

Valvomosuunnittelu putkitehtaalla

Rockwell FactoryTalk View:llä



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri (AMK), Valkeakoski

Syksy 2021

Sanni Hevonoja

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi SSAB Europe Oy, Hämeenlinna putkitehdas. Putkitehtaalle investoitiin kaksi uutta putkilinjaa, jolloin edellinen valvomo jäi käyttökelvottomaksi. Valvomosta tarkkailtiin linjojen tilaa logiikan tagien avulla, jotka vaihtuivat uusien linjojen myötä. Linjojen automaatioaste kasvoi huomasti, jolloin myös seurattavia laitteita tuli lisää.

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja tehdä uusi valvomo FactoryTalk View:llä, jolla voitaisiin seurata uusien ja vanhojen linjojen tilannetta. Valvomoon haluttiin myös mahdollisia tulevaisuuden mittauksia ja indikoiteja. Tämän valvomon ainoa tarkoitus on olla tietoa esittävä, eikä siitä pysty ohjaamaan prosessia.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään laajasti teoriaa valvomosuunnittelun takana sekä ihmiskeskeistä suunnittelua. Työssä on käsitelty laajasti standardeja ISO 11064 ja EN ISO 9241-210:2019 ja näitä on sovellettu valvomon suunnittelussa niiltä osin kuin se oli mahdollista tässä yksinkertaisessa valvomossa.

Tilaa oli tyytyväinen valvomon lopputulokseen. Valvomoa on tulevaisuudessa mahdollista muokata helposti, mikä oli yksi keskeisistä kriteereistä suunnittelussa, sillä kaikkia haluttuja mittauksia ei ole vielä mahdollista tehdä.

Avainsanat valvomosuunnittelu, ihmiskeskeinen suunnittelu, käyttöliittymä, standardit

Author Sanni Hevonoja

Year 2021

Subject Control room design at a pipe factory

Supervisors Mika Oinonen

ABSTRACT

This thesis was commissioned by SSAB Europe Oy, the Hämeenlinna pipe factory. Two new pipelines were installed into the tube factory, leaving the previous control room, from which the status of the lines was monitored unusable, as the object tags were no longer correct. The degree of automation of the lines increased a lot, which resulted in higher number of devices to be monitored.

The aim of the thesis was to design and implement a new control room with FactoryTalk View, which could be used to monitor the situation of new and old lines. The commissioner of the thesis project and I also wanted to have possible future measurements and indications in the control room. The purpose of this control room was to present information, and it could not guide the process.

This thesis deals extensively with the theory behind control room design and people-centered design. The standards ISO 11064 and EN ISO 9241-210: 2019 are extensively discussed in this work and these were applied in the design of the control room as far as it was possible in this simple control room.

The commissioner was pleased with the result of the control room. In the future, it will be possible to easily modify the control room, which was one of the key criteria in the design, as it is not yet possible to make all the desired measurements.

Keywords control room design, human-centric design, user interface, standards

Pages 27 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Rockwell Automation	2
2.1	Rockwell FactoryTalk.....	3
2.2	Käyttö	3
3	Valvomosuunnittelun periaatteet	4
3.1	Valvomokeskusten suunnitteluperiaatteet	5
3.2	Hälytykset valvomoissa	8
3.2.1	Hälytysten suunnittelu	9
3.2.2	Suosituksia hälytysten esittämiseen	10
3.3	Käyttöliittymäsuunnittelu	11
4	Käyttäjäkokemus	12
4.1	Ihmiskeskeinen suunnittelu	13
4.1.1	Suunnitelma ihmiskeskeiselle suunnittelulle	15
4.2	Toiminnot ihmiskeskeiselle suunnittelulle.....	16
4.2.1	Käyttöyhteyden määrittäminen ja ymmärtäminen	17
4.2.2	Käyttäjien vaatimusten määrittely.....	17
4.2.3	Suunnitteluratkaisuiden tuottaminen.....	18
4.2.4	Suunnitteluratkaisuiden arviointi.....	19
5	Valvomon toteuttaminen	19
5.1	Valvomon ulkonäkö	20
5.1.1	Nopeusnäyttö.....	21
5.1.2	Emulsioiden toiminta	22
5.1.3	Koneturva	23
5.1.4	Sinkki-imuri.....	24
6	Pohdinta	25
	Lähteet.....	28

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä käsitellään valvomon suunnittelua teollisuudessa. Keskeisimpiä aihealueita ovat käyttäjäkeskeinen suunnittelu, käyttöliittymät ja käyttäjäkokemus. Työssä avataan suunnittelun standardeja ja pyritään noudattamaan niitä soveltaen suunnitellessa valvomonäyttöä työn tilaajalle eli SSAB Europe Oy Hämeenlinnan putkitehtaalle.

SAAB on ruotsalainen teräsyhtiö, joka toimii ympäri maailmaa. Yhtiön tuotteita ovat putki- levy- ja nauhatuotteet. Se tarjoaa monipuolisia palveluja asiakkailleen, joilla saadaan aikaan suorituskykyisempiä ja kestävämpiä tuotteita, se myös kehittää erikoislujia teräksiä.

Tuotantolaitoksia SSAB:lla on Ruotsissa, Suomessa ja Yhdysvalloissa, näiden tuotantokapasiteetti on 8,8 miljoonaa tonnia vuosittain. SSAB:lla työskentelee yli 50 maassa noin 14000 työntekijää ja sen liikevaihto oli vuonna 2020 noin 65 miljardia Ruotsin kruunua. SSAB on kestävä kehityksen edelläkävijä ja sen on tarkoitus tuoda fossiilivapaa teräs markkinoille jo vuonna 2025 ja poistaa hiilidioksidipäästöt vuoteen 2045 mennessä.

SSAB Europe Oy investoi Hämeenlinnan putkitehtaaseen noin 300 miljoonaa Ruotsin kruunua vuoteen 2020 mennessä, jolloin putkitehtaalla modernisoitiin ohutseinäputkia valmistava H3-linja sekä rakenneputkia valmistava H4-linja. Näiden lisäksi myös lähetysvarasto laajennettiin. Investointien jälkeen Hämeenlinnassa pystytään valmistamaan tarkemmalla toleranssilla, isommalla mitta-alueella ja paremmalla laadulla putkia. (SSAB, 2021)

Hämeenlinna putkitehtaalla valmistetaan kylmämuovattuja, HF-pituussaumahitsattuja teräsputkia neljällä linjalla, joista kolme on ohutseinäputkia valmistavia linjoja ja yksi rakenneputkia valmistava. Tehtaalla valmistetaan halkaisijaltaan 16–127 mm olevia putkia, joiden paksuus voi olla 0,8–8 mm. (Isopahkala, 2021)

Kuva 1. Putkitehtaan valmistamia profiileja. (Tolonen, 2017 s.11)



Putkitehtaan investointien jälkeen kunnossapidossa käytössä ollut näyttö, jolla valvottiin linjojen tilannetta ei toiminut uusilla linjoilla, joten uuden valvomonäytön suunnittelu ja toteuttaminen tuli ajankohtaiseksi. Tässä opinnäytetyössä esitellään valvomosuunnittelun periaatteet ja käydään läpi valmistuneen valvomon toiminta ja piirteet.

2 Rockwell Automation

Rockwell Automation on suurin automaatiolaitteiden ja palveluiden toimittaja koko maailmassa lähes 22000 työntekijällään. Sen vuoden 2019 maailmanlaajuinen raportoitu liikevaihto oli 6,69 miljardia dollaria. Vuonna 1903 Lynde Bradley ja Dr. Stanton Allen perustivat yrityksen nimeltään Compression Rheostat Company, jonka nimi muutettiin vuonna 1909 Allen-Bradley Companyksi. Ensimmäisen maailmansodan syttyminen vuonna 1914 kasvatti yritystä hallituksen kanssa solmittujen yhteistyösopimusten avulla. Radiot saapuivat kuluttajamarkkinoille 1920-luvulla, jolloin Allen-Bradley Companyn osaaminen ja innovaatiot takasivat yrityksen kasvun, kun heidän Allen-Bradleyn potentiometrejä tilattiin miljoonittain. Vuonna 1985 Rockwell International osti Allen-Bradleyn ja vuonna 2003 nimi muutettiin virallisesti nykyiseksi Rockwell Automatioksi. (Rockwell Automation, 2018b)

Rockwell Automation integroituja eri ohjelmia ovat muun muassa suunnitteluohjelma Studio 5000, hajautetun systeemin ohjaus PlantPAx, visualisointi- ja informaatio-ohjelmisto FactoryTalk, käyttöliittymänäkymät PanelView sekä paljon muita ohjelmistoja. Sen brändejä ovat esimerkiksi Allen & Bradley ja FactoryTalk. Suomessa Rockwellin tuotteiden valtuutettu jakelija on Klinkmann. (Rockwell Automation, 2018b)

2.1 Rockwell FactoryTalk

FactoryTalk View Site Edition on integroitu ohjelmistopaketti jolla voidaan kehittää ja käyttää ihmisen ja koneen rajapintasovelluksia (HMI), jotka voivat sisältää verkon kautta useita käyttäjiä ja palvelimia. Sen avulla voidaan luoda valvomoita, joista prosessia ja laitosta voidaan ohjata sekä valvoa tehokkaasti. FactoryTalk View Studio sisältää editorit niin yksinkertaisten kuin myös monimutkaisten sovellusten luomiseen ja niiden testaamiseen. Sovellusten luomisen jälkeen määritetään käyttäjät jotka voivat käyttää valvomon sivuja FactoryTalk View Site Editionin kautta, näin vältetään käyttäjien muokkaukset valvomoon. FactoryTalk perheeseen kuuluu myös paljon muitakin sovelluksia jotka asentuvat taustalla osaksi Studiota. (Rockwell, 2011)

FactoryTalk View Studio -suunnittelutyökalu sisältää yli 5000 valmista graafista objektia, joiden avulla näyttöjen tekeminen on helppoa ja monipuolista. Globaaleilla objekteilla voidaan yhdistää perusgrafiikka ja -toiminta useisiin viittauksiin näytöillä. Globaalit objektit luodaan projektipuussa globaalille sivulle, jonka kautta niitä voidaan käyttää tarvittavissa paikoissa ja muokata globaalilla sivulla, jolloin muutokset päivittyvät jokaiseen näyttöön, jossa kyseinen objekti on käytössä. Objektit voivat olla kuvia, animaatioita, tekstiä, hälytyksien yhteenvetoa, trendejä, melkein mitä vain. Objekteille annetaan tagit, joita on mahdollista ohjata eritavoin. (Rockwell Automation, 2017)

