



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Heikki Varsala

ASiantuntijatyön
työnohjausjärjestelmä

Tekniikka
2019

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Heikki Varsala
Opinnäytetyön nimi	Asiantuntijatyön työnohjausjärjestelmä
Vuosi	2019
Kieli	suomi
Sivumäärä	74
Ohjaaja	Pirjo Prosi

Tämä työ on tehty taajuusmuuttajia Vaasassa valmistavalle Danfoss Drives yritykselle. Työn tarkoituksena oli luoda uusi tehokkaampi työnohjausjärjestelmä asiantuntijatiimin työtilausten hallinnoimiseen ja ohjaamiseen. Järjestelmän tulisi toimia työkaluna tehtaan sisäisille asiakkaille, työtilausten käsittelijälle, asiantuntijoille sekä tiimin esimiehelle.

Työn teoriaosuudessa tutustutaan relaatiotietokantaan, web-sovelluksen käyttöliittymän visuaaliseen suunnitteluun ja Leanin hyödyntämiseen asiantuntijatyössä.

Asiantuntijatiimissä työnohjausjärjestelmä on toteutettu Sharepointin työtilauslomakkeiden ja Excelin avulla, johon toiminnallisuutta on toteutettu makrojen avulla. Käytäntö on kuitenkin hidas ja aiheuttaa turhaa tietojen kopioimista järjestelmästä toiseen.

Työn tuloksena suunniteltiin ja toteutettiin web-pohjainen työnohjausjärjestelmä asiantuntijatiimille. Järjestelmän pohjana on relaatiotietokanta, joka toimii työtilausten tietojen tallennuspaikkana. Käyttäjakohtaisten kirjautumistunnusten avulla järjestelmään luotiin jokaiselle käyttäjälle oma näkymänsä.

Uuden järjestelmän avulla tiimin työohjetilauksia voidaan ohjata kätevästi yhden järjestelmän kautta ilman tietojen manuaalista kopiointia paikasta toiseen. Tämä nopeuttaa tilausten käsittelyä jatkossa. Tätä luotua järjestelmää voidaan käyttää pohjana myös muiden asiantuntijatiimien töiden ohjaamisessa.

ABSTRACT

Author	Heikki Varsala
Title	Specialist Work Control System
Year	2019
Language	Finnish
Pages	74
Name of Supervisor	Pirjo Prosi

This thesis was written for Danfoss Drives, a manufacturer of frequency converters in Vaasa. The purpose of the thesis was to create a new, more efficient, management system for monitoring and addressing the work orders of the specialist team. The system should serve as a tool for the internal factory customers, the person handling the work orders, the team of specialists and the superior of this team.

The theoretical part of the thesis focuses on relational databases, visual design of the web application user interface and utilization of Lean in specialist work.

In the specialist team, the previous work management has been implemented with Sharepoint's work order forms and Excel with the help of macros. However, the system is slow and causes unnecessary copying of data from one system to another.

In this thesis, a web-based work management system for the specialist team was designed and implemented. The system is based on a relational database that serves as a storage place for information considering work orders. With user-specific login IDs, a unique, personalized view was created for each user in the system.

With the new system, the work orders of the team can be conveniently routed through one system without manually copying data from one place to another. This will speed up the processing of orders in the future. A modified version of the system can also be used for guiding the work of other expert teams.

Keywords	Specialist work, work control system, relational database and web application
----------	-------------------------------------------------------------------------------

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	10
2	DANFOSS.....	11
	2.1 Danfoss Drives.....	11
	2.2 Production Standardization.....	12
3	TYÖNOHJAUS.....	13
	3.1 Työohjetilaus.....	14
	3.2 Jigitilaus.....	16
	3.3 Työaikatutkimustilaus.....	17
	3.4 Töiden priorisointi.....	18
4	TIETOKANTA.....	19
	4.1 Tietokantamallit.....	20
	4.1.1 NoSQL-tietokantamalli.....	20
	4.1.2 Relaatiotietokantamalli.....	21
	4.2 Relaatiotietokannan käsitteet.....	22
	4.3 MySQL historia.....	23
	4.4 MySQL arkkitehtuuri.....	24
5	WEB-SOVELLUKSEN UI-SUUNNITTELU.....	25
	5.1 Käyttöliittymän visuaalinen suunnittelu.....	26
	5.2 Visuaalisen suunnittelun tavoitteet.....	27
	5.2.1 Esteettisyys.....	27
	5.2.2 Brändi.....	27
	5.2.3 Kokonaisilme.....	28
	5.2.4 Persoonallisuus.....	28
	5.3 Visuaalisen suunnittelun keinot.....	29
	5.3.1 Elementtien ryhmittely ja sommittelu.....	29
	5.3.2 Värit.....	31
	5.3.3 Typografia ja kuvat.....	32
6	ASIAANTUNTIJATYÖ.....	33
	6.1 Asiantuntijatyön ohjaamisen haasteet.....	33

6.2	Asiantuntijatyön kehittäminen	34
6.2.1	Vaihtelu	35
6.2.2	Ylikuormitus	35
6.2.3	Hukka	35
6.3	Tiimin työkuorman visualisointi.....	37
6.3.1	Kanban	37
6.4	Virtaustehokkuus vai resurssitehokkuus?	39
7	TYÖNOHJAUSJÄRJESTELMÄN MÄÄRITTELY	41
7.1	Vaatimustenmäärittely	42
7.1.1	Palvelin.....	42
7.1.2	Järjestelmän yleiset vaatimukset	43
7.1.3	Asiakas	44
7.1.4	Tiiminvetäjä	45
7.1.5	Asiantuntija	46
7.1.6	Esimies	47
7.2	Käyttötapauskaaviot.....	48
7.2.1	Asiakasryhmän käyttötapauskaavio	48
7.2.2	Tiiminvetäjän käyttötapauskaavio	49
7.2.3	Asiantuntijan käyttötapauskaavio	50
7.2.4	Esimiehen käyttötapauskaavio	51
8	JÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	52
8.1	Käytetyt teknologiat.....	52
8.2	Tietokanta	53
8.2.1	Järjestelemän tietokannan taulut ja ER-kaavio	54
8.3	Rautalankamalli	55
8.4	Käyttäjäkohtainen kirjautuminen järjestelmään	57
8.5	Järjestelmän toiminnallisuus.....	58
8.5.1	Etusivu	58
8.5.2	Työohjetilauslomake	59
8.5.3	Tiiminvetäjänäkymä.....	61
8.5.4	Asiantuntijanäkymä.....	64
8.5.5	Esimiesnäköymä	65

9	JÄRJESTELMÄN TESTAUS JA JATKOKEHITYS	66
9.1	Testaus	66
9.2	Ylläpito	67
9.3	Jatkokehitys.....	67
9.4	Käyttömahdollisuudet	68
	YHTEENVETO	69
	LÄHTEET	72

KUVALUETTELO

Kuva 1. Danfossin työntekijöiden jakauma alueittain vuonna 2017.	11
Kuva 2. Danfossin VLT- ja Vacon-taajuusmuuttajaperheet.	12
Kuva 3. Työohjetilausprosessi.	14
Kuva 4. Työohjetilauslomake.	15
Kuva 5. Jigitilausprosessi.	16
Kuva 6. Työaikatutkimustilausprosessi.	17
Kuva 7. Tietokantajärjestelmän arkkitehtuuri.	19
Kuva 8. Esim. relaatiotietokantamallin rakenteesta manageri-tietokannassa.	21
Kuva 9. Esim. Yritys ja henkilötauluista ja niiden rakenteesta.	22
Kuva 10. MySQL-palvelinarkkitehtuuri.	24
Kuva 11. Esimerkki UX/UI-suunnitteluprosessista ohjelmistokehityksessä.	25
Kuva 12. Visuaalinen suunnittelu kokonaisprojektissa.	26
Kuva 13. Elementtien ryhmittely, hierarkia ja katseen kuljettaminen.	30
Kuva 14. Vaihtelu on hukan ja ylikuormituksen juurisyy.	34
Kuva 15. Esimerkki asiantuntijatyön Kanban-taulusta.	38
Kuva 16. Vaihtelu estää pääsemästä tähden osoittamaan optimitilaan.	40
Kuva 17. Vesiputousmalli.	41
Kuva 18. Asiakkaiden käyttötapauskaavio.	48
Kuva 19. Tiiminvetäjän käyttötapauskaavio.	49
Kuva 20. Asiantuntijan käyttötapauskaavio.	50
Kuva 21. Esimiehen käyttötapauskaavio.	51
Kuva 22. Tietokanta kuvattuna ER-kaaviolla.	54
Kuva 23. Rautalankamalli järjestelmän etusivusta.	56
Kuva 24. Powerpointilla tehty malli järjestelmän etusivusta.	56
Kuva 25. Production Standardization Portal etusivu.	58
Kuva 26. Työohjetilauslomake.	59
Kuva 27. Tiiminvetäjänäkymä.	61
Kuva 28. Tilausten tietojen tarkastelunäkymä.	62
Kuva 29. Asiantuntijanäkymä.	64
Kuva 30. Esimiesnäköymä.	65

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Esimerkki työhjetilauslomakkeen prioriteetin laskemisesta.	18
Taulukko 2. Palvelimen vaatimustenmäärittely.	42
Taulukko 3. Järjestelmän yleisten ominaisuuksien vaatimustenmäärittely.	43
Taulukko 4. Järjestelmän asiakasryhmän vaatimusmäärittely.	44
Taulukko 5. Järjestelemän tiiminvetäjän vaatimusmäärittely.	45
Taulukko 6. Järjestelmän asiantuntijaryhmän vaatimusmäärittely.	46
Taulukko 7. Järjestelmän esimiehen vaatimusmäärittely.	47
Taulukko 8. Tietokantataulun suunnitelma työhjetilauslomakkeelta tallennettaville tiedoille.	53

LYHENTEET JA TERMIT

APACHE	Avoimeen lähdekoodiin perustuva HTTP-palvelinohjelma.
CSS	Cascading Style Sheets, web-sivujen tekemisessä käytettävä tyylitiedosto.
DBMS	Database management system, tietokannanhallintajärjestelmä.
HTML	Hyper Text Markup Language, HTML-ohjelmointikieli.
JAVASCRIPT	Web-ympäristössä käytettävä dynaaminen komentosarjakieli.
LEAN	Toyotan kehittämä johtamisfilosofia, jonka avulla pyritään tuottamattoman työn poistamiseen.
LINUX	Avoimeen lähdekoodiin perustuva käyttöjärjestelmä, josta tarjolla paljon erilaisia jakelupaketteja.
MYSQL	Relaatiotietokantaohjelmisto.
NOSQL	Not only SQL, on relaatiotietokannasta poikkeava tietokantatyyppe.
PDM	Product Data Management, tuotetiedon hallintajärjestelmä.
PHP	Hypertext Preprocessor, palvelinohjainen ohjelmointikieli.
SAP	Systems Applications and Products, saksalaisen yrityksen kehittämä toiminnanohjausjärjestelmä.
SHAREPOINT	Microsoftin Sharepoint on Web-pohjainen alusta, jonka avulla voidaan luoda ja jakaa sisältöä intrassa.
VBA	Visual Basic for Applications, Microsoftin sovelluksissa makrokielenä käytetty ohjelmointikieli.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda Production Standardization tiimille uusi työnohjausjärjestelmä, joka helpottaa työnohjausta tiimissä.

Vanha työnohjausjärjestelmä on rakennettu Microsoftin VBA:lla Excelin päälle ja se on hidas ja kankea käyttää. Järjestelmä ei myöskään vastaa tämän hetken tarpeita, koska tiimin asiantuntijoiden työnkuva on laajentunut paljon vanhan järjestelmän käyttöönoton jälkeen.

Käsiteltävien tilausten määrä on myös kasvanut huomattavasti vuosi vuodelta ja suuren tietomäärän tallentaminen Exceliin manuaalisesti on hidasta ja sisältää paljon manuaalista tiedon käsittelyä paikasta toiseen. Tämä ei ollut tehokasta, joten ehdotin tiimille sekä esimiehelle, että suunnittelisin ja loisin uuden työkalun tätä varten.

Työssä kehitetään tietokantaan perustuva web-pohjainen työnohjausjärjestelmä, jonka kautta työtilausten käsittely, priorisointi ja siirtäminen tiimin asiantuntijoille on nopeampaa ja helpompaa. Myös töiden tilaajat, sisäiset asiakkaamme, ovat kaivanneet kauan näkymää, minkä kautta he näkisivät mitä tilauksia tiimillämme on ja missä vaiheessa tilaukset menevät. Tällainen näkymä puuttui kokonaan vanhasta järjestelmästämmme.

Tiimin esimies on kaivannut myös näkymää tiimin työkuormasta, uusista sekä valmistuneista työtilauksista. Näiden lisäksi esimies haluaa nähdä tiimin ja asiantuntijoiden henkilökohtaiset mittarit järjestelmän kautta. Tiimin ja henkilöiden mittarit ovat olleet tähän asti Excelillä tehtyjä.

Myös muissa asiantuntijatiimeissä on tuntunut olevan tarvetta ja kiinnostusta tämän kaltaiselle työnohjaukselle. Tätä luotua järjestelmää voidaankin mahdollisuuksien mukaan tulevaisuudessa muokata myös toiselle tiimille sopivaksi työkaluksi.

2 DANFOSS

Danfoss on 1933 perustettu perheen ja säätiön omistuksessa oleva tanskalainen monialayhtiö, jonka toimialoina ovat taajuusmuuttajiin, lämmitykseen, voimansiirtoon ja jäähdytykseen liittyvät tuotteet, järjestelmät ja palvelut. Danfossilla on tällä hetkellä 69 tehdasta ja noin 26 000 työntekijää maailmanlaajuisesti (**Kuva 1**). Yhtiön pääkonttori sijaitsee Nordborgissa Tanskassa. /1/



Kuva 1. Danfossin työntekijöiden jakauma alueittain vuonna 2017. /1/

2.1 Danfoss Drives

Danfoss Drives on osa Danfoss-konsernia ja se on 100 prosenttisesti keskittynyt taajuusmuuttajien kehittämiseen, valmistukseen ja toimitukseen. Danfoss osti vuonna 2015 vaasalaisen taajuusmuuttajavalmistajan Vacon Oyj:n ja on nyt yksi johtavista taajuusmuuttajavalmistajista maailmassa. Danfossin julkaisi ensimmäisen taajuusmuuttajan massatuotantoon jo vuonna 1968. Kuvassa 2 näkyy Danfossin ja Vaconin taajuusmuuttajaperheet. /2/



Kuva 2. Danfossin VLT- ja Vacon-taajuusmuuttajaperheet. /3/

2.2 Production Standardization

Production Standardization tiimi toimii Danfos Drivesin Vaasan taajuusmuuttaja-tehtaalla. Tiimi on osa Production Excellence osastoa, jonka tehtävänä on kehittää ja tukea tuotantoa. Tiimissä on 6 asiantuntijaa, joiden päätehtäviin kuuluu tuotannon työohjeiden lisäksi jigitilaukset, työaikatutkimukset ja 3D-tulostus.

Alunperin työohjettiinä tunnetun tiimin työnkuva oli pelkästään tuotannon työohjeiden tekeminen, mutta ajan myötä työnkuva on laajentunut ja monipuolistunut ja samalla osaaminen tiimissä on kehittynyt paljon.

3 TYÖNOHJAUS

Työnohjauksessa käytetään eri tiimeissä eri työkaluja riippuen tiimistä ja sen työkuvasta. Tuotannon työnohjauksessa käytetään SAP-järjestelmää. Production Standardization tiimeissä työnohjauksessa käytetään Exceliä, johon toiminnallisuutta on rakennettu VBA:n avulla.

Työnohjausjärjestelmässä on tärkeää, että käytössä oleva järjestelmä palvelee asiakasta, tilaustenkäsittelijää, asiantuntijoita ja myös esimiestä. Järjestelmän tulee olla helppokäyttöinen, nopea ja kaikki tarvittava tieto pitää olla helposti nähtävillä. Jokaisella käyttäjäryhmällä on omat vaatimuksensa ja tarpeensa järjestelmässä.

Asiakaskäyttäjryhmän tulee pystyä tekemään työtilaus helposti työtilauslomakkeilla, jotka on helppo täyttää ja lähettää. Asiakkaiden tulee myös nähdä järjestelmästä, missä vaiheessa heidän tekemät työtilaukset menevät. Asiakkaan tilaamista valmistuneista tilauksista hänelle tulee mennä järjestelmästä tieto.

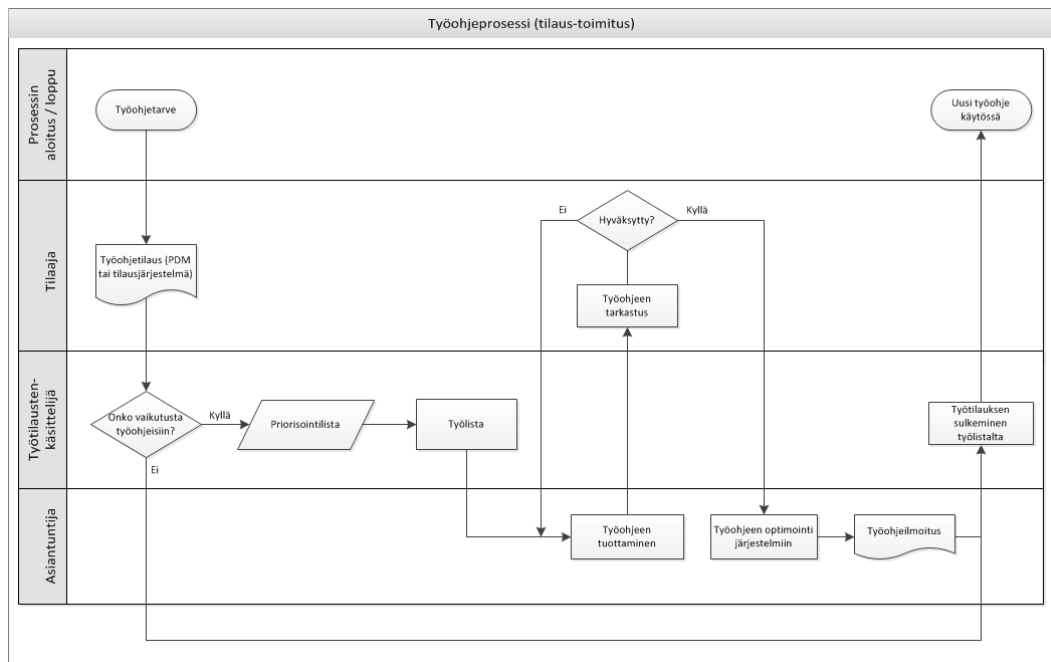
Tilaustenkäsittelijän on tärkeää nähdä järjestelmästä uudet, priorisointilistalla, työnalla, jumissa olevat ja valmistuneet työtilaukset. Töiden siirtäminen tiimin asiantuntijoille tulee olla helppoa ja nopeaa.

Tiimin asiantuntijoiden tulee nähdä järjestelmästä hänelle annetut työtilaukset ja pystyä sulkemaan tilaukset sitä mukaa kun saavat niitä valmiiksi. Asiantuntijat näkevät omat henkilökohtaiset mittarit ja tiimin mittarit.

Esimiehen on tärkeä nähdä tiimin kokonaistyökuorma ja henkilöiden työnalla olevat ja valmistuneet tilaukset. Lisäksi hänen tulee nähdä asiantuntijoiden henkilökohtaiset ja tiimin yhteiset mittarit kuukausi-, kvartaali- ja vuositasolla.

3.1 Työohjetilaus

Työohjetilaukset muodostavat suurimman osan Production Standardization tiimin työkuormasta. Työohjetilauksia tulee pääasiassa tuotannon tiimeiltä ja tuotemuu-
tosten yhteydessä tuotekehitykseltä. Tilaukset jaotellaan uusiin ohjeisiin ja ole-
massa olevien ohjeiden päivityksiin. Kuvassa 3 on esitetty työohjetilausprosessi.



Kuva 3. Työohjetilausprosessi.

