

360-kuvien hyödyntäminen teollisuudessa

Miika Laurila

OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2019

Tietojenkäsittely
Pelituotanto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tietojenkäsittely
Pelituotanto

LAURILA, MIIKA:
360-kuvien hyödyntäminen teollisuudessa

Opinnäytetyö 43 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Maaliskuu 2019

Opinnäytetyössä tutkittiin 360-kuvien käyttömahdollisuuksia teollisuudessa. Toimeksiantaja Rejlers Finland Oy halusi löytää uuden tavan tuottaa digitaalinen malli nopeammin ja halvemmalla verrattuna tavanomaisiin menetelmiin. Tarkoituksena oli luoda uusi tuote, jonka avulla toimeksiantaja voi antaa asiakkailleen vaihtoehdon perinteisille menetelmille.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi uusi web-sovellus ja editori. Editorilla luodaan virtuaalikierroksia 360-kuvista, joita näytetään web-sovelluksessa. Web-sovelluksella käyttäjät katselevat, lisäävät ja muokkaavat 360-kuviin kiintopisteitä, joihin liitetään informaatiota asiakkaan kohteesta. Opinnäytetyössä huomattiin, että asiakkailla oli useita erilaisia tarpeita, jotka voidaan ratkaista 360-kuvista luodulla digitaalisella mallilla.

Työn tuloksista voidaan päätellä, että teollisuudessa on kysyntää 360-kuvista luoduille digitaalisille malleille. 360-kuvauksella voidaan luoda digitaalinen malli huomattavasti nopeammin kuin perinteisillä menetelmillä, kuten laserkeilauksella. Teollisuuslaitokset ovat suuria ja ne on usein rakennettu ennen kuin laitoksen kattava digitaalinen dokumentointi oli mahdollista. Digitaalinen malli kokoaa rakennuksesta saatavilla olevat tiedot yhteen paikkaan helposti löydettäväksi. Teollisuudessa on hyvin paljon dokumentoimatonta tietoa, joka liikkuu henkilöstön keskuudessa. Digitaalinen malli mahdollistaa sellaisen tiedon dokumentoinnin, joka muuten menisi ajan myötä hukkaan.

Asiasanat: 360-kuva, digitaalinen malli, teollisuus, digitalisaatio

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Business Information Systems
Option of Game Development

LAURILA MIIKA:
Using 360 Imagery in Heavy Industry

Bachelor's thesis 43 pages, appendices 4 pages
March 2019

The objective of this thesis was to research how 360 imagery could be used in heavy industry. This thesis was commissioned by Rejlers Finland Ltd. Rejlers wanted to find a way to produce a digital model by using a method that would be cheaper and more efficient compared to more traditional methods. The purpose of this thesis was to develop a new product that Rejlers could sell to their customers.

The results of this thesis were a new web application and an editor. The editor can be used to create virtual tours from 360 images, which would then be displayed in the web application. The web application can be used to view, edit and add points of interest to 360 images. The points of interest contain information about the customers' property and add value to the plain 360 images. It was found that many of the customers' needs could be fulfilled with digital models made from the 360 images.

From the results, it can be determined that there is a demand for digital models made from 360 images in the heavy industry. A digital model can be created faster and cheaper with 360 images compared to other methods, such as laser scanning. Heavy industry sites are big and often they were built before digitalization was in full effect. A digital model can be used to collect information from many different sources to one place where it is easy to find. There is a lot of undocumented information between the personnel of a site that could be documented in a digital model.

Key words: 360 imagery, digital model, heavy industry, digitalization

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	MENETELMÄT JA TEKNIIKAT	7
2.1	360-kuvaus	7
2.2	360-kameran valinta.....	8
2.3	Julkaisu- ja kehitysalusta	10
2.4	Projektinhallinta.....	12
2.4.1	Ketterä sovelluskehitys.....	12
2.4.2	Scrum	13
2.5	Suunnittelu	14
3	ENSIMMÄINEN VERSIO	15
3.1	Editori.....	15
3.2	Front end.....	20
4	SOVELLUKSEN JATKOKEHITYS.....	26
4.1	Kiintopisteet ja niiden luontityökalu	26
4.2	Kiintopisteiden listaus ja haku	29
4.3	Dokumenttistaus.....	30
4.4	Dataintegraatio.....	31
4.5	Google Analytics	32
5	TUOTOKSET	35
5.1	Käyttökohteet	35
5.2	Asiakastarpeet	36
6	POHDINTA	37
	LÄHTEET	38
	LIITTEET	40

LYHENTEET JA TERMIT

360-kamera	Kamera, joka ottaa vähintään kaksi valokuvaa kerrallaan kattaen koko 360-kuvan vaatiman alueen
360-kuva	Panoraama, joka kattaa koko ympäristön 360 astetta ylhäältä alas ja vasemmalta oikealle
As-built	Niin kuin jokin asia on todellisuudessa toteutettu tai rakennettu
Back end	Sovelluksen taustajärjestelmä, palvelimella ajettava osa
Front end	Sovelluksen käyttöliittymä, käyttäjälle näkyvä osa
JavaScript	Verkkoselaimissa käytettävä ohjelmointikieli
Julkaisualusta	Laite tai käyttöjärjestelmä, jolla sovellus ajetaan
Kiintopiste	360-kuvaan lisätty merkintä
Laserkeilain	Mittausväline, jolla kohteesta saadaan mittatarkkaa kolmiulotteista dataa lasersäteiden avulla
NoSQL	Perinteisestä relaatiotietokannasta poikkeava tietokantamalli
Panoraama	Laajakuvanäkymä, laaja yleisnäkyvä
Resoluutio	Kuvan tarkkuus eli pikselien määrä vaaka- ja pystysuunnassa
Web-kehitys	Sovelluskehitys verkkoselaimelle

1 JOHDANTO

Digitalisaatio on ollut jo pitkään puheenaiheena suomalaissa teollisuusyrityksissä. Monet yritykset ovat käynnistäneet omia digitalisaatiohankkeitaan jo kauan aikaa sitten. Nyt yritykset kuitenkin ovat jälleen uuden mullistuksen edessä. Tekoäly, pilvipalvelut, esineiden internet, virtuaaliympäristöt ja yhä kehittyvä laskentateho mahdollistavat uusien teknologioiden suunnittelun rakentamisesta tuotantoon asti. Gilchristin (2016) mukaan uudet teknologiat mahdollistavat entistä laajemman automaation, datan ja laitteiden paremman monitoroinnin ja analysoinnin sekä monia muita teollisuudelle hyödyllisiä asioita. Tätä kokonaisuutta kuvataan yleisesti nimellä Teollisuus 4.0.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Rejlers Finland. Rejlers on yksi Suomen johtavia insinööritoimistoja. Rejlers toimii useilla eri toimialoilla kuten rakentaminen, teollisuus, energia, infra ja digitalisaatio. Heidän tavoitteenaan on laajentaa toimintaansa yhä enemmän ICT-palveluiden suuntaan. Ennen tämän projektin alkua heiltä löytyi jo useita eri ratkaisuja laitosten digitalisoimiseen. Yksi tärkeimmistä konsepteista on kohteen digitaalinen malli. Digitaalinen malli yhdistää tiedot kohteen fyysisistä ominaisuuksista ja tuo sen päälle lisäarvoa tuottavaa dataa eri tietolähteistä.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, kuinka 360-kuvia voidaan käyttää teollisuudessa hyödyksi siten, että siitä on asiakkaalle merkittävää hyötyä. Tavoitteena on löytää nopeampi tapa luoda digitaalinen malli kohteesta, sillä esimerkiksi laserkeilaimella skannaaminen on hidasta ja sen tuottamat mallit ovat raskaita ja hankalia käsitellä. Tarkoituksena on tuottaa soveltuvuus selvitys 360-kuvien riittävydestä digitaalisen mallin luontiin. Lisäksi tarkoituksena on löytää asiakkaita, jotka tilaavat luodun tuotteen pilottikäyttöön. Tuotoksena opinnäytetyöstä jää 360-kuvista digitaalisen mallin luova editori sekä sovellus, jossa editorilla luotua digitaalista mallia voidaan esitellä.

2 MENETELMÄT JA TEKNIIKAT

2.1 360-kuvaus

360-kuvaus on tapa luoda panoraamavalokuvia, joissa panoraama kattaa koko ympäristön 360 astetta ylhäältä alas ja vasemmalta oikealle. 360-kuva luodaan samasta pisteestä kaikkiin eri suuntiin otetuista kuvista yhdistämällä. Yhdistettävillä kuvilla täytyy olla vähintään 15-30% päällekkäisyyttä, jotta yhdistys onnistuu (Hoiem 2010, 11).

Ennen 360-kameroiden yleistymistä 360-kuvat otettiin yleensä asettamalla tavalinen järjestelmäkamera kolmijalan päälle ja kääntämällä kameraa tasaisin välein pysty- ja vaakasuunnassa, kunnes koko kuvattava alue oli katettu. Markkinoille on viime aikoina ilmestynyt useita erilaisia 360-kameroita, jotka hoitavat kuvauksen automaattisesti yhdellä laukaisulla. 360-kameroissa on sisäänrakennettuna kaksi tai useampi erillistä kameraa, jotka laukaistaan samanaikaisesti. Useimmat 360-kamerat osaavat myös automaattisesti yhdistää otetut kuvat 360-kuvaksi.

360-kuvaus sekoitetaan usein virtuaalitodellisuuteen. 360-sisältöä voidaan katsella virtuaalitodellisuuslaseilla, mutta 360-kuvat ja –videot eivät itsessään ole virtuaalitodellisuutta. Virtuaalitodellisuudessa sisältö on kolmiulotteista ja usein virtuaalimaailmassa voi myös liikkua. 360-sisältö on kaksiulotteista, joten virtuaalilaseilla kokemus ei ole kovin realistinen syvyysvaikutelman puutteen vuoksi. 360-kuvia voidaan käyttää sellaisenaan virtuaalitodellisuudessa esimerkiksi taustakuvana. Lähempänä virtuaalitodellisuutta ovat niin sanotut 3D-kuvat ja –videot. 3D-sisällön ideana on näyttää molemmille silmille oma kuvakulma aivan kuten reaali maailmassakin. 3D-kamerat ovat harvinaisia, mutta sisältöä voidaan myös tuottaa käyttämällä kahta 360-kameraa. 360-kamerat asetetaan vierekkäin siten, että niiden etäisyys vastaa keskimääräisen ihmisen silmien etäisyyttä. 360-kameroiden tuottama sisältö voidaan käsitellä siten, että virtuaalilaseilla katsottaessa vasemman 360-kameran sisältö näytetään lasien vasemmassa näytössä ja toisinpäin. Näin saavutetaan huomattavasti realistisempi kokemus virtuaalilaseilla.

Yleisin kaupallinen käyttökohde 360-kuville ovat niin sanotut virtuaalikierrokset. Virtuaalikierroksella käyttäjä pääsee katselemaan kohdetta niiltä osin, mistä 360-kuvia on otettu. Mitä useamman kuvan virtuaalikierrros sisältää, sitä tarkemmin käyttäjä voi tarkentaa paikkaansa. Virtuaalikierroksen vähittäisvaatimuksena on se, että kuvien välillä pääsee liikkumaan saumattomasti. ”Virtuaalikierrosta ei siis esimerkiksi voida rakentaa järkevästi siten, että käyttäjälle annetaan useita linkkejä, mitkä kukin johtavat omaan virtuaalikuvaansa.” (Jeskanen 2011, 10.) 360-kuviin voidaan lisätä kiintopisteitä antamaan lisäinformaatiota kohteen tietystä ominaisuudesta. Lisäinformaatio voi olla tekstiä, kuvia, videoita, hyperlinkkejä tai muuta interaktiivista sisältöä.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, soveltuuko 360-kuvista luotu virtuaalikierrros digitaaliseksi malliksi teollisuuskohteista. Koska halutaan löytää mahdollisimman yksinkertainen ja nopea tapa luoda virtuaalikierroksia, täytyy kameravalinnan olla oikea. Järjestelmäkamerakuvaus ei sovellu tähän tarkoitukseen siksi, että kuvaaminen on niin hidasta. Teollisuuslaitoksissa kuvausmahdollisuudet ovat vähissä ja kuvausaikaa on rajallisesti, joten nopeus on ensiluokkaisen tärkeää. Teollisuuskohteissa valoisuus voi myös olla ongelma, joten valitun 360-kameran täytyy pystyä ottamaan käyttökelpoisia kuvia myös haastavissa olosuhteissa.

