

4. Ajoneuvojen ilmastointilaitteiden rakenne ja toiminta

4.1 Ilmastointilaitteiden erot ja yhtäläisyydet käytettäessä kylmäainetta R134a, R1234yf ja R744

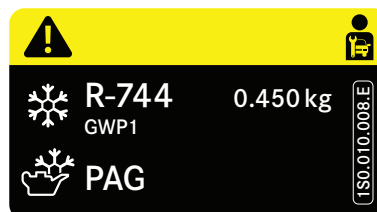
Kuten luvussa 3 mainittiin, kylmäaineiden R134a ja R1234yf termodynaamiset ominaisuudet ovat pitkälle samankaltaiset. Tämän myötä R134a-ilmastointilaitte ei pohjimmiltaan eroa R1234yf-järjestelmästä. Aivan kuten ne ovat samankaltaisia sekä toimintaperiaatteeltaan että rakenteeltaan, ei ole oleellisia eroja valitsemissa paineissa matala- ja korkeapainepuolella, joten R1234yf toimii teoreettisesti R134a-järjestelmässä ja päinvastoin. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, etteikö tiettyjä komponentteja olisi optimoitu kunkin kylmäaineen tapauksessa.

Kun katsotaan R744:ää, on tilanne tyystin toisenlainen, vaikka kylmäainepiiri on periaatteessa sama kuin kahdella muulla kylmäaineella. Kuten osiossa 3.3 on kuvattu sängen yksityiskohtaisesti, R744:n termodynaamiset ominaisuudet eroavat merkittävästi kahdesta muusta kylmäainekaasusta. Tämä puolestaan vaatii säätöjä kylmäainepiiriin ja sen osiin (katso "Tutustuminen R744-ilmastointilaitteen tekniikkaan" sivulla 26).



4.0 a+b+c

Nopea tunnistus: Vilkaisu moottorin INFO-kilpiin paljastaa, mitä kylmäainetta ilmastointilaitteeseen on tehtäällä laitettu.



4.2 Kylmäaineen kiertopiirin peruseriaatteita

Kuten hyvin on tiedossa, ajoneuvon sisäilman viilennys tai jäähdytys perustuu lämpöenergian ottamiseen ja poistamiseen. Tämän varmistamiseksi suljetussa järjestelmässä, kuten ajoneuvon ilmastointilaitteessa, siinä oleva kylmäaine kiertää jatkuvasti aina, kun ilmastointilaitteen kompressori aktivoituu. Jokaisen syklin aikana aine vaihtaa kerran kaasumaisesta tilasta nestemäiseen tilaan ja kerran nestemäisestä tilasta kaasumaiseen tilaan. Haihtumalla kylmäaine poistaa lämpöä matkustamoon virtaavasta ilmasta.

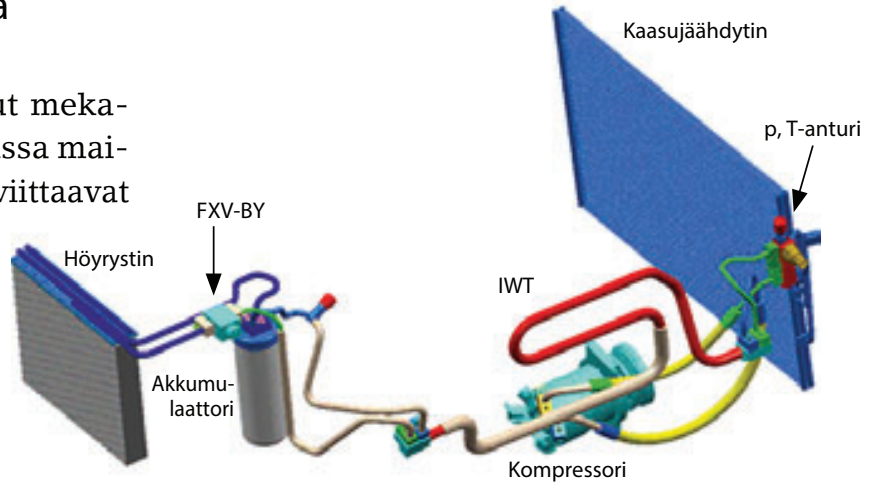
Eskursio ilmastointilaitteen R744 rakenteisiin - periaatteessa sama, poikkeaa yksityiskohdissa

Alaosioissa 4.2 ja 4.3 kuvatut mekaniemit sekä joissain tapauksissa mainitut lämpötilat sekä paineet viittaavat R134a- ja R1234yf-ilmastointilaitteisiin. R744-järjestelmässä nämä arvot poikkeavat johtuen kylmäaineiden erilaisista ominaisuuksista.

