

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond

Liisi Kask 222910IABB
Pille-Riin Viin 222715IABB
Johanna-Liisa Jürgens 222860IABB

MÄNGULISE ÕPPE, KASUTAJALIIDESE JA -KOGEMUSE ARENDAMINE EESTI ENERGIA AS PROJEKTI NÄITEL

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Kristina Murtazin
MSc

Tallinn 2025

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: Liisi Kask, Pille-Riin Viin, Johanna-Liisa Jürgens

20.05.2025

Annotatsioon

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk on edasi arendada Eesti Energia AS-ile loodud veebirakendust, mille esmane versioon valmis 2024/2025. õppeaasta sügissemestril õppeaines „Infosüsteemide arendamise meeskonnaprojekt: tellimus (ITB1706)“. Edasiarenduse käigus lähtuti ettevõtte poolt esitatud funktsionaalsetest nõuetest, uuriti mängulise õppe, kasutajaliidese ja kasutajakogemuse parimaid praktikaid ning nende põhjal töötati välja rakendusele mittefunktsionaalsed nõuded.

Töö tulemuseks on edasiarendatud veebirakendus, mis vastab Eesti Energia AS poolt esitatud funktsionaalsetele ja mittefunktsionaalsetele nõuetele. Lisaks analüüsiti saadud tulemusi testkasutajate abil, viies läbi hinnangute kogumise nii tavakasutajate kui ka ekspertide seas.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab 88 lehekülge, 7 peatükki, 31 joonist ja 6 tabelit.

Abstract

Development of Game-Based Learning, User Interface, and User Experience Based on the Eesti Energia AS Project

The initial version of the application was developed during the autumn semester of the 2024/2025 academic year as part of the course „Infosüsteemide arendamise meeskonnaprojekt: tellimus (ITB1706)“ at Tallinn University of Technology. This thesis focused on enhancing the existing functionality and improving the user experience of the application, based on the updated requirements provided by the company and best practices in system design.

During the development process, new functional requirements from Eesti Energia AS were analyzed and implemented. In addition, extensive research was conducted on game-based learning techniques, user interface design, and user experience principles. Based on these insights, a set of non-functional requirements was formulated.

An iterative development approach was used, enabling regular feedback collection and adjustments throughout the development cycle. The updated application was thoroughly tested with both regular users and experts. Feedback was gathered through structured evaluations, which helped refine the final product and served as a basis for identifying improvements.

As a result of this thesis, a modern, user-friendly, and functionally enhanced web application was delivered. It meets both the functional and non-functional requirements set by Eesti Energia AS and supports the company's goals in internal training and employee engagement through interactive and game-based learning. The development methodology and results presented in this thesis may also offer valuable insights for other organizations interested in adopting gamified digital learning solutions.

This thesis is written in Estonian and consists of 88 pages, 7 chapters, 31 figures, and 6 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

<i>Backend</i>	Rakenduse loogika ja andmete salvestamine
<i>Commit</i>	Muudatus koodis
<i>Frontend</i>	Tarkvara osa, mida kasutajad näevad ja kasutavad
UI	<i>User Interface</i> , kasutajaliides
UX	<i>User Experience</i> , kasutajakogemus
VPP	<i>Virtual Power Plant</i> , virtuaalne elektrijaam

Sisukord

1 Sissejuhatus	11
1.1 Probleem	11
1.2 Eesmärk	12
1.3 Töö struktuur	12
2 Teooria.....	13
2.1 Mängupõhine õpe	13
2.1.1 Mängude komponendid	13
2.1.2 Motiveerivad elemendid	14
2.1.3 Interaktiivsed elemendid	14
2.1.4 Mängulised elemendid.....	15
2.1.5 Multimeediaelemendid	16
2.1.6 Mängupõhise õppe eelised võrreldes tavaõppega	16
2.2 Kasutajaliidese mõiste ja olulised põhimõtted	18
2.2.1 Olulised põhimõtted UI-disaini loomisel	18
2.3 Kasutajakogemuse mõiste ja tähtsus	19
3 Metoodika.....	22
3.1 Objekti kirjeldus	22
3.2 Kasutatud tööriistad ja tehnoloogiad	23
3.3 Tööprotsessi kirjeldus.....	24
4 Varasema lahenduse analüüs ja nõuded	25
4.1 Eelmise arendusetapi lahenduse analüüs	25
4.2 Funktsionaalsed nõuded	26
4.3 Mittefunktsionaalsed nõuded.....	27
5 Tulemused	29
5.1 Prototüüp Figmas.....	29
5.2 Erinevad tasemed.....	30
5.2.1 Tasemete unikaalsed parameetrid.....	31
5.3 Taseme põhivaade	32
5.3.1 Mänguõpetus	32

5.3.2 Tasemete paigutus	36
5.3.3 Mänguruudustik.....	39
5.3.4 Informatsiooni kuvamine.....	40
5.3.5 Elemendi kaardi disain ja funktsionaalsused.....	42
5.3.6 Teavitused majapidamiste tarbimise muutuste kohta	43
5.3.7 Punktisüsteem.....	44
5.3.8 Ilma disain ja loogika	46
5.3.9 Elektrikatkestuse ja taseme lõpetamise funktsioonid	46
5.4 Mängu muutmise lehekülg	48
5.4.1 Elementide lisamine ja kustutamine	48
5.4.2 Elementide lisamine ja liigutamine ruudustikul	49
5.4.3 Mänguruudustiku suuruse muutmine	50
5.4.4 Mänguruudustiku paigutuse salvestamine ja välja kutsumine	51
6 Analüüs ja järeldused.....	52
6.1 Üldine hinnang	52
6.2 Vastavus nõuetele	52
6.3 Tulemuste valideerimine	53
6.4 Võimalused edasiarenduseks	54
6.5 Teostatud tööde logid ja meeskondlik hinnang	55
6.5.1 Giti-versioonihaldusüsteemi väljavõtte ülevaade.....	62
6.5.2 Meeskondlik konsensuslik hinnang kõikide meeskonnaliikmete panuse kohta meeskonnas.....	63
7 Kokkuvõte	65
Kasutatud kirjandus	66
Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	69
Lisa 2 – Liisi Kask panus ja eneseanalüüs	70
Lisa 3 – Johanna-Liisa Jürgens panus ja eneseanalüüs	74
Lisa 4 – Pille-Riin Viin panus ja eneseanalüüs	78
Lisa 5 – Kasutajalood	83
Lisa 6 – Kasutajate hinnanguleht.....	87

Jooniste loetelu

Joonis 1. Avaleht ja tasemete valiku lehekülg.....	29
Joonis 2. Näidistase Figmas.	30
Joonis 3. Taseme valiku vaade.	31
Joonis 4. Õpetuspaneeli esimene vaade.....	33
Joonis 5. Õpetuspaneeli teine vaade.	33
Joonis 6. Õpetuspaneeli kolmas vaade.	34
Joonis 7. Õpetuspaneeli neljas vaade.	35
Joonis 8. Õpetuspaneeli viies vaade.	35
Joonis 9. Õpetuspaneeli kuues vaade.	36
Joonis 10. Elementide paigutus lihtsas tasemes.	37
Joonis 11. Elementide paigutus keskmises tasemes.	37
Joonis 12. Elementide paigutus raskes tasemes.....	38
Joonis 13. Elementide paigutus eksperdi tasemes.	38
Joonis 14. Kasutaja enda loodud tase.	39
Joonis 15. Mänguruudustik põhivaates koos elementidega.....	40
Joonis 16. Infopaneel avatuna.	41
Joonis 17. Veebirakenduse valitud Lottie animatsioonid.....	42
Joonis 18. Lottie animatsioonid veebirakenduses.	42
Joonis 19. Aktiivne element ja välja lülitatud element.....	43
Joonis 20. Teavitus majapidamiste tarbimise tõusmise kohta.	43
Joonis 21. Teavitus majapidamiste tarbimise langemise kohta.	44
Joonis 22. Punktisumma koos ühe saadud tähega.	45
Joonis 23. Negatiivsed punktid.....	45
Joonis 24. Tuule ja päikese tugevuse disain Figmas.	46
Joonis 25. Tuule ja päikese tugevuse uus disain koos kellaajaga.....	46
Joonis 26. Elektrikatkestuse hüplikaken.....	47
Joonis 27. Taseme lõpetamise hüplikaken.....	47
Joonis 28. Mängu muutmise vaade.....	48
Joonis 29. Ruudustikule elemendi lohistamine tühjale ruudule.	50

Joonis 30. Mängu muutmise vaates mänguruudustiku suuruse muutmise võimalus.	50
Joonis 31. Lokaalne mängu salvestamine ja välja kutsumine.	51

Tabelite loetelu

Tabel 1. Tavaõppe ja mängupõhise õppe võrdlus.	17
Tabel 2. Liisi Kask tehtud tööde logi	55
Tabel 3. Johanna-Liisa Jürgens tehtud tööde logi	57
Tabel 4. Pille-Riin Viin tehtud tööde logi	61
Tabel 5. Meeskonnaliikmete <i>commitide</i> arv.....	63
Tabel 6. Meeskonnaliikmete hinnang.....	63
Tabel 7. Kasutajate hinnanguleht.	87

1 Sissejuhatus

Viimastel aastatel on maailmas toimunud märgatav üleminek taastuvenergia kasutamisele. Üha enam inimesi paigaldab oma kodudele päikesepaneelid ning kasvab huvi energiatõhusate ja keskkonnasõbralike lahenduste vastu. Selline areng tähendab, et energiatootmine muutub hajusamaks ja keerukamaks hallata, kuna elektrit toodavad mitte ainult suured jaamad, vaid ka kodumajapidamised ja väikeettevõtted. Selleks, et tagada sellises muutuv olukorras elektrivõrgu töökindlus ja tasakaal, on vaja uusi nutikaid juhtimissüsteeme [1].

Üheks selliseks lahenduseks on virtuaalne elektrijaam ehk VPP (*Virtual Power Plant*), mille toimimist võiksid mõista nii energiatarbijad kui ka energiatootjad. Virtuaalne elektrijaam on infotehnoloogiline süsteem, mis ühendab ja koondab hajutatud energiatootmise ressursse, eesmärgiga suurendada taastuvenergia tootmist, hallata koormusi ja osaleda energiaturgudel. VPP põhifunktsioonideks on prognoosimine, optimeerimine ja klassifitseerimine, mille abil tagatakse energia tõhus juhtimine ja turuosalus. Tulemuseks on paindlikum ja stabiilsem elektrivõrk, mis võimaldab efektiivsemalt kasutada energiaallikaid ja reageerida kiiresti turu või võrgu muutustele [2].

1.1 Probleem

Igapäevaselt on VPP kasutuses põhiliselt spetsialistidel, kuid selle kontseptsioon võiks olla arusaadav ka igale elektrit tarbivale inimesele. Praegused juhendid on sageli liiga tehniliselt keerulised ning ei paku motiveerivaid lahendusi, mis toetaksid aktiivset õppimist ja teadmiste kinnistamist. Samuti keskenduvad juhendid sageli spetsialistidele, pakkudes süvitsi tehnilisi üksikasju, kuid ei arvesta tavakasutaja teadmiste tasemega ega paku praktilisi näiteid, mis aitaksid kontseptsiooni paremini mõista.

Eesti Energia AS-il puudub praegu spetsiaalne VPP-d tutvustav õppevahend, mis muudab selle kontseptsiooni omandamise uute töötajate ja VPP-ga mittetuttavate inimeste jaoks keerukaks. Uued töötajad, kellel puudub varasem kokkupuude virtuaalsete

elektrijaamadega, seisavad tihti silmitsi väljakutsega mõista süsteemi toimimist ja selle rakendusvõimalusi. Uuringud on näidanud, et mängulise õppe kasutamine soodustab märkimisväärselt õppimise tõhusust ja parandab tähelepanu kestvust. Näiteks on tõestatud, et visuaalse tähelepanulati arendamine mängulise lähenemise kaudu aitab kaasa nii kiirele visuaalsele töötlusele kui ka pikaajalisemale keskendumisvõimele [3].

1.2 Eesmärk

Töö eesmärk on arendada edasi Eesti Energia AS-ile veebirakendust, integreerides sellesse mänguelemente ja kasutajakeskseid lahendusi, et aidata mõista virtuaalse elektrijaama toimimist. Veebirakendus peab võimaldama mängulisel viisil tutvuda VPP tööpõhimõtetega ja toetama kasutajate aktiivset kaasatust. Samuti peab see vastama Eesti Energia AS-i poolt ette antud funktsionaalsetele ja mittefunktsionaalsetele nõuetele.

Eesmärgi saavutamise toetamiseks viiakse läbi mängulise õppe, kasutajaliidese ja -kogemuse kirjandusega tutvumine, mille käigus uuritakse täiendavalt nende valdkondade parimaid praktikaid ja lahendusi. Saadud teadmiste põhjal töötatakse välja täiustatud veebirakendus, mis vastab nii Eesti Energia AS-i ootustele kui ka parimatele tavadele. Lõputöö käigus valmiva veebirakenduse tulevase edasise arendamise eesmärgil koguti testkasutajatelt hinnanguid, mis andsid ühtlasi tagasisidet ka senise töö kohta.

1.3 Töö struktuur

Töö on jagatud seitsmeks peatükiks. Esimene peatükk tutvustab probleemi ja määratleb töö eesmärgi. Teine osa käsitleb teoreetilist tausta, sealhulgas mängulist õpet, kasutajaliidest ja kasutajakogemust. Kolmandas peatükis kirjeldatakse projekti tööriistu ja tehnoloogiaid, tööprotsessi ning objekti. Neljas osa keskendub eelmise arendusetapi analüüsile, funktsionaalsete ja mittefunktsionaalsete nõuete kirjeldamisele. Viies peatükk annab ülevaate prototüübist ja valminud veebirakendusest. Kuuendas osas analüüsitakse saadud tulemusi, hinnatakse veebirakenduse vastavust seatud eesmärkidele ja nõuetele ning antud peatükis on ka esitatud autorite teostatud tööde logi. Seitsmes peatükk võtab kokku töö põhilised järeldused. Töö lõpus esitatakse kasutatud allikad ja lisad, mis sisaldavad autorite panust, eneseanalüüsi, kasutajalugusid ja hinnangulehte.

2 Teooria

Antud peatükis käsitletakse mängupõhise õppe olemust ja selle rakendamist haridusprotsessides. Tutvustatakse selle põhimõtteid ning selgitatakse, millised komponendid muudavad mängu õppijate jaoks tõhusaks ja kaasahaaravaks. Selles kontekstis mängib olulist rolli kasutajaliides ja -kogemus, kuna need mõjutavad otseselt õppija kogemust ja kaasatust. Peatükis tutvustatakse kasutajaliidese ja -kogemuse põhimõtteid ning selgitatakse, kuidas nende teadlik rakendamine aitab luua tõhusaid ja kasutajasõbralikke rakendusi.

2.1 Mängupõhine õpe

Mängupõhine õpe on meetod, kus mängimine on õppeprotsessi keskne osa ning mängul on selgelt määratletud õpieesmärgid. Õppimine toimub mängu enda sees, kasutades selle reegleid, väljakutseid ja tagasisidet. Erinevalt mängustamisest, kus traditsioonilistele õpitegevustele lisatakse vaid mänguelemente, seisneb mängupõhine õpe selles, et mäng ise on õppevahend, mis ühendab hariduslikud eesmärgid ja mängude kaasahaaravuse [4].

Mängupõhine õpe aitab tõsta õppijate motivatsiooni, toetab erinevaid õpistiile ning arendab koostöö- ja probleemilahendusoskusi. Samuti pakub see vahetut tagasisidet, mis aitab õppijal oma arengut paremini jälgida. Selline lähenemine muudab õppimise mitmekülgsemaks ja praktilisemaks, võimaldades tegeleda nii lihtsamate ülesannetega, nagu faktide meeldejäätmine ja kordamine, kui ka keerukamate eesmärkidega, nagu analüüs, hindamine ja loovuse arendamine [5].

2.1.1 Mängude komponendid

Üks mängupõhise õppe kõige olulisemaid edu tegureid on mängu võime kaasata mängijaid nii kognitiivselt kui ka emotsionaalselt. Kaasahaaravus määrab kuivõrd suudab mäng hoida õppija tähelepanu, tekitada huvi ning toetada sügavat osalemist õppeprotsessis. Erinevate elementide teadlik kasutamine mängupõhiste õppevahendite disainis aitab suurendada nii õppijate motivatsiooni kui ka õpitulemusi. Mängulise

kaasatuse loovad mitmed põhielemendid ja nendele tuginevad omadused, mida võib jaotada nelja suuremasse kategooriasse: motiveerivad, interaktiivsed, mängulised ning multimeediaelemendid [6].

2.1.2 Motiveerivad elemendid

Mängupõhises õppes aitavad selged ja paindlikud mängueesmärgid õppijal keskenduda ning seovad tegevused õpitava sisuga. Selgelt sõnastatud eesmärgid pakuvad konkreetseid väljakutseid ja võimaldavad õppijal oma arengut jälgida, mis suurendab motivatsiooni ja pühendumust. Lisaks tõstavad mänguelemendid nagu näiteks punktisüsteemid ja kohene tagasiside tegevuse põnevust ja motiveerivad õppijat, kuna tulemused ja auhinnad on kohe nähtavad ning toetavad õppeprotsessi jätkamist [7], [8].

Lisaks suurendab mängupõhises õppes õppija kaasatust ja motivatsiooni otsustus- ja valikuvabadus. Tähtsusetud valikud lisavad autonoomiat ja sisemist huvi, võimaldades õppijal tunda, et tegevus on tema kontrolli all, kuid säilitades vajaliku struktuuri. Selline lähenemine toetab nii autonoomia kui ka pädevustunnet ning suurendab õpilaste kaasatust ja motivatsiooni, eriti kui mängus on võimalik teha valikuid ja suhelda kaasõpilastega [9], [10].

Mängupõhises õppes toetavad õppimist selged reeglid ja kiire tagasiside, mis vastavad autonoomia, pädevuse ja seotuse vajadustele. Kuigi õppijal pole täielikku kontrolli, annavad raamistik ja valikuvõimalused võimaluse isiklike eesmärkide seadmiseks ning suurendavad kindlustunnet ja pädevustunnet. Kiire tagasiside nagu näiteks punktid või märgid motiveerivad õppijat ja toetab edasisi pingutusi. Lisaks loovad koostöö- või võistlusmomentid mängudes seotustunnet kaasõpilastega. Uuringud kinnitavad, et nende kolme põhivajaduse täitumine soodustab õppija sisemist motivatsiooni ja aktiivset osalust õppes [9].

2.1.3 Interaktiivsed elemendid

Interaktiivsed elemendid on need, mis annavad mängijale võimaluse osaleda ja panustada mängutegevusse. Need soodustavad sügavamat seotust mängumaailmaga ja aitavad muuta õppimiskogemuse tähtsusetuks ja isiklikuks. Interaktiivsuse kaudu tekib õppimiskeskkond, kus mängija saab aktiivselt otsustada ja kogeda, et tema tegevustel on tagajärjed [8], [11].

Mängu interaktiivsuse aluseks on korduv tsükkel, kus mängija jälgib olukorda, teeb otsuse ja saadab käsu mängusüsteemile. Näiteks nähes vaenlast lähenemas, sihib mängija relvaga ja vajutab laskmisnuppu. Mängusüsteem töötleb sisendit, uuendab mänguseisundit, näiteks vaenlase elud vähenevad, ja annab tagasisidet visuaalsete või heliliste efektide kaudu. See tsükkel toimub korduvalt, luues pideva suhtluse mängija ja mängukeskkonna vahel [12].

Interaktiivsed mänguelemendid võivad olla aktiivsed või passiivsed. Aktiivsed elemendid on need, millega mängija saab otseselt või kaudselt suhelda. Näiteks „Angry Birds“ mängus saab mängija otseselt kasutada lingukivi ja kaudselt mõjutada sigade kindluse ehitusplokke. Passiivsed elemendid on taustaelemendid, millega interaktsioon puudub. Graafika peaks aitama selgelt eristada aktiivsed elemendid passiivsetest kasutades näiteks eredamaid värve või piirjooni, samuti pakkuma õigeaegset tagasisidet mänguseisundi muutuste kohta ning esitama muutusi üheselt mõistetaval viisil [12].

2.1.4 Mängulised elemendid

Mängulised elemendid tekitavad mängijale põnevuse tunde, muutes õppimise lõbusaks ja emotsionaalselt tähenduslikuks. Sellised elemendid on mängu emotsionaalselt laetud osad, mis muudavad õpikogemuse kaasahaaravaks, kujutlusvõimelises võtmes katsetatavaks ning turvaliseks keskkonnaks õppimiseks. [13]

Üks keskseid mängulisi komponente on väljakutse. Väljakutsed, mis on piisavalt rasked, kuid samas jõukohased, pakuvad mängijale eduelamusi ja loovad rahulolu saavutuste üle. Sellised ülesanded koos eesmärkide, tagasiside ja kontrollivõimalustega aitavad hoida tähelepanu ja arendada probleemilahenduoskust [13].

Fantaasia ja mängumaailma kujundus pakuvad võimalusi tegutseda kujuteldavates olukordades ning kehastuda erinevateks tegelasteks. Need omadused loovad tähendusliku keskkonna, kus mängija saab turvaliselt katsetada uusi rolle ja ideid [13].

Narratiiv ehk mängu lugu annab tegevusele emotsionaalse sügavuse. Tegelaskujud, objektid ja saladused, mida mängija saab avastada, suurendavad mängu usutavust ja äratavad mängija uudishimu. Selline mitmekihiline kogemus aitab tugevdada mängija emotsionaalset seotust ja toetab teadmiste paremat kinnistumist [13], [14].

2.1.5 Multimeediaelemendid

Multimeediaelemendid köidavad mängija tähelepanu läbi meelte ja muudavad mängukogemuse kaasahaaravamaks ning paremini meeldejäävaks. Erinevate meelte kaasamine suureneb õppija keskendumisvõimet ning sisu salvestub paremini pikaajalisse mälu. Seetõttu on multimeedia kasutamine mitte ainult esteetiline lisa, vaid oluline osa ka tõhusast mängupõhisest õppimisest [15], [16].

Uuringud on näidanud, et multimeedia õppematerjalide tõhusus sõltub nende disainist ja kooskõlast inimese kognitiivsete võimetega. Õppimist toetavad näiteks visuaalide ja teksti kooskasutus ning kõne eelistamine ekraanitekstile. Veel on leitud, et sõnad ja pildid peaksid asuma ekraanil üksteise lähedal. Samuti tuleks vältida liigset infot ja kasutada õppijasõbralikku keelekasutust. Selliste põhimõtete järgimine aitab luua selgemaid, kaasahaaravaid ja paremini mõistetavaid õppemänge [15], [16].

Multimeedia elemendid jagunevad kahte kategooriasse sõnad ja pildid. Sõnad võivad olla esitatud nii kirjaliku teksti kui ka kuuldava kõnena. Pildid hõlmavad nii staatilisi elemente nagu fotod, illustratsioonid, diagrammid ja kaardid kui ka dünaamilisi elemente nagu animatsioon ja video [15].

2.1.6 Mängupõhise õppe eelised võrreldes tavaõppega

Mängupõhine õpe on muutunud oluliseks haridusvaldkonna suunaks, pakkudes alternatiivi traditsioonilisele õppele, mis põhineb sageli passiivsetel õppemeetoditel. Traditsiooniline õpe keskendub enamasti info edastamisele ning testipõhisele hindamisele, samas kui mänguline õpe kaasab õppijaid aktiivselt, võimaldades neil õppida läbi praktiliste tegevuste, väljakutsete ja koostöö. Uuringud näitavad, et mängupõhise õppe kasutamine suurendab õppijate kaasatust, motivatsiooni ja teadmiste säilitamist, pakkudes samal ajal võimalusi sotsiaalsete ja emotsionaalsete oskuste arendamiseks. Mängupõhise õppe eelised avalduvad eriti tugevalt just digitaalses keskkonnas, kus mängumehaanika, kohene tagasiside ning tervislik konkurents loovad õppijatele motiveeriva ja toetava õpikeskkonna [10], [17].

Tabel 1 toob välja olulisemad erinevused tavaõppe ja mängupõhise õppe vahel, keskendudes nende mõjuvõimele õppimisprotsessis. Võrdluses on esile toodud mitmed võtmeaspektid, nagu kaasatus, motivatsioon, tagasiside, teadmiste säilitamine, oskuste arendamine, võistluslikkus ja koostöö [10], [17].

Tabel 1. Tavaõppe ja mängupõhise õppe võrdlus.

Aspekt	Tavaõpe	Mängupõhine õpe
Kaasatus	Sageli passiivne, põhineb lugemisel ja testidel	Aktiivne osalus, mänguelemendid suurendavad kaasatust ja huvi
Motivatsioon	Tugineb sisemisele motivatsioonile või välistele stiimulitele	Mänguelemendid (punktid, auhinnad, edetabelid) tõstavad motivatsiooni
Tagasiside	Sageli viibib, antakse pärast õppeprotsessi	Kohene tagasiside mängu käigus võimaldab õppijal kiiresti oma tegevust korrigeerida
Teadmiste säilitamine	Madalam, sageli unustatakse õpitu kiiresti	Kõrgem, sest aktiivne osalemine ja korduv harjutamine tugevdavad teadmisi
Oskuste arendamine	Piirdub teoreetiliste teadmistega	Arendab ka probleemilahendust, loovust ja koostööd
Võistluslikkus	Puudub või on minimaalne	Edetabelid ja väljakutsed loovad tervisliku konkurentsi
Koostöö	Enamasti individuaalne, kuid võib olla ka meeskonnatööd	Mitme mängijaga mängud soodustavad koostööd, suhtlemist ja meeskonnatööd

Mängupõhine õpe eristub tava õppest eelkõige kaasatuse ja motivatsiooni poolest. Mänguelemendid, nagu punktid, märgid ja edetabelid, muudavad õppimise nauditavamaks ning suurendavad õppijate osalust ja pühendumust [10]. Erinevate uuringute tulemused näitavad, et mängulises õppes on kaasatus kõrgem ning teadmiste säilitamine parem võrreldes traditsioonilise õppega [18]. Kohene tagasiside võimaldab õppijatel kiiresti oma vigu parandada ning õpitud kinnistada, samas kui tavaõppes võib tagasiside viibida ja olla vähem tõhus [19].

