

Opinnäytetyö (AMK)  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotantopainotteinen konetekniikka  
2014

Jari T. Virtanen

# HIHNAKULJETINRATKAISUT KOTIKÄYTTÖISESSÄ ROBOTIIKASSA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka | Tuotantopainotteinen konetekniikka

2014 | 22 sivua

Timo Vaskikari

Jari T. Virtanen

# HIHNAKULJETINRATKAISUT KOTIKÄYTTÖISESSÄ ROBOTIIKASSA

Ensin robotiikka tuli teollisuuteen, sitten työpaikoille ja nyt ihmisten koteihin. Ihmistä avustamaan on kehitetty mitä erilaisempia automaattisia tai puoliautomaattisia härveleitä, kuten robottiruohonleikkurit ja -imurit tai lääke- ja ruoka-automaatit. Näiden tehtävänä on helpottaa ihmisen päivittäistä arkea.

Tässä työssä tutkin erään päivittäisiä kotiaskareita helpottavan automaatiolaitteen yhtä osaa. Osa on laitteen toiminnan kannalta tärkeä hihnakuljetin. Kuljetin on siitä erikoinen, että sen on oltava kompakti toisin kuin teollisuudessa yleisesti käytössä olevat massiiviset hihnakuljettimet.

Työn tavoitteena on tutkia hihnakuljettimen eri osavaihtoehtoja ja valita niistä tässä tapauksessa toimivin. Työssä käsitellään ensin hihnakuljettimen yleistä teoriaa sekä kokoonpanoa, jonka jälkeen siirryn tutkittavan kuljettimen käsittelyyn. Työssä keskitytään erityisesti kuljettimen hihnaa liikuttavan vetorullan ominaisuuksiin ja tämän kyseisen kuljettimen kohdalla sopivimman rullan valitsemiseen.

Työssä tutkitaan kuuden eri vetorullan kykyä liikuttaa kuljettimen kumihihnaa. Tämä toteutetaan tutkimalla ensin sekä teoreettisesti että kokeellisesti rullamateriaalin lepokitkaominaisuudet. Tämän jälkeen rakennetaan kuljettimet käyttämällä eri vetorullia. Kuljettimet säädetään ja testataan. Tavoite on saada kuljettimien virta-arvot hyväksyttäviksi.

Tulokseksi saatiin että tässä kokoonpanossa paras mahdollinen tulos saadaan vetävällä rullalla, jossa kitkaa on lisätty silikonisilla o-renkailla. Lähes yhtä hyvä tulos saadaan vulkanoituvalla teipillä päällystetyllä rullalla, joka ei kuitenkaan ole tuotannollisesti tehokas ratkaisu.

## ASIASANAT:

automaatio, robotiikka, kotirobotiikka, kuljetin, hihnakuljetin, vetorulla, kitka

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering | Production Engineering

2014 | 22 pages

Instructor Timo Vaskikari

Jari T. Virtanen

## CONVEYOR BELTS IN HOME AUTOMATION

Robot appeared first in industry, then at work and now they are being integrated into private homes. Various robotic devices have been developed to help humans in their everyday lives e.g. robot lawn mowers, robot vacuum cleaners and furthermore automatic food and drug dispensers. These and many more apparatus are designed to make the ordinary life easier. This Bachelor's thesis studies the functionality of a single part in a home automation device. Particularly, the focus is on a small-scale belt conveyor which is a vital operational element in the device. The conveyor is special because it has to be compact to fit in the home automation device unlike its equivalent commonly used in heavy industry. The purpose of this study was to study various part options for the belt conveyor and select the most suitable ones to mass production. First, general theory and the composition of belt conveyors is presented moving on with the device and its conveyor. This work concentrates on belt conveyor pulleys and especially driving pulley and its surface materials. Finally, a pulley type is proposed for production based on friction analysis and other studies.

### KEYWORDS:

Automation, Robotics, Home Robotics, Conveyor, Belt Conveyor, Pulley, Friction

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 HIIHNAKULJETIN JA SEN KÄYTTÖ TEOLLISUUDESSA</b>	<b>7</b>
<b>3 HIIHNAKULJETIN PIENEMMÄSSÄ MITTAKAAVASSA KOTIKÄYTTÖISESSÄ AUTOMAATIOSSA</b>	<b>9</b>
<b>4 TUTKIMUKSET</b>	<b>14</b>
4.1 Materiaalien kitkakertoimen mittaaminen	14
4.2 Testikuljettimien rakentaminen ja testaaminen	16
<b>5 TULOSTEN ANALYSOINTI, YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT</b>	<b>17</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>18</b>
<b>LIITE 1. KULJETTIMEN VIRTAMITTAUSOHJE</b>	<b>19</b>

## SANASTO

Imaging Conveyor	kuljettimen nimitys eräässä tuotantosovelluksessa
OCR	optinen kirjoitusmerkin tunnistus eli tekstintunnistus (engl. Optical character recognition, OCR) on yleisnimi teknologialle, jonka avulla tunnistetaan koneellisesti tai käsin kirjoittamalla tuotettua tekstiä, tai esimerkiksi kyselylomakkeiden rastitettuja ruutuja sähköisesti muokattavaan muotoon. (tekstintunnistus 2014)
lepokitka	estää kappaletta lähtemästä liikkeelle
itsevulkanoituva teippi	asennusvaiheessa teippiä venytetään voimakkaasti, jolloin se sulautuu itseensä välittömästi ja muodostaa yhtenäisen joustavan massan muotoutuen pintaan täydellisesti ja säilyttäen samalla tekniset ominaisuutensa muuttumattomina (Würth 2014, 1255)
Shore	Shore-kovuudella kuvataan pehmeiden aineiden, kuten elastomeerien ja kumien kovuuksia; Shore-asteikoita on kolme (Tiivistekeskus Oy 2014). ShoreA (kumit 20–100), ShoreD (kovat kumit) ja ShoreOO (solu- ja sienikumit).
Cylindrical-conical form	bombeeraus eli rullien tynnyrimäinen muoto; rullat ovat keskeltä hieman paksumpia, kuin päistä, jotta hihna pysyisi paremmin keskellä rullaa (Habasit AG, Switzerland)
DUT	testattava laite, device under test

