

TIIVISTELMÄ

Euroopan Unioonin uusi F-kaasuasetus vaikuttaa voimalla koko kylmäalaan ja erityisesti tiettyjen kylmäaineiden käyttöön. Vuoden 2017 aikana vaikutus on voimistunut erityisesti hinnannousujen ja saatavuuden heikkenemisen myötä. Pääsyy tähän on käytössä olevat kylmäainekiintiöt, joiden mukaisesti jaetaan EU-markkinoilla myytävän uuden kylmäaineen määrät eri toimijoiden kesken. Lisäksi on huomioitava, että kiintiöt pienenevät vuoteen 2030 asti jatkuvasti.

Vaikutus on ollut suurinta korkeamman ilmastolämmitysvaikutuksen kylmäaineille, kuten R404A ja R410A, sekä tietyille seoksille. Vuoden 2018 alusta eräs suuri kylmäainevalmistaja on ilmoittanut lopettavansa R404A:n toimitukset EU:n. Lisäksi tiettyjen seoksissa käytettävien kylmäainekomponenttien tuotantoa on supistettu ja näin ollen saatavuus on vaikeutunut.

Tässä katsauksessa on pyritty esittämään poistuville kylmäaineille vaihtoehtoisia korvaavia kylmäaineita. Tarkastelu on tehty sovellusten näkökulmasta. On huomattava, että osasta korvaavia kylmäaineita ei ole pitkäaikaisratkaisuksi, vaan ne on lähinnä tarkoitettu siirtymäajan kylmäaineiksi. Pitkäaikaiseksi ratkaisuksi tarkoitettavat uudet kylmäaineet ovat alhaisen ilmastolämmitysvaikutuksen omaavia aineita tai seoksia. Näiden aineiden käyttöönotossa tulee huomioida mahdollinen kylmäaineen turvaluokituksen muuttuminen esimerkiksi palamattomasta palavaksi.

Sisällys

TIIVISTELMÄ.....	1
YLEISTÄ	2
KYLMÄAINEIDEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSIA KUVAAVAT TUNNUSLUVUT	2
KYLMÄAINEIDEN TURVALLISUUSLUOKITUS	2
LUOKITUS ISO 817 MUKAISESTI.....	3
MYRKYLLISYYSLUOKITUS	3
SYTTYVYYSLUOKITUS	3
Kylmäaineseosten turvallisuusluokitus	3
KYLMÄAINEIDEN JAOTTELU.....	4
KYLMÄAINEIDEN KÄYTTÖRAJOITUKSET ja KIELLOT	5
F-KAASUASETUKSEN ASETTAMAT KIELLOT JA RAJOITUKSET	6
Uudet laitteet ja järjestelmät	6
Yleisesti käytettyjä kylmäaineita ja niitä korvaavia kylmäaineita	8
Kylmäaineen vaihdossa huomioitava turvaluokitus.....	9
Huoltokäyttö.....	9
Kylmäainevalmistajien kotisivuja	10

YLEISTÄ

Kylmäaineet ovat nesteytettyjä kaasuja, joita käytetään väliaineina lämmön siirtämiseen kylmäkoneistoissa.

Kylmäaineiden käyttö kylmäkoneistoissa perustuu niiden kykyyn muuttaa olomuotoa nestemäisestä kaasumaiseksi ottaessaan vastaan lämpöä ympäristöstään, tai kaasumaisesta nestemäiseksi luovuttaessaan lämpöä ympäristöönsä. Tätä olomuodon muutosta hyväksikäyttäen saadaan suuriakin lämpökuormia siirrettyä suhteellisen pienellä kylmäaineen massavirralla. Kylmäaineen ominaisuudet riippuvat suuresti siihen kulloinkin vaikuttavasta paineesta ja lämpötilasta.

Käytettävät kylmäaineet ovat vaihtuneet viime vuosikymmeninä lainsäädännön muutosten vaikutuksesta. Ensin poistettiin otsonikerrokselle haitalliset aineet ja nyt ollaan poistamassa korkean ilmastonlämmitysvaikutuksen omaavia kylmäaineita. Muutokset tarkoittavat alalle uusien kylmäaineiden käyttöä, mutta myös uusien ominaisuuksien opiskelua. Ympäristönäkökohtien tilalle on tulossa turvallisuusnäkökohdat muun muassa kylmäaineiden palavuuden johdosta.

KYLMÄAINEIDEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSIA KUVAAVAT TUNNUSLUVUT

Ympäristöystävällisyydellä tarkoitetaan kylmäaineiden yhteydessä yleensä haitattomuutta ilmakehän otsonikerrokselle ja mahdollisimman vähäistä kasvihuoneilmiötä lisäävää vaikutusta. Otsonihaitattomuus edellyttää, ettei kylmäaine sisällä klooria (Cl) eikä bromia (Br). Kylmäaineiden ympäristövaikutuksia kuvataan seuraavilla tunnusluvuilla:

- ODP** Luku, joka ilmoittaa kylmäaineen suhteellisen otsonihaitallisuuden (eng. Ozone Depletion Potential). Referenssilukuna käytetään kylmäaineen R11 lukua, jolle on annettu arvo 1,0. Asteikko on 0...1,0.
- GWP** Luku, joka ilmoittaa kylmäaineen kasvihuonehaitallisuuden (eng. Global Warming Potential). Vertailulukuna käytetään hiilidioksidin (CO₂) haitallisuuslukua, jonka arvo on 1,0. GWP-arvot ilmoitetaan yleensä 100 vuoden ajanjaksolle laskettuina arvoina. Asteikko on 0:stä ylöspäin (esim. R134a:lla 1430). Tässä dokumentissa käytetään F-kaasuasetuksessa esitettyjä arvoja.
- TEWI** Luku, joka ilmoittaa kylmälaitoksen elinaikanaan tuottaman kasvihuonehaitallisuuden kg:na CO₂:ta (eng. Total Equivalent Warming Impact). TEWI:ssä huomioidaan sekä suorat kylmäainepäästöt että laitteen energiankulutuksesta johtuvat CO₂-päästöt. Asteikko on 0:sta ylöspäin.

Mitä suurempia ODP-, GWP- ja TEWI- luvut ovat, sitä haitallisempia ne ovat ilmakehälle ja ympäristölle.

KYLMÄAINEIDEN TURVALLISUUSLUOKITUS

Kylmäaineet jaetaan ryhmiin niiden terveys- ja turvallisuusvaikutusten mukaan. Käytännössä tämä tarkoittaa kylmäaineiden jaottelua niiden myrkyllisyyden ja syttymisherkkyiden mukaan. Euroopan Unioon lainsäädännössä puhtaiden kylmäaineiden ja seoskylmäaineiden turvallisuusluokitus (vaaraluokitus) perustuu ns. CLP-asetukseen (EY-asetus N:o 1272/2008). CLP-asetuksen mukainen luokitus koskee muun muassa kylmäaineiden varastointia, teollista käsittelyä ja kuljetusta.

Lisäksi kylmäaineiden turvallisuusluokituksia määritetään kansainvälisen standardointijärjestön ISO:n työryhmässä TC86. Luokitukset julkaistaan ensin standardissa ISO 817, josta tiedot otetaan muun muassa

standardiin EN 378. Standardeissa määritellään kylmäjärjestelmien ja -laitteiden sisältämien kylmäaineiden enimmäistösmäärästä ja laitteiden rakenteesta ja sijoituspaikasta.

LUOKITUS ISO 817 MUKAISESTI

MYRKYLLISYYSLUOKITUS

Kylmäaineet jaetaan kahteen ryhmään niiden myrkyllisyyden mukaan.

Ryhmä A Kylmäaineet, joiden työperäisen altistuksen raja-arvo ≥ 400 ppm.

Ryhmä B Kylmäaineet, joiden työperäisen altistuksen raja-arvo on alle 400 ppm.

Kylmäaineista voi syntyä myrkyllisiä hajoamistuotteita, mikäli ne pääsevät kosketuksiin liekkiin tai kuumien pintojen kanssa. Tämä on otettava huomioon, kylmäainetta sisältävien koneistojen sijoittelua suunniteltaessa.

SYTTYVYYSLUOKITUS

Kylmäaineet jaetaan nykyisin neljään ryhmään perustuen niiden alemman syttymisrajan (LFL), palonopeuden ja palamislämmön mukaan. Alempi syttymisraja on kylmäaineen minimipitoisuus, joka aiheuttaa liekin syttymisen kylmäaineen ja ilman homogeenisessa seoksessa

Luokka 1 Ei esiinny liekin etenemistä ilmakehän paineessa (101,3 kPa) ja 60 °C lämpötilassa

Luokka 2L (alhaisempi syttyvyys), kaikki seuraavat vaatimukset täytyttävä:

- liekin etenemistä esiintyy ilmakehän paineessa (101,3 kPa) ja 60 °C lämpötilassa
- alempi syttymisraja (LFL) on $> 3,5$ tilavuus-%,
- palamislämpö < 19 MJ/kg, ja
- maksimipalonopeus ≤ 10 cm/s ilmakehän paineessa (101,3 kPa) ja 23 °C lämpötilassa

Luokka 2 (syttävä), kaikki seuraavat vaatimukset täytyttävä:

- liekin etenemistä esiintyy ilmakehän paineessa (101,3 kPa) ja 60 °C lämpötilassa
- alempi syttymisraja (LFL) on $> 3,5$ tilavuus-%,
- palamislämpö < 19 MJ/kg, ja
- maksimipalonopeus > 10 cm/s ilmakehän paineessa (101,3 kPa) ja 23 °C lämpötilassa

Luokka 3 (korkeampi syttyvyys), seuraavat vaatimukset täytyttävä:

- liekin etenemistä esiintyy ilmakehän paineessa (101,3 kPa) ja 60 °C lämpötilassa, ja
- alempi syttymisraja (LFL) on $\leq 3,5$ tilavuus-%; **TAI**
- palamislämpö ≥ 19 MJ/kg

Kylmäaineseosten turvallisuusluokitus

Kylmäaineseoksilla saattavat syttymisherkyys- ja myrkyllisyysominaisuudet muuttua koostumuksen muuttuessa niiden komponenttien erkaantuessa toisistaan. Näillä kylmäaineilla turvallisuusluokitus tehdään pahimman mahdollisen tilanteen mukaan, mikä komponenttien erkaantumisen aikana voi esiintyä.