2.2 Käyttö

FactoryTalk View Studio sisältää työkaluja, joilla sivuja voidaan tehdä. Sivun yläreunasta löytyy useimpien sovellusten mukaisesti menuvalikko, jossa on tiedostovalikko, näkymävalikko sekä työkalut, joilla näyttösivuja voidaan tehdä, kuten kaikki painikkeet ja trendit. Työkalupalkki sijaitsee myös sivun yläreunassa menuvalikon alapuolella. Työkalupalkki sisältää yleisesti käytettyjä näytön muokkaustyökaluja sekä simulointivaihtoehtoja. Käyttäjä voi lisätä tähän

painikkeita ja toimintoja itse. Siellä voi olla muun muassa graafisia näyttöjä sekä kirjastoja ja muita komponentteja. Vasemmassa laidassa sovellusta on viestintään ja sovellukseen liittyvät välilehdet sekä kaikki näytöt, joita itse luodaan. Näiden alta löytyvät myös globaalit objektit, joiden avulla helpotetaan valvomon yhdennäköistämistä huomattavasti. Sivulle sijoitetuilla objekteilla on mahdollista suorittaa lausekkeita, joilla objektia ohjataan logiikan kautta. Venttiili tagitiedon muuttuessa 0 -> 1 eli venttiili aukeaa, jolloin se muuttuu näytöllä esimerkiksi valkoiseksi. Käyttäjä voi itse määrittellä objektien toiminnot, ne voivat vaihtaa muun muassa väriä tai muuttua näkymättömäksi. Myös erilaisia laskuja voidaan suorittaa, kuten lukea logiikasta painetieto, jota ei ole skaalattu oikein. Sen esitys voidaan jakaa tarvittavalla luvulla kuten sadalla, jolloin se on ymmärrettävässä muodossa. Vasemmanpuoleisesta palkista voidaan määrittää myös hälytyksiin tulevat makrot sekä parametrit, joita näytössä tai näytöissä käytetään.

Oikeassa reunassa yläosassa sivua on työkalupakki, jossa on kaikki käytössä olevat graafiset objektit. Näiden avulla valvomoon voidaan tehdä monenlaisia toimintoja ja indikoiteja. Oikean reunan alaosassa on kaikki valvomossa olevat komponentit ryhmiteltynä niiden esiintymän mukaan. Objektit saavat automaattisesti nimen, kun ne asetetaan valvomoon. Selkeyden vuoksi nimet kannattaa muokata, jotta tästä näkymästä saa enemmän hyötyä. Objektille voidaan antaa eri animaatioita tai värejä riippuen mikä objektin tagin arvo on ohjelmassa ja minkälainen objekti on valittu, kaikilla ei ole samanlaisia toimintoja. (Rockwell Automation, 2011 s.46)

3 Valvomosuunnittelun periaatteet

Keskeinen tavoite valvomosuunnittelussa on luoda edellytykset toimivalle vuorovaikutukselle ihmisen, organisaation ja koneen välillä. Suunnittelussa tulee hallita vaatimukset, jotka tekninen kohde sekä ulkoiset tahot asettavat huomioiden ihmisen psykofyysiset ominaisuudet.

Suunnittelutyötä helpottamaan on kehitetty standardeja ja ohjeita, joissa on otettu huomioon vaatimukset, joita tehtävät ja ihmisten tarpeet sekä ominaisuudet muodostavat. Ergonomia, joka kattaa valvomossa suoritettavat kognitiiviset, fyysiset ja organisatoriset edellytykset, on suunnitteluvaatimuksen keskeisin osa-alue.

Standardi ISO 11064 kattaa valvomosuunnittelun tärkeimmät alueet, kuten käyttöliittymien, tilojen ja työn organisoinnin suunnittelun painottaen kaikissa näissä ergonomian näkökulmaa.

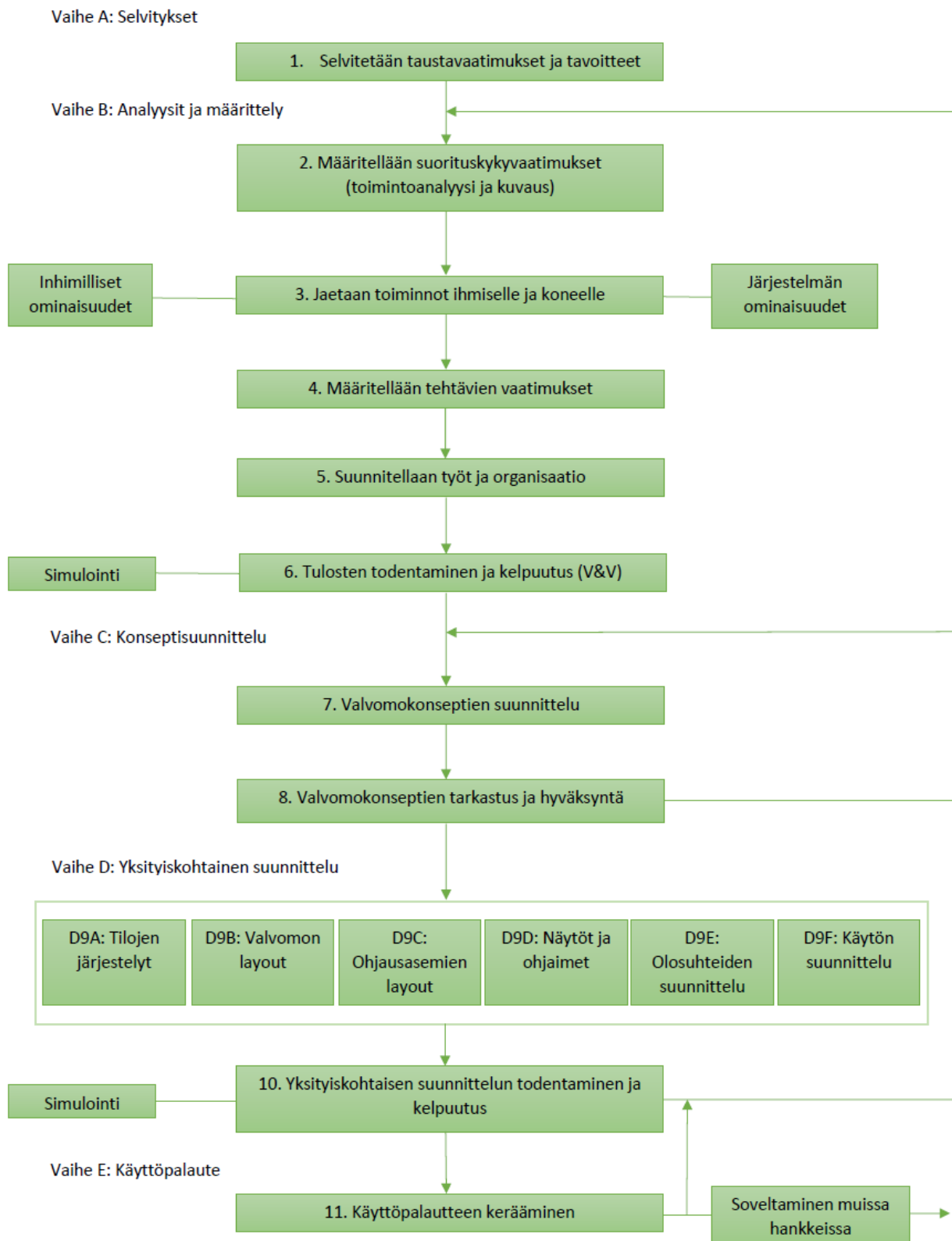
Siinä on myös menetelmiä ja vaatimuksia valvomosuunnittelun laadunhallinnalle sekä suunnittelun arviointiprosessille. Se on tarkoitettu lähtökohtaisesti uusien valvomoiden suunnitteluun, mutta sitä voidaan myös soveltaa vanhojen valvomoiden uudistuksissa. Standardi ei sovellu yksityiskohtaisesti pieniin valvomohankkeisiin, sillä se on laadittu kattamaan turvallisuuskriittisten prosessien erityistarpeet, jolloin erityistä huomiota on kohdistettu todentamiseen ja kelpuuttamiseen eli verifiointiin ja validointiin (V&V), jotka varmistavat vaativuusmääräyksiin pääsemisen.

Standardissa on kahdeksan osaa, josta osa 1 esittelee kaikki valvomosuunnittelun osa-alueet ja niissä sovellettavat ergonomiset vaatimukset ja periaatteet. Osat 2–6 ovat yksityiskohtaisen suunnittelun avuksi tarkoitettuja standardeja, joissa määritellään lähtökohdat kullekin suunnitteluvaiheelle, kuvataan suunnitteluprosessia ja käydään läpi näkökohtia suunnittelun tulosten arviointiin. Osa 7 käsittelee periaatteita, joita käytetään valvomoiden arvioinnissa (V&V). Osassa 8 käydään läpi erityissovelluksien ergonomia vaatimuksia. (Suomen automaatioseura Oy, 2011 ss.225–226)

3.1 Valvomokeskusten suunnitteluperiaatteet

Standardin ISO 11064 osa 1 käsittelee valvomokeskusten suunnitteluperiaatteita, jonka tavoitteena on minimoida valvomotyössä vaikuttavat valvomosuunnittelun inhimilliset virheet. Siinä esitellään valvontakeskuksen suunnitteluvaiheet pää- ja alakohtineen yleisellä tasolla sekä niissä sovellettavat ergonomiset suositukset ja vaatimukset. Suunnitteluprosessi jakautuu 11 tehtävään, jotka on ryhmitelty viiteen päävaiheeseen A-E. Keskeisimpiä suunnitteluvaiheita on vaatimusten määrittely tehtävä- ja toimintanalyysin avulla sekä valvomokonseptin laatiminen ennen yksityiskohtaista suunnittelua. Perusajatuksena suunnitteluprosessissa on, että systemaattisia arviointimenetelmiä eli todentamista ja kelpuutusta (V&V) sovellettaisiin jo tärkeimpiin suunnitteluvaiheisiin sekä tulosten hyväksyttämisen edellyttäminen ennen siirtymistä seuraavaan vaiheeseen. Kuvassa 3 on havainnollistettu suunnittelun vaiheet ja ne on selitetty auki kuvan jälkeen. (Suomen automaatioseura Oy, 2011 s. 226)

Kuva 2. Valvomosuunnittelun järjestys (Suomen automaatioseura Oy, 2011 s.227)



Vaiheessa A määritellään projektin taustavaatimukset ja tavoitteet. Nämä vaatimukset ja reunaehdot on tunnistettava ja otettava huomioon suunnittelussa sekä dokumentoitava. Näihin

kuuluu muun muassa prosessilaitteiston toiminnan sekä tavoitteiden ymmärtäminen automaatio- sekä käyttöliittymäsuunnittelun näkökulmasta.