Työohjetilaukset tehdään tällä hetkellä Sharepointissa olevalla tilauslomakkeella, jonka asiakkaat täyttävät ja lähettävät (**Kuva 4.**). Tieto uusista tilauksista tulee sähköpostiin tilaustenkäsittelijälle, joka tarkistaa tilauksen tiedot ja tarvittaessa pyytää lisätietoa tilaajalta. Tilaustenkäsittelijä kirjaa tilaukset priorisointilistalle Exceliin odottamaan siirtymistä asiantuntijan työlistalle.

WI Vaasa | Työohjetilaus

Tyyppi
 Valitse...

Työohjeen tiedot Täyttöohje

Tuote
 TUOTE 1
 TUOTE 2
 TUOTE 3
 TUOTE 4
 TUOTE 5
 TUOTE 6
 TUOTE 7

Työohjeen nimi Työohjeen tunnistus

ECE/MCO SCO

Kuvaus

Implementoitinnin ajankohta

Tarveperusta

Vaikutus Käyttöaste Laajuus (Sivua)
 Valitse.. Valitse.. Valitse..

Yhteyshenkilön tiedot

Nimi Sähköposti

Osasto Huomautukset
 OSASTO 1
 OSASTO 2
 OSASTO 3
 OSASTO 4
 OSASTO 5
 OSASTO 6

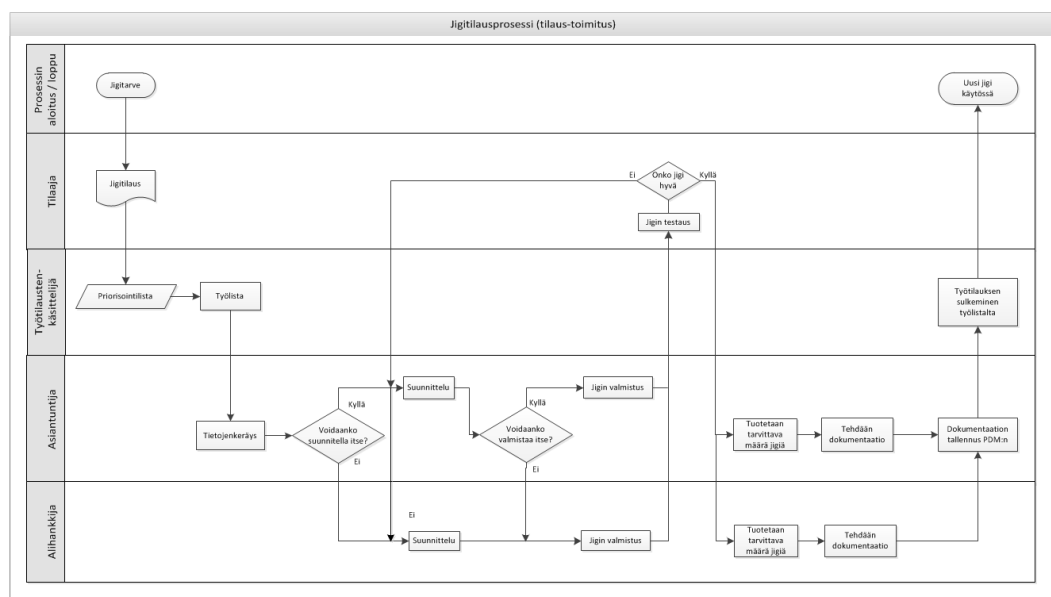
Liitteet

Kuva 4. Työohjetilauslomake.

Tuotemuutoksista tulee tietoa useimmiten PDM (Product Data Management)-järjestelmän kautta, jonka kautta hallitaan tuotetietoja. Järjestelmän kautta saatujen tietojen perusteella tilaustenkäsittelijä tekee tiimille työohjetilauksen priorisointilistalle. Tuotemuutoksista tulee tietoa etukäteen, jotta työohjeiden päivittämisen ehtisi tehdä ennen kuin muutos otetaan tuotannossa käyttöön.

3.2 Jigitilaus

Jigitilaukset tulevat tuotantolinjoilta, jotka haluavat aputyökaluja auttamaan koonpanotyössä. Jigitilauksia varten on oma työtilauslomakkeensa Sharepointissa. Tilaaja pyrkii kertomaan lomakkeella, mitä aputyökalua tarvitaan, mihin ja montako kappaletta tarvitaan. Kaikkeen työhön ei ole olemassa valmiita tai täysin käyttöön soveltuvia työkaluja ja silloin pyritään suunnittelemaan ja tekemään tarvittavat aputyökalut itse. Välillä tarvittavien jigien suunnittelussa ja valmistamisessa tarvitaan ulkopuolista alihankkijaa. Jigitilausprosessi kuvattuna kuvassa 5.



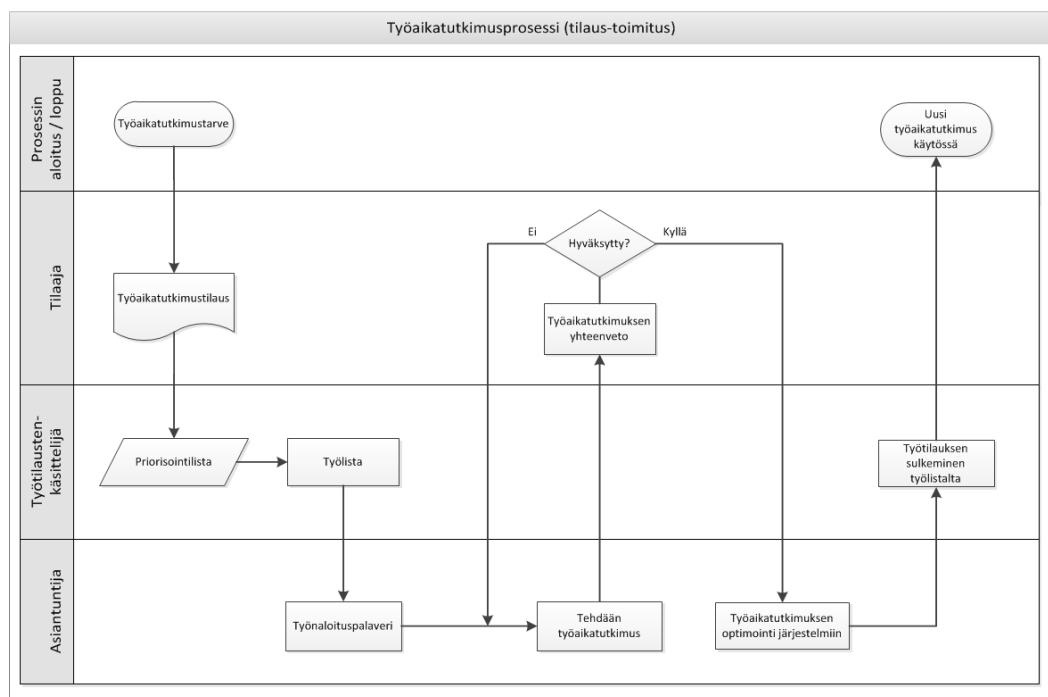
Kuva 5. Jigitilausprosessi.

Suunnittelussa ja valmistusdokumenteissa käytetään Autodesk Inventor-ohjelmissä. Jigien valmistusta varten tiimillämme on 5 kpl:tta 3D-tulostimia, joilla jigien osia voidaan toteuttaa kustannustehokkaasti. Myös jigien protoversioiden testaaminen voidaan tehdä nopeammin, kun ei tarvitse odottaa alihankkijoilta testikappaleita. Kun jigi on tilaajan testaama ja hyväksymä, valmistusdokumentit ja 3D-malli tallennetaan PDM-järjestelmään.

3.3 Työaikatutkimustilaus

Työntutkimuksia tehdään tuotannossa oleville sekä tuotantoon tuleville uusille tuotteille. Tutkimuksilla pyritään selvittämään tuotteiden kokoonpanovaiheiden ajat. Tulosten avulla voidaan tehdä linjan tasapainotusta kokoonpanovaiheiden välillä ja mahdollisesti puuttua havaittuihin epäkohtiin työssä ja kehittää työtapoja. Lopullisia tuloksia voidaan käyttää myös laitteen valmistuskustannuksien laskemisessa.

Analysoitava data työaikatutkimukseen kerätään videokuvaamalla kokoonpanotyö tuotantolinjalla. Kuvatut videot käydään läpi ja niistä tehdään varsinainen työaikatutkimus. Tutkimustulokset käydään läpi tuotantolinjan esimiesten kanssa. Työntutkimuksia tekevät vain ne henkilöt tiimistä, jotka ovat saaneet siihen koulutuksen. Työaikatutkimustilausprosessi kuvassa 6.



Kuva 6. Työaikatutkimustilausprosessi.

3.4 Töiden priorisointi

Töiden priorisointi on tärkeä osa työnohjausta ja priorisoinnin avulla töitä pyritään järjestämään tekemisjärjestykseen. Priorisointia varten tulee luoda tapa, jolla tämä toteutetaan.

Töiden priorisointi on hoidettu töiden tilauslomakkeeseen tehdyllä pisteytysjärjestelmällä. Tilauslomakkeissa tilaajan pitää täyttää tietyt kentät, jotka ovat pakollisia. Ilman näiden tietojen antamista tilaaja ei voi lähettää tilausta. Tilaustenkäsittelijä voi muuttaa tarvittaessa tilausten prioriteettia ylös- tai alaspäin. Taulukossa 1 on kuvattuna työohjetilauksen prioriteetin laskeminen.

Tilauslomakkeen valintavaihtoehdot on mietitty jokaiselle työtilaustyyppille erikseen.

Taulukko 1. Esimerkki työohjetilauslomakkeen prioriteetin laskemisesta.

Vaikutus	Valinnan arvo
Välitön laatu tai turvallisuusuhka	50
Kriittinen laatu-uhka	25
Mahdollinen laatu-uhka	12
Pieni laatu-uhka	7
Ei merkitsevää laatu-uhkaa	3

Käyttöaste	Valinnan arvo
Päivittäin	5
Viikottain	4
Kuukausittain	2
Harvemmin	1

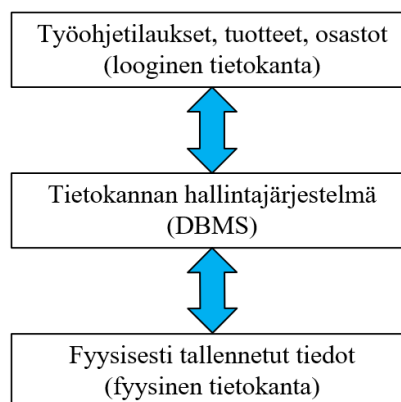
Laajuus(sivua)	Valinnan arvo
0-9	5
10-19	4
20-29	3
30-50	2
>50	1

Työohjetilauksen prioriteetti = Vaikutus * Käyttöaste * Laajuus

4 TIETOKANTA

Tietokanta on tietojen säilyttämiseen kehitetty tietovarasto, joka toimii monen tietojärjestelmän osana tai perustana. Tätä asiaa ei kuitenkaan tule monesti ajatelleeksi käytettäessä jotain tietojärjestelmää tai rekisteröityessä esim. internetsivustolle. Tietokanta sijaitsee yleensä verkossa tietokantapalvelimella ja se on monen käyttäjän käytettävissä samanaikaisesti. /4/

Käyttäjät voivat hakea, lisätä, päivittää tai poistaa tietoja tietokannasta tekemällä kyselyjä tai antamalla komentoja sovellukselle, joka on yhteydessä tietokannan hallintajärjestelmään DBMS:ään. Tietokantajärjestelmä voidaan jakaa kolmeen eri osioon seuraavasti (**Kuva 7.**): /4/



Kuva 7. Tietokantajärjestelmän arkkitehtuuri. /4/

Tietokannan hallintajärjestelmä toimii eräänlaisena tiedon välittäjänä loogisen ja fyysisen tason välillä. Käyttäjän tekemät tietokantaa koskevat kyselyt tehdään loogisen tietokannan mukaisesti ja DBMS toteuttaa vastaavan kyselyn fyysisen tietokannan puolella. /4/

4.1 Tietokantamallit

Tietokantamalleja on tietokantojen kehityskaaren aikana kehitetty useampia. Varhaisimpia malleja ovat hierarkkinen- ja verkkotietokantamalli. Näiden jälkeen on kehitetty olio- ja relaatiotietokantamalli. Relaatiomalli on tänä päivänä käytetyin tietokantamalli. Relaatiotietokantamalli ei kuitenkaan sovi joka tarkoitukseen, joten sen rinnalle on kehitetty NoSQL-tietokantamalli.

4.1.1 NoSQL-tietokantamalli

NoSQL-tietokannat ovat perinteisestä SQL-relaatiomallista poikkeavia tietokantoja. Nämä eivät noudata mitään kiinteästi määriteltyä rakennetta, minkä ansiosta tietokantoihin voidaan kirjoittaa myös ennalta määrittelemätöntä dataa. /5/

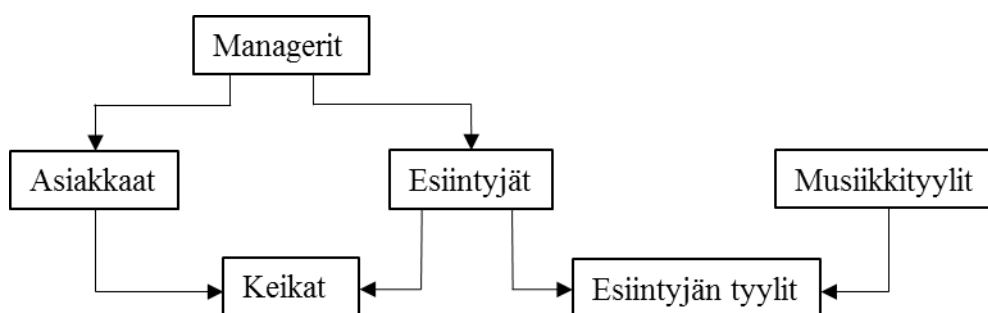
NoSQL:n hyviä puolia on parempi skaalautuvuus ja suorituskykyisyys verrattuna perinteiseen SQL-tietokantaan. NoSQL-tietokanta voidaan hajauttaa tarvittaessa myös useammalle palvelimelle. NoSQL-tietokannat mahdollistavat hyvin suurien ja nopeasti muuttuvien tietomäärien käsittelyn. Nämä tietokannat soveltuvat myös hyvin olio-ohjelmointiin, koska tietoa käsitellään olioperustaisella ohjelmointirajapinnalla. /5/

Yleisesti käytettyjä NoSQL-käyttökohteita ovat mm. dokumenttitietokannat sekä graafien, avain-parien ja laajojen datamäärien varastointi. /6/

4.1.2 Relaatiotietokantamalli

Relaatiomallin kehitti IBM:n tutkija tohtori E.F. Codd ja se julkaistiin 1970. Vaikka julkaisusta on kauan, tämä tietokantamalli on vielä tänäkin päivänä käytetyin. /7/

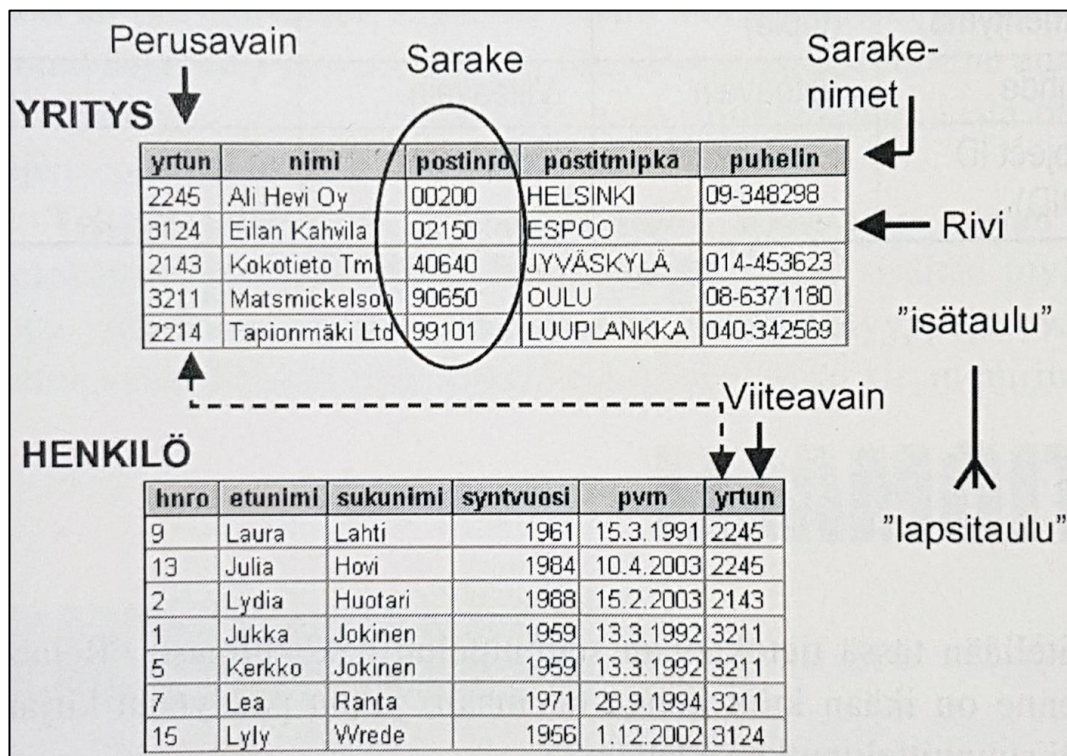
Relaatiotietokantamallissa tiedot talletetaan relaatioina, jotka käyttäjä näkee tauluina. Relaatiot muodostuvat tietueista ja kentistä. Taulujen tietueiden tai kenttien fyysisellä järjestyksellä ei ole väliä. Taulujen jokainen tietue tunnustetaan kentän avulla, joka sisältää muista poikkeavan arvon. Nämä kaksi relaatiomallin ominaisuutta mahdollistavat sen, että tietojen olemassaolo ei riipu tavasta, jolla ne on fyysisesti tallennettu tietokoneeseen. Käyttäjän ei tarvitse tietää tietueen fyysistä sijaintia voidakseen hakea tämän sisältämät tiedot. Kuvassa 8 on esimerkki relaatiotietokantamallin rakenteesta. /7/



Kuva 8. Esim. relaatiotietokantamallin rakenteesta manageri-tietokannassa. /7/

4.2 Relaatiotietokannan käsitteet

Relaatiotietokantamalli voidaan jakaa kolmeen osaan; rakenne, käsittely ja eheys-säännöt. Tietokannan peruselementti on taulu. Taulun rakenne tulee selville hyvin kuvassa 9. /8/



Kuva 9. Esim. yritys- ja henkilötäuluista ja niiden rakenteesta. /8/

Relaatiotietokannoissa asiakokonaisuudet esitetään tauluina, kuten kuvassa 9 olevat taulut YRITYS ja HENKILÖ. Taulun rakenne koostuu sarakkeista ja riveistä, joita kutsutaan monesti kentiksi ja tietueiksi. Sarakkeille määritetään toisistaan eroavat nimet ja omat tietotyypinsä, kuten numeerinen tai merkkimuotoinen. Tietotyypin lisäksi näille varataan tietty merkkipituus. /8/

Jokaisella taululla on oltava tunnisteena yksilöivä ja uniikki perusavain. Yksilöimisellä tarkoitetaan, että sarakkeen millään toisella rivillä ei saa olla samaa arvoa. Viiteavaimella luodaan kahden taulun välille liitos, jota kutsutaan myös riippuvuudeksi. Yrityksellä voi siis olla useita henkilöitä töissä, mutta yksi henkilö kuuluu aina yhteen yritykseen. Tietokannan taulujen riippuvuuksia kutsutaan monesti niin sanotuiksi isä- ja lapsitauluiksi. Tässä esimerkissä yritystaulu on isätaulu ja henkilötaulu lapsitaulu. /8/

Relaatiomallissa tietoja käsitellään joukko-opillisesti, jolloin voidaan kohdistaa hakuja, esim. yrityksen henkilöihin, joiden joukosta voidaan hakea listaus henkilöistä, jotka asuvat esim. Helsingissä. /8/

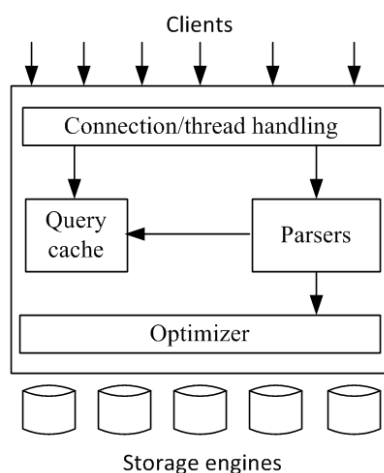
Relaatiomalli ottaa kantaa myös tietokannan eheyteen. Tietokanta on eheä, kun sen tiedot ovat oikein, ristiriidattomia sekä vastaavat reaali maailmaa. Eheys vaarantuu, jos esim. sama henkilö tallennetaan kahteen kertaan, esim. eri osoitteilla. Tällöin ei tiedetä, kumpi näistä osoitetiedoista on oikein. /8/

4.3 MySQL historia

MySQL-relaatiotietokantapalvelin syntyi sisäisenä yritysprojektina, jonka johtohenkilöinä olivat Michael Widenius ja David Axmark. Ensimmäinen versio MySQL:stä julkaistiin vuonna 1995 Ruotsin Uppsalassa sijaitsevasta ohjelmistoyrityksestä nimeltä TCX Data Konsult AB. Tietokantaohjelmisto osoittautui julkaisun jälkeen suosituksi ja kehittäjät ymmärsivät sen potentiaalin. Kehittäjät perustivat tämän jälkeen MySQL AB:n yrityksen, joka perustuu kokonaan MySQL-pohjaisten palveluiden ympärille. Sun Microsystem osti yrityksen 2008 ja 2009 Oracle osti Sun Microsystemin. /9/

4.4 MySQL arkkitehtuuri

MySQL on hyvin erilainen kuin muut tietokantapalvelimet ja sen arkkitehtoniset ominaisuudet tekevät siitä hyödyllisen monenlaisia tarkoituksia varten. MySQL ei ole täydellinen, mutta se on tarpeeksi joustava toimimaan hyvin vaativissa ympäristöissä, kuten web-sovelluksissa. MySQL:n yksi tärkeimpiä ominaisuuksia on sen tietokantamoottoriarkkitehtuuri. Tämä on suunniteltu suorittamaan useita kyselyprosesseja ja muita palvelintehtäviä datan tallentamisessa ja hakemisessa. MySQL-arkkitehtuuri koostuu useasta eri komponentista mitkä toimivat yhdessä (**Kuva 10.**) /10/



Kuva 10. MySQL-palvelinarkkitehtuuri.

