

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

EVIKAVIHKO

Sovellus koneistajan ja huoltohenkilökunnan työn tukemiseksi
konepajaympäristöön

TEKIJÄ Teija Tilli

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Tietotekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Teija Tilli	
Työn nimi eVikivihko, Sovellus koneistajan ja huoltohenkilökunnan työn tukemiseksi konepajaympäristöön	
Päiväys 15.3.2022	Sivumäärä/Liitteet 26/0
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Hydroline Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää sovellus koneistajien ja huollon työntekijöiden työn tukemiseksi konepajaympäristössä. Kimmokkeena aihevalinnalle toimi opiskelijan oma ura koneistajana toimeksiantajalla. Ajatuksena oli, että tuotannossa ilmenevistä ongelmatilanteista voisi selvittää vähemmällä ajalla ja vaivalla, mikäli metallintyöstökoneen avainosaamista olisi kirjattu ylös ja se olisi hyvin haettavassa muodossa. Lisäksi sovellus olisi väline viestintään sekä huoltohistorian ylläpitoon. Kirjatut tiedot toimisivat muistin tukena ja olisivat kaikkien koneella työskentelevien saatavilla.</p> <p>Sovellus toteutettiin elokuun 2021 ja joulukuun 2021 välisenä aikana. Toteutustekniikoita oli käyttöliittymä puolella HTML, CSS, Javascript, Bootstrap, AJAX ja jQuery. Palvelinpuoli toteutettiin Node.js:llä ja tietokantana toimi MariaDB. Käyttöliittymää suunniteltaessa kerättiin toiveita ja näkemyksiä koneistajilta ja huoltohenkilökunnalta sekä muilta projektissa mukana olleilta.</p> <p>Pilottivaihe alkoi tammikuun 2022 lopulla. Sovelluksen ohessa on palautettu asennusohjeet, käyttöohjeet ja ohjeistus pilottivaiheelle. Sovellusta on esitelty ja sen käyttöön on opastettu tarpeen mukaan kohdeyrityksessä. Jatkokehitystarpeita oli tiedossa jo tämän opinnäytetyön alussa, mutta aiheen rajauksen takia niitä ei sisällytetty tähän työhön. Jatkokehitys toteutuu toisen opiskelijan opinnäytetyönä.</p>	
Avainsanat avainosaaminen, hiljainen tieto, huolto, koneistus, ohje, ongelmatilanne, sovellus	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Information Technology	
Author Teija Tilli	
Title of Thesis eVikavikko, Application to Support the Work of Machinists and Service Personnel in the Manufacturing Environment	
Date 15 March 2022	Pages/Appendices 26/0
Client Organisation /Partner Hydroline Oy	
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the thesis was to develop an application to support the work of the machinists and service personnel in a manufacturing environment. The idea originated from the writer's own career as a machinist in the target company. The aim was that the problem situations in production could be solved with less effort and time if the key expertise in using the metal-working machine would be recorded and thus easily available. In addition, the application would provide a platform for communication and maintenance history. The recorded information would work as a memory aid and be available to all users of the machine.</p> <p>The application was implemented between August and December 2021. Implementation techniques on the client side were HTML, CSS, Javascript, Bootstrap, Ajax and jQuery. The server side was implemented with Node.js and MariaDB. When designing the user interface, wishes and views were collected from machinists and service personnel.</p> <p>The pilot phase began at the end of January 2022. Installation instructions, operating instructions and instructions for the pilot phase were handed over at the start. The application has been presented and guided when needed in the target company. Needs for further development were recognized in the beginning of this project but they were not included in the scope of this thesis. Further development will be implemented and documented in another thesis.</p>	
<p>Keywords</p> <p>key expertise, silent knowledge, maintenance, machining, instruction, problem situation, application</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	HILJAINEN TIETO.....	6
3	KONEPAJAYMPÄRISTÖISSÄ KÄYTETYT JÄRJESTELMÄT	7
4	TEKNINEN TOTEUTUS	9
4.1	Käyttöliittymä	9
4.2	Palvelintoteutus ja tietokanta.....	10
4.3	Toteutuksen työkalut	11
4.4	Käyttöliittymäsuunnittelun lähtökohdat.....	11
5	EVIKAVIHKO-SOVELLUS.....	13
5.1	Toteutusaikataulu	15
5.2	Sivut	15
5.3	Ongelmatilanne	17
5.4	Suosituksia kirjaamiseen.....	19
5.5	Käyttökohteita	19
5.6	Pilottivaihe.....	20
5.6.1	Pilottivaiheen haasteet	21
5.7	Jatkokehitys	21
6	YHTEENVETO JA POHDINTA	23
	LÄHTEET	25
	KUVALUETTELO	
	KUVA 1. Visual Factoryn visuaalinen kooste koneiden käyntivalvonnasta (igusystem, ei pvm).	8
	KUVA 2. Esimerkki CSS:n käytöstä.	9
	KUVA 3. Tietokannan ER-kaavio	10
	KUVA 4. Visual Studio Code on työssä käytetty koodieditori. Kuvaaja Luis Gomes palvelusta Pexels (Gomez).....	11
	KUVA 5. Prosessikaavio eVikavihkon käytöstä koneistustyössä.	14
	KUVA 6. Aloitusivu	15
	KUVA 7. Hallintasivu.....	16
	KUVA 8. Konesivu	16
	KUVA 9. Huoltosivu	17
	KUVA 10. Erilaisia CNC-koneiden ohjausyksiköiden käyttöliittymiä. (Hydroline Oy, 2022)	18
	KUVA 11. eVikavihko käyttöympäristössään (Hydroline Oy, 2022).	21

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää sovellus, joka tukee koneistajan ja huollon työntekijöiden työskentelyä konepajaympäristössä. Sovelluksen nimeksi muotoutui eVikavihko. Sovellus on tarkoitettu metallintyöstökoneen käyttöön liittyvän hiljaisen tiedon ja huoltohistorian keräämiseen sekä viestintään. Pääkäyttäjinä toimivat koneistajat ja huollon työntekijät.

Työn tilaaja on Hydroline Oy, Suomen suurin hydraulisylinterien suunnittelija ja valmistaja. Yrityksen päätoimipiste on Siilinjärvellä Vuorelassa ja tytäryhtiö Puolassa. Hydroline tarjoaa myös hydraulisten sylinterien kunnostuspalveluja. Niistä vastaa Hydroline Services. Servicellä on toimipisteet Vuorelassa ja Hämeenlinnassa. (Hydroline Oy, ei pvm) Vuorelan tehtaalla on monipuolinen konekanta ja koneiden huollosta vastaa opinnäytetyön tekoaikana Konecranes.

Olen työskennellyt koneistajana kyseisessä yrityksessä noin 10 vuotta. Käytännön kokemuksen tuomasta näkemyksestä kehittyi ajatus tämän opinnäytetyön aiheesta. Tuotannon metallintyöstökoneilla esiintyvät ongelmatilanteet voivat aiheuttaa työn viivästymistä. Ongelmatilanne voi olla yksinkertaisestikin ratkaistavissa, mutta senhetkiselällä käyttäjällä ei välttämättä ole tietotaitoa asian hoitamiseen. Ratkaisuun tarvitaan *hiljaista tietoa* eli tässä yhteydessä metallintyöstökoneen käyttöön liittyvää avainosaamista. Muun muassa tätä tietoa sovelluksen avulla kerätään, ja sen on tarkoitus olla yhteisesti hyödynnettävissä sekä helposti saatavilla.

2 HILJAINEN TIETO

Hiljainen tieto on monimerkityksellistä, mutta usein sillä tarkoitetaan tietoa, joka on ei-sanallista. Ihmiselle hiljaista tietoa karttuu kokemuksen kautta. Tällöin on kertynyt paljon osaamista, jota on vaikea ilmaista, mutta joka näkyy toiminnassa erilaisina tapoina, rutiineina, käytäntöinä ja tuntemuksina. Menestyksekkääseen toimintaan tähdätessä hiljaisella tiedolla on nähty olevan merkitystä lähes jokaisella elämän alueella. (Jyväskylän yliopisto)

Työelämän tehokkuus uhkaa vaarantaa hiljaisen tiedon, avainosaamisen, siirtymisen työntekijältä toiselle. Sen siirtämiseen ei ole keksitty kovin hyviä menetelmiä, mutta parhaaksi keinoksi ovat osoittautuneet mestari-kisälliparit tai työpari, joka tekee tiiviisti yhteistyötä. Avainosaamista on sekä nuorilla että vanhoilla työntekijöillä, eli se ei ole ainoastaan eläkkeelle jäävien omaisuutta. Jotta työn sujuvuus ja laatu eivät kärsi, kannattaa työpaikalla huolehtia siitä, ettei avainosaaminen ole pelkätään harvojen käsissä. (Yle, 2015)

Metallintyöstökoneen sujuva käyttö vaatii paljon yksityiskohtaista tietoa ja sitä kertyy vuosien varrella. Koneen teknisen käytön lisäksi työssä tarvitaan kognitiivista ja sosiaalista tietoa ja taitoa. Tämä on juuri hiljaista tietoa, koneen käyttöön ja työhön liittyvää avainosaamista. Opinnäytetyön sovellus sai alkunsa ajatuksesta, että työhön liittyviä viivytyksiä voitaisiin lyhentää hiljaisen tiedon siirtämisellä ja jopa välttää, kun tiettyjä asioita olisi kirjattu ylös. Kirjattu tieto toimisi muistin tukena ja ammattitaidon syventäjänä. Kaikkea, esimerkiksi vuosien varrella kertynyttä koneen huoltohistoriaa, ei voi olettaakaan työntekijän muistavan.