# 1 JOHDANTO

Kesällä 2013 pääsin tutustumaan koko ajan lisääntyvän kotirobotiikan tuotekehitykseen. Aloitin projektiharjoittelun alaan erikoistuneessa paikallisessa yrityksessä. En tiennyt yrityksestä enkä sen tuotteista mitään etukäteen. Projektiksi yrityksessä valikoitui luotettavuustestaus. Ensimmäiset tuotannon kokoonpanohenkilöt oli juuri palkattu. Kaikki oli vielä aluillaan. Kesän aikana opin tuntemaan paremmin yrityksen ja sen taustat sekä yrityksen valmistaman laitteen keskeisimmät toiminnot ja kokoonpanon.

Laite koostuu sadoista osista, ja se sisältää monipuolista elektroniikkaa sekä pikkutarkkaa mekaniikkaa. Työhönperehdytyksessä minulle kuvattiin laitetta muun muassa lauseella: ”Laite sisältää yhden älypuhelimien ja kymmenen siivousrobotin tekniikan sekä vielä vähän enemmän”. Opin hyvin pian, että lause on yllättävän paikkansapitävä. Kesän lopussa työelämäprojektin valmistuttua, mietimme yhdessä yrityksen edustajan kanssa sopivaa opinnäytetyön aihetta. Aiheeksi valikoitui laitteen sisällä oleva hihnakuuljetin ja sen toiminnan kehittäminen. Olin seurannut kyseisen kuuljetin kehitysvaiheita sivusta, joten tiesin siinä olevan potentiaalia tarkempaan tutkimustyöhön. Työtä varten tarvitsin eri kehitysvaiheiden kuuljettimia, joita tiesin olevan tallessa. Niitä purkaen ja uudelleen kasaten saisin aikaan testikuljettimia erilaisiin vertailutesteihin.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan pienen mittakaavan hihnakuuljetin kehityksen haasteita ja kehitystä käytännön projektin kautta. Luvussa 2 käydään läpi yleisesti hihnakuuljetin teoriaa ja luvussa 3 mietitään hihnakuuljetin valintaa sovelluskohtaisesti. Luku 4 sisältää tekemäni käytännön tutkimusprojektin ja sen tulokset. Lopuksi esitetään vielä yhteenveto laitteeseen parhaiten soveltuvasta hihnakuuljetinsovelluksesta.

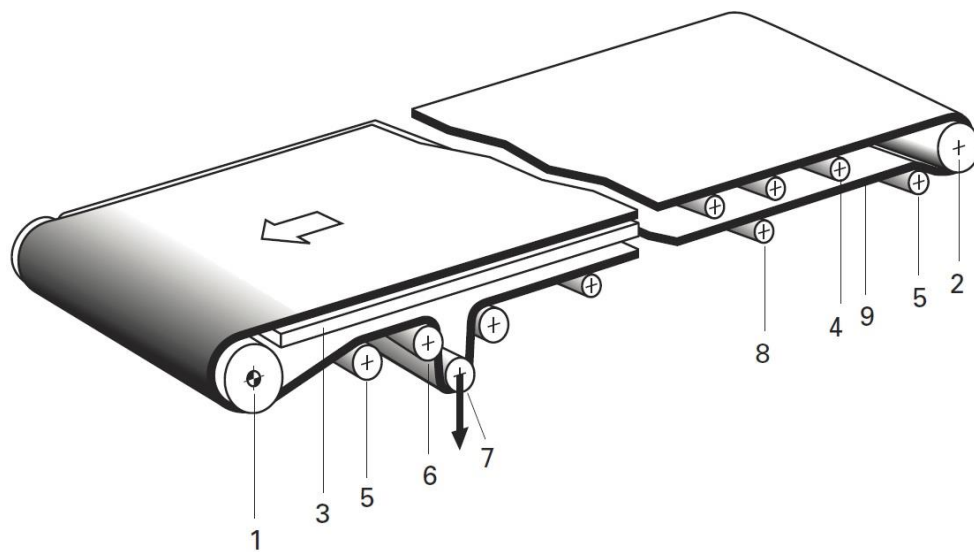
## 2 HIHNAKULJETIN JA SEN KÄYTTÖ TEOLLISUUDESSA

Hihnakuljetin on yleisin kuljetintyyppi. Sen kuljetuskyky ja ominaisuudet soveltuvat useimpiin kuljetustarkoituksiin ja useimmille materiaaleille. Materiaalin siirto tapahtuu kuljetushihnalla, joka on asennettu rullaston ja rumpujen varaan. Kuljetushihna saa siirtovoimansa vetorummista, jota pyörittää ulkoinen voimanlähde voimansiirtolaitteiden välityksellä. Hihnakuljettimet ovat aina tapauskohtaisesti suunniteltuja, mitoitetuja ja rakennettuja laitteita. Rakennusratkaisut on yleensä tehty käyttäen standardikomponentteja ja standardisoituja rakennemalleja. (Pulkkinen 2006, 8, 137–138.)



