

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Ammatillinen opettajakorkeakoulu

Opettajankoulutuksen kehittämishanke

**Toimintakokonaisuus, Common Rail – yhteispaineruiskutus-  
järjestelmän opetuksen toteutus ammatillisessa oppilaitokses-  
sa**

Mäkitalo, Tapio  
Raittila, Harri  
Rajala, Ville

Työn ohjaaja Pekka Kalli  
Tampere 2010

MÄKITALO TAPIO, RAITTILA HARRI, RAJALA VILLE: Toimintakokonaisuus,  
Common Rail – yhteispaineruiskutusjärjestelmä  
Tampereen ammattikorkeakoulu  
Opettajankoulutuksen kehittämishanke 19 s. + 34 liitesivua  
Ryhmän opettaja Pekka Kalli  
Tammikuu 2010  
Asiasanat: Ammatillinen koulutus, autoala, dieselmoottorit, oppimateriaali

---

## **TIIVISTELMÄ**

Meidän työryhmämme kehittämishankkeen tavoitteena oli luoda uusi toimintakokonaisuus vastataksemme uusittuihin tutkinnon perusteisiin autoalan ammatillisessa peruskoulutuksessa. Kehittämishankkeen tarkoituksena oli vastata nykyaikaisen dieseltekniikan koulutusmateriaalin kehittämistarpeeseen.

Työn tarkoitus oli muokata toimintakokonaisuus, jossa opettaja käyttää opetuksessaan monipuolisia opetusmenetelmiä, joissa opiskelijan on mahdollisuus oppia käyttäen joko auditiivista, visuaalista tai kinesteettistä oppimistyyliä, mikä kullekin parhaiten soveltuu.

Kehittämishankkeen tarpeen huomasimme, kun mietimme miten oppilaitoksemme voisi opetuksessa vastata elinkeinoelämän tarpeisiin paremmin. Opettamalla kyseisen Common Rail-järjestelmän kehittämälläme toimintakokonaisuudella, saavutetaan tekniikan oppimisen lisäksi tapa oppia itseopiskelun, verkko-opintojen ja käytännönharjoitusten avulla. Autojen maahantuojien täydennyskoulutus on siirtynyt myös enenevässä määrin vastaavanlaiseen koulutustapaan.

Kehittämishankkeessa olemme soveltaneet pedagogisissa opinnoissamme oppimiamme tietoja ja taitoja sekä aiempaa vahvaa ammattitaitoa tekniikan alalta. Kehittämishankkeen tulos on valmis toimintakokonaisuus, joka vastaa hyvin uusien tutkinnonperusteiden vaatimuksiin. Varsinaisia oppimistuloksia ei vielä voida osoittaa sillä menetelmä otetaan käyttöön vuoden 2010 kevään aikana oppilaitoksessamme. Tarkoituksemme on hyödyntää kehittämäämme opetusmenetelmää tulevaisuudessa, myös muissa toimintakokonaisuuksissa, nopeasti kehittyvän autotekniikan opetuksessa.

## SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	4
2 TOIMINTAKOKONAISUUDEN TAVOITTEET .....	5
3 OPETUSOHJELMAN JA MATERIAALIEN KÄYTTÖ OPETUKSESSA .....	6
3.1 HMV – Systems, Common Rail – opetusohjelma .....	6
3.2 Toyota Yaris ja korjaamokäsikirja .....	8
3.3 Testauslaitteisto .....	9
4 OPINTOJEN TOTEUTUS JA OPETTAJAN ROOLI .....	11
4.1 Toimintakokonaisuuden suunnitteluprosessi .....	11
4.2 Toimintakokonaisuuden kuvaus ja – eteneminen .....	12
4.3 Opetusmenetelmät ja opettaja ohjaajana .....	13
5 KÄYTÄNNÖN HARJOITUKSET .....	16
5.1 Mittausharjoitukset ja mittauspöytäkirjat .....	16
6 OPPIMISEN VARMISTAMINEN JA PALAUTEKESKUSTELU .....	17
7 KEHITYSHANKKEEN ANALYSOINTI .....	18
LÄHTEET .....	19
LIITTEET .....	20

## 1 JOHDANTO

Liikkuvan kaluston tekninen kehitys on nopeaa ja uusia toimintajärjestelmiä otetaan jatkuvasti käyttöön ajoneuvoissa. Huoli ilmastonmuutoksesta ja puhtaan elinympäristön tavoitteet asettavat tiukat päästörajat uusille ajoneuvoille. Euroopassa ajoneuvojen päästöihin alettiin kiinnittää todella huomiota vasta 1990-luvulla, nykyisten päästörajojen ollessa huomattavasti alkuaikojen tiukempia. Suomessa on kiinnitetty tähän asiaan erityisen paljon huomiota ja täällä on otettu käyttöön henkilö- ja pakettiautojen päästöperusteinen autovero. Uudistus pyrkii ohjaamaan kuluttajia valitsemaan uusia ajoneuvoja, jotka kuluttavat entistä vähemmän polttoainetta ja tuottavat sitä kautta vähemmän hiilidioksidia. Maaliskuusta 2010 alkaen vuosittainen ajoneuvovero siirtyy myös ympäristöperusteiseksi, hiilidioksidipohjaiseksi maksuksi, joka koskettaa kaikkia autonomistajia. Vaatimukset ovat pakottaneet autonvalmistajat kehittämään entistä vähemmän kuluttavia ajoneuvoja.

Tämä jatkuva muutostila tuo mukanaan valtavia haasteita opetukseen, tulevaisuuden osaajien ammatilliseen koulutukseen. Tällä hetkellä työskentelemme haastavissa olosuhteissa, monien erilaisten järjestelmien ollessa yleisesti käytössä. Mekaanisesti toimivat laitteet ovat jo jääneet tuotannosta pois, elektronisten laitteiden korvattessa ne. Huollon ja korjauksen osalta molempien järjestelmien kanssa työskennellään vielä pitkään rinnakkain.

Tämä kehityshanke vastaa niihin haasteisiin, joita ajoneuvojen tekninen kehittyminen tuo ajoneuvojen polttoaineruiskutuslaitteiden opiskeluun, järjestelmän perustuntemuksen ja testaamisen osalta.

## 2 TOIMINTAKOKONAISUUDEN TAVOITTEET

Tämä kehittämishanke on osa dieseltekniikan opintoja autoalalla, ja vastaa ammatillista perustutkintoa opiskelevien opiskelijoiden tarpeisiin. Uudet tutkinnon perusteet otettiin käyttöön 1.8.2009 jälkeen alkavissa koulutuksissa, jonka myötä totesimme ajankohtaiseksi kehittää uuden toimintakokonaisuuden. Nykyinen dieseltekniikan opetus on jäänyt lähinnä teoriaopetuksen varaan, joka on täydentynyt harjoitustöiden osalta lähinnä huoltotoimenpiteillä. Korjaamoilta saamiemme palautteiden perusteella vastaamme kehityshankkeella myös työelämän tarpeisiin.

Projektin alkuvaiheessa oppilaitoksemme mahdollisuudet nykyaikaisen diesel-tekniikan koulutukseen olivat hyvin rajalliset, joka edellytti melko mittavia opetusvälinehankintoja. Opetuksen havainnollistamisen ja varsinaisen harjoitustyön tekemiseen vaadittavia laitteita saimme hankittua kevään- ja alkusyksyn 2009 aikana.

Kehityshankkeen pedagogisiin tavoitteisiin vastaamme moninaisella materiaalilla, joka tukee hyvin erilaisia oppimismenetelmiä. Tutkivaan oppimiseen ja eri aistikanavien käyttöön kiinnitettiin erityistä huomiota, saamiemme hyvien opettajakoulukokemuksemme kautta. Opintojakson suorittanut opiskelija omaa valmiuksia, joita työyhteisöiden koulutusjärjestelmät pitävät sisällään.

Materiaali on tarkoitettu lähinnä kolmannen vuosiluokan opetukseen, mutta tiiviin kokonaisuutensa ansiosta sitä voidaan opiskella jo aikaisemminkin tai käyttää osana aikuiskoulutusta, ammatti- ja erikoisammattitutkintojenkin yhteydessä.

### 3 OPETUSOHJELMAN JA MATERIAALIEN KÄYTTÖ OPETUKSESSA

#### 3.1 HMV – Systems, Common Rail - opetusohjelma

Valitsimme opetusohjelmamme teoreettisen osuuden perusopiskelumateriaaliksi kotimaisen HVM-Systems Oy:n kehittämän tietokonepohjaisen Common Rail diesel-elektroniikka ohjelmiston ja itseopiskelumateriaalin (LIITE 1). Opetus ohjelmisto on varsin sopiva materiaalipaketti itseopiskelumateriaaliksi, koska se soveltuu hyvin ajoneuvoasentajan ammatillisessa peruskoulutuksessa opiskelevan oppilaan osaamiselle, tarkemmin opintojen puolen välin eli toisen luokan lopulla tai kolmantena opiskeluvuotena. Meillä toteutettavissa opinnoissa tämä tutkinnon osa on suunniteltu toteutettavan kolmannella luokalla.

Oppimateriaalin toteutus noudattelee kyseisen valmistajan muita sähköisiä oppimateriaaleja (kuviot 1), oppilaat ovat opiskelleet samankaltaisia ohjelmistoja aikaisemmissa opinnoissaan, joko yksin tai opettajan avustuksella. Tässä kyseisessä opetusohjelmistossa edetään luontevasti perusteista vianhakuun asti. Oppimateriaali on helppokäyttöistä ja sisältää reilusti kuvia, animaatioita, teoretietoja sekä mittausharjoitus demonstraatioita kytkentäkaavioesimerkkeineen.

Opetusohjelma sisältää seuraavat osa-alueet:

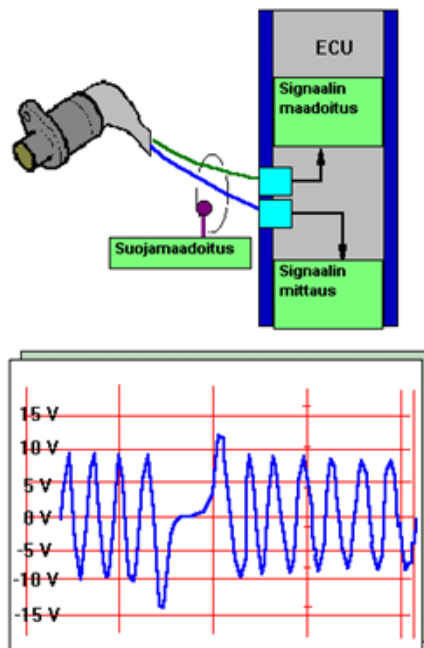
- Mikä on Common Rail?
- Toimintakaavio
- Suihkutusstrategia
- Tunnistimet ja toimilaitteet
- Hakemisto/Luettelo
- Esimerkkikaavio
- Testi

Opetus etenee ohjelmassa interaktiivisesti eli esimerkiksi kohdassa tunnistimet, voi lukea kertaavan ja täydentävän teoriapaketin, ennen kuin siirtyy varsinaiseen tekniseen toimintaselostukseen ja ns. tarkempiin teknisiin tietoihin. Jos oppilaan tiedot ovat tässä vaiheessa kyseisestä komponentista hyvät, hän voi siirtyä tutkimaan miten se on kytketty ja toteutettu juuri kyseisessä järjestelmässä. Tämän jälkeen hän voi tehdä ”harjoitusmittauksen” kyseisestä komponentista ja kirjata ne sähköiseen muistioonsa, jota hänen

on pitkin opiskeluaan täydennettävä. Opiskelun tueksi oppilas tulostaa kyseisestä ohjelmistostaan kirjallisen opiskelumateriaalipaketin, mihin hän täydentää tärkeitä muistiinpanojaan ja täyttää samalla materiaalissa olevia kertaustehtäviä.

Ohjelmisto sisältää testin, jota hyödynnämme omassa osuudessamme. Tällä varmistamme opiskelijan Common Rail yhteispaineruiskutusjärjestelmän perusteiden osaamisen. Testi tulee suorittaa hyväksytysti, voidakseen edetä seuraavaan vaiheeseen.

Hankimme opetusohjelmiston oppilaitokseemme cd-versiona jonka asennutimme oman ATK-luokkamme tietokoneisiin joten ne ovat oppilailla melko helposti käytettävissä aina kun opiskelevat kyseisessä tilassa. Ohjelmisto on saatavilla myös ns. palvelinversiona, mutta katsoimme lähiopetuksessa konekohtaisen asennustavan meille soveltuvammaksi vaihtoehdoksi.



Pyörimisnopeustunnistin voi olla induktiivinen, HALL-tyyppinen tai optinen. Yleisin on induktiivinen, siis siinä on käämiä ja kestopagneetti. Kuvassa on induktiivisen tunnistimen antama kuvaaja.

Koska hammaskehällä on 60 - 2 hammasa, signaali näyttää kuvan mukaiselta. ECU:n ohjelma lukee signaalit ja määrittelee niiden perusteella moottorin käyntinopeuden sekä kampiakselin asennon.

Kuvio 1: HMV sähköinen oppimateriaali

### 3.2 Toyota Yaris ja korjaamokäsikirja

Opetuksen käytännön harjoituksia varten hankimme oppilaitokseemme harjoitusautoksi Toyota Yaris Verson joka on varustettu 1ND-TV diesel-moottorilla. Kyseisessä moottorissa on Boschin kehittämä Common Rail yhteispaineruiskutus-polttoainejärjestelmä.

Erittäin tärkeä lisä, jotta kyseistä autoa voitaisiin käyttää opetuksessa harjoitusautona, oli hankkia kyseiseen autoon myös valmistajan korjaamokäsikirja ohjelmisto. Toyotalla se toimitetaan auton malliversioittain cd-muotoisena Toyota TechDoc-ohjelmistona. Ohjelma on englanninkielinen (kuvio 2), koska suomen pienille markkinoille ei niitä enää käännetä meidän äidinkielellemme. Opetukseen tämä materiaali tuo tietenkin pienen haasteen vieraskielisyydellään, mutta se on myös samalla tärkeä opetuksen tavoite oppia ymmärtämään vieraskielistä materiaalia. Autoalallahan se on ollut merkkiorganisaatioissa jo muutamia vuosia yleinen käytännön osaamisvaatimus. Vieraskielisestä materiaalista selvitäkseen on opetuksessamme käytössä normaalin sanakirjan lisäksi ammattitaitoa täydentävä sähköinen sanakirja, sekä painotuotteena saatava autoteknillinen sanakirja.

TechDoc-korjaamokäsikirja sisältää kaiken korjaamohenkilökunnan tarvitseman teknisen tiedon kyseisestä automallista korjaus- ja vianhakuohjeineen, sekä niin tuiki tärkeät kytkentäkaaviot sähköisistä järjestelmistä. Opetuksellisesti oppilaan on ensin opeteltava käyttämään opettajan ja korjaamokäsikirjan avustuksella kyseistä materiaalia ja tämän avulla tutkittava sovellettava perustietonsa Common Rail-järjestelmästä tähän Toyota-sovellukseen. Tärkeitä opeteltavia asioita ovat komponentit sijainteineen, ohjearvotiedot ja kytkentäkaaviot jotta voi tehdä oikeat harjoitusmittaukset oikeista kohteista.



## CRANKSHAFT POSITION SENSOR INSPECTION

### NOTICE:

"Cold" and "Hot" in the following sentences express the temperature of the sensor itself. "Cold" is from  $-10^{\circ}\text{C}$  ( $14^{\circ}\text{F}$ ) to  $50^{\circ}\text{C}$  ( $122^{\circ}\text{F}$ ) and "Hot" is from  $50^{\circ}\text{C}$  ( $122^{\circ}\text{F}$ ) to  $100^{\circ}\text{C}$  ( $212^{\circ}\text{F}$ ).

