



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# HYDRAULISÄÄTÖISEN VENTTIILIKONEIS- TON ESISÄÄTÖTYÖKALU JA -OHJE

Antti Laaksonen

Opinnäytetyö  
Elokuu 2018  
Konetekniikan koulutus  
Tuotekehitys



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan koulutus  
Tuotekehitys

LAAKSONEN, ANTTI:

Hydraulisäätöisen venttiilikoneiston esisäätötyökalu ja -ohje

Opinnäytetyö 30 sivua, joista liitteitä 6 sivua  
Elokuu 2018

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin dieselmootoreita valmistavalle AGCO Power Oy:lle ja sen aiheena oli osassa moottoreita käytössä olevien hydraulisesti säätävien venttiilinnostimien korjausohjeen parannus. Lisäksi tavoitteena oli suunnitella erillinen työkalu korjauksen helpottamiseksi. Hydraulisesti säätävät venttiilinnostimet vaativat aina esisäädön ennen kokoonpanoa, minkä tekeminen on käytössä olleille nostimille haastavaa. Nykyisellään venttiilinnostimien esisäätämiseen ei ole työkalua, vaan korjausta varten moottorista on purettava huomattava määrä komponentteja, jotta esisäätö onnistuisi. Opinnäytetyön tavoite olikin korjaukseen kuluneen työajan vähentäminen ja siitä seuraava kustannusten lasku.

Työssä vertailtiin erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja ongelmien ratkaisemiseksi ja niiden perusteella kehitetystä työkalusta tehtiin 3D-tulostamalla prototyyppiä, joiden avulla työkalusta muotoutui lopulta tarpeeseen soveltuva. Lopullisesta prototyypistä laadittiin myös 2D-piirustukset. Työkalun lisäksi nykyistä korjausohjetta kehitettiin siten, että työkalun käyttö on esitetty sellaisella tarkkuudella, jotta väärinkäytön todennäköisyys jää pieneksi.

Työn tuloksena saatu työkalu ja ohje poistivat myös ajoittain korjauksen jälkeen ilmenevän venttiilien yhdyskappaleiden putoamisongelman. Esisäätötyökalun käyttöä voidaan parantaa vielä suunnittelemalla siitä sellainen, jolla sekä imu- että pakoventtiilien säätö onnistuu samalla kertaa, mutta se monimutkaistaa työkalua huomattavasti, mikä taas nostaa työkalun valmistuskuluja.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Product Development

LAAKSONEN, ANTTI:

Pre-adjustment Tool and Manual for Hydraulically Adjusted Valve Mechanism

Bachelor's thesis 30 pages, appendices 6 pages  
August 2018

---

This thesis was written for AGCO Power Oy, which is a diesel engine manufacturer in Finland. Some of the engines are using hydraulically adjusting valve tappets which need pre-adjustment before installing after repair work. This thesis deals with improving the repair manual and designing a special tool for this procedure. Pre-adjustment of hydraulically adjusting valve tappets is challenging and currently there is no special tool for presetting the tappets without removing them from the engine. Therefore many engine components need to be removed before the adjustment is possible. The purpose of this thesis was to reduce the time spent on repair and reduce the cost.

Several solutions for solving the problems were compared in this study, and on basis of the comparison, several prototypes of the chosen solution were 3D-printed. 2D drawings of the completed tool were also created. In addition to the tool, the repair manual was developed so that the use of the tool is shown in a sufficiently precise manner to prevent misuse.

Occasionally valve bridges might fall off from their places after valve gear repairs. The tool and instructions produced in this study removed that problem, so it can be said that the outcome surpassed the original goal. The use of the pre-adjustment tool could be further improved by making the tool allow both suction and exhaust valves to be adjusted at the same time, but that would complicate the tool considerably, which would increase the tool's manufacturing costs.

---

Key words: diesel engine, product development, repair manual, special tool

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TYÖN TAUSTAA .....	6
2.1	AGCO -konserni .....	6
2.2	AGCO Power Linnavuori .....	6
2.3	AGCO Power -dieselmoottorit .....	7
3	VENTTIILIKONEISTO .....	8
3.1	Venttiilikoneiston toiminta .....	8
3.2	Hydraulisesti säätävä venttiilinnostin .....	10
3.3	Käytetyn venttiilinnostimen esisäätö .....	11
4	TYÖKALUN SUUNNITTELU .....	13
4.1	Työkalun vaatimukset .....	13
4.2	Työkaluvaihtoehdot .....	13
4.2.1	Säätö venttiilivivun omilla säätöruuveilla.....	13
4.2.2	Venttiilivivun tilalle asennettava säätötyökalu .....	14
4.3	Vaihtoehtojen vertailu.....	14
4.4	Prototyypin kehitys .....	15
5	ESISÄÄTÖOHJE .....	18
5.1	Nostimen esijännityksen säätö.....	18
5.2	Muutokset vanhaan esisäätöohjeeseen.....	18
5.3	Hydraulisesti säätävien venttiilinnostimien esisäätäminen .....	19
6	TESTAUS JA PALAUTE.....	22
7	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	23
	LÄHTEET .....	24
	LIITTEET .....	25
	Liite 1. Hydraulisesti säätävien venttiilinnostimien esisäätöohje (AGCO Power 2017) .....	25
	Liite 2. Työkalun runko-osa .....	28
	Liite 3. Työkalun säätöruuvi .....	29
	Liite 4. Työkalu .....	30

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on toimia pohjatietona, jonka pohjalta luodaan virallinen korjausohje AGCO Power -moottoreiden korjausohjeeseen. Työn tavoitteena on kehittää työkalu hydraulisesti säätävillä venttiilinnostimilla varustettujen moottoreiden venttiilikoneiston korjaamisen helpottamiseksi sekä laatia korjausohje työkalun oikeaoppiseen käyttöön.

Osassa AGCO Power -moottoreita on venttiilien säätö toteutettu hydraulisesti säätävillä venttiilinnostimilla, joissa venttiilien välykset säätävät moottorin öljynpaineen vaikutuksella. Järjestelmän tarkoitus on poistaa moottorinosien kulumisesta johtuva venttiilien säätötarve. Aikaisemman AGCO Powerin korjausohjeen mukaisesti tehtäessä korjaustöimenpiteitä jollekin venttiilivälyksiin suoraan tai välillisesti vaikuttavan osalle, tulisi venttiilinnostimet puristaa tyhjäksi ennen niiden uudelleenkäyttöä. Nostimien tyhjentäminen on välttämätöntä, sillä käytössä olleissa venttiilinnostimissa nostimen sisällä oleva takaiskuventtiili estää nostimen kokoonpuristumisen ja näin ollen estää venttiilinnostimen esisäätämisen. Venttiilinnostimet sijaitsevat moottoreiden sylinteriryhmässä, eivätkä nostimet mahdu tulemaan sylinterikannessa olevista työntötankojen rei'istä läpi, minkä vuoksi sylinterikannen poistaminen on välttämätöntä. Monesti korjaustarve koskee ainoastaan venttiilikoneiston sylinterikannen yläpuolisia osia, jolloin ainoa syy sylinterikannen poistamiseen on venttiilinnostimien irrottaminen niiden tyhjäksi puristamista varten.

## **2 TYÖN TAUSTAA**

### **2.1 AGCO -konserni**

AGCO on kansainvälinen markkinajohtaja maatalouskoneiden suunnittelussa, valmistuksessa ja jakelussa. Kattava valikoimamme traktoreita, puimureita, heinäkoneita, ruiskuja, rehukoneita, maanmuokkauskoneita, työkoneita ja viljanvarastointi- ja proteiinintuotantjärjestelmiä sekä koneiden ja järjestelmien varaosia on saatavilla 3 100 itsenäisen jälleenmyyjän ja jakelijan kautta yli 140 maassa maailmanlaajuisesti (inside AGCO 2018.)