Tiedoista riippuen korkeapainepuolella paine voi olla 130 bar (mahdollisesti jopa hieman enemmän) ja matalapainepuolella noin 50 bar. Ei vähiten korkeampien paineiden takia, myös järjestelmän lämpötilataso on korkeampi.

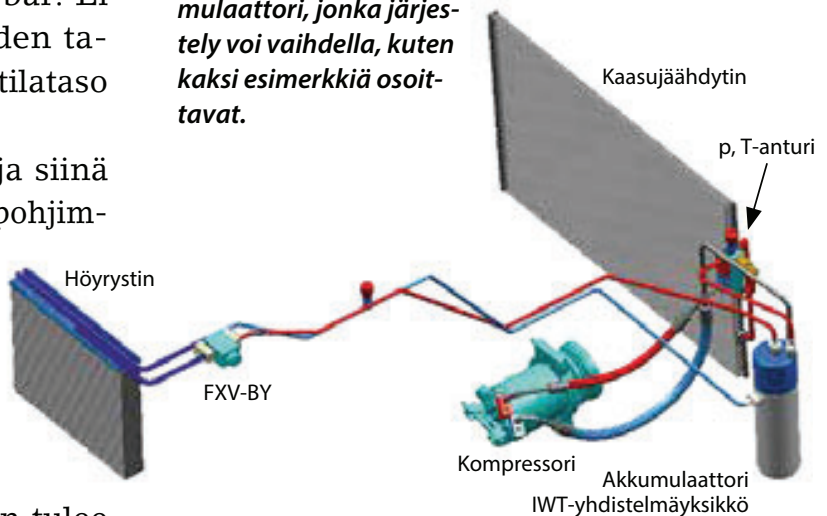
Kylmäainepiirin rakenne ja siinä olevat prosessit ovat kuitenkin pohjimmiltaan verrattavissa perinteisiin järjestelmiin. Lisäksi tarvitaan kompressori, höyrystin ja kuristin, jonka jälkeen kylmäaine laajenee jne. Korkeamman painetason vuoksi komponenttien tulee kuitenkin olla huomattavasti lujatekoisempia.

Tämän lisäksi kompressorin tulee olla tehokkaampi tuottaakseen tarvittavan paineen. Samalla höyrystin voidaan tehdä jonkin verran pie-



4.1 a+b

CO₂-kiertopiiri: Periaatteessa R744-järjestelmä on verrattavissa perinteisen ilmastointilaitteen rakenteeseen. CO₂-ilmastointilaitteissa on yleensä akkumulaattori, jonka järjestely voi vaihdella, kuten kaksi esimerkkiä osoittavat.



nemmäksi, koska CO₂ on huomattavasti tehokkaampi lämmönsiirron kannalta. Tämän vuoksi järjestelmä voi kokonaisuudessaan olla kompaktimittaisempi, mutta sen suorituskyky on suhteellisesti ottaen sama.

Jos tarkastellaan kylmäaineen jäähdytystä, asiantuntijat eivät puhu lauhduttimesta, vaan kaasujäähdyttimestä. Asiantuntijoiden mukaan tämä johtuu siitä, että yli 25 °C:n ulkolämpötilassa CO₂ ei enää pysty nesteyttämään jäähdytyksellä, kuten tapahtuu lauhduttimissa kylmäaineilla R134a ja R1234yf. Tästä syystä R744 jäähdytetään jatkuvasti kaasujäähdyttimessä olevalla ulkoilmalla näin korkeissa ulkolämpötiloissa.

Toinen yksityiskohtaero perinteisiin ilmastointilaitteisiin verrattuna on CO₂-anturi (lisätietoja sivulla 23 osiossa 3.3) ja paine-/lämpötunnistin (ns. p.T-anturi). Yhdessä paineenalennusventtiilin kanssa (avautuu yleensä noin 160 bar paineessa) tämä edistää turvallisuutta ja komponenttien suojausta havaitsemalla ylisuuret paineet ja alentamalla niitä tarvittaessa. Sovituksia tarvitaan myös tiivisteiden ja mahdollisten polymeeriletkujen kannalta. Korkeampien paineiden ja lämpötilojen sekä pienempien CO₂-molekyyliden aiheuttaman kylmäainekaasun suuremman haihtuvuuden vuoksi käytetään metallitiivisteitä sekä erikoispinnoitettuja letkuyhteyksiä.

Nesteytyessään (tiivistyessään), kylmäaine vapauttaa lämpöä. Lisäksi nesteytys tarkoittaa, että kylmäaine voi haihtua ja siten poistaa lämpöä ympäristöstä.