Usein metallintyöstökoneella on monia käyttäjiä, vähintään aamu- ja iltavuorolainen. Koneella voi olla väliaikaisia työntekijöitä ja kesätyöläisiä. Lisäksi huollon työntekijät työskentelevät tarvittaessa koneella. Tarpeellisen tiedon siirtäminen käyttäjältä toiselle voi olla haasteellista. eVikavihko-sovellus tähtää koneen käytön avainosaamisen siirtämiseen käyttäjältä toiselle. Kaiken kartoittaminen on mahdotonta, mutta osan pystyy kirjaamaan ylös. Tämä liittyy eteenkin tekniseen avainosaamiseen, mutta myös muuhun.

3 KONEPAJAYMPÄRISTÖISSÄ KÄYTETYT JÄRJESTELMÄT

Kun valmistavan teollisuusyrityksen toiminta kasvaa, tulee tarve kehittää tuotantoprosesseja. Tilasta on tuotannon monitoroinnille, paremmalle hallinnalle ja reaaliaikaisen informaation saamiselle tuotannon tilasta. Nämä ovat tärkeitä pohjatietoja prosessien päätösten tekoon ja prosessien vaiheiden kontrollointiin. Liiketoiminnan menestys kilpaillulla alalla saavutetaan usein jopa minimaalisilta tuntuvilla säästöillä prosessien läpimenoajoissa, saavutetussa tuotteen laadussa tai lopputuotteen hinnassa. Jotta liiketoimintaa saataisiin kehittymään ja kilpailukykyä parannettua globaaleilla markkinoilla, yritykset kokeilevat kasvavassa määrin erilaisia keinoja tuotantoprosessien edistämiseen, kuten Lean-ajattelua, TQM- ja re-engineering-malleja, sekä erilaisia tietoratkaisuja.

(Beric;Stefanovic;Lalic;& Cosic, 2018)

Tietoratkaisuihin on nykyisin olemassa markkinoilla useita tietojärjestelmiä, kuten CRM (Customer Relationship Management), SCM (Supply Chain Management), SRM (Supplier Relationship Management), CPM (Corporate Performance Management), ERP (Enterprise Resource Planning) ja MES (Manufacturing Execution Systems). Yhteistä näille on se, että ne vaikuttavat työntekijöihin sekä valtaosaan organisaation osastoista ja liiketoimintaprosesseista. (Beric;Stefanovic;Lalic;& Cosic, 2018)

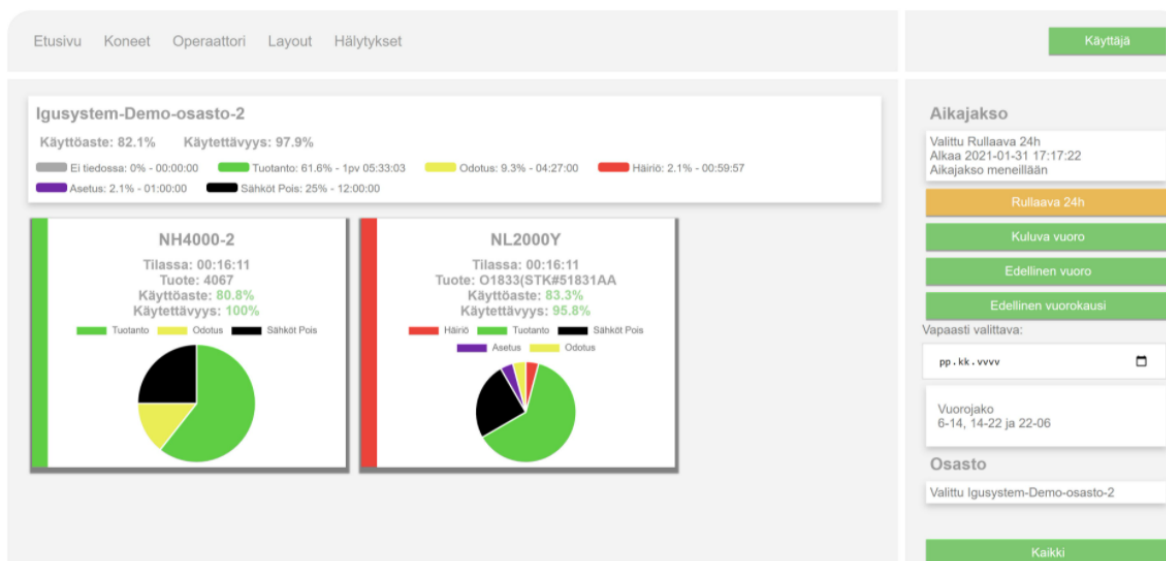
Suomessa markkinoiden yleisimpiä ja tarjotuiimpia tietoratkaisuja konepajoille ovat erilaiset ERP- ja MES-järjestelmät. palveluntarjoajia on paljon, eikä rajanveto aina ole täysin yksiselitteinen näiden ja muiden tuotannossa käytettävien järjestelmien välillä.

MES-järjestelmä viittaa yleensä valmistukseen ja tuotannonohjaukseen sekä –hallintaan, ja sitä voidaan käyttää päivittäisjohtamisen työkaluna. MES:n on tarkoitus koota ja yhtenäistää eri lähteissä oleva digitaalinen tieto ja auttaa työntekijää pääsemään kaikkeen työssä tarvittavaan tietoon käsiksi. (Pinja, ei pvm) MES kerää tuotannon koneilta reaaliaikaista dataa ja yhdessä esimerkiksi tilauskanta-tietojen avulla se mahdollistaa tuotannon optimoinnin ja lyhyen aikavälin suunnittelun (Junnila, 2021, s. 3).

ERP-järjestelmää puolestaan voisi ajatella yrityksen ydinliiketoimintaprosessien johtamiseen tarvittavana ohjelmistojärjestelmänä. ERP voi auttaa integroidusti hallitsemaan prosesseja esimerkiksi taloushallinnossa, henkilöstöhallinnossa, tuotannossa, toimitusketjuissa, palveluissa ja hankinnoissa. Sitä voisi kutsua organisaation tallennusjärjestelmäksi. Nykyään ERP voidaan toimittaa pilvipalvelun kautta ja se voi hyödyntää uusinta teknologiaa, kuten tekoälyä ja koneoppimista. ERP koostuu useista eri osa-alueista, moduuleista, ja lopullinen hinta koostuu paitsi moduulien määrästä, myös käyttöönotton menetelmästä. (SAP, ei pvm)

Tuottavan teollisuuden käyttöön on tarjolla myös tuotannon visualisointiin ja analysointiin käytettäviä BI-ratkaisuja (Business Intelligence). BI:n halutuimpia ominaisuuksia ovat visualisointi, raportointi, ennakoiva analytiikka, datan louhinta ja kojelautaratkaisut. BI-ratkaisuja muunnellaan yrityksen tarpeen ja tarjolla olevat datan mukaan, joten käyttökohteita on yhtä monta kuin BI-tuotteiden tilaajia. (Adair) Konepajoilla esimerkiksi tuotannon koneilta kerätty data esitetään erilaisina diagrammeina ja niistä voidaan tehdä yhteenvetoja ja vertailuja. Alla olevassa kuvassa (KUVA 1) esimerkki koneiden käytntävalvonnan visualisoimisesta Visual Factoryn tuottamana. VisualFactory edustaa ADC-

järjestelmää eli tuotantokoneiden monitorointia, ja tuote sisältää myös DNC:n eli työstökoneiden tiedonsiirron (Hiltunen, 2022).



KUVA 1. Visual Factoryn visuaalinen kooste koneiden käyntivalvonnasta (igusystem, ei pvm).

ERP, MES ja BI ratkaisut sisältävät toimintoja yrityksen tarpeen mukaan. Ne ovat pääosin toimihenkilöiden käyttöön tarkoitettuja ja johtamista tukevia ratkaisuja. Niiden käyttö edellyttää, että esimerkiksi konepajoilla tuotannon työntekijät syöttävät järjestelmään tiedon prosessin etenemisestä tai työkoneen käyntivalvonta antaa siihen dataa. eVikavihkon on tarkoitus olla pääasiassa tuotannon työntekijän omaan käyttöön tarkoitettu sovellus. Se voisi olla lisäosa esimerkiksi MES-ratkaisuun tai yhtä hyvin toimia itsenäisenä kokonaisuutena. Sovelluksella ei kerätä dataa päivittäisestä tekemisestä, vaan sitä käytetään tarvittaessa käytännön työn tekemisen tueksi. Sovelluksen tarkoitus on muun muassa tarjota kirjatun datan avulla keinoja työntekijälle käytännön ongelmatilanteissa, jotka voivat keskeyttää tuotannon tai viivästyttää sitä. Ongelmatilanteen ratkeamisen kautta tuotantoprosessi pääsee jatkumaan.

