KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Marko Holopainen

AVAIMEN KULUTUSTESTAUKSEN KONEELLISTAMINEN

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2014

Karelia AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Kesä 2014
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. +358 50 260 6800

Tekijä(t)
Marko Holopainen

Nimeke
Avaimen kulutustestauksen koneellistaminen

Toimeksiantaja
Abloy Oy

Tiivistelmä
Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella koneellinen avaimenkulutustestauslaite, joka simuloi ihmisen kädellä tehtävää avaimen kulutusta. Kulutustestilaite on tarpeellinen, koska aikaisemmin avaimen kulumista ei ole saatu aikaiseksi kuin käsin kuluttamalla, joka on menetelmänä hyvin aikaa vievää ja ergonomisesti ranneliikkeelle rasittavaa työtä.

Kehitysvaiheessa tutkittiin yleisesti kulumismekanismeja ja perehdyttiin avaimen kulumismekanismeihin. Lisäksi selvitettiin nykyiset olemassa olevat sylinterinkulutustestilaitteet. Tällä tavoin saatiin riittävää tietoa valmiin ratkaisumallin mekanismin valintaan. Aikaisemmista koneellisesta avaimenkulutuksesta ei ollut kuin kokeellisia tuloksia.

Tuloksena saatiin ratkaisumalli robottikäyttöisestä avaimenkulutustestilaitteesta. Avaimen kiinnittimeen asennetaan joustava kytkin, mikä estää avaimen kiinni juuttumisen testisyklissä. Avainsylinterin kiinnittimessä on pneumaattisesti toimiva tärytinlaite, mikä avustaa avaimen liikkumista avainkanavaan.

Kieli
suomi

Sivuja33
Liitteet 2

Asiasanat
avain, metallin kuluminen, uushopea-materiaalit

Karelia UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	**THESIS** **June 2014** **Degree Programme in Mechanical and Production Engineering** Karjalankatu 3 FIN 80200 JOENSUU FINLAND Tel. +358 50 260 6800

Author(s)

Marko Holopainen

Title
Mechanization of Key Wearing Testing

Commissioned by
Abloy Oy

Abstract

The purpose of this thesis was to design a mechanical testing device for key wearing which simulates the wearing of keys similarly to human hand movement. The wearing test device is necessary as wearing of keys has not been tested by any other way than by hands only. This method is, however, very time consuming and ergonomically strenuous.

In the development stage the wear mechanisms were generally researched and key wearing mechanisms were focused on. In addition, the current wearing of the existing cylinder test equipment was studied. In this way sufficient information about the model mechanism for the finished solution selection was obtained. There were only experimental results from previous mechanical wearing tests.

As a result, a solution for the robot model used for key wearing testing device was created. The key fastener is installed in a flexible coupling preventing the key from getting stuck in the test cycle. The top of the key cylinder is fastened to a pneumatically used vibrator device which assists in the movement of the key channel.

Language Finnish	Pages33 Appendices 2

Keywords
key, wear of metal, nickel silver-materials

Sisältö

Tiivistelmä
Abstract

1 Johdanto ... 5
1.1 Työn kuvaus ... 5
1.2 Opinnäytetyön rajaukset ... 5
2 Yrityksen esittely ... 6
2.1 Lukon-liiketoimintayksikkö ... 6
2.2 Historia ... 7
2.3 Tuotteet ... 8
2.4 Toiminta Joensuun tehdas ... 9
3 Standardin mukainen kulutustestaus ... 9
3.1 Standardi EN-1303 ... 9
3.2 Testisykli/testauslaiterakenne ... 10
4 Kuluminen ilmiönä ... 12
4.1 Kulumismekanismit ... 13
4.2 Avaimen kulumismekanismit ... 16
5 Avaimet ... 16
5.1 Avainmallit ... 16
5.2 Miksi avaimia testataan ... 17
5.3 Avainmateriaali ... 18
6 Komponenttien valinta, tutkiminen ... 19
6.1 Robotti ... 19
6.2 Avaimen kiinnitys ... 20
6.2.1 Flex-kytkin ... 22
6.2.2 Paljekytkin ... 22
6.3 Robotin ohjelmointi ... 24
6.4 Avaimenkulutus käsin ... 25
7 Uuden ratkaisun ideointi ... 25
7.1 Suunnittelu ... 25
7.2 Toimintojen määritys ... 26
7.3 Toteutus ... 27
7.4 Tärytinlaitteet ... 27
7.5 Mallin valinta ... 29
7.6 Tulokset ... 31
8 Pohdinta ja johtopäätökset ... 32
Lähteet ... 34

Liite 1 Pneumaattiset tärytinlaitteet
Liite 2 Joustavat kytkimet

1 Johdanto

1.1 Työn kuvaus

Toimin tällä hetkellä Abloylla Lukot liiketoimintayksikössä tuotekehityksen tukena tuotetestaajana. Tehtäviini kuuluu laajamittaiset testaukset Lukon-liiketoimintayksikön tuotteille. Tuotteita testataan tuotekehityksen jokaisessa vaiheessa. Lisäksi tehdään eri standardien vaatimusten mukaisia testejä, ennen kuin tuotteet voidaan hyväksyä virallisesti kuluttajien käyttöön. Eri standardin mukaisiin testeihin kuuluu esim. olosuhdetestit: lämpötilan vaihtelut, kosteus- ja korroosio-olosuhteet. Lisäksi tuotteille tehdään mekaanisia testejä, esim. lujuus- sekä kulumistesti.

Opinnäytetyöni on hakea ratkaisua koneelliseen avaimen kulutukseen, mikä simuloisi mahdollisimman paljon ihmiskädellä tehtävää liikettä avainpesän avaamisessa avaimella. Pääongelmana tuotekehitystyössä on nykyisillä standardin mukaisilla testauslaitteilla, että niillä ei saada riittävää tulosta avaimen kulumisen kannalta (EN 1303:2005 (E), 22). Uudessa ratkaisumallissa pyritään saamaan aikaan riittäviä kulumiseroja eri materiaaleille, näin tämä antaa tarkempia vertailutuloksia kulumiskestävyydestä.

Tutkimus- ja kehitystyön lähtökohtana on löytää mahdollisia joustavia niveliä ja kytkimiä avaimen kiinnityksessä, jotka muistuttavat ihmismäistä rannetta. Standardeista poiketen on myös mahdollisuus tuotteiden ylikuluttamiseen. Tämä parantaisi materiaalivertailuja tuotesuunnittelussa. Opinnäytetyössä on ehdotus esim. robottisolusta tai muusta ratkaisusta avaimen kulutustestauksessa.

1.2 Opinnäytetyön rajaukset

Opinnäytetyössä keskityn yhteen avainmalliin, tutkin siihen sopivaa ratkaisua ja moduulityyppistä kiinnitysmallia. Tämä mahdollistaa soveltamisen myös muiden avainmallien käyttöön kulutustestauksessa. Protovaiheessa testauslaitteena

käytetään jo nyt olemassa olevaa Motoman robottia. Jätin pois suunnittelusta kahden robotin hyödyntämisen kulutustestauksessa. Robotin yleisessä esittelyssä on kiertyvänivelisen-robotin toiminto. Avaimien esittelyssä käyn läpi kotimaassa myytäviä avaimia. Näillä saa riittävän laajan kuvan Abloylla valmistettavista avaimista. Ulkomaille menevät avaimet ovat mitoituksiltaan ja malleiltaan samankaltaisia kuin kotimaassa käytettävät avaimet.

2 Yrityksen esittely

Abloy Oy on yksi johtavia lukkojen, lukitusjärjestelmien ja rakennushelojen valmistajia, sähkölukkojen tuotekehityksen maailmanjohtaja ja haittalevysylinteriteknologian uranuurtaja. Abloy Oy on osa ASSA ABLOY -konsernia, joka on listattu Tukholman pörssissä. ASSA ABLOY on maailman johtava oviympäristöratkaisujen toimittaja, joka keskittyy ovien avaamiseen, sulkemiseen ja lukitsemiseen. Turvallisuus on yksi tärkeimmistä ominaisuuksista sekä lisäksi yhtä tärkeää on tuotteiden helppokäyttöisyys ja mukavuus (Abloy Oy 2014).

Abloy Oy:n henkilöstömäärä on noin 900 ja liikevaihto 150 miljoonaa euroa (2013). Viennin osuus tuotannosta on 50 % ja merkittävimpiä päävientikohteita ovat Pohjoismaat, Yhdysvallat, Englanti, Saksa, Baltia, Ranska, Itävalta. Suomessa Abloy Oy:llä on markkinajohtajan asema. (Abloy Oy 2014.)

2.1 Lukot-liiketoimintayksikkö

Lukot-liiketoimintayksikössä valmistetaan rakennus- ja laitelukkoja. Rakennuslukkojen valmistus pitää sisällään avainpesien, sylinterien ja haittaosien valmistuksen. Osastolla tehdään myös lukkojen kokoonpano.

Tuotekehitysosastolla suunnitellaan ja kehitetään rakennuslukon ja laitelukon tuotteita, joihin tuotetestaus liittyy yhtenä olennaisena osana. Uusia tuotteita suunniteltaessa astuu kuvaan jo varhaisessa vaiheessa tuotetestaus. Kaikki ra-

kenteelliset osat sekä materiaalien valinnat tutkitaan ja testaan jo prototyyppivaiheessa. Tällä tavalla minimoidaan mahdollisia teknisiä ja toiminnallisia häiriöitä ja puutteita.

2.2 Historia

Konttorikonemekaanikko Emil Henriksson keksi vuonna 1907 vieläkin Abloylla käytössä olevan kiertohaittalevy-lukkosylinterin. Kaksi vuotta myöhemmin olivat ensimmäiset suomalaiset Abloy-lukot myynnissä. Tuotanto laajeni vuonna 1918, jolloin perustettiin nykyisinkin käytössä oleva tuotenimi ABLOY. Nimi muodostuu sanoista Ab Låsfabriken - Lukkotehdas Oy (= lyhennettynä Ab Lukko Oy). Nimi patentointiin vuonna 1919 ja rekisteröitiin seuraavana vuonna ABLOY-tavaramerkiksi. Vuonna 1923 Ab Lukko Oy myytiin Kone ja Silta -yritykselle. Kone ja Silta fuusioituivat vuonna 1936 Wärtsilä-yhtymän omistukseen. (Abloy Oy 2014.)

Vuosisadan alkupuolella lukkoja valmistettiin Helsingin Sörnäisissä. Tilanpuutteen ja tuotannon pienen kapasiteetin vuoksi vuonna 1965 Wärtsilä-yhtymän hallituksessa päätettiin perustaa lukkotehdas Joensuuhun. Joensuun tehdasta laajennettiin vuonna 1970, koska vuonna 1972 lukkotuotanto Helsingissä päättyi. Alkukaudella valmistettiin pääasiassa lukkorunkoja ja ovensulkimia. Vuonna 1981 tulivat ensimmäiset sähkölukot myyntiin. Joensuun tehtaalla on tehty useita sisäisiä laajennuksia ja tuotantotiloja on yhdistetty. Viimeisin muutos oli vuonna 2011, jolloin Tampereen tehtaan rakennushelatoiminta siirrettiin Joensuuhun. (Abloy Oy 2014.)

