



Joonas Paljakka

Nestemäisen lääkkeen annostelija

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Opinnäytetyö

26.5.2023

Tiivistelmä

Tekijä: Joonas Paljakka
Otsikko: Nestemäisen lääkkeen annostelija
Sivumäärä: 14 sivua + 2 liitettä
Aika: 26.5.2023

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine: Automaatiotekniikka
Ohjaajat: Lehtori Timo Tuominen

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, millaisia kotikäyttöön tarkoitettuja automaattisia lääkeannostelulaitteita on olemassa ja suunnitella vastaava nestemäisen lääkkeen annostelija sekä rakentaa 3D-simulaatio suunnitellusta laitteesta. Käytössä olevat lääkeannostelijat voivat jakaa vain lääketabletteja ja muita vastaavan kokoisia pieniä lääkkeitä. Kotikäytössä olevia nestemäisen lääkkeen annostelijoita ei näytä vielä olevan markkinoilla.

Automaattiset lääkeannostelijat on kehitetty muistuttamaan ihmisiä ottamaan lääkkeensä oikeaan aikaan. Lääkeannostelijat lievittävät kotihoidon henkilöstön työkuormaa, kun heidän ei tarvitse henkilökohtaisesti käydä antamassa jokaista lääkettä. Lääketurvallisuus myös paranee, kun potilaille tulee vähemmän ongelmia unohtuneiden lääkeannosten vuoksi.

Suunnittelun tuloksena syntyi toimiva idea, jonka pohjalta voi lähteä kehittämään fyysistä prototyyppiä. Työn aikana tuli selville ongelmia, jotka todennäköisesti ovat estäneet helpon nestemäisen lääkkeen annostelijan valmistuksen.

Avainsanat: Kotihoito, Automaattinen lääkeannostelija, SolidWorks, 3D-tulostin, Vanhustenhoito, Nestemäiset lääkkeet

Abstract

Author: Joonas Paljakka
Title: Automated liquid medicine dispenser
Number of Pages: 14 pages + 2 appendices
Date: 26th of May 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Automation Engineering
Supervisors: Timo Tuominen, Senior Lecturer

The purpose of this thesis work was to find out what kind of automatic medication dispensers for home use exist and to find out the requirements for a comparable liquid medicine dispenser, as well as to build a 3D simulation of such a device using SolidWorks. Existing medicine dispensers can only dispense small tablets or pills and other similarly sized medicines. As of yet, there appears to be no liquid medicine dispensers available for home use.

Automatic medicine dispensers have been developed to remind people to take their doses at the correct time. Medicine dispensers reduce the workload of home care staff because they do not have to personally visit the patients and administer the medicines. Medication safety also improves when the patients have fewer problems due to missed doses of medication.

The work resulted in a working idea, on the basis of which it is possible to start developing a physical prototype. During the work, some problems came to light. These problems have probably so far prevented the manufacturing of a liquid medicine dispenser for home use.

Keywords: Home care, Automatic medicine dispenser, SolidWorks, 3D printer, Elderly care, Liquid medicines

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kotihoidon tavoitteet	2
2.1	Teknologia kotihoidon apuvälineenä	2
2.2	Olemassa olevat lääkeannostelijat	4
3	Työn kulku	6
3.1	Annostelijan vaatimukset	6
3.2	SolidWorks	7
3.3	Annostelijan osien 3D-mallinnus	8
3.4	Putkitesti	10
4	Yhteenveto	11
	Lähteet	13

Liitteet

Liite 1: Kuva nestemäisen lääkkeen annostelijasta ja lista tärkeimmistä osista.

Liite 2: Linkki 3D-mallin animaatioon.

Lyhenteet

CAD: Computer-aided design. Tietokoneavusteinen suunnittelu eli tietokoneen käyttö suunnittelutyökaluna.

1 Johdanto

Vanhukset ja liikuntarajoitteiset eivät välttämättä kykene annostelemaan lääkkeitään oikein. He tarvitsevat kotihoidon apua sekä lääkkeiden jakamisessa että niiden annostelamisessa. Erityisen tärkeää on myös lääkkeiden ottaminen oikeaan aikaan.

Markkinoille on kehitetty erilaisia älykkäitä lääkeannostelulaitteita, mitkä kykenevät ainoastaan pillereiden tai muiden valmiiksi pakattujen lääkkeiden jakamiseen. Nestemäisen lääkkeen saa kyllä purkkiin, mutta se pitää pakata apteekissa valmiiksi, ja pakkaus on liian suuri mahtuakseen olemassa oleviin lääkeannostelijoihin.

Työn tarkoituksena oli selvittää, minkälaisia automaattisia lääkeannostelijoita on olemassa, ja 3D mallintaa SolidWorks-ohjelmalla automaatti nestemäisen lääkkeen annosteluun sekä laimentamiseen. Yksinkertaisimmillaan lääkepullo asetetaan koneen sisään. Lääke otetaan letkulla, joka on liitetty 3D-tulostimessa normaalisti olevan pursottajan tilalle.