4 TEKNINEN TOTEUTUS

eVikavihko on selainpohjainen ratkaisu, eli web-sovellus, ja se toimii yrityksen sisäverkossa. Koska kohdeyrityksessä metallintyöstökoneiden yhteydessä on tietokoneet näyttöpäätteineen, on käyttäjillä pääsy eVikavihkoon suoraan työpisteiltä. Selainpohjainen ratkaisu on luonteva, koska työpisteillä on käytössä muitakin selainpohjaisia ohjelmia kuten MES. Selainpohjaisilla ratkaisuilla on käyttöliittymä, johon sovelluksen käyttäjä pääsee käsiksi selaimen kautta, esimerkiksi MicrosoftEdgen tai Chromiumin. Ratkaisun palvelinpuoli vastaa käyttöliittymän sivujen tuottamisesta sekä tietokantayhteydestä, ja se välittää sivut tietoverkon kautta selaimelle.

4.1 Käyttöliittymä

eVikavihko sovellus on niin sanottu Full Stack –ratkaisu, toisin sanoen se sisältää palvelinpuolen eli backendin ja asiakaspuolen eli frontendin. Frontend on osa verkkosivustoa ja kaikki se, mitä käyttäjä näkee ja minkä kanssa hän on vuorovaikutuksessa. Tämä tarkoittaa graafista käyttöliittymää ja sen käyttäjälle tarjoamia toimintoja (Betweenmates, 2018).

eVikavihkon frontendin tekniikoita ovat HTML, CSS, Bootstrap, Javascript, jQuery ja AJAX. HTML (Hypertext Markup Language) on internetsivuilla käytetty standardoitu merkintäkieli (W3School, ei pvm). eVikavihkossa on jokaiselle käyttäjän näkemälle sivulle oma HTML-sivu. CSS (Cascading Style Sheet) puolestaan on tyylikieli, joka muodostaa HTML-sivun ulkoasun (Petepe web, 2003). Ilman CSS-tyylikieltä sivut näyttäisivät ulkoasultaan erilaisilta, kuten alla olevissa kuvissa (KUVA 2).



KUVA 2. Esimerkki CSS:n käytöstä.

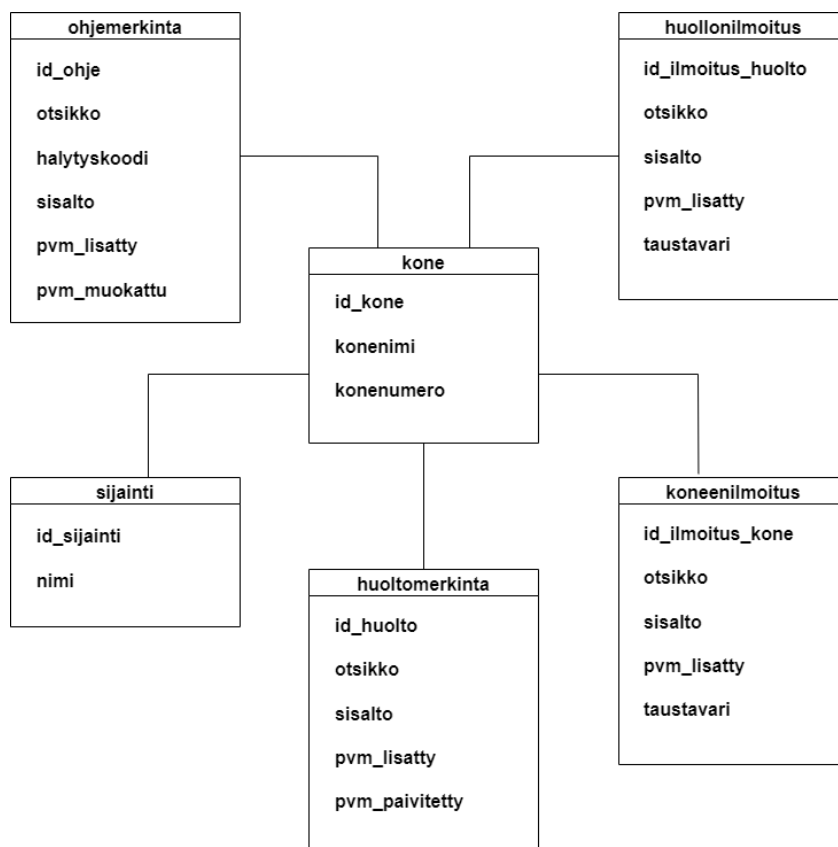
CSS:n avulla voidaan määritellä esimerkiksi tekstien ja painikkeiden sijoittelut sekä koko ja väri. Kun sivun ulkoasu on harkittu, sen toiminnot ovat helpommin hahmotettavissa ja käyttömukavuus lisääntyy. Bootstrap on laajasti käytetty CSS framework, joka edesauttaa muun muassa sivuston responsiivisuuden kehittämistä eli sitä, miten sivusto skaalautuu erikokoisille näytöille (W3School, ei pvm). Framework puolestaan tarkoittaa valmiita HTML-, CSS- ja Javascript- tekniikoiden kirjastoa (Peltomäki, 2014). Javascript on yleinen ohjelmointikieli, jolla lisätään verkkosivun toiminnallisuutta (MDN Web Docs mozilla). Javascriptia käytetään eVikavihkossa esimerkiksi, kun siirrytään sivulta toiselle tai painetaan jotain painiketta ja saadaan siihen vastike. JQuery-tekniikan käyttö lyhentää Javascript-koodin kirjoittamista, ja näin sen on tarkoitus helpottaa koodin kirjoittamista (W3Schools,

ei pvm). AJAX-tekniikka (Asynchronous Javascript And XML) käytetään kommunikointiin palvelinpuolen kanssa. Sen avulla voi lukea tietoja palvelimelta asiakaspuolelle ja vastavuotoisesti lähettää tietoa palvelinpuolelle (W3School, ei pvm). eVikavihkossa sitä käytetään esimerkiksi sivun osittaiseen päivittämisen, jolloin sivua ei tarvitse ladata kokonaan uudelleen.

4.2 Palvelintoteutus ja tietokanta

Palvelintoteutus eli backend vastaa toiminnasta sovelluksen taustalla ja käsittää kaiken sen, minkä kanssa käyttäjä ei voi olla suoraan kosketuksissa. Backend kommunikoi frontendin ja tietokannan kanssa ja vastaa tiedon siirtymisestä näihin oikein (Betweenmates, 2018). eVikavihkon backendin alustana on Node.js., joka hyödyntää Javascriptia, ja sen avulla käsitellään asiakaspäästä tuleva tieto sekä ollaan yhteydessä tietokantaan (Geek Culture, 2021). eVikavihkossa Node.js esimerkiksi vastaanottaa palvelinpuolella käyttäjän syöttämän uuden koneen tiedot, käsittelee ne, luo yhteyden tietokantaan ja lähettää sinne käsitellyt tiedot.

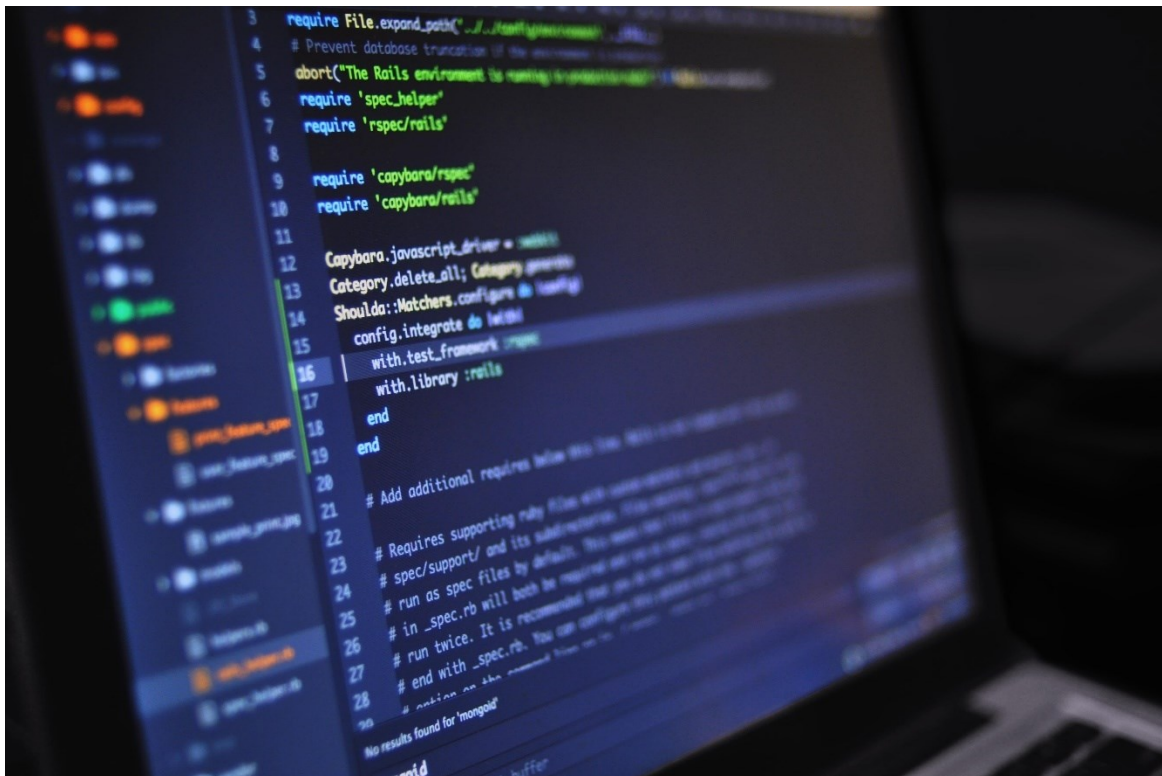
Tietokantapalvelimena toimii avoimen lähdekoodin relaatiotietokanta, MariaDB (MariaDB Foundation, ei pvm). Relaatiotietokanta pohjautuu relaatiomalliin, jossa tietokantataulujen välille luodaan yhteyksiä. Taulut koostuvat sarakkeista ja riveistä, ja kultakin riviltä löytyy aina saraketta vastaava tieto. Backendin puolelta tietokantaan otetaan yhteyttä Node.js:llä, ja kyselyt tietokantaan suoritetaan käyttämällä SQL-kieltä (Structured Query Language). (Oracle, ei pvm) eVikavihkon tietokanta koostuu kuudesta taulusta (KUVA 3), joihin kerätään tietoa konepajan sijainneista, koneista, koneiden ilmoitustaulun ilmoituksista, ohjemerkinnoista, huollon ilmoitustaulun ilmoituksista ja huoltohistoriasta.