4.3 Paisuntaventtiilillä varustetun ilmastointilaitteen rakenne ja toiminta

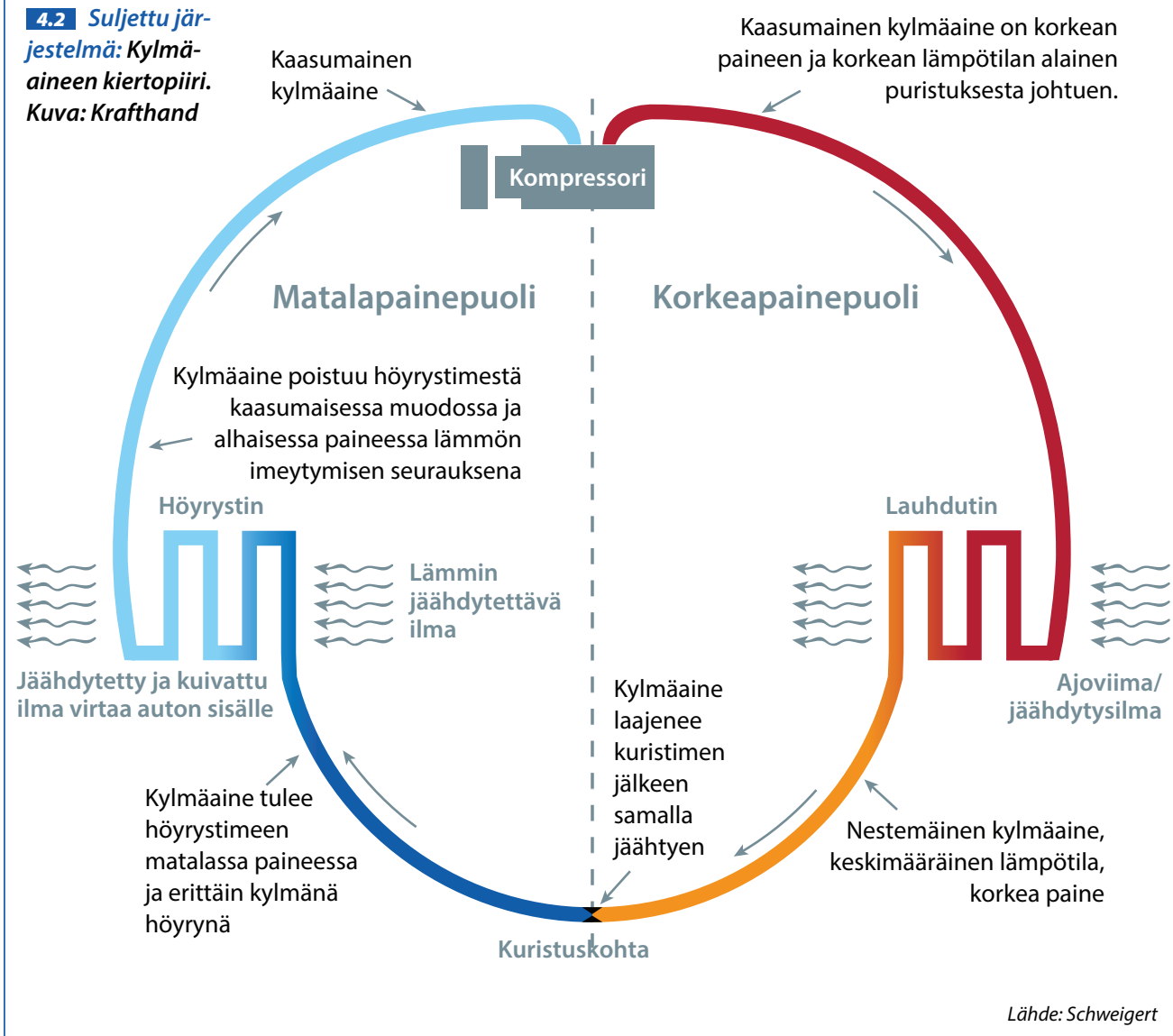
Paisuntaventtiilillä varustetun ilmastointilaitteen kylmäainepiirin pääkomponentteja ovat kompressori, lauhdutin, suodatinkuivain, paisuntaventtiili, höyrystin ja näiden komponenttien väliset liitäntäputket. Vallitsevista paineolosuhteista johtuen ilmastoinnin työkierro on jaettu korkean ja matalan paineen piireihin.