90-luvun alussa oli Abloylla suunnitelmissa laajentaa liiketoimintaa ruotsalaisen lukitusyhtiön Assa AB:n kanssa. Yhtiöt tekivät fuusioitumissopimuksen vuonna 1994. Uudeksi yhtiönimeksi muodostui ASSA ABLOY. Joensuun tehtaan lisäksi Suomessa on tuotantoa myös Björkbodassa. (Abloy OY 2014.)

2.3 Tuotteet

Abloy-tuotteet luovat niin kotiin kuin julkisiin tiloihin turvallisia ja helppokäyttöisiä ratkaisuja. Turvallisuus on mekaanista kestävyyttä, esteettömyyttä ja luotettavaa käyttöä. Abloy-tuotteiden myynti yltää kaikkialle maailmaan yli 80 vientimaahan. Suomessa on noin 150 Abloy-valtuutettua lukkoliikettä. Monipuolisesta valikoimasta löytyvät sopivat tuotteet, niin yksittäiselle kuluttajalle kuin ammattilaisille. Ammattilaisille on tarjolla yksilöllisempää lisäturvaa antavia tuotteita, jotka edustavat lukitusalalla teknologian huippua. (Abloy OY 2014).

Tunnetuimpia tuotteita Joensuun-tehtaalla ovat rakennuslukitukseen käytettävät mekaaniset lukot (kuva 1). Lukituksen lisäarvoa luo myös muiden liiketoimintayksiköiden tuotteet. Laitelukituksen osastolla valmistetaan kaikki konttorikalustelukituksen tuotteet, sekä laitteiden lukintaan tarvittavat tuotteet esim. juoma-automaattien lukot. Sähköiset lukkomekanismit, jotka ovat tekemässä koko ajan yhä suurempaa läpimurtoa, valmistetaan alusta loppuun asti Joensuun tehtaalla. Rakennuslukituksen oviratkaisuissa tuovat lisäarvoa ovensulkimet ja oviautomatiikka, jotka ovat tärkeitä tekijöitä ihmisten arkipäiväisessä elämässä. Rakennushelat, kuten ovenpainikkeet, valmistetaan myös Joensuun tehtaalla. Tuotevalikoimasta löytyvät lisäksi riippulukot, joita käytetään varaston ovissa, sekä Björkbodan tehtaalla valmistettavat ovien lukkorungot (Abloy Oy 2014).

Kuva 1. Avainpesä (Abloy tuotteet 2014).

2.4 Toiminta Joensuun tehdas

Joensuun seudulla Abloy Oy on arvostettu ja merkittävä työnantaja. Henkilöstömäärä tehtaalla on 700 henkilöä. Abloyn avainpesien suuri etu on monipuolinen sarjoitettavuus. Tuotteet on murtotestattu ja hyväksytty eurooppalaisten standardien mukaisesti, jotka ovat finanssialan keskusliiton hyväksymiä. Joensuun-tehtaalla toimii viisi liiketoimintayksikköä ja Björkbodassa yksi, missä valmistetaan kaikki lukkorungot, henkilöstömäärä on noin 200 henkilöä. (Abloy Oy 2014).

Rakennuslukot on suurin liiketoimintayksikkö. Tuotevalikoimaan kuuluu ovilukkosylinterit ja lukitussarjat. Vuonna 2013 Laitelukitus- ja Rakennuslukitus- liiketoimintayksiköt yhdistettiin ja uudeksi nimeksi tuli LUKOT- liiketoimintayksikkö. Network Solution -liiketoimintayksikkö on keskittynyt langattomiin lukitusjärjestelmiin esim. Control-tuotteet. Sähkömekaaniset lukkorungot -liiketoimintayksikössä valmistetaan sähkömekaanisia moottori- ja solenoidilukkorunkoja. Tampereelta Joensuuhun siirretty Rakennushelat-liiketoimintayksikkö valmistaa kaikki pintahelat, vetimet ja ovenpainikkeet. Oviautomatiikka-osastolla valmistetaan ovensulkimia ja kulunvalvontalaitteita. (Abloy Oy 2014).

3 Standardin mukainen kulutustestaus

3.1 Standardi EN-1303

Standardi EN-1303 määrittää rakennuslukinnan avainpesien kestävyysvaatimukset ja testausmenetelmät. Standardissa esitetään avaimen ja avainpesien vähimmäislujuus vaatimukset ja suorituskyky. Testattaviin ominaisuuksiin kuuluvat: kulutuskestävyys-, turvallisuus- sekä olosuhdevaatimukset esim. lämpötilaerot, korroosionkestävyys sekä paloluokitus. Turvallisuusvaatimuksiin kuuluvat: avainpesän väkivaltaisen voiman kestävyys, porauslujuus, avainpesän pihdillä vääntäminen, haittakoodin väkivaltainen avaaminen kiertämällä sekä haittakoodien väkivaltainen ulosvetäminen. (EN 1303 2005).

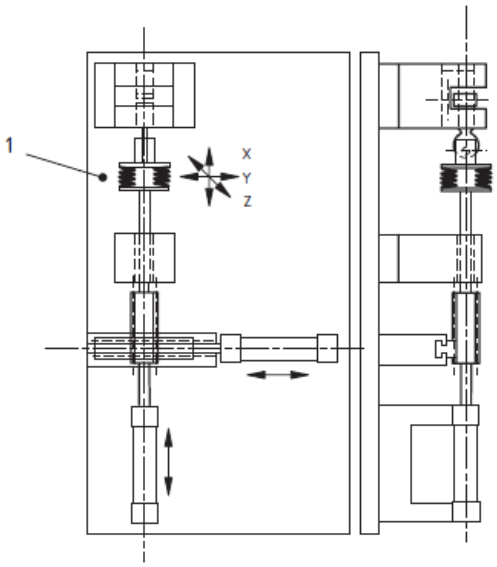
Standardi määrää sylinterinkulutustestauslaitteen perusrakenteen ja toiminnallisen mallin. Avaimen kulumiseen standardissa ei varsinaisesti puututa.
Kohdan 4.3 mukaan suoritetaan haittasylinterin kulutustesti, jota käytetään haittakoodien mukaisella avaimella. Kulutustestauksessa avaimen vääntömomentti saa olla enintään 1.5 Nm. (EN 1303 2005, 7.)

Kohdassa 5.3 määritetään varsinainen kulutusohjelma ja liikemäärät. Testi-syklillä simuloidaan samankaltaista liikettä kuin normaalisti avattaisiin lukkoa avaimella. Standardi (EN1301) määrittää maksimin liikkeet ja kuormitukset, jotta uudet samankaltaiset testit olisivat vertailukelpoisia. (EN 1303 2005, 14.)

3.2 Testisykli/testauslaiterakenne

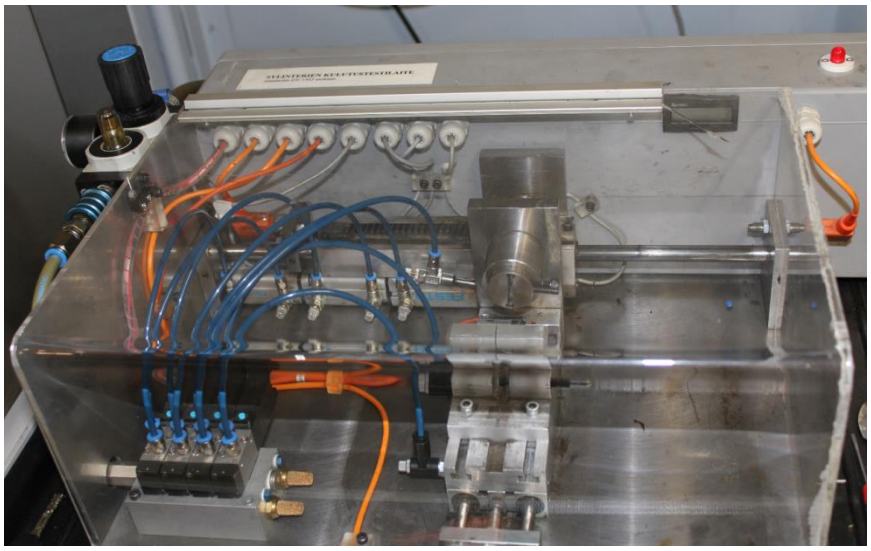
Testisykli:
Aluksi avain työnnetään avainpesään pohjaan. Avainta kierretään myötäpäivään 360 astetta tai tehdään mallin mukainen maksimikiertoliike. Avaimen testisyklin vääntövastus 0.15 Nm +0.015/-0.05 Nm. Avain kierretään takaisin alkuasentoon ja avain vedetään ulos avainpesästä. Syklin toistonopeus 5 - 11 sykliä minuutissa. Syklien määrä voidaan määrittää kolmeen luokkaan.
Luokka 4 25 000 sykliä
Luokka 5 50 000 sykliä
Luokka 6 100 000 sykliä.
(EN 1303 2005,14,18.)

Testauslaite:
Standardi EN 1303 määrittää pääperiaatteen sylinterintestauslaitteen rakenteesta (kuvio 1). Kuvassa ilmenee liikesuunnat ja kiinnitysmallit. Avaimen kiinnityksessä voidaan käyttää joustavaa "uivaa kiinnitystä" (kohta 1). Joustavalla kiinnityksellä saadaan avaimen työntö ja vetoliikkeestä mahdollisimman jouheva. (EN 1303 2005, 22.)



Kuvio 2. Sylinterinkulutustestauslaite (EN 1303. 2005, 22).

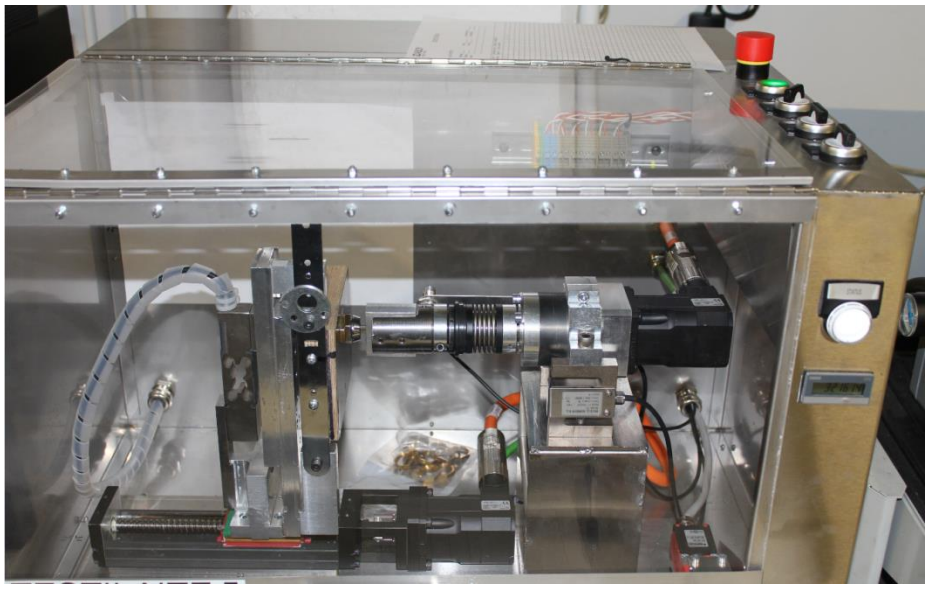
Abloylla tuotetestauksessa on käytössä kahta erilaista sylinterin kulutustestauslaitetta. Ensimmäinen laitemalli näistä (kuva 3) on valmistettu standardin EN 1303 mukaan (kuvio 2). Avaimen kierto-, työntö- ja vetoliikkeet ovat toteutettu pneumaattisella voimalla.