KUVA 3. Tietokannan ER-kaavio

4.3 Toteutuksen työkalut

eVikavihkon koodaamiseen on käytetty Visual Studio Codea (VS Code). Se on tietokoneen työpöydällä käytettävä kevyt, mutta tehokas lähdekoodieditori. Siinä on sisäänrakennettu tuki Javascript-, Typescript- ja Node.js -ohjelmointikielille ja laajennuksia on tarjolla kattavasti muillekin kielille. (Microsoft, ei pvm) VS Code on saatavilla macOS-, Linux- ja Windows -käyttöjärjestelmille (Microsoft, ei pvm).



KUVA 4. Visual Studio Code on työssä käytetty koodieditori. Kuvaaja Luis Gomes palvelusta Pexels (Gomez).

Tietokannan tekemiseen ja hallintaan on käytetty HeidiSQL:ää. HeidiSQL voi käsitellä relaatiomallia käyttäviä tietokantoja kuten MariaDB, MySQL, Microsoft SQL, PostgreSQL ja SQLite. Erityisesti MariaDB- ja MySQL -tietokantojen hallinnassa se on maailmanlaajuisesti hyvin suosittu. (HeidiSQL, ei pvm)

4.4 Käyttöliittymäsuunnittelun lähtökohdat

UX (User Experience) suunnittelussa eli käyttäjäkokemussuunnittelussa on tavoitteena auttaa käyttäjää suorittamaan tehtäviä tavoitteiden saavuttamiseksi. UX sisältää myös sen, mitä käyttäjä ajattelee ja tuntee tai millaisia mielleyhtymiä tuotteen käyttö antaa. (Mara, 2020)

eVikavihko on pyritty suunnittelemaan siten, että sen käyttö olisi mahdollisimman jouhevaa konepajympäristössä. Käyttöliittymä tulee olla selkeä, yhdenmukainen ja yksinkertainen. Käytössä olevat ominaisuudet ovat mietittyjä, jopa karsittuja. Näillä toimenpiteillä on pyritty lisäämään sovelluksen opittavuutta. Opittavuus tarkoittaa aikaa, joka kestää oppia suorittamaan jokin tietty tehtävä (Laine, 2012). Tavoite on, että käyttäjän teknisistä valmiuksista riippumatta sovelluksen toiminnot ovat opittavissa lyhyen koulutuksen jälkeen ja ne ovat helposti mieleen palautettavia.

Yhdenmukaisuus on huomioitu sivujen graafisessa ulkoasussa ja toiminnoissa. Pienet painikkeet on kokonaan poissuljettu käyttöliittymästä. Suuremmat painikkeet ovat helpommin hahmotettavissa ja niitä on nopeampi käyttää. Käyttöliittymän värimaailma pyrkii auttamaan hahmottamista. Mikäli ohjetekstiä on, se on pyritty kirjoittamaan mahdollisimman lyhyesti ja selkeästi. Käyttöliittymän kielenä on suomi, jotta valtaosa käyttäjistä saa käyttää omaa äidinkieltään eikä sen suhteen tule ymmärtämisongelmia. Sivuja on vähän ja niiden välillä ja niiden sisältämiin toimintoihin on helppo navigoida.

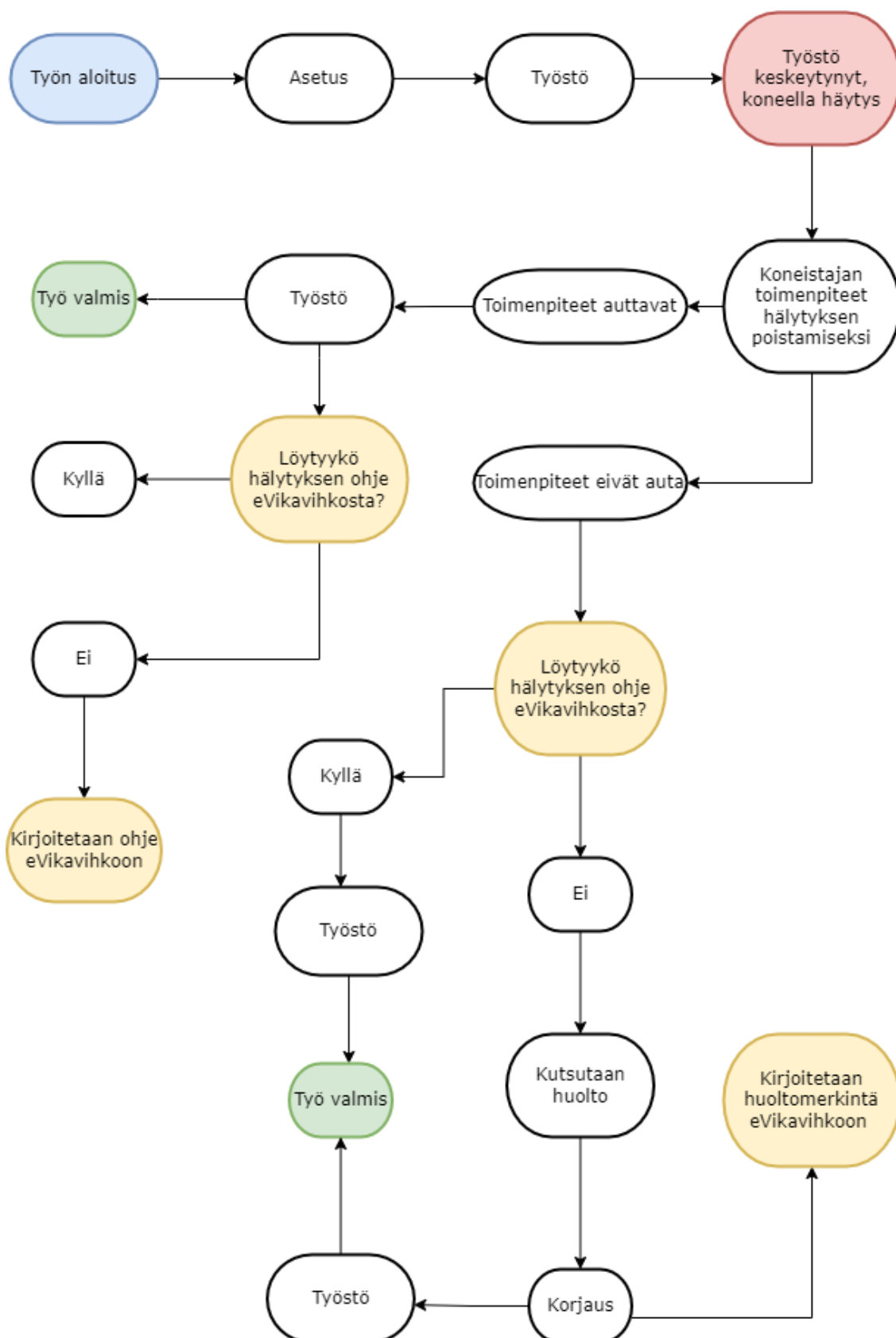
5 EVIKAVIHKO-SOVELLUS

Sovelluksen nimeksi muotoutui eVikavihko. Aikanaan niin sanottuihin ”vikavihkoihin” on voitu merkata ylös metallintyöstökoneiden antamia hälytyksiä ja tietoa siitä, miten niistä toivutaan. eVikavihko on moderni ratkaisu tämän ja muun hiljaisen tiedon taltioimiseen. eVikavihkoon kerätty huoltohistoria jää metallintyöstökoneen yhteyteen ja on käyttäjien saatavilla. Ilmoitustaulutoiminnon avulla voi lisäksi säilyttää akuutit ja pidempään muistettavat työhön liittyvät asiat. eVikavihkolla on siis neljä perustehtävää:

- kerätä ohjeita arkityöhön
- kerätä huoltohistoria
- parantaa viestintää
- auttaa ongelmanratkaisussa.

eVikavihkon pääasiallisia käyttäjiä ovat koneistajat ja huollon työntekijät. He keräävät tietoa ja käyttävät sitä. Koneella harvemmin työskentelevälle, esimerkiksi huollon työntekijät, kesätyöläiset ja tuuraajat hyötyvät todennäköisesti ohjeista eniten. Kokeneempi koneistaja taas hyötyy huoltohistorian tuntemuksesta, samoin kuin huollon työntekijä. Huoltomerkintöjä voi tarvittaessa merkata osin pikutarkastikin, mikäli arvelee siitä olevan hyötyä tulevien huoltojen yhteydessä. Kirjatut tiedot toimivat myös muistin tukena.