### 1. DISCONNECT CRANKSHAFT POSITION SENSOR CONNECTOR

### 2. INSPECT CRANKSHAFT POSITION SENSOR

Using an ohmmeter, measure the resistance between terminals.

#### Resistance:

Cold	1,630 - 2,740 $\Omega$
Hot	2,065 - 3,225 $\Omega$

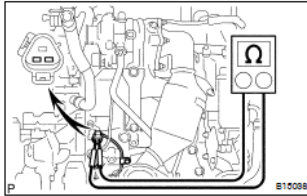
If the resistance is not as specified, replace the crankshaft position sensor.

**Torque: 8 N·m (82 kgf·cm, 71 in.·lbf)**

### NOTICE:

Be careful not to drop and shock the sensor.

### 3. RECONNECT CRANKSHAFT POSITION SENSOR CONNECTOR



Kuvio 2: Toyota TechDoc-ohjelmisto

Toyota Yaris Verso korjaamokäsikirja sisältää seuraavat pääosa-alueet:

- Auton uudet ominaisuudet
- Korjaus ohjeet
- Sähköjärjestelmien kytkentäkaaviot
- Korin korjausohjeet
- Huolto-ohje kuvat
- Tietoja kyseisten ohjeiden sijoittumisesta Toyota-kirjastoon

### 3.3 Testauslaitteisto Bosch FSA 740

Testauslaitteistoksi valitsimme hyvin merkittävän ajoneuvotekniikan kehittäjän Bosch:n valmistaman ajoneuvojärjestelmäanalyysilaitteiston FSA 740 (kuva 1). Kyseinen laitteisto on kokonaisuus, jota tämä valmistaja tekee merkistä riippumattomien diagnoositestauslaitteistojen saralla. Laitteisto sisältää seuraavat osa-alueet:

- Järjestelmädiagnoosi, vianetsintäohjeet ESI[tronic]-ohjelmistolla
- SystemSoft[plus]-perusohjelmiston yleisine testaus- ja liitäntäohjeet, testivaiheet sekä signaaligeneraattorin, yleismittarin ja oskilloskoopin
- Komponenttitestauksen ajoneuvokohtaisilla liitäntä- ja testausohjeilla ohjearvoineen CompactSoft[plus]-ohjelmistolla
- Moottoritestin, kattavalla FSA-mittamoduulilla klassiseen moottoritesteritestaukseen (mm. sytytys-, lataus- ja käynnistysjärjestelmät)
- Modulaarisen rakenteen ansiosta laitteistomme sisältää myös ottomoottorin pakokaasumittauslaitteiston

- OBD-testausprotokollalla varustetun mittaus ohjelmiston
- Bluetooth-langattoman tiedonsiirron autosta testauslaitteistoon järjestelmätestauksen osalta

Opetukseen tämä testauslaitteisto soveltuu mainiosti ollessaan yleisin järjestelmä moinimerkkikorjaamoissa ja myös merkkiorganisaatioissa merkkikohtaisten testauslaitteistojen tukena. Tietenkin kyseisen testausjärjestelmän käyttöä on jo harjoiteltu aikaisemmissa opinnoissa, mutta Common Rail-järjestelmän mittaaminen tällä laitteistolla on uusi ja tärkeä osa-alue tässä jaksossa.



Kuva 1: Bosch FSA740 diagnoositestauslaite

Lisävarustuksena ja testausvälineistön käytön mahdollistamiseksi toistuvissa mittauksissa hankimme myös kyseiseen Toyota 1ND-TV moottorin ohjausyksikön ja moottorin välisen tiedonsiirron tulkitsemiseen Break-Out Boxin (kuva 2), josta voimme turvallisesti mitata tarvittavia signaaleja.



Kuva 2: Break-Out Boxin

BOB-latteisto sijoittuu mittauksissa moottorin johtosarjan ja moottoriohjausyksikön väliin rikkomatta johtosarjaa mahdollistaen kuitenkin kaikki normaalit toiminnot ja niiden mittauksen samanaikaisesti.

## 4 OPINTOJEN TOTEUTUS JA OPETTAJAN ROOLI

### 4.1 Toimintakokonaisuuden suunnitteluprosessi

Meillä kehityshankkeen tekijöillä on paljon kokemusta autoalan eri järjestelmien koulutuksista ja koulutuksien toteuttamisista. Vahva substanssiosaaminen alalta vaikutti ja helpotti kehittämishankkeen tekemistä.

Voimakkaasti kehittyvä tekniikka ajoneuvoissa edellyttää opetettavien sisältöjen jatkuvaa päivittämistä ja toisaalta uusia laiteinvestointeja. Uuden toimintakokonaisuuden suunnittelussa halusimme painottaa pedagogisissa opinnoissamme läpikäymiämme keskeisiä teemoja, sekä työelämän toiveita koulutuksen uudistamiseksi. Halusimme rakentaa toimintakokonaisuuden, jonka opiskelu onnistuu opiskelijoilta melko itsenäisesti ja taas toisaalta, tukea tarvitseville opiskelijoille opettajan olisi mahdollista antaa yksilöllistä ohjausta opintojen kuluessa.

Aihesisältö ei mahdollista mittausten osalta koko ryhmän yhtäaikaista työskentelyä, joten tämä osa suoritetaan hyvin joustavasti muiden toimintakokonaisuuksien aikana.

Autotekniikan koulutus suomessa on muokkautunut sellaiseksi, että osa opinnoista suoritetaan yleensä itsenäisesti, verkko-opintoina. Halusimme ottaa myös tämän huomioon kehityshanketta suunnitellessamme. Valitsimme itseopiskelumateriaaliksi ATK-pohjaisen ohjelman, jonka uskomme kiinnostavan varsinkin nuorisopuolen opiskelijoita perinteistä oppikirjaa enemmän.

#### 4.2 Toimintakokonaisuuden kuvaus ja - eteneminen

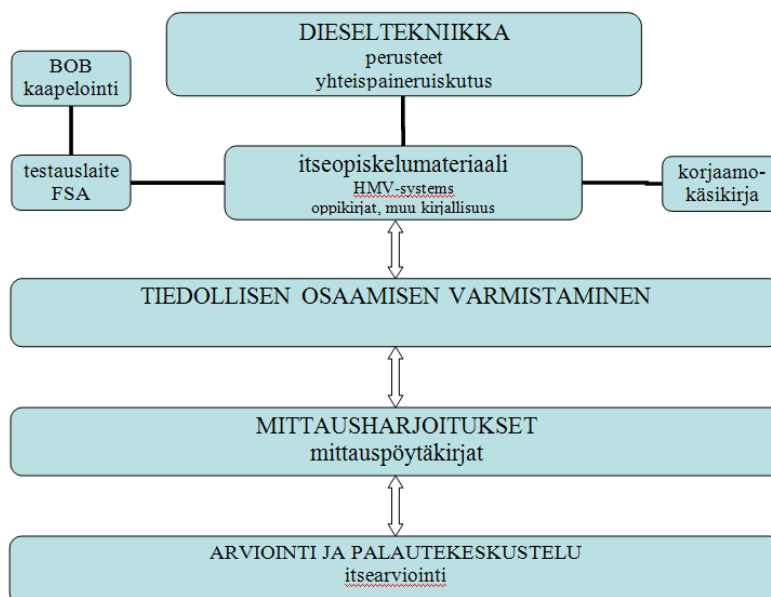
Korjaustekniikka, 30 opintoviikkoa

Toimintakokonaisuus: Dieseltekniikka, 2 opintoviikkoa

Common Rail – yhteispaineruiskutus, 1 opintoviikko

Opiskelija tai tutkinnon suorittaja tuntee yhteispaineruiskutusjärjestelmän rakenteen, järjestelmän ja niiden komponenttien toiminnan. Hän pystyy lähdetietoja apuna käyttäen nimeämään ajoneuvossa esiintyvät komponentit ja pystyy suorittamaan ajoneuvon järjestelmädiagnosointia. Käyttää keskeisiä koneita ja laitteita, noudattaa ajoneuvon valmistajan ohjeita ja työturvallisuusohjeita.

Toimintakokonaisuuden aikana poissaoloja ei sallita (lähiopetusta 30 tuntia). Opiskelu sisältää ryhmäopetusta, itseopiskelua, parityöskentelyä ja harjoitustöitä. Lähiopetusjakson lopussa käydään arviointikeskustelu opiskelijan kanssa, ennen toimintakokonaisuuden arviointia.



Kuvio 3: Toimintakokonaisuuden eteneminen

### 4.3 Opetusmenetelmät ja opettaja ohjaajana

Tutkivan oppimisen keskeinen ajatus on synnyttää, kehittää ja vaalia oppilaiden kekseliäisyyttä, aitoa kiinnostumista, luovuutta ja ongelmaratkaisu kykyä. Johtoajatuksena on ohjata opiskelijat joko yksin tai ryhmänä ottamaan ratkaistavaksi monitasoisia ja riittävän haastavia ongelmia opiskelussa joihin törmääminen on jo arkipäivää ajoneuvoasentajien työssä. Omien tietojen ja taitojen aito kehittäminen on välttämätöntä opiskelussa pystyäkseen suoriutumaan ja sitoutumaan vaativiin työsuorituksiin, joita voimakkaasti kehittyvä autoala tarjoaa. Kehityshankkeemme osaltaan tarjoaa mahdollisuuden vastata näihin tarpeisiin.

Tutkivan oppimisen kaikissa vaiheissa tehdään jatkuvaa arviointia. Riittävän monipuolinen ja usein toistuva arviointi luo mahdollisuuden tasokkaaseen oppimiseen. Oppilaan aito tukeminen ja ohjaaminen ovat avainasemassa päästäksemme kohti asetettuja päämääriä. Jatkuva arviointi edistää oppijaa ja luo uutta motivaatiota ja kiinnostumista, kunhan arvioijat tiedostavat, mitä arvioinnilla tarkoitetaan. Arviointi ei saa olla arvostelevaa eikä kohdentua toisarvoisiin seikkoihin.

Tutkiva oppiminen pitää sisällään yksilöllistä sekä yhteisöllistä toimintaa. Työskentelytavat parantavat opiskelijoiden valmiuksia toimia tiimin jäsenenä, koska osa palautteista ja arvioinneista kohdistuu myös ryhmätyöskentelytaitojen kehittämiseen. Opiskelijan vastuu korostuu ja kehittyy ja näin ollen yhteisöllisyyden vuorovaikutustaidot paranevat sekä antavat uusia eväitä päämäärähakuisessa suorittamisessa. Yhdessä pohtimisen taito tiimityöskentelyssä avartaa yksilöitä jakamaan tietoja sekä taitoja ja näin ollen avartaa ammattitaitoa ja maailmankatsomusta eri työorganisaatioita silmälläpitäen.

Tiedon valtatiellä kulkiessaan tutkivan oppimisen idea synnyttää ja lisää valmiuksia toimia asiantuntijan tavoin, joka on määrätietoisien oppijan johtoajatuksia, tämä vaatimus tulee eteen kaikilla työelämän aloilla. Oikeiden ja vaativien kysymysten asettelu kehittyvässä yhteiskunnassa on sinällään tärkeä taito. Kyky moni luotaavaan ja toisiinsa haastavaan järkipäisen kritiikin esittämiseen luodaan jatkuvan itsensä kehittämisen kautta. Meidän jokaisen on maksettava ”tunnehinta”, kun kohtaamme oman haavoittuvuutemme. Tällä tavoin ammattitaito ja kyky toimia yhteisön arvostamana jäsenenä kypsyvät ja saavutamme yhteisön hyväksynnän ammattilaisena ja asiantuntijana.

Tutkivan oppimisen tiellä arvioita antaaksemme erilaisten kokeiden merkityksellä on valtava vaikutus. Testien monipuolisuutta on jatkuvasti päivitettävä tehtävien kehittyessä ja työsuorituksien vaikeutuessa. Kokeiden laadinnassa on johtoajatukseen oltava oppilaan ongelmaratkaisutaitojen kehittäminen ja ymmärryksen lisääminen. Motivaation ylläpito ja ratkaisuiden löytäminen ovat avainsanoja, kun luomme opiskelijoille materiaalia tiedon valtatielle. Tulevaan näkeminen on mahdotonta, mutta tiettyjä ennusteita voidaan luoda historiaa ja nykypäivää luotaamalla. Erilaisten tietokoneavusteisten opiskelumateriaalien käyttö on jo arkipäivää, joten niiden valtaisa kehittyminen jatkunee. Jo käytössä olevien rinnalle syntyy vielä paljon uusia väyliä oppimiseen, joita emme vielä tiedä olevan olemassakaan. Tunnemaailman hyödyntäminen on lapsenkengissä, vaikka aihetta tutkivan oppimisen saralla jo osaltaan hyödyntääkin. Monipuoliset ”vertaistyöskentely” tavat ovat vasta tulollaan, joskin eri aloilla on suuret eroavaisuudet. Tiimityöskentely on saavuttanut sille asetetut tavoitteet ja sen kehittäminen on jäänyt vajavaiseksi - puuttuuko tältä saralta tietoa taitoa jalostaaksemme ”vertaistyötä” eteenpäin. Kriittinen palaute mielletään liian usein arvostelevaksi, vaikka sen tarkoituksena olisi opastaa, kannustaa ja ohjata yksilöitä vuorovaikutteisempaan toimintaan.

Toimintakokonaisuus ottaa myös huomioon erilaiset oppimistyyliä. Aluksi opetus etenee opettajan alustuksella, jossa läpikäydään ohjelmien ja laitteiden toiminnot. Auditiiivisesti suuntautuneella oppijalla on mahdollisuus jatkuvaan dialogiin, koska emme toteuta opetusta luentotyyppisesti.

Visuaalinen oppija kykenee havainnoimaan teknisestä materiaalista selostuksen lisäksi erilaisia kuvia ja kaavioita. Tämän lisäksi oppilas etsii ja löytää komponentit harjoitusajoneuvosta. Graafiset esitykset, mittauskäyrät jne. tukevat teoreettista opetusta ja tekstiä, joka edelleen parantaa oppijan kykyä sisäistää opetusta ja ilmiöitä.

Kinesteettinen oppija etenee tekemällä ja kokeilemalla, jolloin hänelle mahdollistetaan oppimistuloksien saavuttaminen. Kinesteettinen oppija hyötyy siitä, että teoria ja käytäntö ovat toisiaan lähellä.

Itseopiskelun mahdollisuus toteutuu opiskelijalle jaettavalla kirjallisella materiaalilla, jonka lisäksi hänellä on mahdollisuus käyttää ATK-luokassa olevaa opetusohjelmaa esimerkiksi mahdollisten hyppytuntien aikana.

Opettajan rooli ei ole pelkästään arvioida tuloksia, vaan hän toimii aktiivisena ohjaajana huomioiden erilaiset oppimistyyli. Toimintakokonaisuuden erilaiset opetus- ja arviointimenetelmät mahdollistavat opettajan ottaa käyttöön uusia menetelmiä perinteisen opetustyyliä rinnalle. Palautekeskustelun ja itsearvioinnin merkitystä halutaan korostaa, lisätäksemme opettajan ja oppilaan vuorovaikutustaitoja, sekä toteuttaa nykyisten tutkintojen perusteiden mukaista linjaa.

