

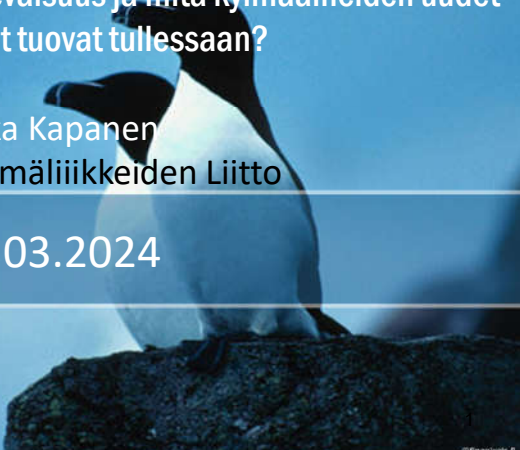


Kylmää kyytiä direktiiveistä.

Mikä on kylmävarastojen tulevaisuus ja mitä kylmäaineiden uudet EU-direktiivit tuovat tullessaan?

Mika Kapanen
Suomen Kylmäliikkeiden Liitto

12.03.2024



©freemove.fi

1

Esityksen sisältö

Kylmää kyytiä direktiiveistä. Mikä on kylmävarastojen tulevaisuus ja mitä kylmäaineiden uudet EU-direktiivit tuovat tullessaan?

- Uuden F-kaasuasetuksen pääkohdat
- Reach ja PFAS-rajoitus – arvio (arvaus) tulevasta
- Miten tästä eteenpäin?



2

"Perunamaailma"

Nettisivulta kerättyä: Vuonna 2022 Suomessa

- perunasato 562 miljoonaa kiloa
- viljely-ala 19 650 hehtaaria
 - => ruokaperuna 8 700 ha (44%), ruokateollisuusperuna 2 800 ha (14%), tärkkelysperuna 5 900 ha (30%), varhaisperuna 730 ha (4%), sertifioitua siemenperuna 1 030 ha (5%)

Perunan toimintaketjuja

- maatila – varasto – pakkaamo (– kuljetus – kauppa)
- maatila – varasto – pottutehdas – varasto – kuljetus – kauppa
- jokaisessa vaiheessa kylmäaineita



3

3

"Perunamaailma" – 1. kysymys

Tunnetteko te ja teidän

kaikki

**asiakkaat, kumppanit, tavarantoimittajat,
suunnittelutoimistot, urakoitsijat, alihankkijat,
huoltoyritykset, jne.**

Hangosta Petsamoon

**mitä kylmäainesarjoitukset tarkoittavat
jokapäiväisessä elämässä –
nyt ja tulevaisuudessa ?**



4

4

”Perusprinsiipit”

- Yritysten toiminnassa lainsäädännön suhteen on kolme ”perusprinsiippiä”:
 - Lainsäädäntö on yrityksen jokapäiväistä elämää
 - Vastuuta ei voi siirtää edes sopimalla
 - ”En tiennyt” ei kelpaa oikeudessa
- Lainsäädäntö ei rajoita toimintaa, jos vaatimukset huomio **riittävän ajoissa**
- Vain osallistumalla voit vaikuttaa. Jos et osallistu, niin joku päättää ”puolestasi”

Yletön demokratia on järjenkäytön pahin vihollinen
 (”Mulle antoivat, lapset saatanan, demokratian”,
 Juice Leskinen, ”Myrkytyksen oireet”, 1980)



5

5

Uusi F-kaasuasetus v. 2024

F-kaasuasetus =

EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON ASETUS (EU) 2024/573,
 annettu 7 päivänä helmikuuta 2024,

fluoratuista kasvihuonekaasuista, direktiivin (EU) 2019/1937
 muuttamisesta ja asetuksen (EU) N:o 517/2014 kumoamisesta

- julkaistu EU virallisessa lehdessä 20.2.2024
- **astui voimaan 11.3.2024 = eilen**
- lue ensin määritelmät tarkkaan! Asetuksen termi ei aina vastaa kylmäalan slangin tarkoittamaa termiä.
- asetuksen teksti myös luettava tarkkaan, mitä mikin kohta oikeasti koskee.

”Piru piilee yksityiskohdissa”



6

6

”Lukuohje”

Määritelmät voivat tuntua hieman harhaanjohtavilta, esim.