TAULUKKO 1. Kylmäaineiden turvaluokituksen periaatteet

Turvaryhmä	Pienempi myrkyllisyys (terveydelle haitaton)	Suurempi myrkyllisyys (terveydelle haitallinen)
Korkeampi syttyvyys	A3	B3
Alhaisempi syttyvyys	A2L	B2L
Syttyvä	A2	B2
Ei syttyviä	A1	B1

KYLMÄAINEIDEN JAOTTELU

Kylmäaineet ovat pääsääntöisesti hiilivetyjä, joiden vetyatomeja on eri tavoin prosessoimalla korvattu halogeenimolekyyleillä. Lainsäädännössä kylmäaineiden jaottelu tehdään juuri näiden halogeenimolekyyliperusteella. Halogeenihiilivedyt voidaan jakaa halogeenimolekyyliperusteella seuraaviin ryhmiin:

- CFC-kylmäaineet** Täysin halogenoituja hiilivetyjä, jotka sisältävät klooria, fluoria ja hiiltä, muttei lainkaan vetyä (eng. Chloro-Fluoro-Carbon). Suuren otsoni- ja merkittävän kasvihuonehaitallisuuden omaavia kylmäaineita.
- HCFC-kylmäaineet** Osittain halogenoituja hiilivetyjä, jotka sisältävät klooria, fluoria, hiiltä ja vetyä (eng. Hydro-Chloro-Fluoro-Carbon). Pienen otsoni- ja merkittävän kasvihuonehaitallisuuden omaavia kylmäaineita.
- HFC-kylmäaineet** Osittain halogenoituja hiilivetyjä, jotka sisältävät fluoria, hiiltä ja vetyä (eng. Hydro-Fluoro- Carbon). Otsonihaitattomia, mutta merkittävän kasvihuonehaitallisuuden omaavia kylmäaineita.
- PFC-kylmäaineet** Täysin halogenoituja hiilivetyjä, jotka sisältävät ainoastaan fluoria ja hiiltä (eng. Per-Fluoro-Carbon). Otsonihaitattomia, mutta merkittävän kasvihuonehaitallisuuden omaavia kylmäaineita.
- HFO-kylmäaineet** Osittain halogenoituja hiilivetyjä, jotka sisältävät fluoria, hiiltä ja vetyä (eng. Hydro-Fluoro- Olefin). Otsonihaitattomia ja alhaisen kasvihuonehaitallisuuden omaavia kylmäaineita.

HFC- ja PFC- kylmäaineet ovat ns. fluorihiiilivetyjä ja niitä kutsutaan yleisesti F-kaasuiksi. HFO-kylmäaineet ovat myös F-kaasuiksi luokiteltavia aineita. HFO-aineet eroavat HFC-aineista molekyytirakenteen suhteen: HFO-aineissa on niin sanottu kaksoissidos kahden hiiliatomin välillä, kun taas HFC-aineissa on vain yksöissidoksia hiiliatomien välillä.

F-kaasuasetus käsittelee HFO/HFC-seoksia aivan kuten puhtaita HFC-aineitakin, mutta puhtaat HFO:t (esim. R1234yf ja R1234ze) puolestaan ovat F-kaasuasetuksen osalta vain raportoinnin piirissä.

Edellä esitettyjen ryhmien lisäksi on olemassa vielä ryhmä kylmäaineita, jotka eivät sisällä lainkaan halogeenimolekyylejä. Näitä kylmäaineita kutsutaan ns. luonnonmukaisiksi kylmäaineiksi (eng. natural refrigerants). Tällaisia kylmäaineita ovat mm. puhtaat hiilivedyt, ammoniakki ja hiilidioksidi. Näitä aineita esiintyy luonnossa sellaisenaan eivätkä ne ole haitallisia ilmakehän otsonikerrokselle ja niiden kasvihuoneilmiötä lisäävä vaikutus on nolla tai lähes nolla. Luonnonmukaiset kylmäaineet voidaan jakaa kahteen ryhmään:

HC-kylmäaineet

Puhtaat hiilivedyt (eng. Hydro-Carbon). Tähän ryhmään kuuluu esimerkiksi propaani (R290) ja butaani (R600). Otsonihaitattomia kylmäaineita, joiden kasvihuonehaitallisuus on käytännössä merkityksetön.

Epäorgaaniset kylmäaineet

Puhtaat epäorgaaniset yhdisteet (eng. Inorganic Compounds). Käytetyimmät tämän ryhmän kylmäaineet ovat ammoniakki (R717) ja hiilidioksidi (R744). Otsonihaitattomia kylmäaineita, joiden kasvihuonehaitallisuus on ammoniakilla 0 ja hiilidioksidilla 1.