Elinikäisen oppimisen avaintaidot (ammattillisen perustutkinnon perusteet) otetaan huomioon koko toimintaprosessin aikana:

- oppiminen ja ongelmanratkaisu
- vuorovaikutus ja yhteistyö
- ammattietiikka
- terveys, turvallisuus ja toimintakyky
- aloitekyky ja yrittäjäyys
- kestävä kehitys
- estetiikka
- viestintä ja mediaosaaminen
- matematiikka ja luonnontieteet
- teknologia ja tietotekniikka
- aktiivinen kansalaisuus ja eri kulttuurit

## 5 KÄYTÄNNÖN HARJOITUKSET

### 5.1 Mittausharjoitukset ja mittauspöytäkirjat

Mittausharjoitusten tarkoituksena on teoriassa opittujen asioiden ja ilmiöiden havainnointi konkreettisesti toimivasta ajoneuvosta. Mittauskohteeksi on valittu komponentteja ja signaaleja, joita esiintyy sekä Toyotan, että muidenkin valmistajien ajoneuvoissa. Nämä valitut mittausharjoitukset laajentavat oppijan kykyä suoriutua moninaisista ajoneuvon elektronisten järjestelmien mittauksista ja diagnosoinnin perusteista. Harjoituksen keskeisiä tavoitteita on opettaa käyttämään testauslaitteita ja tekemään oikeaoppisia mittauskytkentöjä ajoneuvoissa.

#### Mittausharjoitukset:

- tunnistinsignaalit, mittaus oskilloskoopilla ja vastusmittauksella (katso H MV)
  - kampiakselin pyörintänopeus- ja asentotunnistin
  - nokka-akselin asentotunnistin
  - imetty ilmamassa- ja ilman lämpötilatunnistin
  - ruiskutussuuttimen ohjaussignaali
- vikakoodien luku, itsediagnoosijärjestelmän testaus (Bosch ESI[tronic])
- komponenttitestit (Bosch FSA740)

#### Mittauspöytäkirjat ja tulosteet

- valmis pohja(tehtävänippu) täydennettäväksi (LIITE 2)
- tulosteet TechDoc:sta ja FSA:sta
- H MV-Systems Common Rail harjoitusmonistenippu
- Vastaukset kirjallisella materiaalilla (mitta-arvoja, signaalikuvia piirrettyinä ja järjestelmädignoositestaustuloste)



## 6 OPPIMISEN VARMISTAMINEN JA PALAUTEKESKUSTELU

*”Sen lisäksi, mitä laissa ammatillisesta koulutuksesta annetun lain muuttamisesta (L 601/2005, 25 §) on säädetty, arvioinnilla ohjataan, motivoidaan ja kannustetaan opiskelijaa tavoitteiden saavuttamiseen ja tuetaan opiskelijan myönteisen minäkuvan kehittymistä sekä kasvua ammatti-ihmisenä. Opiskelijan ohjauksen ja kannustuksen lisäksi arvioinnin tulee tuottaa tietoa opiskelijoiden osaamisesta opiskelijalle itselleen, opettajille ja työnantajille sekä jatko-opintoihin pyrkimistä varten.*

*Oppimisen arvioinnin tavoite on, että opiskelija tietää, mitä hän osaa ja mitä hänen on vielä opittava. Oppimisen arvioinnissa opettajan tai työpaikkaohjaajan tulee käyttää opiskelijaa motivoivia ja aktivoivia menetelmiä. Niiden avulla tuetaan ja motivoidaan opiskelijaa ammattitaitovaatimusten tai tavoitteiden saavuttamisessa sekä kehitetään opiskelijan itsearviointitaitoa. Opiskelija arvioi oppimistaan tutkinnon osien ammattitaitovaatimusten, tavoitteiden ja arviointikriteereiden perusteella. Oppimista arvioidaan koko koulutuksen ja opiskelun ajan antamalla opiskelijalle suullista tai kirjallista palautetta oppimisen etenemisestä. Numeerista arviointia ei oppimisen arvioinnissa tarvita. Palautteella tuetaan ja ohjataan opiskelijaa mahdollisimman hyvin suorituksiin tuomalla esille opiskelijan vahvuudet. Oppimisen arvioinnin perusteella tehdään tarvittavat muutokset opiskelijan opetukseen ja oppimisen tukemiseen. Muutokset kirjataan henkilökohtaiseen opiskelusuunnitelmaan”.*

Ammatillisen perustutkintojen tutkinnon perusteet, autoala [viitattu 8.1.2010]

[http://www.oph.fi/download/110502\\_Autoalan\\_perustutkinto\\_2009.pdf](http://www.oph.fi/download/110502_Autoalan_perustutkinto_2009.pdf)

Arviointi toteutetaan ammatillisen koulutuksen arvioinnin ohjeen mukaisesti, jonka lisäksi käydään opiskelijakohtaisesti läpi tuotokset ja toimintakokonaisuuden tavoitteiden toteutuminen. Opiskelijan itsearviointi ja palautekeskustelu ohjaa opiskelijaa omissa opinnoissaan, sekä opettajaa opetusmenetelmän kehitystyössä. Toimintakokonaisuuden lopussa pidettävä palautekeskustelu antaa myös mahdollisuuden opetuksen henkilökohtaistamisen lisätarpeisiin, mikäli sellaista ilmenee.

## 7. KEHITYSHANKKEEN ANALYSOINTI

Ajatus kehityshankkeen sisällöstä muotoutui todellisen tarpeen sanelemana. Halu kokeilla erilaisia opetusmenetelmiä ja omat pedagogiset opintomme liitettynä ammatilliseen kehittymiseen olivat hyvä alkusysäys hankkeelle. Saamamme kannustava palaute kollegoilta ja yhteistyökumppaneilta olivat merkittäviä tekijöitä hankkeen toteutuksessa. Taloudelliset resurssit aiheuttivat myös oman haasteensa hankkeen toteuttamiselle.

Oman vahvan ammatillisen osaamisen kautta kehityshankkeen tekninen toteuttaminen tuntui alusta asti selkeältä ja johdonmukaiselta. Työn edetessä pedagogiset menetelmät alkoivat ohjata hanketta koko ajan enemmän. Huomasimme hakevamme opetus ja oppimismenetelmiin ratkaisuja, jotka tukevat omaa käsitystämme siitä, miten kyseistä asiaa voidaan opettaa ja oppia tukien yksilöiden erilaisuutta. Toimintakokonaisuutta ei kehityshankkeemme menetelmällä ollut vielä toteutettu työn valmistuttua, joten oppimistulokset ja opiskelijoiden palautteet jäivät puuttumaan.

Kehityshankkeemme kasvatti meitä opettajina ja auttoi teknisen suorituksen lisäksi syvällisesti pohtimaan pedagogisia näkökulmia opetuksessamme.

## LÄHTEET

Ammatillisen perustutkintojen tutkinnon perusteet, autoala [viitattu 8.1.2010]  
[http://www.oph.fi/download/110502\\_Autoalan\\_perustutkinto\\_2009.pdf](http://www.oph.fi/download/110502_Autoalan_perustutkinto_2009.pdf)

HMV-systems CD-ROM, opetusmateriaali Common Rail diesel elektroniikka

Robert Bosch GmbH, 1998 teknistä tietoa, Yhteispaineruiskutusjärjestelmä, Autoalan koulutuskeskus Oy, 1999, Helsinki

Robert Bosch GmbH, 2005, Autotekniikan ammattisanasto, Autoalan koulutuskeskus Oy, 2006, Helsinki

Toyota Yaris Verso CD-ROM, Service Information Library, Toyota quality service, January, 2006

Tutkiva oppiminen, Hakkarainen K., Lonka K., Lipponen L., WSOY, 2004, Helsinki

# Yhteispaineruiskutus

## LIITE 1

### 1. Yleistä

Historiaa: Fiat kehitti ensimmäisenä henkilöautokäyttöön suoraruiskutusmoottorin, joka oli Fiat Cromassa 1987.

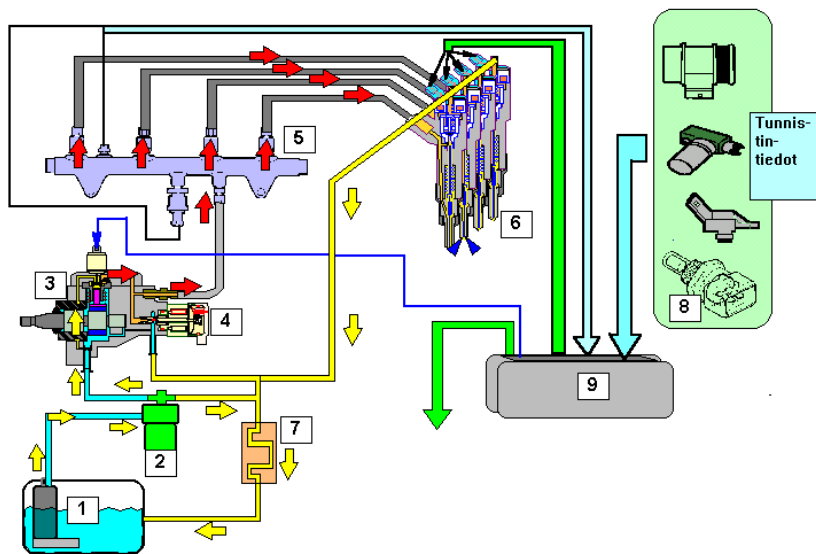
1990 valmistuivat Fiatilta ensimmäiset Common Rail- järjestelmät.

1994 kehitysprojekti siirrettiin Robert Bosch GmpH:lle jatkokehitys- ja sarjatuotantoa varten.

Fiat ja Magneti Marelli saivat vuoden 1993 lopulla valmiiksi esituotantoasteisen UNIJET- mallin.

Ruiskutustapahtuman ohjaus tapahtuu kokonaan elektroniikan ohjaamana. Myös suuttimen avautumisen ja sulkeutumisen ohjaus tapahtuu sähköisesti.

#### 1.1. Järjestelmän yleisrakenne



Nimeä osat: Käytä hyväksesi opetusohjelmaa.

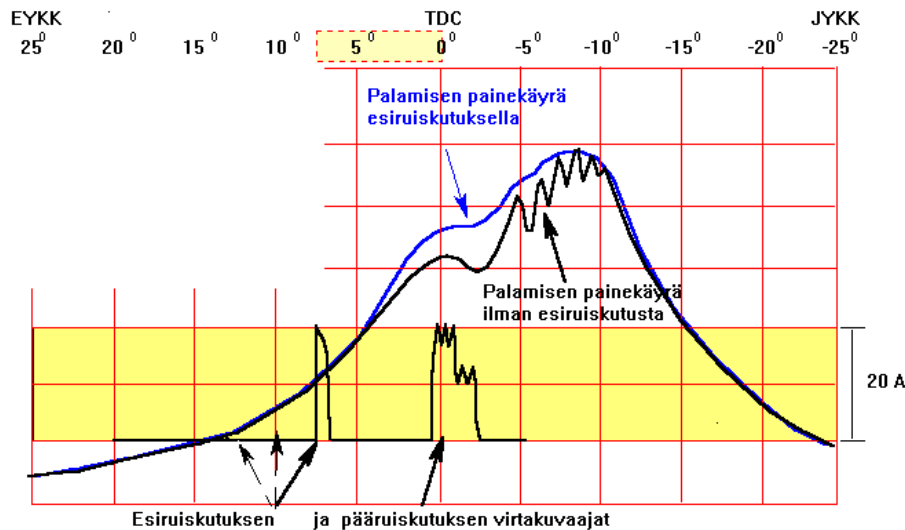
1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_
8. \_\_\_\_\_
9. \_\_\_\_\_

Kuvassa on järjestelmän perusrakenne:

Tankissa oleva sähköinen polttoainepumppu siirtää polttoaineen suodattimen kautta mekaaniselle korkeapainepumpulle. Korkeapainepumpun yhteydessä on painesäädin, joka säätelee polttoaineen paineen 300...1350 barin välille riippuen moottorin kuormituksesta. Pumpulta on paluuputki tankille polttoaineen jäähdyttimen kautta. Pumppu siirtää polttoaineen Railiin (ramppi, syöttöputki). Railista on yhteys sähköisesti toimiville ruiskutus-suuttimille. Suuttimet ruiskuttavat polttoaineen suoraan palotilaan (suoraruiskutus). Moottorin ECU lukee käyttötietoja ja ohjaa niiden perusteella ruiskutus-suuttimien avautumista ja sulkeutumista.

## 1.2. Ruiskutusstrategiaa

### 1.2.1 Palamiskäyrä ja ruiskutustapahtuma



Kuvan käyrät vastaavat moottorin pyörimisnopeutta 1500 1/min.

Oheiset kuvaajat näyttävät ruiskutustapahtumat esiruiskutuksella ja ilman sitä. Ruiskutus-suuttimen nopeasta toiminnasta johtuen on mahdollista jakaa ruiskutustapahtuma osiin. Sekunnin murto-osaa ennen pääruiskutusta ruiskutus-suuttimen neula avaa suuttimen hyvin lyhyeksi aikaa (noin 0.200 ms) ja ruiskuttaa hyvin pienen annoksen (~1...2 kuutiomillimetri) - vesipisaran kymmeneosa - palotilaan jolloin palaminen käynnistyy. Tämä esilämmittää palotilan luoden ihanteelliset olosuhteet varsinaisen polttoainannoksen palamiselle juuri kun mäntä saavuttaa yläkuolokohdan.

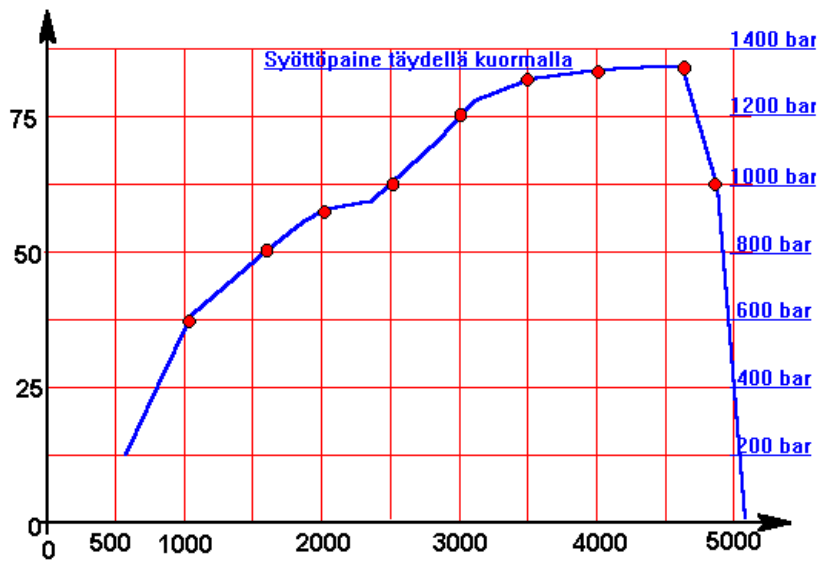
Polttoaine syttyy aikaisemmin ja "pehmeämmin" joten paine ja lämpötila eivät nouse niin jyrkästi. Syttymisjättämästä johtuva painehiippu, joka aiheuttaa suoraruiskutusdieselille tyypillisen kovan käyntiäänän, vältetään ja melu vähenee.

Esiiruiskutus aikaan saa hyvin laihan (50:1) seoksen, kun taas varsinaisen annoksen seossuhde on noin 16:1.

Meluhaittojen vähenemisen lisäksi esiruiskutuksen laiha seos rajoittaa palamislämpötilan nousua, jolla on typen oksideja vähentävä vaikutus.