Komponenttien ylin taso pitää sisällään palvelut, jotka eivät ole ainutlaatuisia MySQL:lle. Nämä palvelevat useimpia verkkopohjaisia asiakas- ja palvelintyökaluja tai palvelimien tarpeita, kuten yhteyksien hallintaa, autentikointia, tietoturvaa jne. Toinen taso pitää sisällään koodit kyselyjen jäsentämiseen, analysointiin, optimointiin, välimuistin ja kaikki sisäänrakennetut toiminnot. Sisäänrakennettuja toimintoja ovat mm. päiväys, aika ja salaus. Kaikki tietokantamoottoreiden toiminnot ovat myös tällä tasolla, kuten tallennetut proseduurit, herättimet ja näkymät. /10/

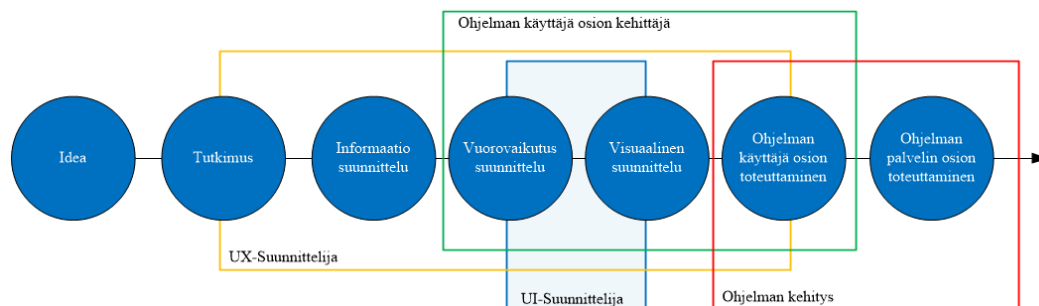
Alimmalla tasolla ovat tietokantamoottorit, jotka vastaavat tietojen tallentamisesta ja noutamisesta. Tietokantamoottorit eivät kommunikoi keskenään vaan ne vastaavat ainoastaan palvelimen kyselyihin. /10/

5 WEB-SOVELLUKSEN UI-SUUNNITTELU

Web-sovellusta suunniteltaessa on tärkeä ottaa huomioon käyttöliittymäsuunnittelu (UI), sekä käyttökokemussuunnittelu (UX). Nämä kaksi suunnittelun osa-aluetta ovat vahvasti sidoksissa toisiinsa web-sovelluksen suunnittelussa (**Kuva 11.**). /11/

UI-suunnittelulla tarkoitetaan sitä, miltä sovellus näyttää visuaalisesti käyttäjän näyttöruudulla. Tähän kuuluvat sovelluksen ulkoasun osa-alueet, esim. käyttöliittymän visuaalisuus, värit, fontit, kuvat, taulukot, painikkeet, tekstikentät, valikot ja efektit. /11/

UX-suunnittelulla tarkoitetaan käyttökokemuksen suunnittelua, miltä sovelluksen käyttäminen käyttäjältä tuntuu. Tähän osa-alueeseen kuuluvat mm. käyttöliittymän selkeys, käytön intuitiivisuus sekä sovelluksen käyttämisen helppous ja vaivattomuus. /11/



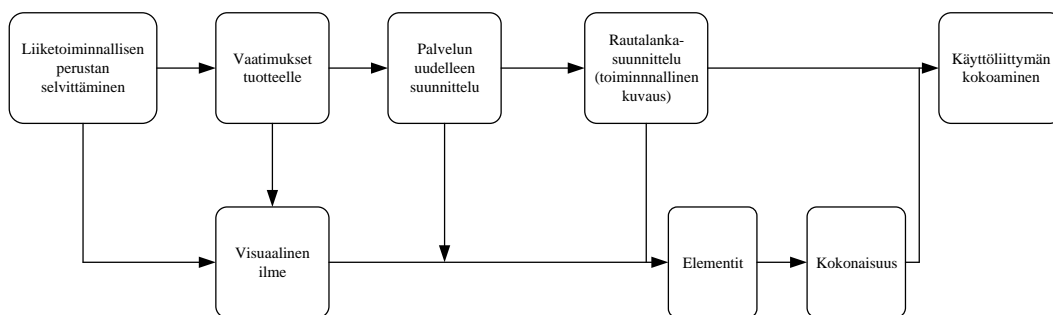
Kuva 11. Esimerkki UX/UI-suunnitteluprosessista ohjelmistokehityksessä. /12/

5.1 Käyttöliittymän visuaalinen suunnittelu

Web-sovelluksen visuaalinen ulkoasu välittää kahta viestiä käyttäjälle. Ensimmäinen on sisällön esittäminen: informaatio ja käyttäjän toimintamahdollisuudet. Sovelluksen ulkoasun pitää auttaa käyttäjää huomaamaan, jäsentämään ja ymmärtämään asiat, jotka täytyy huomata ja ymmärtää. Tätä kutsutaan visuaaliseksi käytettävyydeksi. /13/

Toinen viesti on välittää käyttäjälle sovelluksen kokonaisilmeeseen liittyvä viesti: brändi, kokonaisilme, tunnelma ja persoonallisuus. Visuaalisen suunnittelun tarkoituksena on luoda web-sovellukselle yleisilme, joka toteuttaa pintatasolla yrityksen brändiä. Yleisilmeen tulee kuvastaa tavalla tai toisella juuri tätä palvelua ja olla samaa sukunäköä yrityksen muiden mahdollisten palvelujen kanssa. /13/

Visuaalinen suunnittelu tehdään sovellusprojektin rinnalla. Käyttöliittymän elementtien visuaalinen suunnittelu aloitetaan yleensä silloin, kun rautalankamalli on valmis, mutta monesti myös ennen tämän valmistumista (**Kuva 12.**) /13/



Kuva 12. Visuaalinen suunnittelu kokonaisprojektissa. /13/

5.2 Visuaalisen suunnittelun tavoitteet

Visuaalisen suunnittelun tavoitteita on monia, mutta pääasiallisesti tähän kuuluvat ohjelman tai tuotteen esteettisyys, brändi, kokonaisilme ja persoonallisuus.

5.2.1 Esteettisyys

Yksi visuaalisen suunnittelun tavoitteista on esteettisyys. Esteettisyydellä tarkoitetaan elämyksiä ja mielihyvää tuottavaa tekijää, joka vaikuttaa ihmisen rationaaliseen toimintaan. Näitä toimintoja ovat informaation käsittely, luovuus ja ajattelu. Positiivisilla tunnetiloilla on todettu olevan myönteisiä vaikutuksia tehokkuuteen, tavoitteiden saavuttamiseen, ongelmaratkaisuun ja oppimiseen. Positiivinen tunnetila vaikuttaa käyttäjään siten, että tällöin hän sietää pieniä käytettävyysongelmia. Negatiivisilla tunteilla voi taas olla haitallisia vaikutuksia: suuttuneen ihmisen ajattelu ja luovuus kapenevat. Ihmisillä on taipumus pitää esteettisiä ohjelmia muita laadukkaampina ja helppokäyttöisempinä. Esteettisen ulkoasun ajatellaan liittyvän myös käytettävyyteen. Esteettisyys ja käytettävyys ovat kuitenkin itsenäisiä ominaisuuksia, jotka molemmat voivat olla tai olla olematta samassa palvelussa. /13/

5.2.2 Brändi

Brändi on käyttäjän tunteisiin vetoava kuva yrityksestä ja palvelusta. Hyvä brändi on näkymätön, mutta toimiva ja luo tunneyhteyden käyttäjän ja yrityksen välille. Visuaalisen suunnittelun muuttajat kuvaavat yrityksen brändiä. Brändi on parhaimmillaan persoonallinen, puhutteleva ja merkityksellinen katsojalle. Tämä kuvastaa yrityksen toimintatapaa ja arvoja. Brändi ilmennetään mm. palvelun nimessä, logossa, tekstissä, väreissä, grafiikassa, elementtien muodossa, koriste-elementeissä ja siinä millaiseksi käyttäjäkokemus saadaan tehtyä. /13/

5.2.3 Kokonaisilme

Suunnittelun kokonaisilme syntyy väreistä, samansukuisista muodoista, yhtenäisestä ja säästeliäästä typografiasta ja ne painottuvat sen mukaan millaisesta web-sovelluksesta on kyse. Kokonaisilme voidaan jakaa identiteettiin, perimään ja visiioon, käyttäjiin ja tavoitemielikuvaan./13/

Web-sovelluksen identiteetillä pyritään kertomaan mikä yhteisö on sen takana, mitkä ovat sen arvot, vahvuudet ja erityisosaaminen. Perimällä ja visiolla kuvataan sitä mistä yritys on tulossa, sen tarina, mihin se on menossa ja mitkä ovat sen päämäärät. Käyttäjillä tarkoitetaan sovelluksen tulevia käyttäjiä, mitkä ovat heidän tehtävänsä, odotuksensa ja vaatimuksensa. Tavoitemielikuva on se, mikä halutaan käyttäjille luoda ja miltä sen halutaan näyttävän. /13/

5.2.4 Persoonallisuus

Web-sovelluksen persoonallisuus on yksi tavoiteltava, mutta vaikeasti selitettävä ominaisuus. Tämä rakennetaan suurelta osin tekstillä, mutta käyttäjä havaitsee persoonallisuuden nopeimmin palvelun visuaalisesta ilmeestä. Kuvituksella on suuri merkitys, samoin asioiden sijoittelulla, elementtien tyylillä ja kaikella mitä sovelluksessa näkyy käyttäjälle. Jos nämä elementit ovat ristiriidassa keskenään, ei vahvaa persoonallisuutta synny tai ainakaan sellaista mihin on pyritty viestittämään. Persoonallisuus on sitä merkittävämpi tekijä, mitä enemmän kilpailua palvelulla on verkossa. /13/

5.3 Visuaalisen suunnittelun keinot

Visuaalisen suunnittelun yhtenä keinona on visuaalinen hierarkia. Web-sovelluksen sivuille tulevilla asioilla on tosielämässä hierarkkiset suhteensa. Sivuille tulevia asioita paloittelallaan, ne kuuluvat joukkoihin ja liittyvät toisiinsa. Tämän tulee näkyä asemoinnissa, tekstin muotoilussa ja elementtien sisennyksinä. /13/

Sivuille asennetut elementit ohjaavat taas käyttäjän katsetta, etenkin kun hän vasta silmäilee sivua. Tähän vaikuttavat linjaukset sivulla, viivat ja tyhjä tila. Visuaalisen suunnittelun avulla saadaan käyttäjän katse suunnattua oikeaan paikkaan ja poimiin luontevasti aina seuraavan katsottavan asian juuri siinä järjestyksessä kuin suunnittelija on halunnut. Tällä pyritään myös ohjaamaan käyttäjää havaitsemaan kaikki tärkeä mikä pitääkin havaita. Mikään tärkeä elementti ei saa jäädä piiloon. /13/

5.3.1 Elementtien ryhmittely ja sommittelu

Käyttäjät hahmottavat ja muistavat hierarkkiset ryhmät helpommin kuin monta pientä irrallista asiaa sivulla. Käyttäjät voivat tehdä päätöksiä suurenkin tietomäärän pohjalta, jos ne on selkeästi ryhmitelty ja esitetty. Toisistaan visuaalisesti etäälle sijoitetut elementit hidastavat käyttäjän päättelyä. Elementtien ryhmittely nopeuttaa ja helpottaa silmäilyä. Sivulla olevat asiat ovat käyttäjälle näin myös helpompi hahmottaa ja ymmärtää. Tiedon oikealla asetelulla ja informaation selkeällä näkymisellä on suuri merkitys informaation vastaanottoon ja käsittelyyn nopeuteen. /13/

Elementtien ympärillä olevalla tyhjällä tilalla pyritään korostamaan niiden tärkeyttä ja ohjaamaan käyttäjä huomaamaan elementti nopeasti. Elementtien tiheällä sijoittelulla vähennetään niiden merkitystä. Elementtien sijoittaminen sivun reuna-alueelle pieneen tilaan viestii käyttäjälle niiden toisarvoisuudesta. Sivujen elementtien sommittelussa kannattaa tavoitella tasapainoista asettelua, mutta joskus pieni jänite elementtien välillä toimii hyvin. Sivun suunnittelussa voi käyttää ruudukkoa, jonka avulla luodaan pohjajaottelu. Ruudukko antaa kokonaisuudelle järjestystä. Kuvassa 13 on esimerkki, jossa lomakkeen elementit on aseteltu kahdella eri tavalla. /13/

The image shows two side-by-side screenshots of a contact form, illustrating different layout arrangements for the same set of fields. Both forms have the same text: "Voit käyttää yhteystietoina joko omia tai yrityksesi yhteystietoja. Tähdellä merkityt tiedot ovat pakollisia".

Left Form (Grouped Fields):

- *Nimi: [input field]
- *Sähköpostiosoite: [input field]
- Käytä omia yhteystietoja
- *Postiosoite: [input field]
- *Postinumero: [input field]
- *Postitoimipaikka: [input field]
- *Puhelinnumero: [input field]
- Käytä yrityksen yhteystietoja
- *Postiosoite: [input field]
- *Postinumero: [input field]
- *Postitoimipaikka: [input field]
- *Puhelinnumero: [input field]
- WWW-osoite: [input field]
- Faksi: [input field]
- Tallenna

Right Form (Staggered Fields):

- *Nimi: [input field]
- *Sähköpostiosoite: [input field]
- Käytä omia yhteystietoja
- *Postiosoite: [input field]
- *Postinumero: [input field]
- *Postitoimipaikka: [input field]
- *Puhelinnumero: [input field]
- Käytä yrityksen yhteystietoja
- *Postiosoite: [input field]
- *Postinumero: [input field]
- *Postitoimipaikka: [input field]
- *Puhelinnumero: [input field]
- WWW-osoite: [input field]
- Faksi: [input field]
- Tallenna

Kuva 13. Elementtien ryhmittely, hierarkia ja katseen kuljettaminen. /13/

5.3.2 Värit

Värit ovat iso osa sommittelua ja leimaavat vahvasti koko web-sovelluksen ilmettä. Värit tulee valita siten, että ne kuvastavat palvelun viestiä ja haluttua tunnelmaa. Värien oikeanlaisella käytöllä voidaan parantaa käyttäjän suorituskykyä web-sovelluksen käyttämisessä. Riski värien väärin käyttämiseen on kuitenkin suuri. Väreillä voi olla seuraavanlaisia vaikutuksia: /14/

- Värit voivat rauhoittaa tai iskeä silmään.
- Värien avulla voidaan lisätä korostusta kiinnostamattomiin asioihin sivulla.
- Väreillä voidaan helpottaa asioiden erottelua monitahoisilla sivuilla.
- Väreillä voidaan painottaa tietojen loogista järjestystä sivuilla.
- Väreillä voidaan kiinnittää huomio varoituksiin.
- Värit voivat herättää käyttäjissä voimakkaita emotionaalisia reaktiota, iloa, jännitystä, pelkoa tai vihaa.

Värien käyttämiseen ei ole yksinkertaista ohjeistusta, mutta näitä seuraavia asioita käytetään monesti lähtökohtana suunnittelussa. Värejä tulisi käyttää varovasti ja niiden määrä tulisi olla maksimissaan 4-7 kpl:tta yhdellä sivulla. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös väriparien toimivuus yhdessä. Vääränlaisten väriparien käyttäminen voi haitata myös sivuston luettavuutta ja sen käyttämistä. Värien tulisi tukea web-sovelluksen tai sivuston käyttöä. /14/

5.3.3 Typografia ja kuvat

Typografian suunnittelu on kirjasintyyppien ja niiden kokojen valintaa sekä tekstin asettelua sivulle. Tavoitteena on hyvä silmäiltävyys ja luettavuus. Typografian avulla luodaan myös ilmettä palveluun. Tekstiä voidaan käyttää puhtaasti visuaalisina elementteinä. Eri kirjaisintyyppejä on hyvä kuitenkin olla rajatusti esim. yläotsikot, alaotsikot, leipäteksti, valikot, muut linkit ja 1-2 muuta tämän lisäksi. Tekstin kursivointia ja alleviivausta tulisi käyttää ainoastaan linkkiteksteissä. /13/

Sivuilla olevat kuvat toimivat käyttäjille viestinä ja niillä on sanoma. Kuvat havainnollistavat sivuilla olevia asioita, toimivat katseen kohdistajina ja luovat palveluun ilmettä. Ne voivat lisätä aiheen vaikuttavuutta ja luoda mielikuvia. Kuvitusta voidaan hyödyntää ohjaamaan käyttäjän huomio sisältöön. Kuvien tärkeydestä voidaan antaa käyttäjälle vihjeitä sijoittelulla ja kokoeroilla. Tilannekuvien yhteydessä tulisi olla myös kuvateksti, jotta kuva tulkittaisiin oikein. /13/

6 ASIANTUNTIJATYÖ

Asiantuntija on henkilö, jolla on jonkun osa-alueen syvällisempi tuntemus, joka on kehittynyt työkokemuksen ja koulutuksen kautta. Asiantuntijatyö on tietotyötä, jossa pitää osata hakea tarvittaessa tietoa monesta järjestelmästä ja kommunikoida useiden sidosryhmien välillä. Työ vaatii asiantuntijalta monesti luovaa ja innovatiivista ajattelukykyä ratkoessaan eteen tulevia haasteita.