KYLMÄAINEIDEN KÄYTTÖRAJOITUKSET ja KIELLOT

Halogeenihiilivetyjen ilmakehälle haitallisten ominaisuuksien johdosta on niiden käyttöä rajoitettu lainsäädännöllisin keinoin runsaasti viime vuosina. Otsonihaitallisten CFC- ja HCFC-kylmäaineiden kiellot perustuvat EY-asetukseen N:o 1005/2009 (ns. otsoniasetus). HFC- ja PFC-aineille asetetut rajoitukset ja kiellot perustuvat EU-asetukseen N:o 517/2014 (ns. F-kaasuasetus) ja henkilö- ja pakettiautojen ilmastointilaitteita koskevaan direktiiviin 2006/40/EY (ns. MAC-direktiivi).

TAULUKKO 2. Halogeenihiilivedyille asetettuja käyttörajoituksia

Kylmäaineryhmä	Käyttörajoitukset
CFC- kylmäaineet	- esim. R11, R12 ja R502 - käyttö kielletty uusissa laitoksissa ja laitteissa 1.1.1995 alkaen - käyttö kielletty huollossa 1.1.2001 alkaen
HCFC- kylmäaineet	- esim. R22, R401, R402, R403, R408, R409 - käyttö kielletty uusissa laitoksissa ja laitteissa 1.1.2000 alkaen - käyttö kielletty huollossa uusilla aineilla 1.1.2010 alkaen - käyttö huollossa kierrätetyillä aineilla sallittu 31.12.2014 saakka - käyttö kielletty huollossa 1.1.2015 alkaen
HFC- ja PFC- kylmäaineet	- esim. R134a, R404A, R407C, R410A, R507A - käyttö uusissa laitoksissa ja laitteissa sallittu, paitsi erikseen luetellut laitteet ja sovellukset (ks. seuraava kappale) - huoltokäytössä rajoituksia 1.1.2020 alkaen (ks. seuraava kappale) - GWP-rajana 150 uusien automallien ilmastointilaitteissa 1.1.2011 alkaen - GWP-rajana 150 kaikkien uusien autojen ilmastointilaitteissa 1.1.2017 alkaen
HFO-kylmäaineet	- esim. R1234ze, R1234yf - HFO-kylmäaineille ei ole asetettu F-kaasuasetuksessa rajoituksia tai kieltoja

Luonnonmukaisille kylmäaineille ei ole asetettu vastaavia käyttörajoituksia F-kaasuasetuksessa. Puhtaat hiilivedyt ovat kuitenkin ensimmäisen luokan palavia nesteitä ja epäorgaanisista kylmäaineista esimerkiksi ammoniakki on ensimmäisen luokan palava neste ja myrky. Luonnonmukaisten kylmäaineiden käyttöä säätelevät painelaitelainsäädäntö (PED) sekä tuoteryhmäkohtaiset täytösmäärärajoitukset, joita on esitetty eri standardeissa.

F-KAASUASETUKSEN ASETTAMAT KIELLOT JA RAJOITUKSET

Uudet laitteet ja järjestelmät

Uusia laitteita ja järjestelmiä koskevat kiellot ja rajoitukset on esitetty F-kaasuasetuksen liitteessä III. Alla olevassa taulukossa on esitetty ao. liitteen kohdat 10-15.

TAULUKKO 3. Uusia laitteita ja järjestelmiä koskevat kiellot ja rajoitukset

Kohta	Kielto	Kommentit	Kuvaesimerkki
nro 10	<i>Kotitalouksien jääkaapit ja pakastimet, jotka sisältävät fluorihilivetyjä, joiden GWP on vähintään 150, kiello astui voimaan 1.1.2015 alkaen</i>	Käytännössä kaikki uudet kotitalouksien kylmälaitteet toimivat jo hiilivedyillä, pääasiassa iso-butaanilla (R600a)	
nro 11	<i>Kaupalliseen käyttöön tarkoitetut jääkaapit ja pakastimet (ilmatiiviisti suljetut laitteet), jotka sisältävät fluorihilivetyjä, joiden</i>		
nro 11 a	<i>- GWP on vähintään 2 500, kiello astuu voimaan 1.1.2020</i>	Tarkoittaa R404A:n ja R507A:n käyttökieltoa 1.1.2020 alkaen	
nro 11 b	<i>- GWP on vähintään 150, kiello astuu voimaan 1.1.2022</i>	Tarkoittaa käytännössä nykyisten F-kaasujen käyttökieltoa, mutta suuri osa uusista kaupan kylmän omakoneellisista kalusteista toimii jo hiilivedyillä, joko propaanilla (R290) tai butaaneilla (R600 ja R600a)	