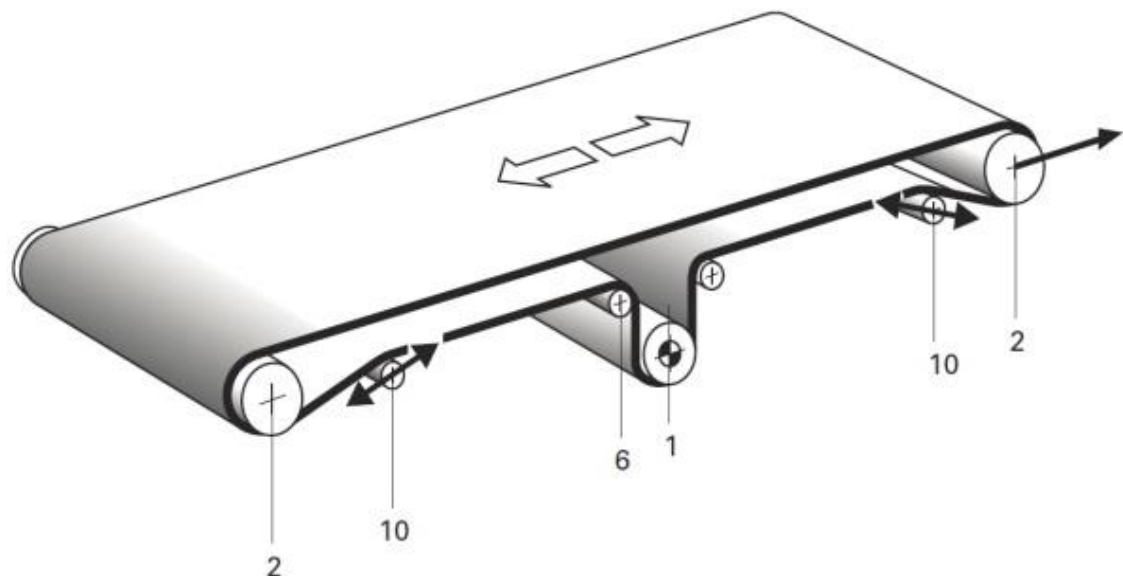
Kuva 1. Paakkolan hihnakuljetin Talvivaaran kaivoksella (E. E. 2014).

Yksinkertaisimmillaan kuljetin koostuu päätyrullasta tai -rullista, vetävästä rullasta (usein toinen päätyrullista), hihnankiristysmekanismista, kuljetinhihnasta sekä tukirakenteista, joita yleensä ovat joko nk. liukupeti tai vaihtoehtoisesti kantorullat. Esimerkkikuvissa (kuvat 2 ja 3) näkyy kaksi yleisintä kuljetinkokoonpanoa, joista toinen on päätyvetoinen kuljetin, kun taas toisessa vetävä rulla on sijoitettu keskelle kuljetinta.



Kuva 2. Hihnakuuljetinmalli1 (Habasit AG, Switzerland)

- |                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| 1 vetävä rulla   | 6 poikkeuttava ohjausrulla |
| 2 päätyrulla(t)  | 7 kiristinrulla            |
| 3 liukupeti      | 8 apukantorulla            |
| 4 kantorulla     | 9 kuljetinhihna            |
| 5 vaimennusrulla | 10 ohjausrulla             |



Kuva 3 Hihnakuuljetinmalli2 (Habasit AG, Switzerland)



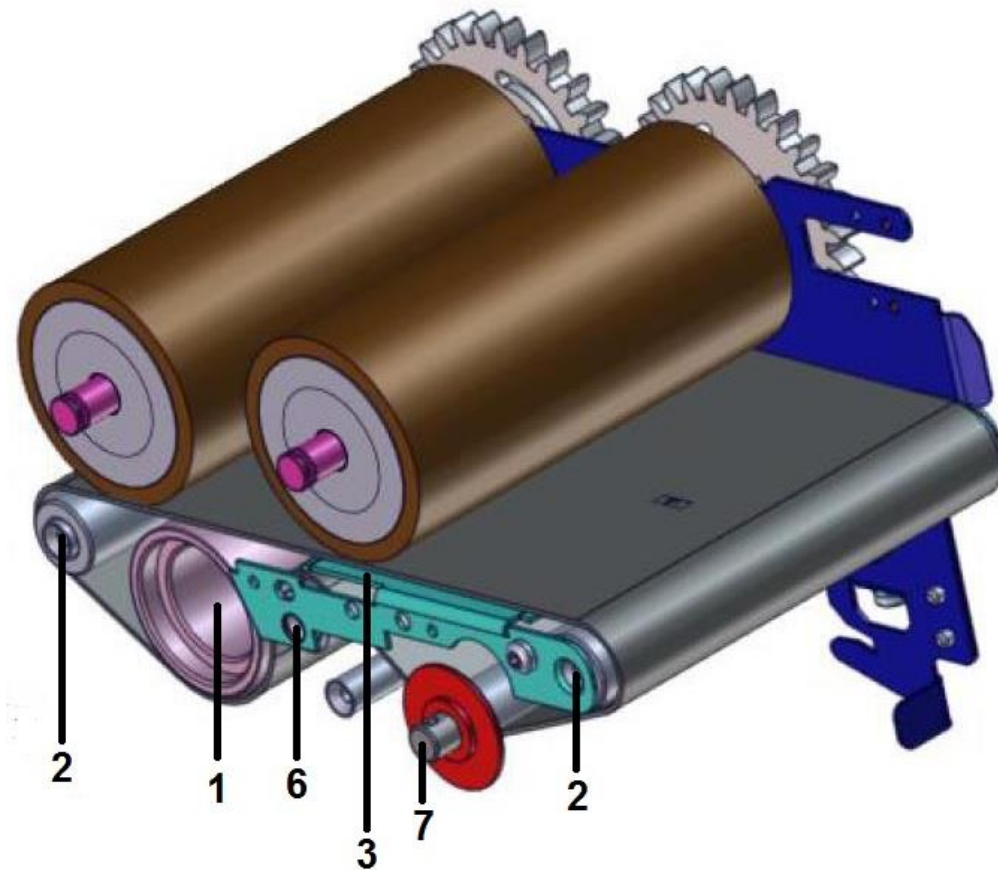
### 3 HIHNAKULJETIN PIENEMMÄSSÄ MITTAKAAVASSA KOTIKÄYTTÖISESSÄ AUTOMAATIOSSA

Yleisimmät hihnakuljetinsovellukset ovat raskaan teollisuuden sovelluksia, joista hyvänä esimerkkinä on aikaisemmin esitetty kuva 1 Talvivaaran kaivokselta. Käsittelemäni kuljetinversio on siitä erikoinen, että kuljetusmatkat mitataan senttimetreissä eikä metreissä niin kuin yleensä raskaan teollisuuden sovelluksissa. Lisäksi laitteen kuljettama materiaali on haastavaa. Lähimmät verrattavat sovellukset löytyvät setelien käsittelystä. Lisähaasteen tuo kuljetettavan materiaalin epätasaisuus: Materiaali on eräänlainen pussi (kuva 4), jonka sisällä on muutamia millin paksuisia kappaleita. Näiden luotettava liikuttaminen hihnakuljettimella laitteen sisällä on erittäin tärkeää.



