



하니웰 PMT, 첨단소재/
유기출 한국법인대표

불소계 가스 트렌드 / CO2 감축 및 대체 물질 관점

Honeywell

❖ 목 차 / Agenda

1. Honeywell 소개
2. What if HFC / HCFC?
3. 전 세계 규제 현황
3. 한국 현황
4. 대체 물질을 통한 CO2 절감
5. 결론

HONEYWELL 개요

NYSE: HON | 970개 지사 | 직원 수 110,000명 | 본사 뉴저지, 모리스 플레인스 | 포춘 100대 기업

Aerospace



Honeywell 제품은 항공기 추진 기관, 조종실 시스템, 위성 통신, 보조 동력 시스템 등 사실상 전 세계 모든 상용 및 방공 항공기 플랫폼에서 사용되고 있습니다.

Building Technologies



Honeywell 제품, 소프트웨어 및 기술은 1,000만 곳이 넘는 전 세계 건물에서 사용되면서 고객들이 시설의 안전성, 에너지 효율성, 지속 가능성 및 생산성을 신뢰할 수 있도록 뒷받침하고 있습니다.

Performance Materials and Technologies



Honeywell은 첨단 소재, 공정 기술, 자동화 솔루션, 산업용 소프트웨어를 개발하여 전 세계 산업에 혁신을 일으키고 있습니다.

Safety and Productivity Solutions



Honeywell은 자사의 스캔 및 모바일 컴퓨터, 소프트웨어, 창고 자동화 솔루션, 개인 보호 장비 등을 통해 기업의 실적과 작업자의 안전 및 생산성을 개선하고 있습니다.

전 세계 주요 거시적 트렌드 반영

AM | 글로벌 비즈니스 기업

글로벌 소재 및 기술 비즈니스

불소 화합물



산업 혁신 기업

- Solstice, 최고의 LGWP 냉매 및 발포제 제품
- LGWP 포트폴리오를 개인 관리 제품 및 솔벤트까지 확장
- 슈퍼마켓의 에너지 사용량을 줄일 수 있는 스마트 냉동 시스템 출시

패키지 및 복합 소재



기술 리더

- 치안 및 군사 분야를 비롯해 다양한 산업 환경에서 사용되는 경량 고강도 섬유
- 헬스케어 분야에서 비용 효율적이고 소비자 친화적인 블리스터 팩에 사용되는 차단 필름
- 블리스터 팩 외에 플랫폼 강화를 위한 차단막 기술 이용

첨가제 및 화학제품



응용 분야 개발 리더

- 파이프 압출 같은 건축 분야나 잉크 및 코팅 분야에서 사용되는 폴리에틸렌 왁스 생산 선두
- 실험실 연구 및 테스트 분야에서 사용되는 고순도 솔벤트 및 시약 생산
- 높은 보안 인증 분야에서 사용되는 타간트 및 검출기 생산

전자 소재



기술 리더

- 반도체 산업에 사용되는 고순도 화학제품
- 금속 공정에 사용되는 증착 타겟
- 히트 스프레더, TIM, 열전대 및 전기적 인터커넥트
- 열 관리에 사용되는 높은 안정성의 상전이 물질

전 세계 주요 시장 메가 트렌드 반영

FP | 비즈니스 라인

친환경 HFO 기술 기반 전 세계 HFC / HCFC 전환

자동차 에어컨



MAC용 Solstice yf

- 100곳이 넘는 전 세계 자동차 조립 공장에 직접 판매
- 차량 서비스 애프터마켓 비즈니스 분야의 최고 제품
- 장기 계약에 따른 OEM 판매

