



**LUT:N SOVELLETUN ELEKTRONIIKAN LABORATORION
VARASTONHALLINNAN TEHOSTAMINEN**

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Sähkötekniikan kandidaatintyö

2023

Jyri Karjalainen

Tarkastajat: Tutkijaopettaja Mikko Kuisma

Dosentti Tapio Saarelainen

Laboratorioinsinööri Matias Pekkanen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUTin energijärjestelmien tiedekunta

Sähkötekniikka

Jyri Karjalainen

LUT:n Sovelletun elektroniikan laboratorion varastonhallinnan tehostaminen

Sähkötekniikan kandidaatintyö

2023

28 sivua, 20 kuvaa, 4 taulukkoa ja 1 liite

Tarkastajat: Tutkijaopettaja Mikko Kuisma, Dosentti Tapio Saarelainen, ja
Laboratorioinsinööri Matias Pekkanen

Avainsanat: varastonhallinta, varastonhallintajärjestelmä, varastointi, käyttötapaus

Tämän kandidaatintyön tavoitteena on tehdä selvitys LUT-yliopiston Lappeenrannan kampuksen sovelletun elektroniikan laboratorion varastoinnin vaatimuksista. Toimivan varastonhallintajärjestelmän käyttöönoton tavoitteena on parantaa laboratoriotyöskentelyn tehokkuutta ja helpottaa komponenttien saldojen seuranta ja hallintaa. Tutkimuksessa haastateltiin laboratoriossa työskenteleviä opiskelijoita sekä henkilökunnan jäseniä. Haastatteluiden avulla määriteltiin järjestelmän käyttötapaukset, joiden perusteella laadittiin vaatimukset varastonhallintajärjestelmälle. Tämä kandidaatintyö toimii pohjana ehdotukselle varastoinnin parantamiseen.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

1	Johdanto.....	4
2	Lähtökohdat.....	5
2.1	Mitä tarkoitetaan varastonhallintajärjestelmällä?	5
2.2	Mitä ovat käyttötapaukset?	5
2.3	Varaston tarkastelu.....	6
2.3.1	Vahvuudet	7
2.3.2	Heikkoudet.....	7
2.3.3	Mahdollisuudet	8
2.3.4	Uhat.....	8
3	Tarpeiden määrittäminen	9
3.1	Mitä komponentteja varastoidaan ja miten niitä varastoidaan?	9
3.2	Järjestelmän käyttäjät	14
3.3	Käyttötapaukset.....	15
3.3.1	Hakutoimintoja suorittava käyttäjä	15
3.3.2	Laboratoriossa työskentelevä käyttäjä	16
3.3.3	Ylläpitäjä.....	17
3.3.4	Muita haastatteluissa esiin nousseita asioita	17
4	Tulokset	19
4.1	Järjestelmän vaatimukset	19
4.2	Järjestelmän käyttöönoton merkitys ja vaikutukset	27
4.3	Yhteenveto	28
5	Lähteet	29

1 Johdanto

LUT-yliopiston Lappeenrannan kampuksen sovelletun elektroniikan laboratorion komponenttien nykyinen varastohallinta ei vastaa käyttäjien tarpeisiin. Varaston ylläpitämiseen on olemassa avuksi varastohallintajärjestelmiä. Varastohallintajärjestelmän käyttöönotto parantaa varastohallintaa sekä helpottaa laboratoriossa työskentelyä.

Tämän kandidaatintyön tavoitteena on tehdä selvitys LUT-yliopiston Lappeenrannan kampuksen sovelletun elektroniikan laboratorion varastoinnin käyttötapauksista ja näiden avulla muodostetaan järjestelmälle vaatimukset. Aluksi tutkitaan varaston nykytilaa, jonka jälkeen mahdollisia käyttötapauksia kerätään haastatteluiden avulla. Käyttötapaukset kerätään yhteen ja niiden avulla muodostetaan varastohallintajärjestelmälle vaatimukset.

Selvityksen päätutkimuskysymys on:

Mitkä ovat laboratorioon sopivan varastohallintajärjestelmän keskeisimmät vaatimukset?

Päätutkimuskysymyksen tarkentavia alakysymyksiä ovat:

Millaisia komponentteja varastoidaan?

Minkälaisia käyttötapauksia järjestelmällä on?

Ketkä käyttävät järjestelmää?

Miten komponenttien menekkiä voi ennustaa järjestelmän avulla?

2 Lähtökohdat

2.1 Mitä tarkoitetaan varastohallintajärjestelmällä?

Varastohallintajärjestelmä, englanniksi warehouse management system (WMS) on järjestelmä, jonka avulla voidaan esimerkiksi hallita varaston sisältöä sekä pitää kirjaa varaston nimikkeistä, niiden saldomääristä sekä varastotapahtumista.

Varastohallintajärjestelmä kerää myös tietoa varastotapahtumista myöhempää tarkastelua ja analysointia varten. Varastohallintajärjestelmän valintaan vaikuttavat vaatimukset joita kohdevarastolla on. Vaatimukseen vaikuttavia tekijöitä ovat varastoitavien nimikkeiden tyyppi, nimikkeiden määrä, varaston fyysinen koko, ketkä olisivat järjestelmän käyttäjiä sekä varastolle ominaisten käyttötapauksen muodostavat vaatimukset. (SAP 2023.)

Varastohallintajärjestelmä on siis järjestelmä jonka avulla käyttäjä kommunikoi varaston kanssa ja hallitsee varastoa. Tilanteita, joissa käyttäjä käsittelee varastoa järjestelmän avulla, kutsutaan käyttötapauksiksi.

2.2 Mitä ovat käyttötapaukset?

Tässä tutkimuksessa käyttötapauksilla tarkoitetaan tilanteita, joissa käyttäjä kohtaa varaston järjestelmän avustamana. Tilanteissa käyttäjällä on vaatimus, jonka käyttäjä pyrkii täyttämään järjestelmän avulla. Tässä tutkimuksessa käyttötapaukset kerätään haastattelemalla laboratorion käyttäjiä. Käyttötapauksille kirjoitetaan kuvaus tapauksesta ja sen tavoite, eli mitä tällä pyritään saavuttamaan. (Luukkainen 2010.)

2.3 Varaston tarkastelu

Varaston tarkastelussa käytin apuna nelikenttäanalyysiä, jossa tutkitaan laboratorion varaston vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia sekä uhkia. (Suomen Riskienhallintayhdistys, 2023) Tämä auttaa hahmottamaan laboratorion varastoinnin nykytilan vahvuuksia ja heikkouksia, sekä uudistuksen mahdollisuuksia ja uhkia.



