

Joni Tauriainen

## **ÄLYLUKON SUUNNITTELU LUKKORUNKOON**

## ÄLYLUKON SUUNNITTELU LUKKORUNKOON

Joni Tauriainen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Konetekniikka  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
konetekniikka, koneautomaatio

---

Tekijä: Joni Tauriainen

Opinnäytetyön nimi: Älylukon suunnittelu lukkorunkoon

Työn ohjaaja: Esa Kontio

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2018

Sivumäärä: 30 + 1 liite

---

Opinnäytetyötä tehtiin Oviku Oy:n tilauksesta. Oviku Oy on lukitus- ja turvallisuusalalla toimiva yritys, joka tuottaa ja kaupallistaa erilaisia kodin turvaratkaisuja kuten älylukkoja. Yritys on huomannut, ettei Suomen markkinoilla ole vielä älylukkoa, jonka asennus ei vaadi lukkorungon vaihtoa. Opinnäytetyön avulla haluttiin kokeilla, olisiko tällainen tuote mahdollista toteuttaa.

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja valmistettiin älylukon prototyyppiin mekaniikka. Ensisijainen tavoite oli, että älylukko toimisi lukkorungossa A, ja optiona oli, että se toimisi myös lukkorungossa B. Lisäksi prototyypistä tuli tehdä valmistuspiirustukset.

Työssä edettiin lähes tuotekehityksen kaavan mukaisesti: Ennen suunnittelun aloitusta tehtiin esitutkimus, jossa käytiin läpi lukkorunkojen A:n ja B:n ominaisuudet sekä ovi- ja karmityypit, joihin älylukko mahdollisesti asennettaisiin. Apuna tutkimuksissa käytettiin myös muita sähköisiä sekä sähköttömiä lukkorunkoja ja muiden valmistajien älylukkoja. Tietoa lukitustekniikasta etsittiin myös ovi- ja lukkovalmistajilta sekä tutkimalla rautakauppojen tarjontaa. Tiedon etsinnän lisäksi suoritettiin mittauksia, joilla selvitettiin muun muassa lukkorunkojen käytön vaatima momentin tarve.

Esisuunnitteluvaiheessa oli älylukko saanut tietyt reunaehdot, kuten virransyöttö ja kotelon mitat. Näiden reunaehtojen puitteissa alettiin suunnitella mekaniikkaa. Mekaniikasta tehtiin useita erilaisia versioita, jotka esiteltiin opinnäytetyön tilaajalle. Eri versioissa oli eroja voimansiirrossa ja komponenttien sijoittelussa. Tilaaja valitsi versioista yhden, jota jatkettiin kohti yksityiskohtaista suunnittelua.

Yksityiskohtaisessa suunnittelussa valittiin prototyyppiin ostettavat komponentit ja mallinnettiin itse valmistettavat osat SolidWorksilla. Luoduista malleista tehtiin prototyyppiä 3D-tulostamalla. Prototyypit koottiin Oamkin tiloissa ja niitä testattiin klosseissa, jotka ovat lukkorungon sisältäviä pienoismalleja ovista.

Viimeisin prototyypeistä toimi lukkorungon A lisäksi optiona olleessa lukkorungossa B. Testit kuitenkin osoittivat, että lukkorungossa B oltiin jo suorituskyvyn ääri rajoilla. Työn tilaajalle raportointiin, että seuraavaan älylukon prototyyppiin tulisi parantaa kytkimen, moottorin ja välityksen suorituskykyä.

---

Asiasanat: 3D-mallinnus, 3D-tulostus, prototyyppi, älylukko

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Bachelor of Mechanical Engineering, Machine Automation

---

Author(s): Joni Tauriainen

Title of thesis: Designing a smart lock for a lock frame

Supervisor(s): Esa Kontio

Term and year when the thesis was submitted: spring 2018      Number of pages: 30 + 1 annex

---

The thesis was made by Oviku Oy's order. Oviku Oy is a lock and security company that specializes in and commercializes various home security solutions such as smart locks. The company has noticed that there is no smart lock on the Finnish market yet, which requires no replacement of the lock frame. The thesis was intended to test whether such a product could be implemented.

In this thesis, mechanics of the smart lock was designed and made. The primary goal was that the smart lock would work in the lock frame A and it was also possible to operate in the lock frame B. Additionally, the prototype should be done with manufacturing drawings.

The work was carried out according to the concept of almost product development: Before the design was started a preliminary study was carried out, which examined the characteristics of the lock frames A and B and the types of doors and door frames to which the smart lock could be installed. Other electrical and non-electric locking frames and other manufacturers smart locks were also used in the studies. Information about locking technology was also sought from door and lock manufacturers and by researching the supply of hardware stores. In addition to the search of information, some measurements were made too. One of them was finding out the torque that the lock frames needed.

In the pre-design phase, the smart lock has received certain boundary conditions, such as power supply and enclosure dimensions. Within these boundary conditions, mechanics were planned. Several versions of the mechanics were and presented to the job subscriber. Different versions had differences in power transmission and component placement. The subscriber chose one of the versions, which continued towards detailed design.

In the detailed design, purchased components were selected and the parts that had to be manufactured by self, were modeled with SolidWorks. The prototypes were created by 3D printing. The prototypes were assembled at Oamk's premises and tested in clos, which are small scale doors including lock frames.

The latest prototype worked in lock frame A and also in lock frame B. However, the tests showed that in the lock frame B, it was already at the performance limits. It was reported to the job subscriber that the next prototype of the smart lock should improve the performance of the clutch, motor and transmission.

---

Keywords: 3D-modeling, 3D-printing, prototype, smart lock

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
SISÄLLYS.....	5
SANASTO.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 SÄHKÖINEN LUKITUSTEKNIikka.....	8
2.1 Kaapeloinnin vaativat sähkölukot.....	8
2.2 Lukko-ohjaimet.....	9
2.3 Mekatroniset lukot.....	10
3 ÄLYLUKOT.....	11
3.1 Älylukko osana älykotia.....	11
3.2 Älylukkoverailu.....	13
4 TULEVAISUUDEN ÄLYLUKOT.....	14
4.1 Puettava tunnistustekniikka.....	14
4.2 Biometrinen tunnistustekniikka.....	15
5 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT.....	16
6 SUUNNITTELUPROSESSI.....	18
6.1 Esitutkimus.....	18
6.2 Esisuunnittelu.....	20
6.3 Yksityiskohtainen suunnittelu.....	22
6.4 Toiminnallinen prototyyppi.....	26
7 YHTEENVETO.....	27
LÄHTEET.....	28
LIITTEET.....	

## SANASTO

<b>3D-mallintaminen</b>	tietokoneavusteista kolmiulotteista suunnittelua
<b>3D-tulostaminen</b>	ainetta lisäävä valmistusmenetelmä
<b>Bluetooth</b>	lyhyen kantaman radiotekniikka
<b>EKG-käyrä</b>	sydänsähkökäyrä
<b>FDM</b>	ainetta pursottava valmistusmenetelmä
<b>IOT</b>	esineiden internet
<b>Klossi</b>	pienoismalli ovesta
<b>Mekatroninen</b>	elektronismekaaninen
<b>Mikrokytkin</b>	mekaaninen kytkin, jossa on pieni kosketinväli
<b>Mikrosiru</b>	RFID-tyyppinen tunniste
<b>Mock-up</b>	ei-toiminnallinen malli
<b>NFC</b>	radiotaajuista etätunnistusta käyttävä tekniikka
<b>Prototyyppi</b>	mallikappale
<b>RFID</b>	radiotaajuinen etätunnistus
<b>SLS</b>	ainetta lisäävä lasersintrausmenetelmä
<b>Telki</b>	lukon kieli
<b>Toiminnallinen prototyyppi</b>	mallikappale, joka toimii oikean tuotteen tavoin
<b>WLAN</b>	langatonta tiedonsiirtoa hyödyntävä lähiverkko

# 1 JOHDANTO

Työn tilaaja Oviku Oy tuotteistaa ja kaupallistaa erilaisia turvallisuusratkaisuja kuluttajille. Oviku Oy on selvittänyt, että markkinoilla olisi kysyntää älylukolle, joka voidaan helposti jälkiasentaa lähes jokaiseen suomalaiseen kotioveen. Yrityksellä on jo kehitteillä Pohjois-Amerikan markkinoille hie-  
man vastaavanlainen älylukko, jota voidaan ohjata matkapuhelimen avulla. Tämä ominaisuus tulee olemaan myös älylukon prototyypissä, johon tässä opinnäytetyössä tähdätään.

