä vähentää epävarmuutta maksujen viivästymisestä ja toimii taloudellisen vakauden perustana rakennushankkeen urakkalaskutuksessa. Lean-rakentamista ajatellen, kassavirran ja laatukriteerien täyttymisellä, voi maksuerätaulukko ohjaus vaikuttaa tuotantoprosessien hukan vähentämisessä.

Maksuerätaulukossa esitetään tyypillisesti erien järjestys, kunkin erän summa (esimerkiksi prosenttiosuus kokonaisurakasta tai kiinteä euromäärä), maksun perusteena oleva työvaihe sekä hyväksymispäivämäärä. Lisäksi taulukossa voidaan määritellä mahdolliset pidätysosuudet, jotka vapautetaan vasta projektin loppuvaiheen jälkeen.

Taulukon erät toimivat viitteellisinä pisteinä, joista laskutus, valvonta ja hyväksyntä käynnistyvät. Maksuerän vapautuminen edellyttää hyväksyttyä vastaanototarkastusta tai työpaketin dokumentoitua valmistumista. Tämä rakenne helpottaa erottelemaan eri urakoitsijoiden tai työvaiheiden vastuita ja tehdä maksut- ja hyväksyntäprosessista läpinäkyvämmän molemmille osapuolille. [23.]

Lisäksi maksuerätaulukko tukee rakennusyrityksen maksuvalmiutta. Kun maksuerien vapautumisen ajoitus tunnetaan etukäteen ja ne liittyvät erillisiin työpaketteihin, urakoitsija pystyy suunnittelemaan materiaalihankinnat, työvoiman ja

alihankinnan kustannukset niin, että maksuajankohdat ovat linjassa tulovirtojen kanssa. Näin voidaan minimoida riski, että työn suoritus jää odottamaan maksua ja johtaa kassavirtakriisiin. Selkeä maksuerätaulukko toimii siten strategisena välineenä projektin taloudellisessa ohjauksessa. [24.]

3.1 Maksuerätaulukon merkitys

Hankintavaiheessa urakkasopimukseen sidottu maksuerätaulukko toimii sopimus yhteistyötahojen sitouttavana työkaluna. Lisäksi maksuerätaulukko toimii työtä ohjaavana, laatua varmistavana välineenä tuotannon aloittamisvaiheesta lopetukseen. Keskeisenä ideana on, että vältetään etupainotteisia maksueräsuorituksia tekemättömästä työstä ja liikaa maksamista suhteessa työvaiheen arvoon. Raha liikkuu ainoastaan työvaiheen valmistuessa. Työn tilaajan aseman turvaamiseksi on kiinnitettävä huomiota urakan oikea-aikaiseen maksuun, joka pohjautuu maksuerätaulukon laatimiseen huolellisella tahtisuunnittelulla.

Jotta päästään onnistuneeseen urakkasuoritukseen, toteutuu tällöin kolme peruspilaria: 1. Vakuudet, 2. Vakuutukset ja 3. Maksuerätaulukko. [25.] Kassavirranhallinnan sujuvuuden ja tilaajan selustan turvaamiseksi on ensisijaisesti tärkeää tehdä urakkasopimuksia vakavaraisten urakoitsijoiden kanssa. Tämän takaamiseksi on tärkeää rakentaa maksuerätaulukko etupainotteiseksi. Kun maksuerätaulukkoa päivitetään projektin tahdissa, toimii se urakan loppuvaiheessa taloudellisten loppuselvien päättämisessä tehostavana ja tarvittaessa vaateita tai reklamaatioita tukevana työkaluna. [26.]

Maksuerätaulukon ohjausvaikutuksella voidaan vaikuttaa arvoketjun haltuunottoon. Arvoketjun haltuunotto rakentamisessa tarkoittaa urakoitsijan vastuuroolin laajentamista suunnittelusta hankintaan, logistiikkaan ja ylläpitoon siten, että yritys kontrolloi yhä suurempaa osaa arvoa tuottavista prosesseista. Tällainen integraatio mahdollistaa arvoa lisäävien toimintojen hallinnan ja prosessien synkronoinnin, mikä luo edellytykset kilpailuedulle ja kustannustehokkuudelle. Lyhentyneet maksujaksot ja selkeät maksuehdot nopeuttavat varojen kiertoa,

vähentävät rahoitusrasitetta sekä pienentävät ennakkoimattomien viivästysten dominoefektiä toimitusketjussa. [27.]

Kun maksuerätaulukko suunnitellaan osaksi laajempaa arvoketjun hallintastrategiaa, syntyy synerginen vaikutus: maksuehdot ohjaavat alihankintaketjun käyttäytymistä, kun taas arvoketjun integraatio antaa pääurakoitsijalle keinot valvoa laatua, logistiikkaa ja materiaalivirtoja tehokkaammin. Käytännössä tämä tarkoittaa, että urakoitsija voi määrittää maksuerät sidottaviksi selkeisiin laatu- ja toimitustavoitteisiin, kehittää pitkäaikaisia hankintakumppanuuksia sekä johtaa toimittajien kehitystä, mikä parantaa toimitusvarmuutta ja alentaa kustannusriskin toteutumista.

Teknisesti maksuerätaulukon ja arvoketjun yhteensovittaminen edellyttää selkeitä sopimusmekanismeja, datavetoista seuranta ja automaatiota. Moderneissa lähestymistavoissa hyödynnetään esimerkiksi BIM-pohjaista kassavirta-analyysiä ja älykkäitä sopimusratkaisuja, joiden avulla maksujen ehdot, työn todentaminen ja maksutapahtumat voidaan linkittää reaaliaikaiseen projekti-dataan. Tämä vähentää erimielisyyksiä, parantaa läpinäkyvyyttä ja nopeuttaa korjaavien toimenpiteiden toimeenpanoa, mikä edelleen vahvistaa pääurakoitsijan luotettavuutta tilaajaa ja yhteistyökumppaneita kohtaan. [28; 29.]

Maksuerätaulukon integroiminen arvoketjun haltuunottostrategiaan toimii sekä operatiivisena että strategisena välineenä markkina-aseman parantamisessa. Operatiivisesti se parantaa kassavirtaa ja toimitusketjun luotettavuutta, strategisesti se antaa mahdollisuuden rakentaa syvempää asiakas- ja toimittajasuhdetta, hyödyntää skaalaetuja ja ottaa vastaan laajempia kokonaisvastuita. Korostettavaa on, että maksujen viivästymiset ja epäselvät maksukäytännöt heikentävät tätä potentiaalia nopeasti, joten maksuerätaulukon hyvä suunnittelu ja sen liittäminen arvoketjun johtamiseen ovat käytännön niin sanottuja edellytyksiä kilpailuedun saavuttamiselle rakennusosalalla. [27; 28; 29.]

3.2 Maksuerätaulukon ehdot

RT 16-10660 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 muodostavat rakennusalalla käytettyjen urakkasopimusten ja maksuerätaulukoiden oikeudellisen viitekehyksen. YSE 1998 määrittää maksujen näkökulmasta seuraavat pykälät:

- §37 Tilaajan vakuudenantovelvollisuus. Tilaaja on velvollinen esittämään luotettavan selvityksen maksuvelvollisuuden täyttämisestä. Urakoitsijalla on oikeus vaatia vakuutta, joka esitetään ennen sopimuksen allekirjoittamista. Vakuuden on oltava 10 % arvonlisäverottomasta urakkahinnasta, ellei muutoin sovittu.
- §40 Urakkahinnan maksaminen, kohta 1. Tilaajan tulee suorittaa urakkasopimuksen mukaiset maksut, kun urakoitsija on esittänyt laskun ja siihen liittyvä työvaihe on hyväksytysti toteutettu tai lasku on muutoin todettu maksettavaksi.
- §40 Urakkahinnan maksaminen, kohta 3. Urakkasumman viimeinen maksuerä maksetaan maksuerätaulukossa sovittuna ajankohtana. Mikäli maksuerätaulukko tai sopimus ei määritä tarkempaa maksuaikaa, loppuerä tulee maksaa §70 Urakkasuorituksen tarkastuksen tai §71 Rakennuskohteen vastaanottotarkastuksen jälkeen viimeistään silloin, kun lopputarkastus on pidetty tai osapuolten taloudelliset velvoitteet on muuten todettu täytetyiksi.
- §41 Viivästyskorko. Mikäli lasku on maksukelpoinen ja tilaaja ei maksa 14 vuorokauden kuluessa, tilaaja on velvollinen maksamaan korkolain mukaisen viivästyskoron. Tämä korostaa maksuerätaulukossa sovittua maksuaikaa.
- §42 Pidätykset. Tilaajalla on oikeus pidättää maksusta määrää, jolla urakoitsijan tulee korjata virhe, suorittaa viivästyssakko tai asettaa takuuajan

vakuus. Maksuerätaulukon tulee ottaa huomioon pidätykset ja niiden ehdot. [30.]