Seuraava prosessikaavio pyrkii hahmottamaan, millaisissa työn vaiheissa eVikavihko voi muun muassa olla käytössä, sekä karkeasti työn eri vaiheita (KUVA 5). Työ tarkoittaa tässä koneistajan tekemää työtä metallintyöstökoneella. Asetus tarkoittaa prosessikaaviossa koneen valmistamista työstöä varten, kuten terien mittausta ja kappaleen kiinnityksen valintaa. Työstö tarkoittaa tässä koneellista, lastuavaa metallin työstöä eli koneistusta. Lastuavaa työstöä voi tehdä esimerkiksi sorvaamalla, jyrsimällä, poraamalla, sahaamalla tai hiomalla. (Maaranen, 2012, s. 15)



KUVA 5. Prosessikaavio eVikavihkon käytöstä koneistustyössä.

eVikavihkon on tarkoitus antaa apua ongelmatilanteesta toipumiseen. Ongelmatilanteesta tarkemmin kohdassa 5.3. Prosessikaavion tapauksessa kone on antanut hälytyksen, joka keskeyttää työstön. Tämä voi aiheuttaa tuotannon viivästystä, mikäli koneistaja ei tiedä, miten toimia. Jos toimintaohje hälytystä varten on merkattu eVikavihkoon, ongelmatilanteesta voi selvitä ilman suurempaa työn viivästystä. Mikäli ohjeesta ei ole apua, vaan tilanne ratkeaa muulla tavoin, voi senkin merkata

lisäyksenä kyseiseen ohjeeseen. Näin on löytynyt jo kaksi tapaa ratkaista tilanne. Voi kuitenkin riittää, että tieto merkataan vain kerran ja sama ohje toimii jatkossakin.

Sovelluksena eVikavihko on juuri niin hyvä ja hyödyllinen, kuin millaiseksi käyttäjät sen tekevät. Kohdassa 5.4 Suosituksia kirjaamiseen on käsitelty muutamia asioita, jotka jokaisesta koneesta kannattaisi kirjata ylös.

5.1 Toteutusaikataulu

Opinnäytetyö alkoi virallisesti aloituspalaveripäivänä 26. elokuuta 2021. Käytännössä opinnäytetyön aihe alkoi muotoutumaan jo kesällä 2020, ja idea sai vahvistusta kesällä 2021. Toiminnallisuuksia hahmoteltiin vielä huollon työntekijöiden tarpeita kartoittaen. Toimintoja oli myös rajattava, jotta työ ei kasvaisi liian isoksi. Työ eteni odotettua nopeammin. Sovelluksen ajateltiin valmistuvan pilottikuntoon toukokuussa 2022. Pilottivaihe saatiin kuitenkin käyntiin jo tammikuun 2022 lopulla.

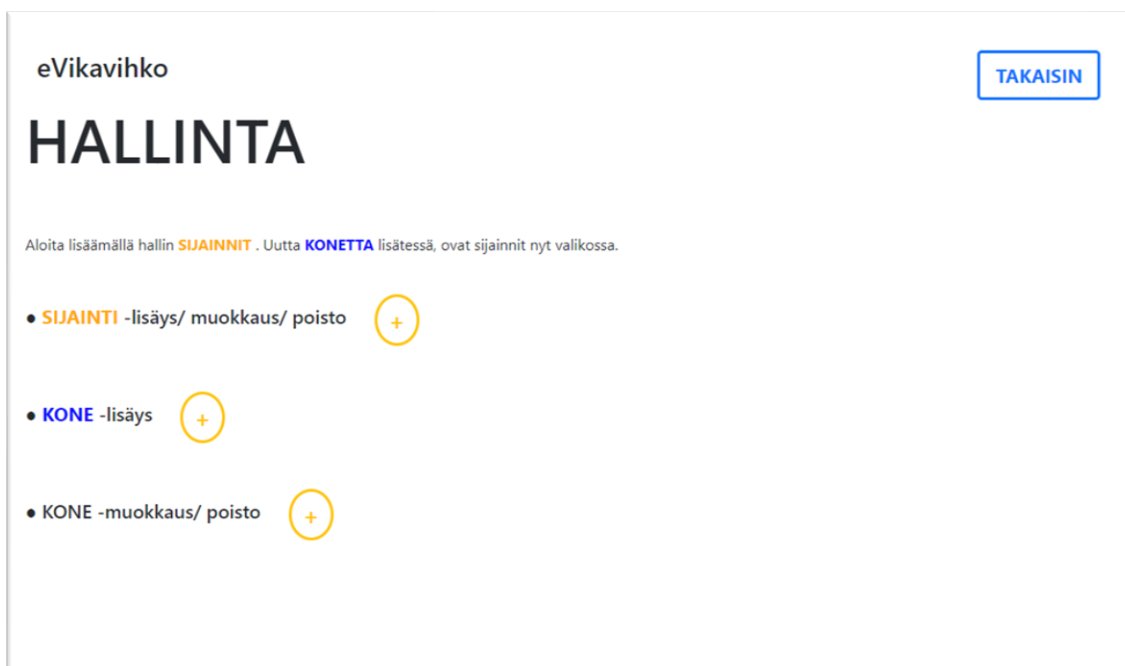
5.2 Sivut

eVikavihko koostuu neljästä sivusta, jotka on nimetty Aloitus-, Hallinta-, Kone- ja Huoltosivuksi. Seuraavaksi esitellään sivujen toiminnot karkeasti.

Käyttö aloitetaan Aloitussivulta (KUVA 6), josta pääsee liikkumaan Hallintasivulle tai Konesivulle. Konesivulle liikuttaessa valitaan valikosta koneen sijainti hallissa ja koneen nimi. Hallintasivulle pääsee painamalla HALLINTA-painiketta, Konesivulle puolestaan painamalla OK-painiketta.

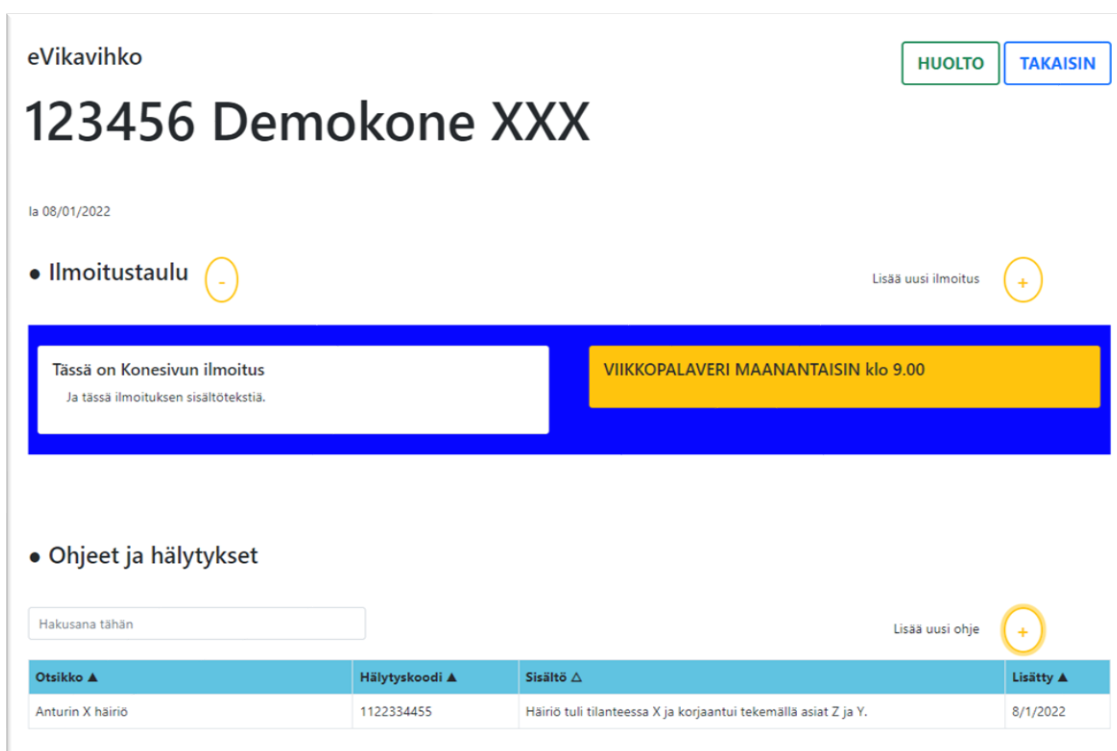
KUVA 6. Aloitussivu

Hallintasivulla (KUVA 7) voi lisätä, muokata tai poistaa koneita ja hallin sijainteja. Toimintojen sisällöt avautuvat ja sulkeutuvat keltaisista ympyräpainikkeista. Aloitussivulle liikutaan takaisin TAKAISIN-painikkeesta. Koneiden ryhmittäminen eri sijaintien alle helpottaa halutun koneen hakemista aloitussivulla. Sijainteja kohdeyhteyksessä ovat esimerkiksi osavalmistus, putkivarsi ja VS1.



