

Hashim Rezai

Jauhesekoittimen käyttöliittymän uudelleensuunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

25.9.2018

Alkusanat

Olin vuonna 2017 kesätöissä Orionin Espoon tehtaalla, inhalaatio-osaston ja tablettipakkaamon kunnossapidon ryhmässä. Kesätöissä pääsin tutustumaan moneenkin laitteeseen sekä inhalaatio-osastolla että tabletti- ja injektiopakkaamolla. Yksi niistä laitteista on inhalaation jauhesekoitin, Promix 100, jolla sekoitetaan jauhemassoja keskenään.

Vuonna 2018 hain Orionille kesätöihin automaatioryhmään ja sain kesätyön lisäksi insinööriöaiheen Promix 100 -jauhesekoittimen uuden käyttöliittymän suunnittelusta. Se oli ainutlaatuinen tilaisuus minulle ja tartuin heti tarjoukseen, koska talo, osasto ja laite olivat edellisestä kesästä minulle tuttuja. Lisäksi ajankohta oli sopiva opinnäytetyön tekoon.

Tämä insinööriö on ollut erityisen mielenkiintoinen, sillä projektin aikana olen päässyt tutustumaan moneen ihmiseen ja haastattelemaan heitä ja sitä kautta täydensin omaa osaamistani. Itseluottamus ja esiintymistaito ovat matkan varrella kehittyneet entistä paremmiksi ja vahvemiksi.

Tämä on hyvä mahdollisuus kiittää omaa perhettä, avopuolisoa, työpaikan ja oppilaitoksen ohjaajia sekä töistä kaikkia kollegoita, jotka auttoivat minua tämän insinööriöön toteutuksessa. Olen erittäin kiitollinen tuestanne ja avustanne!

Espoossa

Hashim Rezai

25.9.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Hashim Rezai Jauhesekoittimen käyttöliittymän uudelleensuunnittelu 29 sivua + 7 liitettä 25.9.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine	Koneautomaatio
Ohjaajat	Automaatioinsinööri Tomi Pitkäniemi Kehitysinsinööri Toni Solinen Lehtori Antti Liljaniemi
<p>Tämän insinööriyön aiheena oli Orionin inhalaatio-osaston Promix 100 -jauhesekoittimen käyttöliittymän uudelleensuunnittelu. Insinööriyö oli osa jauhesekoittimen uudelleenrakentamista. Projektissa oli mukana noin 8 henkilöä ja jokaisella oli oma vastuualueensa.</p> <p>Promix-sekoittimella sekoitetaan inhaloitavia lääkeaineita keskenään ja tuotteeksi saadaan homogeeninen tuote.</p> <p>Käyttöliittymän uudelleensuunnittelun tavoitteena oli kehittää mielekkäämpi ja selkeämpi käyttöliittymä laitteen käyttäjille. Käyttöliittymä tuli toteuttaa käyttäjän kielellä, eli siinä käytettäisiin käyttäjille entuudestaan tuttua sanastoa ja symboleja.</p> <p>Suunnittelussa huomioitiin eri käyttäjäryhmien tarpeet uudelleen. Työssä hyödynnettiin organisaation eri alojen osaamiset ja kokemukset niin, että jokaiselle käyttäjäryhmälle järjestettiin oma työpaja, jossa käytiin läpi heidän päivittäiset työvaiheet sekoituslaitteen käytössä. Suunnittelutyössä pyrittiin painottamaan käyttöorganisaation osallistumista.</p> <p>Käyttöliittymän uudelleensuunnittelulla pyrittiin vähentämään epäselvyyksiä ja saamaan sekoituslaitteen käyttö mahdollisimman joustavaksi, tehokkaaksi ja luotettavaksi. Käyttöliittymästä haluttiin johdon- ja standardinmukainen.</p> <p>Käyttöliittymäsuunnittelu tehtiin Microsoftin Visio 2013 -ohjelmalla. Suunnittelussa kiinnitettiin erityisesti huomiota näkymien sisältöihin ja ulkonäön selkeyteen. Uudelleensuunnittelun yhteydessä sekoitusprosessin lopuksi tulostettava ajoraportti suunniteltiin kokonaan uusiksi yleisilmeen selkeyttämiseksi. Samalla raportin sisältö tarkastettiin uudelleen. Lopputulos esiteltiin automaatioimittajalle, joka sen pohjalta ohjelmoi ohjausjärjestelmän ja käyttöpaneelin.</p>	
Avainsanat	Käyttöliittymä, uudelleensuunnittelu, sekoituslaite, käyttöryhmät

Author Title Number of Pages Date	Hashim Rezai Redesigning the User Interface of the Powder Mixer 29 pages + 7 appendices 25 September 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Professional Major	Machine Automation
Instructors	Tomi Pitkaniemi, Automation Engineering Toni Solinen, Development Engineering Antti Liljaniemi, Senior Lecturer
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to re-design the user interface of the Promix 100 inhalation powder mixer of Orion's inhalation department. This thesis is part of the modernization process of the inhalation powder mixer. Altogether eight people participated in this project, each of which had their own responsibility area.</p> <p>With the help of the Promix mixer, inhaled medications are mixed together into one homogeneous product.</p> <p>The objective of the re-design process was to develop a better and clearer user interface for the user of the mixer. The new user interface included vocabulary and symbols that the user was already familiar with from before.</p> <p>In the planning phase, the needs of the different user groups were re-taken into consideration. The know-how and experiences of various organizations and branches surfaced in workshops that were organized for one user group at a time. In those workshops, the daily tasks and work stages with the mixer were examined. It was important to gain some insights of the user organizations, so that they could be utilized in the re-designing process.</p> <p>The aim of the re-design process was to reduce unclear situations and improve the mixer to ensure that it could be used as efficiently, flexibly, and reliably as possible. The idea was to make the user interface more consistent and standardized.</p> <p>The redesigning was carried out with the help of Microsoft Visio 2013 program and particular attention was paid to the content views and the clarity of the look. In the finished design, the overall look of the report was changed and the contents were extended. Finally, the outcome was presented to the automation supplier, who then programmed the user interface and the control panel based on the results of the planning process.</p>	
Keywords	User interface, re-design, mixer, user group

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Orion Oyj	2
2.1	Historia	2
2.2	Toiminta	2
2.3	Inhalaatio-osasto	3
3	Promix 100 -jauhesekoitin	5
3.1	Käyttötarkoitus ja käyttökohteet	5
3.2	Käyttäjävaatimukset	7
3.3	Laitevaatimukset	8
4	Ohjausjärjestelmä	9
5	Operointipääte / käyttöpaneeli	10
6	Käyttöliittymä	12
6.1	Vanha käyttöliittymä	12
6.2	Uuden käyttöliittymän suunnittelu	13
6.3	Käyttäjakeskeisen suunnittelun soveltaminen	13
6.4	Sisäänkirjautuminen ja käyttäjätasot	16
6.5	Sekoitusraportti	17
6.5.1	Vanha sekoitusraportti	17
6.5.2	Uusi sekoitusraporttimalli	17
7	Käytetyt projektimenetelmät ja niiden tulokset	19
8	Suunnittelun toteutus	22
9	Turvallisuus	24
10	Käyttöliittymän käyttöohje ja osaston kouluttaminen	25
11	Yhteenveto ja päätelmät	26
	Lähteet	28

Liitteet (vain työn tilaajan käyttöön)

Liite 1. Laitteen datavirran kulku

Liite 2. Yhteenvetosekoitusraportti malli

Liite 3. Käyttöliittymäsuunnitelma

Liite 4. Sekoitustynnyrit väliasennusadaptereilla sekä minimi- ja maksimijauhemassan määrällä

Liite 5. Käyttäjätasot ja heidän käyttöoikeudet eriteltyinä uudessa käyttöliittymässä

Liite 6. Eri käyttäjätasoryhmien tunnistekoni

Liite 7. Eri käyttäjätasojen käyttöoikeudet

Lyhenteet

<i>CRF</i>	<i>Change Request Form</i> , muutostenhallintalomake
Geneeriset	Patenttisuojattomat tuotteet
<i>GMP</i>	<i>Good Manufacturing Practice</i> , hyvät tuotantotavat
<i>GxP</i>	<i>Good x Practice</i> , hyvät ”mitkä tahansa” -tuotantotavat
<i>HMI</i>	<i>Human Machine Interface</i> , ohjelmiston käyttöliittymä, ihmisen ja laitteen välinen kommunikaatioväline
PLC	Programmable Logic Controller, ohjelmitava logiikka
<i>SCADA</i>	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , valvonta ja tiedonhankinta, valvomo-ohjelmisto, PC-ohjelmisto
<i>SOP</i>	<i>Standard Operation Procedure</i> , toimintaohje
<i>TIA Portal</i>	<i>Totally Integrated Automation Portal</i> , Siemensin ohjelmointityökalu
TuoHi	Tuotannon historia, prosessidatan tietokanta
<i>URS</i>	<i>User Requirements Specification</i> , käyttäjävaatimukset
Visio	Microsoftin kehittämä 2D-objekti-piirustusohjelma
<i>WI</i>	<i>Work Instruction</i> , työohje
<i>Wincc</i>	Siemensin kehittämä valvomo-ohjelmisto

1 Johdanto

Tämän insinööriyön aiheena on inhalaatiojauhesekoittimen käyttöliittymän uudelleen-suunnittelu, ja työn tilaaja on Orion Oyj. Laitteen ohjausjärjestelmä haluttiin tiettyjen tarpeiden ja vaatimuksen takia korjata ja tultiin siihen lopputulokseen, että laitteen ohjausjärjestelmä suunnitellaan kokonaan alusta. Laitteen käyttöliittymä oli osa uutta ohjausjärjestelmää.