RT 16-10736 Maksuerätaulukon laatiminen YSE 1998 toimii oikeudellisen viitekehyksen laatimisohjeena. Se määrittää maksuerätaulukon sisältöraamit ja oleelliset ohjausvaikutukselliset tekijät. RT 80276 Maksuerätaulukko YSE 1998 -asiakirja toimii työn pohjamallina (kuva 3).

Maksuerätaulukossa yksilöidään urakkasopimus, hanke, tilaaja, urakoitsija ja rakennuskohde. Urakkahinnan erittelyssä ilmoitetaan kokonaishinta ilman arvonlisäveroa sekä hinta verollisena. Taulukkoon merkitään erien summat. Maksuerätaulukko vahvistetaan tilaajan ja urakoitsijan hyväksymänä. Täyttömalli on esimerkinomainen, ja maksuerät sekä niiden perustana olevat työvaiheet määritellään aina urakkakohtaisesti.

Maksuerätaulukko laaditaan siten, että maksut etenevät urakan valmistumisasteen mukaisesti ja ovat suhteessa sekä urakkahintaan että kulloiseenkin työvaiheeseen (kuva 4). Tästä voidaan poiketa niin, että urakoitsija saa alkuvaiheessa ennakkoa työmaan käynnistämiseen ja hankintoihin vakuuden mukaisesti. Urakan puolivälissä maksut ja suoritus ovat tasapainossa ja loppuun jätetään suhteellisesti suurempi erä turvaamaan tilaajan asemaa laadulliseen vastaanottoon ja mahdolliseen loppuselvitykseen asti. Viimeiset erät muodostavat yleensä noin 5–10 % urakkasummasta. [31.]

RT®**RT 80276**

syyskuu 2000
 korvaa RT 80255
 1 (3)

tarkistettu, muuttamaton,
 2. painos, marraskuu 2016

YSE 1998
 asiakirja

MAKSUERÄTAULUKKO

Tämä lomake ja lomake RT 80260 Urakkasopimus liittyvät toisiinsa ja niissä on otettu huomioon Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 (RT 16-10660, LVI 03-10277, Ratu 417-T, KH X4-00241, Infra 052-710016).

Hanke Nro	123	Nro Sopimus nro 456/16
Urakkasopimus Sopimuksen päivämäärä	Pääurakkasopimus 15.5.2016	
Tilaaja	Kiinteistö Oy Tukktalo Asemakatu 10 00000 TUUKKULA	
Urakoitsija	Rakennusliike Hy-Vä Oy Naulatie 6 00000 TUUKKULA	
Rakennuskohde	Kiinteistö Oy Tukktalon uudisrakennus Asemakatu 12 00000 TUUKKULA	
Urakkahinta	Arvonlisäveroton urakkahinta	5 650 000 euroa
	Arvonlisävero (xx %)	1 243 000 euroa
	Urakkahinta yhteensä	6 893 000 euroa
Maksuerätaulukon vahvistus	Tämän maksuerätaulukon vahvistavat yllä mainitun sopimuksen liitteeksi allekirjoituksellaan:	
Paikka ja aika	Tuukkula 15.5.2016	
Allekirjoitukset ja nimenselvennykset	Kalevi Tuomarinen Kiinteistö Oy Tukktalo	Ville Vitikainen Rakennusliike Hy-Vä Oy

Tilaajan edustaja

Urakoitsijan edustaja

Kuva 3. RT 80276 Maksuerätaulukko YSE 1998 mallipohja.

Työn tilaajayrityksen toimintajärjestelmän esimerkkipohja (taulukko 1) toimii RT 80276 mallipohjan kanssa kehitystyökalun lähtökohtina.

Taulukko 1. Maksuerätaulukkomalli sopimukseen -pohja.

Maksuerätaulukko					
Asunto Oyxxx		xx.xx.2018			LIITE 1
RAKENTAMISEN MAKSUERÄT					
		Maksuerä €	%	Kertymä %	Kertymä kum €
1	Kun työt aloitettu	0,00	4 %	4 %	0,00
2	Kun maanrakennustyöt aloitettu	0,00	3 %	7 %	0,00
3	Louhintatyöt on tehty	0,00	5 %	12 %	0,00
4	Kun anturavalutyöt on aloitettu	0,00	4 %	16 %	0,00
5	Kun elementiasennus aloitettu	0,00	4 %	20 %	0,00
6	Kun A kellarikerroksen elementit asennettu	0,00	4 %	24 %	0,00
7	Kun A1-2 kerroksen elementit asennettu	0,00	4 %	28 %	0,00
8	Kun A3-5. kerroksen elementit aennettu	0,00	5 %	33 %	0,00
9	Kun B kellaeri-2 kerroksen elementit asennettu	0,00	5 %	38 %	0,00
10	Kun B3-B5. kerroksen elementit asennettu	0,00	4 %	42 %	0,00
11	Kun Ikkuna asennus aloitettu	0,00	4 %	46 %	0,00
12	Kun Ikkuna aloitettu B porras	0,00	4 %	50 %	0,00
13	Kun Ikkuna asennus valmis	0,00	4 %	54 %	0,00
14	Kun vesikatto pintahuopa asennettu	0,00	3 %	57 %	0,00
15	Kun lämpöpäällä	0,00	3 %	60 %	0,00
16	Kun väliseinätyöt aloitettu	0,00	4 %	64 %	0,00
17	Kun väliseinätyöt aloitettu B porras	0,00	4 %	68 %	0,00
18	Kun väliseinätyöt valmiit	0,00	4 %	72 %	0,00
19	Kun tasoitetyöt aloitettu	0,00	4 %	76 %	0,00
20	Kun maalaustyöt aloitettu	0,00	4 %	80 %	0,00
21	Kun maalaustyöt valmiit	0,00	3 %	83 %	0,00
22	Kun kalusteet asennus aloitettu	0,00	3 %	86 %	0,00
23	Kun kalusteet asennettu A porras	0,00	3 %	89 %	0,00
24	Kun kalusteet asennettu	0,00	3 %	92 %	0,00
25	Kun parkettityöt aloitettu	0,00	2 %	94 %	0,00
26	Kun parkettityöt aloitettu B porras	0,00	2 %	96 %	0,00
27	Kun parkettityöt valmiit	0,00	1 %	97 %	0,00
28	Kun LVI säädöt tehty	0,00	1 %	98 %	0,00
29	Kun itselleluovutus tehty	0,00	1 %	99 %	0,00
30	Kun viranomaisten käyttöönottotarkastus on pida	0,00	1 %	100 %	0,00
Rakentamisen maksuerät yhteensä		0,00			
Urakkasopimushinta		100000,00			
Verollinen urakkahinta sisältää oman käytön ALV:n					
Maksuehto: 7 pv					

4 Työpaketit JM Oy:n asuntorakentamisessa

JM Suomi käyttää asuntorakentamisessa tarkastussuunnitelmien laadunvalvontatyökaluna Dalux-järjestelmää. Dalux ajaa työpakettien tarkastuskohdat matriisimuotoon, joka luo urakoitsijakohtaisen, visuaalisen laadunvalvontametodin. Tavoitteena oli luoda Excel-maksuerätaulukkopohja, joka vastaa yhtenevästi Daluxin työpakettien laatumatriiseja.

JM Suomen kohteet, joiden tarkastussuunnitelmia ja laadunvarmistusmatriiseja on käytetty taustatutkimukseen:

- T.416203 Luoteisrinne 15
- T. 408001 Puronsolina
- T.406102 Fillaristi ja Radiokadun Päiväkot
- T.405106 Koruseppä GWS 6
- T.416206 Aurinkotuuli
- T. 416210 Kuunhohde
- T. 416113 Puustellinhuippu.