Lisaks võib mänguline õpe arendada oskusi, mida traditsiooniline õpe sageli ei toeta, nagu probleemilahendus, loovus ja koostöö. Võistluslikud elemendid loovad positiivse õhkkonna, kus õppijad saavad edu poole püüelda ilma kartmata teha vigu. Mängupõhine õpe pakub terviklikumat ja tõhusamat õpikogemust, mis toetab nii teadmiste omandamist kui ka sotsiaalset ja emotsionaalset arengut [20], [21].

2.2 Kasutajaliidese mõiste ja olulised põhimõtted

Kasutajaliides ehk UI või ka *User Interface* on inimese ja arvuti vaheline suhtlus läbi visuaalsete ja interaktiivsete elementide, nagu ikoonid, animatsioonid, fondid ja nupud. Hea kasutajaliides on selline, mida kasutajal on lihtne ja mugav kasutada. See tähendab, et näiteks valitud värvitoonide või disaini tõttu saab kasutaja aru, kuidas mingi tema tegevus rakendust mõjutab. Kasutajaliidese loomisel ei piisa ainult tehnilistest oskustest, sest oluline on aru saada disainipõhimõtetest ja kasutajakogemusest. Korrektnel UI-disaini maksimeerib kasutajakogemust ja tegevusest saadavaid tulemusi aga jääb samal ajal kasutajale märkamatuks [22].

2.2.1 Olulised põhimõtted UI-disaini loomisel

Hea disain ei tõmba endale liigselt tähelepanu, vaid toetab sujuvat ja probleemivaba kasutamist [22]. Efektiivne kasutajaliides põhineb mitmel olulisel põhimõttel, mis on seotud rakenduse kasutajasõbralikkuse, visuaalse hierarhia, järjepidevuse, interaktiivsuse ja süsteemi tagasisidega [23].

Kasutaja peab mõistma, kust alustada, kuidas tegevust peatada ja kuidas sessiooni lõpetada. Iga uus kokkupuude liidesega on õppeprotsess. Kasutaja peab suutma rakenduses kindlat alg- ja lõpp-punkti tuvastada, sest see lihtsustab süsteemi mõistmist ja vähendab segadust [23].

Oluline on, et kasutaja suudab endale vajalikud tegevused rakenduses kiiresti ja mugavalt ära teha. Selle eelduseks on loogiline navigeerimine, mis tuleneb visuaalsest hierarhiast. Kõik elemendid ei ole võrdsed, ning seda on oluline kasutajale näidata läbi fondi valiku, paksuse, suuruse ja tekstivärvi. Nii märkab kasutaja olulisi elemente esimesena ning see muudab rakenduse arusaadavuse paremaks ja aitab vältida info üleküllust [24].

Samuti mõjutab fontide valik ja rakenduses kasutatavad värvid loetavust ja üldmuljet, sest igal värvil on oma mõju kasutaja emotsionaalsele reaktsioonile ja arusaamale. Värvipaleti loomisel ja fontide valikul tuleb silmas pidada ka brändi iseloomu ning tagada, et kõik elemendid oleksid visuaalselt selgelt eristatavad. Tänapäeval mängib UI olulist rolli ettevõtete jaoks, sest rakenduse UI näitab ära nende brändi iseloomu ja väärtused [25].

Kasutajale peab olema selge, kuidas mingi tegevus süsteemis toimub ja millist tagasisidet mingi tegevus põhjustab. Kui kasutaja vajutab nuppu, peaks süsteem andma kohese ja

arusaadava märguande, kas tegevus õnnestus. Tagasiside kinnitab, et kasutaja tegevustel on mõju ja loob seeläbi positiivse kogemuse [23].

Oluline on arvestada kasutajate mitmekesisusega, sest erinevused vanuses, tehnoloogilistes kogemustes või ligipääsetavuses nõuavad, et kasutajaliides oleks võimalikult universaalne ja intuiitiivne. Hea disain peab olema kaasav ja ligipääsetav erinevatele kasutajagruppidele [23].

Uut süsteemi kasutades on kasutajatel juba varasemate kogemuste või kultuuriliste erinevuste tõttu ootused ja soovid. Seetõttu on oluline austada levinud kasutajaliidese vorme, kasutades tuttavat keelt, kujundust ja sümboleid. Uute lahenduste kasutuselevõtt peab toimuma teadlikult ja põhjendatult. Kasutajaliidesed, mis võtavad arvesse erinevaid kultuure, parandavad rakenduse kasutajakogemust ja suurendavad kasutajate rahulolu, võimaldades liidesel kohanduda erinevate kasutajate ootuste ja vajadustega [23], [26].

2.3 Kasutajakogemuse mõiste ja tähtsus

Kasutajakogemus ehk *User Experience* või ka UX kui sõnaühend tuleb ladinakeelsetest sõnadest „oeti”, mis tähendab „kasutama, rakendama” ehk sellest tuleb sõnatüvi „kasutaja” ning „experientia”, mis viitab teadmistele, mis on saadud korduvate katsetuste kaudu, ja sellest tuleb liitsõna teine osa ehk „kogemus”. Kasutajakogemust võib kirjeldada kui teadmiste kogumit, mis tekib millegi kasutamisel [27].

Kasutajakogemus hõlmab nii toote või teenuse kujundamist kui ka selleks vajalikku eeltööd, nagu uuringute läbiviimist, andmete kogumist ja analüüsimist. UX-alaste tegevuste ühine joon on keskendumine kasutajale ehk inimesele, kes toodet või teenust tegelikult kasutab [27].

Viimasel ajal on kasutajakogemus saanud aina olulisemaks teemaks nii teadlaste kui ka ettevõtjate jaoks. UX ei tähenda enam ainult seda, kuidas toode välja näeb või kuidas seda kasutatakse, vaid hõlmab kõiki tegureid, mis mõjutavad inimese kogemust mingi toote või teenusega kokku puutel. Hea kasutajakogemus on täna kriitilise tähtsusega, sest ettevõtete edu sõltub järjest enam sellest, kui hästi nad suudavad luua väärtust ja pakkuda nauditavaid kogemusi, mitte ainult madalat hinda või kõrget tootekvaliteeti [28].

Praktilises töökeskkonnas sõltuvad UX-spetsialisti tegevused konkreetsest projektist. Mõnes organisatsioonis jagatakse rollid eri spetsialistide vahel, mõnes aga tegelevad spetsialistid nii disaini kui ka uuringutega. Olenemata konkreetsest ülesandest, on kõikide UX-tegevuste ühiseks sihiks kasutaja, kes hakkab lõpptoodet kasutama [27].

Kuigi erinevad projektimeeskonna liikmed, näiteks juhid, arendajad või disainerid, püüdleval igaüks oma eesmärkide poole, kipub kasutaja vajaduste olulisus sageli tähelepanuta jääma. UX-spetsialisti ülesandeks ongi ärihuvide ja kasutajate vajaduste ühtlustamine ning tasakaalu leidmine. Edukas tulemus saavutatakse siis, kui leitakse ühisosa kasutajate soovide ja ettevõtte eesmärkide vahel [27].

Oluline on ka ühine visioon – kõigil tiimiliikmetel ja osapooltel peab olema ühesugune arusaam sellest, milline peaks tulevikutoode olema. Inimeste mõttemudelid ehk arusaamad sellest, kuidas asjad toimivad, muutuvad aja jooksul oluliselt. Vananenud mõttemudeleid tuleb julgelt muuta ning selleks on vaja avatud mõtlemisega inimesi, kes on valmis katsetama ja ideid muutma [29].

Strateegia digitaaltoodete arendamisel on ülioluline, sest ilma selleta valitseb meeskonnas kaos – ajakadu, suuremad kulud ja halb kasutajakogemus. Hea strateegia annab selge plaani, mis toetub meeskonna tugevustele ja arvestab nõrkustega, ning viib kiiresti ja tõhusalt soovitud tulemusteni [29].

Efektiivne UX säästab kokkuvõttes aega ja raha. Hästi läbimõeldud kasutajakogemus tagab, et ettevõtte loodud lahendus pakub väärtust nii kasutajatele kui ka ettevõttele, suurendab kasutajate kaasatust ning toetab ettevõtte kasvu. UX-i vältimine võib tuua kaasa ebaefektiivseid lahendusi ja ebaõnnestumisi, samas kui UX-i teadlik rakendamine aitab kiiremini ja kulutõhusamalt jõuda soovitud tulemusteni [27].

Näiteks kui eksklusiivne kosmeetikatoodete veebipood soovib suurendada müüki, vältides samas nähtavaid allahindlusi ning pidades kinni olemasolevatest tehnilistest piirangutest, tuleb leida lahendus, mis arvestab võrdselt kasutajate vajadusi ja ettevõtte nõudeid. Antud olukorras võiks sobivaks lahenduseks olla tellimuspõhise teenuse pakkumine täishinnaga, kuid tasuta kohaletoimetamisega. Kasutaja saab sel moel lisaväärtust tasuta kohaletoimetamisest ja mugavusest, ettevõtte aga kasvatab müügimahtu ilma otseste allahindlusteta ning vähendab ebamugavate makseprotsesside hulka [27].

Uute toodete loomine on keeruline, sest inimestele ei meeldi oma harjumusi kergelt muuta. Selleks on vaja näidata uue lahenduse väärtust ja panna inimesed seda hindama. Toodete arendamine nõuab julgust ja kirge – nii ettevõtjatelt kui ka tootejuhtidelt, UX-disaineritelt ja arendajatelt. Kui sellised inimesed kokku tulevad, võivad sündida revolutsioonilised lahendused [29].

Üks viis, kuidas ettevõtted saavad UX-i parandada, on mängustamine ehk mänguliste elementide kasutamine mittemängulistes keskkondades. See tähendab näiteks punktide kogumist, auhindade teenimist või virtuaalsete tasemete saavutamist, mis muudab kasutaja jaoks tegevused huvitavamaks ja kaasahaaravamaks. Mängustamist kasutavad tänapäeval paljud tuntud ettevõtted nagu Nike, Samsung, Facebook või McDonald's, et suurendada oma kasutajate kaasatust ja lojaalsust [28].

Mida mugavam on lehte igal pool kasutada ning mida paremini see täidab nii praktilisi kui ka naudinguga seotud vajadusi, seda parem on kasutajakogemus tervikuna. Hea kasutajakogemus tõstab omakorda veebilehe kasutajate tajutud kasulikkust, nii isiklikke kui sotsiaalseid hüvesid, erinevaid väärtusi, näiteks infot, kogemusi, tehingute mugavust ja sotsiaalsust ning tugevdab brändiga seotud väärtusi nagu kvaliteeditaju, lojaalsus, usaldus ja brändiga seotud positiivsed assotsiatsioonid [28].

3 Metoodika

Käesolev töö on edasiarendus varasemast meeskonnaprojekti raames loodud veebirakendusest ning keskendub selle mängulise õppe, kasutajaliidese ja -kogemuse parendamisele. Antud peatükis antakse ülevaade arendusprotsessi ülesehitusest, kasutatud tehnoloogiatest ja tööriistadest ning meeskonnatöö korraldusest. Samuti käsitletakse töövõtteid ja metoodilisi lähenemisi, mis toetasid projekti eesmärkide tulemuslikku elluviimist.

3.1 Objekti kirjeldus

Käesolev töö on edasiarendus 2024/2025 sügisel toimunud aine „Infosüsteemide arendamise meeskonnaprojekt: tellimus (ITB1706)“ raames Eesti Energia AS-i algatatud projektile, mille eesmärk on luua veebirakendus virtuaalse elektrijaama kontseptsiooni tutvustamiseks ja interaktiivseks õppeks. Projekt keskendub kasutajate praktiliste teadmiste suurendamisele energiatarbimise ja -tootmise tasakaalustamise kohta, kasutades mängulist ja harivat lähenemist.

Loodud rakendus sisaldas elektrienergia tootjate ja tarbijate elemente ning nende mõju elektrisüsteemi sagedusele. Rakenduses pakuti soovitusi optimaalse seisundi taastamiseks, et kasutajad saaksid paremini mõista energiabilansi ja sageduse vahelist seost. Rakendus sisaldas ka ilmastikutingimuste mõju tootmisvõimsusele ning mitmekeelsuse võimalust.

Lõputöö raames keskendutakse rakenduse mänguliste elementide edasiarendamisele ja kasutajakogemuse paremaks muutmisele. Lisatakse interaktiivne mänguruudustik, kus asetsevad elemendid. Elemente täiustatakse animatsioonidega, et muuta need kaasahaaravamaks ja paremini mõistetavaks kasutajale. Kasutajatele pakutakse võimalust valida mitme erineva taseme vahel vastavalt oma oskustele ja huvidele, mis tagab paindliku lähenemise õppimisele ja oskuste arendamisele.

Rakendusele lisatakse juurde mängu muutmise vaade, kus kasutaja saab mängualale lisada uusi elemente, olemasolevaid ümber paigutada või neid eemaldada. Samuti saab muuta mängulaua suurust ja salvestada mänguruudustiku paigutust, et seda hiljem uuesti kasutada. Lisatakse ka kasutajale teavitused energiatarbimise muutuste kohta, et lisada mängulist õpet ja tagada süsteemi parem mõistmine. Mängu jooksul on kasutajal võimalik koguda punkte ja tähekesi. Arendati juurde ka õpetus, mis tutvustab mängu toimimist ja eesmärki.

Tulemuste valideerimiseks viiakse läbi kvalitatiivne analüüs testkasutajatega, mille käigus saavad nii tavakasutajad kui ka eksperdid hinnata veebirakenduse erinevaid omadusi. Vastavalt kasutajate hinnangute keskmisele tehakse analüüs, järeldused ja ettepanekud edasiarendusteks.

Bakalaureusetöoks jagunes viieliikmeline meeskond kaheks grupiks, millest üks koosnes kolmest ning teine kahest liikmest. Kumbki grupp tegeles oma ülesannete kogumiga, et lõputöid sisuliselt lahus hoida, ent igapäevases arendusprotsessis tegutseti siiski ühtse tiimina. Tööjaotus kooskõlastati, ressursse jagati ja teadmisi vahetati kogu projekti vältel.

3.2 Kasutatud tööriistad ja tehnoloogiad

Veebirakenduse edasiarendamisel kasutati juba varasemalt projektis rakendatud tööriistu, sealhulgas Microsoft Visual Studio Code arenduskeskkonda ning Vue.js raamistikku. Projekti lähtekoodi haldamiseks jätkati GitHubi kasutamist, mis võimaldas tõhusat versioonikontrolli ja sujuvat koostööd kogu arendusmeeskonna vahel. Ülesannete jälgimiseks ja korraldamiseks kasutati GitHubi ülesandetahvel, mis aitas meeskonnaliikmetel saada ülevaadet projekti edenemisest.

Kasutajaliidese ja -kogemuse uue kontseptsiooni kujundamiseks kasutati Figma platvormi, mis lihtsustas ideede visualiseerimist ja nende jagamist Eesti Energia AS UI/UX spetsialistidega. Figma toel oli võimalik ideid visualiseerida, testida ja tagasiside põhjal täiendada enne nende arendusprotsessi integreerimist.

Veebirakenduses kasutatud tehnoloogiatest oli oluline komponent Lottie animatsioonide rakendamine. Need animatsioonid võimaldasid visualiseerida energiatootmise ja -tarbimise muutusi. Kasutati ka Sweetalert2 teeki, et lisada teated kasutajale tarbimise

muutmiste kohta. Pinia abil teostati andmete salvestamine veebirakenduses kasutaja kohalikus salvestusruumis, võimaldades kasutajatel salvestada oma mängu seisundit.

Lisaks kasutati koodi kirjutamisel tehisintellekti abi, nagu ChatGPT, ClaudeAI ja GitHub Copilot, mis pakkusid automaatseid koodisoovitusi, aidates lahendada tehnilisi probleeme ja parandades üldist arendustõhusust. Tehisintellekti kaasamine võimaldas kiirendada arendusprotsessi ning parandas loodud lahenduste kvaliteeti.

3.3 Tööprotsessi kirjeldus

Töö jätkus algselt kokkulepitud päevadel esmaspäeviti ja teisipäeviti, millal olime üldiselt füüsiliselt kontoris kohal. Iga hommik algas kiirkoosolekuga, kus iga meeskonnaliige andis ülevaate eelmisel perioodi tehtud täiendustest ja järgmiste päevade plaanidest. Kolmeliikmeline lõputöötiim töötas enamasti iseseisvalt, ent keerukamate kohtade lahendamiseks töötati vajadusel paarisprogrammeerides. Uue arendusetapi algfaasis jagasime ülesannete kogud omavahel ära, mille alusel koostasime konkreetseid ülesandeid. Kõik ülesanded planeeriti ja arutati iteratsioonikoosolekutel läbi nii, et igal arendajal oli selge vastutusala arvestades individuaalsete eelistustega. Tiimisisestel toimus tihe koostöö, et tagada sujuv infoside ja ühtne arendusprotsess. Disainiküsimustes konsulteeriti vajadusel UI/UX-disaineritega.

Projektijuhtimise aluseks oli Kanban-metoodika, mis võimaldas töövoogu kõiki etappe selgelt visualiseerida ja optimeerida. GitHubi ülesannete tahvlil olid erinevad jaotused, et hallata, mis ülesanded on ootel, töös, läbivaatusel või valmis. Muudatuste jaoks tehti GitHubis ülesanded ja need lisati ülesannete tahvlile. Seejärel määrati igale liikmele ülesanne vastavalt käimasoleva arendusetapi vajadustele ning liikmete soovile. Ülesannet alustades loodi sellele vastava haru, kus hakati seda lahendama. Kui lahendus oli valmis, avati esmalt mustand tõmbetaotlus praktikantide ülevaatuses. Kõigepealt pidid praktikandid mustand-tõmbetaotluse kinnitama, seejärel vaatasid mentorid tõmbetaotluse muudatused üle ning pärast kahe kinnituse saamist liideti need peaharusse.

Iteratsiooni lõpus oli alati ülevaade, kus esitati projektijuhile ja mentoritele tehtud tööd. Iteratsiooni ülevaatel esitleti veebirakenduse uusi funktsionaalsusi ning arutleti, kas kõik planeeritud ülesanded said täidetud. Peale ülevaadet tehti uus iteratsioonikoosolek ning kogu protsess algas uuesti.

4 Varasema lahenduse analüüs ja nõuded

Käesolevas peatükis on välja toodud eelmise arendusetapi analüüs ning veebirakenduse edasiarendamise käigus seatud funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded. Funktsionaalsed nõuded kirjeldavad veebirakenduselt nõutavaid omadusi ja käitumist, mida süsteemilt oodatakse. Mittefunktsionaalsed nõuded keskenduvad süsteemi kvaliteediomadustele nagu kasutajakogemus, disain ja üldine kvaliteet [30]. Nõuded on esialgselt esitatud Eesti Energia AS-i poolt, kuid töö käigus täiustatud autorite poolt.

4.1 Eelmise arendusetapi lahenduse analüüs

Olemasoleva rakenduse edasiarendamiseks on esmalt vajalik kaardistada senine lahendus ning analüüsida selle tugevusi ja nõrkusi mängulise õppe, kasutajaliidese ja kasutajakogemuse seisukohalt. Selle analüüsi põhjal hinnatakse rakenduse funktsionaalsust, visuaalseid ja interaktiivseid lahendusi ning kasutajate kaasatust, et kogutud teadmisi saaks rakendada edasises arendustöös ning uute nõuete seadmisel ja täiustamisel.

Varasem versioon pakkus sisulist ülevaadet virtuaalse elektrijaama toimimisest, kuid ei suutnud kasutajat aktiivselt kaasata ega sisaldanud mängulise õpikogemuse võimalust. Puudus selge eesmärgistatus ning arusaam sellest, mida mängija peaks saavutama, sest kasutaja pidi protsesse ise käsitsi juhtima. Näiteks majapidamiste tarbimine ei olnud genereeritud automaatselt, vaid jäi kasutaja poolt määratud väärtusele. Reaalses olukorras ei ole tarbimine täielikult kontrollitav, vaid see muutub pidevalt, sarnaselt päikese- ja tuuleenergia tootmisele, mis sõltuvad ilmastikuoludest. Tarbimise automaatse muutuse puudumine vähendas mängulisust ja võttis ära mängu eesmärgi, kuna pärast tarbimise ja tootmise paika seadmist ei toimunud rakenduses enam edasisi muutusi.

Lisaks puudus mängu alguses ja kulgemises loogiline juhendamine. Kasutajal ei olnud piisavalt infot, kuidas alustada ega millised sammud viivad edasi, mis tekitas segadust ja võis vähendada motivatsiooni jätkata juba esimestel kasutushetkedel. Puudusid ka kaasahaaravad visuaalsed elemendid.

Varasemas lahenduses puudusid ka motiveerivad mehhanismid, nagu punktisüsteem, tasemete edenemine või tegevustele tagasiside, mis on mängulise õppe tõhustamiseks vajalikud. Nende elementide puudumine mõjutas negatiivselt kasutajakogemust, kuna kasutajal ei tekkinud piisavat stiimulit jätkata või katsetada erinevaid stsenaariume.

Visuaalselt oli kasutajaliides lihtne, kuid ei edastanud selgelt tegevuste eesmärki ega mõju süsteemile tervikuna. Positiivse poole pealt oli olemas äratuntav brändikuvand, mida on soovitatav ka edaspidi järjepidevalt kasutada.

Olemasolev lahendus vajab mitmeid täiustusi, et muuta see kasutajasõbralikumaks, kaasahaaravamaks ja motiveerivamaks. Arendusetapis tuleb keskenduda mänguliste elementide lisamisele, kasutajateekonna selgusele ning visuaalse disaini paremale toetusele õppimise kontekstis.

4.2 Funktsionaalsed nõuded

Veebirakenduse funktsionaalsed nõuded on esitatud peamiselt tellija Eesti Energia AS-i poolt ning lähtuvad nende poolt esitatud vajadustest ja ootustest. Need nõuded määratlevad veebirakenduse põhilised funktsionaalsed omadused ja interaktsioonid. Nõuetega seotud kasutajalood on välja toodud Lisas 5.

Tellijal poolt on nõutud, et kõik veebirakenduses olevad elemendid kasutaksid animatsioone. Nõudeid täiendati autorite poolt, muutes animatsioone informatiivsemaks kasutajale, nii et need reageeriks tootmise või tarbimise muutumisele, kohandades oma liikumise kiirust vastavalt olukorrale. Selline dünaamilisus aitab kasutajatel paremini tajuda energiakasutuse muutusi ja tootmisprotsessi dünaamikat.

Eesti Energia AS soovis, et kasutaja saaks valida simulatsiooni pikkuse, näiteks üks päev, kolm päeva, nädal või kaks nädalat, ning ka aastaaja. Lisaks sooviti ka dünaamilisi muudatusi näiteks muutuseid ilmas vastavalt päeva- või aastaajale. Autorid näevad neid nõudeid seoses ning plaanivad teha tasemed, mille kohaselt on igal tasemel oma parameetrid. Selle tulemusel on kasutajal võimalik valida mitme erineva taseme vahel, kus igal tasemel on õppimiseks ja mängimiseks erinevad parameetrid. Näiteks keskmise taseme pikkus on kolm mängupäeva ning see tähendab, et vähemalt kolm korda kaob ära mõneks ajaks päikeseenergia abil elektritootmise võimalus, sest mängus on öö.

Veebirakenduse arendamisel lähtutakse tellija soovist pakkuda mängu muutmise võimalust. Autorid plaanivad seda nõuet täiendada, lisades ka võimaluse lohistada uusi elemente mängualasse ning ümber paigutada juba olemasolevaid elemente. Selline lahendus suurendab mängu interaktiivsust ja pakub paindlikkust süsteemi kujundamisel vastavalt kasutaja vajadustele. Lisaks plaanitakse tellija nõude järgi kasutajale anda võimalus salvestada enda loodud paigutusi ning neid hiljem uuesti kasutada, mis toetab korduvkasutatavust ja individuaalsete strateegiate arendamist.

Mängulaua olevate elementide sisse- ja väljalülitamine on tehtud kasutajale lihtsaks, võimaldades dünaamilist juhtimist vastavalt mängu arengule. Kõik kasutaja tegevused ja valikud salvestatakse veebirakenduse lokaalsesse mälli, mis tagab andmete säilimise ka veebirakenduse sulgemisel või seadme taaskäivitamisel.

Lisaks kuvatakse kasutajale reaajas teateid majapidamiste tarbimismuutuste kohta, et aidata paremini mõista süsteemi dünaamikat ja energiakasutuse muutusi. Teavitussüsteem on integreeritud rakenduse põhivaatesse, et kasutaja saaks kiiresti reageerida ja vajadusel süsteemi seadistusi muuta.

Nende nõuete järgi toetab rakendus mängulist ja interaktiivset õppimist, andes kasutajale võimaluse aktiivselt osaleda energiatootmise ja -tarbimise protsesside simuleerimises. Liites Eesti Energia AS-i ja autorite funktsionaalsed nõuded, saab lahenduseks terviklik veebirakendus.

4.3 Mittefunktsionaalsed nõuded

Mittefunktsionaalsed nõuded kirjeldavad tarkvarasüsteemi omadusi, mis tagavad efektiivsuse, võttes samal ajal arvesse disainile seatud piiranguid ja kitsendusi [31]. Mittefunktsionaalsed nõuded tulenevad funktsionaalsetest nõuetest ning on koostatud autorite poolt, määratledes veebirakenduse kvaliteediomadusi ja kasutajakogemuse parameetreid.