Insinööriyö on osa Promix-sekoittimen uudelleenrakentamista, jossa on mukana insinöörejä ja työnjohtajia. Työn pääasiallisena tavoitteena on suunnitella vanhan käyttöliittymän tilalle entistä mielekkäämpi ja selkeämpi käyttöliittymä laitteen käyttäjille. Näin voidaan tehostaa työntekoa ja parantaa tuotteen laatua sekä minimoida laitehäiriöitä ja toimintavirheitä.

Käyttäjille halutaan sellainen käyttöliittymä, jonka he pystyisivät ymmärtämään ja omaksumaan vanhaa käyttöliittymää helpommin. Osaltaan tämä tarkoittaa sitä, että uudessa käyttöliittymässä pyritään mahdollisuuksien mukaan käyttämään käyttäjille jo entuudestaan tuttua sanastoa ja symboliikkaa.

Tarkoituksena on suunnitella mahdollisimman käytännöllinen käyttöliittymä sekä teknisesti että toiminnallisesti. Suunnittelutyön aikana kuullaan ja haastatellaan erilaisia käyttäjäryhmiä. Suunnittelun alkuvaiheessa kuvaillaan ja mallinnetaan käyttötehtävät, kaikki käyttäjätasot ja niiden oikeudet sekä käyttöympäristö. Ensisijainen lähde suunnittelulle ovat operaattoreiden käyttäjäkokemukset ja parannusehdotukset, joten käyttöpaneelin näkymät ja sisällöt suunnitellaan heidän toiveidensa mukaan. Yhteistyö osaston projekti-insinöörien ja työnjohtajien kanssa on tiivistä ja käyttöliittymän suunnittelussa kuullaan ja huomioidaan heidän näkökulmansa.

Uuden ohjausjärjestelmän suunnittelun toteutuksista vastaa FAP Automation Oy. Yhteistyö on tiivistä, ja käyttöliittymäsuunnittelussa kuullaan toimittajankin mielipide erityisesti teknisen toteutuksen osalta. Suunnitteluvaiheen aikana pidetään useita palavereja eri tahojen kanssa Orionilla ja FAP Automation Oy:lla.

2 Orion Oyj

2.1 Historia

Orion on suomalainen lääkeyhtiö, joka perustettiin vuonna 1917. Yrityksen perustivat Onni Turpeinen, Eemil Tuurala ja Wiki Valkama. Ensimmäiset Orionin valmistamat lääkkeet tulivat markkinoille 1920-luvun alussa. Vuonna 1995 Orion listautui Helsingin pörssiin. Orionilaisia on tällä hetkellä noin 3 500 henkilöä yli 20 maassa hyvin erilaisissa ja mielenkiintoisissa työtehtävissä. Tällä hetkellä Orionin toimitusjohtajana toimii Timo Lappalainen. [1.]

2.2 Toiminta

Orionilla on Espoon pääkonttorin ja lääketehaan lisäksi lääketehaita myös Turussa, Sallossa ja Kuopiossa sekä lääkeainetuotantoa Hangossa ja Oulussa. Orionin kokonaislääketoimintaan kuuluvat muun muassa lääkkeiden ja niiden vaikuttavien aineiden tutkiminen, kehittäminen, valmistaminen ja maailmanlaajuisesti markkinoiminen. Orionin lääketoiminta jaetaan tulosityksiköittäin seuraavasti:

- Alkuperälääkkeet: Orionin patentoidut ja muiden lääkeyhtiöiden alkuperälääkkeet ihmisten käyttöön.
- Erityistuotteet: Tähän tuoteryhmään kuuluu kaiken kaikkiaan yli 400 tuotetta, jotka ovat patenttisuojojattomia itsehoidon valmisteita sekä reseptilääkkeitä. Yksi tunnetuimmista erityistuotteista Suomessa on särkyyn ja kipuun tarkoitettu lääke Burana. Muita erityistuotteita ovat Aqualan-perusvoiteet ja Multivita-vitamiinit.
- Eläinlääkkeet: Tähän ryhmään lemmikkien ja tuotantoeläinten lääkkeiden lisäksi kuuluvat myös hoitotuotteet. Orion hoitaa eläinkäyttöön tarkoitettuja Orionin alkuperälääkkeiden sekä geneerisien eli patenttisuojojattomien lääkkeiden valmistamista, markkinoimista ja myymistä.
- Fermion: Fermion on Orionin tytäryhtiö, jonka tehtävänä on valmistaa Orionin alkuperälääkkeisiin ja joihinkin patenttisuojojattomiin vaikuttavat lääkeaineet. Fermionin valmistamansa lääkeaineita myydään maailmanlaajuisesti myös muille lääkeyhtiöille. [1.]

Orion Oyj:n toiminta hyvinvoinnin rakentajana on nyt maailmanlaajuista, ja Orionin tuotteita sekä palveluita markkinoidaan yli 100 maassa. Suomessa lähes joka kolmas tuote apteekeissa on Orionin valmistama. [1.]

2.3 Inhalaatio-osasto

Yksi Orionin lääketutkimuksen ydinterapia-alueista on hengityselinsairaudet. Inhaloitavat Easyhaler-keuhkolääkkeet ovat Orionin kehittämiä, ja niiden avulla hoidetaan astmaa ja keuhkohtaumatauteja. Easyhaler-tuoteperhe on ollut markkinoilla vuodesta 1993, ja sen kuudes jäsen on juuri tänä vuonna saanut EU:lta luvan aloittaa myyntilupaprosessit 22 unionin maassa, mukaan lukien Suomessa. [1; 2.]



Kuva 1 Easyhaler- tuotepereeseen kuuluvia inhalaattoreita [1].

Kuvassa ja taulukossa 1 on esitelty markkinoilla olevia Easyhaler-tuotteita, jotka ovat nimeltään Bufomix, Formoterol, Budesonide, Beclomet ja Buventol. Easyhaler-tuoteperhe on yksi Orionin myydyimmistä lääkkeistä. [1.]

Taulukko 1 Orionin kehittämä Easyhaler-tuoteperhe [1].

Lääkkeen nimi	Vaikuttava aine	Indikaatio	Markkinoille
Bufomix Easyhaler®	budesonidi, formoteroli	astma ja keuhkohtaumatauti	2014
Formoterol Easyhaler®	formoteroli	astma ja keuhkohtaumatauti	2004
Budesonide Easyhaler®	budesonidi	astma ja keuhkohtaumatauti	2002
Beclomet Easyhaler®	beklometasoni	astma ja keuhkohtaumatauti	1994
Buventol Easyhaler®	salbutamoli	astma ja keuhkohtaumatauti	1993

Orionin inhalaattorituotanto sijaitsee Espoossa. Tuotteen valmistusprosessiin kuuluu massanvalmistus, täyttö- ja tarkastustyö sekä pakkaaminen. Massanvalmistus koostuu sekoittamisesta, seulonnasta ja massan jakamisesta. Täyttötyön työvaiheita ovat inhalaattorien laadun tarkistus ja niiden täyttö lääkeainamassalla. Täyttölinjalla inhalaattorit täytetään inhaloivalla lääkeainemassalla, jonka jälkeen tarkastetaan inhalaattoreiden laatu. Täyttö- ja tarkastustyön jälkeen valmiit inhalaattorit siirretään pakkaamolinjoille, joissa inhalaattorit tarkistetaan ja etiketöidään sekä pakataan.

3 Promix 100 -jauhesekoitin

Promix 100 -jauhesekoituslaitteen valmistaja on Promector Oy, joka valmisti ja ohjelmoi laitteen Orionin tilauksesta. Sekoituslaite on paineilma- ja sähkökäyttöinen (kuva 2).



Kuva 2 Promix 100 -sekoitin. Sekoittimen haarukkaan on kiinnitetty 10 l:n astia, ja sekoitin on valmiina ajoa varten.

Promector Oy:lla on Promix 100 -sekoittimen lisäksi laitevalikoimassa myös Promix Lap- ja Promix 10 -sekoittimet [4]. Promix -100 on valmistettu ruostumattomasta teräksestä.

3.1 Käyttötarkoitus ja käyttökohteet

Promix-sekoituslaite sijaitsee Espoon inhalaatio-osaston jauhemassanvalmistushuoneessa *GMP:n (Good Manufacturing Practice)* määrittämässä D-puhdasluokan tilassa.

GMP eli hyvät tuotantotavat ovat lääketeollisuuden laatu järjestelmä, joka on viranomaisvaatimus, ja sen noudattaminen on pakollista. Laatu järjestelmän tavoitteena on turvata potilaan turvallisuutta. Lääketeollisuuden tuotantotilat on jaettu eri puhtausluokkiin, A-G. D-puhdastila on paikka, jossa tuote on vielä avoinna. [3.]

Sekoituslaite suunniteltiin jauhemaisten ja kuivien aineiden sekoittamiseen. Sekoittimella voidaan sekoittaa muun muassa lääke-, kemian-, metallijauhe- ja elintarviketeollisuudessa. [4.]

Tässä työssä käsiteltävän sekoituslaitteen kolmiulotteisella heiluri- ja pyörimisliikeradalla sekoitetaan lääkejauheet tehokkaasti työntämällä aineosat keskeyttämättä eteenpäin, jolloin saadaan homogeeninen tuote suljetusti ja nopeasti. [4.]

Lääkeainemassat sekoitetaan ilman kosketusta työympäristöön tai muihin materiaaleihin. Laitteella on mahdollista käyttää eri astiakokoja ja eri nopeuksia sekä asettaa sekoitusaika halutuksi. Sekoituksen päätyttyä toteutuneesta sekoitusajonopeudesta ja -ajasta tulostetaan ajodataraportti. Tällä hetkellä inhalaatiojauheiden sekoituksessa on käytössä 10, 30, 50 ja 100 l:n astioita.