Daluxista saa ajettua laatumatriisit Excel-taulukoiksi (kuva 5). Ylhäällä määritetään työpaketit ja niiden työvaiheet. Vihreät kohdat ovat tarkastushyväksynät valmistuneesta työvaiheesta kerroskohtaisesti lohkotettuna.

ZONES	INSPECTION POINTS	9 Sisävalmistus															
		Vedeneristys ja laatoitus								kuvaian soite- ja maalaustyö							
		Vedeneristys ja laatoitus								kuvaian soite- ja maalaustyö							
		1 KPH +KT viemärikuvaus	1 MA, Vedeneristys seinä	1 MA, Laatoitus seinä	1 MA, Vedeneristys lattia	1 MA, Laatoitus lattia	1 OKT, Vedeneristys seinä	1 OKT, Vedeneristys lattia	1 KPH Vesikoe laatoituksen kaato	1 OKT, laatoitus	1 KPH viemärikuvaus	1 MA, Plaanolattiat	1 MA, Tasoitus ja maalaus	1 OKT, Tasoitus ja maalaus	1 OKT, Ruiskukatot	1 Tasoitekaton ARK katselmus	1 MA, KPH katot
Valmiina yhteensä		1	1	1	1	56	54	57	55		1	1	65	56		1	
Suunnitellut rekisteröinnit valmiina		1	1	1	1	56	54	57	54		1	1	55	56		1	
Lisärekisteröinnit suoritettu									1				10				
Suunniteltu edistyminen (%)		100	100	100	100	98	93	98	93	0	100	100	98	100	0	100	
Suunnitellut rekisteröinnit yhteensä		1	1	1	1	57	58	58	58	56	1	1	56	56	1	1	
Vyöhyketyyppi: 7. Asunnot ja tilat																	
A1																	
A2																	
A3																	
A4																	
A5																	
A6																	
A7																	
A8																	
A9																	
A10																	

Kuva 5. Dalux sisätyövaiheen tarkastussuunnitelmien matriisi.

Työpakettien muodostaminen maksuerätaulukkoon on taulukkopohjan laatimisen pohjalta ensisijaista. Työpaketit tarkastussuunnitelmiseen pääosin määrittävät urakkakohtaiset maksuerät. JM Suomella on pohja Daluxiin määritettävistä tarkastussuunnitelmista, mutta ne voivat vaihdella kohdekohtaisesti riippuen mitkä kohdat kukin matriisin rakentamisen vastuuhenkilö kulloinkin rakentaa Daluxiin. Tutkimustyötä työpaketeissa tehdessä tuli ilmi, että joidenkin työmaiden laatumatriiseista puuttuu joitain tiettyjä, tärkeitä tarkastusvaiheita ja toisaalta

samoja tarkastuskohtia ilmeni useassa työpaketissa. On riski, että sama työvaihe tehdään useaan otteeseen tai että kukaan ei loppukädessä ota työvaiheesta vastuukseen. Eri työmaiden tarkastusmatriiseja tarkastellessa tuli juuri kyseiset tekijät ilmi. Eroavaisuudet voivat johtaa epäonnistumisiin tahtituotannon virtauksessa ja merkittäviin laatuepätasaisuuksiin. Huomioitavaa maksuerätaulukon rakentamisen kannalta on, että työpaketit ovat yhtenevät. Yhtenevällä työpakettimuodolla pystytään rakentamaan automatisoitu maksuerätaulukko.

Työpakettien sisältö eli työvaiheet ovat maksuerätaulukon automatisoinnin taustadataa. Data muodostui yhdentämällä Daluxista ajetut Excel-matriisit ja transponoimalla ne yksinkertaisesti luettavaan ja muokattavaan muotoon (taulukko 2). Data rakennetaan maksuerätaulukon kolmannelle välilehdelle. Työpaketit litteroidaan JM Suomen litterointiohjeen mukaisesti. Työvaiheet nimetään Daluxin kanssa yhteneviksi. Työpaketteihin on määrätty 9 riviä, mutta rivejä voidaan lisätä ja työvaiheen sisältöä muokata tarvittaessa. Tyhjät rivit täytetään x-merkinnällä.

Taulukko 2. Sisätyövaiheen kolmen työpaketin taustadata.

Rakennusvaihe:	Työpaketin nimi:	Työvaihe:
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	4560 Levyväliseinät ja alakatot	MVO levyväliseinät ja alakatot
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	4560 Levyväliseinät ja alakatot	MA 1 puoli kipsiväliseinät
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	4560 Levyväliseinät ja alakatot	MA tuplattu kipsiväliseinät
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	4560 Levyväliseinät ja alakatot	OKT 1 puoli
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	4560 Levyväliseinät ja alakatot	OKT tuplattu
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	4560 Levyväliseinät ja alakatot	MA alakatot
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	4560 Levyväliseinät ja alakatot	x
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	4560 Levyväliseinät ja alakatot	x
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	4560 Levyväliseinät ja alakatot	x
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5048 Vedeneristys ja laatoitus	MVO Vedeneristys ja laatoitus
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5048 Vedeneristys ja laatoitus	MA Vedeneristys, seinä ja lattia
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5048 Vedeneristys ja laatoitus	MA Laatoitus, seinä ja lattia
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5048 Vedeneristys ja laatoitus	OKT Vedeneristys, seinä ja lattia
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5048 Vedeneristys ja laatoitus	OKT Laatoitus, seinä ja lattia
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5048 Vedeneristys ja laatoitus	OKT Saumaukset ja silikonit
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5048 Vedeneristys ja laatoitus	KPH Vesikoe, laatoituksen kaato
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5048 Vedeneristys ja laatoitus	x
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5048 Vedeneristys ja laatoitus	x
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5088 Sisäpuolen elastiset saumaukset	MA Sisäpuoliset saumaukset
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5088 Sisäpuolen elastiset saumaukset	OKT Sisäpuoliset saumaukset
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5088 Sisäpuolen elastiset saumaukset	x
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5088 Sisäpuolen elastiset saumaukset	x
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5088 Sisäpuolen elastiset saumaukset	x
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5088 Sisäpuolen elastiset saumaukset	x
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5088 Sisäpuolen elastiset saumaukset	x
9 SISÄVALMISTUSVAIHE	5088 Sisäpuolen elastiset saumaukset	x

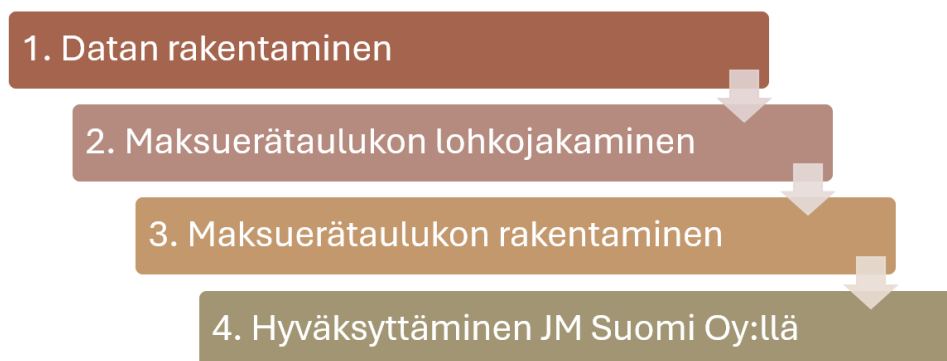
Kun työpaketit on koostettu välilehdelle, voi dataan kohdistuva maksuerätaulukon rakentaminen alkaa.

5 Maksuerätaulukon laatimisohje

Tämä luku käsittelee tutkimustyön lopputuotetta, kehitettävää maksuerätaulukkoa, joka on tämä opinnäytetyön tavoite. Laatimisohjeella kuvaillaan maksuerätaulukon rakentamisen vaiheita, ohjeistetaan maksuerätaulukon käyttöön ja jatkokehitykseen.

