



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# EMED-KONFIGUROINTI- TYÖKALU

Tietotekniikka

TEKIJÄ/T: Ossi Pekkarinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Tietotekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Ossi Pekkarinen	
Työn nimi eMED-konfigurointityökalu	
Päiväys 21.12.2020	Sivumäärä/Liitteet 28/0
Ohjaaja(t) Janne Koponen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) NewIcon Oy	
Tiivistelmä <p>Työn tavoitteena oli suunnitella ja kehittää yritykselle NewIcon Oy konfigurointityökalu, jolla voidaan määrittää asiakastarpeisiin sopivia eMED ICON - älylääkekaappeja. Tuotoksen tarkoitus on korvata edellinen työkalu, joka on vaikeakäyttöinen ja aikaa vaativa. Uusi työkalu on siis nopeampi ja helpompi käyttää, lyhentää vastausaikoja tarjouksille ja siten myös parantaa asiakastytyväisyyttä.</p> <p>Työkalulla pystytään tekemään asiakkaan lääkekulutuslistan perusteella varaston kapasiteettilaskelma, jonka avulla saadaan määritettyä uudelle älylääkekaapille sopivat varastomodulit. Varastojen tyypit määräytyvät säilytettävien tuotteiden mukaan. Kulutustiedot on mahdollista ladata työkaluun ja muokata niitä tarpeen mukaan käyttöliittymässä olevilla muokkaustoiminnoilla.</p> <p>Kyseessä on Windows laitteilla toimiva WPF-sovellus, jonka toteutuksessa on käytetty .NET Framework -ohjelmistokomponenttikirjastoa ja C#-ohjelmointikieltä. Työkalulle pystytään määrittämään varastoja MySQL-tietokantaan, josta se lataa ne laskentaa varten.</p>	
Avainsanat eMED ICON, älylääkekaappi, konfigurointityökalu, varasto, WPF, .NET Framework	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Information Technology			
Author(s) Ossi Pekkarinen			
Title of Thesis eMED Configuration Tool			
Date	21 December 2020	Pages/Appendices	28/0
Supervisor(s) Janne Koponen			
Client Organisation /Partners NewIcon Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of the project was to design and develop a configuration tool, which can be used to configure new eMED ICON smart cabinets suitable for customer needs. The project was commissioned by NewIcon Oy. The tool is intended to replace the previous tool, which is difficult to use and time consuming. The new tool is therefore faster and easier to use, shortens response times to offers and improves customer satisfaction.</p> <p>The tool can be used to make a storage capacity calculation based on customer's consumption of medications. The storage capacity calculation can then be used to determine the appropriate storage modules for the new smart cabinet. The types of storages depend on the products to be stored. It is possible to load customer's consumption data into the tool and edit it as needed with the editing functions in the user interface.</p> <p>It is a WPF application running on Windows devices, implemented using the .NET Framework and the C# programming language. Information of different storages is stored in a MySQL database from which the tool loads them for capacity calculation.</p>			
<p>Keywords eMED ICON, smart cabinet, configuration tool, storage, WPF, .NET Framework</p>			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
1.1	Lyhenteet ja määritelmät.....	5
2	TEORIA .....	6
2.1	EOQ - malli.....	6
2.2	Poissonin jakauma .....	7
2.3	Varaston käyttöaste .....	8
2.4	Varaston määrittäminen.....	8
2.5	Velvoitevarastointi ja huumausainelaki .....	9
3	ÄLYLÄÄKEKAAPPI .....	10
3.1	Vetolaatikko.....	11
3.2	Korkeakaappi.....	11
3.3	Älylokerikko .....	12
3.4	Älyvetolaatikko .....	12
3.5	Vinohyllyt ja ovilokerot .....	13
4	TYÖKALUN TOIMINNOT JA KÄYTETYT TEKNIIKAT .....	14
4.1	Kulutuslista.....	14
4.2	Tulosikkuna .....	17
4.3	Työkalun lisäasetukset .....	18
4.4	Visual Studio.....	18
4.5	WPF ja .NET Framework.....	18
4.6	MySQL - Tietokanta.....	19
4.7	CSV.....	19
5	VARASTOKAPASITEETIN LASKENTA.....	20
5.1	Älyvetolaatikkolaskenta .....	20
5.2	Älylokerolaskenta .....	21
5.3	Vetolaatikko- ja korkeakaappilaskenta .....	22
5.4	Vinohyllylaskenta .....	23
5.5	Ovihyllylaskenta .....	26
6	YHTEENVETO.....	27
	LÄHTEET .....	28

## 1 JOHDANTO

Työ toteutettiin yritykselle NewIcon Oy, joka on erikoistunut lääkehuollon automaatiolaitteisiin. Aiheena oli kehittää eMED ICON - älylääkekaapille konfigurointityökalu, jonka valinnan perusteluna on sen hyöty uusien kaappien määrittämisessä. Työkalulla voi olla tehostava vaikutus erityisesti myynnin työssä, sillä se voi lyhentää vastausaikoja tarjouksille ja siten myös parantaa asiakastytyvyyttä. Lisäksi saadaan parannettua varastojen tilatehokkuutta, ja mahdollisesti tarve hyllylevyjen vaihtoon jälkeenpäin / käyttöönnotossa vähenee.

Yhden kaapin määrittäminen on yleensä vaatinut ajaksi kokonaisen työpäivän. Ensiksi asiakkaalta pyydetään tiedot lääkkeiden kulutuksista, jonka perusteella tehdään varastoitavasta määrästä laskelma. Sitten lääkkeet täytyy valmisteen ominaisuuksien mukaan luokitella, johon voi kuulua säilytykseen liittyviä määräyksiä. Näihin tehtäviin yhden kaapin määrittämisessä kuluu 3–4 tuntia. Kun lääkkeiden luokittelut ja määrät on selvitetty, vanhaa Excelissä toimivaa konfigurointityökalua on säädettävä tiettyjen vakioiden osalta. Sitä osaa käyttää vain yksi työntekijöistä vaikeutensa vuoksi.

Tarkoituksena oli siis toteuttaa erillinen ohjelmisto, jolla voidaan määrittää eMED-älylääkekaappien varastot asiakkaiden ennakkotietojen avulla nopeammin ja helpommin. Työkalun käyttöliittymään ladataan asiakkaan lääkekulutustiedot, joita voidaan tarvittaessa muokata. Laskennan jälkeen työkalu näyttää tarvittavien varastojen määrät sekä mitat.

### 1.1 Lyhenteet ja määritelmät

EOQ (Economic Order Quantity) = Optimaalinen eräkkoko

HC (High Cabinet) = Korkea kaappi

SDS (Smart Drawer with Sensors) = Älyvetolaatikko

SDL (Smart Drawer with Lids) = Älylokero

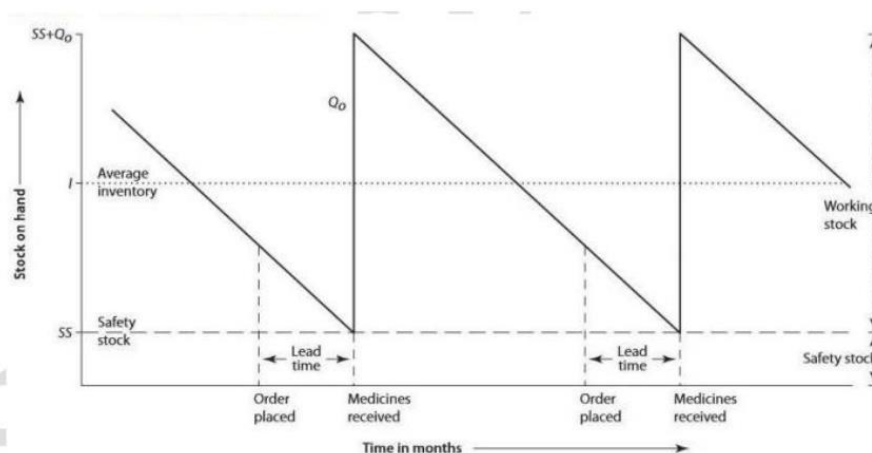
CSV (Comma-Separated Values) = Tiedostomuoto taulukkotietojen tallentamiselle

IC (Inclined Shelves) = Vinohyllyt

PKV = Pääasiallisesti keskushermostoon vaikuttava

## 2 TEORIA

### 2.1 EOQ - malli



Kuva 1. Varastonhallintamalli, joka kuvaa lääkkeiden kysynnästä aiheutuvaa tasaista kulutusta.  $SS + Q_0$  tarkoittaa varastossa olevaa lääkemäärää, jossa  $SS$  (Safety stock) on turvavarasto ja  $Q_0$  (Quantity ordered) on työvarasto. Lääkkeiden loppumiselta pitäisi välttyä ja siksi on tehtävä riittävän ajoissa uusi tilaus. Tilaukset määrä riippuu asiakkaan lääkekulutuksesta viikon aikana. Turvavarasto turvaa lääkkeiden saannin esimerkiksi myöhästyneissä toimituksissa. (Garnett ja Battersby, 1993)

Tuotteiden tavoitemäärät on asetettu eMED-älylääkekaapin järjestelmään, joka voi tehdä minimimäärän alittuessa täydennystilauksen apteekista tai muusta määritetystä varastosta. Varastolaskennassa tarvitaan vuotuisen lääkekulutustiedon lisäksi turvavaraston suuruus, täydennyskertojen määrä viikon aikana sekä kiertovaraston (keskimääräisen varaston) suuruus.