Kuva 4. Kuljetettava pussi

Tutkimani yksipuolisen hihnakuiljettimen pääosat vastaavat hihnakuiljettimen perusosia. Kuljetin koostuu vetävästä rullasta, päätyrullista, ohjaus- ja kiristinrullista, sekä liukupedistä ja itse kuljetinhihnasta (kuva 5). Kaiken tämän pitää kaassa ruostumattomasta teräksestä valmistettu kuljettimen runko (kuva 6). Lisäksi kuljettimessa on vielä yksi ohjainrulla, jonka tehtävänä ei olekaan hihnan ohjaus, vaan tässä kokoonpanossa kuljettimen rungon jäykistäminen. Kuljetinhihnan päällä on vielä kaksi kuljetusaputela, jotka on synkronoitu rattailta vetävään rullaan ja jotka edesauttavat kuljetettavan esineen tasaista liikkumista hihnalla (kuva 7).

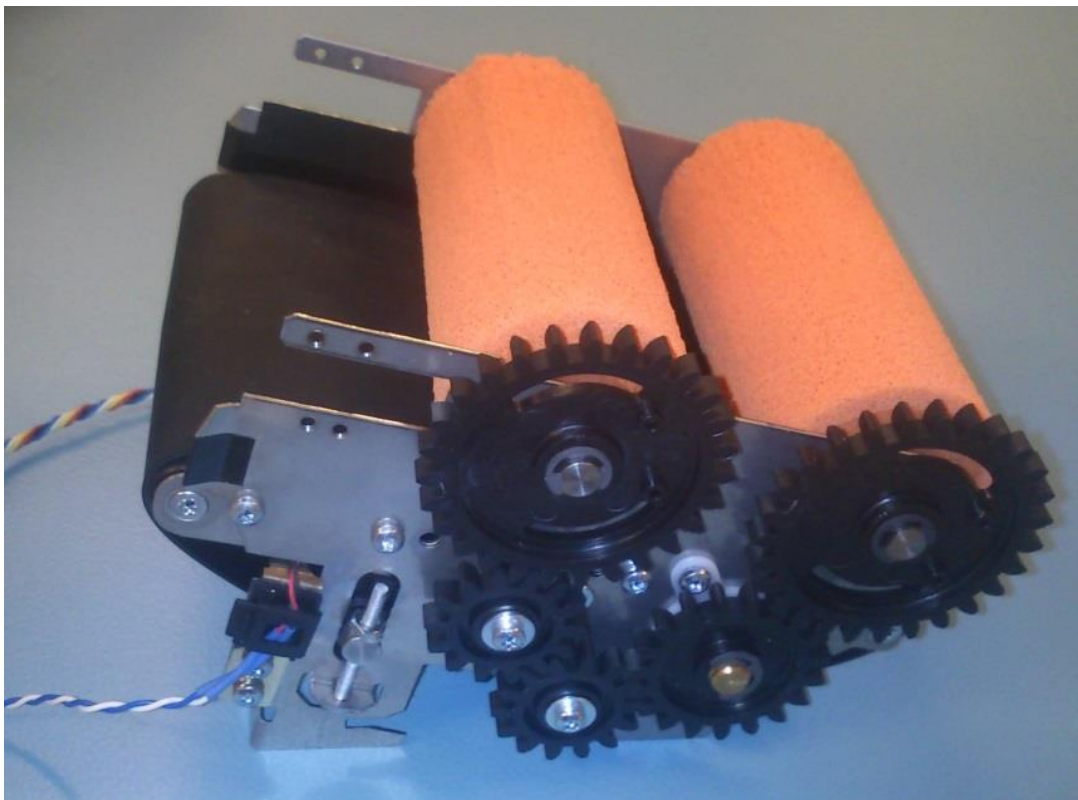


Kuva 5. CAD-kuva kuljetimesta (numerot kuvista 2 & 3)

1 vetävä rulla, 2 päätyrullat, 3 liukupedi, 6 poikkeuttava ohjausrulla, 7 kiristinrulla



Kuva 6. Kuljettimen runko



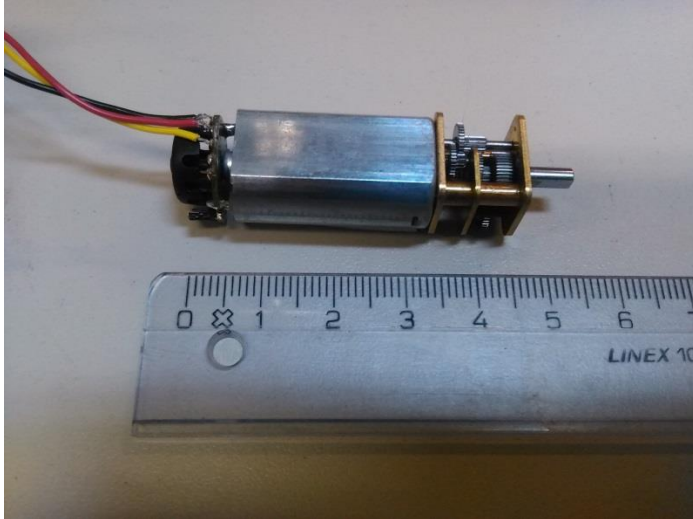
Kuva 7. Kasattu kuljetin

Haastavinta tämän kyseisen hihnakujuettimen suunnittelussa on ollut kuljuettimen pieni kokoluokka ja etenkin hihnan lyhyt pituus suhteessa hihnan leveyteen. Yleensä hihnakujuettimet ovat massiivisempia ja kuljetettavat kohteet ovat isompia ja painavampia. Hihnakujuetintekniikan perusteet ovat samat kaikissa kokoluokissa. Tärkeimmät ominaisuudet tähän tarkoitukseen tarkoitettulla kuljuettimella ovat hihnan ja hihnaa liikuttavien osien materiaalit sekä niiden kitkaominaisuudet. Tarkasteltavana on ainoastaan lepokitka, joka estää hihnan luistamisen. Liikekitkan tarkastelu ei ole oleellista tässä tutkimuksessa.

