

Vesa Nummijärvi

Puhdastila polttoainelaitteiden testaukseen ja korjaukseen

Opinnäytetyö

Kevät 2014

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Vesa Nummijärvi

Työn nimi: Puhdastila polttoainelaitteiden testaukseen ja korjaukseen

Ohjaaja: Hannu Ylinen

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 66

Liitteiden lukumäärä: 5

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Seinäjoen ammattikorkeakoulu Oy, jonka autolaboratorion toiminta siirtyy vuoden 2015 aikana uusiin tiloihin. Uudet laboratoriotilat käsittävät auto- ja rakennustekniikan laboratoriot. Työn tarkoituksena oli tehdä selvitys autolaboratorion polttoainelaitteiden testaus- ja huoltotilalle asetetuista vaatimuksista sekä suunnitella alustavasti polttoainelaitteiden testaus- ja huoltotila.

Työssä otettiin huomioon kolmen eri polttoainejärjestelmiä valmistavan yrityksen asettamat vaatimukset omille valtuutetuille huolto- ja korjauspisteille. Laboratorion puhdastilojen suunnittelu suoritettiin pitäen silmällä kyseisten valmistajien vaatimuksia. Lisäksi huomioon otettavia seikkoja olivat ilmanvaihdon toimintaperiaatteet ja suodatus sekä tilojen palo- ja räjähdysturvallisuuden huomiointi. Työssä perehdyttiin myös tiloissa tarvittaviin laitteisiin ja välineisiin.

Työn tuloksena syntyi suunnitelma autolaboratorion puhdastilan toteutuksesta, sen tarpeista ja tilalle asetetuista vaatimuksista. Valmista opinnäytetyötä voidaan käyttää hyödyksi polttoainelaitteiden puhdastilojen suunnittelussa, laitehankinnoissa sekä tilojen käytössä.

Avainsanat: autotekniikka, polttomoottorit, polttoaineet, testaus, huolto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Vesa Nummijärvi

Title of thesis: Cleanroom for the fuel system testing and repairing

Supervisor: Hannu Ylinen

Year: 2014

Number of pages: 66

Number of appendices: 5

This thesis is commissioned by Seinäjoki University of Applied Sciences whose automotive laboratories move into a new building during in 2015. The new laboratory building houses the automotive and construction laboratories. The main idea of this thesis was to make a plan for a room where all sorts of the modern fuel system-components can be tested and repaired. One of the goals was to make a charting about the requirements for this kind of cleanroom.

The requirements for servicing and repairing the components from the three different fuel system manufacturers were taken into consideration in planning of the laboratory cleanroom. The air-conditioning is one of the most important things in the cleanroom and so it was also noticed in the planning. Because there are some fuels stored in the room, the regulations about the explosive and highly flammable liquids were examined. This thesis contains also a planning about the tools and devices needed in the fuel system servicing.

The final result was a comprehensive plan about realization of the automotive laboratory cleanroom and the regulations about it. This ready thesis can be utilised in the later planning and realization of the cleanroom and also how to use the cleanroom in the right way.

Keywords: automotive technology, combustion engines, fuels, testing, servicing

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	7
1 JOHDANTO	10
2 OTTOMOOTTOREIDEN POLTTOAINEJÄRJESTELMÄT	11
2.1 Kaasutinjärjestelmät.....	12
2.2 Mekaaninen polttoaineensuihkutus.....	13
2.3 Elektronisesti ohjattu polttoaineensuihkutus	15
3 DIESELMOOTTOREIDEN POLTTOAINEJÄRJESTELMÄT.....	17
3.1 Rivipumppujärjestelmä.....	17
3.2 Jakajapumppujärjestelmä	19
3.3 Pumppusuuttimet ja yksikköpumput.....	22
3.4 Yhteispaineruiskutus.....	24
3.4.1 Korkeapainepumput.....	25
3.4.2 Injektorit	27
4 POLTTOAINEJÄRJESTELMIEN HUOLLOT JA KORJAUKSET ...	29
4.1 Bensiinijärjestelmien huollot ja korjaukset.....	29
4.2 Dieseljärjestelmien huollot ja korjaukset	31
5 PUHDASTILA POLTTOAINEJÄRJESTELMIEN TESTAUKSEEN JA KORJAUKSEEN.....	33
5.1 Puhdastilaluokitukset	33
5.2 Puhdastilan ilmanvaihto	35
6 TYÖTURVALLISUUS POLTTOAINELAITTEIDEN HUOLTOTILOISSA	39
6.1 ATEX Räjähdysvaarallinen tila.....	39

7	VALMISTAJIEN VAATIMUKSET KORJAUSTILOILLE	42
7.1	Bosch	42
7.1.1	Boschin vaatimukset tiloille	43
7.1.2	Boschin vaatimukset laitteille	43
7.1.3	Bosch-tilojen siivous	44
7.1.4	Boschin säännöt tilan käyttäjälle	45
7.2	Denso.....	45
7.2.1	Denson E- ja D-luokitukset.....	46
7.2.2	Denson C-luokitus.....	47
7.2.3	Denson B-luokitus.....	48
7.2.4	Denson A-luokitus.....	49
7.2.5	Denso testauslaitesuositukset.....	50
7.3	Delphi.....	51
7.3.1	Delphin puhdistilaratkaisu ja varustelu.....	51
7.3.2	Delphin työmenetelmät puhdistiloissa.....	52
8	POLTTOAINELAITTEIDEN TESTAUS- JA KORJAUSTILOJEN SUUNNITTELU	54
8.1	Käytössä oleva tila	54
8.2	Tilojen puhtausluokitus.....	55
8.3	Materiaalivalinnat	56
8.4	Layout-suunnitelma.....	57
8.5	Laitteet	57
8.5.1	Common Rail -testipenkki	57
8.5.2	Pietso-ohjattujen suuttimien testaaminen.....	59
8.5.3	Ruiskutusventtiilien purku ja kokoonpano	60
8.6	Ilmanvaihto.....	61
8.7	Palo- ja räjähdysturvallisuus	61
9	YHTEENVETO.....	62
	LIITTEET	66

Käytetyt termit ja lyhenteet

CR	Lyhenne termistä Common Rail, tarkoittaen dieselmootoreissa yleisesti käytössä olevaa yhteispaineruiskutusjärjestelmää.
Lambda-tunnistin	Anturi, jolla mitataan polttomoottorin pakokaasusta jäänöhappipitoisuus.
UI	Lyhenne termistä Unit Injector, jolla tarkoitetaan dieselmootorissa sylinterikohtaisesti asennettua pumppusuu-tinyksikköä.
UPS	Lyhenteellä tarkoitetaan dieselmootorin yksikköpumppujärjestelmää (Unit Pump System).
ISO	International Organization of Standardization, eli kansainvälisesti toimiva standardoimisjärjestö.
HEPA	Kutsumanimi hienosuodatintyypille, jolla pystytään poistamaan suodattimen läpi virtaavasta ilmasta yli 99% epäpuhtauksista ja partikkeleista (High Efficiency Particulate Air Filter).

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Kaasutinjärjestelmän toimintaperiaate. (Robert Bosch GmbH 2003, 500.)	12
Kuvio 2. Bosch K-Jetronicin järjestelmäkaavio. (Robert Bosch GmbH 1988.)	14
Kuvio 3. M-Motronic-järjestelmän komponentit. (Robert Bosch GmbH 2006.)	16
Kuvio 4. Dieselmootorin Bosch-rivipumppujärjestelmä (Robert Bosch GmbH 2010).....	18
Kuvio 5. Elektronisesti ohjattu jakajapumppujärjestelmä Bosch VE-EDC. (Robert Bosch GmbH 2010)	20
Kuvio 6. Reikäsuuttimen rakenne (Robert Bosch GmbH 2010)	21
Kuvio 7. Pumppusuuttimet ja yksikköpumput (Robert Bosch GmbH 2010)	23
Kuvio 8. Denson HP2-yhteispaineruiskutusjärjestelmän keskeiset komponentit. (Denso Corporation 2007)	25
Kuvio 9. Säteismäntätyyppisen korkeapainepumpun rakennekuva. (Denso Corporation 2007.).....	26
Kuvio 10. Pietso-ohjattu injektor. (Robert Bosch GmbH 2012.)	28
Kuvio 11. Suihkutusventtiilien testaus- ja puhdistuslaite. (Asnu Corporation 2008.)	30

Kuvio 12. Bosch EPS 200 – dieselsuuttimien testauslaite. (Robert Bosch GmbH 2014.).....	32
Kuvio 13. Laminaarinen virtaus horisontaalisesti.	36
Kuvio 14. Laminaarinen virtaus vertikaalisesti.	37
Kuvio 15. Turbulenttinen ilmanvaihto.	38
Kuvio 16. Räjähdyksivaarallisen tilan varoitusmerkki. (ATEX Räjähdyksivaarallisten tilojen turvallisuus 2012.)	40
Kuvio 17. Esimerkki Denson C-luokan työpajan toteutuksesta.	48
Kuvio 18. Esimerkki Denso A-luokan työpajan toteutuksesta.	50
Kuvio 19. Hartridge HM1000 -puhdastilakaappi. (Hartridge Ltd. 2014.)	52
Kuvio 20. Delphi- puhdastilaratkaisun esimerkkipiirros.	53
Kuvio 21. Laboratoriorakennuksen auto-osaston pohjapiirros.	55
Kuvio 22. Bosch EPS 815 -testauspenkki. (Robert Bosch GmbH, [viitattu 28.4.2014].).....	58
Kuvio 23. Hartridge AVM2PC-20hp –testauspenkki. (Hartridge Ltd., [viitattu 28.4.2014].).....	59
Kuvio 24. Bosch Common Rail -suuttimien kokoonpanoteline. (Robert Bosch GmbH 2012.)	60

Taulukko 1. SFS-EN ISO 14644-1 standardin mukaiset puhtausluokitukset.	34
Taulukko 2. Räjähdyksvaarallisten tilojen ATEX-luokittelu. (ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus 2012.).....	41
Taulukko 3. Denso Corporation – Huollon ja jälleenmyynnin luokittelu.....	46

1 JOHDANTO

Nykyaikaisissa henkilöautoissa ja hyötyajoneuvoissa käytetään teknisiä ja hienos-tuneita polttoainejärjestelmiä. Varsinkin dieselpolttoaineella toimivien kulkuneuvo-jen polttoainelaitteet sisältävät erittäin pienillä toleransseilla valmistettuja kom-ponentteja, joiden puhtausvaatimukset niin käytön aikana kuin huoltotoimissa poikkeavat normaalista.

Tässä työssä perehdytään bensiini- ja dieselpolttoainejärjestelmien huoltoon ja korjaukseen tarkoitetun tavallista työsalia puhtaamman työtilan suunnitteluun. Tilo-jen puhtausvaatimuksissa keskitytään pääasiassa dieseljärjestelmien vaatimaan puhtaaseen työympäristöön. Työssä käsitellään myös polttoainejärjestelmien val-mistajien asettamia vaatimuksia huolto- ja korjaustiloille. Tilojen suunnittelussa yksi tärkeä huomioitava asia on polttoaineiden aiheuttama mahdollinen räjähdys-vaara, joten työssä kiinnitetään huomiota Euroopan unionin antamaan ohjeistuk-seen räjähdysvaarallisista tiloista.

Työn tavoitteena on suunnitella dieselpolttoainejärjestelmien valmistajien vaati-mukset mahdollisimman hyvin täyttävä työtila jossa tullaan käsittelemään nykyai-kaisia sekä vanhempia polttoainejärjestelmiä koulutuskäytössä, tutkimus- ja kehi-tysprojekteissa sekä pienissä määrin myös asiakastyönä.

Suunnittelun kohteena olevat tilat tulevat Seinäjoen ammattikorkeakoulu Oy:n au-tolaboratorion käyttöön ja tilojen arvioitu valmistumisajankohta on vuosi 2015. Tilat tulevat sijaitsemaan Seinäjoella Joupin alueella, Frami Oy:n välittömässä lähei-syydessä. Työn kohde, polttoainelaitteiden testaus- ja huoltotila, tulee olemaan kooltaan 23,4 m².

2 OTTOMOOTTOREIDEN POLTTOAINEJÄRJESTELMÄT

Polttomoottorikäyttöiset ajoneuvot vaativat toimiakseen polttoainejärjestelmän. Normaalisti polttoaine on nestemäisessä muodossa ja se johdetaan polttoainesäiliöstä palotilaan imuilman kanssa sekoittuneena polttoaineseoksena. Polttoaineen annosteluun imuilman sekaan on useita tapoja. Moottoritekniikan kehitys on tuottanut tehokkaita ja hienostuneita järjestelmiä polttoaineen siirtoon ja jakeluun, samalla polttoainetaloudellisuutta sekä hyötysuhdetta on saatu parannettua huomattavasti.

Ottomoottorilla tarkoitetaan mäntämoottoria, joka toimii ulkoisella tai sisäisellä seoksenmuodostuksella ja ulkoisella sytytyksellä. Ulkoisella seoksenmuodostuksella kehittyy pääosin homogeeninen seos, kun taas sisäisellä seoksenmuodostuksella vallitsee sytytyshetkellä voimakkaasti heterogeeninen seos. (Robert Bosch GmbH 2003, 412.)

Ottomoottoriperiaatteella toimivia mäntämoottoreita on käytetty kulkuneuvoissa jo autoilun alkuvuosista lähtien. Varhaisimpien moottoreiden polttoainejärjestelmät koostuivat kaasuttimesta sekä sen yksinkertaisista oheislaitteista. Nykyinen moottoritekniikka mahdollistaa polttoaineen suihkuttamisen optimoidusti suoraan palotilaan.

Ulkoisella seoksenmuodostuksella toimivien suihkutusjärjestelmien varhaisimmat versiot olivat mekaanisia ja polttoaineen suihkutus imukanaviin jatkuvaa. Myöhemmin tekniikan kehitys toi mukanaan elektronisesti ohjatut suihkutusjärjestelmät sekä sisäisellä seoksenmuodostuksella toimivat suorasuihkutusjärjestelmät.

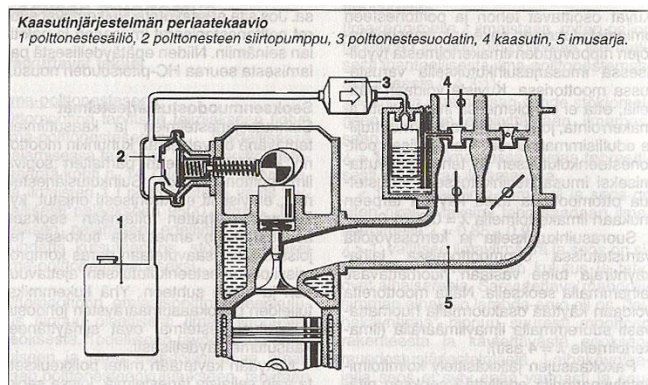
Polttoaineensuihkutusjärjestelmien ja kaasuttimien pääasiallinen tehtävä on moottorin käyttötilanteesta riippumatta muodostaa paras mahdollinen ilman ja polttoaineen seos. Nykymoottoreiden seoksille on asetettu tiukat rajat ja sähköisesti ohjatuilla järjestelmillä ne pystytään saavuttamaan. Kaasutinjärjestelmän seossäätö on hieman suurpiirteisempi. Tarkan ja optimaalisen seossäädön ansioista suihkutus-

järjestelmät ovatkin syrjäyttäneet kaasuttimet täysin. (Robert Bosch GmbH 2003, 499.)

2.1 Kaasutinjärjestelmät

Polttomoottoreiden historian ensimmäiset polttoainejärjestelmät keskittyivät kaasutintekniikkaan. Kaasuttimia käytettiin ottomoottoreissa pitkään, vasta 1980-luvulla suihkutusjärjestelmät alkoivat yleistyä kaasuttimen korvaajana. Nykypäivänä kaasuttimia käytetään lähinnä pienmoottoreissa sekä kilpa-autoilussa.

Tavanomaisessa kaasutinjärjestelmässä polttoaine siirretään säiliöstä kaasuttimen kohokammioon mekaanisella kalvopumpulla, joka saa käyttövoimansa moottorin nokka-akselilta tai apuakselilta. Polttoainesuodatin suodattaa epäpuhtaudet polttoaineesta ennen kaasuttimelle johtamista. Kaasuttimen toiminta perustuu kaasuttimen kurkun ja kohokammion väliseen paine-eroon. Kuljettajan painaessa kaasupoljinta kaasuläppä avautuu ja moottoriin virtaava ilmamäärä kasvaa, kaasuläppä siis määrittää avautumisellaan moottorista saatavan tehon. Ilman virratessa kaasuttimen kurkun kuristuskohtan ohi, ilman virtausnopeus nousee. Virtausnopeuden kasvamisesta syntyy kaasuttimen kurkun ja kohokammion (Kuvio 1.) välille paine-ero, joka siirtää polttoaineen imuilman mukana imukanavan kautta palotilaan. (Robert Bosch GmbH 2003, 500–502.)



Kuvio 1. Kaasutinjärjestelmän toimintaperiaate. (Robert Bosch GmbH 2003, 500.)