Kuva 1, Sovelletun elektroniikan laboratorion varastonhallinnan nelikenttäanalyysi

2.3.1 Vahvuudet

Nykyisen varastohallinnan vahvuutena on laboratorion fyysinen järjestys, jossa komponentit on saatu sijoitettua laboratorioon niin, että saatavilla olevat tilaresurssit on käytetty tehokkaasti. Komponenttien sijainnit laboratoriossa pääasiassa pysyvät samoina, jolloin laboratoriossa työskentelevä osaava henkilökunta ja opiskelijat tietävät mistä mitäkin on etsittävä. Jos varastoinnin tueksi päädytään ottamaan varastohallintajärjestelmä, sen käyttöönoton yhteydessä komponenttien varastointijärjestely ei vaadi suurta muutosta. Nykyinen varastointitapa yksinkertaisuudellaan nopeuttaa laboratoriossa työskentelyä. Jos tiedetään mistä ja mitä komponentteja tarvitaan, niiden ottaminen varastosta on suoraviivaista.

2.3.2 Heikkoudet

Tällä hetkellä laboratorion varastoinnin merkittävänä heikkoutena on tiedon puute varastosta löytyvistä komponenteista ja niiden saldotiedoista. Tällä hetkellä, kun ei tiedetä, mitä nimikkeitä varastossa jo on, saatetaan tilata sellaisia komponentteja, joita olisi jo saatavilla, mutta niitten sijainnista ei ole tietoa. Lisäksi saldotietojen puutteen takia jokin komponentti voi loppua kokonaan, ennen kuin huomataan sen olevan vähissä. Kun komponentteja tilataan vasta tässä vaiheessa lisää, hidastuu projektien eteneminen tilauksen saapumista odottaessa. Komponenttien määrän vähenemisen on joku laboratoriossa työskennellyt voinut huomata, mutta ilmoitus tästä on varastotäydennyksistä vastaavan henkilön sähköpostikansiossa ja jäänyt ehkä huomaamatta. Tästä muodostuu nykytilan toinen heikkous, eli tiedonkulun ongelmat ja hitaus.

Yhtenä heikkoutena on myös laboratorioon ensikertaa työskentelemään saapuvan henkilön vaikeus löytää etsimänsä komponentti. Nämä usein löytyvät etsimällä kaikki varastosijainnit läpi tai kysymällä aikaisemmin laboratoriossa työskennelleeltä henkilöltä, missä komponentteja on tai rajaamaan mistä komponenttia kannattaisi etsiä. Tämä hidastaa laboratoriossa ensi kertaa työskentelevän toimintaa.

Komponenttien varastosijaintitietojen puutteen takia projektin valmistuttua komponenttien palautus varastoon on työlästä, kun laboratorion käyttäjän on etsittävä kunkin komponentin alkuperäinen varastopaikka. Tämän takia varastosijainneista tällä hetkellä voi löytyä

useampaa kuin yhtä komponenttia, kun palautusvaiheessa oikeaa varastopaikkaa ei ole jaksettu etsiä tai sitä ei ole löytynyt ja komponentit on kaikki palautettu samaan paikkaan.

2.3.3 Mahdollisuudet

Laboratorion tulevaisuuden mahdollisuutena on ottaa käyttöön varastohallintajärjestelmä nykyisen varaston tueksi. (Logistiikanmaailma, 2023) Varaston fyysisiä ominaisuuksia ei tarvitsisi muuttaa muuten kuin nimeämällä varastosijainnit niin, että ne voidaan yhdistää järjestelmään kirjattaviin varastosijainteihin ja varmistamalla, että jokaisessa varastosijainnissa on vain yhtä komponenttia.

2.3.4 Uhat

Varastohallintajärjestelmän käyttöönotto tuo työnkulkuun uuden toimenpiteen. Jos tämä koetaan liian työlääksi ja aikaa vieväksi, voi kynnys järjestelmän käyttöön olla suuri ja komponenttien kirjaus järjestelmään jätetään välistä. Käyttötapausten keräämiseen tehdyissä haastatteluissa tämä oli moneen kertaan esiin noussut kohta, joka mietitytti haastateltavia henkilöitä. Tämän takia järjestelmän käytettävyys tulisi olla mahdollisimman yksinkertaista, jotta sitä ei koeta ylimääräiseksi taakaksi laboratoriossa työskenneltäessä.

3 Tarpeiden määrittäminen

3.1 Mitä komponentteja varastoidaan ja miten niitä varastoidaan?



Kuva 2, esimerkki varastoitavista komponenteista

Kuvassa 2 on muutama esimerkkejä laboratorion löytyvistä komponenteista. Laboratorion komponenteista osan hinta on pieni mutta menekki suuri. Esimerkiksi 100Ω vastus, joka maksaa noin 0,20 €. (Partco, 2023) Tämän tyyppisten komponenttien saldomäärien ei tarvitse olla täysin tarkkoja, kunhan ei tule vastaan tilannetta, jossa nämä pääsevät kokonaan loppumaan. Laboratorion löytyy myös nimikkeitä, joiden menekki on pienempää mutta hinta on korkeampi. Esimerkkinä tästä Arduino Uno mikrokontrolleri, jonka hinta on noin 25 €. (Partco, 2023) Kyseisen hintaluokan ja menekin artikkeleissa saldomäärät tulisi olla tarkkoja. Tämä saldojen tarkkuuden määrittäminen vaikuttaa varastohallintajärjestelmään asetettavien saldojen alarajojen määrittämiseen. Saldojen alarajoilla määritetään varmuusvarasto, eli varastosaldo, jolla vältetään komponenttien loppuminen uutta tilausta odottaessa. Saldorajan alittuessa kyseisen komponentin tiedoissa näkyy ilmoitus tästä ja se voidaan huomioida uusien komponenttihakintojen tehdessä, jotta kyseinen komponentti ei loppu varastosta kokonaan, ennen kuin uusi toimitus saapuu laboratorioon. (Logistiikanmaailma, 2023)

Sovelletun elektroniikan laboratoriossa varastoitavia komponentteja on useita erilaisia ja varastosijainteja on myös useita. Siksi on tärkeää, että järjestelmään saadaan syötettyä komponentin fyysinen varastosijainti mahdollisimman tarkasti, mutta selkeästi, jotta järjestelmä tehostaisi laboratoriossa työskentelyä vähentämällä komponenttien etsintään kuluva aikaa ja tässä voitettu aika korvaisi komponenttien kirjaukseen kuluvan ajan.

Pienimpiä varastoitavia komponentteja ovat surface-mount device (SMD) pintaliitoskomponentit. Näitä säilytetään kansioissa laboratorion varastohyllyssä. Tämä laboratorion keskellä oleva varastohylly on yksi varastosijainti varastonhallintajärjestelmässä ja se jaetaan hyllyväleittäin, jonka jälkeen tasoittain ja lopuksi ilmoitetaan hyllypaikka tasolla, jotta oikean sijainnin löytäminen onnistuu varmasti. Kuvassa 4 on esimerkki siitä, miten kansion (kuva 3.) sijainti voisi löytyä järjestelmästä.



Kuva 3, SMD-vastus kansio

Tässä esimerkissä kansion sijainti järjestelmässä olisi varastohyllykkö-A-2-1.



Kuva 4, Kuvassa on vihreällä merkitty varastohylly, sinisellä hyllyväli, keltaisella taso ja punaisella paikka tasolla

Toinen varastosijainti laboratorioissa on kuvassa 5 näkyvä komponenttitorni.
Komponenttitornin kaikki 4 kylkeä nimetään, jonka jälkeen jokainen taso ja tasolla oleva lokero nimetään järjestelmään.