Kitkan määrää osien välillä säädetään ruuvisäätöisellä kiristysruvulla (kuva 8). Hihnan kireyden karkeatarkastelu tehdään vetävän tasavirtamoottorin (kuva 9) virrankulutusta mittaamalla. Virta-arvo ei saa olla liian pieni, jolloin hihna on liian löysällä, muttei myöskään liian kireällä, jolloin on mahdollista, että moottori yllirasittuu eikä siksi saavuta suunniteltua elinikää. Kuljuettimen eri osien suunnittelu on ollut pitkän tutkimustyön tulosta.



Kuva 8. Hihnan kiristysruuvi



Kuva 9. Tasavirtamoottori vaihteistolla

Seuraavassa tutkimusosiossa keskitytään ainoastaan eri materiaaleista valmistettuihin ja pinnanlaadultaan erilaisiin vetäviin rulliin. Hihnamateriaali, joka on otettu yleisesti käyttöön laitteen tuotannossa, pysyy samana. Samoin kaikki muutkin kuljettimen osat ovat samoja kuin ne, joita laitteen tuotannossa käytetään. Näin saadaan poistettua mahdollisimman monta muuttujaa. Hihnan (kuva 10) ja vetävän rullan väliseen kitkaan vaikuttaviksi, eri testikokoonpanojen, muuttuviksi asioiksi jäävät ainoastaan rullan ominaisuudet ja kiristyshihnan kiireys.