SUOMEN KYLMÄYHDISTYS ry
KYLMÄAINETILANNE 2017

19.9.2017
Mika Kapanen

<p>nro 12</p>	<p><i>Kiinteät jäähdytyslaitteet, jotka sisältävät fluorihilivetyjä tai joiden toiminta perustuu niihin ja, joiden GWP on vähintään 2 500, lukuun ottamatta laitteita, jotka on tarkoitettu sovelluksiin, joita käytetään tuotteiden jäähdyttämiseen alle -50 celsiusasteen lämpötiloihin, kielto astuu voimaan 1.1.2020</i></p>	<p>- Tarkoittaa esimerkiksi R404A:n ja R507A:n käyttökieltoa 1.1.2020 alkaen HUOM. F-kaasuasetuksessa ”jäähdytyslaitteet”-sana ei kata ilmastoinnin jäähdytystä eikä lämpöpumppuja, millä on merkitystä mm. huoltokiellon kannalta (ks. kappale ”Huoltokäyttö” jäljempänä)</p>	
<p>nro 13</p>	<p><i>Kaupalliseen käyttöön tarkoitetut monikompressoriset keskusjäähdytysjärjestelmät, joiden arvioitu kapasiteetti on vähintään 40 kW ja jotka sisältävät fluorattuja kasvihuonekaasuja tai joiden toiminta perustuu niihin ja joiden GWP on vähintään 150, lukuun ottamatta kaskadijärjestelmien primääriä kylmäainepiiriä, jossa voidaan käyttää fluorattuja kasvihuonekaasuja, joiden GWP on alle 1 500, kielto astuu voimaan 1.1.2022</i></p>	<p>- Kaupan kylmän keskus-koneellisissa järjestelmissä ollaan valtaosin jo siirretty CO₂-järjestelmiin (R744) - Kaskadikoneikoissa primääripuolella voidaan kuitenkin käyttää F-kaasuja, joiden GWP-arvo on alle 1500, kuten R134a. Tässä tapauksessa kylmäkalusteiden jäähdytys on tehtävä välillisenä järjestelmänä.</p>	
<p>nro 14</p>	<p><i>Liikkuvat huoneilmastointilaitteet (jotka on suljettu ilmatiiviisti ja joita loppukäyttäjät pystyvät siirtämään huoneesta toiseen), jotka sisältävät fluorihilivetyjä, joiden GWP on vähintään 150, kielto astuu voimaan 1.1.2020</i></p>		
<p>nro 15</p>	<p><i>Single split -ilmastointijärjestelmät, jotka sisältävät alle 3 kg fluorattuja kasvihuonekaasuja, jotka sisältävät fluorattuja kasvihuonekaasuja tai joiden toiminta perustuu niihin, joiden GWP on vähintään 750, tai joiden toiminta perustuu niihin, kielto astuu voimaan 1.1.2025</i></p>	<p>- F-kaasusta jäisi jäljelle R32 sekä uudet kylmäaineet ja seokset</p>	

Yleisesti käytettyjä kylmäaineita ja niitä korvaavia kylmäaineita

Edellä esitettyjen käyttörajoitusten ja kieltojen johdosta käytettävissä olevien kylmäaineiden valikoima rajoittuu kylmäaineisiin, jotka eivät ole otsonihaitallisia eikä omaa korkeaa GWP-arvoa. Alla olevassa taulukossa 3 on esitetty eri sovelluksissa yleisesti käytössä olevia F-kaasuja ja niitä korvaavia, uusia kylmäaineita. Taulukko ei ole kaiken kattava.

Taulukossa 3 on esitetty myös korvaavien kylmäaineiden kiellot. Kiellon numero viittaa yllä esitettyihin kieltoihin. Taulukossa merkintä OK tarkoittaa, että nykyistä tai korvaavaa kylmäainetta saa käyttää kyseisessä sovelluksessa voimassa olevan F-kaasusetuksen mukaisesti 1.1.2030 asti.

TAULUKKO 3. Eri sovelluksissa yleisesti käytössä olevia F-kaasuja ja niitä korvaavia, uusia kylmäaineita