Kiertovarasto saadaan laskettua seuraavalla kaavalla:

$$I = \frac{D}{52} \frac{S}{2} + \frac{D}{360} SS,$$

jossa:

- $S$  on säilytettävä määrä viikkoina
- $SS$  on turvavarasto päivinä
- $D$  on kulutus vuoden aikana pakkauksina tai jakeluyksikköinä
- $I$  on kiertovarasto eli keskimääräinen varasto

Lääkkeiden kulutus täyttövälillä aikana lasketaan seuraavasti:

$$D_2 = \frac{D}{360} \left( \frac{7}{R_f} \right),$$

jossa:

$D_2$  on kuluttujen lääkkeiden määrä täyttövälillä

$R_f$  on kaapin täyttökertojen määrä viikossa

## 2.2 Poissonin jakauma

Poissonin jakaumalla voidaan selvittää halutun tapahtumamäärän todennäköisyys tietyllä aikavälillä. Tapahtumien todennäköisyys on riippumaton siitä, milloin edellinen tapahtuma on tapahtunut (NIST, 2013). Esimerkiksi täyttövälillä, jossa lääkkeiden määrä ei riittänyt, ei vaikuta seuraavan täyttövälin riittävyyden todennäköisyyteen.

Kun tiedetään kiertovaraston suuruus ja lääkkeiden kulutus täyttövälillä, varaston riittävyys on mahdollista tarkistaa käyttäen Poissonin jakauman kertymäfunktiota, eli millä todennäköisyydellä lääkevaraston määrä pysyy suurempana kuin nolla. Jos todennäköisyys riittävyydelle on alle 90 prosenttia, on suositeltavaa lisätä lääkkeiden määrää varastossa.

Seuraavalla laskennalla voidaan selvittää, että riittääkö kiertovarasto siihen asti, kun varastoa täytetään seuraavan kerran. Poissonin kertymäfunktion intensiteettinä voidaan käyttää lääkkeiden kulu- tusta täyttövälän ajalta.

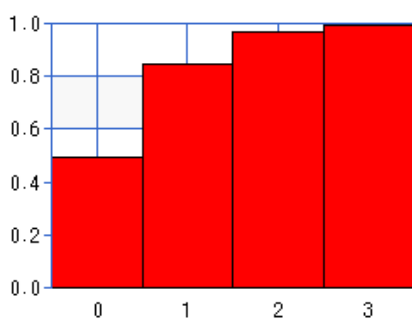
$$P = \sum_{k=0}^I \frac{e^{-D_2} D_2^k}{k!},$$

jossa:

$P$  on todennäköisyys lääkkeiden riittävyydelle

$D_2$  on kuluttujen lääkkeiden määrä täyttövälillä

Jos todennäköisyys  $P$  on alle 90 %, täytyy varastomäärää kasvattaa.



Kuva 2. Esimerkki kertymäfunktion kuvaajasta, joka näyttää vaaka-akselissa kiertovarastot väliltä 0–3 ja pystyakselissa todennäköisyyden varaston riittävyydelle, kun kulutus täyttövälillä on 0.7 pakettia. Tämän esimerkin pohjalta varastomäärä täytyy olla minimissään kahden pakkauksen suuruinen, koska riittävyyden todennäköisyys alittaa muuten 90 %.

### 2.3 Varaston käyttöaste

Käyttöasteella tarkoitetaan, että kuinka paljon varastotilaa voidaan hyödyntää lääkkeiden säilytyksessä. Sen suuruus riippuu varastotiloista sekä varastoitavista tuotteista, mutta se on kuitenkin aina alle yksi. Lääkkeiden varastoinnissa hyllyköihin ja kaappeihin suositeltava käyttöaste on 0.5–0.65. (Garnett, 2014)

Monet eri tekijät voivat vaikuttaa käyttöasteeseen merkittävästi. Esimerkiksi älyvetolaatikoissa, vinohylyissä ja ovilokerikoissa käytetään jakajia, joita on mahdollista säätää tietyn välein. Ne helpottavat tuotteiden sijoittelua, mutta silloin näiden välille jää enemmän käyttämätöntä tilaa. Lisäksi tuotteiden muoto, määrä sekä mitat vaikuttavat myös siihen, mihin ja miten ne kannattaa varastoida. Tuotteita ei välttämättä pysty asettamaan päällekkäin, ja pyöreän muotoisten purkkien välille voi myös jäädä runsaasti käyttämätöntä tilaa. Varastoitavan tuotteen kannattaa siis olla sellainen, että se pystyy mitoiltaan ja muodoltaan tehokkaasti täyttämään käytettävää varastotilaa. Varastoinnissa on myös huomioitava, että liian tiheään asetettujen tuotteiden käsittely voi vaikeutua. (Garnett, 2014)

Yksittäisen asiakkaan säilytystapoja voidaan myös selvittää ja hyödyntää niitä tarkemman käyttöasteen saamiseksi, jolloin varastolaskennasta saadaan sopivampia tuloksia kaapin tilaajalle. Tuotteiden säilytystavat voivat siis vaihdella eri asiakkailla (Kolehmainen, 2020-11-03). Käyttöasteen voi laskea esimerkiksi jakamalla tuotteiden yhteistilavuuden varastotilavuudella.

### 2.4 Varaston määrittäminen

Jokaiselle lääkkeelle määritetään sopiva varastotila, joka voi olla älyvetolaatikko, älylokerikko, vinohylykkö, korkeakaappi tai vetolaatikko. Lääkemuoto, -luokitus ja asiakkaan säilytystavat yleensä määrittävät sopivan varaston. Esimerkiksi tabletit, kapselit ja oraaliset lääkkeet sijoitetaan usein vinohylyyn tai vetolaatikkoon. Vinohyllykön ovi voi sisältää ovilokeroita, joihin voidaan sijoittaa vinohylyyn sopimattomia tuotteita, esimerkiksi purkkeja. Korkeakaappiin menevät suuret lääkemäärät sekä isot pakkaukset, jotka eivät sovi vetolaatikkoon. (Kolehmainen, 2020-10-06)



Huume-, PKV- ja muita tarkkaa seurantaa tarvitsevia lääkkeitä on säilytettävä anturoidussa varastossa. Korkeimmalla turvatasolla olevat lääkkeet sijoitetaan yleensä älylokerikkoon, joka mahdollistaa pääsyn vain tarvittavaan tuotteeseen aukaisemalla vain kyseisen lokeron kansi. Muut lääkkeet, jotka eivät tarvitse tarkkaa seurantaa, voidaan varastoida mihin tahansa asiakkaan määrittämään moduuliin. (Kolehmainen, 2020-10-06)

## 2.5 Velvoitevarastointi ja huumausainelaki

Lääkkeiden varastoimisessa on otettava huomioon lääkkeiden velvoitevarastointilaki. Kullekin säilytettävälle lääkkeelle on määritettynä minimimäärä, joka koskee myös sairaala-apteekkien eMED-älykaappeja (Laki lääkkeiden velvoitevarastoinnista 2008, §7).

Huumausainelaki säätelee, miten huumausaineita on säilytettävä. Huumelääkkeet pitäisi varastoida erilliseen ja lukittuun paikkaan, jotta sivulliset eivät pääse niihin käsiksi (Huumausainelaki 2008, §26).