2.2 360-kameran valinta

Valitsimme 360-kameraksemme Insta360 Pro 8K:n (myöh. Insta Pro). Instan 360-kamerassa yhdistyvät muiden vertailemiemme kameroiden parhaat puolet. Insta Pron 360-kameralla saa loistavia kuvia kaikissa olosuhteissa ja kuvien ottaminen on nopeaa. Kuvat yhdistetään tietokoneelle asennettavalla sovelluksella. Insta Pro on selkeästi ammattilaiskäyttöön suunniteltu työkalu verrattuna muihin markkinoilla oleviin ratkaisuihin. Insta Pron hinta (taulukko 1) on sen suurin heikkous, mutta tuotteen ylivertainen laatu ja kuvien tarkkuus ratkaisivat valinnan sen eduksi.

TAULUKKO 1. Insta360 Pro 8K ominaisuudet (Insta360.com, 2019)

Hinta	3999,00€
Resoluutio	7680x3840
Linssit	6 x kalansilmälinssi
Muisti	SD-kortti (maks. 256 Gt) tai ulkoinen USB 3.0 kovalevy
Akku	5100 milliampeerituntia. Kesto noin 60 minuuttia. Vaihdetta- vissa.
Tiedostomuoto	JPEG – Yksi laukaisu tuottaa kuusi 200 asteen panoraamaa

Vertailtavana oli myös kaksi muuta 360-kameraa – Insta360 ONE X ja Garmin VIRB 360. Molemmat edellä mainituista vaihtoehdoista ovat selkeästi halvempia kuin Insta Pro (taulukko 2; taulukko 3). Sekä Insta360 ONE X, että Garmin VIRB 360 sisältävät vain kaksi kameraa. Kun 360-kuva yhdistetään vain kahdesta panoraamasta, vääristymä valmiin 360-kuvan liittämiskohdissa on suurempi. Insta Pro ottaa kuusi kuvaa, joten kuville tulee enemmän päällekkäisyyttä ja vääristymä liittämiskohdissa on vähäisempää. Insta360 ONE X (liite 1) otti mielestämme parempia valokuvia kuin Garmin VIRB 360 (liite 2), kun taas Garmin VIRB 360 otti selkeästi parempaa videokuvaa. Kumpikaan ei kuitenkaan ollut kuvanlaadultaan lähelläkään Insta Prota (liite 3).

TAULUKKO 2. Insta360 ONE X ominaisuudet (Insta360.com, 2019)

Hinta	491,95€
Resoluutio	6080x3040
Linssit	2 x kalansilmälinssi
Muisti	microSD-kortti (maks. 256 Gt)
Akku	1200 milliampeerituntia. Kesto noin 60 minuuttia. Vaihdetta- vissa.
Tiedostomuoto	INSP – Instan patentoima tiedostomuoto. Käyttö vaatii erillisen ohjelmiston.

TAULUKKO 3. Garmin VIRB 360 ominaisuudet (Garmin.com, 2018)

Hinta	759,00€
Resoluutio	5640x2816
Linssit	2 x kalansilmälinssi
Muisti	microSD-kortti (maks. 128 Gt)
Akku	1250 milliampeerituntia. Kesto noin 60 minuuttia. Vaihdetta- vissa.
Tiedostomuoto	JPEG – Yksi laukaisu tuottaa valmiin 360-kuvan

2.3 Julkaisu- ja kehitysalusta

Julkaisualustan valitseminen ennen sovelluskehitysprojektin aloittamista on yksi tärkeimmistä vaiheista sovelluskehityksessä. Toimeksiantaja toivoi, että sovellus olisi käytettävissä mahdollisimman usealla eri laitteella ja käyttöjärjestelmällä mahdollisimman pienellä vaivalla. Helppo valinta julkaisualustaksi oli siis verkkoselain. Verkkoselain on lähes jokaisessa nykyaikaisessa internetiin yhdistetyssä laitteessa riippumatta käyttöjärjestelmästä (Piejko 2010).

Minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta sovelluskehityksestä verkkoselaimelle (web-kehitys), joten päädyin naiivisti käyttämään front end -puolella puhdasta JavaScriptiä ilman ohjelmistokehystä. Nykyaikaiseen web-kehitykseen kuuluu yleensä jokin ohjelmistokehys kuten ReactJS, AngularJS tai VueJS. Edellä mainitut ohjelmistokehykset mahdollistavat front end web-kehityksen järjestelmällisemmin, lisäävät sovelluksen testattavuutta ja luovat ohjaavia rakenteita ohjelmoimiseen. Esimerkiksi ReactJS perustuu komponenttipohjaiseen järjestelmään, jonka avulla voidaan luoda yksinkertaisista käyttöliittymäkomponenteista monimutkaisia kokonaisuuksia (Chiarelli 2018, 10–11). Web-kehitys kuitenkin on mahdollista myös puhtaalla JavaScriptillä ilman ohjelmistokehystä, joskin laajempien kokonaisuuksien hallinta saattaa muodostua ongelmaksi.

Back end -puolella ohjelmistokehityksen valinta oli helppo. Toimeksiantaja oli käyttänyt toisessa projektissaan palvelimen ohjelmointikehityksenä NodeJSää ja tietokantaohjelmistona MongoDBtä, joten he halusivat vastaavaa pakettia käytettävän tässäkin projektissa. NodeJS suorittaa JavaScriptiä alustariippumattomasti,

eli tässä tapauksessa sovelluksen back endissä. MongoDB on NoSQL-tietokanta, joka mahdollistaa useiden pienten muutos- ja lukuoperaatioiden määrän paremmin kuin perinteinen SQL-tietokanta (Leavitt 2010). SQL-tietokannan rakenne on taulukkomuotoinen ja ennalta määritetty. Lisäksi taulukoiden välille voidaan luoda suhteita. NoSQL-tietokanta voi koostua erilaisista rakenteista kuten avain-arvoparit tai kaaviopohjaiset rakenteet. NoSQL-tietokannan rakennetta ei tarvitse määritellä etukäteen.

Päädyimme käyttämään ohjelmointialustana Microsoftin Visual Studio Code (myöh. VSCode) -tekstieditoria. VSCode on avointa lähdekoodia ja saatavilla useille eri käyttöjärjestelmille. VSCode sisältää paljon ominaisuuksia, joista on hyötyä ohjelmistokehityksessä, kuten Git versionhallintaohjelmiston integraation ja tuen JavaScriptin automaattitäydennykselle ja virheenkorjaukselle. Lisäksi VSCodeen on saatavilla paljon lisäosia, jotka helpottavat ohjelmointityötä. (Microsoft 2019.) VSCodeen on mahdollista ohjelmoida automaattisia toimenpiteitä, jotka tallentuvat projektikansioon. Siksi olikin tärkeää, että kehitystiimin kaikki jäsenet olivat tyytyväisiä VSCodeen valintaan, sillä tiettyjen toimintojen automatisointi riippui VSCodeen luotavista toimenpiteistä.

2.4 Projektinhallinta

Projektinhallinta on tärkeä osa sovelluskehitystä. Projektinhallinnan suuntauksen valitseminen vaikuttaa koko projektin kulkuun alusta loppuun. Perinteisessä projektinhallinnassa projekti suunnitellaan mahdollisimman kattavasti alusta loppuun. Tavoitteena on suunnitelma, jonka avulla projekti voidaan saattaa loppuun halutun laatuksena ja sisältöisenä. Suunnitelma sisältää aikataulun, budjetin, resurssien käytön sekä riskienhallinnan. Tällaista projektinhallinta on kuitenkin usein vaikea toteuttaa sovellusprojekteissa, sillä projektin yksityiskohdat ovat harvoin ennestään tiedossa. Penttonen (2013, 16–17) kertoo, että perinteinen projektinhallinta sopiikin siis paremmin kertaluontoisille projekteille, jossa päämäärä on selkeästi tiedossa yksityiskohtia myöten.

2.4.1 Ketterä sovelluskehitys

Toimeksiantaja on käyttänyt aiemmin sovelluskehityksessä Scrum-menetelmää, joten se päätettiin ottaa käyttöön tässäkin projektissa. Scrum kuuluu niin sanotun ketterän sovelluskehityksen piiriin, ja tarkemmin evolutionaaristen kehitysmenetelmien piiriin. Evolutionarisessa kehityksessä tavoitteena on tuottaa pienissä palasissa toimiva sovellus, johon lisätään ominaisuuksia iteratiivisesti (Tikka 2013, 11). Tyypillinen scrumissa käytetty iteraatio kestää viikosta kolmeen viikkoon. Iteraatio sisältää suunnittelun, ohjelmoinnin, testauksen ja dokumentoinnin. Tavoitteena jokaisen iteraation lopussa on, että sovellus on julkaisukelpoinen. (Bibik, 2018.) Ketterään sovelluskehitykseen kuuluu olennaisena osana kommunikointi scrumtiimin jäsenten välillä. Parhaassa tilanteessa kehitystiimi työskentelee samoissa työtiloissa, jolloin kommunikointi on luonnollista ja nopeaa.

2.4.2 Scrum

Scrum on yksi monista ketterän sovelluskehityksen suuntauksista. Scrumtiin kuuluu vähintään tuoteomistaja, scrummaster ja kehitystiimi. Yhtä iteratiivista vaihetta kuvataan Scrumsanastossa sanalla sprintti. Sprintti koostuu suunnittelupalaverista, työskentelyvaiheesta ja loppukatselmoinnista.

Suunnittelupalaverissa scrumtiimi käy läpi tuoteomistajan määrittelemän sovelluksen kehitysjonon ja päättää sprintin tavoitteet siten, että tavoitteet ovat realistisesti toteutettavissa. Tavoitteet siirretään sovelluksen kehitysjonosta sprintin tehtävälistalle, ja kehitystiimi luo listalle tehtävät, jotka vaaditaan tietyn tavoitteen saavuttamiseksi (Penttonen 2013, 35). Sprintin tehtävälista täytetään siten, että kehitystiimin oma ennuste tavoitteiden saavuttamiseen vaaditusta työmäärästä ei ylitä sprintin pituutta. Scrumtiimin vastuulla on valita työskentelymenetelmät, joilla tavoitteet saavutetaan. Tuoteomistaja määrittää kehitysjonoon asetettavat tavoitteet ja niiden priorisoinnin hyväksikäyttäen omaa näkemystään sovelluksen tulevaisuudesta (Penttonen 2013, 36). Tuoteomistajan täytyy siis tuntea hyvin sovelluksen liiketoiminta ja asiakastarpeet.

Suunnittelupalaverin jälkeen käynnistyy sprintin työvaihe. Työvaiheessa tuoteomistaja ei enää saa koskea sprintin tehtävälistaan. Kehitystiimi priorisoi sisäisesti tehtävälistan työt ja toteuttaa ne parhaansa mukaan. Työvaiheen aikana pidetään päivittäin noin viidentoista minuutin mittainen päiväpalaveri. Päiväpalaverissa seurataan sprintin edistymistä, ja kukin kehitystiimin jäsen kertoo, mitä on tehnyt aiemmin ja mitä aikoo tehdä seuraavaksi. Palaverin aikana kuuluu myös kertoa mahdollisista kehityksen estävistä ongelmista. (Penttonen 2013, 39.)