RT-asiakirjamallit toimivat alustavina raameina maksuerätaulukon rakentamisessa, mutta eivät tarpeeksi kattavina vastataksien tilaajan toiveeseen maksuerätaulukon urakoitsijoiden ohjausvaikutuksesta tai kassavirtaseurannasta. Tilaajan vanhoihin maksuerätaulukkopohjiin verraten uutta taulukkoa haluttiin kehittää niin, että työpakettien työvaiheet saataisiin automatisoidusti omiksi maksueriksi ilman niiden käsin kirjoittamista riveiksi. Automatisointiin haluttiin liittää kohteen kerroskohtainen lohkojakaminen. Automatisointi auttaa merkittävästi kohteissa, joissa kerroksia ja lohkojakoja on useita. Tällöin maksuerärivejä muodostuu runsaasti, mutta automatisoidusti niin, ettei työvaiheita jää puuttumaan. Toisena vaatimuksena oli kiinnittää maksuerätaulukkoon tietyt vaaditut maksuerät, jotka ovat kiinteät erät urakasta riippumatta kuuluen kaikkiin kohteisiin.

Maksuerätaulukon rakentamisen prosessi jakautuu pitkälti taustadatan rakentamiseen ja sen jälkeen itse maksuerätaulukon koostamiseen lohkoautomatisoinnilla taustadatasta. Työ viimeistellään ennen hyväksyttämistä JM Suomella (kuva 6).



Kuva 6. Maksuerätaulukon laatimisen prosessikuvaus.

5.1 Datan rakentaminen

Taustadatan rakentamiseen työpakettien (luku 4.) lisäksi kuuluu kirjaston rakentaminen. Kirjasto sisältää tilaus- ja toimitusketjun päällikön määrittelemät kiinteät ja rakennuskohteesta riippumattomat maksuerät ja niiden urakkasumman prosenttiosuudet. Taulukko 3 kuvaa urakan alku- ja loppuvaiheen vakioidut maksuerien koostamisen taulukkopohjan välilehdelle 4. Erien nimeämisen lisäksi ne tulee numeroida, jotta automatisointi ymmärtää mihin maksuerään viitataan. Vakio maksuerät lopussa -numerointi muodostuu maksuerätaulukon rivimäärän loppunumeroinniksi. Kiinteät erät lukitaan maksuerätaulukoon ja näitä ei voi muuttaa.

Taulukko 3. Vakioidut maksuerät -kirjasto.

Vakio erien numerot:	Vakio maksuerät:	%
1	Sopimus allekirjoitettu ja työaikainen vakuus asetettu	3 %
2	DALUX käyttöön otettu, Eperehdytykset suoritettu ja Turvallisuussuunnitelma	1 %
3	Urakassa käytettävien materiaalien materiaalistaus toimitettu Dalux	1 %
4	CE/DoP-todistukset sekä käyttö- ja huolto-ohjeet toimitettu Dalux	1 %
35	Itselleluovutus tehty	2 %
36	Virheet ja havainnot korjattu ja kuitattu hyväksytysti Dalux	2 %
37	Luovutus- ja tarkastusasiakirjat, pöytäkirjat ja takuutodistukset toimitettu Dalux	1 %
38	Vastaanottotarkastus pidetty ja urakka vastaanotettu hyväksytysti Dalux	2 %
39	Taloudellinen loppuselvitys pidetty ja takuuajainen vakuus asetettu	5 %

Vakioitujen maksuerien lisäksi kirjastoon rakennetaan maksuerärivikirjasto (taulukko 4). Dataan on syötetty kolme automaattista työvaihetta, joiden ympärille työpakettikohtaiset työvaiheet sisällytetään maksuerätaulukon luettavuuden, automatisoinnin ja yhdentämisen vuoksi. Vaiheet ovat työpaketin mukaiset työt aloitettu, työpaketin mukaiset työt tarkistettu ja työpaketin mukaiset työt valmiit. Rivien määrä pohjautuu maksuerätaulukon lohkomiseen. Näitä rivejä ja kaavoja ei tule muuttaa.

Taulukko 4. Maksueräivikirjasto.

5	Rappu 1, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	3 %
6	Rappu 1, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	3 %
7	Rappu 1, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	3 %
8	Rappu 1, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	3 %
9	Rappu 1, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	3 %
10	Rappu 1, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	3 %
11	Rappu 1, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	3 %
12	Rappu 1, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	3 %
13	Rappu 1, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	3 %
14	Rappu 1, Kerros 4, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	3 %
15	Rappu 1, Kerros 4, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	3 %
16	Rappu 1, Kerros 4, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	3 %
17	Rappu 1, Kerros 5, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	3 %
18	Rappu 1, Kerros 5, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	3 %
19	Rappu 1, Kerros 5, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	3 %
20	Rappu 2, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	3 %
21	Rappu 2, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	3 %
22	Rappu 2, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	3 %
23	Rappu 2, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	3 %
24	Rappu 2, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	3 %
25	Rappu 2, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	3 %
26	Rappu 2, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	3 %
27	Rappu 2, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	3 %

5.2 Maksuerätaulukon lohkojakaminen

Maksuerätaulukon automatisoinnin kannalta maksuerätaulukon lohkomisella tarkoitetaan rakennusurakan jakamista erillisiin osa-alueisiin, joihin viitataan kirjastovälilehdeltä. Lohkojaotteluun kuuluu rappujen määrä talossa, lohkot kerroksessa ja kerroksien määrä (taulukko 5).

Taulukko 5. Maksuerätaulukon lohkojakaminen.

Rappujen määrä talossa:	Lohkot kerroksissa:	Kerros määrä:
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
		7
		8
		9
		10

5.3 Maksuerätaulukon rakentaminen

Ensimmäisellä välilehdellä on maksuerätaulukon täyttöohjeet ja taulukon suo-
jauksen salasana. Taulukkopohja on toisella välilehdellä. Muilta välilehdiltä löy-
tyy taustadata. Kaikki muokkaaminen tulee tehdä työpaketti- ja kirjastovälileh-
dillä, jotta datan hakeminen ja kaavat eivät sekoittaudu maksuerätaulukon etusi-
vulla.

Taulukkopohjan alkuun (taulukko 6) yksilöidään hankkeen ja yhteistyötoimijoi-
den tiedot ja urakkasopimus, jonka liitteenä maksuerätaulukko on.

Taulukko 6. Maksuerätaulukon hankkeen ja urakan tiedot.

MAKSUERÄTAULUKKO			
Pääurakoitsijan nimi:			
Työkohte:			
Työnumero:	T.		
Aliurakoitsijan nimi:			
Hankinnan tyyppi:	Urakkasopimus	Sopimus pvm:	
Urakkahinta alv 0% (käännetty ALV)	50 000,00 €	JM Maksuehto: 30 pv	

Koska tahtotilana on luoda automatisoitu maksuerätaulukko, on taulukon alkuun
rakennettu alaspudotusvalikoita, jotka määrittävät maksuerätaulukon erien mää-
rän ja sisällön. Ensin valitaan rakennusvaihe (kuva 7). Tämän jälkeen valitaan

urakan työpaketti (kuva 8). Tällöin työvaihekohtaan tulee näkyville työpakettiin kuuluvat työvaiheet (kuva 9). Näiden välillä on viittaus työpaketit -välilehden dataan, jolloin yhteys muodostuu.

Rakennusvaihe:	9 SISÄVALMISTUSVAIHE
Työpaketin nimi:	1 MAA- JA POHJARAKENNUS
Työvaihe:	2 PERUSTUKSET
Vakio maksuerät alussa:	3 VSS
Rappujen määrä talossa:	4 ALAPOHJA, maanvarainen laatta
Kerroksien määrä:	5 ALAPOHJA, alapohja ja sokkelit
Lohkot kerroksessa:	7 BETONIRUNKO
Vakio maksuerät lopussa:	8 VESIKATTO
Maksuerien kappalemäärä:	9 SISÄVALMISTUSVAIHE
	10 PIHAT JA JULKISIVUT
	11 PALOKATKOT
	12 LVV (KVV sisä)
	13 IV TYÖT

Kuva 7. Rakennusvaiheen valitseminen.