Tavoitteena opinnäytetyössä on selvittää, mitä kaikkea toimivan älylukon toteuttaminen mekaani-  
sesti vaatii. Selvitysten perusteella älylukkoa suunnitellaan lukkorunkoihin, jotka vaativat älylukolta paljon voimaa. Lisäksi käytössä on rajallinen tila, johon älylukon mekaniikka pitää saada sopimaan. Lähtötiedoissa on määritetty, että älylukon tulee toimia kolmella kappaleella LR6-paristoja. Nämä seikat tuovat haasteita suunnitteluun muun muassa siksi, että älylukon prototyyppi on määrä val-  
mistaa 3D-tulostamalla ja tällä tekniikalla saadaan aikaan vain verraten vähän rasisusta kestäviä komponentteja. Lisäksi paristot vievät valtaosan älylukon koteloinnin rajallisesta tilasta. Tämä rajoittaa muun muassa älylukon vaihteiston kokoa.

Suunnittelun ja prototyypin lisäksi tulee älylukosta tehdä piirustukset ja muut yleiset dokumentit, joita tuotekehitysprosessia käytetään. Suunnitteluun käytetään SolidWorks-mallinnusohjelmaa ja prototyypin valmistuksessa 3D-tulostamista. Mukana toteutuksessa on sähköautomaatiopuolen opiskelija (1), jonka vastuulla on piirilevyn valmistuksen lisäksi älylukon ohjelmointi. Mekaniikka- ja elektroniikkasuunnittelu tehdään tiiviissä yhteistyössä. Näin taataan se, että mekaniikka käy yhteen elektroniikan kanssa ja että nämä kaksi osa-aluetta muodostavat yhdessä toimivan kokonaisuuden. Sähköautomaatiopuolen opiskelijan lisäksi projektissa ovat tiiviisti mukana myös työn tilaaja sekä ohjaavat opettajat.

## 2 SÄHKÖINEN LUKITUSTEKNIikka

Nykyaikana on olemassa useita erilaisia sähköisiä lukitusratkaisuja. Lähes kaikissa sähkölukkoissa on sähkömagneetti, sähkömoottori tai solenoidi liikuttamassa joko lukossa olevaa telkeä tai karmissa olevaa vastelevyä. Suurimmat erot lukitusratkaisuissa liittyvät niiden ohjaukseen. Nykysuuntaus on mennyt siihen, että perinteisistä avaimista ollaan luopumassa ja tilalle tulevat erilaiset etäluettavat avaimet tai lähettimet, jotka toimivat ikään kuin avaimina. Etälukko toimii yleensä Bluetoothin, RFID:n tai NFC:n avulla. Lisäksi monet lukot ovat yhteydessä internetiin joko suoraan tai älypuhelimien välityksellä. Tässä opinnäytetyössä sähkölukot jaetaan karkeasti neljään ryhmään, jotka ovat kaapeloinnin vaativat sähkölukot, lukko-ohjaimet, mekatroniset lukot ja älylukot.

### 2.1 Kaapeloinnin vaativat sähkölukot

Kaapeloitaviin lukkoihin kuuluvat esimerkiksi koodi- ja tunnistetoimiset sähkölukot. Nämä lukkotyytit vaativat aina kaapeloinnin ja jonkinlaisen lukijan tai käyttöpaneelin oveen tai oven lähetyville (2, s. 40.) Tunnisteena voi toimia esimerkiksi RFID:llä varustettu tunniste tai vaikkapa oma sormenpää.

Koodi- ja tunnistelukkoja näkee usein asuinkerrostalojen kadunpuoleisilla alaovilla sekä liikehuoneistojen ulko-ovilla. Lukon aukaistakseen tulee käyttäjän näppäillä oikea koodi tai näyttää lukijalle tunnistetta. Koodilukolla varustettuun oveen ei käyttäjällä sisään päästäkseen tarvitse olla mitään fyysistä tunnistetta tai avainta. (Kuva 1.)



KUVA 1. Vanderbiltn koodilukko (3)



## 2.2 Lukko-ohjaimet

Tavalliseen oveen saadaan helposti kulunvalvonta, kun siihen asennetaan langaton lukko-ohjain. Lukko-ohjain on usein paristo- tai akkukäyttöinen. Näiden lisäksi markkinoilla on myös NFC-lukko-ohjaimia. Tällainen lukko-ohjain saa toimintaan tarvitsemansa virran joko matkapuhelimesta tai virtalähteen sisältävästä tunnistimesta tunnistushetkellä. (2, s. 49.)

Kortilla aukeavat lukot ovat usein langattomasti ohjattuja. Korttilukkoja käytetään laivojen hyttien ovissa sekä hotellihuoneiden ovissa. Jotta lukko aukeaisi, täytyy korttia käyttää lukijassa. Korttilukko lukee kortilla olevan magneettijuovan tai reikäkortissa olevat reiät ja avaa lukon, mikäli se on ohjelmoitu aukeamaan kyseisellä kortilla. Tällä systeemillä on helppo hallinnoida kulkuoikeuksia. Korttiavaimet ovat myös halpoja ja helppoja kantaa mukana. Tällaiset korttiavaimet ovat kuitenkin nykyisin pääosin korvattu RFID-tunnistamistekniikkaan pohjautuvilla tunnistimilla.

Lukko-ohjain voi olla myös sekoitus edellä mainituista ratkaisuista. Esimerkiksi kuvassa 2 näkyvässä Abloyn Yale Doormanissa on RFID-tunnistin, numeropaneeli, kauko-ohjain sekä puhelinohjaus mahdollisuus. Lukko saa virtansa paristoista.



KUVA 2. Yale Doorman -lukko (4)

### 2.3 Mekatroniset lukot

Mekatroninen lukko perustuu elektroniseen avainpesään sekä avaimeen. Avaimen ja avainpesän yhteistyöhön tarvitaan sähköä. Sitä saadaan paristosta, joka on sijoitettu avainpesään tai avaimeen. Sähkö voidaan ottaa myös avaimen työntöliikkeestä kuten kuvassa 3 olevassa iLOQ:n lukossa on tehty. Fyysinen avain on samanlainen joka lukossa. Lukon sarjoittaminen tapahtuu elektronisesti, jolloin hukatun avaimen voi helposti pyyhkiä pois lukon muistista. (5.)



KUVA 3. iLOQ:n avaimen liikkeestä virtansa saava lukkosylinteri (6)

### 3 ÄLYLUKOT

Älylukko on yleensä sähköisen lukkorungon ja lukko-ohjaimen muodostama kokonaisuus. Älylukon äly perustuu siihen, että sen avain on virtuaalinen (7). Avaimena älylukon tapauksessa voi toimia käyttäjän älypuhelin, jossa on älylukon valmistajan sovellus. Lisäksi älylukkoihin myydään usein lisävarusteena bluetoothilla toimivaa kauko-ohjainta sekä RFID:llä varustettua kulkutunnistetta. (Kuva 4.)



KUVA 4. Yale Doormanin kulkutunniste (8)

Älylukon haltija voi lähettää virtuaalisen avaimen haluamalleen henkilölle tai ryhmälle sähköpostilla tai jollakin älypuhelimien viestintäsovelluksella. Lähetettyyn virtuaaliavaimeen voidaan määrittää avaimen toiminta-aika, minkä jälkeen avain muuttuu käyttökelvottomaksi. Älylukon puhelimeen laadattavassa sovelluksessa on lokitiedot, johon tallentuu, milloin kukakin käyttäjä on ovesta kulkenut.

