



TALLINNA
TEHNIKAÕRGKOO

Germo Reimer

BIM põhiste haldustarkvarade võrdlus ja hindamine: Tallinna sadama D-terminali juhtumi näitel

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2021



Germo Reimer

BIM põhiste haldustarkvarade võrdlus ja hindamine: Tallinna sadama D- terminali juhtumi näitel

LÕPUTÖÖ

Ehitusinstituut

Kinnisvara korrashoiu õppekava

Juhendaja: Ergo Pikas

Tallinn 2021

Mina, Germo Reimer tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja Ergo Pikas /allkirjastatud digitaalselt/

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Germo Reimer

sünnikuupäev: 05.02.1997

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

BIM põhiste haldustarkvarade võrdlus ja hindamine: Tallinna sadama D-terminali juhtumi näitel

1. reprodutseerimiseks paber kandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas 04.01.2020 /allkirjastatud digitaalselt/

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõpetaja: Germo Reimer

Üliõpilase kood: 170720034

Õpperühm: KK71/81

Eriala: Kinnivara Korrashoid

Lõputöö teema: BIM põhiste haldustarkvarade võrdlus ja hindamine: Tallinna sadama D-terminali juhtumi näitel

Lähteandmed töö koostamiseks: Erialane kirjandus, ligipääs kolmele haldustarkvarale (Dalux FM, Bricksys 24/7 ja Archibus).

Töö sisu, ülesehitus ja lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu: Lõputöö ülesandeks on võrrelda kolme erinevat haldustarkvara ja valida neist kõige sobilikum Tallinna Sadama D-terminalile igapäevaseks töövoo kujundamiseks.


Eesmärgini jõudmiseks on püstitatud järgmised ülesanded:

- Kirjanduse ülevaate läbitöötamine.
- Tallinna Sadama töötajatega intervjuu läbiviimine.
- Haldustarkvarade ülesseadmine/nende kohta informatsiooni kujundamine.
- Haldustarkvarade võrdlusanalüüs ja valik.

Seletuskirja ning graafilise materjali sisu ja maht:

Seletuskiri 40-60lk + lisad

Lõputöö konsultandid:

Konsultandi nimi	Valdkond	Allkiri	Kuupäev
Leena Paap	Kinnisvara Korrashoiu õppekava juht		14.09.2020

Lõputöö juhendaja:

Ergo Pikas
(nimi)



(allkiri)

14.09.2020
(kuupäev)

Lõpetaja:

Germo Reimer
(nimi)



(allkiri)

14.09.2020.
(kuupäev)

Kinnitaja:

Aivars Alt
ehitusinstituudi direktor



(allkiri)

14.09.2020.
(kuupäev)

Lõputöö ülesanne antud: 14.09.2020
Lõputöö esitamise tähtaeg: 04.01.2021

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	8
1 KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	10
1.1 Ehitussektori taust	10
1.1.1 Ehitussektori roll ühiskonnas	10
1.1.2 Ehituse kvaliteet ja halduse olemus	11
1.1.3 Ehitusvaldkonna trendid	12
1.2 BIM ja BIMi roll korrashoius.....	14
1.2.1 BIM üldmõiste ja omadused.....	14
1.2.2 BIMi roll korrashoius ja rakendusala	15
1.3 Lühikokkuvõte ja olulisemad järeldused.....	18
2 TALLINNA SADAMA D-TERMINALI HALDUSTARKVARA VAJADUSED JA PROBLEEMID	20
2.1 Tallinna Sadama korrashoiu taust	20
2.2 Tallinna Sadama olulisemad probleemid ja lahendused hetkeolukorras.....	22
2.3 Hetkel kasutusel olevad infosüsteemid	23
2.4 Tallinna Sadama D-terminali halduslahenduse parendamise võimalused	24
3 TARKVARADE VÕRDLUSANALÜÜS	26
3.1 Tarkvarade tutvustus	26
3.1.1 Dalux FM.....	26
3.1.2 Bricsys 24/7	27
3.1.3 Archibus	27
3.2 Tarkvarade seadistamine	27
3.3 Tarkvarade igapäevane kasutus.....	28
3.4 Tarkvarade võimekus ülesannete ja probleemide fikseerimisel.....	31
3.5 Tarkvarade üldised omadused	32
4 FUNKTSIOONIDE TÄHTSUSE HINDAMINE JA TARKVARA SOOVITUS.....	34
KOKKUVÕTE JA ARUTELU	36
SUMMARY	38
VIIDATUD ALLIKAD.....	40
LISAD	42
Lisa 1. Intervjuu alus	43
Lisa 2. Tarkvarade analüüs – seadistamine	46

Lisa 3. Tarkvarade analüüs – tarkvarade igapäevane kasutamine.....	48
Lisa 4. Tarkvarade analüüs - võimekus ülesannete ja probleemide fikseerimisel	50
Lisa 5. Tarkvarade analüüs – üldised omadused	52
Lisa 6. Olulisuse hinnangul põhinev omaduste table	55

SISSEJUHATUS

Ehitised moodustavad olulise osa elu-, majandus- ja sotsiaalkeskonnast. Neid võib elukaare loogikast lähtuvalt jagada kahte ajaperioodi - ehitusprojekti teostamise ajaperiood ja ehitise kasutamise ajaperiood. Mõlemad on omavahel sisuliselt tihedalt seotud. Ehitise plaanitult kasutamisest tulenevalt seatakse nõudeid ehitise kavandamisele, projekteerimisele, ehitamisele ja nende tegevuste dokumenteerimisele. Kavandamine, projekteerimine ja ehitamine omakorda on sisendiks ehituse kasutamisele, kuna see loob eeldused tellija väärtuspakkumise realiseerumiseks. Antud töös keskendutakse ehituse kasutamise ajaperioodile ning selle protsesside digitaliseerimisele.

Enamasti käsitletakse ehitusteabe modelleerimise kontekstis ehitusprojekti teostamise ajaperioodi ning eksploatatsiooni ajaperiood on jäänud tähelepanuta. Suurim kasu ehitisest tekib selle kasutamise ajal. Ehituskorrashoiul on oluline roll tagamaks ehitise funktsionaalne ja tehniline toimimine. Hoolimata ehituskorrashoiu olulisusest, pole ehituse korrashoius veel sisuliselt kasutusele võetud digitaalseid protsesse ja vahendeid.

Antud töö eesmärgiks on hinnata olemasolevaid BIM-põhiseid korrashoiu tarkvarasid korrashoiu protsesside, tegevuste digitaliseerimiseks ja seeläbi parendamiseks. Lõputöös kasutatakse juhtumiuuringu meetodit ja Tallinna Sadama D-terminali näidet. Uurimistöö eesmärgi täitmiseks otsitakse lõputöös vastuseid järgmisele kolmele küsimusele:

- 1) Milline on hetkeolukord Tallinna Sadama D-terminali haldustarkvarade kasutamise suhtes?
- 2) Millised on peamised probleemid töövoos, tarkvarade kasutamisel?
- 3) Milline tarkvara on kõige sobilikum Tallinna Sadamale?

Inimeste ja ettevõtete teadlikkus BIM tarkvaradest ja nende võimalustest on tihtilugu puudulik. Lisaks näib keeruline kasutusele võtta uut süsteemi, kuna see nõuab lisaressurssi, lisa-aega ning ümber õppimist. Varasemalt on läbiviidud uuringuid BIM tarkvarade eelistest ja puudustest. Nendest on selgunud, et halduslikust poolest on BIM tarkvarade kasutamine ideaalne lahendus kogu info ja olukorra haldamiseks. Puudusena tuuakse tarkvarade üleminekut uutele tarkvaradele ning osade programmide keerukust.

Uurimustöö on jagatud kolmeks osaks:

- 1) Kirjanduse ülevaade – keskendutakse ehituse olemusele, digitaliseerimisele, erinevatele kaasaegsetele trendidele ja tehakse lühitutvustus BIM maailma.
- 2) Tallinna Sadama D-terminali haldustarkvara vajadused ja probleemid – viiakse läbi intervjuud ja koostatakse nende põhjal analüüs, selgitamaks hetkeolukorra haldusega seotud probleeme ja vajadusi, mis on hetkeolukorras aktuaalsed Tallinna Sadama D-terminalis.
- 3) Tarkvadade võrdlusanalüüs – koostatakse ja teostatakse võrdlusanalüüs selgitamaks välja kõige sobilikum haldustarkvara Tallinna Sadamale.

1 KIRJANDUSE ÜLEVAADE

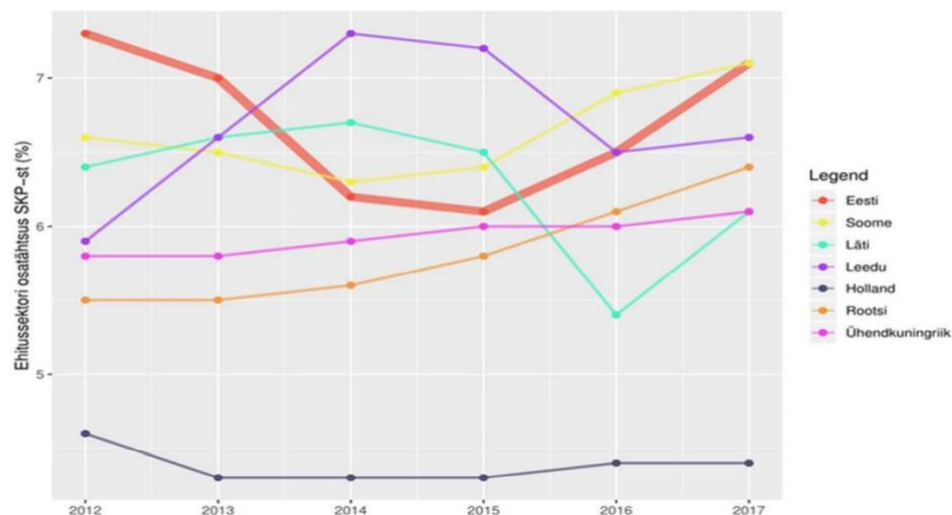
1.1 Ehitussektori taust

1.1.1 Ehitussektori roll ühiskonnas

Ehitussektor on üheks suurimaks majandussektoriks kogu maailmas. Ehitusvaldkond annab tööd ligikaudu 7% töövõimelisele elanikkonnale, mistõttu on ehitussektoril oluline roll majanduses. Lisaks tarbitakse ehitussektoris ligikaudu 10 trilliardi dollari eest erinevaid ehitusega seotud kaupasid ja teenuseid. Erinevate instituutide raportid näitavad ehitustööstuses esinevaid tootmisprobleeme, mille arvelt oleks sektori väärtust võimalik kasvatada 1,6 trilliardit aasta kohta. [4]

Ehitussektori osatähtsus kogu SKP-st sõltub paljuski majanduslikust olukorrast ja tsüklilisest. Näitena on hea tuua sektori tõusu 2007. aastal, kui kogu Euroopa SKP ulatus 10,7%-ni. Sellele on vastu panna võrdlus majanduslanguse põhjast, kui sektori SKP langes kõigest 7% peale. Viimastel aastatel on majanduse tõusuga SKP pidevas kasvujoones. [5]

Eesti ehitussektori osatähtsus kogu SKPst on viimastel aastatel olnud pidevas tõusujoones (Joonis 1). Graafiliselt on Eesti ehitussektori väärtus kogu SKPst sarnane Soomega (7%), mis on kõige kõrgem võrdluses kasutatud riikidest. [5]