## 1.2.2 Täyden kuorman painekuvaaja

$V / \text{mm}^3 / \text{isku}$



Kuvasta nähdään, että polttoaineen paine ja määrä muuttuvat hyvin voimakkaasti kierrosten mukaisesti täydellä kuormalla ajettaessa.

ECU ohjaa yhdysputken (RAIL) painetta tämän käyrän osoittamalla tavalla eri pyörintänopeuksilla täyden kuormituksen tilanteessa (esim. kiihdytys kaasupohjassa).

- alhaisilla käyntinopeuksilla alhaisempi paine - tarkempi annostelu pienillä polttoaine määrillä
- suurilla käyntinopeuksilla korkeampi paine - suuri määrä polttoainetta voidaan ruiskuttaa lyhyessä ajassa

ECU:n säätösuureina ovat moottorin pyörimisnopeus ja kuormitus (kaasupolkimen asento- ja pyörimisnopeustunnistimen tieto).

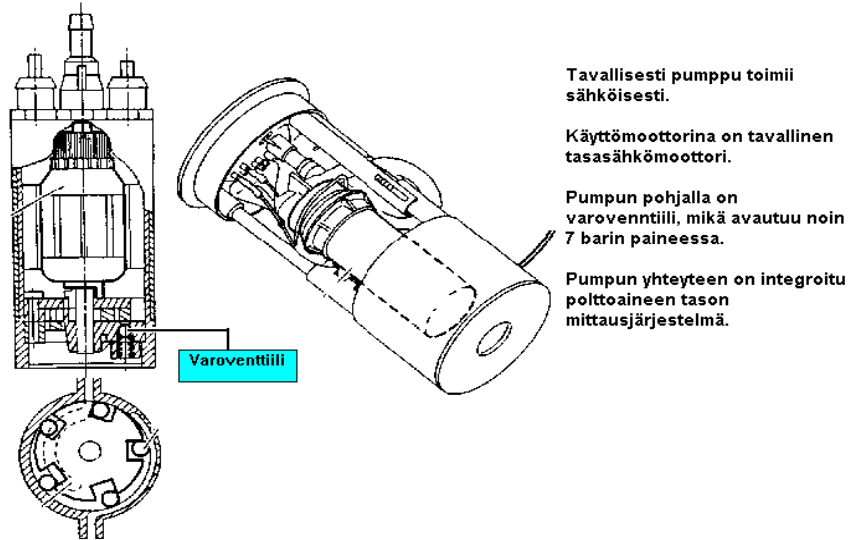
Paine on säädettävissä koko ajan moottorin kuormitusta vastaavaksi, koska paineen tuotto ei ole pyörintänopeudesta riippuvainen.

Mitä korkeampi on ruiskutusaineen paine, sitä pienempi on pisarakoko, sitä parempi seos ja sitä täydellisempi palaminen.

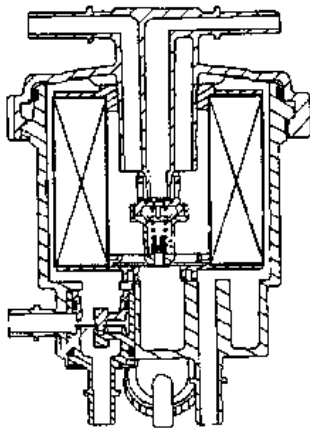
## 2. Polttoainejärjestelmä

### 2.1. Polttoaineen siirtopumppu

Siirtopumpun tehtävänä on siirtää polttoaine korkeapainepumpulle.



### 2.2. Polttoaineen suodatin



Tehtävät:

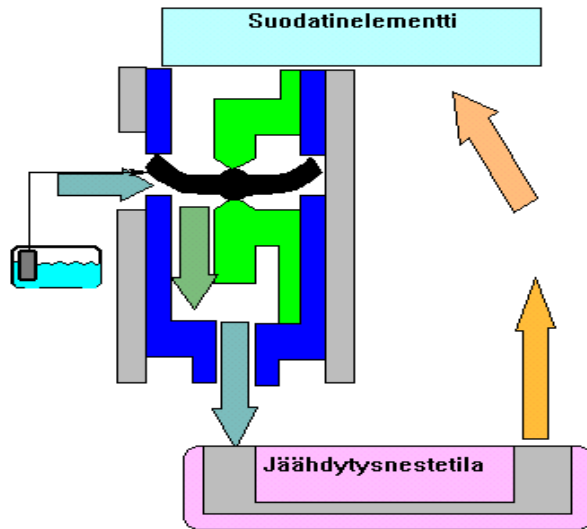
Suodattaa pienetkin epäpuhtaudet

Eroottaa veden polttoaineesta

Ohjaa polttonesteen lämmitystä

Säätää matalapaineen (2.5 bar)

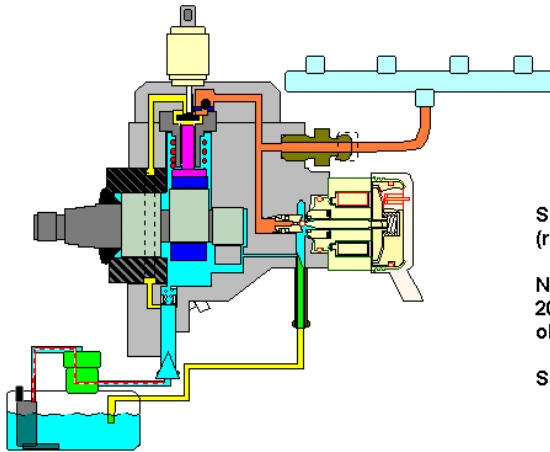
Merkitse kuvaan suodattimen osat ja liitännät. (Ks opetusohjelma)



Kuinka suuri on polttoaineen lämpötila kuvan tilanteessa? \_\_\_\_\_



## 2.3. Korkeapainepumppu



Siirtää polttoaineen syöttöramppiin (railiin).

Nostaa polttoaineen paineen 200...1350 bariin ja säätää paineen olosuhteiden mukaisesti.

Suurin tehontarve on 3...4 kW

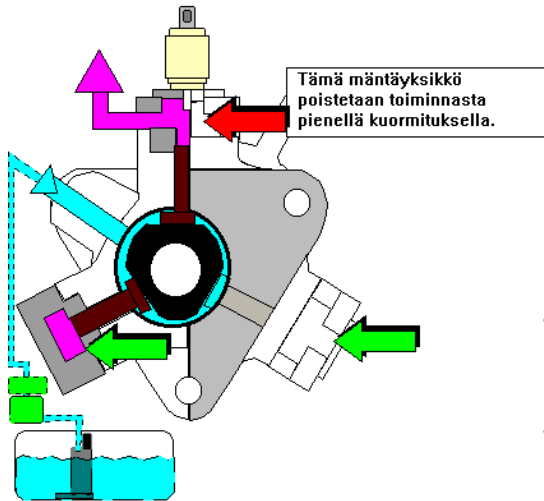
Korkeapainepumppu on mekaanisesti toimiva, jakopäästä käyttövoimansa ottava mäntäpumppu. Pumpussa on kolme mäntää, joista yhtä lepuutetaan polttoainetarpeen ollessa pieni tai polttoaineen lämpötilan noustessa liian korkeaksi.

Tehtävä: Tutki ohjelmasta pumpun osat ja merkitse ne numeroilla yllä olevaan kuvaan.

1. Siirtopaineen tulokanava
2. Jousi
3. Epäkeskeinen nokka
4. Paineensäätöventtiili
5. Korkeapaineen tulo (yhdysputkelta)
6. Siirtopaineen syöttö
7. Kolmannen männän lepuutus
8. Imuventtiili
9. Polttoaineen paluu
10. Turventiili
11. Paineventtiili
12. Yhdysputki
13. Polttoainesuodatin
14. Siirtopumppu

Katso kuvaa: Kuvan tilanteessa pumppu toimii männällä ja solenoidiventtiilin (lepuutusventtiilin) läpi kulkee/ei kulje virtaa. (Yliviivaa väärä väittämä)

### 2.3.1. Pumpun toimintaperiaate

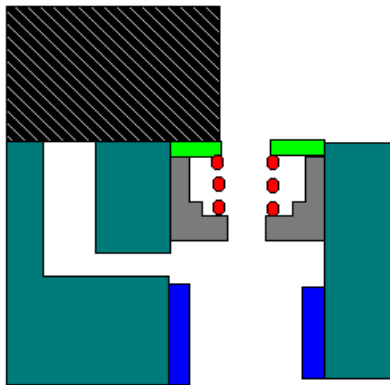


Polttoaine virtaa säiliöltä siirtopumpun painamana 2.5 barin paineella.  
 Korkeapainepumpussa on kolme mäntää.  
 Pumppu on säteismäntätyyppinen ja kampiakselin käyttämä epäkesko käyttää mäntää.  
 Pumpun iskutilavuus on  $0.657 \text{ cm}^3$   
 Kun polttoainetarve on pieni, moottorin ohjainyksikkö poistaa yhden männän toiminnasta.

Kuvassa on mustalla merkitty epäkeskon liikuttama osa. Pyöriikö se? \_\_\_\_\_

### 2.3.2. Turvaventtiili

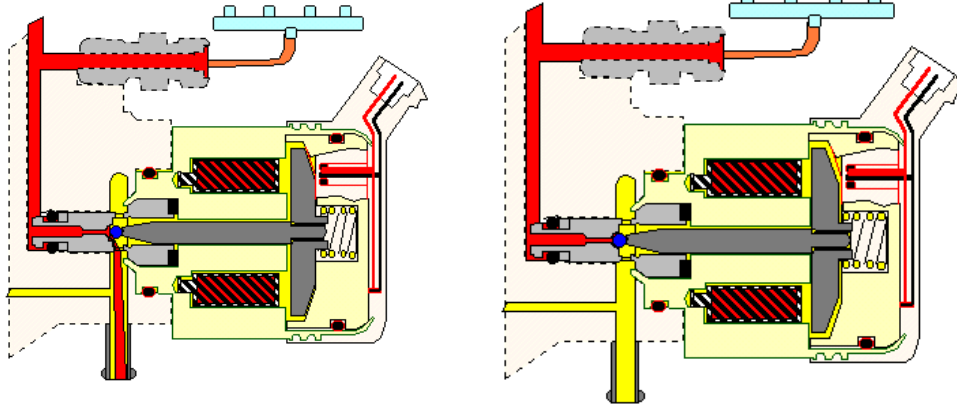
Turvaventtiilin tehtävänä on turvata pumpun voitelu joka tilanteessa. Katso alla olevaa kuvaa, etsi ohjelmasta turvaventtiilin toiminta ja vastaa alla oleviin kysymyksiin:



Käykö moottori, kun turvaventtiili on kuvan mukaisessa asennossa? \_\_\_\_\_

Merkitse nuolilla ja kirjoita kuvaan voiteluvirtauksen ja suuttimille menevän polttoaineen kulkusuunnat.

### 2.3.3. Paineensäädin



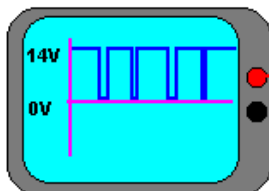
Lisää vasemmanpuoleiseen kuvaan polttoaineliitäntöjen merkitykset.

Vastaa: Käämin läpi ei kulje virtaa, kuinka suuri on polttoaineen paine vasemmassa kuvassa?  $p = \underline{\hspace{2cm}}$  bar.

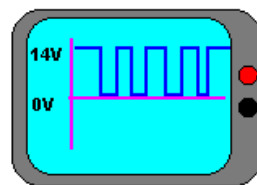
Käämin läpi ei kulje virtaa: Kuinka suuri on polttoaineen paine oikeanpuoleisessa kuvassa?  $p = \underline{\hspace{2cm}}$  bar

Voiko moottori käydä, jos käämi on virraton?                     

Moottorin normaali käyttötilanne: Oskilloskoopilla on mitattu paineensäätimen ja ECU:n välisestä johtimesta maadoituksen suhteen. Kummassako kuvassa polttoaineen paine on suurempi?



Kuva a

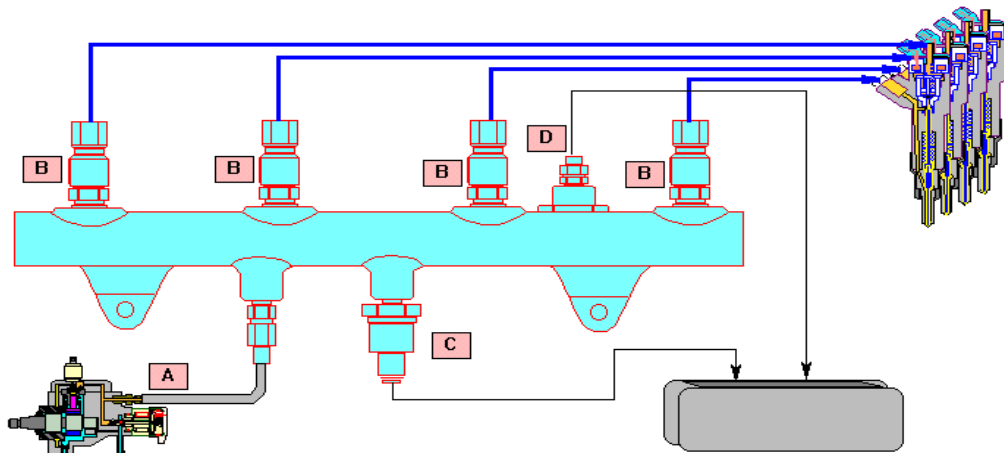


Kuva b

Kumman kuvan käämissä kulkee suurempi virta?                     

Virran kasvaessa polttoaineen paine kasvaa/pienenee?

## 2.4. Yhdysputki, Rail, Syöttöramppi



Rail I syöttöramppi, jakoputki yms... toimii polttoaineen varaajana ja yhdysputkena. Se on vahvaa taottua terästä.

Liitännät:

A: Korkeapaineisen polttoaineen tulo

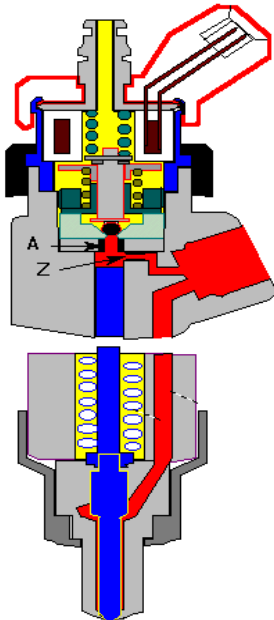
B: Polttoaineen lähdöt suuttimiin

C: Polttoaineen painetunnistin

D: Polttoaineen lämpötunnistin

## 2.5 Ruiskutussuutin

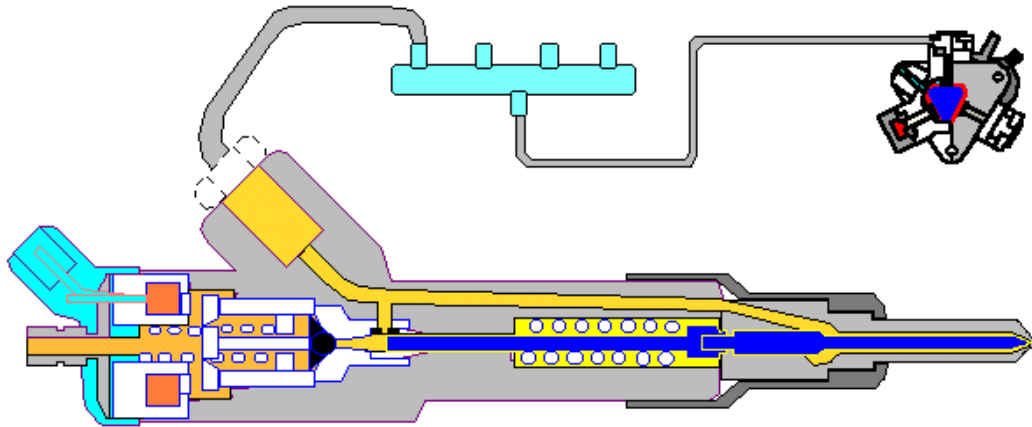
Ruiskutussuutin on sähkö- hydraulinen. Tyypiltään suutin on reikäsuutin.