#### 3.1 Älylukko osana älykotia

Älykodilla tarkoitetaan kotia, jossa laitteet pystyvät viestimään verkon välityksellä. Viestintä tapahtuu useimmin WLAN-verkon välityksellä. Älykodista käytetään myös termejä kotiautomaatio ja esi-neiden internet eli IOT. Ensi harppaus suomalaistuneissa älymaailman tuli etäluettavien sähkömittareiden muodossa. Tämän jälkeen ovat älylaitteet alkaneet vuosi vuodelta lisääntyä kodeissa, mutta sellaista verkkoa, missä kaikki kodin älylaitteet osaisivat keskustella keskenään ei ole vielä saatavissa. Älylaitteiden valmistajilla on omat hallintajärjestelmät omien tuotteidensa keskinäiseen kommunikointiin. Tällaisia hallintajärjestelmiä ovat esimerkiksi Zigbee, Z-Wave ja Thread. Yksi

suurimmista hallintajärjestelmän tuottajista on verkkoyhtiö Google, jonka arvelisi ottavan tässä generässä suurimman roolin ajan kuluessa. (9.) Kuvasta 5 käy ilmi, mitä kaikkea älykkään kodin verkostoon saadaan kytkettyä. Älykodissa esimerkiksi palovaroitin voi savua havaitessaan paitsi hälyttämään myös syyttämään kotiin valot, avaamaan ulko-oven lukituksen ja lähettämään pelastuslaitokselle kodin sijainnin sekä yhteystiedot.



KUVA 5. IOT (10)

Älylukon paras verkostointi kumppani on luontevasti kodin valvontajärjestelmä. Tällainen yhteistyö on ainakin Verisure-turvajärjestelmän ja Abloy Doorman -älylukon kesken. Verkostoinnin ansiosta kuluttaja saa älykodin lisäksi älylukkoonsa uuden ominaisuuden, joka on älypuhelinohjaus. Ominaisuuden saa myös lisävarusteena. (11.)

### 3.2 Älylukkovertilu

Vertailun tiedot on osin poimittu Tekniikan Maailman tekemästä testistä vuodelta 2015. Tekniikan Maailma on testissään määritellyt älylukoiksi lukot, joilla voidaan tehdä käyttöoikeuden lisäys ja poisto sähköisesti. (12.) Opinnäytetyönä oleva älylukko on lisätty vertailun vuoksi tähän taulukkoon. Vertailun jälkeen Suomen älylukkomarkkinat eivät ole juurikaan muuttuneet.

TAULUKKO 1. Älylukko vertailu (12)

LUKITUSJÄRJESTELMÄ	Yale Doorman	Rollock	iLOQ Privus/S10	Kaba TouchGo	Älylukon prototyyppi
Tunnistusperiaate	RFID ja/tai numerokoodi, lisävarusteena kaukosäädin	NFC ja bluetooth	mekaanis-elektroninen	RCID lisävarusteena RFID	bluetooth
Älypuhelinavaus	lisävaruste	kyllä	ei	ei	kyllä
Käyttäjän lisäys/poisto	pääkoodilla	ohjelmointikortilla tai älypuhelinsovelluksella	ohjelmointi avaimilla tai lukijalla	päätunnisteella	älypuhelinsovelluksella
Virtalähde	paristot	verkkovirta	omavoimainen	paristot	paristot
Kytkenä murtohälytimeen	Verisure paketilla	mahdollista	mahdollista	ei	ei
Vaatiiko sähköisen lukkorungon	Kyllä	kyllä	ei	kyllä	ei
Hinta	370€ sis. Lukkorungon	850€ sis. Lukkorungon.	300,00 €	790€ sis. Lukkorungon	200€ (arvio)

## 4 TULEVAISUUDEN ÄLYLUKOT

Tulevaisuudessa teknologian kehittyessä on selvää, että älylukot tulevat olemaan fyysisesti pienempiä. Vaihdeavista paristoista ja kaapeloinnista päästään eroon langattomalla latauksella, aurinkopaneelilla tai oven liikkeen energiaa hyödyntämällä. Älylukko tulee ymmärtämään lukituksen lisäksi muutakin. Älylukko voi esimerkiksi ilmoittaa kodista poistuesssa, jos jokin sähköinen laite kuten liesi on jäänyt päälle. Kehitystä on vaikea ennustaa, mutta pelkkää lukon virkaa ei älylukko kymmenen vuoden kuluttua enää toimita. Tunnistusmenetelmät tulevat ainakin kehittymään jo lähivuosina.

### 4.1 Puettava tunnistustekniikka

Päälle puettavaa elektroniikkaa on ollut markkinoilla jo vuosia. Hyvä esimerkki tästä on erilaiset rannetietokoneet. Nykyisin markkinoilla on rannetietokoneita, joihin saadaan ladattua samanlaisia sovelluksia kuin älypuhelimeen. Näin rannetietokoneesta saadaan helposti avain kotiin. Tällainen ominaisuus saadaan integroitua myös mihin tahansa päälle puettavaan esineeseen, kuten sormukseen tai rannekoruun. Tunnistaminen tapahtuu NFC:n tai bluetoothin avulla (13).

Tekniikan kehittyessä ja elektroniikan koko ajan pienentyessä riittää, että kuluttaja pukee päällensä älyvaatteen saadakseen kulkuoikeuden kotioveensa. Älyvaatteen kankaassa voi olla sähköä johtavaa tai jopa sähköä synnyttävää kangasta. Vaate voi toimia myös antennina. Kodin älyjärjestelmät kykenevät esimerkiksi bluetoothin tai GPS:n avulla päättelemään, milloin älyvaatteen kantaja on lähellä kotia, ja toimimaan tämän mukaisesti. Esimerkiksi sytyttämällä valot pihalle ja avaamaan kotioven lukituksen. (14.) Älyvaate on kuitenkin lukitusturvallisuuden kannalta heikko, koska ovathan vaatteet helposti varastettavissa. Turvallisempi vaihtoehto henkilön tunnistamiseen on ihon alle laitettava mikrosiru. Ruotsissa ihmisten mikrosiruttaminen on jo arkipäivää, mutta Suomessa mikrosirutetaan lähinnä lemmikkieläimiä (15).

## 4.2 Biometrinen tunnistustekniikka

Biometrinen tunnistaminen lienee kaikkein varmin keino tunnistusmenetelmistä. Ihmisen sormenjälki on yksilöllinen ja näin ollen erittäin murtovarma, mutta sormenjäljen kopioiminen on kuitenkin verrattain helppoa jopa kotikonstein (16).

Ihmisen kasvot ja silmän iiris ovat myös yksilölliset. Iiriksen tunnistaminen on ollut käytössä jo pitkän aikaa ja kasvojen tunnistus on lisääntymässä koko ajan. Kasvojen tunnistusmenetelmä toimii nykyään jo varsin hyvin. Vaikka käyttäjä kasvattaisi parran tai leikkauttaisi itselleen uuden kampauksen eikä välissä asettaisi kasvojentunnistulaitteeseen uutta kuvaansa, päästäisi esimerkiksi kasvojen tunnistuksella varustettu älylukko edelleen käyttäjän sisään kotiinsa. Ihmisen kasvojen kopiointi verrattuna sormenjäljen kopiointiin vaatii erityisen paljon työtä (17).

Tulevaisuuden älylukoissa tullaan varmasti käyttämään erilaisten tunnistusmenetelmien yhdistelmiä. Uusimpia identifioivia ominaisuuksia ihmisessä ovat EKG-käyrä, takapuolen muoto, silmänliike, nenänmuoto, verisuonet, korvanmuoto ja hienhaju (18).

## 5 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Työn tilaaja antoi opinnäytetyön aloituspalaverissa määritelmät, joiden mukaisesti työssä edettäisiin. Ominaisuudet jotka prototyypin tulee täyttää, oli myös listattu. Näiden lähtötietojen perusteella laadittiin vaatimuslista, jota esitutkimusten jälkeen täydennettiin tutkimuksista saaduilla tiedoilla. Taulukosta selviävät ne ominaisuudet, jotka älylukossa on oltava ja joita siinä toivottaisiin olevan ehdottomien vaatimusten lisäksi.