Joonis 1. Eesti ehitussektori osatähtsus SKP-st [5]

Ettevõtete arv ehitussektoris on pidevas tõusujoones. Kõige rohkem on ehitusettevõtted seotud erinevate eriehitustööde, kinnisvaraala tegevuste ning hoonete ehituse valdkondadega. Kõige vähem aga puitehitiste tootmise valdkonnaga. Analüüsi aluseks võeti nelja-aastane periood ning selle

aja jooksul kasvas kõige rohkem ettevõtete arv kinnisvaraala tegevuse valdkonnas (23%) ning eriehitustööde valdkonnas (20%). [5]

Ehitussektoris olevate tööliste arv on nelja aastases analüüsitud perioodis olnud pidevas kasvumises. Kõige rohkem inimesi töötab valdkondades, kus on kõige rohkem ettevõtteid (kinnisvaraala tegevused ja eriehitustööd). Inimeste arv on märgatavalt kasvanud puitehitiste tootmises (82%) ja ehitusmaterjalide tootmises (20%). [5]

Ehitustööstuses on laialt levinud trend, kus ehituse lõppkuupäev venib ja tihtipeale on lõppmaksumus suurem, kui algul plaanitud. Osadel turgudel on tootlikus pidevas languses. Ehitajate saadud tulu on pigem väike ja kõikuv. Ehitussektor ei ole suutnud ajaga kaasas käia ja uusi innovaatilisi lahendusi kaasata. Näiteks on endiselt mitmed ehituse põhiprotsessid paberikesksed ning erinevate tarkvarade ja digitaallahenduste kasutatavus madal. [3]

1.1.2 Ehituse kvaliteet ja halduse olemus

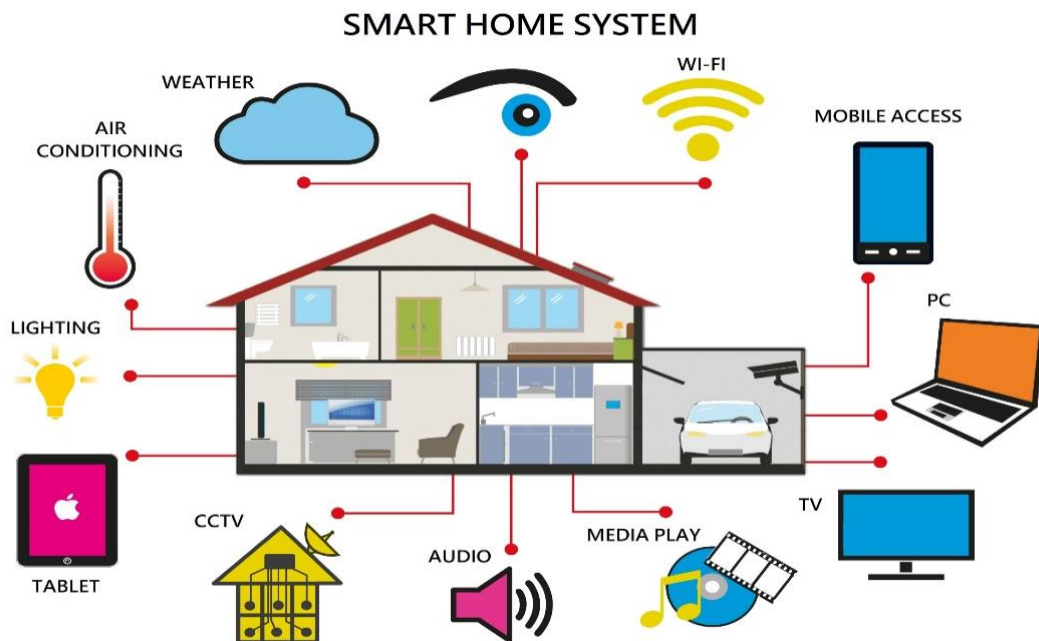
Erinevatest uuringutest on selgunud, et inimene veedab keskmiselt siseruumides ligikaudu 90% oma elust. Noortel, vanematel inimestel ja haigetel kerkib protsent üle 90. Seetõttu on tähtis, et hooned oleksid kvaliteetsed ja vastaksid Eesti standardites esitatud miinimumnõuetele. Oskus analüüsida ja teha õigeid otsuseid ehituse alguses faasis loob eeldused selleks, et ehitus oleks terve kasutusea võimalikult vastupidav ja funktsionaalne. Sellega on võimalik hoida kokku kuni 80% hooldus ja välismõjust tulenevate kulude pealt. Ehituskulud moodustuvad ehitise eluea kuludest oluliselt väikesema osa. Kasutusea kulud ületavad mitmekordselt ehituskulusid. Selleks, et kulud oleksid mõistlikud, tuleb kaasata ehitusprotsessi inimene, kes tunneb ehitist hästi – kinnisvara haldur. Haldur oskab teha läbimõeldud otsuseid selleks, et ehitus säilitaks oma funktsionaalsuse ja kestaks võimalikult kaua kasutuskõlblikuna. [1] [3]

Kinnisvarahalduril on kolm taset – 4, 5 (kinnisvarahaldur) ja 6 (haldusjuht). Kinnisvarahalduri ehk neljanda ja viienda taseme omandanud isiku põhilised ülesanded on korrashoiu korraldamine ja järelevalve teostamine. Kuuenda taseme omanik peab võtma vastutust ning olema võimeline töötama juhtiva või vastutava spetsialistina. Antud taseme haldur koostab strateegiaid, loob uuenduslike lahendusi ja vastutab enda ettevõtte töörühmade eest. Vastavad spetsialistid on vajalikud hoonete elukvaliteedi parandamiseks. [2]

1.1.3 Ehitusvaldkonna trendid

Selles alampeatükis käsitletakse ehitiste korrashoiuga seotud trende. Käsitletud teemad jagunevad kaheks. Kõigepealt tutvustatakse targa maja kontseptsiooni, mis toob otsest kasu kinnisvara halduritele, sest läbi hoonete tehnoloogilise arengu on võimalus muuta haldurite tööd lihtsamaks ja täpsemaks. Teiseks räägitakse ehituse digitaliseerimisest üldiselt, tuues välja koostöö võimalused ja erinevad digitaalsed lahendused.

Tark maja - tähendab eelkõige energiasäästu, turvalisust ja mugavust. Targa maja mugavuse tagavad seadmed, mis on internetiga ühendatud ning seeläbi kaugelt jälgitavad ja juhitavad (teisisõnu IOT inglise keeles *internet of things*) (Joonis 2). Näiteks on võimalik hinnata distantsilt hoone tehnosüsteemide seisukorda, hallata virtuaalselt objekte ning jälgida reaalajas energia, vee ja kommunikatsiooniteenuste toimimist ja tarbimist. Võimalus teha enamik komplekstegevusi läbi võrgu muudab oluliselt lihtsamaks kinnisvarahalduri logistika ja ajaplaanimise ning vähendab ajakulu, sest enam ei pea igale poole füüsiliselt kohale minema. [6]



Joonis 2. Tark maja [6]

Soovitud kliima tagamiseks on termostaadid integreeritud läbi Wi-Fi, mis annab distantilt juhitavuse ning reaalsajalise ülevaate. Samuti on hoonete näitude kättesaamine lihtsam, sest üldjuhul on need kõik ühises tehnoruumis süsteemselt loetavad. Targad mõõturid suudavad lugeda, kui palju saavad seadmed keskmiselt koormust ja mõõta kasutajate energiatarbimist. Haldurile on tegemist kasuliku tööriistaga, sest selle alusel on võimalik koostada kommunaalarveid. [6] [7]

Targad majad ja haldurite töö muudavad elukeskkonna paremaks ja mugavamaks. Arenenud süsteemidega hoone kasutamine võimaldab teha olulise osa korrashoiu tegevustest digitaalselt. Kui peaks tekkima olukord, kus hoonete elanikel on mure kliima või mõne muu tehnosüsteemidest tuleneva veaga, siis saab selle kergelt tuvastada ja leida sobiva lahenduse. Lisaks muutub suhtlus halduri ja kliendi vahel digitaalsemaks, mis võimaldab kiiret kahepoolset ühendust ning võimalust salvestada infot ja dokumente.

Objektide operatiivne töövoog – uued rakendused pakuvad võimalust jälgida tööliste töö tegemist reaalsajas. GPS andurid analüüsivad tööliste tegemisi - annavad infot töötundide kohta, näitavad, kus tööline parasjagu asub. Samas on ettevõtteid, kes paluvad töölistel kõik info ise andmebaasidesse lisada. Haldusettevõtetele on kasulikud tarkvarad, mis aitavad probleemide kaardistamise ja fikseerimise läbi kindla asukoha ja pildi. Osad tarkvarad annavad ülevaate projekti enda kohta – kui palju on tegelikult tööle aega läinud, kui palju on eelarvestatud tunde ja kui palju aega on veel töö lõpetamiseks alles. [8]

Ehitus- ja kinnisvara ettevõtete suur mure on läbi aegade olnud turvalisuse tagamine. Mitmed rakendused võimaldavad jagada informatsiooni objektidel olevatest tööõnnetusjuhtumitest. Läbi eelnimetatud rakenduste on ettevõtetel lihtne levitada ettevaatusabinõusid terve töötajaskonnaga. [8]

Digitaalne koostöö – ehitise valmimine on tihtilugu arhitekti, projektijuhi ja inseneri koostöö. Selleks, et projekt valmiks kõigile meelepärast ning sisaldaks parimaid arhitektuurseid ja inseneritehnilisi lahendusi peavad erinevad osapooled pidevalt suhtlema. Tänapäeval käib suhtlus interneti teel ja läbi tarkvarade. See on praktiline lahendus nii kiireks infovahetuseks kui suurte failide jagamiseks. Kuna arhitektid ja insenerid kasutavad sageli erinevaid programme on ka nende ühildamiseks loodud võrgupõhised kanalid ja tarkvarad. [8]

Tänu pidevale tehnoloogia arengule on ehitusvaldkond uue ajastu äärel. Erinevate rakenduste ja programmide turule tulekuga muutuvad kinnisvara ettevõtete strateegilised lähenemised. Plaani pidamine ja dokumentide hoiustamine on muutumas digitaalseks. Innovaatilised lahendused aitavad

meil üle saada kümnendeid vaevanud probleemidest ja muredest (ehitusmaterjalide ülejääkide rohkustu, objekti tööohutuse tagamine jne). [18]

1.2 BIM ja BIMi roll korrashoius

1.2.1 BIM üldmõiste ja omadused

Lühend BIM omab kolme tähendust, mida omakorda võib jagada kahte kategooriasse. BIM tegusõnana tähendab ehitusteabe modelleerimist (inglise keeles *Building Information Modelling*) ja ehitusteabe haldamist (inglise keeles *Building Information Management*). BIM nimisõnana tähendab nende tegevuste tulemit ehk ehitusteabe mudelit (inglise keeles *Building Information Model*). BIM erineb vundamentaalselt traditsioonilisest ehitusteabest, selle loomisest ja haldamisest. Varasemalt kasutati ehtsitate kirjeldamiseks peamiselt abstraktseid sümboleid (nt akna sümbol 2D joonisel) kahemõõtmelises geomeetrilises ruumis ehitistite kujutamiseks. BIMis kasutatakse objekte, mis funktsioneerivad, käituvad ja on oma geomeetriaalt sarnased nende poolt tähistatavate tegelike ehitiste osade ja elementidega. [9]