Suutin on reikätyyppinen.

Toimintaidea on seuraava: Neulan kartioon ja yläpintaan vaikuttaa sama paine. Jousivoima vastaa noin 200 barin painetta. Kun neulan yläpinnasta päästetään paine pois, kartiopinnessa vaikuttava paine avaa suuttimen ja polttoaineen ruiskutus tapahtuu.

## 2.5.1 Ruiskutussuuttimen osat

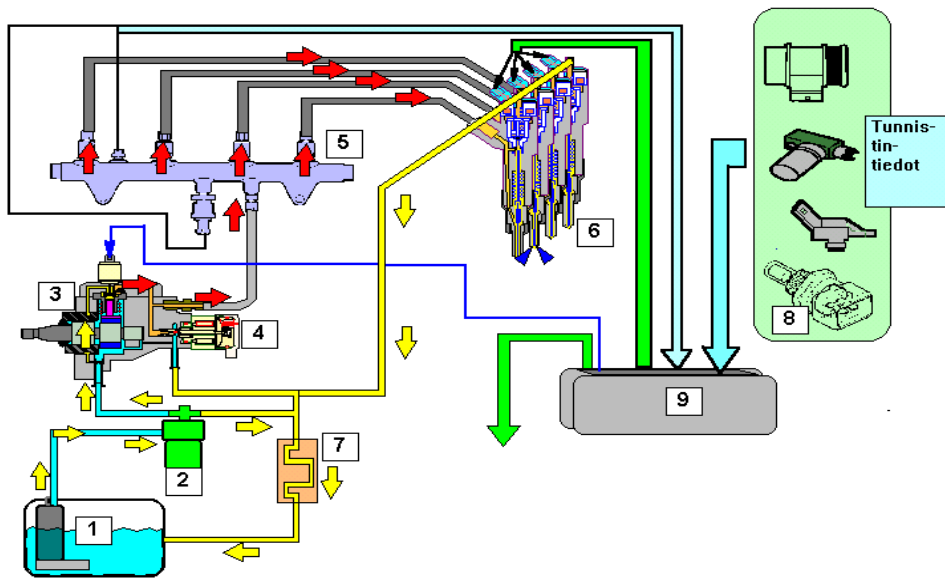


Merkitse kuvaan osanimitykset:

1. Suuttimen kärki
2. Neula
3. Rungon kiinnitys mutteri
4. Jousi
5. Runko
6. Ohjausmäntä
7. Ohjauskammio
8. Paluupiirin kuristin (A)
9. Kuristin "Z"
10. Korkeapaineen sisään tulo
11. Kaksinapainen sähköliitin
12. Paluuvirtaus kanava
13. Magneettiventtiilin käämi
14. Venttiilikuula
15. Magneettiventtiilin neula
16. Paineammio
17. Tulokanava painekammioon

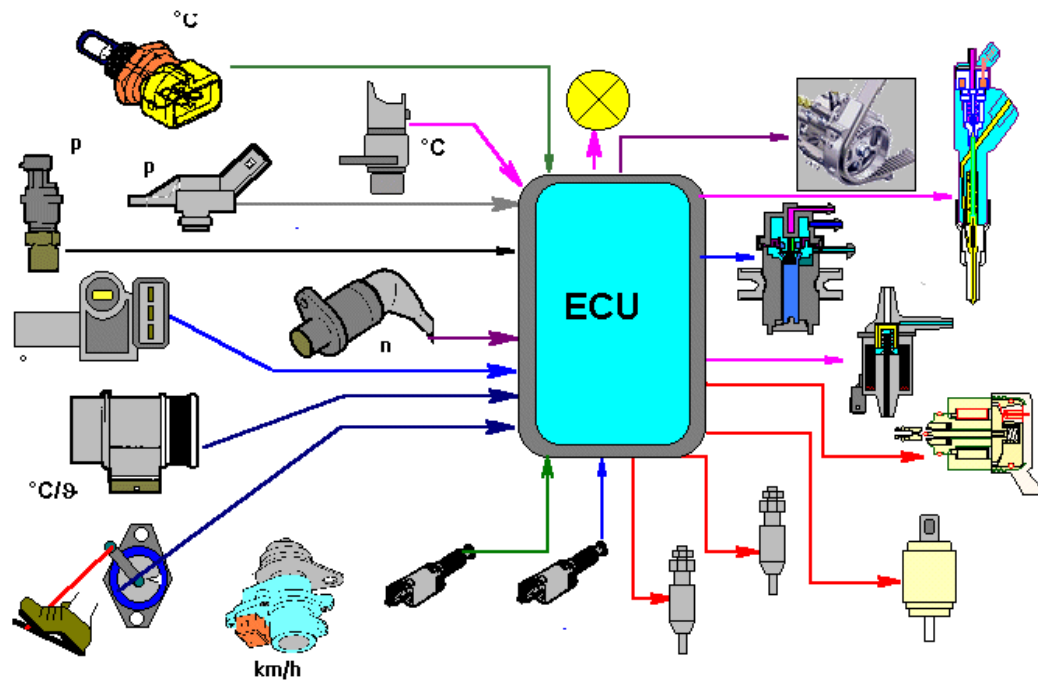
Suuttimen sähköinen toiminta esitetään osassa käyttölaitteet.

## 2.6. Polttoaineen paluu



Polttoaine palaa tankille suodattimelta, korkeapainepumpulta ja suuttimilta jäähdyt-  
 men kautta.

### 3. Tunnistimet

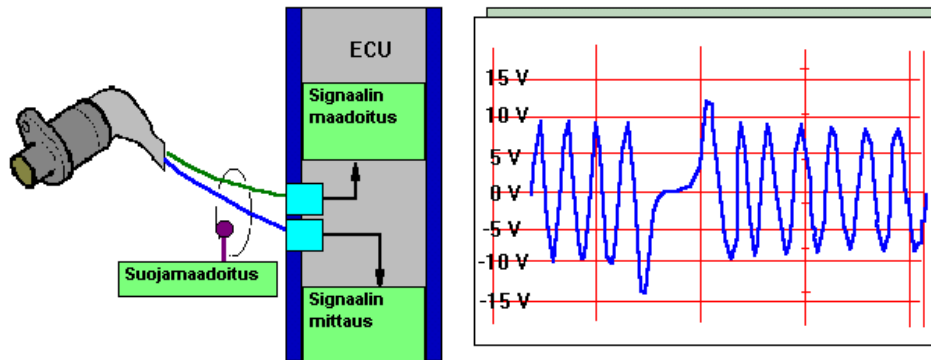


Jotta ECU voisi ohjata oikein ruiskutusta ja muita toimintoja, täytyy järjestelmän tunnistaa seuraavat asiat:

1. Pyörimisnopeus
2. Kampiakselin asento
3. Imetty ilmassa
4. Polttoaineen paine
5. Ahtopaine
6. Moottorin lämpötila
7. Polttoaineen lämpötila
8. Imuilman lämpötila
9. Ajonopeus
10. Jarrupolkimen käyttötila
11. Kytkinpolkimen käyttötila

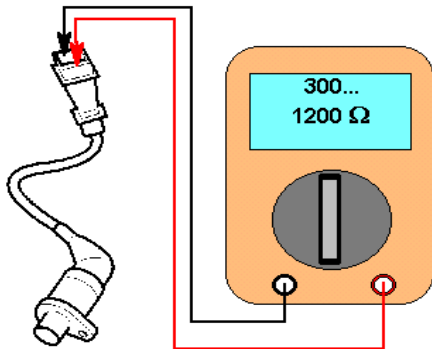
Merkitse kuvaan tunnistimet

### 3.1. Moottorin pyörimisnopeustunnistin



Pyörimisnopeustunnistin voi olla induktiivinen, HALL- tyyppinen tai optinen. Yleisin on induktiivinen, siis siinä on käämi ja kestopagneetti. Kuvassa on induktiivisen tunnistimen antama kuvaaja.

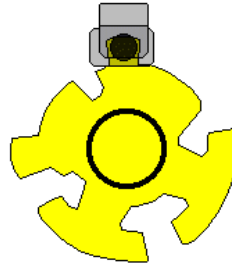
Koska hammaskehällä on 60 - 2 hammasta, signaali näyttää kuvanmukaiselta. ECU:n ohjelma lukee signaalit ja määrittelee niiden perusteella moottorin käyntinopeuden sekä kampiakselin asennon.



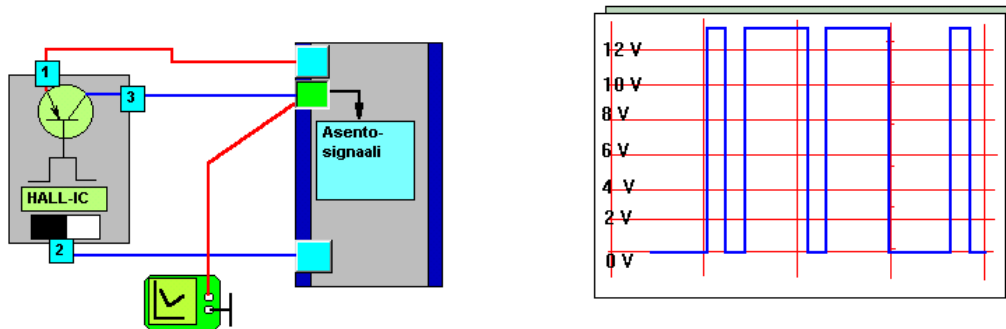
Anturin resistanssi mitataan johtimet irrotettuna, näin ECU:n sisäinen rinnakkaispiiri ei väärennä mittaustulosta.



### 3.2 Sylinterin tunnistaminen



Tunnistin on tyypiltään HALL- anturi, siis se tarvitsee jännitesyötön ja maadoituksen. Kun nämä olosuhteet ovat kunnossa ja ilmaväli on oikea (esim Peugeot 406 1.2...1.3 mm) voi tunnistin toimia oikein. Yhteispaineruiskutuksen toiminnan kannalta on hyvin tärkeää pystyä erottelemaan sylinterit nopeasti toisistaan.



Tehtäviä: Moottori ei käy, mutta virta on kytketty. Piirrä HALL- anturin signaali.



Selosta induktiivisen anturin tarkastus yleismittarilla.

---



---

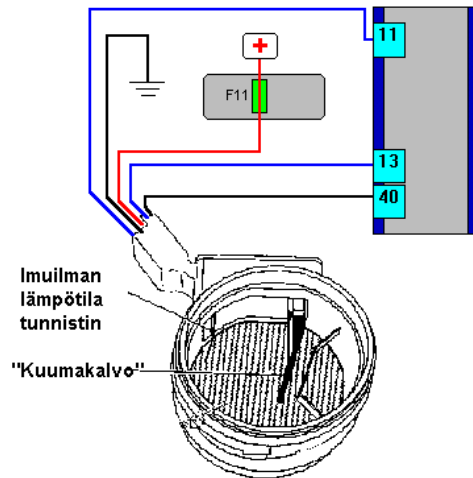


---



---

### 3.3. Ilmamassan mittaaminen



Ilmamassamittari on ilmansuodattimen ja turboahtimen välissä. Se mittaa moottorin imemää ilmamassaa. Ilman virtaus jäädyttää kalvon pintaa. Kun mitataan Imuilma-  
virtsauksessa oleva kuumakalvoanturin pintaa lämmitetään. Ei tarvita puhtaaksipoltoa  
moottorin pysäyttämisen jälkeen.

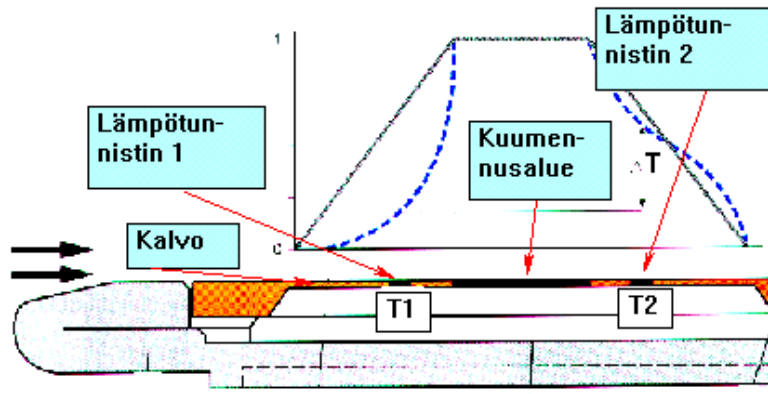
Imuilman lämpötunnistimen avulla tehdään hienosäätö polttoainemäärän ja ruisku-  
tusennakon optimoimiseksi.

Signaali vaikuttaa mm:

- ruiskutusmäärään
- ruiskutusennakkoon
- EGR- venttiilin toimintaan
- ahtopaineeseen

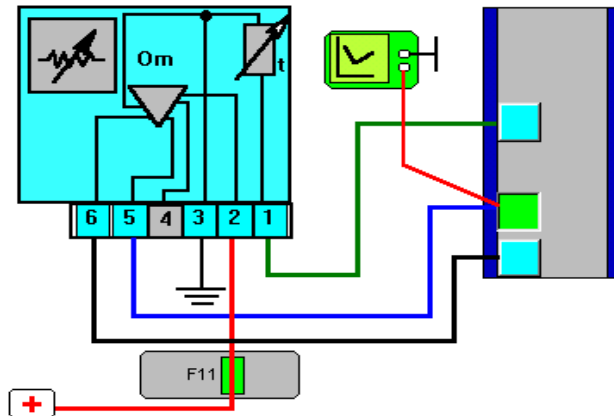
Mittari on rakennettu siten, että se pystyy määrittelemään suoraan sisäänimetyt ilman  
määrän kg/h.

## Ilmamassamittarin rakenne

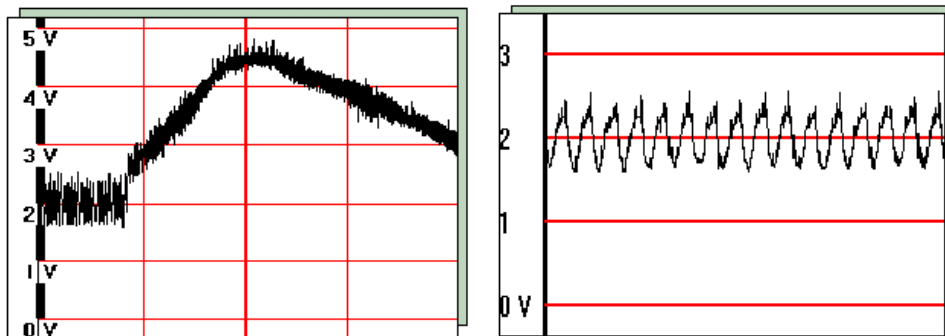


Rakenteessa on kalvo, kaksi mittausvastusta ja kuumennusalue.  
 Ilmavirta jäähdyttää kalvon pintaa.  
 Lämpötilaero  $T_2 - T_1$  kertoo ohjainlaitteelle sisäänvirtaavan ilman määrän.