2 Kotihoidon tavoitteet

Kotihoidolla tarkoitetaan palvelua, jolla huolehditaan henkilön suoriutumisesta jokapäiväiseen elämään kuuluvista toimista kodissaan ja asuinympäristössään. Kansallinen tavoite on, että vanhukset voivat asua kotona mahdollisimman pitkään, jopa elämänsä loppuun saakka. Kotihoito koostuu kotisairaanhoidosta ja erilaisista yksinelämistä edistävistä tukipalveluista. Hyvinvointialue huolehtii kotihoidon järjestämisestä ja tukipalveluja tuottavat erilaiset julkiset ja yksityiset tahot sekä järjestöt. [Kotihoito 2021; Kotihoito 2023; Muuttuvat vanhuspalvelut 2023.]

Vuonna 2021 Suomessa oli kotihoidon asiakkaita noin 206 000. Yli puolella asiakkaista hoitaja käy päivittäin ja 18 prosentilla kolme kertaa päivässä tai useammin. Osa asiakkaista tarvitsee apua myös öisin ja viikonloppuisin. Ympäri vuorokautinen tarve hoitajille aiheuttaa kiirettä. Vanhukset eivät aina muista ottaa lääkkeitään ja niiden jakelussa voi sattua virheitä. [Kotihoito 2023; Tilastoraportti 2023.]

2.1 Teknologia kotihoidon apuvälineenä

Markkinoilla on jo erilaisia älylaitteita, joilla voidaan lievittää sairaanhoidon työkuormaa. Suuremmat monitoimilaitteet kuten liikunta-avusteet ja mobiilirobotit ovat käytössä lähinnä sairaaloissa ja hoitolaitoksissa. Vanhustenhoitoon ja kotihoitoon liittyvät laitteet keskittyvät usein vain yhteen toimintoon. Tarvetta olisi myös sellaisille monitoimilaitteille, joilla voitaisiin hoitaa useampaakin toimenpidettä kerrallaan. Lisäksi tarvittaisiin robotteja, jotka voivat liikkua itsenäisesti ihmisille suunnitelluissa tiloissa. [Niemelä ym. 2021: 4-13.]

Vanhustenhoidossa nykyään käytössä olevat laitteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään, jotka ovat etäläsnäölaitteet, sosiaaliset laitteet sekä lääkeannostelulaitteet. Etävastaanottolaitteilla kotihoidon asiakkaat voivat keskustella hoitajan tai lääkärin kanssa kasvotusten ilman tarvetta järjestää kuljetusta terveysasemalle.

Liikkuvalla etäläsnäolorobotilla vanhuksset voivat myös seurustella perheenjäsentensä ja ystäviensä kanssa. Sosiaalirobottien tarkoitus on viihdyttää ja pitää seuraa yksinäisille henkilöille. Puhuvat humanoidirobotit ovat käytössä joissakin laitoksissa. Älykkäät lääkeannostelijat antavat aina tietyn annoksen lääkettä ja muistuttavat asiakkaita, koska on oikea aika ottaa lääkkeitä. [Niemelä ym. 2021: 12-13.]



Kuva 1. Double 3 etäläsnäolorobotti [Double Robotics 2023], Nao humanoidirobotti [ubahnverleih 2016] ja Evondos lääkeannostelurobotti [Rantanen ym. 2017].

2.2 Olemassa olevat lääkeannostelijat

Automaattiset lääkeannostelijat on suunniteltu muistuttamaan ihmisiä ottamaan lääkkeensä oikeaan aikaan. Lääkeannostelijaan ohjelmoidaan aikataulu, ja se ilmoittaa asiakkaalle, koska lääke on otettava. Esimerkiksi muistisairaiden lääketurvallisuus paranee, kun heillä on lääkeannostelija muistuttamassa lääkitysajoista. Automaattiset lääkeannostelijat vähentävät kotihoitokäyntejä huomattavasti, kun hoitajien ei tarvitse käydä antamassa asiakkaille lääkettä päivittäin tai jopa useana kertana päivässä. Rantalan ja Rantamarkkulan [2022] tutkimuksen mukaan yli 50 % vastaajista sanoo, että lääkejakelukoneet parantavat lääketurvallisuutta. [Rantanen ym. 2017, Rantala & Rantamarkkula 2022, Todistettua toimivuutta 2021.]

Lähes kaikissa lääkeannostelijoissa on internetyhteys. Annostelijat lähettävät viestin lääkärille ja omaisille, jos asiakas unohtaa ottaa lääkkeensä. Esimerkiksi Livi-lääkeautomaatti ilmoittaa myös, jos lääkesäiliön lukko avataan. Jotkin annostelijat siirtävät unohtuneet lääkkeet erilliseen turvalokeroon, jotta asiakas ei pääse ottamaan vanhentuneita lääkkeitä tai ota lääkkeitä tupla-annosta. Joissakin annostelijoissa on akku, jotta se toimii myös sähkökatkon aikana. [Livi Features 2019, Robotti ohjaa lääkkeiden oikeaan ottamiseen 2023, Taking your pills is easy now 2023.]