Taulukossa 2 on esitetty tietoja Promix-sekoittimen tuoteperheestä. Orionin inhalaatioosastolla on Promix 100 -sekoitin, jolla voi valmistajan mukaan sekoittaa maksimissaan 55 kg lääkeainetta yhdellä sekoituskerralla.

Taulukko 2 Promector Oy:n Promix-sekoitinperheen jäsenet [4].

	Promix Lap	Promix 10	Promix 100
Sekoitusastian tilavuus (l)	0,1; 0,2; 0,5; 1,0 ja 3,0	3,5 ja 10	10; 30; 50 ja 100
Max. täyttötilavuus (kg)	1,5	4,5	55
Sekoituksen pyörimisnopeus (rpm)	15 - 40	15 - 40	15 - 30
Sähköliitäntä V / Hz	230 / 50	230 / 50	230 / 50
Paineilmaliitäntä	6bar /100l/min	6bar/100l/min	6bar/300l/min
päämitat (l x s x k), (mm)	721 x 1048 x 1800	750 x 400 x 1650	1000 x 1700 x 1650
Paino (kg)	200	300	900

Astioiden asentaminen sekoituslaitteeseen ei ole mahdollista ilman väliadaptereita. 100 l:n astian asennukseen tarvitaan ainoastaan sen oma selkätuki. Muille astiako'oilte on sen sijaan yhteisten ala- ja yläasennusadapterien lisäksi olemassa astiakoko kohtaiset

ala- ja yläväliadapterit sekä tukiselkä. Liitteessä 4 eritellään astiakokojen, väliadapterien sekä minimi- ja maksimijauhemassan painot sekoituksessa eri asitiako'oilla. Liitteessä 4 olevat tiedot poimittiin Orionin inhalaatio-osaston tekniikkaryhmän Promix-jauhesekoittimen tutkimustiedostosta.

Inhalaatio-osaston tekniikkaryhmän tutkimuksesta selvisi, että 50 l:n sekoitusastia väliasennusadapterilla ja maksimijauhemassalla on painavin sekoitettava kokonaisuus. Vastaavasti kevyin sekoitus on 100 l:n astia minimijauhemassalla. Väliasennuspalat ovat adapterien lisäksi myös lisäpainoja, jotta haarukkaan saadaan aina oikea paino suhteessa vastapainoihin, ja näin sekoitus saadaan oikealla tavalla tehtyä.

3.2 Käyttjävaatimukset

Lääketeollisuudessa hyvät tuotantotavat vaativat, että ennen laitteen tai järjestelmän uudelleensuunnittelua laaditaan *URS (User Requirements Specification)* eli käyttjävaatimusmäärittely. Käyttjävaatimuksen tarkoituksena on asettaa laitteelle hyväksyntäkriteerejä ja valita sen mukaan oikea toimittaja ja laitetyyppi. Käyttjävaatimus auttaa eri sidosryhmiä kommunikoimaan keskenään ja arvioimaan hankinnan liiketaloudellisia hyötyjä, kustannuksia ja tarvittavia resursseja. Lisäksi käyttjävaatimusten määrittelyllä on tarkoitus arvioida laitteen tai järjestelmän sopivuutta ja laatua käyttötarkoitukseensa. [6; 7].

Käyttjävaatimuksen täyttymisestä ja toteutuksista vastaa tilaajayrityksen validointiosasto, joka osoittaa erilaisilla luotettavilla testimenetelmillä, että validoitava laite toimii ennalta määriteltyjen kriteerien mukaan. Validointi koostuu vaatimuksenmukaisuuden osoituksen suunnittelusta, asennuksesta, toiminnasta sekä dokumentoinnista. [7.]

Insinööriyön tekeminen vaatii laitteen käyttjävaatimusmäärittelyn palaveriin osallistumista, sillä palaverissa käsiteltiin sellaisia vaatimuksia, jotka liittyivät käyttöliittymätoimintaan. Käyttjävaatimuksen määrittely tehtiin asiantuntijoiden voimin muutamassa palaverissa. Palaverissa jokainen asiantuntija edusti omaa osastoaan ja esitteli osastonsa näkökulmasta oleelliset ja tärkeät vaatimuksensa laitteelle.

3.3 Laitevaatimukset

Promix-jauhesekoittimen vaatimuksena on sekoittaa inhalaattoreiden jauhemassat yhtäjaksoisesti määrätyn ajan kuluessa ja määrätyllä nopeudella. Mikäli laite pysähtyy kesken ajoa häiriöön, on sekoitettavan tuotteen laatu arvioitava aina tapauskohtaisesti. Laitteen toimintavarmuudella on suuri merkitys, sillä toimintahäiriöt voivat pahimmillaan aiheuttaa massanvalmistuserän hylkäämisen. Käyttökelvottomaksi osoittautuvat inhalaattoreiden lääkeaineet tulevat Orionille erittäin kalliiksi.

Sekoitinta ei saa käynnistää laitteen ollessa häiriötilassa. Eri vikatilanteissa, kuten sähköjen katketessa, järjestelmän on pystyttävä säilyttämään ohjelmisto, parametrit sekä sekoitukseen liittyvät tiedot ilman niiden muuttamista. Mikäli yhteys arkistointiserverille, jonne data varmuuskopioidaan, menee poikki, data tallennetaan paikallisesti paneelille ja yhteyden palattua tiedot siirretään takaisin serverille.

Liitteessä 1 on kuvattu laitteen datavirtojen kulkua Orionin määrittämiin eri palvelimiin. Erilaisilla varmuuskopiointi-järjestelmillä halutaan turvata prosessidatojen säilymistä ja saatavuutta.

4 Ohjausjärjestelmä

GxP (*Good x Practice*), lääketeollisuuden ”hyvät mitkä tahansa” tavat, määrittelevät lääkkeiden valmistuksen eri vaiheissa edellytettävät asianmukaiset menettelytavat, joihin sisältyvät mm. laboratorio, tuotanto ja laadunvalvonta. Laatusjärjestelmän tavoitteena on varmistaa, että lääkkeiden tuotantoa ja laadunvalvontaa toteutetaan lääkkeiden turvallisuuden ja laadun varmistavalla tavalla.

Orionilla ennen *GxP*-kriittisten asioiden muuttamista tehdään *CRF* (*Change Request Form*) eli täytetään muutostenhallintalomake, jolla sitten pyydetään eri asiantuntijat ja tahot tarkistamaan ja hyväksymään muutokset. Orionissa *CRF*:llä hallitaan *GxP*-kriittiseen toimintaan kohdistuvia muutoksia, jotka voivat vaikuttaa laitteen järjestelmään, tilaan, tuotteeseen tai tutkimuksen laatuun.

Laitteen hälytystoiminnalla valvotaan prosessin toimintojen pysymistä sallituksi määritettyjen raja-arvojen sisällä. Mikäli ei pysytä rajojen sisällä, käyttäjä saa siitä ilmoituksen.

Sekoituslaitteeseen on kiinnitetty valomajakka, joka ilmaisee laitteen statuksen. Valomajakkatorni koostuu valkoisesta, vihreästä ja punaisesta valosta sekä sireenistä. Valkoinen valo merkitsee sitä, että sähköt ovat päällä ja hätäseis on kuitattu. Vilkkuva vihreä valo edustaa nollausajoa tai kertoo laitteen olevan valmiina käynnistettäväksi, sekoituslaitteen ollessa käynnissä valomajakassa palaa kiinteästi vihreä valo. Punainen valo syttyy laitteen ollessa häiriötilassa. Sireeni ilmoittaa huoneen ovien sulkeutumisesta sekä laitteen käynnistymisestä.

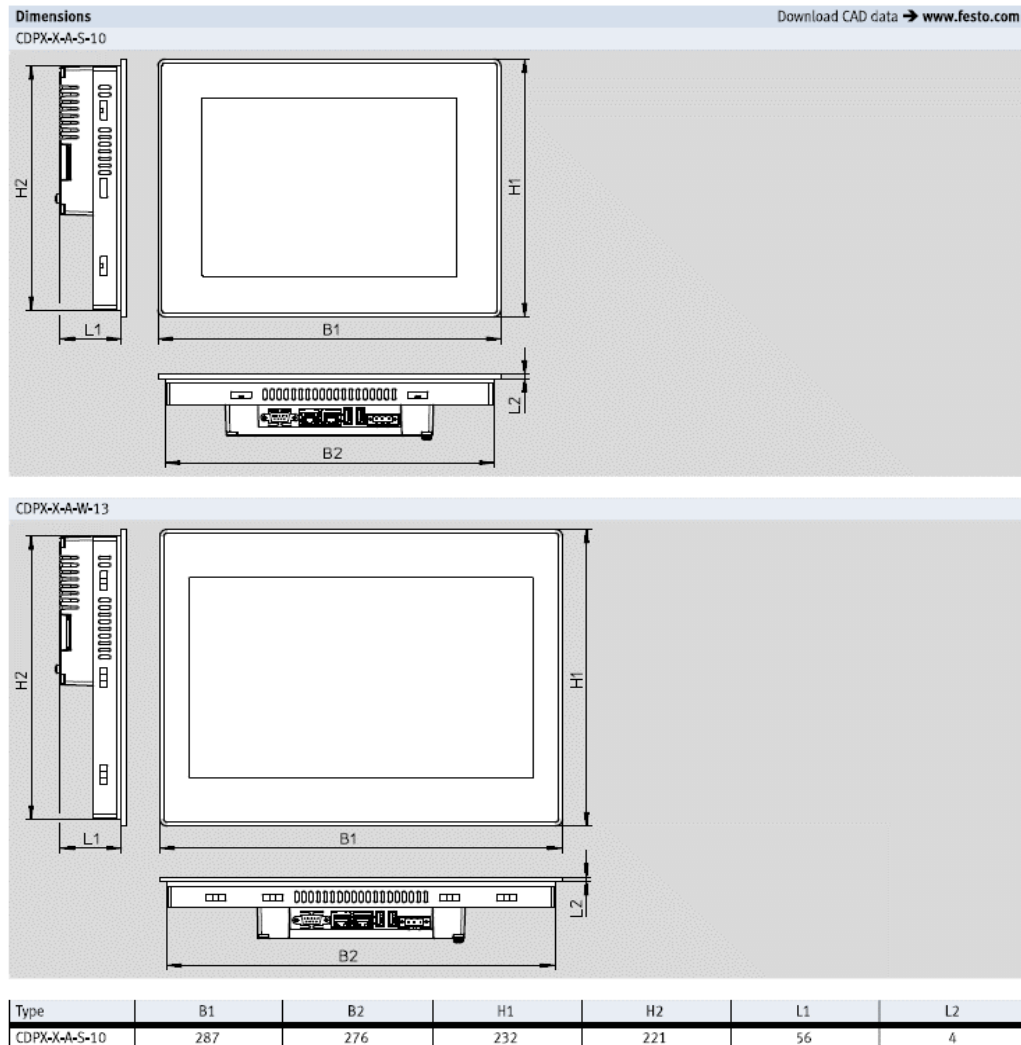
Sekoitusta voi seurata trendien kautta. Sekoituslaite tarjoaa kahdenlaiset trendit: nopeustrendit ja verrattuna vanhaan ohjausjärjestelmään uutena ominaisuutena on mahdollisuus nähdä paineohjaustrendit. Nopeustrendit edustavat sekoittimen kiertonopeutta ajan funktiona ja paineohjauksen trendi puolestaan edustaa painetta ajan funktiona.