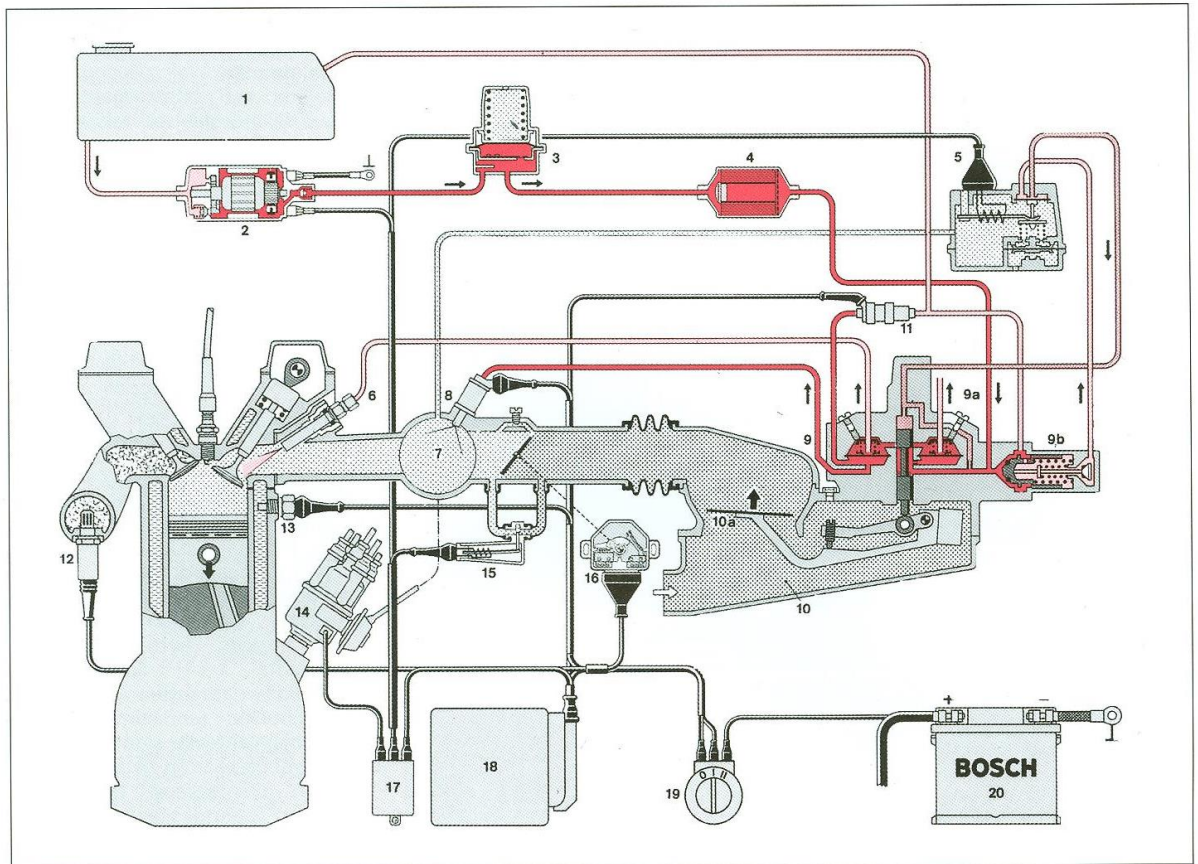
2.2 Mekaaninen polttoaineensuihutus

Kaasutinjärjestelmien korvaajaksi kehitettiin ulkoisella seoksenmuodostuksella toimiva bensiininsuihutusjärjestelmä, jossa bensiini annostellaan moottoriin joko yhden tai useamman suuttimen avulla (Kuvio 2.).

Mekaaninen suihkutusjärjestelmä toimii ilman ulkoista käyttövoimaa suuttimien suihkuttaessa polttoainetta imukanavaan jatkuvasti, suihkutettavan polttoaineen määrää säädellään mekaanisella määränjakajalla. Määränjakaja säätää polttoaineen määrän moottoriin imetyn ilmamäärän perusteella.

Imuilma kulkee suodattimen sekä suihkutuslaitteiston ilmamääränmittarin lävitse kaasuläpän ohi jatkaen matkaansa imukanavaa pitkin sylintereihin. Polttoainepumppu siirtää polttoaineen tankista painevaraajalle, josta se jatkaa suodattimen läpi suihkutuslaitteen määränjakajalle. Määränjakajan paineensäädin säätää paineen vakioksi. Määränjakajalta polttoaine siirtyy suuttimille. (Robert Bosch GmbH 2003, 507.)

Mekaanisesta suihkutusjärjestelmästä kehitettiin osittain elektronisesti ohjattu suihkutusjärjestelmä lisäämällä järjestelmään lambda-anturi mittaamaan pakokaasun jäännöshapetta. Tämä mahdollisti tarkemman seossuhteen säädön ja vaikutti myönteisesti polttoaineen kulutukseen. Osittain elektronisessa järjestelmässä seossuhdetta säädetään polttoaineen painetta muuttamalla. Järjestelmän ohjainlaite on kytketty yhteyteen moottorin sytytysjärjestelmän kanssa josta järjestelmä saa signaalin muun muassa moottorin pyörintänopeudesta sekä muista mitatuista arvoista. (Robert Bosch GmbH 2003, 509–510.)



- 1 Polttonestesäiliö
- 2 Sähköinen siirtopumppu
- 3 Polttonesteen paineenvaraaja
- 4 Polttonestesuodatin
- 5 Ohjauspaineensäädin
- 6 Suutin
- 7 Imusarja
- 8 Sähköinen kylmäkäynnistysventtiili
- 9 Seossäädin
- 9a Polttonesteen määränjakaja
- 9b Järjestelmäpaineensäädin
- 10 Ilmamääränmittari
- 10a Mittalevy
- 11 Tahdistusventtiili
- 12 Lambda-tunnistin
- 13 Lämpöaikakytkin
- 14 Virranjakaja
- 15 Lisäilmaluisti
- 16 Kaasuläppäkytkin
- 17 Ohjainrele
- 18 Ohjainlaite
- 19 Virtalukko
- 20 Akku

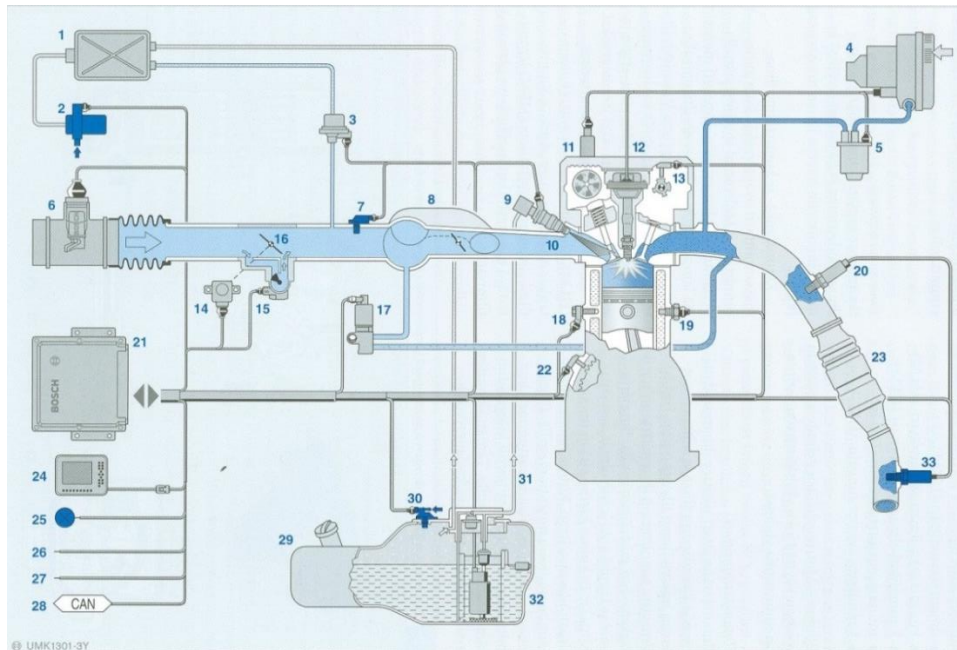
Kuvio 2. Bosch K-Jetronicin järjestelmäkaavio. (Robert Bosch GmbH 1988.)

2.3 Elektronisesti ohjattu polttoaineensuihkutus

Elektroniikan kehityksen myötä yleistyi elektronisesti ohjattu suihkutusjärjestelmä (Kuvio 3.), joka käyttää polttoaineen annostelussa apuna useita moottorista mitattuja anturitietoja, kuten esimerkiksi moottorin kuormitustilannetta, moottoriin imettyä ilmamäärää, lämpötilaa, kaasuläpän asentoa ja moottorin pyörimisnopeutta. Seossuhde säädetään pakoputkesta mitatun jäännöshapen määrän avulla, jäännöshapetta mittaa lambda-tunnistin. Suihkutustapahtumaa säädetään moottorista mitattujen arvojen mukaan, tällä tavoin elektronisesti ohjatuissa järjestelmissä polttoainetaloudellisuus on parempi ja seoksenmuodostus optimaalisempi kuin mekaanisesti toimivissa suihkutuslaitteissa.

Polttoaineen suihkutus moottorin imukanavaan tapahtuu sylinterikohtaisesti sijoitetuilla sähkömagneettisilla suihkutusventtiileillä. Myös yksipistesuihkutusjärjestelmissä on samalla periaatteella toimiva suihkutusventtiili kaasuläppäkotelon yhteyteen sijoitettuna. Suihkutusventtiiliä ohjataan kytkemällä magneettikäämi jännitteelliseksi. Käämin ollessa virrallinen syntyy magneettikenttä, joka nostaa suuttimen kärjen irti istukkapinnasta ja polttoaineen suihkutus tapahtuu. (Robert Bosch GmbH 2003, 513.)

Polttoaine siirretään säiliöstä suihkutusventtiileille sähköisellä polttonestepumpulla, joka on normaalisti sijoitettu polttoainetankin läheisyyteen. Pumpulta lähtevässä linjassa on polttoainesuodatin sekä painevaraaja. Polttoaineen paine säädetään asetetulle tasolle säätämällä paluuvirtauksen määrää polttoaineen painesäätimellä. Painesäädin on yleensä sijoitettu suihkutusventtiileiden yhdysputken yhteyteen.



Kuvio 3. M-Motronic-järjestelmän komponentit. (Robert Bosch GmbH 2006.)

Selitteet Kuvion 3 numeroiduille komponenteille:

- | | |
|---|---|
| 1. Aktiivihiilisäiliö | 12. Sytytyspuola |
| 2. Diagnosointimoduuli polttoainetankille | 13. Nokka-akselin asematunnistin |
| 3. Regenerointiventtiili | 14. Kaasuläpän asentotunnistin |
| 4. Toisioilmapumppu | 15. Joutokäyntisäädin |
| 5. Toisioilmaventtiili | 16. Kaasuläppä |
| 6. Ilmamassanmittari lämpötunnistimella | 17. Pakokaasun takaisinkierätysoventtiili |
| 7. Imusarjan painetunnistin | 18. Nakutustunnistin |
| 8. Muuttuvan imusarjageometrian ohjaus | 19. Moottorin lämpötilatunnistin |
| 9. Polttonesteen jakoputki | 20. Lambdatunnistin |
| 10. Suihkutusventtiili | 21. Moottorin ohjainlaite |
| 11. Muuttuvan nokka-akselin ajoituksen toimilaite & tunnistin | 22. Pyörintänopeustunnistin |
| | 23. Katalysaattori |
| | 24. Diagnosiliitäntä |
| | 25. Vikamerkkivalo |

3 DIESELMOOTTOREIDEN POLTTOAINEJÄRJESTELMÄT

Dieselmoottoireiden käyttö kevyessä ja raskaassa liikenteessä on yleistä moottorin hyvän hyötysuhteen ansiosta, ahdeettuna dieselmoottorin hyötysuhde paranee entisestään, samalla moottorin luovuttama teho kasvaa huomattavasti. Myös dieselmoottorin pakokaasupäästöt ovat vähäisemmät kuin bensiinimoottorilla. Nykyaikaisissa dieselmoottoireissa käytettävät polttoainejärjestelmät ovat hienostuneita ja polttoainetaloudellisia. Edellä mainituista syistä valtaosa nykypäivänä myytävistä uusista henkilöautoista on dieselmoottorilla varustettuja.

Dieselmoottori on mäntämoottori, joka toimii sisäisellä ja siten heterogeenisellä seoksenmuodostuksella ja itsesytytyksellä. Puristustahdilla puristetaan pelkää ilmaa 30...55 bar paineeseen ahtamattomissa ja 80...110 bar paineeseen ahdeetuissa moottoreissa, jolloin ilma samalla kuumenee 700...900 °C lämpötilaan. Tämä lämpötila on riittävän korkea aiheuttamaan vähän ennen puristustahdin loppua sylinteriin ruiskutettavan polttoaineen itsesytytymisen. Syttymisen jälkeisen palamisen kulku, kuten myös palamiseen käytettävissä olevan ilman hyödyntäminen ja siten saavutettavissa oleva tehollinen keskipaine riippuvat kaikki ratkaisevasti seoksenmuodostustavasta. (Robert Bosch GmbH 2003, 418.)

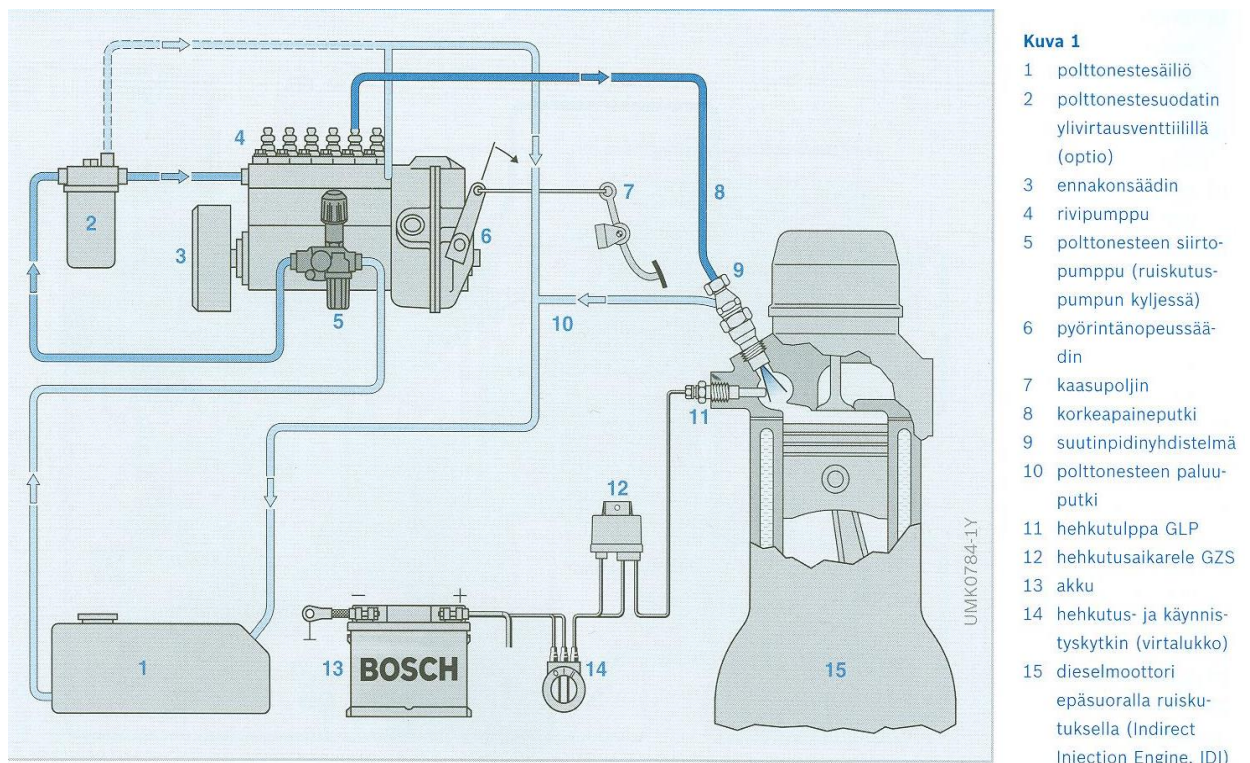
Dieselpolttoainejärjestelmien komponentit ovat erittäin mittatarkkoja laitteita eivätkä ne siedä epäpuhtauksia polttoaineessa. Tuhannesosamillimetrin kokoinen epäpuhtaus saattaa aiheuttaa komponentin toimimattomuuden, tästä syystä polttoaineen suodatuksen merkitys korostuu. Puhtaus on huomioitava myös komponentteja huollettaessa.

3.1 Rivipumppujärjestelmä

Pitkään käytössä ollut dieselmoottoireiden polttoainejärjestelmä perustuu rivipumppuun (Kuvio 4.). Rivipumppua käytetään yleisesti esikammio- ja pyörrekammio-moottoireiden polttoaineen ruiskutukseen. Suoraruiskutusmoottoireissa tarvi-

taan suurempi ruiskutusaine, johon rivipumpun tuotto ei ole riittävä. Erityisesti raskaassa kalustossa käytettävässä rivipumpussa on jokaista moottorin sylinteriä kohden oma pumppu-elementti. Käyttövoimansa rivipumppu saa moottorin jakopäästä ja rivipumpun sisällä oleva nokka-akseli käyttää pumppu-elementtejä. (Robert Bosch GmbH 2003, 572-573.)

Rivipumpullisissa järjestelmissä suuttimet ovat normaalisti kuristintappiperiaatteella toimivat. Suuttimia ei erikseen ohjata, vaan suutinputkea pitkin tuleva polttonesteen korkea paine voittaa suuttimeen asetetun jousivoiman, jolloin suuttimen neula nousee istukkapinnasta ja ruiskutus tapahtuu ja ruiskutuksen loppuessa jousivoima painaa suutinkärjen takaisin istukkaan. (Robert Bosch GmbH 2003, 590.)



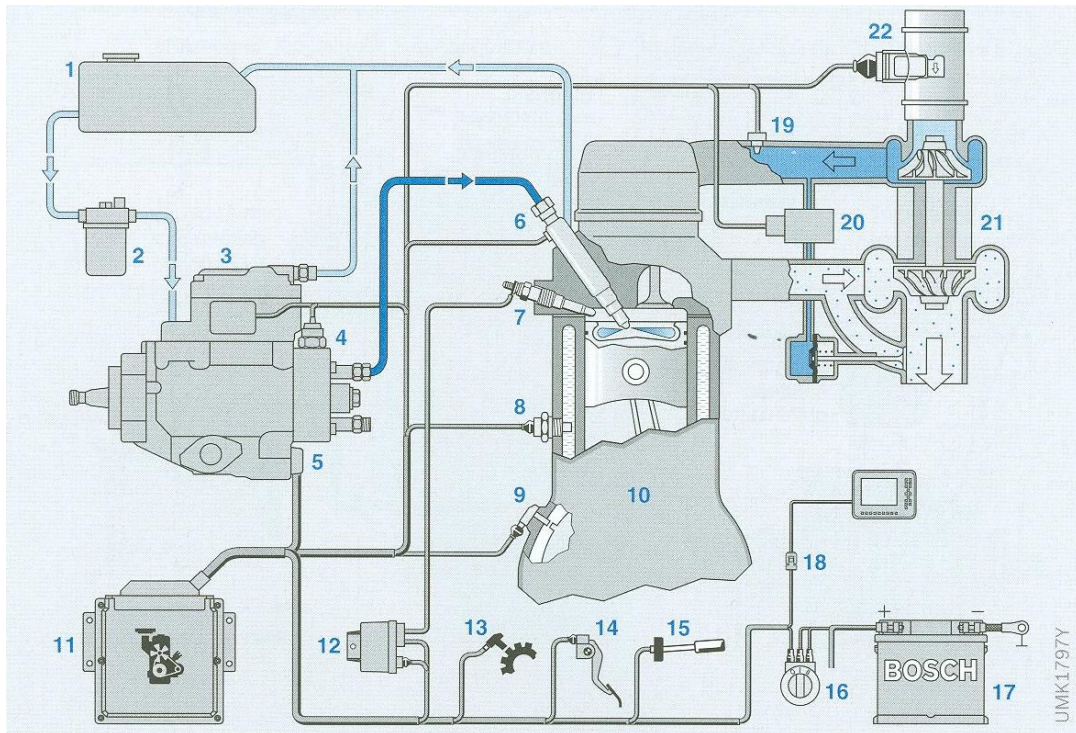
Kuvio 4. Dieselmoottorin Bosch-rivipumppujärjestelmä (Robert Bosch GmbH 2010)

3.2 Jakajapumppujärjestelmä

Jakajapumppua käytetään yleisesti kevyessä ja keskiraskaassa kuljetuskalustossa. Olennaisin ero rivipumppuun on, että jakajapumpussa on ainoastaan yksi yhteinen pumppuelementti kaikkia sylintereitä kohden. Jakajapumpulla saavutetaan suoraruiskutusmoottoreissa jopa 1950 barin paine suuttimelle. Suoraruiskutteisissa dieselmootoreissa käytetään normaalisti reikäsuuttimia ja jakajapumppua. (Robert Bosch GmbH 2003, 579-580.)

