

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond

Kerttu Saadi 193839
Merili Tamm 193579

**Töölaudade broneerimise süsteemi prototüübi
analüüs ja arendamine lähtudes
kasutajamugavusest ja -kogemusest Eesti
Energia AS näitel**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Tarvo Treier,
MSc.

Tallinn 2022

Autorideklaratsioon

Kinnitame, et oleme koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autorid: Kerttu Saadi, Merili Tamm

18.05.2022

Annotatsioon

Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli olemasoleva töölaudade broneerimise süsteemi prototüübi kasutajaliidese hindamine ja vastavalt sellele parema lahenduse leidmine. Eesmärgi saavutamiseni aitas jõuda kolme alameesmärgi täitmine. Nendeks olid kasutajatestimise läbiviimine, erinevate broneerimisega seotud tegevuste ja valmislahenduste kohta uurimine ning nii kasutajatestimisest kui ka alternatiivide analüüsist saadud tulemuste analüüsimine. Analüüsi põhjal pakuti välja uued nõuded olemasoleva prototüübi parendamiseks.

Eesmärkide seadmisel lähtusid autorid broneerimissüsteemi kasutajasõbralikkusest ja mugavusest. Olemasoleva prototüübi kaudu laua broneerimiseks tuli kasutajal teha ebavajalikult palju toiminguid, mida tegelikult on võimalik automatiseerida. Lisaks sellele oli prototüüp reaalse kasutajate poolt testimata, mistõttu puudus autoritel tagasiside süsteemi töökindluse ja vajaduse kohta.

Lõputöö käigus testiti, analüüsiti ja parendati nii varasemalt loodud kasutajaliidest kui ka Microsoft Outlooki kalenderrakenduse kasutamist. Lisaks uuriti olemasolevaid valmislahendusi töölaudade broneerimiseks ning alternatiive kasutatavatele seadmetele, broneeringute tegemise ja kinnitamise võimalustele.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 54 leheküljel, 9 peatükki, 14 joonist, 3 tabelit.

Abstract

Desk Booking System Prototype Analysis and Development based on User Comfort and User Experience on the Example of Eesti Energia AS

The aim of this project was to evaluate a desk booking system prototype and based on the evaluation, find a better solution. The initial prototype was developed for Eesti Energia AS by a team of students during the 2021 autumn semester as part of a team project. In addition the sub-objectives were to conduct an usertesting and research about different booking systems that are available on the market, both ready-made solutions and separate parts of these systems, such as for booking or confirming assets. Based on the reseach and usertesting, authors analysed the results and proposed new requirements to improve the existing prototype.

The objectives were based on improving the existing prototype's user comfort and user experience. To reserve a desk through the existing prototype, the user had to perform an unnecessarily large number of tasks that could actually be automated. In addition, the prototype had not been tested by real users, so the authors had no feedback on the reliability and necessity of the system.

The first step regarding developing the prototype was changing the logic of where all the data about users and assets was stored. The authors replaced the previous Postgres database system and integrated the frontend with Azure Active Directory. This way all the data was now stored in the cloud and users were able to reserve desks via their Microsoft Outlook calendar. Next step was to prepare and conduct usertests, to see how the developed prototype and MS Outlook works for reserving desks. Last but not least, the authors researched about thirteen different alternatives for booking assets, which helped to get a better overview of the main functionalities and structure of booking systems. In addition the authors analysed the pros and cons of different alternatives. Based on the previous steps, the authors proposed and made changes to the prototype.

The thesis is in estonian and contains 54 pages of text, 9 chapters, 14 figures, 3 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

Active directory	kataloogiteenus
API	<i>Application Programming Interface</i> ehk rakendusliides
Apple Pay	Mobiilimakse ja digitaalse rahakoti teenus nii iOS-rakendustes kui ka veebis
AS	Aktsiaselts
Azure AD	Azure Active Directory
Backend	Rakenduse loogika ja andmete salvestamine
Backlog	Suurema strateegilise plaani toetamiseks vajalike ülesannete kogu
Ca	<i>Circa</i> ehk umbes
Check-In	<i>Online</i> registreerimise teenus
CLI	<i>Command-line interface</i> ehk käsurea liides
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i> ehk veebilehe küljendamise märgistuskeel
(Draft) Pull request	Liitmistaotlus on sündmus, mis toimub tarkvaraarenduses, kui kaasautor on valmis alustama uute koodimuudatuste ühendamist peamise projektihooldlaga
DWG	Binaarfaili formaat, mida kasutatakse kahe- ja kolmemõõtmeliste kujundusandmete ja metaandmete salvestamiseks
EE	Eesti Energia
E-ink	<i>Electronic ink</i> ehk elektrooniline tint
Framework	Raamistik
Frontend	Graafiline kasutajaliides
GitHub Actions	Tarkvaraarenduse töövoogu automatiseerimine, kohandamine ja teostamine repositooriumis
HTML	<i>HyperText Markup Language</i> ehk hüpertexti märgistuskeel
TalTech	Tallinna Tehnikaülikool
IT	Infotehnoloogia
TO-DO	<i>To-do list</i> ehk nimekiri asjadest, mis on vaja ära teha
IoT	<i>Internet of Things</i> ehk nutistu, mis on interneti kaudu seotud asjade võrk

JSON	<i>JavaScript Object Notation</i> on lihtsustatud andmevahetusvorming, mis põhineb <i>JavaScript</i> 'i programmeerimiskeele alamhulgal
Library	Eelkirjutatud koodikogumid ülesannete optimeerimiseks
Master ticket	Põhipilet projektitahvlil, mille alla kuuluvad väiksemad ülesanded, et arendustööd paremini korraldada
MS	Microsoft
MSAL	Microsoft Authentication Library ehk raamistik, mis võimaldab autentida kasutajaid ja võimaldab turvalist ligipääsu rakendusliidesele
MQTT	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i> ehk avaldamise-tellimise protokoll
NFC	<i>Near Field Communication</i> ehk lähiväljaside
QR-kood	<i>Quick response code</i> ehk ruutkood on kodeeritud kahemõõtmeline maatrikskood
REST	<i>Representational State Transfer</i> ehk tarkvaraarhitektuuri laad, mis seab veebirakenduse loomisele kindlad piirid
SaaS	<i>Software as a Service</i> ehk tarkvara kui teenus
Scrum Master	Agiilse arendusmeeskonna juhendaja
SDK	<i>Software Development Kit</i> ehk tarkvaraarenduskomplekt
Stand-up	<i>Stand-up</i> ehk püstijalakoosolek
SyncSign	Nutika kontori lahenduste tarnija
UI	<i>User Interface</i> ehk kasutajaliides
URL	<i>Uniform Resource Locator</i> ehk üldine infoallika asukohamääraja
USB	<i>Universal Serial Bus</i> ehk universaalne jadasiin
UX	<i>User Experience</i> ehk kasutajakogemus

Sisukord

1 Sissejuhatus	11
1.1 Probleem	11
1.2 Eesmärgid	12
1.3 Töö struktuur	12
2 Metoodika	14
2.1 Objekti ülevaade	14
2.2 Tööriistad	16
2.3 Tööprotsessi kirjeldus	18
2.3.1 Tarkavara arendamise metoodika	18
2.3.2 Arendusprotsessi tsükkel	20
2.3.3 Koodi ülevaatuse ja kinnitamise protsess	20
2.3.4 Tiimitöö kogemus ja töövoog	21
3 Olemasoleva prototüübi hinnang ja nõuded	23
3.1 Olemasoleva prototüübi hinnang	23
3.2 Nõuded	24
4 Kasutajatestimine	26
4.1 Kasutajatestide planeerimine ja läbiviimine	26
4.2 Peamised tulemused Outlooki kaudu kasutajatestimisest	27
4.3 Peamised tulemused veebilehe mobiiliversiooni kaudu kasutajatestimisest	30
4.4 Nõuded kasutajatestimisest	33
5 Alternatiivide analüüs	36
5.1 Broneeringute tegemise alternatiivid	36
5.1.1 Outlook Calendar vs Google Calendar	36
5.1.2 Autorite loodud veebirakendus	37
5.2 Broneeringute kinnitamise alternatiivid	38
5.2.1 QR-kood	38
5.2.2 Uksekaart/kiip	39
5.2.3 NFC	40
5.2.4 Mobiilne <i>check-in</i>	40

5.3 Seadmete alternatiivid	40
5.3.1 Busylight.....	41
5.3.2 E-ink ekraanid.....	41
5.3.3 Puutetundlikud ekraanid	42
5.4 Olemasolevad valmislahendused.....	43
5.4.1 Iotspot	43
5.4.2 Inspace	44
5.4.3 Fischer&Kern	45
5.5 Uued nõuded alternatiivide analüüsist.....	46
6 Kasutajaliidese edasiarendus	48
6.1 Azure Active Directory	49
6.2 Kasutajate autentimine	50
6.3 Kasutajaliidese integratsioon GraphAPIga.....	50
6.4 Ngrok.....	50
6.5 Korruseplaanid.....	51
6.6 Ülevaade kasutajaliidese nõuete täitmisest.....	52
7 Tööprotsessi kokkuvõte	56
7.1 Tugevused ja nõrkused arendusprotsessis	56
7.1.1 Tugevused.....	56
7.1.2 Nõrkused.....	57
7.2 Ettepanekud tulevikuks.....	58
7.3 Meeskonnaliikmete töö hinnang.....	59
8 Ajalogid	61
9 Kokkuvõte	65
Kasutatud kirjandus	66
Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	68
Lisa 2 – Kerttu Saadi eneseanalüüs	69
Lisa 3 – Merili Tamme eneseanalüüs	72
Lisa 4 – Kasutajatestimise stsenaariumite näide	75
Lisa 5 – Kasutajatestimise intervjuu küsimused.....	77
Lisa 6 – Juhend QR-koodiga laua reserveerimiseks.....	79

Jooniste loetelu

Joonis 1. Kasutajaliides 2021. aasta oktoobris.	15
Joonis 2. Kasutajaliides 2021. aasta novembris.	16
Joonis 3. Kasutajaliidese laua reserveerimise vaade 2021. aasta novembris.	16
Joonis 4. Taavi kasutajateekond.	28
Joonis 5. Maarja kasutajateekond.	29
Joonis 6. Mai-Liisi kasutajateekond.	30
Joonis 7. Kennethi kasutajateekond.	32
Joonis 8. Aleksandra kasutajateekond.	33
Joonis 9. Meeskonnaprojekti arhitektuuri joonis.	48
Joonis 10. Kasutajaliidese laua reserveerimise vaade 2022. aasta jaanuaris.	49
Joonis 11. Laua asukoha kuvamine korruseplaanil MS Bing otsingumootoris.	52
Joonis 12. Mobiiliversiooni sisselogimise vaade 2022. aasta mais.	54
Joonis 13. Mobiiliversiooni laua reserveerimise vaade 2022. aasta mais.	54
Joonis 14. Mobiiliversiooni reserveeringu õnnestumise vaade 2022. aasta mais.	55

Tabelite loetelu

Tabel 1. Outlook Calendar ja Google Calendari võrdlustabel.....	37
Tabel 2. Kerttu Saadi nädalalogid.	61
Tabel 3. Merili Tamme nädalalogid.	63

1 Sissejuhatus

Iga tarkvaraarenduse projekti juures on lõppkasutaja jaoks rakenduse kõige olulisemaks osaks kasutajaliides ja sellest tulenev kasutajakogemus. Kasutajaliidese disain ei ole vaid silmailu tekitamiseks, vaid hõlmab ka kasutaja vajadustest, teekonnast ning kasutusjuhtudest arusaamist. Rakenduse kujundus peab olema arusaadav ja intuitiivne, kõige olulisem sisu peaks olema nähtaval kohal ning soovitud tegevused võimalikult väheste klikkide arvuga saavutatavad. Kuna ühiskonnas on inimeste ümber järjest enam informatsiooni üleküllust, siis on kasutajaliidese puhul soovitatav hoida disain võimalikult minimalistlikuna. Mida vähem teavet vaates esitada, seda suurema tõenäosusega on inimene terve rakenduse kasutamise vältel fokusseeritud [1].

Käesolev lõputöö keskendub kasutajamugavuse ja -kogemuse uurimisele ning analüüsimisele, samuti olemasoleva prototüübi edasi arendamisele. Autorite eesmärk on arendada edasi kasutajaliidest töölaudade broneerimiseks, lisaks võimaldada töölaudu broneerida läbi meilirakenduse ning analüüsida erinevaid alternatiive, lähtudes broneerimisega seotud tegevustest nagu broneeringu loomine ja kinnitamine.

1.1 Probleem

Lähtudes eelnevalt väljatoodud hea kasutajaliidese disaini omadustest, on olemasoleva töölaudade broneerimise süsteemi prototüübi kasutajaliidesel mitmeid probleeme. Üheks probleemiks on ebavajalikult suur informatsiooni hulk veebilehel, millest osa, nagu laudade nimekiri, ei ole kasutajal vaja näha. Teisena võib välja tuua broneeringute tegemise keerukuse, sest kasutajal on laua broneerimiseks vaja täita neli välja, kuid tegelikult oleks võimalik kõikide väljade täitmine automatiseerida. Kolmandaks ei ole hetkel arendatud kasutajaliides mobiilisõbralik, kuid peamine broneerimine hakkab toimuma just läbi mobiili. Neljandaks ning kõige suuremaks probleemiks on autorite arvates asjaolu, et süsteemi prototüüp on reaalsete kasutajate poolt testimata ning puudub tagasiside, mis toimib süsteemis hästi ja mis halvasti.

1.2 Eesmärgid

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on olemasoleva kasutajaliidese hindamine ja vastavalt sellele parema lahenduse leidmine. Tööprotsess on jaotatud väiksemateks alameesmärkideks, mis toetavad lõppeesmärgi saavutamist.

Alameesmärkideks, mis aitavad lõppeesmärki saavutada, on:

- Viia läbi olemasoleva prototüübi ning Outlooki meilirakenduse kaudu kasutajatestimine ning saadud tulemusi analüüsida.
- Uurida ning anda ülevaade turul olevatest broneerimissüsteemide valmislahendustest, alternatiivsetest rakendustest broneeringute loomiseks, võimalustest broneeringute kinnitamiseks ja ka erinevatest seadmetest, mille põhjal pakkuda välja nõuded olemasoleva prototüübi parendamiseks.
- Alternatiivide analüüsist ja kasutajatestimise tulemustest lähtuvalt parendada olemasolevat broneerimissüsteemi kasutajaliidest.

1.3 Töö struktuur

Käesolev lõputöö dokument on jaotatud üheksaks osaks. Esimene osa on sissejuhatus, mis annab lühikese ülevaate lõputöö projektist, probleemist, mis lahendatakse ja eesmärkidest, mida saavutada soovitakse. Teine osa on meetodika, mis annab ülevaate meeskonnaprojekti aine raames valminud prototüübist, kirjeldab projekti tegemiseks kasutatavaid tööriistu ja arendusprotsessi. Kolmandas osas antakse hinnang olemasolevale prototüübile ning kirjeldatakse edasise projekti nõudeid. Neljas osa sisaldab kasutajatestimise läbiviimise protsessi ja tulemusi, samuti esitatakse seal kasutajatestimiste käigus tekkinud uued funktsionaalsed nõuded. Viies osa on alternatiivide analüüs, mis keskendub erinevate broneerimisega seotud tegevuste, seadmete ja valmislahenduste süvitsi uurimisele, lisaks kirjeldatakse analüüsist tulenevaid uusi nõudeid. Kuues osa on kasutajaliidese edasiarendus, mis kirjeldab lõputöö raames tehtud muudatusi kasutajaliidese ja ressursside ning kasutajate haldamise loogikas, samuti antakse seal hinnang nõuete täitmisele. Seitsmendas osas on lahti kirjutatud tiimiliikmete tööprotsess, välja toodud tugevused ja nõrkused lõputöö tegemise perioodi vältel, hinnang tiimiliikmete panusele ja samuti esitatakse ettepanekuid tulevikus

antud prototüübi edasiarendamiseks. Kaheksas osa on ajalogid, kus on esitatud tehtud tööde logi. Üheksas osa võtab kokku kogu lõputöö projekti. Lisa 2 ja lisa 3 all on lahti kirjutatud iga tiimiliikme panus antud projekti ning eneseanalüüs isiklikest väljakutsetest, tugevustest ning nõrkustest.

2 Metoodika

Järgnevalt antakse ülevaade objektist, mis valmis meeskonnaprojekti ja lõputöö raames. Lisaks tuuakse välja kasutatud tööriistad ning kirjeldatakse kogu tööprotsessi.

2.1 Objekti ülevaade

Eesti Energia Aktsiaselts pakkus 2021. aasta meeskonnaprojekti aine raames välja projekti, milleks oli töölaudade broneerimise süsteemi prototüübi arendamine. Projektiga alustas kuueliikmeline meeskond täiesti nullist. Antud lõputöö projekt on valminud kahes osas, meeskonnaprojekti aine raames ja bakalaureusetöona.

Projekti esimeses osas toimus prototüübi esialgse versiooni loomine. Prototüüp jagunes neljaks osaks:

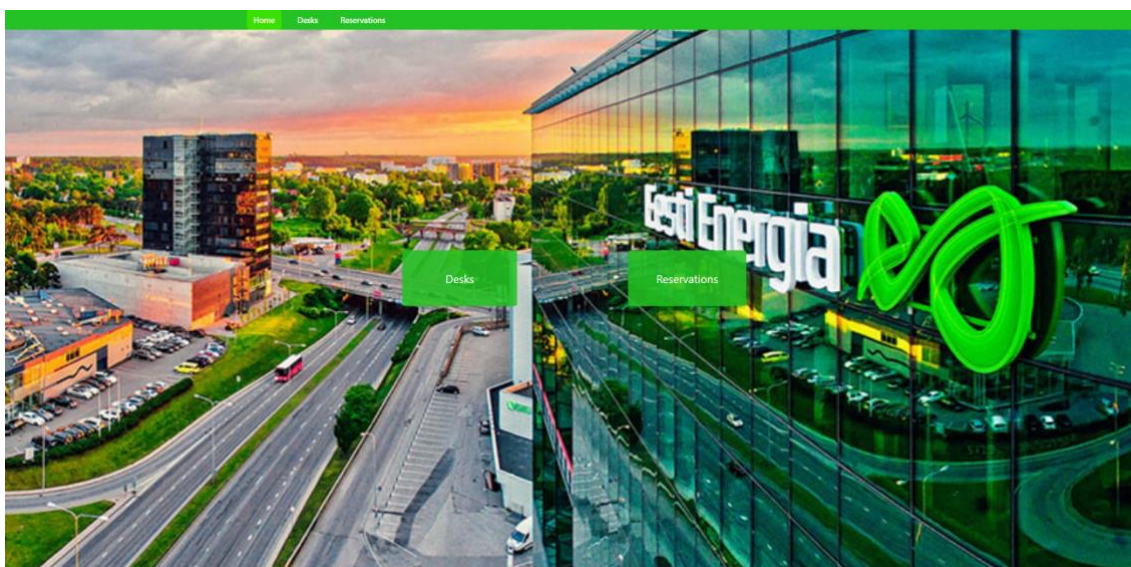
1. *Frontend*'iks, mille kaudu on kasutajal võimalik laudu broneerida.
2. *Backend*'iks, mis suhtleb nii andmebaasiga kui ka edastab andmed kasutajaliidesele ja kasutajaliidestest saadud andmed andmebaasi. Lisaks sellele on *backend* ühendatud hubiga, mis võimaldab luua sõnumivahetuskeskkonna, et reserveeringutega seotud informatsioon jõuaks õigel ajal E-ink (*electronic ink*) ekraanidele.
3. Andmebaasisüsteemiks, mis hoiustab andmeid kasutajate, laudade ja reserveeringute kohta.
4. Hub projektiks, mis korraldab suhtluse riistvaraga ehk E-ink ekraanidega. Hub on ühendatud lokaalse alavõrguga ja lisaks sellele loob võrgu, mis ühendab omakorda kõiki ekraane. Sõnumivahetus *backend*'i ja ekraanide vahel toimub MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) kaudu.