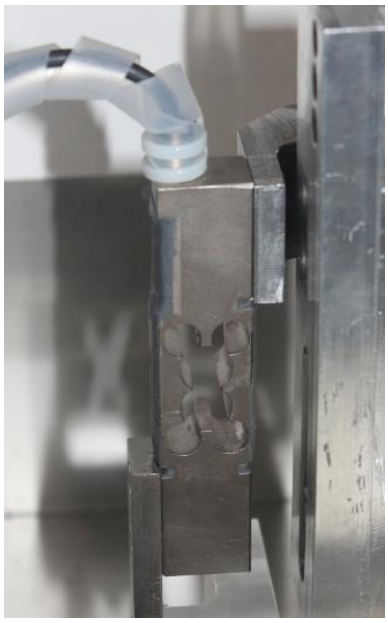
Kuva 3. Pneumaattinen kulutustestilaite (Kuva: Marko Holopainen).

Toinen laitemalli (kuva 4) on valmistettu nykyaikaisella menetelmällä. Avaimen kierto-, työntö- ja vetoliikkeet suoritetaan sähköisillä servomoottoreilla. Servomoottori mahdollistaa tarkan ja portaattoman liikkeen ja testiohjelman tekeminen

sekä muokkaaminen ovat vaivatonta. Testauslaite on varustettu voimanmittausantureilla (kuva 5), joiden avulla voi määrittää tarkat voimaraja-arvot sylinterinkulutuksessa.



Kuva 4. Servomoottori kulutustestilaite (Kuva: Marko Holopainen).



Kuva 5. Voimamittausanturi (Kuva: Marko Holopainen).

4 Kuluminen ilmiönä

Materiaalin kuluminen on toisiaan vastaan liikkuvien pintojen vuorovaikutusta, josta surauksena on materiaalien häviäminen kappaleen/kappaleitten pinnoilta.

Yksiselitteisesti tarkkaa matemaattista ja fysikaalista määritelmää ei ole kyetty tekemään, joten se on jatkuvan tutkimustyön kohteena. Kulumistapahtumaan vaikuttavia parametreja on niin paljon, että niiden yhtäaikainen hallinta on melko vaikeaa. Kuluminen usein mielletään vain haitalliseksi ilmiöksi. Tietyissä tapauksissa kuluminen edesauttaa konstruktion toimintaa, kuten esimerkiksi hammaspyörien ja liukulaakerien käyttöönotto (sisäänajo) kuluttaminen. Tällä tavalla saadaan pinnankarheutta tasoitettua normaaliin käyttötilannetta varten, näin luodaan paremmat toimintaolosuhteet (Salonen 2007, 97).

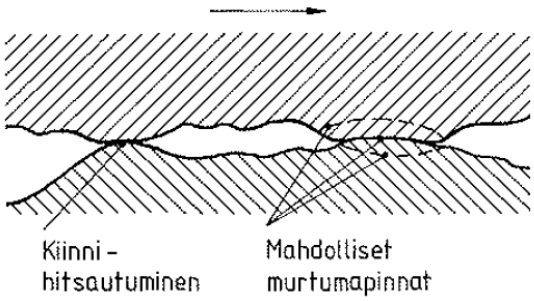
4.1 Kulumismekanismit

Kulumismekanismien jaottelussa on useita luokitteluja. Standardissa DIN 50320 on jaoteltu neljä pääryhmää:

- tartuntakuluminen (adhessiivinen kuluminen)
- hiontakuluminen (abrassiivinen kuluminen)
- tribokemiallinen kuluminen
- väsymiskuluminen (DIN 50320 1979).

Adhesiivinen kuluminen

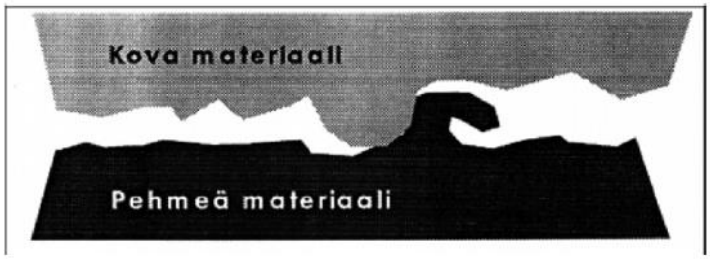
Adhesiivista kulumista syntyy, kun kahden toisiaan vasten painettujen pintojen kitka aiheuttaa liitospintojen leikkautumisen (kuva 6). Liitoksen revetessä alkuperäisestä rajapinnasta ei kappaleista irtoa kulumispartikkeleita. Kun liitos repeää muualta, irtoaa materiaalia toiselle pinnalle. Saksankielisessä kirjallisuudessa adhesiivista liitosta kutsutaan kylmähitsautumiseksi. (Salonen 2007, 104.)



Kuva 6. Adhessiivinen kuluminen (Tiilikka 2010, 27).

Abrasiivinen kuluminen

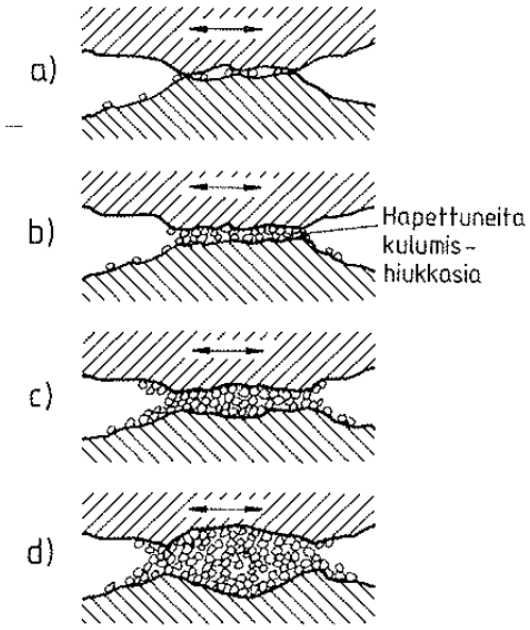
Kovemman pinnan liikkuminen pehmeämpää pintaa vasten kovemman pinnan pinnankarheuden huiput aiheuttaa pehmeämpään pintaan uurteita (kuva 7). Silloin kyseessä on kahden kappaleen abrasiivinen kuluminen. Jos kahden kappaleen pintojen välissä on molempia pintoja kovempaa materiaalia, jotka tekevät uurteita molemmille pinnoille, niin silloin puhutaan kolmen kappaleen abrasiivisesta kulumisesta. (Salonen 2007, 108.)



Kuva 7. Kahden kappaleen abraasio (Parikka R. & Lehtonen J).

Tribokemiallinen kuluminen

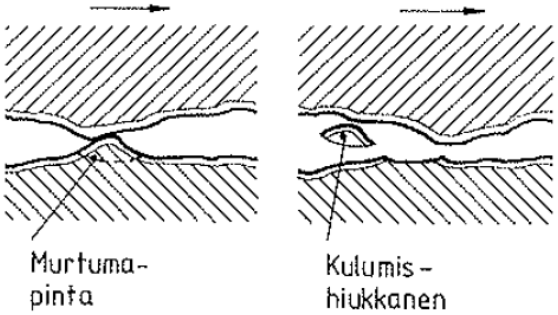
Normaalisti metallien pinnalla on oksidikerros, tämä pienentää kitkaa ja kulumisnopeutta. Pinnankarheuden ulokkeet ollessaan kosketuksessa toiseen pintaan vasten vapautuu jokaisessa kosketuksessa lämpöä. Kosketusenergian kasvaessa oksidikerros kasvaa ja seuraavassa kosketuksessa aiheuttaa materiaalin irtoamisen kappaleen pinnalta ja muodostaa kulumispartikkeleita (kuva 8). (Salonen 2007, 111.)



Kuva 8. Tribokemiallinen kuluminen (Tiilikka 2010, 28).

Väsymiskuluminen

Jokaisessa kosketustapauksessa ei suoraan synny kulumispartikkeleita, vaan se vaatii tykyttävää tai muuten vaihtuvaa pitkäaikaista rasitusta. Kun kappaleen pinnankarheuden ulokkeet deformoituvat plastisesti useita kertoja peräkkäin, niin väsymismurtuman seurauksena siitä irtoaa kulumispartikkeleita (kuva 9). Jos kuluminen ei ole abrasiivista eikä adhesiivista, on usein kyseessä pintakerroksen väsyminen. Tyypillinen väsymiskulumisjälki näkyy loppuun käytetyissä kuula- ja rullalaakerissa sekä runsaasti kuormitetuissa hammaspyörissä. (Salonen 2007, 113.)



Kuva 9. Väsymiskuluminen (Tiilikka 2010, 28).

4.2 Avaimen kulumismekanismit

Avaimeen tulee kulumista avainta työnnettäessä ja vedettäessä avainpesässä. Lineaarinen liike aiheuttaa abrassiivista kulumista avaimeen. Avainpesän pinnalla käytetään karkaistua teräksistä poraussuojaa, joka on materiaalina paljon kovempaa kuin uushopea. Kulumista avaimeen syntyy, kun lukkoa avattaessa avainta työnnetään avainpesään, mikä aiheuttaa pitkittäisiä kulumisuria. Lukon auki saamiseksi avainta täytyy kiertää, mikä aiheuttaa avaimelle kiertorasitusta.

5 Avaimet

5.1 Avainmallit

Yleisimmät kotimaassa käytettävät avainmallit ovat CLASSIC, SENTO ja PROTEC2. Lisäksi on avainmalleja, jotka ovat tarkoitettu vientimarkkinoille kuten esim. DISCLOCK ja NOVEL-mallit.

ABLOY CLASSIC: Perinteinen avain (kuva 10) mikä on tarkoitettu yksittäisiin kohteisiin, kuten esim. soutuveneen ja vajan lukitsemiseen. Avaimen profiili mahdollistaa avaimen käytön pelkästään yhdessä asennossa. Avaimen materiaalina on kokonaan uushopeaa. (Abloy Oy 2014.)

Kuva 10 CLASSIC avain (Abloy Oy 2014).