Veebirakenduse elemendid on paigutatud selgele ruudustikule, et tagada mänguline õpe ja parem kasutajakogemus. Ruudustikupõhine ülesehitus muudab kasutajaliidese intuitiivseks ja korrastatuks, võimaldades kasutajal hõlpsasti erinevate elementide vahel liikuda ja neid hallata. Selline ülesehitus toetab kiiret kohanemist ja visuaalset selgust, vähendades võimalikke segadusi mängu käigus.

Rakenduses kasutatavad animatsioonid on stiililt ühtsed ning visuaalselt atraktiivsed, luues ühtse ja professionaalse mulje. Tootjad ja tarbijad on hõlpsasti eristatavad tänu erivärvilistele liuguritele, mis aitavad kasutajal kiiresti orienteeruda ja annavad selge visuaalse eristuse erinevate objektide vahel. See lahendus toetab intuiitiivset arusaamist süsteemi toimimisest ja aitab vältida eksimusi.

Veebirakendus sisaldab põhjalikku ja kasutajasõbralikku õpetust, mis juhendab mängu alustamisel ja selgitab samm-sammult nii mänguelementide kui ka mängukäigu kasutamist. Õpetus on loodud nii, et ka uued kasutajad saaksid kiiresti ülevaate mängu põhielementidest ja nende funktsionaalsusest. Selged juhised ja praktilised näited aitavad kasutajal omandada vajalikud oskused ilma tarbetu keerukuseta.

Oluline on säilitada eelmises arendusetapis loodud disain, nagu näiteks nuppude või lehtede värvid ja kirjastiil. Uute funktsionaalsuste lisamisel tuleb jätkata samade brändi väärtuste järjepidevat edasi andmist. Rakenduse visuaalsed lahendused kannavad edasi Eesti Energia AS-i usaldusväarsust ja professionaalsust, tugevdades ettevõtte kuvandit kasutajate silmis.

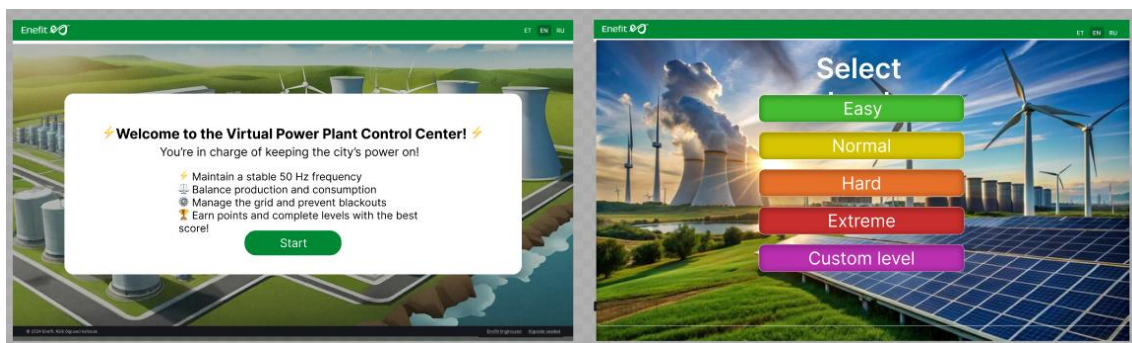
Need mittefunktsionaalsed nõuded tagavad, et veebirakendus oleks visuaalselt meeldiv, kasutajasõbralik ja brändi väärtusi peegeldav. Tänu sellele on rakendus atraktiivne ja hariv, pakkudes kvaliteetset kogemust vastavalt seatud eesmärkidele.

5 Tulemused

Käesolevas peatükis tutvustatakse projekti raames saavutatud tulemusi, keskendudes eelkõige loodud prototüübile ja veebirakenduse funktsionaalsusele. Kirjeldatakse arendusprotsessi käigus välja kujunenud lahendusi, mille eesmärk oli parandada kasutajakogemust ja tagada veebirakenduse sujuv toimimine. Peatükis käsitletakse prototüübi loomist Figma keskkonnas, mängutasemete ülesehitust, mänguvälja kujundamist ning punktisüsteemi ja ilmastikuloogika arendamist. Tulemused peegeldavad iteratiivset arendusprotsessi ja meeskonnatööd, mille käigus pöörati erilist tähelepanu mängija kogemuse parendamisele ja mängu loogika optimeerimisele.

5.1 Prototüüp Fignas

Veebirakenduse visuaalse ja funktsionaalse aluse loomiseks koostati prototüüp Figma keskkonnas. Prototüüp hõlmas enamikku kasutajaliidese ülesehitust, pakkus esialgset kasutajakogemust ning informatiivseid komponente. Joonisel 1 on näidatud algeline veebirakenduse avaleht ja Fignas dünaamiline tasemete valiku lehekülg.



Joonis 1. Avaleht ja tasemete valiku lehekülg.

Joonisel 2 on näidatud mängu näidistase Fignas, kuhu on lisatud uus mänguruudustik koos elementidega. Samuti lisati mänguruudustikule rakenduses esinevad animatsioonid, et testida nende stiili ühtlust ja toimimist. Lisaks on näha esialgne päikese ja tuule tugevuse disain, mis liigub, algeline punktisüsteem, mis kuvab toimivat progressiriba ja tähekeste värvi muutumist, ning uus statistika paneel.

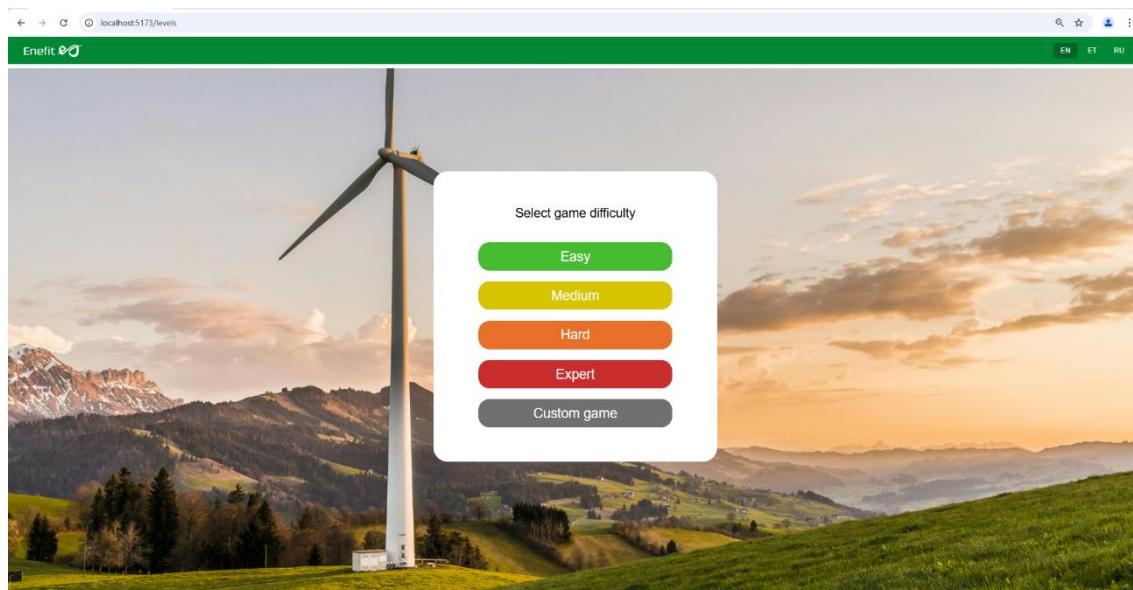


Joonis 2. Näidistase Figma.

Kujundati visuaalne hierarhia, mille abil on mängijal lihtne orienteeruda ning loodi vood, mis simuleerisid mängija kogu teekonda. Figma võimaldas kiiret tagasisidestamist, iteratiivset arendust ja meeskonnasisest koostööd. Prototüüp oli pigem kasutaja teekonna visualiseerimiseks läbi rakenduse kui rakenduse disaini loomiseks, kuigi kasutasime lõpuks paljusid Figma loodud disainielemente enda veebirakenduse lõppversioonis.

5.2 Erinevad tasemed

Joonisel 3 on näha tasemete vaadet, kus kasutaja saab valida erinevate mängutasemete vahel: lihtne, keskmine, raske, ekspert ning enda loodud tase. Iga tase pakub erinevat raskusastet ja mänguelementide hulka, mis aitab mängijal õppida elektrivõrgu tasakaalustamist järk-järgult keerukamates tingimustes.



Joonis 3. Taseme valiku vaade.

Esmalt arendati välja visuaalne pool ja loodi ühendus, et avalehel olev nupp suunaks tasemete valiku lehe vaatesse, kust kasutaja saaks valida endale sobiva taseme. Visuaalselt poolelt rakendati mõistetavat värviskeemi tasemete raskuste mõistmiseks ning ühtset stiili ülejäänud veebirakendusega. Hiljem ühendati iga nupp vastava taseme sisuga.

5.2.1 Tasemete unikaalsed parameetrid

Veebirakenduse loomisprotsessis arendati igale tasemele välja unikaalsed parameetrid, mis võimaldasid luua mitmekülgse ja dünaamilise mängukogemuse. Kokku on mängul neli põhitaset ja üks kohandatav tase, kus kasutaja saab ise määrata mängu elemendid. Põhitasemetes on kõik algsed elemendid juba olemas ning nende arv suureneb iga järgneva tasemega, mis omakorda raskendab mängus tasakaalu hoidmist.

Raskusastet mõjutab eelkõige mängusisese päeva pikkus. Näiteks keskmisel raskustasemel kestab mäng kolm mängupäeva, mis tähendab, et tuul, päike ning elektritarbimine muutuvad suhteliselt aeglaselt. Kõige keerulisemal tasemel aga on mängusisene aeg 14 päeva, mille tulemusena toimuvad muutused päikeses, tuules ja elektritarbimises kiiremini, sest mängu tegelik pikkus jääb mõlemal tasemel samaks - viis minutit.

Lisaks võeti igal tasemel kasutusele ka volatiilsusmuutuja, mis kontrollib seda, kui kiiresti muutused mängus aset leiavad. Volatiilsusmuutuja on iga tasemega järjest suurem, näiteks lihtsal tasemel on volatiilsusmuutuja kõigest 0,1 ehk päikese, tuule ja

elektritarbimise muutus saab maksimaalselt olla korraga kuni 10%, kuid kõige raskemal tasemel on selle muutuja väärtuseks 0,5, seega muutus võib korraga olla kuni 50%.

5.3 Taseme põhivaade

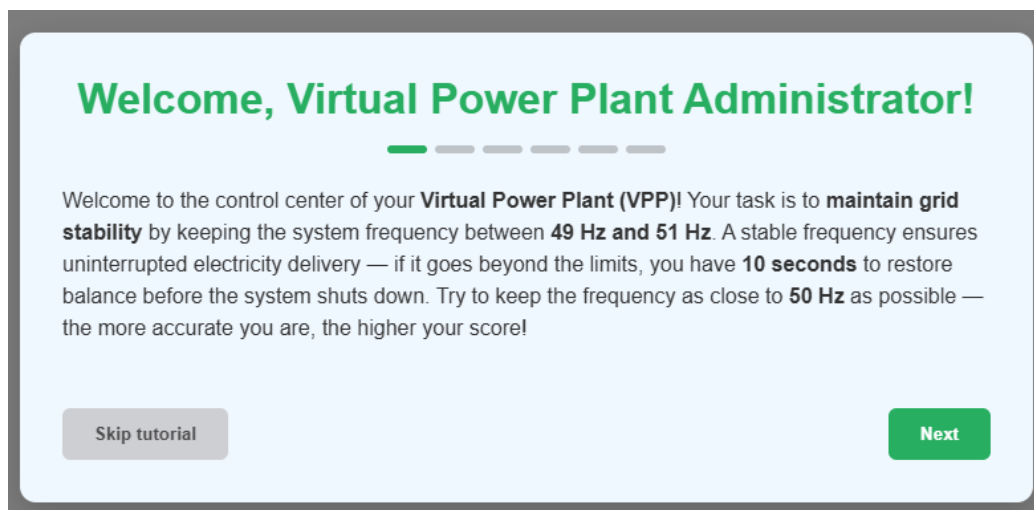
Taseme põhivaade koondab veebirakenduse olulisimad funktsionaalsed ja visuaalsed elemendid, mis loovad tervikliku kasutajakogemuse. Selles vaates käsitletakse õpetussüsteemi ülesehitust, tasemete struktuuri ja mänguruudustiku loogikat. Samuti antakse ülevaade informatsiooni kuvamisest, elementide visuaalsest disainist, tarbimisteavitustest, punktisüsteemist ning ilmastiku visuaalsest kujundusest. Lisaks tuuakse välja elektrikatkestuste käsitlemine ja taseme lõpetamise tingimused.

5.3.1 Mänguõpetus

Veebirakenduse kõige lihtsamale tasemele loodi põhjalik õpetus, mille eesmärk on tutvustada mängu mehhanisme juba enne mängu alustamist ning aidata mängijal paremini mõista, milliseid tegevusi temalt oodatakse. Õpetus koosneb kuuest informatiivsest ja interaktiivsest vaatest, mis juhatavad kasutajat samm-sammult läbi mängu põhifunktsioonide.

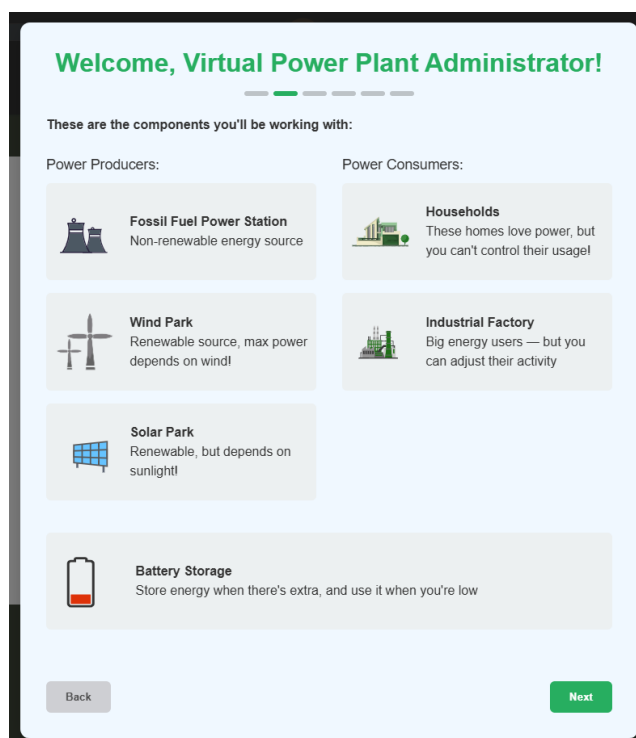
Iga õpetuspaneel sisaldab selget pealkirja, selle all paiknevat edenemisriba, mis näitab nii õpetuse kogupikkust kui ka hetke etappi, ning sisuala, mille sisu varieerub vastavalt õpetuse etapile. Lisaks on igal vaatel alumises servas kaks nuppu, mille funktsioonid muutuvad sõltuvalt sellest, millises õpetuse etapis kasutaja parajasti asub.

Joonisel 4 on näha esimesest vaadet, kus tutvustatakse mängu põhiülesannet. Tähtsamad märksõnad ja tegevused on esile tõstetud rasvases kirjas, et suunata kasutaja tähelepanu kõige olulisemale. All servas asuvate nuppude abil on kasutajal võimalus õpetuspaneel sulgeda ja kohe mänguga alustada, või liikuda järgmisele õpetuse leheküljele.



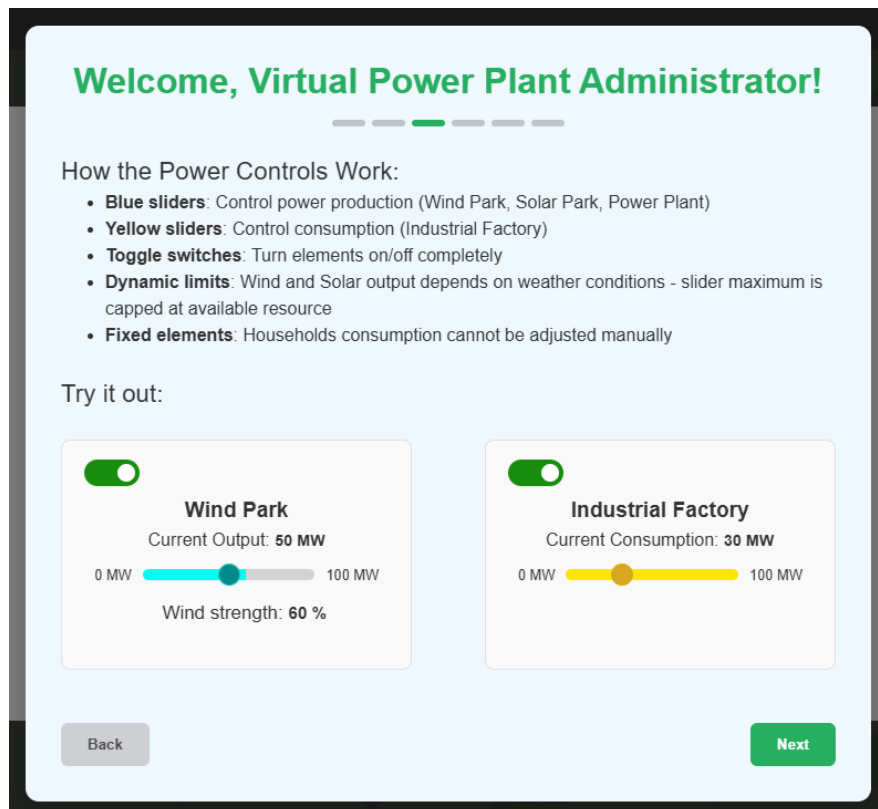
Joonis 4. Õpetuspaneeli esimene vaade.

Joonisel 5 on teine vaade, kus tutvustatakse mängus kasutatavaid elemente. Iga elemendi puhul selgitatakse selle eripärasid ning tuuakse välja kõige olulisem, mida mängija peaks konkreetse elemendi kohta teadma. Näiteks rõhutatakse, et majapidamisi pole võimalik ise juhtida, nende tarbimine muutub mängu käigus automaatselt. Samuti selgitatakse, et taastuvenergiaallikad sõltuvad ilmastikuoludest, mis mõjutavad nende maksimaalset võimsust. Õpetuspaneeli all servas asuvad nupud võimaldavad liikuda õpetuse etappide vahel edasi ja tagasi.



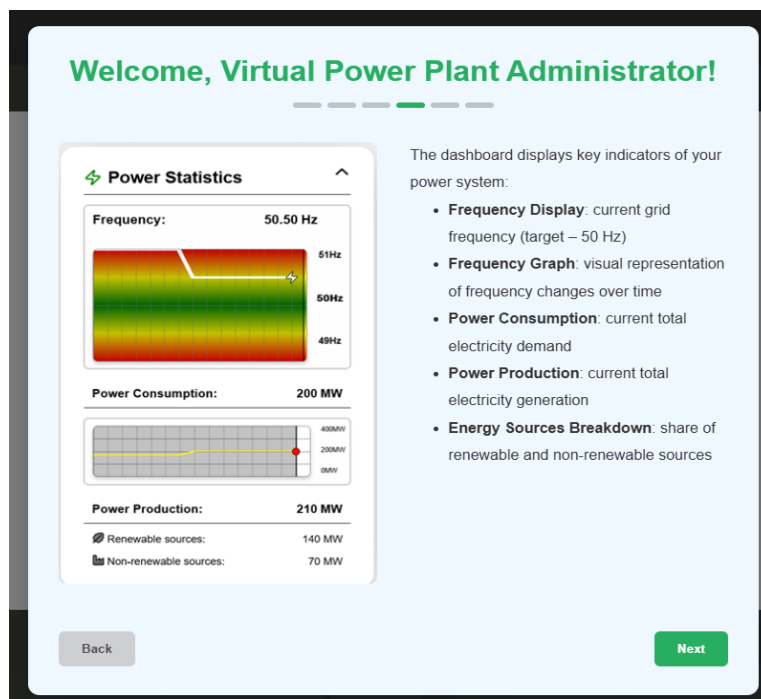
Joonis 5. Õpetuspaneeli teine vaade.

Joonisel 6 ehk kolmandas vaates keskendutakse elementide juhtimise võimalustele. Selgitatakse, mida tähendavad erinevat värvi liugurid ning tuuakse välja, et kõiki elemente ei saa täielikult kontrollida. Lisaks tutvustatakse lüliti funktsiooni, millest saab kasutaja vastava elemendi sisse või välja lülitada. Paneelil kuvatakse elemendid sarnaselt tavamängule. Kasutaja saab ise katsetada tuulepargi ja tööstusvabriku juhtimist, kuni tunneb end nende kasutamises kindlalt. Kõik juhtimisvahendid töötavad täpselt nii nagu mängu käigus.



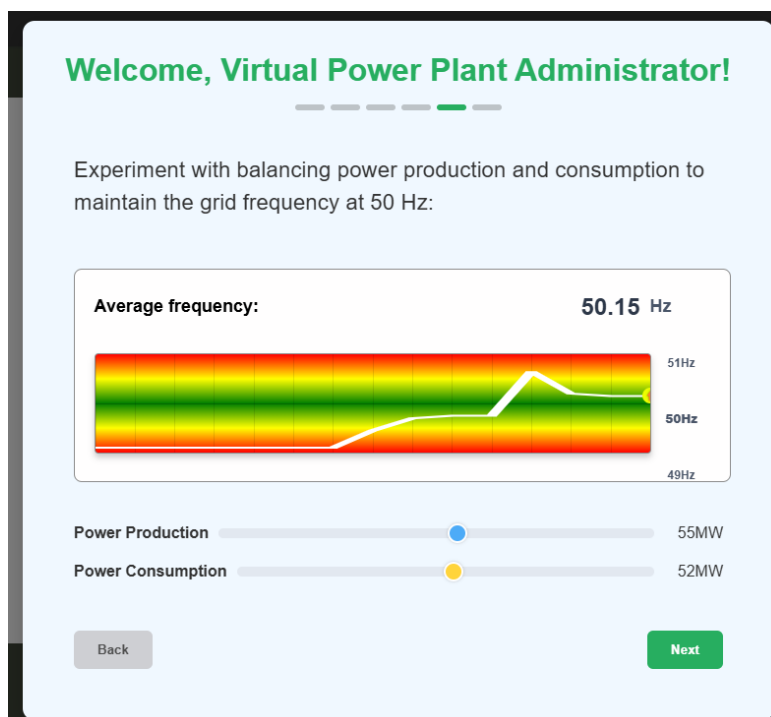
Joonis 6. Õpetuspaneeli kolmas vaade.

Joonisel 7 ehk neljandas vaates näidatakse ja selgitatakse mängu põhivaates olevat võimsuse statistika paneeli, et mängija oleks juba enne mängu alustamist kursis vajaliku infoga ja saaks paneeliga rahulikult tutvuda. Vasakul pool kuvatakse vastav paneel, paremal pool aga selgitused selle paremaks mõistmiseks. Tutvustatakse sageduse graafikut, elektri tootmist ja tarbimist ning tootmise jagunemist taastuvateks ja taastumatuteks energiaallikateks.



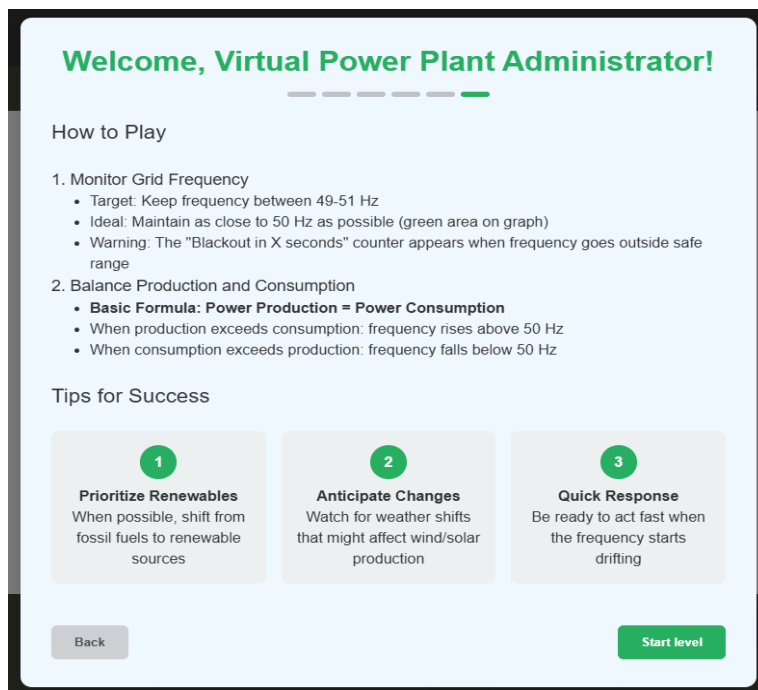
Joonis 7. Õpetuspaneeli neljas vaade.

Viiendas vaates, joonisel 8, saab kasutaja ise proovida sageduse tasakaalustamist. Selleks antakse talle võimalus muuta nii kogutarbimist kui ka kogutootmist, et leida ideaalne tasakaal. Interaktiivne lähenemine aitab mängijal paremini mõista sageduse hoidmise ja tasakaalustamise põhimõtteid.



Joonis 8. Õpetuspaneeli viies vaade.

Kuuendas vaates, mis on joonisel 9, võetakse lühidalt kokku sageduse tasakaalu hoidmise põhitõed ning jagatakse praktilisi nippe, kuidas mängus edukalt hakkama saada. All servas asuvad nupud, millega saab liikuda tagasi eelmisele õpetuse leheküljele või alustada lihtsa taseme mängimist.