Uuden ohjausjärjestelmän rakentamisen yhteydessä laite liitetään yrityksen arkistointijärjestelmään. Arkistointijärjestelmään kerätään tuotantolaitteiden dataa myöhempää analysointia ja raportointia varten. Data siirtyy arkistointijärjestelmään reaaliajassa laitteen / järjestelmän käynnistymisestä sammuttamiseen. Arkistointijärjestelmään kerätty data koostuu tuotantoprosessin mittauksista, hälytyksistä, tapahtumien keruusta ja tallennuksesta sekä järjestelmän käyttäjästä.

5 Operointipäätte / käyttöpaneeli

Käyttöliittymän operointia varten on tyypillisesti PC tai erillinen operointipaneeli.

Vanha ohjausjärjestelmä oli koottu Feston komponenteilla. Operointipaneelin malli oli Festo CDPX-X-A-S-10, ja se oli varustettu kahdella USB- ja ethernet-paikalla. Paneeli oli 10-tuumainen. Kuvassa 3 esitellään vanhan käyttöpaneelin ulkomitat.



Kuva 3 Feston käyttöpaneelin mittatiedot [8, s. 8].

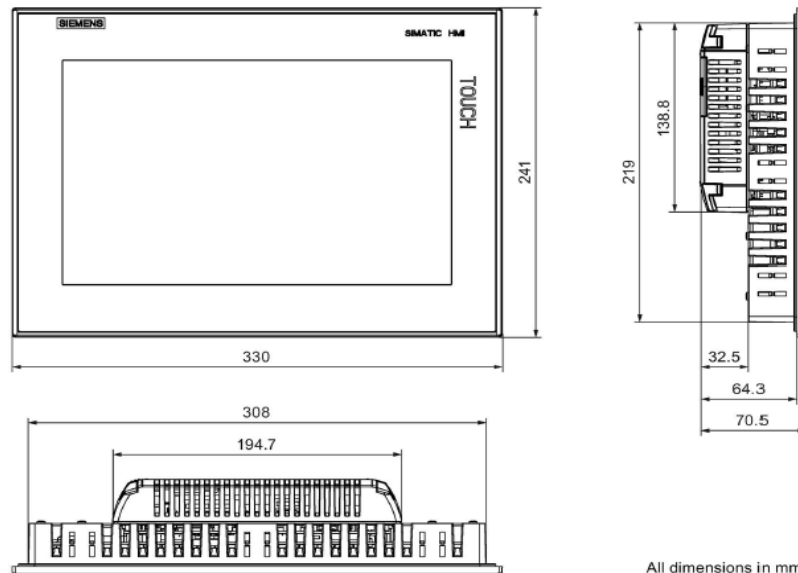
Uusi ohjausjärjestelmä toteutettiin Siemensin 1200-sarjan turvalogiikalla ja operointipaneeliksi valittiin Simatic TP 1200 Comfort (kuva 4). Uusi käyttöpaneeli on 12-tuumainen ollen kaksi tumaa isompi kuin vanha paneeli.

Comfort-mallisia Simatic-paneeleja on saatavilla seitsemää eri kokoa. Paneelien koot vaihtelevat 4 ja 22 tuuman välillä. Kaikkiin Comfort-mallisiin operointipaneelisiin voidaan liittää USB-yhteyden avulla oheislaitteita kuten viivakoodinlukija, näppäimistö tai hiiri. Simatic TP 12” Comfort-paneelissa on kaksi USB- ja Ethernet-paikkaa. Comfort-paneelissa luettavuutta parantaa paneelin korkea resoluutio sekä runsas ja riittävä väriavaruus (16 miljoonaa väriä). Paneelit tukevat muun muassa PDF-tiedostojen ja internet-sivustojen avaamista. [9; 10.]

Kuvassa 4 esitellään uuden paneelin ulkomitat millimetreinä.

8.7.10 Dimension drawings of the TP1200 Comfort

The following figures show the dimension drawings of the Comfort V1/V1.1 devices.



Kuva 4 Siemensin uusi käyttöpaneeli ulkomittoineen [9, s. 203].

Vanha käyttöpaneeli oli upotettu peltiseinään ja uutta paneelia varten seinäaukkoa oli laajennettava Leveysuunnassa 34 mm.

6 Käyttöliittymä

Käyttöliittymä on osa sekoitinlaitteen ohjausjärjestelmää, ja se toimii käyttäjän ja koneen välisenä kommunikaatiovälineenä. Käyttöliittymä muodostuu ohjelmiston lisäksi myös fyysisistä osista, jotka toteuttavat käyttäjän tarvitsemia palveluita. Käyttöliittymäpaketti tarjoaa kokonaisuudessaan käyttäjälleen informaatiota ja vaikutusmahdollisuuksia, ja sen päätehtävä on toteuttaa järjestelmä ja sitä käyttävien ihmisten välillä. Käyttöliittymän tarkoituksena on helpottaa käyttäjän toimintaa. [11, s. 21.]

Ensimmäiset sähköiset käyttöliittymät teollisuusautomaatiossa olivat painonappeja, kytkimiä, merkkilamppuja ja mittareita sekä muita osoitinlaitteita. Automaation käyttöliittymästä käytetään usein sellaisia nimityksiä kuten *SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)*, valvomo-ohjelmisto, *HMI (Human Machine Interface)*, ohjelmiston käyttöliittymä ja *MMI (Man Machine Interface)*, ihmisen ja koneen vuorovaikutus. [12.] Tässä projektissa puhumme *HMI*-käyttöliittymämallista.

6.1 Vanha käyttöliittymä

Vanhassa käyttöliittymässä oli operaattoreiden, huoltohenkilöiden ja pääkäyttäjien mielestä puutteita. Käyttöliittymän sisältö oli rakennettu toimivuudeltaan ja rakenteeltaan yksinkertaisesti niin, että saatiin vaadittavat tehtävät suoritettua onnistuneesti.

Uuden sekoitustyövaiheen aloittaminen vaati käyttäjältä tarkkuutta ja huolellisuutta, koska sekoitustiedot päivittyivät vasta sen vaiheen käynnistymisen jälkeen. Tuotantajon sivulla seuraavan sekoitusvaiheen ajotiedot päivittyivät vasta ajon käynnistämisen jälkeen.

Haastattelujen perusteella monet vanhan käyttöliittymän käyttäjistä eivät pitäneet sitä riittävän selkeänä ja käytännöllisenä. Kokeneimmat käyttäjät tiesivät miten käyttöliittymän kanssa pitää toimia, mutta harvemmin laitteen kanssa tekemisissä olleet joutuivat epäselvissä tilanteissa kysymään ohjeita pääkäyttäjiltä.

6.2 Uuden käyttöliittymän suunnittelu

Uuden käyttöliittymän suunnittelussa pyritään kehittämään käytettävyyttä ja sillä halutaan parantaa käyttäjän ja laitteen välistä vuorovaikutusta.

Käyttöliittymän toiminnan vaatimuksella on haluttu taata entistä käyttäjäystävällisempi sekoituslaite käyttäjille. Käyttöliittymän vaatimukset ovat olleet osana käyttäjävaatimusta, joka on toimitettu toimittajalle. Ensimmäisenä käyttöliittymän vaatimuksena on tietenkin itse käyttöpaneeli laitteen ohjausta varten.

Käyttöliittymä mahdollistaa informaation siirron molempiin suuntiin. Sen keskeisiin tehtäviin kuuluu ohjata käyttäjää tehtävien tekemisissä, antaa mahdollisuus siirtyä eteen- tai taaksepäin näkymästä toiseen tehtävien eri suoritusvaiheissa sekä antaa mahdollisuus keskeyttää tehtävän suoritus tai jatkaa keskeytettyä suoritusta.