AGCO:n juuret ovat vankasti maatalouskoneteollisuudessa, ja AGCO-tuotemerkin historia ulottuu aina 1800-luvun puoliväliin asti. AGCO perustettiin vuonna 1990, kun Deutz Allis ostettiin saksalaiselta Kloeckner-Humboldt-Deutz AG:ltä. KHD (Kloeckner-Humboldt-Deutz) oli puolestaan ostanut osia maatalouslaiteyritys Allis-Chalmersista viisi vuotta aiemmin. AGCOsta on tämän jälkeen kehittynyt maailmanlaajuinen maatalouskoneyritys markkinakasvun, strategisten hankintojen ja huippuluokan maatalousratkaisujen myötä (inside AGCO 2018.)

Challenger, Fendt, Massey Ferguson ja Valtra: näillä neljällä ydinmerkillään AGCO vastaa asiakkaidensa moninaisiin tarpeisiin pientilojen käyttöön sopivista pienitehoisista traktoreista aina suuren mittakaavan maataloustuotannon vaatimiin kehittyneisiin ja huipputeknisiin koneisiin. AGCO:n tavoite on selkeä: edistää kestävän kehityksen mukaista ja tuottavaa kasvua huippuluokan asiakaspalvelun, innovaatioiden, laadun ja sitoutumisen kautta (inside AGCO 2018.)

### **2.2 AGCO Power Linnavuori**

AGCO Power on yli 70 vuotta Nokian Linnavuorella toiminut dieselmoottoritehdas. Aiemmin Sisu Dieselinä tunnettu tehdas fuusioitiin amerikkalaiseen AGCO-konserniin vuonna 2004. Lokakuussa 2008 Sisu Dieselin nimi vaihtui AGCO SISU POWERiksi. Kesäkuussa 2012 yrityksen nimi vaihtui AGCO Poweriksi. (AGCO Power 2018.)

AGCO Powerin moottorit toimivat voimanlähteenä useissa maailman johtavissa traktori-merkeissä ja muissa työkoneissa. Linnavuoressa sijaitseva tehdas valmistaa vuodessa noin 30 000 dieselmoottoria. Henkilöstön määrä on noin 700 (AGCO Power 2018.)

### **2.3 AGCO Power -dieselmoottorit**

AGCO Powerin moottorit on suunniteltu vaativiin työkonekäyttöihin. Luja rakenne, kestävyys, luotettavuus ja vahva vääntö ovat ominaisuuksia, joista AGCO POWER moottorit on tunnettu kautta vuosien (AGCO Power 2018.)

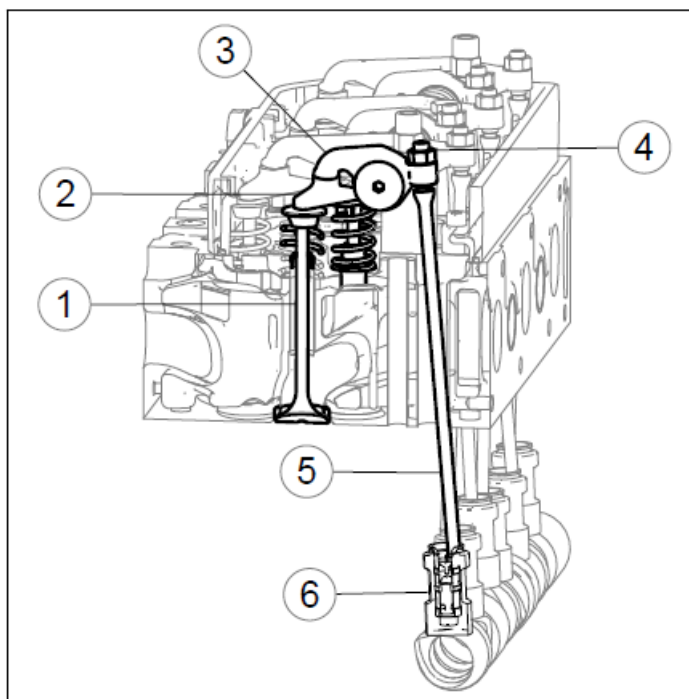
Moottoreiden jatkuva tutkimus- ja kehitystyö takaa merkittäviä uudistuksia, joilla polttoaineen palaminen saadaan täydellisemmäksi. Pakokaasut ovat aiempaa puhtaampia. Samalla nämä teknisesti oleelliset muutokset entisestään vahvistavat moottoreiden suorituskykyä ja polttoainetaloutta (AGCO Power 2018.)

AGCO Power -moottoreita valmistetaan 3,3, 4,4, 4,9, 6,6, 7,4, 8,4, 9,8 ja 16,8 litran kuutiolitavuuksilla. Stage 4 -päästörajoitusluokan moottoreissa hydraulisesti säätävät venttiilinnostimet ovat käytössä ainoastaan 8,4, 9,8 ja 16,8 litratilavuuden moottoreissa. Seuraavaan tiukempaan Stage 5 -päästörajoitusluokan moottoreihin hydraulisesti säätävät nostajat tulevat käyttöön myös pienempiin Linnavuoren tehtailla valmistettaviin moottoreihin. Tämä tarkoittaa tuotantovolyymin merkittävää kasvua ja korostaa korjausohjeen tärkeyttä.

### 3 VENTTIILIKONEISTO

#### 3.1 Venttiilikoneiston toiminta

Kaasunvaihto eli moottorin hengitys on hyvin tärkeä asia mäntämoottorin toiminnan kannalta, sillä siitä riippuvat moottorin litrateho, polttoaineen ominaiskulutus ja suureksi osaksi pakokaasujen saastepitoisuuskin. Kaasunvaihto ohjataan nelitahtisessa iskumäntämoottorissa venttiilien ja niitä käyttävän venttiilikoneiston avulla (Juurikkala, 1981, 304.) AGCO Power - dieselmoottoreiden venttiilikoneiston pääosat ovat kuvattuna kuvassa 1. Venttiileiden oikea-aikaista avautumista ja sulkeutumista säätelevä nokka-akseli on sijoitettu sylinteriryhmään. Venttiilit sen sijaan ovat sylinterikannessa ja niitä on yhteensä neljä joka sylinterissä, kaksi imu- ja kaksi pakoventtiiliä. Venttiilivivustossa on sylinteriä kohden kaksi keinuvipua, yksi imu- ja yksi pakoventtiileille ja niiden liike välittyy venttiileille erillisten yhdyskappaleiden kautta. Nokka-akselilta liike välitetään keinuvivuille venttiilinnostimien ja työntötankojen avulla.



- (1) Venttiili
- (2) Yhdyskappale
- (3) Venttiilivipu
- (4) Säätoruuvi
- (5) Työntötanko
- (6) Hydraulisesti säätövä venttiilinnostin

KUVA 1. Venttiilikoneiston osat (AGCO Power 2017, muokattu)

Yksi venttiilikoneiston toiminnan haasteista on komponenttien väliset lämpötilaerot, jotka muuttuvat moottorin lämpötilan muuttuessa. Ennen moottorin käynnistämistä,



moottorin kaikkien komponenttien lämpötilat ovat lähes samat. Käynnistettäessä moottorin palotilan läheisyydessä olevat komponentit lämpenevät nopeammin ja saavuttavat myös jatkuvan käytön aikana korkeampia lämpötiloja kuin kaukana palotilasta olevat komponentit. Komponenttien lämpötilan noustessa, ne lämpölaajenevat ja komponenttien lämpötilaerojen ollessa suuria, myös niiden lämpölaajenemiserot ovat suuria vaikka komponenttien materiaalit olisivatkin samat. Eri materiaaleilla on erilaiset lämpölaajenemisominaisuudet, mikä voi pahentaa ilmiöstä aiheutuvia ongelmia ja vaikeuttaa sopivien käyntivällyksien löytämistä (Ahola, K., 2015, 18.)