Sovellus	Nykyinen kylmäaine (turvaluokka, GWP-arvo)	Uusia/korvaavia kylmäaineita (turvaluokka, GWP-arvo)	Uusia/korvaavia kylmäaineita koskevat kiellot	Esimerkkejä uuden aineen kauppanimistä (*)	
Veden- ja nestejäähdyttimet (chillerit), lämpöpumput	R134a (A1, 1430) - OK	R450A (A1, 605)	OK	Solstice N13	
		R513A (A1, 631)	OK	Opteon XP10	
		R1234yf (A2L, 4)	OK	Opteon XL10	
		R1234ze (A2L, 7)	OK	Solstice ze	
	R410A (A1, 2088) - OK	R452B (A2L, 698)	OK	Solstice L41 Opteon XL55	
		R454B (A2L, 466)	OK	Opteon XL41	
Kaupan kylmälaitteet, ammattikylmälaitteet	R404A (A1, 3922), R507A (A1, 3985) - näillä vain huoltokäyttö sallittua 1.1.2020 alkaen	R407F (A1, 1825)	- kiellot nro 11 ja 13	Performax LT	
		R448A (A1, 1387)	- kiello nro 11	Solstice N40	
		R449A (A1, 1397)	- kiello nro 11	Opteon XP40	
		R452A (A1, 2140)	- kiellot nro 11 ja 13	Opteon XP44	
		R454A (A2L, 238)	- kiello nro 11	Opteon XL40	
		R454C (A2L, 148)	OK	Opteon XL20	
	R134a (A1, 1430) - sallittu vain yli 40 kW kaskadijärjestelmän primääripuolella 1.1.2022 alkaen	R450A (A1, 605)	OK	Solstice N13	
		R513A (A1, 631)	OK	Opteon XP10	
		R1234yf (A2L, 4)	OK	Opteon XL10	
		R1234ze (A2L, 7)	OK	Solstice ze	
	R407A (A1, 2107), R407F (A1, 1825) - kiellot nro 11 ja 13	R449A (A1, 1397)	- kiello nro 11	Opteon XP40	
	Lauhdutinyksiköt	R404A (A1, 3922) - vain huoltokäyttö sallittua 1.1.2020 alkaen	R455A (A2L, 145)	OK	Solstice L40X
	Ilmastointi	R410A (A1, 2088) - kiellot nro 14 ja 15	R452B (A2L, 698)	- kiello nro 14	Solstice L41 Opteon XL55
R454B (A2L, 466)			- kiello nro 14	Opteon XL41	
R455A (A2L, 145)			OK	Solstice L40X	
R407C (A1, 1774) - kiellot nro 14 ja 15		R444B (A2L, 296)	- kiello nro 14	Solstice L20	
Jäähdytetty kuljetus	R404A (A1, 3922) - OK	R455A (A2L, 145)	OK	Solstice L40X	
	R134a (A1, 1430) - OK	R450A (A1, 605)	OK	Solstice N13	
		R513A (A1, 631)	OK	Opteon XP10	
		R1234yf (A2L, 4)	OK	Opteon	
		R1234ze (A2L, 7)	OK	Solstice ze	

(*) Solstice ja Performax ovat Honeywellin tavaramerkkejä, Opteon on Chemoursin tavaramerkki

Kylmäaineen vaihdossa huomioitava turvaluokitus

Kylmäainetta vaihtaessa on kiinnitettävä erityisesti huomiota kylmäaineen turvaluokitukseen. Nykyisin käytössä olevat HFC-aineet ovat turvaluokassa A1, jolloin kylmälaitteita ja -järjestelmiä saa sijoittaa melko vapaasti ja täytösmäärien koko voi olla suuri. Uusista, korvaavista kylmäaineista suuri osa on luokiteltu turvaluokkaan A2L, jolloin kylmäaineen täytösmäärää on rajoitettu riippuen kylmälaitteen tai – järjestelmän sovelluksesta ja sijainnista.

Huoltokäyttö

Huoltokäyttöä koskevat kiellot ja rajoitukset on esitetty F-kaasusetuksen artiklan 13 kohdassa 3.

Huoltokäytössä on kielletty 1.1.2020 alkaen sellaisten HFC-kylmäaineiden, joiden GWP-arvo on vähintään 2 500, käyttö sellaisten jäähdytyslaitteiden huollossa tai kunnossapidossa, joiden täytöskoko on vähintään 40 hiilidioksidiekvivalenttitonnia. Tämä vastaa täytöksenä esim. noin 10,2 kg R404A:ta.

Kuitenkin kieltoa ei 1.1.2030 saakka sovelleta seuraaviin F-kaasuihin:

- regeneroidut F-kaasut, joiden GWP-arvo on vähintään 2 500 ja joita käytetään nykyisten jäähdytyslaitteiden kunnossapidossa tai huollossa
- kierrätetyt F-kaasut, joiden GWP-arvo on vähintään 2 500 ja joita käytetään olemassa olevien jäähdytyslaitteiden kunnossapidossa tai huollossa edellyttäen, että ne on otettu talteen tällaisesta laitteesta. Tällaisia kierrätettyjä kaasuja saavat käyttää vain yritykset, jotka ovat ottaneet ne talteen osana kunnossapitoa tai huoltoa, tai yritykset, joiden puolesta ne on otettu talteen osana kunnossapitoa tai huoltoa.

Taulukossa 4 on esitetty yli 2500 GWP-arvon omaavia kylmäaineita ja niiden 40 CO₂-ekvivalenttitonnia vastaava täytösmäärä. Tätä suurempia täytösmääriä omaavia laitteita saa huoltaa ja kunnossapitää vain regeneroidulla tai kierrätetyllä kylmäaineella.

TAULUKKO 4. Yli 2500 GWP-arvon omaavia kylmäaineita ja niiden 40 CO₂-ekvivalenttitonnia vastaava täytösmäärä

Kylmäaine	GWP-arvo	40 tonnia CO ₂ -ekv. (kg)
R23	14800	2,70
R125	3500	11,4
R404A	3922	10,2
R422A	3143	12,7
R422D	2729	14,7
R428A	3607	11,1
R434A	3245	12,3
R507	3985	10,0
R508A	13214	3,03
R508B	13396	2,99
ISCEON® MO89	3805	10,5

Kylmäainevalmistajien kotisivuja

Kylmäainevalmistajien kotisivujen linkit on tarkistettu viimeksi 31.7.2017.