VE-jakajapumpussa on vain yksi pumppumäntä, joka syöttää poltto-
nesteeseen edestakaisen liikkeen avulla ja jakaa sen samanaikaisesti ta-
pahtuvan pyörimisliikkeen avulla yksittäisille korkeapaineulostuloille.
Yhden käyttöakselin kierroksen aikana pumpun mäntä tekee yhtä
monta työiskua kuin moottorissa on sylintereitä (Robert Bosch GmbH
2003, 579.)

Jakajapumppuja on käytössä sekä mekaanisesti että elektronisesti ohjattuja, me-
kaanisesti ohjatuissa yhteys kaasupolkimelta pumpulle on toteutettu vaijerilla tai
vivustoilla ja pyörintänopeussäädin toimii jousikuormitteisesti. Elektronisesti ohja-
tuissa jakajapumpuissa (Kuvio 5.) on käytössä kahta eri ohjausperiaatetta: kierto-
magneettiohjaus ja magneettiventtiiliohjaus. Elektronisesti ohjatun järjestelmän
etuja ovat tarkka ruiskutusmäärän säätö, hyvä teho sekä alhaiset pakokaasupääs-
töt. Myös pyörimisnopeuden säätö saadaan toimimaan elektronisesti ohjattuna
tarkemmin. Elektronisesti ohjatuissa pumpuissa on järjestelmän diagnoosiportti,
jonka avulla järjestelmän vianhaku helpottuu. (Robert Bosch GmbH 2003, 581-
583.)

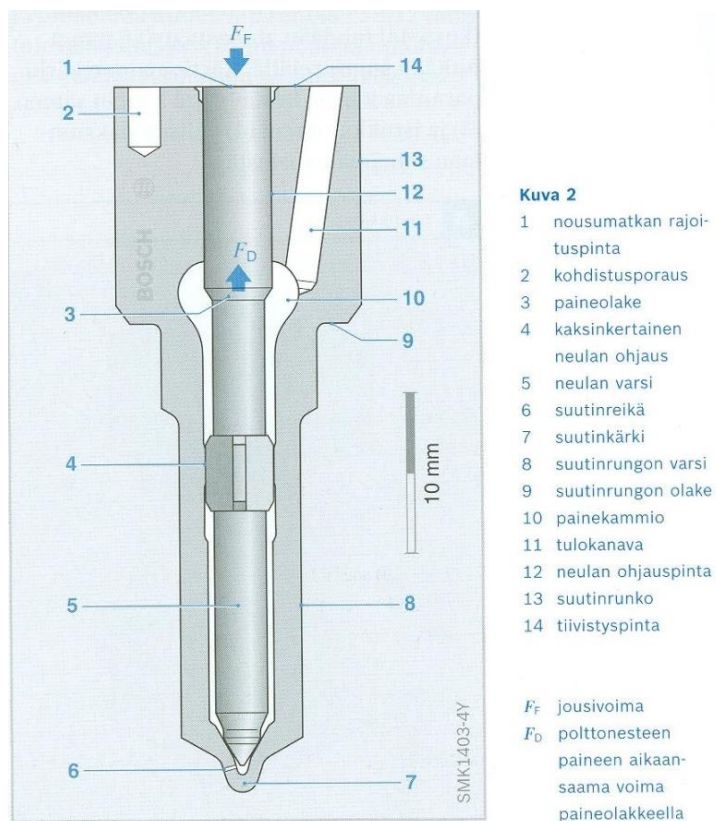


Kuvio 5. Elektronisesti ohjattu jakajapumppujärjestelmä Bosch VE-EDC. (Robert Bosch GmbH 2010)

- | | |
|--|--|
| 1. Polttoainesäiliö | 11. Moottorin ohjainlaite |
| 2. Polttoainesuodatin | 12. Hehkutuksen ohjainlaite |
| 3. Jakajapumppu määräsäätimellä, asematunnistimella ja polttoaineen lämpötunnistimella | 13. Ajonopeustunnistin |
| 4. Sähköinen sammutusventtiili | 14. Kaasupolkimen asentotunnistin |
| 5. Ennakonsäätimen magneettiventtiili | 15. Vakionopeussäätimen käyttökytkin |
| 6. Suutinpidinyhdistelmä | 16. Virtalukko |
| 7. Hehkutulppa | 17. Akku |
| 8. Moottorin lämpötilatunnistin | 18. Diagnoosiliitäntä |
| 9. Kampiakselin pyörintänopeustunnistin | 19. Ahtoilman lämpötunnistin |
| 10. Suoraruisikutusdieselmoottori | 20. Ahtopaineensäädön magneettiventtiili |
| | 21. Pakokaasuahdin |
| | 22. Ilmamassamittari |

(Robert Bosch GmbH 2010)

Yleisesti jakajapumppujärjestelmissä käytettävä dieselsuutinmalli on reikäsuutin, jonka toiminta perustuu samaan tekniikkaan kuin tappisuuttimen. Jakajapumpun tuottama korkeapaineinen polttoaine johdetaan korkeapainelinjaa pitkin suuttimen painekammioon (Kuvio 6.), jossa paine vaikuttaa suutinneulan paineolakkeeseen nostaen suutinneulaa ylöspäin jousivoimaa vastaan. Suutinneulan noustessa ylös neulan istukkapinta avautuu ja polttoaine ruiskutetaan palotilaan suuttimen kärjessä olevista rei'istä. Henkilöautodieseleissä käytetään maksimissaan kuusireikäisiä suuttimia, hyötyajoneuvoissa suutinreikiä on jopa kymmenen yhtä suutinkärkeä kohden. (Robert Bosch GmbH 2010, 114-117.)



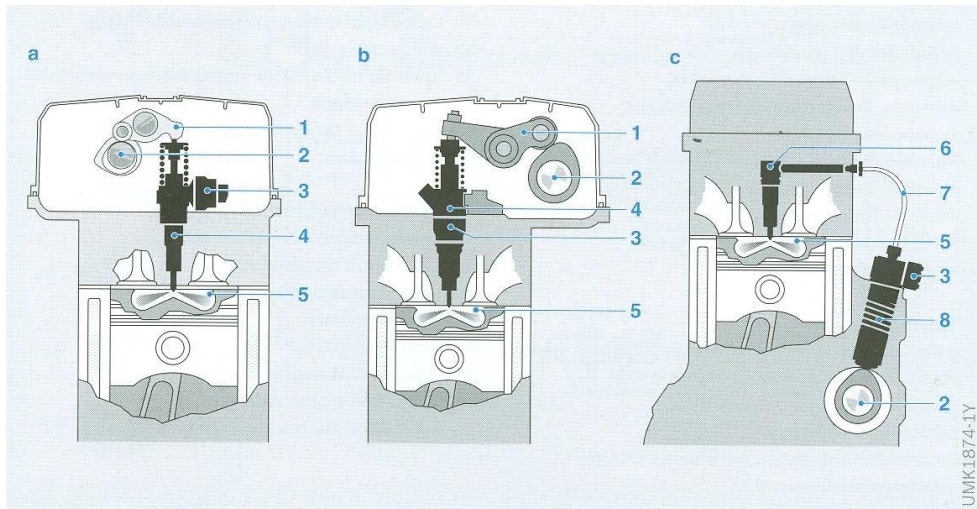
Kuvio 6. Reikäsuuttimen rakenne (Robert Bosch GmbH 2010)

3.3 Pumppusuuttimet ja yksikköpumput

Pumppusuuttimia käytetään jonkin verran nykyaikaisissa korkeavirtteisissä suoraruiskutusdieselmootoreissa. UI-pumppusuutin on käytännössä yksisylinterinen syöttöpumppu, jonka toimintaa ohjataan elektronisesti magneettiventtiilin avulla. Jokaista moottorin sylinteriä kohden on yksi pumppusuutinyksikkö, jota käytetään nokka-akselilla keinuvivun välityksellä (Kuvio 7.). Pumppusuuttimen kärki on sijoitettu venttiileiden keskelle ja suuttimen pää tulee hieman palotilan puolelle. (Robert Bosch GmbH 2003, 584.)

Pumppusuuttimen yhteyteen asennetulla nopeatoimisella magneettiventtiilillä määrätään ruiskutusennakko ja ruiskutusmäärä, joita voidaan säätää säätökäyrästä. Kompaktin kokonsa, hyvän hydraulisen hyötysuhteensa sekä pienen korkeapainetilavuuden ansiosta pumppusuuttimella saavutetaan jopa 200 Mpa:n ruiskutusaine ja siten myös pakokaasupäästönormit alittuvat. (Robert Bosch GmbH 2003, 584.)

Pumppusuuttimen rakenteeseen perustuvaa UPS-yksikköpumppujärjestelmää käytetään pääosin hyötyajoneuvojen moottoreissa. Yksikköpumppu koostuu yksisylinterisestä syöttöpumpusta ja magneettiventtiilistä, erona pumppusuuttimeen on se, että varsinainen ruiskutusaine on erillään korkeapainepumpusta. Polttoaine siirretään suuttimelle korkeapaineputken avulla. Yksikköpumppujärjestelmän etuja ovat rakenteen kompakti koko, korkea ruiskutusaine sekä komponenttien vapaamman sijoittelun mahdollisuus. (Robert Bosch GmbH 2003, 585.)



Kuvio 7. Pumppusuuttimet ja yksikköpumput (Robert Bosch GmbH 2010)

Kuviossa 7 on esitetty kolme eri polttoaineen ruiskutusjärjestelmää käyttäen pumppusuutinta ja yksikköpumppua, lisäksi on numeroitu järjestelmien komponentit:

- a) Henkilöauton pumppusuutinjärjestelmä
- b) Hyötyajoneuvon pumppusuutinjärjestelmä
- c) Hyötyajoneuvon yksikköpumppujärjestelmä

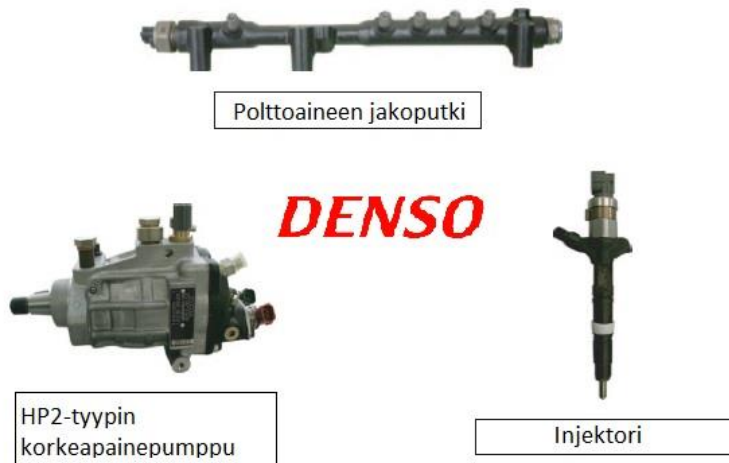
- 1. Keinuvipu
- 2. Nokka-akseli
- 3. Korkeapainemagneettiventtiili
- 4. Pumppusuutin
- 5. Moottorin palotila
- 6. Suutinpidinyhdistelmä
- 7. Lyhyt korkeapaineputki
- 8. Yksikköpumppu

(Robert Bosch GmbH 2010)

3.4 Yhteispaineruiskutus

Pakokaasupäästöjen vähentäminen sekä polttoaineenkulutuksen pienentäminen ovat asettaneet vaatimuksia dieselpolttoainejärjestelmän kehittämiseksi. Nykypäivänä kehittynein järjestelmä polttoaineen syöttöön on yhteispaineruiskutus. Yhteispaineruiskutus tunnetaan kansankielessä tutummin nimellä Common Rail. Lähes poikkeuksetta kaikki nykypäivän dieselmoottorivalmistajat kevyessä ja keskiraskaassa ajoneuvokalustossa käyttävät moottoreissaan yhteispaineruiskutusta. Yhteispaineruiskutus perustuu sylinterikohtaisiin ruiskutusventtiileihin, joille korkeapainepumppu tuottaa jatkuvan paineen. Ruiskutusventtiilien korkeapainelinjat haarautuvat painevaraajalta, johon korkeapainepumpun tuottama korkeapaineinen polttoaine johdetaan. Ruiskutusventtiilissä on magneettiventtiili, jonka kytkemällä jännitteelliseksi saadaan suuttimen neula nousemaan ja samalla korkeapaineisen polttoaineen ruiskutus palotilaan alkaa.

Yhteispaineruiskutusjärjestelmä koostuu korkeapainepiiristä ja matalapainepiiristä. Matalapainepiirin muodostavat komponentit ja linjat polttoainetankin ja korkeapainepumpun välillä ja siihen kuuluvat myös injektorien ja pumpun paluulinjat. Korkeapainepiiri muodostuu korkeapainepumpusta, painetta varaavasta jakoputkesta, paineensäätimestä ja injektoreista (Kuvio 8.). (Robert Bosch GmbH 2010, 92-93.)



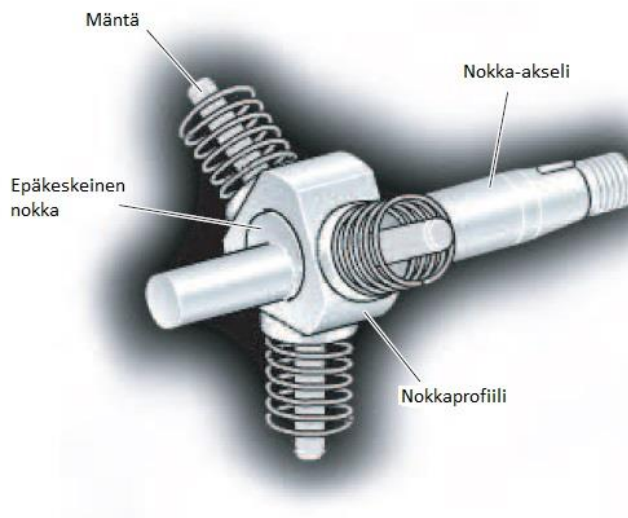
Kuvio 8. Denso HP2-yhteispaineruiskutusjärjestelmän keskeiset komponentit. (Denso Corporation 2007)

3.4.1 Korkeapainepumput

CR-järjestelmän korkeapainepumppu on kevyessä kalustossa säteismäntäpumppu, jonka tuottamaa painetta rajoitetaan joko painevaraajaan tai pumpun yhteyteen sijoitetun paineensäätimen avulla. Käyttövoimansa pumppu ottaa moottorin jakopäästä tai suoraan nokka-akselin päästä. Yhteispaineruiskutuksen järjestelmäpaine on erittäin korkea, järjestelmän mallista riippuen 1600–2500baria. (Robert Bosch GmbH 2003, 587.)

Korkeapainepumppu on jatkuvatoiminen eikä sen tuottama paine riipu moottorin pyörintänopeudesta tai ruiskutusmäärästä. Ainoastaan polttoaineen painetta ohjataan paineenrajoitusventtiileillä moottorinohjainlaitteen määrittämään arvoon. Korkeapainepumpun tuottama paine on tasaista, toisin kuin perinteisten ruiskutuspumppujen, mistä johtuen korkeapainepumpun vääntömomenttihuiput ovat myös pienemmät. Pienemmät vääntömomenttihuiput vähentävät pumpun käyttömekanismiin kohdistuvaa rasitusta. (Robert Bosch GmbH 2010, 88.)

Säteismäntätyyppinen korkeapainepumppu koostuu nokka-akselista, rengasmaisesta nokkaprofiilista sekä henkilöautokäytössä yleisesti kolmesta männästä (Kuvio 9.). Nokka-akseli pyörii joko kampiakselin tai nokka-akselin pyörimisnopeudella, nokka-akseliin on koneistettu epäkeskinen kaula, jolle on asennettu rengasmaisen nokkaprofiili. Nokkaprofiili painaa kutakin mäntää vuorollaan ulospäin, jolloin männät paineistavat polttoaineen kohti polttoaineen jakoputkea. Männät palautuvat alakuolokohtaansa palautusjousen avulla ja samalla siirtopumpun polttoainetankista siirtämä polttoaine virtaa männän päälle. Korkeapainepumpulle on tärkeää, että polttoaine on puhdasta ja hyvälaatuista, sillä pumpun läpi virtaava dieselpolttoaine voitelee pumpun liikkuvat osat. (Denso Corporation 2007.)



Kuvio 9. Säteismäntätyyppisen korkeapainepumpun rakennekuva. (Denso Corporation 2007.)

Korkeapainepumpun läpi virtaavan polttoaineen liiallisen kuumenemisen estämiseksi voidaan pumpun kolmatta mäntää lepuuttaa vapauttamalla se työsyklistä. Lepuutusta voidaan käyttää myös silloin, kun polttoaineen tarve on pieni. Käytännössä lepuutusvaiheessa yhden männän tuottama polttoaineen paine vapautetaan suoraan paluulinjaan, jolloin ei aiheudu myöskään polttoaineen kuumenemista.

3.4.2 Injektorit

Yhteispaineruiskutusjärjestelmän keskeisimmät komponentit ovat injektorit, joilla korkeapaineinen polttoaine sumutetaan moottorin palotilaan. Jokainen injektorit on lyhyen korkeapaineputken välityksellä yhteydessä polttoaineen jakoputkeen. Injektorin avaamiseen ja sulkemiseen käytetään nykyään kahta tapaa, ensimmäisistä järjestelmistä lähtien käytössä ollut magneettiventtiiliohjausta sekä kehittyneempää pietso-elementillä toteutettua ohjausta. Merkittävimmät erot pietso-ohjatun ja magneettiventtiilillä ohjatun injektorin välillä ovat pietso-injektorin (Kuvio 10.) huomattavasti nopeampi toiminta ja fyysisesti kompaktimpi rakenne.