TAULUKKO 2. Älylukon vaatimuslista

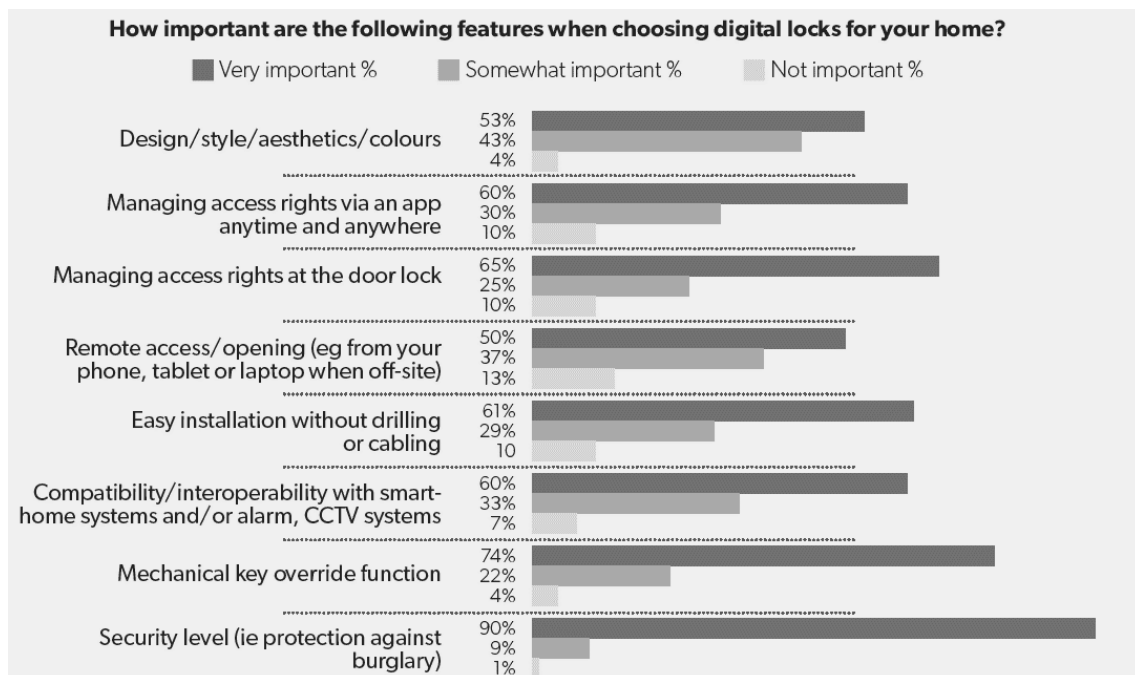
KV, VV, T	Vaatusmus	Pvm.	Huom.
	<b>1. Geometria</b>		
KV	Tuotteen tulee sopia kaikenlaisiin Suomen markkinoilla oleviin karmeihin.	2.6.2017	
T	Tuotteen tulee olla mahdollisimman pienikokoinen.	2.6.2017	
	<b>2. Voimat</b>		
VV	Tuotteen mekanismin tulee välittää 0,12Nm momentti.	2.6.2017	mitattu
VV	Optio lukkorunkoon vaadittava voima 0,31Nm.	2.6.2017	itse
	<b>3. Sähköiset komponentit</b>		
KV	Piirilevyn pinta-ala n. 3500mm <sup>2</sup>	2.6.2017	
KV	1 tai 2 kappaletta optisia/mekaanisia antureita, joille vastet mekaniikassa.	2.6.2017	
KV	Mekanismi on määritetty toimimaan 3 kappaleella AA-paristoja.	2.6.2017	
KV	Moottorin tulee toimia 12V jännitteellä.	2.6.2017	
	<b>4. Aine/Materiaalit</b>		
KV	Materiaalina tuotteessa käytetään pikamallinnus muovia.	2.6.2017	
	<b>5. Turvallisuus</b>		
KV	Laitteen tulee olla käyttäjälle turvallinen, normaalilla käytöllä.	2.6.2017	
	<b>6. Ergonomia</b>		
T	Laitteen tulee olla helppokäyttöinen.	2.6.2017	
	<b>7. Valmistus</b>		
KV	Tuotteen tulee olla valmistettavissa pikamallinuslaitteella.	2.6.2017	
T	Tuotteen käyttö optio lukkorungossa B.	2.6.2017	
	<b>8. Asennus</b>		
T	Asennuksen tulee olla helppo.	2.6.2017	
	Älylukon tulee sopia lukkorungon ruuvien asennusreikiin.		
	<b>9. Käyttö</b>		
KV	Käytön tulee onnistua sähkövoiman lisäksi myös manuaalisesti.	2.6.2017	
KV	Mekanismin tulee olla ympäripyörivä.		
	<b>10. Kunnossapito</b>		
T	Laitteen kunnossapitoon tulee riittää pintapuolinen puhdistus.	2.6.2017	
	<b>11. Kustannukset</b>		
T	Prototyyppi tulee tehdä edullisesti.	2.6.2017	
	<b>12. Määräajat</b>		
T	Ensimmäinen prototyyppi 31.6.2017	2.6.2017	
T	Toiminnallinen prototyyppi 31.7.2017.	2.6.2017	
	KK=kiinteävaatusmus		
	VV=vähimmäisvaatusmus		
	T=toivomus		



Suunnittelun lähtökohtana on älylukko, joka voidaan asentaa lähes jokaiseen suomalaiseen kotioveen ja joka kiinnitetään oveen vanhan lukitusnupin paikalle. Vanha lukitusnuppi asennetaan älylukon päälle ja molemmat pysyvät paikallaan alkuperäisiin ruuvireikiin kiinnitettyinä. Älylukko tulee tällöin sijoittumaan asunnon tai kiinteistön oven sisäpuolelle ja oven pintaan. Oven lukitus tulee olla avattavissa entiseen tapaan vanhalla lukitusnupilla sekä ulkoapäin avaimella.

Älylukko ei tarvitse erillistä sähköistä lukkorunkoa kuten useimpien kilpailijoiden älylukot vaativat. Täten oveen eikä karmiin tarvitse vetää sähköjä lainkaan. Älylukkoon ei myöskään tule ulkoista yksikköä varustettuna numeronäppäimillä tai sormenjälkitunnistimella. Asennus tulee olemaan puhdas jälkiasennus, menettämättä mitään ominaisuutta tai fyysistä osaa, jotka ovesa ja lukkorungossa jo ovat. Jos älylukon haluaa asennuksen jälkeen jostain syystä poistaa, ei oveen jää asennuksesta johtuvia jälkiä.

Kuvassa 6 on IFSEC Globalin tekemä kyselytutkimus vuodelta 2016 (19). Kyselystä selviää, mitä ominaisuuksia kuluttajat arvostavat valitessaan kotiinsa älylukkoa. Tutkimuksesta käy ilmi, että kuluttajat arvostavat perinteisen lukon arvoja kuten hyvä murtosuojaus sekä fyysisen avaimen käyttömahdollisuus. Kuluttajat arvostavat myös helppoa asennusta ilman porausta ja kaapeleiden asennusta.