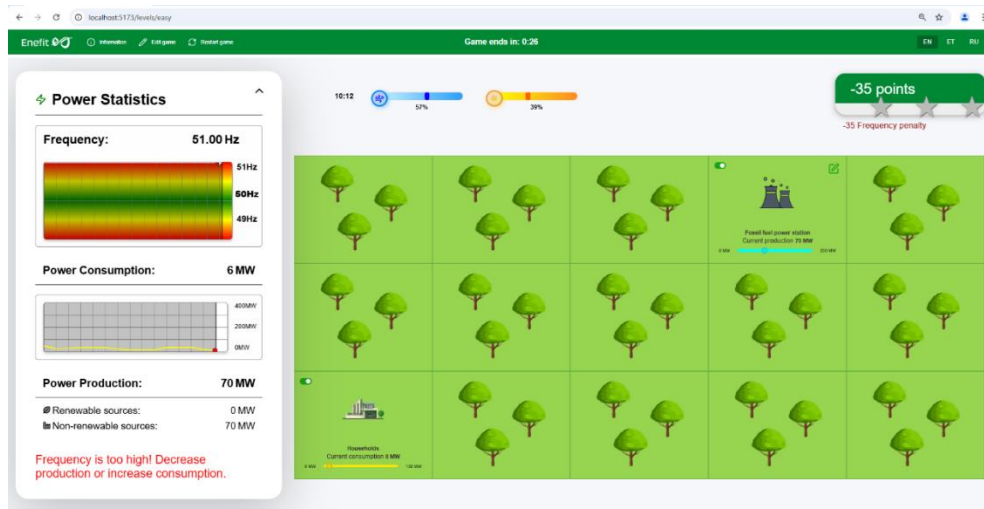
Joonis 9. Õpetuspaneeli kuues vaade.

Kõik õpetuse vaated moodustavad läbimõeldud ja loogiliselt üles ehitatud terviku, mille eesmärk on pakkuda mängijale kindlustunnet enne esimese taseme alustamist. Interaktiivne ja visuaalselt toetatud tutvustus aitab mängijal paremini mõista rakendust ning loob aluse edasiste tasemete edukaks läbimiseks. Õpetuse ülesehitus toetab ka iseseisvat katsetamist ning lubab mängijal liikuda omas tempos, mis suurendab kasutajakogemuse paindlikkust. Selline lähenemine aitab kaasa mitte ainult mängusiseste mehhanismide mõistmisele, vaid soodustab ka huvi püsimist ja süvenemist keerukamatesse mänguelementidesse.

5.3.2 Tasemete paigutus

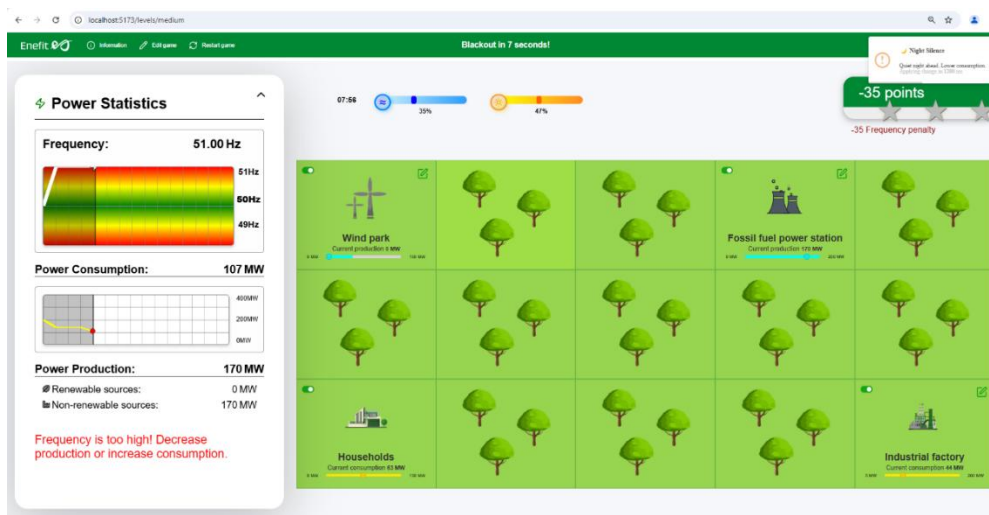
Iga taseme jaoks on loodud eraldi mänguruudustiku paigutus, mille vahel saab kasutaja enne mängu alustamist valida. Tasemed jagunevad vastavalt: lihtne, keskmine, raske, ekspert ja enda loodud.

Lihtsal tasemel, joonisel 10, on mänguruudustikus ainult fossiilkütuse jaam ja majapidamine. See aitab kasutajal mängu rahulikult tundma õppida ja harjuda selle toimimisega.



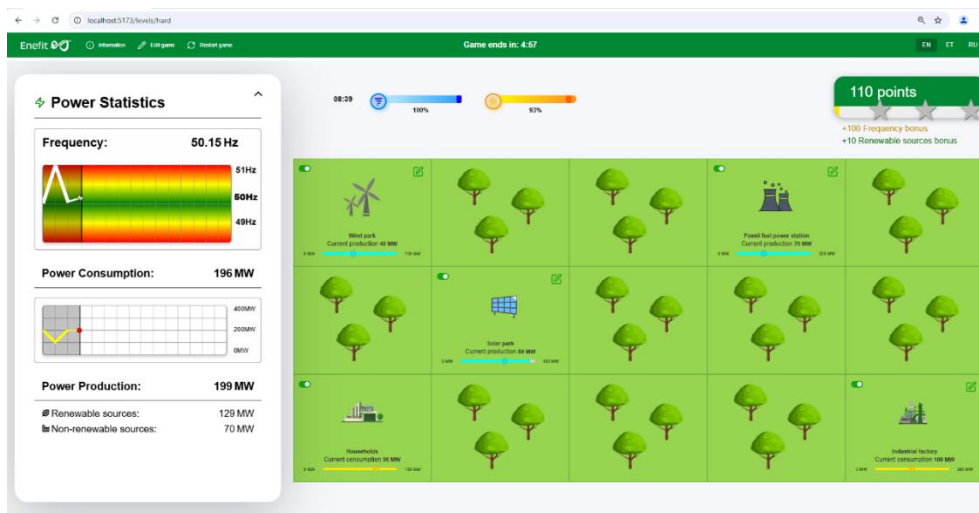
Joonis 10. Elementide paigutus lihtsas tasemes.

Keskmisel raskustasemel lisanduvad tuulepark ja tarbiv tehas, laiendades süsteemi funktsionaalsust. Tuulepark tutvustab taastuva energia kasutamist, kuid erinevalt fossiilkütuse jaamast ei ole see alati saadaval, mis muudab süsteemi juhtimise keerukamaks. Uusi elemente on näha joonisel 11.



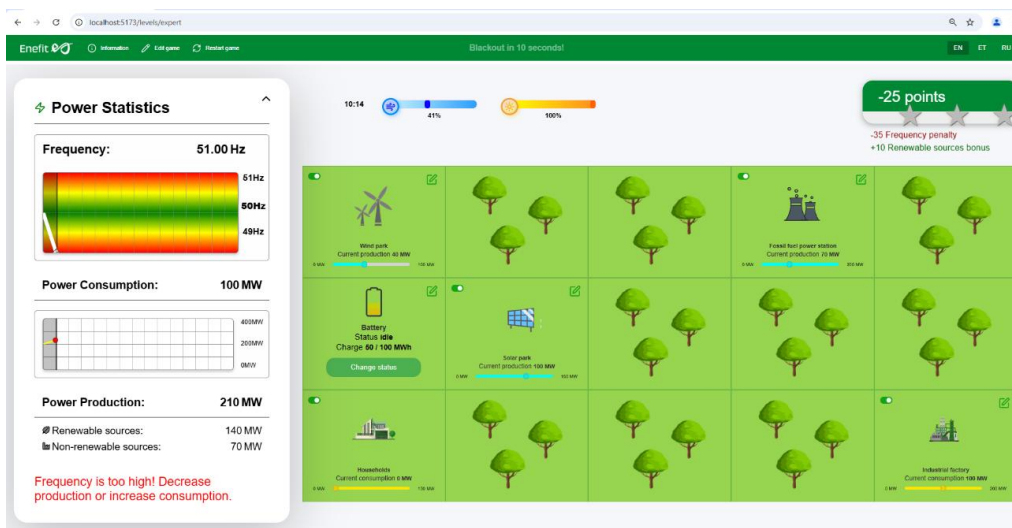
Joonis 11. Elementide paigutus keskmises tasemes.

Joonisel 12 on näha raske tase. Rasket taset alustades on ruudustikul tuulepark, päikesepark, fossiilkütuse jaam, majapidamine ning tööstusvabrik. See seab kasutajale keerukamad väljakutsed süsteemi tasakaalustamisel ning nõuab oskuslikku ressursside juhtimist ja strateegilist mõtlemist.



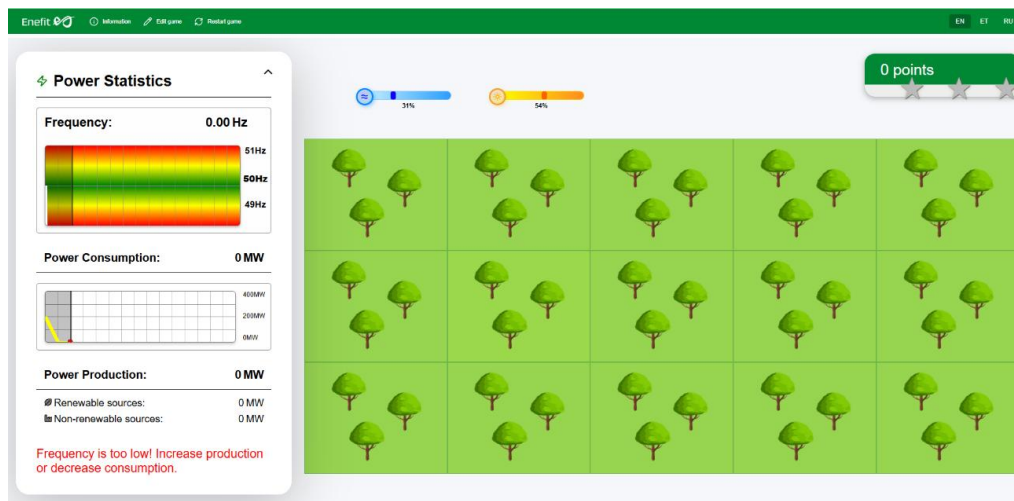
Joonis 12. Elementide paigutus raske tasemes.

Eksperti tasemel on kasutaja hallata kõik mängus olevad elemendid ning seda on näha joonisel 13. See tase eeldab kasutaja kiiret reageerimisvõimet ning arusaamist virtuaalse elektriijaama toimimisest.



Joonis 13. Elementide paigutus eksperdi tasemes.

Kasutaja loodud taseme puhul, mida on näha joonisel 14, on mänguruudustik esialgu täiesti tühi ning kõik elemendid tuleb kasutajal ise valida ja paigutada. See võimaldab kasutajal ise luua endale meeldiv ruudustik ja seeläbi katsetada erinevaid stsenaariumeid.

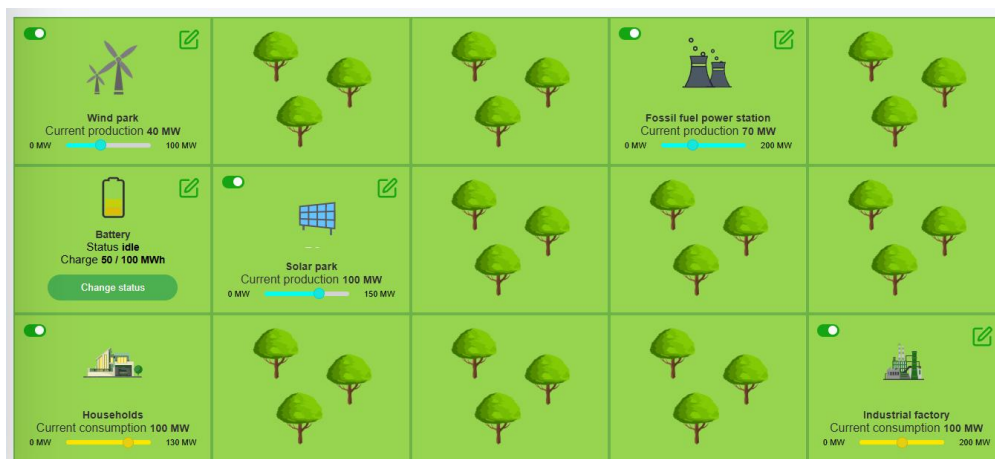


Joonis 14. Kasutaja enda loodud tase.

Tasemete paigutus toetab mängija järkjärgulist arengut. Iga tase lisab mänguruudustikku uusi elemente ja suurendab süsteemi keerukust. Alates lihtsast tasemest, kus keskendutakse põhilisele energiavoole, kuni eksperttasemeni, kus kaasatakse ka energiasalvestus, saab mängija kogemusi erinevate olukordade lahendamiseks. Kasutaja loodud tase annab mängijale vabaduse disainida täiesti isikupärane mängukeskkond, pakkudes paindlikkust ja võimalust loovuseks. Selline ülesehitus soodustab õppimist, katsetamist ning pakub väljakutseid eri tasemel mängijatele.

5.3.3 Mänguruudustik

Joonisel 15 on näidatud, et veebirakenduse keskseks mängualaks on kujundatud ruudustikupõhine mänguväli, mille disain ja loogika arendati täielikult autorite enda poolt. Varasemalt olemas olnud mänguelemendid kohandati uue süsteemi jaoks, et need sobituksid visuaalselt ja funktsionaalselt uue ruudustikuga. Ruudustik loodi selleks, et võimaldada mänguelementide selget ja süsteemset paigutust, pakkudes kasutajale loogilist ja paremini hallatavat mängukeskkonda. Iga mänguelemendi jaoks loodi asukohaidentifikaator, mis võimaldab selle täpset positsioneerimist ruudustikus.

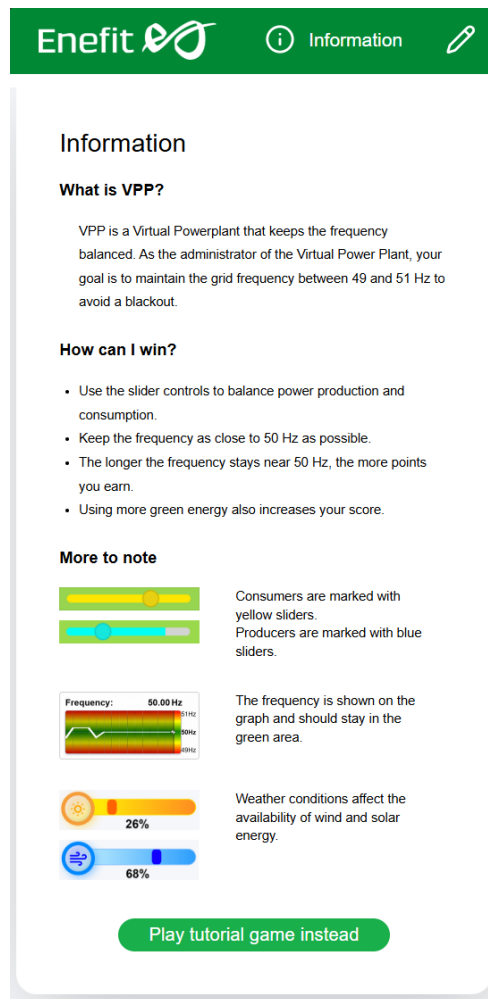


Joonis 15. Mänguruudustik põhivaates koos elementidega.

Visuaalselt kujundati ruudustik roheliste ruutudena, mis sümboliseerivad murulappe ning loovad mängumaailma tunnetuse, kus igale üksikule ruudule saab paigutada kindla elemendi. Selline kujundus aitab toetada mängulisust ja visuaalset atraktiivsust. Tühjadesse lahtritesse, kuhu parasjagu ühtegi elementi ei asetatud, lisati automaatselt dekoratiivsed puud. Need täidavad ruumi ning aitavad vältida visuaalset tühjust, lisades mängule reaalsuslähedust.

5.3.4 Informatsiooni kuvamine

Informatsiooni kuvamise süsteem, mida on näha joonisel 16, arendati põhjalikult ümber, lähtudes varasemast ekspertide tagasisidest peale meeskonnaprojekti arendusetapi lõppu. Selgus, et mängu varasem selgitusväljund ei olnud piisav, mängijad vajasisid täiendavat juhendamist ning olemasolev kompaktne kirjeldus virtuaalse elektriijaama kohta ei andnud piisavalt selgust mängu eesmärkidest ega elementide toimimisest. Joonisel 18 on näha uut informatsiooni paneeli, mille kaudu on mängijal võimalik saada ülevaade nii virtuaalse elektriijaama olemusest kui ka mängu võitmise tingimustest. Paneelis esitatud tekstid ja visuaalsed selgitused muudavad mängu loogika mõistetavamaks ning toetavad iseseisvat õppimist ja paremat navigeerimist mänguväljal.



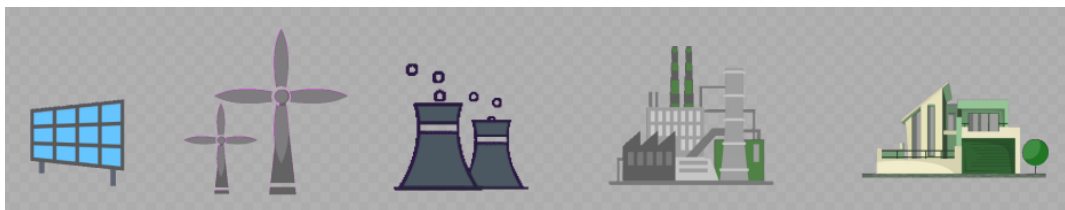
Joonis 16. Infopaneel avatuna.

Olulise täiendusena lisati informatsiooni paneelile hõljumispõhine süsteem. Selle abil jääb informatsioon nähtavale ka siis, kui kursor liigub paneeli kohale, mitte ainult selle käivitava nupu peale. See muudatus muudab teksti lugemise mugavamaks ja väldib olukorda, kus vajalik info kaob hiire liigutamise tõttu enne, kui kasutaja on saanud sellega tutvuda. Hõljumisfunktsioon täiendati veel nupuga, mis võimaldab vajadusel suunduda otse kõige lihtsamale tasemele. See on eriti kasulik juhul, kui valitud mängutase osutub ootamatult keeruliseks, pakkudes mängijale võimalust vahepeal naasta õpetusliku sisuga keskkonda.

Lisaks informatsiooni kasti ümberkujundamisele, arendati mänguloogikas pausifunktsioon, mis aktiveerub automaatselt, kui kasutaja hoiab kursorit informatsiooni paneeli kohal. See tagab, et mängija ei jää ilma olulistest sündmustest mängusituatsioonis, sest mäng peatub informatsiooni teksti lugemise ajaks ning jätkub sujuvalt pärast kursorilt lahkumist. Nii saavutati mängija jaoks tasakaal mängulise dünaamika ja õppimist toetava selgitussüsteemi vahel.

5.3.5 Elemendi kaardi disain ja funktsionaalsused

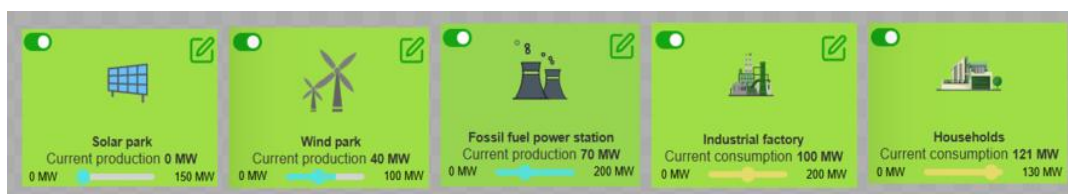
Elemendikaartidele loodi uus visuaalne disain, mis ühilduks ruudustikuga. Nendelt tuli eemaldada valge taust ning muuta suurus dünaamiliseks, et see kohalduks ruudustiku suurusest tulenevate muutustega. Sisse viidi ka muutused liugurite osas, et tagada parem arusaadavus ja kasutusmugavus. Veebirakendusse valitud uued animatsioonid on kujutatud joonisel 17.



Joonis 17. Veebirakenduse valitud Lottie animatsioonid.

Elemendi kaardile lisati animatsioonid, mida on näha ka joonisel 18. Need reageerivad tootmise või tarbimise muutustele. Vastavalt tootmise või tarbimise suurenemisel muutub animatsioon kiiremaks, vähenemisel aga aeglasemaks.

Animatsioonide valikul eelistati visuaalselt sarnase stiiliga lahendusi. Selleks kasutati Lottie animatsioone, kuna sealne valik oli kõige laiem ning need võimaldasid ka põhjalikku kohandamist. Näiteks sai muuta animatsiooni värve, kujunduselemente või eemaldada osi, mis ei sobinud soovitud disainiga.

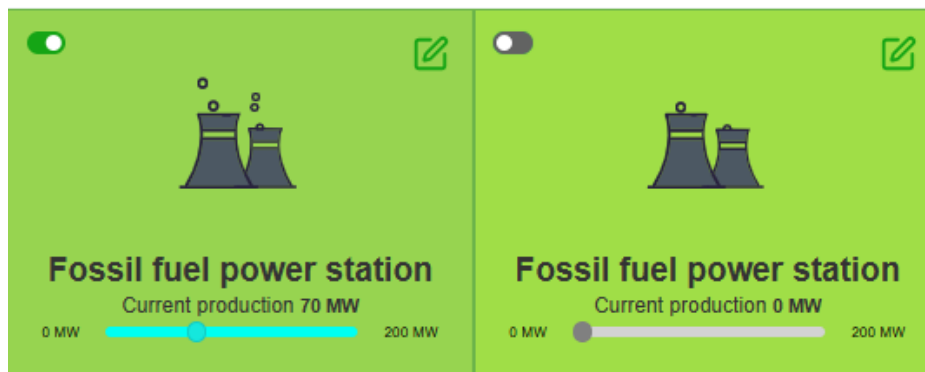


Joonis 18. Lottie animatsioonid veebirakenduses.

Uue arendusetapi käigus lisati elemendikaardi vasakusse nurka lüliti, mida on näha joonisel 19. Selle abil saab kasutaja vastava elemendi ajutiselt sisse või välja lülitada ilma, et oleks vaja seda ruudustikult eemaldada. See võimaldab paindlikumat kontrolli süsteemi oleku üle ning parandab mängitavust, kuna kasutaja saab sageduse tasakaalustamiseks vajadusel kiiresti reageerida.

Selle jaoks, et kasutaja saaks aru, millises seisus element parasjagu on, näidatakse välja lülitatud elementi kasutajale halli liuguriga, mida kasutaja ise liigutada ei saa. Samuti on seiskunud ka animatsioon ja välja lülitatud nupp vasakul halli taustaga. Aktiivset elementi

iseloomustab liikuv animatsioon, liigutatav ja värviline liugur ning nupp, mis on liigutatud paremale ja roheline taustaga. Samuti kui element lülitatakse tagasi sisse, liigub liugur automaatselt väärtusele, mis see oli enne välja lülitamist.

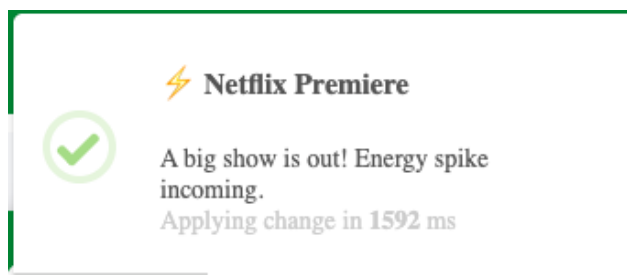


Joonis 19. Aktiivne element ja välja lülitatud element.

Elemendikaartide uuendused viidi ellu eesmärgiga parandada mängu kasutusmugavust ja visuaalset selgust. Muudatustega sooviti muuta mängu arusaadavamaks, võimaldades kasutajal paremini jälgida energiavooge ning reageerida kiiresti süsteemi muutustele. Visuaalsed animatsioonid ja selgelt eristatavad olekud aitavad paremini tajuda tootmise ja tarbimise muutuseid, samas kui lüliti funktsioon toetab paindlikku ja reaalajas juhtimist ilma elemente täielikult eemaldamata. Loodi lahendus, mis toetab mängija õppimist visuaalselt kaasahaaraval ning tehniliselt läbimõeldud viisil.

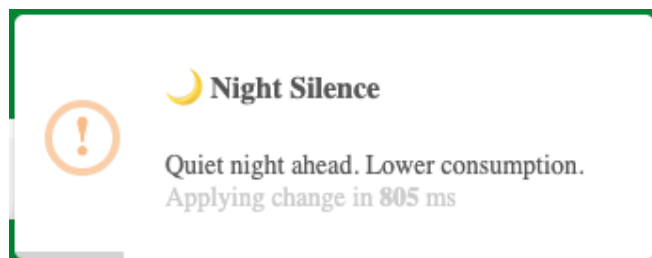
5.3.6 Teavitused majapidamiste tarbimise muutuste kohta

Mängu lisati teavituste süsteem, kasutades SweetAlert2 teeki, et anda kasutajale teada majapidamiste elektritarbimise muutustest. Kokku loodi kuus erinevat teavitust, millest kolm tõstavad ja kolm langetavad tarbimist. Tarbimist suurendavad teated, nagu on näha joonisel 20, viivad majapidamiste energiatarbimise juhuslikult 90–100% vahemikku nende maksimaalsest võimekusest.



Joonis 20. Teavitus majapidamiste tarbimise tõusmise kohta.

Tarbimist vähendavad teated joonisel 21 langetavad selle 0–15% vahemikku. Kui mängulauale on lisatud mitu majapidamist, on kõikide tarbimine vastavas vahemikus aga väärtuselt erinev, mis lisab mängule reaalelulisust.



Joonis 21. Teavitused majapidamiste tarbimise langemise kohta.