Arkema <http://www.arkema.com/en/products/product-finder/range-viewer/Forane/2/> (tavaramerkki Forane, vain F-kaasuja)

Chemours https://www.chemours.com/Opteon_Stationary/en_GB/index.html (tavaramerkki Opteon, sekä F-kaasuja että uusia kylmäaineita ja seoksia)

Honeywell <https://www.honeywell-refrigerants.com/europe/> (tavaramerkit Solstice, Performax ja Genetron, sekä F-kaasuja että uusia kylmäaineita ja seoksia)

Mexichem <http://www.mexichemfluor.com/products/> (tavaramerkki Klea, vain F-kaasuja)

Solvay <http://www.solvay.com/en/markets-and-products/featured-products/SOLKANE-Specialties.html> (tavaramerkki Solkane, korkean lämpötilan sovellukset)

AGA http://www.aga.fi/fi/products_ren/refrigerants/index.html<http://www.care-refrigerants.co.uk/> (laaja valikoima kylmäaineita, myy muiden tuotteita)

SUOMEN KYLMÄYHDISTYS ry

KYLMÄAINETILANNE 2017

LIITE I KYLMÄAINEIDEN OMINAISUUKSIA

19.9.2017

Mika Kapanen

HFC-KYLMÄAINEITA

Esimerkkejä HFC-kylmäaineista uusiin laitoihin

Ominaisuus	R134a	R404A	R407C	R410A
koostumus	CF ₃ CH ₂ F 1,1,1,2-tetrafluorietaani	R125/R143a/R134a 44/52/4%	R32/R125/R134a 23/25/52%	R32/R125 50/50%
moolimassa [g/mol]	102,0	97,6	86,2	72,6
kiehumispiste [°C]	-26,1	-46,6	-43,8	-51,6
kriittinen lämpötila [°C]	101,0	72,1	86,7	74,7
kriittinen paine [bar]	40,7	37,3	46,2	51,7
ODP	0	0	0	0
GWP	1430	3922	1774	2088
turvaluokka	A1	A1	A1	A1
liukuma	ei liukumaa	0,8...0,2 °C	7,5...3,5 °C	0,1 °C
yhteensopivat öljyt	AB, POE, PVE, PAG	AB, POE, PVE, PAG	AB, POE, PVE, PAG	AB, POE, PVE, PAG
edut	- alhainen puristusaine - hyvä kylmäkerroin (th>-5 °C) - sopii käytettäväksi myös märkähöyrysteisiin järjestelmiin	- alhainen tulistuminen puristuksessa - laaja käyttöalue	- alhainen puristusaine - hyvä kylmäkerroin	- hyvä tilavuustuotto - laaja käyttöalue
haitat	- pieni tilavuustuotto - alipaine, kun th<-25 °C	- korkea GWP-luku - korkeahko puristusaine - lämpötilaliukuma	- suuri lämpötilaliukuma	- korkea puristusaine - suuri tulistuminen puristuksessa
käyttökohteita	- kodin kylmälaitteet - jääpalakoneistot, olutjäähdyttimet - ilmastoinnin jäähdytyksen ruuvi- ja turbovedenjääh- dytyskoneet - ajoneuvojen kylmälaitteet - lämpöpumput	- myymälöiden kylmälaitokset - kylmä- ja pakastekoneistot - jääratakoneistot	- comfort-ilmastoinnin jäähdytyslaitteet (siirrettävät, ikkunakojeet, splitit) - vedenjäähdytyskoneistot - kaappi- ja vakioilmastointi- koneet - kompressorilauhduttimet - lämpöpumput	- comfort-ilmastoinnin jäähdytyslaitteet (siirrettävät, ikkunakojeet, splitit) - vedenjäähdytyskoneistot - kaappi- ja vakioilmastointikoneet

DROP IN-KYLMÄAINEET VANHOIHIN LAITOKSIIN

Drop-in- kylmäaineella tarkoitetaan tässä kylmäainetta, joka vaihdettiin vanhan CFC- tai HCFC-kylmäaineen tilalle ilman erityisiä toimenpiteitä .

Ominaisuus	R413A	R417A	R422A	R422D
koostumus	R134a/R218/R600a 88/9/3%	R125/R134a/R600 46/50/4%	R125/R134a/R600a 85/11,5/3,5%	R125/R134a/R600a 65/31,5/3,5%
moolimassa [g/mol]	103,96	106,6	115,8	109,8
kiehumispiste [°C]	-35,0	-41,8	-48,7	-44,7
kriittinen lämpötila [°C]	101,3	89,9	71,8	80,7
kriittinen paine [bar]	41,1	38,6	37,5	39,5
ODP	0	0	0	0
GWP	1770	1950	2530	2230
turvaluokka	A2	A1	A1	A1
liukuma	0,5...7 °C	5,5...2 °C	3...0,5 °C	5...1,5 °C
yhteensopivat öljyt	MO, AB, MO+AB, POE	MO, AB, MO+AB, POE	MO, AB, MO+AB, POE	MO, AB, MO+AB, POE
käyttökohteita	korvaava kylmäaine vanhaan R12-laitokseen	korvaava kylmäaine vanhaan R22-laitokseen, lähinnä ilmastoinnin jäähdytyslaitokseen	korvaava kylmäaine vanhaan R22-laitokseen, lähinnä myymälöiden kylmä- ja pakastelaitoksiin	korvaava kylmäaine vanhaan R22-laitokseen