KUVA 7. Hallintasivu

Konesivulla (KUVA 8) on mahdollisuus lisätä ilmoitustaululle ilmoituksia muutamilla eri pohjavärivaihtoehdoilla. Lisääminen tapahtuu LISÄÄ UUSI ILMOITUS -painikkeesta. Ilmoitusta klikkaamalla avautuu näkymä, jossa ilmoitusta saa muokattua tai sen voi poistaa. Samoin Ohjeet ja hälytykset -tauluun voi lisätä ohjeen LISÄÄ UUSI OHJE -painikkeesta. Ohjetta voi tarkastella, muokata tai poistaa klikkaamalla haluttua ohjeriviä. Jos ohjeita on paljon, hakutoimintoa voi käyttää suodattamaan ohjeita hakusanan tai päivämäärän mukaan. Koneen huoltosivulle pääsee painamalla HUOLTO-painiketta ja Aloitusivulle painamalla TAKAISIN-painiketta.



KUVA 8. Konesivu

Huoltosivun (KUVA 9) ilmoitustaulussa on samat toiminnot kuin konesivun ilmoitustaulussa. Huoltohistoria-taulu toimii myös samoin kuin Konesivun Ohjeet ja hälytykset -taulu. Eroavaisuutena Hälytyskoodi-sarake puuttuu. Paluu Konesivulle tapahtuu TAKAISIN-painikkeesta.

eVikavihko TAKAISIN

123456 Demokone XXX -HUOLTO

la 08/01/2022

• Ilmoitustaulu Lisää uusi ilmoitus

Seuraava vuosihuolto 2023 vk 2.

• Huoltohistoria Lisää huoltomerkintä

Hakusana tähän

Otsikko ▲	Sisältö ▲	Lisätty ▲
Vuosihuolto 2022	Huoltoon käytetty 4 pv. Myös robotti huollettu ja lukitustapit (4kpl) suunnitellusti vaihdettu huollon yhteyde...	8/1/2022

KUVA 9. Huoltosivu

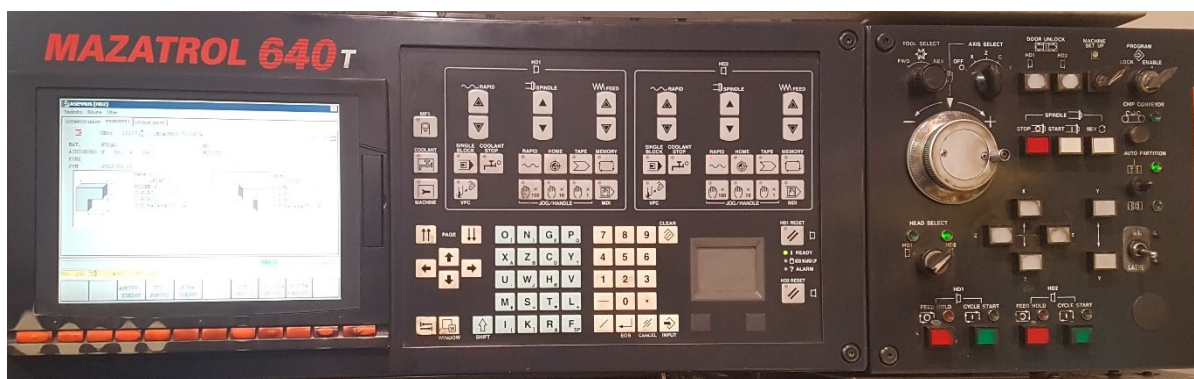
5.3 Ongelmatilanne

Tässä yhteydessä ongelmatilanne tarkoittaa tilannetta, joka viivästyttää metallintyöstökoneella työn sujuvaa etenemistä. Ongelmatilanteita syntyy eri tavoin. Kohdeyhteyksessä metallintyöstökoneet ovat lähes kaikki tietokoneohjattuja CNC (Computer Numerical Control) -koneita. Tietokone on yleensä työstökoneen oma ohjausyksikkö (Heinonen & Kalliolahti, 2020, s. 86). CNC-koneet antavat hälytyksen jonkin vian ilmaantuessa, ja se voi muodostua ongelmatilanteeksi. Hälytys tulee numerokoodin muodossa ja lyhyen selitteen kanssa. Hälytys voi tulla erinäisistä syistä esimerkiksi liian vähäisestä johdevoiteluöljystä, akseleiden tai karan liian voimakkaasta kuormituksesta, antureiden häiriöistä, väärästä työkalun käytöstä ohjelmassa. Lisäksi CNC-koneeseen voi olla liitettyä lisälaitteita, kuten robotti, joka puolestaan mutkistaa koneen käyttöä.

Hälytyksiin törmätään enemmän tai vähemmän käyttäjistä, koneen kunnosta ja toiminnasta riippuen. Koneella työskentelevä uusi koneistaja kohtaa näitä useammin kuin vanha, joka osaa jo toimia koneen vaatimalla tavalla. Kokeneella koneistajalla voi olla yleisimmistä hälytystilanteista selviäminen jo liikemuistissa. Tästä esimerkkinä tilanteen vaatima ohjausyksikön painikkeiden ja vipukytkinten sujuva käyttö. Uusi työntekijä taas joutuu käyttämään tilanteeseen enemmän aikaa ja ajatusta, samoin huollon työntekijä, joka työskentelee koneella harvoin. Joskus kokeneenkaan koneistajan keinot eivät pure hälytyksen poistamiseen, vaan on kutsuttava huolto apuun.

Koneella tehtävät huoltotyöt ja korjaukset vaativat koneen peruskäytön osaamista. Kohdeyrityksessä on monipuolinen konekanta, joka on karttunut useamman vuosikymmenen varrella. Koneiden käyttöliittymät vaihtelevat (KUVA 10) ja ovat erilaisia jopa samanmerkkisissä koneissa. Siten huollon työntekijöille koneen peruskäytön osaaminen luo omat haasteensa, koska koneella työskennellään vain satunnaisesti. Lisäksi koneisiin voi tulla vuosien varrella yksilöllisiä vikoja, jotka on käyttäjän osattava ottaa huomioon. Huoltotyön yhteydessä koneen vakiokäyttäjä voi olla huollon apuna, mutta aina näin ei ole. Silloin ylös kirjatusta ohjeista voi olla apua huollon työn etenemisen kannalta.

eVikavihkoon voi merkata hälytyskoodin ja ohjeen, miten ongelmatilanteesta toivutaan. Koodi tai siihen liittyvä asiasana tai sen osa on helposti haettavissa hakutoiminnon avulla. Ohjetta voi tarvittaessa muokata ja täydentää. Ongelmatilanne voi tulla ilman koneen antamaa hälytystäkin, joten hälytyskoodin merkkäminen ohjeeseen ei ole pakollista.



KUVA 10. Erilaisia CNC-koneiden ohjausyksiköiden käyttöliittymiä. (Hydroline Oy, 2022)

5.4 Suosituksia kirjaamiseen

Seuraavaan listaukseen on laitettu muutamia metallintyöstökoneen peruskäyttöön liittyviä toimintoja. Niitä tarvitaan myös huoltojen yhteydessä. Mikäli niitä ei suoriteta täsmälleen oikein, ne eivät onnistu ja voivat viivästyttää työskentelyä. Nämä on koneistajan suositeltavaa kirjata Ohjeet ja hälytykset -tauluun. Listausta voi tarpeen mukaan täydentää tai muuttaa.

Peruskäyttölistaus:

- virrat päälle ja pois
- referenssiin ajo
- ovien avaus ja sulkua
- akseleiden ajo (käsipyörällä ja pikaliikkeellä)
- lastunkuljettimen eteen ja taakse ajo
- karan lukitus ja avaus
- työkalurevolverin ja -makasiinin käyttö.

Mikäli eVikavihko on pitkäaikaisessa käytössä, huollon työntekijät voivat luottaa, että ainakin nämä asiat löytyvät tarvittaessa koneen yhteydestä ylös kirjattuna. Niihin voi tukeutua tarvittaessa ja esimerkiksi varmistaa, tekeekö jonkin toiminnon oikein. eVikavihkon ohjeesta voi selvittää esimerkiksi, että yksi vipukytkin on jäänyt referenssiin ajaessa kääntämättä ja siksi kone hälyttää. Yhtä lailla peruskäyttöohjeet voivat auttaa koneen uutta työntekijää. Peruskäyttöön liittyvä kirjaaminen olisi tarkoitus tapahtua hiljalleen työn ohessa, esimerkiksi yksi ohje viikossa. Tämä siksi, että muu työ ei kuormitu sovelluksen käyttöönoton takia.

Suosittelua on myös metallintyöstökoneen huoltojen ja korjausten kirjaaminen, jolloin huoltohistoria jää koneen yhteyteen talteen ja on koneen käyttäjien saatavilla. Kun huoltotoimenpide huollon puolesta tehdään koneelle, huollon työntekijä, tai sovittaessa koneistaja, merkkää tehdyn toimenpiteen Huoltohistoria-tauluun.

5.5 Käyttökohteita

Seuraavassa taulukossa on muutamia esimerkkejä, missä tilanteissa eVikavihkoa voi käyttää.

Tilanne	Sovelluksen käyttö
Uusi työntekijä tulee koneelle.	Uusi työntekijä voi tarvittaessa tukeutua kirjattuihin ohjeisiin ja tehdä niitä yhdessä kouluttavan koneistajan kanssa. Merkintöjä voi tehdä esim. koneen hälytyksistä, peruskäytöstä, ohjelmoinnista tai työn asetustiedoista. eVikavihko ei korvaa työntekijän hyvää perehdytystä työkoneelle.
Uuden koneen käyttöönotto.	Peruskäytön ja ongelmatilanteiden kirjaaminen kannattaa aloittaa jo käyttöönottokoulutuksen aikana.