Terveys­huollon toimintayksikössä on varastoitava lääkevalmisteita seuraavasti:

- 1) Kuuden kuukauden keskimääräistä kulutusta vastaava määrä:
  - mikrobilääkkeisiin kuuluvia antibiootteja, sulfonamideja ja muita synteettisiä antimikrobilääkkeitä.
- 2) Kolmen kuukauden keskimääräistä kulutusta vastaava määrä:
  - Hengityselinten sairauslääkkeisiin kuuluvia astmalääkkeitä.
  - Maha- ja pohjukaissuolihaavan hoidossa käytettäviä lääkkeitä.
  - Psyky­lääkkeisiin kuuluvia psykoosi-, neuroosi- ja depressiolääkkeitä.
  - Neurologisista lääkkeisiin kuuluvia epilepsialääkkeitä ja parkinsonismilääkkeitä.
  - Silmätautilääkkeisiin kuuluvia glaukoomalääkkeitä ja silmään annosteltavia mikrobilääkkeitä
  - Syöpälääkkeitä ja niiden haittavaikutusten hoitoon tarkoitettuja lääkkeitä, immunostimulantteja, immunosuppressantteja sekä antitromboottisia lääkkeitä ja hemostaatteja.
- 3) Kahden viikon kulutusta vastaava määrä:
  - Elektrolyytti- ja nestetasapainohäiriöissä sekä parenteraalisessa ravitsemuksessa käytettäviin lääkkeisiin kuuluvia perusliuoksia, ravintoliuoksia ja albumiiniliuoksia.

(Laki lääkkeiden velvoitevarastoinnista 2008, §7)

## 3 ÄLYLÄÄKEKAAPPI

eMED ICON on älylääkekaappi, joka on useimmiten osa sairaala-apteekin varastoa lääkkeiden ja hoitovälineiden säilytyksessä, vähentäen lääkitysvirheitä ja lisäten potilasturvallisuutta. Älylääkekaappi valmistetaan moduuleista, jotka ovat vaihdettavissa käyttötarpeen mukaan. Kaapit pystyvät seuraamaan lääkkeiden käyttöä anturoitujen varastojen avulla, ja niitä voidaan hallita keskitetysti sairaala-apteekin toiminnanohjausjärjestelmällä tai suoraan eMED ICON:in järjestelmässä. (NewIcon Oy, 2020)

TAULUKKO 1. Varastotilojen mitat ja turvatasot. Leveys (mm), korkeus (mm), syvyys (mm) ja turvataso, jossa ykkönen tarkoittaa korkeinta tasoa. Jos tuotteen turvataso on 5, sitä säilytetään kaapin ulkopuolella. Vinohyllykön turvataso on kaksi silloin, kun se sisältää lääkkeiden käyttöä seuraavia antureita.

	<b>Leveys</b>	<b>Korkeus</b>	<b>Syvyys</b>	<b>Turvataso</b>
<b>Älylokerikko</b>	80, 105, 117, 158, 319	69, 119, 219	105	1
<b>Älyvetolaatikko</b>	308, 508	50, 100, 150, 250	572	2
<b>Korkeakaappi</b>	506	414, 422, 438	715	4
<b>Vinohyllyt</b>	367, 567	55, 67, 73, 90	261, 341	2, 3
<b>Ovihyllyt</b>	317, 517	139, 145, 154, 234	84	3
<b>Vetolaatikko</b>	308, 508	50, 100, 150, 250	572	4

TAULUKKO 2. Tuotteiden maksimikorkeudet kullekin vetolaatikkokokoole. Vetolaatikon koko, vetolaatikon korkeus (mm) ja tuotteen maksimikorkeus (mm)

<b>Vetolaatikon koko</b>	<b>Vetolaatikon korkeus</b>	<b>Tuotteen maksimikorkeus</b>
S (Lasipohja)	100	68
S	100	74
M	150	124
L (Lasipohja)	200	169
L	200	174
X	300	274

### 3.1 Vetolaatikko

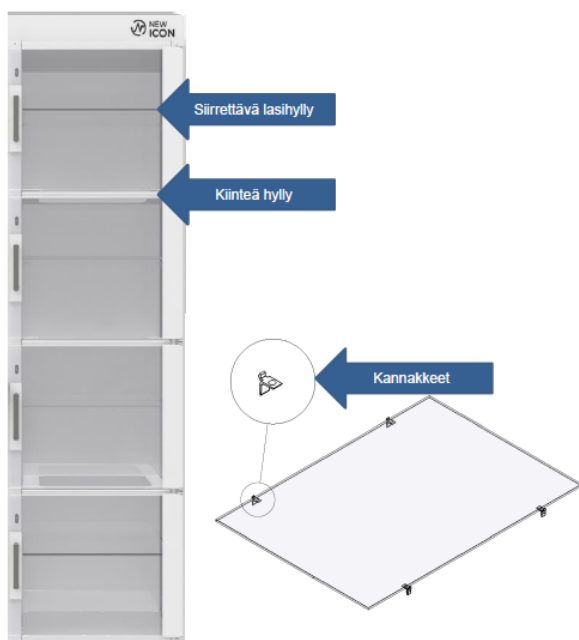
Tavallisessa vetolaatikossa (Kuva 3) voidaan säilyttää hoitovälineitä sekä lääkkeitä, jotka eivät tarvitse tarkkaa seuranta. Laatikko ei sisällä lääkkeiden käyttöä seuraavia antureita, eikä niiden ottoa opastavaa valo-ohjausta. (NewIcon Oy, 2020)



Kuva 3. Vetolaatikko jakajilla

### 3.2 Korkeakaappi

Korkeakaapissa (HC) varastoidaan erityisesti suuria pakkauksia ja pakkausmääriä (Kuva 4). Kaappi sisältää siirrettäviä lasihyllyjä, joiden korkeutta voidaan säätää 25 millimetrin välein niiden alla olevilla kannattimilla. (NewIcon Oy, 2020)



Kuva 4. Korkeakaappi ja siirrettävä lasihylly

### 3.3 Älylokerikko

Älylokerikossa (SDL) voidaan säilyttää lääkkeitä yksittäisissä lukituissa laatikoissa (Kuva 5). Älylokeroina on saatavilla eri kokoihin vetolaatikoihin ja niiden koko vaihtelee valitun kokoonpanon mukaan. Lokeroihin voidaan varastoida seuranta vaativia lääkkeitä, kuten PKV- ja huumelääkkeitä. (NewIcon Oy, 2020)



Kuva 5. Älylokerikolla varustettu vetolaatikko

### 3.4 Älyvetolaatikko

Älyvetolaatikon (SDS) pohjassa olevilla antureilla voidaan seurata lääkkeiden käyttöä ja jakajissa näkyvillä valoilla pystytään opastamaan käyttäjää ottamaan oikea lääke (Kuva 6). Käyttäjät voivat määrittää jakajien avulla sopivat sijoituspaikat tuotteille. Pitkittäisiä jakajia voidaan säätää 25 mm jaolla ja poikittaisia 28 mm jaolla. Laatikossa voi myös säilyttää PKV- ja huumelääkkeitä. (NewIcon Oy, 2020)



Kuva 6. Valo-ohjaus anturoidussa älyvetolaatikossa

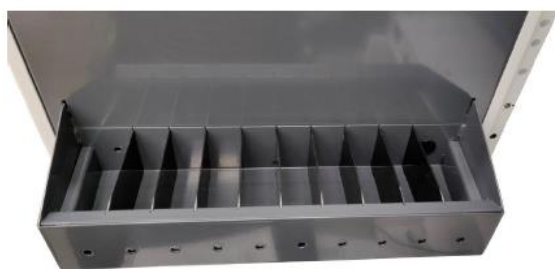
### 3.5 Vinohyllyt ja ovilokerot

Vinohyllyjä (IC) voi olla yhdessä moduulissa 6–7 kappaletta (Kuva 7). Hyllyissä on jakajia, joita voidaan säätää 30 mm jaolla alkaen 30 millimetristä. Vinohylly on tarkoitettu lääkepakkauksien säilytykseen, eli esimerkiksi purkit eivät ole sopivia. Jakajan saa poistettua levystä vetämällä, työntämällä tai nostamalla sitä. Vinohyllykkö voi myös olla anturoitu ja valo-opastettu, jolloin seurantaan tarvitsevien lääkkeiden varastointi on mahdollista. (NewIcon Oy, 2020).