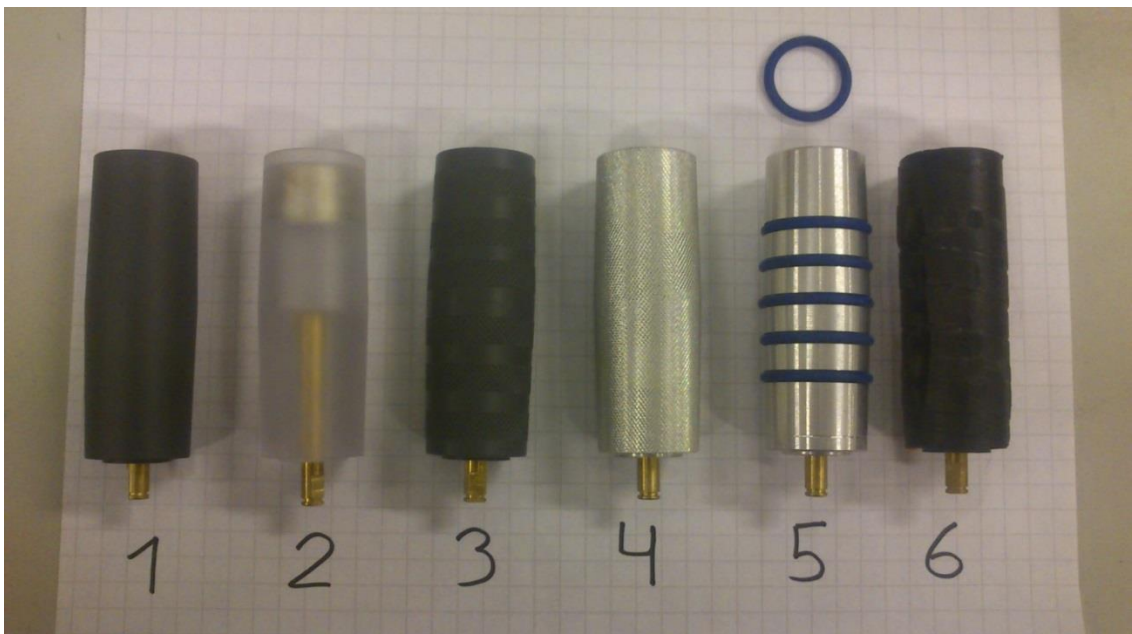
Kuva 10. Hihna

## 4 TUTKIMUKSET

### 4.1 Materiaalien kitkakertoimen mittaaminen

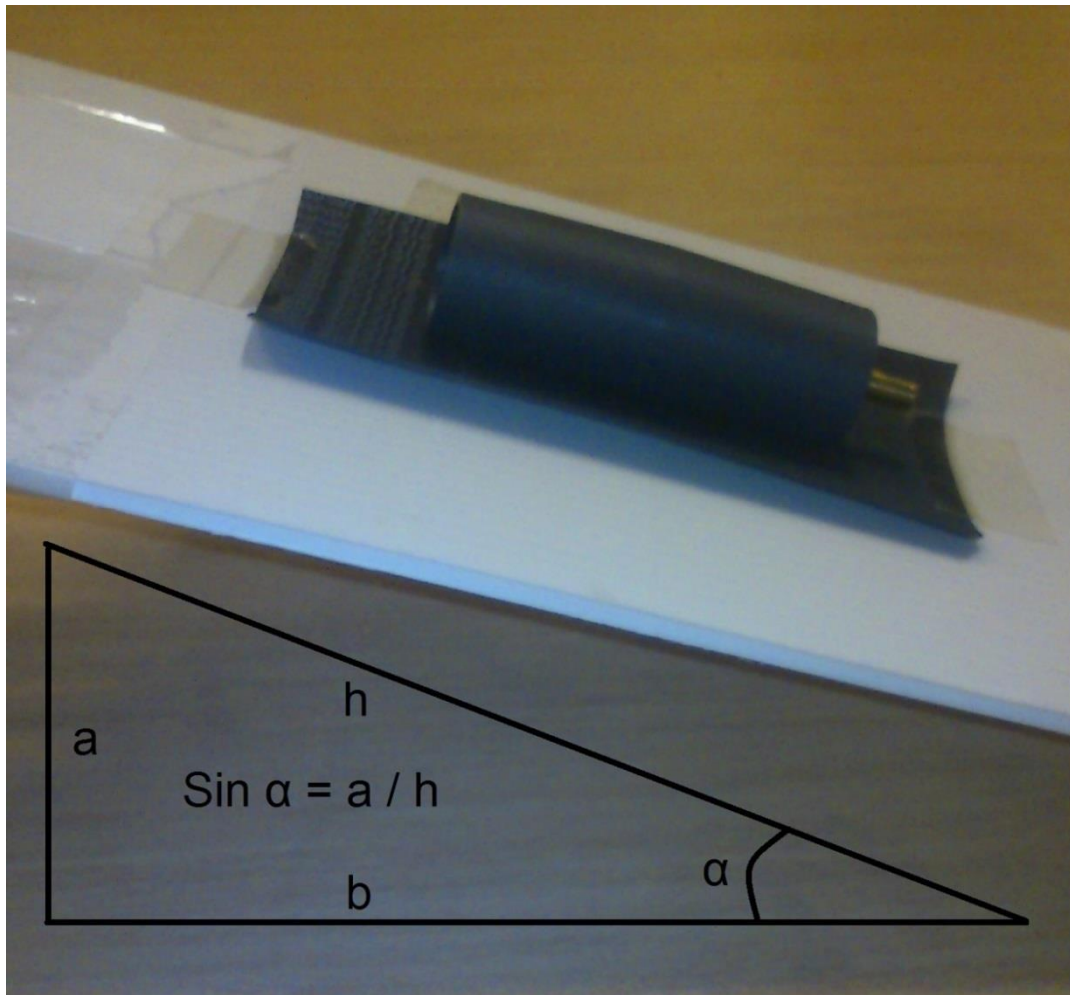
Kuljettimen eri kehitysvaiheissa on testattu lukuisia eri materiaaleja, pinnoitteita sekä pinnankarhennustekniikoita. Näiden kaikkien esittäminen tässä tutkimuksessa olisi liian laajaa, joten tarkasteluun on valittu sopivat testattavat pintavaihtoehdot, joista saisi hyvää vertailevaa tutkimustulosta. Testeihin valittiin kuusi erilaista vaihtoehtoa (kuva 11):

1. POM-muovi (polyasetaali)
2. PVC-muovi (polyvinyylikloridi)
3. POM-muovi, karhennettu
4. alumiini, karhennettu
5. alumiini, urattu, urissa silikonirenkaat, VMQ-silikoni (vinyylimetyyli), Shore A 50
6. itsevulkanoituvalla teipillä päällystetty, PIB (polyisobutyleeni)



Kuva 11. Testeissä käytetyt rullavaihtoehdot

Tutkimus aloitettiin selvittämällä valittujen materiaalien teoreettiset ja mitatut lepokitkakertoimet. Niiden määrittämiseksi rakensin liukupinnan kuljettimissa käytettävästä kumihihnasta (kuva 12). Asettamalla tutkittava materiaali liukupinnan toiseen päähän ja sen jälkeen pintaa kallistamalla saatiin selville, milloin kyseisestä materiaalista tehty kappale lähtee liikkumaan liukupintaa alaspäin eli voittaa lepokitkan. Kitka on laskettavissa kallistuskulmasta, kun tiedetään liukupinnan pituus ( $a$  = kolmion vastainen kateetti) sekä korkeus ( $h$  = kolmion hypotenuusa), johon pintaa on kallistettava kunnes kappale lähtee liikkeelle. Käytetty kaava on:  $\sin \alpha = \frac{a}{h}$ . Testin tulokset on koottu taulukkoon 1.



Kuva 12. Liukupinta

Taulukko 1. Lepokitkakertoimet

kuljetin	kappaleen materiaali	mittaustulos (a/h)	Sin $\alpha$	Valmistajan ilmoittama (ETRA-muoviluettelo)
1	POM (Polyasetaali)	21/44,5	0,47	0,2
2	PVC (Polyvinyylikloridi)	23/44,5	0,52	0,6
3	POM, karhennettu pinta	25/44,5	0,56	itse työstetty
4	karhennettu alumiini	28/44,5	0,63	itse työstetty
5	Alumiini + Silikoni O-renkaat	40/44,5	0.90	ei tiedossa
6	Itsevulkanoituva teippi, PIB (Polyisobutyleeni)	33/44,5	0,74	ei tiedossa

#### 4.2 Testikuljettimien rakentaminen ja testaaminen

Tämän jälkeen kokosin testikuljettimet edellä mainituista materiaaleista valmistetuilla vetävillä rullilla. Kuljettimet säädettiin ja testattiin tuotannon mittausohjeiden (liite 1) mukaisesti. Tulokset kerättiin taulukkoon 2.

Taulukko 2. testikuljettimien virrankulutukset

(hyväksyntäraja)	(<135mA)	(<135mA)	(>250mA)	(>250mA)
kuljetin/liikesuunta	eteen	taakse	eteen	taakse
1.	Hihna ei liiku	Hihna ei liiku	Hihna ei liiku	Hihna ei liiku
2.	Hihna ei liiku	Hihna ei liiku	Hihna ei liiku	Hihna ei liiku
3.	Hihna ei liiku	Hihna ei liiku	Hihna ei liiku	Hihna ei liiku
4.	130mA, pätkii	135mA, pätkii	130mA	135mA
5.	130mA	130mA	290mA	290mA
6.	115mA	120mA	295mA	265mA



## 5 TULOSTEN ANALYSOINTI, YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Kun tutkitaan tehtyjen kokeiden tuloksia huomataan, että ne korreloivat täysin keskenään. Mitä pienempi vetävän rullan kitkakerroin on, sitä todennäköisempää on, ettei hihna pyöri oikein ja ettei kuljetinta saada säädettyä. Ainoastaan silikonirenkaiden sekä vulkanoituvan teipin kitka on tarpeeksi iso saattamaan hihnan liikkeelle ja että kitka riittää myös pysäyttämään moottorin, kun kuljetin-  
hihna pakotetaan paikalleen.