<p>Pitäisi tietää milloin ja mitä koneelle on tehty huoltokäynnillä.</p>	<p>Huoltosivulta voi tarkistaa tehdyt toimenpiteet ja ajan. Huoltohistorian tuntemus voi auttaa päätöksenteossa, esim. viimeksi vaihdettu varaosa B, joka ei ollut pitkäikäinen, kokeillaan seuraavaksi varaosa A:ta.</p>
<p>Huolto tapahtuu aikana, jolloin koneen käyttöä tunteva koneistaja ei ole tavoitettavissa huollon avuksi.</p>	<p>Huollon työntekijä voi tukeutua kirjattuihin ohjeisiin (peruskäyttö, hälytykset).</p>
<p>Koneistaja vaihtaa työpistettä.</p>	<p>Jos on tiedossa, että koneistaja vaihtaa työpistettä, voi hän jo ennalta tutustua koneeseen, kuten esimerkiksi sen mahdollisiin ongelmatilanteisiin. Voi myös pyytää koneen vakiokäyttäjää kirjaamaan toimintoja ylös ja parhaassa tapauksessa kirjata ne itse yhdessä koneen vakiokäyttäjän kanssa.</p>
<p>On pidettävä muistissa tärkeä ja konekohtainen tai työhön liittyvä asia, josta koneella työskentelevien on oltava tietoisia.</p>	<p>Ilmoitustauluun voi merkata akuutit asiat, esim. viesti iltavuorolaiselta aamuvuorolaiselle, mutta vain jos sovellus on päivittäisessä käytössä. Muutoin kannattaa pysytellä pidempään voimassa olevissa asioissa, esim. vuosihuolloissa huomioitavissa konekohtaisissa seikoissa.</p>

Edellä mainitut taulukon esimerkit ovat suuntaa antavia. Käyttäjät voivat kehittää ja hyödyntää eVikavihkoa haluamallaan tavalla, jotta siitä olisi hyötyä työn kannalta. Myös ylös merkattavien koneiden ei tarvitse olla metallintyöstökoneita, vaan voi miettiä käyttökohteita muidenkin koneiden, laitteiden ja järjestelmien osalta esimerkiksi nosturit, hitsauskoneet, pienlaitteet ja paineilmajärjestelmä.

5.6 Pilottivaihe

Pilottivaihe käynnistyi kohdeyrityksessä 28.1.2022. Tuolloin sovellus oli asennettu tietokoneen työpöydille koneiden yhteyteen käytettäväksi. eVikavihko otettiin käyttöön kahdella koneella, joissa työskentelee kahdessa vuorossa yhteensä neljä työntekijää. Toinen koneista sijaitsee VS1-tuotantolinjastossa. Tuotantolinjasto koostuu kolmesta monitoimisorvista ja 15 robotista, jotka käsittelevät ja hitsaavat hydrauliiikkasynterierin putkia ja varsia. Toinen pilottivaiheen koneista sijaitsee osavalmistuksen puolella (KUVA 11). Osavalmistuksessa valmistetaan 18 koneen voimin hydraulisynterierien tarvitsemia erikokoisia osia pääosin sarjatuotantona. Osaan koneista on liitetty robotti.

Käyttäjäkokemuksia on tarkoitus kerätä myöhemmin keväällä 2022. Seuraaviin asioihin toivotaan pilottivaiheen antavan vastauksia:

- Mikä toimii?
- Mikä ei toimi?
- Löytyykö ohjelmointiin liittyviä virheitä?
- Mitä ominaisuuksia toivotaan lisää?

Tämä opinnäytetyö ei sisällä pilottivaiheesta saattua palautetta.



KUVA 11. eVikavikko käyttöympäristössään (Hydroline Oy, 2022).

5.6.1 Pilottivaiheen haasteet

Pilottivaiheen haasteena on sen lyhyys. Kehittäjän puolesta eVikavikko on suunniteltu pitkäaikaiseen käyttöön. Se on suunniteltu antamaan apua muun muassa ongelmatilanteissa, ja niiden syntyä puolestaan on hankala ennakoida. Lisäksi dataa pitäisi olla jo kerrytetty ongelmatilanteita varten.

Kirjaaminen voi tuottaa loppukäyttäjille haasteita. Vaikka kirjattavat asiat voivat olla tuttuja toimintoja ja koneistaja saattaa suorittaa niitä lukuisia kertoja viikon aikana (katso Peruskäyttölistaus kohta 5.4), voi niiden kirjaaminen tuntua vieraalta ja viedä aikaa. Voi herätä kysymyksiä, kuten miten kuvailla jotain tiettyä painiketta, jossa ei ole tekstiä tai teksti on kulunut pois. Myös komponenttien nimittäminen voi mietityttää. Ohjeeksi tähän on, että ohjeiden kirjoittamisesta ei tarvitse ottaa liikaa paineita, ohjeet kirjoitetaan omin sanoin ja tarvittaessa niitä voi jälkikäteen muokata. Tärkeintä on, että viesti menee perille seuraavalle ohjeen lukijalle.

5.7 Jatkokehitys

Tämä opinnäytetyö on aiheeltaan suhteellisen laaja. Jo sen alkuvaiheessa oli selvää, että sitä pitää rajata. Siten jo ennen pilottivaiheen palautetta ja toiveita oli tiedossa useita sovelluksen toiminnalli-

suutta lisääviä ja perusteltuja jatkokehityksiä. Esimerkiksi huollon kirjaamiskäytännöt on huomioidava ja vältettävä tuplakirjaamista. eVikavihkon kannalta tämä tarkoittaa sitä, että huoltomerkitöjä pystyisi jatkossa lähettämään sähköpostitse huollon työntekijöiden sähköpostiin. Lisäksi sovelluksen skaalautuvuutta on parannettava, mikäli sovellusta käytetään jatkossa esimerkiksi tabletilla. Tämä puolestaan helpottaa kuvien ja videon lisäämistä ohjeiden ja huoltomerkitöjen yhteyteen. Nämä toiminnot ovat niin ikään jatkokehityksillä. Koska olen halunnut jatkaa kehittämistä, mutta pilottivaiheen jälkeisestä siihen riittävästä ajasta ei ollut varmuutta, jatkokehitykseksi on suunniteltu toisen tietotekniikan opiskelijan opinnäytetyötä alkaen keväällä 2022.

6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Opinnäytetyönä eVikavihkon tekeminen oli tietotekniikkaopintoihin suhteutettuna yhteen nivova. Koska työn aihe oli itse keksimäni, oli antoisaa kokea sovelluskehityksen suunnittelun eri vaiheet alkaen määrittelystä ja lopulta nähdä sovellus tuotannossa pilottivaiheen alkaessa.

Tätä työtä ei olisi syntynyt ilman omakohtaista käytännön kokemusta metallialalta. Käytännössä ajoittainen työntekeminen konepajalla tietotekniikkaopintojen aikana antoi idean aiheesta. Työssä kohdatut ja nähdyt haasteet tuotantoprosesseissa pistivät miettimään mahdollisia ratkaisuja tietotekniikan keinoin. Selvää oli, että jos sovellus toteutuu, sen on oltava mahdollisimman yksinkertainen ja sen käyttöympäristö on huomioitava. Lisäksi se ei saisi olla tarkkaileva, eikä vaatia esimerkiksi päivittäisiä kuittauksia ja näin kuormittaa käyttäjää. Sen olisi annettava mahdollisimman suora hyöty käyttäjälle ja siten edistää esimerkiksi ongelmatilanteissa tuotantoprosessia.

Näkemyistä käyttöliittymän suunnitteluun antoivat myös koneistajakollegoiden kokemukset asiasta. Joidenkin toimintojen tarkemmassa määrittelyssä huollon tarpeiden osalta hyödynnettiin kohdeyrityksen silloisen huoltopäällikön näkemyksiä. Muutoin sain hyvin vapaat kädet toteutuksessa. Jo opinnäytetyön alkuvaiheessa oli selvää, että aihetta tullaan rajaamaan ja jokaiseen toiveeseen ei tässä työssä vastata. Vaikka kaikkia toivottuja ominaisuuksia ei tämän opinnäytetyön tuloksena syntynyt, ne on tiedostettu, ja vähintään osa niistä toteutuu jatkokehityksessä toisen opinnäytetyön yhteydessä. Lisäksi pilottivaiheen käyttäjäkokemuksia tullaan keräämään jatkokehitystä varten.

Sovelluksen suunniteltiin alussa käyttävän kohdeyrityksen tarjoamaa rajapintaa, josta olisi voinut ottaa jo valmiiksi valikkoihin koneiden nimet. Tästä kuitenkin luovuttiin jo alkuvaiheessa. Hyödyt rajapinnan käytöstä olisi rajoittunut koneen nimen, resurssinumeron ja mahdollisesti sijainnin saatavuuteen. Oppimisprosessin kannalta rajapintojen käyttö olisi ollut hyödyllistä. Lopulta rajapinnan käytön hyödyt tässä työssä jäivät melko vähäisiksi. Koneen lisääminen sovellukseen on lyhytkestoinen toimenpide ja tapahtuu pitkällä aikavälillä harvoin. Mikäli koneiden huoltohistoriaan olisi ollut tarjolla rajapinta, silloin tilanne olisi ollut erilainen. Vanhojen huoltohistoriatietojen saaminen sovelluksen käyttämään tietokantaan olisi ollut arvokas lisä Huoltohistoria-tauluun, ja näin työntekijöillä olisi jo pääsy vanhaan huoltohistoriaan. Huoltohistoriaan liittyvän rajapinnan käyttöä voi kartoittaa jatkokehitysvaiheessa.