Kuva 7. Vinohyllyt

Vinohyllyjen ovesa voi olla lisänä ovihyllyjä 3–4 kappaletta (Kuva 8), jolloin vinohyllyjen syvyys on 80 mm lyhyempi. Ovihyllyjen korkeus riippuu oven koosta ja hyllyjen määrästä. Lokeroiden jakajia voidaan säätää 30 mm jaolla tarpeen mukaan. Näihin voidaan sijoittaa esimerkiksi tuotteita, jotka ovat sopimattomia vinohyllyyn. (NewIcon Oy, 2020).



Kuva 8. Ovilokerot

## 4 TYÖKALUN TOIMINNOT JA KÄYTETYT TEKNIIKAT

Työkalun toteutukseen kuului ohjelmointityön lisäksi jatkuvaa toimivuuden testaamista sekä kehityksen etenemiseen liittyviä demoja säännöllisin välein toimeksiantajalle. Ohjelman toimivuutta on pyritty aina testaamaan, kun sen toimintoihin on tehty lisäyksiä tai muutoksia. Työkalun demot mahdollistivat palautteen sekä lisäohjeiden saamiselle jatkokehitystä varten.

Työkalusta on pyritty tekemään mahdollisimman selkeä ja yksinkertainen, jotta kuka tahansa oppisi sen käytön lyhyellä ajalla. Se on kuitenkin kehitetty toistaiseksi yrityksen sisäiseen käyttöön, mutta tätä voidaan mahdollisesti jatkokehittää selaimella käytettäväksi myös asiakkaille. Uutta työkalua on merkittävästi helpompi käyttää kuin edellistä Excelissä toimivaa työkalua, ja uuden kaapin määrittäminen ei enää välttämättä tarvitse ajaksi kokonaista työpäivää. Suurien lääkekulutuslistojen käsittely on nopeampaa kuin vanhassa työkalussa, johon saattoi mennä aikaa useampi tunti.

### 4.1 Kulutuslista

Työkaluun pystyy syöttämään asiakkaan lääkekulutustiedot, joiden perusteella on tarkoitus laskea lääkkeille sopivat varastokapasiteetit (Kuva 9). Lääkekulutustietoja on mahdollista lisätä suoraan käyttöliittymässä, mutta ne voidaan myös ladata asiakkaan täyttämästä Excel-taulukosta.

”ID” – sarakkeessa on lääkkeen kuusinumeroinen koodi, joka on pohjaismainen tuotenumero. Sen tarkoitus on esimerkiksi varmistaa asiakkaalle oikea lääke (Lääketietokeskus, 2018). Työkalussa tuotenumeroa käytetään lääkkeiden yksilöimiseen, joka on välttämätöntä esimerkiksi luokituksien asettamisessa.

”Kulutus”-sarake näyttää kunkin lääkkeen kulutuksen vuoden aikana jakeluyksikköinä (tabletteina tai ampulleina). Kun tiedetään kulutus, pakkauskoko ja täyttökertojen määrä, voidaan näiden perusteella laskea täyttövälillä ajalta lääkepakkausten määrä, joka on välttämätön tieto varastolaskennassa.

Kiertovaraston riittävyydestä kertoo ”Riittävyys”-sarake. Jos todennäköisyys lääkevaraston riittävyydelle on liian alhainen, eli alle 90 %, rivi värjätään punaisella. Tällöin pitäisi kyseisen lääkkeen määrää kasvattaa tai täyttökertoja viikon aikana lisätä.

”Leveys”-, ”Korkeus” – ja ”Pituus” – sarakkeissa näkyvät lääkepakkausten mittatiedot, joita on kerätty varastoautomaatin toiminnan yhteydessä. Mitat tulevat Excel-taulukosta, jonka ohjelma lataa käynnistymisen yhteydessä. Jos jollekin lääkepakkaukselle ei löydy mittatietoja, määritetään mittoiksi keskimääräiset arvot. On myös mahdollista hyödyntää internetissä toimivia maksullisia palveluita, jotka sisältävät ajantasaista ja luotettavaa tietoa lääkkeistä, esimerkiksi tällainen palvelu on Lääketietokeskus. Ohjelman toteutuksessa tämä on otettu huomioon, jos haluaa näitä palveluita hyödyntää myöhemmin.

Kulutuslistan ”Tyyppi”-sarakeessa näkyy lääkkeen luokitus, onko kyseessä PKV-, huume- vai jokin muu lääke. Työkalu näyttää myös tämän perusteella turvatasoa, jos sitä ei ole valmiina kulutuslistassa. Luokitusta ja turvatasoa voidaan käyttää apuna sopivan varaston määrittämisessä, joka tehdään ”Sijoitus”-sarakeessa. Luokittelutiedot ovat peräisin Fimean ylläpitämästä lääkevalmisteiden perusrekisteristä.

”Vain pysty” – sarakeessa olevilla valintaruuduilla voidaan estää halutun tuotteen kääntäminen laskennassa. On myös mahdollista, että joitakin tuotteita ei voida asettaa päällekkäin, jolloin ”Pinotava” – sarakeesta otetaan asetus pois päältä. Nämä asetukset ovat hyödyllisiä esimerkiksi purkkien laskennassa, sillä näitä varastoidaan vain pystyasennossa eikä niitä voi pinota.

ID	Nimi	Kulutus	Koko	Määrä	Leveys	Korkeus	Pituus	Riittävyys	Tyyppi	Sijoitus	Turvataso	Vain pysty	Pinotava
V0097	Fentanyl-ropivakaiini-natriumkloridi epiduraalirisku 20ml 1 kpl	838	1	7	20	300	100	1	Muu	Älyvetolaatikko	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
456368	Oxanest 10mg/ml 1ml inj.neste 25 ampulli	550	25	1	75	85	75	0.9999	Huume	Älylokerö	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
566544	Oxyratio 5mg kapseli 28 kapseli	280	28	1	30	135	60	0.9931	Huume	Älylokerö	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
033138	Targiniq 10/5mg depottabl 28 tabletti	186	28	1	20	110	75	0.9894	Huume	Älylokerö	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
070158	Oxyratio 10mg kapseli 28 kapseli	168	28	1	30	135	60	0.9744	Huume	Älylokerö	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
007007	Fentanyl-hameln 50microg/ml inj.neste 2ml 10 ampulli	150	10	1	30	95	80	0.9833	Huume	Älylokerö	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
025895	Oxycodone Ratiopharm 10 mg depottabl 28 tabletti	112	28	1	20	135	70	0.9751	Huume	Älylokerö	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
053563	Targiniq 5/2.5mg depottabl 28 tabletti	84	28	1	20	110	75	0.9502	Huume	Älylokerö	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
122547	Metadon abcur 5mg tabletti 20 tabletti	80	20	1	25	110	48	0.9557	Muu	Älyvetolaatikko	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
563918	Oxycodone Ratiopharm 5mg depottabl 28 tabletti	56	28	1	20	135	70	0.896	Huume	Älylokerö	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
026227	Oramorph 2mg/ml 5ml oraaliuio 30 annosplo	30	30	1	60	155	90	0.747	Huume	Älylokerö	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
405498	Morphin 2mg/ml 1ml (säilöntäaineeton) inj.neste 25 ampulli	20	25	1	75	85	75	0.8233	Huume	Älylokerö	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
103806	Fentanyl ratiopharm 12mikrog/h depottaast 5 laastari	10	5	1	20	80	85	0.9074	Huume	Älylokerö	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
060699	Rapifen 0.5mg/ml 2ml inj.neste 5 ampulli	2	5	1	30	105	75	0.9807	Muu	Älyvetolaatikko	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
547976	Opamox 15mg tabl 100 tabletti	200	100	1	64	51	101	0.9854	PKV	Ei valintaa	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
087320	Imovane 7.5mg tabl 100 tabletti	200	100	1	64	51	101	0.9854	PKV	Älyvetolaatikko	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
173955	Stesolid Novum 5mg/ml 2ml inj.neste 10 ampulli	180	10	1	64	51	101	0.9671	PKV	Vinohylly	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
002124	Midazolam Hameln 5mg/ml 3ml inj.neste 5 ampulli	155	5	1	64	51	101	0.9811	PKV	Vetolaatikko	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
425975	Panacod tabl 100 tabletti	100	100	1	64	51	101	0.9247	PKV	Korkea kaappi	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Kuva 9. Kulutuslista uuden työkalun käyttöliittymässä.