Kun sprintti on päätöksessä, pidetään sprintin loppukatselmointi. Loppukatselmoinnissa kehitystiimi esittelee sprintin aikaisia tuotoksiaan scrumtiimin jäsenille. Tuotoksen perusteella sovelluksen kehitysjonoa muokataan tarpeen mukaan. Loppukatselmoinnin jälkeen pidetään vielä sprintin jälkitarkastelu, jossa scrumtiimi reflektoi omaa työskentelyään ja ehdottaa parannuksia tulevaa varten. ”Jälkitarkastelun tarkoituksena on tutkia, kuinka edellinen sprintti sujui ihmisten, yhteistyön, prosessin ja työkalujen osalta. Näistä tarkastelukohteista pyritään tun-

nistamaan asiat, jotka sujuivat hyvin sekä määritellään tärkeimmät parannuskohdet.” (Penttonen 2013, 40.) Usein loppukatselmointi, jälkitarkastelu ja seuraavan sprintin suunnittelupalaveri pidetään peräkkäin.

2.5 Suunnittelu

Uuden sovelluskehitysprojektin alkaessa voi olla vaikea kirjata suunnitelmaksi kaikkia niitä ideoita, mitä päässä pyörii. Ensimmäisen prototyypivaiheen jälkeen, kun sovelluksen pohja on rakennettu, on tavoitteiden priorisointi tärkeää. Se, mitä ensin tehdään, täytyy harkita vakavasti. Alussa tehtyjen toteutuksien seuraukset voivat vaikuttaa sovellukseen koko sen elinkaaren ajan. Tavoitteenamme oli saada tuote pilottikäyttöön mahdollisimman usealle mahdollisimman pian, sillä halusimme käyttäjiltä kehitysideoita ja vakuutusta siitä, että sovellus kehittyy oikeaan suuntaan. Sama suunnittelufilosofia jatkui koko projektin loppuun asti. Tuotimme uusista ideoiduista ominaisuuksista pienimmällä mahdollisella vaivalla prototyypin testattavaksi. Kun jokin ominaisuus oli saatu käyttöön ja sitä pystyi edes jotenkin kokeilemaan, niin usein ominaisuuden kohtalo selvisi hyvin nopeasti. Joko asiakkailta tai scrumtiimiltä tuli selkeitä kehitysideoita ja muutosehdotuksia, tai huomattiin, että ominaisuus on turha ja täytyy poistaa – vähintäänkin uudelleen kehittää. Yksi tärkeimmistä ominaisuuksista oli mahdollisuus lähettää palautetta suoraan sovelluksesta nopeasti ja helposti.

3 ENSIMMÄINEN VERSIO

Ensimmäinen versio sovelluksesta oli todella alkeellinen. Tavoitteena oli luoda pohja projektin mahdolliselle jatkolle. Ensimmäiseen versioon kehitettiin vain ja ainoastaan ydinkomponentit sovelluksen toiminnan osalta. Käyttöliittymä oli minimaalinen ja ominaisuudet rajoittuivat sisäänkirjautumiseen ja kuvasta toiseen liikkumiseen. Ohjelmointi vaati normaalia vahvempaa yhteistyötä minun ja pääasiallisen back end-ohjelmoijan osalta, sillä todennäköisesti tähän versioon luodut toteutukset pysyisivät sovelluksessa vielä hyvinkin pitkään.

3.1 Editori

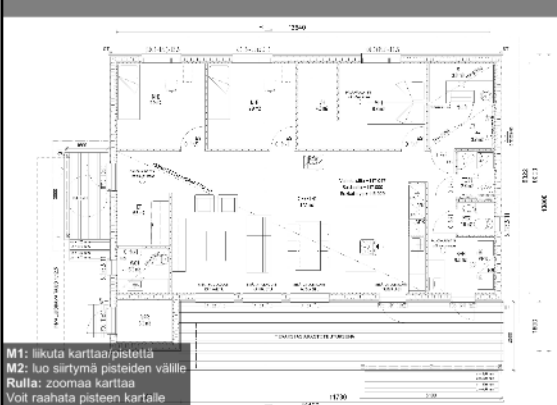
Ennen verkkosivua täytyi ohjelmoida editori, jolla luodaan virtuaalikierron. Editori perustuu pohjakuvaan, jonka päälle voidaan asettaa linkkejä 360-kuviin. Lisäksi 360-kuviin täytyy pystyä luomaan linkkejä seuraaviin 360-kuviin. Editori tehtiin Unityllä. Unity yhdistetään yleisesti peleihin, mutta sillä voidaan myös tuottaa hyötyohjelmistoja. Valitsin Unityn sen takia, että olen käyttänyt sitä niin paljon ja tiesin jo ennestään, että se sisältää editorin tekemiseen vaaditut työkalut.

Editorissa uusi virtuaalikierron (alue) luodaan asettamalla sille nimi ja halutut polut asetuskäytännöstä (kuva 1). Myös virtuaalikierron aloituspiste voidaan määrittää, joka on oletuksena ensimmäisen polun ensimmäinen 360-kuva. Polku tarkoittaa yhtä virtuaalikierron ala-aluetta, joka on kuvattu. Virtuaalikierron voidaan jaotella niin useaan polkuun kuin halutaan. Polut voidaan jaotella esimerkiksi tietyn alueen rakennuksiin, kerroksiin tai huoneisiin. Kaikkia virtuaalikierron ei välttämättä haluta jaotella ala-alueisiin, jolloin luodaan vain yksi polku. Asetuskäytännön voi palata myöhemmin muokkaamaan aluetta.

Lataa alue	Alueen asetukset	Kuvanäkymä	Layout-näkymä	Ala-alue 1 ✓ Ala-alue 2
Tyhjennä editori	Alueen nimi <input type="text" value="Testialue"/>			
Tallenna alue	Alueen polut <input type="text" value="Polun nimi täällä..."/> <input type="checkbox"/> Ala-alue 1 <input type="checkbox"/> Ala-alue 2			
	Ensimmäinen polku ja kuva <input type="text" value="Ala-alue 1"/> <input type="text" value="0"/>			
Lopeta sovellus	Alueen nimi: Testialue Valittu kuva:	Valittu polku: Ala-alue 2 Valittu piste:		

KUVA 1. Editorin asetuskäyttö näkymä täytettynä

Kun alueen runko on valmis, voidaan haluttua polkua alkaa muokkaamaan. Käyttäjä valitsee oikeasta reunasta polun, jota haluaa editoida. Ensimmäiseksi polkuun täytyy lisätä pohjakuva layoutnäkömön kautta, jotta 360-kuvien asettelu onnistuu (kuva 2). Polun pohjakuvan lisäyksen jälkeen siihen lisätään 360-kuvat kuvanäkymän kautta (kuva 3). Käyttäjä valitsee laitteeltaan kansion, jossa kuvat sijaitsevat. Sen jälkeen kuvat ilmestyvät editoriin listaksi. Listasta valitaan, halutaanko polkuun lisätä kaikki listan kuvat, vai yksi kuva. Tässä vaiheessa käyttäjä voi myös esikatsella 360-kuvia editorissa (kuva 3).

Valitse polun Layout-kuva	Alueen asetukset	Kuvanäkymä	Layout-näkymä	Ala-alue 1 Ala-alue 2
Lisäsiirtymä	Layout-näkymä ja kuvapisteeet			
Pohjakuvan Lisäsiirtymä				Polun valinta
Lopeta sovellus	Alueen nimi: Testialue Valittu kuva:	Valittu polku: Ala-alue 1 Valittu piste:		

KUVA 2. Editorin layoutnäkömön

Valitse kuvahakemisto	Alueen asetukset	Kuvanäkymä	Layout -näkyvä
Lisää kuva polkuun	Katsellaan kuvaa ja sen POI:ta		
Lisää kaikki listan kuvat polkuun			
Kuvahakemiston kuvat			
jaakon_raksa_25_11_18_0.jpg			
jaakon_raksa_25_11_18_1.jpg			
jaakon_raksa_25_11_18_2.jpg			
jaakon_raksa_25_11_18_3.jpg			
jaakon_raksa_25_11_18_4.jpg			
jaakon_raksa_25_11_18_5.jpg			
jaakon_raksa_25_11_18_6.jpg			
jaakon_raksa_25_11_18_7.jpg			
jaakon_raksa_25_11_18_8.jpg			
Lopeta sovellus	Alueen nimi: Testialue	Valittu polku: Ala-alue 1	
	Valittu kuva: jaakon_raksa_25_11_18_8.jpg	Valittu piste:	

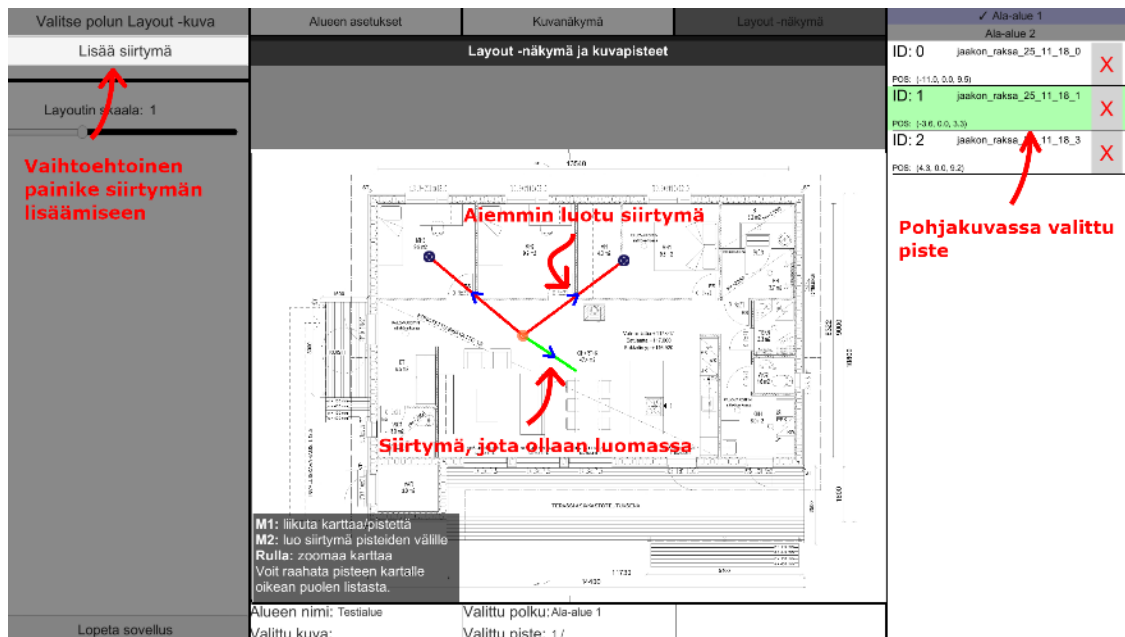
Ala-alue 1	
ID: 0	jaakon_raksa_25_11_18_0
POS: (959.0; 959.0; 959.0)	X
ID: 1	jaakon_raksa_25_11_18_1
POS: (959.0; 959.0; 959.0)	X
ID: 2	jaakon_raksa_25_11_18_3
POS: (959.0; 959.0; 959.0)	X