Teavitused kuvatakse kasutajale viis sekundit enne elektritarbimise muutumist, võimaldades tal valmistuda sageduse tasakaalu kõikumiseks. 30 sekundit pärast teavituse algust muutub majapidamiste tarbimine tagasi normaalse genereerimise peale ning kümme sekundit sellest hiljem ilmub uus teade.

5.3.7 Punktisüsteem

Veebirakendusele loodi dünaamiline punktisüsteem, mille eesmärk on toetada mängu sisulist eesmärki ehk elektrivõrgu tasakaalustamist ning suunata mängijat taastuenergia kasutamisele. Punktiarvestus toimib reaajas ja reageerib pidevalt mängija tegevustele, pakkudes selget tagasisidet.

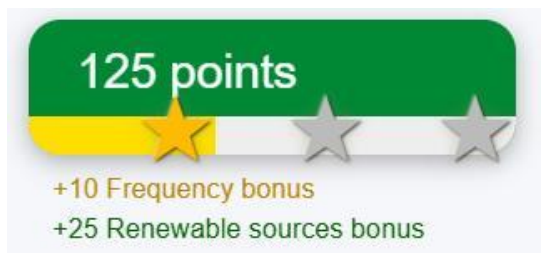
Punktide kogumiseks tuleb elektrisagedust hoida võimalikult lähedal sihtväärtusele, milleks on 50 hertsi. Süsteem loetakse tasakaalustatuks seni, kuni sagedus jääb vahemikku 49 kuni 51 hertsi. Kui sagedus läheb tasakaalust välja, mõjutab see negatiivselt mängu tulemust. Langedes 49 hertsile või alla selle, või tõustes 51 hertsile või üle selle, vähendab see mängija punktisummat 35 punkti võrra.

Kui mängija hoiab sageduse vahemikus 49,9 kuni 50,1 hertsi, lisatakse tema punktisummale 100 punkti; see preemia tähistab ideaalselt juhitud elektrivõrku. Kui sagedus jääb vahemikku 49,75 kuni 49,9 hertsi või 50,1 kuni 50,25 hertsi, antakse mängijale 40 lisapunkti. Juhul kui sagedus on 49,5 kuni 49,75 hertsi või 50,25 kuni 50,5 hertsi, lisatakse 10 punkti.

Lisaks sageduse täpsusele mõjutab punktisummat ka taastuenergia osakaal kogu kasutatud energiast. Kui taastuenergia moodustab üle 60 protsendi kogu toodetud energiast, antakse mängijale 10 lisapunkti. Kui taastuenergia osakaal ületab 90 protsenti,

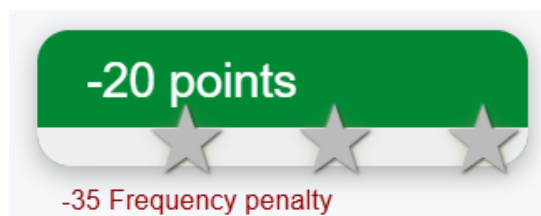
tõuseb see boonus 15 punktini. Nii premeeritakse mängijaid keskkonnateadlike valikute eest kogu mängusessiooni vältel.

Hetke punktisummat näitab number ülemisel rohelise taustaga alal nagu on näha joonisel 22. Punktide kogunemist visualiseeritakse edenemisriba abil, mis näitab mängija edenemist maksimaalse punktisumma suunas. Iga kogutud punkt liigutab edenemisriba edasi ja iga punktikaotus seda ka vastavalt tagasi.



Joonis 22. Punktisumma koos ühe saadud tähega.

Kui punktisumma on negatiivne, kuvatakse ka seda nagu näha joonisel 23. Mängija motiveerimiseks loodi ka tähekeste süsteem, kus mängija saab saavutada kuni kolm tähekest. Iga täheke vastab kindlale punktisummale ja muutub hallist kollaseks, kui vastav punktisumma on saavutatud. See annab mängijale visuaalse ja motiveeriva märguande oma saavutustest. Iga kord, kui mängija saab või kaotab oma valikute eest punkte, kuvatakse see edenemisriba all koos vastava punktisummaga.



Joonis 23. Negatiivsed punktid.

Dünaamiline punktisüsteem loodi mängijate suunamiseks teadlikumate ja keskkonnasäästlikumate valikute poole. Reaalajas toimiv tagasiside toetab paremat arusaamist süsteemi olekust ning innustab mängijat hoidma sagedust stabiilsena ja kasutada võimalikult palju taastuvenergiat. Selge punktiarvestus, visuaalne edenemisriba ja motiveeriv tähekeste süsteem loovad mängijale pideva tunnetuse oma edusammudest, pakkudes samal ajal nii väljakutset kui ka tunnustust hästi tehtud otsuste eest.

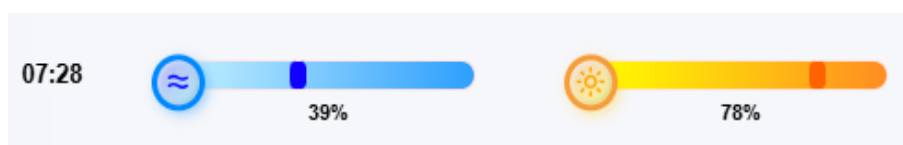
5.3.8 Ilma disain ja loogika

Ilmastiku disaini muutmisel lähtuti loodud ilma disainist Figmas, mida on näha joonisel 24. Antud disain on kasutajale atraktiivsem ning edastab paremini ilma muutumist. Disain töötati välja vastavalt eelnevalt kooskõlastatud kavandile.



Joonis 24. Tuule ja päikese tugevuse disain Figmas.

Ilmastiku kujundus ja loogika muudeti põhjalikult, et anda rakendusele visuaalselt mängulisem ilme, nagu on näha joonisel 25. Värvivalik, animatsioonid ning ikoonide paigutus muudeti selliselt, et ilmastikunäitajad oleksid mängijale kiiresti mõistetavad ja sobituksid mängu üldise stiiliga.



Joonis 25. Tuule ja päikese tugevuse uus disain koos kellaajaga.

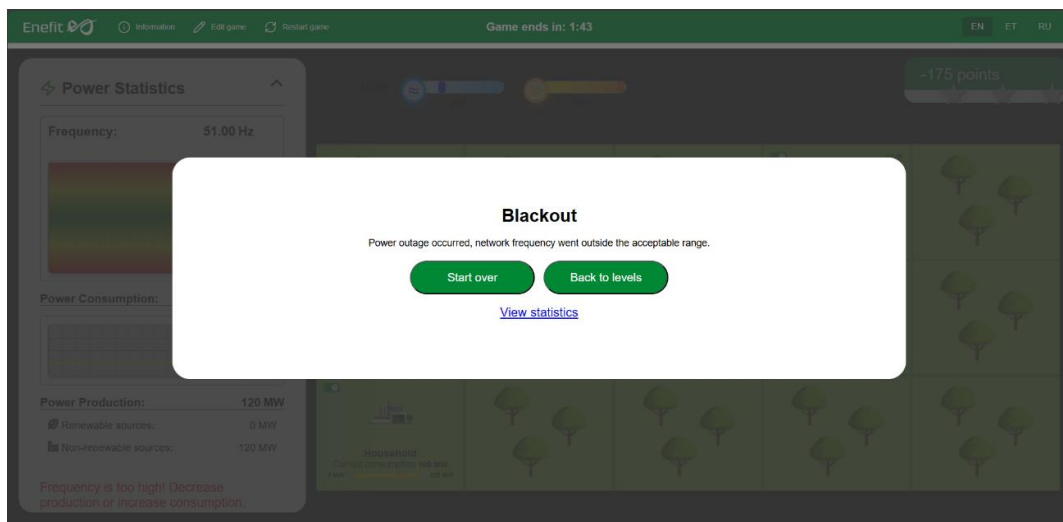
Lisaks visuaalsetele muudatustele arendati ka funktsionaalsus, mis võimaldab kasutajal ilma teatud määral kohandada. Kasutaja saab lohistamise abil muuta päikese või tuule tugevust. See funktsioon lisati, et vastata ettevõtte soovile pakkuda kontrollitavat ja õpikogemusele suunatud mängumehaanikat. Selline interaktsioon annab mängijale parema arusaama sellest, kuidas ilmastiku muutumine mõjutab elektrivõrgu stabiilsust ning millised tagajärjed kaasnevad vale otsuse tegemisega.

Igal mängutasemel kuvatakse ka mängusisene kellaeg nagu näha joonisel 26, mis määrab näiteks päikeseparkide kasutusvõimalused vastavalt sellele, kas on päev või öö. Öisel ajal päikesepargid ei tooda energiat ning hommikuse päikesetõusu ajal hakkavad need jälle toimima.

5.3.9 Elektrikatkestuse ja taseme lõpetamise funktsioonid

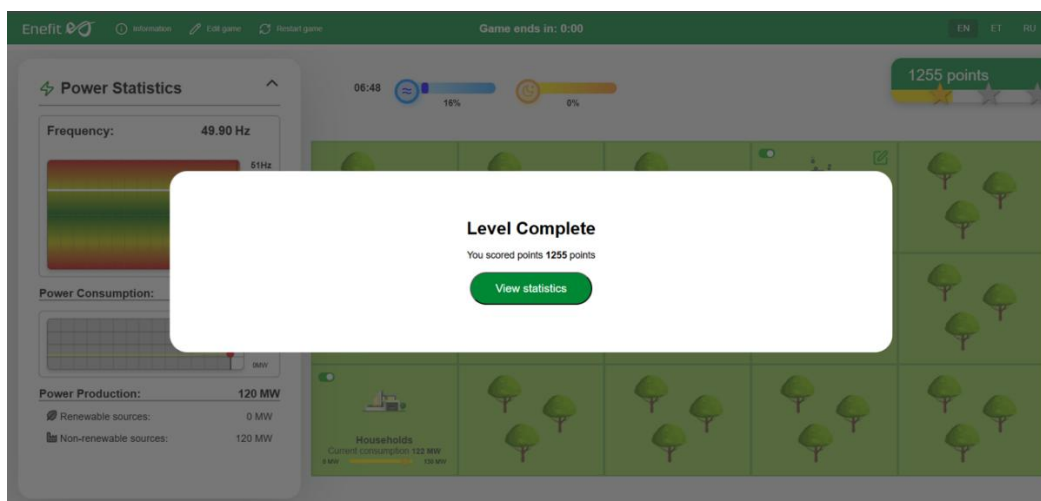
Elektrikatkestuse funktsioon sai suurest välja arendatud juba eelmises arenduses, kuid disain ning funktsionaalsus said täiendust. Veebirakendusse uute lehekülgede lisamisel tuli elektrikatkestuse tingimusi laiendada, et arvestada erinevate kasutusjuhtumitega.

Elektrikatkestuse hüpikaken joonisel 26 sai lisafunktsiooni uue nupu näol, mis viib kasutaja tagasi tasemete valikusse. Alles jäi ka taseme uuesti alustamise nupp, mis taastab taseme juhul, kui kasutaja soovib sama taset korrata.



Joonis 26. Elektrikatkestuse hüpikaken.

Taseme sooritamise teatamiseks loodi hüpikaken, mida on näha joonisel 27, ning see kuvab antud tasemes saadud punktisüsteemi. Sarnaselt elektrikatkestuse hüpikaknaga, jäävad ka selle ilmudes kõik taustal töötavad elemendid ja funktsioonid, näiteks punktisüsteem, päike ja tuul, seisma.

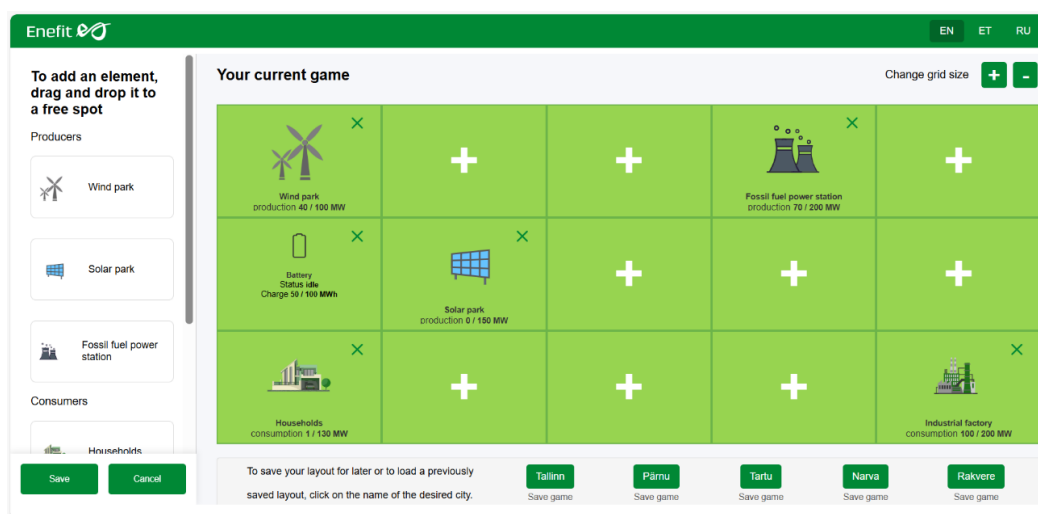


Joonis 27. Taseme lõpetamise hüpikaken.

Lisaks arendati pausi funktsioon, mis aktiveerus, kui kasutaja oli mängumuutmise vaates või kui mäng sai läbi, kas elektrikatkestusega või taseme sooritusega. Pausi funktsioon oli vajalik, sest muidu jäid veebirakenduse elemendid taustal edasi töötama, nagu näiteks majapidamised, ning mäng võis ennast ise tasakaalustada. Lisaks arendati ka taaskäivitus puhuks, kui mängija liigub tasemest välja või mäng saab läbi.

5.4 Mängu muutmise lehekülg

Mängu muutmise funktsionaalsuse teostamine hõlmab interaktiivse kasutajaliidese loomist, nagu näha joonisel 28, mis võimaldab kasutajatel valida erinevaid energiatootvaid ja tarbivaid elemente ning kuvada neid dünaamiliselt mängukeskkonnas. Funktsionaalsuse eesmärgiks on pakkuda kasutajale võimalust muuta oma mängus olevaid elemente – lisades uusi või kustutades vanu. Kasutajaliides jaguneb kaheks peamiseks osaks: elementide valikupaneel vasakul ja mängukeskkonna paneel paremal.



Joonis 28. Mängu muutmise vaade.

Mängu muutmise funktsionaalsus loodi selleks, et pakkuda kasutajale suuremat kontrolli ja loovust mängukeskkonna kujundamisel. Interaktiivne kasutajaliides võimaldab lihtsalt ja visuaalselt hallata erinevaid energiaelemente, võimaldades neid lisada või eemaldada vastavalt mängija strateegiale. Selline lähenemine toetab mängu paindlikkust samal ajal suurendades mängija seotust ja õppimismotivatsiooni läbi aktiivse katsetamise ja süsteemi mõjutamise.

5.4.1 Elementide lisamine ja kustutamine

Vasakus elementide valikupaneelis on kõik energia tootjad ja tarbijad. Kasutajad saavad valida näiteks tuulepargid, päikesepargid või fossiilkütusel põhinevad elektrijaamad energia tootjate seast ning majapidamised või tööstuslikud tehased tarbijate seast.

Lisatud elemendid ilmuvad graafiliselt visualiseeritud kaartidena, mis kajastavad nende hetkeseisundit. Iga kaardil kuvatud element sisaldab informatsiooni selle energia tootmis- või tarbimisvõimsusest ning mängus on kasutajatel võimalus seadistada iga elemendi võimsust vastavalt vajadusele, kasutades liugureid. Lisaks võimaldab süsteem eemaldada

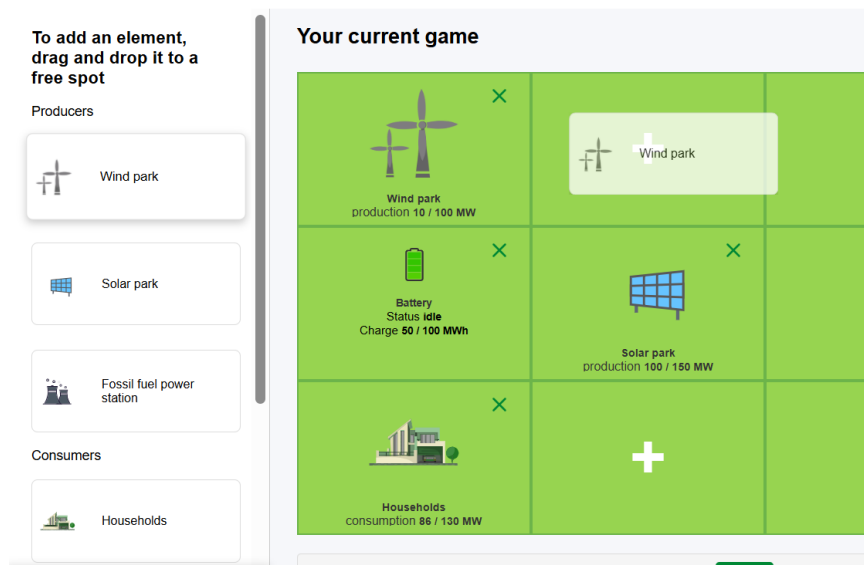
elemente mängukeskkonnast, kasutades kaardi ülevas nurgas asuvat eemaldamise nuppu. Salvestamise nuppu vajutades ilmuvad kasutaja valitud elemendid sama paigutusega ka taseme põhivaatesse.

5.4.2 Elementide lisamine ja liigutamine ruudustikul

Joonisel 29 on näha mänguruudustiku arendamisel loodud lohista ja aseta funktsionaalsust, mis võimaldab kasutajal paigutada mänguelemente ruudustikule lohistamise teel. Mängu muutmise vaates sai kohe valida soovitud elemendi ja lohistada selle täpselt soovitud kohta ruudustikul. Lohistamise järel kontrolliti automaatselt valitud ruudu sobivust ning element paigutati õigesse asukohta. Samal ajal salvestati elemendi positsioon, et see säiliks ka pärast lehe uuesti laadimist või muudatuste tegemist.

Kasutajamugavuse suurendamiseks ja mängulisuse toetamiseks loodi süsteem, kus iga ruut, kuhu on võimalik uusi elemente lisada, tähistati plussmärgiga. Selline visuaalne tähistus aitab mängijal paremini mõista, millised lahtrid on saadaval ning kuhu saab uusi elemente paigutada. Samuti arendati loogika, mis välistab võimaluse, et ühte ruutu asetatakse mitu elementi, tagades, et iga ruut saab olla hõivatud vaid ühe mänguelemendi poolt.

Kui element eemaldati või kasutaja vajutas tühistamise nuppu, kustutati selle positsioon ruudustikult, mis võimaldab mängijal kohandada paigutust vastavalt oma strateegiale ja eelistustele. Selle lahenduse eesmärk oli pakkuda sujuvamat kasutuskogemust ning toetada mängu strateegilist ja loomingulist poolt, võimaldades mängijal aktiivselt kujundada oma mänguvälja paigutust.

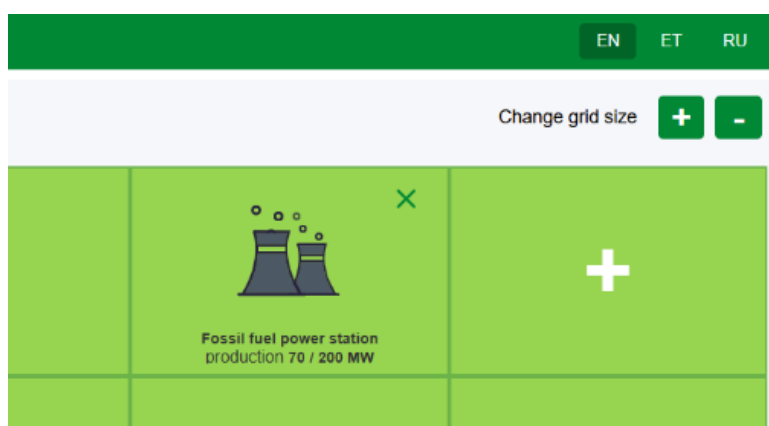


Joonis 29. Ruudustikule elemendi lohistamine tühjale ruudule.

Mänguruudustiku põhine lohista ja aseta funktsionaalsus suurendab mängu paindlikkust ja interaktiivsust, andes mängijale võimaluse korrastada süsteemi paigutust ilma elemente eemaldamata ja uuesti lisamata. Kui kasutaja lohistab ühe elemendi teise peale, siis vahetavad kaks elementi omavahel kohad.

5.4.3 Mänguruudustiku suuruse muutmine

Arendati paindlik süsteem, mis võimaldab mängijal muuta mänguruudustiku suurust, nagu on näidatud joonisel 30, vastavalt enda vajadustele. Selline funktsionaalsus võimaldab kasutajal valida sobiva ruudustiku mõõtmed sõltuvalt sellest, kui palju elemente soovitakse paigutada. Väiksema ruudustiku kasutamine muudab väheste elementide haldamise selgemaks, samas kui suurem ruudustik pakub rohkem ruumi mitmekesisemate lahenduste loomiseks. Ruudustiku standardsuurus on 3x5, kuid kasutajal on võimalik valida suurus vahemikus 3x3 kuni 3x6.



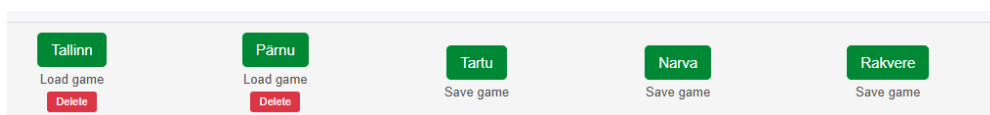
Joonis 30. Mängu muutmise vaates mänguruudustiku suuruse muutmise võimalus.

Kui kasutaja vähendas ruudustiku mõõtmeid, eemaldati automaatselt kõik need mänguelemendid, mis jäid uue suuruse piiridest välja. See tagas, et väljaspool nähtavat ala asuvad elemendid ei mõjutaks mängu, näiteks ei jätka tuulepark elektrisageduse muutmist, kui see enam ruudustikul ei asu. Eemaldatud elementide kohta käivad andmed kustutati süsteemist, et vältida varjatud mõju mänguloogikale.

Suuruse muutmine viidi ellu kasutajasõbralikult, pakkudes selgeid nuppe ja visuaalseid muudatusi, mis rakenduvad viivitamatult. Suuruse muudatused kajastuvad koheselt ka mängu põhivaates, mitte ainult redigeerimisvaates, mis suurendab mängija kontrolli ja mängukogemuse sidusust. Selline lähenemine toetab mängu dünaamilisust ja kohandatavust, pakkudes samas loogilist ning stabiilset mängulogikat.

5.4.4 Mänguruudustiku paigutuse salvestamine ja välja kutsumine

Veebirakenduse arendamisel kasutati veebibrauseri lokaalset salvestusruumi kasutajakogemuse parandamiseks. Lokaalne salvestusruum võimaldas salvestada olulist informatsiooni, näiteks elementide asukohti ja paigutusi mängus nagu on näidatud joonisel 31. See tähendas, et kui kasutaja sulges vahepeal brauseri ja avas selle hiljem uuesti, taastati mänguelementide eelmine paigutus ning mängu olek automaatselt. Selline lahendus tagas mängu järjepidevuse ning mugavuse, vältides kasutajate vajadust elemente uuesti paigutada või mängu otsast peale alustada.



Joonis 31. Lokaalne mängu salvestamine ja välja kutsumine.

Lisaks võimaldab lokaalne salvestusruum kasutajal salvestada kuni viie erineva mängu paigutust ja ruudustiku suurust, kus iga salvestuskoht on unikaalse ja eristuva nimega. Tänu sellele saab kasutaja mugavalt hoida mitut erinevat paigutust ning välja kutsuda neid vastavalt soovile. Kui kasutaja laadib eelnevalt salvestatud mängu, taastatakse automaatselt kogu salvestatud paigutus, võimaldades jätkata mängimist täpselt sealt, kus see pooleli jäi. Samuti on võimalik peale välja kutsumist tehtud muudatused tühistada ning naasta paigutuse juurde, mis oli kasutajal enne muudatuste alustamist.

6 Analüüs ja järeldused

Antud peatükis antakse valminud lahendusele üldine hinnang ja analüüsitakse selle vastavust seatud nõuetele. Lisaks valideeritakse töö tulemused, käsitletakse võimalikke edasiarendusi, tuues välja ka tugevusi ja nõrkuseid, ning antakse omapoolne hinnang projekti teostamise protsessile.

6.1 Üldine hinnang

Autorite hinnangul täidab veebirakendus püstitatud eesmärgid. Veebirakendusse lisati mängulise õppe elemente, nagu näiteks punktisüsteem ning ka interaktiivseid elemente ja tagasisidet tegevuste kohta. Need kõik parandava kasutajaliides ja -kogemust, sest suurendavad kasutajate kaasatust ning motiveerivad neid läbi mängu õppima ja tutvuma virtuaalse elektriiga. Autorid on üldiselt oma tehtud tööga rahul, kuid näevad võimalusi edasiarendusteks.

Veebirakenduse arendamisel lähtuti Eesti Energia AS-i poolt esitatud funktsionaalsetest ja mittefunktsionaalsetest nõuetest, mida täiustati antud töö autorite poolt. Rakenduse arendusprotsessi käigus hinnati iga nõuet, et tagada nende täitmine vastavalt projekti eesmärkidele.