Iga digitaalne objekt sisaldab endas kolme tüüpi teavet: 1) ehitise osa/elementi geomeetria (näiteks aken koos komponentidega (lengid, hinged, aknaklaasid, tihendid jne)), 2) ehitise osa/elementi omadused (nt akna soojusjuhitivuse väärtus) ja 3) ehitise osa/elementi käitumisreeglid (nt kui mudelist kustutatakse sein, siis kustub ka sellesse paigaldatud aknaelement). [9] Tänu objektile lisatud teabele, on BIM mudeli objektid masintöödeldavad ehk nende objektide kohta saab mudelisse esitada päringud (nt filtreerida ja sorteerida) ning neid andmeid saab kasutada ja edasi töödelda uute eesmärkide (nt energiatõhususe simulatsioon) saavutamiseks. [9]

BIMi rakendamisest saadavad kasud [10]:

- kiirem ja efektiivsem protsess: informatsiooni jagamine tunduvat lihtsam;
- parem kvaliteet: ehitismuudatuste/ehituskorralduste ettepanekuid on võimalik täpsemini analüüsida, luua simulatsioone, mis omakorda aitavad kaasa innovatiivsete lahenduste kaasamisele;
- kogu ehitise elu vältel tekkivate kulude kontroll: kulude prognoositavus lihtsam ja olulusringi kulud paremini mõistetavad;
- parem teenindus: ettepanekud paremini mõistetavad läbi täpsete visualiseeringute;
- andmete kasutus läbi aja: nõudeid, plaane, skeeme, operatiivset infot on võimalik kasutada haldustegevustes.

Esiialgne BIM kasutamine nägi ette projektide 3D visualiseerimise. Praeguseks hetkeks on BIM tehnoloogia laienenud, ning selle alamliike nimetatakse erinevateks dimensioonideks. Sellest tulenevalt on olemas erinevad tüübid [11] [17]:

- **4D** - 3D mudelile on lisatud juurde ajafaktor. Aja ja mudeli omavaheline ühendus lihtsustab püsida ajagraafikus, sest kõik tegevused on visuaalselt ette kuvatavad.
- **5D** - 4D mudelile on juurde lisatud kogused ja hinnad.
- **6D** - BIM mudel uuendatakse teostusdokumentatsiooni tasemeni. Viiakse sisse geomeetrilised muudatused projekteerimise ja ehitamise faasist. 6D võimaldab viia läbi täpseid energia analüüse ja kontrole;
- **7D** - kogu projektiga seotud teabe ja dokumentatsiooni lihtne salvestamine ja hankimine ning varahaldus.

Ehitise kavandamise staadiumis saab BIMi kasutada olemasoleva olukorra ja kinnistu modellerimiseks. Renoveerimis projekti puhul ehitise inventaarimismudeli koostamiseks. Koondmudel koosneb erinevatest osamudelitest. Sellist tervikmudelit saab analüüsida ja viia sisse muudatusi projekteeritud mudelisse. Näiteks, kui luua objektile punktipilv, siis on võimalik vastava tarkvaraga kontrollida, kas seinad on sirged. Erinevate vaaturtarkvaradega on võimalik kontrollida mudelite ristumisi. Võimalusi mudelis olevate vigade välja juurimiseks on mitmeid.

Punktipilv on ruumiliselt laiali olevate punktide kogum, milles igale punktile on määratud ruumilised koordinaadid. Tavaliselt on igal punktil kolm koordinaati: X, Y ja Z. Punktipilvesid kasutatakse enamasti erinevate objektide kuju kirjeldamiseks. Nende loomiseks kasutatakse lasermõõdistust. [16]

1.2.2 BIMi roll korrashoius ja rakendusaldad

Hoonete haldamine ei hõlma endas ainult tehnosüsteemide hooldust, vaid ka osapoolte vahelist kommunikatsiooni, valmisolekut hädaolukordadeks, keskkonna järelvalvet, finantsi, äritegevust, inimfaktoreid, vastutust, strateegiat, projekti haldamist, kinnisvara haldmist ning tehnoloogiat. Praegust haldusvaldkonda iseloomustab ühelt poolt kiire tehnoloogiline areng, kuid teisalt suutmatust uusi tehnoloogiaid kasutusele võtta. [11]

Igasugune ehitise koosneb erinevatest elementidest. Selleks, et meie ehitiste osad säiliks, peab nendest olema täpne ning järjepidev ülevaade, tänu millele on võimalik tuvastada erinevaid puudusi. Selline teguviis aitab kaasa ehituslike probleemide ära hoidmisele. Täpne varade inventuur on tähtis hoolduse- ja remondikulude eelarvestamisel. BIM haldustarkvarad aitavad läbi visualiseeringute

tuvastada hoone varade ja süsteemide asukohad koos asjakohaste andmetega. See annab BIMile teatud eelise 2D jooniste osas, pakkudes mitmekülgset infot koos visuaaliga . [11]

BIM on intelligentne süsteem, mille objektid teavad, mis nad on ja kus asuvad. Näiteks ukSED, aknad, ruumid ja tuled. BIM objektidele on iseloomulik GUID kood, tänu millele on võimalik elemente siduda teiste hoonesüsteemidega. BIM omastab hoone süsteemide suhted. Näiteks teab iga elektriline paneel, millisest trafost jõud temani jõuab. Operatiivsete kulude langus ja kvaliteedi tõstmine üürnike suhtes on peamised kasud, mida sellisest süsteemist saada võib. [11]

Erinevad uurimused on näidanud, et BIM FM ei suuda veel täita kõiki vajadusi halduse rakendusalasid silmas pidades. Rakendusala on käsitatud all tabelis (Tabel 1). Potentsiaal enamustes valdkondades on BIMil suur, alustades operatiivsest kinnisvara haldamisest kuni tehnosüsteemide remontide, lõppkasutaja teenuste ning koristusteenusteni välja. Hooldusjuhendite rakendused pakuvad võimalust hallata tähtsat infot – tehnilisi andmeid, lepinguid, dokumente, hooldustoimingute ülesandeid ja ajalugu. [11]

Tabel 1. BIM FM rakendusalaade käsitus [12]

Number	Rakendusala	Kirjeldus
1	Hoone komponentide asukohad	Tänu BIM mudelitele on lihtsam leida ülesse komponentide asukohad hoones. Lisaks pakub BIM operatiivset informatsiooni komponentide kohta.
2	Halduse andmete reaalaajaline ligipääsetavus	BIM tagab ligipääse hoone vajalikele andmetele.
3	Visualiseering ja turundus	BIM suudab pakkuda ehitise eluea jooksul visuaalset ülevaadet, mis aitab kaasa planeeringul, otsuste tegemistel. Hoone mudelit on võimalik ära kasutada turunduses – näiteks renderdused, reaalaajas mudelis ringi liikumine.
4	Hooldatavuse kontrollimine	Saab viia läbi erinevaid uuringuid, mis aitavad luua soovitud staadiumi ehitise erinevatel eluetappidel. Võib käsitleda hoonele juurdepääsetavust, materjalide jätkusuutlikust, ennetavat hooldust.
5	Digitaalsete varade ajakohastamine ja loomine	BIM kasutamine läbi ehituse ja disainimise jälgides tellija nõudmisi võib luua haldurile võimaluse kaardistada reaalne olukord. Tänu sellele, on halduril võimalus peale tellimust ajakohastada vastavalt reaalsusele. Nende varade alla kuuluvad seadmed, dokumendid, andmed ning süsteemid.
6	Planeerimine ja teostatavuse uuring	BIM on ideaalne abiline planeerimisel, kavandamisel, analüüsimisel, renoveerimisel või lammutustöödel. Modelleerida saab sellise detailsusastmega, mis toob välja sise- ja välisruumide visuaalsed omadused, komponentide mõõtmed vastaksid reaalsusele –

Number	Rakendusala	Kirjeldus
		selle läbi on võimalik hinnata vajalike ehitusmaterjalide koguseid.
7	Hädaolukordade haldamine	BIMi kasutamine ja reaalse info sisestamine aitab hädaolukordades kaasa selle asukoha lokaliseerimisele. Adekvaatne informatsioon säästab meid halbadest otsustest. Lisaks aitab BIM tuvastada potentsiaalset viga või häire põhjustajat.
8	Energiakulu kontrollimine ja monitooring	BIMi on võimalik ühendada hoones olevate sensoritega, mis annab reaajas ülevaate ja kontrolli energiahaldussüsteemi üle. Lisaks saab koguda andmeid igapäevase energia tarbimise osas, mida hiljem süvaanalüüsiks ära kasutada saab.
9	Personali treenimine ja arendamine	BIM võimaldab personalil virtuaalselt hoone läbida. See aitab kaasa sellele, et personal paremini hoone ülesehitusest aru saaks, mis aitab nende töötoonide/tööülesannete esialgsele täitmisele kaasa.

1.3 Lühikokkuvõte ja olulisemad järeldused

Tulenevalt ehitussektori osakaalu olulisusest majanduses, keskkonna kujundamisel ja ühiskonnas on ehitussektoril oluline roll heaolu tagamisel. Antud sektoril on nii tõususi ja mõõnasid nagu igal teisel sektoril, kindlasti mängib rolli majanduslik olukord – majanduslangusel moodustub ehitussektor SKPst väikese osa, tõusul suure osa. [4]

Selleks, et ehitised järjepidavalt toimiks ja funktsioneeriks korrektselt, on vaja süsteeme hooldada. Täpselt samamoodi on vaja hooldada ja silma peal hoida hoonete seisukorral. Siin tulevad mängu kinnisvara korrashoidjad – haldurid. Tehnoloogia arenguga on ka haldurite elu muutumas lihtsamaks. Tarkvarasid, millega saab hoonete probleemid fikseerida koos asukoha ja visuaaliga, on tekkimas pidevalt juurde.

BIM on ehitusvaldkonnas ajaga aina populaarsemaks muutumas. Tänu sellele on ehitusel võimalik kiiremini ja lihtsamini jagada informatsiooni, luua andmetele andmebaas, tuua ehituslik kvaliteet uuele tasemele. Läbi sellise lähenemise on võimalik muuta ehitussektori tootlikust ja suurendada koostööd ehitussektori erinevate osapoolte vahel. BIM mudel koosneb üldjuhul erinevatest osamudelitest, mis on koostatud erinevate projekterijate poolt.

2 TALLINNA SADAMA D-TERMINALI HALDUSTARKVARA VAJADUSED JA PROBLEEMID

Tallinna Sadama D-terminali hetkeolukorra teada saamiseks viis töö autor läbi intervjuud võimalikult erinevatel positsioonidel töötavate Tallinna Sadama inimestega. Selle eesmärgiks oli tuvastada peamised probleemid ja näha neid võimalikult erinevatest vaatenurkadest. Intervjuus osalesid Tallinna Sadama hooldusmeister, haldusjuht ja energeetika osakonna grupi juhataja. Kokku intervjueriti kolme inimest (Tabel 2).