냉동공조



HVAC/R 시스템용 냉매

- HVAC/R OEM 및 애프터마켓 도매상에게 판매
- 2019년 고정식 에어컨 시스템을 위한 차세대 불연성 HFC 대체 제품 출시

발포제 및 산업용 제품



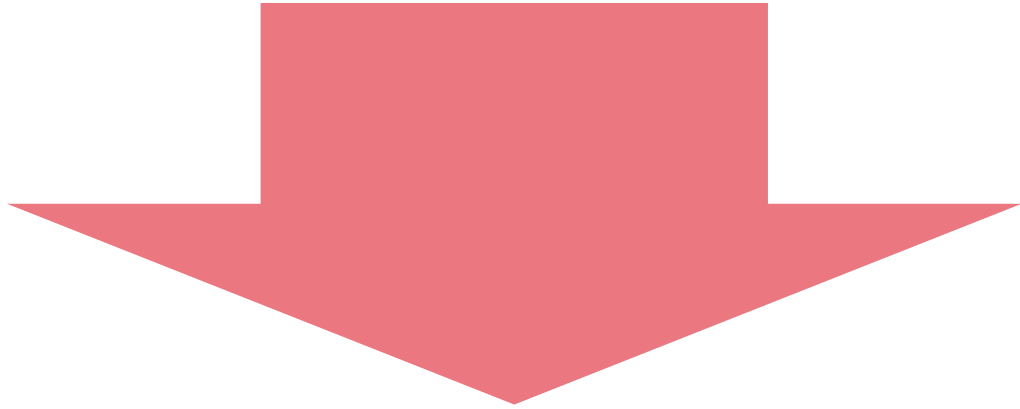
발포제, 솔벤트 및 에어로졸

- 가전기기 OEM 및 건설업체, 에어로졸 제조사, 대리점 및 정유사에게 판매
- 2019년 Solstice 분자 용도를 퍼스널케어 및 XPS 응용 분야까지 확대

분야별 대체 물질 제안

냉매, 발포제: HFC/HCFC?

- HFC: Hydrofluorocarbon (수소불화탄소)
- HCFC: Hydrochlorofluorocarbons (수소염화불화탄소)



HFC & HCFC examples

HCFC 141b: 우레탄 발포용 (스프레이, 판넬 등)

→ GWP 1980 = CO2 1.9MT 100 yrs remain in atmosphere

→ ODP 0.11

HFC 410a: 에어컨용 냉매

→ GWP 1,924 = CO2 1.9MT 100 yrs remain in atmosphere

HFC 404a: 냉동냉장 유니트 / 창고

→ GWP 3,943 = CO2 3.9MT 100 yrs remain in atmosphere

GWP: Global Warming Potential (지구 온난화 지수)

ODP: Ozone Depletion Potential (오존 파괴 지수)