KUVA 3. Editorin kuvanäkymä

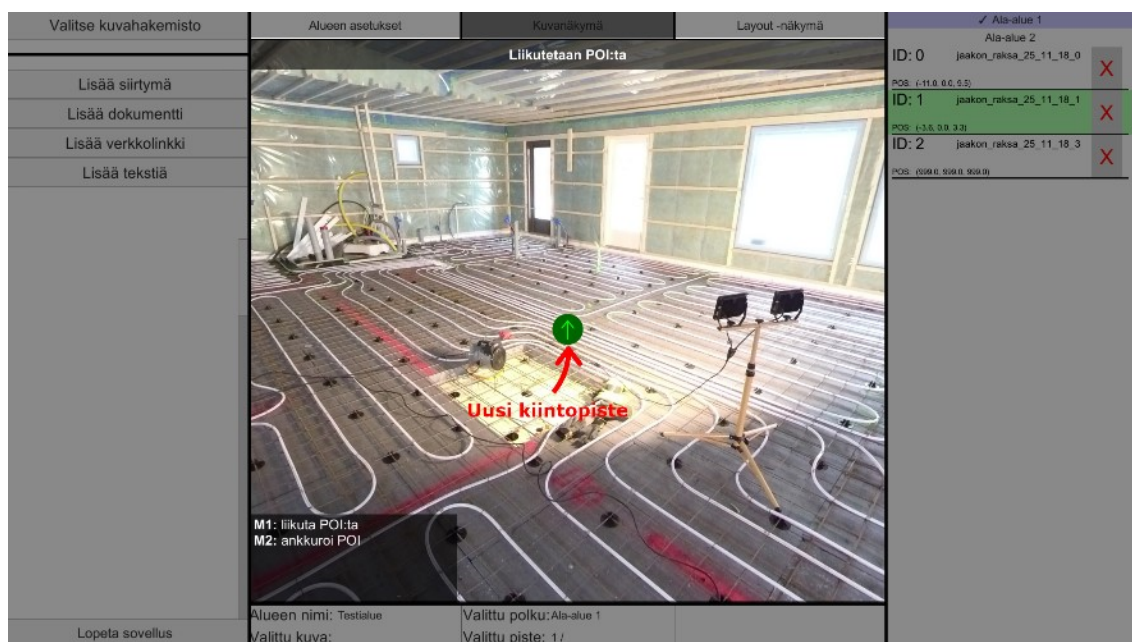
Kun editoitavan polun 360-kuvat on valittu, käyttäjä voi alkaa asettelemaan 360-kuvia pohjakuvaan. Tarvittaessa polun 360-kuvakirjasto voidaan myöhemmin muokata poistamalla tai lisäämällä siihen kuvia. 360-kuvien asettaminen pohjakuvaan tapahtuu layoutnäkyvän kautta. Editorin oikeassa laidassa on listattuna valittuun polkuun lisätyt 360-kuvat. 360-kuva lisätään pohjakuvaan raahaamalla haluttu kuva listasta pohjakuvan päälle. Pohjakuvaan ilmestyy piste, joka merkitsee siihen liitettyä 360-kuvaa (kuva 4). Pistettä voidaan myöhemmin liikuttaa tarpeen mukaan raahaamalla se pohjakuvan päällä haluttuun kohtaan.

Pisteiden välille voidaan luoda siirtymiä, jotka näkyvät 360-kuvassa nuolina. Siirtymän tarkoitus on mahdollistaa kuvasta toiseen siirtyminen ilman pohjakuva. Siirtymä voidaan lisätä kahdella tavalla. Helpoin tapa on klikata pohjakuvaan lisättyä pistettä hiiren kakkospainikkeella ja raahata kursori sen pisteen päälle, johon siirtymä halutaan luoda. Raahauksen aikana pohjakuvaan piirretään nuoli, joka visualisoi tulevaa siirtymää (kuva 4). Onnistuneen siirtymän luonnin jälkeen editori siirtyy automaattisesti kuvanäkymään siihen kuvaan, josta siirtymä tehtiin. Kuvan keskelle ilmestyy siihen asetettava klikattava kiintopiste. Käyttäjä voi siirtää pisteen haluamaansa kohtaan raahaamalla kuvaa hiiren ykköspainikkeella (kuva 5). Kun kiintopiste on asetettu oikeaan kohtaan käyttäjä painaa hiiren kak-

kospainiketta tallentaakseen kiintopisteen paikan. 360-kuva vaihtuu siihen kuvaan, johon siirtymä johtaa. Editorin käyttäjä asettaa rotaation, johon kamera asetetaan siirtymän jälkeen. Siirtymän jälkeinen rotaatio täytyy asettaa siten, että vaikuttaa kuin käyttäjä olisi kävellyt siirtymän lähtöpisteestä loppupisteeseen. Tämä mahdollistaa sen, että virtuaalikierroksen käyttäjä ei eksy helposti mahdollisesti tuntemattomassa kohteessa. Siirtymän jälkeinen rotaatio tallennetaan hiiren kakkospainikkeella. 360-kuva vaihtuu takaisin siihen kuvaan, josta siirtymä luotiin. Luotua kiintopistettä voidaan nyt siirtää tai siirtymän jälkeinen rotaatio asettaa uudelleen. Joissain tapauksissa siirtymää ei voida luoda pohjakuvan kautta, joten editorissa on mahdollisuus luoda siirtymä myös toisella tavalla. Tällaisia tilanteita on esimerkiksi sellaiset, joissa siirtymä halutaan luoda kahden polun välille tai 360-kuvaa ei jostain syystä haluta asettaa pohjakuvaan pisteeksi. Layoutnäkyvässä on painike ”Lisää siirtymä” (kuva 4), jota painamalla avautuu lomake. Lomakkeeseen kirjoitetaan aloituspisteen ja lopetuspisteen polun nimi sekä kuvan ID. Kuvan ID löytyy valitun polun 360-kuvalistasta. Kun lomakkeen tiedot on asetettu oikein editorin käyttäjä voi lisätä siirtymän. Tästä eteenpäin siirtymän lisääminen jatkuu samoin, kuin pohjakuvan kautta lisätyn siirtymän. Luotuja siirtymiä voidaan myöhemmin tarkastella myös layoutnäkyvässä klikkaamalla pohjakuvassa olevaa pistettä tai 360-kuvan tietoja valitun polun kuvalistasta. Pisteestä ympärille piirretty nuolet, jotka viittaavat kuvasta lähteviin siirtymiin (kuva 4). Sellaisia siirtymiä ei piirretä nuolin, jotka johtavat pisteeseen, jota ei ole kartalla tai piste on toisessa polussa.



KUVA 4. Layoutnäkyvä, kun editointi on alkanut



KUVA 5. Siirtymän asetuskäyttö

Valmis virtuaalikerros tallennetaan asetussivulta. Tallennustoiminto luo editorin käynnistyshakemiston alle oman kansion virtuaalikerrokselle. Kansioon tallennetaan poluittain alakansioihin kaikki kierroksessa käytetyt pohjakuvat, sekä 360-kuvat. Lisäksi kierroksesta luodaan tiedosto, joka sisältää virtuaalikerroksen polut, polkuun kuuluvat kuvat, kuvien paikat pohjakuvassa, kuvien siirtymät ja rotaatiot, sekä muuta metatietoa. Tieto on jäsennetty käyttäen JSON-formaattia. JSON (JavaScript Object Notation) on avoimen standardin dataformaatti, jolla

voidaan tallentaa ihmisen luettavassa muodossa dataobjekteja, jotka koostuvat ominaisuus-arvopareista, sekä listoista. Normaalin JSON-tiedoston voi siis avata missä tahansa tekstieditorissa ja sisällön lukea (kuva 6). JSON on yksi yleisimmistä dataformaateista back endin ja front endin välillä käytävässä keskustelussa (A Modern Reintroduction to AJAX, 2017). Editorin tuottaman kansio voidaan pakata zip-tiedostoon sellaisenaan ja lähettää back endille käsiteltäväksi. Back end luo lähetetystä alueesta front endissä katseltavan version.

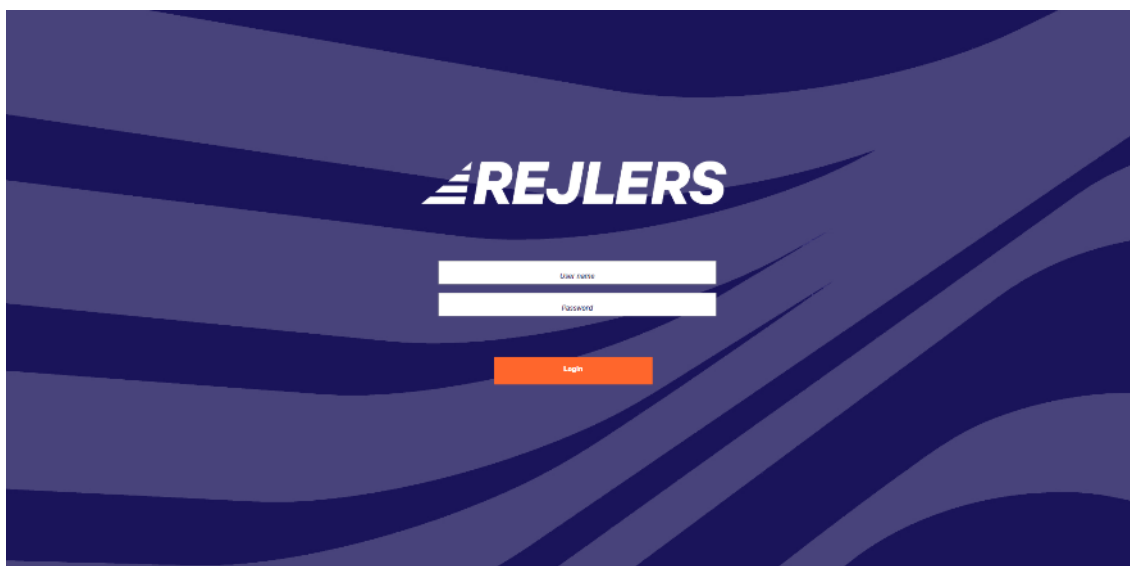
```
{
  "id": 1,
  "imgName": "jaakon_raksa_25_11_18_1",
  "imgPath": "/Assets/Textures/Skyboxes/Testialue/Ala-alue 1/",
  "isOfInterest": true,
  "hiddenFromMap": false,
  "position": {
    "x": -3.64481688,
    "y": 0.0,
    "z": 3.29898214
  },
  "name": "",
  "hideFlags": 0
},
```

KUVA 6. Ote editorin tuottamasta JSON-tiedostosta

3.2 Front end

HTML, CSS ja JavaScript ovat peruspilarit jokaisen verkkosivuston takana. HTML (HyperText Markup Language) toimii sivuston runkona ja on merkintäkieli. Merkintäkielellä tarkoitetaan sellaista kieltä, jota käytetään dokumentin tekstisisällön ympärillä antamaan lisäinformaatiota varsinaisesta tekstisisällöstä. HTML on avoimeen standardiin perustuva merkintäkieli. Verkkoselaimet lukevat HTML-dokumentin läpi ja tuottavat standardin mukaisen rakenteen tekstisisällön ympärille sen perusteella. CSS (Cascading Style Sheets) -dokumentit toimivat verkkoselaimen tyylioppaana. Selain käyttää CSS-dokumenteja ohjeena esimerkiksi tietyn HTML-dokumentin osan fontin väristä tai alueen taustakuvasta. JavaScriptillä web-sivulle voidaan lisätä dynaamista toiminnallisuutta. JavaScriptillä voidaan laajentaa jo olemassa olevia HTML-standardin määrittelemiä toimintoja tai luoda kokonaan uusia toiminnallisuuksia. JavaScriptillä voidaan myös muokata verkkoselaimen HTML-dokumentista luotua rakennetta lisäämällä, poistamalla tai muokkaamalla sen elementtejä.

Kuten aiemmin mainittu, niin minulla ei ollut ennen projektin aloittamista lainkaan kokemusta web-kehityksestä. Päätin kirjoittaa sovelluksen puhtaalla JavaScriptillä tyhjästä, sillä en tiennyt paremmasta ja ensimmäisellä versiolla oli kiire valmistua. Tekeminen alkoi kirjautumissivusta. Toimeksiantaja luovutti käyttöni heidän yleisen tyylioppaan ja grafiikkaa, jota he käyttävät markkinointimateriaaleissaan. Ensimmäisenä muodostui kirjautumissivun ulkoasu (kuva 7).