Rakennusvaihe:	9 SISÄVALMISTUSVAIHE
Työpaketin nimi:	5048 Vedeneristys ja laatoitus
Työvaihe:	3023 Betonipintojen jälkityöt/Etuputsi
Vakio maksuerät alussa:	4067 Lukitus ja heloitus
Rappujen määrä talossa:	4360 Sisäpuoliset ovet
Kerroksien määrä:	4541 Muuratut väliseinät
Lohkot kerroksessa:	4560 Levyväliseinät ja alakatot
Vakio maksuerät lopussa:	5048 Vedeneristys ja laatoitus
Maksuerien kappalemäärä:	5088 Sisäpuolen elastiset saumaukset
	5300 Käytävät ja yleiset tilat
	5620 Betonipintojen kaato
	5626 Plaanolattiat
	5660 Laminaatti/Parkettityöt
Maksuerät	5693 Mattotyöt

Kuva 8. Työpaketin valitseminen.

Rakennusvaihe:	9 SISÄVALMISTUSVAIHE
Työpaketin nimi:	5048 Vedeneristys ja laatoitus
Työvaihe:	MVO Vedeneristys ja laatoitus
Vakio maksuerät alussa:	MVO Vedeneristys ja laatoitus
Rappujen määrä talossa:	MA Vedeneristys, seinä ja lattia
Kerroksien määrä:	MA Laatoitus, seinä ja lattia
Lohkot kerroksessa:	OKT Vedeneristys, seinä ja lattia
Vakio maksuerät lopussa:	OKT Laatoitus, seinä ja lattia
Maksuerien kappalemäärä:	OKT Saumaukset ja silikonit
	KPH Vesikoe, laatoituksen kaato
	x

Kuva 9. Työpaketin työvaiheet

Seuraavaksi tulee täyttää kohteen lohkomisen tiedot. Määritetään kohteessa olevien rappujen määrä talossa kirjoittamalla tai valitsemalla luku alaspudotusvalikosta (esim. A ja B-raput, täten 2 rappua). Valitaan lisäksi kohteen kerroksien määrä (esim. 5 kerrosta) sekä lohkojaottelu kerroksessa (esim. 1 lohkoa). Vakioidut alku- ja loppupään maksuerät ovat lukittuna taulukossa. Taulukko laskee lopuksi maksuerien yhteiskappalemäärän kertomalla lohkojaottelukohteet ja lisäämällä niihin vakioidut maksuerät solujen lukitsemisella. (taulukko 7).

Taulukko 7. Kohteen lohkominen maksueriin.

Rakennusvaihe:	9 SISÄVALMISTUSVAIHE		
Työpaketin nimi:	5048 Vedeneristys ja laatoitus		
Työvaihe:	MVO Vedeneristys ja laatoitus		
Vakio maksuerät alussa:	4	rappua kerrosta lohkoa	
Rappujen määrä talossa:	2		
Kerroksien määrä:	5		
Lohkot kerroksessa:	1		
Vakio maksuerät lopussa:	5		
Maksuerien kappalemäärä:	39		

Kun rakennusvaihe, työpaketti ja kohteen lohkomisen tiedot on täytetty, maksuerien kappalemäärä automatisoi taulukkoon saman verran maksuerärivejä. Työpakettien maksuerät on ohjelmoitu niin, että lohkoerärivit rakentuvat automaattisesti vakioitujen maksuerien väliin (taulukko 8).

Taulukko 8. Maksueräriivien täyttyminen vakio maksuerien väliin.

Nro	Maksuerät	Netto € (alv 0 %)
1	Sopimus allekirjoitettu ja työaikainen vakuus asetettu	1 500,00 €
2	DALUX käyttöön otettu, E-perehdytykset suoritettu ja Turvallisuussuunnitelma TTS allekirjoitettu	500,00 €
3	Urakassa käytettävien materiaalien materiaalistaus toimitettu Dalux	500,00 €
4	CE/DoP-todistukset sekä käyttö- ja huolto-ohjeet toimitettu Dalux	500,00 €
5	Rappu 1, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	4 555,56 €
6	Rappu 1, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	4 555,56 €
7	Rappu 1, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	4 555,56 €
8	Rappu 1, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	4 555,56 €
9	Rappu 1, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	4 555,56 €
10	Rappu 1, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	4 555,56 €
11	Rappu 1, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	4 555,56 €
12	Rappu 1, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	4 555,56 €
13	Rappu 1, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	4 555,56 €
14	Itselleluovutus tehty	1 000,00 €
15	Virheet ja havainnot korjattu ja kuitattu hyväksytysti Dalux	1 000,00 €
16	Luovutus- ja tarkastusasiakirjat, pöytäkirjat ja takuutodistukset toimitettu Dalux	500,00 €
17	Vastaanottotarkastus pidetty ja urakka vastaanotettu hyväksytysti Dalux	1 000,00 €
18	Taloudellinen loppuselvitys pidetty ja takuuaikainen vakuus asetettu	2 500,00 €

Kiinteät maksuerät viitataan kirjastosta ja ne suhteutuvat urakkasummaan. Työpakettien maksuerät jakautuvat tasaisiksi %-osuuksiksi urakkasummasta. Taulukkoon on lisätty kohta korjaus-%, joka on urakkaneuvottelun aikana käytävä kohta aliurakoitsijan kanssa, mikäli maksuerien osuuksia halutaan yhteisesti muuttaa. Tähän on hyvä jättää neuvotteluvaraus. Taulukko laskee automaattisesti kumulatiivisen kertymän prosentuaalisesti ja euromäärinä. Maksuerätaulukon nettoeurojen ja kumulatiivisen euromääräkertymän tulee lopussa vastata urakkahintaa taulukon alussa. Kumulatiivisen prosentuaalisen kertymän tulee olla 100 %.

Taulukon erän valmistumispäivämäärällä viitataan tahtiaikataulun mukaiseen työvaiheen valmistuspäivään. Taulukon viimeisenä sarakkeena on JM hyväksyntäpäivämäärä maksuerille. Kohta täytetään, kun lohko-kohtainen työ on

suoritettu ja JM työnjohto on vaiheen hyväksynyt ja näistä on tehty kuittaukset Dalux-laatumatriisiin (taulukko 9).

Taulukko 9. Maksuerien kertymät ja hyväksyntä.

Erän osuus urakasta %	Korjaus-%	Kertymä kum. %	Kertymä kum. €	Erän valmistumis pvm.	JM hyväksytty pvm.
3,00 %		3 %	1 500,00 €		1.1.2026
1,00 %		4 %	2 000,00 €		2.1.2026
1,00 %		5 %	2 500,00 €		3.1.2026
1,00 %		6 %	3 000,00 €		4.1.2026
9,11 %		15 %	7 555,56 €		5.1.2026
9,11 %		24 %	12 111,11 €		6.1.2026
9,11 %		33 %	16 666,67 €		7.1.2026
9,11 %		42 %	21 222,22 €		8.1.2026
9,11 %		52 %	25 777,78 €		9.1.2026
9,11 %		61 %	30 333,33 €		10.1.2026
9,11 %		70 %	34 888,89 €		11.1.2026
9,11 %		79 %	39 444,44 €		12.1.2026
9,11 %		88 %	44 000,00 €		13.1.2026
2,00 %		90 %	45 000,00 €		14.1.2026
2,00 %		92 %	46 000,00 €		15.1.2026
1,00 %		93 %	46 500,00 €		16.1.2026
2,00 %		95 %	47 500,00 €		17.1.2026
5,00 %		100 %	50 000,00 €		18.1.2026

Hyväksyntäpäivämäärän mukaan taulukko laskee hyväksytyt maksuerät ja urakan valmistumisprosentin. Hyväksytyt maksuerät -kohdan tulee täsmätä maksuerien yhteiskappalemäärään. Maksueriä maksettu -kohta muuttuu vihreäksi, kun kaikki maksuerät on suoritettu (taulukko 10).

Taulukko 10. Hyväksytyt maksuerät.

Hyväksytyt maksuerät:	39
Maksueriä maksettu:	100,00 %

Lopuksi muodostuu automaattisesti täyttynyt maksuerätaulukko, joka löytyy työn lopusta liitteenä (Liite 1: Maksuerätaulukko).

5.4 Hyväksyttäminen tilaajalla

Maksuerätaulukko testattiin insinööripalaverissa 21.10.2025. Taulukko päivitetiin palautteiden kanssa. Opinnäytetyö ja maksuerätaulukko on hyväksytty JM Suomen opinnäytetyöohjaajan toimesta 4.11.2025.