Tässä esimerkissä lokeron sijainti järjestelmässä olisi komponenttitorni-A-8-2.



Kuva 5, komponenttitorni

Laboratorion takaosassa on vielä erillinen komponenttihilly (kuva 6.), jossa on samanlaiset lokerot kuin komponenttitornissa, joten tämän voi nimetä samalla tavalla kuin tornin lokerot, jotta merkintätapa pysyy yhdenmukaisena.

Tässä esimerkissä lokeron sijainti järjestelmässä olisi komponenttihilly-B-3-3.



Kuva 6, komponenttihilly

Osa komponenttitornin (kuva 5.) ja erillisen komponenttihillyn (kuva 6.) lokeroista on jaettu vielä kolmeen osioon (kuva 7.). Näissä tapauksissa täytyy vielä viimeiseksi sijainniksi merkitä lokeron osio, mistä oikea komponentti löytyy. Lokerot voidaan nimetä esimerkiksi A, B ja C tai käyttää numeroita 1, 2 ja 3. Näin varmistetaan, että oikea komponentti löytyy tästäkin varastosijainnista.



Kuva 7, komponenttitornin lokerot

3.2 Järjestelmän käyttäjät

Varastohallintajärjestelmän käyttäjiä ovat kaikki henkilöt, jotka käyttävät järjestelmän hakutoimintoja etänä tai työskentelevät laboratoriossa. Käyttäjien käyttöoikeudet määritetään ylläpitäjien toimesta. Ylläpitäjät ovat lähtökohtaisesti koulun henkilökuntaan kuuluvia henkilöitä. Komponenttikirjaston hakutoiminnot tulee olla käytettävissä etänä, mutta esimerkiksi normaalit varastotapahtumat, varastosta ottaminen, virheellisten saldojen korjaaminen ja varastoon palauttaminen, kuuluvat laboratoriossa työskenteleville käyttäjille. Uusien komponenttien lisäys järjestelmään tulee tapahtua ainoastaan laboratorion henkilökunnan tai henkilökunnan nimeämän henkilön toimesta. Näin järjestelmän käyttäminen pysyy mahdollisimman yksinkertaisena peruskäyttäjälle, nopeuttaen järjestelmän käyttöä ja mahdollisilta vahinkomuutoksilta ja väärinkäytöksiltä varastohallinnassa vältytään. Kuvassa 8 on esitettyinä käyttäjäroolit ja niiden toimintojen periytyminen alemmalta tasolta ylemmälle.



Kuva 8, Venn-diagrammi käyttäjärooleista jossa ulompi ympyrä perii sisäisemmän ympyrän roolin toiminnot

3.3 Käyttötapaukset

Käyttötapauksilla tarkoitetaan tilanteita, joissa käyttäjä ja varasto kohtaavat järjestelmän avustamana. Käyttötapauksen määrittämisen aloitin omalla pohdinnalla ja sen lisäksi täydensin niitä haastatteleamalla laboratoriossa työskenteleviä kolmea opiskelijaa sekä LUT-yliopiston viittä henkilökunnan jäsentä. Haastateltavat henkilöt valikoin niin, että jokaiselta käyttäjäroolilta nousee käyttötapauksia esille. Otanta on ajanpuutteen takia suppea määrältään, mutta kattaa silti kaikki laboratorion käyttäjäroolit. Haastatteluissa kysyin, miten ja mihin laboratorion käyttäjät käyttäisivät varastonhallintajärjestelmää ja näin keräsin listan mahdollisista käyttötapauksista järjestelmälle. Käyttötapauksen listaamisen avulla voidaan myöhemmin muodostaa vaatimukset järjestelmälle. Kerätyt käyttötapaukset on jaettu käyttäjäröoleittain taulukoihin 1, 2 ja 3. (Heumann 2008.)

3.3.1 Hakutoimintoja suorittava käyttäjä

Ensimmäinen taso käyttäjäröolirakenteessa on hakutoimintoja tekevä oppilas tai henkilökunnan jäsen. Tämän käyttäjäröolin omaavat käyttäjät voivat ainoastaan käyttää järjestelmän hakutoimintoja tekemättä saldomuutoksia varastoon. Haastatteluissa tämän käyttäjäröolin käyttötapauksia on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1, Hakutoimintoja tekevän käyttäjän käyttötapaukset

Kuvaus	Tavoite
Haku järjestelmästä	Tavoitteena on tiedustella, löytyykö tarvittavaa komponenttia varastosta.
Suodatettu haku järjestelmästä ja korvaavan komponentin etsintä	Tavoitteena on hakea järjestelmästä useita tietyn tyyppisiä komponentteja. Esimerkiksi vastukset. Näin voidaan etsiä korvaavaa komponenttia ennen kuin päätetään esittää hankintaehdotus uudelle komponentille.
Saldomäärä tiedustelu	Tavoitteena selvittää kuinka paljon tiettyä komponenttia on varastossa.
Komponentin varaus omaan projektiin	Tavoitteena on merkitä järjestelmään varaus komponentille, jonka saldon huomataan olevan vähissä.

3.3.2 Laboratoriossa työskentelevä käyttäjä

Seuraavana käyttäjänä järjestelmässä on laboratoriossa työskentelevä opiskelija tai henkilökunnan jäsen. Tämän tason käyttäjillä on oikeus tehdä edellisen roolin toimintojen lisäksi saldomuutoksia järjestelmään sekä esittää toiveita komponenttihankinnoista. Haastatteluissa tämän käyttäjäroolin käyttötappauksia on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2, Laboratoriossa työskentelevän käyttäjän käyttötappaukset

Kuvaus	Tavoite
Varastosta otto	Tavoitteena on ottaa komponentti varastosta ja tehdä tästä saldomuutosjärjestelmään.
Varastosta otto, kun fyysinen varastosijainti tiedetään. Pääsy varastotapahtuman muodostamiseen viivakoodi lukemalla.	Tavoitteena on tehdä saldomuutosmerkintä komponenttia otettaessa, kun sen paikka jo tiedetään. Varastosijainnista luetaan viivakoodi, joka avaa varastosijainnin järjestelmään ja kirjaus voidaan tehdä nopeasti.
Omaan projektiin tilatun komponentin ottaminen varastosta.	Tavoitteena ottaa omaan projektiin tilatun komponentti varastosta. Tähän saldomuutokseen muilla ei ole oikeuksia kuin projektiin osallistuvilla henkilöillä. Projektin valmistuttua ylimääräiset ja uudelleen käytettävät komponentit vapautuvat muiden käyttäjien käyttöön.
Ilman ennakkosuunnittelua tehtävä pieni kokeellinen projekti	Tavoitteena rakentaa pieni mitattava piiri, jonka jälkeen komponentit palautetaan paikalleen. Ainoastaan mahdollisesti rikki menneet komponentit kirjattaisiin järjestelmään.
Pitkään kestävä projektin varastointi laboratoriossa	Tavoitteena on sijoittaa keskeneräinen projekti laboratorion hyllyyn talteen työn myöhemmin jatkamista varten.
Varastoon palautus	Tavoitteena on palauttaa uudelleenkäytettävät komponentit projektin valmistuttua takaisin varastoon.
Toive uudesta komponenttihankinnasta yleiseen varastoon kaikkien käytettäväksi	Tavoitteena on esittää toive uudesta komponenttihankinnasta, joka huomioidaan, kun seuraavan kerran komponentteja tilataan lisää. Järjestelmässä voisi olla oma osionsa näille toiveille.
Toive uudesta komponenttihankinnasta tiettyä projektia varten	Tavoitteen esittää toive uudesta komponenttihankinnasta, joka olisi ainoastaan käytettävissä niille henkilöille, joiden projektiin tämä on tilattu. Projektin valmistuttua uudelleen käyttöön kelpaavat ja ylimääräiset komponentit vapautuisivat kaikkien käytettäväksi.
Tiettyä projektia varten tilatun komponentin palautus varastoon	Tavoitteena on palauttaa tiettyä projektia varten tilattu komponentti varastoon muiden käyttäjien käytettäväksi. Tätä varten on oltava paikka laboratoriossa, johon näitä uusia varastosijainteja voi muodostaa.