Meeskonnaprojekti aine raames valmis töötav prototüüp, mille kaudu oli kasutajal võimalik laudu broneerida. Andmebaasi oli loodud neli lauda, mida kasutajal oli võimalik broneerida. Selleks tuli kasutajal minna meeskonna loodud veebirakendusse, kus asus

reserveerimise vorm. Kasutaja pidi sisestama enda nime, valima rippmenüüst sobiva laua, valima algus- ja lõpukuupäeva ning vajutama „create“ nupule. *Backend*'is toimus ka kontroll, et loodud reserveering vastaks kõigile ärireeglitele, kui see nii oli, sai kasutaja reserveeringu loomist kinnitava sõnumi, kui aga mitte, siis andis rakendus tagasisidet, miks antud reserveeringu loomine läbi ei läinud.

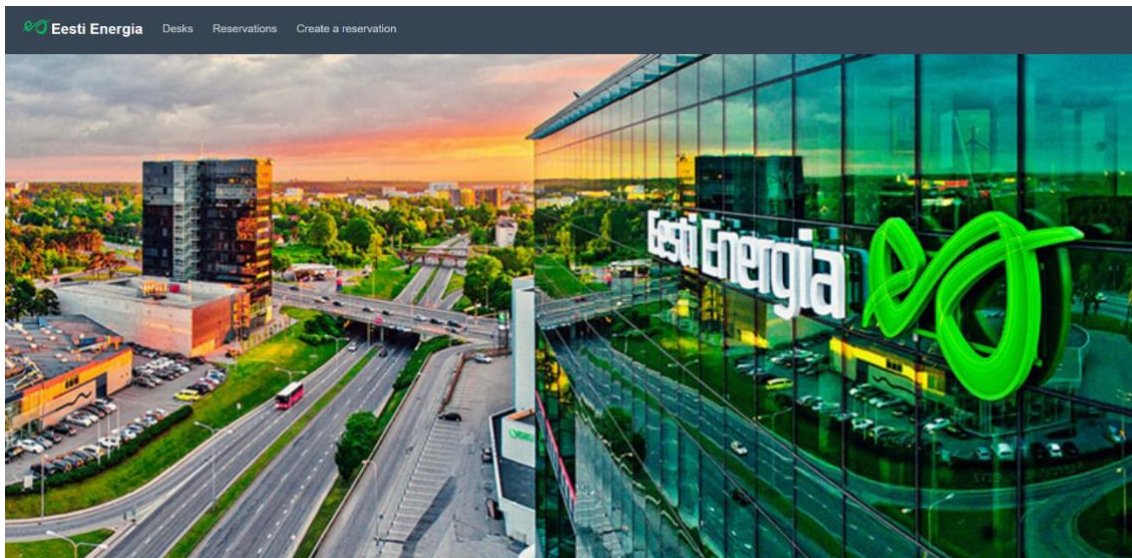
Järgnevalt on välja toodud meeskonnaprojekti raames loodud kasutajaliidese väljanägemine erinevates etappides sügissemestri jooksul:

Joonis 1 kujutab esialgset kasutajaliidest 2021. aasta oktoobris. Kasutajaliidese disainimisel ei ole kasutatud Eesti Energia UX (*User Experience*) raamistikku.



Joonis 1. Kasutajaliides 2021. aasta oktoobris.

Joonis 2 kujutab kasutajaliidest 2021. aasta novembris. Autorid võtsid kasutusele Eesti Energia UX raamistiku. Navigatsiooniriba ja Eesti Energia logo on vastavalt EE (Eesti Energia) disainile.



Joonis 2. Kasutajaliides 2021. aasta novembris.

Samal ajal implementeerisid autorid laua reserveerimise funktsionaalsuse, mille jaoks loodi vastav vaade koos reserveerimise vormiga. Reserveerimise vaade on kujutatud Joonis 3. Laua broneerimiseks tuleb kasutajal sisestada laua nimi, kasutaja nimi ning reserveeringu algus ja lõpu kuupäev.

A screenshot of the Eesti Energia website showing a reservation form. The top navigation bar is identical to the previous image. The form contains a dropdown menu for 'Desk', followed by three input fields: 'Name', 'Reserve from' (with a calendar icon), and 'Reserve until' (with a calendar icon). At the bottom of the form are two buttons: 'Create' and 'Cancel'.

Joonis 3. Kasutajaliidese laua reserveerimise vaade 2021. aasta novembris.

2.2 Tööriistad

Projekti arendamiseks kasutati mitmeid erinevaid keskkondi, raamistikke ja programmeerimiskeeli. Projekt koosneb neljast suuremast osast: *frontend*, *backend*, Azure Active Directory, kus hoiustatakse andmeid kasutajate ja ressursside kohta ning

IoT (*Internet of Things*) seadmed, mis kuvavad kasutajatele teavet. Esialgset nõuded arenduskeskkondade ja programmeerimiskeelte valikuks tulid Eesti Energia poolsete mentorite ja IT-tooteomaniku poolt.

Kasutajaliidese arendamiseks kasutati Microsoft Visual Studio Code keskkonda ning Vue 3 raamistikku. Kasutajaliidese kood kirjutati Typescriptis, HTML-is (*HyperText Markup Language*) ning CSS-is (*Cascading Style Sheets*). Kasutajaliidese projekti jaoks oli vaja arvutitesse installida avatud lähtekoodiga serverikeskkond Node.js ja samuti Vue CLI (*Command-line interface*), mis võimaldab mugavalt luua uut projekti ning uusi ideid prototüüpida. Pistikprogrammid, mis töö hõlbustamiseks keskkonda installiti olid Vuetify, Prettier, Husky, VueTest Utils ja Jest.

Projekti *backend* arendati IntelliJ IDEA keskkonnas, kasutades SpringBoot raamistikku ning Java programmeerimiskeelt. Samuti installeeriti arenduskeskkonda automatiseerimistööriist Gradle ning koodivormindaja Spotless. Java versioonina otsustati kasutada versiooni 11.

Kasutajate ja ressursside andmeid hoiustati Azure Active Directory's. Azure AD (Active Directory) on pilvepõhine identiteedi- ja juurdepääsuhaldusteenus. See võimaldab organisatsiooni töötajatel pääseda juurde ressurssidele nagu Microsoft 365, Azure'i portaal ja paljudele teistele SaaS (*Software as a Service*) tüüpi rakendustele. Lisaks sellele aitab Azure AD pääseda ligi ettevõtte sisemistele ressurssidele nagu näiteks ettevõtte sisevõrgus olevatele rakendustele ja organisatsiooni jaoks välja töötatud pilverakendustele [2].

Reserveeringute informatsiooni kontoris kuvamiseks on igal kontorilaul E-ink ekraan. Teavet edastatakse ekraanidele IoT Hub'i kaudu, mis loob personaalse võrgu ning kasutab sõnumite edastamiseks MQTT sõnumsideprotokolli. IoT Hub töötab MicroPythoni koodil. MicroPython põhineb suures osas Python 3 programmeerimiskeelele, kuid mõned *library* tööriistad on optimeeritud C++ programmeerimiskeeles. MicroPython on arendatud spetsiaalselt mikrokontrollerite jaoks ja sisaldab *librarys* id riistvarale juurdepääsuks [3]. Tarkvara testimiseks peaks IoT Hub'i seadmetele mõeldud skripte esmalt käivitama Hub SDK (*Software Development Kit*) emulaatorkeskkonnas, mis simuleerib IoT Hub'i.

Projekti ühiseks arenduseks hoiustati projekti repositooriumit GitHubis. Töövoogude automatiseerimiseks kasutati GitHub Actionsit ning koodi käitamiseks mistahes keskkonnas pakiti kood Dockeri konteineritesse, kus ühe ehitusfailiga sai projekti kiirelt seadistada.

2.3 Tööprotsessi kirjeldus

Lõputöö projektiga töötati 18-nädalase perioodi jooksul vahemikus 2022. aasta jaanuarist kuni maini. Nädalaseks töömahuks oli 18 tundi. Projekti juhendasid Tallinna Tehnikaülikoolist Tarvo Treier ning Eesti Energiast IT-tooteomanik Jaan Ots. Agiilset arendamist juhendas Einar Koltšanov ning programmikoodi ülevaatusi teostasid Eesti Energia vanemarendajad ja tarkvaraarhitektid Vinay Puranik, Osama Mohamed Mahmoud Mohamed ja Vitali Domaškevitš, kes olid ühtlasi ka töö autorite mentoriteks.

2.3.1 Tarkavara arendamise metoodika

Arendusmetoodikaks, mida projekti käigus kasutati oli modifitseeritud Scrum. Üldine struktuur põhines Scrumil, kuid siiski tegi arendusmeeskond mõningaid muudatusi Scrumi tseremooniates, rollides ja artifaktides. Muudatused tehti, et protsess antud töökeskkonnas paremini toimiks. Peamine erinevus võrreldes tavalise Scrumiga väljendus selles, et tavapärase viiepäevase töönädala asemel oli kasutusel kahepäevane tööpäev [4].

Scrum sobib hästi just praktika- ja lõputööprojektides kasutamiseks, sest põhineb pideval õppimisel ja kohanduste tegemisel ning kuna töö autoritel eelnevat tarkvaraarenduse kogemust polnud, siis sai protsessi käigus nii uusi teadmisi kui ka vajadusel tööprotsessis muudatusi teha [4].

Modifitseeritud Scrumi artifaktid, mida autorid projektis kasutasid, olid järgmised:

- Toote *backlog* – esmane nimekiri kõikidest piletitest, mis vajavad tegemist. Nimekirja haldasid töö autorid. Tööde nimekiri ei olnud lõplik ehk pileteid lisandus kogu arendusprotsessi jooksul. Lisaks vaadati nimekirjas olevaid pileteid arendusprotsessi jooksul mitmel korral üle, sest nõuded ja prioriteedid olid pidevas muutumises [4].

- Sprindi *backlog* – nimekiri kõikidest piletitest, mille arendusmeeskond valis käesolevas sprindis tegemiseks. Nimekiri oli muudetav ehk kõikide pileтите varasemal lõpetamisel oli võimalik nimekirja lisada uusi pileteid ja ka vastupidi neid sealt eemaldada, kui selgus, et mingil põhjusel ei õnnestu antud piletit käesoleva sprindi jooksul teha [4].

Modifitseeritud Scrumi tseremooniad, mida autorid läbi viisid, olid järgmised:

- Sprindi planeerimise koosolek – koosolek, kus lepiti kokku käesoleva sprindi käigus tehtavad piletid. Kohtumist viis läbi mõni tudengitiimi liige [4].
- Sprint – kokkulepitud ajaperiood, mille jooksul arendustiim tegeles sprindi *backlog*'i valitud pileтите kallal töötamisega. Iga sprindi kestuseks oli kolm nädalat, võttes arvesse, et töökoormuseks oli kaks päeva nädalas [4].
- *Stand-up* koosolek – iga tööpäeva alguses toimuv lühike koosolek, kus kõik tiimi liikmed andsid ülevaate sellest, mida nad tegid eelneval päeval ning samuti milline on plaan selleks päevaks. Samuti toodi kohtumisel välja takistused või probleemid, mis pileтите tegemisel esinesid [4].
- Sprindi ülevaatuskoosolek – iga sprindi lõpus toimuv koosolek, kus tiimi liikmed näitasid selle sprindi jooksul tehtud tööd üksteisele, mentoritele ning IT-tooteomanikule [4].
- Sprindi retrospektiiv – kohe pärast ülevaatuskoosolekut toimuv kohtumine, kus tiim arutas, mis töötas lõppenud sprindis hästi, mis halvasti ning mida peaks järgnevas sprindis parandama. Seda kohtumist juhendas Scrum Master [4].

Modifitseeritud Scrumi rollid olid järgnevad:

- Tooteomanik – tema ülesandeks oli suhelda nii ettevõtte kui arendustiimiga, et kõik saaksid eesmärkidest ühtemoodi aru. Lisaks organiseeris tooteomanik erinevaid kohtumisi [4].
- Scrum Master – tema vastutas arendustiimi ning tooteomaniku juhendamise eest agiilses protsessis. Tema ülesandeks oli leida viise töövoos parandamiseks [4].

- Õpilastest koosnev arendustiim – nende peamiseks ülesandeks oli tarkvara arendamine ja analüüsimine ning kasutajatestide läbiviimine tooteomaniku, mentorite ja Scrum Masteri juhendamisel [4].

Muudatused, mida eelnevalt mainitud artifaktide, tseremooniade ja rollide juures tehti olid järgmised:

- Sprindi kestus – tavaliselt kestab üks sprint lühemat aega, kuid kuna arendustiimi töönaädal oli kahepäevane, siis pikendati sprindi kestust.
- Sprindi planeerimine, ülevaatus ja retrospektiiv toimusid ühel koosolekul, mitte üksteisest eraldi. Sprindi planeerimist ei viinud läbi mitte Scrum Master, vaid mõni tudengitiimi liige.
- Scrumi protsessi järgimisele ei pööratud liialt suurt tähelepanu. Vajadusel mugandati protsessi enda vajadustele vastavalt.

2.3.2 Arendusprotsessi tsükkel

Arendus põhines agiilsel tarkvaraarendusel. Tooteomanik vastutas, et ettevõtte ja arendustiim saaksid eesmärkidest ühtemoodi aru. Tiimi kolm mentorit aitasid vajadusel koostada ja üle vaadata toote *backlog*'i kirjutatud pileteid.

Sprindi *backlog*'i valiti piletid kogu tiimiga, kaasaarvatud IT-tooteomanik ja mentorid. *Backlog*'i liigutati piletid alles siis, kui arutelu tulemusena oli selge, et nii arendusmeeskond kui mentorid saavad pileтите sisust ühtemoodi aru. Pileтите sprindi *backlog*'i valimisel võeti arvesse pileтите eeldavat valmimisaega ning keerukust.

Järgnevalt jagasid arendustiimi liikmed piletid omavahel ära. Pileтите jagamisel lähtuti põhimõttest, et tiimi liikmed saaksid võrdselt tegeleda erinevaid projekti osasid sisaldavate pileтитеga.

Iga sprint kestis kolm nädalat. Arendustiim töötas kahel päeval nädalas ning iga päev algas *stand-up* koosolekuga nagu on kirjeldatud eelnevas peatükis.

2.3.3 Koodi ülevaatus ja kinnitamise protsess

Iga kord kui arendustiimi liige sai mõne pileти valmis, pidi see läbima mitu ülevaatusetappi, enne kui mentor aktsepteeris valminud koodi lisamise peaharusse. Esmalt pidi

kood läbima Github Actionsis üles seatud pideva integratsiooni testid, mille ülesandeks oli kontrollida, kas kood kompileerib ning samuti kas automaattestid õnnestuvad. See protsess käivitus automaatselt iga kord, kui kood laeti arvutist üles GitHubi repositooriumisse.

Järgmise sammuna pidi pileti lõpetanud õpilane avama *draft pull request*'i arendustiimi siseseks ülevaatuks, kus iga liige sai teha ettepanekuid muudatusteks koodis või valminud koodi aktsepteerida. Kõigilt arendustiimi liikmetelt kinnituse saamisel tuli *pull request*'i ülevaatajateks lisada ka mentorid, kes pidid samuti andma tagasiside tehtud tööle. Kui kõik mentorid on koodimuudatused aktsepteerinud, siis lisasid nad koodi põhiharusse ning pilet liikus lõpetatud olekusse.

2.3.4 Tiimitöö kogemus ja töövoog

Arendustiim töötas kahel päeval nädalas kontoris kohapeal, et omavaheline suhtlus oleks võimalikult lihtne ja tõhus, samuti et tekiks parem tiimitunnetus. Kuna mentorid ning IT-tooteomanik tegid enamasti kaugtööd, toimus suhtlus nendega peamiselt Microsoft Teamsi kaudu, kus viidi läbi koosolekuid ning suheldi vajadusel spetsiaalses Teamsi kanalis.

Mõningate piletite tegemisel kasutati meeskonnasiseselt paarisprogrammeerimist, mis tähendas, et kaks tiimiliiget tegid samaaegselt koostööd ühe piletiga. Kuigi paarisprogrammeerimise täpne korraldus oli iga paari enda otsustada, siis enamasti järgiti põhimõtet, et üks tiimiliige kirjutas koodi ning samal ajal vaatas teine liige koodi üle ja andis vajadusel juhiseid. Teise liikme peamine ülesanne oli märgata tekkinud vigu koodis ning seeläbi parandada programmi töökindlust. Tiimiliikmed vahetasid rolle iga paari tunni järel.

Tudengitest koosneva arendustiimi jaoks olid projektis kasutatavad tehnoloogiad enamjaolt uued ning varasemat kokkupuudet nendega ei olnud. Uued oli nii Java kui Pythoni programmeerimiskeeled, Spring raamistik, IoT seadmed kui ka suhtlusprotokollid.

Kui meeskonnaprojekti tehes oli eesmärgiks, et õpilased keskendusid võimalikult palju programmeerimisele ning omandasid kogemusi professionaalses keskkonnas koodi kirjutades, siis lõputöö projektides pöörati rohkem tähelepanu ka ettevõtte ärilistele

vajadustele, kasutatavate lahenduste alternatiivide uurimisele ning rakenduse potentsiaalsete kasutajate seas testide läbiviimisele.

3 Olemasoleva prototüübi hinnang ja nõuded

Käesolevas peatükis antakse autoritepoolne hinnang olemasolevale töölaudade broneerimise süsteemi prototüübi kasutajaliidesele ning tuuakse välja süsteemi edasiarenduseks esitatud nõuded.

3.1 Olemasoleva prototüübi hinnang

Meeskonnaprojekti aine raames andis Eesti Energia tudengite meeskonnale ülesande arendada nullist töölaudade broneerimise süsteem. Süsteemi ise arendamise põhjuseks tõi ettevõtte välja kolm peamist argumenti:

- Hind – valmislahendused ning nendega seotud riistvara on väga kallid.
- Integreerimine olemasolevate süsteemidega – sageli on valmislahenduste juures öeldud, et neid saab integreerida mitmete ettevõttes kasutusel olevate süsteemidega, kuid sellega kaasneb suur lisatasu ning ajakulu.
- Soovitud funktsionaalsuste puudumine – valmislahendustes on olemas palju vajalikke funktsioone, kuid alati leiab mõne funktsionaalsuse, mida ettevõtte lisaks pakutavatele juurde soovib.

Järgnevalt esitatakse autorite hinnang valmisoleva rakenduse prototüübile.

Rakenduse positiivsed omadused:

- Täidab eesmärgi – töölaudade broneerimine töötab
- Võimalik reserveeringuid muuta ning kustutada
- Võimalik vaadata loodud reserveeringuid nii nimekirja kujul kui kalendrivaates
- Rakendus on tehtud kasutades Eesti Energia UX raamistikku
- Reserveeringutega seotud toimingutes on defineeritud ärireeglid

Rakenduse puudujäägid:

- Andmed (laudade info) on andmebaasis, mis pole seotud Eesti Energia andmehaldussüsteemidega
- Puudub sisse- ja väljalogimise funktsionaalsus
- Rakendus pole mobiilisõbralik
- Rakendus sisaldab lõppkasutaja jaoks ebavajalikke vaateid
- Kasutaja peab laua broneerimiseks täitma ebamõistlikult palju välju
- Rakendus ei ole seotud ühegi ettevõttes kasutatava lahendusega, näiteks Outlookiga
- Puudub reserveeringu kinnitamise funktsionaalsus

3.2 Nõuded

Nõuete väljatöötamiseks toimusid töötoad mentoritega, kus kinnitati edasised eesmärgid. Eesmärkide põhjal andsid mentorid ette põhilised nõuded. Prototüübi hindamise põhjal töötasid autorid välja nõuded, et rakenduse puudujääke likvideerida.

- Andmete (kasutajate ja laudade) haldamine toimub Azure Active Directory's – ettevõttepoolne nõue, sest Eesti Energias toimub kõikide töötajate ja ressursside haldus Azure AD-s
- Süsteem võimaldab ettevõtte kontoga kasutajatel sisse- ja väljalogimist – EE mentorite poolt ette antud nõue
- Sisselogimata kasutaja peab nägema esilehel sisselogimise nuppu, kuid ühtegi teist vaadet näha ei tohi
- Sisselogitud kasutaja peab nägema laua broneerimise vaadet ning väljalogimise nuppu
- Sisselogitud kasutaja peab saama töölaudu broneerida ja välja logida

- Süsteem küsib andmed GraphAPIst
- Veebileht peab olema mobiilisõbralik
- Autorid peavad läbi viima kasutajatestimise ning saadud tulemuste põhjal looma uued nõuded
- Autorid peavad analüüsima erinevaid alternatiive ning saadud tulemuste põhjal looma uued nõuded

4 Kasutajatestimine

Olemasoleva prototüübi ning Outlooki meilirakenduse kaudu kasutajatestimise läbiviimine oli üks peatükis 1.2 välja toodud alameesmärkidest, mis aitas saavutada lõputöö peamist eesmärki. Kasutajatestimisel saadud tagasiside põhjal sõnastati uued nõuded ning loodi piletid töölaudade broneerimise süsteemi prototüübi parendamiseks.