6 Jatkokehitys

Jotta maksuerätaulukosta saisi kaiken hyödyn irti, JM Suomen tulee ensisijaisesti uudelleen määrittää työpakettien sisältö. Tarvitaan tarkennusta työvaiheisiin ja urakoitsijakohtaisiin tarkastussuunnitelmiin. Maksuerätaulukon automatisointi paranisi yhteneväksi Daluxin kanssa. Nämä vaikuttavat maksuerätaulukon datan rakentamiseen ja täten automatisointiin maksuerien rakentamisessa.

Nämä johtaisivat JM Suomelle standardisoituihin työpaketteihin ja tarkastussuunnitelmien laadunvarmistusmatriiseihin. Tällä hetkellä työpakettien sisällyksessä on jokseenkin päällekkäisyyksiä tai kohtia, jotka useat urakoitsija toistavat. Samoin on tarkastuskohtien päällekkäisyyksiä tai vajauksia urakoitsijoiden ja JM työnjohdon tarkastusmatriiseissa. Ehdotus olisi, että rakentuisi vain yksi, kokonaisvaltainen tarkastussuunnitelmamatriisi, sisältäen myös talotekniikan matriisin, johon niin urakoitsijat kuin JM työnjohto tekee tarkastusmerkinnät suoraan. Työpaketit rakennetaan tällä hetkellä litterakohtaisesti Daluxiin. Tarkastussuunnitelmamatriisiin voisi tällöin täyttää urakoitsijakohtaisina kuittauksina oman työpaketin kohtaan käyttäjäryhmän ohjaamisella ja samanaikaisesti lukuoikeuksilla urakoitsija näkee vain oman tarkastusmatriisinsä koko matriisista.

Kun Daluxin työpakettien sisältö puhdistettaisiin, voitaisiin luoda mahdollisimman vakioitu tarkastussuunnitelmamatriisin malli, joka on helposti monistettavissa uuden kohteen Daluxia rakentaessa. Tällä säästetään ennen kaikkea hukkaa, mutta samalla luotaisiin paremmat lähtökohdat maksuerätaulukon jatkokehitykselle.

Ideaalia olisi, että Daluxin ja maksuerätaulukon välillä olisi automaattinen yhteys. Daluxista ajettaisiin työpakettien matriisit suoraan maksueriksi, jotka päivittyisivät työn edetessä. Urakoitsijan täyttäessä omaa matriisiaan, täytyisi erän valmistumispäivämäärä automaattisesti. Osakohteen tulee valmistua tahtiika- taulun mukaisesti. Kun JM Suomen työnjohto on hyväksynyt työvaiheen, päivittyy JM hyväksytty pvm.-kohta maksuerätaulukossa. Entiseltään vältettäisiin ylimääräinen kuittaminen lomakkeisiin ja maksuerä voi raueta.

Maksuerätaulukko on mahdollista antaa vaihtoehto valita työpakettien maksuerät manuaalisesti rakentamalla pudotusvalikon valintaruuduilla, joista halutut erät voidaan valita. Tämä voisi olla hyödyllistä pienempiä urakoita ajatellen. Vaihtoehtoista ratkaisua hankkeen lohkomiseen taulukossa voisi myös miettiä. Rakennettu ratkaisu on merkittävä ja hyödyllinen lohkojaon eräriivien määrittämiseen ja automatisointiin. Lohkottaminen kohdistuu jokaiseen työpaketin työvaiheeseen ja kaikissa urakoissa tämä ei toteudu koko kohteen osalta. Esimerkiksi mallivastaanottoa ei välttämättä toteuteta jokaisessa kerroksessa ja sen lohkoissa. Maksuerätaulukko taten rakennettiin kolmen työvaiheen automaattiodata, jonka lohkojaottaminen onnistuu selkeästi omiksi maksueräriiveiksi. Lisäksi lohkottamiseen liittyvien palautteiden perusteella on käyttäjäkohtaista, halutaanko maksuerät lohko jakaa pienempiin vai isompiin kokonaisuuksiin. Huomattavaa on, että maksueriä on mahdollista niputtaa.

Lisäksi tulee miettiä yhteistä linjaa maksuerätaulukon arvoketjun ohjausvaikuttavana tekijänä. Miten toimitaan maksuerän valmistumispäivämäärästä myöhästyessä, asetetaanko reklamaatio ja sanktio ja liitetäänkö nämä maksueriksi taulukkoon vai erillisinä taloudellisessa loppuselvässä.

Maksuerätaulukko kohtasi haasteita tietyissä urakoissa ja niiden laskuttamisessa. Kaikki taulukon vakioidut maksuerät, kuten vastaanottotarkastus, eivät ole päteviä kaikkiin työpaketteihin. Pienemmissä urakoissa vastaanottotarkastusta tai sen pöytäkirjaa ei välttämättä tarvita Daluxiin voisi tässä tapauksessa lisätä tarkastuskohdan "vastaanottotarkastus hyväksytty", joka pienemmissä urakoissa voidaan toteuttaa esim. itselleluovutuksen yhteydessä urakoitsijan ja JM Suomen työnjohdon hyväksymänä ja näin ollen vakioitu loppumaksuerä voidaan maksaa. Nämä voidaan sopia urakkaneuvotteluissa. Harkinnan varaan jää myös halutaanko taulukkoon lisätä automatisointi reklamaatioista sekä lisä- ja muutostöistä omina erinään. Oma näkemys on, että selkeyden vuoksi nämä käsitellään taloudellisen loppuselvän aikana ja voidaan liittää viimeisen vakioidun maksuerän yhteyteen.

Projektin aikana todettavaa myös on, että maksuerätaulukko tässä muodossaan palvelee erittäin hyvin isompia työpaketteja. Tämä luo tarvetilan, jossa työpakettien kehittämiseksi olisi varaa myös pienempiin urakoihin. Jotta maksuerätaulukolla voitaisiin ohjaus vaikuttaa jo hankintavaiheessa, eikä vasta aloituspalaverissa, tulee urakkasopimukseen lisätä alun ja lopun vakioitujen maksuerien ehdot.

Työn aikana ilmenneet jatkokehitysideat luovutetaan osaksi JM Suomen taustakehitysryhmän projektihanke 2026-suunnittelua, jossa työstitetään työpakettien sisältöä ja päivitetään laadunvarmistusmatriiseja.

7 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda hankinnan urakkasopimusvaiheeseen sekä tuotannon toteutukseen tahtituotannon työpaketteihin pohjautuva maksuerätaulukko JM Suomi Oy:lle. Kehitettävällä maksuerätaulukolla tavoitellaan yrityksen tahtituotantoperiaatteita tukevaa työkalua, jolla voidaan vahvistaa laadunvarmistusta, tehostaa aliurakoitsijoiden työnohjausta ja parantaa kassavirtaseurantaa.

Työn teoreettisessa osuudessa keskitytään tutkimaan lean-rakentamista ja tahtituotannon periaatteita, joissa keskeistä on virtaustehokkuus, hukan minimointi ja jatkuva parantaminen. Työ tutkii, kuinka lean ja tahtituotanto yhdessä tukevat rakennusprojektin etenemistä ja kuinka maksuerätaulukko luo arvoketjun haluttuunottavaa työnohjausta kassavirranhallinnan avustuksella. Käytännön kehitystyössä laadittiin maksuerätaulukkopohja, joka muodostaa maksuerät automaattisesti työpakettien ja lohkojaottelun perusteella.

Työssä havaittiin, että maksuerätaulukon tehokas automatisointi edellyttää standardoitua työpakettirakennetta ja yhtenäisiä tarkastussuunnitelmia. Jatkokehitysehdotuksina esitetään työpakettien ja Dalux-matriisien yhdenmukaistamista ja niiden välisen tietoyhteyden automatisointia reaaliaikaiseen seurantaan ja maksuerien hyväksyntään.

Tutkimuksen tuloksena syntynyt taulukkopohja tarjoaa JM Suomelle toiminnallisen ja strategisen työkalun. Teoreettisen tutkimuksen perusteella maksuerätaulukko tukee operatiivisesti urakkasopimusten hallintaa, kassavirran ennustettavuutta ja laadunvarmistusta. Strategisesti se vahvistaa yrityksen arvoketjun haluttuunottoa (AKHO) ja kilpailukykyä. Maksuerätaulukon käyttöönotto edistää näin JM Suomen pyrkimystä tehokkaampaan, laadukkaampaan ja taloudellisesti hallitumpaan rakentamiseen.