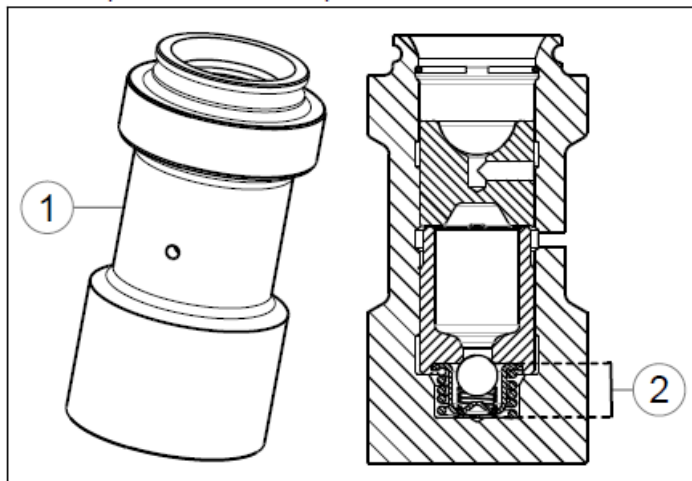
Lämpölaajenemisen lisäksi venttiiliensäätötarvetta aiheuttaa käytössä aiheutuvat venttiilikoneiston osien kulumat. Jotta käyntivällyys pysyisi halutulla tasolla koko moottorin käyttöajan ajan, vaatisi tämä säännöllistä manuaalista säätämistä. Nykymoottorin päälle on asennettu runsaasti moottorikomponentteja (kuva 2), jotka pitää poistaa ennen säätöä. Siten asentajalla on pääsy venttiilinsäätömekanismeihin. Manuaalisesta säädöstä eroon pääsemiseksi ja näin ollen huoltokustannuksien vähentämiseksi AGCO Power -dieselmootoreissa on enenevässä määrin käytössä hydraulisesti säätävät venttiilinnostimet.



KUVA 2. Nykyaikainen AGCO Power - dieselmoottori

### 3.2 Hydraulisesti säätävä venttiilinnostin

Hydraulisesti säätävä venttiilinnostimen pääosat koostuvat runko-osasta sekä kahdesta erillisestä männästä (kuva 3).



(1) Hydraulisesti säätävä venttiilinnostin

(2) Hydraulisesti säätävän venttiilinnostimen elementti

KUVA 3. Hydraulisesti säätävä venttiilinnostin (AGCO Power 2017, muokattu)

Nostimen runko liikkuu nokka-akselin pyörimisen mukaan sylinteriryhmän porauksessa, johon on johdettu moottorin öljynpaine. Runko-osa tiivistyy poraukseen sekä ylä- että alapäästään, jolloin rungon keskiosan kavennukseen muodostuu öljysäiliö. Tästä säiliöstä öljy pääsee porauksen kautta vaikuttamaan nostimen sisällä olevaan kammioon ja siitä edelleen mäntien välissä olevaan kammioon ylemmän männän muotoilun avulla (kuva 4).



KUVA 4. Hydraulisesti säätävän venttiilinnostimen osat

Alemman männät pohjassa on hydraulisesti säätävän venttiilinnostimen elementti, joka toimii takaiskuventtiilin tavoin päästäen öljyn männän alapuolelle, mutta estäen sen paluun takaisin mäntien väliseen kammioon. Mäntien sovitus runko-osaan on hyvin tarkka, minkä vuoksi öljyn pääsy männän ja runko-osan välistä on vähäistä. Öljyn ohivirtaus kuitenkin kasvaa lämpötilan noustessa ja öljyn viskositeetin laskiessa.

Venttiilinnostimen pohjassa on jousi, joka pitää männät painettuna pidätin sokkaa vasten. Nostimien asennuksen yhteydessä tehtävässä esisäädössä, nostin säädetään säätöalueensa puoliväliin, mikä mahdollistaa käytönaikaisen säädön molempiin suuntiin. Uudet venttiilinnostimet ovat valmiiksi esitäytetty matalaviskositeetisellä nesteellä, minkä vuoksi esisäädön tekeminen ilman erikoistoimenpiteitä on mahdollista.

### 3.3 Käytetyn venttiilinnostimen esisäätö

Jos moottorissa käytetään korjaustoimenpiteen jälkeen jo kertaalleen moottorissa käytössä olleita nostimia, tulee ne puristaa tyhjäksi ennen kuin esisäätö on mahdollista. Tyhjentäminen tapahtuu puristamalla nostimen männät pohjaan esimerkiksi ruuvipenkissä. Tällöin alemman männän alapuolella oleva öljy pakotetaan virtaamaan männän ja runko-osan välistä ja edelleen ulos runko-osan porauksesta. Puristaminen täytyy tehdä useasti,

sillä alemman männän alapuoli täyttyy uudelleen puristuksen vapauduttua niin kauan aina, kunnes mäntien välinen säiliö on riittävästi tyhjentynt ja nostin tuntuu ”pehmeältä”.

Aikaisemmin käytössä olleiden ja tyhjäksi puristetun nostimen huono puoli on siinä, että päästäkseen käsiksi nostimiin täytyy sylinterikannet poistaa ensin. Osassa vauriotapauksessa sylinterikansien poistolle ei ole muuten ollut tarvetta, joten nostimien tyhjentäminen on lisännyt korjauksesta aiheutuvia kustannuksia tuntuvasti. Tyhjentämisen heikkoutena on myöskin venttiilien yhdyskappaleen paikaltaan putoamisen riski moottoria käynnistettäessä, sillä nostimien alemman männän alapuolisen kammion täyttyminen öljyllä saattaa kestää jonkin aikaa. Mikäli yhdyskappale pääsee putoamaan, on moottorista jälleen purettava osia pahimmassa tapauksessa venttiilinnostimiin käsiksi pääsyyn asti, mikä lisää korjauskustannuksia merkittävästi.

## 4 TYÖKALUN SUUNNITTELU

### 4.1 Työkalun vaatimukset

Työkalu ja työohje ovat toteutettava siten, että mahdollisen väärinkäytön mahdollisuus on pieni ja siitä aiheutuvilta mahdollisilta vaurioilta pystyttäisiin välttymään. Jotta työohje olisi mahdollista laatia, tulee työkalu suunnitella ensin. Kaikki mahdolliset työkalun vaatimukset pyrittiin huomioimaan laatimalla erillinen vaatimuslista (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Vaatimuslista

ID	Vaatimukset	Prioriteetti
1	Ei mahdollista vaurioittaa moottoria mahdollisella väärinkäytöllä	Pakollinen
2	Edullinen valmistaa	Kohtalainen
3	Helppo käyttää	Kriittinen
4	Nopeuttaa korjaamista	Kohtalainen
5	Luotettava esisäätö	Pakollinen
6	Työkalun valmistettavuus	Kohtalainen

### 4.2 Työkaluvaihtoehdot

Venttiilinsäätötyökalun suunnittelussa vaihtoehtoiksi rajautui kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäisessä nostimen tyhjennys tapahtuu venttiilivivun omia säätöruuveja ja työntötankoja hyödyntäen. Toisessa vaihtoehdossa suunniteltaisiin kokonaan erillinen työkalu, jolla nostimet saadaan tyhjennettyä, minkä jälkeen venttiilinsäätö tapahtuu vanhojen venttiilinsäätöohjeiden mukaisesti.

#### 4.2.1 Säätö venttiilivivun omilla säätöruuveilla

Venttiilinnostimen tyhjennys tapahtuu lukitsemalla venttiilinpainimet siten, että venttiilin avautuminen estyy. Näin ollen ruuvivoima kohdistuu työntötankoon, mikä puristaa nostimen tyhjäksi. Vaihtoehdon hyvänä puolena on näennäinen yksinkertaisuus. Venttiilinpainimet ovat helppo lukita ja venttiilinnostinta ei tarvitse puristaa tyhjäksi asti. Tämä

varmistaa sen, ettei venttiilisilta pääse putoamaan korjauksen jälkeen. Vaihtoehdon heikkous on työntötankojen nurjahdusvaara. Varomattomalla työskentelyllä työntötanko voi taittua, mikä saattaa johtaa vaurioihin.