3.3.3 Ylläpitäjä

Haastatteluissa tämän käyttäjäroolin käyttötapauksia on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3, Ylläpitäjän käyttötapaukset

Uusien komponenttien tilaus järjestelmän avustamana	Tavoite on hakea mitä komponentteja täytyy tilata lisää. Ylläpitäjän näkökulmasta käyttöliittymän on näkyvästi ilmoitettava tilanteesta, jossa komponenttien saldot ovat alittaneet määritetyn saldorajan ja nämä komponentit voisi jaotella toimittajan mukaan, jotta voidaan muodostaa jokaiselle tavarantoimittajalle tilauslistat ja nämä viedä esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmaan. Tässä vaiheessa voidaan jo muodostaa alustava saldomuutos komponenteille, kun tiedetään kuinka paljon mitäkin komponenttia on tilattu.
Saapuvien tilausten kirjaus järjestelmään.	Tavoitteena lisätä toimittajalta saapuneet komponentit varaston saldoille. Jos tästä on muodostettu jo tilausvaiheessa alustava saldomerkintä, kuitataan komponentit saapuneiksi. Muussa tapauksessa saldomuutos kirjataan vasta tässä vaiheessa.
Uuden komponentin lisäys varastoon	Tavoitteena on lisätä uusi komponentti varastojärjestelmään. Samalla kirjataan vähintään komponentin kriittiset tiedot, jotta komponentti löytyy omasta luokastaan ja hakutoiminnolla. Samalla kirjataan komponentin tilaukseen tarvittavat tiedot, jotta jatkossa komponentin tilaus onnistuu helposti. Tietoja voi täydentää myöhemmin, jos se koetaan tarpeelliseksi
Saldokorjaus	Tavoitteen korjata virheellinen saldo järjestelmässä vastaamaan todellista määrää fyysisessä varastosijainnissa.
Komponentin poistaminen varastosta	Tavoitteena on poistaa järjestelmästä komponentti, joka on käytetty loppuun ja niitä ei tilata lisää tai niitä ei esimerkiksi ole enää saatavilla.

3.3.4 Muita haastatteluissa esiin nousseita asioita

Haastatteluissa nousi esiin myös asioita, jotka eivät liity välttämättä suoraan käyttötapauksiin. Ensimmäinen näistä oli pohdinta järjestelmän käyttökielestä. Yksinkertaisinta olisi, jos järjestelmän käyttökieli pääasiassa olisi englanti, koska se sopii teknilliseen termistöön paremmin ja kattaa suuremman joukon järjestelmän käyttäjiä. Sen lisäksi komponenttien tietoihin saisi lisättyä avainsanoja myös suomeksi. Näin

komponentteja hakiessa voisi käyttää kumpaa vain hakutermiä. Jos tulee eteen tilanne, jossa huomataan, että komponentin tiedoista puuttuu suomenkielinen vastine, jota usein hakiessa käytetään, tämän voisi vielä jälkikäteen lisätä komponentin tietoihin.

Haastatteluissa nousi esiin myös mielteitä siitä, onnistutaanko järjestelmän käytöstä saamaan niin yksinkertaista, että laboratoriossa työskentelevät henkilöt käyttäisivät sitä mielellään, eikä järjestelmän käyttöä koettaisi ylimääräisenä aikaa vievänä toimenpiteenä. Järjestelmän käyttämisen tulisi olla mahdollisimman yksinkertaista ja suoraviivaista, jotta komponenttien saldokirjaukseen kuluva aika saataisiin hyvitettyä esimerkiksi komponenttien etsintään kuluvan ajan vähentämisenä. Järjestelmän suurimmat hyödyt ovat henkilökunnalle saldohallinnan muodossa, mutta opiskelijan näkökulmasta hyöty tulisi työprosessin sujuvoittamisen muodossa.

Esiin nousi myös kysymys siitä, olisiko järjestelmästä mahdollista seurata laboratorion sen hetkistä käyttöastetta, eli sitä kuinka paljon laboratoriossa olisi sillä hetkellä henkilöitä työskentelemässä, tai kuka henkilökunnan jäsen laboratoriossa on paikalla. Tämän perusteella voisi pohtia onko juuri silloin sopiva ajankohta itselle mennä laboratorioon työskentelemään.

Yhdessä haastattelussa pohdimme myös sitä, olisiko varastosijainteja mahdollista merkitä myös laajemmalle kuin sovelletun elektroniikan laboratorioon. Esimerkkinä oli laboratoriossa oleva drone, jonka osista ei ole puhtaasti elektroniikan komponentteja. Tämä vaatisi järjestelmän osalta joustavaa varastosijaintien lisäystä myöhemmin varastohallintajärjestelmään.

Samassa haastattelussa esiin nousi myös idea näytteiden varastoinnista. Tässä tapauksessa oli mittalaitteesta kerättyä materiaalia astiassa, joka oli sijoitettuna laboratorion hyllyssä olevaan laatikkoon, jonka kyljessä ei ollut mitään merkintää. Tämän tyyppisten näytteiden varastoinnin voisi tuoda osaksi järjestelmää kirjaamalla näytteiden tiedot ja varastosijainnin, jonka jälkeen näistä tiedoista voi tulostaa viivakoodin näytteeseen. Näin näytteen voisi yhdistää järjestelmässä oleviin tietoihin. Varastohallintaohjelmassa tulisi silloin olla oma alaluokkansa näytteille, josta niiden fyysiset sijainnit laboratoriossa löytyisivät.

4 Tulokset

Haastatteluissa esiin nousseiden käyttötapauksen perusteella voidaan muodostaa hankittavalle järjestelmälle vaatimukset. Vaatimusten perusteella voidaan tulevaisuudessa valita toimivin varastohallintajärjestelmä sovelletun elektroniikan laboratorioon.