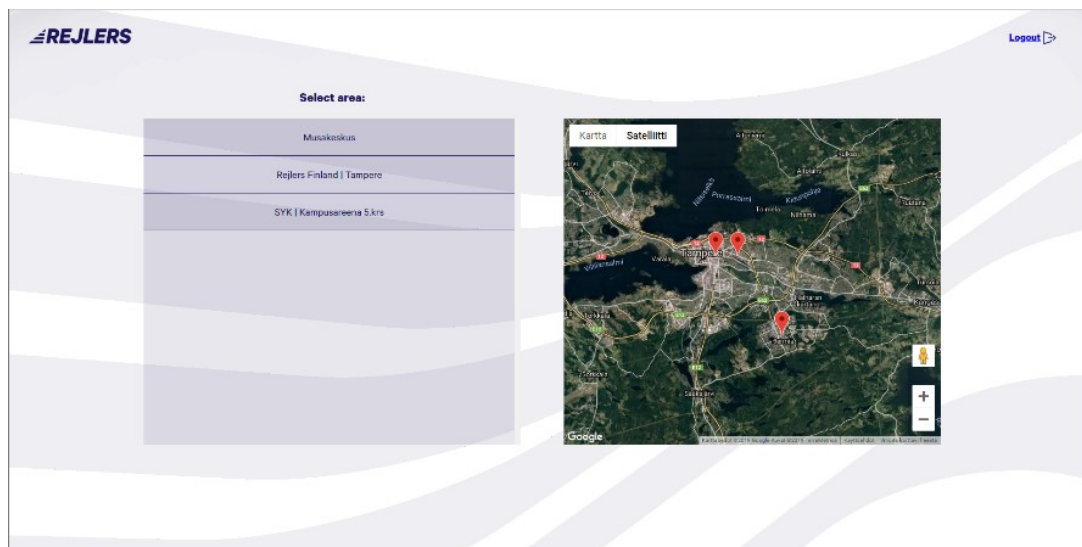


KUVA 7. Ensimmäinen kirjautumissivu

Kirjautumissivu ottaa vastaan käyttäjätunnuksen ja salasanan. Käyttäjän syöte luetaan tekstikentistä JavaScriptin avulla ja lähetetään back endille prosessoitavaksi. Tämän jälkeen kuunnellaan, mitä back end vastaa. Jos back end vastaa myöntävästi se lähettää front endille takaisin avaimen, jota front end käyttää jatkossa back endin kanssa keskustelemiseen. Jos kieltävästi, niin käyttäjälle annetaan ilmoitus virheellisestä käyttäjätunnuksesta tai salasanasta.

Yhdelle käyttäjätunnukselle voidaan asettaa yksi tai useampi virtuaalikerros (myöh. alue) katseltavaksi. Siispä kirjautumisen jälkeen käyttäjälle esitetään listattuna kaikki alueet, jotka hänelle on asetettu nähtäville. Alueenvalintasivu seuraa samaa teemaa, jota käytettiin kirjautumissivulla (kuva 8). Kaikki alueet haluttiin liittää niiden sijaintiin oikeassa maailmassa, joten valintasivulle lisättiin Google Maps -näkyvä. Google Maps on maailman suosituin karttapalvelu (Builtwith.com 2019). Google sallii heidän karttapalvelunsa käytön kolmannen osapuolen sovelluksissa ilmaiseksi tiettyyn sivulatausmäärään asti, jonka jälkeen jokaisesta alkavasta tuhannesta sivulatauksesta peritään maksu. Google antaa kuukausittain

jokaiselle laskutustilille 200:n Yhdysvaltain dollarin edestä ilmaista käyttöä Google Maps -palveluun. Ilmaisen käytön rajoissa voidaan tehdä 28000 Google Maps -kartan latausta tai 14000 Google Maps Street View -panoraamalatausta. Ilmaisen käytön loputtua Google perii 7,80\$ per tuhat karttalatausta ja 14.00\$ per tuhat panoraamalatausta. (Google, 2019.) Käyttäjät voi valita haluamansa alueen listalta tai kartalta. Listalta aluetta klikattaessa kartta siirtyy siihen paikkaan, missä alue oikeastikin sijaitsee. Kartalta klikattaessa listalta valitaan sitä vastaava alue.



KUVA 8. Alueenvalintasivu

360-kuvien näyttäminen verkkoselaimessa ei ole yksinkertainen ongelma, joten päätimme käyttää valmiiksi luotua ratkaisua 360-kuvien esittämiseen. 360-kuva on ennen projektiota vain tavallinen 2D-kuva (kuva 9). 360-kuva täytyy venyttää palloksi pisteen ympärille, jotta sen katselu on mahdollista. Vertailimme erilaisia ratkaisuita ja päädyimme käyttämään A-Framea. A-Frame on three.js 3D-kirjaston päälle rakennettu pelimoottori (A-Frame, 2019). Päätimme valita A-Framen siksi, että se toimii hyvin yhdessä puhtaan JavaScriptin kanssa ja se sisältää valmiit työkalut 360-kuvien näyttämiseen. Lisäksi A-Frame toimi sulavasti kaikissa testaamissamme mobiililaitteissa, kannettavissa ja pöytätietokoneissa. Huomasimme myös, että A-Frame mahdollistaa sovelluksen laajentamisen tulevaisuudessa paremmin, kuin muut puhtaasti 360-kuvien näyttämiseen luodut ratkaisut. A-Framessa luodusta yhdestä näkymästä käytetään nimitystä "scene". Scene on kaiken A-Frameen liittyvän toiminnallisuuden juuri (A-Frame, 2019). Päätimme siis kutsua virtuaalikerrosten näyttämiseen luotua sivua scenesivuksi



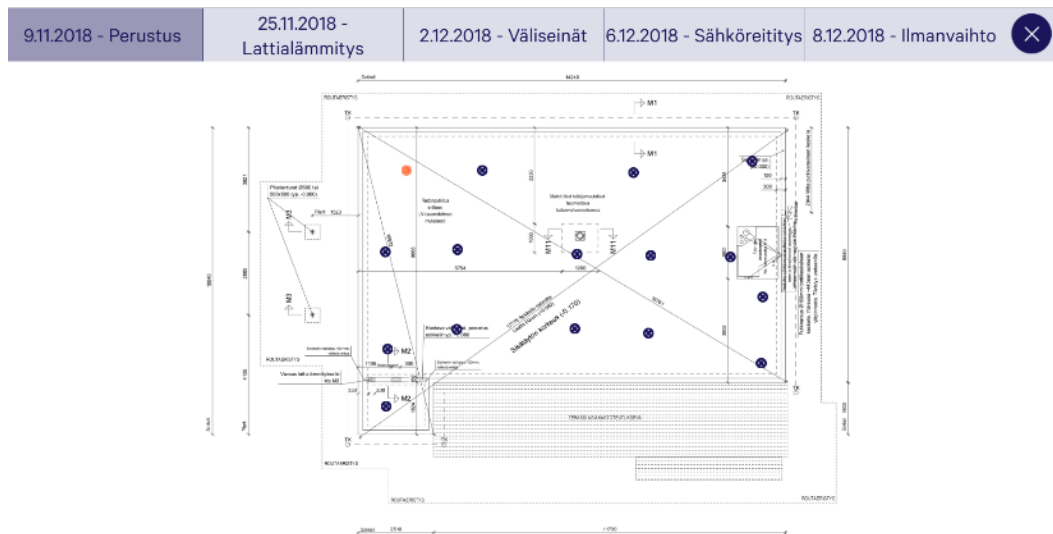
KUVA 9. 360-kuva ennen projektiota

Kun scenesivu avataan, se hakee alueenvalintasivulta valitun virtuaalikerroksen back endiltä. Back end vastaa JSON-tiedostolla, joka on luotu editorissa. JSON-tiedoston perusteella scenesivu tietää kaiken virtuaalikerrokseen liittyvän datan ja osaa avata editorissa valitun aloituskuva. Aloituskuva ladataan back endiltä ja syötetään A-Framelle, joka luo 360-kuvasta 360-näkymän. Kun aloituskuva on ladattu, scenesivu lähettää A-Framelle editorissa luodut siirtymät, jotka piirretään niille kohdille, joihin ne on editorissa asetettu (kuva 10). Jokainen siirtymä linkittyy tietoon siitä, mihin 360-kuvaan se johtaa ja mihin suuntaan kameran täytyy osoittaa siirtymän jälkeen. Siirtymää klikkaamalla 360-näkymä päivitetään näyttämään uusi 360-kuva ja sen siirtymät. A-Framen päälle piirretään itse tehty käyttöliittymä, jonka avulla kaikkea muuta toiminnallisuutta hallitaan. A-Frameen pyrittiin luomaan mahdollisimman vähän ohjelmistologiikkaa, jotta tarvittaessa A-Frame voidaan myöhemmin korvata jollain toisella 360-kuvien näyttämiseen sopivalla ratkaisulla.



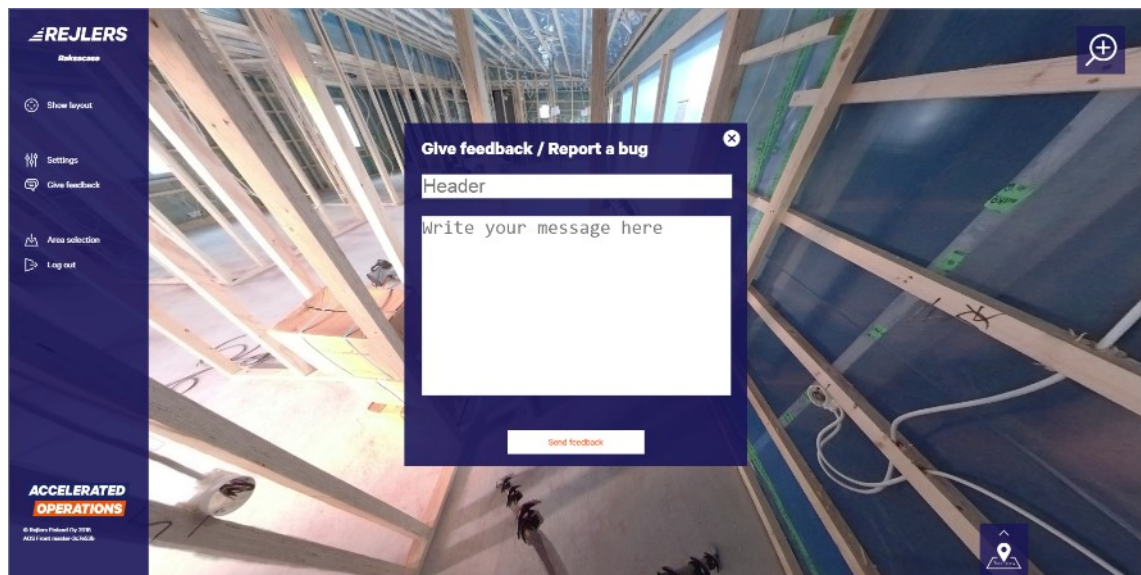
KUVA 10. Scenesivun 360-näkymä

Alueen pohjakuvat avataan joko sivuvalikosta, tai alareunan painikkeesta. Pohjakuvanäkymässä käyttäjä voi tarkastella kaikkia virtuaalikierrokseen liitettyjä kuvanottopisteitä ja avata tietyn 360-näkymän suoraan sen kautta (kuva 11). Pohjakuvanäkymä siirtyy avoinna olevan 360-näkymän polun kohdalle ja avoin 360-näkymä merkataan oranssilla pisteellä. Muut pisteet ovat sinisiä. Jos avattua 360-näkymää ei ole lisätty pohjakuvaan pisteeksi, värjätään sitä lähinnä oleva piste oranssiksi.



KUVA 11. Scenesivun pohjakuvanäkymä

Halusimme kannustaa käyttäjiä antamaan palautetta mahdollisimman paljon. Siksi palautekanavan käytölle tulisi olla mahdollisimman pieni kynnyks. Lisäsimme vasempaan valikkoon painikkeen, josta avautuu palautelomake (kuva 12). Palautelomakkeen avulla käyttäjä voi helposti lähettää lyhyen palautteen tai antaa bugiraportin. Palautelomakkeeseen sisältyy vain otsikko ja leipäteksti. Kun käyttäjä lähettää palautteen se toimitetaan scrumtiimille luettavaksi. Palautelomakkeen tekstien mukana tulee lisäksi muuta tietoa sovelluksen tilasta palautteenlähetyshetkellä.