Evondos Anna on yhdistelmä etävastaanottolaitetta ja lääkeannostelijaa. Evondoksen Anna lääkeannostelijaan on myös yhdistetty etävastaanotto-laite, ja hoitaja voi kameran kautta ottaa yhteyden asiakkaaseen ja varmistaa, että lääke on otettu. [Miten palvelu toimii 2022.]

Lääkeannostelijoita on kahdenlaisia. Toisenlaisiin laitteisiin asetetaan pillerit omiin lokeroihinsa, joista laite annostelee tietyn määrän kerrallaan. Toiset laitteet ovat koneelliseen annospalvelun kanssa yhteensopivia laitteita. Tällaisia ovat muun muassa Evondos ja Karie. Niihin ladataan lääkepusseja, jotka apteekki on valmiiksi täyttänyt kulloisenkin asiakkaan tarpeen mukaan. Tämä pa-

rantaa lääketurvallisuutta, kun hoitajien ei tarvitse kuluttaa aikaa lääkkeiden lajitteluun, eikä asiakkaan tarvitse pitää kotonaan lääkepakkauksia. [Miten palvelu toimii 2022, How The Karie Automatic Pill Dispenser Works 2023. Taking your pills is easy now 2023.]

Annostelija, johon ladataan monia eri lääkkeitä eri lokeroihin sopii huonosti kotihoitoon. Hoitajilla ei ole aikaa tehdä mitään ylimääräistä. Yksittäisiä lääkkeitä annosteleva laite on hyödyllisempi vain kotihoidon asiakkaille, jotka asuvat kaukana apteekista, tai koneellista lääkejakelua ei ole muuten saatavilla. Annospalvelu Anja on koneellisena lääkejakeluna turvallisempi vaihtoehto. Käsien jakelun virheprosentti on 1–20 % ja koneellisen jakelun 0,004 %. [Mikä on Anja? 2022.]

3 Työn kulku

3.1 Annostelijan vaatimukset

Aluksi etsin 3D-mallin 3D-tulostimesta (kuva 2). Tulostimen pursottajan tilalle kiinnitetään mekanismi liikuttamaan letkua ylös ja alas. Tämä tarvitaan siltä varalta, että pullo on hyvin korkea eikä letku yletä sen pohjalle. Mekanismi liikuttaa letkua kahdella pienellä stepper-moottorilla. Kyseiset moottorit tarvitaan, jotta letku liikkuu aina vertikaalisti saman matkan. Jotta annostelijaan ei tarvita erillistä mekanismia avaamaan ja sulkemaan lääkepullon korkki, mekanismiin kiinnitetään kuminen läppä. Alustaan täytyy laittaa merkintä, johon pullo sijoitetaan ja ohjaimen ohjelmoidaan pullon keskipiste sekä kaikki yhteensopivat lääkepullot. Kun laite ei ole käytössä, se siirtää mekanismin oletussijaintiin, jolloin kumiläppä jää pullon päälle eikä lääke haihdu pois. Oletussijainti määräytyy valitsemalla valikosta oikea lääkepullo.

Lääkeannostelija tarvitsee lukittavan kotelon, jotta potilas pääsee käsiksi vain annoskuppiin. Näin varmistetaan, ettei potilas ota vahingossa liian suurta määrää lääkettä. Vain sairaanhoitajalla tai muulla kotihoidon henkilökunnalla on pääsy lääkepulloon tai lääkeannostelijan ohjaimen. Kotihoitajilla ei ole aikaa säätää laitteen asetuksia. He korkeintaan vaihtavat lääkepullon uuteen tarpeen mukaan. Laitetta pitäisi voida ohjata internetin kautta, jotta sairaanhoitaja voisi päivittää sen aikatauluja ja muita muuttujia. Kotelossa on kiinni näyttö ja kaiutin, joka ilmoittaa asiakkaalle, kun on aika ottaa lääke.

Laitteeseen tarvitaan lääkereservi. Ruiskua tai muuta säiliötä ei kannata käyttää, koska sen sisälle voi jäädä pieniä lääkepisaroita, jotka pitäisi huuhtoa pois. Kun käytetään mahdollisimman ohutta silikoniletkua, sen sisälle ei pitäisi jäädä pisaroita. Tämän pystyn itse testaamaan. Kolmen metrin letku, jonka ulkohalkaisija on 4,5 mm ja sisähalkaisija on 3 mm. Se vie vain 47,7 kuutiometriä tilaa ja sen sisälle mahtuu noin 21 ml nestettä. Lääkeinfon sivuilla on tiedot kaikista Suomessa myytävistä lääkkeistä. Suurin kerta-annos nestemäisistä oraalilääk-