#### 4.2.2 Venttiilivivun tilalle asennettava säätötyökalu

Tässä vaihtoehdossa venttiilinnostimien tyhjennys tapahtuu erillisellä, venttiilivivun tilalle asennettavalla työkalulla. Moottorin omien työntötankojen tilalle voidaan vaihtaa jäykemmät tangot, jolloin nurjahdusongelma poistuu. Tämän vaihtoehdon huonona puoleena voidaan pitää työkalun monimutkaisempaa rakennetta, joka näin ollen nostaa myös työkalun valmistuskustannuksia ja tekee käytöstä haastavampaa.

#### 4.3 Vaihtoehtojen vertailu

Työkaluvaihtoehtojen vertailussa käytettiin painoarvotaulukkoa (taulukko 2), jossa työkalujen ominaisuuksien tärkeys ja hyvyys arvoitettiin. Vaihtoehto yksi oli säätö omilla työntötangoilla ja kaksi erillinen säätötyökaluvaihtoehto. Ominaisuuksien tärkeys arvoitettiin painoarvokertoimella välillä siten, että mitä tärkeämpi ominaisuus kokonaisuutta ajatellen, sitä suurempi oli kertoimen arvo. Painoarvokertoimien kokonaissumma oli 1. Ominaisuuksien hyvyys taas arvoitettiin välillä 1 – 4 siten, että mitä paremmin kyseinen ominaisuus oli toteutettavissa, sitä suurempi oli kertoimen arvo. Näiden arvojen tulosta saatujen arvojen summan perusteella valittiin kehitettävä prototyyppi.

TAULUKKO 2. Painoarvotaulukko

Arvostelukriteeri	Painoarvo	Vaihtoehto 1			Vaihtoehto 2		
		Ominaisuus	Pisteet	Painotetut pisteet	Ominaisuus	Pisteet	Painotetut pisteet
Väärinkäytön esto	0,2	Kohtalainen	3	0,6	Hyvä	4	0,8
Valmistuksen hinta	0,15	Hyvä	4	0,6	Kohtalainen	3	0,45
Valmistuksen helppous	0,1	Kohtalainen	3	0,3	Huono	2	0,2
Käytön helppous	0,25	Kohtalainen	4	1	Kohtalainen	3	0,75
Esisäädön luotettavuus	0,3	Hyvä	4	1,2	Hyvä	4	1,2
Yhteensä	1			3,7			3,4

Painoarvotaulukon perusteella vaihtoehto yksi valikoitui jatkokehitettäväksi prototyyppiksi.

#### 4.4 Prototyypin kehitys

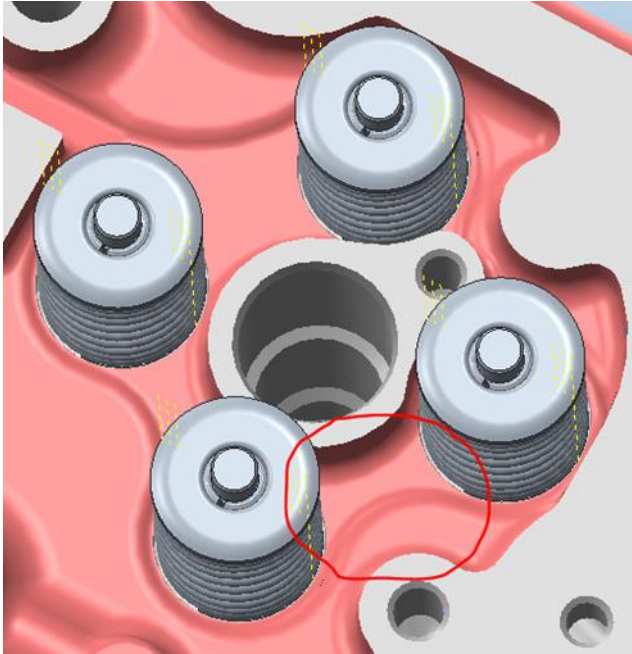
Johtuen moottorien erilaisesta kulumisesta ja osien välisistä toleransseista, työkaluun täytyi saada säätömahdollisuus, minkä takia työkalun tuli olla vähintään kaksiosainen. Koska työkaluun kohdistuvat voimat eivät ole järin suuria, päätettiin prototyypin runko-osa valmistaa 3D-tulostamalla muovista. Säätö päätettiin toteuttaa jatkomutterin (kuva 5) ja kuusiokolopultin avulla.



KUVA 5. Jatkomutteri (Etra)

Työkalun kehitys aloitettiin piirtämällä Solid Works 2016 - ohjelmalla 3D -malli. Mitat mallia varten saatiin sylinterikannen 3D -mallista ja huolto-ohjekirjasta. Koska sylinterikansiaihio on valmistettu valamalla ja valuun on koneistettu venttiilien paikat, saattaa mitoissa esiintyä pieniä poikkeavuuksia sylinterikannen 3D -malliin nähden, mikä pyrittiin ottamaan huomioon työkalun mitoituksessa. Lisäksi suunnittelussa otettiin huomioon säätömahdollisuuden riittävyys. Imuventtiilien puolella kansitasossa on pieni n. 1,5 mm:n kohouma (kuva 6), jonka vuoksi työkalun pituus on eri imu- ja pakopuolella. Suunnittelussa pyrittiin ottamaan huomioon työkalun sopivuus jokaiseen eri sylinteriin, niin kolme kuin neljä sylinterisessäkin kannessa. Työkalun käytettävyyttä parannettiin tulostamalla säätöruuviin erillinen uritettu rengas, joka kiinnitettiin pulttiin liimalla. Tulostetun renkaan kuviointi vastaa suorapyällystä, jonka tarkoitus kappaleessa on parantaa käsiotetta (Pere, A., 1999, 7 – 43.)

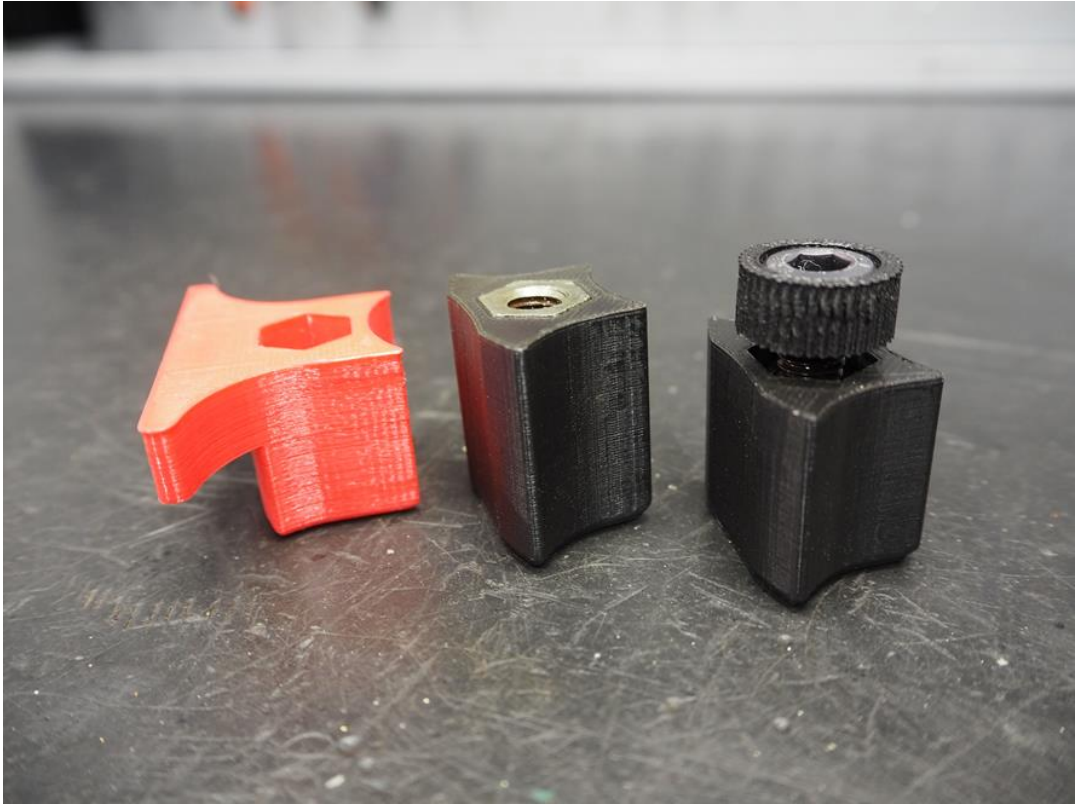
Koska työkalu on suhteellisen pieni, se on nopea tulostaa. Nopean valmistettavuuden vuoksi, paras sopivuus päätettiin hakea kokeilemalla.