8 Pohdintaa

Jotta tahtituotannossa ja lean-rakentamisessa onnistuttaisiin kokonaisvaltaisesti, tarvitaan yhteisvaikutteisesti merkittäviä toimenpiteitä. Tulee digitalisoitua, uudelleen organisoitua, tehdä laajoja investointeja, löytää virtaviivaavaista toimintaa estävät hukkatekijät jatkuvalla kehitymisellä. Eli luoda yritystoimintaan kokonaista kulttuurinmuutosta.

On havaittavissa, että JM Suomella on valmistauduttu näihin toimenpiteisiin. Toimintaa kehitetään kohti standardisointia. Halutaan panostaa digitalisaation luomiin paineisiin tahtituotannossa eri työkaluilla ja mittareilla, esim. Dalux ja maksuerätaulukko. On avoimuutta muutokselle.

Havaittavissa on myös kohtia, joita tulee vahventaa. Lean-rakentamisen ja tuloksellisen yritystoiminnan kannalta tulee pohtia, miten toimintaa voidaan tehostaa lean-rakentamisen ajattelumallien avulla muillakin osa-alueilla kuin tuotannossa tahtisuunnittelun sekä hankinnan sitoutustyökalun avulla. Suunnitelmallisuutta rakennushankkeen eri vaiheissa tulee parantaa. On vahvennettava JM linja sisäiseen toimintaan ja näin AKHO onnistuu yhteistyökumppanuuksien kesken. Toiminnan vastuut jakautuvat entiseltään. Tahtituotanto ohjaa vahvasti hankintaa vakavaraisiin yhteistyökumppanuuksiin, joilla on resurssit JM linjaan ja tahtiin. On keskityttävä hankintavaiheessa urakkasopimusten ohjausvaikutukseen ja sen rajojen tarkentamiseen aliurakoitsijoille sopimusvaiheessa. Maksuerätaulukon ohjausvaikutusta tulee entiseltään painottaa ja tämä vahventuu työpakettien kehityksellä.

Fragmentoituneen rakenteen sijaan tahtotilana on rakentaa tiiviimpi organisaatiorakenne. Linja on hyvä, pohdittavaksi jää luoko tämä tahtituotannollisesti tuloksellisen organisaatiorakenteen. Laadullinen tuotanto on väistämätön ehto brändi-imagon kannalta. Lisäksi todettua on, että tuotannollisesti ammattitaitoisella organisaatiorakenteella pystytään toteuttamaan projektit tehokkaasti ja aikataulussa. Työnjohto on tällöin kriittinen osa tahtituotannon ohjausvaikutusta ja arvoketjun hallintaa, joilla taas on suora yhteys maksueriin ja kassavirtaan.

Lean ja AKHO ajattelumalleina ovat vahvat indikaattorit menestyneeseen rakennushankkeeseen. On hienoa, että nämä on tiedostettu JM Suomella kassavirran ja markkina-aseman parantamisen tavoittelussa. Onnistumisen eväät ovat lähellä. Pohdintaan jää, osataanko eväitä käyttää menestyksekkäästi hyödyksi.

Työ on ollut mielenkiintoinen prosessi, jonka aihe on kehittänyt omaa näkemystä ja ymmärrystä rakennusalaista ja omasta osaamisesta lean-rakentamisen eri osa-alueilla. Lämmin kiitos tutkimustyöhön osallistuneille tahoille.

Lähteet

- 1 Ahonen J-P. 2022. Laatua parantava tahtituotanto säästää aikaa ja ympäristöä. YIT. [Internet]. [Viitattu 12.9.2025]. Saatavilla: <https://www.yit.fi/yitimessa/laatua-parantava-tahtituotanto-saastaa-aikaa-ja-ymparistoa>
- 2 JM Suomi Oy. Tietoa JM:stä – JM yrityksenä. [Internet]. [viitattu: 11.9.2025]. Saatavilla: <https://www.jmoy.fi/tietoa-jmsta/jm-yrityksena/>
- 3 Lukka K. 2001. Konstruktiivinen tutkimusote. Saatavilla: <https://metodix.fi/2014/05/19/lukka-konstruktiivinen-tutkimusote/>
- 4 Yassine T, Bacha MBS, Fayek F, Hamzeh F. Implementing takt-time planning in construction to improve workflow. 2014. 787-798.
- 5 Haghsheno S, Binninger M, Dlouhy J, Sterlike S. History and theoretical foundations of takt planning and takt control. 2016. 53-62.
- 6 Alukal G. Create a lean, mean machinery. 2003. 29-36
- 7 Pešec B. Lean thinking: origin. Bruno Pesec. [Internet]. 2017. [viitattu: 25.9.2025]. Saatavilla: <https://www.pesec.no/lean-thinking-origin/>
- 8 History of Kaizen / Lean thinking. RIBConsulting. [Internet]. 2013. [viitattu: 25.9.2025]. Saatavilla: <https://www.ribcon.com/blog/2013/07/21/history-of-kaizen-lean-thinking/>
- 9 What is Lean? Lean Enterprise Institute. [Internet]. [viitattu: 25.9.2025] Saatavilla: <https://www.lean.org/explore-lean/what-is-lean/>
- 10 Womack J, Jones DT. Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation. 2008. 1-8.
- 11 Moradi S, Sormunen P. Implementing Lean Constructions: A literature study of barriers, enablers and implications. Tampereen Yliopisto; 2023. Saatavilla: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/2/556?utm>
- 12 Leroyal C. Lean Construction. EBSCO. [Internet]. 2025. Saatavilla: <https://www.ebsco.com/research-starters/social-sciences-and-humanities/lean-construction>

- 13 Garces G, Forcael E, Osorio C, Castaneda K, Sanchez O. Systematic review of Lean Construction: an approach to sustainability and efficiency in construction management. 2025. Saatavilla: <https://jipr.springeropen.com/articles/10.1186/s43065-025-00119-1?utm>
- 14 Asiakkaan tavoitteet ohjaavat lean-ajattelua. Lean Construction Institute - Finland. [Internet]. [viitattu: 26.9.2025]. Saatavilla: <https://lci.fi/lean-rakennuslalla/mita-on-lean-rakentaminen/>
- 15 Lehtovaara, J & Hartikainen, U. Tahtituotanto, opas 2. RIL ry. 2024.
- 16 Tommelein ID, Emdanat S. Takt planning: An enabler for Lean Construction. 2022. [viitattu: 8.10.2025]. Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/363170856_Takt_Planning_An_Enabler_for_Lean_Construction
- 17 Goco A-M. Work Package in Construction Projects: A Complete Guide. Mastt. [Internet]. 2025. [viitattu: 8.10.2025]. Saatavilla: <https://www.mastt.com/guide/work-package>
- 18 Killough D. Guide to Progress Payments on Construction Projects. Procore. [Internet]. 2025. [viitattu: 15.10.2025]. Saatavilla: <https://www.procore.com/library/progress-payments>
- 19 Boury A. The Complete Guide to Construction Cash Flow Management. The Access Group. [Internet]. 2025. [viitattu: 15.10.2025]. Saatavilla: <https://www.theaccessgroup.com/en-us/construction/resources/construction-cash-flow/>
- 20 Qasem AMJ. A systematic multi-criteria quantitative model for evaluating the change order impact on contractors' cash flow. Imam Abdulrahman Bin Faisal University; 2025. Saatavilla: <https://www.mdpi.com/2075-5309/15/8/1246>
- 21 Liu Y, Zayed T, Li S. Cash flow analysis of construction projects. 2009. [viitattu: 15.10.2025]. Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/266289526_Cash_flow_analysis_of_construction_projects
- 22 Bichachi R. Construction payment schedules: importance & free template. Oracle NetSuite. [Internet]. 2025. [viitattu: 21.10.2025]. Saatavilla: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/accounting/construction-payment-schedule.shtml>