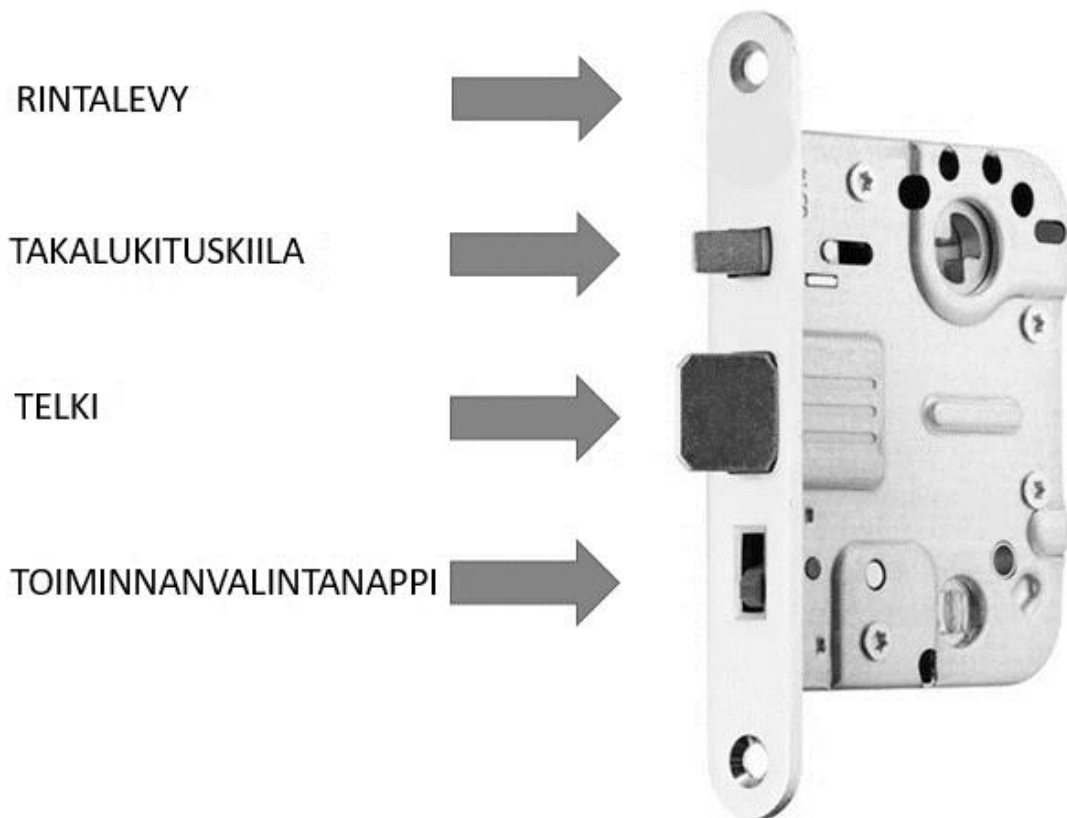


KUVA 6. IFSEC Globalin kyselytutkimus kuluttajien toivomista ominaisuuksista älylukoissa (19)

## 6 SUUNNITTELUPROSESSI

### 6.1 Esitutkimus

Esitutkimuksessa perehdyttiin eri valmistajien sähkömekaanisiin ratkaisuihin älylukoissa sekä lukkorungoissa, joihin tätä älylukkoa suunniteltiin. Tämä tehtiin purkamalla älylukot ja lukkorungot (kuva 7) osiin ja katsomalla, voisiko joitakin niissä olevia ratkaisuja käyttää hyödyksi omassa projektissa.



KUVA 7. Lukkorunko (20)

Älylukon prototyypin maksimi ulkomitat määräytyivät markkinoilla olevien ovien sekä niiden karmien mukaisesti. Selvisi, että älylukon syvyys voi maksimissaan olla noin 50 mm, leveys 70 mm ja korkeus taas rajoittuisi vain oven kahvaan, joka on lukitusnupin alapuolella. Älylukon syvyyteen tulisi lisäksi lisätä vielä lukitusnupin syvyys. Lukitusnupin tulee kääntyä lukkorungossa A, 90 astetta

myötäpäivään ja lukkorungossa B, 45 astetta myötä- ja vastapäivään. Lisäksi molemmat lukkorungot lukittuvat automaattisesti, kun ovi suljetaan. Näin silloin kun lukkorunkoja ole asetettu päiväkäyttöasentoon, niiden rintalevyssä sijaitsevasta toiminnanvalintanapista. (Kuva 7.)

Älylukon vaatima vääntömomentin tarve selvitettiin asettamalla lukkorunkoihin lukitusnupit. Tämän jälkeen mitattiin lukitusnuppien kääntöön tarvittava momentti. Tämä tehtiin siten, että lukkorungot A ja B olivat kiinnitettyinä ruuvipenkkiin ja lukitusnuppiin kiinnitettiin varsi, jonka päähän ripustettiin vesiasia. Tämän jälkeen vesiasiaan lisättiin varovasti vettä niin kauan, että lukkorungon telki aukesi kokonaan. Lisätyn veden ja varren pituuden avulla selvitettiin momentti, joka tarvittiin lukkorungon teljen auki vääntämiseen.

Voiman momentti lasketaan kaavalla 1 (21, s. 92).

$$M = F \times r$$

KAAVA 1

F = voima

r = voiman vaikutussuoran etäisyys akselista

Voima lasketaan kaavalla 2 (21, s. 91).

$$F = m \times a$$

KAAVA 2

m = massa

a = kiihtyvyys

a = G

G = 9,81 m/s<sup>2</sup>

Taulukosta 3 selviää, että lukkorungon A lukitusnuppi vaatii kääntyäkseen 0,12 Nm:n momentin. Samalla mittausjärjestelyllä määritettiin myös lukkorungon B momentti ja sille arvoksi tuli 0,31 Nm, joka on huomattavasti suurempi kuin lukkorungon A vaatima momentti. Tämä tieto kertoo sen, että jos samalla älylukolla halutaan ajaa myös lukkorunkoa B, tulee mekaniikalta vaadittava 0,12 Nm:n momentti lähes kolminkertaistaa. Kitka- ja voimansiirtohäviöiden vuoksi tämän momentin saa varmuuden vuoksi vielä kaksinkertaistaa.

### TAULUKKO 3. Momentin mittaus

voiman vaikutussuoran etäisyys akselista (m)			0,1
painovoima (m/s <sup>2</sup> )			9,81
		momentti	
	m (massa)	(Nm)	
suorituskerta	1	0,14	0,13734
suorituskerta	2	0,1	0,0981
suorituskerta	3	0,12	0,11772
suorituskerta	4	0,15	0,14715
suorituskerta	5	0,14	0,13734
suorituskerta	6	0,13	0,12753
suorituskerta	7	0,11	0,10791
jätetään keskiarvosta suurin ja pienin mittaustulos huomiotta			
		0,14	
		0,12	
		0,12	
		0,13	
		0,11	
keskiarvo			0,124

Sähkömekaaniseen puoleen oli myös perehdyttävä. Tämä tehtiin yhteistyössä opinnäytetyössä olleen sähköautomaatiopuolen opiskelijan kanssa (1). Työtä tehtiin lähinnä eri valmistajien internet-sivuilta tietoa etsien ja ehdottaen eri vaihtoehtoja käytettäväksi prototyypissä puolin ja toisin.

## 6.2 Esisuunnittelu

Esisuunnittelun alkaessa olivat tiedossa kaikki älylukkoon vaadittavat ominaisuudet sekä älylukon maksimi ulkomitat. Näiden tietojen valossa opinnäytetyön tilaaja halusi, että älylukosta tehtäisiin kolme erilaista mekaanista versiota. Eri versioissa sovitettiin erilaisia osia älylukon kuorien sisään siten, että ne ainakin teoriassa voisivat toimia.

Jos älylukossa käytetään DC-moottoria tai vastaavaa, tulee sen olla pitkällään eikä pystyssä korkeuden minimoimiseksi. Tämä siksi, että asunnoissa on toisinaan väliovi, joka tulee hyvin lähelle ulko-ovea kiinni ollessaan. Älylukon saadessa käyttövoimansa kolmelta LR6-paristolta, täytyy pa-

ristot vaihtaa ajoittain ja vaihdon tulee olla tehtävissä helposti. Ovi tulee saada auki myös lukitusnuppia vääntämällä, joten älylukon täytyy tietää missä asennossa lukitus kulloinkin on. Tämän ilmaisemiseksi tarvitaan anturit, jotka viestivät lukituksen asennon älylukon ohjelmalle ja sieltä edelleen bluetoothin välityksellä käyttäjälle. Lukitusnupin käsin käyttö liikuttaa myös älylukon sisällä olevaa mekaniikka, ja tämä voisi särkeä mekaniikan. Ellei mekaniikka särkyisi, ei lukitusnuppi välttämättä pääsisi pyörimään käsikäytöllä lainkaan. Tämän takia on mekaniikkaan lisättävä mekaaninen kytkin. Kytkin olisi oltava myös mahdollisten häiriötilanteiden takia. Häiriötilaan älylukko voi mennä esimerkiksi käsikäytöstä kesken sähköisen ajon.

Älylukon on täytettävä kaikki edellä mainitut osatoiminnot. Osatoimintovaihtoehtoja voi olla useita, ja siksi on tärkeää karsia pois huonoimmat vaihtoehdot, joita voivat olla esimerkiksi liian kalliit, ehdollisesti toteutuvat tai vaikeasti toteutettavissa olevat ratkaisut (22).

