

## NÅGOT OM KÖLDMEDIERS BRÄNNBARHET

Det pågår en ständig utveckling av nya köldmedier med låg GWP, men dessa medier är oftast brandfarliga och det blir därför fråga om en avvägning mellan önskemålen om låg GWP och säkerhet. Här kommer vi försöka beskriva och strukturera frågan om brandfarlighet och vad begreppet innebär.

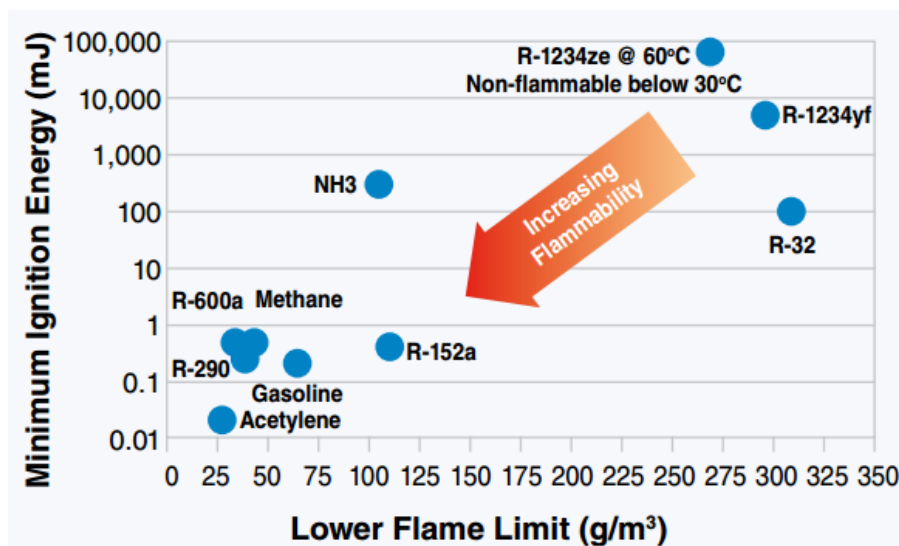
### Att karakterisera brandfarlighet

Generellt sett är brännbarhet för ett köldmedium, dess förmåga att brinna eller antändas i luft och därmed orsaka brand [1]. Hur lätt eller svårt det är att starta förbränningen kan bestämmas genom prov och beror av ett antal parametrar: För att ett köldmedium ska antändas i luft krävs att koncentrationen ligger mellan *nedre och övre brännbarhetsgränsen*, samt att tillräckligt stor *antändningsenergi*, tillräckligt stark gnista, tillförs. Konsekvenserna, om antändning sker, beror på *förbränningshastigheten*, *gasens förbränningsvärme* och eventuell generering av farliga *förbränningsprodukter*.

**Undre brännbarhetsgränsen, eller antändningsgränsen (eng. Lower flammability limit, LFL)** definieras som den lägsta koncentrationen av köldmedium som kan ge flamutbredning i en blandning med luft under specifika förhållanden, normalt vid 23°C och 101,3 kPa [1]. Vid lägre koncentration än LFL, är blandningen för mager för att brinna. Metangas har en LFL på 4,4 % och det innebär att det krävs 4,4 % metan i luft (vid 23°C och 101,3 kPa) för att gasen ska antändas och ge en låga som sprids. Vid lägre koncentration än LFL, kommer gasen inte att antändas även om det finns en låga närvarande.

**Övre antändningsgräns, UFL**, definieras som den högsta koncentration av ett köldmedium som i luft kan antändas i närvaro av en antändningskälla (ljusbåge, flamma, värme). Vid högre halter än UFL är blandningen för fet för att kunna antändas.

Figur 1 visar minsta antändningsenergin och den lägsta brännbarhetsgränsen, uttryckt här i  $\text{g/m}^3$ , för ett antal köldmedier.