Vaihe B koostuu analysoimisesta ja määrittelystä. Se aloitetaan analysoimalla vaiheessa A laaditusta alustavasta näkemyksestä valvomokeskuksen toiminnallisista ja suorituskyvylisistä vaatimuksista. Tämän jälkeen suoritetaan seuraavat viisi osatehtävää tässä määrittelyssä järjestyksessä. Tehtävässä B2 analysoinnin tavoitteena on tunnistaa kaikki tehtävät ja toiminnot, joiden suorittaminen on tarpeen prosessinhallinnan tavoitteiden saavuttamiseksi, sekä niiden ergonomiset vaatimukset. B3 tehtävässä määritellään automaatioaste edellisessä kohdassa tunnistettujen toimintojen kautta. Nämä toiminnot jaetaan ihmisille ja koneille sekä määritellään niiden väliset vuorovaikutussuhteet. Tehtävässä B4 määritellään ihmiselle kohdennettujen tehtävien kognitiiviset ja manuaaliset vaatimukset. Seuraavassa tehtävässä B5 suunnitellaan ja kohdennetaan tehtävät työorganisaatiossa määritellyille tehtävänimikkeille. Tämän lähtökohtana toimii ihmiselle kohdennetut tehtävät, jotka määriteltiin edellisessä kohdassa sekä viranomais- sekä menettelytapavaatimukset. Viimeisessä tehtävässä B6 suoritetaan tehtävien B2, B3, B4 ja B5 tulosten todentamis- ja kelpuutustehtävät, jotka on määritelty arviointitehtävään.

Vaiheessa C laaditaan vaatimusspesifikaatio vaiheessa B kehitettyihin vaatimuksiin. Nämä ovat määritelmä yksityiskohtaiselle suunnittelulle, joka on seuraavana vuorossa. Tässä vaiheessa syntyvät esimerkiksi layout-suunnitelma ohjauskeskuksen toiminnallisuudesta, informaatio- ja kulkuyhteysien, kalusteiden sekä käyttöliittymien operointi- ja tiedonesitystapojen vaatimukset.

Vaiheessa D pureudutaan suunnittelun yksityiskohtiin, jotka on jaettu kuuteen osa-alueeseen. D9A (ISO 11064-2) vaihe aloittaa yksityiskohtaisen suunnittelun, jossa laaditaan kaikkien tilojen suunnitteluspesifikaatiot ottaen huomioon kaikki toiminnallisia yhteyksiä sisältävät tilat. Tämän osa-alueen tuloksena saadaan toiminnalliset layout-suunnitelmat valvomosta ja siihen liittyvistä tiloista sekä niiden toiminnallisista vaatimuksista. Seuraavaksi vaiheessa D9B (ISO 11064-3) tuotetaan lähtökohdat valvomotilojen rakenteelliselle ja LVIS-suunnittelulle ottaen huomioon tiloihin sijoitettavat työpisteet, kalustot ja laitteistot. Vaiheessa D9C (ISO 11064-4) laaditaan kalusteiden mitoitus tiedot ja se, kuinka laitteet sijoitetaan kalusteisiin. Tässä kohtaa on tärkeä ottaa huomioon ergonomiset vaatimukset laitteiden käyttötapaan ja huoltoon liittyen. Tämän spesifikaation tulee soveltua hankintasuunnittelun lähtöaineistoksi. D9D (ISO 11064-5) käsittelee

käyttöliittymien suunnittelua eli tässä vaiheessa suunnitellaan näyttöisivut ja mahdolliset spesifikaatiot, jotka määriteltiin aikaisemmin vaiheessa C. Erityistä huomiota tulee kiinnittää operaattorin tehtävien kognitiivisiin vaatimuksiin perusergonomian lisäksi. Seuraavaksi kohdassa D9E (ISO 11064-6) tehdään olosuhdemäärittely ihmisten ja tiloihin sijoitettavan tekniikan asettamien vaatimusten mukaan. Valvomosuunnittelu on haastavaa, sillä suunnittelussa tulee sovittaa yhteen ihmisen vaatimat työolosuhteen ja tekniikan tuomat erikoispiirteet. D10 (ISO 10064-7) vaiheessa varmistetaan suunnittelutulosten laatu todentamis- ja kelpuutusmenetelmän avulla. Todentamisessa arvioidaan, kuinka suunnitteluprosessin kuluessa pysyttiin määritellyissä vaatimuksissa. Jo toteutunutta suunnittelua tarkastellaan analyttisesti arvioiden teknisten ja ergonomisten kriteerien täyttymistä. Suunnitteluprosessin lopussa suoritetaan kelpuutus, jossa arvioidaan miten suunnittelun valvomotekniset ratkaisut soveltuvat tarkoitettuun käyttöön ja täyttävät vaatimusmääritelmät.

Vaiheessa E kerätään käyttöönoton jälkeen palaute valvomosta käyttäjiltä systemaattisella menetelmällä. Palautteen tuloksia voidaan käyttää referenssiaineistona tulevaisuuden hankkeissa tai saman laitoksen myöhemmissä uudistuksissa. (Suomen automaatioseura Oy, 2011 s. 228–229)

3.2 Hälytykset valvomoissa

Hälytys on poikkeama, josta on informoitu valvomossa. Hälytys vaatii käyttäjältä toimenpiteitä tai huomiota. Hälytykset ovat osa poikkeustilanteiden hallintaa sekä osa laitoksen turvallisuutta. Hälytyksiä tehdessä tulee miettiä, kuinka paljon käyttäjä pystyy omaksumaankin tietoa kerrallaan ja missä menee raja siihen, että hälytykset alkavat olemaan vain informaatiotulvaa, jota ei haluta tai pystytä käsittelemään ja näin ollen niistä tulee hyödyttömiä ja vaaratilanteita pääsee muodostumaan.

Automaatiojärjestelmä käyttää huomion herättämiseksi esimerkiksi vilkkuvaa näyttösymbolia tai valoa, äänimerkkiä tai näytölle tulostuvaa viestiä. Operaattori voi kuitata hälytyksen huomatuksi ja poistaa näin hälytyksen toiminnan kuten äänen. Kun hälytyksen syy on poistunut, poistuu hälytys näytöltä. Hälytyksiä voi aiheutua prosessissa tapahtuneista virheistä tai käyttäjän tekemisistä, kuten valoverhoon menemisestä. Tällöin prosessi joko pysähtyy tai ei etene valoverhon

vaikutusalueelle, kunnes valoverhosta on poistuttu ja vaikutus kuitattu. (Suomen automaatioseura Oy, 2011 s. 236–237)

3.2.1 Hälytysten suunnittelu

Lähtökohdat hälytysten suunnitteluun ovat prosessin toiminnassa ja sen reunaehdoissa. Suunnittelijalla tulee olla riittävä tuntemus prosessista ja automaatiojärjestelmistä, sillä hälytysten suunnittelu tulee tehdä niin että järjestelmän perusteet ovat helposti saatavilla vaikka järjestelmän tekniikka muuttuisi. Hyvin määritellyt perushälytykset ovat pohjana toimiville hälytyksille ja varoituksille.

Suunnittelun peruslinjaukset määritellään konseptisuunnittelussa, jolloin muodostuu myös hälytyskonsepti. Jokainen hälytys, joka lisätään valvomoon, tulee dokumentoida, sillä nykyään hälytyksiä on helppo lisätä ja niitä tulee lisättyä turhaan liian paljon, jotta niistä olisi vielä prosessin kannalta hyötyä. Tämä dokumentointi kytkeytyy osaksi yleistä valvontakonseptia ja automaatioasteen määrittelyä. Yksityiskohtaisessa suunnittelussa kuvataan ja määritellään jokaisen hälytyksen yksityiskohdat, kuten estologiikka ja hälytysrajat. Tässä vaiheessa myös määritellään hälytyksien esiintyminen valvomon tapahtumalistoilla osana käyttöliittymäsuunnittelua. Kun automaatiojärjestelmästä tehdään tehdastestejä ja käyttöönottoa, tulee hälytyksiä testata ensimmäisten joukossa, sillä niiden sekä muiden turvatoimien oikea toiminta on edellytys jatkaa käyttöönottoa.

Hälytyksiä suunnitellessa on varmistettava, että hälytysjärjestelmä toimii kaikissa prosessitilanteissa tarkoituksenmukaisesti eikä kuormita operaattoreita ylimääräisellä hälytystulvalla. Tästä syystä suunnittelussa tulee ottaa huomioon inhimilliset rajoitukset ja tekijät. Jos perustilanteessa hälytyksiä tulee joka minuutti yksi, on hyvin todennäköistä, että osa hälytyksistä jää käsittelemättä liiallisen informaatiomäärän takia. Onkin erittäin tärkeää kiinnittää huomiota hälytyksien määrään. Yksi hälytys viiden minuutin aikana on toimiva ja hallittava määrä. Tietenkään prosessin häiriötilanteille ei voida mitään, silloin kun asiat eivät mene täysin niin kuin pitäisi, voi hälytyksiä voi tulla tällöin useampikin kerralla. Niitä myös kuuluu tulla silloin paljon, jotta operaattori osaa yhdistää hälytykset oikealle häiriötilanteelle ja toimia sen mukaisesti. Tämä yksi hälytys viidessä minuutissa tulee pitää mielessä, kun suunnitellaan mitä halutaan indikoida valvomoon prosessin normaalitilassa. Kaikkia raja-arvojen ylityksiä ei kannata esittää, jos ylitys on

vain hetkellinen eikä vaikuta prosessiin kriittisesti. Hälytyksiä tulee myös priorisoida, jotta operaattorin huomio kiinnittyy tärkeimpiin hälytyksiin. Operaattoreita tulee opastaa ja kouluttaa tilanteita varten, jossa heidän toiminnallaan voidaan estää onnettomuustilanteet hälytyksien jälkeen. (Suomen automaatioseura Oy, 2011 ss. 241–248)

3.2.2 Suosituksia hälytysten esittämiseen

Hälytysten päänäytön, joka tukee työtehtäviä, tulee olla helposti operaattorin saatavilla. Tässä näytössä on luettavissa kaikki kulloiseenkin prosessitilanteeseen liittyvät aktiiviset hälytykset. Hälytysten prioriteetti tulee olla osoitettu väreillä. Suomessa magenta tai punainen edustavat korkeinta prioriteettia ja keltainen varoitusta. Hälytyksiä indikoidessa tulee kuitenkin ottaa huomioon myös näytön pohjaväri, jotta hälytykset erottuvat riittävän selvästi. Kaikista tehokkain tapa herättää visuaalisesti huomiota on vilkkuvalla merkillä, kuitenkin niin että symboli vilkkuu mutta teksti ei. Myös fonttiin tulee kiinnittää huomiota, jotta numerot ja kirjaimet ovat helposti luettavissa normaalilta katseluetäisyydeltä. (Suomen automaatioseura Oy, 2011 ss.248–249)