”Jäähdytys” (43) = prosessia, jolla **pidetään yllä tai lasketaan tuotteen**, aineen, järjestelmän tai muun kohteen **lämpötilaa**;

”Nesteenjäähdytin” (44) = yksittäistä järjestelmää, jonka ensisijaisena tehtävänä on **jäähdyttää lämmönsiirtoneste** (kuten vesi, glykoli, suolavesi tai hiilidioksidi) **jäähdytys**-, prosessi-, säilyttämis- tai mukavuustarkoituksiin;

”Itsenäinen” (38) = **kokonaista tehdasvalmisteista** järjestelmää, ... , joka on valmistettu ja kuljetettu kokonaisena tai kahdessa tai useammassa osassa ja jossa voi olla eristysventtiileitä ja **johon ei liitetä kaasua sisältäviä osia käyttöpaikassa**;
=> **kylmäaineputkistoon ei asennettaessa tehdä töitä työmaalla**

”Split-järjestelmä” (39) = järjestelmää, joka koostuu ... , jotka muodostavat erillisen mutta toisiinsa liitetyn yksikön, ja **joka edellyttää kylmäainepiirin komponenttien asentamista ja liittämistä käyttöpaikassa**
=> **kylmäaineputkistoon tehdään asennettaessa töitä työmaalla**

F-kaasuasetuksen keskeisin sisältö

1. F-kaasuasetus **Ei kiellä** minkään kylmäaineen myyntiä tai maahantuontia, vaan
 2. rajoittaa **HFC-yhdisteiden** markkinoille saattamista **kiintiöiden asteittaisella vähentämisellä** (phase-down)
 - HFC-yhdisteiden **saatavuus vähenee** – erityisesti korkeamman GWP:n kylmäaineiden **hintaa nousee**
 3. asettaa **sovellus- / laitekohtaisia rajoituksia** kylmäaineelle GWP-rajoina UUSILLE laitteille
 - *mutta tarve toimia koskee ajan kanssa kaikkia sektoreita*
 4. rajoittaa **huollossa** käytettäviä kylmäaineita (”huoltokielto”)
 5. vain **pätevät** henkilöt ja yritykset saavat käsitellä kylmäaineita
- Tavoitteena mahdollisimman alhaisen GWP:n aineet kaikissa sovellutuksissa sitä mukaa, kuin ratkaisuja löytyy

”Perunamaailma” – 2. kysymys

Tiedätkö millaisia kylmäainetta sisältäviä laiteita ja järjestelmiä teiltä löytyy ?

- millä kylmäaineella ne toimivat ?
- onko ne suora-höyrysteisiä vai välillisiä järjestelmiä ?
- milloin ne on korvattava uusilla ?
- milloin huoltaminen päättyy ?

Asetus: Eroteltava laitteiden uushankinnat vs. jo käytössä olevat

- jo käytössä olevat => ”huoltokielto” + kylmäaineiden saatavuus
- uushankinnat => käytönrajoitukset kylmäaineille + kylmäaineiden saatavuus

”Suora-höyrysteinen”

Suora-höyrysteinen järjestelmä, DX-järjestelmä, jne.

Suora-höyrysteisessä järjestelmässä kylmäaine on suoraan kosketuksissa varastoa jäähdyttävään ilmaan.

Kylmä tehdään varastossa olevalla ilmanjäähdyttimellä (esim. lamellilämmönvaihdin), jossa kylmäaine höyrystyy jäähdyttäen samalla varaston ilmaa.

Kylmäaine on suoraan kosketuksissa varaston ilmaan.

Laite / järjestelmä voi olla valmiina kokonaisuutena toimitettu tai asennuspaikalla koottu.

Käytettyjä kylmäaineita:

pienemmät teholuokat: R404A, R134a, R449A, R513A

teollisuus: ammoniakki, hiilidioksidi, HFC-aineita

”Välillinen/epäsuora järjestelmä”

Rakkaalla lapselle monta nimeä

- välillinen järjestelmä, epäsuora järjestelmä, liuoskiertoinen järjestelmä, jne.

Olennessin ero DX-järjestelmään on, ettei kylmäaine ole suoraan kosketuksissa varastoa jäähdyttävään ilmaan.

Kylmä siirretään varastoon erillisellä lämmönsiirtonesteellä varastossa olevaan ilmanjäähdyttimeen (esim. lamellilämmönvaihdin)

Laite / järjestelmä voi olla valmiina kokonaisuutena toimitettu tai asennuspaikalla koottu.