ABLOY SENTO: On tehty korvaaman perinteisen ABLOY CLASSIC-avaimen. Patentoitu avain (kuva 11) on malliltaan symmetrinen, joka mahdollistaa avaimen käytön molemmin puolin ja näin ollen on helppokäyttöisempi. Se on suositeltavin

avain omakotitalon uudisrakennuksissa sekä saneerauskohteissa ja mökkien lukinnassa, kuten myös pienissä sarjalukostoissa. Avaimen materiaalina avaimenvarsi on uushopeaa ja lehtiosa muovia. (Abloy Oy 2014.)

Kuva 11 SENTO-avain (Abloy Oy 2014).

ABLOY PROTEC2: on pääasiallisesti tarkoitettu yritysten ja organisaatioiden kokonaisvaltaiseen lukitusratkaisuun. Lujarakenteinen kokometallinen profiililtaan symmetrinen avain (kuva 12). Patenttisuojattun avaimen liikkuva elementti tuo lisäsuojaa ja vähentää avaimen väärinkäyttöä. Avaimenrunko on valmistettu kokonaan uushopeasta. (Abloy Oy 2014.)

Kuva 12. PROTEC2-avain (Abloy Oy 2014).

5.2 Miksi avaimia testataan

Yleisin avaimien testaustarve on tutkia ja varmistaa avaimen mekaaninen kestävyys, jotta saadaan varmistettua standardin mukaiset vaatimukset. Standardi EN 1303 määrittää avaimelle vähimmäis-lujuusvaatimukset. Avaimen vääntölujuus: Avaimen on kestettävä vähintään 2,5 Nm:n vääntölujuus. Avaimen on toimittava normaalisti oikealla avainkombinaatiolla avainpesässä enintään 1,5 Nm:n vääntömomentilla. (EN 1303. 2005, 7.)

Avaimen mekaanisiin lujuusvaatimuksiin kuuluu avaimen lehden kestävyys. Testeihin kuuluu lehden taivuttaminen sivuttain, avaimenlenkin lujuus ja avaimen pudottaminen. Lehden taivutus kokeella simuloidaan käyttötilannetta, kun avain on avainpesässä paikoillaan, ja oven auetessa esim. seinää vasten niin, että avaimen lehti vääntyy. Avaimen lenkin lujuustestissä koestetaan, millä voimalla avaimen lenkki pettää, jos vedetään avainta avainrenkaasta. Avaimen pudotustesti: Avain pudotetaan määrätyltä korkeudelta betonilattiaan. (Abloy Oy 2014.)

5.3 Avainmateriaali

Uushopea on kupari-, nikkeli- ja sinkkiseos. Suomalaisen standardin mukaisesti on olemassa kaksi seosta (CuNI12Zn24 SFS 2936) ja (CuNI18Zn20 SFS 2934). Uushopeat luokitetaan messingiksi, joihin on seostettu nikkeliä ja metallinväri muuttuu valkoiseksi ja muistuttaa väriltään hopeaa. Korroosion kestävyys paranee nikkelin lisäyksen myötä sekä muokkauslujittuminen on voimakkaampaa kuin messingillä. Tärkeimpiä käyttökohteita uushopealla on jouset lujuutensa ja korroosiokestävyyden vuoksi. Lisäksi uushopeaa käytetään yleisesti ruokailuvälineissä, koruissa ja esimerkiksi puukon heloissa. Runsas käyttö em. tuotteissa on yleensä ulkonäöllinen seikka ja on raaka-aineena edullisempaa kuin hopea ja on helpompi hankkia. (Tiilikka 2010, 182.)

Avaimen valmistamiseen käytetään Abloyilla pääasiallisesti uushopeaa. Avaimen valmistuksessa on uushopeasta haettu helppoa työstettävyyttä ja käyttöä ajatellen sitkeyttä sekä kulutuskestävyyttä. Avaimet valmistetaan joko kokonaan uushopeasta tai avaimen varsi on uushopeaa ja lehtiosa muovia. Avainaihio leikataan irti uushopearainasta. Avain on joko kokonaan uushopeaa lehteä myöten tai rainasta leikataan pelkästään avaimen varsi. Aihion leikkauksen jälkeen se muoto puristetaan ja viimeistellään puristimen avulla. Tällä saadaan avaimeen lisää lujuutta ja kulutuskestävyyttä.

6 Komponenttien valinta, tutkiminen

6.1 Robotti

Vuonna 1920 Josef Čapek keksi Robotti-sanan, joka kuvaa veljensä Karel Čapekin näytelmässä ”Rossum's Universal Robots” keinotekoista työntekijää. Termi ”robota” tulee tšekinkielisestä. Ultimation-yhtiön käyttöön suunniteltiin ensimmäinen teollisuusrobotti vuonna 1954. Unimate-merkkinen robotti valmistettiin autoteollisuuden käyttöön 1962. Robotit otettiin valukoneiden käyttöön käsittelemään kuumia kappaleita. (Lehtinen 2014, 1.)

Teollisuusrobotti on monitoimilaite, jonka liikkeitä voidaan ohjelmoida kuljettamaan ja käsittelemään työkaluja tai osia. Ohjelmoitavia ratoja voidaan joustavasti muuttaa eri tuotantotehtäviin sopiviksi. Liikeradat voi olla määritetty kokonaan etukäteen tai liikkeitä voidaan määrittää antureiden perusteella. Työkaluja ja kappaleita liikutetaan nivelillä liitetyillä tukivarsilla. Nivelien liikkeitä ohjaavat servotoimilaitteet. Ylisimmät robottityypit on määritetty liiketyypin mukaan. (ISO 8373, 2012.)

Robottityypit:

- Suorakulmainen robotti
- Sylinteri-robotti
- Poratali-robotti
- Napakoordinaatisto-robotti
- Scara-robotti
- Kiertyvänivelinen robotti
- Rinnakkaisrakenteinen robotti.

(ISO 8373, 2012).

Tuotetestauksessa Abloylla on käytössä Motoman kiertyvänivelinen robotti (kuva 14). Robotti mahdollistaa monenlaista testaamista kohtalaisen rajattoman liikkuvuutensa vuoksi. Useita kulutustestejä suoritetaan robotin avulla, jos kyseiselle

testattavalle tuotteelle ei ole olemassa vakiokiinnittimiä kulutustestauslaitteille ks. kuvat 2 ja 3, tai jos täytyy saada testata pikaisesti joku prototyyppi-kappale.

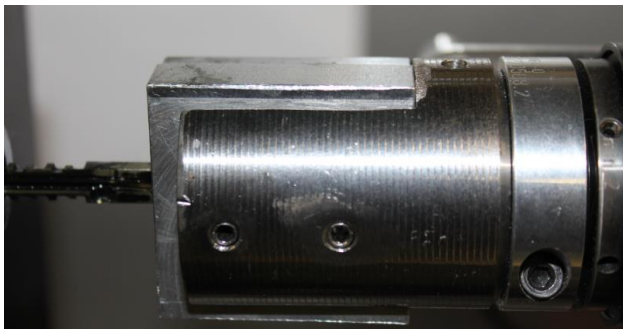
Kuva 14. Motoman napakoordinaatisto robotti (kuva: Marko Holopainen).

Robotissa on yhteensä kuusi akseliliikettä. Manuaalikäytössä jokaista akselia voidaan liikuttaa erikseen. Akselien liikkeen voi muuttaa peruskoordinaatistoliikkeeksi (X, Y, Z), jolloin robotti liikuttaa useita akseleita yhtä aikaa. Jokaisella akselilla on maksimiliikeradat. Peruskoordinaatistossa liikerata on rajallisempi, kun useampi akseli liikkuu yhtä aikaa.

Kiinnittimien suunnittelussa on huomioitava testausjigin kiinnittäminen ruuvipuristimeen. Tämä tekee rajoitteita kiinnitinmallin muotoilussa. Lisäksi ruuvipuristin on pultattu kiinteästi robotin pöytään, joten jigin ulkomitat on sovitettava robotin optimaalisen liikeratojen mukaiseksi.

6.2 Avaimen kiinnitys

Avaimen kiinnitys tulisi olla samankaltainen, kuin on nykyisessä syliterinkulutustestauslaiteessa. Mahdollisesti voisi käyttää hyväksi jo olemassa olevia avaimen kiinnittimiä (kuva 15), näin ei tarvitse valmistaa kokonaan uusia kiinnittimiä jokaiselle avainmallille.



Kuva 15. Avaimen kiinnitin (Kuva: Marko Holopainen).

Robotin ranne on pelkästään liian jäykkä, joten avaimen kiinnityksessä täytyisi olla jokin joustava elementti. Nykyisessä testauslaitteessa on käytössä joustava kierrejousi, joka joustaa 360 astetta joka suuntaan (kuva 16). Kierrejousen päässä on momenttikuormituskytkin, mikä estää avaimen kiertoliikkeessä ylikuormituksen, joka ehkäisee avaimen ja sylinterirakenteen rikkoontumisen. Kulutustestilaitteen kierrejousi on hyvin joustava rakenteena. Avain-kiinnitin roikkuu vapaana ollessaan. Avain tarvitsee tukea avainkanavasta, jotta testiliikkeen pystyy suorittamaan.

Kuva 16. Joustava paljekytkin ja momenttikytkin (Kuva: Marko Holpainen).

Robottikäytössä joustavan elementin pitää olla sen verran jäykkä, ettei kiinnitin roiku vapaana ollessaan. Markkinoilta löytyy useita malleja joustavia kytkimiä

kuten esimerkiksi kokometallinen Flex-kytkin (kuva 17) (Sks Oy 2014.), paljekytkin (kuva 18) (SKS-mekaniikka Oy 2014). ja spiraalikytkin (kuva 19) (Mekanex. 2014.)

6.2.1 Flex-kytkin

Vääntömomentin siirto tapahtuu luistamattoman kokonaan metallisen joustavan elementin kautta. Suuret pyörimisnopeudet ovat mahdollisia symmetrisen ja kompaktin rakenteen ansiosta. (SKS-mekaniikka Oy 2014.)
Ominaisuudet:

- Vääntösuuntaan joustava kytkin.
- Joustaa säteittäisesti, kulmittaisesti, aksiaalisesti ja molempiin pyörimissuuntiin joustava.
- Käyttölämpötila-alue -40...+100 °C (erikoismalli jopa +300 °C)
- Mahdollistaa suuria pyörimisnopeuksia (SKS-mekaniikka Oy 2014).

Kuva 17. Flex-kytkin (SKS-mekaniikka Oy 2014).

6.2.2 Paljekytkin

Paljekytkin on suunniteltu korkean suorituskyvyn sovelluksiin. Paljekytkin on liikkeenohjaukseltaan ja paikoitukseltaan erittäin tarkka tehtäessä useita toistoja. (Sks-mekaniikka Oy 2014).
Ominaisuudet:

- nopea akseli kiinnitys
- kevyt alumiinirakenne
- momenttikytkimellä varustettu kiertojousto

- Käyttölämpötila-alue -20...+100 °C
- joustaa säteittäisesti, kulmittaisesti, aksiaalisesti ja molempiin pyörimis-suuntiin.
- käyttö mahdollista suurilla nopeuksilla (SKS-mekaniikka Oy 2014.)