Kasutajatestimine on protsess, mille käigus teenuse tegelikud kasutajad annavad oma hinnangu teenuse mugavuse ja arusaadavuse kohta. Selleks, et saadud tulemused oleksid võimalikult objektiivsed, ei tohiks testijaid testi läbiviimisel liigselt suunata, vaid lasta neil ise rakendusest aru saada. Kasutajatestimise peamiseks eesmärgiks on tuvastada vead ja ebatäpsused tarkvaras, mille parandamine rakenduse kvaliteeti tõstaks [5].

4.1 Kasutajatestide planeerimine ja läbiviimine

Kasutajatestide läbiviimist alustati planeerimisest. Esmalt lepiti omavahel kokku, et testijad aitab autoritel leida Eesti Energia poolne juhendaja Jaan, kõik testid otsustati korraldada Eesti Energia kontoris näost näkku. Seejärel jaotati omavahel ära tööd, Kerttu ülesandeks jäi testide läbiviimine ning Merilil testide dokumenteerimine. Otsustati, et kasutajatestimine koosneb stsenaariumi järgi läbi viidud väikesest testist ning pärast testi toimuvast intervjuust testija tausta ning testitud rakenduse kohta. Detailsed stsenaariumid testideks ning intervjuu küsimused mõtlesid välja autorid ise. MS Outlooki kaudu testimiseks välja mõeldud kolme erinevat stsenaariumit on võimalik näha lisa 4 all ja intervjuu küsimused on välja toodud lisa 5 all. Samuti lepiti kokku, et kõik testid viiakse läbi autorite arvutites, testi paremaks analüüsiks salvestati terve testi vältel ekraani ning kaamera abil ka testkasutaja emotsioone. Kuna testid plaaniti läbi viia Outlookis, siis loodi testide läbiviimiseks ka konto testkasutajatele ja samuti broneerimiseks sobivad testlauad. Vajadusel loodi enne testi alustamist testiks vajalikud tingimused, näiteks kui stsenaarium nägi ette, et lauad on teatud ajaks juba broneeritud, oli vaja antud broneeringud varasemalt luua [5] [6].

4.2 Peamised tulemused Outlooki kaudu kasutajatestimisest

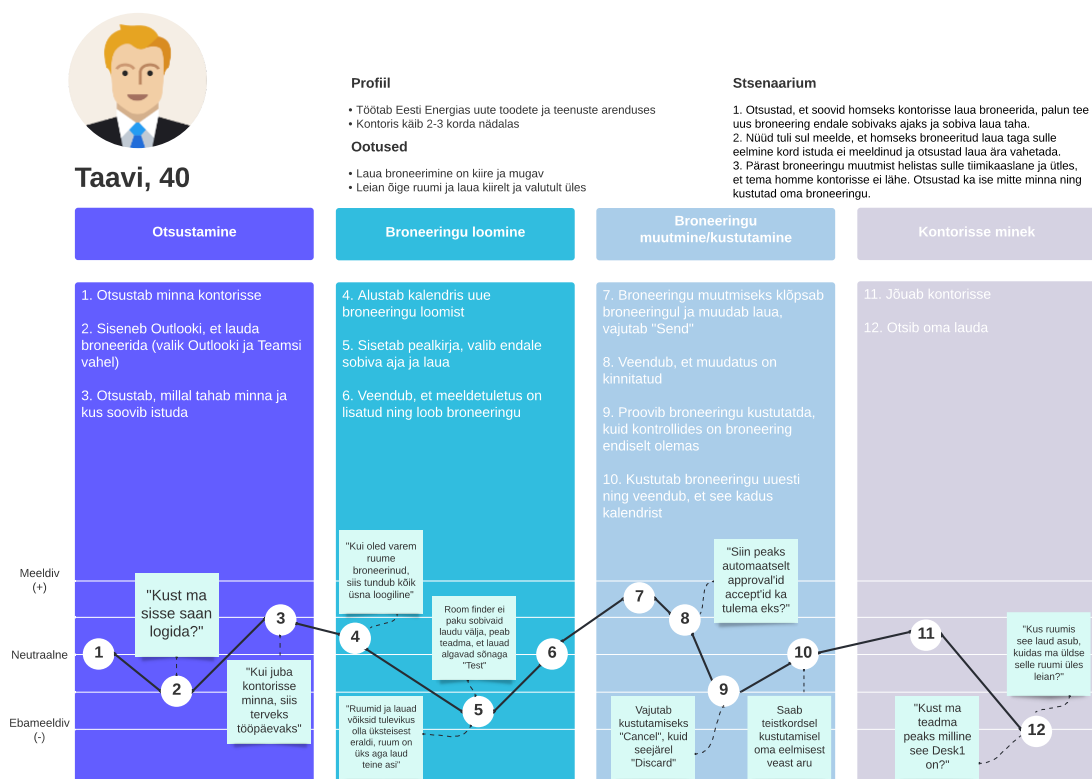
Esmased testid toimusid kolme testkasutajaga, kes olid vanuses 28-40 aastat ning digipädevuselt erineval tasemel. Outlooki kasutajatestide ja intervjuu tulemusena tulid selgelt esile järgnevad punktid:

- Kontorilaua broneerimine oleks oluline ainult sel juhul, kui laudu oleks kontoris vähem kui inimesi või kui eelistatakse istuda kindla asukohaga/omadustega laua taga.
- Üldiselt on kontorilaua broneerimine Eesti Energia töötajatele arusaadav, sest toimub Outlooki kalendri kaudu samamoodi nagu teiste ressursside broneerimine.
- Kalendrist võiks olla võimalik näha või tellida teavitust, kui mõni tiimiliige kontoris laua broneerib.
- Vaikimisi võiks süsteem pakkuda laudu, mille inimene ka varasemalt endale broneerinud on.
- Võiks olla võimalus näha laudade kohta detailsemat infot, näiteks monitoride arv, reguleeritav laud või mitte ja samuti, kas laud asub vaikselt või lüürikas ruumis.
- Laua mugavamaks üles leidmiseks kontoris võiks broneerides näidata kaarti laua asukohast.
- Kontorilaua broneerimisel ei tohiks Outlooki kalendris inimese staatus minna „Busy“ olekusse, see saadaks kolleegidele vale sõnumi ning paistaks kalendris ebameeldivalt silma.
- Kontorilauad võiksid olla leitavad ruumi leidmise (*room finder*) tööriista alt.
- Vaja on läbi mõelda, kas ja kuidas peaks inimene kontoris jõudes ka enda kohaloleku kinnitama ning millised võiksid sel juhul olla laua broneerimise ja tühistamise tingimused.
- Ruumid ja kontorilauad võiksid broneeringu tegemisel olla valikus üksteisest eraldi, mitte sama nime all.
- Oleks mugav kontoris juba ruumi sisse astudes näha, kus inimese broneeritud laud või hetkel vabad lauad asuvad.
- E-ink ekraanid on väikesed, tekst on seepärast sealt halvasti loetav.
- Kõik testijad arvasid, et QR-kood (*Quick Response*) on ekraanil kohaloleku kinnitamiseks, kuid tegelikult on see uue broneeringu loomiseks.
- Üldiselt on info, mida ekraanidel edastatakse, hea.

- Inimesed eelistavad Outlookist broneerimist Teamsist broneerimisele.

Lisaks peamistele tulemustele joonistasid autorid testitulemusi analüüsides välja ka iga testija kasutajateekonna kaardi.

Esimene testija oli 40-aastane uute toodete ja teenuste arendusjuht Taavi, kes peab end alla keskmise digipädevusega inimeseks, kasutab arvutit küll igapäeva töös, kuid keerukamad kasutajaliidesed ajavad teda kergesti segadusse. Taavi teekond teststsenariumit järgides on kujutatud Joonis 4.



Joonis 4. Taavi kasutajateekond.

Teisena testis kontorilaudade broneerimise süsteemi 40-aastane Maarja, kes arvab, et digipädevus on tal parem kui keskmisel eestlasel, ka Eesti Energias alustas ta IT-osakonnas, kuid praegu töötab energiakaubanduses osakonnajuhatajana. Maarja kasutajateekond on kujutatud Joonis 5.



Maarja, 40

Profiil

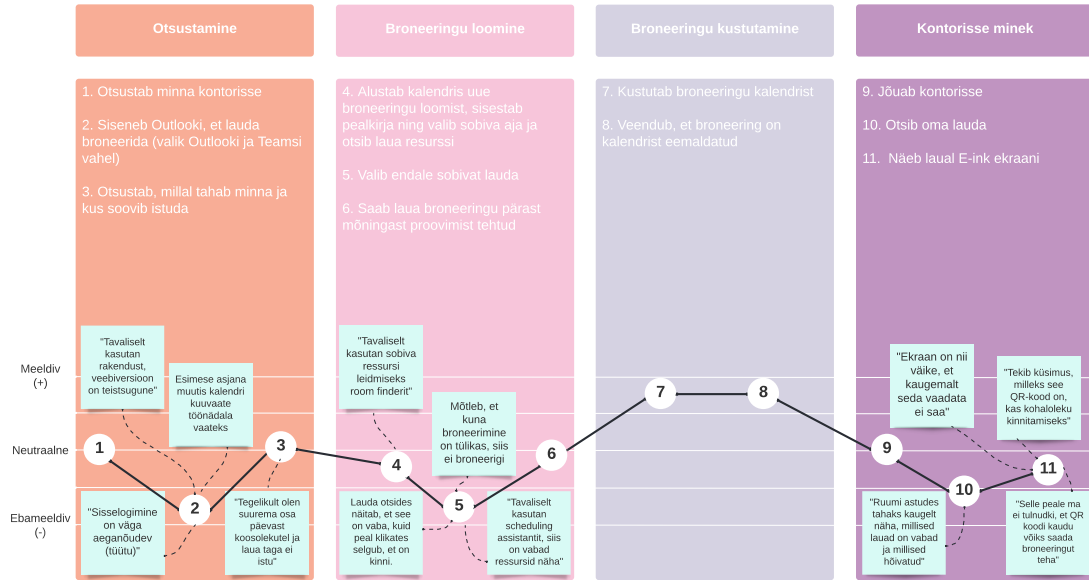
- Töötab Eesti Energia energiakaubanduses osakonnajuhatajana
- Kontoris käib kord kahe kuu jooksul

Ootused

- Laua broneerimine on kiire ja mugav
- Kindlustan endale vajadusel tööle minekuks laua, näen ka detaile erinevate töölaudade kohta

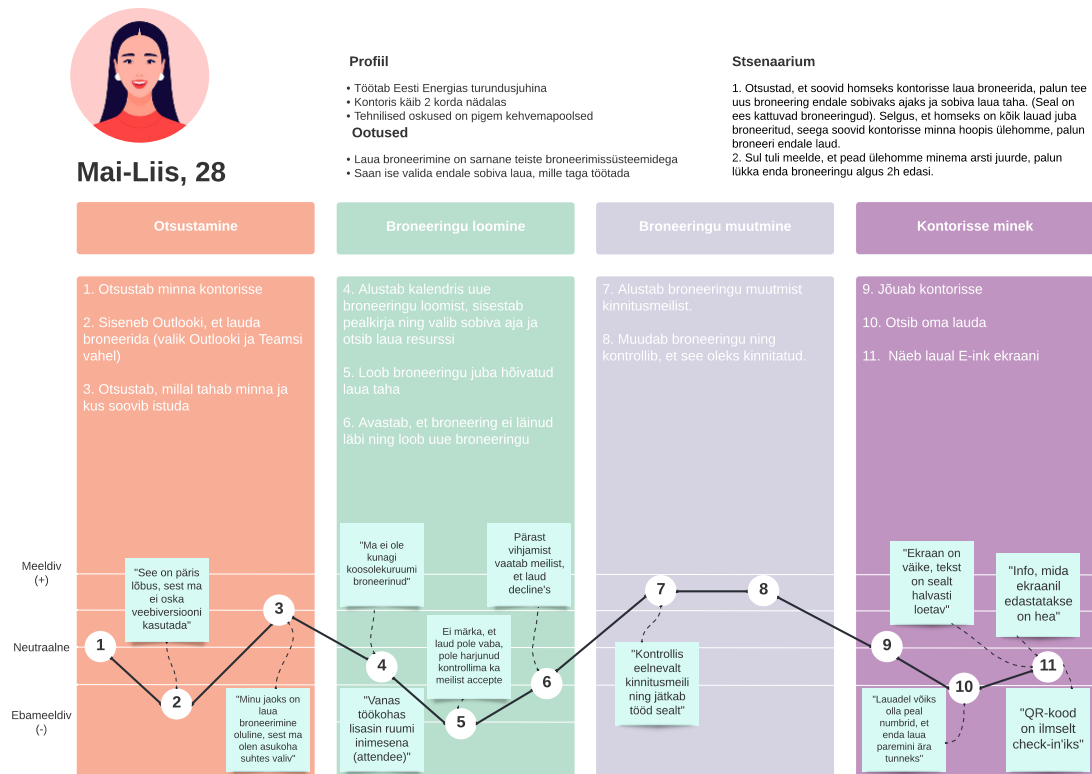
Stsenaarium

1. Sa tegid eile laua broneeringu tänaseks, kuid tunned end tühiselt ja otsustad koju jääda. Palun tühistada oma broneering, et soovi korral saaks laua endale broneerida keegi teine.
2. Broneeri endale igaks juhuks laud homeks, äkki tunned end siis tervemalt ja saad kontorisse minna. (Seal on ees kattuud broneeringud). Avastasid broneeringu tegemise käigus, et homeks on kõik laud broneeritud, seega saad veel ühe päeva kodus terveneda. Loo uus broneering ülehommeks.



Joonis 5. Maarja kasutajateekond.

Viimasena testis Outlooki kaudu kontorilaua broneerimist 28-aastane turundusjuht Mai-Liis, kes peab end tugevaks küll sotsiaalmeedias, aga mitte tehnikas ja arvuti kasutamises. Mai-Liisi kasutajateekonna kaarti iseloomustab Joonis 6.



Joonis 6. Mai-Liisi kasutajateekond.

4.3 Peamised tulemused veebilehe mobiiliversiooni kaudu kasutajatestimisest

Veebilehe kaudu testimine toimus kahe testkasutajaga, kes olid vastavalt 28 ja 40 aastat vanad ning digipädevuselt keskmisest paremal tasemel. Kasutajatestide ja intervjuu tulemusena tulid selgelt esile järgnevad punktid:

- Kontorilaua broneerimine oleks oluline ainult sel juhul, kui laudu oleks kontoris vähem kui inimesi või kui eelistatakse istuda kindla asukohaga/omadustega laua taga.
- Mida vähem tegevusi kasutaja veebilehel tegema peab, seda parem.
- Laual võiks olla kirjalik juhend, kuidas saab kasutaja oma mobiiltelefoniga lauda broneerida.
- QR-kood võiks olla ekraanil suuremalt kuvatud või olla välja prinditud, et seda oleks mugavam telefonikaameraga skaneerida.
- Mobiiliversioonis broneerides peaks kasutaja ise sisestama võimalikult vähe informatsiooni:

- kirjelduse lahter peaks puuduma;
- laua lahter peaks olema automaatselt täidetud, see info tuleks võtta QR-koodist, mis on laual;
- kuupäeva valimine on samuti ebaoluline, kuna kasutaja broneerib antud laua sellel päeval ja ta ei soovi seda minuti täpsusega teha, vaid kogu päevaks endale broneerida.
- Kasutaja reserveeringute vaade mobiiliversioonis, kus kuvatakse kõiki kasutaja reserveeringuid nii tabeli kujul kui ka kalendervaates, ei ole kasutajale oluline, sest loodud broneering läheb automaatselt kasutaja Outlooki kalendrisse.
- Esialgselt loodud funktsionaalsused laua reserveeringu muutmiseks ja kustutamiseks mobiiliversioonis on pigem ebavajalikud testkasutajate silmis, kuna neid tegevusi saab teha Outlookist.
- Ekraanid laual võiksid kuvada vaid reserveeringu informatsiooni. QR-kood, millega lauda saab reserveerida, võiks olla koos juhendiga paberkujul lauale kinnitatud.
- Mobiiliversioonis sisselogimine on mugav, kuna saab kasutada juba olemasolevat Eesti Energia konto meiliaadressi ja salasõna.
- Mobiiliversioonis loodud reserveeringute automaatne edastamine Outlooki kalendrisse meeldis kasutajatele samuti, sest siis ei tule kasutajal teha topelt tegevusi.
- Loodud kasutajaliides peaks olema mobiilisõbralik erinevates mobiiliversioonides, see tähendab, et navigatsiooniriba ning vajalikud väljad ja nupud peaksid kohanduma ekraani suurusega.

Analoogselt Outlooki kaudu kasutajatestimise läbiviimisele, joonistasid autorid testitulemusi analüüsides välja iga testitava kasutajatekonna kaardi.

Esimene veebilehe mobiiliversiooni kaudu testija oli 29-aastane tehnoloogiajuht Kenneth, kes tunneb end digilahendustega kokku puutudes mugavalt. Kennethi teekond teststsenaariumit järgides on kujutatud Joonis 7.



Kenneth, 29

Profiil

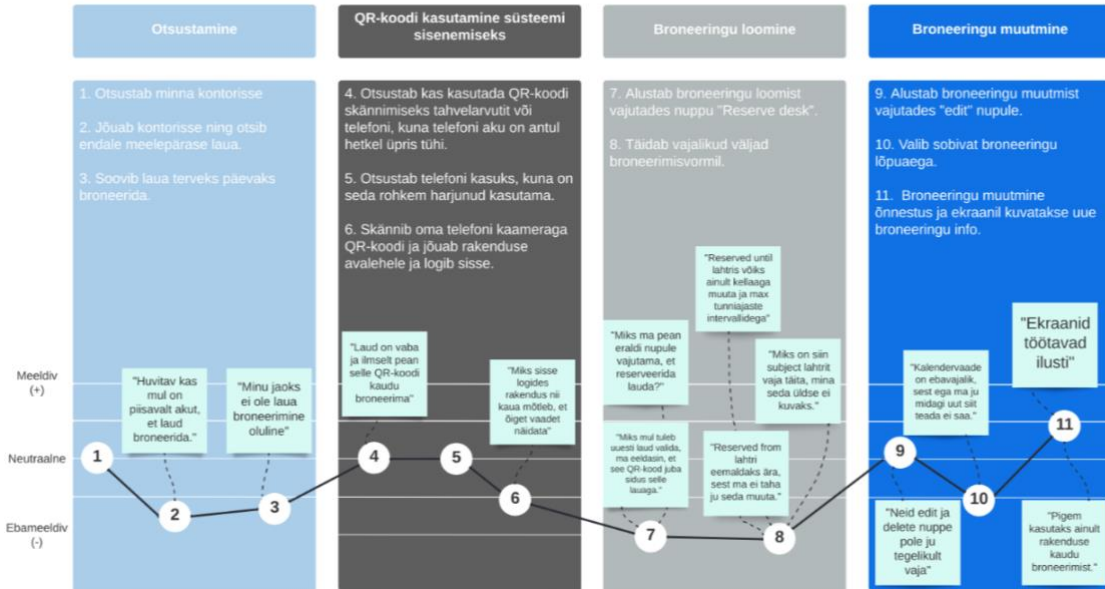
- Töötab Eesti Energia tehnoloogijuhina
- Kontoris käib igapäevaselt
- Tehnilised oskused on keskmisest paremal tasemel

Ootused

- Lauda saab broneerida võimalikult väheste sammudega
- Laua broneerimisel ei ole kuvatud üllatavat informatsiooni

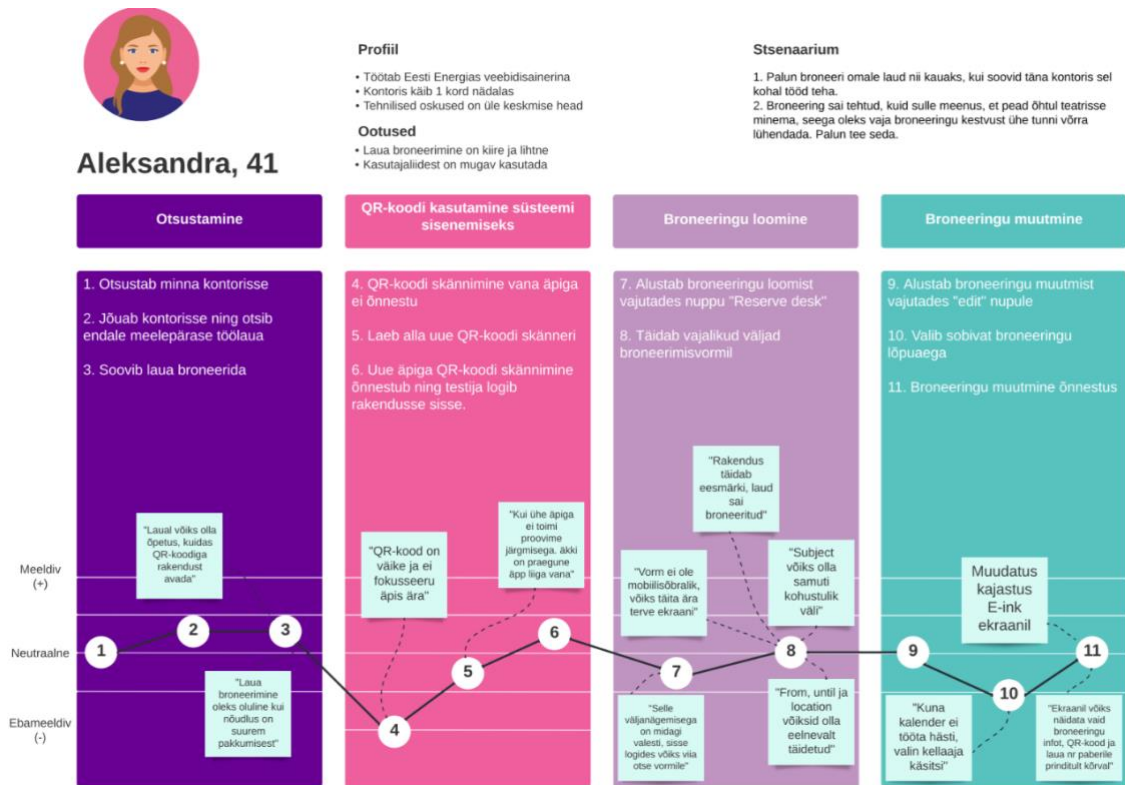
Stsenaarium

1. Broneeri endale laud täna terveks päevaks
2. Sul tuli meelde, et pead varem tööt lahkuma, muuda oma broneering kaks tundi lühemaks.