6.2 Vastavus nõuetele

Arendatud veebirakendus vastab suuremas osas tellija poolt seatud funktsionaalsetele nõuetele. Rakendus võimaldab kasutajal valida mängu taset, läbida õpetustase või vaadata informatsiooni mängu toimimise ning eesmärkide kohta. Mängutasemel saab kasutaja koguda punkte vastavalt enda sooritusele, mis annavad kasutajale kohest tagasisidet mängu tegevuste kohta. Lisaks teavitatakse kasutajat majapidamise tarbimise erakorralisest muutusest. Taseme jooksul on kasutajal võimalik mänguruudustikul paiknevaid elemente sisse ja välja lülitada. Need elemendid on täiustatud animatsioonidega, mille kiirus muutub vastavalt energiamahule. Samuti saab kasutaja mängu muutmise vaates lisada mänguruudustikule uusi elemente ning olemasolevaid

elemente eemaldada või nende paigutust muuta. Veel on võimalik salvestada mänguruudustiku paigutusi ning neid ka hiljem välja kutsuda.

Siiski jäi osaliselt täitmata nõue simulatsiooni ilmastikumuutuste dünaamiliseks rakendamiseks, kuna see osutus arendusprotsessi käigus keerukamaks, kui algselt eeldati. Hetkel on simulatsioonides olemas öö ja päeva vaheldumine, kuid ilmastikutingimuste muutmine läbi aastaegade jäi edasiste arenduste plaanidesse. Arutelu projektijuhiga tõi esile, et aastaegade lisamine võiks muuta rakenduse kasutajale liiga keeruliseks, mistõttu otsustati see funktsionaalsus praegu välja jätta. Selle asemel keskenduti lihtsamale ja arusaadavamale tasemesüsteemile. Tasemed on märgitud kõigile tuntud raskusastmetega nagu lihtne, keskmine, rakse ja ekspert, mis teeb kasutajale kohe selgeks, kui keerulise simulatsiooniga on tegemist.

Kokkuvõttes vastab veebirakendus suuremas osas nii funktsionaalsetele kui ka mittefunktsionaalsetele nõuetele. Kuigi mõned funktsioonid, nagu ilmastikutingimuste dünaamiline muutmine, vajavad veel täiendavat arendust, on rakenduse peamised funktsionaalsed ja kasutajakogemust toetavad omadused edukalt rakendatud.

6.3 Tulemuste valideerimine

Tulemuste hindamiseks viisime läbi kvalitatiivse analüüsi, milles osales üheksa testkasutajat, kellest kolm olid eksperdid. Kasutajad tagasiside saadi läbi autorite koostatud hinnangulehe, mis on leitav Lisa 6 alt. Hinnanguleht koosnes 17 väitest, mis olid jagunesid kolme kategooriasse: mänguline õpe, kasutajaliides ja -kogemus, veebirakendus tervikuna. Kasutajad andsid tagasisidet väidetele numbritega 1 kuni 5, millest 1 tähendas „ei nõustu üldse“ ning 5 „nõustun täielikult“.

Tagasiside põhjal võib järeldada, et tavakasutajad ja eksperdid hindasid virtuaalse elektriijaama rakendust mõnevõrra erinevalt, kuid üldiselt peetakse rakendust kasutajasõbralikuks ja arusaadavaks, eriti tavakasutajate seas. Nende keskmine hinnang rakendusele kogu rakendusele on 4,06, mis näitab üldiselt positiivset suhtumist. Kõige kõrgemalt hinnati rakenduse ühtset disaini ja brändi äratuntavust, mille puhul kõik tavakasutajad andsid kõrgeima hinde 5,0. See näitab, et rakenduse visuaalne stiil ja brändi äratuntavus vastasid kasutajate ootustele. Tavakasutajate hinnang 4,67 väidetele

„Veebirakendus aitab mul mõista, kuidas VPP töötab“ näitab, et rakendus andis virtuaalse elektriijaama kontseptsiooni hästi edasi.

Positiivse tagasiside hulka kuulub ka navigeerimise loogilisus (4,33) ja rakenduse eesmärgi arusaadavus (4,50). Siiski ilmnes ka mõningaid kitsaskohti, mida kasutajad tõid välja. Kõige olulisemaks probleemiks peeti rakenduse töökindlust ja sujuvust, kuna mõnel juhul esines tehnilisi viivitusi. Lisaks leidsid mõned kasutajad, et vajalikud funktsioonid ei ole alati intuiitselt leitavad, mille keskmine hinnang oli 3,50.

Ekspertide keskmine hinnang rakendusele kogu rakendusele on 3,40, mis on mõnevõrra madalam kui tavakasutajate oma. Ekspertide kriitilisem suhtumine on mõistetav, kuna nad hindavad kasutatavust ja funktsionaalsust kõrgemate ootuste alusel. Peamiseks probleemiks peeti rakenduse sujuvat töötamist, mille keskmine hinnang oli 2,0, sest eksperdid leidsid, et rakenduses esines mitmeid tõrkeid ja jõudlusprobleeme. Samal ajal märkisid eksperdid siiski, et rakenduse eesmärk on arusaadav (4,33). Eriti tõsteti esile brändi äratuntavust, mis sai hinnanguks 4,67.

Võib öelda, et VPP rakendus on kasutajasõbralik ja visuaalselt atraktiivne, eriti tavakasutajate hinnangul (4,12). Siiski on ekspertide hinnangud oluliselt kriitilisemad, eriti seoses kasutusmugavuse ja tehnilise töökindlusega. Kogu hinnangulehe keskmine hinnang kõigi kasutajate peale kokku tuli 3,73, mis näitab, et seda on võimalik veel edasi arendada. Siiski täidab rakendust enda eesmärgi, andes edasi VPP olemust ja kontseptsiooni, sest vastav väide sai kõigi kasutajate keskmisena hinnanguks 4,33.

6.4 Võimalused edasiarenduseks

Virtuaalse elektriijaama veebirakenduse kasutajate tagasiside põhjal võib välja tuua mitmeid võimalusi rakenduse edasiarendamiseks. Ehkki üldine hinnang oli positiivne, tõid nii tavakasutajad kui ka eksperdid esile mõned kitsaskohad, millele tuleks tulevikus tähelepanu pöörata.

Tagasiside kohaselt on üks peamisi probleeme rakenduse jõudlus. Ekspersedid leidsid, et rakendus reageerib aeglaselt ning animatsioonid hanguvad, mis halvendab kasutuskogemust. Tavakasutajad märkisid samuti tehnilisi viivitusi, eriti keerukamate visuaalsete elementide kasutamisel. Selle probleemi lahendamiseks on vajalik rakenduse optimeerimine, et vähendada viivitusi ja parandada töökindlust. Optimeerimisprotsessi

võiks alustada kõige suuremat koormust tekitavate funktsioonide analüüsimisest ja nende ressursimahukuse vähendamisest. Lisaks on hetkel kogu kood kirjutatud *frontendi* ehk rakenduse eessüsteemi, osasse, mida kasutajad näevad ja kasutavad. Tulevikus võiks kaaluda ka *backendi* ehk taustsüsteemi loomist, kuhu saab salvestada rakenduse loogikat ja andmeid, et parandada rakenduse jõudlust.

Kõige halvemini hinnati rakenduse kasutamismugavust tervikuna, seda nii tavakasutajate kui ka ekspertide poolt, ning see loob suurima võimaluse edasiarenduseks. Antud töö autorid leiavad, et kasutajamugavust tuleks edasi arendada nii, et muudatusi testitakse läbi koos testkasutajatega juba disainfaasis, mitte alles arenduse lõpus.

Lisaks esines mõningatel juhtudel ka ekraani kohaldumise probleeme, näiteks tekst kadus väiksematel ekraanidel osaliselt ära. Edaspidi võiks parandada kasutajaliidese loogilist ülesehitust ja lisada dünaamilisi kohandamisvõimalusi, mis arvestaksid erinevate seadmete ekraanisuurustega.

6.5 Teostatud tööde logid ja meeskondlik hinnang

Tabelites 2–4 on näha iga liikme tehtud tööde logi nädalate lõikes perioodil 20.01–20.05. Iga autor tegi Eesti Energia AS-is iganädalaselt 16 tundi tööd, millele lisandus dokumentatsiooniga tegelemine tööaja väliselt.

Tabel 2. Liisi Kask tehtud tööde logi

Kuupäev	Tegevused
20.01–26.01	Lõputöö teemade mõtlemine ja otsustamine
27.01 – 02.02	Kaks iteratsioonikoosolekut kahe loo kohta. Ülesandega alustamine: Sobivate ikoonide leidmine koodi Figma tegemine
03.02–09.02	Koosolek mentoriga ikoonide teemal. Figma esitlemine disaineritele. Saime ülesandeks koostada täielik ja ideaalne Figma. Disaineritel sisend, et ikoonid tuleb ise teha või leida. Lottie animatsioonide katsetamine Juhendajaga esimene koosolek, valitud teema arutlemine

10.02–16.02	Figma ikoonidega täiustamise lõpetamine ning uue Figma disaineritele esitlemine. Disainerid kinnitasid valitud animatsioonid Algse plaani tegemine ja juhendajale saatmine
17.02–23.02	Animatsioonide lisamine koodi. Antud ülesande lõpetamine ja tõmbetaotluse tegemine. Uue ülesandega alustamine: Animatsioonide muutmine, et nad reageeriks tarbimisele ja tootmisele Vastavalt juhendaja tagasisidele plaani korrigeerimine ja esitamine
24.02–02.03	Tõmbetaotluse parandamine ja peaharusse saamine. Figma esitlemine mentoritele. Tagasiside saamine ja vastatavate paranduste sisse viimine.
03.03–09.03	Animatsioonide animeerimise ülesande lõpetamine, tõmbetaotluse tegemine ja peaharuga ühendamine. Lõputöö dokumentatsioon ja arutelu
10.03–16.03	Uue iteratsioonikoosoleku jaoks ülesannete mõtlemine Johanna-Liisa aitamine mänguruudustiku loomise ülesandega
17.03–23.03	Arutelu lõputöö juhendajaga Uus ülesanne: „Lohista ja aseta“ funktsionaalsuse arendamine mänguruudustiku siseselt Lõputöö dokumentatsioon ja arutelu Lõputöö hinnangulehe loomine
24.03–30.03	„Lohista ja aseta“ funktsionaalsuse tõmbetaotluse tegemine ja peaharuga ühendamine Lõputöö dokumentatsioon ja arutelu
31.03–06.04	Uue looga alustamine Ilma disaini muutmine vastavalt Figmale Ülesandega alustamine: Tasemete paigutuse loomine
07.04–13.04	Ülesandega jätkamine: Tasemete paigutuse loomine Lõputöö dokumentatsioon ja arutelu
14.04–20.04	Juhendajale töö saatmine Ülesandega jätkamine: Tasemete paigutuse loomine

21.04–27.04	Lõputöö dokumentatsioon ja arutelu Tasemete paigutuse ülesande lõpetamine, tõmbetaotluse tegemine ja peaharuga ühendamine Uue ülesandega alustamine: Sweetalert2 koodi lisamine ja koodis teavituste väljakutsumine, ning tarbijate reageerimine sellele Uue ülesandega alustamine: Jõudluse ja vigade parandamine
28.04–04.05	Lõputöö dokumentatsioon ja arutelu Juhendaja tagasisidele vastavate muutuste sisse viimine Ülesandega jätkamine: Sweetalert2 koodi lisamine ja koodis teavituste väljakutsumine, ning tarbijate reageerimine sellele Jõudluse ja vigade parandamise ülesande lõpetamine, tõmbetaotluse tegemine ja peaharuga ühendamine. Peaharust koodi tagasi võtmine, sest rakendus läks katki.
05.07–11.05	Sweetalert2 ülesande lõpetamine, tõmbetaotluse tegemine ja peaharuga liitmine Jõudluse ja vigade parandamise ülesande ülevaatamine, muudatuste sisse viimine ja uuesti peaharuga liitmine Lõputöö dokumentatsioon ja arutelu
12.05–18.05	Väikeste vigade parandamine koodis Lõputöö dokumentatsioon ja arutelu
19.05–20.05	Mentoritele ja projektijuhile veebirakenduse esitlemine Lõputöö dokumentatsioon ja arutelu

Tabel 3. Johanna-Liisa Jürgens tehtud tööde logi

Kuupäev	Tegevused
20.01–26.01	Lõputöö teema valimine ja lõplik otsustamine.
27.01 – 02.02	Alustati ülesandega, milleks oli disaini loomine Figma vastavalt uutele nõuetele. Loodi uus peavaade koos uuenenud elementidega. Peavaatele töötati välja mitu erinevat lahendust, et ühiselt tiimiga valida sobivaim. Lisaks loodi uus lõpuvaade ja tasemete vaade ning kujundati ümber mitmeid elemente. Näiteks töötati statistikapaneelile välja uus kuvand koos täiendava infoga. Disainilahendused mõeldi läbi, lähtudes projektiomaniku soovidest ja headest disainitavadest.

	Osaleti koosolekutel ja aruteludes.
03.02–09.02	Esitleti Figma disaini teistele disaineritele. Ülesandeks oli koostada terviklik disain Figma, mis ei oleks vaid visuaalselt sobiv, vaid toimiks ka interaktiivselt ning tagaks lehekülgede korrektse vaheldumise, mis ka teostati. Mänguruudustiku loomiseks tehti eeltööd, katsetati erinevaid mentori pakutud lahendusi ning valiti välja rakendusele sobivaim ja kõige lihtsamini õpitav variant. Osaleti koosolekutel ja aruteludes.
10.02–16.02	Uue Figma esitlus disaineritele peale sisse viidud muudatusi. Edasine disaini täiustamine vastavalt tagasisidele. Õpiti Zim.js kasutamist, vaadates õpetlikke videoid ning tutvudes dokumentatsiooni ja juhendmaterjalidega.
17.02–23.02	Uuriti mänguruudustiku loomise võimalusi ja sobivaid tehnoloogiaid. Õpiti Zim.js kasutamist, vaadates õpetlikke videoid ning tutvudes dokumentatsiooni ja juhendmaterjalidega. Katsetati 3D ruudustiku arendamist. Loodi algne statistikapaneel koos võimalusega seda vastavalt Figma toodud lahendusele avada ja sulgeda. Parandati lõputöö algset kava juhendaja tagasiside põhjal. Osaleti koosolekutel ja aruteludes.
24.02–02.03	Täiustati Figma demoversiooni mentoritele esitamiseks. Selgus, et eelistatakse eraldi Figma faile iga arendusetapi kohta, mitte ainult lõppversioonile keskendumist. Disainerit, kes seda ellu viiks, ei olnud, ning eelistati keskenduda arendustööle. Jätkati Zim.js 3D ruudustiku loomist. Osaleti koosolekutel ja aruteludes.
03.03–09.03	Alustati Figma täiendamist vastavalt mentorite soovitudele Jätkati Zim.js ruudustiku loomisega. Hiljem jõudes arenduses piisavalt kaugele saadi teada, et Zim ei võimalda meie ideed täielikult teostada, mistõttu pidi sellest loobuma. Katsetati alternatiivseid lahendusi ning loodi uus disaini, mis arvestab meie ressursilisi piiranguid. Otsustati luua lihtsa versiooni ruudustikust Vue.js keskkonnas ja alustati sellega. Ühiselt lõpuprojekti kirjutamine ning arutelu. Lõpuprojekti jaoks küsitlustiku loomine, et analüüsida algset rakendust.

	Osaleti koosolekutel
10.03–16.03	Alustati Figma täiendamist vastavalt mentorite soovitudele. Jätkati ruudustiku loomist. Arenduses edasi liikudes selgus, et Zim.js ei võimalda ideed täielikult ellu viia, mistõttu otsustati sellest tehnoloogiast loobuda. Katsetati alternatiivseid lahendusi ning loodi uus disain, mis arvestas olemasolevaid ressursipiiranguid. Tehti otsus luua lihtsustatud versioon ruudustikust Vue.js keskkonnas ning alustati selle arendamist. Viidi läbi ühine lõpuprojekti kirjutamine ja arutelud. Tehti valmis ruudustik. Koostati lõpuprojekti jaoks küsitlus, et analüüsida rakenduse algversiooni. Osaleti koosolekutel ja aruteludes.
17.03–23.03	Lõpetati ruudustiku lisamine ka muuda mängu vaatesse. Arendati ruudustiku suuruse muutmise funktsionaalsus, mis tagab korrektse töö ja ühilduvuse ka pealehega.
24.03–30.03	Lisati võimalus ruudustikule akuelemente lisada, neid muuta ja eemaldada. Varem ei ühildunud akuelement ruudustikuga täielikult, kuna see erines teistest elementidest. Muudeti elementide ja akude kujundust, et need kohanduksid paremini nii ruudustiku suuruse kui ka ekraani suuruse muutumisega. Statistikapaneelile lisati hoiatused vajalike olukordade kuvamiseks. See oli varem juba olemas olnud, kuid vahepealsete arendusetappide käigus eemaldatud. Tekkis vajadus see tagasi lisada ja sobiv koht sellele leida uues disainis. Ruudustiku kujundust muudeti heledamaks, kuna eelnev tumerohelisem versioon raskendas elementidele keskendumist.
31.03–06.04	Koostati Figmas kavand tasemete vaatele. Alustati tasemete vaate arendamist. Kirjutati lõputööd mängupõhise õppe teemal, otsiti sobivaid allikaid ning eemaldati varasem mängulisuse osa. Lisati projektiomaniku soovil võimalus ilma muutmiseks, et anda mängijale rohkem vabadust.
07.04–13.04	Tehti tasemete vaate viimased viimistlused ning esitati pull request selle üleslaadimiseks. Jätkati lõputöö kirjutamist mängupõhise õppe teemal. Kohandati rakendus paremini erinevate ekraanisuurustega ühilduvaks.

14.04–20.04	Mõeldi välja infopaneeli täiustamine ja paremaks muutmine, mis infot peaks kuvama, milline välja nägema. Tehti infopaneelile disain Figmas. Arendati uus infopaneel. Loodi pausifunktsionaalsus mängule. Parandati infoakna toimimist nii, et mäng peatub infoakna kohal hoidmisel. Muudeti liugureid kasutajasõbralikumaks ja nähtavamaks. Osaleti koosolekutel. Jätkati lõputöö kirjutamist.
21.04–27.04	Mõeldi välja punktisüsteemi põhimõtted ja selle disain. Arendati punktisüsteemi loogika. Arendati punktisüsteemile esmane disain. Lisati punktisüsteemile saadud punktide allika näitamine. Osaleti koosolekutel. Jätkati lõputöö kirjutamist.
28.04–04.05	Lisati punktisüsteemile edenemisriba ja tärnid, et muuta see motiveerivamaks ja informatiivsemaks. Lisati punktisüsteem pealehele. Alustati õpetuse kavandamisega. Mõeldi välja selle loogika ja millised võiksid olla erinevad sammud. Osaleti koosolekutel. Jätkati lõputöö kirjutamist.
05.05–11.05	Alustati õpetustaseme kodeerimisega. Loodi kõik õpetustaseme sammude loogika, stiil, tekstid ja funktsionaalsus. Kokku 6 erinevat vaadet, mis moodustavad ühise terviku. Osaleti koosolekutel. Jätkati lõputöö kirjutamist.
12.05–18.05	Täiendati õpetustaset, viidi läbi viimased parandused. Osaleti koosolekutel. Jätkati lõputöö kirjutamist.
19.05–20.05	Osaleti koosolekutel. Tehti viimased parandused koodis. Viidi läbi demo. Jätkati lõputöö kirjutamist.

Tabel 4. Pille-Riin Viin tehtud tööde logi

Kuupäev	Tegevused
20.01–26.01	Lõputöö teemade mõtlemine ja otsustamine.
27.01– 02.02	Kaks iteratsioonikoosolekut kahe loo kohta. Mängu muutmise funktsionaalsuse arendamisega alustamine.
03.02–09.02	Mängu muutmise lehe väljanägemine ja funktsionaalsus. Loogika ning disaini.
10.02–16.02	Mängu muutmise lehekülje arendus. Lõputöö plaani koostamine.
17.02–23.02	Tõmbetaotluse tegemine ning mentorite tagasiside põhjal funktsionaalsuse ja disaini muutmine.
24.02–02.03	Viimaste paranduste tegemine. Uus tõmbetaotluse taski kohta ning mentorite tagasiside ootamine.
03.03–09.03	Ülesande alamharu ühendamine peaharuga. Uue ülesande koostamine. Lõputöö dokumentatsiooni kirjutamine.
10.03–16.03	Eelmise ülesande edasi arendamine ja mõne paranduse tegemine. Tõmbetaotluse tegemine kinnitamiseks tiimikaaslastele ja mentoritele.
17.03–23.03	Ülesande alamharu ühendamine peaharuga. Teisi tiimikaaslaste abistamine ning uute ülesannete arutamine. Juhendajaga kokku saamine, oma progressist ja plaanidest rääkimine. Vastused tekkinud küsimustele.
24.03–30.03	Uus ülesanne, milleks oli mängu salvestamine veebibrauserisse ning varasemate salvestatud paigutuste uuesti laadimine. Mentoritele esitlus tehtud tööst. Lõputöö dokumentatsiooni kirjutamine.
31.03–06.04	Ülesanne seoses mängu salvestamisega veebibrauserisse ning varasemate salvestatud paigutuste uuesti laadimisega lõpetatud. Järgmise loo uute ülesannete koostamine, mida iteratsioonikoosolekul esitati. Elektrikatkestuse funktsionaalsuse parandamine.

	Tõmbetaotluse tegemine ning peaharuga ühendamine. Uus ülesanne – tasemete parameetrite konfigureerimine.
07.04–13.04	Loogika välja mõtlemine, kuidas lahendada taski. Lõputöö dokumentatsiooni kirjutamine.
14.04–20.04	Tiimikaaslaste aitamine pooleliolevate ülesandega. Laadimislehe tegemine, mida kuvatakse kui järgmisele lehele minemine võtab aega. Ülesande juhiste täiendamine ja loogika paika panemine.
21.04–27.04	Ülesandega jätkamine, milleks oli tasemete parameetrite konfigureerimine. Lõputöö dokumentatsiooni kirjutamine.
28.04–04.05	Valmis ülesanne, milleks oli tasemete parameetrite konfigureerimine. Tõmbetaotluse tegemine, kuid ei saanud veel ühendada seda peaharuga. Lõputöö dokumentatsiooni kirjutamine.
05.05–11.05	Uue ülesandega alustamine, milleks oli vigade parandamine (nt paigalduse ja salvestamise töökindlus testkeskkonnas) Lõputöö dokumentatsiooni kirjutamine.
12.05–18.05	Ülesande ühendamine peaharuga ning uue ülesandega alustamine, milleks oli mängu lõpu hüplikaken, mis kuvab kasutajale skoori ja teatab, et mäng on läbi. Vahepeal tulid välja mõned vead, mis vajasid parandust, mis sai ellu viia töös oleva ülesandega koos. Sai valmis mängu lõpetamise hüplikakna. Konfliktide lahendamine ühendamisel peaharusse. Lõputöö dokumentatsiooni kirjutamine.
19.05–20.05	Viimase ülesande tegemine, mis oli põhiliselt vigade parandamine. Lõputöö dokumentatsiooni kirjutamine.

6.5.1 Giti-versioonihaldusüsteemi väljavõtte ülevaade

Commitide ehk muudatuste arvu koodis saadi Git-versioonihaldussüsteemist, kasutades terminalikäsklust, mis arvestas ainult individuaalseid muudatusi, jättes välja koodi liitmised harudega. Lisades 2–4 saab näha iga liikme panust detailsemalt Giti väljavõtete kaudu. Kokkuvõtet muudatuste arvust saab näha tabelis 5.

Tabel 5. Meeskonnaliikmete *commitide* arv

<i>Commitide</i> arv	Autor
38	Liisi Kask
34	Pille-Riin Viin
25	Johanna-Liisa Jürgens

Kuigi *commitide* erineb liikmete vahel, tunnevad kõik tiimiliikmed, et tööjaotus oli õiglane ning igaüks panustas võrdselt. Väiksem *commitide* arv ei tähenda tingimata väiksemat töömahtu. Näiteks võivad mõned suuremad tööülesanded sisalduda üksikutes, kuid mahukates *commitides*. Autorid leiavad, et iga liikme tehtud tööd saab kõige paremini hinnata vaadates nende individuaalset panust ja eneseanalüüsi Lisades 2–4.

6.5.2 Meeskondlik konsensuslik hinnang kõikide meeskonnaliikmete panuse kohta meeskonnas

Vastavalt ülikooli poolt kehtestatud nõuetele pidid meeskonnaliikmed andma üksteisele hinnangu vahemikus +2 kuni -2 punkti. Punktide jaotusel peab meeskonnasumma jääma 0 punkti peale. Tabelis 6 on näha meeskonna konsensuslik hinnang kõikidele tiimiliikmetele.

Vastavate punktide tähendused:

1. +2 panustas oluliselt rohkem kui teised;
2. +1 panustas rohkem;
3. 0 - panustas samaväärselt;
4. -1 panustas vähem;
5. -2 panustas oluliselt vähem.

Tabel 6. Meeskonnaliikmete hinnang

Autor	Hinnang
Johanna-Liisa Jürgens	0
Liisi Kask	0
Pille-Riin Viin	0

Autorid jõudsid kiiresti konsensusele, et kõikide liikmete panus oli võrdne. Sellest tulenevalt sai iga liige hinnanguks 0 punkti. Meeskonnaliikmed viibisid suure osa arenduse ajast samas ruumis, seega kõigil oli ülevaade üksteise tegevustest. Tänu sellele oli selgelt näha, et kõik panustasid võrdselt ning keegi ei teinud rohkem ega vähem kui teised.

7 Kokkuvõte

Bakalaureusetöö raames arendati edasi Eesti Energia AS-i tellimusel loodud veebirakendust, mille eesmärk on selgitada virtuaalse elektrijaama toimimist mängulisel ja kasutajasõbralikul viisil. Esialgne rakendus valmis aine „Infosüsteemide arendamise meeskonnaprojekt: tellimus (ITB1706)“ käigus ning seda täiendati lõputöö raames, vastavalt Eesti Energia AS-i nõuetele. Töö käigus viidi läbi teoreetiline analüüs mängupõhisest õppest, kasutajaliidese ja kasutajakogemuse põhimõtetest, ning analüüsiti eelmist arendusetappi, tuues välja selle tugevused ja puudused.