Sekoituslaitteen käyttöliittymän suunnittelussa on otettu huomioon vanhan käyttöliittymän toiminta sekä haastatteluista ja workshoppeista saadut parannusehdotukset. Lisäksi käyttöliittymän uudelleensuunnittelussa on huomioitu seuraavat lähtökohdat:

Millaisia tehtäviä käyttöliittymällä suoritetaan?

Mitä ovat vanhan käyttöliittymän hyvät ja huonot puolet?

Millaisia vaatimuksia käyttöympäristö ja käyttäjät asettavat?

Millaisia virheitä käyttöliittymän käytössä voi ilmetä?

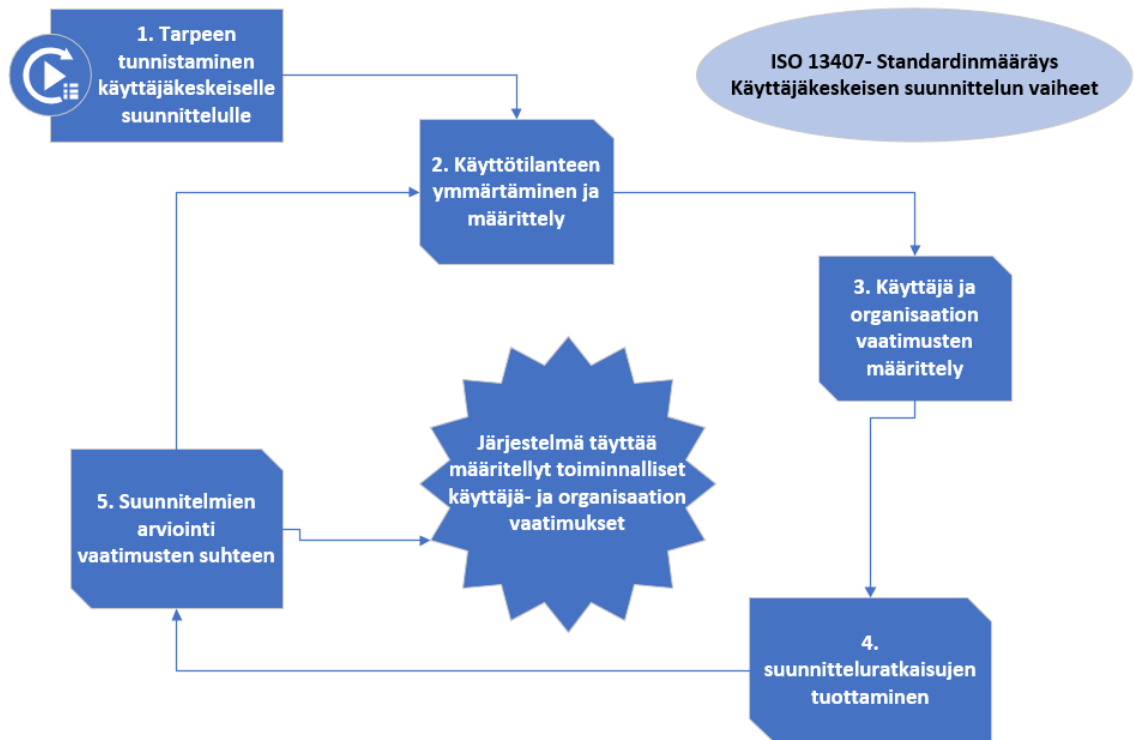
Miten nopeasti käyttäjät oppivat käyttämään käyttöliittymää?

Miten paljon käyttöliittymän käyttö kuormittaa käyttäjää?

Kysymyksiin on matkan varrella löydetty vastaukset ja niiden pohjalta rakennettiin uusi käyttöliittymä.

6.3 Käyttäjäkeskeisen suunnittelun soveltaminen

Käyttäjäkeskeisillä suunnittelumenetelmillä on tarkoitus parantaa suunniteltavien järjestelmien ja laitteiden käytettävyyssominaisuuksia. Kuvassa 5 on esitetty käyttäjäkeskeisen suunnittelun eri vaiheet ISO 13047 -standardin mukaisesti. Suunnitteluvaiheet koostuvat viidestä vaiheesta ennen suunnittelun valmistumista. [14.]



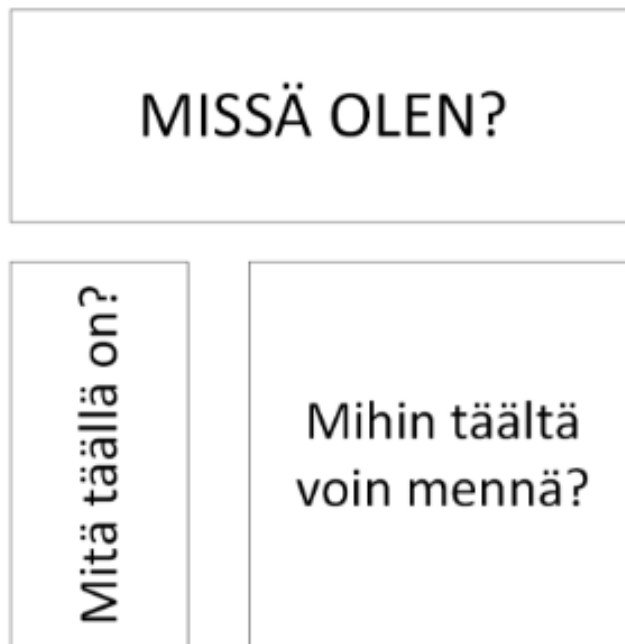
Kuva 5 Käyttäjakeskeisen suunnittelun vaiheet ISO 13407-standardin mukaisesti [14, s. 18].

Käyttäjakeskeisten suunnittelumenetelmien käyttäminen on erittäin hyödyllinen käyttäjien ja organisaation vaatimusten määrittelyssä. Suunnittelumallia käyttämällä hyödynnetään iterointimenetelmää, joka on suunnitteluperiaatteen päätekijä. Iteroinnin avulla ratkaisuja arvioidaan heti suunnittelun alussa ja korjaavat toimenpiteet hoidetaan projektin edetessä. Näin varmistetaan, että suunnittelu on kulkemassa oikeaan suuntaan. [14; 15.]

Tässä insinööriyössä on pyritty soveltamaan tanskalaisen Dr. Jakob Nielsenin kehittämää käytettävyyssperiaatteita. Vuonna 1957 syntynyt Nielsen on yksi yleisesti tunnetuimmista käytettävyyssasioiden määrittelijöistä, joka on perehtynyt erityisesti käyttöliittymien käytettävyysvaihtoehtoihin. Nielsenin kehittämää käyttöliittymän käytettävyysslistaa on pyritty tässä työssä hyödyntämään seuraavasti: [16.].

Näkyvyys: Kuvan 6 mukaisesti käyttöliittymäkäyttäjän on oltava aina perillä siitä, missä hän sillä hetkellä on ja mitä on tapahtumassa sekä miten pääsee eteenpäin tai taaksepäin. Käyttäjän olisi aina hyvä tietää, mitä on tapahtumassa, jotta hänen ei tarvitsisi miettiä yksinään esimerkiksi mitä hän on jo tehnyt ja mitä on vielä tekemättä. Käyttöliittymän

tulisi antaa sopivin väliajoin tai jokaisen työvaiheen jälkeen ilmoitus käyttäjille. Näin voidaan välttää epäselviä tilanteita. [11.]



Kuva 6 Käyttäjälle tulisi antaa selkeät ilmoitukset, joita hän sillä hetkellä kaipaa.

Tuttu sanasto ja symboliikka: Käyttöliittymän kielen tulisi olla käyttäjien kielellä, ja tämä tarkoittaa, että käyttöliittymässä käytettyjen sanastojen ja symboliikkojen olisi hyvä olla kaikin puolin käyttäjille tuttuja ja helposti muistettavia. Yksinkertainen kielenkäyttö ja sisällön esittäminen loogisessa järjestyksessä auttaa käyttäjää käyttämään laitetta joutavammin. [11; 15.]

Yhdenmukaisuus ja standardit: Yhdenmukaisessa käyttöliittymässä käytön tulisi tuntua mahdollisimman joustavalta ja luonnolliselta ilman, että erillisiä ohjetekstejä tarvitaan. ISO 9241-12 -standardin mukaan käyttöliittymän tulisi olla yksinkertainen ja pelkästään väreihin perustuvia ilmaisutapoja tulisi välttää. Useamman kuin seitsemän värin käyttö vaikeuttaa käyttäjän muistamista ja tunnistamista. [11. s. 107.]

Oikopolut: Sopivien oikopolkujen kautta saadaan työntekoa tehostettua eli toisin sanoen käyttäjälle tulisi antaa mahdollisimman vähin toimenpitein pääsy näkymästä toiseen ja päävalikkoon. [16.]

Virheiden minimointi: Virhetilanteisiin joutumista on pyrittävä estämään. Käyttäjää täytyy auttaa visuaalisella esitystavalla erottamaan hälytykset muusta informaatiosta. [16.]

Muistikuormien minimointi: Käyttäjien muistin kuormittamisen on oltava mahdollisimman vähäistä. Hyvän käyttöliittymän käyttö on helppo oppia ja muistaa. [16.]

Selkeät virheilmoitukset: Käyttäjälle tulisi aina välittää selkeitä ja ymmärrettäviä virheilmoituksia oikeassa paikassa ja oikeaan aikaan. Ilmoitukset tulisi esittää tärkeysjärjestyksessä. [11.]

Olennot asiat näkyville: Mitä vähemmän ylimääräistä tietoa käyttäjän näkyvillä on, sitä paremmin käyttäjä on asioista perillä. Osa näkymän navigointielementtien sisällöstä tulisi kategorisoida alasivuihin niin, että ne erottuisivat olennaisista valikoimista. [16.]