Karhennetusta alumiinista tehty vetävä rulla on rajatapaus, sillä se saa hihnan liikkumaan vaivalloisesti, niin että virta-arvot ovat kohdallaan. Pysäytysvirta-arvot kuitenkin kertovat, että rullassa ei edelleenkään ole tarpeeksi voimaa. Tämän materiaalin mitatusta kitkasta voidaan päätellä, että  $\sin \alpha$ :n (kulman vastainen kateetti / hypotenuusa) pitää olla enemmän kuin 0,63. Tuloksista selviää myös, että jos halutaan käyttää materiaalia, jonka kitka varmasti riittää, niin sen  $\sin \alpha$  on oltava ainakin 0,74, joka tuli tulokseksi käytettäessä itsevulkanoituvaa teippiä.

Vaikka itsevulkanoituva teippi soveltuisi kuljettimen tarpeisiin, niin sen käyttöä ei suositella tuotannollisista syistä. Tuotantoon suositeltu ratkaisu on bombeerattu vetävä rulla, jossa kitkaa on lisätty silikonirenkailla, jotka lisäksi ovat helpompia ja nopeampia asentaa rullan päälle kuin teippi.

## LÄHTEET

Pulkkinen, O. 2006. Materiaalin käsittely – mekaaniset massatavarakuljettimet. Sandvik Oy. [Ei-julkinen]

Habasit AG, Switzerland. Habasit, Fabric Conveyor Belts Engineering Guide. Viitattu 13.9.2014  
<http://pdf.directindustry.com/pdf/habasit/engineering-guide-fabric-conveyor-belts/5857-567795.html>

E. E. 2012. Paakkola toimittaa kuljetinjärjestelmän venäläiselle rautakaivokselle. Good News, Finnfacts. 13.6.2012. Viitattu 16.11.2014  
<http://www.goodnewsfinland.fi/arkisto/uutiset/paakkola-toimittaa-kuljetinjärjestelman-venäläiselle-rautakaivokselle/>

Würth Oy 2014. Würth, Tuotekuvasto, Sivu 8. Viitattu 20.9.2014  
[http://www.wurth.fi/wurth\\_tuotekuvasto/15\\_Yleistarvikkeet/](http://www.wurth.fi/wurth_tuotekuvasto/15_Yleistarvikkeet/)

Etola Yhtiöt 2010. ETRA, Muoviluettelo. Viitattu 1.12.2014  
<http://www.etra.fi/uploads/pdf/Muoviluettelo2010pdf.pdf>

Tiivistekeskus 2014. Tiivistekeskus, Sanasto. Viitattu 17.12.2014  
[http://tuotteet.tiivistekeskus.fi/main.html?nodeUid=14854459&catalogUid=1154028&parents=\[1154661|14852903&path=1&style=view0](http://tuotteet.tiivistekeskus.fi/main.html?nodeUid=14854459&catalogUid=1154028&parents=[1154661|14852903&path=1&style=view0)

Tekstintunnistus 2014. Wikipedia. Viitattu 17.12.2014  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Tekstintunnistus>

## LIITE 1. KULJETTIMEN VIRTAMITTAUSOHJE

Testattavat osat / alikokoonpanot

Koodi	Nimi
	Imaging Conveyor

### 1. Testijärjestely

#### 1.1. Tarvittavat laitteet

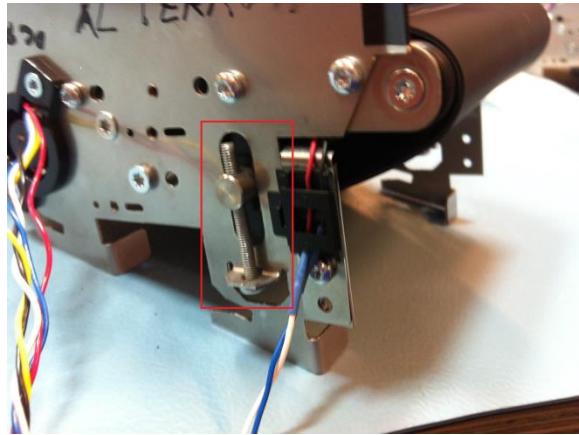
- Thurlby-laboratoriovirtalähde
- Virransyöttöjohto
- Fluke yleismittari
- esikiristytyökalu

#### 1.2. Kytkenät ja asetukset

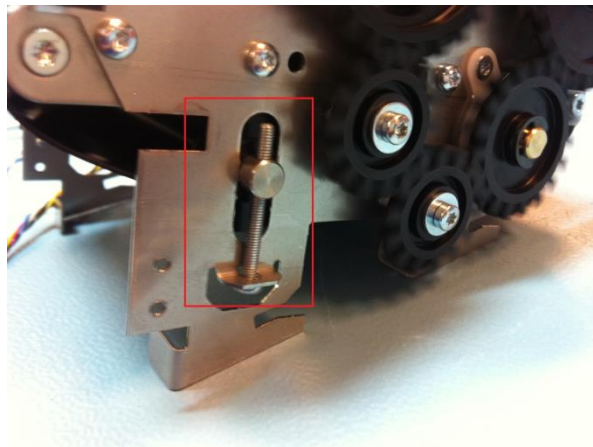
- Aseta Thurlbyn syöttöjännitteeksi  $8,0 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$  ja virranrajoitukseksi  $500 \text{ mA} \pm 50 \text{ mA}$ .
- Kytke Thurlby virransyöttöjohdolla DUT:iin Fluken läpi seuraavasti:
- Käännä Fluken kytkin virranmittausasentoon.
- Käännä virransyöttöjohtimet Thurlbyn lähdössä niin, että kuljettimen liikesuunta vastaa testiohjeen kutakin kohtaa.
- **HUOM! DUT:ia ei saa koskaan irroittaa virransyöttöjohdosta johtimista vetämällä, vaan liittimestä.**

#### 1.3. Esikiristys

Kiristä hihna tasaisesti molemmilta puolilta työkalun avulla.