KUVA 12. Palautelomake

4 SOVELLUKSEN JATKOKEHITYS

Ensimmäisen version valmistuttua lähdimme hakemaan pilottiprojekteja. Meillä oli jo valmiiksi mietittynä useita potentiaalisia ominaisuuksia, joita sovelluksemme voisi lisätä. Pilottiprojekteja haettiin kertomalla tuotteen sekä nykyisistä, että tulevista ominaisuuksista ja luomalla niiden avulla mielikuvia potentiaalisille asiakkaille. Yksi tärkeimmistä pilottiprojekteistamme oli eräs omakotitalon rakennusprojekti. Pääsimme kuvaamaan omakotitalon rakennusta lähes alusta alkaen, jolloin jokaisesta työvaiheesta jää virtuaalikierron katseltavaksi sovellukseen. Kuvauksien aikana saimme paljon ideoita asiakkaiden kanssa keskusteltaessa ja yleisimmät tai tärkeimmät ideat toteutettiin.

4.1 Kiintopisteet ja niiden luontityökalu

Jo ennen ensimmäistä versiota tiedossamme oli, että 360-kuviin täytyy pystyä lisäämään kiintopisteitä, joilla asiakkaalle voidaan tuottaa lisäarvoa, niin kuin digitaalisen mallin kuuluu. Haasteena oli ideoida mitä dataa kiintopisteisiin voi lisätä ja minkä tyyppiset kiintopisteet palvelevat mahdollisimman laajasti potentiaalisia käyttötarkoituksia. Asiakkaiden kanssa keskusteltaessa kartoitimme, millaiseen käyttöön 360-kuvista luotua digitaalista mallia voitaisiin käyttää ja mitä dataa sinne haluttaisiin 360-kuvien lisäksi. Päätimme, että toteutettavat kiintopistetyypit olivat tekstipiste, dokumenttipiste, kuvapiste ja linkityspiste. Tekstipisteeseen voidaan lisätä vapaamuotoista tekstiä, dokumenttipisteeseen liittää ladattava dokumentti, kuvapisteeseen 2D-kuva ja linkityspisteeseen verkkolinkki.

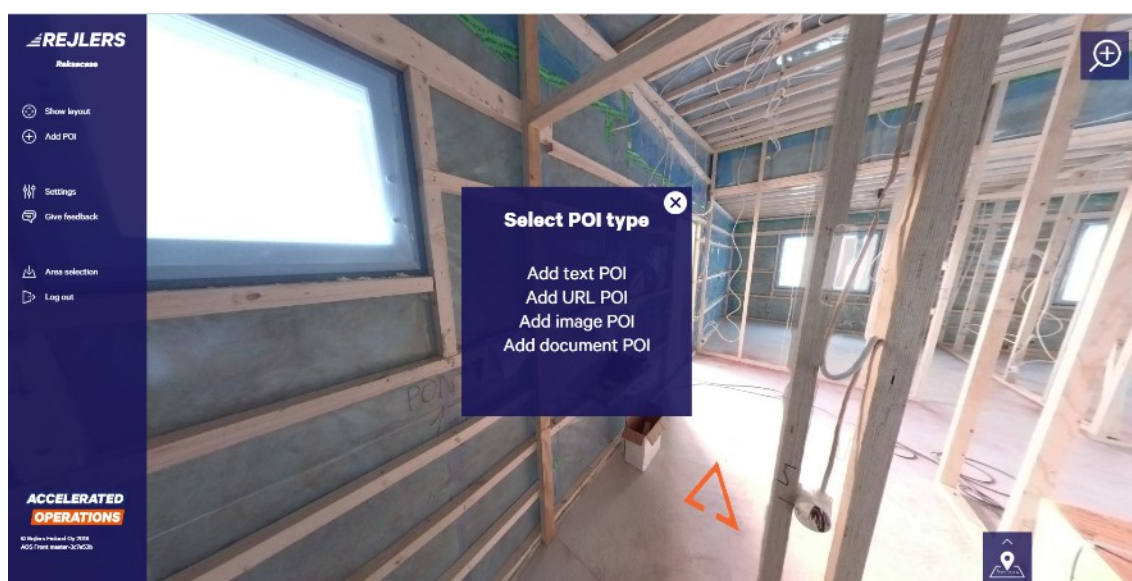
Tekstipisteellä asiakas voi korostaa kuvista kiinnostavia kohteita. Kolme yleisintä tarvetta, joihin tekstipisteen on tarkoitus vastata, olivat seuraavat:

- Tieto jonkun osan esimerkiksi palovaroittimen sijainnista
- Huomio esimerkiksi vaarallisesta laitteesta tai myrkyllisestä aineesta
- Viesti jollekin toiselle käyttäjälle

Dokumenttipisteeseen asiakas voi liittää esimerkiksi laitteiden käyttöohjeita tai teknisiä piirustuksia. Dokumenttipiste asetetaan tällöin laitteen kohdalle 360-ku-

vaan. Teknisestä näkökulmasta kuvapiste toimii samalla tavalla kuin dokumenttipiste, mutta merkityksellisesti sillä on eroa. Kuvapiste voi toimia 360-kuvien jatkeena tai tuoda lisää informaatiota ympäristöstä kuvien muodossa. Kuvapiste voidaan lisätä esimerkiksi sähkötaulusta, jos 360-kuvan tarkkuus ei riitä erottelemaan pientä tekstiä tai sähkötaulun ovi on ollut kiinni silloin, kun 360-kuvia on otettu. Linkityspisteen tarkoitus on palvella niitä tapauksia, kun tieto on saatavilla vain verkkolinkin takaa. Esimerkiksi joillain asiakkailta on käytössään oma dokumenttienhallintajärjestelmä, joihin dokumentit päivitetään. Tällöin käyttäjä voi liittää linkityspisteen avulla verkkolinkin heidän dokumenttienhallintajärjestelmänsä suoraan 360-kuvaan.

Kun 360-kuva, johon kiintopiste halutaan lisätä, on avattu, voi lisäysprosessin aloittaa. Kiintopiste lisätään vasemmasta valikosta. Käyttäjälle annetaan lista mahdollisista kiintopisteistä (kuva 13). Käyttäjä valitsee haluamansa kiintopistetyypin ja kiintopisteen lisäysnäkyvä avautuu (kuva 14). Riippuen kiintopistetyypistä käyttäjä voi syöttää pisteelle erilaisia tietoja. Kiintopistettä voi siirtää kuvassa raahaamalla 360-näkymää. Siirtämisen aikana kiintopiste pysyy näytön keskellä. Tallennettaessa kiintopistettä sen tiedot lähetetään back endille käsiteltäväksi ja back end lisää tiedot virtuaalikierrokseen. Kiintopisteiden tietojen tallentamiseen käytetään samaa tapaa kuin siirtymienkin. Siirtymät ja kiintopisteet on eroteltu tyypeittäin, jotta front end osaa käsitellä ne oikein.



KUVA 13. Kiintopisteen lisäysvalikko

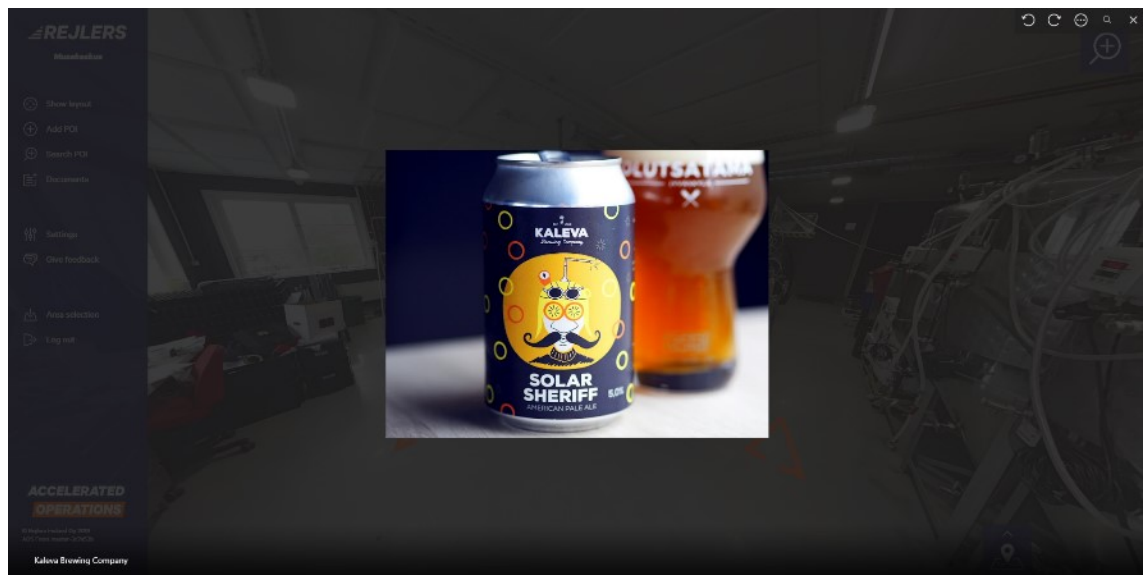


KUVA 14. Linkityspisteen lisäysnäköm

Lisätty kiintopiste näkyy kuvassa erillisenä ikonina. Jos ikonia klikkaa, avautuu pudotusvalikko, josta näkee kiintopisteelle annetut tiedot (kuva 15). Pudotusvalikko sisältää kiintopisteen nimen tai tekstin, painikkeen linkin tai dokumentin avaamiseksi, sekä editointipainikkeen. Editointipainikkeesta kiintopiste siirtyy editointitilaan ja editointinäköm aukeaa. Editointinäköm on sama kuin lisäysnäköm, mutta tiedot ovat esit



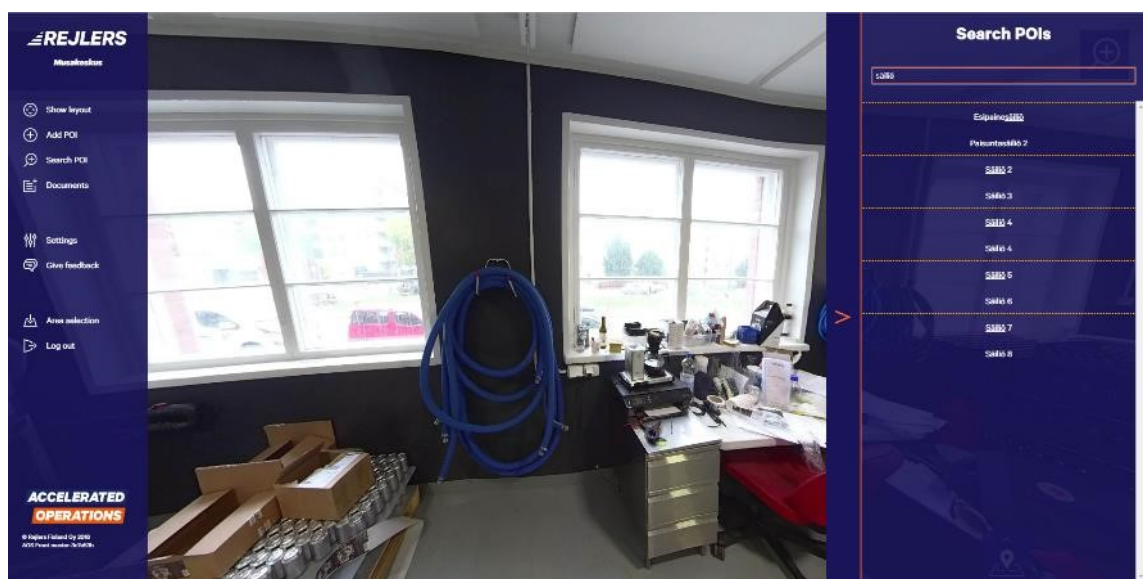
KUVA 15. Kiintopisteen pudotusvalikko, sekä kuvapisteen erilainen ikoni