KUVA 6. Kohouma sylinterikannen valussa imupuoella (kuvakaappaus, muokattu)

Ensimmäisen prototyypin runko-osan (kuva 7) mittatarkkuus oli liian tarkka, minkä vuoksi työkalun asettelu paikoilleen olisi käytössä ollut hankalaa tai jopa mahdotonta. Lisäksi suunniteltu pidike, joka auttaa työkalun kohdistamista, oli liian suuri hankaloittaen työkalun sopivuutta ahtaimpiin paikkoihin. Sopivuuden lisäksi pidike hankaloitti säätöruuvien pyörittämistä. Toinen prototyyppi suunniteltiin ottaen huomioon ensimmäisen prototyypin heikkoudet ja valmistunut runko sopikin huomattavasti paremmin. Työkalu sopi moitteetta testikannen venttiileihin ja säätöruuvien asetus onnistui kohtalaisesti. Parantaaksemme ruuvien asetusta, työkalusta päätettiin kuitenkin vielä valmistaa uusi versio. Kolmas prototyyppi oli muilta mitoiltaan identtinen toisen kanssa, ainoastaan rungon korkeus oli viisi millimetriä matalampi. Matalamman runko-osan ansiosta ruuviosan pyörittämiseen jäi enemmän tilaa, mikä helpotti säätämistä.





KUVA 7. Prototyypit 1,2 ja 3

## 5 ESISÄÄTÖOHJE

### 5.1 Nostimen esijännityksen säätö

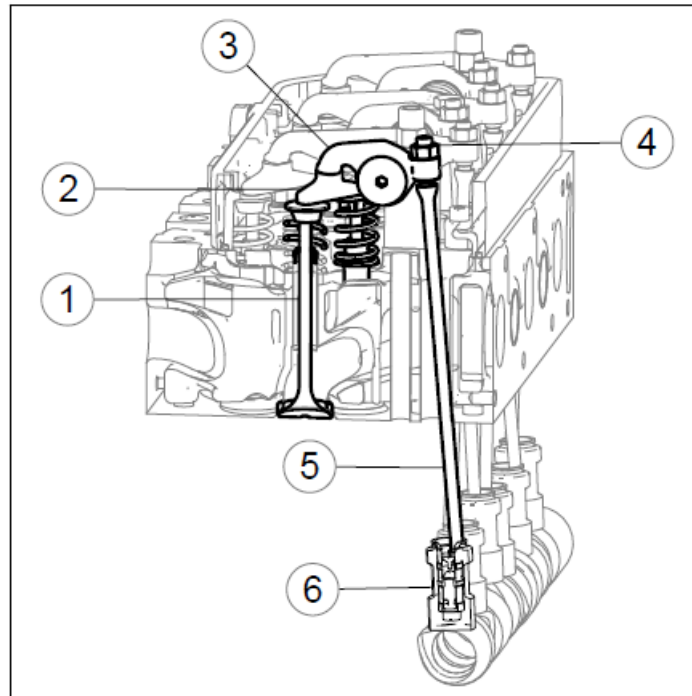
Koska työkaluvaihtoehdoksi valittiin ensimmäinen vaihtoehto, jossa työntötankojen nurjahtamisvaara on mahdollinen, täytyy ohjeella estää tämän tapahtuminen. Nurjahtamiseen vaikuttaa eniten öljyn viskositeetti ja säätöruuvien pyöritysnopeus. Uudella ja ainoastaan vähän aikaa käytössä olleilla nostimilla nurjahtaminen on epätodennäköistä, mutta mikäli käyttötunteja on enemmän, on moottoriöljyn viskositeetti nostimen sisällä saattanut joutua tasolle, missä pitää nurjahtaminen huomioida. Öljyn viskositeetin kohoamiseen vaikuttaa moni asia, joten mitään tarkkaa tuntimäärää on mahdotonta sanoa, milloin nurjahtaminen on edes teoriassa mahdollista, joten ohje pitää laatia siten, että nurjahdusriski on aina olemassa. Tämän vuoksi säätöruuvia käännetään ainoastaan 90 astetta kerrallaan ja tämän jälkeen odotetaan hetki, kunnes nostimen sisältämä öljy on puristunut nostimen mäntäosan ja rungon välisestä välyksestä mäntien väliseen säiliöön. Tämä toistetaan, kunnes säätö on suoritettu kokonaisuudessaan. Säätöruuvien vääntämisen ei pitäisi vaatia juurikaan voimaa, joten jos kierrettäessä tuntuu selkeästi vastusta, tulee säätö tehdä vielä pienemmissä osissa.

### 5.2 Muutokset vanhaan esisäättöohjeeseen

Suunnitellun työkalun yksinkertaisuudesta johtuen, käytössä olevaa ohjetta (liite 1) pysyttiin hyödyntämään lopulta melko hyvin ja muutokset jäivät pieniksi. Ensimmäinen kohta, missä kehoitetaan varmistamaan käytössä olleiden nostimien tyhjäksi puristaminen, korvataan kokonaisuudessaan. Toinen muutos on yksi lisäkohta viidennen ja kuudennen kohdan väliin koskien työkalun käyttöä. Myös nurjahtamisvaaran välttämiseksi vanhan ohjeen kuudennen kohdan säätöohjeeseen tehtiin tarkennuksia. Lisäksi huollon jälkeiset toimenpiteet voidaan poistaa, sillä nostimien täyttymistä ei tarvitse odottaa uuden ohjeen mukaisesti toimittaessa.

### 5.3 Hydraulisesti säätävien venttiilinnostimien esisäätäminen

1. Avaa venttiilivipujen säätöruuvien lukitus ja kierrä säätöruuveja noin 4 kierrosta auki.
2. Varmista, että kaikki venttiilikoneiston osat on asennettu (kuva 8).

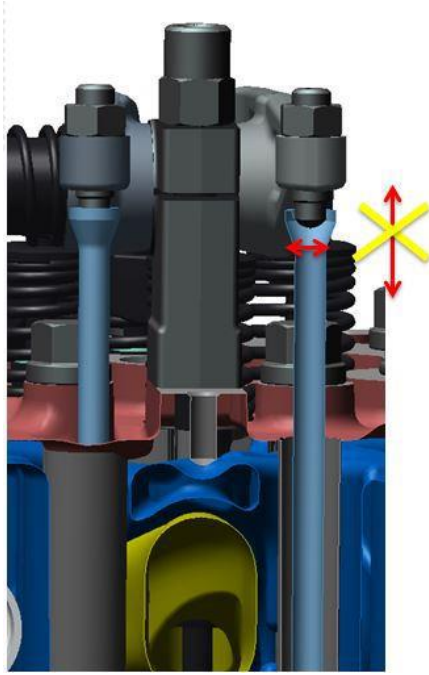


- (1) Venttiili
- (2) Yhdyskappale
- (3) Venttiilivipu
- (4) Säätöruuvi
- (5) Työntötanko
- (6) Hydraulisesti säätävä venttiilinnostin

KUVA 8. Venttiilikoneiston osat (AGCO Power 2017, muokattu)