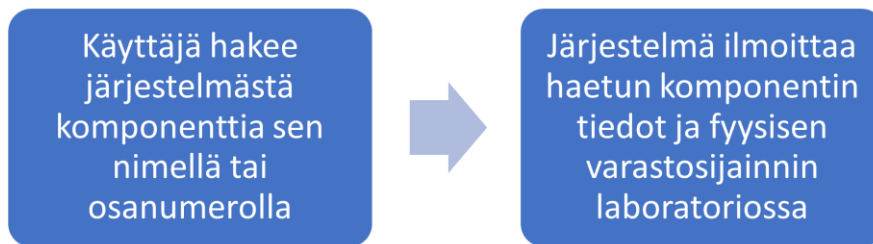
4.1 Järjestelmän vaatimukset

Laboratorioon valittavasta varastohallintajärjestelmästä tulee löytyä käyttäjäroolien nimitys mahdollisuus. Tällä voidaan jakaa käyttöoikeuksia käyttäjille tarpeen mukaan. Järjestelmän käyttäjiä ovat LUT-yliopiston sovelletun elektroniikan laboratoriota käyttävät opiskelijat sekä henkilökunta. Käyttäjä rooleja täytyy pystyä nimetä vähintään kolme eri tasoa ja ilman roolia olevat käyttäjät eivät voi tarkastella varaston tietoja. Ensimmäinen käyttäjärooli muodostetaan vain hakutoimintoja hyödyntäviä käyttäjiä varten. Näitä ovat yliopiston opiskelijat tai henkilökunnan jäsenet. Seuraavan tason käyttäjäroolin käyttäjä on laboratoriossa työskentelevä opiskelija tai henkilökunnan jäsen. Tämän tason käyttäjällä on oikeudet tehdä muutoksia varastosaldoihin. Viimeisenä käyttäjäroolina on järjestelmän ylläpitäjät, joilla on oikeudet nimetä rooleja käyttäjille ja oikeudet järjestelmän ylläpitoon vaadittaviin toimintoihin (Kuva 9).



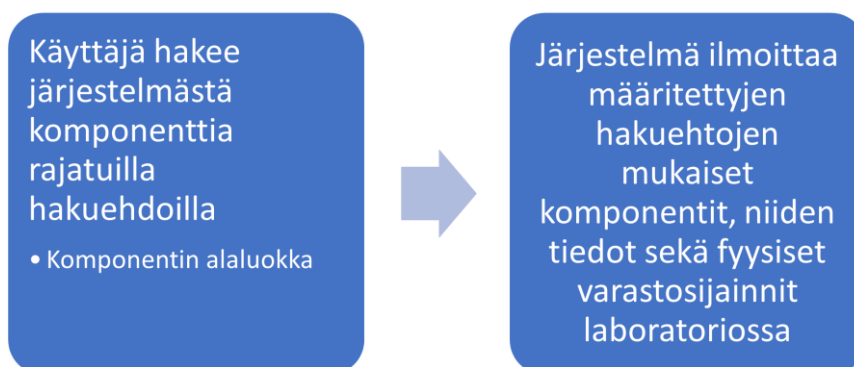
Kuva 9, käyttäjäroolin nimeäminen

Järjestelmän hakutoiminnosta tulee selvittää komponenttien fyysiset sijainnit laboratoriossa sekä komponenttien tiedot (Kuva 10).



Kuva 10, hakutoiminto

Hakutoiminnolla täytyy myös pystyä rajaamaan hakua, jotta käyttäjä voi suodattaa vai tietyn luokan komponentteja järjestelmästä, jos käyttäjä haluaa tutkia vaihtoehtoisia komponentteja tai käyttäjä ei tarkalleen tiedä mitä on etsimässä. Tällä tavalla saadaan rajattua vaihtoehtoja eikä käyttäjän tarvitse selata koko järjestelmää läpi löytääkseen ideoita projektinsa toteutukseen (Kuva 11).



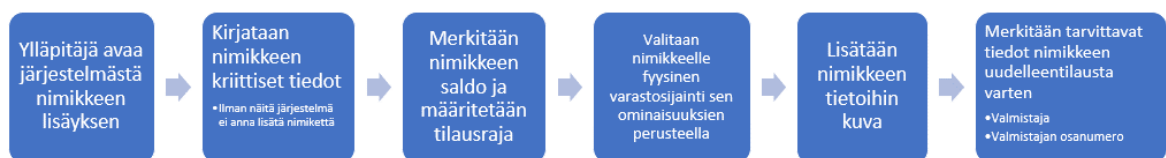
Kuva 11, rajattu hakutoiminto

Jotta järjestelmän hakutoiminnon suodatus toimii oikein, täytyy komponenttien kirjauksen yhteydessä olla toiminto komponentin luokan määrittämiseen. Kuvassa 12 on esitettyä uuden nimikkeen lisäyksen eteneminen käyttötapauksena. Järjestelmään lisättävän komponentin tietokenttään täytyy saada merkittyä sen kriittiset tiedot eikä järjestelmä ei anna luoda uutta nimikettä, jos yhtään kriittistä tietoa ei syötetä. Esimerkiksi uuden vastuksen kirjauksessa merkitään sen tehonkesto, resistanssi, jännitteenkesto sekä toleranssi. Toisena esimerkkinä uuden elektrolyyttikondensaattorin (ELKO) kirjauksessa merkitään sen kapasitanssi, nimellinen jännite, fyysiset mitat sekä toleranssi.

Tämän jälkeen merkitään, kuinka paljon komponenttia lisätään varastoon ja määritetään sen tilausraja. Tilausrajan määrittämiseen vaikuttaa komponentin menekki, hintaluokka ja se, kuinka nopeasti tavarantoimittajalta sitä on mahdollista hankkia lisää. Tilausrajaa voidaan muokata myöhemmin, jos huomataan esimerkiksi, että tilausraja on liian alhainen ja kyseinen komponentti on käytetty loppuun ennen kuin uusia on saatu varastoon.

Kun uuden komponentin tiedot ja luokittelu on määritelty, pystytään näiden tietojen avulla valitsemaan kyseiselle komponentille soveltuva fyysinen varastosijainti laboratorion. Varastosijainnin valintaan vaikuttaa komponentin fyysinen koko ja komponentille määritetty luokittelu, jotta saman alaluokan komponentit olisivat mahdollisimman lähellä toisiaan laboratoriossa. Fyysinen varastosijainti voidaan merkitä järjestelmään aikaisemmin esitettyjen esimerkkien mukaisesti (kuvat 4, 5, 6, ja 7).

Komponenttien kirjauksessa sen kuvaukseen on oltava mahdollista lisätä kuva komponentista. Lisäksi komponentin tiedoista tulee löytyä tilaushistoria helpottamaan komponenttien uudelleentilausta. Tämä sisältäisi komponentin valmistajan, valmistajan osanumeron ja linkin uuden tilauksen luomiseen.