Joonis 7. Kennethi kasutajateekond.

Teine veebilehe mobiiliversiooni kaudu testija oli 40-aastane veebidisainer Aleksandra, kes oskab enda sõnul keskmisest paremini arvutit ja telefoni kasutada. Aleksandra teekond teststsenaariumit järgides on kujutatud Joonis 8.



Joonis 8. Aleksandra kasutajateekond.

4.4 Nõuded kasutajatestimisest

Läbiviidud kasutajatestimised andsid autoritele palju sisendit edasise töö ja tegevuste kaardistamiseks. Saadud tagasiside ja tulemuste analüüsi põhjal panid autorid paika uued nõuded. Nõuete põhjal loodi piletid GitHubi projektitahvlile. Piletite koostamisel moodustasid autorid kolm suuremat gruppi, milleks olid Azure Active Directory, UI/UX (*User Interface/User Experience*) ja ekraanidega seotud muudatused. Esmalt loodi üks suurem *Master* pilet, mis kirjeldas suuremat funktsionaalsust ning sinna alla loodi väikesed *TO-DO* stiilis piletid. Iga pilet sai endale külge kirjeldavad sildid, millega antud pilet seotud oli ning seejärel jagati piletid omavahel ära.

Azure Active Directory'iga seotud piletid olid järgmised:

- Luu ruumi ressursside asemel töökoha ressursid Microsoft 365 Admin Centeris.
- Kasutaja Outlooki kalendris kuvada laua broneerimisel kasutaja staatus kui „vaba“.

- Eraldada Outlooki kalendris laudade ja ruumide reserveerimine (toimuksid erinevate sisestusväljade kaudu).
- Võimaldada leida laudad ruumiotsija abil.
- Automaatselt panna töölauda broneerimisel broneeringu ajaks kogu päev.
- Saada teavitust kui kasutaja tiimiliige reserveerib kalendri kaudu lauda.
- Kuvada lauda kohta erinevaid lauda omadusi puudutavat informatsiooni.
- Implementeerida korruseplaanid MS 365 Admin Centeris, et kasutaja saaks kalendris lauda broneerides valida lauda korruseplaanist pealt.

Veebirakenduse parendamiseks loodud piletid olid järgmised:

- Eemaldada navigatsiooniriba ja ebavajalikud vaated, milleks olid kasutajate reserveeringute vaade, avalehe vaade. Jätta alles vaid reserveeringu loomise vaade ja sisse- ning väljalogimise nupp.
- Modifitseerida reserveeringu loomise vaadet. Eemaldada kirjelduse (*subject*), asukoha (*location*) ja reserveeringu alguse (*reserve from*) ning lõpu (*reserve until*) kuupäeva väljad. Jätta alles vaid tekst, mis annab kasutajale teada, mis lauda ta parasjagu broneerib ja reserveeringu loomise nupp. Kui reserveering on loodud, kuvada õnnestumisest teavitav sõnum, kui reserveeringut pole võimalik luua, siis kuvada ebaõnnestumisest teavitav sõnum.
- Muuta ära laudade kättesaamiseks kasutatud URL (*Uniform Resource Locator*), et varasemate ruumi tüüpi laudade asemel küsiks veebirakendus töökoha tüüpi laudu.
- Anda QR-koodi skaneerimisel URL-iga kaasa muutuja, milleks on lauda ID, et lauda reserveerimisel oleks rakendusele juba teada, millist lauda kasutaja soovib reserveerida ja et kasutaja ei peaks seda käsitsi sisestama.

Ekraanidel informatsiooni kuvamisega seotud piletid olid järgmised:

- Lisada ekraanile seletav tekst, milleks antud QR-kood mõeldud on.

- Kuvada ekraanil või laual antud laua number.
- Kuvada ekraanil vaid informatsiooni, kas laud on reserveerimiseks vaba või juba kellegi poolt reserveeritud. Kui see on reserveeritud, siis kuvada ekraanil reserveerija nime ja reserveeringu kuupäeva päeva täpsusega.
- Luua juhend laua reserveerimiseks QR-koodi kaudu.
- Luua *backend*'is loogika, millal toimub QR-koodiga laua reserveerimine ja millal on QR-kood kohaloleku kinnitamiseks.
- Genereerida igale lauale QR-koodid, kus seotud URL annab kaasa laua id.

5 Alternatiivide analüüs

Erinevate alternatiivide uurimine ressursside broneerimiseks oli samuti üks peatükis 1.2 sõnastatud alameesmärkidest, et saavutada lõppeesmärki. Alternatiividega tutvumine andis võimaluse hinnata erinevaid broneeringute tegemiseks leiduvaid võimalusi ning teha analüüsi käigus kindlaks, mis on olulisemad funktsionaalsused, mida olemasolevasse prototüüpi üle tuua.

Autorid uurisid süsteemi erinevate osade ja funktsioonide alternatiive, kuna autorite loodud süsteem koosneb samuti erinevatest funktsioonidest ja osadest – broneeringu tegemine ja kinnitamine ning laudadel olevad E-ink ekraanid. Eesmärgiks oli kaardistada, kas valitud funktsioonid ja seadmed on olemasoleva süsteemi jaoks kõige paremad või leidub kasutajasõbralikumaid ja mugavamaid alternatiive nii seadmetele kui ka broneeringu tegemise viisidele.

Lõpetuseks uurisid autorid olemasolevaid broneerimissüsteemide valmislahendusi, et luua ettekujutus, kuidas näeb välja lõplik broneerimissüsteem ning samuti saada ideid uute funktsionaalsuste lisamiseks olemasolevasse prototüüpi.

5.1 Broneeringute tegemise alternatiivid

Järgnevalt võrdlevad autorid kolme võimalust, kuidas broneerida laudu. Nendeks on kahe valmisoleva kalenderrakenduse Outlooki ja Google'i ning autorite poolt arendatud veebirakenduse mobiiliversiooni kaudu broneerimine.

5.1.1 Outlook Calendar vs Google Calendar

Kõige populaarsemad kalenderrakendused, mida enamik inimesi teavad, on Google Calendar ja Outlook Calendar. Lisaks sellele kasutab suur osa ettevõteteid üht või teist lahendust on töösiseste tegevuste paremaks organiseerimiseks. Seetõttu võrdlesid ka autorid, mis on sarnast ja erinevat Outlooki ja Google Calendari kaudu töökoha broneerimisel. Saadud tulemustest löid autorid kokkuvõtva tabeli 1.

Autorite rakendus on seotud just Outlooki kalendriga, sest Eesti Energias on kasutusel Microsoft 365 ning seega soovisid autorid Microsofti poolt pakutavaid lisafunktsionaalsusi lõputöös maksimaalselt ära kasutada.

Tabel 1. Outlook Calendar ja Google Calendari võrdlustabel.

	Outlook Calendar	Google Calendar
Loomine	„New event“	„Create“, kus valikuteks: <i>event, focus time, out of office, task, appointment schedule.</i>
Vaikimisi aeg	Uus tund, kestus 0.5h	Uus pooltund, kestus 1h
Ruumide otsing	Room Finder, kus on võimalik sorteerida kontorihoone järgi	„All rooms & resources“, kus võimalik sorteerida kontorihoone ja sel ajal vabade ruumide järgi
Ruumide tunnused	Mahtuvus, korrus, tunnused nagu heli, ekraanid, video jne	Mahtuvus, asukoht, heli ja visuaalide võimalus
Planeerimisabimees	On olemas, võimalus valida nii soovitud inimesed kui ruumid	Olemas, võimalus valida inimesed ning ruumid
Staatuse	Vaikimisi hõivatud, kuid valikus veel vaba, töötan eemalt, ootel ja eemal. Vaikimisi sündmus kalendris avalik.	Vaikimisi hõivatud, valikus veel vaba. Vaikimisi sündmus kalendris privaatne, teistele ilmub inimene kalendris kui hõivatud.
Kinnitusmeil	Kinnitusmeil tuleb nii aktsepteerimisel kui keeldumisel.	Kinnitusmeil tuleb vaid siis, kui ruum keeldub kutsest.
Meeldetuletus	Vaikimisi 15min	Vaikimisi 10min

5.1.2 Autorite loodud veebirakendus

Autorite loodud veebirakenduse kaudu toimub broneerimine ainult kontoris kohapeal laua broneerimiseks. Selleks tuleb minna soovitud laua juurde, mis on antud hetkel vaba, skaneerida QR-kood, logida oma töö meiliaadressiga rakendusse sisse ning vajutada linnukesega nuppu. Kui kõik on korrektne, saab kasutaja sõnumi laua broneerimise õnnestumise kinnitumise kohta. Loodud broneering lisatakse automaatselt ka kasutaja Outlooki kalendrisse, kus kasutaja saab teha broneeringus muudatusi või selle soovi korral ära kustutada.

Antud lahenduse erinevus võrreldes kalendrist broneerimisega on, et seda saab kasutada vaid kohapealt broneerimiseks. Lisaks sellele on kasutajal vajalik nutitelefon ja rakenduse/kaamera olemasolu, mis võimaldab lugeda QR-koodi. Teisalt on rakendus väga lihtsustatud, kasutaja suunatakse automaatselt õigele veebilehele, kuhu ta peab vaid sisse logima ja vajutama nupule ning broneering ongi loodud.

5.2 Broneeringute kinnitamise alternatiivid

Lõputöö projekti raames ei loonud autorid broneeringu kinnitamise funktsionaalsust. Sellest olenemata on see tähtis tegevus, mis muudaks kogu süsteemi veel kasutajasõbralikumaks. Autoritel on olnud kogemusi Tallinna Tehnikaülikooli rühmatööruumide broneerimissüsteemiga, millel samuti puudub kinnitamise funktsionaalsus. Selle tõttu on ette tulnud olukordi, kus Outlooki kalendris näitab, et tööruum on soovitud ajaks broneeritud, kuid kooli kohale minnes selgub, et antud ruumis ei ole ühtegi inimest. Tagajärjena seisab rühmatööruum täiesti kasutamata, sest broneeriija pole kohale tulnud, kuid süsteemis puudub funktsionaalsus selle välja selgitamiseks. Selleks et taolist olukorda vältida, on üheks lahenduseks broneeringu kinnitamise funktsionaalsus. Autorid uurisid kolme võimalust, kuidas kasutaja saaks ressursi broneeringut kinnitada.

5.2.1 QR-kood

Esimene võimalus on lahendada kinnitamine QR-koodi skaneerimise teel. Antud projekti raames on see üks võimalikke tulevikuplaane, sest laua kohapealt broneerimiseks tuleb samuti laual olevat QR-koodi skaneerida. Samuti selgus kasutajatestide tagasisidest, et ekraanidelt leitav QR-kood arvati olevat hoopis *check-in*'i tegemiseks.

Tänapäeval on QR-koodi kasutamine erinevate tegevuste hõlbustamiseks aina enam levinud meetod. Kõige populaarsem viis QR-koodi kasutamiseks on kindlale veebileheküljele või mobiilirakendusse suunamine, samuti kasutatakse seda andmete kuvamiseks näiteks visiitkaardina või hoopis elektrooniliste piletite/dokumentide/passide õigsuses kontrollimiseks.

Käesoleva lõputöö projekti raames on võimalik laual oleva QR-koodiga siduda kaks tegevust. Kui laual ei ole broneeringut, siis juhatab QR-kood kasutaja reserveerimiseks mõeldud leheküljele, sel juhul ei ole vaja reserveeringut eraldi kinnitada, kuna inimene

asub juba laua juures ja suure tõenäosusega istub kohe laua taha. Mobiilirakenduse kaudu broneerimine on vaikimisi ka broneeringu kinnitamiseks. Teine stsenaarium kujutab endas olukorda, kus laual on broneering olemas. Kui kasutaja läheb laua juurde, skaneerib QR-koodi ja logib mobiilirakendusse sisse, siis toimub kontroll, et reserveeringu loonud kasutaja ja sisse logitud kasutaja on samad isikud. Kui see nii on, tuleb kasutaja ekraanile teavitust, et reserveering on kinnitatud, vastasel juhul saab kasutaja sõnumi, et töölaud on soovitud ajaks juba kellegi teise poolt broneeritud.

Selleks et vältida olukordi, kus laudu broneeritakse, kuid päriselt kohale ei ilmuta, saab luua funktsionaalsuse, kus broneering kustutatakse automaatselt, kui kasutaja pole seda kindlaksmääratud aja jooksul pärast broneeringu algust kinnitanud.

5.2.2 Uksekaart/kiip

Teine võimalus broneeringu kinnitamiseks on teha seda uksekaardiga. Uksekaardid või kiibid on väga populaarsed nii ettevõtete siseselt kui ka igapäevaelus, kuna need aitavad tuvastada kindla asukoha külastamiseks volitatud isikud ning piirata volitamata isikute juurdepääsu. Eesti Energias on kasutusel uksekaardid, millega saab siseneda kontorisse, broneerida koosolekuruume ning samuti kinnitada vastavaid broneeringuid.

Sarnaselt koosolekuruumide broneerimisele ja kinnitamisele, on võimalik luua ka ressursside kinnitamiseks taoline funktsionaalsus. Lisaks uksekaardile/kiibile on vajalik ka kiipkaardi lugeja olemasolu iga laua peal, mille lähedal kasutaja peab viipama, et vajalikud andmed kaardilt süsteemini jõuaksid. Eesti Energia näitel võivad nendeks lugejateks olla juba hetkel peahoones kasutusel olevad lugejad, mis võimaldavad ligipääsu kontorisse, liftiruumi ja erinevatele korrustele. Uksekaardilt saab kasutaja kohta vajalikud andmed, ka töömeiliaadressi, mille kaudu on võimalik kontrollida, et laua broneerinud kasutaja meiliaadress vastab kaardilt saadud informatsioonile.

Teisalt aga tundub ebavajalik lisada kõikidele laudadele kiibilugeja, mille kohal kasutaja peab viipama. Selle asemel on üheks võimalikuks lahenduseks broneeringu automaatne kinnitamine kui töötaja jõuab tööle ning hoonesse sisenedes end uksekaardiga registreerib. Võib eeldada, et kui töötaja jõudis hoonesse, siis suure tõenäosusega istub ta endale selleks päevaks broneeritud laua taha.

5.2.3 NFC

NFC (*Near Field Communication*) on kontaktivaba lähiväljatehnoloogia, mis võimaldab teha mobiiltelefoniga kontaktivabu autentimis- ja maksetoiminguid. NFC on inimestele enim tuttav ilmselt mobiiltelefoniga poes ostude eest tasumiseks. Apple'i telefonide kasutajad saavad seda teha kasutades Apple Payd, kuid ka erinevate pankade mobiilirakendused pakuvad digitaalse kaardiga tasumist, piisab vaid telefoniga makseterminali läheduses viipamisest ja isikutuvastusest, kas parooli sisestamise, näpujälje või näotuvastusega, olenevalt telefonis seadistatud tuvastamise valikust [7].

Sarnast loogikat kasutades on võimalik luua funktsionaalsus ka töölaudade broneeringute kinnitamiseks, selleks on vaja lisada laudadele NFC-märgised. Sel juhul peab eeldama, et broneerimissüsteemi kasutajatel on NFC-toega nutitelefon [7].

5.2.4 Mobiilne *check-in*

Lisaks kohapeal broneeringu kinnitamisele on võimalus pakkuda kasutajale laua kinnitamist meili, sõnumi või mõne muu mobiilse lahenduse kaudu. Igapäevaelust on ilmselt kõigile tuttav lendude online *check-in*, mille korral saab inimene umbes 24h enne lennu toimumist meilile meeldetuletuse, et kinnitada oma tulek broneeritud lennule. Analoogselt on võimalik saata laua reserveerinud kasutajale näiteks tund aega enne reserveeringu algust meil, sõnum või kalendriteavitus, kus on kirjas, mis ajaks ja mis laud on reserveeritud, ning seejärel pakkuda kasutajale valik oma broneering kas kinnitada või tühistada.

5.3 Seadmete alternatiivid

Keskkonnas, kus laudade broneerimine on kohustuslik, on oluline, et kasutaja saaks aru, millised lauad on hetkel vabad ning millised on hõivatud. Igapäevaselt on inimestel harjumuseks otsida ümbritsevast keskkonnast signaale, et saada aru, milline tegevus on lubatud ja milline mitte. Näiteks iseteeninduskassad on märgitud punase fooritaolise tulega, kui kassa on kinni ja rohelisega, kui on võimalik antud kassat kasutada. Paljudes töökohtades ning ülikoolides on kasutusel ekraanid tööruumide broneerimiseks ja kinnitamiseks, ekraanil on olemas ka info tööruumi saadavuse kohta teatud ajahetkel.

Autorid uurisid kolme võimalust, kuidas oleks kasutajal võimalik laua staatust tuvastada.

5.3.1 Busylight

Esimene võimalus, kuidas anda kasutajatele teada, millised laudad on broneeritud ja millised mitte, on tulukeste teel. Kontoriruumis oleks sel juhul iga laua juures seade, mis on kas rohelist või punast värvi. Värv sõltub sellest, kas lauda on võimalik broneerida (roheline) või mitte (punane).

Üheks valmisolevaks seadmeks, mis on võimalik laudadele seadistada on Busylight tuled [8]. Selleks, et kogu süsteem üles seadistada on vaja soetada vastavad tuled, luua sild, mis vahendab suhtlust tuled ja vastava broneerimisrakenduse vahel nagu näiteks MS Outlook, USB (*Universal Serial Bus*) ühendus ja installida vajalik tarkvara. Kui kalendrist on võimalik välja lugeda, et vastav laud on broneeritud, siis saab laud staatuse „busy“ ja tuluke laua juures värvub punaseks, kui laud on vaba, siis on tuluke rohelist värvi. Kuna tegemist on vaid tulukesega, siis ei saa kasutaja muud informatsiooni laua ja broneeringu kohta, näiteks kes laua broneeris, kui kaua on laud broneeritud ja mis lauaga on tegemist. Teisalt aga annavad iga laua juures asuvad tulukesed kasutajale juba kaugelt hea ülevaate kontoriruumis olevate laudade saadavuse kohta.