Katkoviiva kertoo lämpötilojen muutokset virtauksen kasvaessa, kun kalvoa lämmitetään.



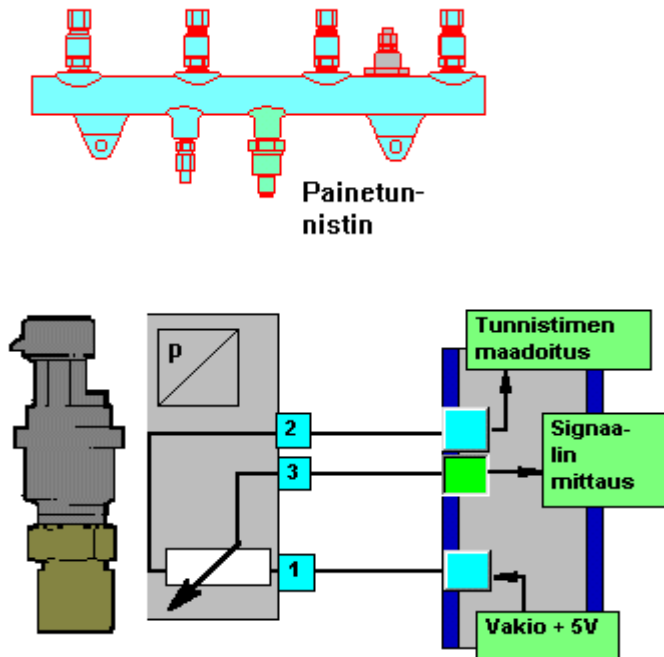
Kuvassa näkyy ilmamassamittarin kytkentä: Se tarvitsee jännitesyötön ja maadoituksen. Ilmamassamittarin signaali tulee kuvan liittimestä ja lisäksi on imuilman lämpötilan mittausliitin.



Vasemmassa kuvassa signaali joutokäynnillä, imusykäykset näkyvät selvästi, oikealla ryntäytys.

### 3.4. Polttoaineen painetunnistin

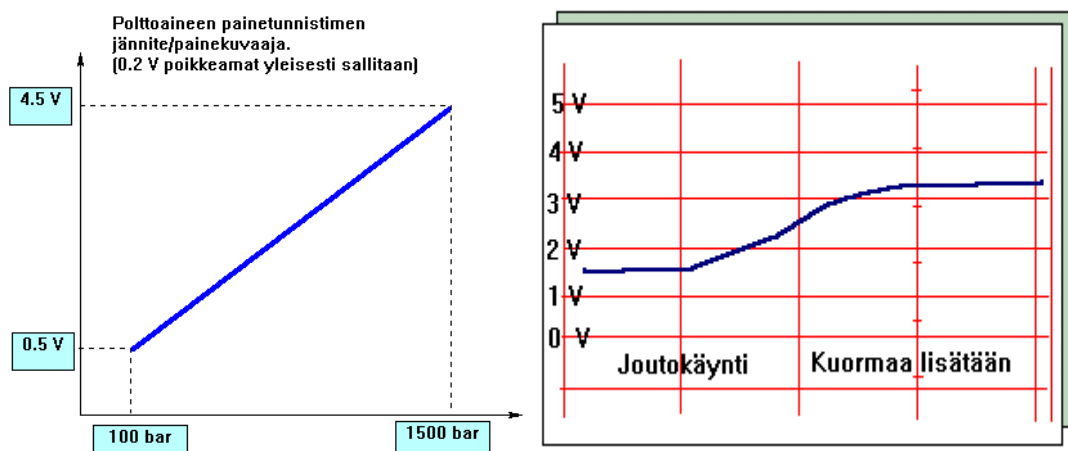
Painetunnistin sijaitsee jakoputkessa (Railissa).



Tunnistimen kytkentä näkyy oikealla, ECU syöttää tunnistimelle vakio viiden voltin jännitteen. Yksi liitin on maadoitus ja yksi liitin on signaali.

Signaali on erittäin tärkeä. Tämän signaalin avulla määrätään polttoaineen paine. ECU mittaa tunnistintietojen avulla tarvittavan ruiskutusmäärän. Ruiskutusmäärän pääasiallinen säätösuure on ruiskutuspainne. On tärkeää, että tämä paine mitataan tarkasti, silloin ECU pystyy säätämään ruiskutuspainetta. Painetunnistin on kalvotyypin.

Tunnistimessa on joustavat vastukset, joiden avulla saadaan signaalivaihtelu aikaiseksi.

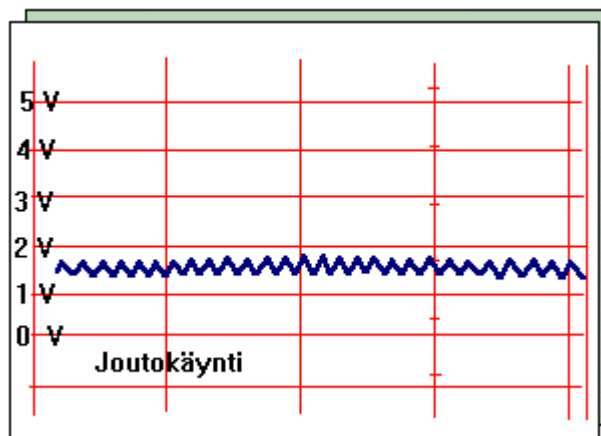
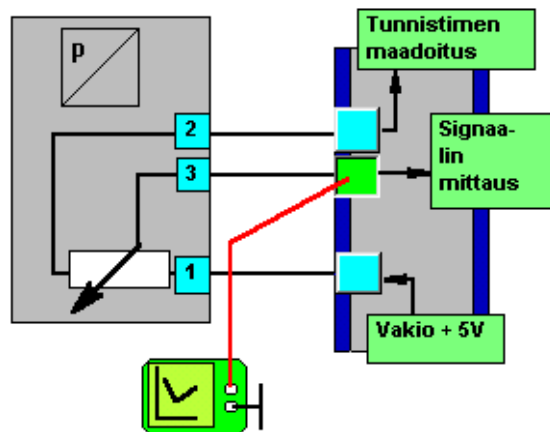


Kuvassa polttoaineen painetunnistimen ominaiskuvaaja sekä oskilloskoopisignaali.

### 3.5. Imuputken painetunnistin

Painetunnistimen tiedon perusteella

- säädetään ahtopainetta
- säädetään polttoaineen painetta
- säädetään ruiskutusaikaa



Kuvassa kytkentä ja oikealla signaali joutokäynnillä. EDC- ohjelmassa tarkempi selostus toiminnasta.

### 3.6. Lämpötunnistimet

#### 3.6.1. Yhteistä lämpötunnistimista

Kaikki lämpötunnistimet ovat NTC- tyyppisiä, siis resistanssi pienenee lämpötilan kasvaessa. Valitse ohjelmasta esim. Tunnistimet ja käyttölaitteet, sitten Jäähdytysnesteen lämpötunnistin. Valitse lämpötunnistimen kohdalta KUINKA ECU LUKEE TUNNISTIMEN SIGNAALIA?

Vastaa seuraaviin kysymyksiin:

1. ECU:n syöttöjännite lämpötunnistimelle on \_\_\_\_\_ V.
2. Kun moottorin lämpötila on - 40° C, ECU:n liittimen jännite on noin \_\_\_\_\_ V ja vastaavasti lämpötilassa on - 90° C jännitearvo on \_\_\_\_\_ V.
3. Kun lämpötunnistimen johdin on poikki, on jännite \_\_\_\_\_ V ja kun johdin on yhteydessä maadoituksen jännite on vastaavasti \_\_\_\_\_ V.

Kuvassa lämpötunnistimien yleisiä resistanssiarvoja eri lämpötiloissa.

Lämpötila	Resistanssi
0 ast/C	5.5...6.5 kΩ
20 ast/C	2.2...3.0 kΩ
30 ast/C	1.5...2.0 kΩ
60 ast/C	0.6...0.8 kΩ
80 ast/C	0.2...0.4 kΩ

#### 3.6.2 Jäähdytysnesteen lämpötunnistin

Signaalia käytetään mm:

- ruiskutusmäärän ohjauksessa
- ruiskutuksen alkuhetken ohjauksessa
- hehkutuksen ohjauksessa
- EGR- ohjauksessa

Jos lämpötila nousee 105°C:een:

- ohjainlaite käynnistää jäähdytys- puhaltimet suurella nopeudella
- vähentää polttoaineen syöttöä
- syyttää ylikuumenemisen merkkivalon

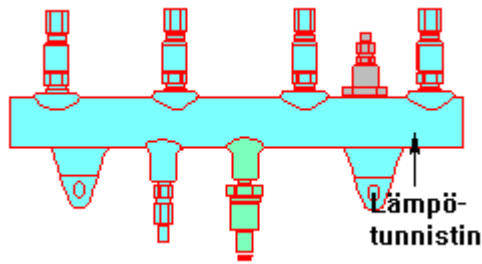
Varatoiminto: + 100 °C moottorin käydessä, - 10 °C käynnistyksessä

#### 3.6.3 Imuilman lämpötunnistin

On ilmamassamittarin yhteydessä. Lämpötunnistimen tiedon mukaan:

- Ohjataan sisätilan lämmitystä
- Tiedetään ympäröivän ilman lämpötila

## Polttoaineen lämpötunnistin



Sijaitsee yhdysputkessa (Railissa) tai joissakin tapauksissa säiliöön johtavassa paluuputkessa. Signaalia käytetään mm:

- ruiskutusmäärän ohjauksessa
- polttoaineen tiheyden määrittämisessä

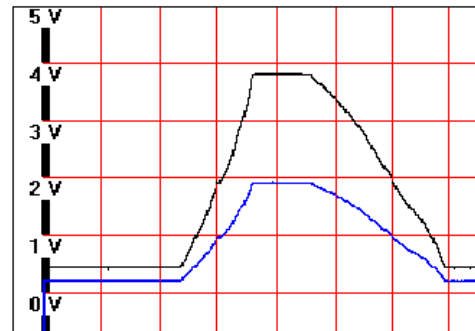
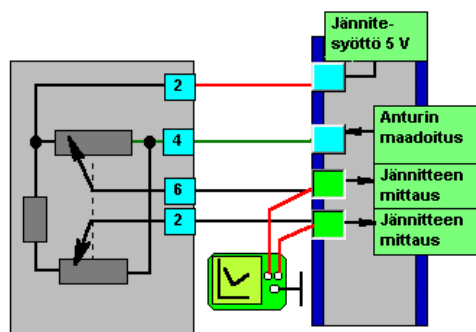
Polttoaineen lämpötilan kohotessa yli  $106\text{ }^{\circ}\text{C}$  korkeapainepumpun kolmas mäntä kytetään pois toiminnasta ja painetta alennetaan.

Varatoiminto:

- jos tunnistin ei toimi ohjainlaite olettaa polttoaineen lämpötilaksi  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## 3.7. Kaasupolkimen asennontunnistin

Kaasupolkimen käyttämä tunnistin.



Tässä rakenteessa on kaksi erillistä potentiometriä. Kuten kuvasta nähdään, toisen liu'un jännite on puolet toisen liu'un jännitteestä.

Yhteinen syöttöjännite on  $5\text{ V}$  ja potentiometreillä on yhteinen maadoitus. Kun järjestelmässä on kaksi potentiometriä, epäjatkuvuuskohtien ilmaantuessa voidaan lukea toisen liu'un jännitettä. Mikäli jännitearvojen suhde poikkeaa jostain syystä, ECU tulkitsee kaasupolkimen asennoksi matalampaa asentoa ilmoittavan jännitteen.

Katso ohjelmasta potentiometrin yleinen toiminta, ymmärrät sen sitten paremmin.

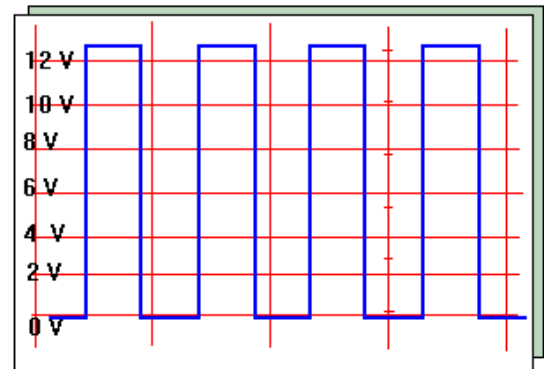
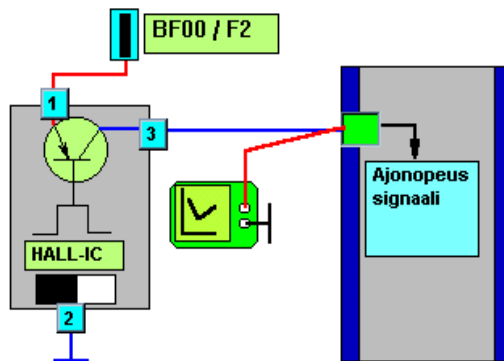
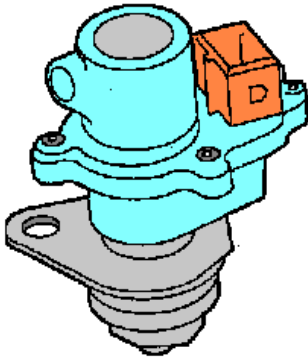
**HUOM:** Jos kaasupolkimen asennontunnistimessa on kaksi potentiometriä, signaalit voivat olla päällekkäiset, toinen on puolet toisesta tai toisen signaalin noustessa toinen laskee.

### 3.8. Ajonopeustunnistin

Tunnistin vaikuttaa ohjainlaitteen ohjelmavalintaan: Ohjelma on erilainen auton seistesä ja liikkeessä.

Tunnistin kertoo ohjainlaitteelle tilanteesta, jolloin:

- auton on pysähtynyt
- auto liikkuu yli 2 km/h
- hidastetaan ajonopeutta



Tunnistin on HALL- tyyppinen. Vasemmalla yleinen kytkentä, oikealla signaali.

HALL-periaatteella toimiva tunnistin: (8 pulssia kierroksella)

Tunnistimen toimintajännite on latausjännite ja signaalijännite vaihtelee nollan ja lähes latausjännitteen välillä. Signaalin taajuus muuttuu nopeuden mukaan.

Varatoiminto:

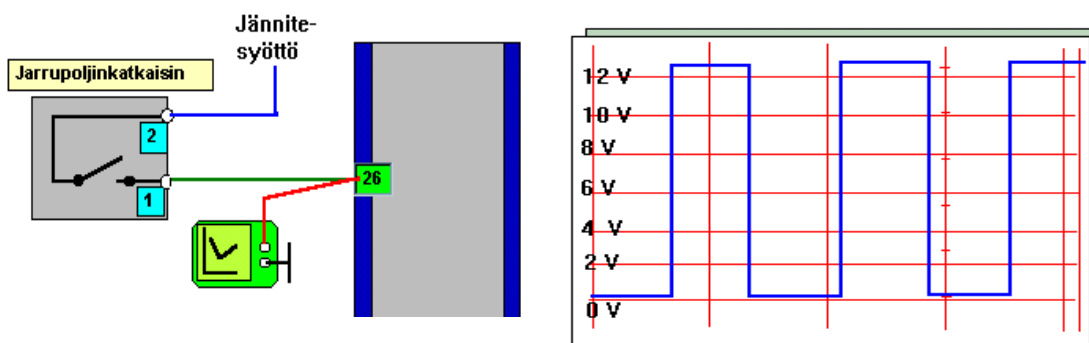
- jos tunnistin ei toimi ohjainlaite olettaa nopeudeksi 150 km/h, nousu tapahtuu asteittain

Signaalin käyttö:

- Maksimisyötön rajoitus
- Vakionopeussäätimen nopeustieto
- Ilmastointilaitteen kompressorin poiskytkentä
- Ajomukavuuden parantamiseen liittyvä hienosäätö



### 3.8. Jarrupoljinkatkaisin



Kun poljinta ei paineta, kytkin on auki ja kun painetaan, kytkin sulkeuu.