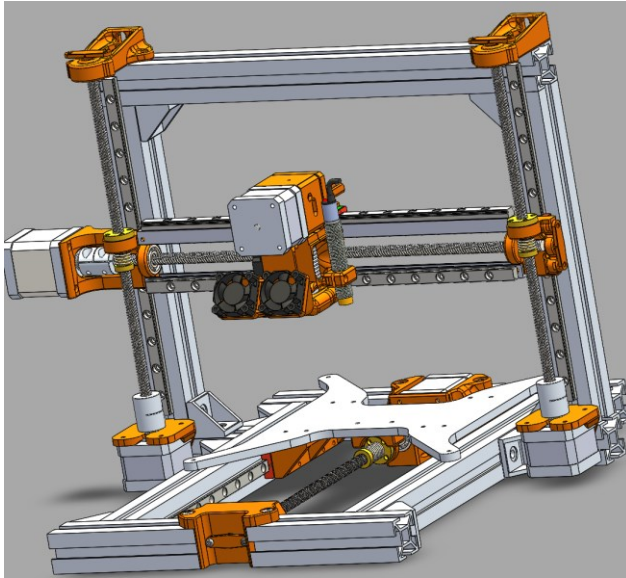
keistä, mitä löysin, on 50 ml [LEVOLAC oraaliliuos 670 mg/ml 2022]. 3D-tulostimen pää liikkuu 15 cm/s nopeudella, joten useampi ohjelmakierros kestää vain muutaman sekunnin [Samuli 2023].

Lääkesäiliön toiseen päähän liitetään lineaarimoottorilla liikutettava ruisku. Kyseessä on moottori, joka liikkuu horisontaalisesti edestakaisin. Ruisku luo tyhjiön lääkeletkuun, jolloin sinne imeytyy pillin kautta lääkettä. Lineaarimoottorin on oltava tarpeeksi tarkka, jotta lääkeannostelija osaa ottaa aina oikean annoksen. Tarkkuus pystytään toteuttamaan lineaarimoottorin sisään rakennetun Hallanturin avulla. RA-MINI DF -lineaarimoottorin tarkkuus on 0,01 mm [RA-MINI DF 2022].

3.2 SolidWorks

SolidWorks on tietokoneavusteisen suunnittelun (CAD) ohjelma, jolla voi luoda 3D-malleja ja 2D-piirrustuksia monimutkaisista osista ja kokoonpanoista. SolidWorksiin on saatavilla monia eri lisäosia, joilla voi simuloida materiaaleja ja tarkistaa, kuinka helposti suunnitellut kappaleet ovat valmistettavissa. SolidWorks on yhteensopiva muiden CAD-tiedostomuotojen kanssa ja kykenee automaattisesti kääntämään ne SolidWorksin kanssa yhteensopivaan muotoon. Vuonna 2016 SolidWorksillä oli yli kolme miljoonaa käyttäjää. [Design/Engineering 2023; SolidWorks 3D CAD 2019; SolidWorks Fact Sheet 2016.]

GrabCAD on verkkosivu, jossa jaetaan CAD-malleja. SolidWorksin sisältä löytyy vain peruskomponentteja, kuten ruuveja ja muttereita. GrabCADista saa vapaasti ladata muiden ihmisten tekemiä CAD-malleja. Kuvassa 2 näkyy GrabCADista ladattu 3D-tulostin.



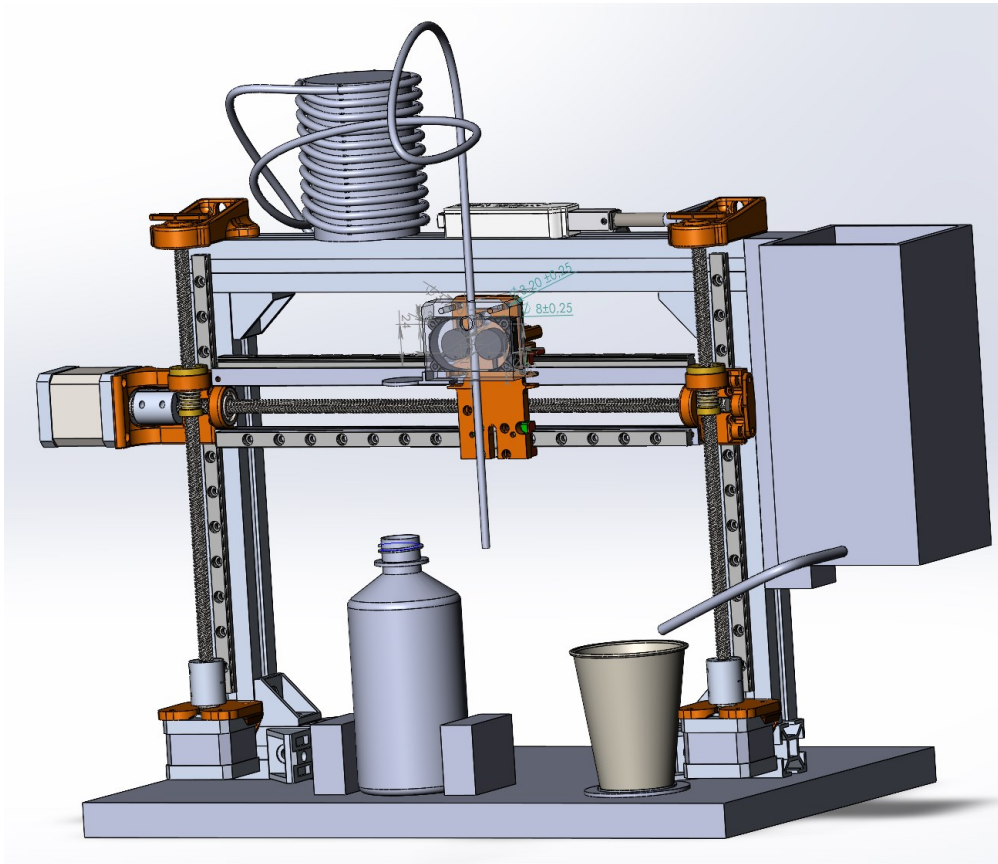
Kuva 2. 3D-tulostimen 3D-malli. [Jarín 2021.]