Kuvassa 4 on hahmoteltu standardia SFS-EN 60073 mukailten värien yleisohjetta valvomosuunnittelussa. Kuten yllä mainittiin punainen, on priorisoitu korkeimmalle ja se myös indikoi vaarasta, hätätilanteesta tai viallisesta laitteesta. Näitä standardin värejä tulisi käyttää, jos käytössä oleva järjestelmä ja näytöt sallivat. Nykyään uusissa valvomoissa ei tarvitse miettiä tukeeko operointipaneeli kyseisiä värejä, sillä nykyään paneeleissa on lähtökohtaisesti aina värit. (SFS-EN 60073/2003 s.20)

Kuva 3. Värien merkitys Standardia SFS-EN 60073 mukailleen

VÄRI	MERKITYS		
	Ympäröivän alueen ja henkilöiden turvallisuus	Prosessin tilanne	Laitteen toiminta
PUNAINEN	Vaara	Hätätilanne	Viallinen
KELTAINEN	Varoitus/huomio	Epänormaali	Epänormaali
VIHREÄ	Turvallinen	Normaali	Normaali
SININEN	Pakollisuus		
VALKOINEN, HARMAA, MUSTA	Ei annettu merkitystä		

3.3 Käyttöliittymäsuunnittelu

Käyttöliittymä muodostuu fyysisistä laitteista ja ohjelmistoista, jotka tarjoavat vaikutusmahdollisuuksia sekä informaatiota. Valvomon näyttösivuja suunnitellessa suositukset ja vaatimukset ovat usein ristiriidassa toistensa kanssa. Tehokkuus vaatii yksinkertaisuutta operoinnin ja ulkoasun osalta, kun taas opittavuus ja turvallisuus vaativat lisätiedon näyttämistä ja ylimääräisten vaiheiden lisäämistä toimenpideketjuun mikä heikentää käytön tehokkuutta. Käyttöliittymän hyvät ominaisuudet määräytyvät käyttötarkoituksen ja -tilanteen sekä käyttäjien profiilien mukaan. Hyviä käyttöliittymän ominaisuuksia käytettävyyksiperiaatteen mukaisesti ovat muun muassa selkeys ja hyvä hahmotettavuus. Jotta aivomme pystyvät hahmottamaan näyttösivuja tulee sivun olla mahdollisimman selkeä, sillä aivomme käsittelee ja jäsentee sivulla olevan tiedon ennen kuin itse edes tajuaamme sitä. Aivojen jäsentäminen noudattaa tiettyjä periaatteita, jotka tulee ottaa huomioon suunnittelussa. Näyttöä lukiessa käyttäjä silmäilee sen lukusuuntaa noudattaen eli länsimaiset ihmiset vasemmalta oikealle ylhäältä alas ja etsii sieltä merkityksellisiä kokonaisuuksia. Näin ollen yleistieto ja oleelliset informaatiot tulisi sijoittaa vasempaan ylänurkkaan. Jotta katseenkulku olisi vaivatonta tulee näyttösivulla olevien elementtien viivojen olla suoria sekä indikointien lähellä elementtejä, joita tieto koskee.

Värien käyttöä tulee miettiä, sillä värit vaikuttavat paljon siihen, miten näyttö hahmotetaan. Jos värejä on paljon ja ne ovat räikeitä, pysähtyy katse niihin jokaiseen, jolloin tiedon käsittely on

työlästä ja vaikea jäsenellä. Värien tulisikin olla johdonmukaisia sekä hillittyjä ja niitä tulisi käyttää vain vähän. Poikkeustilanteiden punaista tai keltaista valoa on vaikea sisäistää, jos koko näyttö on täynnä erilaisia värejä ja valoja. Värejä suunniteltaessa tulee myös ottaa huomioon eri käyttäjien mahdollisuudet tunnistaa värejä, muun muassa punasta ja vihreää yhdessä esimerkiksi samalla trendillä ei suositella käytettäväksi puna-vihersokeuden vuoksi.

Värien lisäksi myös näyttöjen tekstit vaikuttavat luettavuuteen. Jotta teksti on helposti luettavissa, tulee se olla sopivan kokoista, oikean väristä, yleensä mustaa, sekä selkeän muotoista.

Suunnittelussa tulisi ottaa myös huomioon se, ettei näyttöä lueta aina samalta etäisyydeltä valvomossa vaan operaattori saattaa seistä istumisen sijaan, jos hän tekee jonkin operaation muualla ja näin ollen lukea valvomoa eri etäisyydeltä, kuin yleensä.

Kun suunnitellaan valvomon käyttöliittymää, tulee ottaa huomioon yhtenäisyys sekä erottuvuus eli samat laitteet ja komponentit tulee esittää samanlailla jokaisella näyttösivulla sekä niillä operointi tulee tapahtua samanlailla. Myös valvomossa tehtävät operaatiot tulee toimia samalla kaavalla. Koska operaattorit ovat ihmisiä, jotka käyvät muuallakin kuin vain valvomossa, tulee käyttöliittymän toimia samanlailla kuin ulkopuolinen maailma. Esimerkiksi liikennevalojen vihreä tarkoittaa, että on turvallista edetä, joten jos valvomossa vihreä indikoisi häiriötä tai vaaraa olisi se kohtalokasta. Tärkeintä teollisuuden käyttöliittymäsuunnittelussa on muistaa pitää valvomo yksikertaisena ja helposti luettavana sekä pitää suunnittelussa mielessä käyttäjien profiili sekä valvomon käyttötarkoitus. (Suomen automaatioseura Oy, 2011 ss.103–110)

4 Käyttäjäkokemus

Käyttöliittymäsuunnittelu (User Interface Design, UI) keskittyy valmiin tuotteen tai palvelun tekemisestä helpon eri käyttäjille. Käyttöliittymäsuunnittelussa määritellään käyttöliittymän ulkoasu, rakenne ja toiminnot ja siinä korostuu käyttäjien käyttöympäristöjen ja tarpeiden ymmärtäminen. Käyttäjäkokemussuunnittelu (User Experience Design, UX) keskittyy parantamaan käyttäjien käyttökokemusta. Käyttäjäkokemussuunnittelun pyrkimyksenä on luoda käyttäjälle halutunlainen kokemus, kuten selkeä ja helppo sekä innostava ja mukaansatempaava.

Suunnittelussa tuotteesta tai palvelusta pyritään tekemään käytettävyydeltään parempi kuin

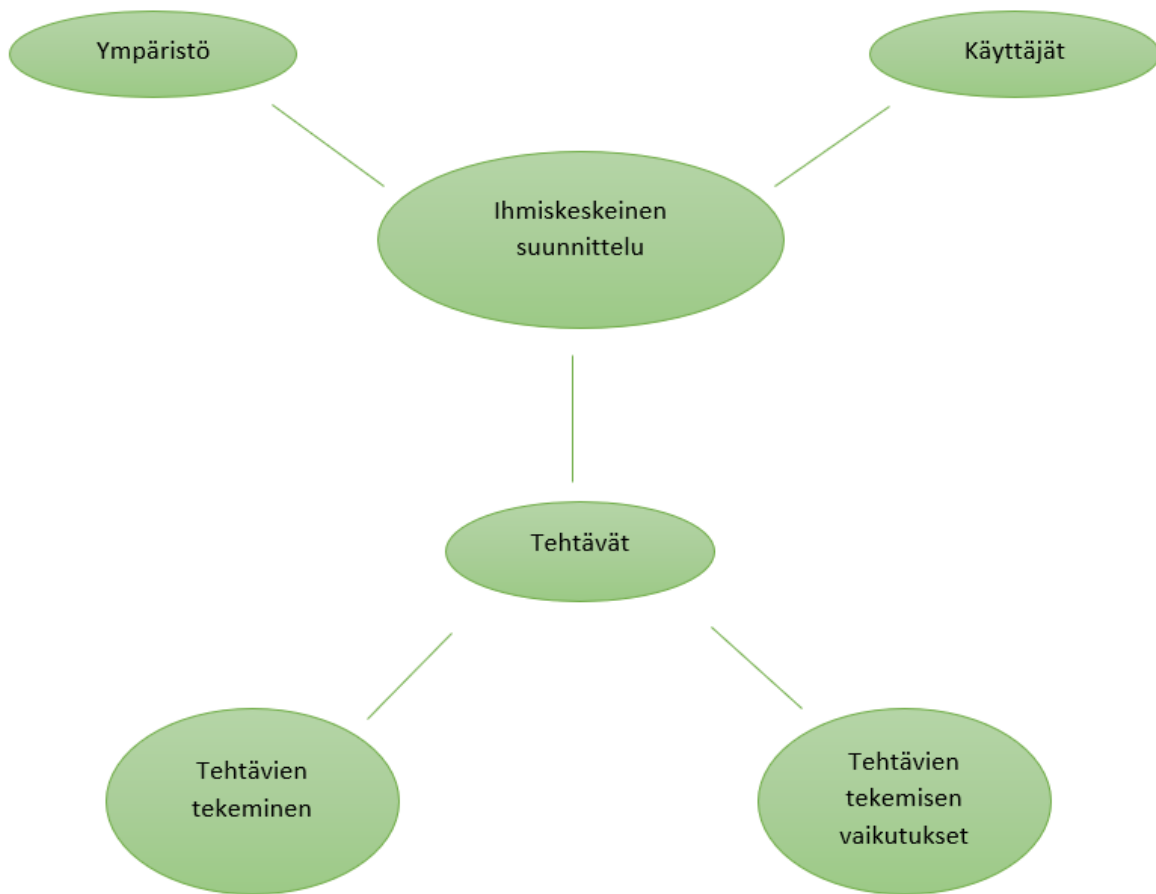
käyttöliittymäsuunnittelussa, joten käyttöliittymäsuunnittelu on osa käyttäjäkokemussuunnittelua. (Muranen, Harmainen, n.d.)