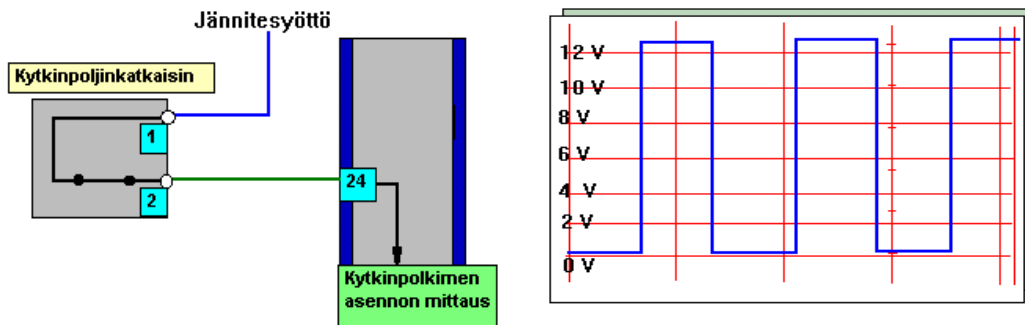
Kuvassa oikealla jarrupoljinkatkaisimen signaali. Silloin, kun se on kunnossa, on signaali terävä.

Missä asennossa jarrupoljin on kuvan tilanteessa? \_\_\_\_\_

Kytkee mm:

- vakionopeussäätimen pois toiminnasta
- siirtää joissakin rakenteissa moottorin joutokäynnille, mikäli kaasua ja jarrua painetaan yhtä aikaa

### 3.8. Kytkinpoljinkatkaisin



Kun poljinta ei paineta, kytkin on auki ja kun painetaan, kytkin sulkeuu.

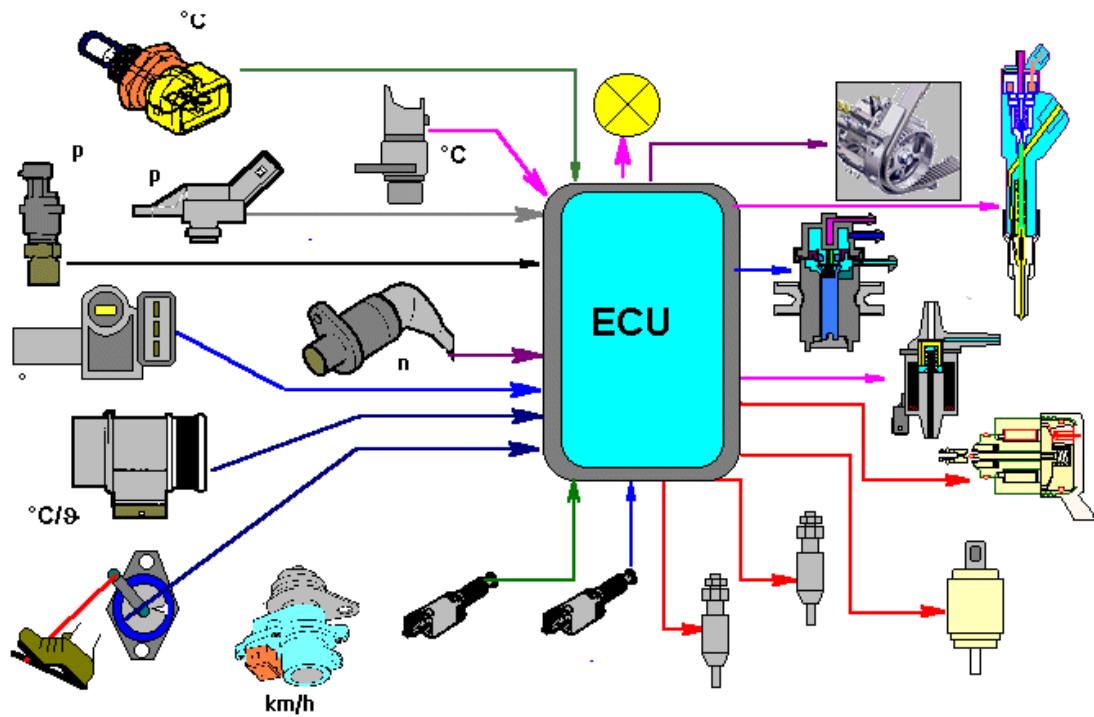
Kuvassa oikealla jarrupoljinkatkaisimen signaali. Silloin, kun se on kunnossa, on signaali terävä.

Missä asennossa kytkinpoljin on kuvan tilanteessa? \_\_\_\_\_

Kytkee mm:

- vakionopeussäätimen pois toiminnasta
- siirtää joissakin rakenteissa moottorin joutokäynnille, mikäli kaasua ja jarrua painetaan yhtä aikaa

## 4. Käyttölaitteet

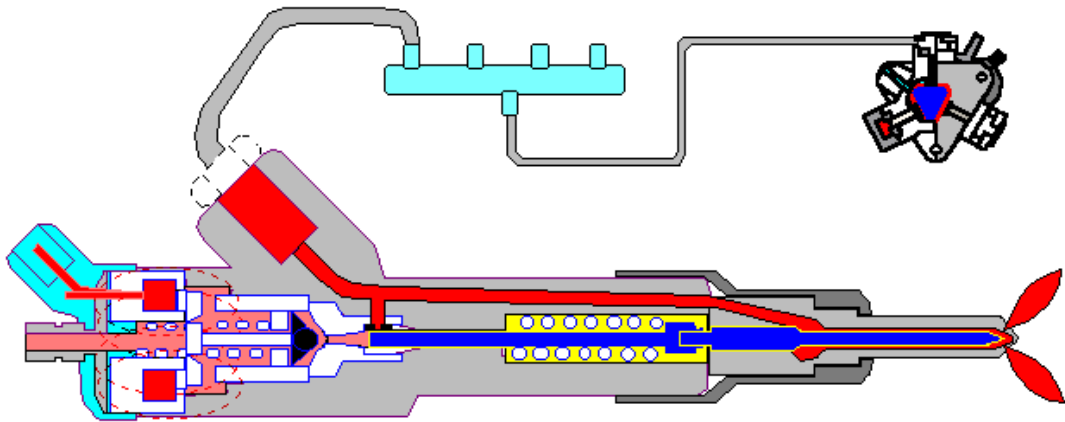


ECU ohjaa eri laitteiden toimintaa. Näitä laitteita ovat:

1. Ruiskutussuutin
2. Ruiskutuspaineen säädin
3. Korkeapainepumpun yhden männän poiskytkentä
4. Pakokaasujen takaisinkierrätys
5. Ahtopaineen säätö
6. Hehkutuksen ohjaus
7. Lisälämmityksen ohjaus

Nimeä osat kuvaan.

## 4.1. Ruiskutussuutin



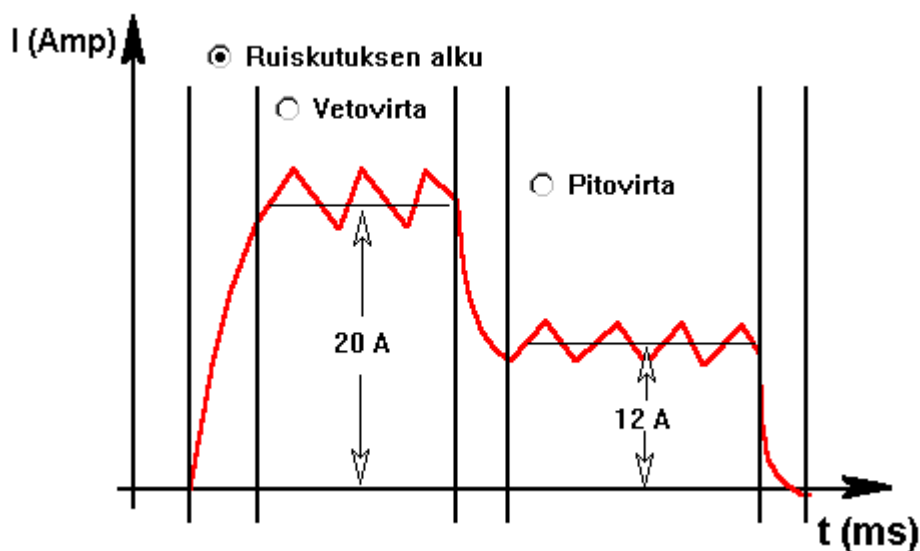
Suutin pysyy kiinni silloin, kun sama paine vaikuttaa neulan kartioon ja ohjausmännän päälle. Kun moottorin ECU syöttää virtaa käämin läpi, venttiili kuula avaa ohjausmännältä yhteyden paluupuolelle. Ohjausmännän päällä oleva paine laskee ja suutin avautuu.

Tutki ohjelman avulla tarkemmin suuttimen toimintaperiaate.

Ruiskutus tapahtuu lähes 100 V jännitteellä. Tämä jännite muodostetaan ohjainyksikössä.

Ohjainyksikön kondensaattori ladataan useilla hyvin lyhyillä virtasykäyksillä. Nämä sykäykset johdetaan ruiskutussuuttimen käämin läpi. Virran muutokset aiheuttavat suuttimen käämissä induktion ja tätä ilmiötä hyväksikäyttäen ladataan ohjainyksikössä olevat kondensaattorit.

Ohjainyksikössä tarvitaan varauspiiri ja kondensaattori, koska ruiskutussuuttimen avautumiseen käytetään n 80 V jännitettä.



Ruiskutuksen alku:

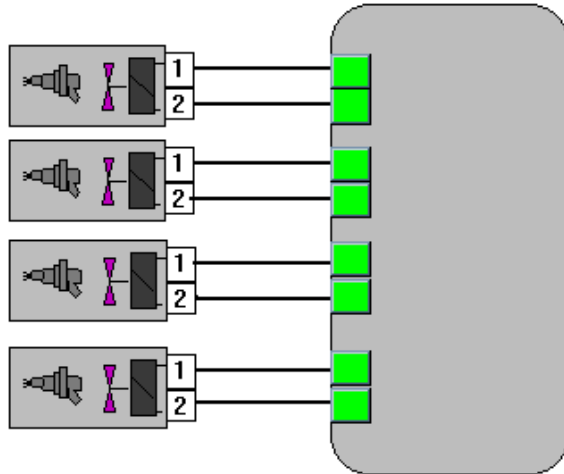
Koska suuttimen on toimittava erittäin nopeasti, käytetään korkeata jännitettä ja suurta virtaa suuttimen avaamisessa, jotta toimintaviive olisi mahdollisimman lyhyt. Kun suutin halutaan avata, kondensaattoriin varattu korkea jännite (yli 70 voltia) puretaan suuttimen käämin läpi. Tämä aikaan saa hyvin nopeasti nousevan virran pienen resistanssin omaavassa käämissä.

VETOVIRTA:

Suuttimen avausvirta rajoitetaan 20 ampeeriin "katkomalla" käämin maadoitus piiriä ohjainlaitteen tehotransistorin avulla (pulssisuhde-ohjaus). Vetovirta on käytössä vain ajan joka tarvitaan suuttimen ohjausneulan nostamiseksi täysin auki asentoon.

PITOVIRTA:

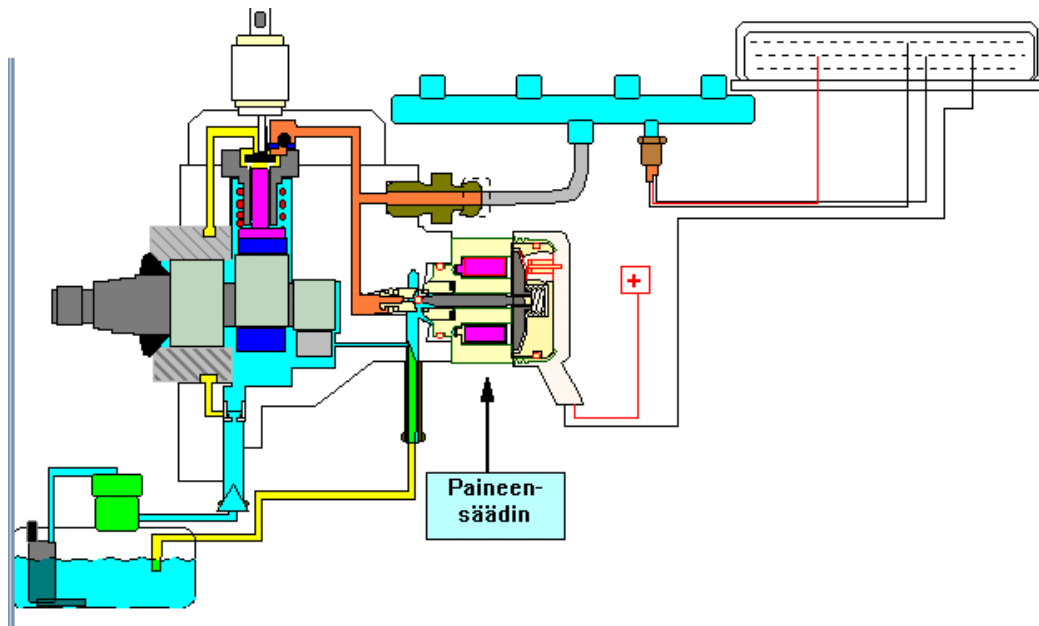
Suutin pidetään auki pienemmällä jännitteellä (50 voltia) ja virta rajoitetaan 12:een Ampeeriin pulssisuhdeohjauksella. Ohjausneula sulkeutuu heti kun virta katkaistaan ja suutin sulkeutuu polttoaineen paineen avulla.



Koska ruiskutussuuttimet toimivat 70...90 V jännitteellä, sekä jännietyttö että maadoitus on järjestetty ohjainlaitteeseen.

Suuttimen resistanssi on hyvin pieni, vain 0.5 ohmia, sen virran suuruutta on valvottava ja rajoitettava.

## 4.2. Ruiskutuspaineen säädin



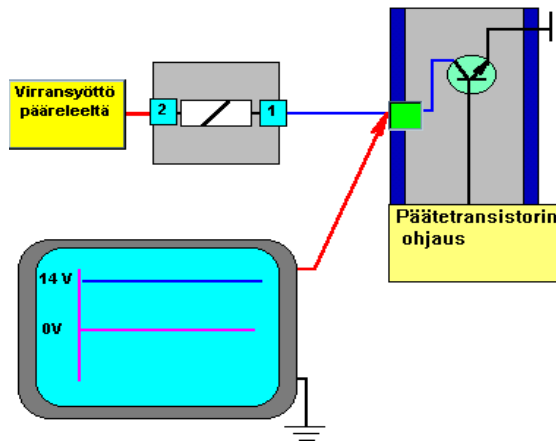
Lisää kuvaan osanumerot

1. Ohjainlaite
2. Korkeapaineen tulo (Rail yhteys)
3. Korkeapainetunnistin
4. Polttoaineen paluu
5. Yhdysputki (Rail)
6. Paineensäätöventtiili

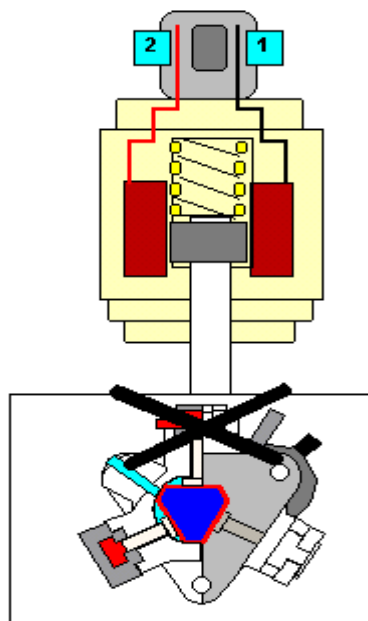
Paineensäätimen toiminta on esitetty aikaisemmin.