Korkeapainepiiri

Jotta kylmäaine pääsee kiertämään ilmastoinnin ollessa toiminnassa, kompressori imee kylmäainetta sisään matalapainepiiristä viileänä ja kaasumaisena. Kompressorissa tapahtuvan puristusprosessin aikana kylmäaine lämpenee merkittävästi, jonka jälkeen se pumpataan lauhduttimeen kaasumaisessa muodossa korkeassa lämpötilassa ja korkeassa paineessa (6–20 bar, riippuen käyttöolosuhteista ja järjestelmästä). Kylmäaine nesteytyy luovuttaessaan lämpöä lauhduttimen pinnan kautta ohivirtaavaan ilmaan ja tuuletuspuhaltimen tuottamaan ilmanvirtaukseen.

4 Ajoneuvojen ilmastointilaitteiden rakenne ja toiminta

4.2 Suljettu järjestelmä: Kylmäaineen kiertopiiri. Kuva: Kraft-hand



Tämä tarkoittaa, että kylmäaine, joka on edelleen korkean paineen alainen, ei poistu lauhduttimesta pelkästään nestemäisessä muodossa, vaan myös noin 10–15 °C jäähtyneenä. Tämä tieto tulisi ymmärtää ohjeeksi. Jos esimerkiksi ilmastointilaitteen on tarjottava erittäin alhainen jäähdytysteho, kun ulkolämpötila

on suhteellisen alhainen, ero voi olla hieman pienempi.

Lauhduttimen ulostuloaukosta kylmäaine tulee nyt (suodatin)kuivaimen keskilämpötilaisena. Varastointitoiminto (lisätietoja osiossa 5.4) mukaan lukien sen tehtävänä on suodattaa likahiukkaset ja kosteus pois kylmäaineesta.

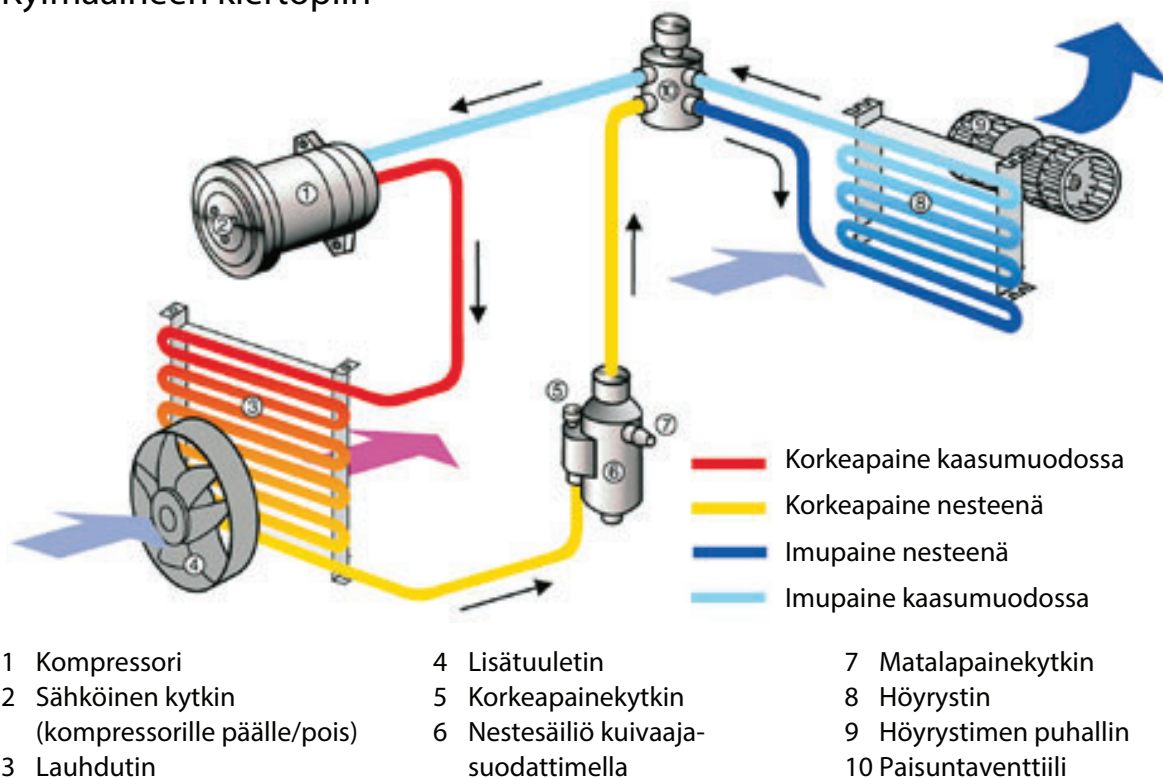
Matalapainepiiri

Kun kylmäaine on jättänyt (suodatin) kuivaimen taakseen, se saavuttaa paisuntaventtiilin nestemäisessä tilassa ja edelleen korkeapaineisena. Kapeaksi kuristimeksi suunnitellun venttiilikanavan läpi kulkiessaan kylmäaine yhtäkkiä alkaa paisua, joten tästä eteenpäin sitä kutsutaan myös matalapainepuoleksi.