Kuva 12, uuden nimikkeen lisäys

Järjestelmään täytyy olla mahdollista kirjata komponenttien käytöstä aiheutuvat saldomuutokset. Tämän kirjauksen pitää olla mahdollisimman suoraviivaista. Jos

komponentin fyysinen varastosijainti on tiedossa, käyttäjä voisi lukea esimerkiksi tietokoneeseen liitettyllä viivakoodinlukijalla viivakoodi varastosijainnista, jolloin saldotahtuman kirjaus avautuisi työpisteen tietokoneelle. Tämän jälkeen saldokirjaus voidaan tehdä työpisteelle takaisin palatessa ja käyttäjä voi jatkaa projektin rakentamista (Kuva 13).



Kuva 13, saldomuutos kun fyysinen paikka on tiedossa

Jos fyysistä varastosijaintia ei tiedetä, voi käyttäjä hakea komponentin järjestelmästä, jolloin järjestelmä näyttää komponentin varastosijainnin ja saldomuutoksen voi kirjata, kun komponentti on noudettu työpisteelle (Kuva 14).



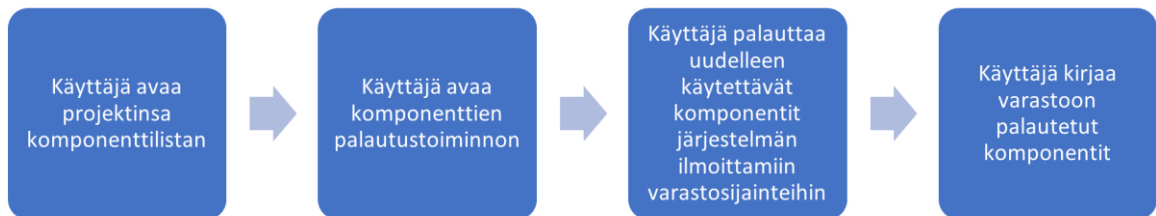
Kuva 14, saldomuutos kun fyysinen paikka ei ole tiedossa

Jos käyttäjän aloittama projekti tulee jatkumaan myöhempänä ajankohtana, täytyy järjestelmässä olla mahdollista merkitä projektin varastointisijainti laboratorioissa (Kuva 15).



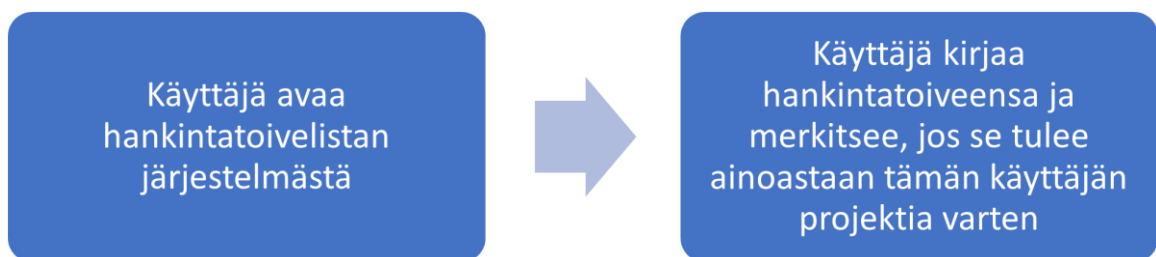
Kuva 15, projektin varastointi

Projektin valmistuttua uudelleen käytettävät komponentit täytyy olla mahdollista palauttaa takaisin varastoon. Komponentteja palauttaessa tulee kuitenkin varmistua siitä, että palautettavat komponentit ovat ehjiä (Kuva 16).



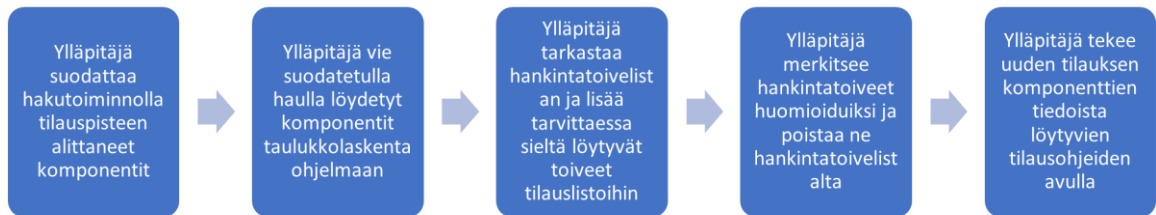
Kuva 16, komponenttien palautus varastoon

Järjestelmästä täytyy myös löytyä toiminto, jolla käyttäjät voivat toivoa komponenttihankintoja varastoon. Hankintatoivelistalla olevat komponentit voivat olla kaikkien käytettäväksi tulevia komponentteja tai ainoastaan niitä toivoneen käyttäjän projektiin varattuja, jolloin niiden saapuessa ainoastaan niitä toivoneella olisi oikeus käyttää niitä varastosta (Kuva 17). Kun projekti, johon nämä komponentit on tilattu, valmistuu, komponentit saisi vapautettua yleiseen varastoon kaikkien käyttöön ja merkintä varauksesta voitaisiin poistaa tässä vaiheessa.



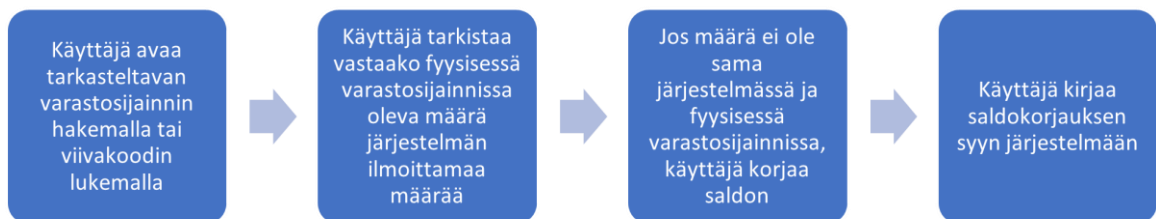
Kuva 17, hankintatoive

Ylläpitäjät voivat suodattaa hakutoiminnolla, minkä komponenttien saldot ovat alittaneet nimikkeen luontivaiheessa määritetyn saldorajan. Näistä suodatetun haun jälkeen esiin nousevista nimikkeistä olisi mahdollista viedä tiedot esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmaan myöhemmin tilauslistojen muodostamista varten. Tilauslistoja tehdessä ylläpitäjä tarkastaa samalla hankintatoivelistan ja tarvittaessa lisää siellä ehdotetut hankinnat tilauksiin ja kuittaa ne huomioiduiksi (Kuva 18).



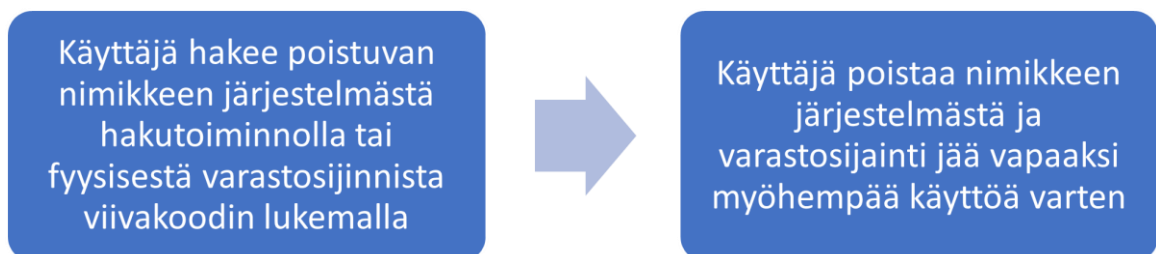
Kuva 18, komponenttien tilaus

Ylläpitäjien täytyy myös pystyä korjaamaan komponenttien saldoja, jos niissä esiintyy virheitä. Virhe korjataan niin, että fyysisessä varastosijainnissa oleva määrä vastaa järjestelmän ilmoittamaa määrää ja korjauksen selite merkitään saldomuutostapahtumana komponentin tietoihin (Kuva 19).