Sijoitus

Huume

Älylokero

PKV

Älylokero

Muu

Älyvetolaatikko

Moduulileveys

400

Vinohyllyjen määrä

6

Ovihyllyjen määrä

3

Täyttökerrat

2 / vk

Varastomäärä

2 vk

Turvavarasto

3 pv

Kuva 10. Työkalun oikeassa reunassa olevilla asetuksilla voi vaikuttaa varastojen kapasiteetti- sekä riittävyyden todennäköisyytlaskentaan: moduulileveys millimetreinä, vinohyllyjen määrä, ovihyllyjen määrä, kaapin täyttökerrat viikossa, varastomäärä viikkoina ja turvavarasto päivinä.

467845	Lidocard 20mg/ml 5ml inj.neste 1 ampulli	2	1	1	64	51
161125	Solu-Cortef 100mg inj.ka+sol 1 inj.plo	2	1	1	64	51
453862	Relistor 12mg/0.6ml inj.neste 7 inj.plo	1	7	1	64	51
178945	Epipen Jr.Auto-Injector 150microg/dos inj.neste 1 pakkaus	1	1	1	64	51
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0

Lataa lääkekulutuslista Tallenna Lisää Poista

Kuva 11. Työkalun vasemmassa alakulmassa on painikkeet lääkekulutuslistan lataamiselle ja tallentamiselle sekä kulutustietojen lisäämiselle ja poistamiselle.



## 4.2 Tulosikkuna

Älylääkekaapin varastokapasiteetin laskenta voidaan suorittaa painamalla työkalun oikeassa alakulmassa olevaa "Laske"-painiketta (Kuva 12), kun kaikki tarvittavat tiedot on syötetty. Ohjelmassa avautuu tällöin toinen ikkuna, jossa näkyy kullekin lääkkeelle tarvittavat varastot (Kuva 13). Jokaisesta laatikosta ja kaapista näytetään niiden määrät, mittatiedot sekä varastoitavat lääkkeet. Tiedot on myös mahdollista tallentaa PDF-tiedostoon.

Älylokero	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-
Älylokero	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 / vk
Älylokero	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Varastomäärä
Älylokero	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 vk
Älylokero	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Turvavarasto
Älylokero	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3 pv
Älylokero	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Laske

Kuva 12. Painike varastokapasiteetin laskennalle

**Modules**

Module	Width	Size	Shelves	Door Shelves	Amount
SDL	400	X	-	-	4
SDS	400	M	-	-	5
SDS	400	L	-	-	1

**SDL 1**

Locker: 3B1  
 Width: 80  
 Height: 219  
 Depth: 105  
 Amount: 2

Drugs:  
 - Buccolam 2.5mg/0.5ml liuos suuonteloon 4 ruisku  
 - Tramal 100mg/ml 10ml tippa 1 pullo

Kuva 13. Tulosikkuna

### 4.3 Työkalun lisäasetukset

Työkalun asetukset-ikkunassa (Kuva 14) on mahdollista muuttaa laskennassa käytettyjä kokokertoimia sekä varastojen mittatietoja, jotka vaikuttavat tuotteen maksimikokoon ja asentoon. Oletusarvot tulevat näille tietokannasta. Kokokerroin kasvattaa laskennan aikana tuotteen mittoja, tarkoituksena siis saada realistisempia arvioita varastojen kapasiteeteista.

Varasto	Leveys	Korkeus	Syvyys	W	Koko	Turvataso
Vetolaatikk	308	50	572	400	S	4
Vetolaatikk	308	100	572	400	M	4
Vetolaatikk	308	150	572	400	L	4
Vetolaatikk	308	250	572	400	X	4
Älylokero	197	69	105	600	M	1
Älylokero	197	119	105	600	L	1
Älylokero	197	219	105	600	X	1
Älyvetolaat	508	50	572	600	S	2
Älyvetolaat	508	100	572	600	M	2
Älyvetolaat	508	150	572	600	L	2
Älyvetolaat	508	250	572	600	X	2
Vinohylly	567	60	261	600		3
Vinohylly	567	60	341	600		3
Vetolaatikk	508	50	572	600	S	4
Vetolaatikk	508	100	572	600	M	4

Kuva 14. Työkalun lisäasetuksia

### 4.4 Visual Studio

Toteutuksessa käytettiin Microsoftin kehittämää Visual Studio 2019 - kehitysympäristöä, joka mahdollistaa .NET Core – ja .NET Framework - sovellusten kehittämisen. Sen ohjelmointikielinä toimivat esimerkiksi C#, C++ ja Visual Basic. Ohjelmasta on saatavilla ilmainen, alle viiden työntekijän yrityksille sallittu Community-versio. Suuremmille yrityksille on saatavilla maksulliset Professional - ja Enterprise – lisenssit. (Microsoft, 2020)

### 4.5 WPF ja .NET Framework

.NET Framework ja WPF ovat Microsoftin kehittämää ohjelmistokomponenttikirjastoja. Näitä teknikoita on käytetty yrityksen ohjelmistokehityksessä, joten nämä valittiin myös työkalun toteutukselle. .NET Framework mahdollistaa esimerkiksi työpöytäsovellusten, web-sovellusten sekä Windows-palveluiden kehittämisen (Microsoft, 2020). WPF toimii sovelluksen graafisena rajapintana, jossa hyödynnetään XAML-kieltä. Toiminnot on kehitetty C#-ohjelmointikielillä.

#### 4.6 MySQL - Tietokanta

Ohjelman toteutuksessa hyödynnettiin avoimen lähdekoodin MySQL-tietokantajärjestelmää, jota nykyään kehittää ja tukee Oracle. Järjestelmällä voidaan luoda relaatiotietokantoja, joissa tietoja tallennetaan erillisiin tauluihin. Taulujen välille voidaan luoda yhteyksiä viiteavaimien avulla. Nopeuden optimoimiseksi tietokantarakenteet on järjestetty fyysisiin tiedostoihin. (MySQL, 2020)

Työkalu lataa MySQL – tietokannasta eri lääkevarastojen mittatiedot laskentaa varten. Jatkokehityksessä joitakin laskentaan vaikuttavia asetuksia voidaan myös lisätä tietokantaan, josta työkalu lataa ne käynnistyessä. Tietokannan täytyy toistaiseksi olla työkalun kanssa samassa laitteessa. Tietokannassa oleva varastotietotaulu sisältää varastonimen ja -tyypin, mitat CSV-muodossa, moduulileveyden W, kokomerkinnyt CSV-muodossa ja turvataso. Kokomerkinnyt riippuvat varaston korkeudesta, esimerkiksi 219 millimetrin korkuisen SDL-lokeron koko on X.

TAULUKKO 3. Tietokantataulun rakenne varastotiloille, nimi, tyyppi, leveys (mm), korkeus (mm), syvyys (mm), moduulin leveys (mm), kokomerkinnyt, turvataso

ID	Name	Type	Width	Height	Depth	W	Sizes	SecurityLevel
0	SDL	1	80;105;117;158;319	69;119;219	105	400	M;L;X	1
1	SDL	1	197	69;119;219	105	600	M;L;X	1
2	SDS	2	308	50;74;124;174	572	400	S;M;L;X	3
3	SDS	2	508	50;74;124;174	572	600	S;M;L;X	3
4	HC	3	506	414	715	600		4
5	IC	4	367	60	261;341	400		3
6	IC	4	567	60	261;341	600		3
7	Drawer	5	308	50;74;124;174	572	400	S;M;L;X	4
8	Drawer	5	508	50;74;124;174	572	600	S;M;L;X	4
9	DoorShelf	6	317	100	84	400		3
10	DoorShelf	6	517	100	84	600		3

#### 4.7 CSV

CSV tarkoittaa tiedostotyyppiä, jossa tiedot on tallennettu taulukkomuodossa tekstitiedostoon. Eri arvot on eroteltu esimerkiksi pilkulla tai puolipisteellä. Usein CSV-tiedostoja käytetään tiedon vaihtamiseen eri sovellusten välillä. (How-To Geek, 2018)

Tämä tallennusmuoto on sopiva esimerkiksi kulutuslistamuokkauksien tallentamiselle. Listassa voi olla useita satoja eri lääkkeitä, ja siksi kaikkien tarvittavien tietojen muokkaus ei välttämättä onnistu kerralla. Tämän vuoksi työkaluun lisättiin ominaisuus kulutustietojen tallentamiselle myöhempää

muokkausta varten CSV-muodossa erilliseen tiedostoon. Tätä tallennusmuotoa käytetään myös Fimean ylläpitämässä lääkevalmisteiden perusrekisterissä, jonka ohjelma lataa käynnistyessä lääkkeiden luokittelua varten.