Käytettyjä kylmäaineita:

pienemmät teholuokat: R134a, R407C, R513A

teollisuus: ammoniakki, hiilidioksidi

”Perunamaailma” – 2. kysymys

**Miten olette huomioineet
F-kaasut laitehankinnoissa ?**

**Mitä vaikuttaa
- kylmäaineiden saatavuus,
laite- ja sovelluskohtaiset
kylmäainerajoitukset, tai
”huoltokielto” ?**

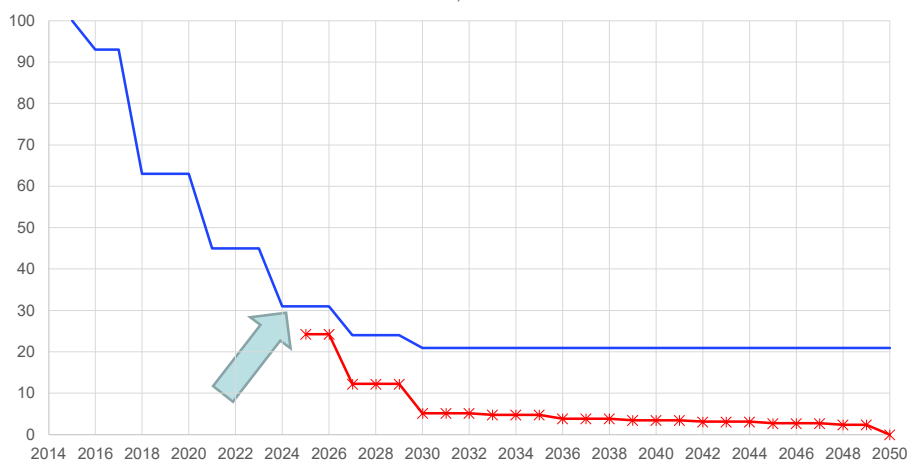
Kiintiö-menettelyt (1)

HFC-kylmäaineiden saatavuus muuttuu ja radikaalisti

- Nykyiseen verrattuna uuteen F-kaasuasetukseen tulee HFC-aineiden markkinoillesaattamisen kiintiöihin tulee
 - lisävähennysportaita v. 2030 jälkeen JA
 - nykyistä vähennysaikataulua nopeutetaan JA
 - **v. 2050 alkaen totaalikielto HFC-aineille**
 - kiintiöt koskee kaikkia, kun alaraja (100 CO₂-tn ekv.) poistuu
- poistaa markkinoilta, jos ei heti, niin ajan kanssa
esim. R404A, R407-sarjan, R134a, R449A, R513A, jne.
= perunavarastojen jäähdytykseen käytettyjä kylmäaineita

F-kaasuasetus: vanha vs. uusi

Määrän muutos %, CO₂-tn laskettuna



Markkinoille saatettavan kylmäaineen määrä

”Huoltokielto” (1)

F-kaasujen käyttö huollossa, ns. ”huoltokielto” laajenee (art 13)

- Nykyinen kielto **jäähdytyslaitteet + HFC + GWP $\geq$ 2500 + 40 CO₂-ekv.tn** täytösraja on edelleen voimassa, kierrätys ja regenerointi mahdollista 31.12.2029 asti, **eli n. 6 v. jäljellä !!**
=> poistaa esim. R404A, R507A
- 1.1.2025 alkaen kaikki **jäähdytyslaitteet + F-kaasu + GWP $\geq$ 2500**, mutta kierrätys ja regenerointi mahdollista 31.12.2029 asti
- 1.1.2032 alkaen **kiinteät jäähdytyslaitteet** (pl. chillerit) + **HFC + GWP $\geq$ 750**, **mutta** kierrätys ja regenerointi mahdollista (ei takarajaa)
=> R404A/R507A korvanneet ”väliaikaiset” aineet, poistaa esim. R448A, R449A
- HUOM. huoltokielto ei vaikuttaisi epäsuoriin järjestelmiin
- 1.1.2026 alkaen ilmastointilaitteet ja lämpöpumput + HFC + GWP $\geq$ 2500, mutta kierrätys ja regenerointi mahdollista 31.12.2031 asti

Käytönrajoituksia kylmäaineille (1)

Käytönrajoituksia kylmäaineille (11 art ja Liite IV)

- asetuksen tekstit luettava tarkkaan mistä kylmäaineesta, sovelluksesta ja laitteesta on kyse
- H(C)FO-aineet (”fluoratut kasvihuonekaasut”) mukana useassa uudessa kielloissa
- fluorattu = HFC, PFC, HFO ja kaikki muut fluoria sisältävät aineet
- siirtymäajat lyhyitä = 0...8 v.