냉동공조 기계에서의 냉매 / 건설용 단열재 제작시 발포제로 사용됨

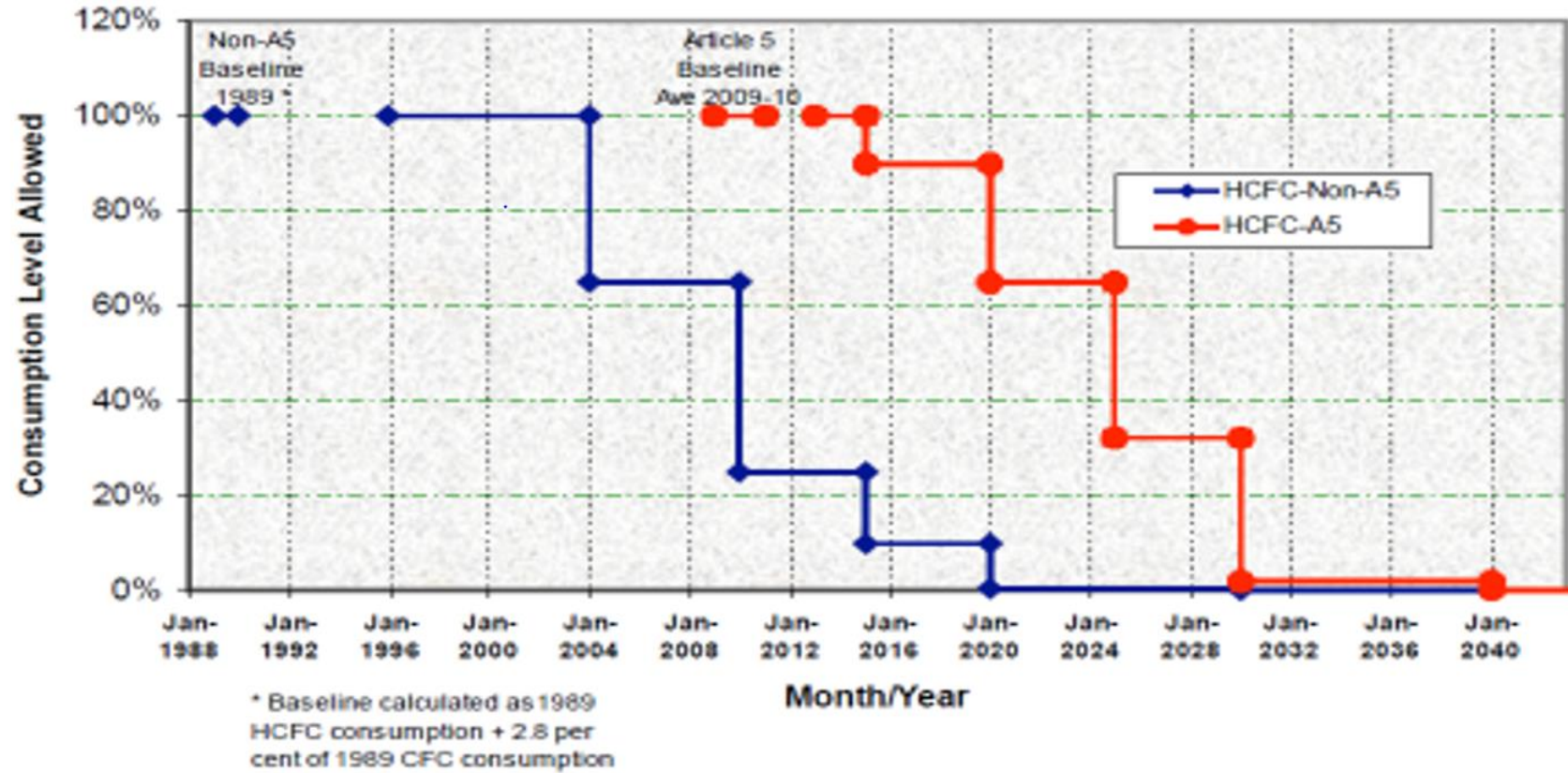
HFC ,HCFC는 오존층 / 지구 온난화의 주범

글로벌 규제 현황 요약

	1987 Montreal Protocol Ozone Depletion Concerns	1996 Kyoto Protocol Global Warming Concerns	Kigali Amendment (KR, needs ratification)	
	CFCs Chlorofluorocarbons	HCFCs Hydrochlorofluorocarbons	HFCs Hydrofluorocarbons	HFOs & 자연 냉매 Hydrofluoroolefins
Ozone Depleting	●	●	●	●
ODP	1.0	0.1	~0	~0
Global Warming	●	●	●	●
GWP	8000	2000	1000	≤ 1
	R-11/12	141b/ 142b/ R-22	134a / 410a / 404a	HFO 암모니아 / CO2

Global regulation on HCFC and HFC

몬트리올 의정서 감축 계획



몬트리올 의정서에 따른 A5 국가 (한국 포함) HCFC 감축 계획

- 2013년 동결
- 2015년 10% 감축
- 2020년 35% 감축(매년 6.34%)
- 2025년 67.5% 감축(매년 13.09%)
- 2030년 97.5% 감축

킬가리 의정서

- Developed countries (개발국): 미국, 유럽, 일본 등. 2011-2013년 평균 소요량을 기준 실적으로 2019년도부터 10%~2036년까지 85% 감축.
- 개도국 **A5 Group 1**: 중국, 한국 등. 2020~2022년도 평균 소요량을 기준 실적으로 2024년 생산/ 수입 추가 생산 전면 금지 후 2029년부터 10%~2045년도까지 80% 감축
- 개도국 **A5 Group 2**: 인도, 이란, 파키스탄, 중동국가등. 2024-2026년도 평균 소요량을 기준 실적으로 2028년부터 생산 / 수입 추가 전면 금지 후 2032년부터 10%~2047년까지 85% 감축.