Voimanlähteeksi älylukon prototyyppiin valikoitui DC-moottori, joka sisälsi vaihteiston. Tavallinen moottori olisi vaatinut mekaniikkaan erittäin suuret välitykset, niinpä työtä haluttiin helpottaa valitsemalla vaihdemoottori. Voiman kääntöön valittiin matopyöräpari. Matopyöräpari tuo erittäin paljon välitystä verrattuna muihin ratkaisuihin. Kytkin vaihtoehtoja oli vain kaksi. Päädyimme käyttämään prototyyppissä vaihtoehtoa, jossa jousi-kuulayhdistelmä oli hammasrattaan kehällä. Paristokoteloksi valikoitui liitintyyppinen paristokotelo sen tuoman pariston vaihdon vaivattomuuden takia. Anturiksi valikoitui kaarevalla lehdellä varustettu mikrokytkin. Tällä anturilla saatiin hyvät säätöominaisuudet ja lehden muoto kävi yhteen pyöreän kytkimen kehän kanssa, jota mikrokytkimen lehti seurasi.

Taulukossa 4 olevaan morfologiseen laatikkoon on listattu erilaisia osatoimintoratkaisuja. Edellisessä luvussa luetelluiden tietojen perusteella yhdistettiin viivalla eri osatoiminnot kokonaisuudeksi. Tämän jälkeen kokonaisuus 3D-mallinnettiin kokoonpanoksi ja esiteltiin opinnäytetyön tilaajalle. Opinnäytetyön tilaaja hyväksyi kokoonpanon osatoimintoratkaisuineen jatkojalostuskelpoiseksi ja mock-up-kappaleen valmistuksen arvoiseksi.

TAULUKKO 4. Morfologinen laatikko

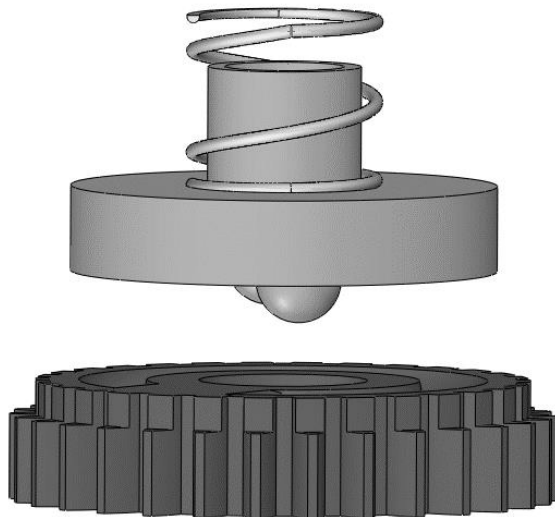
		Vaihtoehdot →				
Osatoiminnot		1	2	3	4	5
1	VOIMANLÄHDE	Lineaari-moottori 	DC-moottori 	Vaihteisto-moottori 	Solenoidi 	Askel-moottori 
2	VOIMANKÄÄNTÖ 90°	Kartio-pyöräpari 	Spiraali-pyöräpari 	Mato-pyöräpari 	Hypoidi-pyöräpari 	
3	KYTKIN	Kytkin 1 	Kytkin 2 			
4	PARISTOKOTELO	Kolmiomalli johdoilla 	Napa-liittimillä 	Johdoilla 		
5	ANTURIT	Suoralla lehdellä 	Rullakytkin 	Reed 	Kaarevalla lehdellä 	

### 6.3 Yksityiskohtainen suunnittelu

Valittua versiota alettiin kehittämään kohti prototyyppiä. Kehitystyötä tehtiin tiiviissä yhteistyössä opinnäytetyön tilaajan sekä sähköautomaatiopuolen opiskelijan kesken (1). Työn edetessä pidettiin useita palavereita, joissa ratkottiin eteen tulleita ongelmia sekä katsottiin, oltiinko kehityksessä menossa oikeaan suuntaan.

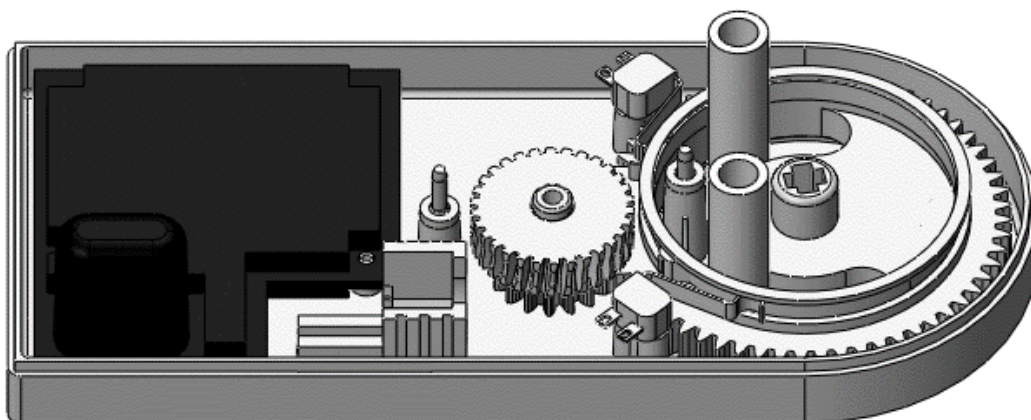
Suunnittelutyön vaikein tehtävä oli keksiä ratkaisu vaatimukselle, että älylukon tulee olla käytettävissä sähköisen ajon lisäksi käsin lukitusnupista vääntäen. Mekanismi ei saisi rajoittaa lukitusnupin käsin vääntämistä, vaikka älylukon mekanismi olisi jumissa. Yhtenä ratkaisuna esitettiin kuvassa 8

näkyvää jousen, hammasrattaan ja luistinpyörän yhdistelmää. Kyseisessä kytkimessä voiman noustessa liian suureksi painuisi jousi kasaan ja sallisi luistinpyörän pylpyrän hypätä haitan yli. Tämä kytkinratkaisu jäi kuitenkin vain suunnitteluasteelle, koska morfologista laatikkoa ynnätessä oli katsottu tämän ratkaisun olevan huonompi, kuin jouseen ja kuulaan perustuva ratkaisu.



*KUVA 8. Kytkinpaketti*

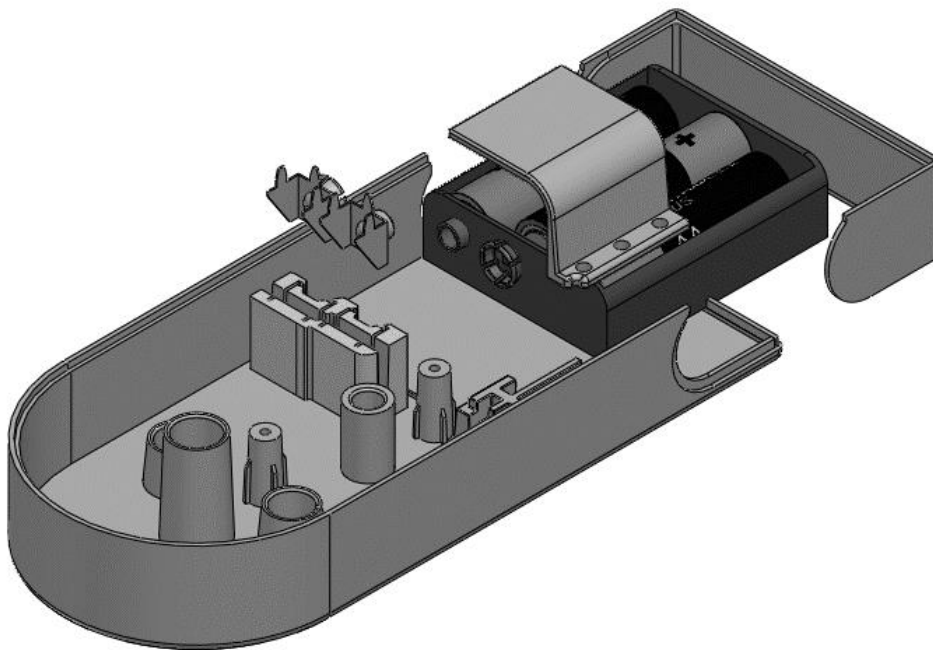
Älylukon piirilevyn oli mahduttava kotelorakenteen sisään. Piirilevyyn tuli saada kiinni yksi muita piirilevyn komponentteja huomattavasti suurempi komponentti. Tämä lisäsi piirilevyn sijoituksen haastetta. Piirilevy näkyy kuvassa 9 tummennettuna.