KUVA 16. Kuvapisteestä avautuva näkymä

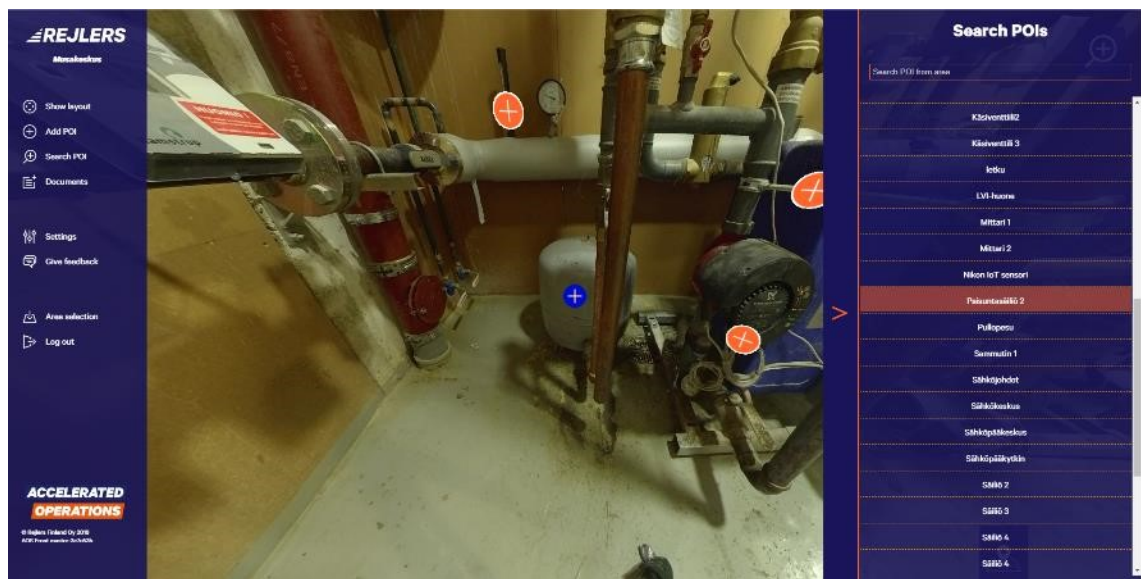
4.2 Kiintopisteiden listaus ja haku

Käyttäjälle olennaisen tiedon löytäminen on yksi tärkeimmistä asioista digitaalisessa mallissa. Alueen koon kasvaessa kiintopisteiden määrä lisääntyy huomattavasti, joten halutun tiedon löytämisestä tuli haaste hyvin nopeasti. Lisäksi käyttäjä, joka ei tunne aluetta etukäteen, ei tiedä mistä tiettyä kiintopistettä tulisi etsiä. Ratkaisuksi tähän ongelmaan sovellukseen lisättiin kiintopisteiden listaus ja haku. Käyttäjä saa listauksen alueen kaikista kiintopisteistä ja voi suodattaa listaa kiintopisteelle annetun nimen perusteella (kuva 17).



KUVA 17. Kiintopisteiden listausnäkymä suodatettuna hakusanalla "säiliö"

Kiintopisteiden listausnäkymän avaava painike lisättiin sekä vasemman reunan valikkoon, että omaksi painikkeekseen sovelluksen oikeaan yläreunaan. Listaus hakee alueen datamallista kaikki siihen lisätyt kiintopisteet ja linkittää rivit niihin. Käyttäjä voi paikantaa 360-kuvan, jossa kiintopiste sijaitsee klikkaamalla siihen viittaavaa riviä. 360-näkymässä kuva vaihtuu siihen, jossa kiintopiste on ja kamera kääntyy osoittamaan suoraan haettuun kiintopisteeseen. Joissain 360-kuvissa on lähellä useita kiintopisteitä, joten paikannettu kiintopiste värjätään korostavalla värillä (kuva 18).

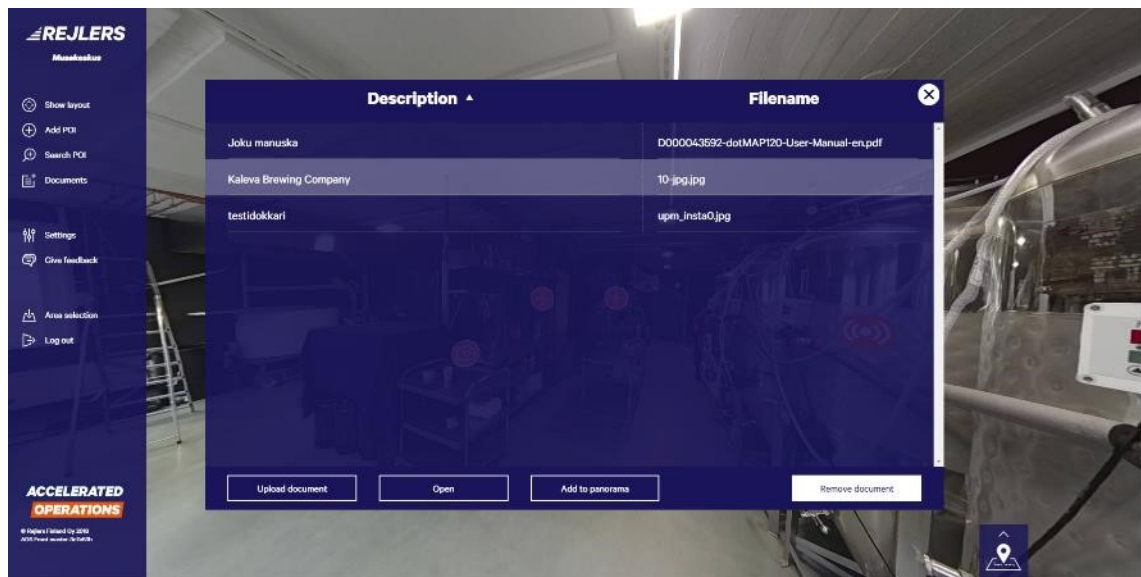


KUVA 18. Paikannettu kiintopiste

4.3 Dokumenttilistaus

Kehityksen aikana kävi ilmi, että joillakin asiakkailla oli tarve dokumenttienhallintaan liittyville ominaisuuksille. Joko asiakkaalla ei ollut keskitettyä dokumenttienhallintaa tai se oli keskitetty huonosti. Asiakkailla oli tarve saada tietyn projektin dokumentit keskitettyä yhteen paikkaan, josta ne löytyisivät helposti kaikille projektiin osallistuville käyttäjille. Päätimme luoda sovellukseen erillisen dokumenttilistauksen, joka laajentaa jo olemassa olevien dokumenttipisteiden toiminnallisuutta. Dokumenttilistauksen avulla käyttäjät voivat lisätä ja katsella alueeseen liittyviä dokumentteja ilman, että niitä on pakko liittää johonkin 360-kuvaan. Lisäksi dokumenttipisteiden lisäystä muokattiin siten, että ne luodaan dokumenttilistauksen kautta.

Dokumentit listataan oletuksena kuvauksen perusteella aakkosjärjestyksessä. Dokumenttilistaus voidaan järjestää joko kuvauksen, tai tiedostonimen perusteella aakkosjärjestykseen tai käänteiseen aakkosjärjestykseen klikkaamalla otsikoita. Otsikon viereen piirretään nuoli osoittamaan dokumenttien sen hetkistä järjestystä. Oletuksena dokumenttilistauksen alareunassa näkyy vain painike dokumentin lähetykselle. Kun käyttäjä valitsee listasta dokumentin, se voidaan joko avata suoraan, lisätä sen hetkiseen 360-kuvaan tai poistaa kokonaan (kuva 19). Jos dokumentti on lisätty kiintopisteeksi johonkin 360-kuvaan ennen poistoa, käyttäjälle ilmoitetaan, että dokumentin poistaminen ei onnistu ennen kuin siihen liittyvät kiintopisteet on poistettu.



KUVA 19. Dokumenttilistaus, jossa on valittuna dokumentti

4.4 Dataintegraatio

Toimeksiantaja kehitti tämän projektin kanssa samaan aikaan toista sovellusta eräälle asiakkaalle, joka toimi myös asiakkaana yhdessä pilottiprojekteista. Toisen sovelluksen yhtenä ydinkomponenteista oli lukea dataa asiakkaan IoT (Internet of Things) -järjestelmästä. Näimme sen mahdollisuutena luoda samanlaista toiminnallisuutta myös tähän sovellukseen. Loimme uuden piilotetun kiintopistetyypin dataintegraatioita varten, jota käytettiin vain tämän tietyn asiakkaan digitaalisessa mallissa.

Asiakkaan data luetaan heidän pilvestään sovelluksen back endille, joka käsittelee datan sellaiseen muotoon, että sitä voidaan käyttää sovelluksessa. Back endiin tehtiin testausta ja esittelyä varten toiminto, joka lähettää kutsuttaessa valheellista IoT-dataa niin kuin se olisi jostain toisesta järjestelmästä. Dataintegraatio-ominaisuuden lisääminen kuitenkin mahdollisti myös muiden asiakkaiden datan näyttämisen. Myöhemmin dataintegraatio tehtiinkin toisen asiakkaan kanssa.

Dataintegraatiopisteeseen tallennetaan tunnistetieto, jolla dataa voidaan noutaa asiakkaan järjestelmästä. Tämän tyyppisten kiintopisteiden lisäysmahdollisuutta ei luotu sovellukseen. Ominaisuutta ei saatu tämän opinnäytetyön puitteissa sellaiseen muotoon, että asiakas voisi luoda omia liityntöjä rajapintoihin, joten dataintegraatiopisteitä voi lisätä vain käyttäen kehitystiimin sisäisiä työkaluja. Data näkymä avautuu suoraan dataintegraatiopistettä klikkaamalla (kuva 20).



KUVA 20. Datanäkymä back endin tuottamalla valheellisella datalla

4.5 Google Analytics

Google Analytics on Googlen kehittämä työkalu, jolla voidaan seurata käyttäjän toimintaa verkkosivustolla. Google Analyticsin käyttö on ilmaista ja sen käyttöönotto oli helppo toteuttaa. Google Analytics otettiin käyttöön, koska halusimme tarkempaa tietoa siitä, mitä käyttäjät oikeasti tekevät sovelluksessa. Seurantatietoja

voidaan käyttää hyväksi sovelluksen kehittämisessä. Pystyimme esimerkiksi tarkastelemaan mitä ominaisuuksia käyttäjät hyödynsivät eniten ja miten paljon tiettyjä 360-kuvia on katseltu.

Google Analyticsin käyttö vaatii Google -tunnuksen. Sen jälkeen käyttäjätunnuksella kirjaututaan Google Analytics -palveluun, johon luodaan uusi verkkosivusto. Verkkosivustolla on sen jälkeen oma tunniste, joka liitetään sovelluksen koodiin. Tunnisteen perusteella Google Analytics tietää mihin verkkosivustoon data liitetään. Verkkosivustolle liitetään lisäksi lyhyt koodinpätkä, joka lataa Google Analytics -kirjaston Googlen palvelimelta. Oletuksena Google Analytics tallentaa vain perustiedot kävijästä sivulatauksen yhteydessä. Tällä tiedolla voidaan seurata sivulatausten määrää ja tiettyjä käyttäjän päätelaitteen ominaisuuksia.

Google Analytics mahdollistaa omien tapahtumien lähetyksen palveluun. Koodiin voidaan lisätä kutsuja Google Analyticsiin koskien erilaisia tapahtumia, jotka laukaistaan käyttäjän toimesta (Google, 2019). Lisäsimme koodiin kutsut seuraaville tapahtumille:

- 360-kuvan lataus
- Kiintopisteen klikkaus
- Dokumenttilistan avaus
- Kiintopistehaun käyttö
- Kiintopisteen muokkaus

Kiintopisteitä koskevissa tapahtumissa eroteltiin lisäksi kiintopisteen tyyppi.

Esimerkiksi erään kohteen tapahtumista (kuva 21) voidaan päätellä, että kuvaa on vaihdettu tarkastelujakson aikana 477 kertaa, kohde on avattu 51 kertaa ja kiintopisteitä avattu 24 kertaa. Tästä datasta voidaan tehdä johtopäätöksiä riippuen kohteen luonteesta. Tässä tapauksessa esimerkiksi kiintopisteiden vähäinen avausmäärä selittyy sillä, että kohde ei sisällä montaa kiintopistettä. Normaalisti kiintopisteitä avataan huomattavasti useammin, jolloin data kielisi esimerkiksi kiintopisteiden huonosta tietosisällöstä tai vaikeudesta löytää haluttu kiintopiste. Tämän perusteella voitaisiin tehdä kysely suoraan asiakkaalle ja koittaa löytää syy ongelmaan tai suoraan kehittää kiintopisteisiin liittyviä ominaisuuksia käyttäjätavallisemmaksi ja käyttöohjeita paremmaksi.