Nämä rajoitukset ja kiellot koskevat **vain uusia laitteita ja järjestelmiä**, Ei jo asennettuja ja käytössä olevia!

Käytönrajoituksia kylmäaineille (2)

Liite IV "Kiinteät jäähdytyslaitteet", kohta 4)

Kaikki itsenäiset jäähdytyslaitteet , <i>nesteenjäähdyttimiä lukuun ottamatta</i> ,		
jotka sisältävät fluorattuja kasvihuonekaasuja,		
joiden GWP on vähintään 150 ,		
paitsi jos käyttö on välttämätöntä turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi toimintapaikassa		
1.1. 2025		

- paljonko on tällaisia laitteita maitomaailmassa?
- vanhat R404A laitteet => huolto päättyy 31.12.2029 täytösmäärästä riippumatta
- "väliaikaiset" kylmäaineet (esim. R448A, R449A) => huolto päättyy 31.12.2031 täytösmäärästä riippumatta

Käytönrajoituksia kylmäaineille (3)

Liite IV "Kiinteät jäähdytyslaitteet", kohta 5)

Jäähdytyslaitteet , <i>nesteenjäähdyttimiä ja 4 ja 6 kohdassa tarkoitettuja laitteita lukuun ottamatta</i> , jotka sisältävät seuraavia tai joiden toiminta perustuu seuraaviin:		
fluorihilivedyt (HFC),	fluoratut kasvihuone- kaasut,	fluoratut kasvihuone- kaasut,
joiden GWP on vähintään 2 500,	joiden GWP on vähintään 2 500,	joiden GWP on vähintään 150,
lukuun ottamatta ... tuotteiden jäähdyttämiseen alle – 50 °C.	lukuun ottamatta ... tuotteiden jäähdyttämiseen alle – 50 °C.	paitsi jos käyttö on välttämätöntä turvallisuus- vaatimusten täyttämiseksi toimintapaikassa
1.1.2020	1.1.2025	1 January 2030

- vanhat R404A laitteet => huolto päättyy 31.12.2029 täytösmäärästä riippumatta
- "väliaikaiset" kylmäaineet (esim. R448A, R449A) => huolto päättyy 31.12.2031 täytösmäärästä riippumatta

Käytönrajoituksia kylmäaineille (4)

Liite IV "Kiinteät nesteenjähdyttimet", kohta 7)

Nesteenjähdyttimet, jotka sisältävät seuraavia tai joiden toiminta perustuu seuraaviin:		
fluoratut kasvihuone- kaasut,	fluoratut kasvihuone- kaasut,	fluoratut kasvihuone- kaasut,
joiden GWP on vähintään 150,		joiden GWP on vähintään 750,
nesteenjähdyttimissä, joiden mitoituskapasiteetti on enintään 12 kW	nesteenjähdyttimissä, joiden mitoituskapasiteetti on enintään 12 kW	nesteenjähdyttimissä, joiden mitoituskapasiteetti on yli 12 kW ,
paitsi jos käyttö on välttämätöntä turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi toimintapaikassa		
1.1. 2027	1.1.2032	1.1.2027

- isommista > 12 kW chillereistä poistuu esim. R134a
- chillereille ei ole tulossa "huoltokieltoa"

Eikä tässä vielä kaikki

HFC-kylmäaineille on kehitetty korvaavia synteettisiä kylmäaineita ja seoksia "paljon".

Näistä tunnetuimpia on ns. HFO-aineet, kuten R1234ze ja R1234yf. Kylmäaineina hyviä ja laajalti käytettyjä, mutta...

ne ovat ns. **PFAS-aineisiin** luettavia yhdisteitä.