Tabel 2. Intervjuu läbiviimine

Isik	Amet	Intervjuu kuupäev
Intervjuu 1	Hooldusmeister	30.11.2020
Intervjuu 2	Haldusjuht	02.12.2020
Intervjuu 3	Energeetika osakonna grupi juhataja	03.12.2020

Intervjuud viidi läbi virtuaalselt Microsoft Teams-i keskkonnas. Intervjuus käsitleti Tallinna Sadama korrashoiu tausta, hetkel aktuaalseid probleeme, kasutusel olevaid infosüsteeme ning parendamise võimalusi. Intervjuu mall on lisatud lõputöö lisadesse (Lisa 1).

2.1 Tallinna Sadama korrashoiu taust

Tallinna Sadam koosneb viiest erinevast sadamast – Paljassaare-, Muuga-, Tallinna-, Paldiski- ja Saaremaa sadamast. Tallinna Sadama juhtimisstruktuuri tipus on juhatuse esimees. Esimehe alluvuses on lisaks osakondadele (IT osakond, õigusosakond, personaliosakond, turundus- ja kommunikatsiooniosakond) ka erinevad divisjonid. Divisjonid jagunevad vastavalt finantsdivisioniks, kommertsdivisionis, infrastruktuuridivisioniks ning sadamakapteni divisioniks. Kõikide sadamate peale töötab ettevõttes kokku 230-250 inimest.

Infrastruktuuri divisjoni alla kuuluvad infrastruktuuri-, energeetika-, projektijuhtimise- ja arendusosakond ja sadamate haldusjuhid (Vanasadama ja Muuga). Haldusosakond on sellise suure

asutuse kohta suhteliselt väike (koosneb haldusjuhist ja tema otsesest alluvast). Tallinna Sadama puhul on tegu põhiliselt insener-tehnilise koosseisuga.

Energeetika osakonnal on igapäeva haldusküsimuste lahendamisel suur roll. Tegeletakse paljude arendustegevustega sealhulgas nii uute ehituste kui projektide ülevaatamistega. Lisaks peavad nad tagama süsteemide korrasoleku ja varustama hooneid, laevu ja kliente energeetiliste toodetega (vesi ja elekter).

Tallinna Sadama suurimaks omanikuks on Eesti riik. Tulenevalt sellest lahendatakse enamik töid läbi alltöövõtu hangete. Spetsiaalset pädevust vajavad tööd (nt gaasikatla hooldus) on ühed peamised sisse ostetavad teenused. Viimased aastad on tavatööde hulgas alltöövõtuna lahendatud ka heakorrasteenused. Sadamal endal on kohapeal ainult remondi- ja hooldusgrupp, kes tegelevad erinevate operatiivsete töödega: tehnilised- ja elektritööd, käidud ning erinevad hooldused. Sellise grupi olemasolu on Tallinna Sadamale tähtis, sest kiire reageerimine ja probleemide lahendamine tagab sadama tõrgeteta töö.

2.2 Tallinna Sadama olulisemad probleemid ja lahendused hetkeolukorras

Tallinna Sadamal puudub ühine halduslahendus. Peamine kommunikatsioon on ülesse rajatud meilidele, telefonikõnedele ja mõnele abitarkvarale. Mõned aastad tagasi alustati GIS lahenduse arendamisega (kannab nime Thams), mille eesmärgiks oli lahendada töövoolised probleemid ning koondada sadama haldus ühte tarkvarasse. Lahendus milleni jõuti, oli funktsioonilt piiratud ning võimaldas kuvada vaid 3D mudelit ja objekte. Lisaks kadus sellelt tagant ära Soome tugi, kes arendamisega peamiselt tegeles.

Haldustarkvara, mis peale GIS lahenduse hetkel kasutusel on, kannab nime Alldevice. See leiab peamiselt kasutust remondi- ja hooldugrupi poolt. Antud tarkvara võimaldab piiratud funktsioonidega fikseerida probleeme ning suunata need vastavate oskustega töölisetele. Tänu sellele on hooldusmeistril kindel ülevaade tehtud ja tegemata töödest. Peamiselt käib see läbi tarkvaras sisalduva hoolduspäeviku, kuhu on võimalus perioodilisi töid plaanida.

Tallinna Sadama struktuuris on olemas enda dokumendihalduse osakond. Peamine tarkvara, mida dokumentide arhiveerimiseks, vaatamiseks ja jagamiseks kasutatakse on WebDesktop. Tegu on veebipõhise keskkonnaga, kuhu koondatakse ettevõtte dokumendid ja üksuste vahelised kirjavahetused.

Peamised puudused, mis intervjuu läbinud isikud kasutusolevate tarkvarade kohta välja tõid:

- pildi ja kommentaari lisamise võimekuse puudus;
- raskused erinevate tööde sorteerimise ja filtreerimisega;
- tarkvarade arvukus;
- infokaod erinevate tarkvarade vahel;
- haldustarkvara Alldevice halb süsteemsus;
- puudulikud otsingumootorid (nt tühiku korral ei kuvata midagi).

Uue programmi kaasamisel ja juurutamisel peetakse peamiseks raskuseks vanade andmete ülekandmist sellises mahus, et midagi kaduma ei läheks. Tallinna Sadama puhul on tegemist suure organisatsiooniga, see tähendab erinevaid dokumente ülekandmiseks on palju.

2.3 Hetkel kasutusel olevad infosüsteemid

Tallinna Sadam kasutab hetkel kolme haldustarkvara probleemide haldamiseks, milleks on Alldevice, Thams ja Bauhub. Nende funktsioonid ja kasutamise olemus on toodud välja tabelis (Tabel 3).

Tabel 3. Tallinna Sadamas kasutusolevate tarkvarade ülevaade

Tegevus	Infosüsteem/tarkvara	Kommentaar (milleks, kuidas ja millal täpsemalt kasutatakse)
100 Kinnisvara haldamine	Alldevice Thams	Erinevate tööde fikseerimiseks, olukorra seisu teadvustamiseks (kas tööd tehtud või mitte), kasutab peamiselt remondigrupp remondipäeviku täitmiseks, tööde kirjeldamiseks
200 Ehitise tehniline hooldamine	Alldevice	Erinevate tööde fikseerimiseks, olukorra seisu teadvustamiseks (kas tööd tehtud või mitte), kasutab peamiselt remondigrupp remondipäeviku täitmiseks, tööde kirjeldamiseks
300 Heakorratööde tegemine krundil ja hoonetes	Alldevice Email ja telefonikõned	Heakorratöödeks korraldatakse hanked ja suhtlus käib läbi meilide ning telefonikõnede.
400 Renoveerimistööd eluea jooksul	Bauhub	Dokumentide ringlus toimub läbi Bauhubi. Lisaks telefonikõned ja meilid objektijuhtidega suhtlemiseks. Ühine tarkvara alltöövõtjatega puudub.

Tegevus	Infosüsteem/tarkvara	Kommentaar (milleks, kuidas ja millal täpsemalt kasutatakse)
500 Kinnisvara omanikukohustuste kandmine	-	-
600 Energia, vee ja kommunikatsiooniteenuste tagamine	Telia IOT platvorm Sigfox	Tarbimiste ülevaade Telia IOT platvormilt, kaugloetavad veearvestid Sigfoxilt. Läbi antud tarkvarade liiguvad näitade infod edasi raamatupidamisse, mille alusel koostatakse arved.
700 Tugiteenuste osutamine	Puudub	Tugiteenuse lahendused hangete näol, ühine tarkvara alltöövõtjatega puudub
800 Ehitus ja rekonstrueerimine kasutusigade vahel	Bauhub	Dokumentide ringlus toimub läbi Bauhubi. Lisaks telefonikõned ja meilid objektijuhtidega suhtlemiseks. Ühine tarkvara alltöövõtjatega puudub.
Korrashoiukulude katteallikad	Axapta	Raamatupidamises, kulude ja tulude kirjeldus/analüüs.

2.4 Tallinna Sadama D-terminali halduslahenduse parendamise võimalused

Intervjuude käigus selgus, et Tallinna Sadama töötajaskond koosneb peamiselt vanema generatsiooni inimestest. Sellest sõltuvalt eeldasid intervjuueeritavad, et uue tarkvara integreerimine ja kaasamine töösse saab olema suure tõenäosusega vaevaline ja pikaldane protsess. Seda parandaks see, kui uus tarkvara oleks võimalikult üheselt mõistetav ja lihtne.

Peamised funktsioonid/üldised põhimõtted, mida haldustarkvara intervjuude põhjal omada võiks:

- lõpptarbija jaoks lihtne;
- loendis olevate tehtud/tegemata tööde kindel kaardistus (nt tehtud tööd muutuvad roheliseks, tegemata tööd punaseks);
- ligipääsetavus kõigile (k.a algtasandil olevatele inimestele - nt rentnikud);
- olukorra paremaks fikseerimiseks pildi ja kommentaari lisamise võimekus;
- üks suur, ühine platvorm, kuhu on kõik haldustegevusega seonduv kokku koondatud;
- võimekas otsingumootor.

Tallinna Sadama puhul selgus, et suureks murekohaks on erinevate struktuuride vaheline suhtlus. Kommunikatsioon sellise suure asutuse puhul on tähtis, sest see on eelduseks heale töövoole. Praegu aga on tavaks olukord, kus teatud struktuuriüksus tegutseb omaette ja ei teavita oma tegevustest teisi. See põhjustab omakorda infosulu, mööda rääkimisi ning teadmatuse.

3 TARKVARADE VÕRDLUSANALÜÜS

Urimus viidi läbi kolme erineva tarkvara vahel - Archibus, Dalux FM ning Bricsys 24/7. Vastavad tarkvarad on valitud ühisel koosolekul koos Tallinna Sadama esindajatega, arvestades ettevõtte suurust, töömahtu ning visiooni. Lõputöö autor seadistas kolmest tarkvarast kaks (Dalux FM ja Bricsys 24/7) iseseisvalt ja kolmandaga (Archibus) tutvumiseks osales Remineti (Archibusi ametlik edasimüüja Eestis) esindajate poolt läbiviidud veebikoolitusel. Analüüsiks koostatakse valitud tarkvarade funktsioonide ja võimaluste võrdlus.

Paremaks võrdluseks on analüüsitavad tegurid jaotatud neljaks alateemaks, milleks on: tarkvara seadistamine, igapäevane kasutamine, võimekus ülesannete ja probleemide fikseerimisel ja üldised omadused. Antud alateemad on valitud arvestades tarkvara ühilduvust teiste programmidega, haldusmugavust ning kliendisõbralikust.

Esimeses tabelis (Lisa 2) on kirjeldatud, millised omadused on tarkvaral üles seadistamisel. Näiteks milliseid failiformaadid on tarkvarale sobilikud. **Teises tabelis** (Lisa 3) on välja toodud tarkvarale iseloomulikud igapäevased funktsioonid, millest on kasutajatele igapäevaselt kasulikud. **Kolmandas tabelis** (Lisa 4) võrreldakse probleemide fikseerimiseks ja lahendamiseks loodud võimalusi. Tulenevalt sellest, et suur osa halduses on erinevate probleemide lahendamisel ja fikseerimisel, **Neljandas tabelis** (Lisa 5) on välja toodud tarkvarade kasutajasõbralikke omadusi nagu hind, telefoni rakendused, kasutajatugi jms.