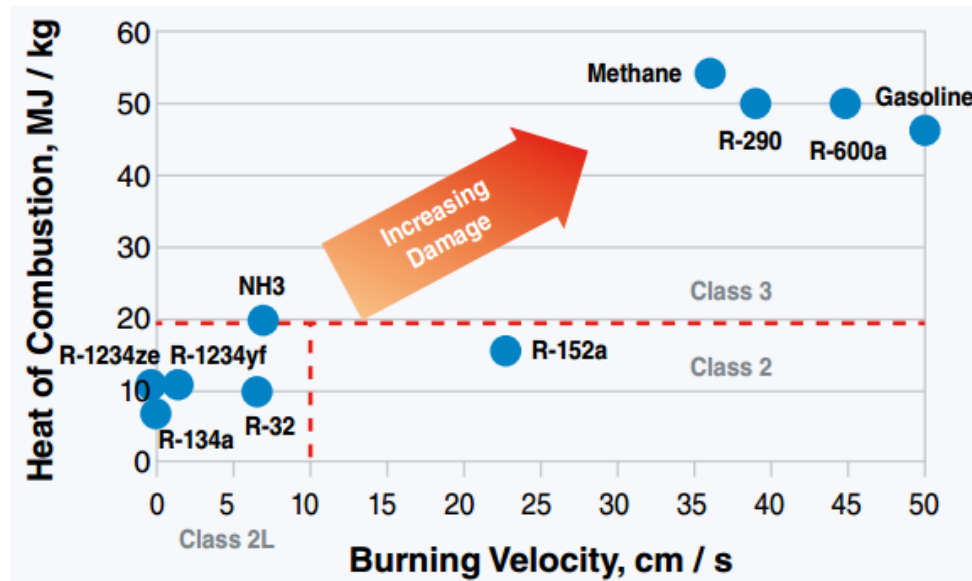


Figur 1 – Lägsta antändningsenergin och lägsta antändningsgränsen för några köldmedier [8]

**Förbränningshastighet** definieras som hastigheten hos flamfronten uppmätt vid den koncentration som ger högst hastighet [1].

**Förbränningsvärme** är den mängd värme som frigörs när ett visst ämne förbränns helt i närvaro av syre. Vanligen anges detta per kg av ämnet.

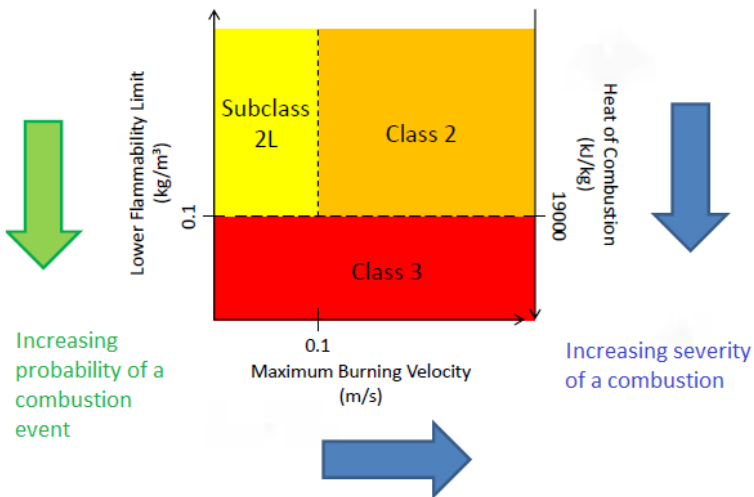
Figur 2 visar förbränningsvärme och förbränningshastighet för några köldmedier.



Figur 2 – Förbränningsvärme och förbränningshastighet för några köldmedier [8]

### Standarder och klassificeringar

I standarder delas köldmedierna in i olika brännbarhetsklasser och beroende på klassificeringen finns olika regler för användningen. Internationellt används ofta ASHRAE standard 34 “Designation and Safety Classification of Refrigerants” som klassificerar köldmedier baserat både på deras toxicitet och deras brandfarlighet. Enligt standarden klassificeras köldmedier från icke brandfarliga, klass A1, till mycket brandfarliga, A3, beroende på LFL värde, förbränningsvärme och den maximala förbränningshastigheten (Figur 3). Det kan noteras att underklassen 2L har införts nyligen för att särskilja några av de nya köldmedierna med låg GWP men viss brännbarhet från andra medier med något högre brännbarhet.



Figur 3 - Brandfarlighetsklasser för brännbara köldmedier enligt ASHRAE standard 34 [9]

I likhet med ASHRAE standard 34, ger ISO 817, "Refrigerants -- Designation and safety classification" ett entydigt betecknings- och säkerhetsklassningssystem för köldmedier och deras brandfarlighet.