5.3.2 E-ink ekraanid

Käesoleva lõputöö raames olid üheks laudade broneerimise süsteemi osaks SyncSign E-ink ekraanid, mille eesmärgiks on iga laua peal kuvada, kas laud on vaba või mitte. Kui lauale on mõni reserveering antud päevaks loodud, siis on ekraanil näha kasutaja nime, kes laua reserveeris ning broneeringu kuupäeva. Kui laud on vaba, siis on ekraanil sõnum: „Free to book“.

SyncSign E-ink ekraanid on ühenduses lokaalse hubiga, mis loob võrgu ja töötab nii sõnumite vastuvõtjana kasutajaliidesest kui ka edastajana ekraanidele [9].

E-ink ekraanid on väga energiasäästlikud, informatsiooni kuvamiseks nad energiat ei vaja, ainsana kasutatakse energiat sõnumite kättesaamiseks tehtavateks värskendusteks. Nende patarei eluiga on umbes üks aasta. Lisaks sellele on ekraanide seadistamine mugav, sest ei vaja juhtmete ja kaablite ühendamist, vaid kõik toimub läbi hubi loodud võrgu, kus ainsaks ülesandeks on vastav võrk juurutada ettevõtte sisevõrku [9].

Antud projekti raames kasutatud E-ink ekraanid on üsna väikesed ehk selleks, et vajalik informatsioon laua hõivatuse kohta teada saada, peab kasutaja minema ekraanil kuvatavat informatsiooni laua juurde lugema.

5.3.3 Puutetundlikud ekraanid

Kolmanda alternatiivina uurisid autorid ka puutetundlike ekraanide lahendust. Eelduseks oli, et iga kontoriruumi sissepääsu juures on olemas ekraan, millel on kuvatud vastava ruumi plaan koos laudadega. Vabad lauad on rohelist värvi ja hõivatud lauad punast värvi. Laua broneerimiseks tuleb kasutajal valida ekraanilt sobiv laud ning viibata oma töötajakaardiga ekraani vastas. Seejärel on laud töötaja nimele broneeritud kogu päevaks. Kui inimene lahkub töölt, siis ruumist väljudes peab ta ekraani juures viipama, süsteem vaatab, kas töötajal on käimasolevaid broneeringuid ning selle olemasolul broneering tühistatakse ja laud vabastatakse.

Antud lahendus on üsna kasutajasõbralik, paari sammuga on võimalik enne ruumi sisenemist saada ülevaade laudade saadavusest ja samuti teha broneering. Kindlasti tuleb kasuks, kui ettevõttesiseselt on kasutusel uksekaardid, millega on võimalik ka antud tegevust teostada. Lisaks annab ekraanil olev ruumiplaan töötajale ülevaate, kus tema broneeritud laud asub, ilma et peaks kuskile sisse logima või muid üleliigseid samme astuma.

Ekraanide paigutamisel ruumide ette on kindlasti oluline selgeks teha, kui palju on kontoris ruume ning kui palju laudu on igas ruumis. Kui kontoripinnal on pigem rohkem väikeseid ruume, kus on vähe laudu, siis on ekraanide ülalpidamine päris kallid. Teisalt aga, kui ruumid on mõõduka suurusega, näiteks Eesti Energia peahoones on korruse peale enamasti neli ruumi, kus igas ruumis on *ca* 16 lauda, on ekraanide paigutamine sissepääsude juurde pigem kasulik.

Selliseid ekraane ressursside broneerimiseks on päris mitmeid, üks illustreeriv lahendus on Condeco koosolekuruumide broneerimiseks mõeldud ekraanid, mis töötavad sama loogikaga nagu eelpool kirjeldatud [10].

5.4 Olemasolevad valmislahendused

Lõpetuseks uurisid autorid olemasolevate valmislahenduste kohta, mida on võimalik ettevõtetel soetada kontorilaudade broneerimise süsteemi integreerimiseks. Selliseid valmislahendusi on suurel hulgal. Autorid valisid välja kolm lahendust, mis paistsid silma mõne kindla funktsionaalsusega ja mis ei sarnanenud omavahel üks ühele.

Autorid keskendusid lahenduste analüüsimisel eelkõige järgnevatele tunnustele: kontoriplaanid, teiste töötajate broneeringute nägemine, tark- ja riistvara integratsioon, integratsioon ettevõttesiseste lahendustega, teiste ressurssidega integratsioon, mobiiltelefoniga broneerimise võimalus, analüütilised vahendid ressursside kasutamise kohta ja süsteemi hind [11], [12].

5.4.1 Iotspot

Iotspot on töölaudade, ruumide ning parkimiskohtade broneerimise süsteem, mis on mõeldud nii ette kui ka kohapeal broneerimiseks. Broneeringuid saab luua äpi kaudu, mis peab reaalsajas arvet kõigi süsteemi sisestatud ressursside üle. Konkreetselt töölauale on töökoha hõivatuse näitamiseks paigutatud indikaator, kus rohelisega on märgitud vaba töölaud, sinisega töölaud, kuhu on hilisemaks tehtud mõni broneering ning punane näitab, et töölaud on juba kellegi poolt broneeritud [13].

Kui inimene on töölaua broneerinud kodust, siis kontorisse jõudes juhatab äpp ta õige laua juurde, et iga kord ei peaks endale broneeritud lauda otsima. Kui aga inimesel tööle jõudes veel lauda broneeritud pole siis näitab äpis olev ruumikaart saadaolevaid ning hõivatud laudu ja töötaja saab endale sobiva töökoha valida. Samuti on võimalik vaadata, kuhu on broneerinud laua tiimiliikmed ning soovi korral istuda nende lähedusse [14].

Töökohani jõudmise kinnitamiseks tuleb telefoniga skaneerida laual olevat NFC-märgist. Juhuks kui inimene unustab kohaloleku kinnitada või ei ilmu kohale, on laudadele paigutatud ka sensorid, mis suudavad kindlaks teha, kas laua taga istub keegi või mitte. Kui sensor tuvastab, et laud on broneeritud, kuid inimene töölaua taga ei istu, siis vabastab rakendus automaatselt selle koha, et soovi korral saaks sinna broneeringu teha teine inimene [15].

Lisafunktsioonina tegelevad rakendusega seotud sensorid monitooringuga. Kontorisse on võimalik paigaldada näiteks kliimasensorid, mis annavad teavet ruumide temperatuuri,

niiskuse ning süsihappegaasi taseme kohta. Samuti saab ruumidesse paigaldada sensorid, mis suudavad ruumis olevaid inimesi loendada. Monitooringu andmeid kasutades saab teha kokkuvõtteid kontorite, korruste, ruumide ning laudade kasutuse kohta päeva, tunni ning minuti lõikes ja nende põhjal omakorda suuremaid otsuseid ettevõtte ruumikasutuse kohta [16].

Iotspoti rakendust on võimalik integreerida mitmete erinevate teenustega nagu Microsoft Outlook, Google Calendar, Microsoft Power BI, et broneeringute ning analüüside tegemine oleks hõlpsam. Samuti on võimalik rakendusse lisada endale meelepärased nupud, mis suunavad kasutaja soovitud veebilehele või teise rakendusse. Näiteks võivad nupud suunata vaatama söökla täituvust, päevamenüüd ja muud vajalikku infot [17].

Valmislahenduse hind sõltub mitmetest erinevatest teguritest, milleks on näiteks laudade ja ruumide arv, samuti milliseid sensoreid nende ressursside juurde soovitakse. Veel üheks hinda mõjutavaks teguriks on teenused, mida soovitakse rakendusega integreerida nagu korruseplaanid või integratsioon Google Calendari, MS Outlook 365-ga [18].

5.4.2 Inspace

Teiseks valimislahenduseks on inpace. Inspace rakendus võimaldab hallata ja broneerida eelkõige kontorilaudu ja tööruume. Rakendus on mõeldud nii ette kui ka kohapeal broneerimiseks. Lisaks rakendusele tulevad lahendusega kaasa Inspace seadmed, mis integreeritakse töökohtadega [19].

Laua broneerimiseks on olemas kaks võimalust, mõlema võimaluse kasutamiseks on vaja alla laadida Inspace'i mobiilirakendus. Mobiilirakenduses on olemas kontoriplaan, kus kasutaja näeb reaajas, millised töökohad on hõivatud ja millised vabad. Vajutades vaba töökohta peale on võimalik see broneerida. Lisaks sellele näeb kontoriplaanidelt kaastöötajate asukohti, et soovi korral nende läheduses istuda [20].

Teine võimalus on kohapealt broneerimine, kasutades Inspace'i seadmeid. Kui töötaja paneb oma telefoni, kuhu on Inspace'i rakendus alla laetud, seadme peale, siis on automaatselt vastav töökoht antud päevaks broneeritud.

Inspace lahenduse plussiks on see, et seda on võimalik hõlpsasti integreerida nii Outlooki kui ka Google kalendriga. Kui organisatsioonil on soov, siis Inspace'i arendajad saavad pakkuda võimalust integreerida kogu lahendus organisatsioonis olemasoleva *active*

directory'ga. See on kasulik, kuna sel juhul ei pea töötajad kasutama mitmeid erinevaid platvorme soovitud tegevuste teostamiseks [21].

Samuti pakub antud lahendus ärilist väärtust, sest ettevõttel on võimalik saada kokkuvõtteid kontorikasutuse kohta: kui palju käib inimesi kohapeal töötamas, mis on kõige populaarsemad istekohad, mis päevadel ja kellaaegadel on kõige suurem nõudlus kontorilaudade järele ja veel palju muud. See omakorda aitab teha äripoolse inimestel strateegilisi otsuseid, kuidas muuta töökeskkonda paremaks ning optimeerida kontoriressursside kasutust.

Hinna poolest sõltub Inspace'i lahenduse hind esiteks soovitud plaanist. Neid on kokku kolm: tavaline, professionaalne ja organisatsiooni plaan. Antud juhul pakub organisatsiooni plaan enim funktsionaalsusi ja aluseks on võetud selle lahenduse hind. Hind kujuneb välja kontorilaudade kogusest ehk \$7.99 kuus iga laua kohta. Eesti Energia peahoone näitel, kus ainuüksi äri- ja infotehnoloogia korrustel (3.-5. korrus) on kokku 195 lauda, tuleks sellise lahenduse maksumus kolme korruse laudade haldamiseks kokku \$1558 ehk umbes 1474.7€ kuus [22].

5.4.3 Fischer&Kern

Viimaseks väljatoodavaks valmislahenduseks on Fischer&Kern töökohtade broneerimise süsteem, mis on mõeldud nii töölaudade kui ruumide broneerimiseks. Süsteemi on võimalik integreerida Microsofti rakendustega ja broneeringuid teha nii Outlooki kalendri kui ka spetsiaalse rakenduse kaudu [23].

Kohaloleku kinnitamiseks on igal töökohal sensor, mille puudutamisel või uksekaardiga viipamisel värvub see punaseks, näitamaks, et laud on broneeritud. Sensor suudab samuti tuvastada, kas laua taga istub inimene või mitte. Kui laua broneeringut määratud aja jooksul ei kinnitata, siis vabastatakse laud automaatselt. Kui aga sensor tuvastab, et laua taga istub inimene, siis annab see kasutajale teada, et laud on vaja broneerida. Laua broneeringu tühistamiseks tuleb sensorit uuesti puudutada või uksekaardiga viibata ning kui sensor värvub roheliseks on broneering tühistatud [24].

Igale lauale on võimalik paigutada laua broneerimise paneel, mis on tegelikkuses väike ekraan, kust pealt on lihtne aru saada, kas laud on broneeritud või vaba. Samuti kuvatakse broneeringu olemasolu korral ekraanil info broneeringu kohta. Kui broneeringut pole

paneeli või sensori kaudu kinnitatud, siis kaob ka ekraanilt broneering automaatselt. Ühe võimalusena on ka otse ekraanilt võimalik broneeringut pikendada või lühendada [25].

Selleks, et töötaja saaks valida laua, mis vastab tema vajadustele, on laua broneerimisele lisatud juurde filtrid laudade asukoha, tsooni ja lisade järgi sorteerimiseks. Samuti on nähtavad korruseplaanid, et laua asukohast tekiks parem arusaam. Lisaks on võimalik otsida töökaaslaste asukohti, et soovi korral laud nende lähedusse broneerida [26].

Antud süsteem võimaldab analüüsida ettevõtte ruumi- ja lauakasutust. Rakendusse on sisse ehitatud analüüsi tööriist, mille kaudu saavad administraatorid vaadata, millised on populaarseimad lauad ja ruumid, kas neil ressurssidel on ka sarnased lisad ning kas ettevõttel on kogu hetkel kasutusel olevat tööpinda vaja või saaks hakkama väiksema pinnaga [27].

Taaskord ei ole süsteemi juures välja toodud konkreetset hinnakirja, vaid hind sõltub konkreetse ettevõtte vajadustest, milliseid seadmeid süsteemile juurde soovitakse ja kui palju on süsteemil kasutajaid.

5.5 Uued nõuded alternatiivide analüüsist

Analüüsi põhjal said autorid palju ideid, kuidas muuta arendatav prototüüp veelgi kasutajasõbralikumaks ja mugavamaks. Võttes arvesse uuritud broneerimissüsteemide (ja nende funktsioonide) plusse ja miinuseid, valisid autorid välja olulisemad funktsionaalsused, mida olemasolevasse prototüüpi integreerida. Vastavalt nendele funktsionaalsustele, loodi uued nõuded, millele edasiarendamise käigus keskenduda.

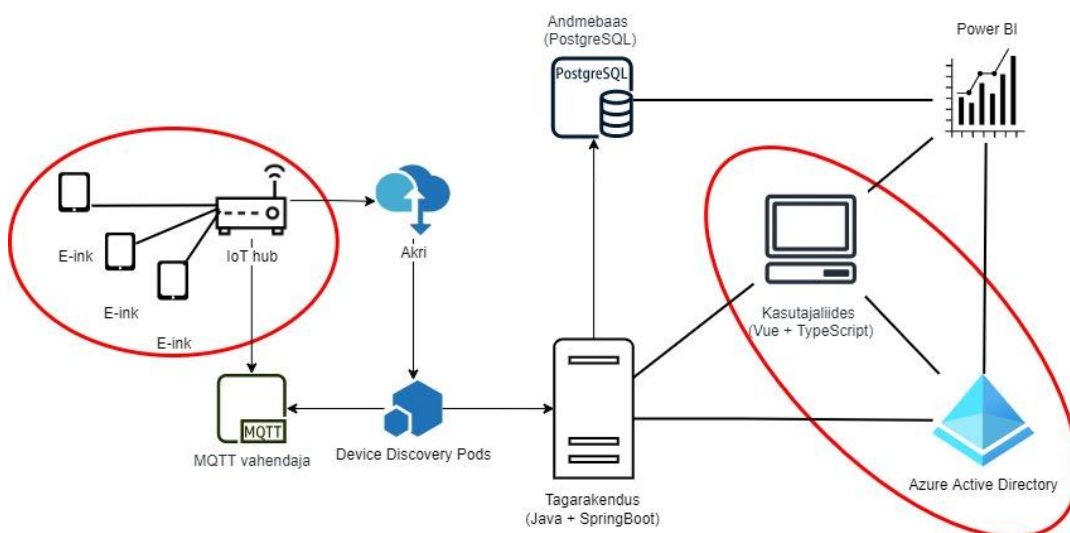
- Korruseplaanide lisamine nii veebirakendusse kui ka MS Outlooki kalendrisse – olemasolevad valmislahendused sisaldasid endas korruseplaanid, et muuta laua valimine ja leidmine kasutajale lihtsamaks.
- Broneeringute tegemise lihtsus – olemasolevate valmislahenduste analüüsist selgus, et mida lihtsam on reserveerimine ja mida vähem toiminguid peab kasutaja selleks tegema, seda atraktiivsem lahendus ka on. Fischer&Kern pakutud lahenduses oli vaja kasutajal täita broneerimiseks väga palju välju, kuid väiksemate kontorihoonete puhul pole see tingimata vajalik.

- Tiimiliikmetel on võimalik kogu tiimile laudu broneerida ning rakendusest on võimalik näha, kus erinevad tiimiliikmed kontoris asuvad.
- Kasutajal on võimalik näha laudadega seotud funktsionaalsusi nagu monitoride arv, tehnikaga ühendamise võimalused.
- Broneeringu kinnitamise puhul peab silmas pidama, et kasutajal ei tekiks liiga palju lisatööd, et lõpuks laud endale saada. Analüüsi käigus jõudsid autorid arvamusele, et kõige mugavam variant kinnitamiseks oleks broneeringu automaatne kinnitamine, kui kasutaja enda uksekaardiga kontoris siseneb. Teine mugav lahendus oleks enne broneeringu algust teavituse saamine telefoni, et broneering seal kinnitada või tühistada.
- Seadmete olemasolu laudadel on eelkõige oluline, et kindlaks määrata, millised laudad on hõivatud ja millised mitte, enamasti kasutasid valmislahendused selleks erinevat värvi tulede kuvamist seadmetel. Sellest järeldasid autorid, et kasutaja jaoks kõige mugavam viis laudade hõivatuse/mittehõivatuse kindlaks määramine on värvide järgi orienteerudes, mitte seadmetelt informatsiooni lugemise põhjal.

6 Kasutajaliidese edasiarendus

Töölaudade broneerimise süsteemi kasutajaliidese edasiarendamine lõputöö raames sai alguse 2022. aasta jaanuari keskpaigas. Esimeseks sammuks oli edasise tööprotsessi paika panemine. Paralleelselt toimus lõputöö teemade püstitamine ja omavahel tiimidesse jagamine. Vastavalt lõputöö teemadele jagati piletid tiimiliikmete vahel ära, et kõik saaksid tegeleda enda tööga seotud piletitega.

Joonis 9 kujutab arendatavat süsteemi kui tervikut, punase ringiga on ümbritsetud osad, millele keskendusid autorid käesoleva lõputöö raames. Nendeks on kasutajaliides, Azure AD ja E-ink ekraanid koos hubiga.



Joonis 9. Meeskonnaprojekti arhitektuuri joonis.

Joonis 10 kujutab kasutajaliidest, täpsemalt reserveeringu tegemise vaadet, 2022. aasta jaanuaris. Autorid muutsid kasutajaliidese välimust vastavalt ettevõtte poolt pakutud uuendatud Enefit UX raamistikule.

The screenshot shows a web interface for creating a reservation. At the top left is the 'Eesti Energia' logo. The navigation bar includes 'Desks', 'Reservations', and 'Create a reservation'. The form has four input fields: 'DESK', 'USER'S NAME', 'RESERVE FROM', and 'RESERVE UNTIL'. Each field has a small calendar icon to its left. Below the fields are two buttons: a green 'Create' button and a grey 'Cancel' button.

Joonis 10. Kasutajaliidese laua reserveerimise vaade 2022. aasta jaanuaris.

Kasutajaliidese edasiarendamisel keskenduti peatükis 3.2 välja toodud nõuete lahendamisele, milleks olid andmete haldamine Azure AD-s, kasutajate autentimine MSAL raamistiku abil (Microsoft Authentication Library), erinevate vaadete kuvamine kasutajaliidese vastavalt sellele, kas kasutaja on sisselogitud või mitte, kasutajaliidese integratsioon GraphAPIga ja rakenduse mobiiliversiooni loomine.

6.1 Azure Active Directory

Esimeseks nõudeks lõputöö projekti edasiarendamisel oli luua Azure Active Directory konto ning otsustada, kellest saab süsteemi haldav IT-admin. Azure AD kasutamine projektis oli nõutud Eesti Energia AS mentorite poolt, sest ettevõttesiseselt toimub EE töötajate ja ressursside haldamine nimetatud kataloogiteenuses. IT-admini ülesandeks oli luua organisatsioon Azure AD-s, lisada kasutajaid, kes kuuluvad organisatsiooni, anda vajalikke õiguseid nii kasutajatele, organisatsioonile kui ka ettevõttele ning üldiselt hallata kogu administratiivset poolt. IT-admini rolli kandis projektis käesoleva lõputöö üks autoritest, Merili Tamm.

Lõputöö raames on tegemist töölaudade broneerimise süsteemiga, mistõttu lisati MS Admin Centeris ressursside alla ka lauad. MS Admin Center aitab hallata organisatsiooni kõige tüüpilisemaid ülesandeid, nagu salasõnade uuendamine, kasutajate lisamine ning eemaldamine ja palju muud [28].