3.1 Tarkvarade tutvustus

3.1.1 Dalux FM

Dalux on Taani ettevõtte, mis alustas tööd 2005. aastal. Ettevõtte eesmärgiks on muuta ehitustööstus lihtsamaks ja efektiivsemaks. Haldustarkvarana kasutatakse Dalux FM tarkvara, mis on täielikult pilvepõhine. Lisaks Dalux FM tarkvarale on olemas ka Dalux Field (suhtlus alltöövõtja ja peatöövõtja vahel), Dalux Box (dokumentide haldus) ja Dalux BIM Viewer (BIM vaaturtarkvara). Daluxi peamine arendustegevus toimub Kopenhaagenis, kuid neil on ka mitu rahvusvahelist kontorit, kes tutvustavad tarkvara ja abistavad selle kasutamisel. [13] Dalux FM eelised:

- 1) kergesti kasutatav;
- 2) käepärane ja moodne disain;
- 3) tänapäevane arenenud tehnoloogia (punktipilved, VR võimekus).

3.1.2 Bricsys 24/7

Bricsys on Inglismaa ettevõtte. Bricsys 24/7 (esialgselt tuntud, kui Vondle) on 2004. aastal loodud tarkvara, mille eesmärgiks on automatiseerida ehitusobjektidel meeskondade vahelist tööd. Selle tarkvaraga on võimalik jagada pilvepõhiselt dokumente, neid hoiustada ja luua süsteemne töövoog. Antud arenduse all on loodud veel tarkvarasid nagu näiteks BricsCAD, BricsCAD Mechanical jpm. [14] Bricsys 24/7 eelised:

- 1) süsteemse töövoog loomine;
- 2) sama arenduse all veel palju teisi rakendusi, mida halduses kasutada (BricsCAD, BricsCAD BIM jne), et tagada programmide vaheline ühilduvus;
- 3) lihtne ülesehitus.

3.1.3 Archibus

Archibus on haldustarkvara, mis on ülesse seatud 35 aastat vanale ühisele suurele platvormile. Selle eesmärk on vähendada kulutusi, suurendada üldist stabiilsust ja luua parem töövoog parandades inimeste vahelist suhtlust. Tarkvara saab kasutada erinevate andmete sisestamiseks, jagamiseks, importimiseks ja eksportimiseks teistest süsteemidest nt. Revit. Lisaks on võimalik analüüsida erinevaid andmeid. Teiste programmidega suhtlemiseks – näiteks Revitiga – on Archibusil olemas eraldi laiendus nimega Archibus Extension. Antud tarkvara suudab lugeda Reviti BIM mudelitest sisu ja lisada enda tarkvarasse. Informatsioon on kasulik nii ehitise ehitamisel, üleandmisel kui ka eluajal. Erinevate parameetrite muutmisel Archibusis muutuvad antud parameetrid automaatselt Reviti mudelis. Selline omadus aitab mudelil olla ajakohane ja pidevalt kasutuskõlbulik. [15]

Archibusil eelised:

- 1) Eesti kasutajatugi (Reminet OÜ);
- 2) põhjalik varade kasutamise võimekus;
- 3) Revit tarkvara ühilduvus.

3.2 Tarkvarade seadistamine

Haldustarkvara ülesse seadmise eelduseks on dokumentatsiooni ja jooniste olemasolu. Oluline on teada, mis formaadis need on ja milliseid formaate tarkvara kasutada lubab. Osade funktsioonide kasutamiseks on nõutud kindlat tüüpi formaati, näiteks 3D mudeli kuvamiseks on tihti vajalikud

osamudelid, mis on eksporditud IFC (Industry Foundation Classes File) failiks. Kõikide tarkvarade oskuslikult ülesse seadmine on eelduseks tõrgeteta ja sujuvaks tööks.

Andmebaasid dokumentide ja jooniste salvestamiseks võivad olla lokaalsed või pilvepõhised. Tähtis on, et andmebaaside maht oleks piisav – võib juhtuda olukord, kus maht saab täis ja selle vältimiseks tuleb valida sobilik suurus vastavalt dokumentide kogusele.

Haldustarkvara õige seadistamisega saab ülevaate halduses oleva hoone varadest. Varadele saab külge juurde lisada seotud lepingud, garantiid ja muud dokumendid. Osad tarkvarad võimaldavad näha varasid ka asukohapõhiselt.

Dalux FM – Olemas IFC ja DWG failiformaatide kasutamise võimekus. Saab lisada varasid ja ühendada dokumentidega. Funktsioon nimega BIM dokumentatsioon (inglise keeles *BIM documentation*) võimaldab kõiki dokumente hoida ühises pilvepõhises süsteemis.

Kasutajakeeltena on võimalik valida Taani, Saksa, Inglise, Soome, Prantsuse, Leedu, Norra, Portugali, Hispaania ja Rootsi keele vahel.

Bricsys 24/7 – Olemas DWG jooniste kasutamise võimekus, kuid IFC võimekus puudub. Dokumente saab hoida ühises pilvepõhises süsteemis. Lisaks BricsCADi (sarnase põhimõttega tarkvara nagu Autocad, s.t jooniste koostamine nii 2D kui 3D formaadis) sisseehitatud paneel.

Kasutajakeeltena võimalik valida Saksa, Hispaania, Inglise, Prantsuse, Itaalia, Hiina, portugali, Vene keele vahel.

Archibus – Olemas DWG jooniste kasutamise võimekus, IFC võimekus puudu. Saab lisada varasid ja ühendada need erinevate dokumentidega. Lisaks on olemas enda võrgupõhine pilv, kuhu dokumentatsioon kokku koondada. Tööriistad integratsioonide ja liidestuste loomiseks (Connectors, veebiteenused).

Kasutajakeeltena võimalik valida inglise, hispaania, saksa, hiina keel. Lisaks on eesti ja vene keel siinse turu jaoks. Olemas programmisine tõlkemoodul, kus saab lisada oma organisatsioonile vajalikke keeli ja hallata tõlkeid. Saab kasutada mitut keelt paralleelselt.

3.3 Tarkvarade igapäevane kasutus

Tarkvarade igapäevase kasutamise peatüki all on välja toodud tähtsamad tarkvarade omadused, lähtudes Tallinna Sadama D-terminali vajadustest. Hetkelises olukorras on kogu informatsioon laiali

valgunud erinevate väikeste tarkvarade vahel. Haldustarkvara võib sellise probleemi lahendada, pakkudes hoonete kaardistamist või eraldi projektidesse seadmist. Sellise suure ettevõtte puhul on oluline, et enda vastutavatest aladest oleks ees selge ja kindel pilt. Veel on välja toodud tarkvarade vaheline võimekus punktipilvede, 3D mudelite suhtes ning kirjeldatud töövoos korraldusvõimalusi.

Dalux FM - Avaleht annab põhjaliku ülevaate progressis olevatest töödest ja tööde statistikast. Olemas varade ülevaade, varadega seotud garantiide informatsioon ning värskest lisatud elementide nimistu.

Bricksys 24/7 - Avalehel on kuvatud ülevaade ülesannetest, sissetulevatest sõnumitest, tulevastest tegemistest ja hiljuti lisatud dokumentidest.

Archibus – Avalehel on erinevad raportid, mõõdikud ja märguanded. Avaleht modifitseeritakse vastavalt kliendi vajadustele. Vaikimisi olemas hulk rollipõhiseid avalehe malle: nt.kinnisvara haldur (inglise keeles *Facility Manager*), varade haldur (inglise keeles *Asset Manager*), üürilepingute haldur (inglise keeles *Portfolio Manager*), tarbimisteenuste haldur (inglise keeles *Energy Manager*).

Ruumiline mudel annab visuaalse ülevaate objektist. Tänu sellele suudetakse leida olulistele küsimustele kiiremini vastused, sest hoone kujutis on silmade ees olemas. Sellest saab järeldada, et 3D mudel on haldurile tihti suurema väärtusega kui 2D joonised.

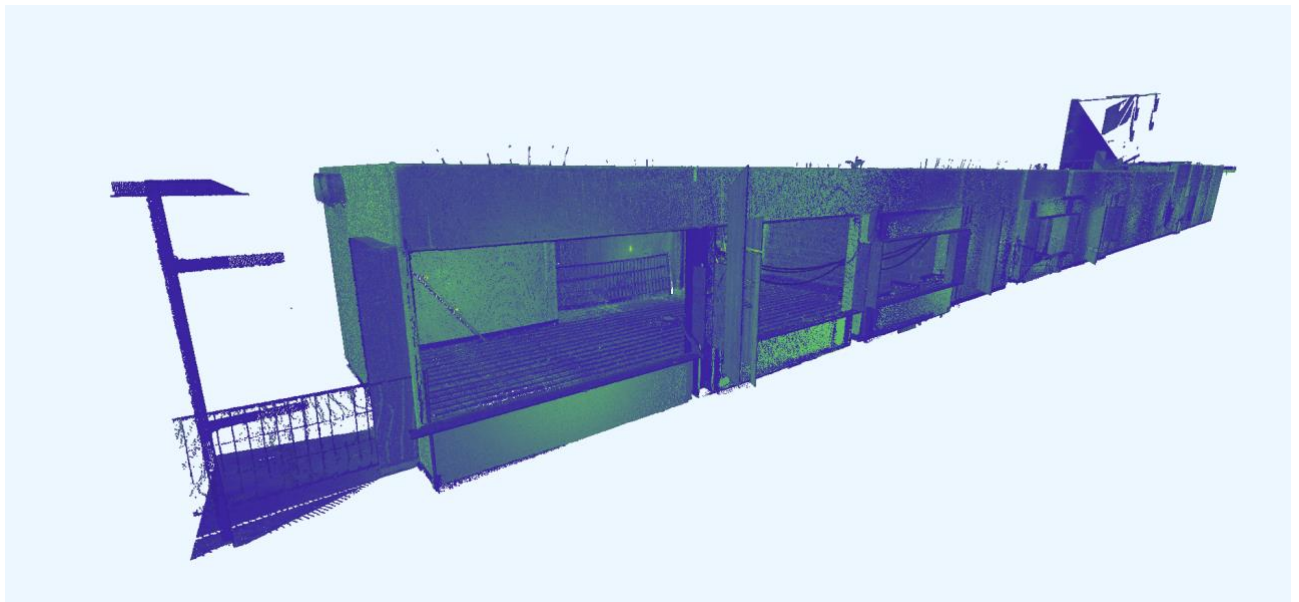


Foto 1. Punktipilve kuvamine Daluxis [13]

Dalux FM – Olemas objektide profoolio. Sisestatud projektid on kuvatud asukohaliselt maailmakaardil. Dalux FM omab endas nii 2D, 3D kui ka punkt pilvede kasutamise võimekust.

Bricksys 24/7 – Lisades objekte, tekib lihtsal kujul nende nimistu.

Archibus – Objektide ülevaadet on võimalik kuvada nimistuna, kaardil interaktiivselt, kliendi organisatsiooni struktuuri lõikes, geograafilise jaotuse lõikes.