4.1 Ihmiskeskeinen suunnittelu

Käyttäjäkokemus paranee, kun otetaan suunnittelussa huomioon ihmiskeskeisyys. Standardin EN ISO 9241-210:2019 mukaan ihmiskeskeinen suunnittelun tavoitteena on kohdistaa huomio järjestelmän käyttöön soveltamalla käytettävyyssalan ja ergonomian tietämystä sekä tekniikoita järjestelmäsuunnittelussa ja -kehityksessä. Ihmiskeskeistä suunnittelua ja käyttäjäkeskeistä suunnittelua käytetään usein synonyyminä vaikkakin ihmiskeskeisen suunnittelun on tarkoitus korostaa vaikutusta moniin sidosryhmiin eikä vain käyttäjiin. (SFS 9241/2019 s.7)

Ihmiskeskeisellä suunnittelulla ja kehittämisellä on käyttäjille, toimittajille ja työnantajille huomattavia hyötyjä niin taloudellisesti kuin sosiaalisesti. Tuotteet ja järjestelmät, jotka ovat käytettävyydeltään korkeatasoisia, menestyvät tyyppillisesti kaupallisesti ja teknisesti hyvin. Ihmiskeskeisen suunnittelun tulisi perustua käyttäjien, ympäristöjen ja tehtävien selkeään ymmärtämiseen, jolloin otetaan huomioon järjestelmän käyttö ja ne joihin käyttö vaikuttaa. Tämän vuoksi tulisi ottaa huomioon yksilöidysti kaikki käyttäjät ja sidosryhmät, jolloin ympäristön käyttäjätarpeet tulee ymmärrettyä ja ympäristön vajavaisuus minimoitua. Esimerkki huonosta käyttöliittymä voi olla sellainen sivusto, jolla on helppo hakea puhelimella tietoa, mutta tietokoneella haettaessa täysin toimimaton riippuen käyttäjän profiilista. Kuvassa 5 on esitetty tärkeimmät osa-alueet, jotka suunnittelussa tulee yksilöidä ja ottaa huomioon. (9241/2019 s.9)

Kuva 4. Tärkeät ihmiskeskeisessä suunnittelussa huomioonotettavat asiat



Käyttäjät tulisi ottaa mukaan kehittämisprosessiin, sillä heiltä saa arvokasta tietoa siitä, kuinka järjestelmää tullaan käyttämään, mitä siltä vaaditaan sekä minkä tyyppisiä ihmisiä sitä tulee käyttämään. Tuloksellisuus kasvaa kehittäjien ja käyttäjien vuorovaikutuksen lisääntyessä. Vuorovaikutuksen luonne ja laajuus voi vaihdella suunnittelun aikana sekä riippua projektin tyypistä.

Ihmisen ja tietokoneen välinen vuorovaikutus on monimutkasta, jolloin suunnittelun alussa on mahdotonta määrittää kaikkia osa-alueita tarkasti. Ihmiskeskeisen järjestelmän oikeanlaista rakennetta ei yleensä voida saavuttaa ilman iterointia, joka tarkoittaa vaihejaksojen toistamista, kunnes haluttu lopputulos saavutetaan. Järjestelmän epävarmuuksien poistamista suoritetaan iteroimalla eli poistamalla ja viimeistelemällä kuvauksia, määrittelyjä sekä prototyyppisiä. On myös mahdollista esitellä käyttäjille erilaisia malleja ja prototyyppisiä, joista saatujen palautteiden myötä

voidaan hioa tuotetta palautteiden mukaisemmaksi. Ihmiskeskeisen suunnittelun käyttäjäryhmiltä vaaditaan monipuolisuutta, jotta kompromissien tekeminen mahdollisimman monelle eri käyttäjäprofiilille on helpompaa. (SFS-EN ISO 9241/2019 s.14–16)

4.1.1 Suunnitelma ihmiskeskeiselle suunnittelulle

Kun ihmiskeskeistä suunnittelua aletaan tekemään, tulee tehdä suunnitelma, joka kattaa kaiken tuotteen jokaisessa elinkaaren vaiheessa. Tämän suunnitelman tulee siis kattaa luonnosvaihe, analyysi, suunnittelu, toteutus, testaus ja ylläpito. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon inhimilliset tekijät sekä ergonomia suhteessa käytettävyyteen. Käytettävyyttä tulee arvioida hahmottamalla, kuinka se liittyy järjestelmän, tuotteen tai palvelun tarkoitukseen ja käyttöön sekä mikä on riskien taso mahdollisissa seurauksissa huonosta käytettävyydestä kuten taloudellisessa riskissä, turvallisuudessa tai käyttäjien hyväksyttävyydessä. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös kehittämissympäristön luonne eli projektin koko, teknologioiden moninaisuus sekä markkinoille tuontiaika.

Suunnitelmaan ihmiskeskeisestä suunnitelmasta tulee sisältyä seuraavat kuusi kohtaa: yksilöinti tarkoituksenmukaisille menetelmille ja resursseille ihmiskeskeisen suunnittelun toiminnoille, määritelmä menettelytavoista toimien ja tuotosten sisällyttämiseksi osaksi järjestelmän kehittämistä, ihmiskeskeisistä suunnittelutoiminnoista vastuussa olevien henkilöiden ja organisaatioiden sekä näiden näkemysten ja osaamisalueiden yksilöinti, viestinnän menettelytapojen ja tuloksellisten palautteenantamisen kehittäminen tilanteeseen, jossa ihmiskeskeinen suunnittelu vaikuttaa muihin suunnittelutoimintoihin ja kompromisseihin sekä näiden toimien tuotosten menettelytapojen kehittäminen niiden tallentamiseksi, suunnittelu ja kehittämisen prosessikokonaisuuteen sisällytettävien ihmiskeskeisen suunnittelun toimille määritellyt välitavoitteet sekä sopiminen ajanjaksoista, jotka sisältyvät projektin aikatauluun, jolloin on mahdollista tehdä muutoksia suunnittelutulokseen iteroinnin ja palautteiden avulla.

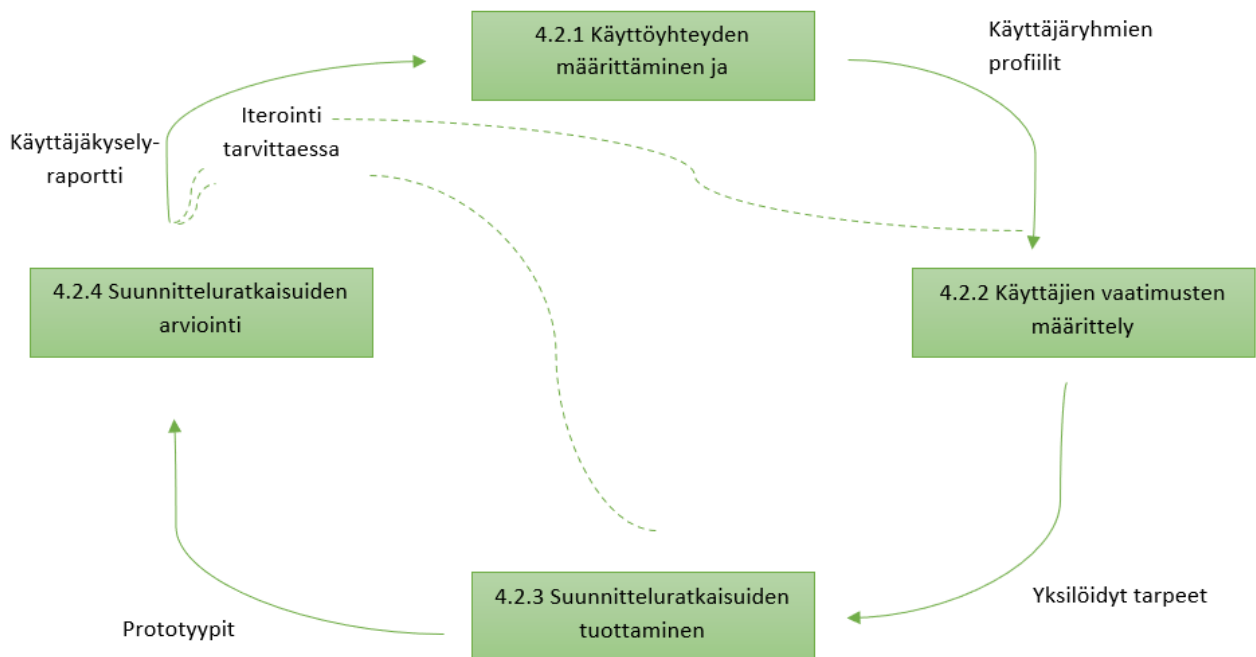
Ihmiskeskeisen suunnittelun suunnitelman tulee olla osa koko järjestelmän projektisuunnitelmaa, jolloin siihen tulisi soveltaa samoja projektin järjestelyitä kuin muillekin keskeisille toiminnoille, tällöin voidaan varmistaa, että suunnitelman noudattaminen ja toimeenpano on tehokasta. Ihmiskeskeisiä näkökohtia tulee tarkistaa projektin koko elinkaaren ajan ja muuttaa niitä

tarvittaessa tarkoituksenmukaisesti. Projektissa ihmiskeskeiselle suunnittelulle tulee varata aikaa, jotta voidaan iteroida ja näin ottaa huomioon käyttäjien palautteet ja arviot sekä tarkastella täyttääkö ratkaisu käyttäjien vaatimukset. Aikaa tulee varata myös suunnitteluryhmän sisäiselle viestinnälle ja käytettävyyssysymysten yksilöimiseksi, jotta niiden ratkaisut voidaan toteuttaa projektin alkuvaiheessa, jolloin se tuottaa huomattavia säästöjä verraten myöhemmässä vaiheessa tehtyihin muutoksiin. Näin ollen voidaan todeta, että ihmiskeskeinen suunnittelu jatkuu koko projektin elinkaaren ajan. (SFS 9241/2019 s.12–14)

4.2 Toiminnot ihmiskeskeiselle suunnittelulle

Standardin SFS-EN ISO 9241-210:2019 mukaan ihmiskeskeiseen suunnitteluun kuuluu neljä toisiinsa liittyvää toimintoa, joiden toteuttamisjärjestyksellä ei ole merkitystä. Suunnittelussa tulee ymmärtää ja määrittää käyttöyhteys, käyttäjien vaatimukset, tuottaa suunnitteluratkaisut sekä arvioida suunnittelua. Kuvassa 4 on hahmoteltu toimien riippuvuutta toisiinsa ja alla avattu toimia. (SFS 9241/2019 s.16)

Kuva 5. Ihmiskeskeisen suunnittelun toimien riippuvuudet toisiinsa (SFS 9241/2019 s.17)



4.2.1 Käyttöyhteyden määrittäminen ja ymmärtäminen

Organisaation, tehtävien, käyttäjien ja fyysisen ympäristön ominaisuudet määrittelevät yhteyden, jossa järjestelmää käytetään. On kannattavaa kerätä tietoa ja analysoida sitä ajankohtaisessa käyttöyhteydessä, jotta voidaan ymmärtää ja määrittää tulevaan järjestelmään sovellettava käyttöyhteys. Nykyisten tai vastaavien järjestelmien analyysit, voivat tuottaa laajalti tietoa eri käyttöyhteyteen liittyvistä asioista kuten puutteet suorituskyvyssä ja käyttäjätyytyväisyydessä. Analyysin avulla voidaan tunnistaa ongelmia ja rajoituksia sekä käyttäjien tarpeita, jotka ovat jääneet huomiotta, mutta voidaan huomioida uudessa järjestelmässä.