Ensimmäisen sukupolven magneettiventtiiliohjatulla injektorilla pystytään suorittamaan polttoaineen ruiskutus 800 μ s:n välein, nykyaikaisilla kehitysversioilla hie- man nopeammin. Pietso-ohjausta käyttämällä ruiskutus voidaan suorittaa jopa 200 μ s:n välein. Pietso-ohjaus on mahdollistanut myös ruiskutuspaineen nostamisen 1600 barin paineesta 2000 barin paineeseen. Pietso-ohjatun injektorin toiminta perustuu sadoista keraamisista pietsolevyistä koostuvasta pietsosähköisestä yksiköstä injektorin yläosassa. Pietso-elementtiin kytketään jännite, jolloin tapahtuu pietsosähköinen ilmiö ja elementti laajenee, laajeneminen vaikuttaa injektorin sisällä sijaitsevaan venttiiliin, joka vapauttaa jakoputken paineen vaikuttamaan injektorin neulaan, korkeapaineinen polttoaine nostaa neulan ja ruiskutus palotilaan tapahtuu. Magneettiventtiilillä ohjatun injektorin toimintaperiaate on samankaltainen, erona on polttoaineen painekanavan ohjaaminen magneettiventtiilillä. (Robert Bosch GmbH 2010, 87.)

Koska jokaista injektoria ohjataan yksittäin, on mahdollista toteuttaa ruiskutustapahtuma sylinterikohtaisesti. Nopeatoimisilla injektoreilla toteutettu järjestelmä mahdollistaa myös ruiskutustapahtuman jakamisen jopa viiteen osaan yhden työkierron aikana. Nykyään yleisesti käytössä oleva ratkaisu on niin sanottu pilotti-ruiskutus jossa ennen varsinaista ruiskutusta annetaan palotilaan pieni määrä polttoainetta. Tällä ratkaisulla pystytään huomattavasti vähentämään haitallisten pakokaasujen määrää. (Amz Diesel spezial 2009.)



Kuvio 10. Pietso-ohjattu injektori. (Robert Bosch GmbH 2012.)

4 POLTTOAINEJÄRJESTELMIEN HUOLLOT JA KORJAUKSET

Polttoainejärjestelmien komponentit vaativat ajoneuvokäytössä melko vähäisesti huoltoa, polttoainejärjestelmän toiminnan kannalta oleellisin asia on polttoaineen hyvä laatu ja puhtaus, siten merkittävin huoltotoimenpide onkin polttoainesuodattimen vaihto uuteen. Suodattimen vaihto kuuluu ajoneuvojen huolto-ohjelmaan ja moni valmistaja ohjeistaa suodattimen vaihdettavaksi dieselmootoreilla varustetuissa autoissa noin 35 000 kilometrin välein. Bensiinikäyttöisissä autoissa polttoainesuodattimen vaihtoväli on hieman pidempi. Monet autoilijat vaihdattavat suodattimen useammin kuin valmistaja on ohjeistanut, koska suodatinpatruunan vaihto on edullinen ja polttoainejärjestelmän toimintavarmuutta parantava toimenpide. Laiminlyöty suodattimen vaihtoväli ilmenee yleensä talven ensimmäisillä pakkasilla, kun suodattimeen kertynyt vesi jäätyy ja polttoaineen virtaus pumpulle estyy aiheuttaen moottorin sammumisen ja käynnistymättömyyden.

Normaalisti tarve polttoainejärjestelmän korjaukselle tulee vasta silloin, kun ajoneuvossa on jokin selkeä vika. Yleisiä vikakohteita polttoainejärjestelmille ovat polttoainepumput, suihkutusventtiilit sekä sähköisten komponenttien viat, kuten esimerkiksi paine- ja lämpötila-anturit.

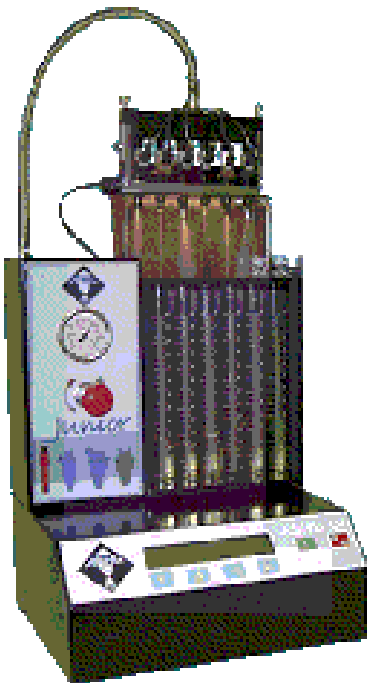
4.1 Bensiinijärjestelmien huollot ja korjaukset

Bensiinimoottoreiden polttoainejärjestelmien korjaustoimenpiteissä yleinen toimenpide on komponenttien perusteellinen puhdistus. Polttoaineen siirtopumput sekä painepumput ovat rakenteeltaan tiiviisti suljettuja eikä niiden korjaaminen ole mahdollista, pumpun rikkoutuessa ainoa korjaustapa on vaihtaa pumpu uuteen.

Myös polttoaineen suihkutusventtiilin magneettiventtiili ja suuttimen neula ovat huoltovapaita, suihkutusventtiiliin on kuitenkin mahdollista vaihtaa tiivisteet sekä polttonesteen tulolinjassa oleva suodatin. Mikäli suuttimen suihkutuskuviossa, suihkutusmäärässä tai avautumisessa on ongelmia, suihkutussuutin voidaan puh-

distaa ultraäänipesussa. Ultraäänipesun teho perustuu ultraääniaaltojen aiheuttamiin paineiskuihin puhdistettavalla pinnalla, ultraääniaallot liikkuvat pesunesteessä. Ultraäänipesu puhdistaa suihkutusventtiilin myös sisäisesti, koska pesulaitteen neste virtaa suihkutusventtiilin lävitse kuljettaen ultraääniaallot myös suuttimen sisäisiin osiin. Mikäli ultraäänipuhdistuksella ei pystytä palauttamaan suihkutusventtiiliä toimintakuntoon, jää ainoaksi mahdollisuudeksi vaihtaa suihkutusventtiili uuteen.

Suihkutusventtiili pystytään testaamaan ja diagnosoimaan ennen ja jälkeen puhdistuksen suihkutusventtiilien testauslaitteella (Kuvio 11.). Testauslaitteessa suuttimet asetetaan vierekkäin telineeseen, kiinnitetään magneettiventtiilien ohjausjohdot sekä kytketään testausnesteen painelinja kiinni yhdysputkeen. Suuttimien ollessa testissä vierekkäin voidaan helposti vertailla niiden tuottamaa suihkutusmäärää sekä suihkutuskuviota. Mikäli poikkeavuutta esiintyy, vialliset suuttimet voidaan puhdistaa uudelleen.



Kuvio 11. Suihkutusventtiilien testaus- ja puhdistuslaite. (Asnu Corporation 2008.)

Merkittävä osa bensiinimoottorin polttoainejärjestelmien vioista aiheutuu osittain tai kokonaan elektronisen ohjauksen komponenttien virheellisestä toiminnasta. Moottorin ohjauselektronikan diagnosointiin paras menetelmä on automallikohtaisesti soveltuva ajoneuvotesteri. Myös mittaamalla komponenttien arvot ja vertaamalla niitä valmistajan antamiin ohjearvoihin päästään usein vian aiheuttajan jäljille.

4.2 Dieseljärjestelmien huollot ja korjaukset

Dieselmoottorin polttoainejärjestelmän komponenttien moitteettoman toiminnan edellytys on polttoaineen puhtaus. Puhtaus on erityisesti dieseljärjestelmissä vieläkin tärkeämpää kuin bensiinijärjestelmissä, sillä nykyaikaiset dieseljärjestelmän komponentit ovat erittäin pienillä toleransseilla valmistettuja tarkkuuskomponentteja. Yhden tuhannesosamillimetrin kokoinen epäpuhtaus kriittisessä paikassa saattaa aiheuttaa toimintahäiriön. Hyvälaatuinen ja puhdas polttoaine yhdessä riittävän polttoaineen suodatuksen kanssa ylläpitää järjestelmän hyvän kunnon. Järjestelmän läpi virtaava polttoneste voitelee samalla kaikki liikkuvat komponentit niin korkeapainepumpussa kuin ruiskutusventtiileissäkin. Dieseljärjestelmän komponenttien toimintaan vaikuttaa myös kuluminen, useiden satojen tuhansien kilometrien ajomäärä kuluttaa komponentteja ja välykset kasvavat.

Dieselmoottoreiden komponentteja pystytään huoltamaan melko laajasti. Rivi- ja jakajapumppujärjestelmien ruiskutuspumppuihin on saatavilla varaosia ja niiden korjaaminen onnistuu dieselkorjaamo-olosuhteissa. Kun pumppuun on vaihdettu osia, sen toiminta on tarkastettava ja ruiskutuksen arvot säädettävä tähän tarkoitukseen ruiskutuspumppun testauspenkissä. Mekaanisilla pumpuilla toimivissa järjestelmissä käytettävät suuttimet ovat huollettavissa vaihtamalla suutinpitimiin uudet suutinkärjet. Suutinkärkien vaihtamisen yhteydessä on säädettävä avautumispaine valmistajan antamaan ohjearvoon ja tarkistettava ruiskutuskuvio testauslaitteella (Kuvio 12.).



Kuvio 12. Bosch EPS 200 – dieselsuuttimien testauslaite. (Robert Bosch GmbH 2014.)

Yhteispaineruiskutuksen komponentteja pystytään kunnostamaan vaihtamalla korkeapainepumppujen ja ruiskutusventtiileiden käytettyihin runkoihin uudet osat kuluneiden tilalle ja testaamalla pumpun toiminta. Yhteispaineruiskutusjärjestelmän komponentit ovat erittäin mittatarkkoja ja niiden huolto- ja korjaustoimenpiteitä suoritetaan ainoastaan valmistajan valtuuttamissa korjaamoissa. Käytännössä tavallisissa korjaamo-olosuhteissa ajoneuvon korjaamisessa käytetään valmistajan ohjeiden mukaisesti kunnostettuja vaihtolaitteita, osien vaihtamisen jälkeen käytetyt ja rungoltaan ehjät laitteet lähetetään valmistajan valtuuttamaan huoltoon, jossa tapahtuu jälleen kunnostus, mikäli käytetyt laitteet täyttävät niille asetetut vaatimukset. Yhteispaineruiskutusjärjestelmän ruiskutusventtiileitä pystytään testaamaan asianmukaisella testauslaitteella (Kuvio 12.).

5 PUHDASTILA POLTTOAINEJÄRJESTELMIEN TESTAUKSEEN JA KORJAUKSEEN

Polttoainejärjestelmien kehittyminen ja valmistustoleranssien pieneneminen ovat johtaneet kasvaneeseen puhtaustarpeeseen huolto- ja korjaustoimenpiteissä.

Korjaustilat, joissa operoidaan polttoainejärjestelmän komponentteja, poikkeavat puhtausvaatimuksiltaan tavanomaisista korjaustiloista. Komponenttien pienten toleranssien vuoksi tiloissa ei ole suotavaa käsitellä osia, joista on mahdollista irrota epäpuhtauksia muualle ympäristöön, esimerkiksi ajoneuvon alustan osat. Myöskään minkäänlaista lastuavaa työstöä, hiontaa tai porausta ei tule suorittaa samoissa tiloissa polttoainejärjestelmien komponenttien kanssa. Puhtaussyistä polttoainejärjestelmän komponenttien huollot ja korjaukset tulisi suorittaa tähän tarkoitukseen tehdyssä puhdastilassa.

Puhdastilaksi kutsutaan rakennuksen sisäpuolella sijaitsevaa tilakokonaisuutta, jossa pyritään sisäilman ja työympäristön täydelliseen puhtauteen. Työskentelemällä puhdastilassa voidaan ehkäistä mahdollisten hiukkasten aiheuttamat haitat tuotannossa. (Puhdastilat 2008.)

5.1 Puhdastilaluokitukset

Puhdastilan puhtausluokitus määritetään standardin ISO 14644 mukaisesti sisäilman hiukkaspuhtauden mukaan (Taulukko 1.). Puhtausluokituksen ilmoittamiseen käytetään termiä ISO-luokka N, josta selviää tilojen suurin sallittu hiukkaspitoisuus. Puhtausluokat määritellään asteikolla ISO-1 – ISO-9, jossa ISO-1 edustaa hiukkaspitoisuudeltaan puhtainta tilaluokitusta. Puhdastiloissa käytettävät luokitukset ovat ISO 1 – ISO 6, ISO 1:n ollessa puhtain ja ISO 6:n ollessa epäpuhtain puhdastilan luokitus. ISO 9 -luokitus vastaa tavallisen huoneilman puhtautta. (SFS-EN ISO 14644-1 1999.)

Taulukko 1. SFS-EN ISO 14644-1 standardin mukaiset puhtausluokitukset.

ISO LUOKITUS- NUMERO	Suurimmat hiukkaspitoisuusrajat (hiukkasia/m ³ ilmaa) hiukkasille, jotka ovat yhtä suuria tai suurempia kuin alla esitetyt tarkasteltavat koot					
	0,1µm	0,2µm	0,3µm	0,5µm	1µm	5µm
ISO luokka 1	10	2				
ISO luokka 2	100	24	10	4		
ISO luokka 3	1000	237	102	35	8	
ISO luokka 4	10000	2370	1020	352	83	
ISO luokka 5	100000	23700	10200	3520	832	29
ISO luokka 6	1000000	237000	102000	35200	8320	293
ISO luokka 7				352000	83200	2930
ISO luokka 8				3520000	832000	29300
ISO luokka 9				35200000	8320000	293000

HUOM. Mittausmenetelmiin liittyvät epätarkkuudet edellyttävät, että pitoisuusarvot esitetään ainoastaan kolmen merkitsevän numeron tarkkuudella luokitustasoa määritettäessä

Puhdastilan sisäilman hiukkaspitoisuus merkitään luokitusnumerolla, N . Jokaiselle tarkasteltavalle hiukkaskoolle, D , suurin sallittu hiukkaspitoisuus, C_n , määritetään seuraavan puhdastilan ISO-luokituksen laskentakaavan yhtälön mukaan:

$$C_n = 10^N * \left(\frac{0,1}{D}\right)^{2,08}$$

missä

C_n on suurin ilmassa sallittu pitoisuus hiukkasia (hiukkasia kuutiometrissä ilmaa), jotka ovat yhtä suuria tai suurempia kuin tarkasteltavana oleva hiukkaskoko. C_n pyöristetään lähimpään kokonaislukuun korkeintaan kolmen merkitsevän numeron tarkkuudella.

- N* on ISO-luokitusnumero, joka ei saa ylittää lukua 9. ISO-luokkien välistä luokituslukuja voidaan määritellä 0,1 pienimpänä sallittuna lisäyksenä.
- D* on tarkasteltavana oleva hiukkaskoko mikrometrinä.
- 0,1 on vakio, jonka dimensio on mikrometri. (SFS-EN ISO 14644-1 1999.)

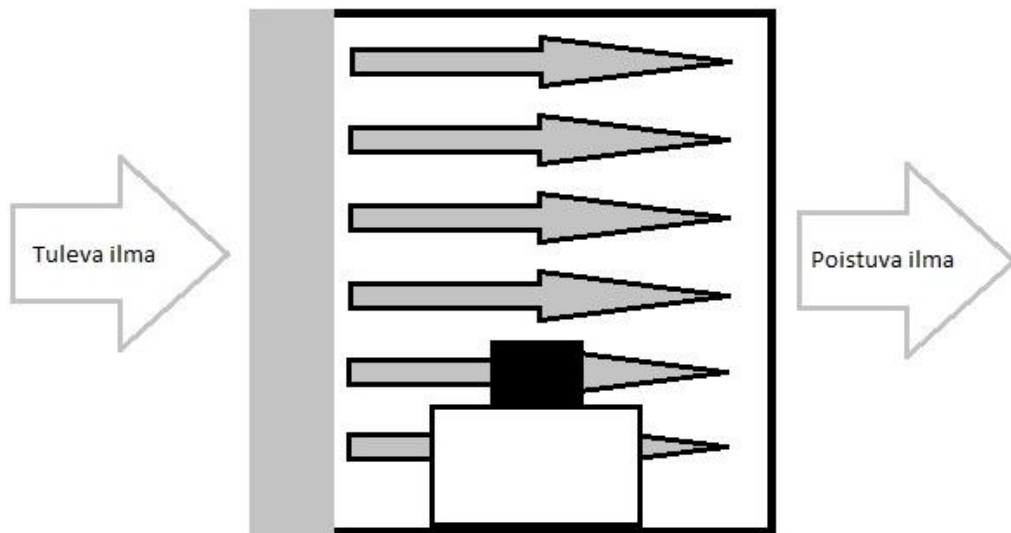
5.2 Puhdastilan ilmanvaihto

Puhdastiloissa oleellisimmat asiat ovat kunnollinen ilmanvaihto ja ulkoa tulevan ilman epäpuhtauksien eliminointi. Puhdastilojen ISO-luokitusten ylläpitämiseksi ilmastointijärjestelmä on varustettava erillisillä HEPA-suodattimilla (High Efficiency Particulate Air Filter). HEPA-suodatin on ilmansuodatintyyppi, jolla pystytään suodattamaan 0,3 μm :n kokoiset ja suuremmat hiukkaset suodattimen läpivirtaavasta ilmasta 99,97 prosenttisesti. Suodattimien määrä valitaan tiloille asetetun ISO-luokituksen mukaan. Myös ilmanvaihdon ilmamäärä on oltava erittäin suuri, jotta pienetkin hiukkaspitoisuudet saadaan eliminoiduksi. (Tompuri 2008.)

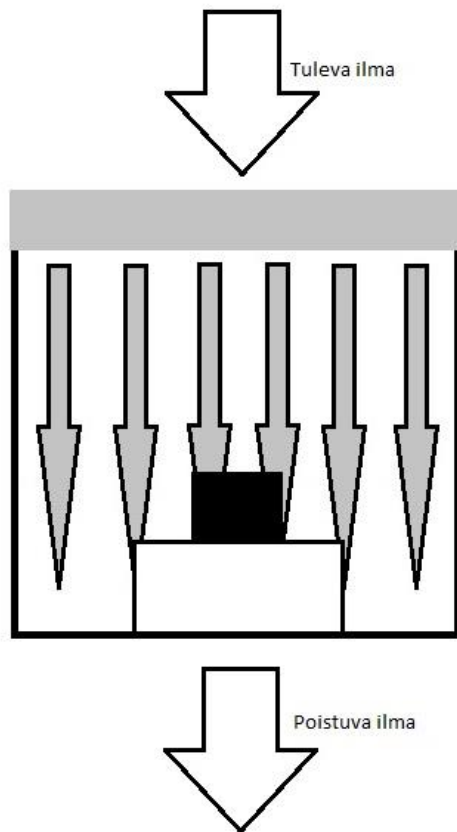
Muihin tiloihin nähden puhdastila on ylipaineinen, joten puhdastilan ilmanvaihdosta poistuva ilma virtaa likaisempiin tiloihin, tällä ratkaisulla pystytään estämään tehokkaasti epäpuhtauksien siirtyminen muista tiloista puhdastiloihin. Suodatettu sisäilma voidaan ohjata virtaamaan tiloissa laminaarisesti tai turbulentsisesti. Laminaarinen eli suoraviivainen virtaus voi lisäksi olla joko vertikaalista tai horisontaalista (Kuvio 13.). (Kiramo 2013.)