Kuva 18. paljekytkin (SKS-mekaniikka Oy 2014).

Spiraalikytkin valmistetaan koneistamalla yhdestä kappaleesta. Kytkin on täysin välyksetön. Runko joustaa hieman aksiaalissuunnassa, joka kompensoi asennusvirheitä (Mekanex 2014).

Ominaisuudet:

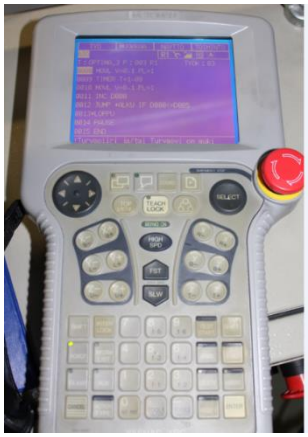
- välyksetön ja vääntöjäykkä
- valittavana erimateriaaleja (muovi, alumiini, ruostumatonteräs)
- kiinnitys pidätinruuvilla tai puristusnavalla
- maksimi kiertomomentti 13,5 Nm
- suurin pyörimisnopeus 8000 ^{1}/min

Kuva 19. Spiraalikytkin (Mekanex 2014).

6.3 Robotin ohjelmointi

Uutta ohjelmaa suunniteltaessa määritetään toimintajärjestys ja logiikka robotti-käsivarren liikkeille. Tarvittaessa käsivarren liikkeet tahdistetaan ympäristön signaaleihin esim. apulaitteelle tai välitetään tietoja muihin toimintalaitteisiin. Ohjelmoinnissa lisäksi määritetään robotin toiminta virhetilanteissa. (Suomen robotiikka yhdistys 1999, 43.)

Robotin liikkeet ohjelmoidaan pisteohjelmoinnilla. Ohjelmakokonaisuus muodostuu useasta paikkapisteestä. Testausklossi kiinnitetään ruuvipuristimeen. Robotin ranteeseen kiinnitetään tarttujajigi, missä on esimerkiksi avain kiinni. Robotin varsia liikutetaan käsiohjaimen avulla (kuva 20). Ohjaimella voidaan liikuttaa kaikkia varsia yksitellen. Tämä on hyvä, kun tehdään testaus asetusta ja kappaleiden kohdistusta ennen varsinaista liikeratapisteiden ohjelmoimista.



Kuva 20. Motoman käsiohjain (Kuva: Marko Holopainen).

Liikerata annetaan pisteinä. Yksi piste on yksi rivi ohjelmassa. Käsiohjaimella liikutetaan robotinvartta haluttuun pisteeseen ja ohjelmaan tallennetaan piste. Seuraavat paikat tallennetaan jokaisen uuden pisteen jälkeen. Robotin varret liikkuvat automaattisesti pisteestä toiseen. Pisteiden väliset liikkeet voidaan määrittää lineaariseksi tai kaareviksi. Robotin rannetta voidaan pyörittää, esim. avainta kiertämällä avainpesässä.

6.4 Avaimenkulutus käsin

Abloyn sisäisessä sylinteri- ja avainrakenteiden testausohjeessa määritetään avaimen kuluttaminen käsitestinä. Testissä jäljitetään avaimen hankaavaa liikettä avainkanavassa ja avaimen varressa. Tuotannossa koottu avainpesä kiinnitetään laskurilla varustettuun testauslaitteeseen. Testauslaite simuloi normaalia oven lukitusta, missä on lukkorunko kiinni. Avain työnnetään normaalisti avainpesään ja avaimella kierretään lukkorungon telki auki, jonka jälkeen avain kierretään takaisin alkuasentoon ja vedetään ulos. Kulutustestiä jatketaan siihen asti, kunnes avaimella ei saada avainpesän sylinteriä kierrettyä auki asentoon. Jokaisella avauskerralla saadaan yrittää kaksi kertaa avaamista, jos lukko ei aukea, niin testi lopetetaan. (Työohje 4600–1.1998, 6.)

7 Uuden ratkaisun ideointi

7.1 Suunnittelu

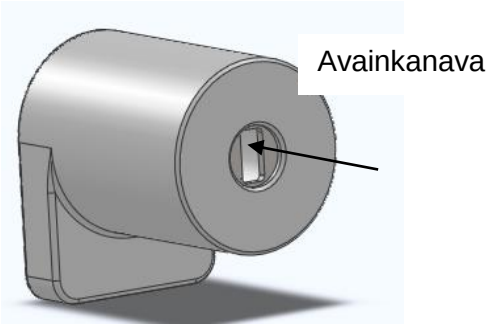
Avaimenkulutustestilaitteen suunnittelussa on otettava huomioon liikeradat, minkä verran voidaan avainta liikuttaa testisyklin aikana. Kokonaisuus muodostuu kahdesta eri kiinnitinkomponentista: avaimenkiinnittimestä ja avainpesänkiinnittimestä.

Avaimen liike suoritetaan robotin avulla. Avainta liikutetaan lineaarisesti horisontaalisuunnassa. Avainpesää kierretään ympäri ja kallistetaan vertikaalisuunnassa. Käsin kokeilemalla avainta voi poikkeuttaa vinoon vertikaalisuunnassa noin kolme millimetriä. Suurempi kallistuskulma on niin vino avainkanavaan nähden, ettei avainta saada työnnettyä avainkanavaan. Kiinnittimessä täytyy olla rajoitin, millä estetään liiallinen kallistuskulma ja saadaan säädettyä optimaalisin asento. Materiaalien valinnassa on huomioitava testisyklien määrä. Liiketoistoja yhdessä testausperiodissa voi olla jopa 500 000 liikettä. Käyttöaste testauslaitteelle on vaihteleva. Yhtäjaksoinen yhden testin kokonaisaika voi olla keskimäärin 2–6 viikkoa.

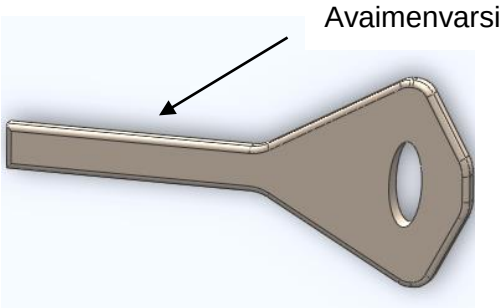
7.2 Toimintojen määritys

Avaimenkiinnityksessä täytyy olla aksiaalinen jousto. Aksiaalinen poikkeama perusasemasta noin 1–3 mm. Kiertosuunnassa tarvitaan momenttikytkin, millä estetään testattavan tuotteen ylikuormittaminen ja rikkoontuminen. Avainkiinnitinkytkin asennetaan robotin ranteeseen.

Avainpesä kiinnitetään pyörivään kiinnittimeen. Kiinnitin pyörii ympäri 360 astetta laakerin varassa. Robotin ohjelmassa avainpesää kierretään satunnaisesti jokaisen testisyklin aikana. Tällä menetelmällä saadaan kulumista avaimenvarren jokaisella sivulle. Avainpesän kiinnitin on nivelletty, millä saadaan kiinnitintä kallistettua vastapainolla vertikaalisuunnassa. Kiinnittimen rakenteessa pitäisi olla tärytinlaite, jolla estetään avaimenvarren (kuva 21) kiinnijuuttuminen, kun sitä työnnetään tai vedetään vinossa asennossa avainkanavaan (kuva 22). Kiinnitinkokonaisuus asennetaan kiinni hydrauliseen ruuvipuristimeen leukoihin. Kiinnittimen ja leukojen välissä voisi olla kumiset helat, millä saadaan aikaan lisää joustavuutta.



Kuva 21. Avainpesä (Kuva: Marko Holopainen).



Kuva 22. Avain (Kuva: Marko Holopainen).

7.3 Toteutus

Alkutilanne avaimen kulutuksessa oli hyvin kokeellista. Robotilla kokeiltiin ohjelmoida vinoa avaimen työntöliikettä avainkanavaan. Kokeilu onnistui vaihtelevalla menestyksellä. Ongelmana oli, jos avain oli liian vinossa kulmassa avainkanavaan nähden, niin avaimenvarsi jumittui kiinni ja robotin voimatunnisterajat keskeyttivät testisyklin. Tästä syystä johtuen avaimen kulumista ei saatu riittävästi aikaan.

Uudessa kokonaisuudessa on otettava huomioon avaimen kiinni jumittuminen ja keino, miten saada avain liikkumaan vaikka sitä työnnetään vinossa kulmassa avainkanavaan. Robotin ohjelmaan on mahdollista ohjelmoida lisätoimintoja. Ohjelmallisesti voidaan ohjata lisälaitetta. Lisälaite voidaan kytkeä päälle ja pois päältä ohjelman aikana. Ideana oli laittaa avainpesän kiinnittimeen tärytinlaite, joka ravistaa avainta irti avainkanavassa, näin saadaan avain liikkumaan vinossa kulmassa.

Tärylaitteita on saatavana kokonaan sähkötoimisena tai pneumaattisena. Sähkötoimiset täryt ovat tarkoitettu raskaampien kalustojen ja laitteiden täryttämiseen, joten se ei sovellu avaimenkulutustestilaitteen käyttöön täryn fyysisenkokonsa ja tehonsa vuoksi (Tärylaite Oy 2014). Pneumaattista tärylaitetta varten tarvitaan robotilta lähtötiedot magneettiventtiilille. Lähtötiedolla kytketään magneettiventtiili auki ja kiinni. Robottiohjelmassa voi määrittää magneettiventtiilille tietyn aukioloajan. Tärytysaika ei saa olla liian pitkä, koska liiallinen tärinä voi aiheuttaa kulumista avaimelle.

7.4 Tärytinlaitteet

Pneumaattinen kuulatärytin on rakenteeltaan yksinkertainen (kuva 23). Hyvin luotettava toiminen yleistärylaite. Käyttökohteina ovat seulat, siilot, siirtorännit ja kohteet missä kappaleiden täytyy liikkua tai jos kappale jumittuu kiinni. Kuulatäryttimen sisällä on teräskuula, joka pyörii paineilman voimalla karkaistulla teräsradalla ja aiheuttaa pyörivää värähtelyä. Täryvoimaa ja taajuutta säädetään käyttöpainetta muuttamalla. (Tärylaite Oy 2014.)

Kuva 23. Pneumaattinen kuulatärytin (Tärylaite Oy 2014).

Ominaisuuksia:

- kevytrakenteinen
- huoltovapaa
- ilmankulutus alhainen
- käyttölämpötila -20 °C - +200 °C
- värähtelytaajuus 7200 1/min – 46800 1/min
- täryvoima- alue 277 N – 6381 N
- Käyttöpaine 2 bar – 6 bar

(Tärylaite Oy. 2014).

