



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Ehituse ja arhitektuuri instituut

EHITUSJUHTIMISE ANALÜÜS JA
KVALITEEDIPÕHIMÕTETE RAKENDAMINE
EHITUSINFOMUDELIS

ANALYSIS OF CONSTRUCTION MANAGEMENT AND APPLICATION OF QUALITY
PRINCIPLES IN BUILDING INFORMATION MODELING

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Risto Häelme

Üliõpilaskood: 144494

Juhendaja: Eneli Liisma, lektor

Alan Väli, diplomeeritud ehitusinsener

Tallinn 2019

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli analüüsida üldiseid ehitusjuhtimise põhimõtteid ning AS Merko Ehitus Eesti juhtimissüsteemide rakendamist ehitusinfomudelil nii projekteerimisfaasis kui ka ehitustegevuse protsessis. Lõputöö väljundiks oli leida minimaalsed tegevused, mida juhtimissüsteemi ning kvaliteedijuhtimise põhimõtetest on vajalik BIM-i eduks kindlasti rakendada. BIM-i edukaks rakendamiseks töötati välja kandekonstruktsioonide teostusmudeli prototüüp, mille eesmärgiks oli näidata efektiivsemate võimaluste kasutamist haldustegevus- ning garantiiprotsessides, mis lihtsustaks erinevate osapoolte tööd.

Ehitusjuhtimist teevad keeruliseks olulise kaaluga muudatustööd, milliseid on nii projekteerimisfaasis kui ka ehitusprotsessis. Peamine muudatustööde ettepaneku tegija oli üldjuhul peatöövõtja, kuid hoone tellija aktiivsus sõltus ehitushanke tüübist. Riigihangete puhul alustas tellija muudatustööde ettepanekute tegemisega 17% olukordadest, kuid erahanke korral oli hoone omaniku sekkumine muudatustööde planeerimisse 42% kogu muudatustööde mahust. Ligi 25% olukordadest viidi muudatused projektides sisse projekteerimisvigade tõttu ning sama palju muudatustööde ettepanekuid tehti täiendavate ideede tekkimisel. Käesolevas lõputöös referentsobjektiks kasutatud Rakvere Ametikooli õpilaskodu näitel saavutati muudatustöö rakendamisel ajaline võit kalendergraafikus, kui peatöövõtja ettepanekul asendati katuse puitkonstruktsioon puidust monteeritavata fermidega, mis vähendas töö tegemisele kuluvat aega.

Vaadeldavas lõputöös selgus, et brutopindalalt suuremate (alates 38 000 m²) objektide puhul tekkisid koordineerimisprobleemid erinevate projekti osapoolte vahel ning seda nii projekteerimiskui ka ehitusetapis. Põhjuseks nimetati erinevate valdkondade spetsialistide kaasamist, mille tõttu kommunikatsioon oli killustatud. Tulemustest selgus, et projekteerimisprotsessis oli peamiseks probleemiks pädeva juhi puudumine või nende vähesus, kes suudaks koordineerida erinevate projekteerijate tööd ning minimaliseeriks koondmudeli vastuolusid. Ehitusprotsessi suhtlusprobleemid ning arusaamatused BIM-i kasutamisest tulenesid peamiselt objektimeeskondade ja alltöövõtjate vähesest kogemusest ehitusinfomudeliga töötamisest. Rakvere Ametikooli õpilaskodu analüüsi tulemused näitasid, et objektimeeskonna BIM-i pädevus monitooritud nädalate lõikes paranes, kui 6. nädala lõpuks suudeti omandada algteadmised ehitusinfomudeliga töötamisest. Peatöövõtja BIM spetsialistide kaasamine ning kvaliteetse ettevõttesisese juhtimissüsteemi rakendamine tagas kiire arengu ehitusinfomudeli haldamises ning ehitise dokumenteerimises ühises veebikeskkonnas. Siiski ei suutnud lõputöö referentsobjektiks valitud Rakvere Ametikooli õpilaskodu ehituses 60% alltöövõtjatest BIM-i kiire arenguga kaasa

minna. BIM-i mittekasutamine viis sageli selleni, et projektimuudatustega ei oldud kursis ja tööde teostamine toimus kehtetute/aegunud jooniste järgi. Lisaks selgus analüüsi tulemustest, et ehitiste dokumenteerimine on suureks probleemiks alltöövõtjatele. Suurel hulgal alltöövõtjatel Eesti ehitussektoris puudub arusaam kvaliteedijuhtimispõhimõtete rakendamisest ning vastavusdokumentatsioonile kehtestatud nõuetest oma teostatud töö kohta. Tõsiseks probleemiks on teadlikkus ehitusmaterjalide ja -toodete vastavusdokumentidest.