3.3 Annostelijan osien 3D-mallinnus

Latasin GrabCADista 3D-tulostimen SolidWorks-mallin. 3D-tulostimessa on moottorilla liikkuva alusta, jota ei lääkelaitteessa tarvita. Riittää, että pillimekanismi liikkuu ylös alas ja sivuttaissuunnassa. Pilliä liikuttavan mekanismin kylkeen laitetaan kumiläppä, joka varmistaa, että lääkepullon neste ei haihdu. Pillin täytyy olla jäykämpi kuin muun letkun, jotta se pysyy suorassa. Lääkesäiliönä toimii letku, joka on kierretty sylinterikappaleen ympärille. Sylinterin sisälle ei mene lääkettä, vaan neste pysyy letkussa. Jos laitetta siirretään, pullon paikan osoittava syvenne tai alusta ei ole paras ratkaisu, koska lääkepulloja on erikokoisia. Pullo pysyy paremmin paikallaan magneettisten palikoiden avulla. Annoskuppi tarvitsee myös alustan, jolle se sijoitetaan aina takaisin.

Lääkeannostelijan ohjaimen on ohjelmoitu pullon paikan merkitsevä piste ja annoskupin alustan keskipiste. Lääkesäiliön toiseen päähän liitetään ruisku. Ruisku luo tyhjiön lääkesäiliöön, jolloin sinne imeytyy pillin kautta lääkettä. Ruiskua liikutetaan erillisellä lineaarimoottorilla. Lääkeannostimen viereen laitetaan erillinen säiliö, josta tulee vettä lääkkeen laimennusta varten. Putki avataan ja suljetaan solenoidiventtiilillä ja painovoiman pitäisi riittää pumppaamaan vettä

kuppiin. Ohjaimelle ohjelmoidaan tietty ajanjakso, jolloin venttiili on auki. 3D-mallin valmistuttua tein siitä SolidWorksin motion study -toiminnolla animaation ja videon. Kuvassa 3 on kuva nestemäisen lääkkeen annostelijan 3D-mallista.



Kuva 3. SolidWorks-malli automaattisen lääkeannostelijan prototyypistä.

Pillimekanismi vetää pillin ylös, siirtää mekanismin pullon yläpuolelle, laskee pillin alas pulloon, liikuttaa lineaarimoottorilla ruiskua ottaen lääkettä säiliöön, liikuttaa pillin taas ylös ja siirtää mekanismin annoskupin päälle laskee pillin alas ja lineaarimoottori tyhjentää reservin, liikuttaa mekanismin pois kupin tieltä ja venttiili avautuu, vettä virtaa kuppiin, venttiili sulkeutuu, laite antaa äänimerkin ja kehottaa asiakasta juomaan lääkkeen. Lista lääkeannostelijan tärkeimmistä osista löytyy liitteestä 1 ja liitteessä 2 on linkki animaatioon.

3.4 Putkitesti

Testasin kahta ohutta silikonimuoviputkea. 3 mm sisähalkaisija tai pienempi on paljon parempi, koska muuten pintajännitys ei pidä nestettä liimattuna muoviputken seinämään. Suuremmasta letkusta saattaa siirron aikana pudota pieni määrä nestettä, joka muodostaa ilmakuplan letkun sisään. Pienemmän putken sisälle ei jäänyt yhtäkään silmin havaittavaa pisaraa. Kuvassa 4 näkyy, että putken pään ulkopuolelle kuitenkin jäi pieni määrä nestettä.



Kuva 4. Vettä on ruiskutettu ulos letkusta. Letkun päähän on jäänyt tippa vettä.