Kuva 19, saldokorjaus

Jos jonkin komponentin saldon annetaan kulua kokonaan loppuun, eikä niitä päätetä tilata lisää tai niitä ei enää valmisteta, tulee järjestelmästä löytyä mahdollisuus poistaa nimike varastosta (Kuva 20).



Kuva 20, nimikkeen poistaminen järjestelmästä

Taulukossa 4. on vielä esitettyä aikaisemmin mainitut toiminnot ja niiden välttämättömyys varastonhallintajärjestelmässä. Välttämättömyyden määrittelemiseen vaikutti se, kuinka

useasti tämä aihe nousi haastatteluissa esille ja kuinka suuri painoarvo kyseisillä toiminnoilla oli haastatteluissa. Tätä taulukkoa voidaan käyttää ohjaavana dokumenttina sopivan varastohallintajärjestelmän valinnassa LUT:n sovelletun elektroniikan laboratorioon.

Taulukko 4, järjestelmän toimintojen priorisointi

Hakutoimintoja käyttävä käyttäjä	
Kuvaus	Toiminnon välttämättömyys
Haku järjestelmästä	Välttämätön
Suodatettu haku järjestelmästä ja korvaavan komponentin etsintä	Välttämätön
Saldomäärä tiedustelu	Välttämätön
Komponentin varaus omaan projektiin	Toivottava toiminto
Järjestelmän pääkäyttökieli englanti, mutta tietoihin voisi laittaa hakusanoiksi suomenkielisiä vastineita	Toivottava toiminto
Laboratorion käyttöasteen seuranta	Ei oleellinen toiminto, mutta voidaan toteuttaa jollain muulla tavalla
Laboratorion käyttäjä	
Kuvaus	Toiminnon välttämättömyys
Uudelleen käytettävien komponenttien palautus varastoon	Välttämätön
Hankintatoivelista	Välttämätön
Varastosta otto	Välttämätön
Pitkään kestävä projektin sijoitus varastoon ja varastonhallintajärjestelmään	Toivottava toiminto
Varastosta otto, kun fyysinen varastosijainti tiedetään. Pääsy varastotapahtuman muodostamiseen viivakoodi lukemalla.	Toivottava toiminto
Omaan projektiin tilatun komponentin ottaminen varastosta.	Toivottava toiminto
Ilman ennakkosuunnittelua tehtävä pieni kokeellinen projekti	Toivottava toiminto
Toive uudesta komponenttihankinnasta omaa projektia varten	Toivottava toiminto
Omaa projektia varten tilatun komponentin palautus varastoon kaikkien käytettäväksi	Toivottava toiminto
Ylläpitäjä	
Kuvaus	Toiminnon välttämättömyys
Uusien komponenttien tilaus järjestelmän avustamana	Välttämätön
Saapuvan tavaran kirjaus järjestelmään.	Välttämätön
Uuden komponentin lisäys varastoon	Välttämätön
Saldokorjaus	Välttämätön
Komponentin poistaminen varastosta	Välttämätön

4.2 Järjestelmän käyttöönoton merkitys ja vaikutukset

Varastohallintajärjestelmän käyttöönotto parantaa sovelletun elektroniikan laboratorion resurssien hallintaa vähentämällä turhia komponenttihankintoja, kun tiedetään tarkalleen mitä kaikkea nykyinen varasto sisältää. Se myös tehostaa laboratorion ylläpitoon käytettävää aikaa, nopeuttamalla toimenpiteitä uusien hankintojen tekemiseen. Järjestelmän käyttöönotto parantaa myös laboratorion käyttäjien välistä tiedonkulkua uusia hankintoja tehdessä. Varastohallintajärjestelmä myös vähentää hävikkiä, kun komponenttien palautus takaisin varastoon onnistuu järjestelmän avustamana helpommin ja komponenttien varastopaikat löytyvät nopeasti. Tämä vähentää ylimääräisten kulujen lisäksi myös elektroniikkajätettä, jota projektien purkamisesta syntyy. Komponentit päätyvät todennäköisemmin uudelleen käyttöön, kun ne on sijoitettu käytön jälkeen takaisin alkuperäiselle paikalleen.

Varastohallintajärjestelmän käyttöönoton myötä, kun komponenttien menekistä on konkreettista tietoa, pystytään niiden menekkiä seuraamaan ja myöhemmin tarkastelemaan. Menekin historian perusteella voidaan ennakoida komponenttihankintoja etukäteen. Esimerkiksi kun huomataan, että jokaisen syyslukukauden alussa käynnistyvät kurssit käyttävät tiettyjä komponentteja siihen aikaan enemmän kuin niitä keväällä kuluu. Näiden komponenttien hankinnat voi siis jo ennakoida ennen kurssien alkua. Käyttöönoton jälkeen jo ensimmäisen lukukauden perusteella voidaan muodostaa arvioita määristä, kuinka paljon mitäkin komponentteja kurssit tarvitsevat onnistuneeseen toteutukseen.

Suurin hyöty varastohallintajärjestelmän käyttöönotosta muodostuu ylläpitäjille, mutta järjestelmän käyttöönoton hyöty tulee näkyä myös normaalin käyttäjän laboratoriotyöskentelyssä. Varastotapahtumien kirjaamiseen tarvittava ylimääräinen aika täytyy voittaa takaisin komponenttien etsintään kuluvan ajan vähentämisenä, jotta kynnys järjestelmän käyttöön olisi mahdollisimman matala.

4.3 Yhteenveto

Tämän selvitystyön tuloksena käyttötapauksen perusteella tehty vaatimuslista toimii pohjana varastohallintajärjestelmän valinnassa ja auttaa suodattamaan valinnassa LUT:n sovelletun elektroniikan laboratorion toimintaympäristöön sopivat järjestelmät. Tämä vaatimuslista toimii pohjustavana dokumenttina sovelletun elektroniikan laboratorion varastoinnin tehostamiseksi. Työn valmistumiselle tärkeää oli laboratorion sidosryhmien eli laboratorion erilaisten käyttäjien tavoitettavuus, jotta käyttötapauksia saatiin kartoitettua.