Laajentumisen seurauksena kylmäaine virtaa höyrystimeen hyvin jääh-

tyneenä (noin 0 °C tai kylmempänä) ja hienoksi sumutetussa höyrymuodossa. Lisäksi suuren paineen laskemisen (riippuen käyttöolosuhteista ja ulkolämpötilasta noin 0,5–3,5 bar) myötä kiehumispiste laskee niin paljon, että kylmäaine pystyy muuttumaan kaasumaiseksi. Nyt se poistaa lämpöä ilmasta, joka kulkee höyrystimen ulkopintojen läpi ja sitten virtaa auton matkustamoon jäähtyessään halutulla tavalla.

Kylmäaineen kierto piiri



4.3 Ilmastointi paisuntaventtiilillä: Ilmastoinnin kierto on jaettu korkea- ja matalapaine puoleksi. Korkeapainepuolella kompressorin korkeissa lämpötiloissa syöttämä kaasumainen kylmäaine nesteytetään ja jäähdytetään lauhduttimessa. Paisuntaventtiilin jälkeen alkavalla matalapainepuolella kylmäaine, joka on jäähtynyt merkittävästi paisumisen seurauksena, muuttuu kaasumaiseen tilaan. Kuva: Behr Hella

Tämän prosessin aikana kylmäaine höyrystimen ulostulossa on täysin kaasumaista. Höyrystimen tuloaukkoon verrattuna kylmäaineen lämpötila on - johtuen lämmön imeytymisestä - noussut jonkin verran.

Kylmäainemäärän säätely

Ennen kuin kompressorin imee kylmäaineen uudelleen, se jälleen virtaa paisuntaventtiilin läpi, mutta venttiilissä olevan toisen kanavan kautta. Tämä mahdollistaa varmistetun kylmäainemäärän säätämisen (katso osio 5.5.) niin, että kompressorin imee vain kaasumaista kylmäainetta. Jos höyrystimen kylmäaine ei liian suuren määrän vuoksi muuttuisi täysin kaasumaiseksi ja osa siitä pääsisi nestemäisessä tilassa kompressorin, olisi olemassa nestemäisen paineiskun vaara, koska nesteitä ei voida puristaa. Sammutetulla kompressorilla tapahtuu paineentasaus matala- ja korkeapaine-

puolien välillä. 20 °C lämpötilassa molemmilla puolilla on painetta noin 5 bar.

4.4 Kiinteällä kuristimella varustetun ilmastointilaitteen rakenne ja toiminta

Periaatteessa ilmastointilaitte kiinteällä kuristimella toimii kuten ilmastointilaitte, jossa on paisuntaventtiili. Höyrystimen edessä olevaa kuristuskohtaa ei kuitenkaan muodosta paisuntaventtiili, vaan niin sanottu kiinteä pullonkaula. Tällä komponentilla myös saavutetaan kylmäainetta laajentava ja viilentävä vaikutus. Kylmäaineen määrää ei kuitenkaan voida säätää kuten paisuntaventtiilijärjestelmissä. Tästä syystä kiinteissä kuristinsysteemeissä on akkumulaattori, joka tunnetaan myös nimellä keräyssäiliö. Se sijaitsee höyrystimen ja kompressorin välissä. Tässä vaiheessa kylmäaine, joka ei ole täysin muuttunut kaasumaiseksi, voi vielä haihtua ennen kuin kompressorin imee sen sisään. Tämä suojaa kompressorin nesteiskulta. Lisäksi akkumulaattorin tulee hoitaa (suodatin)kuivaajan tehtävät.

Eräs kiinteän kuristinjärjestelmän ominaisuus: joissakin ajoneuvoissa kuuluu (hiljainen) viheltävä ääni moottorin sammuttamisen jälkeen ilmastoinnin oltua toiminnassa. Tämä johtuu paineen tasaamisesta matala- ja korkeapainepuolien välillä kiinteän kuristimen välityksellä.



Korkeapainepuolen putket ovat hoikkia suhteessa matalapaineputkiin ollen myös lämpimämpiä, 40–80 °C käyttöolosuhteista riippuen. Tuhdimmat matalapaineputket ovat puolestaan viileitä, ja kun ilmanala on sopiva, niihin ilmaantuu kosteutta.