### 4.3. Ruiskutuspumun yhden männän poiskytkentä

Ks edellinen kuva. Poiskytkentäsolenoidi on kuvassa ylhäällä. Silloin, kun kaikki männät siirtävät polttoainetta, poiskytkentäsolenoidi on kuvan asennossa.



Kuinkas on, onko kuvan tilanteessa kytketty pumpun mäntä pois pelistä?

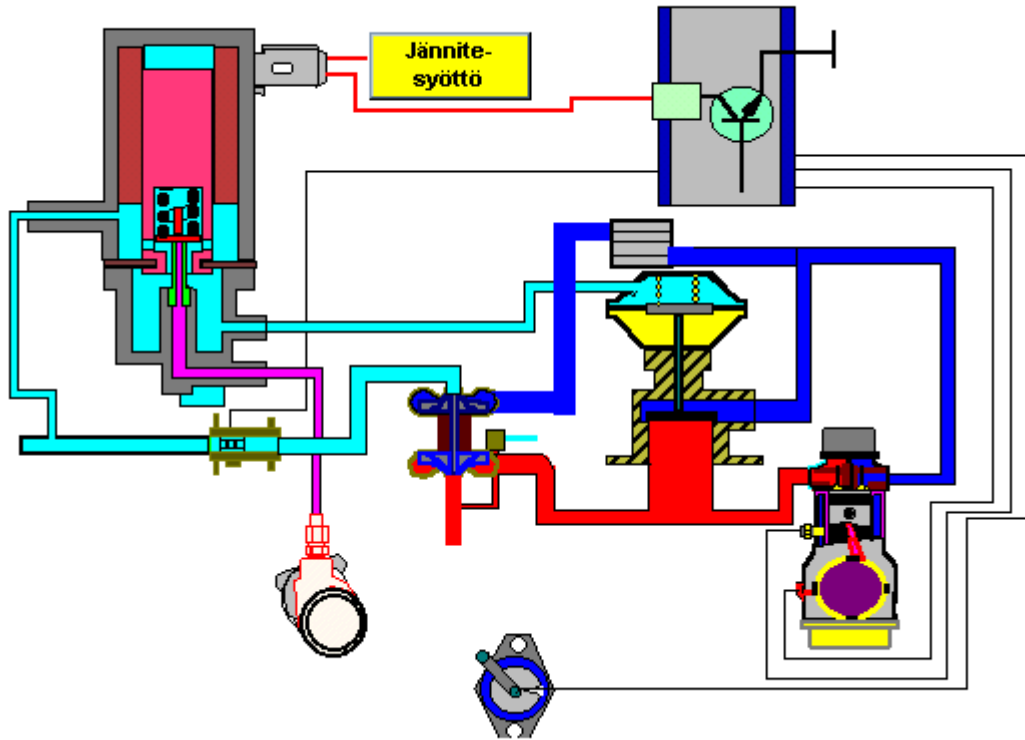


Koska korkeapainepumpun on kyettävä tuottamaan riittävä paine yhdysputkeen myös täydellä moottorin kuormituksella, osakuormalla pumppu tuottaa "liikaa" polttoainetta. Tämän vuoksi pumppu on varustettu kolmannen elementin poiskytkentämahdollisuudella.

Näin pumpun tehon tarvetta ja polttoaineen kuumenemista voidaan vähentää. ECU:n valvoma sähkömagneettinen kytkin ohjaa kolmannen männän lepuutus toimintoa. Sähkömagneetin ollessa virraton, ankkurissa oleva neula painaa jousen vaikutuksesta pumppuelementin imuventtiilin auki.

Imuventtiilin ollessa auki ei puristustahdin aikana muodostu korkeapainetta, joten pumppu toimii vain kahdella männällä.

#### 4.4. Pakokaasujen takaisinkiertäys



Typen oksideja alennetaan kierrättämällä osa pakokaasuista takaisin moottorille, kun moottori on käyntilämmin ( $> 60\text{ °C}$ ), kierrokset yli 780 1/min ja moottorin kuormitus alhainen.

Takaisinkiertäystä on estetty jos moottori käy täydellä kuormituksella, käyntinopeus yli 2700 1/min ja korkeus on yli 1500 m.

Kaasupolkimen nopea painaminen katkaisee EGR- toiminnon hetkellisesti

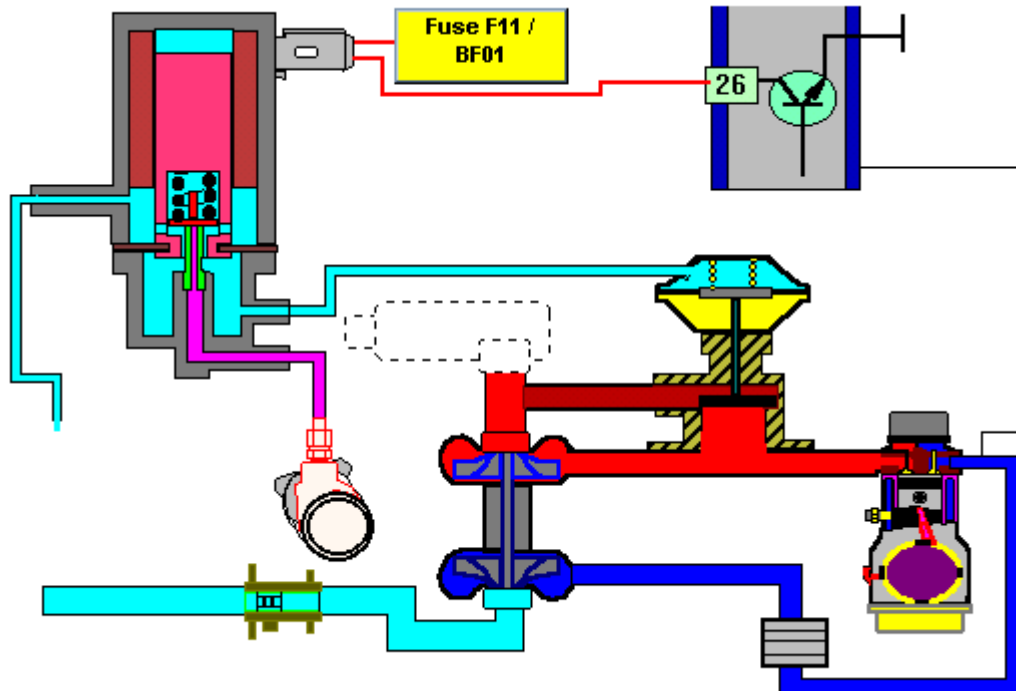
Mittaussuureet:

- ilmamassa
- moottorin lämpötila
- kaasupolkimen asento
- pyörimisnopeus
- ulkoilmanpaine

EDC- ohjainlaite ohjaa pakokaasujen takaisinkiertäyksen venttiilin maadoitusta saamiensa tietojen perusteella.



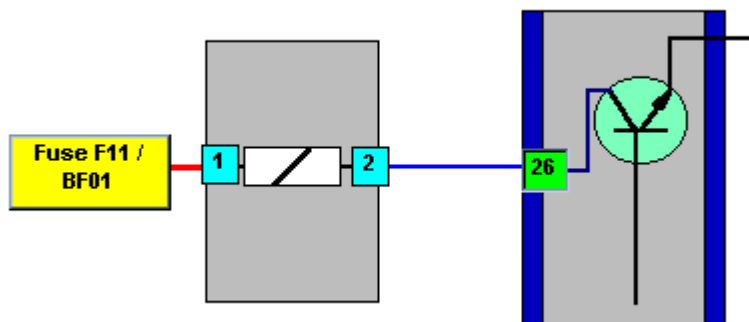
## 4.5. Ahtopaineen säätö



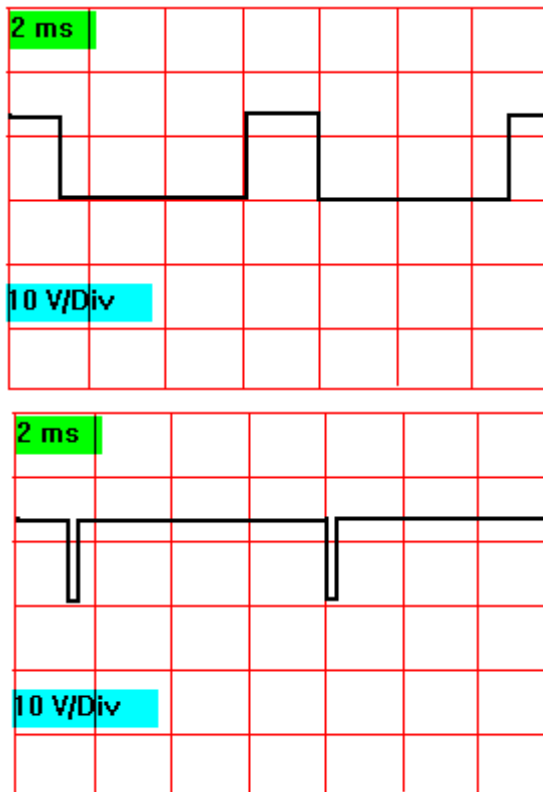
Ahtopainetta säädetään pääasiassa kahden parametrin perusteella:

1. Moottorin käyntinopeus
2. Ruiskutettava polttoainemäärä

Ahtoilman syötön kynnyks riippuu moottorin kuormitusolosuhteista. Yleensä ahtoilman suurin arvo on noin 900...1000 mbar ja se ohjataan moottorin kierroksille 2500...3500 1/min. Moottorin käynnistyshetkellä ei ahtopaineenrajoitus toimi. Ahtopaineen sähköinen säätely antaa hyvän ajomukavuuden ja parantaa polttoainetaloutta.

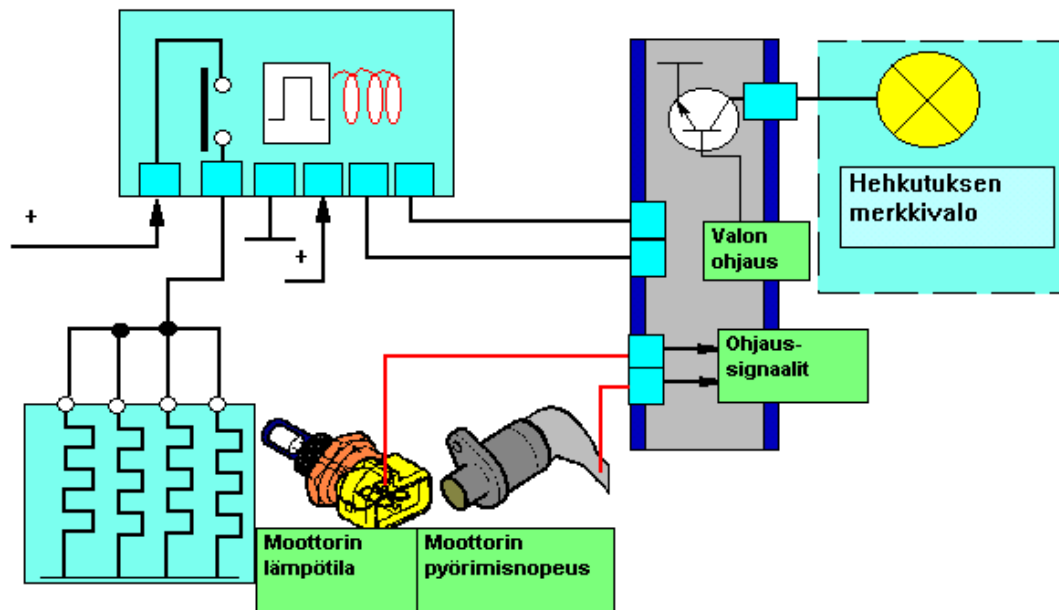


Kuvassa ahtopaineensäätimen sähköinen kytkentä.



Kummassako kuvassa ahtopaine on korkeampi, kun oskilloskoopilla on mitattu ohjainyksikön liittimen ja maan väliltä?

## 4.6. Hehkutuksen ohjaus



Hehkutus jakaantuu eri vaiheisiin:

### 1: Esihehkutus

- aika on riippuvainen moottorin lämpötilasta,
- $-30\text{ °C}$ , hehkutusaika 16 sek
- $0\text{ °C}$ , hehkutusaika 0.5 sek
- $18\text{ °C}$ , hehkutusaika 0 sek

2. Käynnistysenaikainen hehkutus - toimii, kun moottorin I-tila alle  $20\text{ °C}$  ja moottorin kierrokset yli 70 1/min

### 3. Jälkihehkutus

- toimii lämpötilasta riippuvan ajan, kun jäähdytysnesteen lämpötila alle  $20\text{ °C}$ , ruiskutusmäärä tietyn rajan yli ja käyntinopeus yli 2000 1/min

Esimerkkejä jälkihehkutusajoista:

- $30\text{ °C}$  3 min
- $0\text{ °C}$  1 min
- $18\text{ °C}$  30 sek
- $40\text{ °C}$  0 sek

LIITE 2

**MITTAUSPÖYTÄKIRJA**

pvm \_\_\_\_\_

OPISKELIJA: \_\_\_\_\_

Etsi ajoneuvon korjaamokäsikirjasta (Toyota TechDoc) mitattavien komponenttien toiminta- ja ohjearvotiedot. Mittaa ajoneuvosta vastaavat arvot ja merkitse ne pöytäkirjaan. Tulosta komponentista mitattu signaali ja liitä tuloste mittauspöytäkirjan liitteeksi.

## 1. kampiakselin pyörintänopeus- ja asentotunnistin

mittauslämpötila	ohjearvo	mittaustulos

tunnistin on tyypiltään \_\_\_\_\_

omat havainnot mittauksista ja oskilloskooppikuvasta

---



---



---



---



---

## 2. nokka-akselin asentotunnistin

ohjearvo	mittaustulos

tunnistin on tyypiltään \_\_\_\_\_

omat havainnot mittauksista ja oskilloskooppikuvasta

---



---



---



---



---

## 3. imetty ilmassa- ja ilman lämpötilatunnistin

lämpötilatunnistimen ohjearvo	mittaustulos

tunnistin on tyypiltään \_\_\_\_\_

Liitä oskilloskooppikuva ilmamäärämittauksesta joutokäynnillä ja ryntäytyksellä.

omat havainnot mittauksista ja oskilloskooppikuvasta (miten kuvaaja muuttui?)

---



---



---



---



---

## 4. ruiskutussuuttimen ohjaussignaali

sylinteri	kelan ohjearvo	mittaustulos
1		
2		
3		
4		

Liitä oskilloskooppikuva yhden suuttimen toiminnasta joutokäynnillä  
omat havainnot mittauksista ja oskilloskooppikuvasta

---



---



---



---



---

## 5. tulosta itsediagnoosijärjestelmän testaustuloste liitteeksi

## 6. luettele komponenttitestin läpikäymät komponentit

---



---



---