4 Yhteenveto

3D-tulostin toimii hyvin annostelijan alustana. Teoriassa laitteelle ei tarvita enempää liikkuvuutta kuin pillin siirtäminen ylös, alas ja sivusuunnassa. Tosin, jos letkua liikuttavaa mekanismia ja mukana kulkevaa läppää ei voi laskea pullon päälle, niin pullon sulkeva läppä tarvitsee uuden ratkaisun.

Kaksi suurinta ongelmaa tässä suunnitelmassa on, että pillin päähän jää tippa lääkettä sekä se, että potilas unohtaa ottaa lääkkeensä. Ensimmäinen ongelma voitaneen ratkaista niin, että lasketaan pilli erilliseen huuhtelualtaaseen, jotta pillin suulle ei jää vanhoja lääkkeitä. Letkun päähän voisi myös sijoittaa erittäin ohuen pipetin, joka on käsitelty vettä hylkivällä pinnoitteella.

Toinen ongelma on, mitä tehdään lääkeannokselle, jonka potilas unohtaa ottaa. Esimerkiksi Evondos- ja MedaCube-laitteissa on turvalokero, johon vanhat lääkkeet menevät, jos asiakas unohtaa ottaa ne [Miten palvelu toimii 2022, Taking your pills is easy now 2023]. Lokero on lukittu, ettei kukaan vahingossa käytä vanhoja lääkkeitä tai ota lääkkeitä tupla-annosta. Nestemäisen lääkkeen annostelijassa ylimääräisen lääkkeen tankki voisi olla pullon ja kupin välissä. Jos asiakas ei paina lääkkeenotto nappia, niin annostelija ruiskuttaa lääkkeen kupin sijasta tankkiin.

3D-tulostimeen pohjautuvan lääkeannostelijan hyvä puoli on sen nopeus. Lääkeannos valmistuu nopeasti, eikä potilaan huomio ehdi kiinnittyä muualle ennen kuin annos on valmis. Tämä on erityisen tärkeää muistisairailta potilailla. Tietenkin koko laite tarvitsee myös kotelon, jotta potilas ei pääse käsiksi pulloon, letkuun tai tankkiin vaan ainoastaan kuppiin. Koteloon voidaan kiinnittää lääkkeenotto-painike ja pieni näyttö, joka näyttää, milloin annos pitää ottaa. Sairaanhoidaja voi samaan aikaan soittaa etävastaanottolaitteella ja pyytää asiakasta juomaan lääkeannoksen kameran edessä valvotusti, jolla varmistetaan lääkityksen jatkuvuus ja oikea-aikaisuus.

Esittelin laitteen tutulle terveydenhoitajalle, ja hän mainitsi, että joitakin lääkkeitä on sekoitettava tai pulloa ravistettava ennen annoksen valmistusta. Se täytyy tehdä, jotta lääkkeen konsentraatio säilyy oikeana. Nestemäisen lääkkeen annostelija tarvitsee siis jonkinlaisen moottorin ravistamaan pulloa. [Haakana 2023.]

Lähteet

Design/Engineering. 2023. Verkkoaineisto. Dassault Systèmes SolidWorks Corporation. <<https://www.solidworks.com/domain/design-engineering>>. Luettu 1.5.2023.

Haakana, Leena. 2023. Terveystenhoitaja. Helsinki. Keskustelu 26.4.2023.

How The Karie Automatic Pill Dispenser Works. 2023. Verkkoaineisto. Karie Health. <<https://kariehealth.com/how-karie-automatic-pill-dispenser-works/>>. Luettu 20.4.2023.

Jarin. 3D Printer. 2021. 3D-malli. Verkkoaineisto. <<https://grabcad.com/library/3d-printer-36>>. Päivitetty 17.11.2021. Luettu 14.2.2023.

Kotihoito. 2021. Verkkoaineisto. Kuntaliitto. <<https://www.kuntaliitto.fi/sosiaali-ja-terveysasiat/sosiaalihuolto/iakkaiden-palvelut/kotihoito>>. Päivitetty 4.2.2021. Luettu 17.4.2023.

Kotihoito. 2023. Verkkoaineisto. THL. <<https://thl.fi/fi/web/ikaantyminen/muuttuvat-vanhuspalvelut/kotihoito>>. Päivitetty 29.3.2023. Luettu 16.4.2023.

Mikä on Anja? 2022. Verkkoaineisto. Anja.fi. <<https://www.anja.fi/mika-on-anja/>>. Päivitetty 11.2.2022. Luettu 8.5.2023.

Miten palvelu toimii. 2023. Verkkoaineisto. Evondos Oy. <<https://www.evondos.fi/palvelumme/kotihoidon-asiakkaat/miten-palvelu-toimii.html>>. Päivitetty 19.06.2022. Luettu 16.4.2023

Muuttuvat vanhuspalvelut. 2023. Verkkoaineisto. THL. <<https://thl.fi/fi/web/ikaantyminen/muuttuvat-vanhuspalvelut>>. Päivitetty 6.2.2023. Luettu 16.4.2023.