Koronaviruksen Omikron-variantti kiristi turvatoimia kohdeyrityksessä sovelluksen valmistuttua, ja kohdeyritykseen otettiin käyttöön vierailukielto. Tämä vaikutti opinnäytetyön tekemiseen siten, että pilottivaiheen koneiden koneistajien kouluttaminen jäi heidän esimiestensä sekä menetelmäsuunnittelijan vastuulle. eVikavihkon tarkoitusta ja käyttöä on kuitenkin tätä ennen esitelty edellä mainituille henkilöille ja kohdeyrityksen ICT-työntekijöille, joten osaamista asiaan löytyy. Vaikeinta kouluttamisessa on siirtää eteenpäin ymmärrys eVikavihkon käyttömahdollisuuksista. Tätä, sekä sovelluksen käyttöä tukemaan, on kohdeyritykseen toimitettu dokumentit pilottivaiheen käytöstä sekä käyttöohjeet. Dokumentit ovat vapaasti kohdeyrityksen sisällä käytettävissä. Olen myös tarjonnut koulutusmahdollisuutta etänä opinnäytetyöprosessin ajan.

eVikavihkon tekeminen sujui pääosin hyvin ja aikataulullisesti etupainotteisesti. Käytännön toteutus tapahtui elokuun ja joulukuun 2021 välillä ja kirjallinen osuus tammikuun ja maaliskuun 2022 välillä.

Koska en ollut aiemmin tehnyt käytetyillä tekniikoilla yhtä laajaa sovelluskokonaisuutta, hidastui työn tekeminen paikka paikoin. Monia ominaisuuksia piti työstää useaan kertaan uusiksi, ennen kuin lopputulos oli hyvä. Sovellukseen jäi tämän opinnäytetyön rajoissa muutamia yksityiskohtia, jotka olisin nyt tehnyt toisin, mutta ne eivät hankaloita käyttöä.

Opinnäytetyön kirjallisessa osuudessa olisi voinut käsitellä yksityiskohtaisemmin sovelluksen toimintoja. Pidän kuitenkin tärkeämpänä selventää sen käyttötarkoitusta ja kehittämisen lähtökohtia. Tämä siksi, että lukija pääsee jyvälle siitä, *miksi* tällainen työ on toteutettu.

Yhteenvedona opinnäytetyön sovellusosuuden lopputulema onnistui toivotulla tavalla. Käytäntö ratkaisee, millainen jatkumo sillä kohdeyrityksessä on. Toimiessaan eVikavihko tukee käytännön työtä ja visio työn sujuvoittamisesta metallintyöstökoneen ääressä toteutuu.

LÄHTEET

- Adair, B. (ei pvm). *Business Intelligence Systems and the Different Types of BI Tools*. Haettu 27. 1. 2022 osoitteesta SelectHub: <https://www.selecthub.com/business-intelligence/key-types-business-intelligence-tools/#comments>
- Beric, D.;Stefanovic, D.;Lalic, B.;& Cosic, I. (2018). The Implementation of ERP and MES Systems as a Support. *9(2)*. Haettu 26. 1. 2022 osoitteesta http://ijiemjournal.uns.ac.rs/images/journal/volume9/IJIEM-3_018.pdf
- Betweenmates. (2018). *Frontend ja Backend*. Haettu 13. 1. 2022 osoitteesta Betweenmates: <https://fin.weblogographic.com/difference-between-frontend-and-backend-6827>
- Geek Culture. (11. 12. 2021). *Using Node.js for Backend Web Development in 2022*. Haettu 13. 1. 2022 osoitteesta Geek Culture: <https://medium.com/geekculture/using-node-js-for-backend-web-development-in-2022-f2917c6c0a87>
- Gomez, L. (ei pvm). Pexels. Haettu 3. 2. 2022 osoitteesta <https://www.pexels.com/fi-fi/kuva/suunnittelu-varaani-naytto-ohjelmointi-546819/>
- HeidiSQL. (ei pvm). *What's this?* Haettu 7. 2. 2022 osoitteesta HeidiSQL: <https://www.heidisql.com/>
- Heinonen, M.;& Kalliolahti, J. (2020). *Koneistustekniikka*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Hiltunen, J. (26. 1. 2022). *Sähköpostiviesti*. Haettu 26. 1. 2022 osoitteesta Sähköposti.
- Hydroline Oy. (2022). (Hydroline Oy)
- Hydroline Oy. (ei pvm). *Leading expert of custom hydraulic cylinders - celebrating 60 years*. Haettu 29. 1. 2022 osoitteesta Hydroline: <https://hydroline.fi/>
- igusystem. (ei pvm). *PALVELUMME i-GuSystem Oy auttaa ja kehittää uutta*. Haettu 27. 1. 2022 osoitteesta igusystem: <https://www.igusystem.fi/#services>
- Junnila, S. (2021). *MES-JÄRJESTELMÄN KEHITYSKOHEET TUOTANTOKONEEN OPERAATTORIN TOIMINTOJEN OSALTA*. Tampere: Tampereen yliopisto. Haettu 26. 1. 2022 osoitteesta <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/136217/JunnilaSanteri.pdf?sequence=2>
- Jyväskylän yliopisto. (ei pvm). *Hiljainen tieto*. (O. Nuutinen, Toim.) Haettu 29. 1. 2022 osoitteesta Kansalaisyhteiskunnan tutkimusportaali: <http://kans.jyu.fi/sanasto/sanat-kansio/hiljainen-tieto>
- Laine, H. (2012). *Opittavuus WWW-sovelluksissa*. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Haettu 23. 1. 2022 osoitteesta <https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/77051/opittavuus%20WWW-sovelluksissa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maaranen, K. (2012). *Koneistus*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Mara, A. (2020). *UX on the Go: A Flexible Guide to User Experience Design*. Taylor & Francis Group. Haettu 20. 1. 2022 osoitteesta <https://savonia.finna.fi/Record/savonia.994821464206248>
- MariaDB Foundation. (ei pvm). *MariaDB Server: The open source relational database*. Haettu 13. 1. 2022 osoitteesta MariaDB Foundation: <https://mariadb.org/>

- MDN Web Docs mozilla. (ei pvm). *What is JavaScript?* Haettu 29. 1. 2022 osoitteesta MDN Web Docs:
https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/JavaScript/First_steps/What_is_JavaScript
- Microsoft. (ei pvm). *Getting Started*. Haettu 12. 1. 2022 osoitteesta Visual Studio Code:
<https://code.visualstudio.com/docs>
- Microsoft. (ei pvm). *Why did we build Visual Studio Code?* (Microsoft) Haettu 3. 2. 2022 osoitteesta Visual Studio Code:
<https://code.visualstudio.com/Docs/editor/whyvscode#:~:text=Visual%20Studio%20Code%20includes%20an%20interactive%20debugger%2C%20so,to%20perform%20common%20tasks%20making%20everyday%20workflows%20faster.>
- Oracle. (ei pvm). *What is a Relational Database (RDBMS)?* Haettu 3. 2. 2022 osoitteesta OCI:
<https://www.oracle.com/database/what-is-a-relational-database/#:~:text=A%20relational%20database%20is%20a%20type%20of%20database,record%20with%20a%20unique%20ID%20called%20the%20key.>
- Peltomäki, V. (2014). *BOOTSTRAP FRAMEWORK web-suunnittelun työkaluna*. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu. Haettu 26. 1. 2022 osoitteesta
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/74557/Peltomaki_Veera.pdf?sequence=1
- Petepe web. (10. 3. 2003). *CSS info*. Haettu 13. 1. 2022 osoitteesta Petepe web:
<http://petepe.mbnet.fi/css1/cssinfo/info.htm>
- Pinja. (ei pvm). *MES-JÄRJESTELMÄ*. Haettu 26. 1. 2022 osoitteesta Pinja: <https://blog.pinja.com/mes-jarjestelma>
- SAP. (ei pvm). *Mikä on ERP?* Haettu 26. 1. 2022 osoitteesta SAP: <https://www.sap.com/finland/insights/what-is-erp.html>
- W3School. (ei pvm). *HTML Tutorial*. Haettu 13. 1. 2022 osoitteesta W3School:
<https://www.w3schools.com/html/default.asp>
- W3School. (ei pvm). *What is AJAX?* Haettu 13. 1. 2022 osoitteesta W3School:
https://www.w3schools.com/whatis/whatis_ajax.asp
- W3School. (ei pvm). *What is Bootstrap?* Haettu 13. 1. 2022 osoitteesta W3School:
https://www.w3schools.com/whatis/whatis_bootstrap.asp
- W3Schools. (ei pvm). *jQuery Introduction*. Haettu 13. 1. 2022 osoitteesta W3Schools:
https://www.w3schools.com/jquery/jquery_intro.asp
- Yle. (7. 4. 2015). *Työelämän tehostaminen voi vaarantaa hiljaisen tiedon: "Kiire on pahin surma"*. Haettu 29. 1. 2022 osoitteesta Yle: <https://yle.fi/uutiset/3-7907393>