Käyttöyhteyteen sisältyy käyttäjät ja muut sidosryhmät, joiden tarpeet on tärkeä ottaa huomioon. Käyttäjryhmät ja sidosryhmät tulee yksilöidä ja niiden yhteys suunnittelun kohteeseen tulee kuvata keskeisten tavoitteiden ja rajoitusten kannalta. Myös käyttäjien ja käyttäjryhmien ominaisuudet tulee yksilöidä, kuten tiedot, kokemus, taidot ja kyvyt. Tarvittaessa tulisi määritellä erityyppisten käyttäjien tarpeet ja ominaisuudet huomioiden, kuten fyysisen kyvykkyyden taso, jotta suunnittelutulos huomioisi mahdollisimman laajasti erilaiset valmiudet. Myös tavoitteet ja tehtävät tulee yksilöidä niin käyttäjän kuin järjestelmän osalta. Suunnitelmassa tulee kuvata tehtävien piirteet, jotka voivat vaikuttaa esteettömyyteen ja käytettävyyteen, kuten tavat, joilla käyttäjät suorittavat tyypillisesti tehtäviään, suorituksen kesto ja tiheys. Myös terveydelle ja turvallisuudelle mahdollisesti haitalliset seuraukset sekä riskit tehdä väärä päätöksiä on yksilöitävä. Järjestelmän ympäristö eli laitteistot, materiaalit ja ohjelmistot on yksilöitävä tarkasti, myös sosiaalinen, fyysinen ja kulttuurillisen ympäristön ominaisuudet on määriteltävä. Fyysisiä ominaisuuksia ovat muun muassa valaistus, huonekalut, tilarakenne ja lämpöolosuhteet. Työtavat, asenteet ja organisaatorakenne ovat ympäristöön liittyviä sosiaalisia ja kulttuurillisia näkökohtia. Käyttöyhteyden kuvaus voi olla aluksi vain määritelty pääpiirteittäin, mutta sitä tulee tarkastella ja laajentaa suunnittelu- ja kehittämisprosessin aikana. Kehittämisen alussa ei välttämättä ole vielä mahdollista yksilöidä yksityiskohtaisia toimintoja, jolloin on hyvä aloittaa tehtävien tavoitteista ja laajentaa yksilöintiä, kun se on mahdollista. (SFS 9241/2019 ss. 17–18)

4.2.2 Käyttäjien vaatimusten määrittely

Ihmiskeskeisessä suunnittelussa käyttäjien tarpeiden yksilöinti sekä järjestelmän toiminnallisten vaatimusten määrittäminen tulee laajentaa luomalla selkeä selvitys vaatimuksista, joita käyttäjillä

on järjestelmää kohtaan kuin myös järjestelmän liiketoiminnallisiin tavoitteisiin. Käyttäjien vaatimukset voivat olla esimerkiksi vaatimuksia työtapojen uudistuksista ja mahdollisuuksista yhdistää tuotteita ja palveluja. Käyttäjiä ja sidosryhmiä yksilöitäessä tulisi siihen sisällyttää se mitä käyttäjien tulisi saavuttaa ei niinkään miten se saavutetaan sekä mahdolliset käyttöyhteyden rajoitteet. Määrityksen käyttäjien vaatimuksista tulee sisältää vaatimukset, jotka juontuvat käyttöyhteydestä sekä käyttäjien tarpeista, ergonomian vaatimuksista sekä käyttöliittymän tuntemuksesta, käytettävyystavoiteista ja -vaatimuksista sekä käytettävyyden suorituskykytasojen ja tyytyväisyyden perusteista tietyissä käyttöyhteyksissä sekä käyttäjään vaikuttavan organisaation vaatimuksista. Käyttäjien vaatimuksista muodostuu perusta vuorovaikutteisen järjestelmän suunnittelulle ja arvioinnille. (SFS 9241-210:2019 s.19)

4.2.3 Suunnitteluratkaisuiden tuottaminen

Ihmiskeskeisessä suunnittelussa on tavoitteena tuottaa ratkaisu, jonka käyttäjäkokemus on otettu huomioon alusta asti. Tämä ratkaisu tuotetaan hyödyntämällä käyttöyhteyden kuvausta, tuloksia perustason arvioinneista, vakiintunutta tekniikan tasoa, sovellusalalla standardeja ja suunnittelu- ja käytettävyysohjeita sekä monialaisen suunnitteluryhmän tietämystä ja kokemusta. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon käyttäjän tunneperäiset ja esteettiset näkökohdat kuin myös käyttäjän tehokkuus ja tuloksellisuus.

Suunnitteluratkaisuun tulee sisältyä seuraavat toiminnot: tehtävien suunnittelu käyttäjille, järjestelmän ja käyttäjän vuorovaikutuksen ja käyttöliittymän suunnittelu käyttäjäkokemus huomioiden, konkreettisten suunnitteluratkaisuiden toteuttaminen kuten hahmotelmat, simulaatiot sekä prototyypit, käyttäjäkohtaisen arvioinnin ja palautteen pohjalta tehtävät ratkaisuiden muuttamiset sekä niistä viestiminen toteuttamisesta vastaaville henkilöille.

Standardissa ISO 9241-110 tulisi ottaa huomioon vuorovaikutteista järjestelmää suunnitellessa seuraavat periaatteet: soveltuvuus kyseiseen tehtävään, itsekuvautuvuus eli se missä käyttäjät mieltävät kyseisten valintaikkunoiden olevan ja mitä toimenpiteitä niillä voi tehdä. Suunnittelun tulee olla yhdenmukaista käyttäjien odotuksiin nähden ja sen tulee soveltua oppimiseen, oltava hyvin hallittavissa sekä sietää tehtyjä virheitä ja soveltua yksilöllistämiseen. (SFS 9241-210:2019 s.20)

4.2.4 Suunnitteluratkaisuiden arviointi

Suunnittelun tuloksia tulee arvioida suunnittelun varhaisista vaiheista lähtien, jotta käyttäjien tarpeet ymmärrettäisiin paremmin. Kuitenkaan käyttäjillä tehty arviointi ei ole aina kustannustehokasta tai käytännöllistä projektin jokaisessa vaiheessa, jolloin suunnitteluratkaisuja tulee arvioida muilla tavoin kuten tehtävien mallinnusten ja simulointien avulla. Näissä menetelmissä keskeistä olisi, pohtia kuinka käyttäjät kokisivat järjestelmän käytön. Käyttäjäkeskeistä arviointia on mahdollista käyttää, kun kerätään uutta tietoa käyttäjien tarpeesta tai palautteita suunnitteluratkaisun vahvuuksista ja heikkouksista, jotta suunnittelua voidaan parantaa. Sitä voidaan myös hyödyntää, kun arvioidaan, onko käyttäjien vaatimukset saavutettu sekä vertailukohtien määrittämiseen tai eri suunnitteluratkaisujen vertailuun.

Käyttäjäkeskeiseen arviointiin tulee kuulua resurssien kohdentaminen koko projektin ajan, jotta suunnittelua voidaan parantaa varhaisessa vaiheessa sekä täyttää vaatimukset myöhemmässä vaiheessa. Arviointi tulee suunnitella niin että se mahtuu projektin aikatauluun sekä niin että riittävä testaaminen on mahdollista. Myös tulosten analysointi sekä asioiden tärkeysjärjestyksen määrittäminen ja suunnitteluratkaisujen ehdottaminen kuuluu osana arviointiprosessia kuin myös suunnitteluratkaisuista viestittäminen suunnitteluryhmälle. (SFS 9241-210:2019 s.23)

5 Valvomon toteuttaminen

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä valvomo Rockwell FactoryTalk View Studiolla, josta voidaan seurata linjojen tilaa kunnossapidossa sekä työnjohdossa, valvomon on siis tarkoitus helpottaa käyttäjiensä työtä. Tällainen valvomo oli aikaisemmin käytössä, mutta linjojen uusiutumisen myötä logiikkaohjelman tagit päivittyivät, joten uusi valvomo oli ajankohtainen. Edellisessä valvomossa oli myös monia hälytyksiä, jotka eivät olleet käytössä, mutta olivat aktiivisina valvomossa. Valvomosta seurataan SSAB Europe Oy Hämeenlinnan putkitehtaan kaikkia neljää putkilinjaa sekä sinkkisäkin täyttymisastetta.

Valvomon suunnittelu aloitettiin sopimalla tilaajan kanssa mitä valvomoon haluttaisiin sekä mitkä ovat valvomon käyttökohteet ja käyttäjät. Valvomosta haluttiin tehdä mahdollisimman informatiivinen, mutta kuitenkin selkeä, jotta se palvelee useita eri profiilin käyttäjiä. Valvomoon haluttiin myös tulevaisuudessa asennettaville mittauksille paikat ja indikoinnit.

Sivuille tehtiin yhtenäinen ulkoasu, jolle lisättiin erinäisiä komponentteja, joilla voidaan indikoida linjojen toimintaa. Valvomon käyttäjinä tulee pääsääntöisesti olemaan kunnossapito, niin mekaaninen kuin sähköinen sekä vuorotyöjohtajat ja muut toimistossa olevat. Suunnittelun edetessä käytiin läpi tilaajan kanssa miltä valvomo tällä hetkellä näyttää. Valvomoa muutettiin tämän keskustelun jälkeen paljon, sillä kävi ilmi, että pohjaksi annettu PI-kaavio oli puutteellinen eikä sen perusteella voitu tehdä jokaisen linjan emulsio- tai jäähdytysjärjestelmää. Tämän jälkeen yksilöitiin vielä vahvemmin mitä millekin näytölle halutaan.

Työskentely valvomon parissa aloitettiin yksilöimällä käyttäjät. Kunnossapito koostuu mekaniikan ja sähköpuolen osaajista, mutta tiedot, joita he käsittelevät ovat pitkälti samat.

Sähkökunnossapito saa syyn esimerkiksi lämpötilahälytykseen näytöltä nopeasti ja mekaniikka pystyy päättelemään jo ennen hälytystä, ettei jäähdytys toimi kunnolla, kun lämpötilan nousu näkyy valvomossa. Työnjohtajat ja muut toimiston henkilökunnasta seuraavat valvomosta nopeusnäyttöä, sillä heille tärkein tieto on linjojen käynnissä pysyminen sekä mahdollisten pysäytyksien kesto.

Valvomon ulkoasuun oli tiukat raamit niin värien kuin komponenttienkin suhteen. Myöskään ylimääräisiä kuvia ei haluttu vaan ennemmin kirjoitettiin tekstiä, jonka perään tuli mitattu arvo. Tämä ei noudata valvomosuunnittelun standardeja, mutta koska kohde oli ainoastaan prosessista mitattujen arvojen esittäminen ilman minkäänlaisia prosessin ohjauksia, oli tämä ratkaisu kaikista tehokkain ja yksinkertaisin. Standardit eivät suoraan muutenkaan toimi näin yksinkertaisen valvomon tekemisessä, mutta niistä sai paljon apuja ja näkemyksiä valvomon tekemiseen. Putkitekhtaalla jokaisella linjalle on omat valvomonsa useassa eri työpisteessä, joista itse prosessia ohjataan ja hälytyksiä kuitataan

5.1 Valvomon ulkonäkö

Valvomossa esitetään venttiilien tilatietoja, jäähdytysputkiston lämpötiloja sekä paineita sekä linjojen nopeudet ja lukitukset. Valvomon yläreunaan haluttiin palkki, jossa on päivämäärä ja kellonaika sekä SSAB:n logo. Värimaailmaksi sovittiin sininen ja harmaa. Valkoista käytettiin indikoimaan objektien tilatietoja. Punaista käytettiin vain hätäseis-tattien tilojen indikoimiseen.