Niemelä, M., Heikkinen, S., Koistinen, P., Laakso, K., Melkas, H., & Kyrki, V. (eds.) (2021). Robots and the Future of Welfare Services – A Finnish Roadmap. Aalto University publication series CROSSOVER, 4/2021.

LEVOLAC oraaliliuos 670 mg/ml. 2022. Verkkoaineisto. Lääkeinfo.fi. <https://laakeinfo.fi/Medicine.aspx?m=&d=107972302&i=ORION+PHARMA_LEVOLAC_LEVOLAC+oraaliliuos+670+mg%2fml>. Päivitetty 3.5.2022. Luettu 22.4.2023.

Livi Features. 2019. Verkkoaineisto. Pharmright Corporation. <<https://www.liviathome.com/features>>. Päivitetty 22.2.2022. Luettu 8.5.2023

Todistettua toimivuutta. 2021. Verkkoaineisto. Evondos Oy. <<https://www.evondos.fi/palvelumme/kunnat-ja-kuntayhtymat/palvelun-vaikutukset/todistettua-toimivuutta.html>>. Päivitetty 1.10.2021. Luettu 16.4.2023.

RA-MINI DF. 2022. Verkkoaineisto. REGNER. <<https://www.regner.tech/en/product/ra-mini-df/>>. Päivitetty 3.8.2022. Luettu 9.5.2023.

Robotti ohjaa lääkkeiden oikeaan ottamiseen. 2023. Verkkoaineisto. Evondos Oy. <<https://www.evondos.fi/palvelumme/kunnat-ja-kuntayhtymat/palvelunkuvaus.html>>. Päivitetty 20.3.2023. Luettu 16.4.2023.

Rantala, Hanna; Rantamarkkula, Saana. 2022. Evondos-lääkeannostelurobotin käyttö kotihoidossa – Hoitajien kokemuksia. Opinnäytetyö. Vaasan Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Rantanen, P., Parkkari, T., Leikola, S., Airaksinen, M. & Lyles, A. 2017. An In-home Advanced Robotic System to Manage Elderly Home-care Patients' Medications: A Pilot Safety and Usability Study. Clinical Therapeutics 39 (5). Verkkoaineisto. <[https://www.clinicaltherapeutics.com/article/S0149-2918\(17\)30202-3/fulltext](https://www.clinicaltherapeutics.com/article/S0149-2918(17)30202-3/fulltext)>. 24.4.2017. Luettu 12.2.2023.

Samuli, Elias. 2023. Opiskelija, Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto, Lappeenranta. Tekstiviesti 4.5.2023.

SolidWorks 3D CAD. 2019. Verkkoaineisto. Dassault Systèmes SolidWorks Corporation. <<https://www.solidworks.com/sites/default/files/2019-07/3DS-2020-DataSheet-3DCAD.pdf>>. 07/2019. Luettu 1.5.2023.