Reach PFAS-rajoitus (1)

PFAS-aineet

- PFAS = tuhansia **fluorattuja** kemikaaleja, kylmäaineet vain pieni murto-osa
- PFAS-aineiden ongelmana, että aineita tai niiden hajoamistuotteita voidaan luokitella:
 - hitaasti hajoavaksi, biokertyväksi tai myrkylliseksi (PBT)
 - erittäin hitaasti hajoavia ("ikuisuuskemikaali") tai erittäin biokertyviä (vPvB)
 - syöpää aiheuttavaksi, perimää vaurioittavaksi tai lisääntymismyrkylliseksi (CMR)
 - hormonitoimintaa häiritseväksi
 - haitalliseksi vesiympäristölle (esim. TFA), jne.

Reach PFAS-rajoitus (2)

- Reach voi kieltää kokonaan valmistuksen, maahantuonnin ja käytön
 - F-kaasuasetus voi vain rajoittaa valmistusta ja maahantuontia kiintiöillä
- Reach sääntelee kemikaaleja, esim. vaarat ihmisille, ympäristölle (kertyvyys, hajoamattomuus, jne.)
 - F-kaasuasetus vain käyttöä kylmäaineena ja päästöjen ilmakehään pienentämistä
- ECHA julkaisi PFAS-aineiston 7.2.2023 (tuhansia s.)
- KOM asetusehdotus tulee Q3/2024 (?), asetus voimaan (EiF) 2024-25 + siirtymäaika 18 kk => vaatimukset voimaan kesä 2026 ?? (esityksessä oletettu: EiF 1.1.2025 + 18kk=1.7.2026)
- hyvin harvoille sovelluksille 5 v tai 12 v poikkeusaika

Reach PFAS-rajoitus? (3)

Seuraavat kylmäaineet olisivat PFAS-rajoituksessa:

- HFC-125 (R404A, R407-sarja, R410A, R452-sarja, jne.)
- HFC-134a (itsenään, R404A, R407-sarja, R513-sarja, jne.)
- HFC-143a (R404A)
- HFC-227ea (joissain seoksissa, myös uudemmissa)
- HFO-1234yf (itsenään, useissa uusissa seoksissa)
- HFO-1234ze (itsenään, useissa uusissa seoksissa)
- HFO-1336mzz (itsenään)
- HCFO-1233zd (itsenään)
- yo. aineita sisältävät seokset

=> nykyisistä 114 kylmäaineseoksesta jäljelle jäisi 13 seosta, jotka kaikki ovat A3-luokan palavia seoksia

”Perunamaailma” – 4. kysymys

Mitä kylmäaineita jää jäljelle ?

- Millä aineilla tästä eteenpäin
- Tuleeko joku uusi ihmekylmäaine ?
- Mitkä on jäljelle jäävien ominaisuudet ?

Aloita tänään

- Kartoita heti mitä kylmäaineita, laitteita ja järjestelmä teillä / asiakkaalla on käytössä
- Laadi jokaiselle laitteelle ja järjestelmälle ”hengissäpito-” ja korvaussuunnitelma
 - Hyväkuntoisia ja toimivia laitteistoja ei kannata korvata ”hättäilemällä”, vaan pitää ne toimintakuntoisina mahdollisimman pitkään (mielellään elinkaaren päähän)
 - Uuden laitteiston investointiaikaa ei voi eikä tarvitse jatkossa miettiä kylmäaineiden muuttumisen takia, kun vaihtoehtoja ei jää jäljelle liian montaa
- Aloita työt jo eilen, ei huomenna, koska...



25

Kiitos EU ja hallitus!

**Sillä meillä on täystyöllisyys ylityöllisyys vuoteen
2030 2035 **204X** asti !**



26

26

Pitääkö olla huolissaan kylmäaineista ?

- KYLLÄ !

- Riippuu käytettävästä kylmäaineesta ja sovelluksesta
- Ohjaava tekijä tulee myös olemaan kylmäaineen hinta ja saatavuus
- **Jos jokin sovellus tai kylmäaine ei nyt ole F-kaasuasetuksessa mukana, niin hyvin todennäköisesti se on seuraavassa versiossa. Samoin käy Reach PFAS:n kanssa.**
- **EI KANNATA TUUDITTAUTUA lainsäädännön ja kylmäainekentän muuttumattomuuteen**
 - Uudelleentarkastelu määräajoin, uusia säädöksiä, jne.



27

Tästä eteenpäin (1)

Mitä kylmäaineita jää jäljelle ? Millä aineilla tästä eteenpäin?

=> valittavana ammoniakki, hiilivedyt (propaani, butaani) ja hiilidioksidi

Tuleeko joku uusi ihmekylmäaine ?