5 Lähteet

SAP 2023. What is a warehouse management system (WMS)? [Verkkosivu] [Viitattu 10.12.2023] Saatavissa: <https://www.sap.com/products/scm/extended-warehouse-management/what-is-a-wms.html>

Luukkainen M. 2010. Ohjelmistojen mallintaminen [Verkkosivu] [Viitattu 28. marraskuuta 2023] Saatavissa: <https://www.cs.helsinki.fi/u/mluukkai/ohmas10/luentokalvot/luento2.pdf>

Suomen Riskienhallintayhdistys 2023. SWOT-analyysi [Verkkosivu] [Viitattu 28. marraskuuta 2023] Saatavissa: <https://pk-rh.fi/tools/swot.html>

Heumann J. 2008. Transforming software and systems delivery, Tips for writing good use cases. [Verkkosivu] [Viitattu 30. marraskuuta 2023.] Saatavissa: http://uclab.khu.ac.kr/lectures/2015_1_sw/Practice_Text_01.pdf

Logistiikanmaailma 2023. varastonhallintajärjestelmät. [Verkkosivu] [Viitattu 9.12.2023] Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/varastohallintajarjestelmat/>

Partco 2023. palamaton vastus 1W, 100 ohm. [Verkkokauppasivu] [Viitattu 10.12.2023] Saatavissa: <https://www.partco.fi/fi/elektroniikan-komponentit/passiivit/vastukset/palamattomat-vastukset/12340-fres-1w-100r.html>

Partco 2023. Arduino Uno R3. [Verkkokauppasivu] [Viitattu 10.12.2023] Saatavissa: <https://www.partco.fi/fi/arduino/arduino-classic/15335-arduino-uno.html>

Logistiikanmaailma 2023. Varastotyypit ja -tekniikka. [Verkkosivu] [Viitattu 10.12.2023] Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotyypit-ja-tekniikka/>

Liitteet

Liite 1. Haastatteluissa esiin nousseet käyttötapaukset käyttäjärooleittain

Hakutoimintoja käyttävä oppilas tai henkilökunnan jäsen

Kuvaus	Tavoite
Haku järjestelmästä	Tavoitteena on tiedustella löytyykö tarvittavaa komponenttia varastosta
Suodatettu haku järjestelmästä ja korvaavan komponentin etsintä	Tavoitteena on hakea järjestelmästä useita tietyn tyyppisiä komponentteja. Esimerkiksi vastukset. Näin voidaan etsiä korvaavaa komponenttia ennen kuin päätetään esittää hankintaehdotus uudelle komponentille
Saldomäärä tiedustelu	Tavoitteena selvittää kuinka paljon tiettyä komponenttia on varastossa.
Komponentin varaus omaan projektiin	Tavoitteena on merkitä järjestelmään varaus komponentille, jonka saldon huomataan olevan vähissä.

Laboratoriossa työskentelevä opiskelija tai henkilökunnan jäsen

Kuvaus	Tavoite
Varastosta otto	Tavoitteena on ottaa komponentti varastosta ja tehdä tästä saldovähennys järjestelmään
Varastosta otto, kun fyysinen varastosijainti tiedetään. Pääsy varastotapahtuman muodostamiseen viivakoodi lukemalla.	Tavoitteena on tehdä saldomuutosmerkintä komponenttia otettaessa, kun sen paikka jo tiedetään. Varastosijainnista luetaan viivakoodi, joka avaa varastosijainnin järjestelmään ja kirjaus voidaan tehdä nopeasti.
Omaan projektiin tilatun komponentin ottaminen varastosta.	Tavoitteena ottaa omaan projektiin tilatun komponentti varastosta. Tähän saldomuutokseen muilla ei ole oikeuksia kuin projektiin osallistuvilla henkilöillä. Projektin valmistuttua ylimääräiset ja uudelleen käytettävät komponentit vapautuvat muiden käyttäjien käyttöön
Ilman ennakkosuunnittelua tehtävä pieni kokeellinen projekti	Tavoitteena rakentaa pieni mitattava piiri jonka jälkeen komponentit palautetaan paikalleen. Ainoastaan mahdollisesti rikki menneet komponentit kirjattaisiin järjestelmään.
Pitkään kestävä projektin varastointi laboratoriossa	Tavoitteena on sijoittaa keskeneräinen projekti laboratorion hyllyyn talteen työn myöhemmin jatkamista varten.

Varastoon palautus	Tavoitteena on palauttaa uudelleenkäytettävät komponentit projektin valmistuttua takaisin varastoon.
Toive uudesta komponenttihankinnasta yleiseen varastoon kaikkien käytettäväksi	Tavoitteena on esittää toive uudesta komponenttihankinnasta, joka huomioidaan, kun seuraavan kerran komponentteja tilataan lisää. Järjestelmässä voisi olla oma osionsa näille toiveille.
Toive uudesta komponenttihankinnasta tiettyä projektia varten	Tavoitteen esittää toive uudesta komponenttihankinnasta, joka olisi ainoastaan käytettävissä niille henkilöille joiden projektiin tämä on tilattu. Projektin valmistuttua uudelleen käyttöön kelpaavat ja ylimääräiset komponentit vapautuisivat kaikkien käytettäväksi
Tiettyä projektia varten tilatun komponentin palautus varastoon	Tavoitteena on palauttaa tiettyä projektia varten tilattu komponentti varastoon muiden käyttäjien käytettäväksi. Tätä varten on oltava paikka laboratoriossa johon näitä uusia varastosijainteja voi muodostaa.

Ylläpitäjä

Kuvaus	Tavoite
Uusien komponenttien tilaus järjestelmän avustamana	Tavoite on hakea mitä komponentteja täytyy tilata lisää. Ylläpitäjän näkökulmasta käyttöliittymän on näkyvästi ilmoitettava tilanteesta, jossa komponenttien saldot ovat alittaneet määritetyn saldorajan ja nämä komponentit voisi jaotella toimittajan mukaan, jotta voidaan muodostaa kullekin tavarantoimittajalle tilauslistat ja nämä viedä esimerkiksi Exceeliin. Tässä vaiheessa voidaan jo muodostaa alustava saldomuutos komponenteille kun tiedetään kuinka paljon mitään komponenttia on tilattu.
Saapuvan tavaran kirjaus järjestelmään.	Tavoitteena lisätä toimittajalta saapuneet komponentit varaston saldoille. Jos tästä on muodostettu jo tilausvaiheessa alustava saldomerkintä, kuitataan komponentit saapuneiksi. Muussa tapauksessa saldomuutos kirjataan vasta tässä vaiheessa.
Uuden komponentin lisäys varastoon	Tavoitteena on lisätä uusi komponentti varastojärjestelmään. Samalla kirjataan vähintään komponentin kriittiset tiedot, jotta komponentti löytyy omasta luokastaan ja hakutoiminnolla. Samalla kirjataan komponentin tilaukseen tarvittavat tiedot, jotta jatkossa komponentin tilaus onnistuu helposti. Tietoja voi täydentää myöhemmin, jos se koetaan tarpeelliseksi
Saldokorjaus	Tavoitteen korjata virheellinen saldo järjestelmässä vastaamaan todellista määrää fyysisessä varastosijainnissa.

Komponentin poistaminen varastosta	Tavoitteena on poistaa järjestelmästä komponentti, joka on käytetty loppuun ja niitä ei tilata lisää tai niitä ei esimerkiksi ole enää saatavilla.
------------------------------------	--