6.1 Asiantuntijatyön ohjaamisen haasteet

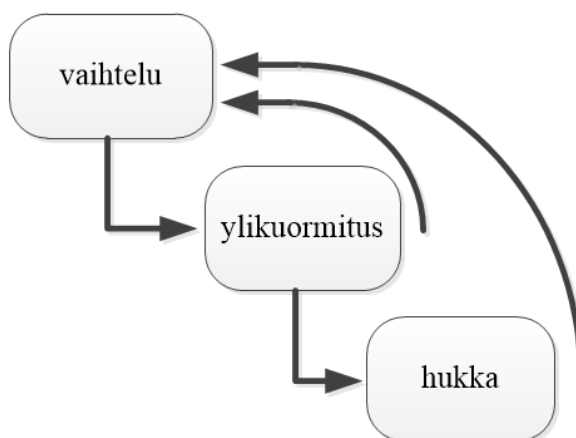
Asiantuntijatyön ohjaaminen voi olla haastavaa, koska tiimin henkilöillä voi olla paljon erityisosaamista, joita tiimin muut henkilöt eivät hallitse. Tällöin tietyn tyyppiset työt helposti kasaantuvat tietyille henkilöille ja tämä aiheuttaa turhaa kuormitusta. Tietoa ja osaamista tulisi jakaa tiimissä mahdollisimman monelle, jolloin työt voidaan jakaa tasaisemmin. Asiantuntijoiden työtehtävien kestoa voi olla myös vaikea arvioida niiden erilaisuuden vuoksi. Työtehtäviä tulee myös monesti hajautusti monen kanavan kautta suoraan asiantuntijoille. Tämä vaikeuttaa asiantuntijoiden töiden priorisointia.

Asiantuntijatiimin töiden ohjausta voidaan helpottaa sillä, että luodaan järjestelmä minkä kautta kaikki työt ohjataan tiimin työjonoon ja sieltä asiantuntijoiden työlistoille. Tämä luo myös hyvän näkymän tiimin ja henkilöiden työkuormasta tiiminvetäjälle ja esimiehelle. Tämä myös rauhoittaa asiantuntijoiden työntekoa, kun työpyyntöjä ei tule heille joka puolelta hajautetusti.

6.2 Asiantuntijatyön kehittäminen

Asiantuntijatiimin työn kehittämiseen voidaan käyttää Leania, joka on japanilaisten alunperin kehittämä johtamisfilosofia. Tämä on kehitetty valmistavan teollisuuden työkaluksi, mutta tätä voidaan soveltaa myös asiantuntijatiimien ohjaamisessa.

Lean-johtamisen keskeisin tarkoitus on tunnistaa ja eliminoida hukka nopeasti ja tehokkaasti, pienentää kustannuksia sekä parantaa laatua. Tällä tavoitellaan työn sujuvaa etenemistä eli virtausta. Virtauksen pahimpia vihollisia ovat vaihtelu, ylikuormitus ja hukka. Hukka on seuraus vaihtelusta ja ylikuormituksesta. Pelkän hukan poistamisella hukka tulee uudestaan (**Kuva 14.**). Vaihtelun minimoimisella hukan syntyminen vähenee. Näiden kolmen esteen poistaminen ei ole tavoite vaan keino päästä päämäärään. /15/



Kuva 14. Vaihtelu on hukan ja ylikuormituksen juurisyy. /16/

6.2.1 Vaihtelu

Vaihtelu, epätasapaino tai epäyhdenmukaisuus, on näistä kolmesta tärkein, koska se aiheuttaa kaksi muuta. Asiantuntijatyössä epätasapainolla tarkoitetaan esimerkiksi eri henkilöiden osaamiseroja, työkuorman vaihtelua eri päivinä, tulipalojen sammuttamista tai organisaation omista toimintatavoista johtuvaa vaihtelua, kuten kuukauden alun muita kiireisimpiä päiviä. Vaihtelu on havaittavissa mittaamalla aikoja, jotka kuuluvat työn suorittamiseen tai odotteluun. /16/

6.2.2 Ylikuormitus

Ylikuormitus voi olla laitteen, järjestelmän tai ihmisen ylikuormitusta. Henkilöstön jatkuva ylikuormitus aiheuttaa sairaspissaoloja ja vähentää kykyä uudistua, oppia uutta ja siten se estää työn kehittämisen. Työntekijän kannalta laadukas työympäristö on siksi merkittävä tekijä organisaation tehokkuuden toteutumisessa. Ylikuormitus on havaittavissa mittaamalla saapuvan työkuorman ja valmistumisnopeuden suhdetta eli käyttöastetta. /16/

6.2.3 Hukka

Hukka on arvoa tuottamatonta tekemistä, josta asiakas ei ole valmis maksamaan. Se voidaan luokitella seitsemään kategoriaan: /16/

1. Ylituotanto: Tällä tarkoitetaan, että tehdään liian paljon, liian aikaisin tai varmuuden vuoksi. Tämä voi johtaa pidempiin toimitusaikoihin ja turhien asioiden siirtelyyn tai käsittelyyn. Asiantuntijatyössä ylituotantoa ovat myös turha mittaaminen ja palaverit, joihin kutsutaan varmuuden vuoksi paljon ihmisiä tai joita järjestetään kyseenalaistamatta niiden tarpeellisuutta. Ylituotantoon voi johtaa myös väärä töiden priorisointi, jolloin tehdään mieluummin kiireellisiä, ei niin tärkeitä asioita, eikä ensisijaisesti tärkeitä, mutta ei niin kiireellisiä asioita. /16/

2. Keskenkäsitellyt työt: Kaikki työt, jotka on aloitettu, mutta joita ei ole saatu vielä valmiiksi. /16/
3. Odottaminen: Tällä tarkoitetaan, että työt odottavat työnalle ottamista tai asiakas odottaa palvelua. Kun tehtävää siirretään ihmiseltä toiselle, se joutuu usein jokaisen siirron jälkeen jonoon odottamaan seuraavaa käsittelyä. Asiantuntijatiimeissä odotetaan päätöksiä, hyväksyntöjä tai tehtävässä tarvittavia lisätietoja asiakkailta tai kollegoilta. /16/
4. Ylimääräinen työntekijän tai materiaalin liike: Asiantuntijatyössä tällä tarkoitetaan tietojen manuaalista syöttämistä järjestelmästä toiseen tai useiden sovellusten käyttämistä ja liikkumista sovellusten välillä. Tähän hukkaan voidaan laskea mukaan tiedon lajittelu ja etsiminen. /16/
5. Siirtäminen: Asiantuntijatyössä tiedon tai työn siirtäminen henkilöltä toiselle sen sijaan, että pyrittäisiin minimoimaan tarvittavien henkilöiden määrä per tehtävä. Tämä voi tarkoittaa tehtävän siirtelyä tai kommunikointia eri osastojen välillä. Tällaisessa tapauksessa nämä tiimit tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle toisiaan, riippumatta organisaation rakenteesta. /16/
6. Virheet ja uudelleen tekeminen: Kun asiakas ei ole tyytyväinen saamaansa palveluun, työ palautuu takaisin uudelleen tehtäväksi, jolloin sama tehtävä vie käytännössä kapasiteettia kahteen kertaan. Tämä voi tapahtua myös työketjun sisällä, jos edellinen työvaihe on toimittanut virheellistä tai puutteellista tietoa seuraavaan vaiheeseen. Tällöin seuraavan työvaiheen tekijä joutuu joko paikkaamaan virheen tai palauttamaan työn edelliseen vaiheeseen. Virheet aiheuttavat kumuloituvaa vaihtelua työketjussa eteenpäin. Tämän takia tiedon tulisi olla ketjun alkupäässä mahdollisimman virheetöntä. /16/

7. Epätarkoituksenmukainen käsittely: Jos asiantuntija ei tiedä mitä asiakas todella haluaa, niin silloin saatetaan tehdä ylimääräisiä asioita, joista ei ole kenellekään hyötyä. Voidaan tehdä ylilaaatua, vaikka vähempikin laatu olisi ollut täysin riittävä asiakkaan tarpeisiin. /16/

6.3 Tiimin työkuorman visualisointi

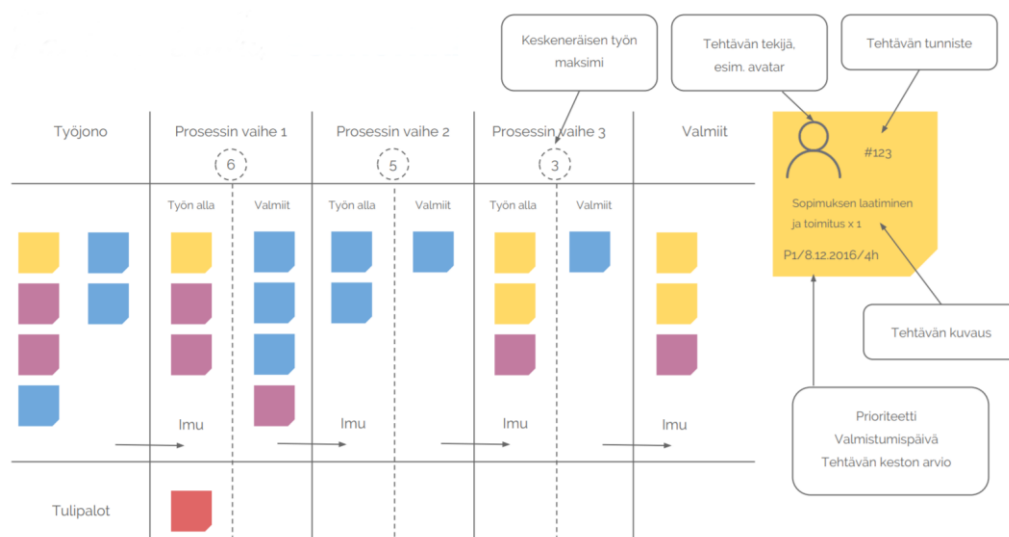
Visuaalisuus on yksi Lean-ajattelun peruseriaatteista. Tavoitteena on luoda johtamisjärjestelmä, jossa työn tehokkaan sujumisen kannalta olennainen informaatio on nähtävillä nopeasti yhdellä silmäyksellä. Visualisoinnilla pyritään antamaan koko tiimille mahdollisimman hyvä kokonaiskuva tiimin töistä, jotta tiimin jäsenet voivat tehdä kokonaisuuden kannalta laadukkaita päätöksiä. Visualisointi koetaan aluksi monesti kontrollin lisäämisenä ja uhkaavana. Todellisuudessa tämä toimintamalli lisää pitemmällä aikavälillä tiimin yhteisöllisyyttä ja avoimuutta. Ongelmien jatkuva avoin käsittely luo työyhteisöön, alun totuttelun jälkeen, turvallisuuden tunteen, mikä parantaa myös työtyytyväisyyttä. /16/

6.3.1 Kanban

Asiantuntijatyön visualisointi voi olla haastavaa, jos työt ovat näkymättömissä monissa eri tietojärjestelmissä. Tällöin visualisoinnin toteuttaminen vaatii mielikuvitusta ja kokeilua oikean tavan löytämiseksi. Yksi hyvä käytännön lean-työkalu on kanban-taulut. /16/ Kanban on yksinkertainen työnhallintatapa, jossa on kolme periaatetta: /17/

1. Työn kulun visualisointi: Taulussa on oma sarake kullekin työvaiheelle esim. ei aloitettu, työnalla, tarkastuksessa, valmis. Jokaisella työllä on oma kortti ja se siirtyy sarakkeesta toiseen sen mukaisesti missä vaiheessa kyseinen työ on. /17/

2. Kaistanrajoittimet: Jokaisessa työvaiheessa samanaikaisesti olevien töiden määrä on rajoitettu. /17/
3. Läpimenoajan mittaaminen: Kehitysprosessi voidaan optimoida, jos mitataan työn kussakin vaiheessa viettämä aika. /17/



Kuva 15. Esimerkki asiantuntijatyön kanban-taulusta. /18/

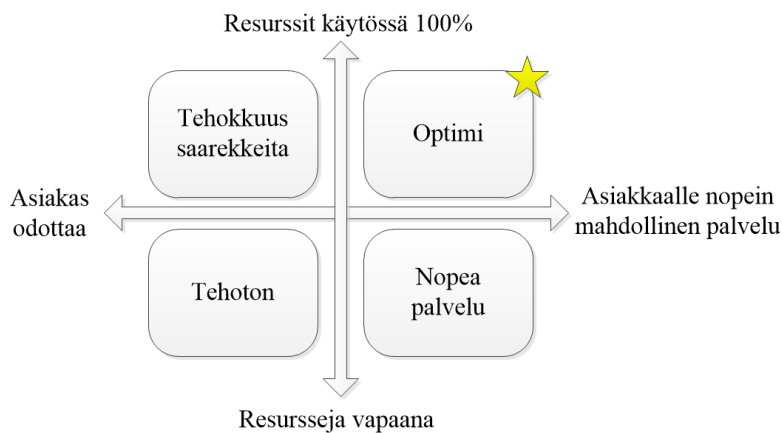
Kanban-taulun käyttämiseen on hyvä sopia aluksi periaatteet, jotka tulee kouluttaa asiantuntijatiimille (**Kuva 15.**). /16/

- Visuaalisuus välttämätöntä, jotta tiimille saadaan kokonaiskuva tiimin töistä. /16/
- Nopea rytmi: viikoittain suunnitellaan tehtävät työt, päivittäin tarkistetaan status ja sopeudutaan todelliseen tilanteeseen. /16/
- Resursointia ei suunnitella tarkkaan, koska suunnitelma olisi heti valmistuttuaan väärä. /16/
- Tiimi arvio itse töiden koon, ei esimies tai asiakas /16/

- Esimies arvioi kapasiteetin eli kuinka monta työtä voidaan viikkosuunnitelmaan valita. /16/
- Työrauha: Suorat yhteydenotot pitää ohjata samalle kanban-työtaululle, samaan priorisointiprosessiin. Esimies tekee priorisoinnin etukäteen, ei enää sen jälkeen, kun työ on jo aloitettu. /16/
- Työt virtaavat työtaululla vasemmalta oikealle. Visuaalisuus paljastaa missä työvaiheessa on virtauksen esteitä. /16/

6.4 Virtaustehokkuus vai resurssitehokkuus?

Monesti asiantuntijatiimien työnohjaus on rakennettu resurssitehokkuuden näkökulmasta. Tärkeintä on, että tiimin olemassa olevia resursseja käytetään maksimaalisesti. Tämä aiheuttaa helposti sen, että tiimillä on koko ajan kiire ja tämä taas aiheuttaa uupumusta asiantuntijoissa. Loppo-aikaa ei ole. Asiakkaat kokevat, että palvelu on hidasta eivätkä työtilaukset valmistu tai niihin ei reagoida tarpeeksi nopeasti. Molemmat ovat resurssitehokkaan organisaation tunnusmerkkejä. Lean-periaatteet tarkoittavat, että organisaatio rakennetaan virtaustehokkaaksi eli asiakkaan kokema läpimenoaika minimoidaan ja keskitytään siihen, että tilauksia valmistuu mahdollisimman paljon. Työtilausten vaihtelun takia resurssi- ja virtaustehokkuutta on erittäin vaikea rakentaa samaan organisaatioon (**Kuva 16.**) /16/



Kuva 16. Vaihtelu estää pääsemästä tähden osoittamaan optimitilaan. /18/

Resurssitehokasta organisaatiota rakentaessa tulee varmistaa, että työtehtäviä on aina odottamassa, jotta resurssit eivät odota työtä. Resurssitehokkuudella tarkoitetaan korkeaa käyttöastetta, josta seuraa se, että työtilausten läpimenoaika kasvaa. Virtaustehokkaassa organisaatiossa työt eivät odota tekijäänsä, mutta asiantuntija voi joutua odottamaan työtä. Tähän tapaan optimoitu organisaatio on kokonaisuudessaan tuotteliaampi ja nopeampi: samalla henkilöstöllä saadaan enemmän valmista aikaiseksi. /16/

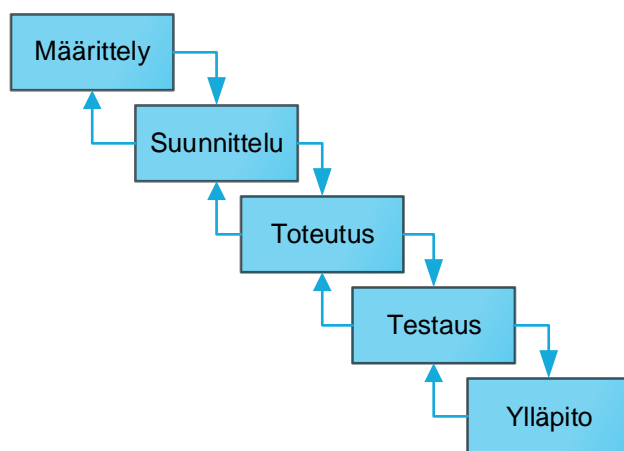
Virtaustehokkuutta ohjaa kolme luonnonlakia:

1. Littlen laki: Töiden keskimääräinen läpimenoaika on suoraan suhteessa keskenäisen työn määrään. /16/
2. Pullonkaulojen laki: Jokaisessa systeemissä on yksi pullonkaula, joka määrittää kokonaisuuden maksiminopeuden. /16/
3. Vaihtelun laki: Vaihtelua on kaikkialla. Mitä enemmän vaihtelua esiintyy, sitä pidempi on töiden läpimenoaika. /16/

7 TYÖNOHJAUSJÄRJESTELMÄN MÄÄRITTELY

Aloitin asiantuntijatyön ohjausjärjestelmän protoversion luomisen määrittelemällä järjestelmän vaatimuksia. Rajasin tämän työni osuuden koskemaan vain työohjetilausprosessia tilauksesta aina valmistumiseen saakka, koska kokonaisuuden toteuttamisessa menee huomattavasti enemmän aikaa. Tässä työohjetilausten määrittelyn tekemisessä oli huomattavana etuna itselle työympäristön tunteminen entuudestaan, koska olen ohjannut työtilauksia asiantuntijatiimissämme usean vuoden ajan.

Ohjelmistoalan yritykset käyttävät tänä päivänä ohjelmistoprojekteissaan ketterää Scrum-kehitysmenetelmää, joka tarjoaa mallin minkä mukaan projektia ohjataan. Tässä työssäni olen kuitenkin käyttänyt ohjelmistokehityksestä tuttua vesiputousmallia, joka soveltuu paremmin yksittäiseen yhden henkilön projektiin. Scrum olisi parempi ratkaisu ohjelmistoprojektin ohjaamiseen siinä tapauksessa, jos projektissa olisi useampia kehittäjiä mukana.



Kuva 17. Vesiputousmalli. /19/

Vesiputousmallissa edetään suoraviivaisesti ylhäältä alaspäin vaiheittain ja yhden vaiheen valmistuessa siirrytään seuraavaan vaiheeseen. Mallin yhtenä tärkeänä ominaisuutena pidetään iterointia taaksepäin tarvittaessa (**Kuva 17.**). /17/

7.1 Vaatimustenmäärittely

Vaatimustenmäärittely on yksi tärkeimmistä vaiheista ohjelmistoprojekteissa. Määrittelyn avulla kirjataan tulevan ohjelman vaatimuksia sekä ominaisuuksia käyttäjä- ja järjestelmätasolla. Listatut asiat tulee myös pisteyttää, jonka avulla ne voidaan priorisoida tärkeysjärjestykseen. Nämä toimivat ohjelmiston suunnittelua aloitettaessa tärkeänä ohjenuorana suunnittelijoille. Tämä dokumentti toimii myös ohjelmistoprojekteissa sopimuksen tärkeänä osana, eli mistä on sovittu tilaajan ja toimitajan välillä.

7.1.1 Palvelin

Järjestelmän palvelinta koskevat tekniset vaatimukset on tärkeä määrittää ensimmäisenä, koska web-sovellus rakentuu niiden päälle (**Taulukko 2.**). Nämä on priorisoitu 1-prioriteetillä, koska nämä ovat kaikki tärkeitä järjestelmän toiminnan kannalta. Ainoastaan HTTPS-käyttö ei ole alkuvaiheessa oleellisin ominaisuus toimivuuden ja tietoturvan kannalta, koska palvelin on ainoastaan yrityksen sisäverkon käytössä.

Taulukko 2. Palvelimen vaatimustenmäärittely.