Selkeä käyttöohje: Hyvällä ja selkeällä käyttöohjeella voidaan opastaa käyttäjiä operoimaan laitetta helposti ja vaivattomasti. Selkeään käyttöohjeeseen sisältyy kuvia käyttöliittymän eri tilanteista. Käyttöohjeessa kannattaa kuvailla mahdolliset häiriötekijät ja se, kuinka häiriöt päästään kuittaamaan. [11.]

6.4 Sisäänkirjautuminen ja käyttäjätasot

Heti suunnittelun ensimmäisessä vaiheessa pyrittiin selvittämään jokaisen käyttäjätason tarpeita ja käyttöoikeuksia. Jokaisella käyttäjätasolla on ryhmänsä tarpeiden mukaan oikeuksia. Liitteessä 5 on eritelty jokaisen käyttäjäryhmän toiminnot laitteella. Ilman järjestelmään sisäänkirjautumista (Guest-käyttäjänä) voidaan vaikuttaa laitteen muutamaaan toimintaan, kuten tilat ja hätäseis voidaan kuitata ja ovet saadaan auki omien fyysisten painikkeiden kautta. Nämä toiminnot ovat mahdollisia ainoastaan silloin, kun laitteen päävirta on kytkettynä.

Kullekin käyttäjätasoryhmälle on oma ikoni, jonka avulla näkee helposti millä käyttäjätasolla on kirjaututtu sisään. Kirjautuessa sisään paneelille kyseiset ikonit näkyvät koko ajan paneelin yläpuolella käyttäjätunnuksen vieressä (liite 6).

Operaattori on laitteen pääasiallinen käyttäjä, joka käyttää laitetta eniten. Operaattorin tärkein toiminto on ”tuotanto”, jonka kautta operaattori valmistaa inhalaatiojauheen. Liitteessä 7 on esitelty operaattorin suorittamat työvaiheet inhalaatiojauheen valmistuksessa. Eränumeron syötön jälkeen sekoitusastia asennetaan sekoittimen haarukkaan, minkä jälkeen sekoitusvaiheet suoritetaan reseptin mukaisessa järjestyksessä.

6.5 Sekoitusraportti

Inhalaation jauhemassan valmistamisprosessissa voi olla yksi tai useampia sekoituskerroja ennen kuin saadaan valmis inhaloitava jauhemassa, jota voidaan käyttää inhalaattoreiden täyttölinjoilla. Seuraavissa kappaleissa vertaillaan vanhaa ja uutta sekoitusraporttia keskenään.

6.5.1 Vanha sekoitusraportti

Vanhaan sekoitusraporttiin sisältyivät vain välttämättömät tiedot. Raportin yleisilme ei vastannut nykyajan vaatimuksia ja raportista puuttuivat kokonaan informatiiviset tiedot, kuten sekoitusjauhemassan paino, astian koko, sallitut kierrosnopeudet, lopetus aika jne. Sekoitusraportti oli kuvakaappaus käyttöpaneelin näkymästä, jossa oli nähtävillä sekoituksen asetettu nopeus ja sekoitusaika sekä toteutunut sekoitusnopeus ja -aika. Lisäksi raportissa näkyi valittu resepti ja sekoituserän eränumero, käyttäjä, suoritettu sekoitusvaihe sekä sekoituksen aloitusaika.

Vanhassa ohjausjärjestelmässä jokaisen sekoitusvaiheen jälkeen tulostettiin sekoitusvaihekohtainen sekoitusraportti. Sekoitusraportin vasemmassa ja oikeassa alakulmassa paneelilla näkyivät painikkeet, mikä oli seurausta kuvakaappaus-toiminnon käytöstä. Raportti tulostettiin A4-kokoisena paperina mustavalkoisella tulostimella, joka oli kytketty paneeliin USB-liitännällä.

6.5.2 Uusi sekoitusraporttimalli

Heti laitteen uudelleensuunnittelun aloituspalavereissa päätettiin, että sekoitusraportin yleisilmettä ja sisältöä muutetaan. Samalla pohdittiin, että miksi jokaisen sekoitusvaiheen jälkeen on tulostettava erillinen sekoitusraportti eikä yhtä yhteenvetosekoitusraporttia koko erän sekoitusvaiheista.

Uuden raportointimallin luominen oli iso muutos, ja sen takia pidettiin useiden eri tahojen kanssa palaverieita, joissa keskusteltiin raportin sisällöstä ja tyylistä. Uudella sekoituksen raportointimallilla haluttiin helpottaa käyttäjien ja tuotantoavustajien tehtäviä ja samalla taata tietojen eheyttä erän koko elinkaaren ajan.

Raportin haluttiin näyttävän modernilta sekä ulkonäöltään että sisällöltään. Koko erän yhteenvetoraportin idea kuulosti kaikkien tahojen mielestä hyvältä, joten raporttimallin suunnittelu sai alkaa. Yhteenvetosekoitusraporttiin on matkan varrella saatu lisättyä informatiivisia tietoja, ja näin raportista on tullut melko täydellinen. Suunniteltu sekoitusraporttipohja (liite 2) sisältää kaikki erän sekoitusreseptin sisältämät tiedot, toteutuneen sekoitusnopeuden ja -ajan sekä tiedon normaalista ajosta poikkeavien tapahtumien lukumäärästä sekoitusvaiheen aikana.

Uuteen sekoitusraporttiin halutaan kerätä kaikki sekoitukseen liittyvät tiedot mahdollisimman tarkasti ja virheettömästi. Sekoitusraportissa on paljon sellaista informatiivista tietoa, jonka on katsottu hyväksi olla sekoitusraportissa.

Liitteessä 2 on esitelty yhden erän sekoitusraportti, jossa on yhteenvetona reseptin kaikkien sekoitusvaiheiden raportti sekä numeroitujen kohtien tulkinnat ja selitykset.

Sekoitusvaiheiden selkeällä merkinnällä haluttiin sekä käyttöliittymässä että jokaisen sekoitusvaiheen raportissa mainita sekoituserään kuuluvien sekoitusvaiheiden määrä ja suoritettujen sekoitusvaiheiden järjestysnumero kokonaismäärästä. Tämä menetelmä auttaa käyttäjiä havaitsemaan, missä vaiheessa mennään ja kuinka monta on vielä jäljellä. Tämä auttaa ja helpottaa monien muidenkin massanvalmistusprosessin tarkastajien työtehtäviä.

7 Käytetyt projektimenetelmät ja niiden tulokset

Käyttöliittymän suunnittelu ja toteutus tehtiin laitekäyttäjien parannusehdotuksien pohjalta sekä tutkimalla edellisen ohjauksen heikkoja kohtia. Tässä insinööriyössä perehdyttiin laitteiden käyttöliittymiin sekä niiden käytettävyyteen ja selkeyteen. Suunnitteluun oli varattu riittävän hyvin aikaa ja toteutusvaiheessa pääsi vielä muuttamaan asioita.

Työpajoja järjestettiin useita, ja tarkoituksena oli kuulla eri käyttäjäryhmien käyttökokeimuksia vanhasta käyttöliittymästä ja samalla myös keskustella uuden käyttöliittymän toiminnasta heidän näkökulmastaan.

Ensimmäinen työpaja järjestettiin operaattoreille ja paikalle saatiin kuusi kokenutta operaattoria. Operaattoreiden työpajassa tuli eniten parannusehdotuksia ja toiveita, koska he olivat eniten laitteen kanssa tekemisissä. Huolto- ja pääkäyttäjätason ryhmät myös esittivät omat vaatimuksensa ja toiveensa uudesta käyttöliittymästä.

Promix-uudelleenrakentamisprojektiryhmässä oli 6-10 henkilöä, ja jokainen vastasi omasta vastuualueestaan. Projektin edetessä pidettiin ainakin kerran viikossa palaveri, jossa tehtiin tilannekatsausta ja jaettiin lisävastuuta. Projektiryhmässä oli projektipäällikkö, joka huolehti projektin etenemisestä sekä kirjasi tehdyt työt ja antoi ohjeita jatkoa varten.

Tämän työn suunnittelua ja etenemistä avustivat myös *URS*-palaverit, joissa keskusteltiin muuan muassa paneelin näkymistä ja niiden sisällöistä. *URS*-palavereissa määriteltiin vaatimukset paneelin toiminnalle.

Suunnittelutyössä on otettu huomioon paneelin toimintoja sekä kuunneltu toimittajan mielipide toteutusmahdollisuuksista.

Käyttöliittymän uudelleensuunnittelun työkaluksi valittiin Microsoftin kehittämä 2D Visio -piirustusohjelma, sillä sen saatavuus työkoneelle oli helppoa ja sen käyttö moniin muihin ohjelmiin verrattuna on yksinkertaista.

Tässä suunnittelussa käytettiin iteratiivisuusperiaatetta, jolloin käyttöorganisaation voimin ratkaisuja arvioitiin ja korjattiin, kunnes ne täyttivät asetetut vaatimukset. Käyttöliit-

tymädemo arvioitiin tarkastuksessa ja testauksessa. Tarkastuksessa kysyttiin asiantuntijoiden mielipiteitä, jotka tiesivät laitteen toiminnasta, ja testauksessa pyydettiin käyttäjien mielipiteet käyttöliittymän toimivuudesta. Visuaalisesti hyvällä käyttöliittymäsuunnittelulla selkeytettiin käyttäjien tarpeita ja samalla helpotettiin toimittajan ohjausjärjestelmän ohjelmoimista ja käyttöliittymän tekoa.