Laminaarisella, vertikaalisesti suunnatulla ilmavirralla saavutetaan hyvä epäpuhtauksien poisto tilasta (Kuvio 14.). Yleisesti laminaarinen ilmanvaihto on toteutettu tuomalla suodatettu sisäilma tiloihin tilan yläosasta ja poistamalla se lattian rajassa. Ilman poisto voidaan toteuttaa poistokanavin varustetulla lattialla tai lattian ra-

jaan sijoitettujen poistoventtiilien avulla. Laminaarisen virtauksen toteuttamiseksi ilman tulo- ja poistokanavien on sijaittava mahdollisimman tarkasti toisiaan vastakkain. (SFS EN ISO 14644-4 1999.)

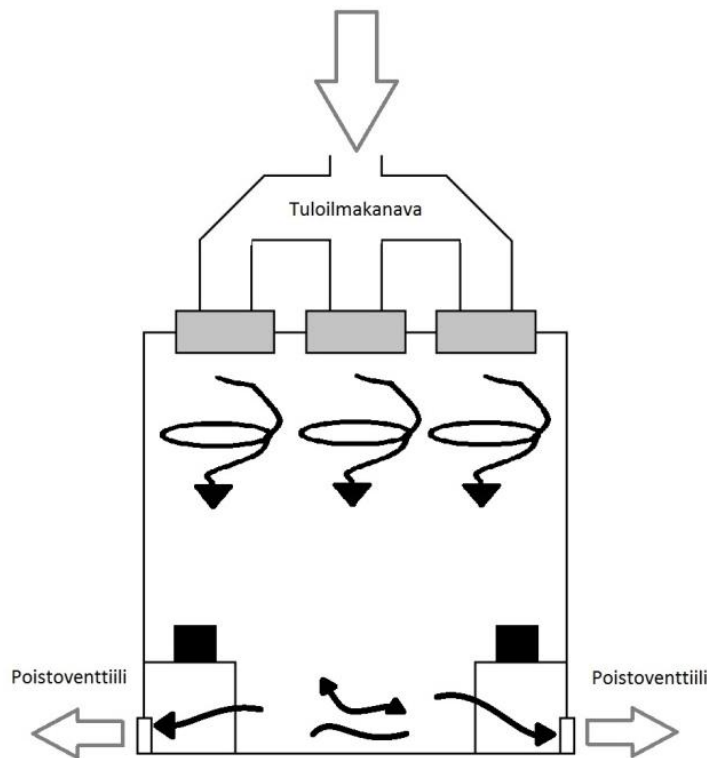


Kuvio 13. Laminaarinen virtaus horisontaalisesti.



Kuvio 14. Laminaarinen virtaus vertikaalisesti.

Yksi puhdastilan ilmanvaihdon toteutustavoista on ohjata ilmavirta kulkemaan tilassa turbulentsesti eli pyörteilevästi. Turbulenttisessa mallissa ilman poistokanavat on sijoitettu lattian rajaan (Kuvio 15.). Pyörteilevän ilmavirran aikaansaamiseksi on tärkeää, että suodattimet levittävät ilmavirran tehokkaasti tilaan. Turbulenttinen ilmanvaihto on sopiva tiloille, joiden puhtausluokitus on ISO 6 tai suurempi. Koska ilmavirta kiertää lattian tasolla, se nostaa epäpuhtauksia lattiasta ylöspäin.



Kuvio 15. Turbulenttinen ilmanvaihto.

Puhdastilan ilmanvaihto voidaan toteuttaa myös yhdistelemällä edellä mainittuja ilmanvaihtomalleja. Laminaarisen ja turbulenttisen ilmanvaihdon yhdistelmää kutsutaan sekoitetuksi ilmavirraksi. Sekoitetussa ilmavirrassa ilma tuodaan tilaan kuitenkin laminaarisessa ilmanvaihdossa tilan yläosasta ja ilmanvaihdon poistokanavat sijaitsevat lattian rajassa seinien alareunassa. (SFS EN ISO 14644-4 1999, 28–33.)

Puhdastilan ja siihen yhteydessä olevan tilan välille luodaan paine-ero, jolla pyritään estämään epäpuhtauksien pääsy puhdastilaan. Paine-ero saadaan aikaan tuottamalla puhdastilaan ylipaine ilmanvaihtojärjestelmän avulla. EN ISO 14644-4 standardin mukaisesti ylipainetta tulisi olla 5–20 Pa, tällä paineella ovet ovat vielä helposti avattavissa eikä tiloihin synny pyörteitä oven avaamisesta. Paine-ero voidaan toteuttaa ilmanvaihdon tuotto- ja paluumäärää säätelevillä järjestelmillä. (SFS EN ISO 14644-4 1999, 34.)

6 TYÖTURVALLISUUS POLTTOAINELAITTEIDEN HUOLTOTILOISSA

Polttoainelaitteiden korjaustiloissa tulee käyttää henkilökohtaisia suojalaseja sekä suositeltavaa on myös roiskeilta suojaava työtakki. Käyttämällä työtakkia estetään myös henkilön vaatetuksesta irtoavan mahdollisen epäpuhtauden pääsy työn alla oleviin komponentteihin. Ehdottomasti suositeltava turvavaruste niin polttoainejärjestelmien korjaustilassa kuin muuallakin korjaushallissa ovat turvakärjellä varustetut työjalkineet, joilla pystytään ehkäisemään putoavien välineiden aiheuttamat vammat. Kun käsitellään polttonesteitä, on käytettävä suojakäsineitä, jolloin vältytään polttonesteissä olevien haitallisten aineiden imeytymiseltä elimistöön.

Kaikissa tiloissa käytettävissä koneissa ja laitteissa on oltava paikallaan asianmukaiset ja laitteen valmistajan hyväksymät suojaimet. Suojaimia ja turvavarusteita ei missään tapauksessa saa ohittaa tai irrottaa. Turvavarusteiden käytön laiminlyönnistä aiheutuu merkittävä riski työtapaturmaan koneen käyttäjälle ja muille tiloissa oleville.

6.1 ATEX Räjähdyksivaarallinen tila

Koska tiloissa esiintyy polttoaineen ja ilman seoksia, tilojen suunnittelussa on otettava huomioon myös räjähdysvaara ja sen torjunta.

Euroopan Unionin direktiiveistä, jotka koskevat räjähdysvaarallisia tiloja, niissä työskentelyä ja niissä käytettäviä laitteita, käytetään nimitystä ATEX. Direktiiveillä suojellaan räjähdysvaarallisissa tiloissa työskenteleviä henkilöitä ja saadaan EU:n räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuusvaatimukset yhtenäisiksi. (ATEX Räjähdyksivaarallisten tilojen turvallisuus 2012.)

ATEX-direktiiviä sovelletaan sellaisiin tiloihin, joissa on mahdollista aiheutua räjähdysvaara. Räjähdyksivaaran aiheuttavat tiloissa käsiteltävät ja tiloissa työskente-

lystä syntyvät herkästi syttyvät kaasut, pölyt ja nesteet. Räjähdyksvaarallisten Ex-tilojen lisäksi direktiivi käsittelee myös Ex-laitteita eli räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävien laitteiden, välineiden ja järjestelmien turvallista toimintaa. Ex-tiloissa voidaan käyttää vain ATEX-direktiivin täyttäviä koneita ja laitteita. (ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus 2012.)

Räjähdyksvaarallisiksi tiloiksi määritellään sellaiset tilat, joissa ilmenee räjähdysvaarallisia ilmaseoksia sellaisia määriä, että on ryhdyttävä toimiin työntekijöiden suojelemiseksi. Suojaustoimenpiteet määritellään tilojen luokittelulla räjähdysvaarallisen seoksen ilmenemisen todennäköisyyden perusteella (Taulukko 2). Tilaluokituksella varmistetaan oikeanlaisten laitteiden valinta tilaan ja niiden turvallinen käyttö. Yleensä tilanteissa, joissa käsitellään palavaa ainetta, on jonkin asteinen mahdollisuus räjähdysvaaraan. Tilaluokituksissa turvallisuus perustuukin siihen, että mikäli tilassa on suuri todennäköisyys räjähdysvaaran ilmentymiseksi, käytetään laitteita, joilla on pieni riski toimia syttymislähteenä. Suurella ilmanvaihdon ilmamäärällä pystytään edesauttamaan räjähdysvaarallisen ilmaseoksen laimentumista ja siten syttymisherkkyden minimointia. (SFS-EN 60079-10-1 2009, 20-26.)

Räjähdyksvaaralliset tilat on merkittävä asettamalla sisäänkäyntien läheisyyteen helposti havaittavissa oleva Ex-tilojen varoitusmerkki (Kuvio 16.). (ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus 2012.)



Kuvio 16. Räjähdyksvaarallisen tilan varoitusmerkki. (ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus 2012.)

Taulukko 2. Räjähdyksvaarallisten tilojen ATEX-luokittelu. (ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus 2012.)

ATEX-tilaluokitus	Määritelmä
Tilaluokka 0	Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.
Tilaluokka 20	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.
Tilaluokka 1	Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.
Tilaluokka 21	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.
Tilaluokka 2	Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.
Tilaluokka 22	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.
<p>Huom. Palavien aineiden pölyjen kerrokset, kertymät ja kasaantumet on otettava huomioon samoin kuin syyt, jotka saattavat aiheuttaa räjähdyskelpoisen ilmaseoksen.</p>	

7 VALMISTAJIEN VAATIMUKSET KORJAUSTILOILLE

Polttoainejärjestelmien valmistajat asettavat vaatimukset olosuhteille, joissa kunkin laitevalmistajan tuottamia järjestelmiä voidaan operoida. Vaatimuksien yksi oleellisimmista seikoista on tilojen puhtaus. Valmistajat ohjeistavat huoltopisteitä myös vaadituista työkaluista ja laitteista. Työtilojen vaatimuksilla valmistajat pyrkivät takaamaan huolto- ja korjaustoimenpiteiden korkean laadun jokaisessa valtuutetussa työpisteessä. Kaksi tunnettua dieseljärjestelmien valmistajaa, Bosch ja Denso, asettavat huoltotiloilleen tarkat ohjeistukset, joita käyttäen pystytään suunnittelemaan vaatimukset täyttävä työtila polttoainelaitteiden huoltoon, testaukseen ja korjaukseen. Polttoainelaitteiden huolto- ja korjaustyötilojen puhtaus mitoitetaan nykyään paljolti yhteispaineruiskutuksen komponenttien pienten toleranssien vaatiman puhtaustarpeen mukaan. Samoissa tiloissa voidaan työskennellä muidenkin polttoainekomponenttien kanssa ongelmitta.

7.1 Bosch

Saksalainen autotekniikan järjestelmiä kehittävä ja valmistava Robert Bosch GmbH on valmistanut dieselpolttoainejärjestelmiä jo vuodesta 1924. Uusia polttoainejärjestelmiä kehitetään jatkuvasti ja monella eri järjestelmällä Bosch onkin ollut suunnannäyttäjänä moottoritekniikan kehitykselle.

Bosch Car Service on valmistajan oma korjaamoketju, joka toimii Suomessa 89:ssä toimipisteessä, Suomessa toimii myös seitsemän dieseltekniikkaan erikoistunutta Bosch Diesel Center -korjaamoja sekä yksi Bosch Diesel Service -huoltopiste, jossa pystytään diagnosoimaan ja koestamaan kaikki Boschin dieseljärjestelmien komponentit. (Bosch, [viitattu 10.4.2014].)

Laajan korjaamoverkoston vuoksi valmistajalla on seikkaperäiset vaatimukset huolto- ja korjaustoiminnalle. Valmistajan ohjeistus käsittää puhtauden, laitteiston sekä työmenetelmät.

7.1.1 Boschin vaatimukset tiloille

Robert Bosch GmbH:n antamassa yhteispaineruiskutuslaitteiden huoltotilojen ohjeessa vaaditaan huoltotilojen vähimmäislattiapinta-alaksi kymmenen neliometriä. Tilojen tulee olla eristetty muista korjaustiloista eikä tiloihin saa olla suoraa kulkuyhteyttä muualta työpajasta epäpuhtauksien kulkeutumisen välttämiseksi. Polttoainelaitteiden huoltotilan sisäänkäynnin yhteyteen on asetettava pölyä ja epäpuhtauksia sitova matto. Lattian pintamateriaalin tulee olla kaakelia tai kulutusta kestävää maalia. (Robert Bosch GmbH 2008.)

Ilmanvaihdolle ohjeistetaan tila joka suunnasta suljetuksi, eli pelkästään siirreltävät sermit eivät täytä Boschin vaatimuksia yhteispaineruiskutusjärjestelmien korjaustilaksi. Riippuen ulkopuolisten tilojen puhtausluokasta kaikki huoltotilojen ovet ja ikkunat on pidettävä suljettuina. Ilmanvaihto on varustettava suodatintuuletusyksiköllä, ja suodattimen tulee olla F5-luokan hienosuodatin. Suodatintuuletinyksiköllä taataan sisäilman puhtauden lisäksi hyvät ja tasalaatuiset ilmasto-olosuhteet myös työturvallisuuden kannalta. Tuulettimien käyttö huoltotiloissa on kielletty. (Robert Bosch GmbH 2008.)

F5-luokan hienosuodattimella pystytään suodattamaan sisään tulevasta ilmasta 40 % kaikista yli 0,4 µm:n kokoisista epäpuhtauksista (Biobe Oy, [viitattu 14.4.2014]).

Mikäli tiloissa on pelkästään passiivisesti toteutettu ilmanvaihto, tiloissa ei saa käyttää herkästi syttyviä ja hengitettynä vaarallisia aineita, ja myös niiden säilyttäminen on kielletty. (Robert Bosch GmbH 2008.)

7.1.2 Boschin vaatimukset laitteille

Tilat on varustettava työtasoilla, joiden kansimateriaali on ruostumatonta terästä. Työtasossa on oltava viilapenkki sekä kiinnitysvälineet. Komponenttien puhdistukseen käytetään ultraäänipesualtaita, joita tulisi olla kolme erillistä allasta, yksi ai-

noastaan yhteispaineruiskutuksen suuttimille. Pienien osien pesuun on käytettävä ruostumatonta teräskoria. Muita kuin polttoainejärjestelmän komponentteja ei saa puhdistaa mainituissa ultraäänipesualtaissa. Pesu- ja kuivauspiste on sijoitettava erilliselle pöytätasolle siten että ilma pääsee vaihtumaan, koska pesunesteet saattavat höyrystyä ja päästää haitallisia aineita ilmaan. Ultraäänipesun jälkeen komponentit voidaan kuivata paineilmalla. Kuivaus suoritetaan polttoainelaitteiden huoltotiloissa ja käytettävä paineilma suodatetaan F5-luokan paineilmasuodattimella. (Robert Bosch GmbH 2008.)

Käytön jälkeen kaikki työkalut puhdistetaan ja niitä säilytetään työkalulaatikostossa. Myös suuttimien komponentit säilytetään suljettavissa lokeroissa. Työkalut tai kalusteet eivät saa olla maalattuja, sillä niistä saattaa irrota epäpuhtauksia. (Robert Bosch GmbH 2008.)

7.1.3 Bosch-tilojen siivous

Polttoainelaitteiden puhdistila siivotaan päivittäin työskentelyn jälkeen sekä viikoittain laajemmin. Viikoittaiset siivoamiskerrat merkitään listaan ja listat säilytetään. Puhdistilan siivouksen seurantataulukko esitetään liitteessä 2. Ilmanvaihdon ja paineilmalinjojen suodattimien ylläpito suoritetaan valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. (Robert Bosch GmbH 2008.)

Päivittäiseen siivoukseen kuuluu:

- kaikkien työskentelytasojen pyyhkiminen kostutetulla siivousliinalla
- ultraäänipesureiden ja niiden varusteiden pyyhkiminen kostutetulla siivousliinalla
- käytettyjen likaisten puhdistusnesteiden hävitys
- kuivauspisteen puhdistus.

Viikoittaiseen siivoukseen kuuluu:

- lattian siivoaminen kostealla mopilla
- puhdastilamaton puhdistaminen valmistajan ohjeiden mukaisesti
- ovien ja ikkunoiden karmien ja muiden pölyä keräävien tasopintojen puhdistus kostealla liinalla
- työkalujen ja tarvikkeiden säilytyslaatikostojen pyyhkiminen kostealla liinalla sisä- ja ulkopuolelta
- työkalujen puhdistus. (Robert Bosch GmbH 2008.)

7.1.4 Boschin säännöt tilan käyttäjälle

Aina puhdastilaan tullessa on kuljettava puhdastilamaton kautta epäpuhtauksien eliminoimiseksi. Komponenttien esipuhdistus autosta irrottamisen jälkeen suoritetaan puhdastilan ulkopuolella. Tilan käyttäjän on myös varmistettava, että materiaalikaapin sekä puhdastilan ovet pidetään suljettuina, mielellään lukittuna. (Robert Bosch GmbH 2008.)

Polttoainejärjestelmien komponentteja käsitellään vain puhtain käsin, käsivoiteiden käyttöä on vältettävä. Myös kynnet on puhdistettava. Suotavaa olisi käyttää suojakäsineitä epäpuhtauksien välttämiseksi. Tilassa työskentelevien henkilöiden on käytettävä puhtaita työvaatteita, mukaan lukien puhtaat jalkineet. Tiloissa suositellaan käytettäväksi päähinettä, joka estää hiusten joutumisen huoltoprosessiin, hiuksen keskiverto läpimitta on 60 μm , kun suuttimen toimintavälys on ainoastaan 39 $\pm 3\mu\text{m}$. (Robert Bosch GmbH 2008.)