=> EI TULE! Kemianteollisuus ei keksi kaikki vaatimukset täyttävää uutta ihmekylmäainetta

Mitkä on jäljelle jäävien ominaisuudet ?

- => ammoniakki B2L (turvallisin!, vaikka myrkyllinen, lievästi syttyvä)
- => hiilivedyt A3 (herkästi syttyvä)
- => hiilidioksidi A1 (vaarallisin !, kun ei haise eikä maistu millekään)



28

28

Aineiden turvallisuudesta

- **Paracelcus (n. v. 1520):**
 - "Kaikki aineet on myrkkyjä, vain määrä ratkaisee"
- **Kapanen (n. v. 2020):**
 - "Kaikki kylmäaineet ovat yhtä turvallisia, vain osaaminen ratkaisee"



29

Tästä eteenpäin (2)

Mihin voi sijoittaa kylmäkoneiston ?

=> riippuu kylmäaineesta ja täytösmäärästä, ks. SFS-EN 378-1 liite C

=> jos sijoitetaan konehuoneeseen tai ulkoilmaan, niin millään **ei ole** täytösrajoitusta

- esim. konttiin asennettu kylmäkoneisto

=> vrt. sisätiloihin sijoitettuna hiilivedyillä max. 1...25 kg/piiri

HUOM! SFS-EN 378-1 Liite C:n täytösmäärät voidaan ylittää, mutta silloin vaaditaan muista standardeista "lisäsuojausmenetelmiä riskien vähentämiseksi"

=> ammoniakki, hiilivedyt ja muut syttyvät kylmäaineet: ATEX-käsikirja!



30

30

Tästä eteenpäin (3)

Tietoa kylmäaineista

1. Maksullisia, ks. www.kylmaextra.fi/verkkokauppa

- "SFS-käsikirja 65-1:2022. Kylmälaitteet. Osa 1." Sisältää SFS-EN 378
- kirja "CO2 (R744) kylmäaineena"
- kirja "Syttyvät kylmäaineet"

2. "SFS-käsikirja 59" eli ns. ATEX-käsikirja (ks. www.sfs.fi)

3. Maksuttomia (ladattavissa pdf-tiedostoina) ks. www.kylmaextra.fi/tietoa_alasta/oppaat_ja_julkaisut

- "Ammoniakki kylmäaineena turvallisesti"
- "Johdanto kylmälaitestandardiin EN 378"
- "Välilliset jäähdytysjärjestelmät"
- "Hyvä määräaikaishuolto", sisältää ohjeita ja lomakkeita eri tyyppisten kylmälaitteiden ja järjestelmien huoltoon



31

31

Yhteystiedot

Mika Kapanen

mika.kapanen@energymachines.com

+358 400 486 855

Suomen Kylmäliikkeiden Liitto ry.

www.skll.fi

KylmäExtra-lehti

www.kylmaextra.fi



32

32

Kylmäaineiden jaottelusta (1)

- **Kylmäaineiden jaottelu**
 - ympäristövaikutuksen, kemiallisen rakenteen ja turvallisuuden (myrkyllisyys, syttyvyys) mukaisesti
- **Ympäristövaikutus:**
 - **ODP:** kylmäaineen suhteellinen otsonihaitallisuus (Ozone Depletion Potential). Referenssi R11 = 1,0, asteikko 0...1,0.
 - **GWP:** kylmäaineen ilmastolämmitysvaikutus (Global Warming Potential). Vertailuluku CO₂ = 1,0 (100 yr), asteikko 0...XX XXX
 - **TEWI:** kylälaitoksen elinaikanaan tuottaman kasvihuonehaitallisuus kg(CO₂) (Total Equivalent Warming Impact), huomioidaan sekä suorat kylmäainepäästöt että laitteen energiankulutuksesta johtuvat CO₂-päästöt. Asteikko on 0...XXXX
 - **Mitä suurempi luku, sitä haitallisempi kylmäaine**



33

Kylmäaineiden jaottelusta (2)