Lineaarinen mäntätärytin (kuva 24) on tarkoitettu kohteisiin, missä tarvitaan erityisesti suunnattua värähtelyä. Käyttökohteet ovat lähestulkoon samat, kuin kuulatäryttimessä. Täryttimen runko on kovaeloksoitua terästä tai alumiinia. Männän edestakainen liike saadaan aikaan paineilman vaikutuksesta rakenteen sisällä olevien ilmakanavien avulla. Alumiinirunkoisissa malleissa varmistetaan käynnistyminen jousen avulla, mikä painaa männän käynnistyskohtaan.

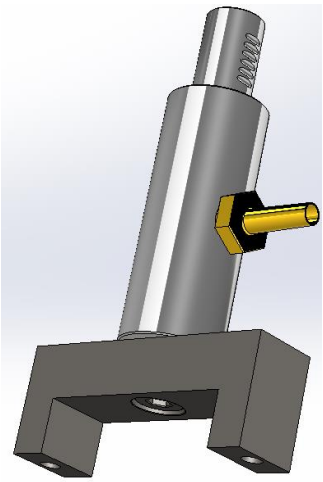
Ominaisuuksia:

- kevyt rakenne
- ilmankulutus 10 l/min – 36 l/min
- käyttölämpötila -10 °C - +60 °C
- värähtelytaajuus 2300 1/min – 9000 1/min
- täryvoima- alue 40 N – 733 N
- käyttöpaine 2 bar – 6 bar. (Tärylaite Oy 2014.)

Kuva 24. Lineaarinen mäntätärytin (Tärylaite Oy 2014).

7.5 Mallin valinta

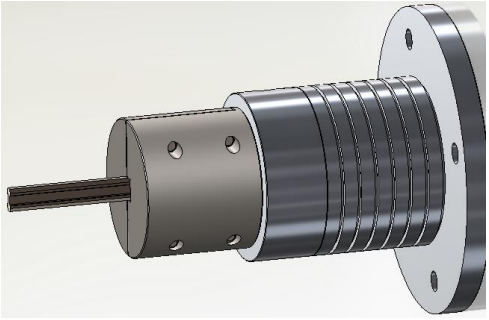
Lopullisessa ratkaisussa päädyin tärytinlaitteen osalta mäntätäryttimeen. Täryn hyviä ominaisuuksia on täryvoima-alue. Kulutustestissä ei tarvita kovinkaan suurta täryvoimaa. Mallissa NTS 120 täryvoima-alue on 40 N – 88N, mikä voisi olla riittävä avaimen kiinnijuuttumisen irrottamiseen (liite 1). Täryn kiinnitys on yksinkertainen. Mäntätärytin kiinnitetään rungon keskiöstä yhdellä ruuvilla. Sijoitus tulisi avainpesänkiinnittimen yläosaan (kuva 25 ja 26). Lopullinen täryttimen sijoituskohta täytyy ratkaista prototyyppilaitteen testausvaiheessa.



Kuva 25. Mäntätärytin (Kuva: Marko Holopainen).

Avaimenkiinnittimen malli (kuva 25) on samankaltainen kuin on nykyisessä servomoottori-kulutustestilaitteessa. Tarkoituksena olisi valmistaa avainkiinnittimet

siten, että samoja kiinnittimiä voidaan käyttää, niin uudessa kuin nykyisessä laitteessa. Avaimenkiinnitin asennetaan joustavan kytkimen päähän (kuva 25). Joustavalla kytkimellä saadaan aikaan sivuttaisliikettä, kun avainkanavaa poikkeutetaan vinoon kulutustestissä.



Kuva 26. Avaimenkiinnitin ja joustavakytkin (Kuva: Marko Holopainen).

Joustavankytkimen mallin valinnassa päädyin BAUMANN flex-kytkimeen (liite 2) malli MF (kuva 27). Kytkin on valmistettu kokonaan teräksestä, joten kulutuskestävyys ja käyttöikä ovat pitkiä. Valintaan vaikutti myös joustavan kytkimen suurin kulmittainen joustavuus (n. 6 astetta). Flex-kytkimen pään voi tarvittaessa koneistaa asiakkaan haluamiinsa mittoihin tai muotoon. (SKS-mekaniikka Oy 2014, 2-4.)

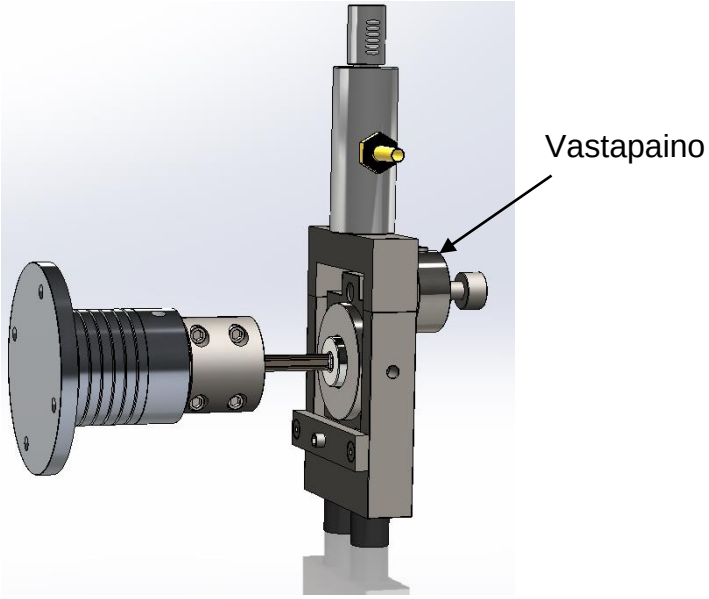
Kuva 27. Flex-kytkin malli MF (SKS-mekaniikka Oy 2014).

7.6 Tulokset

Valmiin avaimenkulutustestilaitteen ratkaisu on kaksiosainen. Ensimmäisen osan kokoonpano muodostuu avaimen kiinnittimestä sekä joustavasta kytkimestä (kuva 27). Joustavankytkimen laippaosa asennetaan robotin ranteeseen kiinni. Robotilla tehdään avaimen työntö- ja vetoliike sekä avainpesän kierto. Avaimen liikesuunta on vertikaalinen lineaarinen liike. Avainpesä on kiinnitetty laakeriin, minkä varassa voidaan tehdä pyöräytysliike.

Robotin ohjelmalla ohjataan avainpesän kiinnittimen tärytinlaitetta, kun avainta työnnetään avainkanavaan. Tärytinlaitteeseen kytketään paineilmaletku, jota ohjataan magneettiventtiilillä. Täryttimen aika määritetään robottiohjelmassa. Aika tulee määrittää niin lyhyeksi kuin mahdollista, vain pelkästään sen verran, että kiinni juuttunut avain liikkuu avainkanavassa. Avainpesän kiinnittimen takaosassa olevalla vastapainolla (kuva 28) kallistetaan avainpesää vinoon kulmaan avaimeen nähden, näin saadaan avaimeen aikaiseksi kulumista epäsuotuisan liikkeen ansiosta.

Avaimen sisään työnnön jälkeen avainpesää pyöräytetään avaimella satunnaisesti eri kulmaan. Tällä tavoin avain kuluu säännöllisesti ympäri avaimen vartta. Vastapainon etäisyydellä avainpesään nähden voidaan kulutusrasitusta suurentaa tai pienentää.



Kuva 28. Avaimenkulutustestilaite kokoonpano (Kuva: Marko Holopainen).

8 Pohdinta ja johtopäätökset

Työn tarkoitus oli suunnitella ratkaisumalli koneelliseen avaimenkulutus testauslaitteeseen. Työnkuvaani kuuluu olennaisesti Abloy-tuotteiden testaaminen. Avaimen kulutukseen on mietitty aiemmin ratkaisuja, mutta ei ole päästy riittävän varmoihin tuloksiin. Mielessäni on virinnyt monia ajatuksia, miten avaimenkulutuksessa ilmenneet ongelmakohdat voisi ratkaista.

Aluksi piti miettiä jonkinlainen runko, miten avain kiinnitetään ja millä tavalla saadaan avainta poikkeutettua vinoon kulmaan avainkanavaan nähden. Sain hyvän perusidean Tekniseltä päälliköltä Reijo Hakkaraiselta. (Hakkarainen R. 2014). Hänellä oli karkea luonnos siitä, miten avainpesää kallistamalla saadaan avain työnnettyä vinossa kulmassa avainkanavaan. Useita tekijöitä jäi silti ratkaistavaksi, kuten miten saadaan avain kulumaan ympäriinsä avainvarresta, ja kuinka estetään avaimen kiinni juuttuminen.

Avaimen koneelliseen kuluttamiseen en löytänyt Patentti- ja rekisterihallituksen julkaisutietokannasta valmiita laitteita enkä malleja, joten teoria tiedot ja vertailu kohdat jäivät näiltä osin puuttumaan. Sellaista koneellista laitetta, mikä simuloisi

ihmisen kädellä tehtyä avaimenkulusta, ei ole nähtävästi tähän mennessä toteutettu. Valmis ratkaisumalli on lajissaan varsin uniikki tuote.

Kulutustestilaitteen testisyklin simulointiin ja analysointiin on olemassa voimamittausantureita. Jatkokehityksenä kulutustestilaitteeseen voisi asentaa voima-antureita. Näillä saadaan kalibroitua avaimen kuluttaminen mahdollisimman samanlaiseksi kuin se tehtäisiin ihmiskädellä. Kokeilin voimia servomoottori- kulutustestilaitteessa työntämällä avainta avainkanavaan käsin. Avaimen työntövoima on keskimäärin noin 30N.

Avaimen kulumismekanismien tutkiminen ja ymmärtämien auttaa parantamaan tuotteiden kehittämistä jatkossa. Abrassiivinen kuluminen on olennaisin syy avaimen kulumiselle. Jatkossa olisi syytä miettiä lujempaa ja kulutusta kestävämpää materiaalia avaimelle. Mahdollisesti avainkanavan päässä olevaan poraussuojaan voisi pinnoittaa kitkaa pienentävää pinnoitetta. Ehkäpä tällä avaimenkulutustestilaitteella saadaan hyvä työkalu tutkia ratkaisuja uusille materiaaleille ja avainmalleille.

Tämä tehtävä oli mielenkiintoinen ja sain melko vapaat kädet perehtyä ja tutkia avaimen kulumismekanismeja sekä ideoida sopivinta ratkaisumallia. Kulutustestilaitteen varsinainen rakentaminen jää opinnäytetyöni ulkopuolelle osin ajanpuutteen vuoksi. Toimeksiannon mukaisesti valmis ratkaisumalli jäi tehtäväkseni. Periaatepäätös prototyyppimallin toteuttamisesta on tehty, ja projektia varten on varattu rahoitus materiaalien hankintaan. Varmaankin pääsen melko pian aloittamaan valmiin mallin toteuttamisen.