Palvelimen vaatimukset	
Toiminto/Vaatimus	Tärkeys prioriteetti 1-3
Linux palvelin	
Apache Web-palvelin (HTTP)	1
Apache Web-palvelin (HTTPS)	2
PHP-palvelin	1
MySQL-tietokanta	1
Tallennustilaa työtilauslomakkeiden liitetiedostoille	1
Verkko	
Palvelin yrityksen sisäverkossa	1
Etäyhteys palvelimelle	1
Käyttäjäoikeudet	
Palvelimelle (Admin, user)	1
Tietokantaan (Admin, user)	1
Palvelimen ylläpito	
Laitteisto (Danfoss IT)	1
Käyttöjärjestelmä (Danfoss IT)	1
Palvelinohjelmistot (Admin)	1
Palvelimen tiedostojen varmuuskopiointi (Danfoss IT)	1

7.1.2 Järjestelmän yleiset vaatimukset

Järjestelmän yleisiin vaatimuksiin kirjattiin käyttöliittymään liittyviä vaatimuksia (**Taulukko 3.**). Järjestelmää tullaan käyttämään tietokoneen kautta, joten älypuhelimille ja tabletille optimointi ei ole tarpeellista tässä vaiheessa. Järjestelmä tulisi toimia kuitenkin eri selaimilla, koska ei voida olettaa, että kaikki haluavat käyttää samaa selainta. Järjestelmän käyttöliittymä tulee olla myös helposti omaksuttava, jotta sen käyttäminen olisi helppoa ja sujuvaa. Käyttäjakohtainen kirjautuminen on tärkeä ominaisuus, koska näin voidaan luoda eri käyttäjille omanlainen näkymänsä ja käyttöoikeudet järjestelmään. Tiimin asiantuntijoilla on jokaisella omat tunnukset ja kirjautuessaan he näkevät vain omat työlistansa. Tiiminvetäjä ohjaa tiimin työtilauksia, joten hän näkee tiimin kaikki työtilaukset ja kaikkien asiantuntijoiden työlistat. Esimiehen tulee nähdä tiimin kokonaistyökuorma, työnalla olevat sekä valmistuneet tilaukset. Asiakas ei tarvitse kirjautumista järjestelmään, koska he käyttävät ainoastaan työtilauslomaketta, joka näkyy kaikille käyttäjille samanlaisena.

Taulukko 3. Järjestelmän yleisten ominaisuuksien vaatimustenmäärittely.

Otsikko	Toiminto/Vaatimus	Tärkeys prioriteetti 1-3
1.0	Käyttöliittymä	
1.1	Selainpohjainen käyttöliittymä	1
1.2	Toimii IE, Firefox, Chrome selaimilla	1
1.3	Optimoitu PC:llä käytettäväksi	1
1.4	Käyttöliittymän helppokäyttöisyys	1
1.5	Käyttäjakohtainen Näkymä (Tiiminvetäjä, Asiantuntija, Esimies,)	1
1.6	Optimoitu tabletti ja älypuhelimille	3
2.0	Järjestelmän käyttäjäryhmä kohtainen kirjautuminen	
2.1	Tiiminvetäjä	1
2.2	Asiantuntija (jokaisella omat tunnukset jolla näkee vain oman työlistansa)	1
2.3	Esimies	1
2.4	Asiakas (Ei tarvitse kirjautumista)	-

7.1.3 Asiakas

Asiakasryhmälle tärkein vaatimus järjestelmässä on työohjetilauslomake, jonka kautta he voivat lähettää tilauksen asiantuntijatiimille. Asiakkaan pitää saada lisättyä tilaukselle tarvittaessa liitetiedostoja, joita asiantuntija tarvitsee kyseisen tilauksen tekemisessä. Lähetettäessä tilausta, tilauslomakkeen tulee kertoa asiakkaalle, tallentuiko tilaus onnistuneesti perille. Tilauksen tekijälle tulee kertoa myös tilauksen numero, jotta tilauksen statusta on mahdollista seurata tilauksen tekemisen jälkeen. Tämä seurantaominaisuuden lisääminen kuitenkin päätettiin siirtää seuraavalle kehityskierrokselle. Palautteen antaminen valmistuneista tilauksista on asiantuntijatiimin toivoma ominaisuus, jolla on tarkoitus tarkkailla yleisellä tasolla asiakastytyväisyyttä. Tämä ominaisuus tulee mukaan toisella kehityskierroksella. Taulukossa 4 on lueteltu asiakasryhmän vaatimuksia järjestelmälle.

Taulukko 4. Järjestelmän asiakasryhmän vaatimusmäärittely.

Otsikko	Toiminto/Vaatimus	Tärkeys prioriteetti 1-3
3.0	Asiakas ryhmän toiminnot	
3.1	Työohjetilauksen tekeminen tilauslomakkeella	1
3.2	Liitetiedostojen liittäminen tilauslomakkeeseen	1
3.3	Lomake kertoo, tallentuiko tilaus onnistuneesti järjestelmään	1
3.4	Lomake kertoo asiakkaalle tilauksen tilausnumeron, jolla se on tallennettu järjestelmään.	1
3.5	Tilausten statusten seuranta tuotantolinjakohteisesti	2
3.6	Palautteen antaminen web-lomakkeella tehdystä tilauksesta	3

7.1.4 Tiiminvetäjä

Tiiminvetäjän tehtävänä on ohjata asiantuntijatiimensä työtilauksia. Tiiminvetäjän pitää pystyä järjestelmän kautta tarkastamaan asiakkaiden lähettämien tilausten tiedot ennen kuin ne siirretään tiimin työjonoon priorisointilistalle. Tiiminvetäjän tulee myös saada lisättyä tilauksille lisätietoa tarvittaessa. Työtilauksen siirtäminen asiantuntijan työlistalle ja pois sieltä on tärkeä toiminto järjestelmässä. Tiiminvetäjän tulee nähdä asiantuntijoiden työnalla olevat työtilaukset ja myös valmistuneet tilaukset. Tiiminvetäjä tekee myös tuotemuutoksia koskevat työohjetilaukset tiimille samalla, kun hän kuittaa tuotemuutoksen omalta osaltaan PDM:ssä. Taulukossa 5 on lueteltu tiiminvetäjän vaatimuksia järjestelmälle.

Taulukko 5. Järjestelmän tiiminvetäjän vaatimusmäärittely.

Otsikko	Toiminto/Vaatus	Tärkeys prioriteetti 1-3
4.0	Tiiminvetäjä ryhmän toiminnot	
4.1	Uusien Työtilausten tietojen tarkastus	1
4.2	Työtilauksen statuksen vaihtaminen. (Käsittelemättä/Priorisointilistalla/Työnalla)	1
4.3	Työtilauksen poistaminen tarpeen vaatiessa (jos samasta asiasta toinen tilaus olemassa tai tilaukselle enää tarvetta)	1
4.4	Työtilauksen siirtäminen asiantuntijan työlistalle	1
4.5	Työtilauksen siirtäminen pois asiantuntijan työlistalta tarvittaessa	1
4.6	Olemassa olevan työtilauksen tietojen muokkaaminen/lisääminen	1
4.7	Työohjetilauksen tekeminen tilauslomakkeella	1
4.8	Liitetiedostojen lisääminen työlistalla oleviin tilauksiin	1
4.9	Asiantuntijoiden työlistojen näkeminen	1
4.10	Asiantuntijoiden valmistuneiden tilauksien näkeminen	1

7.1.5 Asiantuntija

Asiantuntijaryhmän tulee nähdä oma työlista ja listalla olevien tilausten prioriteetit sekä kaikki tiedot. Asiantuntijan tulee saada kuitata työnsä valmiiksi työlistaltaan ja kirjata tilaukselle sivumäärät. Asiantuntija voi tarpeen vaatiessa tehdä työohjetilauslomakkeella työtilauksen tiimille. Kaikki työtilaukset tulevat järjestelmän kautta. Työn tilaaja ei voi laittaa mitään työtilausta suoraan asiantuntijan työlistalle. Ainoastaan tiiminvetäjä voi laittaa työtilauksia asiantuntijoiden työlistalle. Asiantuntijoiden henkilökohtaiset- ja tiimin mittarit rajattiin ensimmäisestä kehityskierroksesta pois. Taulukossa 6 on listattu asiantuntijaryhmän vaatimuksia järjestelmälle.

Taulukko 6. Järjestelmän asiantuntijaryhmän vaatimusmäärittely.

Otsikko	Toiminto/Vaatus	Tärkeys prioriteetti 1-3
5.0	Asiantuntija ryhmän toiminnot	
5.1	Työtilausten tietojen tarkastus.	1
5.2	Työtilauksen statuksen vaihtaminen. (Työnalla/Valmis).	1
5.3	Valmistuneiden työohjetilauksen sivumäärän kirjaus kyseiselle tilaukselle (päivitys U, uusi N).	1
5.4	Työohjetilauksen tekeminen tilauslomakkeella	1
5.7	Asiantuntija pystyy näkemään hänen tekemänsä valmistuneet tilaukset.	1
5.8	Asiantuntija pystyy näkemään omat mittarinsa kuukausi, kvartaali ja vuosi tasolla.	2
5.9	Asiantuntija pystyy näkemään tiimin mittarit kuukausi, kvartaali ja vuosi tasolla.	2

7.1.6 Esimies

Tiimin esimiehen tulee nähdä järjestelmän kautta tiimin työtilausten kokonaismäärä, mitä tilauksia on jonossa priorisointilistalla, työnalla asiantuntijoilla, sekä mitä tilauksia on valmistunut. Valmistuneiden työohjesivujen määrä tyypeittäin tulee myös näkyä esimiehelle, mutta ei aivan pakollinen ominaisuus vielä tässä vaiheessa. Mittariston luominen asiantuntija- ja tiimitasolla rajattiin tästä ensimmäisestä järjestelmän versiosta pois myös. Nämä tulevat mukaan myöhemmässä järjestelmäversiossa. Taulukossa 7 on listattu järjestelmän esimies osion vaatimuksia.

Taulukko 7. Järjestelmän esimiehen vaatimusmäärittely.

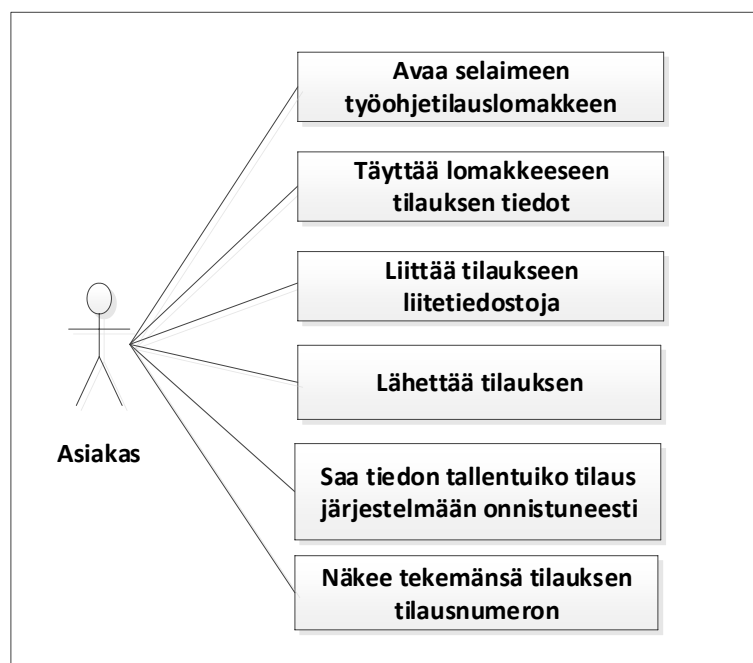
Otsikko	Toiminto/Vaatus	Tärkeys prioriteetti 1-3
6.0	Esimes ryhmän toiminnot	
6.1	Näkee tiimin kaikki priorisointilistalla olevat tilaukset	1
6.2	Näkee tiimin asiantuntijoiden työlistat, mitä tilauksia on työnalla	1
6.3	Näkee tiimin asiantuntijoiden valmistuneet työtilaukset	1
6.4	Näkee valmistuneiden työohjetilausten työohjesivujen määrän (päivitys U/uusi N)	2
6.5	Näkee asiantuntijoiden valmistuneista työtilauksista luodut mittarit (kuukausi/kvartaali/vuosi) tasolla.	3
6.6	Näkee tiimin valmistuneista työtilauksista luodut mittarit (kuukausi/kvartaali/vuosi) tasolla.	3
6.7	Näkee priorisointilistalla olevien tilausten määrät (kuukausi/kvartaali/vuosi) tasolla.	3

7.2 Käyttötapauskaaviot

Käyttötapauskaaviota käytetään kuvaamaan ohjelman käyttäjien erilaiset käyttötapaukset ohjelman käytössä, jotta nämä voidaan kuvata tarkemmin ohjelman suunnittelua ja toteutusta varten.

7.2.1 Asiakasryhmän käyttötapauskaavio

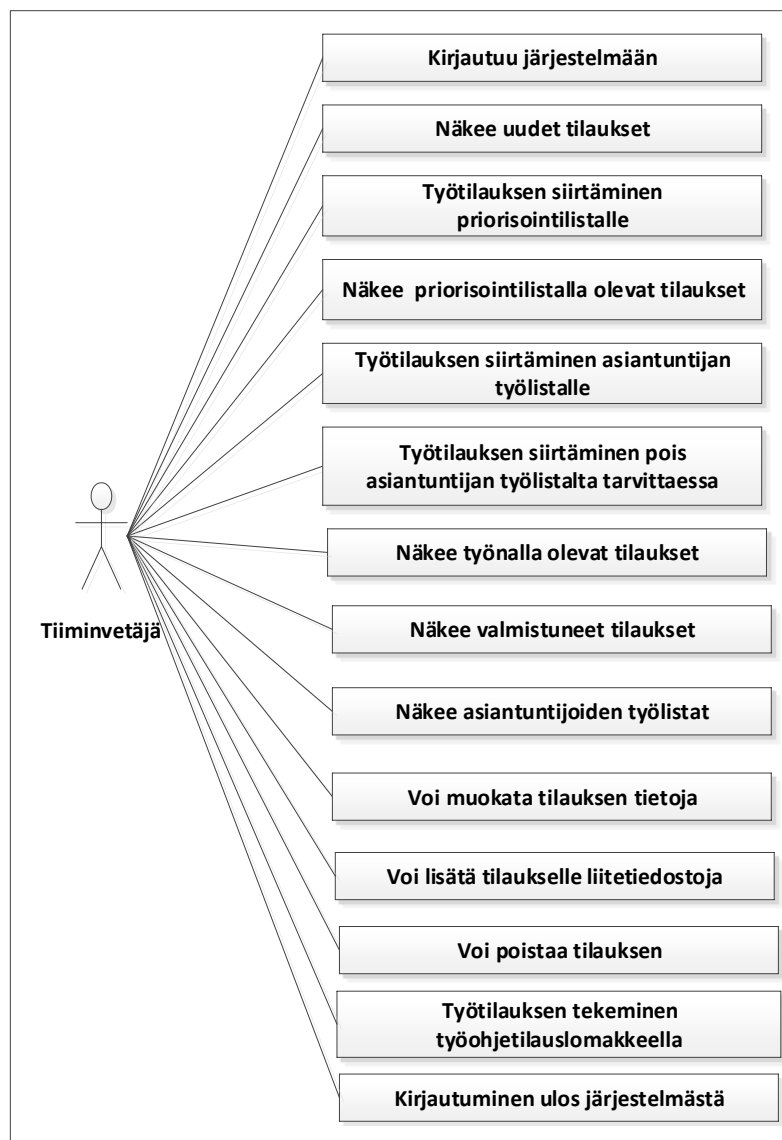
Asiakasryhmän käyttötapauskaavio (**Kuva 18.**) kuvaa asiakkaan toimintaa järjestelmää käyttäessä. Tässä on käyty asiakkaan työohjetilauksen lähettämisen prosessi asiantuntijatiimille. Seuraavassa kehityskierroksessa pyritään lisäämään asiakkaille tilausten statuksien seurantomahdollisuus.



Kuva 18. Asiakkaiden käyttötapauskaavio.

7.2.2 Tiiminvetäjän käyttötapauskaavio

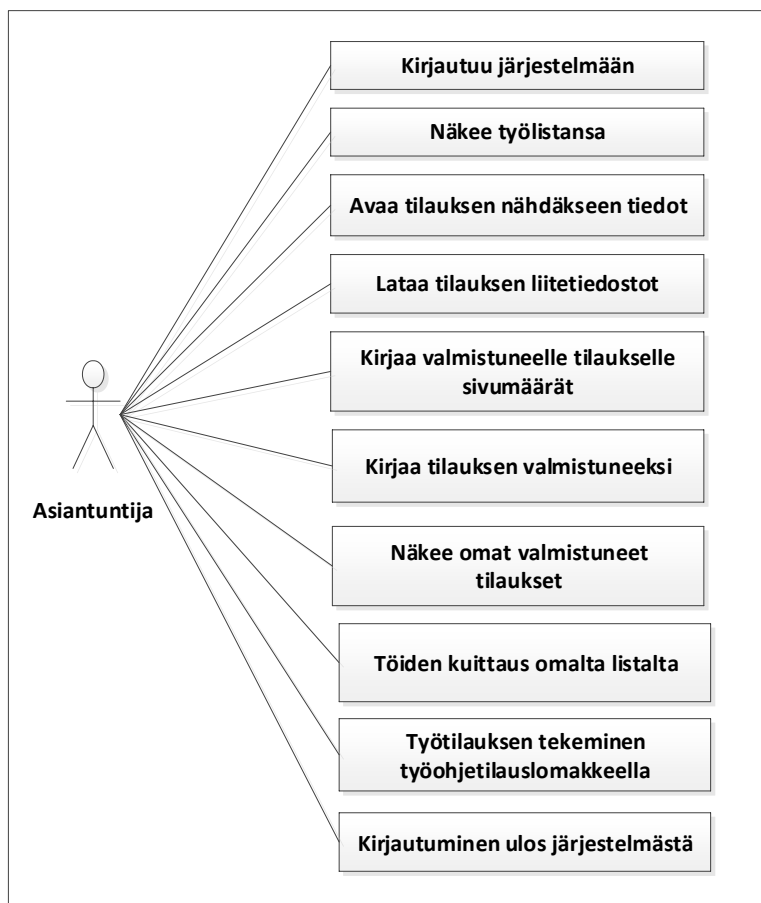
Tiiminvetäjän käyttötapauskaaviossa on järjestelemän ensimmäisessä vaiheessa jo paljon toimintoja, jotka tulee hyvin esille kuvassa 19. Tiiminvetäjä toimii tilausten käsittelijänä, joten hänellä tulee olla hyvä kokonaisnäkyminen tiimin työtilanteesta ja mahdollisuus muokata tilausten tietoja tarvittaessa.



Kuva 19. Tiiminvetäjän käyttötapauskaavio.

7.2.3 Asiantuntijan käyttötapauskaavio

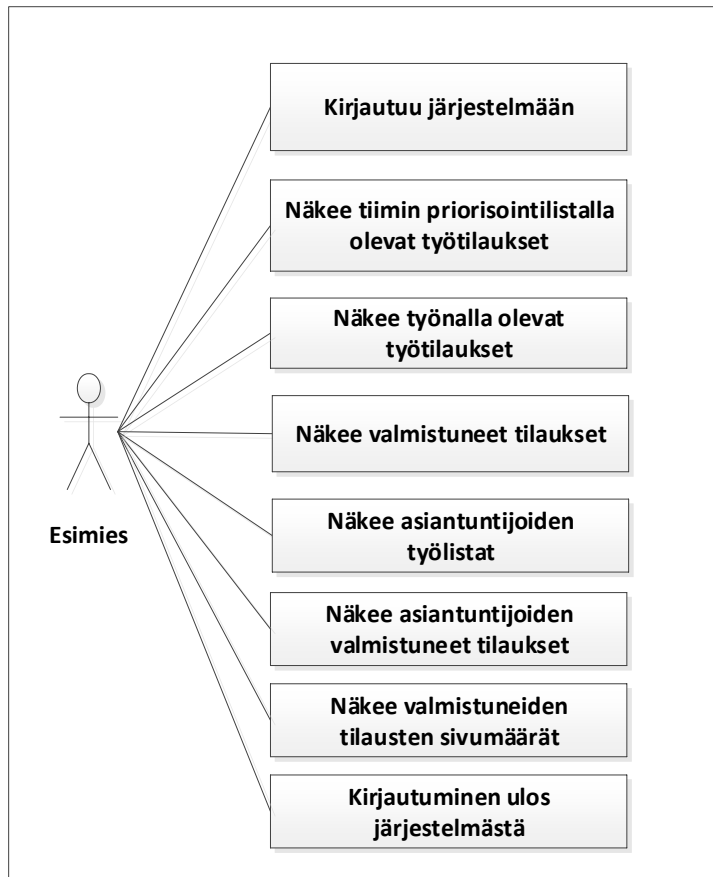
Asiantuntijan käyttötapauskaavio (**Kuva 20.**) pitää sisällään työtilausten tietojen tarkastelun ja tilauksen kuittaamisen tilauksen valmistuessa. Asiantuntija näkee omat valmistuneet tilauksensa erillisellä listauksella, tästä näkymästä hän näkee samalla tekemiensä työtilausten tilaushistoriaa.