Kun listan tiedot ladataan takaisin työkalun käyttöliittymään, CSV-tekstistä parsitaan arvot työkalussa oleviin muuttujiin ”;”-erotinmerkin perusteella.

## 5 VARASTOKAPASITEETIN LASKENTA

Laskennan avulla määritetään asiakastarpeeseen sopiva älylääkekaappi. Työkalu tekee siihen syötettyjen kulutustietojen perusteella laskennat lääkevarastojen kapasiteeteista, joiden suuruudet riippuvat kaapin täyttövälin aikaisesta lääkemäärästä. Käyttäjä valitsee työkalussa jokaiselle lääkkeelle sopivat varastot. Laskennan jälkeen työkalu pystyy näyttämään tarvittavien laatikkojen ja kaappien määrät sekä mittatiedot.

Työkalu voi käänellä ja pinota lääkepakkauksia tarpeen mukaan. Esimerkiksi vinohyllysten väliset etäisyydet ovat pienet, joten pakkauksen pisin sivu on usein asetettava hyllyä vasten. Asennon määrittämisessä on myös huomioitava, että pitkät paketit voivat myös kaatua ollessaan pystyasennossa aiheuttaen virheitä antureiden toiminnassa. Jos varastoon ei ole asennettu antureita, voidaan pakkauksia pinota päällekkäin vähentäen tarpeetonta tilankäyttöä.

### 5.1 Älyvetolaatikkolaskenta

Älyvetolaatikkoon voidaan sijoittaa lääkkeitä, jotka tarvitsevat luokituksensa vuoksi tarkempaa seuranta. Koska kyseessä on pohjasta anturoitu vetolaatikko, lääkkeitä ei voida pinota päällekkäin. Laatikossa olevilla jakajilla määritetään jokaiselle lääkkeelle säilytyspaikat. Älyvetolaatikossa varastointiin käytettävä leveys voi olla 308 tai 508 mm, korkeus 74 -, 124 -, 174 - tai 274 mm ja syvyys 572 mm.

Työkalu laskee aluksi pakkauksien sivujen pinta-alat, joista pienimmät sivut asetetaan ensisijaisesti vetolaatikon pohjaa vasten. Liian korkeat pakkaukset voidaan mahdollisesti kääntää toiseen asentoon, mikäli käyttöliittymästä näiden kääntöä ei ole estetty. Voi olla siis lääkkeitä, joita pitäisi varastoida ainoastaan pystyasennossa.

Kun tiedetään pakkauksien korkeudet, aloitetaan niiden sijoittaminen älyvetolaatikkoon vuoron perään korkeimmasta matalimpaan. Uuden vetolaatikon korkeus määräytyy korkeimman pakkauksen mukaan. Samoja lääkepakkauksia voi olla useampi kappale.

Seuraavaksi lasketaan samojen lääkepakkauksien vaatima yhteispinta-ala. Koska älyvetolaatikossa on säädettäviä jakajia, kannattaa pakkauksien kokokerroin olla melko suuri. Työkalu sitten tarkistaa, kuinka monta pakkausta mahtuu vielä varastoida laatikkoon, johon edelliset lääkepakkaukset mah-

dollisesti sijoitettiin. Jos samaan laatikkoon on vielä mahdollista varastoida vähintään yksi lääkepakkaus, lasketaan pakkauksien vaatima yhteispinta-ala uudelleen. Vähennetään siis vaaditusta pinta-alasta pakkaukset, joita ei sijoiteta uuteen älyvetolaatikkoon.

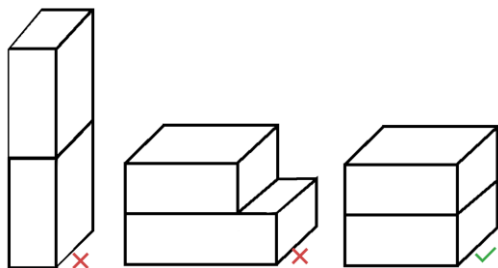
Uutta älyvetolaatikkoa ei tarvita, jos pakkauksien vaatima pinta-ala on nolla tai pienempi. Tällöin kaikki pakkaukset on saatu sijoitettua samaan laatikkoon. Uusi saman korkuinen tai matalampi laatikko on lisättävä silloin, kun pakkauksien vaatima pinta-ala on suurempi kuin nolla. Kaikkia pakkauksia ei siis saatu mahtumaan samaan älyvetolaatikkoon. Seuraavaksi työkalu alkaa käsittelemään seuraavaa vuorossa olevaa korkeinta, laatikkoon sijoittamatonta lääkepakkausta ja tekee tarvittavat pinta-alalaskelmat uudelleen.

## 5.2 Älylokerolaskenta

Älylokerikko on lokeromoduuleista muodostettu kokonaisuus vetolaatikon sisässä. Moduulit sisältävät vaihtelevan määrän eri kokoisia lokeroita, 1–3 kappaletta. Aluksi lasketaan yksittäisten lokeroitten määrät, sitten selvitetään niiden perusteella tarvittavat lokeromoduulit, ja viimeisenä järjestellään lääkkeet paremmin määritettyihin lokeroihin. Vetolaatikon leveys määrittää lokeromoduuleiden maximimäärän, joka voi olla 4 tai 8. Leveämmässä vetolaatikossa lisätyt neljä lokeroa ovat aina leveydeltään samoja, 197 mm. Muut lokeroitten leveydet ovat, 80 -, 105 -, 117 -, 158 - ja 319 mm. Lokerolla voi olla korkeutta 69-, 119- tai 219 mm ja syvyyttä 105 mm.

Älylokerikko voi myös sisältää lääkkeitä, joiden käyttöä on seurattava tarkemmin. Lokerikon tarkoitus on mahdollistaa pääsy vain käsiteltävään tuotteeseen aukaisemalla vain kyseisen lokeron kansi. Tämän vuoksi yhdessä lokerossa voi olla vain yhtä lääketyyppiä, mutta voi kuitenkin sisältää useamman kappaleen samoja lääkepakkauksia.

Ensiksi työkalu pinoaa samat lääkepakkaukset omiin pinoihin siten, että niiden suurimmat sivut ovat vastakkain (Kuva 15). Korkeimman pinon perusteella määritetään älylokerikon korkeus.



Kuva 15. Ainoastaan samoja lääkepakkauksia voidaan pinoita keskenään. Isoimmat sivut asetetaan vastakkain.

Seuraavaksi sijoitetaan pinot sopiviin lokeroihin. Laskennassa työkalu etsii lokeron, jonka tilavuus vastaa lähintä lääkepinon tilavuutta tarkistaen samalla, että pino on mitoiltaan sopiva. Työkalu käsittelee pinot vuoron perään korkeimmasta matalimpaan, sillä ylijääneet pakkaukset voidaan mahdolli-

sesti sijoittaa toiseen matalampaan vetolaatikkoon seuraavassa laskennassa. Kun on yksittäisten lokeroiden määrät laskettu, selvitetään tarvittavien lokeromoduuleiden määrät. Työkalu määrittää vetolaatikkoon ensiksi ne moduulit, jotka sisältävät isoimmat lokerot.

Kun pinoille on löydetty niiden mittojen perusteella sopivat lokerot, täytyy vielä lääkkeitä järjestellä paremmin määritettyyn lokerokokonaisuuteen. Esimerkiksi pienemmistä lokeroista voidaan siirtää lääkkeitä suurempiin vapaina oleviin lokeroihin, jolloin ylijääneitä pienempiä lääkepinoja pystytään sijoittamaan niille lähintä kokoa vastaaviin lokeroihin.

Viimeisenä työkalu tarkistaa, mahtuiko kaikki lääkkeet vetolaatikon älylokerikkoon. Jos kaikki lääkepinot eivät mahdu yhteen vetolaatikkoon, laskenta tehdään uudelleen ylijääneille lääkepakkauksille.

### 5.3 Vetolaatikko- ja korkeakaappilaskenta

Tavallisessa vetolaatikossa ja korkeakaapissa ei voida alhaisen turvatason vuoksi sijoittaa seuranta- ja tarvitsevia lääkkeitä, esimerkiksi PKV – ja huumeläläkkeitä. Lääkepakkauksia on kuitenkin mahdollista asettaa päällekkäin, sillä vetolaatikat eivät sisällä tuotteiden käyttöä seuraavia antureita. Laatikoissa voidaan tiettyjen lääkkeiden lisäksi varastoida myös hoitovälineitä. Vetolaatikossa varastointiin käytettävä leveys voi olla 308 tai 508 mm, korkeus 74 -, 124 -, 174 - tai 274 mm ja syvyys 572 mm. Korkeakaapissa varastointiin käytettävä leveys voi olla 506 mm, korkeus 414 -, 422 - tai 438 mm ja syvyys 715 mm.