6.2 Kasutajate autentimine

Tänu organisatsiooni ja selle siseselt ettevõtte loomisele, oli võimalik luua juba olemasolevale töölaudade broneerimise rakendusele autentimise võimalus, mis oli ka üks etteantud nõuetest kasutajaliidese edasiarendamiseks. Selleks registreeriti veebirakendus Azure AD-s vastava ettevõtte all ära. Autentimise loomiseks kasutati valmisolevat MSAL raamistikku, mis lubab arendajal saada kätte vajalikud *token*'id Microsoft Identity platvormilt, et tuvastada kasutajad ja pääseda turvaliselt veebirakendustele ligi [29].

Autentimise funktsionaalsusega käis käsikäes sisse- ja väljalogimise nuppude lisamine ja kasutajaliidese muutmine vastavalt sellele, kas kasutaja on sisse logitud või mitte. Autentimata kasutajatele on kuvatud vaid avaleht, sisse logitud kasutajatel on võimalik lauda reserveerida, oma reserveeringuid vaadata, muuta ning kustutada.

6.3 Kasutajaliidese integratsioon GraphAPIga

Kasutajaliidese integratsioon GraphAPIga oli samuti üks nõuetest, mille autorid võtsid eesmärgiks ära täita. GraphAPI on REST-il (*Representational State*) põhinev veebi API (*Application Programming Interface*), mis võimaldab veebirakendusel pääseda ligi Microsofti pilveteenuse ressurssidele [30].

Antud juhul on võimalik GraphAPI kaudu küsida laudu ja kasutajaid organisatsiooni pilveteenusest, luua laudadele reserveeringuid, neid kustutada ning muuta. Integratsioon GraphAPIga võimaldas ühendada autorite arendatud kasutajaliidese ja Microsofti konto, mis tähendab, et kõik töölaudade broneerimisega seotud toimingud, olgu need tehtud MS Outlooki, MS Teamsi või arendatud kasutajaliidese kaudu, talletuvad pilve ja seega on võimalik neile erinevate platvormide kaudu ligi pääseda.

6.4 Ngrok

Viimaseks sammuks enne oli kasutajaliidese mobiilivaate parendamine ning rakenduse jaoks tunneli loomine ngroki abil. Ngrok on platvormide ülene rakendus, mis võimaldab luua kohaliku arendusserveri internetti. Antud tarkvara võimaldab kohalikul jooksva veebiserveri panna käima ngrok.com alamdomeenis, mis tähendab, et loodud veebirakendust saab käivitada teistes seadmetes peale arenduseks kasutatava seadme [31].

6.5 Korruseplaanid

Kasutajatestimise ja alternatiivide analüüsi käigus tekkis uus nõue korruseplaanide loomiseks ja integreerimiseks MS Outlooki. Kasutajatestimise tagasisidest said autorid teada, et laudade valikul ei saa kasutaja ainult laua nime lugedes aru, kus antud laud kontoris asub, sest Eesti Energia ASi peakontoris on 11 korrust, igal korrusel üle viiekümne laua. Lisaks sellele olid korruseplaanid olemas kõigis analüüsitud valmislahendustes ja ka sellest järeldasid autorid, et plaanide olemasolu broneeringu tegemiseks on vajalik.

Lisaks jõudsid autorid kasutajatestide tagasiside põhjal järeldusele, et loodavasse rakendusse pole korruseplaanide integreerimine esmatähtis, sest mobiiliversioon on mõeldud kohapealt laua broneerimiseks, seega otsustati lõputöö projekti raames antud funktsiooni loomine välja jätta. Kui kasutaja on kontoris ning soovib teha tööd valitud laua taga, siis skaneerides laualt QR-koodi, saab ta luua broneeringu terveks päevaks. See elimineerib esialgse probleemi - laua asukoha kindlaksmääramine.

Autorid otsustasid, et MS Outlooki kaudu broneerimisel on korruseplaanide olemasolu olulisem, kuna seda võimalust kasutatakse eelkõige laua ettebroneerimisel. Uurimise käigus leidsid autorid, et Microsoft pakub omalt poolt teenust nimega Microsoft Searchi korruseplaanid, mis aitavad kasutajatel leida hoones inimesi, ruume ja töökohti [32].

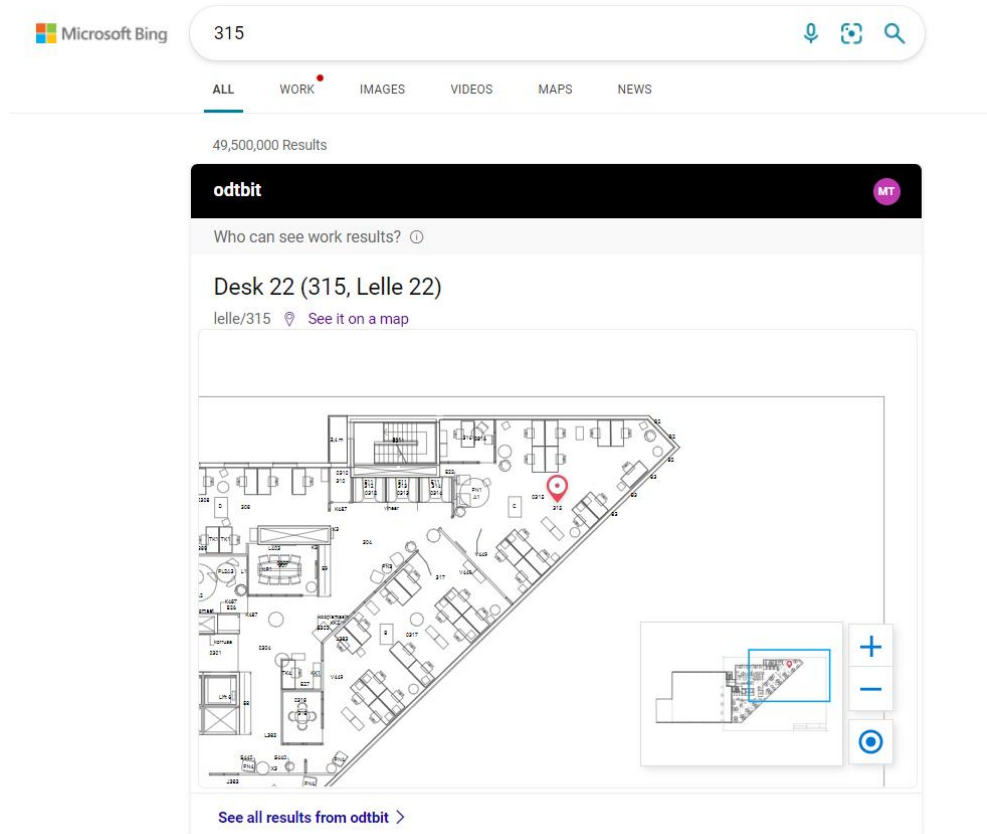
Selleks, et ise korruseplaanid luua, järgisid autorid vastavat juhendit [32]. Eesti Energiast saadi korruseplaanid Eesti Energia AS peamaja kohta, mis tuli MS 365 Admin Center'isse üles laadida. Korruseplaanid pidid olema DWG formaadis.

Autorid lootsid, et antud korruseplaan on võimalik kasutajale kuvada ka MS Outlooki kalendris, kui kasutaja soovib lauda broneerida. Alustades korruseplaanide loomisega, selgus, et laudade asukoha nägemiseks, tuleb kasutajal sisestada soovitud laua nimi (või selle osa) Microsoft Searchi. MS Outlooki kalendrist polnud võimalik laua asukohta korruseplaanidelt näha. See ei rahuldanud autorite vajadusi antud projekti raames.

Joonis 11 kujutab korruseplaanide kuvamist MS Bingi otsingumootori kaudu. Sisestades otsingusse ettevõttes oleva ruumi numbri, tuleb vastuseks loetelu inimestest ja ressurssidest, kes sisestatud ruumiga seotud on. Antud juhul paikneb laud 22 ruumis 315

Eesti Energia peahoones aadressil Lelle 22. Tuleb silmas pidada, et tulemuste nägemiseks peab kasutaja olema organisatsiooni emailiga sisse logitud.

Kahjuks piirasid MS 365 Admin Center'i funktsionaalsused korruseplaanidega seotud tegevuste edasiarendamist.



Joonis 11. Laua asukoha kuvamine korruseplaanil MS Bing otsingumootoris.

6.6 Ülevaade kasutajaliidese nõuete täitmisest

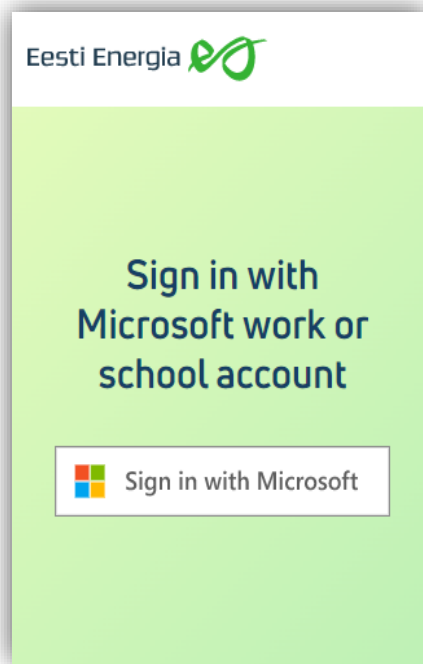
Kasutajaliidese edasiarendamisel lähtusid autorid nii olemasoleva prototüübi hindamisel paika pandud nõuetest kui ka kasutajatestimise tagasiside ja alternatiivide analüüsi käigus tekkinud uutest nõuetest.

Nõuete põhjal löid autorid uued piletid. Järgmiseks sammuks oli pileтите prioritiseerimine. Selle otsuse langetamiseks suheldi ka teiste meeskonnaliikmetega. Toimus koosolek, kus autorid andsid ülevaate kasutajate tagasisidest ja loodud piletitest, mille põhjal aitasid tiimiliikmed välja valida olulisemad piletid, millega tööd jätkata.

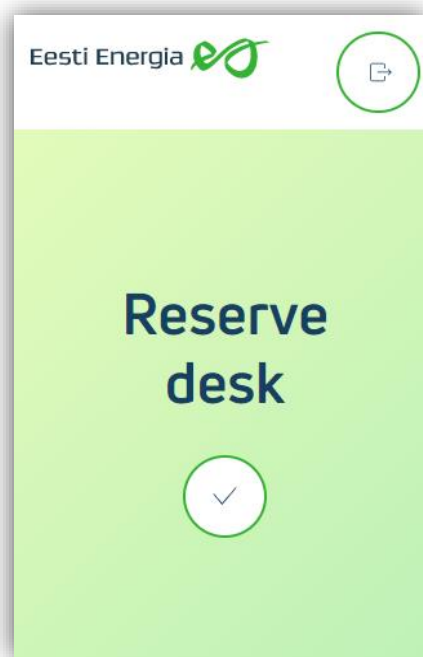
Azure Active Directory's oli esimene samm luua ruumide tüüpi laudade asemel töökohad, sest töökoha tüüpi laudade lahendasid ära ka mitmed teised loodud piletid, nagu laudade otsimine ruumiplaneerijast, laua broneerimine automaatselt kogu päevaks ja kasutaja staatuse kuvamine olekus „vaba“.

Veebirakendusega seotud piletid otsustati ära teha täies mahus. QR-koodi ja ekraanil info kuvamisega seotud piletitest otsustati jätta juhendi koostamine ja QR-koodi väljaprintimine viimaseks sammuks ning enne seda teostada korrektse informatsiooni kuvamine ekraanil ja luua erinevad QR-koodid, kus URL-iga antakse kaasa vastava laua id. Lõputöö skoobist jäid välja QR-koodiga kohaloleku kinnitamise loogika implementeerimine, teavituse saatmine kui tiimiliige reserveerib laua ja laua erinevate omaduste kuvamine kalendris.

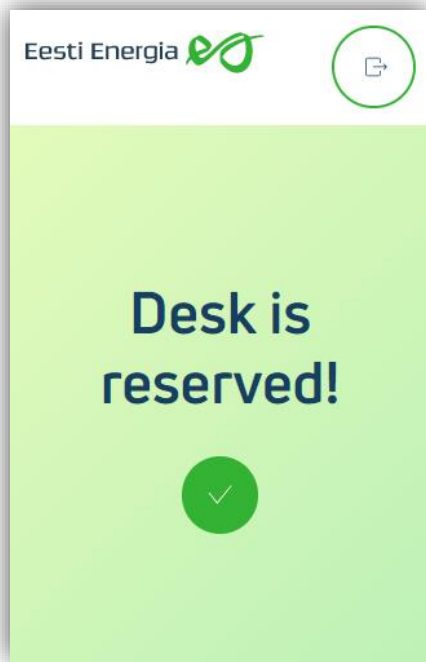
Lõputöö raames valminud lõplik kasutajaliidese versioon 2022. aasta maikuu seisuga on kujutatud joonistel 12, 13 ja 14. Autorid otsustasid keskenduda eelkõige mobiiliversiooni arendamisele, sest töö käigus jõuti selgusele, et loodava rakenduse põhieesmärk on kontorist koha pealt laua reserveerimine ning ettebroneerimine toimub Outlooki kalendri kaudu. **Error! Reference source not found.** on näha sisselogimise leht, kus kasutaja saab organisatsiooni meiliaadressiga sisse logida. Seejärel suunatakse ta töölaua reserveerimise lehele, mis on kuvatud **Error! Reference source not found.** Autorid eemaldasid kõik väljad, mida kasutaja esialgu käsitsi täitma pidi ning jätsid alles ainult ühe nupu, millega reserveering kinnitada. Kogu vajaliku informatsiooni reserveeringu kohta saab rakendus kätte kasutaja poolt skaneeritud QR-koodist ja sisselogimise informatsioonist. QR-koodiga antakse broneeringule kaasa laua id, kasutaja meiliaadress näitab, kelle kalendrisse tuleb broneering lisada ning laud broneeritakse vaikimisi kogu käesolevaks päevaks ehk kuupäev võetakse kasutatava süsteemi kuupäeva järgi. Kasutaja peab broneeringu kinnitamiseks vajutama linnukesega nuppu. **Error! Reference source not found.** kujutab vaadet, mida kasutaja näeb, kui broneering on õnnestunud. Edasisi broneeringuid puudutavaid operatsioone saab kasutaja teha Outlooki meilirakendusest.



Joonis 12. Mobiiliversiooni sisselogimise vaade 2022. aasta mais.



Joonis 13. Mobiiliversiooni laua reserveerimise vaade 2022. aasta mais.



Joonis 14. Mobiiliversiooni reserveeringu õnnestumise vaade 2022. aasta mais.

7 Tööprotsessi kokkuvõte

Järgnev peatükk kirjeldab kokkuvõtvalt tööprotsessi kulgemist. Samuti annab ülevaate võimalikest edasiarendustest, mis lõputöö kirjutamise raamidesse ei mahtunud, kuid mis oleks kasulikud broneerimissüsteemi funktsionaalsused. Lõpetuseks annavad autorid hinnangu omavahelisele koostööle ja isiklikule panusele.

7.1 Tugevused ja nõrkused arendusprotsessis

Lõputöö arendusperioodi vältel oli autoritel rohkem vabadust kui sügisese meeskonnaprojekti raames. Mentorid andsid kevadsemestril ette suunised, mis ülesanded oleks loogiline lõputöö projekti raames ette võtta, kuid autorid said ise otsustada, mis järjekorras ja viisil need ülesanded ära teha. Tänu sellele said autorid panustada rohkem sprintide planeerimisse ning prioritseerida tööülesandeid. Lisaks sellele hõlbustas tööprotsessi parem arusaam töökorraldusest ja kasutatavatest süsteemidest Eesti Energias. Järgnevalt toovad autorid välja, mis olid suuremad õnnestumised ja teisalt ka komistuskivid arendusprotsessi käigus.

7.1.1 Tugevused

Kogu lõputööga tegelemise perioodi vältel oli suureks abiks toetav ja motiveeriv töökeskkond ja -kaaslased Eesti Energias. Autorite vaheline koostöö sujus samuti väga hästi, kuna juba sügisest alates praktiseeriti tiimis töötamist.

Autoritel oli samuti suurem vabadus sprindi planeerimistel. Omavaheliste arutelude käigus toimus sprindi jaoks pileтите välja mõtlemine, nende loomine ja jaotamine. Tööülesandeid jagades lähtusid autorid üksteise tugevustest ja nõrkustest, mis muutis ülesannete lahendamise meeldivamaks ja samuti kiirendas tööprotsessi. Kui pileт sai tehtud, viisid autorid ka üksteist tehtud tööga kurssi.

Suur osa lõputööst oli ka kasutajatestide planeerimine ning läbiviimine, mis võimaldas autoritel saada uusi kogemusi infotehnoloogia erinevatel erialadel. Kasutajatestimise käigus oli autoritel võimalus suhelda Eesti Energia töötajatega, saada tagasisidet nii seni

valminud prototüübi kui ka üldiselt broneerimissüsteemi vajaduse kohta ning õppida lähemalt tundma kasutajatestimise seotuid praktikaid nagu näiteks teststsenaariumite loomine, testide läbiviimine, kasutajatekonna kaartide loomine ja testide põhjal tulemuste analüüsimine.

Lisaks oli autoritel võimalus katsetada erinevaid platvorme, mille käigus omandati palju uusi teadmisi ja oskuseid. Kõige lähemalt õppisid autorid tundma Microsoft Exchange ja Microsoft 365 portaale, mis olid omakorda seotud Azure Active Directory'ga. Autoritel oli võimalus luua väljamõeldud organisatsioon, millega sai katsetada erinevaid broneerimisega seotuid toiminguid ja õppida iseseisvalt, kuidas neid portaale ühendada töölaudade broneerimise süsteemi prototüübiga.

7.1.2 Nõrkused

Töö tegemise käigus avaldus mitmeid nõrkusi seoses arenduseks kasutatavate süsteemide ja tööprotsessiga. Autorite arvates oli kõige suuremaks probleemiks Microsofti administraatorportaalide kasutamine, kus hallati töölaudu, korruseplaanid ning inimesi. Kuna portaale, kus sai kasutajate seadeid muuta, oli kokku kolm, siis oli üsna aeganõudev ja kasutajale ebamugav pidevalt erinevate portaalide vahel klikkida ja meenutada, millistest portaalist sai soovitud kasutaja atribuutide väärtusi muuta. Näiteks Exchange'i admin portaalist sai muuta küll laua emaili, kuid laua mahutavuse muutmiseks tuli minna Azure'i admin portaali.

Samuti oli töö arendamise ajal aeganõudev erinevate Microsofti kasutajatega sisselogimine. Erinevate kontode kasutamist oli vaja näiteks ettevõtte konto ja kasutajatestimise jaoks loodud kontode haldamiseks ja katsetamiseks, samuti kui tekkis vajadus kasutada Eesti Energia postkasti. Kui Gmailis on võimalik teha ühes brauseris lahti mitu erinevat postkasti, siis Microsofti kontode vahel navigeerimiseks tuli esmalt ühest meilist välja logida ning teise siseneda. Sageli võttis selline kontode vahetus aega vähemalt viis minutit, sest isegi kui logisid ühest kontost välja ja sisestasid teise konto kasutajanime ja parooli, siis avanes ikkagi esimese konto postkast ja välja- ning sisselogimise protseduuri tuli korrata.

Veel ühe nõrkusena võib välja tuua autorite vähese või puuduva kogemuse mõne arenduseks kasutatava tööriistaga, mis tähendas aeglasemat tööprotsessi ning rohkem vigu. Sügisese meeskonnaprojekti raames kasutati esimest korda Spring raamistikku ja

Java programmeerimiskeelt, samuti olid meeskonnaliikmete jaoks uued riistvaralised lahendused ning nendega seotud süsteemid ja keeled. Kevadel lisandusid uute süsteemidena Microsofti administraatorportaalid, millega harjumiseks ja tundmaõppimiseks kulus küllaltki palju aega.

Viimaseks nõrkuseks, mis puudutas arendusprotsessi, oli väheolulistele probleemidele rohke aja kulutamine. Tuli ette, et meeskonnaliikmed tegelesid väikeste probleemide lahendamise kogu päeva, kuid tegelikult ei olnud probleemi lahendamine sel ajahetkel nii oluline ning oleks võinud rohkem aega panustada olulisematele ülesannetele või küsida teistel tiimiliikmetelt varem abi. Sprindi retrospektiivide käigus tuli see nõrkus välja ning viimastes sprintides saadi sarnaste olukordade vältimisega enamjaolt hakkama.