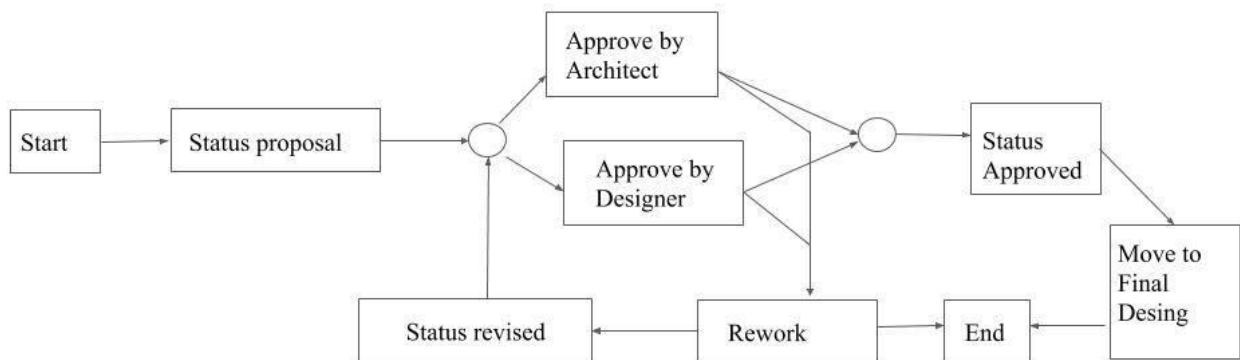
Foto 2. Dalux FM 3D vaaturtarkvara moodul [13]

Hea töövoogu kujundamiseks suures asutuses nagu Tallinna Sadam on vajalik järgida kindlat süsteemi ja olema struktureeritud. Peab oskama korraldada inimestevahelist suhtlust. Sadamas on töölisi erinevatel positsioonidel palju, nõ töölisredel kõrge ehk palju lülisid, kelle vahel info liigub. Kuna infovahetus Tallinna Sadamas on intervjuude põhjal reaalseks probleemiks, siis tuleks uue tarkvara valimisel sellest suuresti lähtuda.

Dalux FM – Töövoog on üles seatud peamiselt töölistele suunatud ülesannetele. Otsene suhtluskanal puudub. Tarkvaras olemas 3D vaatur moodul, kus saab ühendada mudeli elementidega erinevaid dokumente ja parameetreid.

Bricksys 24/7 – Tarkvara omab funktsiooni töövoog (inglise keeles *workflow*), kus saab koostada projektipõhised töövood. Luua skeem, kus kajastada dokumentide liikuvus erinevate osapoolte vahel. Saab koostada erinevaid töölisi grupe – nt arhitektid, elektritöölised. Lisaks on olemas eraldi suhtluskanal, mis kujutab ülesehituselt tavalist meilide vahelist suhtlussüsteemi.

Archibus – Töövoo kujundamine toimub teenustaseme lepingute halduse tööriista vahendusel (Service Level Agreement), mis võimaldab paindlikult hallata väga erinevaid reeglistikke mitmete parameetrite põhjal.



Joonis 3. Bricksys 24/7 töövoo kujundamise tööriista põhimõte [14]

3.4 Tarkvarade võimekus ülesannete ja probleemide fikseerimisel

Suheldes erinevate Tallinna Sadama töolistega, sai lõputöö koostaja aimu sellest, et hetkeolukorras pole sadamas kasutusel piisavalt häid tööriistu tööde ja probleemide fikseerimiseks. Tööde asjakohane kajastamine on eelduseks sellele, et tööd õigeaegselt ja korralikult valmis saaksid. Tihti ei suudeta puhtalt sõnadega piisaval hulgal informatsiooni edastada.

Dalux FM – Funktsioonid varad (inglise keeles *asset*) ja töötellimus (inglise keeles *work order*) lasevad fikseerida vara kohta märkuse või koostada ülesande – võimekus märkida 3D mudelites ja 2D plaanidel. Fikseerimise võimalused detailsed – saab lisada juurde pildi, kuupäeva, lisada juurde asukoha ja umbkaudse töömaksumuse jpm). Ülesande juurde saab lisada töö prioriteetsuse astme – kas tegemist madala, keskmise või olulise ülesandega. Varade külge on võimalik lisada erinevaid tunnuseid.

Bricksys 24/7 - Funktsioon nimega ülesanded (inglise keeles *tasks*). Joonistele võimalik lisada märkmeid. Ülesannete loomine ja määramine kindlatele inimestele.

Archibus – Ülesandeid saab fikseerida töötaotlusena (inglise keeles *work request*), töötellimusena (inglise keeles *work order*), projekti tegevusena (inglise keeles *project action*). Saab lisada pilte, erinevaid dokumente, kaasata kuvatõmmiseid, lisada piltidele ja joonistele märkmeid ning kommentaare. Saab valida erinevaid prioriteete ning suunata tööd erinevate töövoogude juurde, mis võivad hõlmata teostuse aja määramist, erinevaid kinnitamisi, eelarvestamist ja palju muud.

3.5 Tarkvarade üldised omadused

Antud peatükis on välja toodud tarkvarade üldised näitajad. Töö koostaja leiab, et heal tarkvaral peab olema korralik arendusmeeskond ja tugi. Välja on toodud, millistele operatsioonisüsteemidele tarkvara vastab ja kas tarkvara nutiseadmetega ühildub. Oluline on, et kasutusse võetava tarkvarale oleks ligipääs kõigile sadama töötajatele, sest probleemid hakkava tihti kõige madalamast astmest. Tallinna Sadamas lahendatakse suuremas osas töid alltöövõtuga. Sellest tulenevalt on tähtis, kuidas hakkavad tarkvarale ligi pääsema asutusevälised isikud. Lisaks annab lõputöö autor subjektiivse hinnangu tarkvarade raskusastme kohta. Tarkvara peab olema üles ehitatud lihtsale süsteemile.

Dalux FM – Asutusevälistele isikutele on võimalik teha konto ja määrata sellele õigused. Olemas valmis mallid, millega saab meili teel tööülesannete, kasutaja info kohta välja saata. Suunates töölise ülesande või tehes muudatusi, siis seonduvatele isikutele tulevad automaatselt teated telefonidele ja meilidele. Kasutajate arv ei ole limiteeritud. Tarkvaraga tutvumiseks korraldab Daluxi meeskond igakuiselt veebipõhiseid koolitusi, eesmärgiga avardada klientide silmaringi ja viia kurssi oluliste uuendustega. Dalux FMil on olemas rakendused IOS ja android seadmetele ja arvutikasutajatele internetipõhine keskkond. Antud tarkvara hind ei ole fikseeritud, vaid on sõltuv erinevatest teguritest. Hinnapakkumise saamiseks on vajalik ühendust võtta otse Dalux meeskonnaga.

Bricsys 24/7 – Võimalus lisada projektipõhiselt kasutajaid ja anda vajaminevaid õiguseid. Kasutajate arv ei ole limiteeritud. Ülesannete teavitused tulevad automaatselt telefoni rakendusele ja tarkvaraga seotud meilile. Kodulehe rubriigis nimetusega „Tugi“ (inglise keeles *support*) võib leida laialdaselt õpetusmaterjale. Bricsysil on olemas rakendused IOS ja android seadmetele ja arvutikasutajatele internetipõhine keskkond. Hinnaklassid sõltuvad paketi mahust. Kõige kallim versioon nimega „Enterprise“ maksab 15000€ /aastas, sellest järgmised vastavalt 10000 €/aastas, 6600 €/aastas, 2400 €/aastas. Hindade erinevus tuleneb suuresti pilve suurusest, kuhu kogu andmebaas ülesse ehitatakse.

Archibus – Asutusevälistele partneritele luuakse kasutajakontod ning määratakse koduleht, mis sisaldab ainult nende ülesannete täitmiseks vajalikku infot ning ainult neile määratud tellimusi. Otsesed teavitused tööde protsessidest tulevad meilidele. Tarkvaras sees saab luua teavituste kohta malle. Mobiilne rakendus on olemas Android, IOS ja Windows süsteemidele. Tavakasutaja võib oma arvutis kasutada enamlevinuid interneti browsereid. Hinnaklass sõltub väga oluliselt soovitatavast funktsionaalsusest, kasutajate arvust ning kas soovitakse seda üürida või osta. Objektide arv, mida hallata on piiramatult. Tarkvara on konfigureeritav vastavalt ettevõtte vajadustele. Archibus eeliseks on teiste tarkvarade ees see, et neil on olemas Eestis esindajad, kes pakuvad kohalikku kasutajatuge.

4 FUNKTSIOONIDE TÄHTSUSE HINDAMINE JA TARKVARA SOOVITUS

Selleks, et programme omavahel võrrelda ja tuua välja erinevate funktsioonide olulisus, koostas lõputöö autor tabeli, hinnates iga funktsiooni tähtsust eraldi (Tabel 4). Hindamine toimus viiepalli skaala süsteemis, kus 1 tähistas omaduste poolest kõige nõrgemat ja 5 kõige tugevamat tarkvaras sisalduvat funktsiooni. Hinne valiti lähtudes Tallinna Sadama meeskonnaga läbiviidud intervjuudes välja toodud hetkeolukorra probleemidest.

Tabel 4. Funktsioonide olulisuse hindamine

Funktsioon	Olulisus (Maksimum punktid)
IFC failiformaadi lisamine	4
DWG failiformaatide lisamine	4
Varade lisamine ja informatsiooniga täitmine	4
Dokumentidele pilvepõhine keskkond	5
Integreeritus erinevate tarkvarade vahel	2
Kokkuvõttev/ülemaatlik avaleht	2
Objektide/projektide kokkuvõtlik ülevaade	3
3D mudeli võimekus	4
Punktipilvede kasutamine/lisamine	1
Suhtlus erinevate osapoolte vahel	5
Töövoo kujundamise võimalused	5
Ülesannete/probleemide fikseerimine mudelis/joonistel	5
Ülesannete prioritseering (kuidas on eraldatud tähtsad ülesanded vähemtähtsatest)	2
Varade filtreerimine/sorteerimine	2

Funktsioon	Olulisus (Maksimum punktid)
Tarkvara kasutamine asutuseväliste isikutega	5
Integreeritud e-mail	3
Kasutajatugi	4

Funktsioonide tähtsuse koondtabelis kogutud punktide arv on aluseks tarkvarade omavaheliseks võrdlemiseks. Iga funktsioon annab tarkvarale määratud arv punkte ning kui tarkvaral funktsioon puudub, on punktide arvuks 0. Tarkvarade punktid on kajastatud lisades (Lisa 6Lisa 6. Olulisuse hinnangul põhinev omaduste table).

Kuna olulisus on määratud vastavalt Tallinna Sadama vajadustele ja probleemidele, siis enim punkte saanud tarkvara sobib uuritud ettevõttele kõige paremini.

Tarkvarade funktsioonide olulisuse hindamise tulemustena sai:

- Dalux FM – 52 punkti;
- Archibus – 49 punkti;
- Bricsys 24/7 – 46 punkti.

Lõputöö analüüsist tulenevalt võiks Tallinna Sadama D-terminali korrashoidu töö korraldamiseks kolmest võrreldud tarkvarast sobida paremini Dalux FM. Intervjuudest selgus, et kasutusele võetav tarkvara peab olema lihtne kõigile kasutajatele. Antud tarkvara eelis tuleneb programmi käepärasest ülesehitusest ja kõige laialdasema võimekusega funktsioonidest. Dalux FMi kõige suuremaks eeliseks võib pidada enim integreeritust BIM maailmaga omades ainukesena IFC võimekust. Antud tarkvaras on olemas 3D mudeli vaatamiseks loodud moodul. Lisaks saab mudeli elementidele külge lisada erinevaid parameetreid ja ühendada seotud dokumente (garantiid, lepingud). Daluxi kasuks räägib asjaolu, et tegemist on käepärase ja lihtsa tarkvaraga ja tänu sellele võib uue tarkvara kasutusele võtmine kujuneda oluliselt kergemaks protsessiks, kui muidu.