*KUVA 9. Piirilevyn sijoitus koteloon*

Seuraavana haasteena oli suunnitella paristojen vaihto helpoksi. Paristojen kestoikäksi on älylukossa arvioitu vuosi. Haluttiin, että paristojen vaihdon vuoksi ei tarvitsisi irrottaa älylukkoa ovesta.

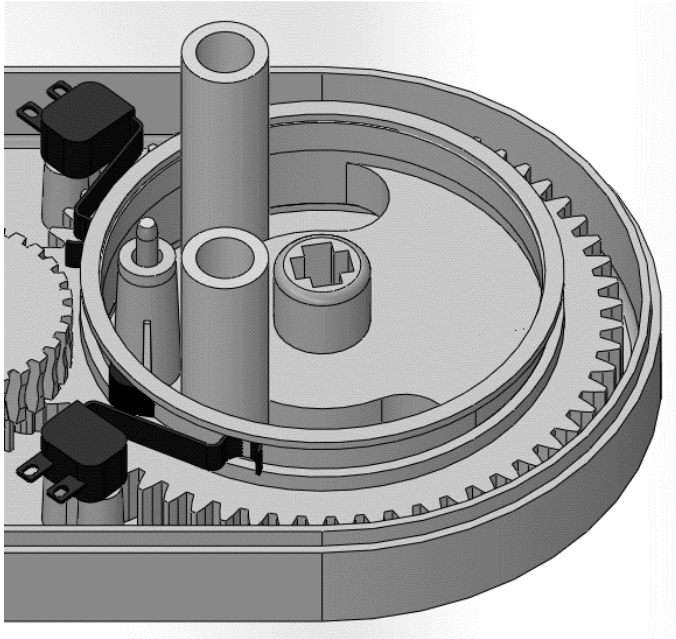
Ruuveilta haluttiin myös välttyä. Prototyypissä käytettäväksi valittu paristokotelo, oli suunniteltu siten, että sen voi liu'uttaa paikalleen. Paristokotelon päädyssä oli virtanavat. Tätä hyödynnettiin siten, että paristokotelon saattoi työntää koteloon sisälle vastaaviin virtanapoihin ilman, että sähköjohtoja tarvitsee erikseen liittää. Paristokotelo oli valmis osa erään elektroniikkaliikkeen verkkokaupasta. Älylukko asennetaan oveen U-muoto alaspäin. Paristokotelo pysyy paikallaan virtanapojen tarttumisvoiman avulla ja paristokotelon kansi pysyy paikoillaan painovoiman avulla. Kuvassa 10 on toiminnalliseen prototyyppiin asti päätynyt ratkaisu ulos vedettävästä paristokoteloinnista.



*KUVA 10. Kansikokoonpano ulos vedettävällä paristokotelolla*

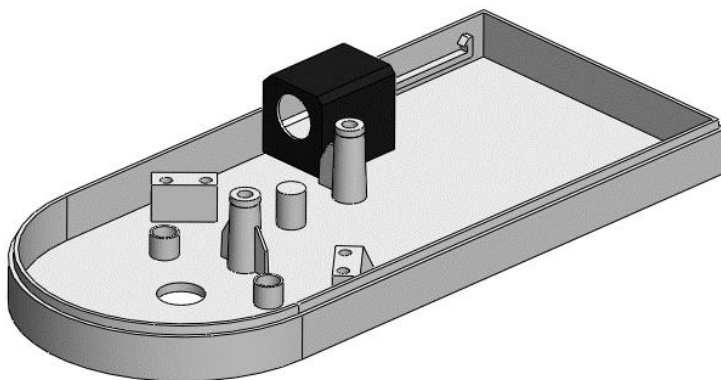
Viimeisimpänä haasteena valitun version suunnittelussa oli älylukon anturointi. Älylukon elektroniikka tarvitsee tiedon asennosta, jossa lukko kulloinkin on. Tässä versiossa ratkaisuksi otettiin mekaaniset mikrokytkimet, jotka olivat varustettu lehtityyppisillä koskettimilla. Koskettimet liukuvat ison hammaskehän yläosaa pitkin. Kehään on laitettu haitat ääri rajojen kohdalle ja haitan osuessa mikrokytkimen lehteen ne kytkeytyvät ja antavat signaalin. Mikrokytkimet ja niiden kytkeytymisvaste näkyvät kuvassa 11 tummempina osina.





*KUVA 11. Älylukon anturoinnin toteutus*

Suunnittelutyön aikana valmistettiin kaksi prototyyppiä 3D-tulostamalla. Valmiista osista, joita saattoi käsissään pyöritellä, oli hyvä testata laitteen toiminnallisuutta sekä etsiä parannuskohteita. Prototyypit osoittivat sen, kuinka hankala oli suunnitella sähkölukon moottorille riittävän tukeva, yksinkertainen ja toimiva kehikko. Tätä yksityiskohtaa muutettiin projektin edetessä useasti ja mielikuvitusta säästämättä. Kaikkia ehdotuksia ei mallinnustyötä pidemmälle viety. Ratkaisu, joka kuvassa 12 näkyy tummennettuna, olisi ruiskumuovivalussa lähes mahdoton tai ainakin erittäin kallis valmistaa. Tämä aiheutuu negatiivisesta muodosta kehikossa, joka ruiskumuovivalussa vaatisi liikuvia osia muottiin.



*KUVA 12. Älylukon pohja kappale*

## 6.4 Toiminnallinen prototyyppi

Toiminnalliseen prototyyppiin tehtiin vielä muutamia muutoksia, joiden arveltiin parantavan älylukkoa valmistuksen ja toiminnallisuuden kannalta. Muutoksissa paristokotelon ohjuria muokattiin selkiseksi, että siitä tuli erillinen osa, joka tyssätään paikalleen. Aikaisemmin ohjuri oli osa pohjakoteloa ja siinä oli negatiivinen muoto. Myös moottorin petiä muutettiin siten, ettei tarvittu enää negatiivista muotoa. Mikrokytkimien tilalle saatiin uudet pienemmät mikrokytkimet, joita saatiin säädettyä paremmin. Tällä muutoksella päästiin tarkempaan lukituksen paikoitukseen.

Toiminnallinen prototyyppi 3D-tulostettiin SLS-tekniikalla. Tällä menetelmällä saadaan aikaan kestävämpiä kappaleita kuin FDM-tulostustekniikalla. Prototyyppiä koeajettiin klossissa, johon oli kiinnitetty lukkorunko B. Työntilajaaja oli asettanut toiveen, että prototyyppi toimisi lukkorungon A:n lisäksi myös lukkorungossa B. (Kuva 13.)



KUVA 13. Toiminnallinen prototyyppi klossiin asennettuna

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja valmistaa prototyyppi älylukosta. Vaatimuksena oli, että prototyyppi toimisi lukkorungossa A. Optioksi oli asetettu, että prototyyppi toimisi myös lukkorungossa B. Prototyyppi oli määrä suunnitella edulliseksi kokonaisuudeksi ja valmistus tuli tehdä 3D-tulostusta hyödyntäen. Lukkorunkojen vanhat ominaisuudet tuli toimia älylukon asennuksen jälkeenkin.

Opinnäytetyössä päästiin ennalta määrättyihin tavoitteisiin. Älylukon prototyyppejä ajettiin lukkorungoissa A ja B onnistuneesti. Lukkorungon B osalta suunniteltuun tavoitteeseen päästiin rimaa hipoen. Testiajoissa suoritetuista virranmittauksista pääteltiin, että moottori joutui avaustilanteessa toimimaan suorituskykynsä rajalla. Pidemmällä aikavälillä saattaisi älylukon moottori käytössä särsyä. Opinnäytetyötä aloittaessa kirjattiin muistiin myös muotoilunäkökohdat. Tämä osa-alue jätettiin kuitenkin prototyyppiä suunniteltaessa pienimmälle huomiolle.