<input type="checkbox"/> Event Action [?]	Total Events [?] ↓	Unique Events [?]
	552	418
<input type="checkbox"/> 1. loadImage	477 (86.41%)	357 (85.41%)
<input type="checkbox"/> 2. loadCase	51 (9.24%)	42 (10.05%)
<input type="checkbox"/> 3. openPOI	24 (4.35%)	19 (4.55%)

KUVA 21. Erään kohteen tapahtumia.

5 TUOTOKSET

Opinnäytetyön tuloksena syntyi uusi tuote, jota toimeksiantaja myy ja haluaa kehittää eteenpäin. Oma osuuteni tuotteesta oli editorin ja front endin kehitys ja ohjelmointi alusta loppuun, sekä asiakkailta kerätyn palautteen analysointi yhdessä scrumtiimin kanssa. 360-kuville löytyi useita käyttökohteita eri teollisuudenaloilla ja asiakastarpeet ovat selkeitä. 360-kuvista voidaan pilottiprojektien perusteella tuottaa riittävä digitaalinen malli nopeammin ja halvemmalla, kuin perinteisillä menetelmillä.

5.1 Käyttökohteet

Sovelluskehityksen yhteydessä asiakkailta saatiin kerättyä paljon erilaisia ideoita käyttökohteista. Osa käyttökohteista tuli useammin esille kuin toiset. Käytimme tätä informaatiota hyödyksi sovelluksen kehittämisessä ja uusien ominaisuuksien ideoinnissa. Toimeksiantajan markkinointiosasto tuotti keräämämme informaation perusteella yhteenvedon markkinointitarkoituksiin (ks. Liite 4).

Turvallisuus

Sovellusta voidaan käyttää työturvallisuuden lisäämiseen. 360-kuvista voidaan tunnistaa vaaranpaikat ja riskitekijät ja merkata ne kuviin kiintopisteiksi. Turvallisuuskouluttajat voivat esitellä kohdetta sovelluksen avulla. Laitteisiin voidaan liittää turvaohjeita dokumenttipisteiden avulla. Sovellusta voidaan käyttää hätäsuunnitelmien valmisteluun.

Ylläpito

Sovellusta voidaan käyttää etätukena ylläpitohenkilöstölle. Laitteisiin voidaan liittää ylläpito-ohjeita ja -suunnitelmia dokumenttipisteiden avulla. Virhetilanteissa tietty laite voidaan paikantaa pohjakuvan ja kiintopistehaun avulla nopeasti. Eri laitosten ylläpitoratkaisuita voidaan vertailla nopeasti.

Suunnittelu

360-kuvista tuotettua digitaalista mallia voidaan käyttää as-built (kuin rakennettu) dokumentaationa rakentamis- ja muutostöiden yhteydessä tai työn jälkikäteistarkastuksissa. Mahdollistaa työn esisuunnittelun alihankkijoiden kanssa ilman, että heidän tarvitsee matkustaa kohteeseen paikan päälle.

Alihankinta

Kohdetta voidaan esitellä alihankkijoille, esimerkiksi siivousyhtiölle ilman kohteen kiertämistä fyysisesti. Sopimusneuvotteluissa ja tarjouspyynnöissä sovellusta voidaan käyttää visuaalisena tukena esimerkiksi materiaalikustannuksien laskennassa.

5.2 Asiakastarpeet

Teollisuuslaitokset ovat suuria ja ne ovat usein vanhoja. Laitoksista ei usein ole saatavilla digitaalista dokumentaatiota taikka as-built-piirrustuksia. 360-kuvista luotu digitaalinen malli on usein paras ratkaisu laitoksen digitalisoimisprosessin käynnistämiseksi. 360-kuvaus voidaan tuottaa halvemmin ja nopeammin kuin muut yleisesti saatavilla olevat ratkaisut. Digitaalinen malli kokoaa rakennuksesta saatavilla olevan dokumentaation yhteen paikkaan helposti löydettäväksi.

Teollisuuslaitosten kokeneemmalla henkilökunnalla on tietoa laitosten ylläpidosta, jota ei ole kirjattu minnekään. Henkilöllä voi olla kymmenien vuosien kokemus laitoksen jonkin osan ylläpidosta ja henkilön jäädessä eläkkeelle tai siirtyessä muualle töihin tämä kokemus katoaa samalla. Digitaalisen mallin avulla voidaan vastata tarpeeseen ja kerätä tätä tietoa eri laitteiden ylläpidosta ja yleisistä vikatilanteista. Siksi on tärkeää, että tiedon lisääminen malliin on mahdollisimman yksinkertaista ja nopeaa.

6 POHDINTA

Toimeksiantajan tavoitteena oli selvittää, että sopiiko 360-kuvista tuotettu virtuaalikerros digitaaliseksi malliksi tai sen esiasteeksi. Toimeksiantajan tavoitteet täytettiin ja toimeksiantaja oli tyytyväinen opinnäytetyön tuotoksiin. Selvityksen tuloksena toimeksiantajalle selvisi, että 360-kuvista voidaan luoda riittävän kattava malli nopeasti ja halvalla verrattuna muihin digitaalisen mallin luontiratkaisuihin. 360-kuvaus on nopea ja helppo tapa tuottaa asiakkaalle sellainen digitaalinen malli, johon voidaan kohdentaa tarkasti kiintopisteitä ja lisätä asiakkaalle lisäarvoa tuottavaa informaatiota.

Päätökseni käyttää puhdasta JavaScriptiä sovelluksen ohjelmoimiseen oli huono. Olisi pitänyt käyttää viikko lisää aikaa tutkimiseen ja paremman vaihtoehdon löytämiseen. Päätös olla käyttämättä mitään ohjelmistokehystä johti pikkuhiljaa siihen, että koodipohjasta tuli vaikeaselkoinen. Työtahti oli niin kova, että vanhaa ei juurikaan ehditty korjaamaan muuten, kuin bugien osalta. Uusia ominaisuuksia täytyi kehittää jatkuvasti ja vanhojen toteutuksien korjaamiseen ei täten jäänyt paljoa aikaa. Sovelluksen seuraavaan versioon koodipohja täytyy uudelleenkirjoittaa osittain, jotta koodi säilyy ymmärrettävänä ja helposti seurattavana.

Tulevaisuudessa sovelluskehitystä jatketaan seuraavalla versiolla. Scenesivusta luodaan täysin uusi versio käyttäen edellisestä versiosta opittuja asioita hyödyksi. Etusivu uudelleenkirjoitetaan käyttäen Reactia pohjana ja sen ulkoasu uudistetaan käyttöliittymäsuunnittelijan avulla. Uusia kehitysideoita pursuaa jatkuvasti ja niitä on enemmän kuin kehitystiimi ehtii toteuttamaan. Tarve on ilmennyt esimerkiksi tekstipisteiden ominaisuuksien laajentamiselle ja osittain hajauttamiselle erillisiksi ominaisuuksiksi.

Projektin toteuttaminen opetti todella paljon web-kehityksestä, 360-kuvaamisesta sekä asiakkaiden kanssa toimimisesta.

LÄHTEET

A-Frame. 2019. Scene. Luettu 18.3.2019. <https://aframe.io/docs/0.9.0/core/scene.html>

A-Frame. 2019. What is A-Frame? Luettu 18.3.2019. <https://aframe.io/docs/0.9.0/introduction/#what-is-a-frame>

Bibik, I. 2018. How to Kill the Scrum Monster: Quick Start to Agile Scrum Methodology and the Scrum Master Role. New York City: Apress

Builtwith.com. Mapping Usage Distribution in the Top 1 Million Sites. Luettu 25.3.2019. <https://trends.builtwith.com/mapping>

Chiarelli, A. 2018. Beginning React. Birmingham: Packt Publishing

Garmin.com. 2018. Garmin VIRB 360. Luettu 25.3.2019. <https://buy.garmin.com/FI/FI/p/562010>

Garmin.com. 2018. Garmin VIRB 360 Specs. Luettu 25.3.2019. <https://www8.garmin.com/automotive/pdfs/VIRB360-specs.pdf>

Gilchrist, A. 2016. Industry 4.0: The Industrial Internet of Things. New York City: Apress

Google. 2019. Event Measurement. Luettu 25.3.2019. <https://developers.google.com/analytics/devguides/collection/analyticsjs/events>

Google. 2019. Google Maps Pricing Sheet. Luettu 17.3.2019 <https://cloud.google.com/maps-platform/pricing/sheet/>

Hoiem, D. professori. 2010. Image Stitching. Luento. Computational Photography 19.10.2010. University of Illinois.

Insta360.com. 2019. Insta360 ONE X. Luettu 25.3.2019. <https://www.insta360.com/product/insta360-onex/>

Insta360.com. 2019. Insta360 Pro. Luettu 13.3.2019. <https://store.insta360.com/product/pro>

Javascript-coder.com. 2017. A Modern Reintroduction to AJAX. Luettu 15.3.2019. <http://javascript-coder.com/tutorials/re-introduction-to-ajax.phtml>

Jeskanen, L. 2011. Virtuaalikuvat oppilaitosten käytössä. Liiketalouden koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Leavitt, N. 2010. Will NoSQL databases live up to their promise? Computer 48 (2). 12-14

Microsoft. 2019. Extension API. Luettu 13.3.2019. <https://code.visualstudio.com/api>

Penttonen, P. 2013. Projektinhallinta ketterässä sovelluskehityksessä. Tietojenkäsittelytiede. Itä-Suomen yliopisto. Pro gradu -tutkielma

Piejko, P. 2015. Which types of devices have browsers? Luettu 13.3.2019. <https://deviceatlas.com/blog/which-devices-have-browsers>

Tikka, J. 2013. Ketterät kehitysmenetelmät sähköisen asiakirjajärjestelmän suunnittelussa. Informaatiotieteiden yksikkö. Tampereen yliopisto. Pro gradu –tutkielma.

LIITTEET

Liite 1. Insta360 ONE X vertailukuva automaattiasetuksilla 3 metrin etäisyydeltä



Liite 2. Garmin VIRB 360 vertailukuva automaattiasetuksilla 3 metrin etäisyydeltä



Liite 3. Insta360 Pro 8K vertailukuva automaattiasetuksilla 3 metrin etäisyydeltä



Liite 4. Osa Rejlers Accelerated Operations -markkinointimateriaalista

☰

Return to area selection

Log out

Documents

Add POI

Search POIs

Info

User guide

Licenses

Choose language

ACCELERATED OPERATIONS

Accelerate your business with Digital Twin

Accelerated Operations is the Digital Twin solution for optimizing maintenance, support, planning operations and personnel training with a 360° view of the facilities.

All necessary information is always updated and available through a mobile or desktop app. Built through pilot projects, Accelerated Operations can be scaled according to the customer's needs with it's Basic, Advanced and Pro versions.

Devices / Machinery / Processes / Energy Production / Buildings

Safety

Have safety instructions always at hand and make safety training and operation easier. The system enables recognizing risks and hazardous places.

Maintenance

Enable remote support through a monitor from any location. Maintenance workers can save time on-site through efficient device pinpointing.

Operations

Reduce meaningless work, as all information is available on-site. The system also speeds up decision making and reacting to alarms.

Planning


Reduce excessive plant visits and enable better subcontractor planning support. With photogrammetry and laser scanned models, you can measure and combine CAD models.

Contractors

Enable better background material for requests for quotation and negotiate remotely without the need to visit the location.

Management

Create different meters for specific plants and plant networks through data integration. Communicating development projects is easier with a visual model.



www.rejlers.fi

www.rejlersaccelerated.com