Kiitoksia kaikille jotka olivat mukana auttamassa opinnäytetyöni loppuun viemisessä. Yhteistyö Abloylla oli kitkatonta ja avointa. Oma työni Abloylla on erittäin hyvällä näköalapaikalla etsiessä ja tutkiessa lopullista ratkaisua avaimen kulutukseen. Työn ohella opinnäytetyön tekeminen vaati paljon ajankäytön suunnittelua ja joskus tulikin viivästyksiä työni etenemisessä.

Lähteet

Abloy Oy. 2014. Abloy tuotteet. http://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/Tuotteet/.1.1.2014

Abloy Oy.2014. Yritys esittely. http://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/Yritys/.1.1.2014

Etra Oy.2014. Tuotteet. http://tuotteet.etra.fi/fi/g14618928/paljekytkin-ktr-toolflex. 1.3. 2014

EN 1303:2005 (E) Building hardware. Cylinders for locks. Requirements and test methods.Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto

Hakkarainen R. 1998. Työohje 4600-1. Joensuu. Abloy Oy

Hakkarainen Reijo. Tekninen päällikkö. Lukon-liiketoimintayksikkö. Tammikuu 2014

Kivioja, S. Kivivuori, S. & Salonen, P. 2007 Tribologia - kitka, kuluminen ja voitelu. Helsinki. Otatieto Oy.

Lehtinen H. 2014. Robotit. Suomen automaatioseurary.http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/Robotit.pdf. 1.3.2014.

ISO 8373. 2012. Robots and robotic devices. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=55890. 1.3.2014.

Mekanex Ab. 2014. Tuotteet. http://www.mekanex.se/pdf/fi/kk_d1/kap_2/spiraalikytkin-spiralkoppling.pdf. 3.4.2014

Tiilikka, P. 2010. Konetekniikan materiaalioppi. Helsinki. Edita Prima Oy.

Tärylaite Oy. 2014. Tuotteet. Kuulatäry. http://www.tarylaite.fi/datafiles/userfiles/onet/fi/attachments/NCB.pdf. 3.4.2014.

Tärylaite Oy. 2014. Tuotteet. Mäntätäry http://www.tarylaite.fi/datafiles/userfiles/onet/fi/attachments/PR-NTS-[25]E.pdf. 3.4.2014.

NetterVibration

Netter Pneumatic Linear Vibrators
Series NTS

Type	Housing material	Working moment [cmkg]			Nominal frequency [min⁻¹]			Centrifugal force [N]			Air consumption [l/min]*		Noise level [dB(A)]	
		2 bar	4 bar	6 bar	2 bar	4 bar	6 bar	2 bar	4 bar	6 bar				
NTS 120 HF	AL	0,018	0,018	0,018	6.280	7.920	8.960	40	63	81	10	36	68	73
NTS 120 NF	AL	0,038	0,046	0,046	3.871	4.510	5.095	32	52	66	7	19	66	72
NTS 180 HF	AL	0,035	0,045	0,046	5.520	6.880	9.040	59	116	207	15	67	68	73
NTS 180 NF	AL	0,138	0,149	0,163	3.000	4.160	4.880	68	141	212	14	57	66	72
NTS 250 HF	AL	0,152	0,190	0,190	3.654	4.756	5.773	111	235	346	21	105	68	74
NTS 250 NF	AL	0,402	0,475	0,542	2.328	3.100	3.894	119	251	451	20	99	68	72
NTS 350 HF	AL	0,208	0,308	0,349	3.866	4.754	5.579	179	399	594	37	135	66	74
NTS 350 NF	AL	0,756	0,932	0,992	2.412	3.077	3.663	241	486	733	26	110	65	70
NTS 100/01*	AL	0,33	0,43	0,41	3.920	4.640	5.840	281	513	764	33	181	68	80
NTS 75/01*	AL	1,01	1,31	1,44	2.848	3.596	4.038	451	934	1.291	99	442	67	81
NTS 50/01*	AL	2,18	2,62	2,66	1.924	2.408	2.825	442	834	1.164	88	416	76	84
NTS 70/02*	AL	2,81	2,77	3,04	2.096	2.808	3.336	676	1.186	1.847	128	564	76	87
NTS 54/02*	AL	4,54	5,51	5,07	1.730	2.064	2.544	745	1.288	1.800	152	698	80	89
NTS 50/04*	AL	7,9	9,8	9,7	1.920	2.296	2.672	1.591	2.844	3.789	271	977	77	86
NTS 21/04	AL	34,9	45,9	49,1	941	1.156	1.334	1.694	3.362	4.786	225	718	73	83
NTS 50/08*	AL	11,3	15,3	17,0	1.977	2.331	2.669	2.426	4.555	6.642	216	803	81	90
NTS 50/10	GG	14,5	17,9	18,9	1.983	2.392	2.809	3.128	5.626	8.174	454	1.647	82	92
NTS 30/10	GG	50,0	80,0	96,0	840	1.044	1.300	1.940	4.780	8.900	312	1.438	75	85
NTS 50/15	GG	25,0	32,7	35,8	1.830	2.209	2.464	4.589	8.754	11.922	726	2.108	81	91
NTS 50/20	GG	24,7	34,2	37,3	1.823	2.252	2.591	4.511	9.527	13.737	887	2.491	81	92
NTS 30/20	GG	57,3	84,8	92,6	1.227	1.528	1.759	4.727	10.852	15.693	551	2.014	78	88
NTS 24/20	GG	94,2	126,6	144,8	936	1.176	1.388	4.515	9.596	15.290	642	2.083	75	80
NTS 50/40	GG	72,5	93,0	99,5	1.335	1.617	1.920	7.090	13.333	20.114	994	3.296	80	92
NTS 20/40	GG	218,9	286,7	302,3	827	985	1.147	8.227	15.239	21.808	1.340	4.252	77	89

The technical data can vary depending on application. Please request comparative values.

* oil free operation possible

Standard vibrators
NTS 120 bis NTS 350

Standard vibrators
NTS 100/01 bis NTS 20/40

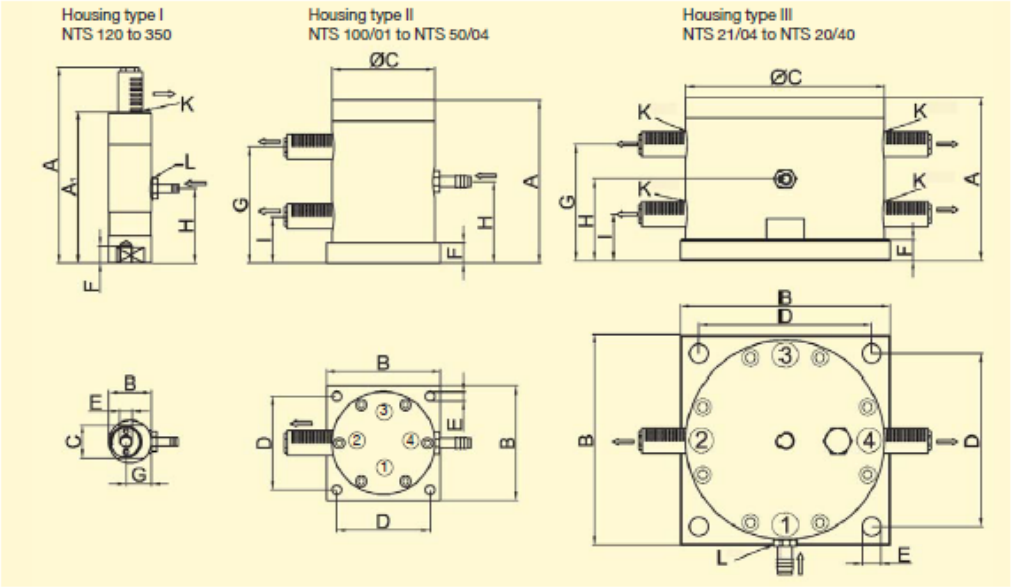
Stainless steel
Vibrators NTS S

ATEX complient
Vibrators NTS E

NetterVibration

Netter Pneumatic Linear Vibrators
Series NTS

Type	A [mm]	A_1 [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	ØE [mm]	F [mm]	G [mm]	H [mm]	I [mm]	K Outlet	L Inlet	Outlet on side	Housing [kg]	Piston [kg]	Total [kg]	Housing type
NTS 120 HF	97,5	70,0	27,5	SW 21	–	M 8	11	16,5	34,5	–	G1/8	G1/8	–	0,086	0,022	0,108	I
NTS 120 NF	125,0	97,5	27,5	SW 21	–	M 8	11	16,5	48,5	–	G1/8	G1/8	–	0,119	0,042	0,161	I
NTS 180 HF	108,5	73,0	33,5	SW 27	–	M10	10	19,5	35,5	–	G1/4	G1/8	–	0,124	0,050	0,174	I
NTS 180 NF	146,5	110,5	33,5	SW 27	–	M10	10	19,5	53,8	–	G1/4	G1/8	–	0,192	0,110	0,302	I
NTS 250 HF	145,5	98,0	41,5	SW 36	–	M12	12	24,0	49,0	–	G3/8	G1/8	–	0,238	0,155	0,393	I
NTS 250 NF	190,0	141,0	41,5	SW 36	–	M12	12	24,0	70,5	–	G3/8	G1/8	–	0,335	0,290	0,625	I
NTS 350 HF	146,5	99,0	53,0	SW 46	–	M12	12	30,5	49,5	–	G3/8	G1/4	–	0,359	0,325	0,684	I
NTS 350 NF	193,0	145,0	53,0	SW 46	–	M12	12	30,5	72,5	–	G3/8	G1/4	–	0,505	0,570	1,075	I
NTS 100/01	89	–	Ø69	69	–	M12	20	65,5	48,5	31,5	G1/4	G1/4	3	0,64	0,36	1,0	II
NTS 75/01	115	–	90	80	72	9	20	81	60	38	G1/4	G1/4	2	1,1	0,8	1,9	II
NTS 50/01	155	–	90	79	72	9	20	121	80	40	G1/4	G1/4	2	1,5	1,4	2,9	II
NTS 70/02	130	–	110	100	90	9	20	91	65	39	G3/8	G3/8	2	1,9	1,2	3,1	II
NTS 54/02	157	–	110	100	90	9	20	112	79	45	G3/8	G3/8	2	2,3	1,6	3,9	II
NTS 50/04	157	–	150	139	124	13	20	113	79	44	G3/8	G3/8	2	4,0	4,3	8,3	II
NTS 21/04	330	–	150	139	124	13	20	280	165	49	G3/8	G3/8	2 + 4	8,5	12,5	21	III
NTS 50/08	173	–	200	170	165	17	30	125	92	58	G3/8	G3/8	2 + 4	9,0	7,1	16,1	III
NTS 50/10	157	–	200	190	165	18	20	112	79	45	G3/8	G1/2	2 + 4	20	9,0	29	III
NTS 30/10	340	–	200	190	165	18	20	289	170	52	G3/8	G1/2	2 + 4	41	25	66	III
NTS 50/15	185	–	230	220	190	22	30	134	95	56	G3/8	G3/4	1 – 4	32	15	47	III
NTS 50/20	190	–	250	250	210	22	30	134	95	57	G3/8	G3/4	1 – 4	42	19	61	III
NTS 30/20	278	–	250	250	210	22	30	218	139	61	G3/8	G3/4	1 – 4	54	37	91	III
NTS 24/20	360	–	250	250	210	22	30	298	180	62	G3/8	G3/4	1 – 4	68	54	122	III
NTS 50/40	266	–	320	320	260	26	40	194	133	72	G1/2	G 1	1 – 4	89	52	141	III
NTS 20/40	470	–	320	320	260	25	40	392	235	78	G1/2	G 1	1 – 4	134	125	259	III



BAUMANN Flex-kytkimet

Kuvaus

BAUMANN Flex-kytkimet kuuluvat joustaviin, ei-kytkettäviin akselikytkimiin (DIN 740, VDI 2240 tunnusnumerot 1242, 1252, 1262, 1272). Luistamaton vääntömomentin siirto tapahtuu metallisen joustavan elementin, jousirungon kautta.