Ominaisuus	R424A	R426A	R427A
koostumus	R125/R134a/R600/R600a/R601a 50,5/47/0,9/1,0/0,6%	R125/R134a/R600/R601a 5,1/93/1,3/0,6%	R32/R125/R143a/R134a 15/25/10/50%
moolimassa [g/mol]	108,1	102,6	90,4
kiehumispiste [°C]	-38,7	-28,6	-42,7
kriittinen lämpötila [°C]	88,8	101,0	86,8
kriittinen paine [bar]	40,4	41,0	44,0
ODP	0	0	0
GWP	2011	1349	1830
turvaluokka	A1	A1	A1
liukuma	7,5...4 °C	2,5...4,5 °C	7...3 °C
yhteensopivat öljyt	MO, AB, MO+AB, POE	MO, AB, MO+AB, POE, PAG	POE

SUOMEN KYLMÄYHDISTYS ry
KYLMÄAINETILANNE 2017

19.9.2017
Mika Kapanen

käyttökohteita	korvaava kylmäaine vanhaan R22-laitokseen, lähinnä ilmastoinnin jäähdytyslaitokseen ja myymälöiden kylmälaito	korvaava kylmäaine vanhaan R12-laitokseen	korvaava kylmäaine vanhaan R22-laitokseen, vedenjäähdytyskoneistoon, myymälöiden kylmä- ja pakaste-laitoksiin
----------------	---	---	---

HC-KYLMÄAINEITA JA EPÄORGAANISET KYLMÄAINEET

Ominaisuus	R290	R600a	R717	R744
koostumus	C ₃ H ₈	CH(CH ₃) ₃	NH ₃	CO ₂
	propani	isobutaani	ammoniakki	hiilidioksidi
moolimassa [g/mol]	44,1	58,1	17,0	44,0
kiehumispiste [°C]	-42,1	-11,6	-33,3	-78,4
kriittinen lämpötila [°C]	96,7	135,9	132,4	31,1
kriittinen paine [bar]	42,4	36,8	113,5	73,8
ODP	0	0	0	0
GWP	3	3	0	1
turvaluokka	A3	A3	B2	A1
liukuma	ei liukumaa	ei liukumaa	ei liukumaa	ei liukumaa
yhteensopivat öljyt	MO, AB, MO+AB, PAO, POE, PAG	MO, AB, MO+AB, PAO, POE, PAG	MO, AB, MO+AB, PAO, PAG	MO, AB, MO+AB, PAO, PAG
edut	- alhainen puristusaine - pieni painesuhde - laaja käyttöalue - hyvä kylmäkerroin koko käyttöalueella - sopii käytettäväksi myös märkähöyrysteisiin järjestelmiin - ympäristöystävällinen - hyvät lämmönsiirto-ominaisuudet	- alhainen puristusaine - pieni painesuhde - ympäristöystävällinen - hyvät lämmönsiirto-ominaisuudet	- hyvä tilavuustuotto - alhainen puristusaine - sopii käytettäväksi myös märkähöyrysteisiin järjestelmiin - hyvät lämmönsiirto-ominaisuudet - hyvä kylmäkerroin - ympäristöystävällinen - vuodot helppo havaita	- loistava tilavuustuotto - pieni painesuhde - sopii käytettäväksi myös märkähöyrysteisiin järjestelmiin - hyvät lämmönsiirto-ominaisuudet - ympäristöystävällinen
haitat	- palava	- palava - alipaineinen, kun th<-10 °C - vaatimaton tilavuustuotto	- erittäin myrkyllinen - palava - suuri tulistuminen puristuksessa - suhteellisen kallis laitos	- korkea paine - alhainen kriittinen piste - syrjäyttää hapen vuototilanteissa - suurissa pitoisuuksissa aiheuttaa tajuttomuutta tai jopa kuoleman (10 % ilmassa)

SUOMEN KYLMÄYHDISTYS ry
KYLMÄAINETILANNE 2017

19.9.2017
Mika Kapanen

				- ilman happipitoisuusmittari ei sovellu CO ₂ -pitoisuuden valvontaan!
käyttökohteita	- vedenjäähdytyskoneistot - pienet kylmä- ja pakastekoneistot - lämpöpumput - ilmastonin jäähdytys	- kodin kylmälaitteet	- suuret vedenjäähdytyskoneistot - suuret kylmä- ja pakastekoneistot - jääratakoneistot - suuret lämpöpumput	- pakastekoneistot - pienet kylmäkaapit - ajoneuvojen kylmälaitteet - jääratojen liuos - lämpöpumput