Jos samoja lääkepakkauksia on useampi kuin yksi kappale, asetetaan niiden suurimmat sivut vastakkain ja käsitellään muodostunutta pinoa yhtenä kappaleena laskennassa. Työkalu kuitenkin vielä tarkistaa, ettei pakkauspino ole liian suuri, ja siten voi tarvittaessa purkaa pinoa pienempiin osiin. Tämän jälkeen lasketaan pinon sivujen pinta-alat, joista pienin sivu asetetaan ensisijaisesti vetolaatikon pohjaa vasten. Korkeita pakkauspinoja voidaan mahdollisesti kääntää toiseen asentoon. Suuret lääkemäärät, ja mitoiltaan vetolaatikkoon sopimattomat pakkaukset sijoitetaan yleensä korkeakaappeihin. Pakkausten pinoamisen ja kääntämisen pystyy myös estämään käyttöliittymästä.

Kun tiedetään lääkepinojen korkeudet, aloitetaan niiden sijoittaminen vetolaatikkoon tai korkeakaappiin vuoron perään korkeimmasta matalimpaan. Uuden varaston korkeus määräytyy korkeimman lääkepinon mukaan. Samoista lääkkeistä koostuvia pinoja on usein vain yksi, mutta on mahdollista olla useampikin.

Seuraavaksi selvitetään samojen lääkepinojen vaatima yhteispinta-ala, jota tarvitaan niiden säilytykseen. Pinon leveyttä ja pituutta on tärkeää kasvattaa hieman suuremmaksi laskennassa, sillä lääkkeiden välille jää usein käyttämätöntä tilaa. Työkalu sitten tarkistaa, kuinka monta pinoa mahtuu vielä varastoida laatikkoon, johon edelliset lääkepinot mahdollisesti sijoitettiin. Jos samaan laatikkoon on vielä mahdollista varastoida vähintään yksi lääkepino, lasketaan pinojen vaatima yhteispinta-ala uudelleen vähentämällä siitä pinot, joita ei sijoiteta uuteen vetolaatikkoon tai korkeakaappiin hyllyyn.

Uutta säilytyslaatikkoa ei tarvita, jos sijoitettavien lääkepinojen vaatima pinta-ala on nolla tai pienempi. Tällöin kaikki pinot on saatu sijoitettua samaan laatikkoon. Uusi saman korkuinen tai matalampi laatikko on lisättävä silloin, kun lääkepinojen vaatima pinta-ala on suurempi kuin nolla, eli kaikkia pakkauksia ei siis saatu mahtumaan samaan laatikkoon. Seuraavaksi työkalu alkaa käsittelemään seuraavaa vuorossa olevaa korkeinta, laatikkoon sijoittamatonta lääkepakkauksipinoa ja tekee tarvittavat pinta-alalaskelmat uudelleen.

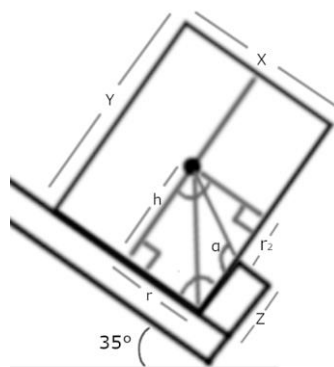
#### 5.4 Vinohyllylaskenta

Vinohyllykössä voidaan säilyttää ainoastaan käännettäviä lääkepakkauksia, eli esimerkiksi purkit eivät ole hyllykköön sopivia. Vinohyllykkö koostuu kuudesta tai seitsemästä hyllystä, jossa on 30 millimetrin jaolla säädettäviä kanavia. Hyllyjen kaltevuus on 35 astetta, takaosaan nousevia. Ovihyllyllisessä vinohyllymoduulissa on syvyyttä 261 mm ja ovihyllyttömässä 341 mm sekä hyllyn leveys voi olla leveyttä 367 mm tai 567 mm. Lääkepakkauksella voi olla korkeutta maksimissaan 60 mm.

Työkalu ensimmäiseksi etsii pakkauksesta pinta-alaltaan pienimmän sivun, joka on tarkoitus ensisijaisesti asettaa hyllyä vasten. Pakkaus asetetaan siten, että sen kapeampi mitta on kanavassa leveyssuuntaisesti. Kääntämisen jälkeen paketin sopivuus korkeus- ja pituussuunnassa on tarkistettava. Työkalu kääntelee pakkausta, kunnes se mahtuu hyllyyn ja painopiste ei ulotu sen ulkopuolelle. Painopisteen laskennassa oletetaan, että massa on jakautunut tasaisesti paketin sisällä. Jos pakkaus ei sovi vinohyllyyn, sijoitetaan se ovilokeroon.

Työkalu tekee seuraavat laskennat jokaiselle lääkepakkaukselle erikseen. Laskennalla voidaan selvittää kanavien leveydet ja tarvittavien vinohyllymoduulien määrät.

Tarkistetaan aluksi, ettei pakkauksen painopiste ulotu hyllyn ulkopuolelle. Jos hyllyn kaltevuus on 35 astetta, maksimi  $\alpha$ -kulmasuuruus voi olla tällöin  $180^\circ - 35^\circ = 145^\circ$  (Kuva 16). Tätä suurempi kulma tarkoittaa, että pakkauksen painopiste ylittää tukipisteen ja aiheuttaa kaatumisen. Seuraavalla laskennalla työkalu pystyy selvittämään  $\alpha$ -kulman suuruuden, johon siis vaikuttaa pakkauksen korkeus  $y$  ja leveys  $x$ .



Kuva 16. Pakkauksen painopiste

$$r = \frac{x}{2} \quad h = \frac{y}{2} \quad r_2 = h - z$$

$$\alpha = 180^\circ - (90^\circ - \tan\left(\frac{h}{r}\right)) - (90^\circ - \tan\left(\frac{h}{r}\right) - \tan\left(\frac{r_2}{r}\right))$$

Jotta paketti ei kaatuisi liian herkästi, maksimi kulmasuuruutta kannattaa hieman vähentää, esimerkiksi 10 asteella. Jos  $\alpha$ -kulma on siis  $135^\circ$  tai enemmän, työkalu etsii pakkauksesta toisen mitoiltaan sopivan sivun ja tekee painopisteen tarkistuksen uudelleen.

Pakkauksen leveys määrittää kanavan leveyden. Jotta kanavan leveys voidaan laskea, tarvitaan leveyskerroin, joka saadaan jakamalla pakkauksen leveys jakajan säätöväliä eli 30 millimetrillä:

$$M_w = \frac{W_p}{30},$$

jossa:

$M_w$  on kanavan leveyskerroin

$W_p$  on pakkauksen leveys

Leveyskerroimen desimaali pyöristetään aina ylöspäin kokonaisluvuksi. Jos esimerkiksi tulos on 1.3, niin työkalu muuttaa sen arvoksi 2. Kanavan leveys saadaan sitten kertomalla kanavan leveyskerroin ja jakajan säätöväli keskenään:

$$W_c = M_w 30,$$

jossa:

$W_c$  on kanavan leveys

Lasketaan pakkauksien määrä yhdellä kanavalla jakamalla hyllyn syvyys pakkauksen pituudella:

$$a_{p2} = \frac{D_s}{L_{p1}},$$

jossa:

$a_{p2}$  on pakkausten määrä yhdellä kanavalla

$D_s$  on hyllyn syvyys

$L_{p1}$  on pakkauksen pituus

Pakkauksien muodostama yhteispituus yhdellä kanavalla saadaan kertomalla pakkauksen pituus ja pakkausten määrä keskenään:



$$L_{p2} = L_{p1} a_{p2} ,$$

jossa:

$L_{p2}$  on pakkauksien yhteispituus yhdellä kanavalla

Pakkauksien muodostama yhteispituus:

$$L_{p3} = L_{p1} a_p ,$$

jossa:

$L_{p3}$  on kaikkien samanlaisten pakkauksien yhteispituus

$a_p$  on kaikkien samanlaisten pakkausten määrä

Arvioidaan kanavien tarvittava määrä jakamalla samanlaisten pakkauksien yhteispituus yhdellä kanavalla olevien pakkauksien yhteispituudella:

$$a_c = \frac{L_{p3}}{L_{p2}} ,$$

jossa:

$a_c$  on kanavien määrä

Lasketaan tarvittavien hyllyjen määrä  $a_s$  jakamalla tarvittavien hyllyjen yhteisleveys yhdellä hyllyn leveydellä:

$$a_s = \frac{a_c W_c - W_{s2}}{W_s} ,$$

jossa:

$a_s$  on tarvittavien hyllyjen määrä

$W_s$  on vinohyllyn leveys

$W_{s2}$  on vinohyllykössä jäljellä oleva hyllyjen yhteisleveys

Lasketaan tarvittavien vinohyllymoduulien määrä. Jos ovihyllyjä on määritettynä kolme tai neljä kappaletta, sijoitetaan ylijääneet pakkaukset niihin.

$$a_m = \frac{a_s}{a_{s2}}$$

Viimeiseen vinohyllykköön jäljelle jäävä tila leveysuunnassa:

$$W_{S2} = W_s a_{s2} a_m - a_c W_c ,$$

jossa:

$a_{s2}$  on hyllyjen määrä yhdessä vinohyllymoduulissa. Voi olla kuusi tai seitsemän.