7.2 Ettepanekud tulevikuks

Projekti edasiseks arenduseks ja analüüsiks on autoritel pakkuda mitmeid ideid. Kõige olulisem oleks autorite arvates põhjalikumalt uurida, kas ja kuidas antud projekti raames välja töötatud lahendus oleks laiendatav ka teistele ettevõtte ressursidele nagu ruumid ja autod. Autorid jõudsid projekti tegemise käigus järeldusele, et Azure Active Directory'sse on võimalik lisada lisaks töölaudadele ja ruumidele ka teisi ressursse, kuid lahendus vajab edasist analüüsi ja testimist, sest ettevõtte seisukohast on oluline, et kõiki ressursse saaks hallata ühes süsteemis.

Samuti peaks põhjalikumalt analüüsima ning viima läbi teste broneeringu kinnitamise võimaluste kohta. Autorite arvates on Eesti Energia jaoks parimaks lahenduseks mobiilne *check-in* või broneeringute automaatne kinnitamine, kui kasutaja siseneb oma töötajakaardiga hommikul kontoris. Mobiilse *check-in*'i lahenduse uurimisel oleks oluline analüüsida, kas kõige efektiivsem oleks töötaja telefonile emaili, sõnumi, kalendriteade või hoopis muul viisil teate saatmine broneeringu kinnitamiseks/tühistamiseks. Töötajakaardiga lahenduse korral tuleb mõelda, kuidas integreerida kaartidelt saadud info loodud süsteemiga nii, et süsteem saaks aru, kelle broneering on vaja automaatselt kinnitada.

Projekti edasise arenduse käigus oleks kindlasti vaja läbi viia suurem asutusesisene testimine, et paremini kaardistada inimeste töötamisharjumusi ja vajadusi, samuti kas loodud töölaudade broneerimise süsteem täidab oma eesmärgi. Piloottestimine võiks

esialgu toimuda vaid paaril korrusel Eesti Energia peakontoris ning vastavalt vajadusele saab testimispiirkonda laiendada. Kindlasti tuleb enne testimise läbiviimist mõelda läbi ka kulud, mis tekivad testimispiirkonda seadmete soetamisest ja tööjõukuludest.

Järgnevalt tuuakse välja mõned veebilehega seotud edasiarenduse võimalused lähtuvalt kasutajatestide tagasisidest ja alternatiivide analüüsist. Esimeseks neist oleks mobiiliversiooni täiendamine kontori korruseplaanidega, et töölaudu oleks mobiilist mugav broneerida ka ette, mitte vaid kohapealt. Samuti võiks veebilehel iga broneeritava laua juures olla võimalik näha laua tunnuseid, näiteks laua asukoht (akna all, ukse kõrval), monitoride arv laual ja erinevad arvuti ühendamise võimalused. Autorite poolt läbi viidud kasutajatestimisest selgus, et veel sooviksid süsteemi kasutajad saada teavituse, kui mõni nende tiimiliige on broneerinud kontoris laua, nii oskaks kasutaja paremini arvestada, mis päeval kontoris minna ja kuhu istuda. Lisaks võiks töölaudade broneerimise süsteemis olla võimalus ühel tiimiliikmel broneerida töölaud kogu tiimile. Selle lahenduse juures oleks kindlasti vaja läbi mõelda, kes saab tiime luua ja hallata.

7.3 Meeskonnaliikmete töö hinnang

Vastavalt ülikooli poolt ettenähtud nõuetele, peavad autorid andma üksteisele hinnangu vahemikus +2 kuni -2 punkti. Punktid peavad kokku andma 0 punkti.

Vastavate punktide tähendus:

1. +2 panustas märkimisväärselt rohkem kui teised
2. +1 panustas rohkem kui teised
3. 0 panustas sama palju kui teised
4. -1 panustas vähem kui teised
5. -2 panustas märkimisväärselt vähem kui teised

Autorid jõudsid omavahel üksmeelele, et mõlema panus käesolevasse lõputöösse on olnud võrdne. See tähendab, et mõlemad autorid saavad 0 punkti. Kuna töö toimus enamjaolt ühiselt kontoris ja ka lõputöö dokumendi kirjutamiseks said autorid ühiselt kas

ülikoolis, kontoris, üksteise juures või Teamsi vahendusel kokku, siis tulid lõputööga seotud aeg ja panus samaväärsed.

8 Ajalogid

Projekti ajakulu arvestust peeti Clockify aja jälgimise tarkvara abil ning allolevates tabelites 2 ja 3 on näidatud tehtud töid nädalate lõikes perioodil 17.01.2022 kuni 18.05.2022.

Tabel 2. Kerttu Saadi nädalalogid.

	Kerttu Saadi
17.01-23.01	Azure Active Directorys kasutajate haldamisega seotud töötuba ja uute pileтите loomine, arutelu, kuidas projektiga edasi minna ning pileтите omavahel jaotamine. Azure Active Directory kohta õppimise ning katsetamise alustamine.
24.01-30.01	Azure ADs kasutajate, ruumide ja lubade lisamine. Skriptide loomine andmebaasi juurutamiseks. Kubernetese ja Akri kohta uurimine.
31.01-06.02	Sprindi planeerimine, ülevaatus ja retrospektiiv. Lõputöö teemade väljamõtlemine ning pileтите jagamine. Sisselogimise funktsionaalsuse loomine, uurimine Azure AD integreerimise kohta <i>frontend</i> rakendusega.
07.02-13.02	Azure AD integreerimine <i>frontend</i> ’iga, et võimaldada Microsofti kontoga sisse logida. Arutelu mentoritega lõputöö teemade jaotamisest. Sisselogimise funktsionaalsuse parandamine, et see töötaks ka Dockeris käivitades.
14.02-20.02	Sisselogimise funktsionaalsus sai parandatud. Väljalogimise funktsionaalsuse loomine ning loogika implementeerimine, millal näidata sisse- või väljalogimise nuppu. Pileтите loomine vastavalt lõputöö teemale. Väike demo mentoritele.
21.02-27.02	Vea otsimine ja lahendamine koodis, mis põhjustas muutmise ja kustutamise nuppude katki minemise. <i>Pull request</i> ’is kommentaaride põhjal muudatuste tegemine. Vaate lisamine ühe kasutaja reserveeringute kuvamiseks ning autentimise loogika, millal milliseid vaateid kasutajale näidata.
28.02-06.03	Sprindi planeerimine, ülevaatus ja retrospektiiv. Kohtumised lõputöö teemapüstituse arutamiseks, <i>frontend</i> ’i ja graphAPI integratsiooniks ning kasutajatestide läbiviimise arutamiseks. GraphAPI ja <i>frontend</i> ’i integreerimine. Paranduste tegemine mobiilivaates.
07.03-13.03	Katsete tegemine: reserveeringute loomine <i>frontend</i> ’i kaudu, et näha kas need jõuavad automaatselt Outlooki kalendrisse. <i>Frontend</i> ’i ja graphAPI integreerimises paranduste tegemine. Kasutajatestideks valmistumine, stsenaariumide ja intervjuuküsimuste kirjutamine. Ise kasutajatestimise katsetamine.

14.03-20.03	Kohtumine Meriliga, et arutada <i>frontend</i> 'is tekkinud probleeme. Arutelu kasutajatestimise plaani kohta ning plaani saatmine Jaanile tagasiside saamiseks. Jaani kommentaaride põhjal plaanis muudatuste tegemine. UI koodi ülevaatus, et leida modaliga ning veateadetega seotud vigu.
21.03-27.03	Sprindi planeerimine, ülevaatus ja retrospektiiv. <i>Frontend</i> koodist vigade otsimine, kasutajatestide ettevalmistus. <i>Frontend</i> 'is paranduste tegemine, axiose kasutamine. Arutelu <i>frontend</i> 'ist ning seal demo jaoks paranduste tegemine. Esimene kasutajatest ja tulemuste dokumenteerimine, arutelu mentoritega korruseplaanide integreerimisest.
28.03-03.04	Kasutajateekonna kaardi loomine, uuteks kasutajatestideks ettevalmistuste tegemine, korruseplaanide kohta uurimisega alustamine. Kasutajatesti läbiviimine ning tulemuste dokumenteerimine. Korruseplaanide ning töökohtade lisamise katsetamine Azure ADsse.
04.04-10.04	Kasutajatesti läbiviimine ning dokumenteerimine, kasutajateekonna kaardi loomine. Töökohtadega seotud võimaluste uurimine Azure ADs. Korruseplaanide lisamine Azure ADsse. E-ink ekraanidel oleva info muutmine. Töökohtade (<i>workspaces</i>) katsetamine Outlookis. Kokkuvõtte tegemine Outlooki kasutajatestimistest. Uute stenaariumite kirjutamine meie rakenduse kasutajatestideks. Arutelu lõputöö dokumendist ning lõputöö dokumendiga alustamine.
11.04-17.04	Sprindi planeerimine, ülevaatus ja retrospektiiv. Kasutajatestideks ettevalmistused. Loogika muutmine e-ink ekraanide info kuvamisel. Väikesed muudatused <i>frontend</i> 'is, et teste läbi viia. Kasutajatestide läbiviimine, arutelu veebidisaineriga UI/UX-st, uute piletite loomine kasutajatestide tagasisidest. Kasutajatestide tulemuste analüüsimine ning kasutajateekonna kaartide loomine.
18.04-24.04	Uute piletite loomine kasutajatestidest saadud tagasiside põhjal. Arutelu kogu tiimiga piletite prioritseerimiseks. Kasutajaliidese muutmine uute piletite põhjal. E-ink ekraanidel oleva info muutmine. Lõputöö dokumendi kirjutamine.
25.04-01.05	Mobiilivaates muudatuste tegemine, e-ink ekraanidel kuvatava info muutmine. Alternatiivide uurimine. Vea otsimine, miks ei kuva enam loodud broneeringuid ekraanidel. Kohtumine juhendajaga, et arutada lõputöö kulgu. Lõputöö dokumendi kirjutamine.
02.05-08.05	Sprindi planeerimine, ülevaatus ja retrospektiiv. Probleemi otsimine ning lahendamine, mis oli seotud töökohtade mahtuvusega. Ly aitamine <i>frontend</i> 'is. Ekraanide ja reserveeringutega seotud probleemi lahendamine. Lõputöö dokumendi kirjutamine.
09.05-15.05	Väikesed parandused <i>frontend</i> 'is ning vajalikud muudatused Azure ADs. Lõputöö dokumendi viidete vormistamine ning dokumendi ülevaatus ja paranduste tegemine.
16.05-18.05	Juhendaja soovitude põhjal dokumentatsiooni viimistlemine.

Tabel 3. Merili Tamme nädalalogid.

	Merili Tamm
17.01-23.01	Azure AD admin konto loomine, organisatsiooni ja selle rakenduse loomine, lubade andmine kasutajatele ja rakendusele, ruumide ja laudade lisamine. "Client Credentials Flow" töötuba mentoritega.
24.01-30.01	Arutelu lõputöö teemade jagamiseks, uurisin lähemalt Azure AD kohta. Uurisin Kubernetese kohta ja proovisin käivitada minikube skripti oma arvutis.
31.01-06.02	Demo ja retro koosolek, alustasin uurimist, kuidas integreerida meie <i>frontend</i> MSAL <i>library</i> 'ga ja tegin sellega algust.
07.02-13.02	Jätkasin MSAL integreerimist <i>frontend</i> 'iga. Oli koosolek Jaaniga seoses meie lõputöö teemaga, mille raames panime paika suuremad eesmärgid, mida saavutada, lõime ticketid ja jagasime esimesed ül ära.
14.02-20.02	Alusasin sisse- ja väljalogimise funktsionaalsuse lisamisega meie kasutajaliidesesse. Selle jaoks uurisin erinevaid lahendusi ja katsetasin meie kasutajaliideses.
21.02-27.02	Enamus ajast läks erinevate errorite ja bugide parandamisele, mis MSAL <i>library</i> integratsiooniga kaasa tulid. Alustasime ka ühe kasutaja vaate loomisega, lisasin loogika, mida kuvada kui kasutaja on sisselogitud ja kui ei ole.
28.02-06.03	Demo ja retro koosolek, esitasime lõputöö ülesandepüstitused ära, valisime välja ticketid uueks sprindiks. Alustasin uurimist ja katsetamist, kuidas integreerida GraphAPI meie kasutajaliidesega. Kõne kooli juhendajaga, andes ülevaate mis suunas liigume ja kuidas lõputöö üldiselt välja hakkab nägema.
07.03-13.03	Jätkasin <i>frontend</i> 'i integratsiooni GraphAPIga, sain loodud GET päringu, kus kasutajaliides küsib kasutaja Outlooki kalendrist sündmusi ning Azure AD-st laudu, liikusin edasi post päringu juurde, et UI-s loodud reserveering läheks kasutaja Outlooki kalendrisse. Lisaks oli meil koosolek ka äripoolle inimestega, kus saime tagasisidet ja mõtteid, mis suunas meie projekt liikuda võiks.
14.03-20.03	Jätkasin integratsiooni GraphAPIga, tegime ettevalmistusi esimeseks kasutajatestimiseks (stsenaariumid, küsimused, rollide jagamine, matejalide läbi töötamine). Palju aega kulus ka erinevate errorite lahendamisele <i>frontend</i> 'is. Jätkasin POST ja DELETE päringu integreerimist GraphAPIga.
21.03-27.03	Retro ja demo koosolek, UI parendamine ja refaktoornimine, PUT päringu loomine kasutades GraphAPId. Esimese kasutajatestimise läbiviimine, metoritega arutelu seoses korruseplaanide loomisega nii MS Outlooki kui ka kasutajaliidesesse. Kasutajatestimise tulemuste analüüs.
28.03-03.04	Tegin algust korruseplaanide kohta uurimisega, esmalt MS Outlooki jaoks. Alustasin vastava juhendi järgi katsetamist, kus oli vaja MS 365 Centeris

	lisada korruseplaanid. Jooksvalt UI parendamine. Kasutajatestimise läbiviimine ja tulemuste analüüs.
04.04-10.04	Viimane kasutajatestimine MS Outlooki kaudu, tulemuste analüüs, parendused UI-s seoses ajavööndite ja kuupäevadega. Hakkasime parendama mobiilivaadet ja katsetasime UI avamist mobiilis ngroki abli. Alustasime workspace'ide loomist ruumi ressursside asemel.
11.04-17.04	Retro ja demo koosolek, samuti andsime tiimiliikmete vahel üksteisele ülevaate oma tehtud tööst ja mis on edasised plaanid lõputööga seoses. Katsetasime erinevaid ekraanide paigutust ja parendasime mobiilivaadet, et ettevalmistuda meie UI-ga broneeringute tegemise kasutajatestimiseks. Viisime läbi kaks kasutajatestimist, analüüsisime tulemusi, väike arutelu tiimiliikmete vahel, kuidas peaks UI-d parendama, lõin pull requesti seniste UI muudatustega, lisasime juurde uusi ticketeid kasutajatestide tulemuste põhjal.
18.04-24.04	Uute piletite, kasutajatekonnakaartide loomine, UI muudatused, et küsida Azure AD-st <i>workspace</i> , muutsin UI välimust, kaotasime üldse reserveerimise vormi ära ja lisasime ainult nupu, tuli muuta ära reserveerimise info kättesaamise loogikat. Oli ka arutelu tulevikuplaanide suhtes – väike koosolek võimaliku tööpakkumisega. Alustasime lõputöö dokumentatsiooniga, lõime struktuuri, kirjutasime sissejuhatuse, meetoodika ja kasutajatestimise kohta.
25.04-01.05	Fookus oli lõputöö dokumendi kirjutamisel, hakkasin uurima erinevaid alternatiive broneerimissüsteemide kohta, töötasin vajalikud allikad läbi ja kirjutasin alternatiivide analüüsi peatüki alla, samuti kirjutasin arendusprotsessi peatükki. Lisasin vajalikud joonised ja tabelid, kasutatud allikad. Kirjutasin nõrkustest ja tugevustest. Oli arutelu kooli juhendajaga, kus andsime ülevaate tehtud tööst.
02.05-08.05	Demo ja retro koosolek, lõin pull requesti uute muudatustega UI-s, täiendasin dokumendi analüüsi osa, lõin juhendi QR-koodiga reserveerimiseks, proovisin parandada ja uurida <i>workspace</i> 'ide loomisega ette tulnud vigu, kus need ei töötanud nii nagu me soovisime.
09.05-15.05	Viimase lihvi andmine lõputööle, vajalike täienduste ja viidete lisamine, kirjavigade parandamine, kogu teksti läbi lugemine. Väiksed parendused UI-s, ebavajalike klasside, meetodite eemaldamine.
16.05-18.05	Lõputöö dokumentatsiooni täiendamine juhendaja antud nõuannete põhjal. Eneseanalüüsi kirjutamine.

9 Kokkuvõte

Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli olemasoleva töölaudade broneerimise süsteemi prototüübi kasutajaliidese hindamine ja vastavalt sellele parema lahenduse leidmine. Eesmärgi saavutamiseni aitas jõuda kolme alameesmärgi täitmine.

Töö valmis agiilse tarkvararenduse põhimõttel ning kasutades vajadusepõhiselt ka paarisprogrammeerimist. Kasutajaliidest täiustati kasutades Microsoft Visual Studio Code keskkonda ning Vue 3 raamistikku. Kasutajaliidese kood kirjutati Typescriptis, HTML-is ning CSS-is. Kasutajate ja ressursside andmeid hoiustati Azure Active Directory's. Reserveeringute informatsiooni kuvamiseks oli igal kontorilaual E-ink ekraan.

Kaheksateistkümne nädala jooksul analüüsisid autorid kümmet erinevat broneerimisega seotud alternatiivi nii broneeringute loomiseks, kinnitamiseks kui kuvamiseks. Samuti uuriti kolme täislahendust, mis sisaldasid endas juba kõiki eelnevaid tegevusi. Lisaks viisid autorid läbi viis kasutajatestimist. Kasutajatega toimus nii autorite loodud prototüübi kui MS Outlook kalenderrakenduse kaudu laudade reserveerimise testimine ja pärast testi viidi iga osalejaga läbi intervjuu. Autorid dokumenteerisid ja analüüsisid saadud tulemused. Tulemuste põhjal loodi parenduste tegemiseks uued piletid ning viidi muudatused sisse olemasolevasse laudade broneerimise süsteemi prototüüpi ja võimaluste piires tehti muudatusi ka MS Outlooki kalenderrakenduses. Paralleelselt toimus järjepidevalt kasutajaliidese edasiarendamine.

Kasutatud kirjandus

- [1] E. D. T. Tank, „UI Design Factors that Improve User Experience,“ 06 03 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.emtec.digital/think-hub/blogs/ui-design-factors-improve-user-experience>. [Kasutatud 16 05 2022].
- [2] „What is Azure Active Directory?,“ 19 04 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/active-directory/fundamentals/active-directory-whatis>. [Kasutatud 20 04 2022].
- [3] „MicroPython,“ MicroPython, [Võrgumaterjal]. Available: <https://micropython.org/>. [Kasutatud 13 04 2022].
- [4] C. Drumond, „Scrum,“ Atlassian, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.atlassian.com/agile/scrum>. [Kasutatud 13 04 2022].
- [5] „IDEO's human centered design process: How to make things people love,“ 16 April 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.usertesting.com/blog/how-ideo-uses-customer-insights-to-design-innovative-products-users-love>.
- [6] „Why Design Thinking Works,“ 16 April 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://hbr.org/2018/09/why-design-thinking-works>.
- [7] „NFC,“ Telia, 28 April 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.telia.ee/era/mobiil/muud-lisateenused/nfc/>. [Kasutatud 30 04 2022].
- [8] „About busylight,“ busylight, 28 April 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://busylight.com/about/>. [Kasutatud 30 04 2022].
- [9] „Visualize Your Workspace,“ SyncSign, 29 April 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://sync-sign.com/>. [Kasutatud 30 04 2022].
- [10] „Meeting Room Screens,“ CONDECO, 29 April 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.condecOSOFTWARE.com/products/meeting-room-booking/meeting-room-screens/>. [Kasutatud 30 04 2022].
- [11] K. Shaw, „How to choose desk booking software for the hybrid workplace,“ 12 08 2021. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.computerworld.com/article/3628210/how-to-choose-desk-booking-software-for-the-hybrid-workplace.html>. [Kasutatud 30 04 2022].
- [12] K. Behnke, „10 Best Hot Desk Booking Software For Managing Hybrid Work Arrangements In 2022,“ 22 03 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://peoplemanagingpeople.com/tools/best-hot-desk-booking-software/>. [Kasutatud 30 04 2022].
- [13] „A Smart Workplace Platform to support hybrid working,“ iotspot, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.iotspot.co>. [Kasutatud 30 04 2022].
- [14] „Indoor Maps & Routing,“ iotspot, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.iotspot.co/services/indoor-maps-routing>. [Kasutatud 30 04 2022].
- [15] „Desk Booking,“ iotspot, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.iotspot.co/services/desk-booking>. [Kasutatud 30 04 2022].