Prototyyppiin jäi parantamisen varaa miltei jokaiselle osa-alueelle. Moottori tulisi vaihtaa suuremman virran kestäväksi tai älylukon hammaspyörien välitystä olisi kasvatettava. Prototyyppissä käytetty kytkin ei ollut tähän käyttöön paras mahdollinen. Jos kytkin olisi tehty koneistamalla metallista, olisi se luultavasti toiminut paremmin jäykkyytensä vuoksi. Älylukon kotelarakenteisiin tulisi tehdä vahvistuksia kiertojäykkyyden parantamiseksi ja kokoonpuristumisen ehkäisemiseksi. Myöhemmät tutkimukset osoittivat, että prototyyppin leveyttä tulisi pienentää 10 mm. Muutoin se ei sopisi valtaosaan Suomen markkinoilla oleviin oviin. Muotoilunäkökohdat huomioon ottaen älylukko on myös liian iso syvyyssuunnassa. Syvyyttä tulisi pudottaa niin paljon kuin mekaniikka ja pakolliset osat antavat periksi. Tässä prototyyppissä kotelon syvyyden mitan määräsi eräs yksittäinen osa. Sijoittamalla tämä osa uudelleen saataisiin kotelon syvyyttä laskettua huomattavasti.

## LÄHTEET

1. Träskelin, Joonas 2018. T313103 Ammatillinen projektiopinto 3 op. Elektroniikan suunnittelu älylukkoon. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, sähköautomaatiotekniikan tutkinto-ohjelma.
2. Arenius, Kimmo – Lehtinen, Seppo – Syvälahti, Pekka 2003. Sähköinen oviympäristö. ST käsikirja 18. Espoo: Sähköinfo Oy.
3. Vanderbilt (Bewator) K42 koodilukko. Lukkokauppa.com. Saatavissa <https://www.lukko-kauppa.com/Vanderbilt-Bewator-K42-koodilukko>. Hakupäivä 29.1.2018.
4. Yale (Doorman) älylukko. Lukkokauppa.com. Saatavissa [https://www.lukkokauppa.com/epages/lukkokauppa.sf/fi\\_FI/?ObjectPath=/Shops/2016012507/Products/Doorman](https://www.lukkokauppa.com/epages/lukkokauppa.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/2016012507/Products/Doorman). Hakupäivä 29.1.2018.
5. Omavoimainen lukitusjärjestelmä. iLOQ. Saatavissa <https://www.ilq.com/fi/teknologiat/digitaalinen-lukitusjarjestelma-ilq-s10/>. Hakupäivä 30.1.2018
6. iLOQ (S10) lukkosylinteri. iLOQ. Saatavissa <https://www.ilq.com/fi/ratkaisut/opiskelija-asuntolat/>. Hakupäivä 29.1.2018
7. Typpö, Annamari 2017. Äly tulee avaimeen. Suomen Kiinteistölehti 3.1.2017. Saatavissa <https://www.kiinteistolehti.fi/aly-tulee-avaimeen/>. Hakupäivä 30.1.2018.
8. Yale (Doorman) kulcutunniste. Lukkokauppa.com. Saatavissa <https://www.lukko-kauppa.com/Yale-Doorman-kulcutunniste>. Hakupäivä 29.1.2018.
9. Sjöberg, Rikhard 2015. Älykoti muuttaa asumista lähitulevaisuudessa. Kiinteistömaailma Oy. Saatavissa <https://www.kiinteistomaailma.fi/pohtimassa/%C3%A4lykoti-muuttaa-asumista-%C3%A4hitulevaisuudessa>. Hakupäivä 30.1.2018.

10. Bannister, Adam 2016. Smart-Home Security Report 2016: The Growing Market for Smart Door Locks. Assa Abloy. Saatavissa <https://futurelab.assaabloy.com/en/trends-in-smart-door-locks/> (vaatii kirjautumisen). Hakupäivä 30.1.2018.
11. Uuden ajan älylukko - Yale Doorman. Abloy. Saatavissa <https://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/tuotteet/ratkaisut/yale-doorman/>. Hakupäivä 30.1.2018.
12. Isosaari Kyösti 2015. Tunnistuksella sisälle. Tekniikan Maailma, nro 18. S. 17. Saatavissa <https://tekniikanmaailma.fi/digilehti/182015/testi-alylukot> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 9.12.2017.
13. Strauss, Chris 2017. What You Should Know About Wearable Locking Devices. Great Valley Lockshop. Saatavissa <https://www.gvlock.com/blog/wearable-locking-devices>. Hakupäivä 30.1.2018.
14. Ocampo, Sonora – Ambrose, John 2015. Wearables for security: potential or peril? Assa Abloy. Saatavissa <https://futurelab.assaabloy.com/en/wearables-for-security-potential-or-peril/> (vaatii kirjautumisen). Hakupäivä 30.1.2018.
15. Lehmuskoski, Antti 2017. Tunnistautuminen. Tivi. Saatavissa [http://www.tivi.fi/Kaikki\\_uutiset/alysirut-ihon-alla-ovat-jo-todellisuutta-ruotsissa-kaytossa-tuhansilla-6664477](http://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/alysirut-ihon-alla-ovat-jo-todellisuutta-ruotsissa-kaytossa-tuhansilla-6664477). Hakupäivä 30.1.2018.
16. Kaushal, Kishore 2016. How can you make duplicate fingerprint? Quora. Saatavissa <https://www.quora.com/How-can-you-make-duplicate-fingerprint>. Hakupäivä 30.1.2018.
17. Khandelwal, Swati 2015. Hacker Finds a Simple Way to Fool IRIS Biometric Security Systems. The Hacker News. Saatavissa <https://thehackernews.com/2015/03/iris-biometric-security-by-pass.html>. Hakupäivä 30.1.2018.
18. Moren, Dan 2014. 7 Surprising Biometric Identification Methods. Popular Science. Saatavissa <https://www.popsci.com/seven-surprising-biometric-identification-methods?image=0>. Hakupäivä 30.1.2018.

19. Bannister, Adam 2016. Smart-Home Security Report 2016: The Growing Market for Smart Door Locks. Assa Abloy. Saatavissa <https://futurelab.assaabloy.com/en/trends-in-smart-door-locks/> (vaatii kirjautumisen). Hakupäivä 30.1.2018.
20. Abloy (LC100) lukkorunko. Abloy. Saatavissa <https://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/tuotteet/tuotteet/mekaaniset/umpioveen-upotetut-lukkorungot/lc100/>. Hakupäivä 29.1.2018
21. Mäkelä, Mikko – Soininen, Lauri – Tuomola, Seppo – Öistämö, Juhani 2005. Tekniikan kaavasto. 5., uudistettu painos. Tampere: Tammertekniikka.
22. Kontio, Esa 2017. T318208 Tuotekehitys 8 op. Opintojakson luennot syksyllä 2017. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö. Saatavissa [https://optima.oamk.fi/learning/id6/bin/doc\\_show?id=323738](https://optima.oamk.fi/learning/id6/bin/doc_show?id=323738) (vaatii kirjautumisen). Hakupäivä 25.11.2017.

# KOKOONPANOKUVA TOIMINNALLISESTA PROTOTYYPISTÄ

# LIITE 1

Osa	Kuusi	Nimitys	Tekninen tieto, nimike	Muut	Lim
18		hammaspyora			1
17		paristokansi			1
16		ruuvi			2
15		piirilevy			1
14		mikrokytkin			2
13		paristopaketti			1
12		moottori			1
11		kuula			1
10		jousi			1
9		-liitin			1
8		-liitin			1
7		holkki			2
6		mato			1
5		ohjuri			1
4		kytkin			1
3		kansi			1
2		isohammaspyora			1
1		pohja			1

Yksikönnäkö	Skala	Koko	Liittymä	Nimitys
ISO2768-X	1:5			Toiminnallinen prototyyppi
	A3			
Piiri	JT	06.11.2017		
Siuna	JT	01.09.2017		
Tark	XXX	XX.XX.XX	0.18	
Hyv	XXX	XX.XX.XX		

**OAMK** Oulun ammattikorkeakoulu

Valmistusnumero: X

R&SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only

Pvm Suunnittelija