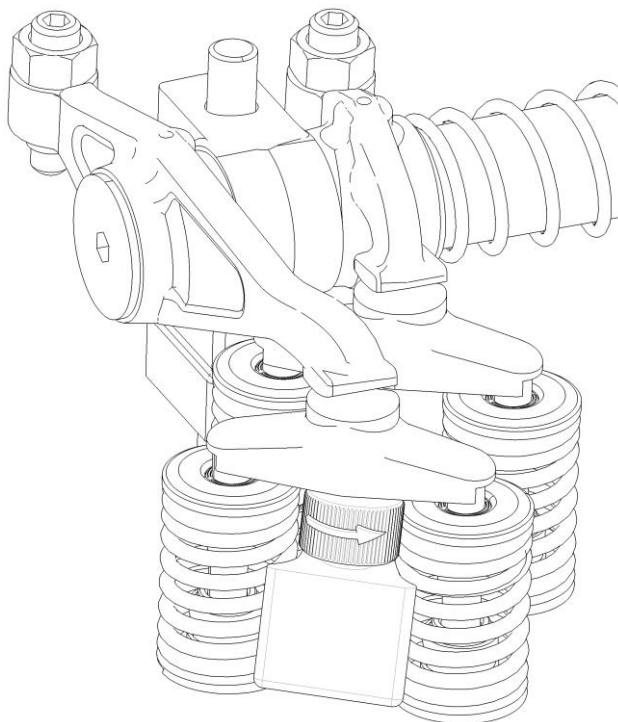
3. Kierrä kampiakselia pyörimissuuntaan, kunnes 6. sylinterin venttiilit vaihtavat (pako sulkeutuu, imu avautuu) (6 ja 7 - sylinteriset moottorit, 4-sylinterisissä moottoreissa venttiilit vaihtavat 4. sylinterissä).

Kiristä ensimmäisen sylinterin säätöruuvia, kunnes työntötangolla ei ole pystysuuntaista välystä. Varmistaaksesi, milloin pystysuuntainen välys on 0, voit kevyesti liikuttaa työntötankoa ylös ja alas. Hydraulisesti säätävän venttiilinnostimen pitää olla yläasennossa. Työntötangolla voi olla pieni vaakasuuntainen välys (kuva 9).



KUVA 9. Sallittu pieni sivuttaisvälys (AP Service Bulletin, 2016)

4. Varmista, että venttiilivivun ja yhdyskappaleen välissä ei ole välystä.
5. Asenna työkalu XXXXXX ensimmäisen sylinterin venttiilien yhdyskappaleen alle siten, että työkalu tukeutuu venttiilinjousia vasten (kuva 10). Pyöritä työkalun säätöruuvia vastapäivään kunnes työkalu kiristyy sylinterikannen ja yhdyskappaleen väliin. Varo kiristämästä liikaa, jotta venttiilinnostin pysyisi yläasennossaan.



KUVA 10. Työkalun käyttö

6. Kiristä keinuvivun säätöruuvia varovasti enimmillään 90° kerrallaan, minkä jälkeen odota hetki, jotta öljy nostimessa ennättää asettumaan. Kiristä säätöruuvia yhteensä 3 1/4 kierrosta myötäpäivään. Hydraulisesti säätävän venttiilinnostimen elementti liikkuu 3,25 mm alaspäin.

**HUOMAA:** Hydraulisesti säätävässä venttiilinnostimessa oleva öljymäärä vaikuttaa hydraulisesti säätävän venttiilinnostimen jäykkyyteen. Jotkin asentamattomista hydraulisesti säätävistä venttiilinnostimista voivat tuntua jäykemmiltä kuin toiset.

7. Kiristä säätöruuvien mutteri ja varmista, että 2-3 kierrosta säätöruuvien kierteestä on näkyvissä (Kuva 11). Suorita säätö saman sylinterin imu- sekä pakoventtiileille.
8. Toista kohdat 3-7 kaikille sylintereille ruiskutusjärjestyksen mukaisesti (kuvat 11 – 13).

Ruiskutusjärjestys:	1 - 2 - 4 - 3
Venttiilit vaihtavat syl. nro	4 - 3 - 1 - 2

KUVA 11. Ruiskutusjärjestys 4-sylinteriset moottorit (AGCO Power 2017)

Ruiskutusjärjestys:	1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4
Venttiilit vaihtavat syl. nro	6 - 2 - 4 - 1 - 5 - 3

KUVA 12. Ruiskutusjärjestys 6-sylinteriset moottorit (AGCO Power 2017)

Ruiskutusjärjestys:	1 - 2 - 4 - 6 - 7 - 5 - 3
Venttiilit vaihtavat syl. nro	6 - 7 - 5 - 3 - 1 - 2 - 4

KUVA 13. Ruiskutusjärjestys 7-sylinteriset moottorit (AGCO Power 2017)

## 6 TESTAUS JA PALAUTE

Esisäätöohje ja -työkalu annettiin testattavaksi AGCO Powerilla pitkään työskennelleelle asentajalle, jolla on useiden vuosien kokemus AGCO Power moottoreiden huollossa ja kokoonpanossa. Testaamalla pyrittiin selvittämään työkalun soveltuvuutta käytännössä ja huomiomaan mahdolliset suunnitteluvirheet tai -puutteet. Lisäksi mahdolliset havainnot esisäätöohjeen puutteellisuudesta pyrittiin ottamaan huomioon.

Palaute työkalun soveltuvuudesta oli pääosin hyvä. Se sopi ongelmitta testimoottorin venttiilikoneistoon ja esisäätö saatiin tehtyä. Palautetta tuli työkalun rullaosan pienyydestä, jonka vuoksi säätö oli jokseenkin hankalaa, varsinkin öljyisillä hanskoilla. Muutenkin työkalun pienuus aiheutti ongelmia käsiteltävyydessä, mutta asentaja myönsi isomman työkalun mahdottomuuden.

Esisäätöohjeen palaute oli myöskin hyvää johtuen ilmeisesti paljon sen samankaltaisuudesta alkuperäiseen ohjeeseen. Työkalun käytön osalta palautetta tuli säädön tarkkuudesta, mikä johtui siitä, että joissain nostimissa oli hieman ”tyhjää”. Tämä aiheutti työkalun asennusvaiheessa sen, että työntötanko painoi nostinelementtiä alas, jolloin esisäätökohta muuttui. Ongelma oli enemmänkin kiinni asentajan huolimattomuudesta kuin ohjeen puutteellisuudesta. Lisähuomiona asentaja sanoi ohjeen koskevan ainoastaan jo nyt käytössä olevia HLA-moottoreita. Stage 5 -päästörajoituksen jälkeen hydraulisesti säätyvät venttiilinnostimet asennetaan myös nelisynterisiin moottoreihin, mikä vaikuttaa esisäätöohjeen kohtaan venttiilien vaihtamisesta.

Palautteen ansiosta työkalun päivitettiin säätämisen helpottamiseksi vielä jatkamalla ruuviosan pyällettyä pituutta kahdeksasta mm:stä 12 mm:iin, ja halkaisijaa 18:sta 20:teen mm:iin. Lisäksi esisäätöohje muutettiin koskemaan myös nelisynterisiä moottoreita.

## 7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tuloksena syntynyt esisäätötyökalu ja -ohje saavuttivat ~~kaikki~~ niille asetetut tavoitteet. Valmistunut esisäätöohjetta todennäköisesti muotoillaan vielä kieli-asultaan paremmin vastaamaan AGCO Powerin linjaa, mutta sisällöllisesti ohje on todettu toimivaksi. Tärkeimpänä tavoitteena olikin korjauksen nopeuttaminen ja kustannusten alentaminen, missä onnistuttiin hyvin. Uuden työkalun ja ohjeen avulla, venttiilinnostimen esisäätö voidaan suorittaa sylinteri kantta/kansia irrottamatta, mikä vaikuttaa korjauskustannuksiin huomattavasti.

Koska kyseessä oli esisäätöohje, jonka noudattaminen vaatii työssä suunnitellun erikoistyökalun, oli hyvä, että esisäätötyökalun rakenteesta tuli yksinkertainen. Rakenteensa ansiosta työkalun valmistuskustannukset jäävät pieniksi, mikä helpottaa sen myymistä asiakkaille, jolloin mahdollisuudet siihen, että myös korjausohjetta noudatetaan kasvavat.