Den Europeiska standarden, EN 378, "Safety and Environmental Requirements for Refrigeration Systems and Heat Pumps" syftar till att minska antalet riskfaktorer för personer, egendom och miljön som kan orsakas av köldmedier i värmepumpar och kylanläggningar. Bland annat regleras användning av brännbara köldmedier i system beroende på anläggningens plats, vilka som har tillgång till utrymmet, typ av anläggning, köldmedium och köldmediemängd. Den nuvarande utgåvan av EN 378 från 2008 erkänner inte den nya klassen A2L från ASHRAE. Det har föreslagits att nästa utgåva, som är under behandling, kommer att inkludera denna klass.

I andra länder används ASHRAE Standard 15 "Safety Code for Mechanical Refrigeration" (US) och ISO 5149 "Refrigerating systems and heat pumps -- Safety and environmental requirements". För konsumentprodukter regleras säkerheten även av andra Europeiska standarder som exempelvis EN 60335-2-34 och EN 60335-2-40.

### Mindre brandfarliga köldmedier

Som framgick av Fig. 3 anses ett köldmedium "lätt brandfarligt" och klassificeras i A2L om det brinner med en hastighet som inte är större än 10 cm/s. Kolväten brinner däremot flera gånger snabbare.

Behovet av ett mer exakt brandfarlighetsindex föreslogs i ISO 817s revideringsarbetsgrupp år 1999. Förslaget innebar en utvidgning av de mildare krav som gällde för ammoniak, ett köldmedium som är erkänt svårt att antända, till liknande eller mindre brandfarliga köldmedier. År 2002, föreslog arbetsgruppen att förbränningshastigheten används som en ytterligare parameter. En övre förbränningshastighet på 10 cm/s föreslogs för den nya klassen, benämnd 2L, för att den skulle kunna särskiljas från klass 2. ASHRAE 34 antog detta koncept 2010, medan ISO 817 slutligen antog förslaget 2014 [2].

För att säkerställa säker användning av köldmedier med denna brandfarlighetsklass och för att möjliggöra användning av köldmedier med lägre GWP värden, har många experter och forskare varit involverade i mer än 10 år. Många riskbedömningar har genomförts och detta arbete pågår fortfarande. Resultaten antyder att definitionen som satts för klass 2L köldmedier ger acceptabla risker när medierna används i luftkonditioneringsaggregat och värmepumpar om dessa system uppfyller säkerhetsnormer som EN 378 [2].

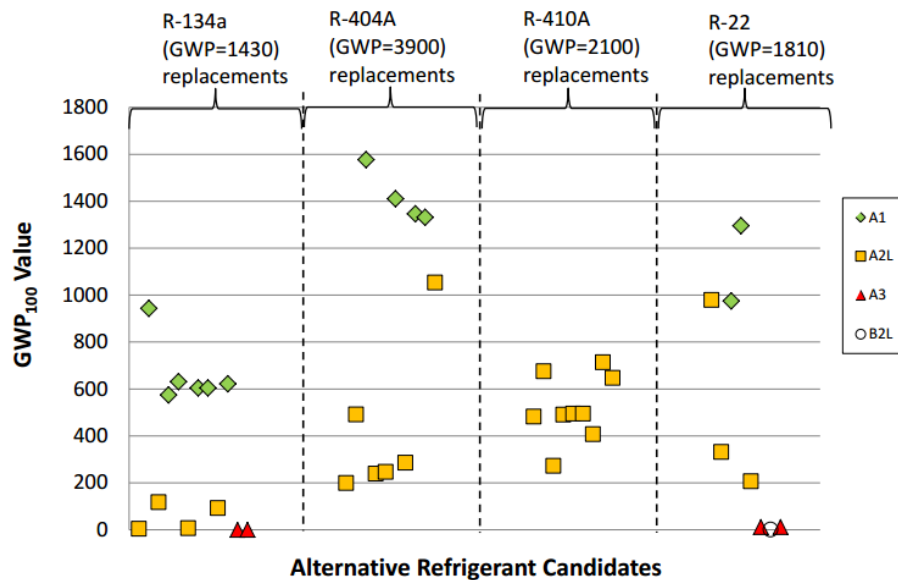
Tabell 1 visar flammans beteende vid förbränning av några köldmedier. Man kan se att flammen av milt brännbara köldmedier (R32 och ammoniak) med säkerhetsklass 2L inte breder ut sig horisontellt på grund av deras låga förbränningshastighet. Dessutom begränsas området för flammen på grund av deras låga förbränningsvärme (mer synligt för R32 med lägre förbränningsvärme, än ammoniak med högre förbränningsvärme).