- 23 Scalisi, T. Contractor payment schedules: why they're important & choosing the best schedule for each project. Procore. [Internet]. 2025. [viitattu: 21.10.2025]. Saatavilla: <https://www.procore.com/library/contractor-payment-schedule>
- 24 O'beirne K. Progress payments, schedules of values, part 1 -fundamentals. CSI Resources. [Internet]. 2022. [viitattu: 21.10.2025]. Saatavilla: <https://www.csiresources.org/blogs/kevin-obeirne-pe-fcsi-ccs-ccca-cdt1/2022/09/30/progress-payments-schedules-of-values-part-1-funda>
- 25 Tarkasti laadittu maksuerätaulukko suojaa urakan tilaajaa. Asianajajatoimisto Kuhanen, Asikainen & Kanerva Oy. [Internet]. 2022. [viitattu: 6.10.2025]. Saatavilla: <https://www.kak-laki.fi/kiinteistojuristin-matkassa-tarkasti-laadittu-maksuerataulukko-suojaa-urakan-tilaajaa/>
- 26 Mikä on maksuerätaulukko ja miksi sen laatiminen on rakennustyön tilaajan näkökulmasta tärkeää? Asianajajatoimisto Kuhanen, Asikainen & Kanerva Oy. [Internet]. 2024. [viitattu: 6.10.2025]. Saatavilla: <https://www.kak-laki.fi/kuukauden-kysymys-mika-on-maksuerataulukko/>
- 27 Xie H, Zheng J. Effects of payment delays at two links in payment chains on the progress of construction projects: system dynamic modeling and simulation. Kunming University of Science and Technology. 2019. Saatavilla: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/15/4115>
- 28 Lu Q, Won J, C JCP. A financial decision-making framework for construction projects based on 5D Building Information Modeling (BIM). The Hong Kong university of Science and Technology. 2015. Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026378631500143X>
- 29 Ahmadiheykhsarmast S, Sonmez R. A smart contract system for security of payment of construction contracts. Middle East Technical University. 2020. Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092658052030981X>
- 30 Rakennustieto. 1998. RT 16-10660 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998.
- 31 Rakennustieto. 2017. RT 16-10736 Maksuerätaulukon laatiminen YSE 1998 asiakirjamalli. RAKLI ry.



MAKSUERÄTAULUKKO

PÄÄURAKOITSIJAN NIMI:			
Pääurakoitsijan nimi:			
Työkohte:			
Työnumero:		T.	
ALIURAKOITSIJAN NIMI:			
Hankinnan tyyppi:		Urakkasopimus	Sopimus pvm:
Urakkahinta alv 0% (käännetty ALV)		50 000,00 €	JM Maksuehto: 30 pv

Rakennusvaihe:	9 SISÄVALMISTUSVAIHE	Hyväksytyt maksuerät:	39
Työpaketin nimi:	5048 Vedeneristys ja laatoitus	Maksuerä maksettu:	100,00 %
Työvaihe:	MVO Vedeneristys ja laatoitus		
Vakio maksuerät alussa:	4		
Rappujen määrä talossa:	2	rappua	
Kerroksien määrä:	5	kerrosta	
Lohkot kerroksessa:	1	lohkoa	
Vakio maksuerät lopussa:	5		
Maksuerien kappalemäärä:	39		

Nro	Maksuerät	Netto € (alv 0%)	Erän osuus urakasta %	Korjaus- %	Kertymä kum. %	Kertymä kum. €	Erän valmistumis pvm	JM hyväksytty pvm
1	Sopimus allekirjoitettu ja työaikainen vakuus asetettu	1 500,00 €	3,00 %		3 %	1 500,00 €		1.1.2026
2	DALUX käyttöön otettu, Eperohdytykset suoritettu ja Turvallisuussuunnitelma TTS allekirjoitettu	500,00 €	1,00 %		4 %	2 000,00 €		2.1.2026
3	Urakassa käytettävien materiaalien materiaaliilistaus toimitettu Dalux	500,00 €	1,00 %		5 %	2 500,00 €		3.1.2026
4	CE/DoP-todistukset sekä käyttö- ja huolto-ohjeet toimitettu Dalux	500,00 €	1,00 %		6 %	3 000,00 €		4.1.2026
5	Rappu 1, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	1 366,67 €	2,73 %		9 %	4 366,67 €		5.1.2026
6	Rappu 1, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	1 366,67 €	2,73 %		11 %	5 733,33 €		6.1.2026
7	Rappu 1, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	1 366,67 €	2,73 %		14 %	7 100,00 €		7.1.2026
8	Rappu 1, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	1 366,67 €	2,73 %		17 %	8 466,67 €		8.1.2026
9	Rappu 1, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	1 366,67 €	2,73 %		20 %	9 833,33 €		9.1.2026
10	Rappu 1, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	1 366,67 €	2,73 %		22 %	11 200,00 €		10.1.2026
11	Rappu 1, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	1 366,67 €	2,73 %		25 %	12 566,67 €		11.1.2026
12	Rappu 1, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	1 366,67 €	2,73 %		28 %	13 933,33 €		12.1.2026
13	Rappu 1, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	1 366,67 €	2,73 %		31 %	15 300,00 €		13.1.2026
14	Rappu 1, Kerros 4, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	1 366,67 €	2,73 %		33 %	16 666,67 €		14.1.2026
15	Rappu 1, Kerros 4, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	1 366,67 €	2,73 %		36 %	18 033,33 €		15.1.2026
16	Rappu 1, Kerros 4, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	1 366,67 €	2,73 %		39 %	19 400,00 €		16.1.2026
17	Rappu 1, Kerros 5, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	1 366,67 €	2,73 %		42 %	20 766,67 €		17.1.2026
18	Rappu 1, Kerros 5, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	1 366,67 €	2,73 %		44 %	22 133,33 €		18.1.2026
19	Rappu 1, Kerros 5, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	1 366,67 €	2,73 %		47 %	23 500,00 €		19.1.2026
20	Rappu 2, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	1 366,67 €	2,73 %		50 %	24 866,67 €		20.1.2026
21	Rappu 2, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	1 366,67 €	2,73 %		52 %	26 233,33 €		21.1.2026
22	Rappu 2, Kerros 1, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	1 366,67 €	2,73 %		55 %	27 600,00 €		22.1.2026
23	Rappu 2, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	1 366,67 €	2,73 %		58 %	28 966,67 €		23.1.2026
24	Rappu 2, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	1 366,67 €	2,73 %		61 %	30 333,33 €		24.1.2026
25	Rappu 2, Kerros 2, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	1 366,67 €	2,73 %		63 %	31 700,00 €		25.1.2026
26	Rappu 2, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	1 366,67 €	2,73 %		66 %	33 066,67 €		26.1.2026
27	Rappu 2, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	1 366,67 €	2,73 %		69 %	34 433,33 €		27.1.2026
28	Rappu 2, Kerros 3, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	1 366,67 €	2,73 %		72 %	35 800,00 €		28.1.2026
29	Rappu 2, Kerros 4, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	1 366,67 €	2,73 %		74 %	37 166,67 €		29.1.2026
30	Rappu 2, Kerros 4, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	1 366,67 €	2,73 %		77 %	38 533,33 €		30.1.2026
31	Rappu 2, Kerros 4, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	1 366,67 €	2,73 %		80 %	39 900,00 €		31.1.2026
32	Rappu 2, Kerros 5, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt aloitettu	1 366,67 €	2,73 %		83 %	41 266,67 €		1.2.2026
33	Rappu 2, Kerros 5, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt tarkistettu	1 366,67 €	2,73 %		85 %	42 633,33 €		2.2.2026
34	Rappu 2, Kerros 5, Lohko 1. Työpaketin mukaiset työt valmiit	1 366,67 €	2,73 %		88 %	44 000,00 €		3.2.2026
35	Iltseläluovutus tehty	1 000,00 €	2,00 %		90 %	45 000,00 €		4.2.2026
36	Virheet ja havainnot korjattu ja kuitattu hyväksytysti Dalux	1 000,00 €	2,00 %		92 %	46 000,00 €		5.2.2026
37	Luovutus- ja tarkastusasiakirjat, pöytäkirjat ja takuutodistukset toimitettu Dalux	500,00 €	1,00 %		93 %	46 500,00 €		6.2.2026
38	Vastaanottotarkastus pidetty ja urakka vastaanotettu hyväksytysti Dalux	1 000,00 €	2,00 %		95 %	47 500,00 €		7.2.2026
39	Taloudellinen loppuselvitys pidetty ja takuuaikainen vakuus asetettu	2 500,00 €	5,00 %		100 %	50 000,00 €		8.2.2026