Työkalun käyttöä voisi parantaa suunnittelemalla työkalusta sellaisen, että sekä imu- että pakoventtiilit saataisiin säädettyä yhdellä työkalun asetuksella. Tämä kuitenkin monimutkaistaa rakennetta huomattavasti, jolloin valmistuskustannuksetkin kohoavat ja mahdollisesti myös käyttö hankaloituu.

## LÄHTEET

5. sukupolven AWF-moottorit. 2017. Korjaamokäsikirja. AGCO Power

AGCO:n henkilöstö intranet, "keitä me olemme". Luettu 18.5.2018 <https://insideagco.agcocorp.com/company/pages/fi/who-we-are.aspx>

AGCO Power, yritysesitysmateriaali. 2018. Luettu 18.5.2018 <https://www.agco-power.com/fi/>

Ahola, K., 2015. Dieselmoottorin venttiilikoneiston monikappalesimulointi, Diplomityö Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

Etra. Jatkomutterit. Tuotekuvasto. Luettu 8.7.2018 <http://tuotteet.etra.fi/fi/g20804490/jatkomutterit-din-6334-muut>

Juurikkala, J. 1981. Autotekniikan perusteet. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi

Pere, A., 1999. Koneenpiirustus 1. Espoo: Kirpe Oy

Service Bulletin. 2016. Valve mechanism with Hydraulic lash adjustment in 84 AWF engines. AGCO Power



## LIITTEET

Liite 1. Hydraulisesti säätyvien venttiilinnostimien esisäätöohje (AGCO Power 2017)

1(3)

3. Huolto



---

### 3.6.8 Hydraulisesti säätyvien venttiilinnostimien esisäätäminen

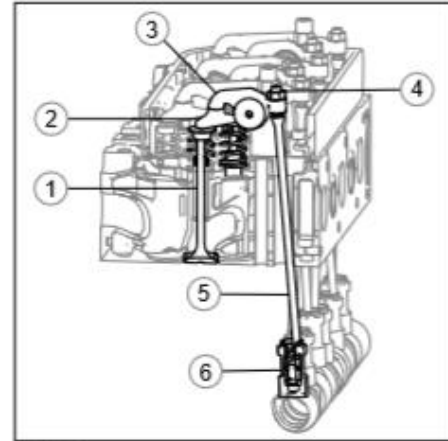
---

#### Toimenpide

1. Varmista, että öljy on puristettu ulos hydraulisesti säätyvistä venttiilinnostimista, jos ne ovat olleet käytössä käynnissä moottorissa.



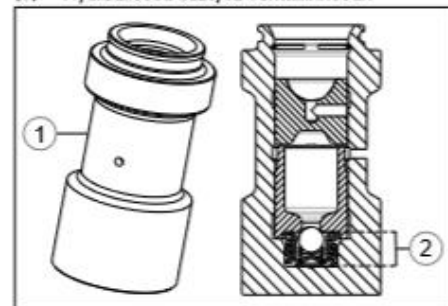
2. Varmista, että kaikki venttiilikoneiston osat on asennettu.
3. Kierrä kamplaksella pyörimissuuntaan, kunnes 6. sylinterin venttiilit vaihtavat (pako sulkeutuu, imu avautuu).
4. Kiristä ensimmäisen sylinterin säätöruuvia, kunnes työntötangolla ei ole pystysuuntaista välystä.  
Varmistaaksesi, milloin pystysuuntainen välyys on 0, voit kevyesti liikuttaa työntötankoa ylös ja alas.  
Hydraulisesti säätävän venttiilinnostimen pitää olla yläasennossa.  
Työntötangolla voi olla pieni vaakatasoinen välyys.
5. Varmista, että venttiilivivun ja yhdyskappaleen välissä ei ole välystä.



Kuva 53

- (1) Venttiili
- (2) Yhdyskappale
- (3) Venttiilivipu
- (4) Säätöruuvi
- (5) Työntötanko
- (6) Hydraulisesti säätävä venttiilinnostin

6. Kiristä säätöruuvia 3 1/4 kierrosta myötäpäivään.  
Hydraulisesti säätävän venttiilinnostimen elementti liikkuu 3,25 mm alaspäin.  
**HUOMAA:** Hydraulisesti säätävässä venttiilinnostimessa oleva öljymäärä vaikuttaa hydraulisesti säätävän venttiilinnostimen jäykkyyteen. Jotkin asentamattomista hydraulisesti säätävistä venttiilinnostimista voivat tuntua jäykemmiltä kuin toiset.
7. Kiristä säätöruuvin mutteri ja varmista, että 2-3 kierrosta säätöruuvin kierteestä on näkyvissä.
8. Toista kohdat 3-7 kaikille sylinterille ruiskutusjärjestyksen mukaisesti.



Kuva 54

- (1) Hydraulisesti säätävä venttiilinnostin
- (2) Hydraulisesti säätävän venttiilinnostimen elementti

84-moottorit	
Ruiskutusjärjestys	1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4
Venttiilit vaihtavat sylinterissä numero	6 - 2 - 4 - 1 - 5 - 3

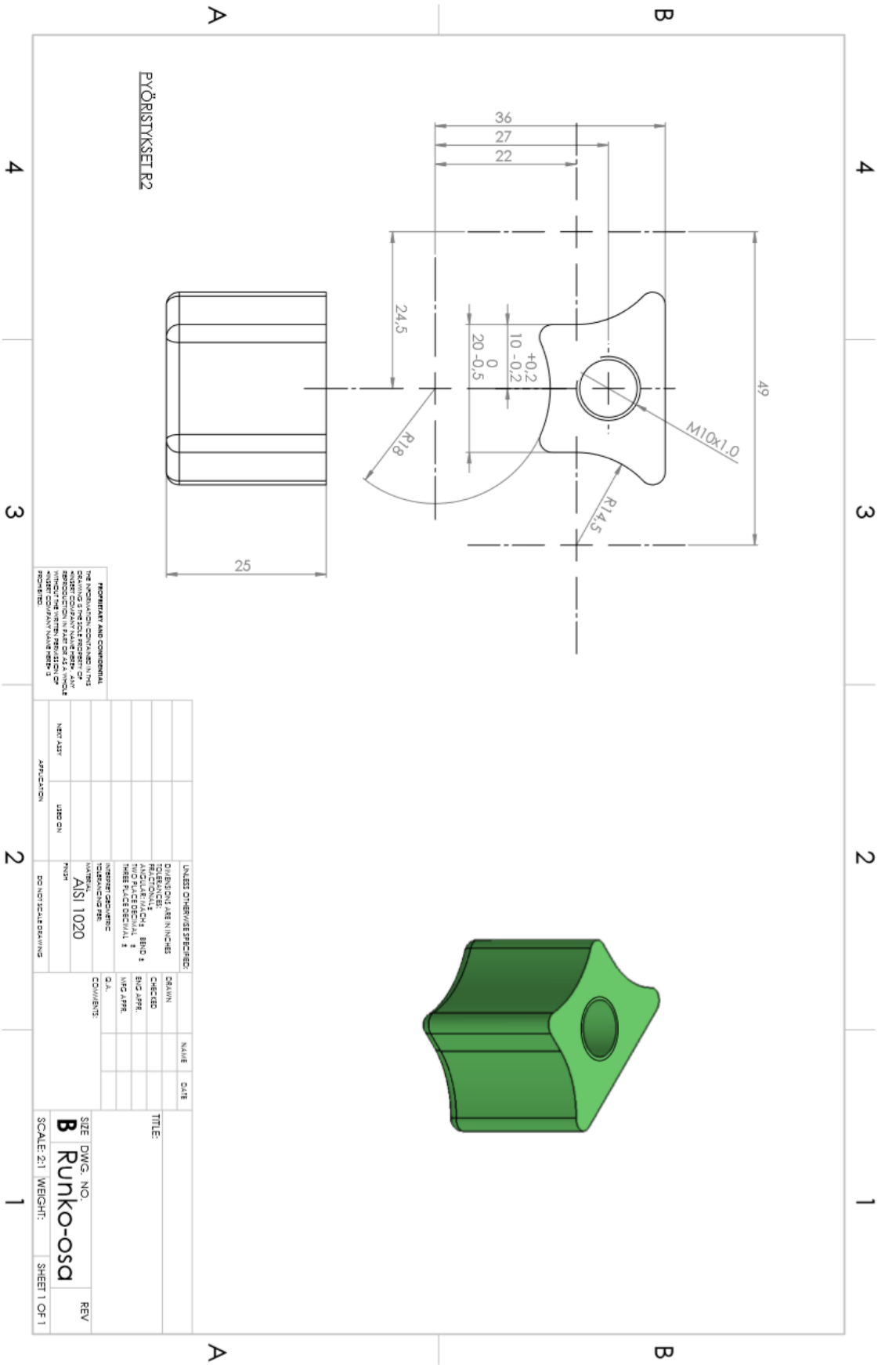
98-moottorit	
Ruiskutusjärjestys	1 - 2 - 4 - 6 - 7 - 5 - 3
Venttiilit vaihtavat sylinterissä numero	6 - 7 - 5 - 3 - 1 - 2 - 4