Tabell 1 – Flammans beteende för några köldmedier [2]

Klassificering	A3	A2	A2L	B2L
Köldmedium	Propane	R152a	R32	Ammonia
Förbränningshast	39 cm/sec	23 cm/sec	6.7 cm/sec	7.2 cm/sec
Förbränningsvärme	46 MJ/kg	16 MJ/kg	9 MJ/kg	19 MJ/kg
Bild av förbränning				

### Kompromiss mellan GWP och brännbarhet!

För de flesta köldmedier gäller att GWP och brännbarhet står i omvänt förhållande: Lägre GWP erhålls för ämnen som är mindre stabila i atmosfären, men lägre stabilitet antyder också en ökande brännbarhet. Låg GWP och hög brännbarhet beror nämligen av samma fysikaliska egenskaper hos medierna [2]. En lista över undersökta låg GWP-köldmedier för användning i luftkonditioneringsaggregat och värmepumpar som ställts samman av AHRI (Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute) i en studie (Low Global Warming Potential Alternative Refrigerants Evaluation Program) visar på samma slutsats, dvs alla köldmedier med riktigt låg GWP är brännbara, se Figur 4 [3].



Figur 3 – Översikt över brännbarhet och GWP värden [3]

### Kan brandfarliga köldmedier betraktas som säkra?

Med tanke på att många låg-GWP köldmedier är brännbara, är det mycket sannolikt att vi kommer att se utveckling av nya produkter som är anpassade för brännbara medier. Av säkerhetsskäl är det möjligt att köldmedier i klass A2L i första hand kommer att användas.

Ytterligare forskningsinsatser pågår, t.ex. för att förbättra testnoggrannheten enligt standarden ASTM E681 – de tester som används för att definiera brännbarheten och därmed klassificeringen av köldmedier [4], för att utveckla en uppsättning av applikationskrav för användning av 2L- köldmedier [5] och för att undersöka inverkan av luftfuktighet och temperatur på brännbarheten [6]. Samtidigt bör påpekas att ammoniak (klass 2L) har används i industriella tillämpningar och kolväten (klass A3) i kylskåp under lång tid med relativt få olyckor eller incidenter till följd. Nu ökar också intresset för användning av R32 i små luftkonditioneringsaggregat och värmepumpar [7].

Trots det faktum att 2L- köldmedier är svåra att antända och att flamhastigheten är låg, är det viktigt att beakta att vid förbränning av alla fluorerade köldmedier uppstår mycket farliga förbränningsprodukter. Det är alltså inte enbart brännbarheten som utgör en risk med dessa medier.

Följ gärna våra publikationer och få vårt digitala nyhetsbrev. Anmäl dig genom att följa länken [bit.ly/kth\\_ett](http://bit.ly/kth_ett).

### Källor :

- [1] ISO, "ISO 817:2014 "Refrigerants — Designation and safety classification", " 2014.
- [2] Daikin, "Flammability and Safety," 2015. [Online]. Available: [bit.ly/daikin\\_flammability](http://bit.ly/daikin_flammability).

- [3] K. Amrane, "Overview of AHRI Research on Low GWP refrigerants," 2013.
- [4] University of Maryland, "ASHRAE grant supports study of refrigerant flammability," 2015. [Online]. Available: [bit.ly/ref\\_safety](http://bit.ly/ref_safety).
- [5] HVACRBusiness, "AHRI Creates Flammable Refrigerants Subcommittee," 2015. [Online]. Available: [bit.ly/AHRI\\_FRS](http://bit.ly/AHRI_FRS).
- [6] S. Kondo, K. Takizawa and K. Tokuhashi, "Effects of temperature and humidity on the flammability limits of several," Journal of Fluorine Chemistry, vol. 144, pp. 130-136, 2012.
- [7] Cooling post, "Young Air claims first UK R32 installation," 2015. [Online]. Available: [bit.ly/cp\\_r32](http://bit.ly/cp_r32).
- [8] Honeywell, "Solstice ze refrigerant (HFO-1234ze). The Environmental Alternative to traditional refrigerants.," 2014. [Online]. Available: [bit.ly/1234ze](http://bit.ly/1234ze)
- [9] P. Johnson, "ASHRAE standard 15: proposed changes to incorporate 2L refrigerants," 2012. [Online]. Available: [bit.ly/ASHRAE\\_2L](http://bit.ly/ASHRAE_2L).