Käyttöliittymän suunnittelu aloitettiin käyttöpaneelin päävalikkonäkymästä. Kaikkiin paneeliin näkyviin haluttiin Orionin logo, käyttäjätunnus ja kirjautumistason tunnus sekä aikatiedot. Päävalikon taustakuvaksi on lisätty 3D-kuva laitteesta. Käyttäjätason oikeuksien mukaan päävalikossa näkyy painikkeita, joiden kautta käyttäjä voi suorittaa haluamansa tehtävän.

Laitteen GMP:n määrittämässä puhdistilassa käyttäjällä on muiden varusteiden lisäksi kahdet kumihanskat käsissä koko operoinnin aikana. Paksut hanskakerrokset vaikeuttavat laitteen ohjausta operointipaneelilta. Tämän takia laitteen seuranta ja ohjaamista varten otettiin käyttöön kosketusnäytöllä varustetun käyttöpaneelin lisäksi myös näppäimistö ja viivakoodinlukija. Näppäimistöllä halutaan turvata ja helpottaa sisäänkirjautumista sekä henkilökohtaisen salasanan syöttämistä laitteelle. Lisäksi näppäimistö auttaa uusien reseptien luomisessa. Viivakoodinlukija on puolestaan eränumeron lukemista varten, ja sillä haluttiin eliminoida näppäilyvirheitä. Laitteelle on varattu myös kosketusnäyttökynä, jolla paneelin ohjaus onnistuu sormea helpommin.

Liitteessä 3 on toimittajalle esitetty käyttöliittymäsuunnitelma. Suunnitelmassa tärkeintä oli sekoitustöiden työnkulku, käyttöoikeudet sekä häiriöiden alkuperä ja niiden kuittaukset. Paneelin näyttö jakautuu kahteen osaan: kiinteä ylävalikko ja päänäyttö. Ylävalikko on kaikille näkymille yhteinen, mutta päänäyttö vaihtuu aina tehtävän mukaisesti.

Edellisessä käyttöliittymässä laitteen toimilaitteiden käsiohjaustoiminnot olivat hyvin yksinkertaisia eikä kaikkia toimilaitteita voitu ohjata manuaalisesti. Uudessa liittymässä laitteen huollolle ja pääkäyttäjälle on varattu huoltonäyttö, jonka kautta pääsee ohjaamaan laitteen toimilaitteita ja säätimiä manuaalisesti sekä seuraamaan ajoparametreja. Näytöllä on nähtävissä kaikki ohjausjärjestelmään liitetyt toimilaitteet. Painamalla tiettyä kuvaketta ruudulle aukeaa ponnahdusikkuna käsiajotoimintoja varten. Käsiohjauksella voidaan hallita ja ohjata laitteen toimilaitteita ohjelman sekvenssistä riippumatta. Automaattijohdossa ohjelman sekvenssi pakottaa kaikki toimilaitteet takaisin automaatille.

Uudessa käyttöliittymässä on haluttu varmistaa käyttäjän tekemiä valintoja varmistuskyselyillä. Esimerkiksi ennen sekoitusvaiheen ajon käynnistymistä käyttäjältä kysytään: ”Haluatko varmasti käynnistää ajon?” Ajo käynnistyy vasta ”Kyllä” -painikkeen painamisen jälkeen. Tätä periaatetta käytetään myös ajon keskeytyksessä, lopetuksessa ja reseptienhallinnassa. Lisäksi ajon keskeytyksessä ja lopetuksessa operaattoria kehoitetaan ilmoittamaan keskeytyneestä ajosta tai lopetuksesta työnjohtajalle.

8 Suunnittelun toteutus

Käyttöliittymän uudelleensuunnittelu on vaatinut kommunikoimista ja yhteistyötä suunnitelman toteuttajayrityksen eli FAP Automation Oy:n kanssa. Palavereita pidettiin suunnittelutyön edetessä ja sen valmistuttua. Keskustelu ja yhteistyö jatkuivat suunnitelman lukitsemisen jälkeen, mikä mahdollisti käyttöliittymän käytettävyyden täydentämisen.

FAP Automation Oy on suomalainen osakeyhtiö, joka on perustettu vuonna 2001. Sen päätoimiala on prosessi- ja konesuunnittelu, ja se tarjoaa teollisuuden automaatiopalveluita. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Helsingin Oulunkylässä. [17.]

Ohjausjärjestelmän toteutus tehtiin Siemensin *TIA (Totally Integrated Automation) Portal* -ohjelmointityökalulla, siemensin *PLC (Programmable Logic controller)* -ohjelmoitavalla logiikalla ja operointipaneelilla. Käytetyn *TIA Portal* ohjelmiston -versio on *V15 UPD2*. Sovellus on ohjelmoitu *LD- (Ladder Diagram)* ohjelmointikielellä ja käyttöliittymä on toteutettu Siemens *TIA Portal* -ohjelmalla ja paneelin *Wincc* valmiilla ohjelmointityökaluilla. *LD* on tikapuukaavioihin perustuva ohjelmointikieli, ja se seuraa *IEC:n* standardia 61131-3. Sähködokumentaatioissa käytetään lähes samoja relekaavioita kuin *LD*-kielessä.

Seuraavassa on hyvin lyhyesti esittelyssä tuotantosivuston eri näkymät.

Erän syöttö onnistuu paneelilta, näppäimistöllä tai viivakoodilukijalla. Jotta sekoitustyövaihe saataisiin helposti käynnistymään, toteutettiin ”Käynnistysehdot ja vian kuittaus” -näkyvä. Periaatteena on kerätä listaa yleisistä laitteen ongelmista ja sitä kautta kertoa käyttäjälle, mikäli laite ei lähde käyntiin, tai jokin seuraavista ehdoista ei ehkä täsmää. Tällöin käyttäjän on kuitattava häiriöt/ viat ja täytettävä tarvittavat tiedot, jotta ajon voi käynnistää. ”Hätäseis” ja ovet kuitataan omien fyysisten painikkeiden kautta ja ”toimilaitteet alkuasennossa (Step 5)” -näkyvän alkuehdot puolestaan liittyvät logiikan ohjelmaan. ”Kuittaa laiteviat” -painike kuittaa kaikki toimilaittehäiriöt, jos ovat kuitattavissa. ”Step 5” tulee suoraan ohjelman sekvenssistä, jolla varmistetaan, että toimilaitteet ovat alkuasennossa ennen ajoa.

Ohjelman suoritus keskeytyy, mikäli laitteeseen tulee laitevika tai hätäseis-painiketta painetaan. Sähkökatkos aiheuttaa aina keskeytyksen, mutta jos paineilmakatkos on tarpeeksi pitkä ja paine ehtii laskea kovin alas, siitä voi aiheutua keskeytys. Myös käyttäjä voi varmistuskyselyn jälkeen paneelilta keskeyttää ohjelman. Näissä tilanteissa ohjelma

kehottaa ilmoittamaan asiasta työnjohtajalle. Keskeytyksen jälkeen käyttäjä voi työjohtajan ohjeistuksen mukaan joko lopettaa ajon tai jatkaa keskeytyskohdasta.

Paneelin ohjauspainikkeiden värit muodostuvat vihreästä, keltaisesta, punaisesta ja harmaasta. Vihreä edustaa positiivisia asioita ja ohjaa käyttäjää eteenpäin. Keltainen on ohjaa käyttäjää tekemään vaadittavat toimenpiteet ja punainen syttyy paneeliin, kun kyse on hälytyksistä ja keskeytyksistä. Harmaat on sen sijaan neutraaleja ja antavat tietoja käyttäjille.

Seuraavissa kappaleissa esitellään arkiston, reseptien, trendien ja huollon sivujen toiminnot.

Arkisto on tyyppiä FIFO, eli uusi raportti korvaa vanhimman. Arkiston kautta vanhoja raportteja voi tarkastella ja tulostaa. Liitteessä 2 on kopio yhden ajatun reseptin loppusekoitusraportista. Yksi arkistoinnin ongelmista liittyi logiikan muistin riittävyteen. Simensin 1200-sarjan logiikassa käytettävä muisti ei riittänyt tallentamaan reseptejä ja raportteja samaan paikkaan. Tästä syystä tehtiin toinen *scripti* operointipaneeliin, jotta saatiin raportit arkistoitua paneelin muistikortille.

Tehdyistä sekoitusajoista on nähtävillä trendikäyrät, joiden avulla voi vertailla asetustarvon ja toteutuneen arvon eroa. Käyrät ovat varsin hyödyllisiä, mikäli sekoitusajossa tai laitteen virittämisessä ajokuntoon on tapahtunut jotakin poikkeuksellista. Huoltosivulla tehdään toimilaitteiden käsiohjaukset ja muutetaan tarvittaessa ajoparametreja.

Projektisuunnitelman mukaan laitteen piti olla kesäseisakin jälkeen tuotantokäytössä, eli aika projektin läpiviemiseksi oli noin neljä kuukautta. Aikataulu oli tiukka, mutta kuitenkin riittävä. Ohjelmisto saatiin aikataulun mukaisesti valmiiksi ja laite siirrettiin takaisin sen omalle, alkuperäiselle paikalle ennen tuotantohenkilökunnan paluuta kesälomilta.

9 Turvallisuus

Sekoituslaite on omassa huoneessaan ja huoneen oven kiinniolo on anturoitu. Tämä toiminta estää laitteen käynnistymästä oven ollessa auki. Tämän lisäksi ovea ei saa auki, mikäli laite on käynnissä. Kun ovet saadaan auki, laitteen sekoitussylinterin paine- ja virtausventtiilin ohjaukset muuttuvat paineettomiksi ja jännitteettömiksi. [18.]