Kuva 20. Asiantuntijan käyttötapauskaavio.

7.2.4 Esimiehen käyttötapauskaavio

Esimiehellä käyttötapauskaavio sisältää asiantuntijatiimin tilausten näkemisen, jotta hän saisi mahdollisimman hyvä kokonaiskuvan tiimin työkuormasta ja siitä, mitä on työnalla ja mitä töitä on valmistunut. Tarvittaessa esimies voi tutkia tilausten tietoja.



Kuva 21. Esimiehen käyttötapauskaavio.

8 JÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Asiantuntijatyön ohjausjärjestelmän vaatimusmäärittelyn ja käyttötapauskaavioiden tekemisen jälkeen aloitin järjestelmän suunnittelemisen. Tässä vaiheessa piti valita palvelin, tietokanta ja ohjelmointikieliet, joita järjestelmän toteuttamisessa käytetään.

8.1 Käytetyt teknologiat

Järjestelmän toteuttamista varten tarvitsin palvelimen, joka toimisi web- ja tietokantapalvelimena yrityksen sisäverkossa. Alussa aloin rakentamaan järjestelmää olemassa olevalle SUSE Linux Enterprise Server 11-palvelimelle, jossa oli jo MySQL-tietokanta ja Apache HTTP-palvelin valmiiksi asennettuna. Tämä palvelin oli kuitenkin poistumassa käytöstä, joten tarvittiin uusi oma palvelin, minne järjestelmä voitaisiin siirtää ja toteuttaa loppuun. Palvelimeksi saatiin Red Hat Enterprise 7.4 Linux-palvelin, johon käyttöoikeudet saatuani asensin Web- ja tietokantapalvelimen. Päädyin asentamaan palvelimelle XAMPP:in ohjelmistopakettin, mikä sisälsi kätevästi kaiken tarvitsemani.

XAMPP-asennuspaketti pitää sisällään tarvitsemani Apache HTTP-palvelimen, PHP 7 version, MariaDB-tietokantapalvelimen ja phpMyAdmin-ohjelman, jonka avulla tietokannan hallinnoiminen voidaan tehdä web-selaimen kautta.

Järjestelmän toteuttamisessa käytin pääasiassa PHP, HTML5-ohjelmointikieliä ja CSS-tyylitiedostoja. Javascriptiä ja JQueryä käytin myös osassa järjestelmää. Myös Bootstrap frameworkia tuli kokeiltua tässä työssäni järjestelmän etusivulla. Koodieditorina käytin ilmaista Notepad++ ja Bracket-sovellusta.

8.2 Tietokanta

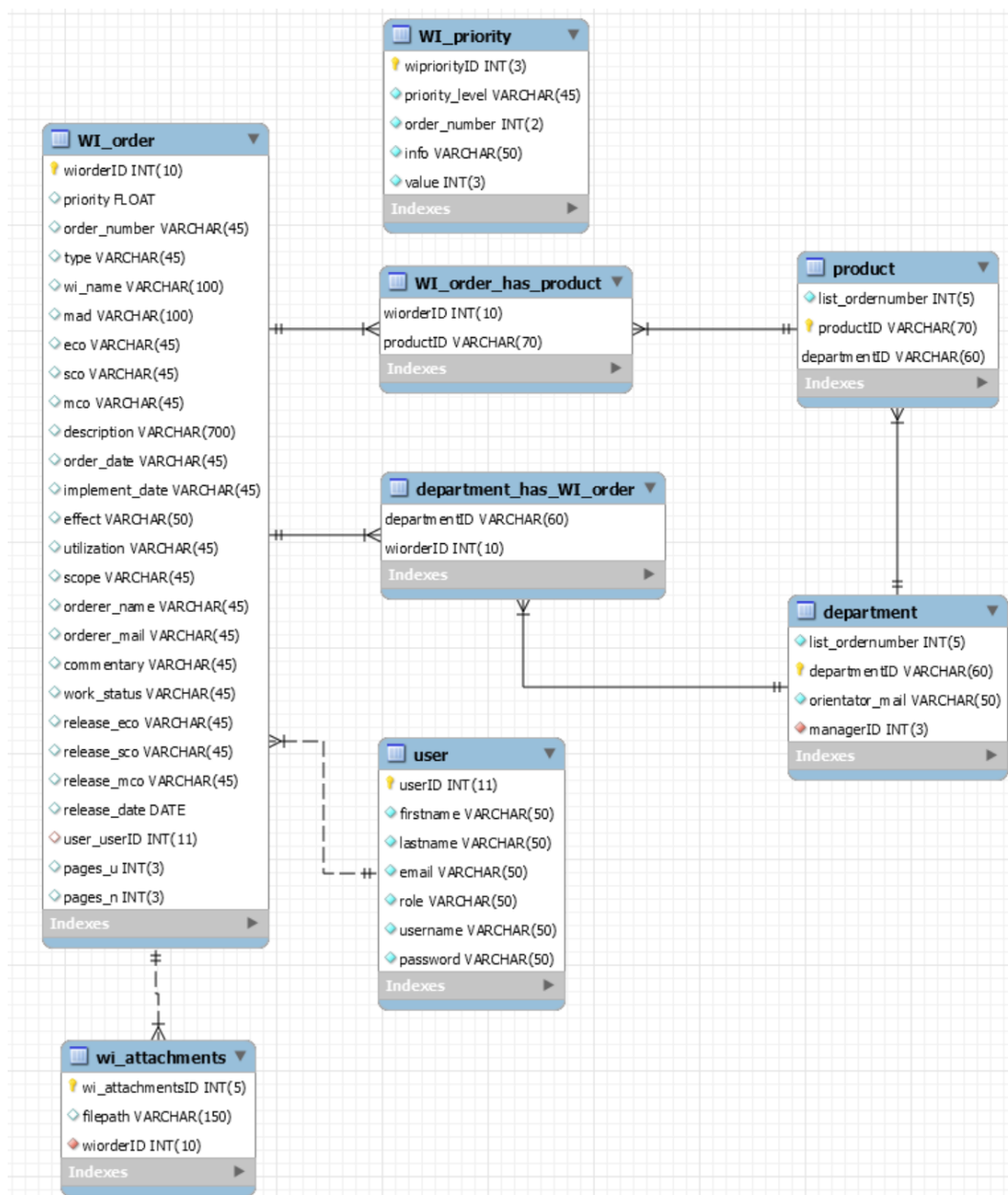
Järjestelmän tietokannaksi tuli MariaDB-relaatiotietokanta, joka tuli XAMPP-asen-
nuspaketin mukana. Tämä pohjautuu MySQL:n, joten tietokannan siirtäminen
MySQL-tietokannasta tähän oli helppoa. Ensimmäiset tietokantataulujen suunnitel-
mat tein Excelillä ennen kuin ryhdyin rakentamaan varsinaista tietokantaa (**Tau-
lukko 8.**). Tietokannan luomisen tein phpMyAdminilla, mutta siirryin tämän jäl-
keen käyttämään MySQL Workbenchia tietokannan taulujen luomisessa.

Taulukko 8. Tietokantataulun suunnitelma työohjetilauslomakkeelta tallennetta-
ville tiedoille.

Kentän nimi	Primary key	Not Null	Auto Incremental	Tyyppi	Pituus	Kentän selite
ID	Yes	No	Yes	INT	11	Juokseva ID nro
Priority	No	Yes	No	INT	4	Prioriteetti
Order_number	No	Yes	No	VARCHAR	30	Tilausnumero
WL_type	No	Yes	No	TEXT	20	Tilaustyyppe
Product	No	Yes	No	VARCHAR	100	Tuote/tuotteet
WL_name	No	Yes	No	VARCHAR	100	Työohjeen nimi
MAD	No	Yes	No	VARCHAR	100	Dokumentin ID
ECO	No	Yes	No	VARCHAR	10	PDM ECO
SCO	No	Yes	No	VARCHAR	10	PDM SCO
MCO	No	Yes	No	VARCHAR	10	PDM MCO
Description	No	Yes	No	VARCHAR	500	Kuvaus
Order_date	No	Yes	No	DATE	15	Tilauspäivä
Implement_date	No	Yes	No	DATE	15	Käyttöönottopäivä
Utilization	No	Yes	No	VARCHAR	20	Tuotteen menekki
Scope	No	Yes	No	INT	25	Päivityksen laajuus
Oderer_name	No	Yes	No	TEXT	20	Tilaaajan nimi
Orderer_email	No	Yes	No	VARCHAR	20	Tilaaajan sähköposti
Production-line	No	Yes	No	VARCHAR	20	Osasto
Commentary	No	Yes	No	VARCHAR	100	Lisäkommentti
Work_status	No	Yes	No	TEXT	15	Tilauksen status
Pages_u	No	Yes	No	INT	3	Päivitettyt sivut kpl.
Pages_n	No	Yes	No	INT	3	Uudet sivut kpl.
Release_ECO	No	Yes	No	VARCHAR	10	Julkaisu ECO
Release_SCO	No	Yes	No	VARCHAR	10	Julkaisu SCO
Release_MCO	No	Yes	No	VARCHAR	10	Julkaisu MCO

8.2.1 Järjestelmän tietokannan taulut ja ER-kaavio

Tietokannan suunnittelun ja toteuttamisen apuna käytin ER-kaaviota. Kaavion tein MySQL WorkBench-ohjelman avulla (**Kuva 22.**). ER-kaavion avulla pystyi hyvin hahmottamaan tietokannan kokonaisuuden ja taulujen väliset suhteet.



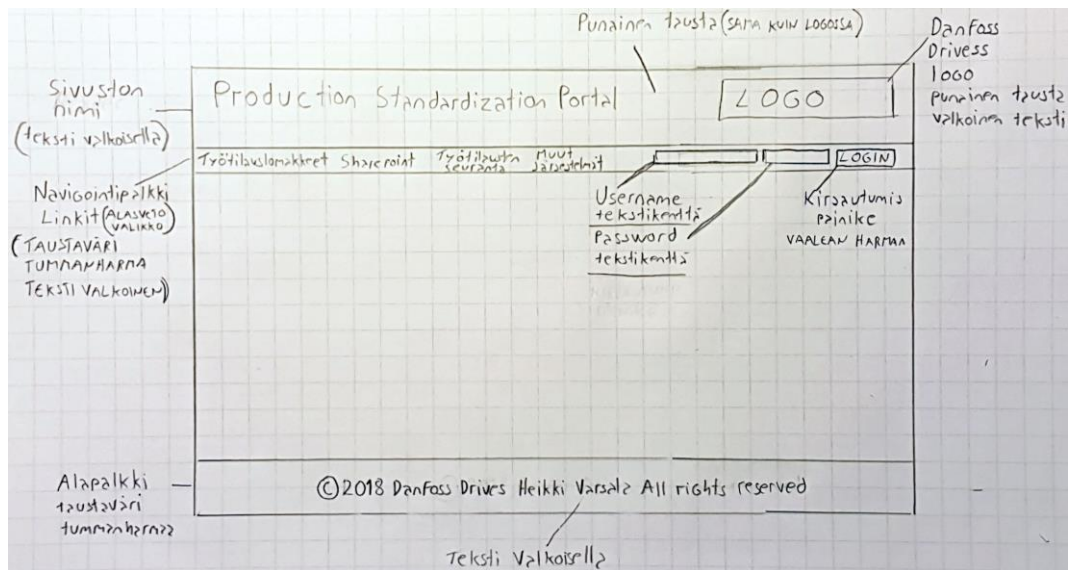
Kuva 22. Tietokanta kuvattuna ER-kaaviolla.

Tietokannan WI_order-tauluun tallennetaan suurin osa työohjetilauslomakkeelta tulevista tiedoista. WI-priority-tauluun on tallennettu priorisointimääritykset tilauksille mitkä haetaan tilauslomakkeelle valmiiksi. Product- ja department-taulut pitävät sisällään tilauslomakkeelle haettavat tuote- ja osastotiedot. Department_has_WI_order-tauluun tallennetaan tilauslomakkeelta tieto osastoista, joita tilaus koskee. Työohjetilaus voi joissain tapauksissa koskea useampaa osastoa, jos kyseessä on osa tai kokoonpano, jota käytetään monessa tuotteessa. Product_has_WI_order-tauluun tallennetaan tilauslomakkeelta tieto tuotteista, joita kyseinen tilaus koskee. WI_attachments-tauluun kirjataan tilaukseen liitettyjen liitetiedostojen hakemistopolku ja tiedostojen nimet. User-tauluun on tallennettu järjestelmään kirjautuvien käyttäjien tiedot sekä käyttäjäroolit järjestelmässä.

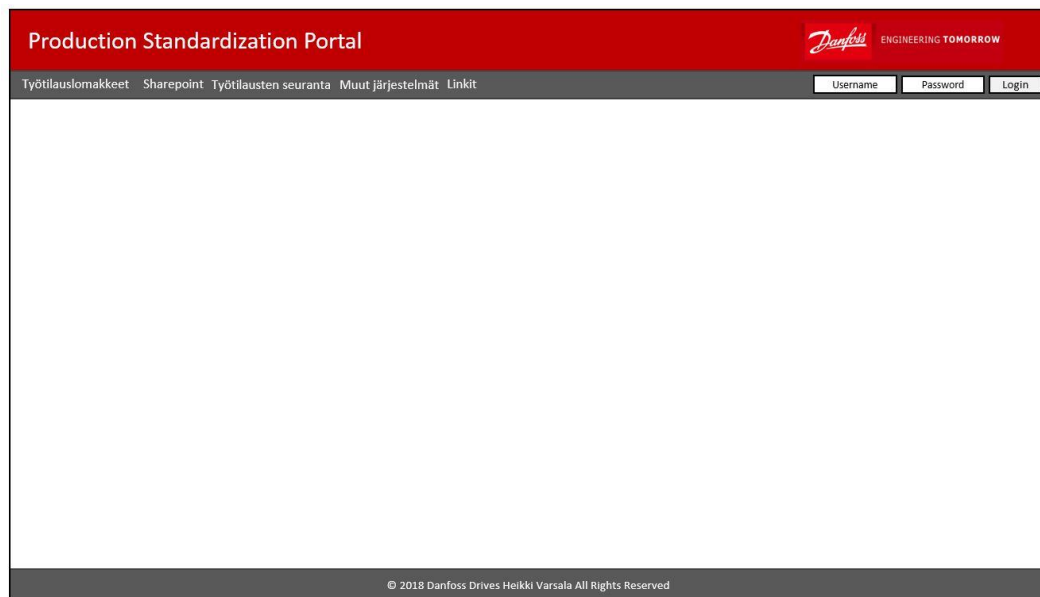
Tietokannan luomisessa otin huomioon myös jigi- ja työaikatutkimustilaukset kokonaisuudessaan, mutta työn laajuuden takia päätin rajata työni koskemaan ainoastaan työohjetilauksia. Product- ja Department-tauluja tullaan jatkossa käyttämään myös jigi- ja työaikatutkimustilauksissa.

8.3 Rautalankamalli

Tietokantataulujen suunnittelun jälkeen suunnittelin sivuston ulkoasua ja toiminnallisuutta. Suunnittelun alussa hahmottelin käsin ruutupaperille sivujen ulkoasua toimintopainikkeineen ja kirjoitin kuvien yhteyteen ohjetekstejä. Käyttöliittymäsuunnittelun voi toteuttaa myös kokonaan tietokoneella tähän tarkoitetuilla ohjelmilla, mutta päädyin käyttämään ensimmäisen rautalankaversioiden suunnittelussa perinteistä kynää ja paperia (**Kuva 23.**). Käsin tehdyn rautalankamallin pohjalta tein myös PowerPointilla hahmotelman järjestelmän etusivusta (**Kuva 24.**).



Kuva 23. Rautalankamalli järjestelmän etusivusta.



Kuva 24. PowerPointilla tehty malli järjestelmän etusivusta.

8.4 Käyttäjakohtainen kirjautuminen järjestelmään

Käyttäjakohtainen kirjautuminen on järjestelmän yksi oleellisimmista toiminnoista, jonka avulla eri käyttäjäryhmille ja asiantuntijoille voitiin luoda yksilölliset näkymät järjestelmään. Tämän toiminnallisuuden toteutin järjestelmään PHP:n tarjoaman Session kontrollin avulla. Kirjautumisjärjestelmän luomisessa käytin myös järjestelmän tietokantaa käyttäjätunnusten, salasanojen ja käyttäjäroolien varastoimisessa.

PHP sisältää ison joukon natiiveja istunnon ohjaamiseen tarkoitettua funktioita, sekä ns. ”superglobaaleja” muuttujia, jotka ovat käytettävissä kaikkialla PHP:ssa. Yksi näistä `$_SESSION`, jota käytetään tämän käyttäjakohtaisen kirjautumismenetelmän luomisessa järjestelmään. PHP:n istuntoja ohjaa uniikki istunto ID, joka on kryptografisesti satunnainen numero. Tämä ID on luotu PHP:llä ja varastoitu käyttäjän koneelle istunnon keston ajaksi. Se voidaan varastoida käyttäjän koneelle selaimen evästeenä. Tämän voi tallentaa myös palvelimelle, mutta tätä ei kuitenkaan suositella tietoturvasyistä. Tämä istunto ID toimii kuin avain, joka mahdollistaa rekisteröimään tietyt muuttujat ns. istunnon muuttujina. Näiden muuttujien sisältö tallennetaan palvelimelle. Istunnon ID on ainoa käyttäjän puolella näkyvä tieto. /20/

PHP:n session ominaisuuden käyttäminen voidaan jaotella seuraavanlaisesti.

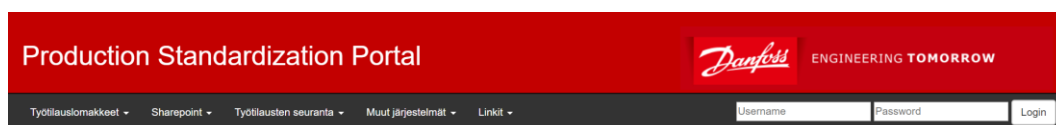
1. Session aloittaminen.
2. Session muuttujien rekisteröiminen.
3. Session muuttujien käyttäminen.
4. Session muuttujien poistaminen rekisteristä ja Session tapahtuman tuhoaminen. /20/

8.5 Järjestelmän toiminnallisuus

Järjestelmän nimesin tiimimme nimen mukaan Production Standardization Portali. Järjestelmä koostuu etusivusta, työohjetilauslomakkeesta, sekä tiiminvetäjä-, asiantuntija- ja esimiesosiosta. Näillä jokaisella osiolla on omat toiminnallisuutensa ja ne yhdessä luovat asiantuntijatyön työnohjausjärjestelmän.

8.5.1 Etusivu

Järjestelmän etusivu toimii järjestelmän pääsivuna (**Kuva 25.**), jonka kautta asiakkaat pääsevät työohjetilauslomakkeeseen. Etusivun kautta asiantuntijat, tiiminvetäjä sekä esimies pääsevät kirjautumaan myös omille sivuillensa. Etusivun navigointipalkkiin on koottu myös tärkeimpiä linkkejä eri järjestelmiin ja tietoihin, jotka ovat intrasivustolla monen mutkan takana tai näiden linkkejä ei ole ollenkaan sivustolla.



Kuva 25. Production Standardization Portal etusivu.