Töö tulemusena valmis mitmekihiline veebirakendus, mis sisaldab erinevaid mängutasemeid, võimalust mänguvälja muuta ja salvestada, animatsioonidega rikastatud elementide kaarte, reageerivat punktisüsteemi ja dünaamilisi ilmastikutingimusi. Kõik uuendused on kooskõlas Eesti Energia AS-i visuaalsete nõuete ja brändiväärtustega, pakkudes kasutajale õpetlikku ning kaasahaaravat kogemust.

Tiim saavutas seatud eesmärgid, arendades olemasoleva veebirakenduse funktsionaalsust ning luues tugeva aluse edasiseks arenduseks ja potentsiaalseks kasutuselevõtuks õppetöös. Töö pakub sisulist väärtust nii lõppkasutajatele kui ka tellijale, pakkudes õppimist toetavat ja tehnoloogiliselt uuenduslikku lahendust.

Kasutatud kirjandus

- [1] G. Masson, M. de l'Epine, ja I. Kaizuka, „Trends in PV Applications 2024“, okt 2024, doi: <https://doi.org/10.69766/JNEW6916>.
- [2] S. Sierla, M. Pourakbari-Kasmaei, ja V. Vyatkin, „A taxonomy of machine learning applications for virtual power plants and home/building energy management systems“, *Autom. Constr.*, kd 136, lk 104174, apr 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2022.104174.
- [3] J. Zhao, J. Wang, C. Huang, ja P. Liang, „Involvement of the dorsal and ventral attention networks in visual attention span“, *Hum. Brain Mapp.*, kd 43, nr 6, lk 1941–1954, jaan 2022, doi: 10.1002/hbm.25765.
- [4] J. Plass, B. Homer, ja C. Kinzer, „Foundations of Game-Based Learning“, *Educ. Psychol.*, kd 50, lk 258–283, okt 2015, doi: 10.1080/00461520.2015.1122533.
- [5] S. Adipat, K. Laksana, K. Busayanon, A. Ausawasowan, ja B. Adipat, „Engaging Students in the Learning Process with Game-Based Learning: The Fundamental Concepts“, *Int. J. Technol. Educ.*, kd 4, lk 542–552, juuli 2021, doi: 10.46328/ijte.169.
- [6] A. I. A. Jabbar ja P. Felicia, „Gameplay Engagement and Learning in Game-Based Learning: A Systematic Review“, *Rev. Educ. Res.*, kd 85, nr 4, lk 740–779, 2015.
- [7] „What are Game Goals and Objectives?“, University XP. Vaadatud: 17. mai 2025. [Online]. Available at: <https://www.universityxp.com/blog/2022/12/6/what-are-game-goals-and-objectives>
- [8] Y. Li, D. Chen, ja X. Deng, „The impact of digital educational games on student's motivation for learning: The mediating effect of learning engagement and the moderating effect of the digital environment“, *PLOS ONE*, kd 19, lk e0294350, jaan 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0294350.
- [9] „Create Autonomy in Gamification and Other Learning Environments - Karl Kapp Karl Kapp“. Vaadatud: 17. mai 2025. [Online]. Available at: <https://karlkapp.com/create-autonomy-in-gamification-and-other-learning-environments/>
- [10] M. S. Alotaibi, „Game-based learning in early childhood education: a systematic review and meta-analysis“, *Front. Psychol.*, kd 15, apr 2024, doi: 10.3389/fpsyg.2024.1307881.
- [11] S. Adipat, K. Laksana, K. Busayanon, A. Ausawasowan, ja B. Adipat, „Engaging Students in the Learning Process with Game-Based Learning: The Fundamental Concepts“, *Int. J. Technol. Educ.*, kd 4, nr 3, lk 542–552, juuli 2021, doi: 10.46328/ijte.169.
- [12] S. Stankovic, „Game Mechanics — Interaction Loop and the Game State“, Medium. Vaadatud: 19. mai 2025. [Online]. Available at: <https://stanislav-stankovic.medium.com/game-mechanics-interaction-loop-and-the-game-state-c38e6e4584dd>
- [13] M. Dickey, „Game Design Narrative for Learning: Appropriating Adventure Game Design Narrative Devices and Techniques for the Design of Interactive Learning Environments“, *Educ. Technol. Res. Dev.*, kd 54, lk 245–263, juuni 2006, doi: 10.1007/s11423-006-8806-y.
- [14] C.-C. Chang ja S.-T. Yang, „Interactive effects of scaffolding digital game-based learning and cognitive style on adult learners' emotion, cognitive load and learning performance“,

- Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, kd 20, nr 1, lk 16, märts 2023, doi: 10.1186/s41239-023-00385-7.
- [15] R. E. Mayer, „Multimedia learning“, *Psychology of Learning and Motivation*, kd 41, Academic Press, 2002, lk 85–139. doi: 10.1016/S0079-7421(02)80005-6.
- [16] R. E. Mayer ja L. Fiorella, Toim, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, 3. tr. Cambridge Handbooks in Psychology. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. doi: 10.1017/9781108894333.
- [17] M. Hafeez, „Effects of Game Based Learning in Comparison of Traditional Learning to Provide Effective Learning Environment- A Comparative Review“, *Int. J. Soc. Sci. Educ. Stud.*, kd 8, nr 4, Art. nr 4, dets 2021, doi: 10.23918/ijsses.v8i4p100.
- [18] P. Wouters, C. Nimwegen, H. Oostendorp, ja E. Spek, „A Meta-Analysis of the Cognitive and Motivational Effects of Serious Games“, *J. Educ. Psychol.*, kd 105, lk 249, veebr 2013, doi: 10.1037/a0031311.
- [19] D. Burgos, C. Nimwegen, H. Oostendorp, ja R. Koper, „Game-based Learning and the Role of Feedback: A Case Study“, *Adv. Technol. Learn.*, kd 4, jaan 2007, doi: 10.2316/Journal.208.2007.4.208-0918.
- [20] Q. Zhang ja Z. Yu, „Meta-Analysis on Investigating and Comparing the Effects on Learning Achievement and Motivation for Gamification and Game-Based Learning“, *Educ. Res. Int.*, kd 2022, nr 1, lk 1519880, 2022, doi: 10.1155/2022/1519880.
- [21] M. R. Al-Khayat, M. U. Gargash, ja A. F. Atiq, „The Effectiveness of Game-based Learning in Enhancing Students' Motivation and Cognitive Skills“, *J. Educ. Teach. Methods*, kd 2, nr 3, Art. nr 3, aug 2023.
- [22] „What is User Interface (UI) Design?“, The Interaction Design Foundation. Vaadatud: 3. aprill 2025. [Online]. Available at: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ui-design>
- [23] A. Blair-Early ja M. Zender, „User Interface Design Principles for Interaction Design“, *Des. Issues*, kd 24, nr 3, lk 85–107, 2008.
- [24] A. Wathan ja S. Schoger, *Refactoring UI*. Adam Wathan & Steve Schoger, 2019. Vaadatud: 13. aprill 2025. [Online]. Available at: <https://www.refactoringui.com/>
- [25] *Designing Consistently Using Grids, Colors, and Typography*. Vaadatud: 13. aprill 2025. [Online]. Available at: https://learning.oreilly.com/library/view/designing-and-prototyping/9781835464601/Text/Chapter_05.xhtml
- [26] K. Reinecke ja A. Bernstein, „Knowing What a User Likes: A Design Science Approach to Interfaces that Automatically Adapt to Culture“, *MIS Q.*, kd 37, nr 2, lk 427–453, 2013.
- [27] E. Stull, *UX Fundamentals for Non-UX Professionals: User Experience Principles for Managers, Writers, Designers, and Developers*. Apress, 2018. Vaadatud: 28. märts 2025. [Online]. Available at: <https://learning.oreilly.com/library/view/ux-fundamentals-for/9781484238110/>
- [28] C.-L. Hsu ja M.-C. Chen, „How does gamification improve user experience? An empirical investigation on the antecedences and consequences of user experience and its mediating role“, *Technol. Forecast. Soc. Change*, kd 132, lk 118–129, juuli 2018, doi: 10.1016/j.techfore.2018.01.023.
- [29] J. Levy, *UX Strategy, 2nd Edition*. O'Reilly Media, Inc., 2021. Vaadatud: 28. märts 2025. [Online]. Available at: <https://learning.oreilly.com/library/view/ux-strategy-2nd/9781492052425/>

- [30] M. Glinz, „On Non-Functional Requirements“, *15th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE 2007)*, okt 2007, lk 21–26. doi: 10.1109/RE.2007.45.
- [31] S. Rahy ja J. M. Bass, „Managing non-functional requirements in agile software development“, *IET Softw.*, kd 16, nr 1, lk 60–72, 2022, doi: 10.1049/sfw2.12037.

Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Meie, Johanna-Liisa Jürgens, Pille-Riin Viin ja Liisi Kask

1. Anname Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Mängulise õppe, kasutajaliidese ja -kogemuse arendamine Eesti Energia AS projekti näitel“, mille juhendaja on Kristina Murtazin.
 - 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.

[20.05.2025]

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 loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtjaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

Lisa 2 – Liisi Kask panus ja eneseanalüüs

Panus

Selle projekti etapi käigus tegelesin päris palju mänguliste elementide lisamisega nagu on näha ka minu Giti väljavõttes joonistel 32 ja 33. Väljavõttes on näha nii kuupäev, millal muudatus tehti kui ka selle pealkiri ja autor.

```
fe69aa1 2025-05-12 | Fix the values for consumption [Liisi Kask]
06b2ca4 2025-05-08 | Fix storage quota error by adding lz string [Liisi Kask]
bc47855 2025-05-08 | Make element and battery adding and removing work again [Liisi Kask]
071496e 2025-05-07 | Change levels layouts [Liisi Kask]
d80ff59 2025-05-07 | Add custom level back to app [Liisi Kask]
de6adb5 2025-05-06 | Make toggle button go back to active state when game is restarted [Liisi Kask]
0417d0d 2025-05-06 | Make loading page mandatory when loading level [Liisi Kask]
8bb8c85 2025-05-06 | Change routing links for clarity [Liisi Kask]
0e47edb 2025-05-06 | Make alerts multilingual [Liisi Kask]
8ef5de1 2025-05-06 | Make sure household does not work during edit or blackout [Liisi Kask]
1061d72 2025-05-05 | Add sweetalert2 to code [Liisi Kask]
d4c5736 2025-04-15 | Fix some small mistakes [Liisi Kask]
e14df6e 2025-04-15 | Add correct routing after loading page [Liisi Kask]
ef9c9b1 2025-04-15 | Remove unnecessary code and Make battery adding and removing correct [Liisi Kask]
55b66fb 2025-04-14 | Make loading level faster [Liisi Kask]
1dc6b57 2025-04-08 | Make sure each level is correctly routed [Liisi Kask]
d79b65c 2025-04-08 | Add routers to different levels [Liisi Kask]
d98c203 2025-04-08 | Add different layouts for different levels [Liisi Kask]
31bc6b6 2025-04-08 | Rename grid layout configurations to gridLayouts for clarity [Liisi Kask]
c5d2967 2025-03-31 | Add new weather design [Liisi Kask]
7b7f5ec 2025-03-25 | Add toggle button to switch element on/off [Liisi Kask]
456ca6c 2025-03-18 | Fix merge mistakes [Liisi Kask]
ab2f6a3 2025-03-18 | Make Edit Game elements on the grid swap places if dragged on top of each other [Liisi Kask]
542283e 2025-03-18 | Add dragging on grid functionality to Edit Game [Liisi Kask]
```

Joonis 32. Liisi Kask Giti väljavõte 1.

```

b9bcd93 2025-03-11 | Fix edit game on grid so that element gets correct nextLocation [Liisi Kask]
27f17da 2025-03-03 | Make animation stop when production/consumption is zero [Liisi Kask]
5de1dfa 2025-03-03 | Make animation speed based on the asset production/consumption [Liisi Kask]
1697027 2025-03-03 | Fix powerplant animation [Liisi Kask]
d7e426f 2025-03-03 | Fix card editing [Liisi Kask]
a356068 2025-02-25 | Fix editmode container [Liisi Kask]
de5a9d4 2025-02-25 | Fix lottie icons naming [Liisi Kask]
1b904b9 2025-02-25 | Add lottie-web to package.json [Liisi Kask]
e54b7f4 2025-02-18 | Remove unnecessary console.log [Liisi Kask]
9839ecf 2025-02-18 | Remove old pictures [Liisi Kask]
a7f0e0f 2025-02-18 | Make small fixes so lotties work [Liisi Kask]
b072346 2025-02-18 | Add logic for Lottie json files to work [Liisi Kask]
1d9a7c1 2025-02-18 | Replace previous pictures with lottie icons [Liisi Kask]
1d64105 2025-02-18 | Add new icon files [Liisi Kask]

```

Joonis 33. Liisi Kask Giti väljavõte 2.

Algselt kulus mitu nädalat animatsioonide leidmisele, sest enamus, mis ma leidsin ei olnud omavahel sarnased või neid polnud võimalik muuta. Otsustasin lõpuks kasutada Lottie animatsioone, sest neid sai kohendada. Töötlesin nii animatsioonides sisalduvaid elemente kui ka nende värve ja stiili, et kõigil oleks ühtlane stiil ning lisasin need Figmasse. Pärast seda oli meil tiimiga koosolek koos UX/UI disaineritega, kus esitlesime neile Figma ning seeläbi sain kinnitust sellele, et minu animatsioonid sobivad antud rakendusse hästi.

Pärast animatsioonide koodi lisamist hakkasin tegelema mängu muutmise vaatesse lohistamisega ja aseta funktsionaalsuse lisamisega mänguruudustiku siseselt. Selle jaoks kulus päris palju aega, sest ma polnud kunagi midagi sellist teinud aga see oli väga oluline rakenduse interaktiivsemaks muutmise juures. Pärast seda ülesannet jäi mul veidi aega üle enne kui uue looga alustasime ja otsustasin tegeleda ilma disaini muutmisega, et see vastaks sellele, mis on Figmas ning oleks seeläbi kasutajale atraktiivsem.

Veel lisasin enda ülesannete käigus elemendi kaartidele juurde lüliti nupu, mida vajutades on võimalik elementi sisse ja välja lülitada. Kui element on välja lülitaud kuvatakse kasutajale seiskunud animatsioon ja hall liugur, mida pole võimalik muuta. Elemendi sisse lülitamisel animatsioon hakkab liikuma, liugur muutub taas kasutajale võimaluseks muutmiseks ja liuguri väärtus liigutatakse automaatselt seisu, kus see oli enne välja lülitamist.

Uus lugu oli seotud rakenduse mängulisemaks muutmise ja sealt valisin endale ülesande, kus pidin looma erinevate raskusastemega tasemetega algsed paigutused. Ma

valisin selle, sest tahtsin ennast proovile panna ning seda see ülesanne ka tegi, sest võttis mul mitu nädalat aega. See oli keeruline, sest projekti failid olid muutnud juba päris suureks ning samuti pidid ka tasemed andmeid õigesti salvestama ja õiged elemente välja kutsuma. Tunnen, et lõpuks õnnestus mul see päris hästi.

Pärast tasemetega tegelemist oli vaja ka mujal koodi muuta, sest rakenduse INP näitajad olid nüüd muutunud halvemaks ja rakendus aeglasemaks. Päris tihti esines olukordi, kus kasutaja üritas midagi muuta aga veebirakendus jäi väga kauaks mõtlema. Samuti esines koodis väikseid vigu, mis tuli korda teha. Koodi üle vaadates leidsin paljusid kohti, mida oli võimalik muuta efektiivsemaks ja seeläbi muutus ka rakenduse jõudlus paremaks.

Seejärel alustasin rakendusse Sweetalert2 teadete lisamisega, et kasutaja teaks millal on toimumas suurem muutus tarbimises, ning oskaks sellele ka vastavalt reageerida. Valisin teadete lisamiseks just Sweetalert2, sest olen seda varasemalt korduvalt kasutanud ja leian, et see on mugav ja lihtne. Lisaks muutsin selle ülesande käigus majapidamiste tarbimise muutuste loogikat, sest nad pidid vastavalt teavitustele, kas suurenema või vähenema.

Vajadusel olin alati valmis aitama oma tiimikaaslast, sest tihti peale tuli probleeme kahe koodi ühendamisega. Samuti vastasid nad ka mulle samaga ja aitasid mind alati kui kuskil hätta jäin või lihtsalt nendega koodi arutada soovisin.

Eneseanalüüs

Projekti teine etapp oli minu jaoks kindlasti keerulisem kui esimene, sest nüüd tuli edasi liikuda juba rakenduse mänguks muutmisega. Panime tiimiga juba alguses paika plaani, kuidas arendada kõige efektiivsemalt nii, et kõigil oleks kogu aeg midagi teha ega peaks kellegi teise järgi ootama.

Võrreldes eelmise arendusetapiga märkas, et olin muutunud kiiremaks, ning suutsin palju rutem erinevaid ülesandeid ära teha. Samuti läks ka tiimi omavaheline koostöö, mis oli juba enne hea, veelgi paremaks. Nimelt suhtlesime tihedamalt, sest kuigi töötasime eraldi, arendasime tavaliselt, kas samu faile või üksteisega seotud faile. See tähendab, et pidime konstantselt kursis olema, millega keegi parasjagu tegeles ning kuidas ta kavatses

oma ülesannet täita. Selline kursis olek aitas ka paremini koodi mõista, sest pidid kogu aeg mõttega kaasas olema.

Tunnen, et sain oma ülesannetega edukalt hakkama, kuigi paljud neist olid mulle uued ja tehniliselt keerukad. Näiteks polnud ma varem loonud mitme tasemega mängu, kus kasutaja saab vabalt tasemete vahel liikuda. Võtsin teadlikult vastu keerulisemaid ülesandeid, mis nõudsid palju õppimist ja katsetamist. Kuigi töödega läks seetõttu rohkem aega, ei olnud see ajakulu asjatu, sest iga ülesande kallal töötades õppisin midagi uut ning suutsin lõpuks lahendused edukalt realiseerida.

Lisa 3 – Johanna-Liisa Jürgens panus ja eneseanalüüs

Panus

Minu panus projekti hõlmas nii kasutajaliidese ja -kogemuse disainimist kui ka mänguliste funktsionaalsuste arendamist. Projekti alguses lõin Figmas esialgsed visuaalsed komponentide lahendused, mille alusel kujundas rakenduse põhivaated. Töötasin välja kujundused erinevatele kasutajavaadetele ja komponentidele, lähtudes tellija ootustest ning üldistest disainipõhimõtetest. Loodud kujundused olid oluliseks vahelüliks arendajate ja tellija vahel, et olla kindel üksteise mõistmises. Kokku loodi palju erinevaid valikuid, et jõuda parima tulemuseni. Disainiprotsessi käigus täiendasin kavandeid mitme iteratsiooni jooksul ning kohandas lahendusi saadud tagasiside põhjal koostöös mentorite ja disaineritega.

Arendusfaasis lõin rakendusele dünaamilise ruudustikusüsteemi, mis võimaldab kasutajatel mänguelemente ruudustikule lisada, neid sealt eemaldada, nende asukohti muuta ning uusi elemente vabalt soovitud kohta lohistada. Iga elemendiga seoti kindel positsioon, mis tagab nende püsiva paiknemise ka pärast lehe uuesti laadimist. Lisaks arendasin funktsionaalsuse, mis võimaldab mängijal ruudustiku suurust muuta. Selle tulemusena on võimalik ruudustikku vähendada või suurendada vastavalt kasutaja vajadustele.

Mänguruudustiku arendusprotsessi alguses kasutasin mentori soovil Zim.js raamistikku, kuid selgus, et see ei toetanud täielikult vajalikke funktsioone, mis tõttu pidime leppima lihtsama lahendusega, mida oleks võimalik teha Vue.js raamistikus. Alguses soovisime luua mänguvälja, mis tunduks realistlikum ja kolmemõõtmeline ning Zim.js sobis selleks hästi. Kuigi Zim.js loodud tulemuse sai ilusti integreerida meie Vue.js projekti, siis kahjuks puudusid sellel võimalused kõigi vajalike Vue.js elementide kasutamiseks Zim.js siseselt. Suure osa ajast võttis alguses ka Zim.js õppimine, kuna ma polnud seda varem kasutanud. Ruudustiku loomisele kulus projekti käigus kõige enam aega.

Lõin rakenduse tasemete vaate, lähtudes Figma prototüübist, mille varasemalt olin loonud. Lisasin tasemete vaatele nupud koos mängulise efektiga ning läbimõeldud värvi- ja brändilahendustega.

Täiendasin olemasoleva informatsiooni nupu avapaneeli disaini ning lisasin selle rakendusse. Uuendatud informatsiooni paneel sisaldab selgitusi mängu elementide ja sihtide kohta ning võimaldab kasutajal paremini mõista mängu loogikat ja eesmärgi. Samuti muutsin üldise paneeli disaini paremini ühilduvaks muu rakendusega. Lisasin võimaluse liikuda otse õpetustasemele juhul, kui mängitav tase osutus liiga keeruliseks. Kuna sellel hetkel oli juba arenduses ka tasemete süsteem, tulin mõttele lisada nupp informatsiooni paneelile, et kasutajal oleks võimalik peale info vaatamist end endiselt segaduses tundes liikuda lihtsaima taseme juurde. Informatsiooni paneelile hõljumispõhine süsteem muudeti selliseks, et kui kasutaja liigub hiirega infoalale, siis mäng peatub ajutiselt, et kasutaja saaks keskenduda informatsiooni lugemisele. Idee mängu peatamiseks tuli arenduse käigus, kui rakendust ja infopaneeli kasutamist testisin.

Oluline panus oli ka mängu punktisüsteemi väljatöötamine. Töötasin välja punktide jagamise reeglistiku ja kriteeriumid, mis arvestavad mängu sisulisi eesmärgi, eelkõige elektrivõrgu sageduse hoidmist sihtväärtuse lähedal ning taastuenergia kasutust. Mängija saab positiivseid punkte, kui sagedus jääb lubatud piiridesse ning kasutatakse rohkelt taastuenergiat. Samas saadakse miinuspunkte juhul, kui sagedus langeb alla või tõuseb üle kriitiliste väärtuste või kasutatakse peamiselt fossiilset energiat. Punktiarvestust toetavad ka visuaalsed lahendused, nagu edenemisriba ja tähekesed, mis aktiveeruvad uute saavutuste korral. Kuigi need ei olnud tellija poolt nõutud, siis pidasin neid kasutaja seisukohalt oluliseks motivatsiooni tõstmiseks ja paremaks mängukogemuseks. Lisaks töötasin välja süsteemi saadud hetkepunktide kuvamiseks ning võimaluse punktide ja ajaloo lähtestamiseks.

Lisaks töötasin välja põhjaliku õpetuse mängule, mille loomine oli aeganõudev ja mahukas, kuna mul ei olnud ette antud täpseid juhiseid ning pidin kõik ise nullist välja mõtlema. Kui tavaliselt arutame suure osa lahendustest ühiselt läbi, siis seekord oli lähtunud vaid soovist, et õpetus võiks olemas olla, mistõttu pidin suure osa lahendusest iseseisvalt välja töötama. Lõin kuus erinevat paneeli, mis sisaldavad lisaks tekstile ka interaktiivseid elemente. Loomisel arvestasin varasemalt kasutusel olnud disainiga ning integreerisin õpetuse olemasolevasse rakendusse.

Kõigele uutele arendatud funktsionaalsustele ja disainidele lisaks aitasin ka parandada koodi katkiseid kohti ja teha koodi puhtamaks ning paremaks. Kogu arenduse vältel olin meeskonnas aktiivne liige ning panustasin järjepidevalt nii tehnilisse arendusse kui ka disainitöösse. Minu panus oli oluline nii rakenduse nõuete ja lahendusideede loomisel kui ka selle disainimisel ja arendamisel. Osalesin lõputöö sisulises koostamises tervikuna, aitasin kaasa kõigi peatükkide kirjutamisel, teoreetilise osas fookuses mänguline õpe.

Joonisel 34 on näha ka salvestatud muudatuste logi, mis kajastab projektis tehtud arenduste kronoloogilist järjestust. Iga muudatus sisaldab kirjeldust koos selle tegemise aja ja autoriga, võimaldades jälgida, kuidas arendusprotsess aja jooksul kulges.



```
972981b 2025-04-28 | Add progress bar and stars [Johanna Jürgens]
1e67133 2025-04-28 | Add pointSystem to mainPage [Johanna Jürgens]
97fb015 2025-04-14 | Add translations [Johanna Jürgens]
7fa09bc 2025-04-14 | Make game paused when information is hoverd [Johanna Jürgens]
be8ac07 2025-04-14 | Create new design and functionalities for information box [Johanna Jürgens]
7232fd7 2025-04-14 | Make sliders more visible for user [Johanna Jürgens]
2d61aa7 2025-04-08 | Add backupState [Johanna Jürgens]
f7451f0 2025-04-08 | Make buttons adapt to screen size [Johanna Jürgens]
d96cb55 2025-04-07 | Add design for levelsPage [Johanna Jürgens]
632d1ad 2025-04-07 | Add levelsPage [Johanna Jürgens]
9731180 2025-03-31 | Make weather changable #114 #114 [Johanna Jürgens]
cbe847c 2025-03-25 | Make grid lighter #78 [Johanna Jürgens]
f864464 2025-03-25 | Change element and battery design #78 [Johanna Jürgens]
1c225f4 2025-03-25 | Add battery to grid and make it function correctly #78 [Johanna Jürgens]
c898bb0 2025-03-24 | Add warnings to powerStatisticsPanel #78 [Johanna Jürgens]
25d30f3 2025-03-24 | Rename constants #111 [Johanna Jürgens]
c6a6185 2025-03-18 | Make the grid size changeable #111 [Johanna Jürgens]
5c7013b 2025-03-17 | Add board to edit game page #78 [Johanna Jürgens]
0e4542f 2025-03-11 | Add grid to editGame page #78 [Johanna Jürgens]
7a55fa2 2025-03-11 | Add new parameter location to elements #78 [Johanna Jürgens]
eaf599d 2025-03-10 | Adding initial grid to the main page #78 [Johanna Jürgens]
acc7370 2025-02-18 | Stats panel closing and opening function #96 [Johanna Jürgens]
f9808b1 2025-01-20 | Clean code 3 [Johanna Jürgens]
c2e112d 2025-01-20 | Clean code 2 [Johanna Jürgens]
8b7d17d 2025-01-20 | Clean code [Johanna Jürgens]
```

Joonis 34. Johanna-Liisa Jürgens muudatuste väljavõte.