Ennen laitteen käynnistämistä operaattori kuittaa sekoitushuoneen tyhjäksi painamalla ”tilankuittaus”-painiketta ja poistuu tilasta alueelle, josta sekoitusta seurataan ja minne operointipaneeli on sijoitettu. Ovien sulkeutuminen kuitataan suojahuoneen ulkopuolelta. Tämän jälkeen ajon voi käynnistää, mikäli laitteessa ei ole muita häiriöitä. Sekoituslaitetta saavat käyttää ja huoltaa vain tehtäviin koulutetut henkilöt.

Laite on varustettu kolmella ”hätäseis”-painikkeella: laitteen sähkökaapilla, joka on sekoitushuoneessa, huoneen suojaovien vieressä ja operointipäätteen alapuolella. ”Hätäseis”-painiketta painamalla laite muuttuu heti paineettomaksi ja jännitteettömäksi ja pysähtyy kokonaan tietyn ajan jälkeen napin painamisen jälkeen. Painikkeiden vapauttamisen jälkeen hätäseis-piiri kuitataan erillisestä fyysisestä painikkeesta, joka sijaitsee paneelin alapuolella. Kuittauksen jälkeen laite on taas operoitavissa.

Vanhassa ohjauksessa ”hätäseis”-kuittauksen jälkeen laitteesta oli kytkettävä päävirrat pois, jotta hätäseis-piiri kuittaantui ja laite oli taas käytettävissä. Uudessa ohjauksessa onneksi ei enää tarvinnut hätäseis kuittauksen jälkeen päävirtoja kytkeä pois toiminnasta. Toimittaja jopa suositteli välttämään laitteesta päävirtojen pois ottamista kesken ajoa, koska toiminta olisi voinut vaurioittaa ohjelmistoa. Sekoitus on mahdollista keskeyttää käyttöpaneelilta, jolloin laite muuttuu paineettomaksi. Tämän jälkeen käyttäjä voi joko jatkaa sekoitusajoa tai nollata ajon.

10 Käyttöliittymän käyttöohje ja osaston kouluttaminen

Projektin edetessä laadittiin hyvä ja selkeä käyttöohje laitteesta ja sen käyttöliittymästä sekä koulutettiin osaston henkilökuntaa käyttämään laitetta oikein ja turvallisesti.

Käyttöliittymän käyttöohjetta (*SOP, Standard Operation Procedure*) ja laitteen hallinta- ja ylläpito-ohjetta (*WI, Work Instruction*) aloitettiin tekemään heti, kun esisuunnittelu oli valmis. Käyttöohjeet tehtiin jokaiselle käyttäjätasolle erikseen ja ohjeissa kerrottiin, kuinka jokainen käyttäjätaso voi suorittaa tehtävänsä. Ohjeet sisältävät paljon kuvakaappauksia käyttöpaneelin eri työvaiheista ja painikkeiden ja termien toimintoja ja selityksiä. Ohjeiden teossa on pyritty ottamaan huomioon niiden visuaalisuus, helppokäyttöisyys, yhtenäinen tulkinta ja selkeys.

SOP-toimintaohje kuvaa vakioituneet menettelytavat ja se on Orionin tulkinta viranomaisohjeistuksen käytännön toteutuksesta. Toimintaohjeessa kerrotaan ohjeen tarkoituksesta, rooleista ja vastuista, tuotantoprosessista sekä seurannasta ja raportoinnista. *WI* eli työohje kuvaa tietyn työvaiheen käytännön suorituksen.

11 Yhteenveto ja päätelmät

Insinööriyön tavoitteena oli nykyaikaistaa jauhesekoittimen käyttöliittymää niin, että se vastaisi paremmin tilaajayrityksen nykytarpeita. Tämä tavoite onnistuttiin saavuttamaan sujuvan yhteistyön ansiosta. Suunnittelu- ja kehitystyö tehtiin yhteistyössä jauhesekoittimen käyttäjien kanssa, mikä oli hyvä menettely, koska sillä saatiin käyttäjäorganisaation parannusehdotukset ja mielipiteet tuotua esille ja toteutettua käytännössä. Projekti saikin positiivista palautetta yrityksen inhalaatio-osastolta.

Käyttöliittymäsuunnittelu tehtiin käyttäjien ehtojen ja ideoiden mukaan ja suunnitelman esittelyn jälkeen toteutusta seurattiin mielenkiinnolla. Lisäksi laitetoimittajaan oltiin monesti yhteydessä suunnittelun edetessä.

Tilaajayritys säästi sekä rahallisesti että ajallisesti teettämällä käyttöliittymän suunnittelun sisäisesti ja sai samalla tuotua esille vaatimuksensa käyttöliittymän suhteen. Mikäli käyttöliittymän suunnittelu olisi ulkoistettu laitetoimittajalle, projekti olisi maksanut tilaajayritykselle enemmän, eikä suunnittelutyötä välttämättä olisi ehditty tekemään yhtä perusteellisesti ja käyttäjäläheisesti. Insinööriyö myös helpotti laitetoimittajan käyttöliittymän esisuunnittelua, sillä heillä oli käytössään tilaajayrityksen teettämä suunnittelutyö.

Toteutumatta jäivät osittain arkistoinnin järjestelmään liittyvät asiat, jotka nyt lähiaikoina päivitetään. Tätä päivitystä varten tarvitaan arkistoinnin järjestelmään siirrettävät datat, jotta ohjelma voidaan taas päivittää.

Projektin aikana tehtiin monenlaisia dokumentteja Orionille. Dokumenttien kirjoittaminen auttoi ymmärtämään laitteen toimintoja eri näkökulmista. Sekoitusraportin sisällön ja ulkonäön uudistaminen oli yksi suurimmista projektin onnistumisista: sillä saatiin samaan raporttiin koko ajetun reseptin ajoraportit.

Projekti saatiin valmiiksi tämän hetkisten suunnittelujen ja tarpeiden mukaan. Tarpeet saattavat muuttua sitä mukaa kun käyttäjävaatimukset, teknologia ja järjestelmät kehittyvät.

Käyttöön otossa suurimmaksi ongelmaksi muodostui paineilma, jolla laitetta ohjattiin. Paineilmassa ongelmana oli sen kasaan puristuminen, ja näin se vaikutti hyötysuhteeseen. 6-7 barin paineeseen puristettuun ilmaan vaikuttivat ympäristön olosuhteet ja pienetkin

vuodot toimilaitteissa. Ongelma ratkaistiin erilaisilla PID-säätimillä ja vastapaineella. Käyttöliittymän toteutuksessa ei tullut mitään ylitsepääsemätöntä tehtävää ja suunnitelma toteutettiin onnistuneesti.

Projektin aikana opittiin Siemensin TIA Portal -kehitysympäristöstä paljon ja uskotaan, että niitä asioita voidaan seuraavissa projekteissa toteuttaa helpommin ja nopeammin.

Lähteet

- 1 Konserni. Verkkosivusto. Orion Oyj. <www.orion.fi>. Luettu 15.5.2018.
- 2 Sjöström, Mikael. 2018. Orion sai luvan käynnistää uuden Easyhaler-tuotteen myyntilupien haun. Verkkosivusto. Kauppalehti. <<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/orion-sai-luvan-kaynnistaa-uuden-easyhaler-tuotteen-myyntilupien-haun/8MVh3gxs>>. Luettu 20.5.2018.
- 3 GMP-koulutusdokumentti. 2018, Orionin sisäiset tiedostot. Origo.
- 4 Promix 100 -sekoitin. Verkkoaineisto. Promector Oy. <www.promector.fi/promix>. Luettu 19.5.2018.
- 5 Inhalaatio-osaston tekniikan tutkimus. 2017. Promix painot. 1. painos.
- 6 Orion Oyj. 2014. Käyttjävaatimusten määrittely. Origo. Luentokalvot.
- 7 SOP 10508. Orion Oyj:n sisäinen ohje. Verkkoaineisto. 16.4.2018. Luettu 12.6.2018.
- 8 Operator units CDPX. Product range overview, type codes. 2017. FESTO. 6.2017.
- 9 Data sheet 6AV2124-0MC01-0AX0. 2018. Verkkoaineisto. Siemens. <Data sheet 6AV2124-0GC01-0AX0 - Siemens Support> 29.03.2018.
- 10 SIAMATIC HMI devices Comfort Panels. 2017. Verkkoaineisto. Siemens AG. Operating instruction. Luettu 30.7.2018.
- 11 Suomen Automaatioseura ry. 2011. Valvomo. Suunnittelun periaatteet ja käytännöt. 2. painos. Helsinki: Copy-Set Oy.
- 12 Liljaniemi, Antti. 2015. Automaation käyttöliittymät, suunnitteluperiaatteet ja -menetelmät. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Luentokalvot.
- 13 Pitkäniemi, Tomi. 2018. Promix-jauhesekoittimen toiminnallinen kuvaus. Orionin sisäinen dokumentti.
- 14 SFS-EN ISO 13047. 1999. Vuorovaikutusten järjestelmien käyttäjäkeskeinen suunnitteluprosessi. Suomen standardisoimisliitto. Kumottu 22.11.2010. Luettu 23.5.2018.
- 15 Toivonen, Sirra, Vuori, Matti & Kivistö-Rahnasto, Jouni. 1999. Käyttjäkeskeisen tuotekehityksen tuotetuki. VTT Automaatio.

- 16 Auer, Liisa. Johdatus käytettävyyteen. Verkkoaineisto. Virtuaaliammattikorkeakoulu. <<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/030308/1111676348138/1111677021119/1111677160787/1111677410876.html>>. Luettu 22.5.2018.
- 17 FAP Automation Oy. Verkkosivusto. < <http://www.fapautomation.fi/>>. Luettu 18.7.2018.
- 18 Promix- jauhesekoittimen laitevalmistajan riskianalyysi. 2013. Promector Oy