Ominaisuudet

BAUMANN Flex-kytkimet sopivat molemmille pyörimissuunnille ja niillä on pieni massahitausmomentti. Kompaktin ja symmetrisen rakenteen ansiosta ovat korkeat pyörimisnopeudet sallittuja. Jousirungon joustavan muodonmuutoksen ja sisäisen kitkan ansiosta kytkin vaikuttaa vaimentavasti vähäisestä massasta huolimatta. Kytkin on kokonaan valmistettu teräksestä. Vakiomallit ovat sopivia lämpötila-alueelle –40° C...+100°C.
Erikoissovelluksiin voidaan kytkimiä toimittaa aina 300°C lämpötiloihin asti.

Rakenne

Vääntöjoustavan voimansiirtoelementin muodostaa kolmekerroksinen jousirunko. Uloimman ja sisimmän jousen kierresuunta on oikealle ja keskimmäisen jousen vasemalle. Tämä tekee molemmat pyörimissuunnat mahdollisiksi, sillä keskimmäinen jousikerros nojaa ulompaan tai sisimpään kerrokseen. Jousirunkoon kiinnitetään mallista riippuen laippoja tai napoja induktiojuotoksella.

Joustavuus

BAUMANN Flex-kytkimet ovat säteittäisesti, aksiaalisesti ja kulmittaisesti joustavia. Noudattamalla taulukkoarvoja saavutetaan pitkä kestoikä. Tarvittaessa suurempaa aksiaalista liikettä valitaan malli K-MM, joka on varustettu monikiila-työntönavalla.

Vakiomallit

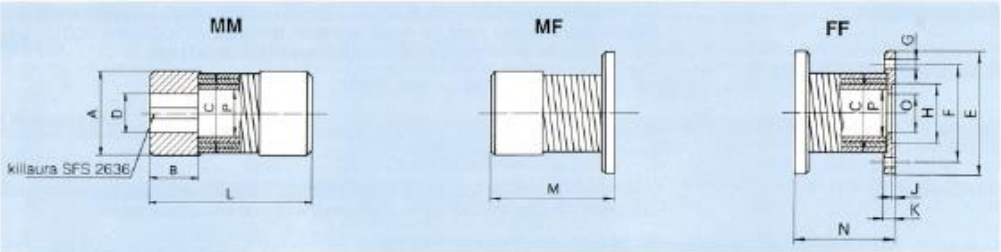
Vakio-ohjelma käsittää kytkimet vääntömomenteille 2,5...900 Nm erilaisina pituuksina ja malleina. Haluttaessa kytkimet voidaan toimittaa valmiiksi koneistettuina (toleranssi H7), kiilauritettuina (toleranssi P9) ja pidätinruuvin porauksilla varustettuina.

Malli MM

Malli FN

Malli MF

BAUMANN Flex-kytkimet Mallit MM, MF, FF



Kytkinmallit MM, MF ja FF voidaan toimittaa kolmena rakennepituutena K, L ja D. K on varastopituus.

Koko (= nimellisporauksella)				06	08	12	14	16	19	20	24	25	28	30	35	40	50	60
Nimellismomentti	M_N		Nm	2,5	5	10	10	20	20	40	40	90	90	150	220	300	500	900
Maksimimomentti	M_{maks}		Nm	5	10	20	20	40	40	80	80	180	180	300	440	600	1000	1800
Maks.pyörimisnopeus	n_{maks}		1/min	20 000	15 000	12 000	10 000	9000	8000	7000	7000	6000	6000	5000	4500	3000	1500	1500
Kulmittainen joustavuus	ΔK_w	K	°	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		L		4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
		D		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Säteittäinen joustavuus	ΔK_r	K	mm	0,18	0,24	0,36	0,42	0,48	0,57	0,6	0,72	0,75	0,84	0,9	1,0	1,2	1,5	1,8
		L		0,27	0,36	0,54	0,63	0,72	0,86	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,8	1,8	2,2	2,7
		D		0,36	0,48	0,72	0,84	0,96	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,4	3,0	3,6
Aksiaalinen joustavuus (veto)	ΔK_a	K	mm	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,2	1,2	1,6	2,0	2,0	2,5	3,2
		L		0,6	0,8	0,9	0,9	1,3	1,3	1,5	1,5	1,8	1,8	2,4	3,0	3,0	3,6	4,8
		D		0,8	1,0	1,2	1,2	1,6	1,6	2,0	2,0	2,4	2,4	3,2	4,0	4,0	5,0	6,4
Kiertymäkulma nimellisvääntö-momentilla (± 25%)	φ_N	K	°	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,8	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5
		L		1,5	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	2,0	2,4	2,5	2,5	2,5	2,7	3,2	3,2
		D		2,0	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,8	2,8	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	4,0
Massahitausmomentti (nimellisporauksella)	MM	K	$kgm^2 \cdot 10^{-4}$	0,013	0,040	0,14	0,24	0,59	0,83	1,95	2,57	5,54	5,64	13,6	29,6	42,8	131	332
		L		0,015	0,048	0,16	0,28	0,68	0,96	2,18	2,91	6,27	6,48	15,6	34,1	48,5	151	386
		D		0,017	0,053	0,18	0,31	0,75	1,06	2,40	3,25	7,0	7,32	17,5	38,6	56,2	175	440
	MF	K	$kgm^2 \cdot 10^{-4}$	0,039	0,16	0,32	0,51	0,99	1,28	2,07	2,80	5,24	5,80	13,2	27,9	47,7	142	353
		L		0,041	0,17	0,34	0,54	0,98	1,42	2,29	3,14	5,97	6,65	15,2	32,4	53,4	161	407
		D		0,043	0,18	0,36	0,57	1,04	1,51	2,52	3,47	6,70	7,48	17,1	36,9	61,1	186	461
	FF	K	$kgm^2 \cdot 10^{-4}$	0,065	0,28	0,50	0,77	1,19	1,73	2,18	3,03	4,94	5,96	12,8	26,3	52,8	152	374
		L		0,067	0,29	0,52	0,80	1,28	1,87	2,41	3,37	5,67	6,80	14,8	30,8	58,3	172	428
		D		0,069	0,30	0,54	0,84	1,34	1,96	2,63	3,70	6,40	7,65	16,8	35,3	66,0	196	482
Massa (nimellisporauksella)	MM	K	kg	0,032	0,065	0,13	0,17	0,31	0,35	0,65	0,69	1,19	1,14	2,07	3,35	4,16	8,08	14,2
		L		0,036	0,075	0,15	0,19	0,36	0,40	0,71	0,77	1,34	1,29	2,35	3,87	4,69	9,18	16,3
		D		0,039	0,080	0,17	0,21	0,39	0,43	0,79	0,85	1,50	1,46	2,65	4,35	5,39	10,65	18,5
	MF	K	kg	0,039	0,094	0,16	0,19	0,30	0,34	0,53	0,58	0,94	0,94	1,88	2,75	3,57	6,93	11,9
		L		0,043	0,104	0,17	0,21	0,34	0,39	0,59	0,66	1,08	1,10	1,98	3,20	4,09	7,95	14,1
		D		0,047	0,111	0,19	0,23	0,38	0,43	0,67	0,74	1,24	1,25	2,27	3,69	4,79	9,45	16,2
	FF	K	kg	0,046	0,122	0,17	0,21	0,28	0,34	0,41	0,46	0,88	0,74	1,27	2,11	3,0	5,75	9,6
		L		0,050	0,133	0,19	0,23	0,33	0,39	0,48	0,55	0,83	0,89	1,58	2,56	3,50	6,84	11,8
		D		0,054	0,140	0,21	0,25	0,36	0,42	0,56	0,63	0,99	1,05	1,86	3,05	4,25	8,26	13,9
A			mm	17	21	28	30	35	38	45	48	55	55	65	75	80	100	120
B				8	10	15	15	20	20	25	25	31	31	37	44	50	62	75
C				15,5	19	24	28	32	36	40	45	50	52	60	70	75	95	115
D esiporattu			mm	2,5	3,5	5,5	5,5	9	9	9	13	13	13	15	19	21	24	34
D maks. k-uralla (P9)				6	8	12	14	16	19	20	24	25	28	30	35	40	50	60
D maks. ilman k-uraa				10	12	15	19	20	25	27	31	34	35	40	45	50	64	75
E			mm	32	42	48	52	58	62	66	70	75	78	90	100	120	150	180
F				24	30	37	40	47	50	52	57	62	65	74,5	84	101,5	130	155,5
G				3×3,4	3×4,8	3×4,8	3×4,8	4×4,8	4×4,8	4×4,8	4×4,8	6×5,8	6×5,8	4×7	6×7	8×7	8×9,5	8×11,5
H^{H7}			mm	15	18	22	25	30	32	35	40	42	45	47	57	75	90	110
J				1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	3	3
K				4	6	6	6,5	6,5	7	7	7	8,5	8,5	10	13	14	17	20
L	MM	K	mm	25	35	50	50	65	65	80	80	100	100	125	150	170	210	250
		L		30	45	60	60	80	80	95	95	120	120	150	180	200	250	300
		D		35	50	70	70	90	90	110	110	140	140	175	210	240	300	350
M	MF	K	mm	20	30	40	40	50	50	60	60	75	75	95	115	130	160	190
		L		25	40	50	50	65	65	75	75	95	95	120	145	160	200	240
		D		30	45	60	60	75	75	90	90	115	115	145	175	200	250	290
N	FF	K	mm	15	25	30	30	35	35	40	40	50	50	65	80	90	110	130
		L		20	35	40	40	50	50	55	55	70	70	90	110	120	150	180
		D		25	40	50	50	60	60	70	70	90	90	115	140	160	200	230
O			mm	9,5	12	15	18	21	24	25	30	32	34	38	43	48	60	70
P				11	13	16,5	20,5	22,4	26,4	28	33	35	37	40,8	46	51	65	76,6

Tilausesimerkki: Malli MM, koko 25, rakennepituus L, poraukset 20/25 mm kiilauralla:
BAUMANN Flex-kytkin MM 25 L, 20/25 H7, kiilaura SFS 2636.