7.2 Denso

Japanilainen henkilöautoihin ja hyötyajoneuvoihin järjestelmiä kehittävä Denso on perustettu vuonna 1949 ja yhtiö on tehnyt yhteistyötä Robert Bosch Groupin kanssa vuodesta 1953. Denso on valmistanut rivi- ja jakajapumppujärjestelmiä vuodesta 1955 ja vuonna 1995 yritys esitteli maailman ensimmäisen yhteispaineruisku-

tusjärjestelmän hyötyajoneuvon moottoriin. Denso on kehittänyt yhteispaineruiskutusjärjestelmiään jatkuvasti toimimaan korkeammilla järjestelmäpaineilla. Vuonna 2013 esiteltiin järjestelmä, jonka ruiskutusaine on maailman suurin, 2500 baria. Denso järjestelmät ovat myös rakenteeltaan kilpailijoitaan kevyempiä. (Denso Corporation, [viitattu 16.4.2014].)

Monipuolisen polttoainelaitevalikoiman ohessa Denso Corporationilla on myös valtuutetut huolto- ja korjauspisteet, joille asetetaan vaatimukset puhtauden, välineiden ja työmenetelmien suhteen. Denso huoltopisteet luokitellaan viiteen eri luokkaan (Taulukko 3.) toimipisteen varustelun ja erikoistumisen mukaan. Luokat alkavat A:sta ja päättyvät luokkaan E. (Denso Europe B.V. 2005.)

Taulukko 3. Denso Corporation – Huollon ja jälleenmyynnin luokittelu.

Denso Corporation - Huolto- ja jälleenmyyntiverkoston luokittelutaulukko				
Luokka	Mekaaniset komponentit	Diagnostiikka (ECD-järjestelmät)	ECD-V -sarjan järjestelmät	Yhteispaineruiskutusjärjestelmät
A				
B				
C				
D				
E				

7.2.1 Denso E- ja D-luokitukset

Luokitusjärjestelmän alimmalla portaalla oleva luokan E huoltopiste voi tehdä dieselpolttoainejärjestelmien huoltoja ainoastaan mekaanisiin järjestelmiin eli rivi- ja jakajapumppujärjestelmiin. E-luokan työpajoille ei aseteta tavallisista korjaamolosuhteista poikkeavia vaatimuksia, ainoastaan polttoainejärjestelmien korjaustilojen työpöydät ja välineet tulee olla puhtaat ja siistit. (Denso Europe B.V. 2005.)

D-luokituksen Denso-huoltopiste pystyy toimimaan mekaanisten järjestelmien lisäksi elektronisesti ohjattujen dieseljärjestelmien (ECD) diagnosoinnissa ja huollossa. D-luokan työpajassa on oltava vähintään yksi diagnostiikkatila, jonka seinät ja lattia on pinnoitettu siivoamista helpottavalla ja pölyn kerääntymistä estävällä teollisuusmaalilla. Denso Diagnostic-testauslaitetta suositellaan käytettäväksi. (Denso Europe B.V. 2005.)

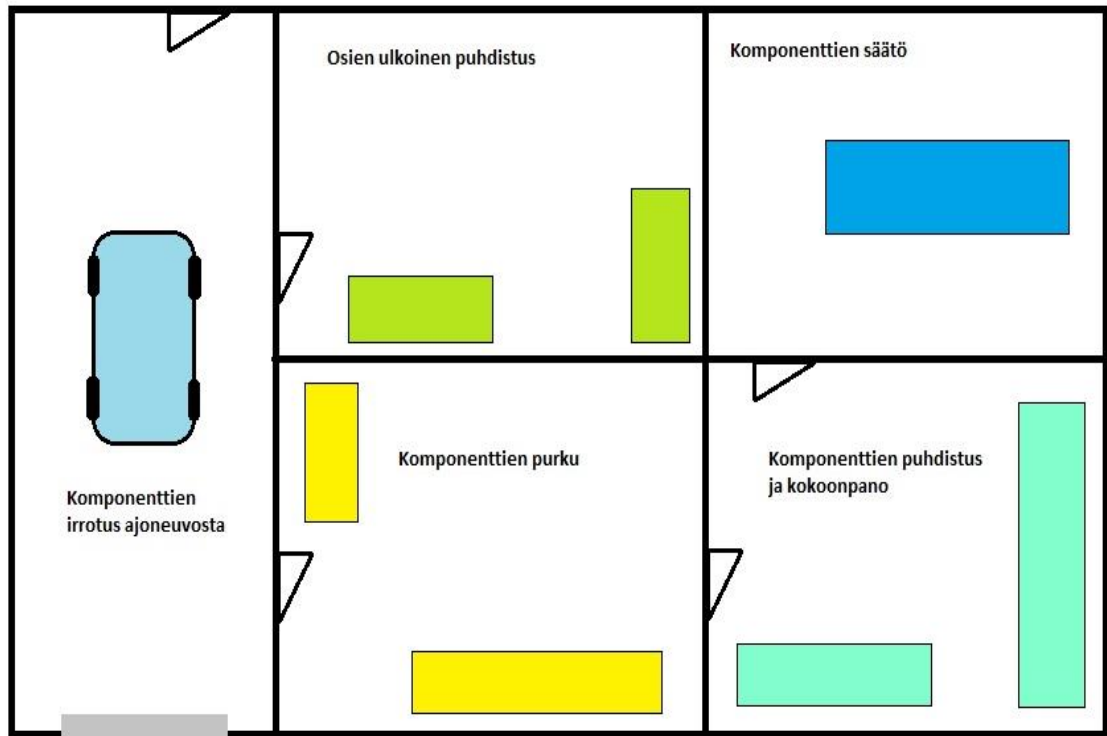
7.2.2 Denson C-luokitus

C-luokan huoltopisteessä voidaan huoltaa, korjata ja testata ECD-V-sarjan ruiskutuspumppujärjestelmiä. Huoltamo täytyy varustaa täydellisellä työkalusarjalla ruiskutuspumppujen testaukseen ja korjaukseen. C-luokan työtilojen vaatimukset ovat hieman tiukemmat kuin edellisten. Erityisesti puhtaus ja pohjaratkaisu (Kuvio 17.) määritellään tarkemmin. (Denso Europe B.V. 2005.)

- Komponenttien ulkoinen puhdistus suoritetaan erillisessä huoneessa, mieluiten myös purkutoimenpiteet erillisessä tilassa.
- Käyttämällä tilan jakavia siirreltäviä seiniä voidaan jakaa tiloja purkutoimenpiteille, kokoonpanolle ja puhdistukselle.
- Ruiskutuspumppun säätöön ja testaukseen on oltava erillinen huone.
- Ilmanvaihtoon on käytettävä ilmastointilaitetta tai tuuletusjärjestelmää, ikkunoiden avaaminen on kiellettyä.
- Seinät ja lattia on pinnoitettava teollisuusmaalilla siivoamisen helpottamiseksi ja pölyn kertymisen estämiseksi.
- Polttoainelaitteiden testaus- ja huoltotilan käyntiovi ei saa avautua suoraan ulos. (Denso Europe B.V. 2005.)

Lisäksi C-luokituksen tilat on varustettava erillisellä pelkästään polttoainejärjestelmän komponenteille tarkoitetulla osienpesukoneella sekä asianmukaisella ruiskutuspumppun testauspenkillä. Työtasojen kansimateriaaliksi suositellaan ruostuma-

tonta terästä. Tiloissa työskentelevien henkilöiden on käytettävä nukkaamattomasta kankaasta valmistettuja suojavaatteita. (Denso Europe B.V. 2005.)



Kuvio 17. Esimerkki Denson C-luokan työpajan toteutuksesta.

7.2.3 Denson B-luokitus

B-luokituksen Denso-huoltopisteen tulisi täyttää edellä mainittujen luokitusten vaatimukset muuten paitsi ECD-V-ruiskutuspumppujen huoltovarustuksessa. B-luokan työpisteessä pystytään siis työskentelemään ECD-V-ruiskutuspumppuja lukuun ottamatta kaikkien Denso-dieseljärjestelmien kanssa. Merkittävin ero alempiin luokituksiin nähden on yhteispaineruiskutusjärjestelmien huolto ja diagnostiikka. Työtilat täytyy varustaa täydellisellä common rail-työkalusarjalla, joka mahdollistaa järjestelmän korjaustoimet ja testaamisen. Siirryttäessä yhteispaineruiskutusjärjestelmien huoltoon, entistä tärkeämmäksi tulee tilojen puhtaus. Denso Corporation

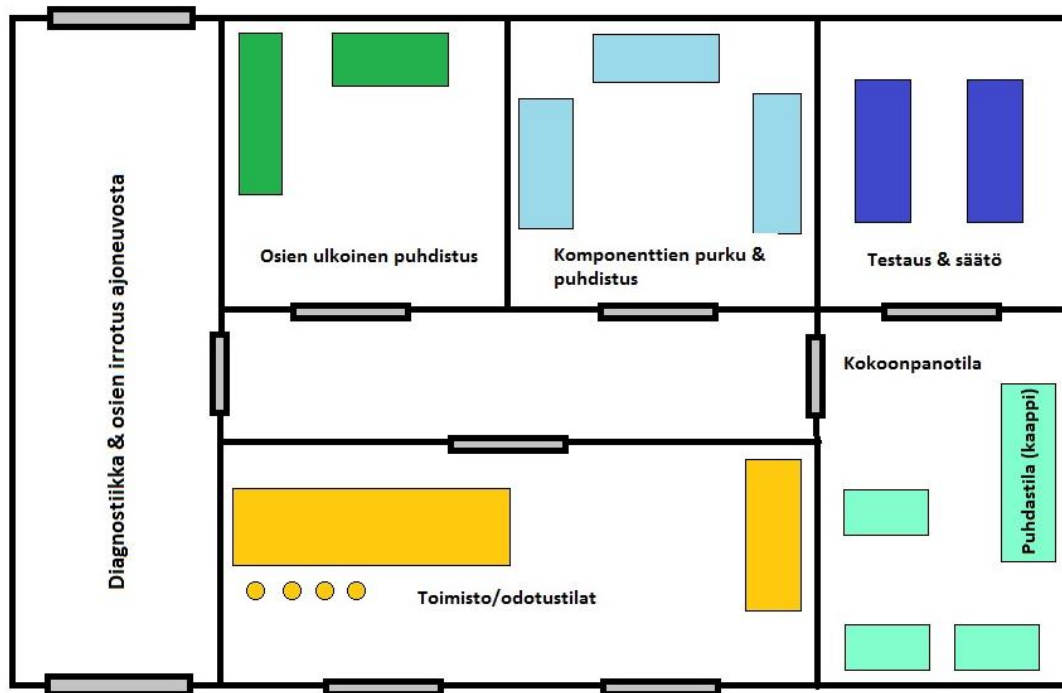
ilmoittaa yhteispaineruiskutuksen komponenttien huoltoon ja korjaukseen vaadittavan puhtaustason olevan ISO-8 -luokituksen mukainen. (Denso Europe B.V. 2005.)

- Järjestelmän ulkoiset ja sisäiset osat on pestävä eri huoneissa.
- On estettävä pölyn ja epäpuhtauksien pääsy kokoonpano- ja testihuoneisiin.
- Kaikki kokoonpanoon käytettävät työkalut on puhdistettava ennen käyttöä.
- Dieseljärjestelmän komponentteja on käsiteltävä puhdistilassa tai huoneen sisäpuolelle toteutetussa puhdasvyöhykkeessä.

B-luokan työpaja varustetaan asianmukaisella ja valmistajan hyväksymällä yhteispaineruiskutuspumppujen testauspenkillä. Testipenkissä on oltava laitteen valmistajan hyväksymä suojakansi työturvallisuuden vuoksi. Testauspenkkiin on välttämätöntä hankkia Denso-järjestelmiin yhteensopivat varusteet ja muunnossarjat. Vapaaehtoisesti työtilaa voi varustella Denso Corporationin suosittelemilla välineillä, joita ovat esipuhdistusvälineet, puhtausvarusteet sekä ylimääräinen ultraääni-pesuallas. (Denso Europe B.V. 2005.)

7.2.4 Denson A-luokitus

Työtila täyttää A-luokituksen vaatimukset, kun kaikki alempien luokitusten (E-B) vaatimukset täyttyvät. A-luokituksen Denso-korjaamo pystyy siis työskentelemään kaikkien kyseisen valmistajan dieseljärjestelmien kanssa. Koko dieselpolttoainejärjestelmävalikoiman huoltovalmiudesta johtuen työtiloissa on (Kuvio 18.) oltava jokaiselle järjestelmälle sopivat testauslaitteet sekä työkalut. Puhtausvaatimukset eivät poikkea B-luokitukseen vaadituista. (Denso Europe B.V. 2005.)



Kuvio 18. Esimerkki Denso A-luokan työpajan toteutuksesta.

7.2.5 Denso testauslaitesuositukset

Denso Corporation suosittelee yhteispaineruiskutusjärjestelmien korkeapainepumppujen testaamiseen ja säätämiseen Hartridge AVM2PC-20hp-ruiskutus-pumpun testauspenkkiä. Sama penkki toimii myös vanhempien järjestelmien kuten mekaanisten pumppujen ja ECD-V-sarjan pumppujen testaamisessa. Vanhempien järjestelmien testaus onnistuu muillakin laitteilla, mutta mikäli on tarkoitus testata kaikkia Denso-dieseljärjestelmiä, paras vaihtoehto on testipenkiksi edellä mainittu Hartridge. Yhteispaineruiskutuslaitteiden testaukseen sopii esimerkiksi Bosch EPS200 asiaankuuluvilla lisävarusteilla varustettuna. (Denso Europe B.V. 2005.)

Testauspenkkien soveltuvuus ja hyväksynyt eri Denso-järjestelmien testaamiseen esitetään liitteessä 4.

7.3 Delphi

Englantilainen ajoneuvotekniikan laitevalmistaja Delphi PLC toimii yhteistyössä 25 suuren ajoneuvovalmistajan kanssa ja sillä on yli 50 vuoden kokemus polttoainejärjestelmien kehityksestä. Myös Delphi ylläpitää järjestelmiensä huolto- ja korjausverkostoa ja määrittelee huoltopisteiden tekniikan yksityiskohtaisesti. Kuten aiemmin on todettu, yhteispaineruiskutusjärjestelmän komponenttien pienet toleranssit ovat johtaneet huoltotilojen kasvaneeseen puhtaustarpeeseen, ja myös Delphi määrittelee työtiloilleen puhtausvaatimukset. Huolto- ja korjauspisteiden laitteiksi Delphi suosii Hartridgen tuotteita.

7.3.1 Delphin puhdastilaratkaisu ja varustelu

Delphin puhdastilaratkaisu koostuu normaalin työsalin sisään toteutetusta puhdastilahuoneesta, johon on mahdollista sijoittaa henkilö- tai pakettiauto. Tilan on oltava kokonaan suljettava joko perinteisillä ovilla, rullattavilla sulkimilla tai verhoilla. Tilasta on löydyttävä myös yksi kulkuovi henkilökunnalle. Puhdastilassa käytettävistä materiaaleista ei saa irrota epäpuhtauksia tai pölyä. Lattiat ja seinät on pinnoitettava maalilla, joka estää pölyn kerääntymisen sekä öljyn imeytymisen lattiaan. Työtasoja tilassa vaaditaan vähintään kaksi, ja niiden kansimateriaaliksi suositellaan maalaamatonta terästä tai alumiinia. (Delphi Diesel Systems Ltd. 2009.)

Delphi ei määrittele puhdastilalle pakollista ylipaineistettua ilmanvaihtoa, mutta suodatetun ilmanvaihdon käyttö on silti suositeltavaa. Epäpuhtauksien välttämiseksi ohjeistetaan kuitenkin pitämään kaikki ikkunat suljettuna. Koska tilassa käytetään moottoriajoneuvoja, on järjestettävä pakokaasunpoisto tilasta ulos. Testausnesteiden ja puhdistusaineiden myrkyllisten höyryjen poistamiseksi tilasta vaaditaan kuitenkin asianmukainen ilmanvaihto. Puhdastilaan johdettavan paineilman tulee olla puhdasta. Mikäli puhdastilaan ei ole toteutettu suodatettua ilmanvaihtojärjestelmää, on yhteispaineruiskutuksen komponenttien kokoonpanoon käytettävä erillistä puhdastilakaappia, jonka sisäinen ilmanvaihto on varustettu

HEPA-suodattimella. Delphi suosittelee käytettäväksi Hartridge HM1000 -puhdastilakaappia (Kuvio 19.). Mittatarkkojen komponenttien kanssa työskennellessä on käytettävä nukkaamattomasta materiaalista valmistettua suojavaatetusta sekä suojakäsineitä. (Delphi Diesel Systems Ltd. 2009)



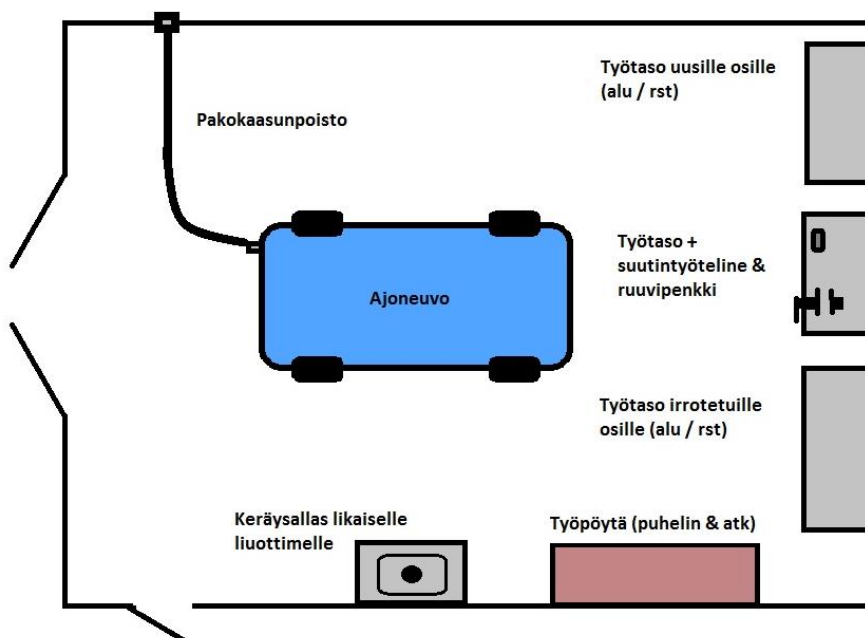
Kuvio 19. Hartridge HM1000 -puhdastilakaappi. (Hartridge Ltd. 2014.)

Puhdastila, jossa huolletaan Delphi -yhteispaineruiskutusjärjestelmiä, täytyy varustaa valmistajan määrittelemällä työkalusarjalla, joka sisältää kaiken tarvittavan komponenttien purkuun, kokoonpanoon ja testaukseen. Perustyökalut, joita tiloissa käytetään, eivät saa olla maalattuja tai sellaisia, joista irtoaa kuituja. Aina käytön jälkeen työkalut on puhdistettava. (Delphi Diesel Systems Ltd. 2009.)