Palkin alapuolella on navigointipalkki, joilla sivujen välillä päästään siirtymään helposti yhdellä klikkauksella. Aktiivisen sivun kohdalle navigointipalkkiin jää raamit, jotta on helpompi havaita mikä sivu on auki. Kumpikin näistä edellä mainituista objekteista on tehty globaalina objektina, jotta niiden muokkaus on helppoa ja vaivatonta, kun jokaista sivua ei tarvitse erikseen avata vaan muutokset päivittyvät jokaiselle sivulle.

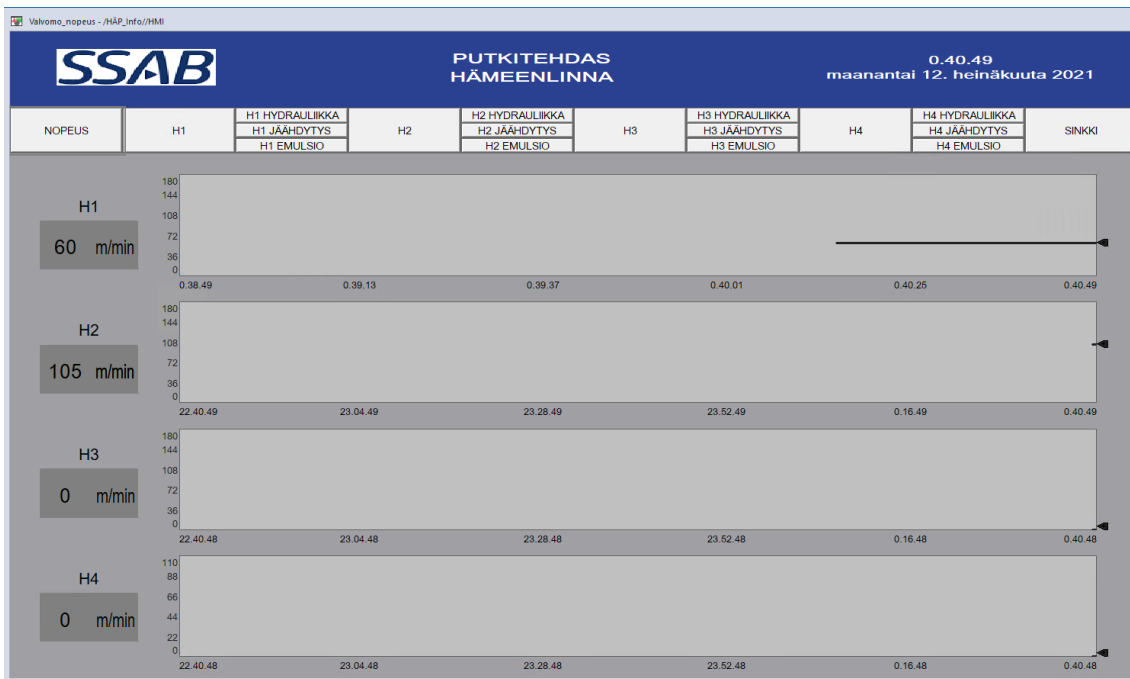
Kuva 6. Valvomon yläpalkki

SSAB										PUTKITEHDAS HÄMEENLINNA		0.44.25 maanantai 12. heinäkuuta 2021	
NOPEUS	H1	H1 HYDRAULIIKKA	H2	H2 HYDRAULIIKKA	H3	H3 HYDRAULIIKKA	H4	H4 HYDRAULIIKKA	SINKKI				
		H1 JÄÄHDYTYS		H2 JÄÄHDYTYS		H3 JÄÄHDYTYS		H4 JÄÄHDYTYS					
		H1 EMULSIO		H2 EMULSIO		H3 EMULSIO		H4 EMULSIO					

5.1.1 Nopeusnäyttö

Valvomon tärkein sivu on sen päänäyttö, josta voidaan seurata linjojen ajonopeuksia reaaliajassa edeltävän kahden tunnin ajalta, tätä trendin pituutta on mahdollista muokata jatkossa helposti trendin parametreistä. Linjojen nopeudet näkyvät numeroina sekä trendillä viivana. H1—H3 ovat ohutseinälinjoja, joten niillä voidaan ajaa nopeampaa kuin H4 linjalla, jossa ajetaan rakenneputkea, mikä on seinämältään paksumpaa kuin ohutseinälinjojen putket. Tämän vuoksi H4 trendin skaalaus on 0–120 m/min, kun taas ohutseinäputkilinjojen nopeusskaalaus on 0–180 m/min.

Kuva 7. Nopeusnäyttö



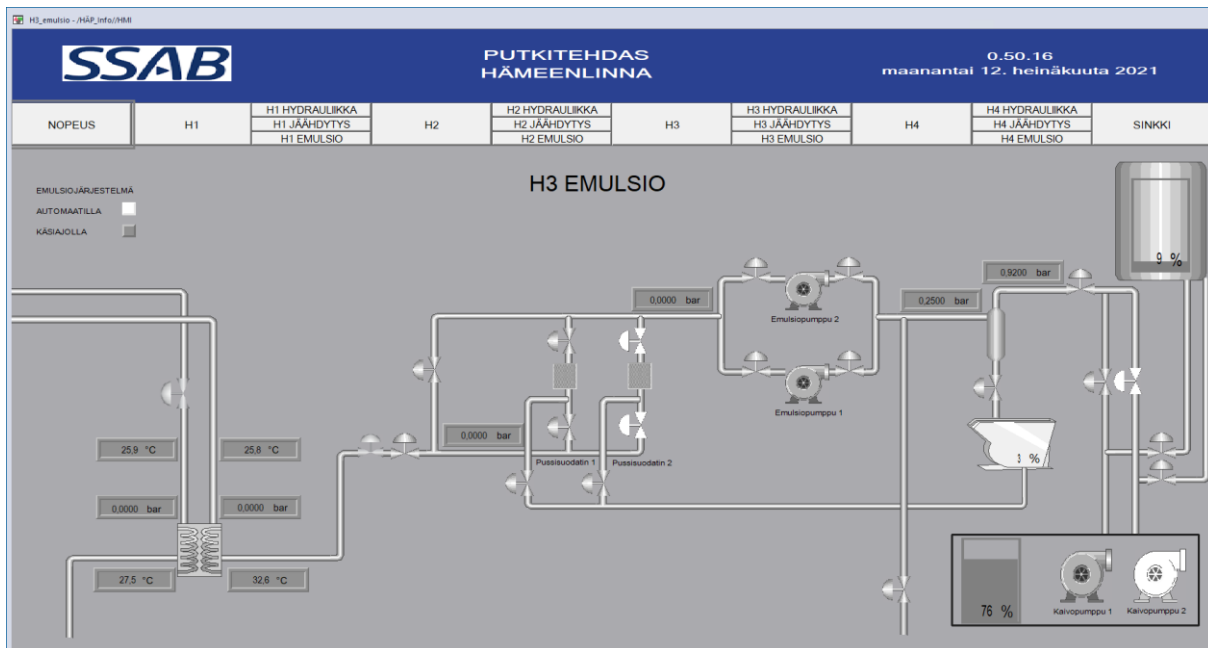
Samalla kun valvomoa tehtiin ulkonäöllisesti, etsittiin logiikasta eli Rockwell Software Studio 5000:sta kyseisien objektien ohjaukseen soveltuvia tageja. Trendi on visuaalinen esitys tai kaavio, jolla esitetään tagin historiatietoja, tiettyä ajanjaksoa tai reaaliaikaa. Trendillä operaattori pystyy siis seuraamaan helposti ja visuaalisesti laitoksen ja prosessin toimintaa. Kuvan 8 trendissä on x-akselille asetettu aika kahden tunnin sykllillä ja y-akselille linjanopeudet. Trendille olisi mahdollista laittaa minimi ja maksimi arvojen rajat x-akselille, jolloin nopeuden hahmottaminen olisi mahdollisesti helpompaa. Tässä tapauksessa se ei kuitenkaan ollut tarpeellista, sillä tärkein tieto valvomossa on linjan käyminen eli onko trendiviiva nollassa niin kuin se kuvassa 6 on H3 ja H4 linjoilla, vai pyöriikö linja kuten H1 ja H2 tapauksissa.

5.1.2 Emulsioiden toiminta

Jokaiselle linjalle on oma emulsionäyttö, josta nähdään linjan emulsiokierron venttiilien asennot, pumppujen toiminta sekä kaivojen täyttöaste. Emulsionäytöstä nähdään myös emulsion lämpötila sekä paine. Kuvassa 9 on esitetty venttiilien auki-kiinnitiedot sekä emulsiojärjestelmä niin kuin se linjalla on. Vasemmalla ylhäällä on oleellisin tieto eli onko linja automaattilla vai käsiajolla, sillä linja pysähtyessä usein syynä on emulsiojärjestelmän oleminen käsiajolla, jolloin pumput eivät kierrätä emulsiota ja kaivot pääsevät tyhjentymään. Tässä näytössä on pyritty noudattamaan

yksinkertaisuutta, vaikka informaatiota on paljon. H3 linja on uusi linja, joten siellä on monien venttiilien indikoiteja ja mittauksia, mikä on prosessiteollisuudessa nykyään yleistä. Kuten käyttöliittymä kohdassa mainittiin aikaisemmin, on putkien linjat pyritty pitämään samassa tasossa niin pysty- kuin vaakasuunnassa ja mittauksien indikointi aseteltu niin kuin ne oikeasti linjassa ovat.

Kuva 8. H3 Emulsiojärjestelmän-sivu



Kuvassa valkoisena olevat venttiilit, moottorit ja järjestelmän tila ovat logiikassa lähtöinä päällä. Venttiilit ovat tällöin auki, moottori pyörii ja järjestelmä on automaattilla. Valvomoon lisättiin myös järjestelmän kaikki lämpötila- ja painemittaukset, jotta nähdään nopeasti, onko linja pysähtymässä liian korkean lämpötilan tai paineen vuoksi. Kaikilla linjoilla ei vielä ole näin paljoa mittalaitteita, mutta valvomoon tehtiin silti sivut niitä varten, jotta niiden lisääminen on tulevaisuudessa mahdollista ilman suurta vaivaa.