**Toimenpiteen jälkeen**

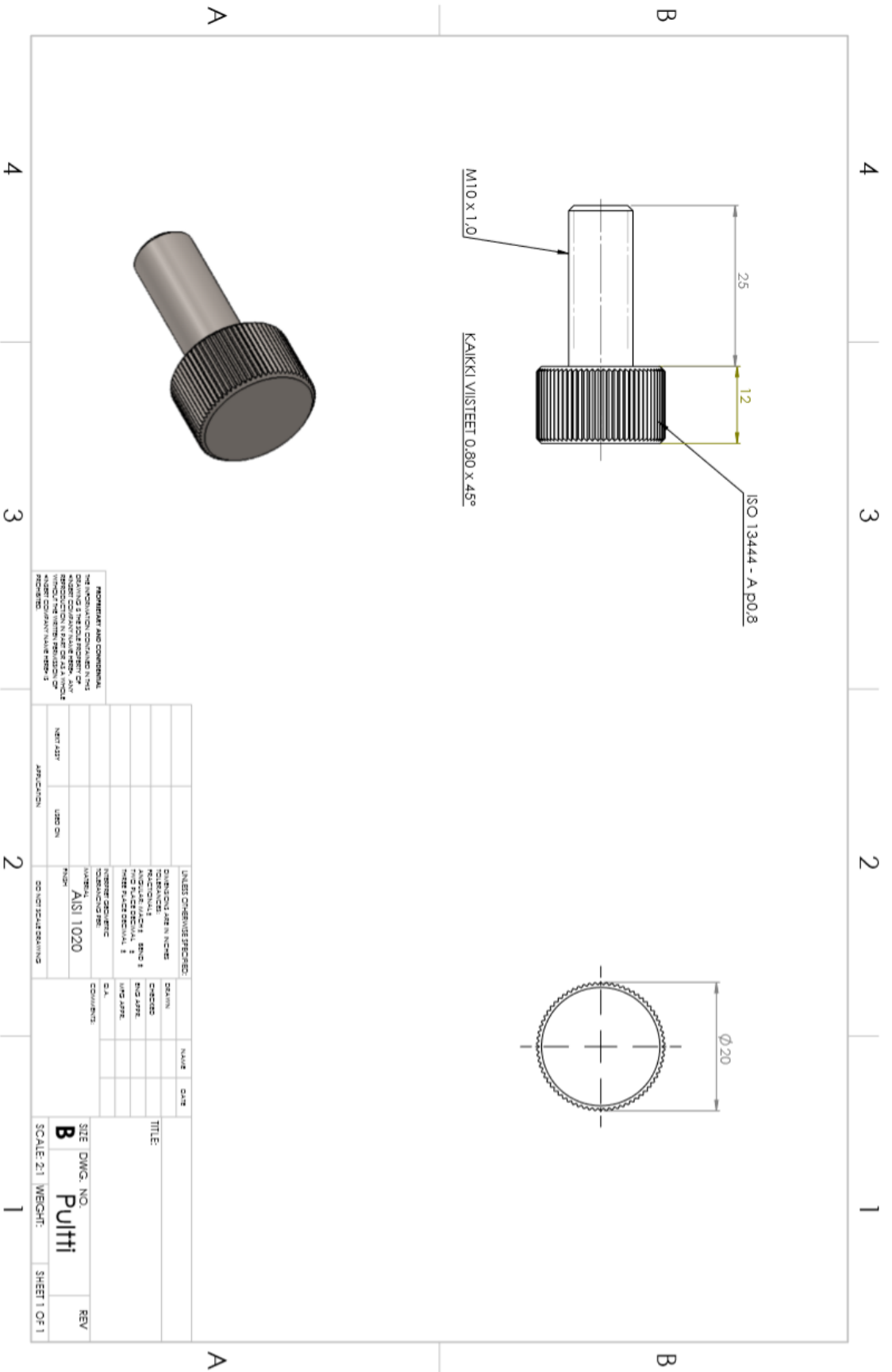
Moottoriöljy korvaa ilman hydraulisesti säätävissä venttiilinnostimissa noin 45 minuutin kuluessa venttiilikoneiston huoltotyön jälkeen. Ennen kuin öljy korvaa ilman, venttiilikoneistossa voi olla epätavallisia ääniä.

**TÄRKEÄÄ:** Moottorin kierrosnopeus pitää olla alhaisempi kuin 1500 rpm 45 minuutin ajan venttiilikoneiston huoltotyön jälkeen.

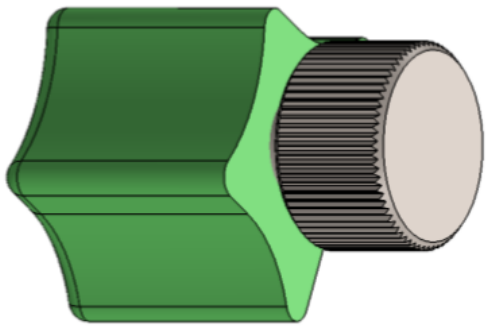
Liite 2. Työkalun runko-osa



# Liite 3. Työkalan säätöruuvi



Liite 4. Työkalu

	<p>2</p> <p>1</p>
A	B
<p>2</p>	
<p>1</p>	
A	B

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Proto runko 8		1
2	Proto pultti		1

<p><small>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:</small></p> <p>DIMENSIONS ARE IN INCHES</p> <p>TOLERANCES:</p> <p>FRACTIONAL: ±</p> <p>ANGULAR: MACH ± BEND ±</p> <p>TWO PLACE DECIMAL: ±</p> <p>THREE PLACE DECIMAL: ±</p> <p>INTERPRET GEOMETRIC TOLERANCING PER MATERIAL</p>	<p>FINISH</p> <p>DO NOT SCALE DRAWING</p>	<p>DRAWN</p> <p>CHECKED</p> <p>ENG APPR.</p> <p>MFG APPR.</p> <p>Q. A.</p> <p>COMMENTS:</p>	<p>NAME</p> <p>DATE</p> <p>TITLE:</p>
---	---	---	---------------------------------------

<p><small>PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL</small></p> <p><small>THE INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS THE SOLE PROPERTY OF THE DRAWING COMPANY. ANY REPRODUCTION IN PART OR AS A WHOLE WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE DRAWING COMPANY IS PROHIBITED.</small></p>	<p>SIZE DWG. NO. <b>A</b></p> <p>SCALE: 1:1 WEIGHT:</p> <p>SHEET 1 OF 1</p>
---	---

<p>NEST ASSY</p> <p>USED ON</p> <p>APPLICATION</p>	<p>REV</p>
--	------------