- **Useita jaotteluja voimassa yhtä aikaa**
 - **Työturvallisuus:** kylmäaineet jaetaan ryhmiin niiden myrkyllisyyden, syttymisherkkyiden, altistumisen, jne. mukaan
 - **Kemikaalisäädökset:** EU:ssa puhtaiden kylmäaineiden ja seoskylmäaineiden vaaraluokitus perustuu ns. CLP-asetukseen (EY-asetus N:o 1272/2008)
 - CLP-asetuksen mukainen luokitus **vaikuttaa mm. kylmäaineiden varastointiin, teolliseen käsittelyyn ja kuljetukseen.**
 - Kylmäainesovelluksiin turvallisuusluokituksia määritetään ISO/TC86:ssa. Luokitukset julkaistaan ensin standardissa ISO 817, josta tiedot otetaan muun muassa standardiin EN 378 / ISO 5149.
 - Standardeissa määritellään kylmäjärjestelmien ja -laitteiden sisältämien **kylmäaineiden enimmäistäytösmäärästä ja laitteiden rakenteesta ja sijoituspaikasta.**



34

Kylmäaineiden jaottelusta (3)

- Kemiallinen rakenne

- **CFC**: sisältävät Cl-, F- ja C-atomeja (muttei vetyä), suuri ODP ja merkittävä GWP, **kielletty kokonaan 1.1.2001 alkaen**
- **HCFC**: sisältävät Cl-, F-, C- ja H-atomeja, pieni ODP ja merkittävä GWP, **kielletty kokonaan 1.1.2015 alkaen**
- **HFC**: sisältävät F-, C- ja H-atomeja, ODP = 0 ja merkittävä GWP
- **PFC**: sisältävät ainoastaan F- ja C-atomeja, ODP = 0 ja merkittävä GWP
- **HFO**: sisältävät F-, C- ja H-atomeja, ODP = 0 ja alhainen GWP
Huom! Eräissä HFO-aineet sisältävät Cl-, F-, C- ja H-atomeja
- **HC**: hiilivedyt, kuten propaani ja butaani, ODP = 0 ja alhainen GWP

Epäorgaaniset kylmäaineet:

- **CO₂**: hiilidioksidi, ODP = 0 ja GWP = 1
- **NH₃**: ammoniakki, ODP = 0 ja GWP = 0



35

Kylmäaineiden turvaluokitus

Kylmäaineiden turvaluokitus:

- Myrkyllisyys (A tai B)
- Palavuus (1, 2L, 2 tai 3)
- Palavuusluokka 2L on uusi, joka on otettu käyttöön kylmälaite ja lämpöpumppu standardeissa.

	A: Matala myrkyllisyys	B: Korkea myrkyllisyys
1: Ei palamisen etenemistä	A1: CFC, HCFC, useimmat HFC, hiilidioksidi	B1: Harvoin käytetty
2L: Lievästi syttyvä	A2L: Useimmat pienen GWP:n HFC:t / HFO:t ja seokset	B2L: Ammoniakki
2: Pienempi syttyvyys	A2: R152a	B2: Harvoin käytetty
3: Suurempi syttyvyys	A3: HC-aineet, kuten propaani (R290)	B3: Ei kylmäaineita



36

“Kyllä kemianteollisuus keksii...”

- “Kyllä kemianteollisuus keksii uusia aineita”, jotka olisivat
 - palamattomia, syttymättömiä
 - myrkyttömiä
 - ei korrodoivia, reagoimattomia
 - pysyviä, muttei luonnossa liian pysyviä
 - höyrystyvät sopivassa lämpötilassa (-40 C...+20 C)
 - ei saa kertyä luonnon kiertokulussa
 - valmistettavissa teollisessa mittakaavassa, riittävän edullisia
 - jne.
- paitsi, että tämä ei ole kovinkaan todennäköistä, koska



37

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

cordis.europa.eu Your point of reference for European research

Publications Office

38

“Kyllä kemianteollisuus keksii...”

- **Esitetyt alkuaineet voisivat muodostaa sopivassa lämpötilassa höyrystyviä yhdisteitä, mutta suuri osa on**
 - **palavia** (etenkin jos sisältää hiiltä, happea ja/tai vetyä)
 - **syttyviä**, jopa itsestään syttyviä
 - myrkyllisiä (testattu I maailmansodassa)
 - korrodoivia (hapon muodostajia)
 - pysyviä (osa luonnossa liian pysyviä, osa hajoaa liian helposti)
 - nopeasti reagoivia
 - voi kertyä luonnon kiertokulussa
 - **hajoamistuotteet vaarallisempia kuin itse tuote**
 - **valmistusprosessit liian monivaiheisia => kalliita valmistaa**
 - jne.