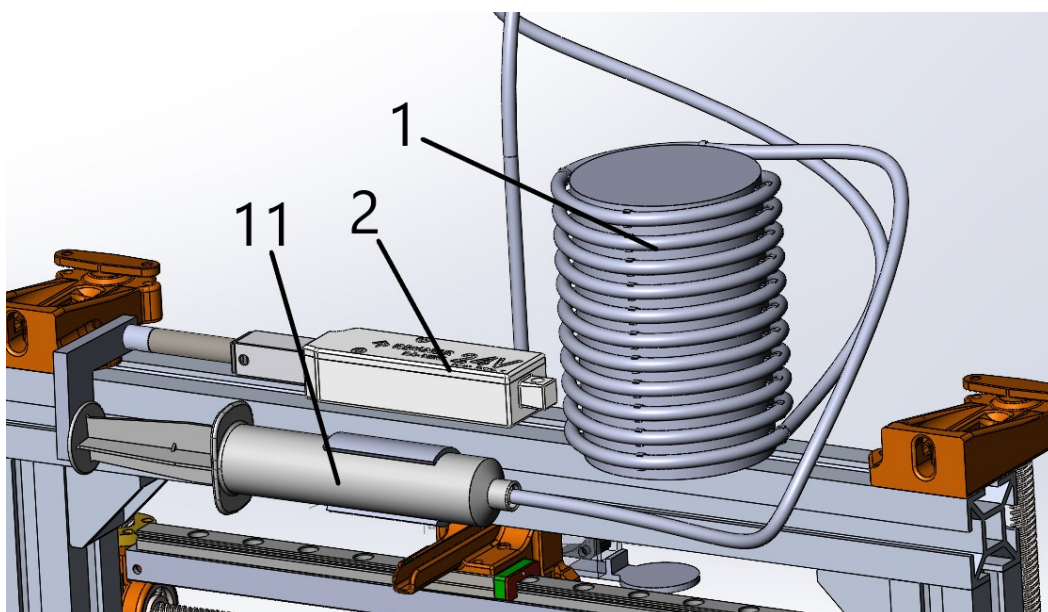
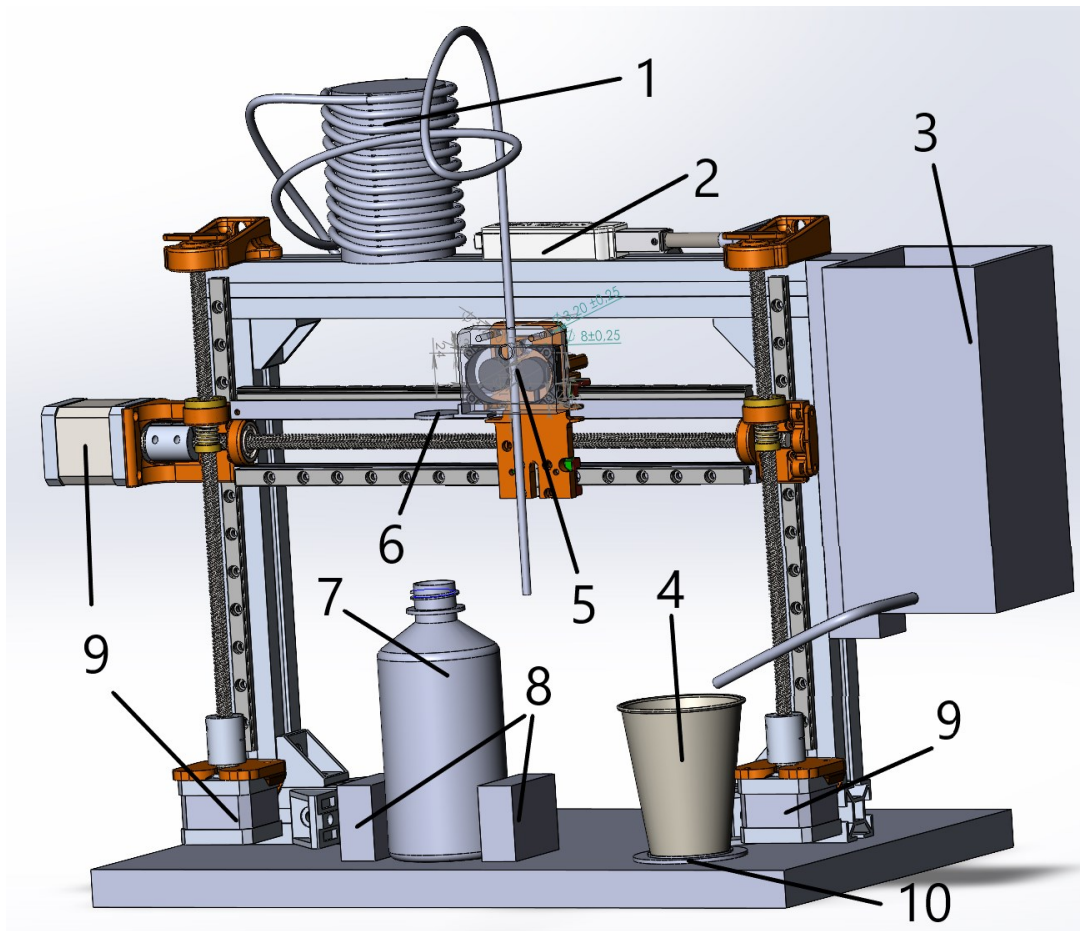
SolidWorks Fact Sheet. 2016. Verkkoaineisto. Dassault Systèmes SolidWorks Corporation. <https://www.solidworks.com/sw/docs/3DS_2016_SWK_CorpFactSheet_2016_1H.pdf>. Päivitetty. 29.7.2016. Luettu 1.5.2023.

Taking your pills is easy now. 2023. Verkkoaineisto. PharmAdva. <<https://www.medacube.com/pages/how-it-works>>. Luettu 9.5.2023.

Tilastoraportti. 2023. Verkkoaineisto. THL. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/145861/Tilastoraportti_1_2023.pdf>. Luettu 17.4.2023.

ubahnverleih. 2016. wikipedia-käyttäjä. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/47/Nao_Robot_%28Robocup_2016%29.jpg>. 3.7.2016. Luettu 6.5.2023.

Kuva 3D-mallista ja lista sen osista



Lista nestemäisen lääkkeen annostelijan osista.

1. Lääkereservi
2. Ruiskua liikuttava lineaarimoottori
3. Vesisäiliö
4. Annoskuppi
5. Letkua liikuttava mekanismi
6. Lääkepullon päälle menevä läppä
7. Lääkepullo
8. Lääkepulloa paikallaan pitävät magneettipalikat
9. Letkumekanismia liikuttavat moottorit
10. Annoskupin alusta
11. Ruisku

Linkki 3D-mallin animaatioon

https://www.youtube.com/watch?v=5Bvr_AOi5ro