7.3.2 Delphin työmenetelmät puhdastiloissa

Ennen kuin ajoneuvolle aletaan tehdä toimenpiteitä, tehdään diagnostiikkatesti Delphi Diamond –ajoneuvotesterillä. Mikäli vika ilmenee dieselpolttoainejärjestel-

mässä, korjaustoimenpiteet on syytä suorittaa puhdastilassa. Muiden vikakohteiden ollessa kyseessä, korjaaminen voidaan suorittaa normaaleissa olosuhteissa. Ennen puhdastilaan siirtoa ajoneuvo pestään ulkoisesti ja moottoritilasta. Puhdistuksella vältetään epäpuhtauksien pääsy puhdastilaan. Ajoneuvon pesu voidaan suorittaa ulkona, mutta tila, johon ajoneuvo jätetään kuivumaan, on oltava sisätiloissa ja mahdollisimman hyvin pölyltä suojattuna. Ajoneuvon ollessa kuiva se voidaan siirtää puhdastilaan (Kuvio 20.). Irrotettavien osien (esimerkiksi ruiskutuspuutin) ympäristö on puhdistettava tähän tarkoitettu liuotinpesuaineella. Pesun jälkeen ympäristö kuivataan imurilla, joka myös poistaa epäpuhtaudet alueelta. Avatut liitokset suojataan tulpilla ja mikäli korkeapaineputkia joudutaan irrottamaan, ne on korvattava uusilla, kun järjestelmä kootaan uudelleen. Kun toimenpiteet ajoneuvon korjaamiseksi on saatu valmiiksi, puhdastila on siivottava perusteellisesti, ja öljyn ja nesteiden valutusastiat tyhjennetään ja puhdistetaan. Missään tapauksessa ei saa käyttää öljyn imeytysjauhetta, turvetta tai sahanpurua. (Delphi Diesel Systems Ltd. 2009.)



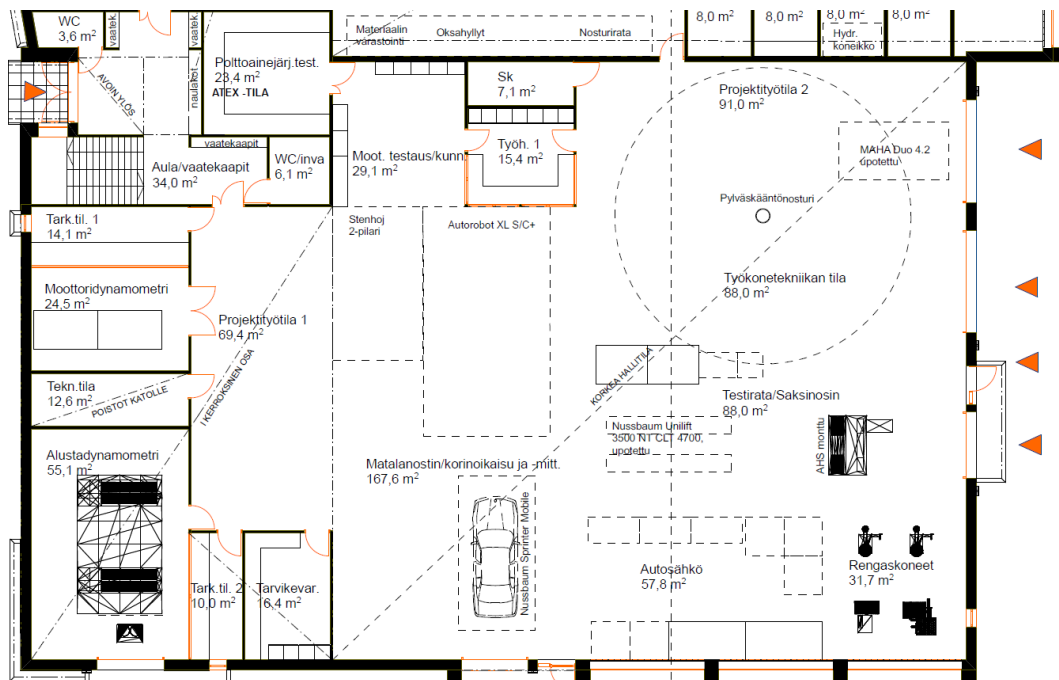
Kuvio 20. Delphi- puhdastilaratkaisun esimerkkipiirros.

8 POLTTOAINELAITTEIDEN TESTAUS- JA KORJAUSTILOJEN SUUNNITTELU

Seinäjoen ammattikorkeakoulu Oy:lle valmistuu vuoden 2015 aikana uusi laboratoriotila auto- ja työkonetekniikan koulutusohjelman sekä rakennustekniikan koulutusohjelman laboratoriokäyttöön. Uusi laboratoriorakennus tulee sijaitsemaan Seinäjoella Joupin kaupunginosassa, Frami Oy:n kampusalueen välittömässä läheisyydessä. Laboratoriotilojen uusi sijainti sujuvoittaa opiskelua, sillä pääsääntöisesti kaikki teoriaopetus tapahtuu Frami Oy:n tiloissa, näin ollen laboratoriotiloihin pääsy on aiempaa helpompaa tilojen sijaitessa samassa pihapiirissä. Samalla on hyvä tilaisuus päivittää autolaboratoriotilat nykyaikaisen ajoneuvotekniikan edellyttämälle tasolle. Kehittyneiden polttoainejärjestelmien käsittely vaatii erityisiä olosuhteita ja uuteen laboratoriorakennukseen onkin hyvä suunnitella tila kyseisiä töitä varten. Polttoainelaitteiden työtilojen käyttö tulee olemaan pääasiallisesti opetuskäyttöä, ja tämä on otettava huomioon suunnittelussa. Tiloissa tullaan suorittamaan myös tutkimus- ja kehitysprojekteja sekä pienissä määrin asiakastöitä.

8.1 Käytössä oleva tila

Tila johon polttoainelaitteiden testaus- ja korjaustila toteutetaan, sijaitsee Seinäjoen ammattikorkeakoulu Oy:n uuden laboratoriorakennuksen auto-osaston sisällä. Polttoainejärjestelmien huoltotiloille on rakennuksesta varattu pinta-alaltaan 23,4 m²:n kokoinen tila, johon on yksi käyntiovi moottoreiden testaus- ja kunnostustilasta (Kuvio 21.). Tila tullaan toteuttamaan siten, että sen puhtaus ja laitteisto vastaisivat mahdollisimman hyvin polttoainejärjestelmien valmistajien vaatimuksia.



Kuvio 21. Laboratoriorakennuksen auto-osaston pohjapiirros.

8.2 Tilojen puhtausluokitus

Huomioon ottaen tiloissa suoritettavat toimenpiteet erittäin mittatarkkojen komponenttien kanssa, on tilasta eliminoitava epäpuhtaudet. Valmistajista Denso ja Bosch vaativat valtuutetuissa korjaustiloissaan käytettävän suodatettua ilmanvaihtoa. Denso vaatii tilan puhtausluokituksiksi standardin EN ISO 14644 mukaisen puhtausluokan ISO-8. Tämä puhtausluokitus on riittävä myös Bosch- ja Delphi-järjestelmien huolto- ja korjaustoimenpiteisiin. ISO-8-puhtausluokitus toteutuu melko pienin toimenpitein. Suodatettu huoneilma sekä tehokas ilmanvaihto ovat keskeisimmässä roolissa puhtausluokan tavoittelussa. Lisäksi tilojen ovi- ja ikkunaukot on pidettävä mahdollisimman paljon suljettuina. Sisäänkäynnin yhteyteen on asetettava puhdistilamatto, joka poistaa epäpuhtaudet sisään tulevan henkilön jalkineista. Puhtausluokan ylläpitämiseksi puhdistiloissa on suoritettava säännöllisesti siivous. Siivoustoimiin on annettu kattavat ja hyvät ohjeet Bosch-korjaustilojen vaatimuksissa. Ohjeita noudattamalla tilojen puhtaus pysyy vaaditulla tasolla.

8.3 Materiaalivalinnat

Puhtauden ja sen ylläpitämisen kannalta myös materiaaleilla on merkitystä, moni laitevalmistaja määrittelee ohjeissaan korjaustilan materiaalit tarkasti. Materiaaleista ei saa irrota epäpuhtauksia, niiden tulee olla helposti puhdistettavia ja sellaisia, ettei pöly kerääny pinnalle.

Kaikkien polttoainejärjestelmävalmistajien korjaustilavaatimuksista ilmeni, että tilojen lattiat ja seinät on maalattava mekaanista kulutusta kestäväällä teollisuusmaalilla, jonka läpi öljy, testausnesteet ja liuottimet eivät liukene. Maalatun pinnan tulee olla myös helposti puhdistettavissa eikä pinta saa kerätä pölyä. Maalaamisen vaihtoehtona Bosch suosittelee kaakeloitua lattiaa.

Työn kohteena olevan laboratoriotilan ollessa kyseessä käytännön ominaisuuksien ja kustannusten kannalta järkevämpi ratkaisu on pinnoittaa lattia betonimaalilla, joka täyttää edellä mainitut kriteerit. Myös puhdistustilan seinien maalaamiseen voi käyttää samankaltaista betonimaalia. Maalatun betonipinnan puhdistus on yksinkertaista ja kun tilassa käytetään tehokasta ilmanvaihtoa, epäpuhtaudet eivät kerääny tasaiselle maalatulle lattialle, vaan kulkeutuvat pois tilasta.

Kolmen eri polttoainejärjestelmiä valmistavan yrityksen korjaustilojen standardien ohjeistamana voidaan tulla siihen lopputulokseen, että pöytä- ja työskentelytasojen kansimateriaaliksi paras vaihtoehto on ruostumaton teräs. Materiaali on helposti puhdistettavissa eikä sen kovuudesta johtuen siitä pääse irtoamaan epäpuhtauksia normaalissa käytössä. Ruostumattomasta teräksestä valmistettu työtaso on erittäin pitkäikäinen eivätkä kemikaalit vaikuta sen ominaisuuksiin mitenkään. Työtasojen muut kuin kansiosat voivat olla esimerkiksi kulutusta kestäväällä maalilla maalattuja. Tiloissa käytettävien työkalujen tulisi olla maalaamattomia ja helposti puhdistettavia.

8.4 Layout-suunnitelma

Puhtausvaatimusten täyttämiseksi ja tilojen järkevän käytön suunnittelemiseksi tiloihin laadittiin layout-suunnitelma. Tilat päätettiin jakaa siten, että bensiinijärjestelmien testaus- ja huoltotoimenpiteet suoritetaan tilan vasemmalla seinustalla ja dieseljärjestelmien testaus- ja huoltotoimet puolestaan oikealla seinustalla. Ultraäänipesuri on sijoitettu vasemmalle seinustalle ja sen välittömässä läheisyydessä on kuivauspiste pesusta tulleille osille. Ultraäänipesuria voidaan käyttää sekä diesel- että bensiinijärjestelmien osien puhdistamiseen. Tilojen takaseinälle on suunniteltu asennettavaksi ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla kansilevyillä varustetut työtasot sekä vetolaatikat ja kaapit työkalujen, varusteiden ja osien säilyttämiseksi. Kaappien ja laatikoiden on oltava mahdollisimman hyvin pölyltä suojattuja. Layout-suunnitelman graafinen esitys on liitteessä 5.

8.5 Laitteet

Polttoainelaitteiden testaus- ja korjaustila on varustettava asianmukaisin laittein, osa laitteistosta löytyy Seinäjoen Ammattikorkeakoulu Oy:ltä jo entuudestaan. Esimerkiksi bensiinijärjestelmien suihkutusventtiileiden testaamiseen ja huoltamiseen on jo entuudestaan hyvät valmiudet. Myös mekaanisten ruiskutuspumppujen testaamiseen on jo olemassa testauspenkki. Mikäli kuitenkin pyritään täyttämään valmistajien vaatimukset ja suorittamaan testausta ja huoltoa nykyaikaisille dieseljärjestelmille, on tehtävä laitehankintoja.

8.5.1 Common Rail -testipenkki

Yhteispaineruiskutusjärjestelmän korkeapainepumpun testaamiseen vaaditaan testipenkki, jolla pumpun ominaisuudet saadaan määritettyä, testipenkillä onnistuu myös CR-suuttimien testaaminen ja tarvittaessa koko järjestelmän testaaminen.

Valmistajien vaatimuksissa korjaustilojen varustukseen vaaditaan testipenkki, jolla onnistuu pumppujen sekä suuttimien testaaminen. Bosch suosii järjestelmien testaamiseen Bosch EPS 815 -testipenkkiä (Kuvio 22.). Kyseisellä laitteella onnistuu kaikkien Bosch-dieselsuuttimien lisäksi rivi-, jakaja- ja yhteispaineruiskutuksen pumppujen sekä lisävarusteiden avulla yksikköpumppujen ja pumppusuuttimien testaaminen. Hankkimalla lisävarustesarjan laitteella pystyy testaamaan myös Delphi-, Denso- ja Siemens-merkkisiä CR-suuttimia.



Kuvio 22. Bosch EPS 815 -testauspenkki. (Robert Bosch GmbH, [viitattu 28.4.2014].)

Järjestelmävalmistajat Denso ja Delphi suosittelevat korjaustiloihin hankittavaksi Hartridge AVM2PC-20hp -testauspenkin (Kuvio 23.). Penkki soveltuu kaikkien kyseisten valmistajien dieseljärjestelmien testaamiseen sekä lisävarustesarjan avulla myös Bosch-komponenttien testaamiseen.



Kuvio 23. Hartridge AVM2PC-20hp –testauspenkki. (Hartridge Ltd., [viitattu 28.4.2014].)

Seinäjoen ammattikorkeakoulu Oy:n laboratoriotiloihin järkevin testauspenkkivaihtoehto olisi edellä mainittu Hartridge, sillä pystyttäisiin lisävarusteiden avulla testaamaan käytännössä kaikki dieseljärjestelmien komponentit, joita nykypäivän moottoriajoneuvoissa käytetään. Mikäli keskitytään Bosch-tuotteiden testaamiseen, on silloin erittäin hyvä vaihtoehto EPS 815 -testipenkki.

8.5.2 Pietso-ohjattujen suuttimien testaaminen

Tavallisten magneettiventtiiliohjattujen suuttimien testaaminen onnistuu nykyiselläänkin Seinäjoen Ammattikorkeakoulu Oy:n Bosch EPS 200 -suutintesterillä, mutta mikäli halutaan testata myös pietsosähköisesti ohjattuja suuttimia, on hankittava EPS 200 -testauslaitteen päivityssarja, joka sisältää uuden ohjelmiston sekä muunnossarjan pietso-ohjatuille suuttimille. Päivityssarja on saatavilla keväästä 2014 lähtien. Mikäli laitteen päivitys pietso-suuttimille sopivaksi toteutetaan, on hankittava kaksi eri päivityssarjaa. Ensimmäinen sisältää ohjelmistopäivityksen sekä uusia mittausvarusteita. Toinen päivityspaketti sisältää pietso-suuttimen vaa-

timat tarvikkeet eli paluuvirtausventtiilin ja johtosarjan. Päivityssarjojen tuotenumerot ja ominaisuudet ilmoitetaan liitteessä 1.

On otettava huomioon, että mikäli päädytään hankkimaan kappaleessa 8.4.1 käsitelty testauspenkki, ei tällöin ole välttämättä tarvetta lainkaan EPS 200 –laitteelle, sillä testauspenkillä onnistuu samojen testaustoimenpiteiden suorittaminen suuttimille.

8.5.3 Ruiskutusventtiilien purku ja kokoonpano

Laboratoriotiloissa tullaan koulutustarkoituksessa purkamaan ja kokoonpanemaan yhteispaineruiskutus-suuttimia. Ruiskutus-suuttimen purkamiseen on suotavaa hankkia työkalusarja sekä ennen kaikkea asianmukainen penkki, johon suuttimen saa kiinnitettyä toimenpiteiden ajaksi tukevasti kiinni. Valtaosa käsiteltävistä suuttimista on Bosch-merkkisiä, joten on luontevaa hankkia kyseisen valmistajan tuotteille sopivat välineet (Kuvio 24.). Suuttimien kokoonpanotelineen yksityiskohtaisemmat tiedot on esitetty liitteessä 3.



Kuvio 24. Bosch Common Rail -suuttimien kokoonpanoteline. (Robert Bosch GmbH 2012.)

8.6 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon toteutustapoja on puhdastilojen vaatimuksista riippuen useita. Dieselpolttoainejärjestelmien laboratoriotiloille riittävä ilmanvaihtomalli olisi turbulenttinen ilmanvaihto F5-luokan hienosuodattimella varustettuna. Turbulenttisen ilmanvaihdon (5.2) tulokanavat sijaitsevat tilan yläosassa, niistä sisään tuleva ilmamaassa virtaa tilassa turbulentlyisesti ja poistuu tilasta lattian tasossa olevista poistoventtiileistä. Tiloihin on saatava lievä ylipaine, joka voidaan toteuttaa säätelemällä ilmanvaihdon tuotto- ja paluuvirtausta automaattisella tai mekaanisella järjestelmällä yksinkertaisesti siten, että tilaan tuotu ilmamäärä on suurempi kuin tilasta poistettu ilmamäärä. Ilmanvaihdon suunnittelussa on otettava huomioon paloturvallisuus, ja koska on kyseessä räjähdysvaarallinen tila, ilmanvaihtoa ei saa yhdistää yleiseen ilmanvaihtojärjestelmään.

8.7 Palo- ja räjähdysturvallisuus

Merkittävin turvallisuusseikka, johon tulee kiinnittää huomiota, on paloturvallisuus. Koska tiloissa käytetään ja säilytetään helposti syttyviä nesteitä, palon syttymisriski muihin tiloihin verrattuna on suurempi. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ohjeituksen mukaisesti työpaikka- ja yhteisötiloissa saa säilyttää ainoastaan toiminnan harjoittamisen kannalta tarpeellisen määrän palavia nesteitä. Käytännössä siis laboratoriotiloissa voi säilyttää pieniä määriä testausnesteitä ja muita kemikaaleja. Polttoainelaitteiden huolto- ja korjaustila määritellään ATEX - Räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuusoppaan mukaisesti ATEX -tilaluokkaan 1. Luokituksen määrittelyyn vaikuttavat tiloissa esiintyvien syttyvien seosten laatu sekä se, miten usein räjähtäviä seoksia esiintyy. Tilaluokkaan 1:n määrittelyssä tiloissa esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti ilman ja kaasun tai höyryn tai sumun muodossa oleva palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos. Käytännössä tämä tilaluokitus tarkoittaa, että kyseisessä tilassa saa käyttää ATEX -laiteluokan 1 ja laiteluokan 2 laitteita. Laitteiden siis tulee olla valmistajan tai maahantuojan hyväksymiä edellä mainittuihin laiteluokkiin.