KOKKUVÕTE JA ARUTELU

Antud lõputöös käsitleti kolme erineva haldustarkvara funktsioone, omadusi ja koostati nende kohta analüüs. Tehnoloogia arenguga on turule tekkinud palju tarkvarasid, millega on võimalik töövoogu süstematiseerida ja lihtsustada. Sellest tulenevalt on hetkelisel teabeajastul teema aktuaalne.

Antud töö eesmärgiks on hinnata olemasolevaid BIM-põhiseid korrashoiu tarkvarasid korrashoiu protsesside ja tegevuste digitaliseerimiseks ja seeläbi parendamiseks. Lõputöös kasutati juhtumiuuringu meetodit ja Tallinna Sadama D-terminali näidet. Sobiva tarkvara leidmiseks lähtus autor Tallinna Sadama D-terminali vajadustest. Viidi läbi intervjuud kolmel erineval positsioonil töötava Tallinna Sadama töötajatega. Vastuste põhjal koostati analüüs, lähtudes peamistest välja toodud halduslikest igapäeva probleemidest. Võrdlusanalüüsi tulemusena leiti võimalik parim BIM haldustarkvara Tallinna Sadama D-terminalile.

Milline on hetkeolukord Tallinna Sadama D-terminali haldustarkvarade kasutamise suhtes?

Antud lõputöös läbiviidud intervjuudest selgus, et Tallinna Sadamas on kasutusel mitu erinevat tarkvara, mis on teoreetiliselt olemas, aga oma funktsionaalsuste poolest palju väärtust ei lisa. Haldustegevusteks on kasutusel peamiselt Alldevice, mis ei paku töötajatele suurt väärtust. Dokumentide haldus käib läbi veebi, kasutades WebDesktopi. Lisaks on erinevateks toiminguteks veel kasutusel Axapta, Bauhub ja Telia IOT.

Millised on peamised probleemid töövoos, tarkvarade kasutamisel?

Peamised puudused, mis intervjuueeritavad välja tõi, olid struktuuride eraldiseisev töövoog ja kindla suhtluskanali puudumine. Tarkvaraliste puuduste kohta toodi välja tarkvarade arvukus, andmete sorteerimise ja filtreerimise võimekus ning puudulikud otsingumootorid. Lisaks oli valukoht tarkvarade vaheline integreeritus ja laialivalgusus, s.t kasutusel palju tarkvarasid, mis töötavad omaette ja ei ole omavahel seotud.

Milline tarkvara on kõige sobilikum Tallinna Sadamale?

Tulenevalt analüüsi tulemustest, selgus, et kõige sobilikum tarkvara Tallinna Sadama töövoo digitaliseerimiseks ja parendamiseks on Dalux FM. Selle eelis teiste ees tuleneb eelkõige BIM võimekusest. Antud tarkvaras on olemas 3D mudeli vaatamiseks loodud moodul. Lisaks saab mudeli elementidele külge lisada erinevaid parameetreid ja ühendada elemendiga seotud dokumente

(garantiid, lepingud). Daluxi kasuks räägib veel asjaolu, et tegemist on käepärase ja lihtsa tarkvaraga ja tänu sellele võib uue tarkvara kasutusele võtmine kujuneda oluliselt kergemaks.

SUMMARY

The following thesis "*Comparison and Evaluation of BIM-Based Facility Management Applications: The case of Terminal D, Port of Tallinn*" involves the analysis of three different management software functions and features. As technology is developing rapidly and there are lots of software for the systemization of the workflow. Therefore the subject of this work is relevant.

This research aims to evaluate existing BIM-based facility management software to digitize facility management processes and activities. The methodology of the research is based on a case study and the example of the Terminal D of the Port of Tallinn. To find a suitable software, the author proceeded from the needs of the Port of Tallinn.

Three interviews were conducted with employees of the Port of Tallinn working in different positions. The analysis were based on the responses of the main day-to-day administrative problems. As a result of the comparative analysis, the best possible BIM management software for the D-terminal of the Port of Tallinn was found.

What is the current situation regarding the use of the management software of the D-terminal of the Port of Tallinn?

The interviews conducted in this thesis revealed that several different software's are used in the Port of Tallinn, which are theoretically available but do not add much value in terms of their functionalities. Alldevice is mainly used for administrative activities, which does not offer much value to employees. Document management is done through the web using WebDesktop. In addition, Axapta, Bauhub, and Telia IOT are used for various operations.

What are the main workflow issues regarding the usage of the software?

The main shortcomings highlighted by the interviewees were the separate workflow of the structures and the lack of a main channel of communication. The main software shortcomings that were brought out in the interviews were the abundance of software's, the ability to sort and filter data, and inadequate search engines. Furthermore, one of the major concerns is the integration and scalability between software, which means that many software programs are used that work on their own and are not interconnected.

Which software is the most suitable for the Port of Tallinn?

Based on the results of the analysis, it turned out that the most suitable software for digitizing and improving the workflow of the Port of Tallinn is Dalux FM. Its advantage over other systems primarily from its capabilities. This software includes a module designed to view a 3D model. Also, various parameters can be added to the elements of the model, and documents related to the element (guarantees, contracts) can be combined. Another matter in favor of Dalux is that it is a handy and simple software and can make the implementation of new software much easier.

VIIDATUD ALLIKAD

[1] “Building Life Cycle Optimization Tools for Early Design Phases,” [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 22.11.2020].

[2] „Maakorralduse ning kinnisvara valdkonna töötajatele vajalike teadmiste ja oskuste uuring,” [Võrgumaterjal]. Available:
https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/4166/Leigi_Onga_2018BA_MI_t%C3%A4iste_kst.pdf?sequence=1&isAllowed=n [Kasutatud 30.11.2020].

[3] “Indoor Ozone Exposures” [Võrgumaterjal]. Available:
<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/08940630.1989.10466650> [Kasutatud 22.11.2020].

[4] „Reinventing construction through a productivity revolution,” [Võrgumaterjal]. Available:
<https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution> [Kasutatud 15.11.2020].

[5] „Ehitussektori tootlikkuse, lisandväärtuse ja majandusmõju analüüs,” [Võrgumaterjal]. Available:
https://www.mkm.ee/sites/default/files/ehitussektori_tootlikkuse_lisandvaartuse_ja_majandusmoju_analuus.pdf [Kasutatud 15.11.2020].

[6] „Smart home,” [Võrgumaterjal]. Available: <http://visioforce.com/smarthome.html> [Kasutatud 10.11.2020].

[7] „Smart Meters in Smart Grid: An Overview,” [Võrgumaterjal]. Available:
<https://cdn.optiwave.com/wp-content/uploads/2015/03/SM-in-SG-an-overview-2013.pdf> [Kasutatud 29.11.2020].

[8] „The new age of engineering and construction technology,” [Võrgumaterjal]. Available:
<https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/the-new-age-of-engineering-and-construction-technology> [Kasutatud 15.11.2020].

[9] R. Sacks, BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers, 3rd Edition, 2019.

M. Baldwin, The BIM Manager- A Practical Guide for BIM Project Management, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2019, p. 283.

- [10] „Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127> [Kasutatud 10.11.2020].
- [11] „A Review of the As-Built Information Collection in Scandinavian AEC Projects,” [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 17.11.2020].
- [12] “Exploration Towards the Development of a Concept and Requirements for FMBIM Information Management,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.rkas.ee/sites/default/files/public-uploaded-files/BIM/Exploration%20Towards%20the%20Development%20of%20the%20FMBIM%20Information%20Concepts%20and%20Requirements%20Pikas.pdf> [Kasutatud 17.11.2020].
- [13] „Dalux,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.dalux.com/et/> [Kasutatud 15.11.2020].
- [14] „Bricsys 24/7,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.bricsys.com/en-intl/24/> [Kasutatud 15.11.2020].
- [15] “Archibus,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://archibus.com/products/> [Kasutatud 15.12.2020].
- [16] “What are point clouds? 5 easy facts that explain point clouds,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://info.vercator.com/blog/what-are-point-clouds-5-easy-facts-that-explain-point-clouds> [Kasutatud 20.12.2020].
- [17] “BIM Implementation – Progressing from BIM 3D to 7D,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.indiacadworks.com/blog/bim-implementation-progressing-from-bim-3d-to-7d/> [Kasutatud 20.12.2020].
- [18] “How IoT Can Improve Construction Industry,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.digiteum.com/iot-construction-industry/> [Kasutatud 20.12.2020].

LISAD

Lisa 1. Intervjuu alus

Lisa 2. Tarkvarade analüüs – seadistamine

Lisa 3. Tarkvarade analüüs – tarkvarade igapäevane kasutamine

Lisa 4. Tarkvarade analüüs - võimekus ülesannete ja probleemide fikseerimisel

Lisa 5. Tarkvarade analüüs – üldised omadused

Lisa 6. Olulisuse hinnangul põhinev omaduste tabel

Lisa 1. Intervjuu alus

INTERVJUU ALUS

Intervjuu eesmärk on teada saada hetkeolukorrast Tallinna Sadama haldusosakonna töövoost. Millised on suhtlusviisid, kuidas on ehitatud ülesse töökorraldus ning milliseid lahendusi kasutatakse. Samuti, millised on haldusosakonna erinevaid tööülesanded. Intervjuu tulemusi kasutatakse lõputöös üldistuste tegemiseks, vastuseid ja vastanute andmeid ei avaldata lõputöös ega kusagil mujal.

1. KORRASHOIU TAUST

1. Kui palju inimesi halduse peal töötab? Kui suur on haldusosakond? Millised ametikohad/struktuur? (Kui teil on olemas organisatsiooni struktuuri kirjeldav dokument, siis kas saate seda jagada)
2. Mis on põhiülesanded/tegevused vastavalt?
3. Kas ja millistest standarditest lähtute enda protsesside ja ülesannete kirjeldamisel/kujundamisel? (nt EVS 807:2016)
4. Mis on juhtimisstruktuurid? Kuidas hallatakse strateegilisi/taktikalisi otsusi ja igapäevategevusi?
5. Kui palju tööd ja milliseid töid lahendatakse alltöövõtu korras ja kui palju on töölisi ettevõttes?
6. Kui palju moodustuvad halduskulud ettevõtte kogu aastasest kulust?

Kogu vanasadama kohta umbes 1,3 miljonit kogusummast.

2. OLULISEMAD PROTSESSID JA PROBLEEMID/VÄLJAKUTSED

1. Milline on teie ettevõtte haldusosakonna põhiprotsess/äriprotsess ja peamised tegevused?
2. Kuidas korraldatakse ja koordineeritakse igapäevaselt omavahelisi ülesandeid?
3. Kuidas toimub hetkel suhtlus erinevate osapoolte vahel?
4. Milliseid on teie hinnagul peamised puudused hetkel haldussüsteemis: protsessides, tegevustes, infosüsteemides/tarkvarades?