- [16] „Room Monitoring,“ iotspot, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.iotspot.co/services/room-monitoring-services-iotspot>. [Kasutatud 30 04 2022].
- [17] „Open APIs,“ iotspot, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.iotspot.co/services/open-apis>. [Kasutatud 30 04 2022].
- [18] „Pricing,“ iotspot, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.iotspot.co/pricing>. [Kasutatud 30 04 2022].
- [19] „Inspace Desk Booking,“ inspace, 28 April 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://inspace.app/deskbooking>. [Kasutatud 28 04 2022].
- [20] „Inspace features,“ 28 April 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://inspace.app/features>.
- [21] „Inspace integrations,“ 28 April 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://inspace.app/integrations>.
- [22] „Inspace plans,“ 28 April 2022. [Võrgumaterjal]. Available: https://inspace.app/selectyourplan/enterprise_monthly.
- [23] „ROOM AND DESK BOOKING SOFTWARE,“ Fischer&Kern, [Võrgumaterjal]. Available: <https://fischerkern.com>. [Kasutatud 29 04 2022].
- [24] „Smart Desk Sensor Panel,“ Fischer&Kern, [Võrgumaterjal]. Available: <https://fischerkern.com/products/desk-sensor-panel/>. [Kasutatud 29 04 2022].
- [25] „Desk Booking Panel,“ Fischer&Kern, [Võrgumaterjal]. Available: <https://fischerkern.com/products/desk-booking-panel/>. [Kasutatud 29 04 2022].
- [26] „Desk Booking Software,“ Fischer&Kern, [Võrgumaterjal]. Available: <https://fischerkern.com/products/desk-booking/>. [Kasutatud 29 04 2022].
- [27] „Reporting & Analytics,“ Fischer&Kern, [Võrgumaterjal]. Available: <https://fischerkern.com/products/reports/>. [Kasutatud 29 04 2022].
- [28] „Overview of the Microsoft 365 admin center,“ 28 04 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/microsoft-365/admin/admin-overview/admin-center-overview?view=o365-worldwide>. [Kasutatud 29 04 2022].
- [29] „Overview of the Microsoft Authentication Library (MSAL),“ 19 08 2021. [Võrgumaterjal]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/active-directory/develop/msal-overview>. [Kasutatud 29 04 2022].
- [30] „Use the Microsoft Graph API,“ 03 09 2021. [Võrgumaterjal]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/graph/use-the-api>. [Kasutatud 20 04 2022].
- [31] „What is ngrok?,“ PubNub, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.pubnub.com/learn/glossary/what-is-ngrok/>. [Kasutatud 29 04 2022].
- [32] „Manage floor plans,“ 15 03 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/microsoftsearch/manage-floorplans>. [Kasutatud 29 04 2022].

Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Meie, Kerttu Saadi ja Merili Tamm

1. Anname Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) meie loodud teose “Töölaudade broneerimise süsteemi prototüübi analüüs ja arendamine lähtudes kasutajamugavusest ja -kogemusest Eesti Energia AS näitel ”, mille juhendaja on Tarvo Treier
 - 1.1. reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Oleme teadlikud, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autoritele.
3. Kinnitame, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

18.05.2022

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktile 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

Lisa 2 – Kerttu Saadi eneseanalüüs

Selles dokumendi osas annan ülevaate enda peamistest tegevustest bakalaureusetöö tegemise igas sprindis ning toon välja projekti käigus ilmnunud tugevused ja nõrkused.

Bakalaureusetöö tegemise esimeses sprindis toimusid meil kogu tiimi ning mentoritega peamiselt töötoad projekti edasise plaani tegemiseks ning uute osadega tutvumiseks. Lisaks hakkasime Meriliga uurima Azure Active Directory võimaluste kohta ning lõime seal vajaliku organisatsiooni, ettevõtte, kasutajad ja ressursid, mida edaspidi meie süsteemiga siduma hakata.

Teises sprindis tegelesime endiselt lõputöö fookuse kindlaks määramisega. Lisaks oli minu peamiseks ülesandeks selles sprindis Azure AD integreerimine frontendiga, et võimaldada süsteemi Microsofti kontoga sisse logida. Seejärel tegelesin ma sisse- ja väljalogimise funktsionaalsuste ning nende vastava loogika loomisega, samuti lisasin frontendi vaate ühe kasutaja reserveeringute kuvamiseks.

Kolmandas sprindis oli üheks minu ülesandeks frontendi ja GraphAPI omavahel integreerimine, mis osutus oodatust keerulisemaks ning võttis palju aega. Minu peamiseks ülesandeks selles sprindis oli aga kasutajatestide planeerimine ning nende jaoks stsenaariumite ja intervjuuküsimuste välja mõtlemine.

Neljandas sprindis oli põhifookus Outlooki kasutajatestimisel, see tähendas minu jaoks kasutajatestide läbiviimist, tulemuste dokumenteerimist ja kasutajateekonna kaartide loomist, samuti saadud tulemuste analüüsimist. Teiseks suuremaks ülesandeks oli korruseplaanide ning töökoha ressursside kohta uurimine ja nende lisamine Azure ADsse. Lisaks alustasin neljanda sprindi lõpus broneerimissüsteemi alternatiivide otsimise ning analüüsimisega.

Viiendas sprindis viisime läbi enda rakenduse mobiili kaudu kasutajatestimisi, see tähendas taaskord minu jaoks teststsenaariumite loomist ja testide planeerimist ning hiljem testide läbiviimist ja tulemuste dokumenteerimist. Samuti analüüsisime pärast testide läbiviimist saadud tulemusi ning lõime saadud tagasiside põhjal uued piletid, et

süsteemi parendused sisse viia. Minu ülesanneteks olid mobiilivaate parandamine ning e-ink ekraanidel oleva info paigutuse muutmine.

Kuuendas sprindis tegelesin endiselt meie broneerimissüsteemi muudatuste sisse viimisega. Teiste muudatuste käigus läks katki reserveeringute ekraanidele saatmise funktsionaalsus, mille vea otsimine ja parandamine sai minu peamiseks ülesandeks. Samuti õnnestus mul selle sprindi käigus saada lõplikult tööle töökoha ressursside broneerimine.

Neljanda kuni kuuenda sprindi ajal toimus paralleelselt pileтите tegemisega ka lõputöö dokumendi kirjutamine.

Suurimaks väljakutseks lõputöö projektis oli minu jaoks kasutajate ja töölaudade haldamine Microsofti administraatorportaalis, sest ühe kasutaja atribuutide väärtusi tuli muuta mitmes erinevas admin portaalides. Näiteks tuli laua emaili vahetada ühes portaalides, kuid samas portaalides laua mahutavust muuta ei saanud, selleks tuli siseneda teise admin keskkonda. Samuti oli tülikas, et töölaudu sai luua ainult läbi Exchange-i terminali, kuid kohe pärast seda sai laua atribuutide väärtusi nagu nimi ja email määrata ka tavalisel admin portaali lehel.

Minu suurimaks nõrkuseks projekti tegemisel oli väikestes probleemidesse kinnijäämine. Esimestes sprintides juhtus tihti, et üritasin lahendada mõnda väikest, sel hetkel mitteolulist probleemi terve päeva või isegi mitu päeva, kuid tegelikult oleksin võinud tiimilt abi küsida või jätta probleemi lahendamise hilisemaks. Enamasti ei olnud tekkinud probleemid ka minu käesoleval hetkel lahendatud pileti osaks vaid seotud eesootavate piletitega. Kuna sprindi retrospektiivide käigus tuli see nõrkus mitmel korral välja, siis hilisemates sprintides õnnestus mul ennast parandada.

Suurimaks tugevuseks projekti tegemisel pean ma suurepäraselt tiimitööd. Kogu tööprotsessi ajal oli näha, et mõlemad tiimiliikmed töötavad sama eesmärgi nimel ning saime Meriliga projekti tegemiseks kokku ka töövälisel ajal, et lõpuks tulemusega maksimaalselt rahul olla.

Minu jaoks oli lõputöö projekti kõige põnevamaks osaks kasutajatestide planeerimine, läbiviimine ning analüüs, sest varasemalt pole ma kasutajatestimisega kokku puutunud.

Samuti oli väga põnev katsetada ning tundma õppida erinevaid Microsofti teenuseid ja võimalusi.

Kõige väärtuslikum bakalaureuseprojektist saadud kogemus on minu jaoks teadmine ja arusaamine, et samamoodi nagu kooli programmeerimisainetes projekte tehes tuleb pidevalt ette igasugu ootamatuid takistusi, nii on see ka reaalses ettevõttes süsteeme arendades.

Arvan, et koolist saadud ettevalmistus projekti tegemiseks oli keskmisel tasemel. Koolis oleme kokku puutunud keskkondadest, raamistikest ja programmeerimiskeeltest peamiselt Visual Studio, Visual Studio Code'i, Vue 3, C#, CSS ja HTML-iga. Projektis saime samuti kasutada Visual Studio Code'i keskkonda, Vue 3 raamistikku ning CSS-i ja HTML-i. *Backend*'i koodi kirjutasime Javas, millega mul küll varasem kokkupuude puudus, kuid keelte sarnasuse tõttu ei olnud sellega kohanemine liialt raske. Kõige puudulikumaks pean ettevalmistust riistvara osas, sest koolis pole meil ühtegi riistvaraga seotud ainet olnud ning riistvara tundmaõppimine ja sellega seotud koodi kirjutamine kulges kõige vaevalisemalt.

Lisa 3 – Merili Tamme eneseanalüüs

Järgnevalt annan ülevaate enda peamistest ülesannetest bakalaureusetöö tegemise igas sprindis ning toon välja selle käigus ilmnunud tugevused ja nõrkused.

Esimeses sprindis oli põhifookus Azure AD tundmaõppimise ja väljamõeldud organisatsiooni loomisel, sest edaspidi hakkas andmete haldamine toimuma just Azure AD-s. Minu roll oli olla administraator, kes lisab ressursid ja kasutajad, ning annab kõikidele vajalikud õigused.

Teises sprindis keskendusin just kasutajaliidese edasiarendusele, eelõige kasutajate autentimise funktsionaalsuse loomisele. Kõigepealt viisin end kurssi MSAL *library* ülesehitusega ning seejärel alustasin integreerimist meie *frontend*'iga. Jooksvalt toimus ka lõputöö teemade jagamine.

Kolmandas sprindis jätkasin autentimise funktsionaalsuse loomisega, lisaks sellele muutsin ka *frontend*'is loogikat, milliseid vaateid kuvada sisselogitud ja sisselogimata kasutajale. Samuti alustasin integratsiooni GraphAPIga, mis kujutas endas loogika muutmist *frontend*'is, eelkõige päringutega seotud toimingud (kuidas küsida laudasid, kasutajaid ja süsndmusi Azure AD kaudu ja kuidas luua broneering, et see läheks automaatselt kasutaja MS Outlooki kalendrisse).

Neljandas sprindis alustasime ka kasutajatestimisega MS Outlook kalendri kaudu broneerimise testimiseks. Selle ettevalmistamiseks töötasin läbi Kerttu poolt loodud stsenaariumid ja aitasin üles seada testimiskeskonda. Testide läbiviimisel oli minu ülesandeks kogu protsess dokumenteerida – nii kasutaja poolsed märkused kui ka saadud intervjuu vastused. Lisaks sellele alustasin korruseplaanide kohta uurimisega ja katsetamisega, kuidas oleks võimalik MS Outlooki kalendrisse need integreerida.

Viiendas sprindis toimus meie loodud rakenduse mobiiliversiooni testimine, mille ettevalmistamiseks refaktoorisin *frontend*'i koodi ja tegin kindlaks, et rakendus toimiks koos ekraanidega. Peale testimisi lõin kasutajateekonna kaardid, analüüsisin saadud

tagasisidet, mille põhjal mõtlesime Kerttuga välja uued piletid, et kasutajaliidest parendada.

Kuuendas sprindis läks fookus rohkem lõputöö dokumentatsiooni kirjutamisele. Tegin algust broneerimissüsteemide alternatiivide kohta uurimisega, kasutajatestide tagasiside analüüsimisega. Siiski tegin ka väiksemaid muudatusi kasutajaliideses – mobiilivaade sai täiesti uue välimuse, eemaldasime kõik ebavajalikud väljad ja jätsime ainult kinnitamise nupu.

Suuremateks väljakutseteks projekti arendusperioodi jooksul oli uute tehnoloogiate tundmaõppimine ja seetõttu ka alguse poole aeglasem edasiliikumine, eelkõige Azure AD ja MS administraator portaalide kasutusele võtmise puhul. Lisaks sellele pakkus väljakutset *frontend*'i integratsioon *MSAL library*'g, sest leitud õpetused ja näisidkoodid olid JavaScriptis, mistõttu ei ühildunud need hästi meie koodiga. See tekitas koodis palju erroreid ja *bug*'e, mille lahendamisele kulus oodatust rohkem aega.

Tugevuste all tooksin kindlasti välja hästi toimiva meeskonnatöö. Minu ja Kerttu vaheline suhtlus sujus väga hästi, andes jooksvalt üksteisele ülevaate, mis oleme ära teinud, millega oleme kimpus ja millega vajame abi. Piletite koostamisel ja jagamisel avaldasime oma arvamust ja sellest lähtuvalt sai kumbki liige tegeleda enda jaoks huvipakkuvate ülesannetega.

Minu suurimaks nõrkuseks on just vähene tehniline oskus koodi kirjutamisel, mistõttu ka väikeste piletite lahendamiseks võis kuluda hoopis kauem aega, kui võiks eeldada. Palju kulus ka esmapilgul lihtsatele probleemidele lahendusi otsides aega, sest täiesti omast peast ei oleks osanud neid lahendada ja pidi erinevaid veebilehti ja lahendusi läbi töötama, et sobiv lahendus leida. Õnneks paranes tehniline oskus protsessi käigus märgatavalt ja viimastes sprintides kulges arendusprotsess juba latusamalt.

Lõputöö projekti puhul meeldis mulle näha iseendas arengut just *frontend* koodi kirjutamise osas. Kui alguses tundus kogu kasutajaliidese kood minu jaoks üpris segane ja ma ei mõistnud väga, kus midagi muutma peab. Siis järjepidevalt selle kallal töötades ja erinevaid mooduseid katsetades, muutus see minu jaoks palju arusaadavamaks ja seetõttu ka vajalike muudatuste sisse viimine oli lõpuks palju lihtsam ja isegi pakkus isegi rohkem huvi.

Ülikoolist saadud ettevalmistus lõputöö projekti tegemiseks on keskmisel tasemel. Kindlasti oli ka palju uusi asju, millega ma polnud varem kokku puutunud nagu näiteks riistvaralised teadmised IoT seadmete ülesehituse ja seadistamise kohta. Kuna projekti käigus toimus põhiline koodi kirjutamine TypeScriptis, kasutades Vue 3 raamistikku, siis sellega oli juba esialgne kokkupuude ka koolist saadud, mistõttu läks kohanemine kiiremini. Projekti kallal töötamise käigus saadud praktika ja teadmised on kindlasti hindamatu väärtusega, kuna selle käigus jõudsin arusaamale, et olenemata, mis teadmised ka varasemalt inimesel arendamisega seoses on, kõige efektiivsem viis oma oskuseid arendada on päris praktika ja iseseisva uurimise ning katsetamise käigus.

Lisa 4 – Kasutajatestimise stsenaariumite näide

Kujutame ette, et Eesti Energial on nüüdsest kasutusel kontorilaudade broneerimise süsteem, mida peab kasutama, kui tahad kontoris omale laua valida. Siin on sinu Microsofti kasutajanimi ja salasõna. Palun logi sisse.

Inimene 1 (ettebroneerimine):

1. Otsustad, et soovid homseks kontoris laua broneerida, palun tee uus broneering endale sobivaks ajaks ja sobiva laua taha.
2. Nüüd tuli sul meelde, et homseks broneeritud laua taga sulle eelmine kord istuda ei meeldinud ja otsustad laua ära vahetada.
3. Pärast broneeringu muutmist helistas sulle tiimikaaslane ja ütles, et tema homme kontoris ei lähe. Otsustad ka ise mitte minna ning kustutad oma broneeringu.

Inimene 2 (ettebroneerimine):

1. Otsustad, et soovid homseks kontoris laua broneerida, palun tee uus broneering endale sobivaks ajaks ja sobiva laua taha. (Seal on ees kattuvad broneeringud). Selgus, et homseks on kõik lauad juba broneeritud, seega soovid kontoris minna hoopis ülehommel, palun broneeri endale laud.
2. Sul tuli meelde, et pead ülehommel minema arsti juurde, palun lükka enda broneeringu algus 2h edasi.

Inimene 3 (ettebroneerimine):

1. Sa tegid eile laua broneeringu tänaseks, kuid tunned end tõbiselt ja otsustad koju jääda. Palun tühistada oma broneering, et soovi korral saaks laua endale broneerida keegi teine.
2. Broneeri endale igaks juhuks laud homseks, äkki tunned end siis tervemalt ja saad kontoris minna. (Seal on ees kattuvad broneeringud). Avastasid broneeringu

tegemise käigus, et homseks on kõik laudad broneeritud, seega saad veel ühe päeva kodus terveneda. Loo uus broneering ülehommeks.

Lisa 5 – Kasutajatestimise intervjuu küsimused

Intervjuu (teeme pärast testi läbiviimist):

Sissejuhatus:

1. Miks me seda intervjuud teeme, mis probleemi me püüame lahendada?
2. Mis on intervjuueeritava taust (vanus, töökoht/amet, haridus, digioskused)?

Vestlus intervjuueritavaga tootest/teenusest:

1. Kui oluliseks pead töölaudade broneerimise süsteemi oma töökohas (1 - üldse mitte, 10 - väga oluline)?
2. Mitu korda nädalas/kuus käid kontoris tööl?
3. Kas oleksid töölaudade broneerimise süsteemi kasutaja, kas see looks Sinu jaoks väärtust, mis töö süsteem sinu jaoks ära teeks?
4. Kas kasutad veel analoogseid broneerimissüsteeme? Milliseid? Millised neist sulle kõige rohkem meeldivad kasutajamugavuse poolest?
5. Mis sulle nende broneerimissüsteemide juures meeldib/ei meeldi? Mis sulle nende juures väärtust loob?

Kaevu oma teenuse detailidesse:

1. Mis rakenduse juures töötab hästi? Miks? Milles see väljendus?
2. Mis oleks see lisandväärtus, mida laudade broneerimise süsteemi kasutamine peaks sulle pakkuma?
3. Mis toote/teenuse juures ei tööta, millest ei saa aru? Mis ajab segadusse? Miks? Kuidas võiks tulevikus asja parandada?

4. Mis hoiab sind tagasi, miks sa jätaks töölaudade broneerimise süsteemi kasutamata (oskamatus, teadmatus, muutuste hirm, ärevus, mugavus, muu)?

Intervjuu lõpetuseks:

1. Kas intervjuueeritav oleks nõus osalema ka parendatud teenuse testimises?
2. Täna intervjuueeritavat!

Lisa 6 – Juhend QR-koodiga laua reserveerimiseks

How to reserve a desk?

1. Make sure the desk is available, if on the desk, there is a screen with a message: „Free to book“ then you can reserve the selected desk.
2. Scan the QR-code, that is on the desk, with your smartphone or tablet. For scanning use your camera or an application for reading QR-codes.
3. Tap on the URL that shows up.
4. Log in to the website with your Eesti Energia email and password.
5. To confirm the reservation, tap on the button with a checkmark.
6. If the reservation is successful, then there should be a message saying: „Desk is reserved!“

Congratulations you have reserved the desk for the whole day!

If you wish to **cancel** or **edit** your reservation, then simply:

1. Go to your Eesti Energia Outlook Calendar.
2. Tap on the event with the name „Reservation“.
3. Continue as you would with a regular event on your calendar for editing or deleting events.

Some applications for scanning QR-codes from App Store and Play Store:

- QR Code Reader
- QR Scanner'