8.5.2 Työohjetilauslomake

Työohjetilauslomake (**Kuva 26.**) on tarkoitettu asiakkaille työohjetilauspyynnön tekemiseksi asiantuntijatiimillemme. Tilauslomaketta käyttää myös asiantuntijatiiminvetäjä silloin, kun tuotemuutoksien implementoimisessa tuotantoon tarvitaan olemassa oleviin työohjeisiin muutoksia. Asiantuntijat tekevät myös tarvittaessa työohjetilauksia. Työohjetilauslomakkeen tarkoituksena on toimia ainoana väylänä työohjetilauksen tekemisessä tiimille, muita kautta tulevia työohjetilauksia ei oteta vastaan. Näin saadaan rauhoitettua asiantuntijoiden työskentelyä ja samalla työtilaukset voidaan priorisoida paremmin ja työkuormasta on kokonaisnäköyhdessä paikassa.

Työohjetilaus Danfoss ENGINEERING TOMORROW

* Pakolliset kentät.

Tyyppi: *

Valitse

Tuote: *

TUOTE 1
 TUOTE 2
 TUOTE 3
 TUOTE 4
 TUOTE 5
 TUOTE 6
 TUOTE 7
 TUOTE 8
 TUOTE 9
 TUOTE 10
 TUOTE 11

Työohjeen nimi: Työohjeen tunnistus:

MAD tai ID-numero

ECO: SCO: MCO:

Kuvaus: *

Kirjoita tähän tieto siitä mitä pitää tehdä

Implementoinnin ajankohta: *

Vaikutus: * Käyttöaste: * Laajuus (sivua): *

Valitse... Valitse... Valitse...

Nimi: * Sähköposti: *

Osasto: * Huomautukset:

OSASTO 1
 OSASTO 2
 OSASTO 3
 OSASTO 4
 OSASTO 5

Valitse liitetiedostot Lähetä tilaus

© 2018 Danfoss Drives Heikki Varsala All Rights Reserved

Kuva 26. Työohjetilauslomake.

Tilauslomakkeessa tuote- ja osastolistauksen sisältö haetaan automaattisesti tietokannasta, joten tilaajan tulee vain valita tuotteet ja osastot, joita kyseinen työpyyntö koskee. Tämä helpottaa huomattavasti tilauslomakkeen täyttämistä, kun kaikkea ei tarvitse manuaalisesti kirjoittaa. Tuotteita ja osastoja voi olla valittuna tilauksessa useampia, jos tilaus koskee osia tai osakokoonpanoja joita käytetään monessa tuotteessa.

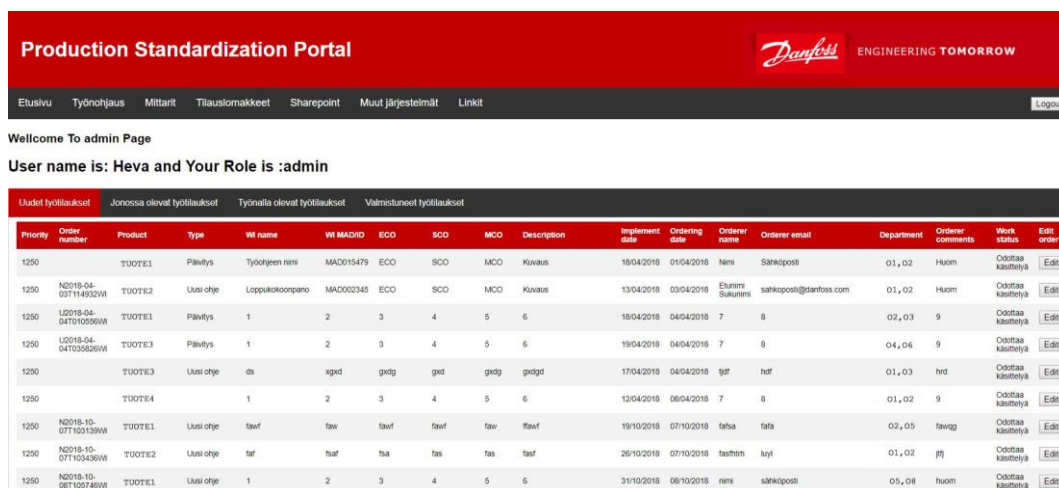
Työohjetilauslomakkeen yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on kuitenkin liitetiedostojen liittämisen mahdollisuus. Työohjetilauksissa tulee usein tarve liittää tilauksen mukaan lisämateriaalia. Useimmiten liitetiedostot ovat 3D-malleja, valokuvia, office- tai pdf-dokumentteja. Liitetiedostojen lataamisen mahdollistamiseksi palvelimelle, täytyy palvelimella olla kansio mihin tilauksiin liittyvät liitetiedostot tallennetaan. Tämä vaatii kirjoitusoikeuksien asettamista kyseiseen kansioon palvelimelle. PHP:n omassa php.ini konfigurointitiedostossa pitää myös olla tiedoston latausominaisuus päällä.

1. `File_uploads = on`. Tämä mahdollistaa tiedostojen lataamis ominaisuuden käyttämisen PHP:lla
2. `Max_file_uploads = 20`. Tämän asetuksen avulla voidaan määrittää tiedostojen lataamisen maksimimäärä.
3. `Upload_max_filesize = 128M`. Tämän asetuksen avulla voidaan määrittää ladattavan liitetiedoston maksimikoko.
4. `Upload_tmp_dir = /opt/lampp/temp/`. Tämä määrittää ladattujen liitetiedostojen väliaikaisen sijoituspaikan palvelimella.

Työohjetilauslomake luo jokaiselle tilaukselle yksilöllisen tilausnumeron, joka tallentuu tietokantaan. Tätä samaa tilausnumeroa käytetään palvelimella myös tilauksen liitetiedostojen tallennuskansion nimenä. Tämä kansio luodaan vain, jos tilaukseen on liitetty mukaan liitetiedostoja. Tilausnumero muodostuu tilauslomakkeessa seuraavasti: N2018-11-25T073604WI. Ensimmäinen etumerkki määräytyy sen mukaan, onko kyseessä päivitys U (Update) tai uusi työohje N (New). Tämän jälkeen tulee tilauksen lähetysaika, vuosi, kuukausi, päivä. T-kirjaimen (Time) jälkeiset numerot kertovat kellonajan, jolloin tilaus on lähetetty muodossa tunti, minuutti ja sekunti. Jälkimmäinen WI (Working Instruction) on tarkoitettu määrittelemään tilausnumeron kuuluvan työohjetilaukselle.

8.5.3 Tiiminvetäjänäkymä

Tiiminvetäjänäkymä on tarkoitettu asiantuntijatiimin töiden ohjaamiseen (**Kuva 27**). Käyttöliittymä on jaettu neljään erilliseen välilehteen: uudet työtilaukset, jonnossa olevat työtilaukset, työnalla olevat työtilaukset ja valmistuneet työtilaukset.



The screenshot shows the 'Production Standardization Portal' interface. At the top, there is a navigation bar with links: 'Etusivu', 'Työnohjaus', 'Mittarit', 'Tilauslomakkeet', 'Sharepoint', 'Muut järjestelmät', and 'Linkit'. The user is logged in as 'Heva' with the role 'admin'. Below the navigation, there are four tabs for order status: 'Uudet työtilaukset', 'Jonnossa olevat työtilaukset', 'Työnalla olevat työtilaukset', and 'Valmistuneet työtilaukset'. The 'Uudet työtilaukset' tab is active, displaying a table of orders.

Priority	Order number	Product	Type	WI name	WI MÄDID	ECO	SCO	MCO	Description	Implementation date	Ordering date	Orderer name	Orderer email	Department	Orderer comments	Work status	Edit order
1250	N2018-04-03T114932WI	TUOTE1	Päivitys	Työohjeen nimi	MAD015479	ECO	SCO	MCO	Kuvaus	18/04/2018	01/04/2018	Nimi	sähköposti	01, 02	Huom	Odottaa käsitelyä	Edit
1250	N2018-04-04T103560WI	TUOTE2	Uusi ohje	Loppukokoonpano	MAD002345	ECO	SCO	MCO	Kuvaus	13/04/2018	03/04/2018	Elinimi Suku nimi	sähköposti@starfoss.com	01, 02	Huom	Odottaa käsitelyä	Edit
1250	L2018-04-04T035826WI	TUOTE1	Päivitys	1	2	3	4	5	6	18/04/2018	04/04/2018	7	8	02, 03	9	Odottaa käsitelyä	Edit
1250	L2018-04-04T035826WI	TUOTE3	Päivitys	1	2	3	4	5	6	19/04/2018	04/04/2018	7	8	04, 06	9	Odottaa käsitelyä	Edit
1250		TUOTE3	Uusi ohje	ds	sgsd	gxdg	gxd	gxdg	gxdgd	17/04/2018	04/04/2018	tyf	hdf	01, 03	hvd	Odottaa käsitelyä	Edit
1250		TUOTE4		1	2	3	4	5	6	12/04/2018	08/04/2018	7	8	01, 02	9	Odottaa käsitelyä	Edit
1250	N2018-10-07T103139WI	TUOTE1	Uusi ohje	faxf	fax	faxf	faxf	fax	faxf	19/10/2018	07/10/2018	faxa	faxa	02, 05	faxag	Odottaa käsitelyä	Edit
1250	N2018-10-07T103436WI	TUOTE2	Uusi ohje	fax	fax	fax	fax	fax	faxf	26/10/2018	07/10/2018	faxfax	faxf	01, 02	faxf	Odottaa käsitelyä	Edit
1250	N2018-10-08T120749WI	TUOTE1	Uusi ohje	1	2	3	4	5	6	31/10/2018	08/10/2018	nimi	sähköposti	05, 08	huom	Odottaa käsitelyä	Edit

Kuva 27. Tiiminvetäjänäkymä.

Tilaukset näkyvät välilehdillä prioriteetin mukaisessa järjestyksessä. Isoimman pisteytyksen saaneet tilaukset ovat listassa ylimpinä ja alemman prioriteetin tilaukset alempana. Valmistuneet työtilaukset-välilehdellä tilaukset järjestetään tällä hetkellä myös prioriteetin mukaisesti. Tämän tulen myöhemmin muuttamaan siten, että tilaukset on järjestetty listaan valmistumispäivän mukaan. Uusimmat valmistuneet tilaukset listalla ylimpinä.

Uudet tilaukset-välilehdeltä tiiminvetäjä tarkistaa kaikkien uusien tilausten tiedot ennen niiden siirtämistä tiimin työjonoon priorisointilistalle. Tässä näkymässä näkyvät kaikki työtilauslomakkeen kautta tehdyt uudet tilaukset. Kaikkien uusien tilausten status on aluksi ”Odottaa käsittelyä”. Tilauksen perässä olevan edit-painikkeen kautta tilaustenkäsittelijä pääsee näkemään kyseisen tilauksen kaikki tiedot erillisessä näkymässä (**Kuva 28.**).

Työohjeltilaus N2018-11-28T021705W1
ENGINEERING TOMORROW

* Pakolliset kentät.

Tyyppi: Tilauksen status: Työntekijä:

Tuote: *

- TUOTE 1
- TUOTE 2
- TUOTE 3
- TUOTE 4
- TUOTE 5
- TUOTE 6
- TUOTE 7
- TUOTE 8
- TUOTE 9
- TUOTE 10
- TUOTE 11

Työohjeen nimi: Työohjeen tunnus:

ECO: SCO: MCO:

Kuvaus: *

Implementoitamien ajankohta: *

Vaikutus: * Käyttöaste: * Laajuus (rivia): *
 Vähintön laatu tai turvallisuusuhka Päivittäin 0-9

Nimi: * Sähköposti: *

Osasto: * Huomautukset: Liitetiedot: *

- OSASTO 1
- OSASTO 2
- OSASTO 3
- OSASTO 4
- OSASTO 5

[upload:N2018-11-28T021705W1_Capture.PNG](#)
[upload:N2018-11-28T021705W1_Capture3.PNG](#)

Valitse liitetiedot:

© 2018 Danfoss Drives Heikki Varsala All Rights Reserved

Kuva 28. Tilausten tietojen tarkastelunäkymä.

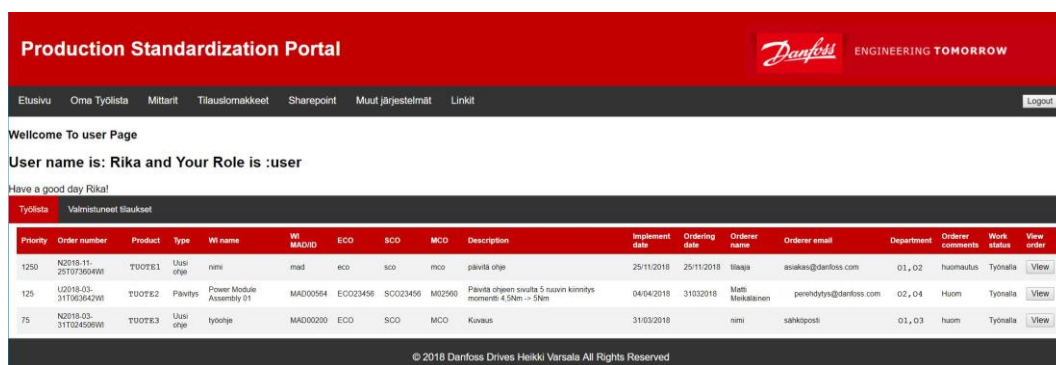
Tilauksen tiedot haetaan tähän näkymään järjestelmän tietokannasta. Tilauksen tietojen tarkastelunäkymässä näkyy myös tilaukselle tallennetut liitetiedostot. Tiiminvetäjä voi tarvittaessa muokata tai lisätä tietoja tilaukselle. Tämä voi olla monesti tarpeen, jos tilausta koskevat tiedot muuttuvat tai jälkeempään tulee tilausta koskevaa lisätietoa. Jos tilauksen tiedot ovat kunnossa, siirretään tilaus tiimin työjonoon odottamaan työnalle menemistä. Tilaus siirretään odottamaan työjonoon vaihtamalla tilauksen statukseksi ”Priorisointilistalla” ja painamalla Lähetä-painiketta jolloin tilauksen tiedot päivitetään tietokantaan.

Priorisointilistalla olevien tilauksien tietoja pystyy myös muokata samalla tavoin kuin edellisessä kohdassa. Työn siirtäminen priorisointilistalta asiantuntijan työlistalle tapahtuu tämän saman näkymän kautta. Vaihtamalla tilaukselle statuksen, tässä näkymässä ”Työn alla” asetukseksi, niin silloin näkyville tulee työntekijä kenttä, josta valitaan työntekijä, jonka työlistalle työ halutaan siirtää. Tilaukselle tehdyt muutokset tallennetaan tietokantaan, kun painetaan Lähetä-painiketta.

Työnalla olevat tilaukset-välilehdellä näkyvät kaikki tilaukset, jotka ovat asiantuntijoiden työlistoilla. Valmistuneet tilaukset-välilehdellä näkyvät työtilaukset, jotka asiantuntijat ovat kuitanneet valmiiksi.

8.5.4 Asiantuntijanäkymä

Asiantuntijanäkymässä jokainen asiantuntija näkee hänen työlistalleen siirretyt työtilaukset (**Kuva 29.**). Työtilaukset näkyvät listalla prioriteettijärjestyksessä. Korkeimman prioriteetin saaneet työtilaukset ovat työlistalla ylimpinä. Tilauksen lopussa olevan View-painikkeen kautta asiantuntija näkee tilauksesta tarkemmat tiedot erillisessä näkymässä. Tilauksen tiedot haetaan tähän näkymään järjestelmän tietokannasta. Tilauksen tietojen tarkastelu sivulla näkyvät myös tilaukseen liitettyjen liitetiedostojen latauslinkit. Asiantuntija voi vaihtaa työtilauksen statusta työn edessä: työnalla, jumissa, tarkastettavana, korjattavana ja valmis. Asiantuntijan laittaessa tilauksen statukseksi ”Valmis”, näkyviin tulee kentät tilauksen uusien ja päivitettyjen sivumäärien kirjaamiseen. Asiantuntija kirjaa samalla myös valmistuneen tilauksen työohjeilmoitustunnuksen PDM-järjestelmästä ECO tai MCO-kenttään.



The screenshot shows the 'Production Standardization Portal' interface. At the top, there is a navigation bar with 'Etusivu', 'Oma Työlista', 'Mittarit', 'Tilauslomakkeet', 'Sharepoint', 'Muut järjestelmät', and 'Linkit'. Below this, a welcome message reads 'Welcome To user Page' and 'User name is: Rika and Your Role is :user'. A message 'Have a good day Rika!' is followed by two tabs: 'Työlista' (selected) and 'Valmistuneet tilaukset'. The main content is a table of work orders with the following columns: Priority, Order number, Product, Type, Wf name, Wf MAD/D, ECO, SCO, MCO, Description, Implement date, Ordering date, Orderer name, Orderer email, Department, Orderer comments, Work status, and View order.

Priority	Order number	Product	Type	Wf name	Wf MAD/D	ECO	SCO	MCO	Description	Implement date	Ordering date	Orderer name	Orderer email	Department	Orderer comments	Work status	View order
1250	N2018-11-251073604W	TUOTE1	Uusi ohje	new	mad	eco	scd	mco	päivä ohje	25/11/2018	25/11/2018	Ilkka	asiakas@danfoss.com	01,02	huomautus	Työnalla	View
125	U2018-03-311303642W	TUOTE2	Päivitys	Power Module Assembly 01	MAD00564	ECO23456	SCO23456	MCO2560	Päivitä ohjeen sivulta 5 suavin kinnitys momentti 4,0Nm --> 0Nm	04/04/2018	31/03/2018	Matti Makkasainen	peruhtyys@danfoss.com	02,04	Huom	Työnalla	View
75	N2018-03-311024506W	TUOTE3	Uusi ohje	työohje	MAD00020	ECO	SCO	MCO	Kovaus	31/03/2018		nmi	sakkiposti	01,03	huom	Työnalla	View

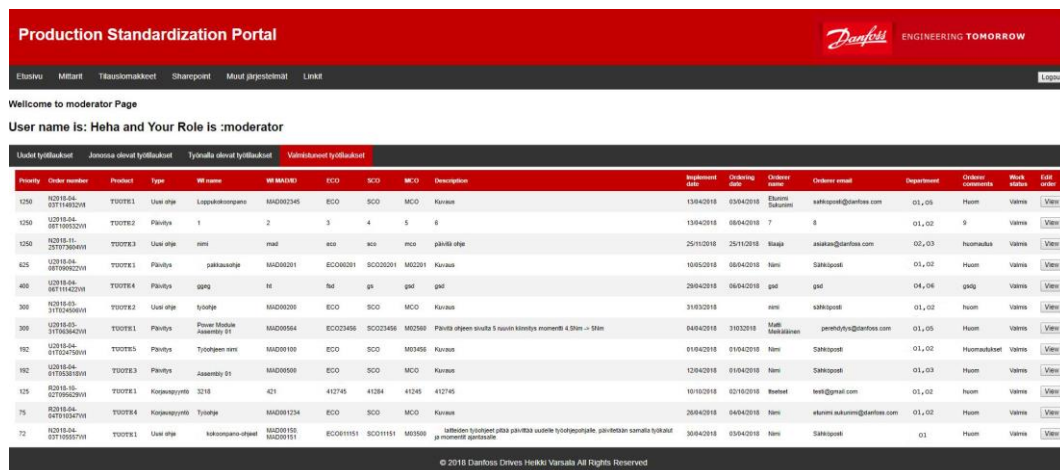
© 2018 Danfoss Drives Heikki Varsala All Rights Reserved

Kuva 29. Asiantuntijanäkymä.

8.5.5 Esimiesnäkömä

Esimiesnäkömän tarkoituksena on antaa tiimin esimiehelle ajantasainen tieto tiimin työkuormasta, työnalla olevista tilauksista ja valmistuneista työtilauksista (**Kuva 30.**). Aikaisemmin tätä tietoa ei ole ollut nähtävissä helposti. Tämä tieto on ollut ainoastaan tiimin tilausten käsittelijällä. Tilausten käsittelijä on raportoitu tiimin työkuorman, esimiehelle kuukausittain. Raportointi on tehty tiimi- ja henkilö-tasolla. Raportti on koostettu Excelillä luotuun raportointipohjaan.