5.1.3 Koneturva

Jokaisesta linjasta on sivu, jossa näkyy hätäseis-tattien ja ovien tila. Välillä operaattori saattaa painaa hätäseis-tattia vahingossa ilman että huomaa sitä, jolloin linja pysähtyy. Tällöin voi mennä hetki, että pysäytyksen syy löytyy logiikasta. Valvomosivulta nähdään heti mitä hätäseis-tattia on painettu. Kun tekstin perässä oleva laatikko on harmaa, kaikki on silloin hyvin ja prosessi voi pyöriä ilman ongelmia. Jos taas laatikko on punainen, on hätäseis-tattia painettu. Valkoinen väri indikoi

auki olevien ovien tilaa. Valkoinen väri määriteltiin indikoimaan auki-tietoa, sillä tietyt ovet voivat olla auki ja prosessi silti pyöriä, joten kyseiset laatikot eivät vaadi valvomon käyttäjältä toimia ja näin ollen niihin ei tarvitse kiinnittää niin vahvasti huomiota.

Kuva 9. Valvomon koneturva-sivu

The screenshot shows the H3 Koneturva HMI interface. At the top, there is a blue header with the SSAB logo, the company name 'PUTKITEHDAS HÄMEENLINNA', and the date '0.47.50 maanantai 12. heinäkuuta 2021'. Below the header is a navigation bar with buttons for 'NOPEUS', 'H1', 'H2', 'H3', 'H4', and 'SINKKI'. The main area is titled 'H3 KONETURVA' and contains four panels, each with a title and a list of emergency stop indicators with checkboxes and color-coded squares (grey for inactive, red for active):

- ALKUPÄÄ:** HÄTÄSEIS AUKKELAIN, HÄTÄSEIS PULPETTI, HÄTÄSEIS JATKOIHSAUS, HÄTÄSEIS AKKU, JATKOIHSAUS OVET, AKKU OVET.
- KONEENOSA:** HÄTÄSEIS-VAJERI MUOTOILU, HÄTÄSEIS HITSAUS, HÄTÄSEIS-VAJERI KALIBROINTI, HÄTÄSEIS HARJAUSKONE.
- SAHA:** HÄTÄSEIS SAHAN PULPETTI T72 (red), HÄTÄSEIS SAHA T82 (red), SAHA ETUOVI (white), SAHA TAKAOVI 1, SAHA TAKAOVI 2, SAHA PARIIVI.
- NIPUTUS:** HÄTÄSEIS NIPUTUS PULPETTI, HÄTÄSEIS KÄSIVANTELUTUS, HÄTÄSEIS VARASTIONTI PULPETTI (red), HÄTÄSEIS NOUTOTASO LINJUIEN VÄLISSÄ (red), HÄTÄSEIS NOUTOTASON PULPETTI (red).

5.1.4 Sinkki-imuri

Putkitehtaalla on käytössä sinkki-imuri, silloin kun ajetaan sinkittyä putkea, jotta sinkkipöly ei jää hallin ilmaan pyörimään. Edellisessä valvomossa oli vastaava sivu samoilla tiedoilla, mutta se ei enää toiminut. Kutenkin valvomon käyttäjät kokivat, että tämä on tärkeä osa, sillä sinkkipussi tulee tyhjentää ennen sen täyttymistä. Kuvassa 11 oikeassa yläreunassa olevassa säiliössä näkyy keruusäkin täyttöaste, jonka täyttymien on skaalattu prosenttiasteikolla 0–100, mutta näytetty käyttäjille myös kiloina, sillä heidän mielestä säkin täyttöaste on helpompi hahmottaa kiloina.

Kuva 10. Sinkin valvomotiedot



Vaikka muuten valvomosta ei voi ohjata linjojen toimintoja, tälle sinkkisivulle laitettiin painike, jolla voidaan kuitata logiikalle keruusäkin ja sinkkiruiskujen vaihdot sekä huollot. Jos keruusäkkiä ei vaihda ja kuittaa ajoissa pysähtyy tuotanto, joten tämä lisää tehokkuutta ja helpottaa käyttäjien työtä, kun ei tarvitse erikseen avata logiikkaa.

6 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä valvomon suunnitteluun ottaen huomioon käyttäjäkokemukset ja ihmiskeskeinen suunnittelu. Tavoitteena oli tehdä uusi valvomo FactoryTalk View Studiolla, jonka pohjana käytettiin tilaajalta saatuja ohjeita sekä lähdekirjallisuutta. Jos aikaa olisi ollut enemmän olisi valvomoon kohdistettu myös käyttäjien palautteiden perusteella saatuja korjauksia. Jälkeenpäin olen saanut tietooni, että valvomon nopeusnäyttö toimii niin kuin sen haluttiin toimivan ja käyttäjät ovat siihen erittäin tyytyväisiä.

Suunnittelun edetessä esiin tuli paljon sellaisia ongelmia, joihin en osannut varautua etukäteen ja näin ollen valvomon valmistuminen venyi ja vaati pitkiä päiviä. Suunnittelua aloittaessa kuvittelin tekeväni valvomon helposti ja nopeasti, mutta työ osoittautuikin hyvinkin haastavaksi ja aikaa vieväksi. En ollut aikaisemmin tehnyt valvomoita, joten layoutin hahmotteluun meni aikaa. En

myöskään ollut käyttänyt koskaan aikaisemmin mitään Rockwellin sovelluksista, joten Studio 5000 ja FactoryTalkin opetteluun kului myös paljon aikaa. Uskon että, jos olisin edelleen tekemisissä valvomon kanssa, löytäisin paljon erilaisia tapoja toteuttaa työskentely helpommin ja mutkattomammin FactoryTalkilla, sillä sen käyttö tuli tutummaksi valvomoa tehdessä ja löysin tapoja tehdä asiat helpommin siinä vaiheessa, kun osa sivuista oli jo valmiita.

Koska kaikki valvomosta ja sen ulkonäöstä tietävät henkilöt jäivät valvomon tekovaiheessa kesälomalle, jäin tekemään valvomoa itsekseni ilman mahdollisuutta kysyä tarkentavia kysymyksiä ja näin ollen tein paljon ylimääräistä etsimistyötä tietämättä, ettei kyseisiä asioita ole mahdollista löytää, sillä niitä ei ole enää olemassa tai ei ole ollutkaan missään vaiheessa, sillä pohjana toimiva PI-kaavio ei pitänyt kukaan paikkansa. Tässä nousi hyvin esiin, kuinka tärkeää on esittää kysymyksiä ja suunnitteluratkaisua jo ennen ratkaisun valmistumista, jotta virheet saadaan korjattua.

Valvomoa tehdessä huomasin, ettei kaikkia logiikassa olevia tageja pystynyt suoraan linkittämään valvomoon kirjastojen puutteen vuoksi. Jouduin tekemään paljon logiikoiden välistä tietojen siirtoa, mitä kautta sain tiedot valvomoon. Tämä vei todella paljon aikaa ja vaati tarkkuutta, jotta oikeat tiedot saatiin oikeisiin paikkoihin näkyviin.

Valvomosta saatiin kuitenkin tehtyä sellainen, kuin siitä alkuperäisesti haluttiin ennen lisäyksiä ja tilaajan palaute oli positiivista. Valvomo toimii hyvin pohjana tulevaisuuksien muutoksille ja päivityksille. Jos aikaa olisi ollut enemmän olisin tehnyt FactoryTalkille käyttöohjeet, jotta seuraavan suunnittelijan olisi helpompi jatkaa valvomon tekemistä ilman että, jokaiseen objektiin tarvitsee tutustua erittäin tarkasti. Näin muokkaaminen tapahtuisi nopeasti, kun kaikki tiedot olisi jo annettu ja määritelty.

Opinnäytetyön tekeminen oli todella opettavaista sekä myös mieluista. Valvomoiden suunnittelu on todella haastavaa, mutta erittäin antoisaa, sillä oman työnjäljen pystyy näkemään konkreettisesti koko prosessin ajan. Valvomoa tehdessä moni teoriaosuudessa käsitellyistä asioista konkretisoitui ja ymmärrys iteroinnin ja yksilöinnin tärkeyteen selkeytyi. Opinnäytetyön tekeminen antoi paljon hyviä ohjeita valvomosuunnitteluun ja seuraavan valvomon tekisinkin alusta asti aivan eri lailla. Painottaisin dokumentoinnin tärkeyttä heti alusta asti ja suunnittelun suunnitelman hyväksyntää tilaajalla. Yksilöisin käyttäjäryhmät tarkasti sekä määrittäisin layoutin

yksityiskohtaisesti. Esittäisin suunnitteluratkaisuja jo keskeneräisenä ja pyytäisin käyttäjiltä sekä tilaajalta palautteita, jotta suunnitteluratkaisu olisi kaikkien osalta hyödyllinen ja käytännöllinen.

Lähteet

Elomatic. (2021). *Näin syntyy käyttäjakeskeinen valvomo*. Haettu 4.10.2021 osoitteesta

<https://www.elomatic.com/fi/palvelut/tuote-ja-palvelukehitys/artikkelit/nain-syntyy-kayttajakeskeinen-valvomo.html>

EN ISO 9241-210:2019 (2019). *Ihmisen ja järjestelmän vuorovaikutuksen ergonomia. Osa 210: Vuorovaikutteisten järjestelmien käyttäjakeskinen suunnittelu*. SFS Online.

Muuranen A. & Harmainen L. (n.d.). Käyttöliittymä- & käyttäjäkokemussuunnittelu (UI & UX Design) *itewiki*, <https://www.itewiki.fi/opas/kayttoliittymasuunnittelu-ux-user-experience-design-eli-kayttajakokemus/>

Rockwell Automation. (2011). *FactoryTalk View Site Edition User's Guide*. Haettu 12.10.2021 osoitteesta

https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/viewse-um006_en-e.pdf

Rockwell Automation. (2017). *Software-pdf*. Rockwell Automation Inc.

Rockwell Automation. (2018a). *How to Improve Plant Operations Through Better HMI Graphics-pdf*. Rockwell Automation Inc.

Rockwell Automation. (2018b). *Our history*. Haettu 20.9.2021 osoitteesta

<https://www.rockwellautomation.com/en-us.html>

SSAB Europe (2021) *SSAB lyhyesti*. Haettu 10.9.2021 osoitteesta <https://www.ssab.fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/ssab-lyhyesti>

Suomen automaatioseura ry. (2011). *Valvomo, suunnittelun periaatteet ja käytännöt*. Copy-Set Oy

Tolonen, J (2017) *Precision Steel Tube Handbook*. SSAB Europe Oy.

Haastattelu:

Isopahkala, E. (2021) Kehityspäällikkö, SSAB Europe Oy. Haastattelu 15.6.2021