Eneseanalüüs

Lõputöö raames tehtud projekti edasiarendus meeldis mulle väga, sest see andis piisavalt väljakutset ning ühendas minu huvi nii disaini kui ka loogika vastu. Sain panustada nii visuaalsete kui ka funktsionaalsete lahenduste loomisse, arendades mängulisust toetavaid komponente.

Edasiarendusfaas tundus varasemast lihtsam, kuna olime projektiga juba tuttavad. Meeskonnatöö sujus hästi ning kõigil oli selgem arusaam sellest, mida on vaja teha. Tänu sellele ja meie arenenud oskustele suutsime ka rohkem ära teha ja tulemuslikumalt töötada.

Kõige väärtuslikum kogemus oli minu jaoks funktsionaalsuse arendamine. Tavaliselt keskendun rohkem kasutajaliidesele ja visuaalsele poolele, kuid seekord sain süvitsi tegeleda ka rakenduse loogika poolega. See võimaldas mul astuda sammu edasi arendajana ja mitmekesistada oma oskusi.

Eriti arendavaks kujunes ruudustikusüsteemi loomine. Töötasin välja lahenduse, kus kasutaja saab elemente lisada, eemaldada, muuta ja lohistada ruudustikus, samuti kohandada ruudustiku suurust vastavalt oma soovile. Lisaks oli ka teisi huvitavaid ülesanded, mis nõudsid suuremat keskendumist ja andsid mulle väärtuslikke kogemusi funktsionaalse arenduse valdkonnas.

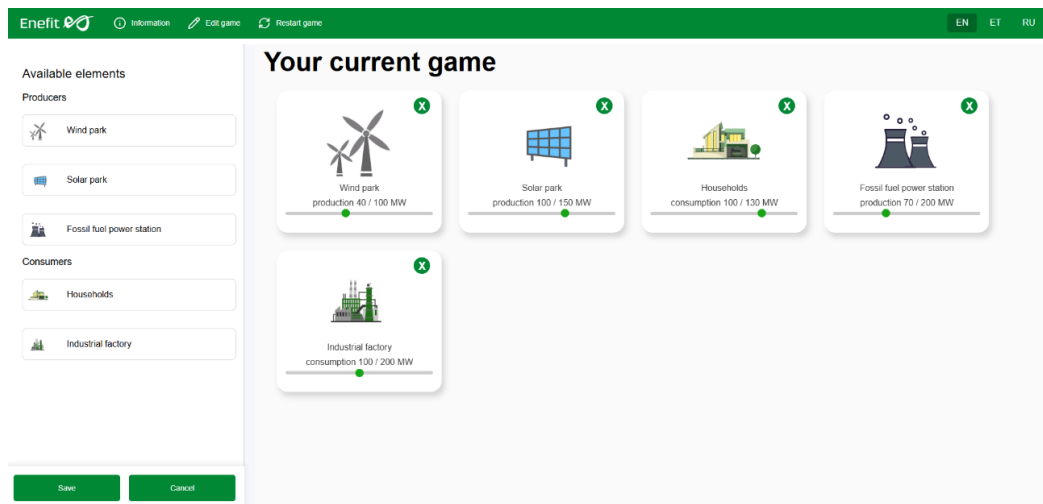
Kokkuvõttes olen väga rahul oma panusega. Sain töötada mitmekesistes rollides, arendada nii disaini kui funktsionaalsust, õppida uusi tehnoloogiaid ning parandada oma oskuseid. Meie meeskond töötas ühtselt ja toetavalt, mis lõi hea koostööõhkkonna. Tunnen, et andsin projekti arengusse sisulise ja olulise panuse.

Lisa 4 – Pille-Riin Viin panus ja eneseanalüüs

Panus

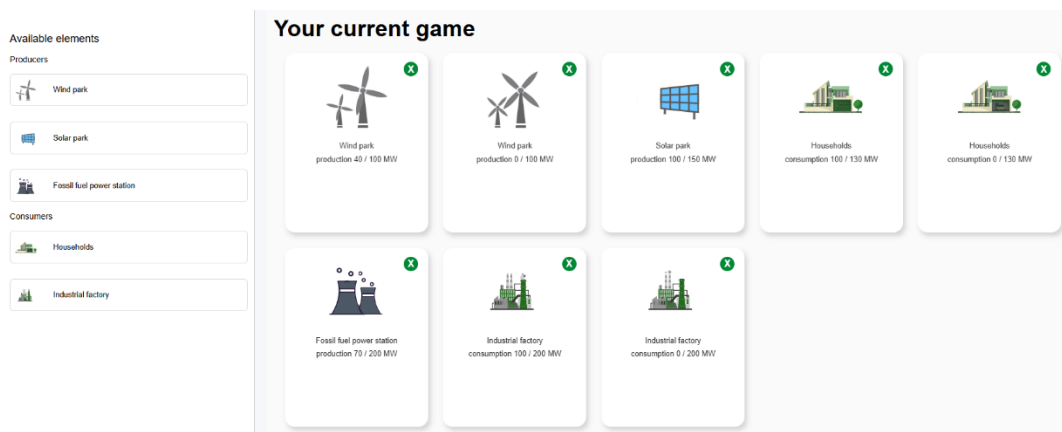
Minu peamine panus projekti oli kasutajaliidese disainile keskendumine ning erinevate funktsioonide välja töötamine. Projekti alguses lõin uue lehekülje, mis oli töö tellija poolt nõutud – mängu muutmise lehekülg ning tegelesin projekti lõpuni ka selle lehekülje täiendamisega. Leheküljele suunav nupp oli eelmisest arendusest juba olemas, kuid nupul puudus igasugune sisu ning lehekülge ei eksisteerinud. Alustuseks tegin tühja lehekülje ning ühendasin selle nupuga. Mängu muutmise lehekülje funktsionaalsuse ning disaini arendus toimus võrdlemisi paralleelselt. Esmalt lõin leheküljele disaini, mis koosneb kahest osast, vasak paneel ning parem paneel. Vasak paneel kuvab nimekirja kõigist elementidest, mida saab mängu lisada ning parem paneel kuvab kasutaja poolt lisatud elemente. Kui leht oli paneelideks jaotatud, pidin kirjutama funktsionaalsuse, et vasak paneel kuvaks erinevaid elemente.

See järel asusin tegutsema parema paneeliga. Esialgu kirjutasin funktsionaalsuse, et parem paneel kuvaks mängus juba olevaid elemente, mille abil sain hakata muutma kuvatavate elementide disaini. Algselt jäi disain võrdlemisi samaks sellega, mis oli avalehel elementi kuvades, lisades juurde elemendi eemaldamise jaoks nupu ülesse paremasse nurka ning kaardil olevat infot vähendades, seda on näha joonisel 35. Hiljem eemaldasin muutmise lehel elemendi kaardilt ära liuguri, sest otsustasime tiimiga, et see on seal ebavajalik.



Joonis 35. Esialgne mängu muutmise lehekül.

Seejärel tegin funktsionaalsuse elementide lisamiseks mängu. Alguses tegelesin vaid selle lehe funktsionaalsusega ehk sellega, et elemendile vasakus paneelis vajutades, ilmuks see paremasse paneeli. Tellija soovis, et paremas paneelis kuvatavad elemendid oleks ka järjestatud nime järgi, nagu on näha joonisel 36. Kui see sai tehtud, ühendasin mängu põhivaate ning valitud elemendid mängu muutmise lehel.



Joonis 36. Hilisema arendusfaasi mängu muutmise lehekül.

Kahjuks osutus suur osa funktsionaalsusest (näiteks elementide järjestamine nime alusel) ning disainist (elemendi kaardid) ebavajalikuks, sest hiljem muutsime elementide kuvamise ruudustikuks, kuhu kasutaja saab lohistada oma elemente. Samal ajal oli see vajalik etapp, sest ruudustiku loomine võttis võrdlemisi kaua aega ning tellija soovis näha tulemusi ja teised tiimiliikmed said edasi arendada minu tehtud funktsionaalsust.

Hiljem lisasin juurde lokaalse salvestuse kogu mängule, mis tuli tellija nõuetest. Tegin lokaalse salvestuse juhuks, kui kasutaja paneb vahepeal brauseri kinni, kuid soovib hiljem uuesti veebirakenduses mängu jätkata, kasutades veebibrauseri lokaalset salvestusruumi.

Lokaalset salvestust kasutades tegin ka võimaluse salvestada ja laadida erinevaid ruudustiku suuruseid ja seal olevate elementide paigutusi erinevasse salvestuspesasse, mida oli kokku viis.

Terve aja jooksul jätkasin ka elektrikatkestuse hüpikakna ning funktsionaalsuse parandamise ning edasi arendamisega. Lisaks tegelesin ka üldiste vigade ja puuduste parandamisega, näiteks avastasime, et elektrikatkestuse ajal lehelts ära liikudes võib selle taimer kohati jääda töötama ja seda kasutajale kuvama ning taustal jäävad kõik erinevad muutujad edasi jooksuma (tuul, päike, tarbijad), mille tõttu võib võis mäng kogemata tasakaalu minna ning mäng hüpikaken läks eest ja mäng jätkus.

Üks minu ülesannetest oli ka tasemete konfigureerimine. Pidin määrama igale tasemele oma parameetrid, milleks on näiteks mängu tegelik aeg, mängusiseste päevade arv, volatiilsus, päikesetõus ja -loojang. Soovisime, et mäng oleks võimalikult sarnane päris elule, kus samuti päikesepark ei tooda elektrit ööpäevaringselt. Selle jaoks lõin uue funktsionaalsuse mängusisese kellaja jaoks. Kellaaeg muutub ka vastavalt tasemele erineva suurusega, sest see on seotud mängu päevade arvu ning mängu pikkusega, näiteks keskmises tasemes liigub kell vaid minutite kaupa, kuid kõige raskemas tundides, sest reaalne mängu pikkus on sama (5 minutit), aga mängusiseste päevade pikkus on erinev. Lisaks lõin taimeri, mis kuvab kasutajale mängu lõpuni jäänud aega.

Viimase ülesandena arendasin välja taseme lõpetamise hüpikakna, mis teavitab kasutajat taseme edukast sooritamisest ning kuvab vastavas tasemes kogutud punktid. Lisaks tegin arenduse käigus koodis olulisi parandusi, keskendudes korduvate funktsioonide optimeerimisele ja eraldamisele.

Varasemalt olid restart, paus ja mängu jätkamine realiseeritud eraldiseisvate koodilõikudena mitmes kohas, näiteks restart-nupp esines nii päises kui ka elektrikatkestuse hüpikaknas. Pärast koodi puhastust said need kolm funktsionaalsust (restart, paus ja mängu jätkamine) eraldiseisvateks funktsioonideks, mida sai vajadusel erinevates elementides kasutada. See lähenemine vähendas koodi dubleerimist ning parandas süsteemi hooldatavust ja loetavust.

Joonistel 37 ja 38 on kujutatud muudatuste ajalugu, mis annab ülevaate tehtud arendustest ja nende teostamise ajalisest järjestusest. Logi võimaldab vaadelda, millised muudatused millal ja kelle poolt tehti, andes hea ülevaate tööprotsessi kulgemisest.

```

6d68ac8 2025-05-20 | fix: Correct type assertion for event timer IDs in household store [Pille-Riin Viin]
a1eed47 2025-05-19 | feat: Enhance game flow and UI components - Added loading screen management in App.vue with loading state handling during
887b30f 2025-05-19 | Add game pause functionality and integrate with main page logic [Pille-Riin Viin]
c90c10a 2025-05-19 | Refactor landing page and popup styles; add game pause and restart functionality [Pille-Riin Viin]
c02b735 2025-05-19 | Revert "158 create end page for user to see completion and points notification" [Pille-Riin Viin]
1f43de2 2025-05-13 | Adjust level settings [Pille-Riin Viin]
8795bed 2025-05-06 | Add level selection option and start over buttons to blackout popup [Pille-Riin Viin]
1e3bd6f 2025-05-06 | Refactor battery handling in layout updates and add battery status interface [Pille-Riin Viin]
3a29a68 2025-04-29 | Refactor time management in components; implement init, resume, and pause methods in timeStore [Pille-Riin Viin]
3b52d05 2025-04-29 | Remove comments from Weather component and adjust current consumption for Households in element store [Pille-Riin Viin]
34a8723 2025-04-29 | Refactor component imports and enhance battery store functionality; add time and solar store integrations [Pille-Riin Viin]
374473e 2025-04-29 | Add countdown timer and configure each level parameters [Pille-Riin Viin]
70b5b41 2025-04-14 | Add loading screen and improve routing with loading state [Pille-Riin Viin]

```

Joonis 37. Pille-Riin Viin Giti väljavõte 1.

```

398e459 2025-04-01 | Reset game state on popup close and clear local storage for chosen elements [Pille-Riin Viin]
6a1ecf8 2025-04-01 | Add cleanup logic to reset blackout state on component unmount [Pille-Riin Viin]
d481ecd 2025-03-31 | Add delete option to layout save/load instructions in multiple languages [Pille-Riin Viin]
d723126 2025-03-31 | Update layout save/load instructions for improved clarity in multiple languages [Pille-Riin Viin]
fc2cc55 2025-03-31 | Add support for game save/load functionality and update layout styles [Pille-Riin Viin]
d9bb447 2025-03-31 | Add layout saving and loading functionality to EditPage [Pille-Riin Viin]
fc4507b 2025-03-25 | Enable state persistence for various stores and update dependencies [Pille-Riin Viin]
04d8ff2 2025-03-17 | Remove buttons from header in edit game view [Pille-Riin Viin]
197d4b2 2025-03-17 | Refactor addElement function to simplify ID generation and improve element insertion logic [Pille-Riin Viin]
2f02e98 2025-03-10 | Update element component styles to add scrollbar [Pille-Riin Viin]
1607836 2025-03-10 | Enhance addElement function to insert new elements after existing ones with the same name [Pille-Riin Viin]
8d06eb0 2025-03-10 | Refactor addElement function to generate unique IDs based on existing elements [Pille-Riin Viin]
a7fdb1f 2025-03-03 | Refactor EditPage component by removing unused input range and related functions; update styles for element component [Pille-Riin Viin]
27ec862 2025-03-03 | Add Lottie animations to EditPage and update styles [Pille-Riin Viin]
2d2c99c 2025-03-03 | Add lotties to edit game view [Pille-Riin Viin]
651cb00 2025-02-18 | Fix edit-mode and weather [Pille-Riin Viin]
5d899e6 2025-02-18 | Fix errors due to merging [Pille-Riin Viin]
1d73e15 2025-02-18 | Delete testing elements and clean code [Pille-Riin Viin]
acc1597 2025-02-18 | Fix restart game and edit game when board is empty [Pille-Riin Viin]
ce50c98 2025-02-17 | Change edit game view and functionality. Stop blackout when editing game. [Pille-Riin Viin]
ce3f2a9 2025-02-11 | Change stylings and fix functionality [Pille-Riin Viin]
519b3c8 2025-02-11 | Add functionality to get elements from main page when start edit game [Pille-Riin Viin]
704b8f0 2025-02-10 | Add functionality for adding and removing instances [Pille-Riin Viin]
989b520 2025-02-10 | Add "+" and "-" buttons behind each element [Pille-Riin Viin]
c727bae 2025-02-10 | Add "Confirm" and "Cancel" buttons to "Edit Game" [Pille-Riin Viin]
618a113 2025-02-10 | EditGame layout [Pille-Riin Viin]
ecdafab 2025-01-28 | Create edit view, add router [Pille-Riin Viin]

```

Joonis 38. Pille-Riin Viin Giti väljavõte 2.

Eneseanalüüs

Projekti arendamine lõputöö raames oli huvitav, kuid samal ajal ka keerulisem ja raskem, kui meeskonnaprojekti raames. Sain kasutada ja arendada oma teadmisi nii disaini kui ka funktsionaalsuse poolest. Selle projekti raames meeldis mulle, et toimus suuremat sorti tööde jagunemine ning kuna sama projekti arendasid kaks lõputöö meeskonda, siis sain keskenduda vaid ühte sorti teemale, samal ajal kui teine tiim tegeles enda ülesannetega.

Seekord oli rohkem ise oma ülesannete koostamist ning disaini ning funktsionaalsuse välja mõtlemist. Tellija poolt oli ette antud loo kirjeldus, kuid pidime ise välja mõtlema

selle jaoks vajalikud ülesanded ning nende lahendused. Tihti tuli töö käigus välja, et ülesanne vajab ka alamülesannet, et töö laabuks ladusalt.

Esialgse prototüübi loomine võttis aega ning seetõttu oli alguses mõne ülesande teostamine raske, sest lõppvisioon oli pidevas muutumises. Sellest hoolimata sai katsetatud erinevaid lahendusi ning lõpuks ka sobilik variant tehtud. Selline katsetamine ja kiire kohanemine uuele visioonile arendas minu paindlikkust ning loovust.

Minu jaoks oli ka uus kogemus kohaliku salvestusruumi kasutuselevõtt ja selle sidumine mänguelementidega. Alguses oli see tehniliselt keerukas, kuid lõpptulemusena sai loodud mugav ja kasutajasõbralik lahendus, mis lisas rakendusele väärtust.

Kogu lõputöö raames tehtud projekt tugevdas minu oskust näha tervikpilti, planeerida oma tööd ja tegutseda efektiivselt. Tunnen, et see kogemus on aidanud mul areneda nii tehnilistes oskustes kui ka enesekindluses ja iseseisvuses arendajana. Kokkuvõttes olen rahul oma tehtud töö ja panusega, sest hoolimata väljakutsetest suutsin edukalt täita seatud eesmärgid ning sain väärtuslikke kogemusi, mis kindlasti aitavad mind tulevastes projektides.

Lisa 5 – Kasutajalood

Mängutaseme valimine

Eesmärk: Alustada mängu sobiva raskusastmega vastavalt kasutaja eelistustele ja teadlikkusele.

Kirjeldus: Kasutaja valib mängutaseme (lihtne, keskmine, raske, ekspert või enda loodud) ning suunatakse mängualale, kus mäng algab vastavalt taseme seadistustele.

Sammud:

1. Kasutaja navigeerib avalehelt tasemete vaatesse.
2. Valib sobiva mängutaseme vajutades nuppu.
3. Süsteem suunab kasutaja valitud tasemesse ja käivitab mängu.

Elementide lisamine ja paigutamine mängualale

Eesmärk: Kujundada toimiv energiasüsteem mänguelementide abil.

Kirjeldus: Mängija saab mängualale lisada uusi elemente ja paigutada neid ümber, arvestades mängureegleid ja ruumi.

Sammud:

1. Kasutaja siseneb mängualale.
2. Valib külmenüüst soovitud mänguelemendi.
3. Lohistab elemendi mänguruudustikule sobivasse kohta.
4. Soovi korral liigutab või eemaldab juba olemasolevaid elemente.
5. Soovi korral muudab ruudustiku suurust.
6. Kasutaja vajutab „Salvesta“ nuppu ja ta suunatakse tagasi taset mängima.
7. Tühjad alad täidetakse dekoratiivsete puudega.

Mänguruudustiku paigutuste salvestamine ja välja kutsumine

Eesmärk: Säilitada loodud paigutused ja kasutada neid uuesti tulevikus.

Kirjeldus: Mängija saab oma mänguruudustiku paigutusi salvestada ning vajadusel neid hiljem välja kutsuda.

Sammud:

1. Kasutaja vajutab „Salvesta paigutus“.
2. Süsteem salvestab paigutuse lokaalselt.
3. Kasutaja saab seda hiljem uuesti laadida.

Elementide sisse- ja väljalülitamine mängu jooksul

Eesmärk: Juhtida energiavooge, aktiveerides või deaktiveerides elemente.

Kirjeldus: Mängija saab mängu ajal igal hetkel lülitada mänguelemente sisse või välja, mõjutades süsteemi toimimist.

Sammud:

1. Kasutaja vajutab valitud mänguelemendi kaardi lülitit.
2. Kasutaja muudab elemendi olekut (sisse/välja).
3. Süsteem uuendab elemendi olekut ja salvestab muudatuse lokaalselt.

Majapidamiste tarbimismuutuste teavituste kuvamine mängu jooksul

Eesmärk: Teavitada mängijat muutustest energiatarbimises või tootmises.

Kirjeldus: Kui süsteemis toimuvad tarbimismuutused, peab mängija tasakaalu säilitamiseks reageerima.

Sammud:

1. Kasutaja saab visuaalse teavituse tarbimise muutusest.
2. Mängus toimub muutus viis sekundit peale teavituse kuvamist.
3. Kasutaja näeb teavitust ja muudab vastavalt sellele elementide tootmis- või tarbimismahtu
4. Tarbimine stabiliseerub aja jooksul automaatselt.

Õpetuse läbimine mängu alustamisel

Eesmärk: Tutvustada uuele kasutajale mängu põhifunktsioone ja loogikat.

Kirjeldus: Mängu alustamisel näidatakse õpetust, mis juhendab mängijaid mänguelementide ja mängumehhanismide kasutamisel.

Sammud:

1. Kasutaja avab lihtsa taseme.
2. Süsteem kuvab samm-sammult juhiseid (nt lohista liugureid, jälgi tootmist).
3. Kasutaja saab tutvuda rakendusega.
4. Kasutaja sulgeb õpetuse ja süsteem käivitab taseme.

Informatsiooni vaatamine

Eesmärk: Saada lisateavet mänguelementide ja süsteemi töö kohta.

Kirjeldus: Mängija saab mängusiseselt vaadata infot, mille kuvamisel mäng pannake pausile.

Sammud:

1. Kasutaja hõljub hiirega informatsiooninupu kohal.
2. Avaneb info- ja visuaalpaneel.
3. Mäng jääb pausile.
4. Pärast hiirega informatsiooninupult ära liikumist mäng jätkub.

Reaalajas punktisüsteemi jälgimine

Eesmärk: Anda kasutajale tagasisidet reaalajas tegevuste kohta läbi punktide.

Kirjeldus: Mängus kuvatakse pidev tagasiside sageduse ja taastuenergia tasakaalu kohta koos punktide ja tähtedega.

Sammud:

1. Kasutaja jälgib sagedust ja taastuenergia osakaalu.
2. Punktide muutuvad reaalajas.
3. Tähed ja edenemisriba kuvavad kasutaja progressi.

Elektrikatkestusele reageerimine

Eesmärk: Pakkuda kasutajale valikuid pärast mängukatkestust.

Kirjeldus: Elektrikatkestuse korral katkeb mäng ja kasutajale pakutakse võimalust jätkata või naasta tasemete valiku lehele.

Sammud:

1. Toimub katkestus sageduse tasakaalutuse tõttu.
2. Kuvatakse hüpikaken valikutega „Alusta uuesti“ või „Mine tasemete lehele“.
3. Kasutaja teeb valiku ja mäng jätkub vastavalt.

Taseme taastamine

Eesmärk: Mängija saab taastada mängitava taseme algseisundi.

Kirjeldus: Restardi nuppu vajutades taastub antud taseme algseisund ehk elemendid, taimer, punktid.

Sammud:

4. Mängija vajutab restardi nuppu.
5. Kogu tase taastatakse algsesse seisundisse.

Taseme lõpetamine

Eesmärk: Esitada mängijale kokkuvõtte taseme sooritusest.

Kirjeldus: Pärast taseme lõpetamist kuvatakse tulemused. Punktid ja kõik aktiivsed mänguelemendid peatatakse.

Sammud:

1. Mängija lõpetab taseme.
2. Kuvatakse punktisumma ja nupp, mis suunab järgmisele lehele.

Lisa 6 – Kasutajate hinnanguleht

Antud tabelis 7 on näidatud testkasutajatelt tagasiside kogumiseks kasutatud hinnanguleht. Kasutajad vastasid hinnangulehele väidetele numbritega, kus 1 tähendas, et ei nõustuta üldse ja 5, et nõustutakse täielikult.

Tabel 7. Kasutajate hinnanguleht.

Küsimused	Hinnang					Märkused
	1	2	3	4	5	
Mänguline õpe						
Veebirakendus annab tagasisidet tegevustele.						
Interaktiivsed elemendid (nt animatsioonid), aitavad veebirakendusest paremini aru saada						
Veebirakendus tekitab uudishimu õppida						
Veebirakenduse eesmärgid on motiveerivad						
Minu teadmised paranesid veebirakendust kasutades						
Kasutajaliides ja -kogemus	1	2	3	4	5	
Veebirakenduses navigeerimine on loogiline						
Vajalik info on kiiresti leitav						
Vajalikud funktsioonid on intuitiivselt leitavad						
Tagasiside tegevustele on kergesti mõistetav						
Veebirakendust läbib ühtne disain						
Bränd on kergesti tuvastatav						
Veebirakendus töötab sujuvalt						

Veebirakendus tervikuna	1	2	3	4	5	
Veebirakendust on mugav kasutada						
Veebirakenduse eesmärk on arusaadav						
Veebirakendus aitab mõista, kuidas toimib virtuaalne elektrijaam						
Kasutaksin veebirakendust uuesti						
Soovitaksin seda veebirakendust teistele						
Avatud küsimused	Vastus					
Kui soovid, palun kirjuta, mis sulle veebirakenduses kõige rohkem meeldis ja mida saaksime paremaks muuta.						