9 YHTEENVETO

Nykyaikaisten henkilöautojen ja hyötyajoneuvojen polttoainejärjestelmien diagnoosi, testaus ja huoltaminen ovat erityisiä olosuhteita vaativia toimenpiteitä, eikä niiden suorittaminen tavallisissa työpaja-olosuhteissa usein johda haluttuun lopputulokseen. Järjestelmiä operoidessa suurin epäonnistumiseen johtava riskitekijä on polttoainejärjestelmään pääsevät epäpuhtaudet. Valtaosa epäpuhtauksista voidaan eliminoida käyttäen oikeita työmenetelmiä, asianmukaisia välineitä sekä suorittamalla epäpuhtauksille herkkien komponenttien käsittely puhdastilassa. Komponenttien valmistajat määrittelevät valtuuttamilleen huoltopisteille ohjeet niin puhtauden, välineiden kuin työmenetelmienkin osalta.

Seinäjoen ammattikorkeakoulu Oy:n autolaboratorion polttoainejärjestelmien puhdastila on järkevästi toteutettavissa ja pohjapiirroksen puhdastilalle suunniteltu tila sopii tähän käyttöön hyvin. Kiistatta merkittävin ero ympäröivään työpajaan on ilmanvaihdon ylipaineistus ja sisään tulevan ilman suodattaminen. Puhdastilassa työskentely rajoittaa työmenetelmien käyttöä, esimerkiksi lastuavaa ja pölyävää työstämistä ei missään tapauksessa saa suorittaa puhdastilassa. Eroavaisuus muihin työtiloihin on myös erikseen tähän tilaan tarkoitettun suojaruostuksen käyttäminen.

Nykyaikaisilla laitteilla varustetussa polttoainejärjestelmien testaus- ja korjaustilassa pystytään käsittelemään lähes poikkeuksetta kaikkia bensiini- ja dieseljärjestelmiä. Koska kyseessä on oppilaitos, nykyaikainen puhdastila mahdollistaa myös laadukkaan ja modernin koulutuksen alan opiskelijoille. Opetuskäytön lisäksi polttoainelaitteiden testaus- ja korjaustilan tarjoamia mahdollisuuksia voidaan hyödyntää harjoitustyönä tehtävissä asiakastöissä sekä tutkimus- ja kehitysprojekteissa.

LÄHTEET

Amz Diesel spezial. 2009. Yhteispaineruiskutusjärjestelmän (common rail) tuotekehityksen virstanpylväitä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 24.4.2014]. Saatavana: <http://www.boschdieselcenter.fi/mam/boaa/fi/yhteispaineruiskutusjarjestelman.pdf>

Asnu Corporation. 2008. Asnu Junior, Features & Technical Specifications. [WWW-dokumentti]. Asnu Corporation. [Viitattu 6.5.2014]. Saatavana: <http://www.asnu.com/asnujunior.htm>

ATEX Räjähdyksivaarallisten tilojen turvallisuus. 2012. [WWW-dokumentti]. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. [Viitattu 8.4.2014]. Saatavana: http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/ATEX_opas.pdf

Biobe Oy. Ei päiväystä. Suodattimet. [WWW-dokumentti]. Biobe Oy. [Viitattu 14.4.2014]. Saatavana: <http://www.biobe.fi/tuotteet/suodattimet/luokitus.htm>

Bosch. Ei päiväystä. Mikä on Bosch Diesel Center? [WWW-dokumentti]. Robert Bosch GmbH. [Viitattu 10.4.2014]. Saatavana: <http://www.boschdieselcenter.fi/whatisbdc.shtml>

Delphi Diesel Systems Ltd. 2009. Delphi Service Centre, Diesel network standards. Warwick: Delphi Diesel Aftermarket.

Denso Corporation. 2007. Service Manual – Common Rail System (CRS). Kariya: Denso Corporation – Service Department.

Denso Corporation. 26.6.2013. DENSO Develops a New Diesel Common Rail System With the World's Highest Injection Pressure. [WWW-dokumentti]. Denso Corporation. [Viitattu 16.4.2014]. Saatavana: <http://www.globaldenso.com/en/newsreleases/130626-01.html>

Denso Europe B.V. 2005. DENSO European Dealer Standard - Diesel, Distributor (C/D) Requirements, Service Dealer (S/D) Requirements. Denso Europe B.V.

Hartridge Ltd. 2014. Microdiesel Cabinet HM1000. [WWW-dokumentti]. Hartridge Ltd. [Viitattu 23.4.2014]. Saatavana: <http://www.hartridge.com/products/microdiesel-cabinet-hm1000/>

- Hartridge Ltd. Ei päiväystä. AVM2-PC Test Stand. [WWW-dokumentti]. Hartridge Ltd. [Viitattu 28.4.2014]. Saatavana: <http://www.hartridge.com/archive/products/pump/avm2pc.htm>
- Kiramo, E-N. 2013. Teollisuuden puhdastilat. [Verkkajulkaisu]. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu. Tekniikan ja liikenteen ala, Automaatiotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 1.4.2014]. Saatavana: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/62041/Kiramo_Elli-Noora.pdf?sequence=1
- Puhdastilat. 2008. Cleanroom Tech Oy. [WWW-sivu]. [Viitattu 8.4.2014]. <http://www.crtoy.com/puhdastilat/?c=0>
- Robert Bosch GmbH. 1988. Teknistä tietoutta: Mekaaninen bensiinin-suihkutusjärjestelmä lambda-säädöllä K-Jetronic. Helsinki: Autoalan Koulutuskeskus Oy.
- Robert Bosch GmbH. 2003. Autoteknillinen käsikirja. Robert Bosch.
- Robert Bosch GmbH. 2006. Bensiinimoottorin ohjaus: Motronic-järjestelmät. Suomentaja Juha Seppälä. Helsinki: Autoalan Koulutuskeskus Oy.
- Robert Bosch GmbH. 2008. Cleanliness concept for repairing vehicles with time controlled injection systems and their components. Automotive Aftermarket: After Sales Service: OEM Technical Support, Field Service and Warranty (IAM)
- Robert Bosch GmbH. 2010. Dieselmootorin ohjausjärjestelmät. Suomentaja Björn Boström. Helsinki: Autoalan Koulutuskeskus Oy.
- Robert Bosch GmbH. 2012. Diesel Systems, Common Rail Systems CRS3 with 2,000 to 2,500 bar and piezo injectors. [WWW-dokumentti]. Robert Bosch GmbH Diesel Systems. [Viitattu 27.3.2014]. Stuttgart. Saatavana: http://www.boschautoparts.com/BAP_Technical_Resources%2FDiesel%20Parts%2FCommon%20Rail%20Systems%20CRS3.pdf
- Robert Bosch GmbH. 2012. For today and tomorrow: Everything for Diesel Service. Robert Bosch GmbH: Automotive Aftermarket, Business Unit Diagnostics. Plochingen.
- Robert Bosch GmbH. 2014. EPS 200, Tuotetietoa. [WWW-dokumentti]. Robert Bosch GmbH. [Viitattu 6.5.2014]. Saatavana: http://rb-aa.bosch.com/boaa-fi/Product.jsp?prod_id=340&ccat_id=91&language=fi-FI&publication=3

- Robert Bosch GmbH. Ei päiväystä. Bosch Diesel system test: EPS 815. [WWW-dokumentti]. Robert Bosch GmbH. [Viitattu 28.4.2014]. Saatavana: http://de-ww.bosch-automotive.com/en/ww/products_workshopworld/testing_equipment_products/diesel_system_testing_testingequipment_products/eps_815/eps_815_dieselsystem_testingequipment_products_workshopworld
- SFS-EN 60079-10-1. 2009. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 10-1: Tila-luokitus. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- SFS-EN ISO 14644-1. 1999. Puhdastilat ja puhtaat alueet. Osa 1: Puhtausluokitus. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- SFS-EN ISO 14644-2. 1999. Puhdastilat ja puhtaat alueet. Osa 2: Vaatimukset, joilla testataan ja valvotaan standardin ISO 14644-1 jatkuvaa noudattamista. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- SFS-EN ISO 14644-4. 1999. Puhdastilat ja puhtaat alueet. Osa 4: Suunnittelu, rakentaminen ja käynnistys. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- SFS-EN ISO 14644-5. 1999. Puhdastilat ja puhtaat alueet. Osa 5: Käyttö. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- Tompuri, V. 2008. Puhdastilaa tarvitaan yhä enemmän. [Verkkoleh-tiartikkeli]. Tekniikka & Talous 31.3.2008. [Viitattu 8.4.2014]. Saatavana: <http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/puhdastilaa+tarvitaan+yha+enemman/a75970>

LIITTEET

LIITE 1 Bosch EPS200- suutintesterin päivityssarjat

LIITE 2 Bosch – puhdastilojen siivoustaulukko

LIITE 3 Bosch - suuttimen kokoonpanoteline

LIITE 4 Denso Corporationin hyväksymät testauslaitteet eri järjestelmille

LIITE 5 Seamk Oy:n puhdastilan layout-suunnitelma

LIITE 1 Bosch EPS200- suutintesterin päivityssarjat

EPS 205 - Product Information

9. EPS 200 – Data for Upgrade & Accessory Kits (9/2)

EPS 200 Accessory kits:		P/N	C-price	Testable components	SOL
CRI Solenoid 3rd party	1 687 010 399		Delphi, Denso	2014/04	
Basis kit	1 687 010 397			2014/04	
CRI Piezo-Bosch	1 687 010 393		CRI Piezo-Bosch	2014/04	
CRI Piezo 3rd party	1 687 010 400		Siemens, Denso	2014/05	
CRIN adaption	1 687 010 398		CRIN-Bosch	2014/04	
1 adaption (same adaption as CRI/CRIN 848H)	1 685 720 xxx (depends on adaption)		CRIN-Bosch	available	



LIITE 3 Bosch - suuttimen kokoonpanoteline

Common Rail System: CRI/CRIN¹ from Bosch

¹ Solenoid valve controlled injectors



Repair tools CRI/CRIN/UI

Level 1 – assembly fixture

Assembly fixture for nozzles or nozzle-retaining nuts of Common Rail and UI injectors.

Designation	Order number
Assembly fixture for nozzle and retaining nut replacement CRI/CRIN	0 986 610 130
Assembly set for O-ring assembly CRI/CRIN	0 986 612 930
Alternative	
Assembly fixture for nozzle and retaining nut replacement UI and base assembly fixture for CRI/CRIN (accessory set 0 986 613 500 necessary)	0 986 613 400
Accessory set for base assembly fixture necessary for CRI/CRIN	0 986 613 500

Level 2 – CRI/CRIN set 1, carrying case

Carrying case contains tools for replacing high-pressure sealing ring on the CRI. Assembly fixture 0 986 613 600 for use with tool set 0 986 613 650 for replacement of the high-pressure sealing ring. Extension for CRIN injector with 0 986 613 699

Designation	Order number
Assembly fixture for use with 0 986 613 650	0 986 613 600
CRI/CRIN set 1, carrying case Note: The foam inserts are already prepared to fit tools of level 1.	0 986 613 650
Accessory set for CRIN injectors (space available in the carrying case 0 986 613 650)	0 986 613 699

Removal and installation tools CRI/CRIN

Designation	Order number
Rotating device for injector	0 986 611 481
Puller for CRI	0 986 611 499
Striking tool for injector (CR)	0 986 612 727
Cleaning set for compressed air adapter	0 986 612 729
Sealing bolt for combustion chamber	0 986 612 734
Puller for injector	0 986 612 782
Removal claw for CRI (MB, PSA)	0 986 612 872

LIITE 1 Denso Corporationin hyväksymät testauslaitteet eri järjestelmille.



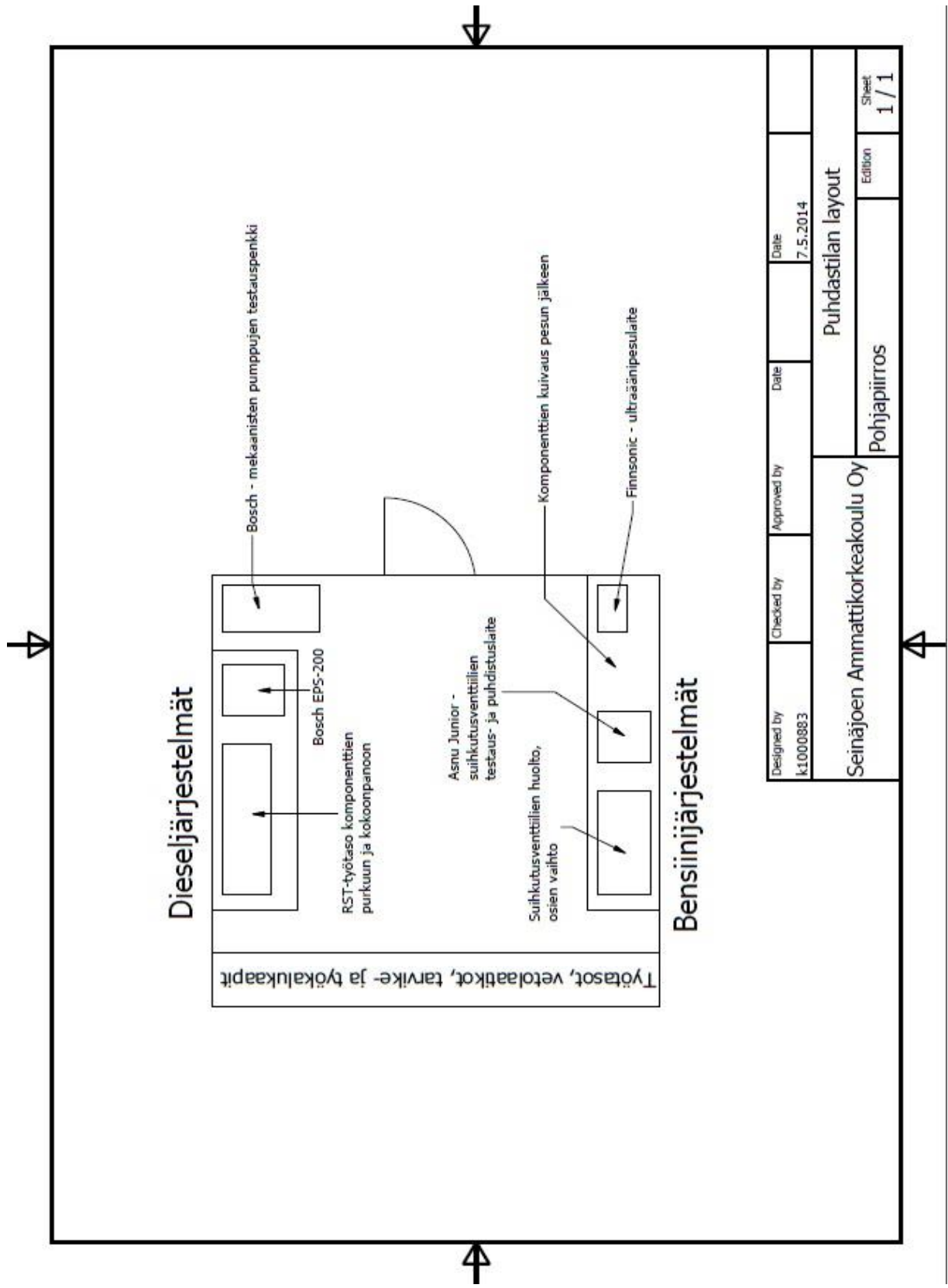
DENSO European Dealer Standard

Appendix 2 Pump Test Bench overview.

Test Bench	Pump type	Mechanical Pumps	ECD-V3	ECD-V3 (rom)	ECD-V4	ECD-V5(p)	HP0	HP2	HP3	HP4
	Bosch EPS707	✓	✓	✓	X	X	X	X	X	X
	Bosch EPS715	✓	✓	✓	X	X	X	X	X	X
	Bosch EPS815	✓	✓	✓	X	✓	X	X	X	X
	Hartridge AVM1- 10hp	✓	✓	✓	X	✓	X	X	X	X
	Hartridge AVM1- 20hp	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X
	Hartridge AVM2PC-10hp	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	✓	X
	Hartridge AVM2PC-20hp	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Hartridge HA2500	✓	✓	✓	X	X	X	X	X	X
	Magaza 123	✓	✓	✓	X	X	X	X	X	X

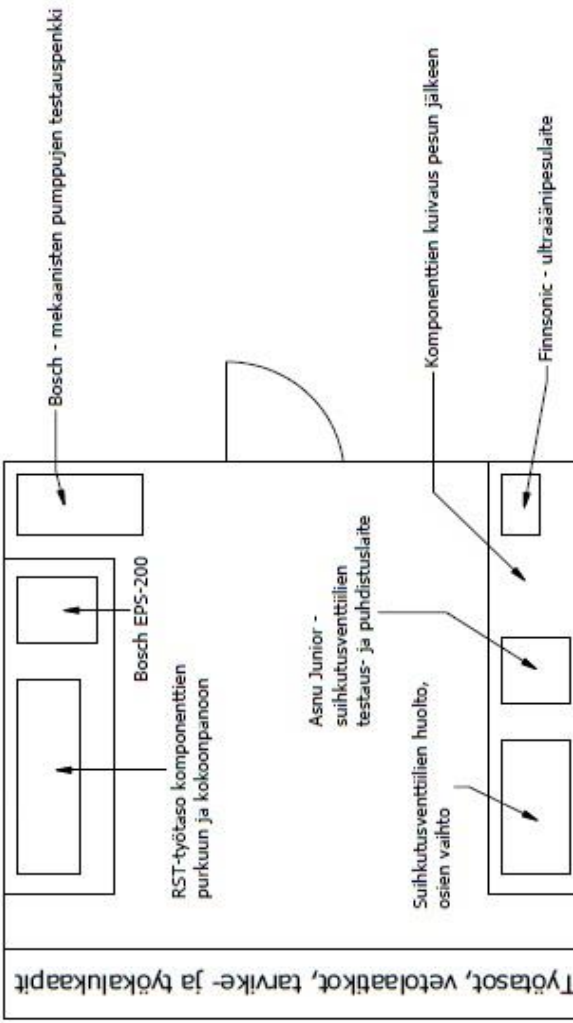
✓ = Approved Test Bench
X = Not approved Test Bench

LIITE 5 Seamk Oy:n puhdastilan layout-suunnitelma



Dieseljärjestelmät

Bensinijärjestelmät



Designed by K1000883	Checked by	Approved by	Date 7.5.2014	Date
Seinäjoen Ammattikorkeakoulu Oy			Puhdastilan layout	
Pohjapiirros			Edition	Sheet 1 / 1