$a_m$  on vinohyllymoduulien määrä

## 5.5 Ovihyllylaskenta

Vinohyllykön ovesa voi olla 3–4 kappaletta ovihyllyjä, jolloin vinohyllyn syvyys on 80 millimetriä lyhyempi. Ovihyllyjen väliset etäisyydet riippuvat oven koosta ja niiden määrästä. Varastointiin käytävä leveys on 317 -, tai 517 mm, korkeus 100 mm ja syvyys 84 mm.

Lääkepakkauksia voidaan sijoittaa ovilokeroon esimerkiksi silloin, kun se on sopimaton vinohyllykköön. Pakkaus voi olla tällöin mitoiltaan liian suuri tai se voidaan varastoida vain pystyasennossa. Ovilokeroihin ei voi asettaa pakkauksia päällekkäin. Ovihyllylaskennalla on mahdollista selvittää lokeroiden leveydet sekä ovihyllyjen määrä.

Työkalu ensimmäiseksi etsii pakkauksesta pinta-alaltaan pienimmän sivun, joka ensisijaisesti asetetaan hyllyn pohjaa vasten. Pakkaus asetetaan siten, että sen kapeampi mitta on lokerossa leveysuuntaisesti. Lääkepakkauksen korkeus voi olla maksimissaan 100 mm, sillä tätä korkeammat pakkaukset voivat kaatua herkästi oven avauksessa. Työkalu kääntelee pakkausta, kunnes se mitoiltaan sopii ovilokeroon, ellei pakkauksen kääntöä ole estetty työkalun käyttöliittymästä.

Kun pakkauksen asento on määritetty, työkalu laskee lokeron leveyden. Jotta leveys voidaan laskea, tarvitaan leveyskerroin, joka saadaan jakamalla pakkauksen leveys jakajan säätöväliä eli 30 mm. Kertoimen tulos pyöristään aina ylöspäin kokonaisluvuksi. Esimerkiksi leveyskertoimen ollessa 1.3 työkalu muuttaa sen arvoksi 2. Ovilokeron leveys saadaan sitten kertomalla jakajan säätöväli ja leveyskerroin keskenään. Kun esimerkiksi pakkauksen leveys on 50 m, tulee lokeron leveydeksi tällöin 60 mm.

Seuraavaksi työkalu tarkistaa, mihin ovihyllyyn uusi lokero mahdutaan määrittämään. Ovihyllyn, johon uusi lokero määritetään, vapaana olevasta pinta-alasta vähennetään uuden lokeron pinta-ala. Kun pakkausta ei enää saada sijoitettua mihinkään ovihyllyyn, lisätään uusi vinohyllymoduuli.

## 6 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli kehittää NewIcon Oy - yritykselle konfigurointityökalu, jota voidaan hyödyntää uuden eMED ICON – älylääkekaapin määrittämisessä asiakkaan lääkekulutuslistan perusteella. Työkalussa valitaan jokaiselle lääkkeelle sopiva varasto, joka riippuu esimerkiksi lainsäädännön asettamista varastointivaatimuksista sekä asiakkaan säilytystavoista. Laskennan tulokset tulevat näkyviin työkalun ikkunaan listattuna, joka sisältää tarvittavien vetolaatikoiden ja kaappien määrät sekä mitat. Ohjelma suorittaa älyvetolaatikko-, älylokero-, vinohylly-, korkeakaappi-, vetolaatikko- ja ovihyllylaskentaa. Uusi työkalu korvaa vanhan vaikeakäyttöisemmän työkalun.

Uuden työkalun käyttö on selkeytensä vuoksi nopeasti opeteltavissa, ja sitä voi tarpeen mukaan käyttää kuka tahansa työntekijöistä. Työkalulla voi olla tehostava vaikutus myynnin työssä, sillä se voi lyhentää vastausaikoja tarjouksille ja siten myös parantaa asiakastytyvyyttä.

Kyseessä on Windows laitteilla toimiva WPF-sovellus, jonka toteutuksessa on käytetty .NET Framework -ohjelmistokomponenttikirjastoa ja C#-ohjelmointikieltä. Laskennassa käytettäviä varastoja pystytään määrittämään MySQL-tietokantaan, josta työkalu lataa ne käynnistyessään. Työkalu pystyy näyttämään lääkkeiden luokitukset, jotka ovat peräisin CSV-muotoisesta Fimean ylläpitämästä lääkevalmisteiden perusrekisteristä.

Työkalun toteutus onnistui hyvin ja enimmäkseen suunnitelman mukaisesti, mutta kehitys todennäköisesti jatkuu vielä myöhemminkin. Työkalusta voidaan mahdollisesti tehdä käyttäjäystävällisempi web-sovellus, jolloin asiakkaatkin voivat hyödyntää sitä älylääkekaapin määrittämisessä. Lisäksi työkalun tulosikkunaan olisi hyvä lisätä ominaisuus, joka pystyisi näyttämään laskettujen varastomoduuleiden perusteella valmiin kokoonpanon älylääkekaapista.

## LÄHTEET

LAKI LÄÄKKEIDEN VELVOITEVARASTOINNISTA. L 2008/979. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2020-09-30]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080979>

HUUMAUSAINELAKI. L 2008/373. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2020-11-27]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080373>

GARNETT, Andrew 2014. Estimating the capacity of storage facilities. WHO:n julkaisu. [Viitattu 2020-10-14.] Saatavissa: [https://www.who.int/biologicals/expert\\_committee/Supplement-3-TS-warehouse-size-ECSP-ECBS.pdf](https://www.who.int/biologicals/expert_committee/Supplement-3-TS-warehouse-size-ECSP-ECBS.pdf)

NewIcon Oy 2020. eMED ICON Käyttöohje. [Viitattu 2020-10-15]

BATTERSBY, Anthony ja GARNETT, Andrew 1993. How to estimate warehouse space for drugs. WHO:n julkaisu. [Viitattu 2020-10-20.] Saatavissa: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/62130/WHO\\_DAP\\_93.3.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/62130/WHO_DAP_93.3.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

NIST 2013. Poisson Distribution [Viitattu 2020-12-04.] Saatavissa: <https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda366j.htm>

MICROSOFT 2020. Compare Visual Studio 2019 Editions [Viitattu 2020-12-08.] Saatavissa: <https://visualstudio.microsoft.com/vs/compare/>

Microsoft 2020. What is .NET Framework? [Viitattu 2020-12-09.] Saatavissa: <https://dotnet.microsoft.com/learn/dotnet/what-is-dotnet-framework>

How-To Geek 2018. What Is a CSV File, How Do I Open It? [Viitattu 2020-12-09.] Saatavissa: <https://www.howtogeek.com/348960/what-is-a-csv-file-and-how-do-i-open-it/>

MySQL 2020. 1.2.1 What is MySQL? [Viitattu 2020-12-10.] Saatavissa: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/what-is-mysql.html>

Lääketietokeskus 2018. Pohjoismaiset Vnr-numerot [Viitattu 2020-12-11.] Saatavissa: <https://www.laaketietokeskus.fi/pharmaca-fennica/vnr-palvelut>

KOLEHMAINEN, Juhani 2020-10-06. Product Owner. [Palaveri] Kuopio: NewIcon Oy

KOLEHMAINEN, Juhani 2020-11-03. Product Owner. [Palaveri] Kuopio: NewIcon Oy