Esimiesnäkömän kautta esimies näkee tiimin käsittelyä odottavat tilaukset ”Uudet tilaukset”-välilehdellä. Tiimin työjonoissa odottavat työtilaukset näkyvät ”Jonossa olevat työtilaukset”-välilehdellä. Asiantuntijoiden työnalla olevat työtilaukset näkyvät ”Työnalla olevat työtilaukset”-välilehdellä ja valmistuneet työtilaukset ”Valmistuneet työtilaukset”-välilehdellä. Työtilauksen perässä olevan View-painikkeen kautta pääsee näkemään työtilauksen tarkemmat tiedot erillisellä sivulla. Tilaukset näkyvät välilehdillä prioriteettipisteytyksen mukaan järjestettynä. Isoimman prioriteetin saaneet työtilaukset ovat listalla ylimpinä.



Production Standardization Portal

Etusivu | Mitat | Tilauksienkäsittely | SharePoint | Muut järjestelmät | Linkit

Welcome to moderator Page
User name is: Heha and Your Role is :moderator

Priority	Order number	Product	Type	Wf name	Wf MAUNO	ECO	SCO	MCO	Description	Implement date	Ordering date	Orderer name	Orderer email	Department	Orderer contacts	Work status	Edit order
126	R2018-04-037144822W	TUOTE1	Uusi ohje	Loppukomponentti	MAG02345	ECO	SCO	MCO	Kärsä	13/4/2018	03/4/2018	Esko Satorin	esko.satorin@darfon.com	01_05	Hoim	Valmis	View
125	U2018-04-027185523W	TUOTE2	Päivitys	1	2	3	4	5	E	13/4/2018	08/4/2018	7	8	01_02	5	Valmis	View
120	R2018-04-257072801W	TUOTE3	Uusi ohje	nimi	mat	eco	eco	eco	päivitys ohje	25/11/2018	25/11/2018	Staja	staja@darfon.com	02_03	huomautus	Valmis	View
825	U2018-04-027090221W	TUOTE1	Päivitys	päivitysohje	MAG0201	ECO0201	SCO0201	MCO01	Kärsä	10/5/2018	06/4/2018	Nimi	Sähköposti	01_02	Hoim	Valmis	View
405	U2018-04-027114221W	TUOTE4	Päivitys	gspg	tt	tt	gt	gtd	gtd	20/4/2018	06/4/2018	gtd	gtd	04_06	gspg	Valmis	View
300	R2018-04-317024001W	TUOTE2	Uusi ohje	työohje	MAG0200	ECO	SCO	MCO	Kärsä	31/3/2018		nimi	sähköposti	01_02	hoim	Valmis	View
300	U2018-04-317024011W	TUOTE1	Päivitys	Power Module Assembly 01	MAG02554	ECO02554	SCO02554	MCO254	Päivitys ohjeen sivulla 5 suuren kinnitys momentti 4.5Nm -> 5Nm	04/4/2018	3/3/2018	Matti Mäkeläinen	jemmi@darfon.com	01_05	Hoim	Valmis	View
192	U2018-04-017024501W	TUOTE5	Päivitys	Työohjeen nimi	MAG00100	ECO	SCO	MCO05	Kärsä	01/4/2018	01/4/2018	Nimi	Sähköposti	01_02	Hoimautus	Valmis	View
192	U2018-04-017024501W	TUOTE3	Päivitys	Jäsenmäly 05	MAG00550	ECO	SCO	MCO	Kärsä	12/4/2018	01/4/2018	Nimi	Sähköposti	01_03	Hoim	Valmis	View
125	R2018-04-027095521W	TUOTE1	Korjaukset	3218	421	412745	41284	41241	412745	10/10/2018	02/10/2018	Buhal	buhal@gmail.com	01_02	hoim	Valmis	View
75	R2018-04-047019247W	TUOTE4	Korjaukset	työohje	MAG001204	ECO	SCO	MCO	Kärsä	20/4/2018	04/4/2018	Nimi	vtanen.suomen@darfon.com	01_02	Hoim	Valmis	View
72	R2018-04-027185523W	TUOTE1	Uusi ohje	kärsäkomponentti	MAG00115	ECO0115	SCO115	MCO01	lähellä työtöiset ohje päivitys uudele työtöisille päivitys samalla työtöisillä momentti päivitys	30/4/2018	03/4/2018	Nimi	Sähköposti	01	Hoim	Valmis	View

© 2018 Darfon Drives Helsinki Varsilla All Rights Reserved

Kuva 30. Esimiesnäkömä.

9 JÄRJESTELMÄN TESTAUS JA JATKOKEHITYS

Järjestelmän testaaminen on yksi tärkeimmistä asioista ennen järjestelmän käyttöönottamista. Testaamisessa käydään järjestelmän toiminnot alusta loppuun saakka läpi. Kirjataan ylös löydetyt ongelmat ja priorisoidaan niiden korjaus tärkeysjärjestykseen. Tämän järjestelmän ensimmäisen version testauksen olen tehnyt itsenäisesti, mutta ohjelman seuraavalla kehityskierroksella otetaan mukaan järjestelmää käyttäviä asiantuntijoita ja tiimin esimies. Asiantuntijatiimin tilaustenkäsitelijänä, töiden ohjaajana ja työohjeiden tekijänä tunsin työohjeprosessin hyvin. Tämä helpotti huomattavasti myös järjestelmän testaamista.

9.1 Testaus

Järjestelmän toiminnan testauksessa tein koetyöohjetilauksia ja ajoin niitä työnohjaus-, asiantuntija- ja esimiesnäkyvän läpi. Järjestelmän testauksessa kirjasin ylös löytämiäni ongelmakohtia ja priorisoin niitä. Korkeimman prioriteetin saavat ongelmat, jotka rikkovat järjestelmän toiminnallisuuden. Käyttöliittymän ulkoasuun liittyvät ongelmat kirjattiin myös ylös, mutta näiden korjaukset eivät ole aina niin kriittisiä järjestelmän toiminnan kannalta järjestelmän ensimmäisessä versiossa. Testauksessa pyrin käyttämään useaa eri selainta, jotta näkisi miten järjestelmä toimii näiden kautta. Järjestelmän testauksessa käytin Internet Explorer-, Edge-, Firefox-, Chrome- ja Opera selainta.

Järjestelmän toteuttamisvaiheessa testasin myös tietokantakyselyiden toimivuutta MySQL Workbenchilla. Tämän avulla pystyi kätevästi testaamaan SQL-kyselyjen toimivuutta, ennen kuin niitä otti käyttöön järjestelmän toteutuksessa.

9.2 Ylläpito

Järjestelmän tietokannan ja ohjelman ylläpidosta vastaan kehittäjänä minä, mutta palvelimesta muilta osin huolehtii Danfossin oma IT-tuki. Palvelimen tiedostojen varmuuskopioinnin ja mahdolliset palautukset kuuluvat myös IT-tuen tehtäviin. Palvelimen tiedostoista menee varmuuskopiot jokainen päivä. Palvelimen tiedostojen varmuuskopiointi on erittäin tärkeää, jotta palvelimen vikaantuessa tiedot saataisiin mahdollisimman nopeasti palautettua. Järjestelmä on tulevaisuudessa tiimin toiminnan kannalta tärkeä, koska kaikki työtilaukset tallennetaan samalle palvelimelle. Järjestelmän ylläpidon kannalta on myös tärkeää, että järjestelmän sisältämät koodit kommentoidaan hyvin. Dokumentoidun järjestelmän ylläpito ja jatkokehitys on helpompaa.

9.3 Jatkokehitys

Järjestelmän jatkokehitys on tärkeää, jotta järjestelmästä saadaan mahdollisimman hyvä työkalu tiimin töiden hallinnoimiseen ja ohjaamiseen. Aluksi pyrin kehittämään järjestelmän toiminnallisuutta ja käyttöliittymää siten, että se olisi mahdollisimman selkeä ja helppokäyttöinen. Järjestelmään on tarkoitus tulevaisuudessa lisätä myös tiimin jigi-, työaikatutkimus- ja proto-osatilaukset. Näin kaikki tiimin työ saadaan ohjattua saman järjestelmän kautta.

Tiimin asiakkaille tarvitaan järjestelmään myös hakutoimintosivu tilaustensa seuraamiseen, jonka kautta he pystyvät tarkistamaan missä työtilaus tiimillämme menee. Tiimin esimiehelle tarvitaan omaan näkymään mittarit tiimin työkuorman seuraamiseen ja valmistuneiden tilausten seuraamiseen tiimi- sekä henkilötasolla.

Työohjetilauslomakkeelle pitää lisätä myös tietojen validointi ennen tilauksen lähetystä, jotta voidaan ohjata tilaajaa täyttämään kaikki tarpeelliset tiedot lomakkeen kenttiin, ennen kuin tilausta pystyy lähettämään. Järjestelmän jatkokehityksessä voidaan noudattaa ohjelmistokehityksen vesiputousmallia, joita tehdään peräkkäisinä prosesseina. Nämä ohjaavat järjestelmän jatkokehitysprosessia jatkossa.

9.4 Käyttömahdollisuudet

Asiantuntijatyön työohjausjärjestelmää voidaan hyödyntää myös muiden asiantuntijatiimien töiden hallinnoimisessa ja ohjaamisessa asiantuntijoiden työlistoille. Järjestelmää ei voi kuitenkaan suoraan ottaa käyttöön toisissa asiantuntijatiimeissä, koska työt eri tiimeissä ovat hyvin erilaisia. Työtilauslomakkeet, tietokanta ja käyttäjäkohtaiset näkymät täytyy suunnitella jokaiselle tiimille erikseen, jotta järjestelmä vastaisi mahdollisimman hyvin tiimin tarpeita. Käyttäjakohtaista kirjautumismenetelmää voidaan kuitenkin käyttää myös muidenkin asiantuntijatiimien työohjausjärjestelmän osana.

Työohjausjärjestelmään on mahdollista rakentaa myös tiimille ja asiantuntijoille mittareita, joista tiimin esimies voi nähdä esim. tiimillä työjonossa olevien työtilausten määrän, työnalla olevien tilausten määrän ja valmistuneiden työtilausten määrän. Mittareista voidaan luoda tiimi- ja asiantuntijakohtaisia. Mittareita suunniteltaessa tulee päättää, mitä halutaan mitata, miten ja aikaväli jolta mittaustuloksia halutaan. Mittausvälit voidaan määritellä tiimin tarpeen mukaan esim. kuukausi, kvartaali ja vuosi ajanjaksoille.

Käytännössä asiantuntijatyön työohjausjärjestelmän käyttömahdollisuuksia on lähes rajattomasti.

YHTEENVETO

Asiantuntijatyön työnohjausjärjestelmän suunnittelu ja toteuttaminen oli lopputyöaiheena mielenkiintoinen, opettavainen ja myös haastava projekti. Mielenkiintoa työhön lisäsi myös se, että järjestelmän suunnitteluun annettiin vapaat kädet. Järjestelmä tulee myöhemmin käyttöön asiantuntijatiimissämme. Työn alkuvaiheessa huomasin, että aihetta täytyi rajata suuren työmäärän vuoksi koskemaan ainoastaan työohjetilausten ohjaamista.

Työn teoriaosuudessa käsittelin työhöni liittyvää teoriaa tietokannoista, UI-suunnittelusta ja asiantuntijatyöstä. Relaatiotietokanta toimii luomani järjestelmän perustana ja näin sen tärkeäksi ottaa mukaan teoriaosuuteen. Web-sovelluksen käyttöliittymäsuunnittelulla on myös tärkeä rooli web-sovelluksia suunniteltaessa. UI:n rinnalle kuuluu myös käyttökokemussuunnittelu UX, mutta rajasin tämän pois teoriasta, koska järjestelmän ensimmäisen version suunnittelun hoidin itsenäisesti.

Asiantuntijatyötä kuvaavassa teoriaosuudessa käsittelin asiantuntijatyötä yleisesti ja sitä minkälaisia haasteita tämä asettaa tiimin töiden ohjaamisessa. Kävin läpi myös Leanin käyttömahdollisuuden asiantuntijatyön ohjaamisessa. Leanin käyttö on täysin mahdollista, jos tiimillä on hyvä töiden ohjausjärjestelmä, joka tukee tätä. Tämän järjestelmän luomisen yhtenä ideana itselläni oli myös se, että sitä voidaan käyttää osana asiantuntijatiimin Lean-johtamisessa. Kanban-taulusta voisi luoda digitaalisen version, mikä olisi helppokäyttöinen ja mistä näkisi nopeasti tiimin viikon työt ja muut tärkeät tiedot. Leaniin perustuvan toimintatavan käyttöönotto asiantuntijatiimissä vaatii järjestelmän lisäksi kuitenkin koulutusta asiantuntijatiimille ja esimiesten sitoutumista asian suunnitteluun, toteuttamiseen ja käyttöön.

Työtä tehdessä tuli opittua paljon asioita web-pohjaisen järjestelmän määrittelystä, suunnittelusta, toteutuksesta ja testauksesta. Työn tekemisessä tuli hyödynnettyä useampia web-ohjelmoinnissa käytettäviä ohjelmointikieliä ja relaatiotietokantaa. Tietokannan suunnittelusta, toteutuksesta ja sen hyödyntämisessä web-järjestelmän osana tuli myös opittua paljon uutta.

Etsiessäni tietoa työn toteutukseen huomasin sen, miten monilla eri ohjelmointikie-
lillä ja tekniikoilla asiat on mahdollista toteuttaa. Valitsin tähän työhöni kuitenkin
PHP:n pääohjelmointikieleksi, koska tämä oli itselle ennestään jo jonkin verran
tuttu ja halusin oppia siitä lisää. Pääasiallisena tietolähteenä järjestelmää rakenta-
essa tuli käytettyä internetiä, mutta myös alan kirjallisuutta tuli käytettyä tietoläh-
teinä.

Työtä tehdessä olisi ollut hyvä, jos työnantajan puolelta olisi ollut mukana henkilö,
joka tekee työksensä web-pohjaista ohjelmistokehitystä. Näin olisi nähnyt myös
sen, miten ohjelmistoprojektit yrityksen sisällä määritellään, suunnitellaan, toteute-
taan, testataan ja dokumentoidaan. Myös se miten ohjelmistoprojektien versiohal-
linta hoidetaan yrityksessä. Näin olisi voinut noudattaa samaa toimintatapaa omassa
työssäni.

Järjestelmän ensimmäisen version määrittelyssä ja suunnittelussa olisi ollut hyvä
olla yksi asiantuntija ja esimies mukana. Näin olisi saanut kirjattua heidän ideoitaan
jo järjestelmän ensimmäistä versiota toteuttaessa. Päädyin työssäni kuitenkin lo-
pulta siihen, että he tulevat mukaan järjestelmän seuraavalla kehityskierroksella.

Järjestelmää kehittäessä tuli itselle paljon kehitysideoita mitä järjestelmään voisi
lisätä. Kehitysideat on hyvä kirjata ylös ja priorisoida ne tärkeysjärjestykseen. Jär-
jestelmään olisi hyvä saada luotua tiimi- ja asiantuntijakohtaiset mittarit, joita esi-
mies voisi seurata kätevästi samasta järjestelmästä. Näen tärkeäksi myös sen, että
järjestelmään täytyy saada näkymä asiakkaille, josta he voivat seurata työtilauksi-
aan tilausnumerolla tai tuote- ja osastokohtaisesti. Tätä ennen kuitenkin täytyy
saada paranneltua työohjetilausten ohjausta järjestelmässä ja tämän jälkeen lisätä
tiimin muut työtilaukset järjestelmän piiriin.

Järjestelmän kehityksessä haluaisin jatkossa myös hyödyntää avoimeen lähdekoodiin perustuvaa Bootstrap frameworkia. Tämä mahdollistaa järjestelmän toimivuutta myös mobiilialustalla. Työtilauslomakkeet voisi luoda ainakin tällä teknikalla. Tämän avulla voitaisiin mahdollistaa se, että asiakkaat voisivat tehdä työpuhelimellaan työtilauksen ja mahdollisesti liittää tilauksen mukaan puhelimella otettuja kuvia. Bootstrapin avulla voidaan toteuttaa myös koko järjestelmä, jolloin järjestelmän kaikki käyttäjät voivat käyttää sitä hyvin myös työpuhelimillaan.

Järjestelmästä on nyt saatu luotua ensimmäinen versio ja jatkan järjestelmän kehittämistä myös tulevaisuudessa. Kehitystyön prosessin runkona pidän jatkossakin vesiputousmallia. Uskon siihen, että jatkuvan kehityksen avulla järjestelmästä saadaan luotua hyvä työnohjaustyökalu asiantuntijatiimille. Tämän järjestelmän kehitystyö mahdollistaa samalla oman osaamisen ylläpitämisen sekä kehittämisen myös tulevaisuudessa.

LÄHTEET

- /1/ Danfoss kotisivut. Danfoss. Viitattu 14.2.2018.
<http://www.danfoss.fi/workarea/downloadaset.aspx?id=17179970233&langtype=11273>
- /2/ Danfoss Drives kotisivut. Danfoss. Viitattu 14.2.2018.
<http://drives.danfoss.fi/danfoss-drives/about/#/>
- /3/ Danfoss Drives kotisivut. Danfoss. Viitattu 3.3.2018.
<http://drives.danfoss.fi/products/#/>
- /4/ Date, C.J. 2013. Relational Theory for Computer Professionals. 1. painos. O'Reilly. 3-6.
- /5/ Konkka, P. Tietokannat: NoSQL ja MongoDB. Viitattu 20.8.2018.
<https://petrikonkka.com/fi/pilvipalvelujen-tietokannat-nosql-mongodb/>
- /6/ NoSQL Databases Explained. Viitattu 20.8.2018.
<https://www.mongodb.com/nosql-explained>
- /7/ Hernandez, M.J. 2000. Tietokannat - Suunnittelu käytännössä. 1. painos. IT Press. 12-13.
- /8/ Hovi, A., Huotari, J. & Lahdenmäki, T. 2003. Tietokantojen suunnittelu ja indeksointi. 1. painos. Docendo Finland Oy. 8-11.
- /9/ Gilmore, W.J. 2005. PHP & MySQL 5 Ohjelmointi. 1. painos. Gummerus Kirjapaino Oy, 1 painos. 511.
- /10/ Schwartz, B., Zaitsev, P. & Tkachenko, V. 2012. High Performance MySQL. 3 painos. O'Reilly. 1-2.

- /11/ Digitoimisto Contrast. UX-design ja UI-desing: Mitä ero niillä on?. Viitattu 15.9.2018.
<https://contrast.fi/ux-design-ja-ui-design-mita-eroa-niilla-on/>
- /12/ Forbytes. UI and UX design services. Viitattu 18.9.2018.
<https://forbytes.com/ui-ux-design-services/>
- /13/ Sinkkonen, I., Nuutila, E. & Törmä, S. 2009. Helppokäyttöisen verkkopalvelun suunnittelu. Tietosanoma Oy. 242-243, 249-255
- /14/ Schneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M., Jacobs, S. & Elmqvis, N. 2018. Design the User Interface – Strategies for Effective Human-Computer Interaction. 6. Painos. Pearson. 444-449.
- /15/ Quality Knowhow Karjalainen Oy. Lean ja johtaminen, Viitattu 9.11.2018.
<http://www.sixsigma.fi/fi/lean/yleinen/lean-ja-johtaminen/>
- /16/ Torkkola, S. 2015. Lean Asiantuntijatyön johtamisessa. 6. painos. Alma Talent. 23, 25-27, 49-50, 57-59, 63-69.
- /17/ Haikala I. & Mikkonen, T. 2011. Ohjelmistotuotannon käytännöt. 12. painos. Talentum. 54-55, 37.
- /18/ Kanban-taulut asiantuntijatyön tilanneohjauksessa. s. 9. Viitattu 18.11.2018.
<https://media.ims.fi/Artikkelit/Lean-Management/Kanban-taulut-asiantuntijatyon-tilanneohjauksessa.pdf>
- /19/ Kasurinen, J. Ohjelmistotestauksen perusteet. 2015, s. 26. Viitattu 18.11.2018.
<http://docplayer.fi/7192802-Ct60a4150-ohjelmistotestauksen-perusteet-jussi-kasurinen-etu-suku-lut-fi-kevat-2015.html>

/20/ Welling, L., Thomson, L. & Wesley, A. 2017. PHP and MYSQL Web Development. 5. painos. 475-478.