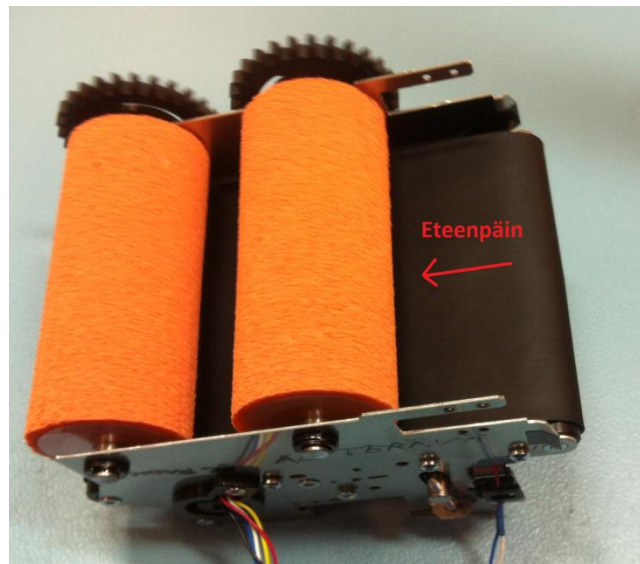


Kuva 1: Kiristysruuvi 1



Kuva 2: Kiristysruuvi 2

#### 1.4. Virrankulutus – vapaa liike eteenpäin



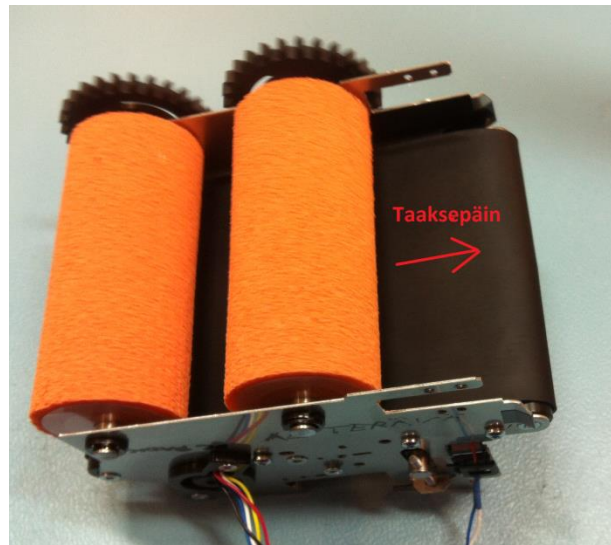
Kuva 3: Pyörimissuunta eteenpäin

Anna kuljettimen pyöriä vapaasti eteenpäin. Mittaa virrankulutus.

***Virran maksimiarvon hyväksyntäraja < 135 mA***

Mikäli virrankulutus on liian suuri, löysytä hihnaa kiristysruuveista molemmilta puolin tasaisesti ja aloita uudelleen kohdasta 2.2.

#### 1.5. Virrankulutus – vapaa liike taaksepäin

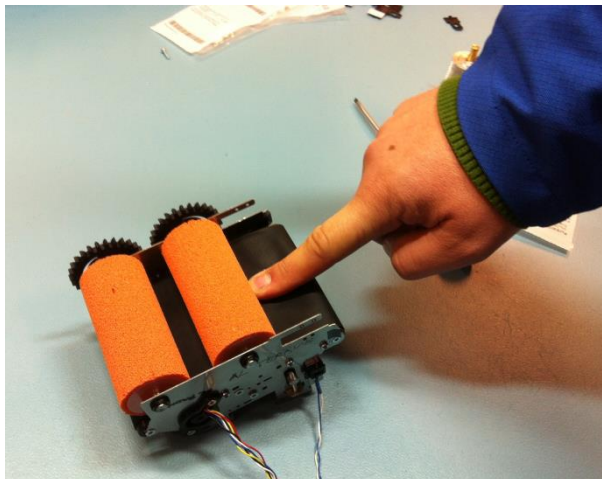


Kuva 4: Pyörimissuunta taaksepäin

- Anna kuljettimen pyöriä vapaasti taaksepäin. Mittaa virrankulutus.
- ***Hyväksyntäraja < 135 mA***

Mikäli virrankulutus on liian suuri, löysytä hihnaa kiristysruuveista molemmilta puolin tasaisesti ja aloita uudelleen kohdasta 2.2.

### 1.6. Virrankulutus – lukittu kuljetin eteenpäin



Kuva 5: Lukittu kuljetin (molemmat suunnat)

Kun kuljetin pyörii eteenpäin, lukitse hihna painamalla hihnaa kuvan osoittamasta kohdasta. Mittaa virrankulutus.

**Hyväksyntäraja > 250 mA**

Mikäli virrankulutus on liian pieni, kiristä hihnaa kiristysruuveista molemmilta puolin tasaisesti ja aloita uudelleen kohdasta 2.2.

### 1.7. Virrankulutus – lukittu kuljetin taaksepäin

Kun kuljetin pyörii eteenpäin, lukitse hihna painamalla hihnaa kuvan osoittamasta kohdasta. Mittaa virrankulutus.

**Hyväksyntäraja > 250 mA**

Mikäli virrankulutus on liian pieni, kiristä hihnaa kiristysruuveista molemmilta puolin tasaisesti ja aloita uudelleen kohdasta 2.2.

## 2. Tulosten kirjaaminen

Kirjaa virranmittaustulokset jäljitettävyyseraporttiin.

Mikäli yrityksistä huolimatta kuljetin ei täytä hyväksyntäkriteerejä, anna kuljetin tuotekehityksen analysoitavaksi.