3. HETKEL KASUTUSEL OLEVAD INFOSÜSTEEMID

1. Millised infosüsteemid ja tarkvarad on teil hetkel kasutusel haldussüsteemis juhtimiseks?

2. Milliseid tarkvarasid kasutatakse kinnisvara korrashoiu tegevuste lahendamiseks?

Tegevus	Infosüsteem/tarkvara	Kommentaar (milleks, kuidas ja millal täpsemalt kasutatakse)
100 Kinnisvara haldamine		
200 Ehitise tehniline hooldamine		
300 Heakorratööde tegemine krundil ja hoonetes		
400 Renoveerimistööd eluea jooksul		
500 Kinnisvara omanikukohustuste kandmine		
600 Energia, vee ja kommunikatsiooniteenuste tagamine		
700 Tugiteenuste osutamine		
800 Ehitus ja rekonstrueerimine kasutusigade vahel		
Korrashoiukulude katteallikad		

3. Kui suur osa teabest liigub läbi infosüsteemide ja milline info liigub muid kanaleid pidi?

4. PARENDAMISE VÕIMALUSED

1. Teie hinnagul, kas ja kuidas võiks haldusosakonna töövoogudes ja infosüsteemides muuta või parendada?
2. Kas näete vajadust uue uue haldussüsteemi juurutamiseks ja milliseid probleeme näete kasutusele võtmisega?
3. Mida teie arvates haldustarkvara omama peaks? Milliseid funktsioone?

Lisa 2. Tarkvarade analüüs – seadistamine

Lahendus/funktsioon	Archibus	Dalux FM	Bricksys 24/7
IFC failiformaadi lisamise võimekus	IFC faili saab sisse tuua läbi Reviti	Jah	Ei
DWG failiformaatide lisamine	Jah	Jah	Jah
Varade lisamine ja informatsiooniga täitmine	Jah	Jah	Ei
Dokumentide haldus	Võimalus dokumente hoiustada ühises pilvepõhises süsteemis.	Tarkvaral on funktsioon nimega “BIM documentation”, mis võimaldab kõiki dokumente hoida ühises süsteemis.	Võimalus dokumente hoiustada ühises pilvepõhises süsteemis.
Integreeritus erinevate tarkvarade vahel	Jah, olemas on erinevad tööriistad integratsioonide ja liidestuste loomiseks (Connectors, veebiteenused).	Ei	BricsCADi (sarnane tarkvara nagu AutoCAD) sisseehitatud paneel

Lahendus/funktsioon	Archibus	Dalux FM	Bricksys 24/7
<p>Tarkvara kasutamiskeele valikuvõimalused</p>	<p>Inglise, hispaania, saksa, hiina keel. Eesti, vene keel on lisatud kohaliku turu jaoks. Olemas on ka programmi sisene tõlkemoodul, kus saab lisada oma organisatsioonile vajalikke keeli ja hallata tõlkeid.</p>	<p>Taani, saksa, inglise, soome, prantsuse, leedu, norra, portugali, hispaania ja rootsi keel.</p>	<p>Saksa, hispaania, inglise, prantsuse, itaalia, hiina, portugali, vene keel.</p>

Lisa 3. Tarkvarade analüüs – tarkvarade igapäevane kasutamine

Lahendus/funktsioon	Archibus	Dalux FM	Bricksys 24/7
Kokkuvõttev/ülevaatlik avaleht	Vaikimisi olemas hulk rollipõhiseid avalehe malle. Kodulehti saab kokku panna vastavalt vajadusele olenevalt hallatavatest protsessidest ja eelistustest.	Olemas on põhjalik ülevaade vajaminevatest tehtud ja tegemata jäänud töökorraldustest, statistilised näitajad tööde tegemiste kohta. Lisaks varade ülevaade – garantiide lõppemised ja uued varade hulka kuuluvad elemendid.	Avalehel kuvatakse ülevaadet ülesannetest, sissetulevatest sõnumitest, tulevastest tegemistest ja hiljutistest dokumentidest.
Objektide/projektide kokkuvõtlik ülevaade	Objektide ülevaadet on võimalik kuvada nimistuna, kaardil interaktiivselt, kliendi organisatsiooni struktuuri lõikes, geograafilise jaotuse lõikes.	Olemas portfoolio, kus on kuvatud kaardil asukohtadega kõik sisestatud projektid/objektid.	Olemas ülevaade projektide kaupa.
3D mudeli kuvamine	Jah	Jah	Jah

Lahendus/funktsioon	Archibus	Dalux FM	Bricksys 24/7
Punktipilvede kasutamine/lisamine	Ei	Jah	Ei
Suhtlus erinevate osapoolte vahel	Olemas ülesannetepõhine suhtlus. Lisaks erinevate protsessipõhiste kommentaaride lisamise võimalus ning samuti suhtluslogide dokumenteerimise võimalus. Otsene suhtluskanal puudub.	Otsene suhtluskanal puudub.	Olemas eraldi suhtluskanal, saab saata sõnumeid läbi tarkvara. Sarnane süsteem Outlookile.
Töövoo kujundamine	Töövoo kujundamine toimub lepingute halduse tööriista nimega "Service Level Agreement".	Töövoo kujundamine toimub läbi funktsiooni "Work order"	Tarkvaral on eraldi funktsioon nimega "Workflow"

Lisa 4. Tarkvarade analüüs - võimekus ülesannete ja probleemide fikseerimisel

Lahendus/funktsioon	Archibus	Dalux FM	Bricksys 24/7
Ülesannete/probleemide fikseerimine mudelis/joonistel	Jah	Jah	Jah
Ülesannete/probleemide fikseerimise viisid	“Work request”, “Work order”, “Project action” ja “Commissioning”Saab	“Asset” ja “Work order”.	“Tasks”.
Ülesannete/probleemide fikseerimise lisad (kas saab konkreetselt kellelegi suunata, määrata aega, lisada juurde pilt	Saab lisada pilte, erinevaid dokumente, kaasata joonistelt kuvatõmmiseid, lisada piltidele ja joonistele märkmeid ja kommentaare.	Saab lisada kommentaarile pilte, suunata kindlatele inimestele, panna juurde teostamise kuupäeva.	Saab luua ülesandeid ja määrata kindlatele inimestele.
Ülesannete prioritseering (kuidas on eraldatud tähtsad ülesanded vähemtähtsatest)	Ülesannetele määratakse prioriteet ning iga prioriteediga saab seostada erineva töövoogu ja tähtsust. Aruandluses ning tööde nimekirjades on võimalik filtreerida	Saab märkida, kas ülesande või märkme puhul on tegemist prioriteetselt kiire/keskmise/aeglase, prioriteetsuse astmega (high, medium, low).	Puudub

Lahendus/funktsioon	Archibus	Dalux FM	Bricksys 24/7
	prioriteetide ja tähtaegade põhjal.		
Varade filtreerimine/sorteerimine	Varade filtreerimine on võimalik kõikide külge lisatud parameetrite põhjal.	Filtreerimiseks on võimalik varadele külge lisada erinevaid tunnuseid (nt. kirjeldus, nimetus, pildid jne).	Puudub
Varade kasutamine	Põhilised varade tüübid on kinnistu, hoone/rajatis, seade ja mööbel. Igal varatüübil on programmis spetsiifilised tegevused ja raportid haldamiseks kogu vara elukaart.	Varade lisamine tarkvaradesse annab reaalse ülevaate nende garantiidest, asukohtadest, isepäradest.	Puudub

Lisa 5. Tarkvarade analüüs – üldised omadused

Funktsioon	Archibus	Dalux FM	Bricksys 24/7
Tarkvara kasutamine asutuseväliste isikutega (nt alltöövõtt)	Välistele partneritele luuakse kasutajakontod ning määratakse koduleht, mis sisaldab ainult nende ülesannete täitmiseks vajalikku infot ning ainult neile määratud tellimusi ja sellega seonduvat infot.	Võimalus teha asutusevälistele isikutele konto ja lisada juurde vajalikud juurdepääsud.	Võimalus kutsuda projektipõhiselt kasutajaid ja anda vastavalt soovile õiguseid. Kasutajate arv ei ole limiteeritud.
Integreeritud e-mail	Jah. Meilide malle on võimalik muuta.	E-mailile tulevad teated otseselt seotud tööde kohta (kui nt. teatud töö suunatakse kellelegi, siis saadetakse automaatselt meilile teavitus)	Ülesannete teavitused tulevad automaatselt nii telefoni rakendusse, kui ka meilile.
Kasutajatugi	Eesti Archibus'i esindaja Reminet OÜ pakub kohalikku kasutajatuge. Inglise keelsetena on olemas põhjalikud manuaalid.	Manuaal puudub, viiakse läbi võrgupõhiseid koolitusi tutvustades tarkvara võimalusi ning uuendusi.	Kodulehelt "Support" valiku all leiab laialdaselt õpetusi.

Funktsioon	Archibus	Dalux FM	Bricksys 24/7
Rakenduse olemasolu seadmetes	Mobiilne äpp on olemas Android, iOS ja Windows süsteemidele. Tavakasutaja võib oma arvutis kasutada enamlevinuid interneti browsereid nagu Firefox, Chrome, Edge, Safari jne.	Olemas internetipõhised keskkonnad, Android ja IOS telefonidele rakendused.	Olemas rakendus nii IOS kui Android telefonidele.
Tarkvara hind	Hinnaklass sõltub väga oluliselt soovitatavast funktsionaalsusest, kasutajate arvust ning kas soovitakse seda üürida või osta. Objektide arv, mida hallata on piiramatu. Hinnastamismudel on väga paindlik. Tarkvara võetakse kasutusele moodulhaaval ja süsteem ehitatakse	Hinnastamismudel on paindlik ning hind sõltub kliendi vajadustest ja soovidest.	Kõige kallim versioon "Enterprise" kuskil 15000€/aastas, sellest järgmised 10000€, 6600€ ja 2400€ aasta kohta.

Funktsioon	Archibus	Dalux FM	Bricksys 24/7
	üles vastavalt ettevõtte vajadustele.		
Tarkvara hinnanguline ülesehitus (raske/keskmine/lihtne)	Keskmine	Lihtne	Lihtne

Lisa 6. Olulisuse hinnangul põhinev omaduste table

Funktsioon	Archibus	Punktid	Dalux FM	Punktid	Bricsys 24/7	Punktid
IFC failiformaadi lisamine	-	0	+	4	-	0
DWG failiformaatide lisamine	+	4	+	4	+	4
Varade lisamine ja informatsiooniga täitmine	+	4	+	4	+	0
Dokumentidele pilvepõhine keskkond	+	4	+	4	+	4
Integreeritus erinevate tarkvarade vahel	+	2	-	0	+	2
Kokkuvõttev/ülevaatlik avaleht	+	2	+	2	+	2
Objektide/projektide kokkuvõtlik ülevaade	+	3	+	3	+	3
3D mudeli võimekus	+	4	+	4	+	4
Punktipilvede kasutamine/lisamine	-	0	+	1	-	0
Suhtlus erinevate osapoolte vahel	-	0	-	0	+	5
Töövoogu kujundamise võimalused	+	0	-	0	+	5
Ülesannete/probleemide fikseerimine mudelis/joonistel	+	5	+	5	+	5
Ülesannete prioritseering (kuidas on eraldatud tähtsad ülesanded vähemtähtsatest)	+	2	+	2	-	0
Varade filtreerimine/sorteerimine	+	2	+	2	-	0
Tarkvara kasutamine asutuseväliste isikutega	+	5	+	5	+	5
Integreeritud e-mail	+	3	+	3	+	3
Kasutajatugi	+	4	+	4	+	4
Punkte kokku		44		47		46