Käesoleva lõputöö analüüsist ilmnest, et kuigi ehitise dokumenteerimine veebirakenduses (Bauhub) on tõhusaks kvaliteedijuhtimise alustalaks, tekkisid probleemid peatöövõtjal täitedokumentatsiooni arhiveerimisega. Viimsi Riigigümnaasiumis kasutati Bauhub veebirakendust, kuid objekti lõppedes pidi kõik IT-keskkonda laetud dokumendid kaustade haaval ettevõttesisesesse digitaalsesse arhiivi laadima. See aga tekitas märkimisväärse ajakulu objektimeeskonna liikmele. Selliste probleemide vältimiseks tuleks tulevikus luua ettevõttesisene kvaliteedijuhtimise veebirakendus, mis on mõeldud ehitustööde korraldamiseks, juhtimiseks ning valminud objektide täitedokumentatsioonide arhiveerimiseks ühtsesse keskkonda.

Lõputöös koostatud Rakvere Ametikooli õpilaskodu kandekonstruksiooni teostusmudeli prototüüp loob võimaluse viia ehitise dokumenteerimise mudelisse, mis võimaldaks dokumentidele kiire ligipääsu ning informatsiooni kättesaadavuse ühest allikast. Lisaks on uuringus käsitletud teostusmudeli prototüübi tähtsust, mis võib saada oluliseks teabeallikaks Eesti linnade kujundamises.

Lõputöö hüpotees: BIM-i kasutamine ilma juhtimissüsteemi ja kvaliteedijuhtimise põhimõtete rakendamiseta ei anna efektiivset mõju ehitustegevuses, kasutades ajatatud operatiivset informatsioonivahetust, sai uurimuse tulemusena kinnitust.

SUMMARY

The purpose of this dissertation was to analyse the widespread principles of construction management as well as examine the utilisation of AS Merko Ehitus Eesti's management systems in the Building Information Modeling (BIM) in both planning and construction phases. The primary aim of the paper was to identify the minimum viable elements of the management system and quality management principles required for successful BIM. To deploy BIM, a prototype of an as-built model of a supporting structure was developed with an objective of showcasing a variety of effective alternatives in both administrative and warranty processes that would potentially reduce the amount of effort required from all parties.

The complexities of construction management arise from important change proposals that occur during planning and construction phases. Majority of the change proposals were initiated by the main contractor. However, the involvement of the client depended on the type of the construction procurement. For public procurements, 17% of the change proposals were initiated by the client, while 42% of the clients were involved with the change proposals for private procurements. A breakdown of the incentives for the change proposals showed that 25% of the submissions were initiated due to planning errors and an equal 25% were driven by new ideas. The dissertation used Rakvere Ametikool's student housing as a reference site and found that a change proposal put forward by the main contractor enabled getting ahead of the schedule as the proposal suggested replacing the wooden construction of the roof with prefabricated trusses reduced the time required to do the work.

Further findings showed, that coordination problems between different parties of the project were evident in both planning and construction phases for high gross area sites (>38 000 m²). The findings were explained by the fragmented communication caused by the need of involving a large mixture of different subject matter experts. In addition, the paper identified the lack of competent managers able to effectively co-ordinate the work of different contractors and limit the inconsistencies of the aggregate model as a primary problem in the planning process. Communication problems during the construction and using the BIM were caused by the lack of experience in working with the building information model among the subcontractors.

Analysing the Rakvere Ametikool's student housing observation results showed that the construction team's BIM competency did improve over the monitored weeks as they were able to obtain the basic knowledge require to work with a building information model by the end of the

sixth week. Involving BIM specialists and employing a quality managerial system by the main contractor resulted in rapid progress in the management of the building information model and documentation of the site in a shared web environment. Despite the advancements, 60% of the subcontractors observed were unable to adapt to the fast pace of BIM. Failure to use BIM resulted in parties being unaware of the change proposals and conducting work based on outdated/invalid plans. Documentation of the site proved to be a major problem for the subcontractors as many subcontractors in Estonia have no understanding of the quality management principles and regulatory requirements on compliance documentation. Awareness of compliance documents for building materials and products proved to be a major problem.

The dissertation proved that despite site documentation web application (Bauhaub) being an efficient foundation for quality management, main contractors were facing issues archiving the enforcement documentation. Viimsi Riigigümnaasium did use Bauhaub web application. However, upon completion of the site, all the document folders had to be individually transferred from the IT-environment into the company's internal digital archive. The transferring process took a substantial amount of time. To avoid the lengthy transferring process in the future, the author suggests creating an in-house quality management application which would be used to arrange and manage construction work and archive the compliance documents in a common environment.

The prototype of an as-built model of a supporting structure created as part of this dissertation enables transferring the documentation of the construction to a model, providing the information and easy access to the documents from a single environment. The dissertation also covered the importance of the model as it has the potential to become an important source of information for planning of Estonian cities.

Dissertation hypothesis: Using BIM without implementing the quality management and managerial system's principles is ineffective in construction. The hypothesis was proven correct using operative exchange of information.