Timeline	Developed Countries (미국, 유럽국, 일본 등)	Developing Countries Group 1 (대한민국 / 중국 등)	Developing Countries Group 2 (인도, 파키스탄, 이란, 중동국 등)
HFC baseline	2011-2013 average HFC consumption	2020-2022 average HFC consumption	2024-2026 average HFC consumption
HCFC baseline	15% of baseline	65% of baseline	65% of baseline
Freeze	N/A	2024	2028
First Step	2019 – 10%	2029 – 10%	2032 – 10%
Second Step	2024 – 40%	2035 – 30%	2037 – 20%
Third Step	2029 – 70%	2040 – 50%	2042 – 30%
Fourth Step	2034 – 80%	2045 – 80%	2047 – 85%
Fifth Step	2036 – 85%	N/A	N/A

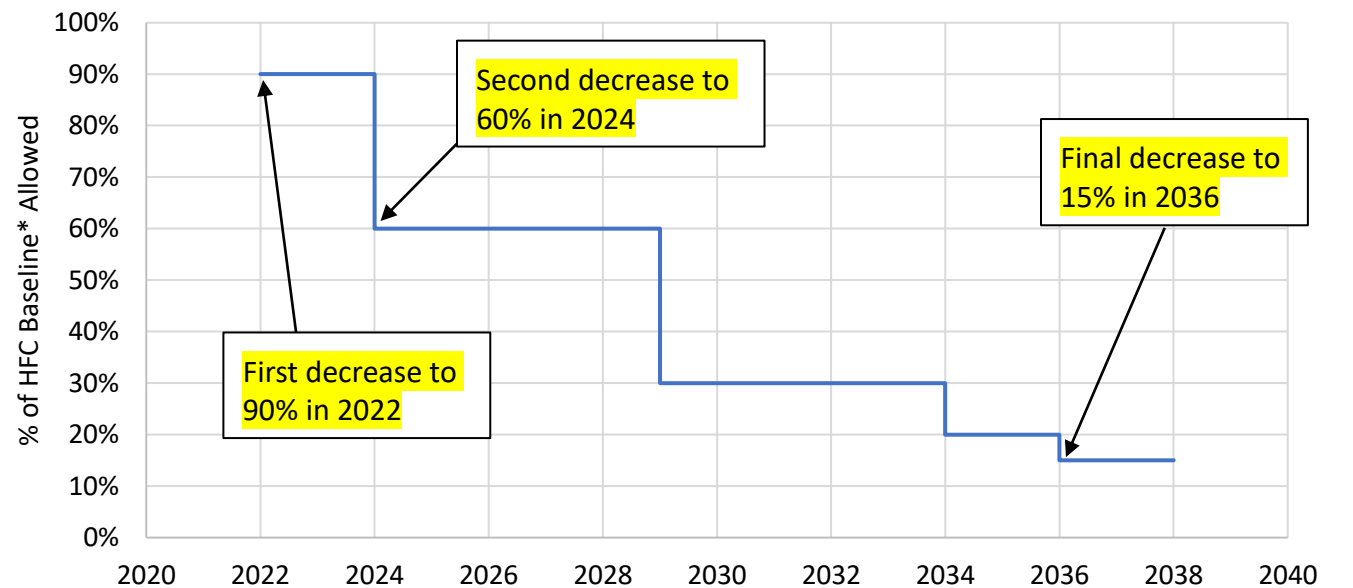
현재 중국, 인도 등 약 129국가 비준 통과

미국 환경 보호청 **AIM** (미국혁신 제조법)

미환경청 HFC 관련 첫 규정- HFC에 대한 판매 및 사용에 대한 프레임워크

1. 유통 및 판매에 대한 할당: 환경청은 생산/수입자들에 대한 제한적인 생산/판매 허용
2. 감축 계획: 생산/수입업 물량에 대한 할당은 오른쪽 표와 같이 감축 일정에 따름
3. 내용: 현 시점에서는 22~23년만의 할당이 결정됨
4. 추후 계획: 24년도 이후의 물량은 사용처 분야에 따라 결정 될 예정임

Figure 1: 미국 HFC 감축 계획안



*The **average annual US HFC production/sales in 2011 – 2013** is used to establish a baseline for the phase-down (100%)

Enables EPA implementation of Kigali – more rules to follow

분야별 규제 요약

환경 보호청은 AIM에 근거 분야별 제약을 정의함

권한: 의회는 미환경 보호청에 부문별 금지를 요청하는 업계 청원을 승인하거나 거부할 수 있는 권한을 부여함

시점: 환경 보호청은 청원 접수 후 180일 이내에 청원된 금지 조치를 시행할 수 있음 (최대 2년이 소요 가능)

Figure 1: 21년 4월 사용 제한 청원의 예시

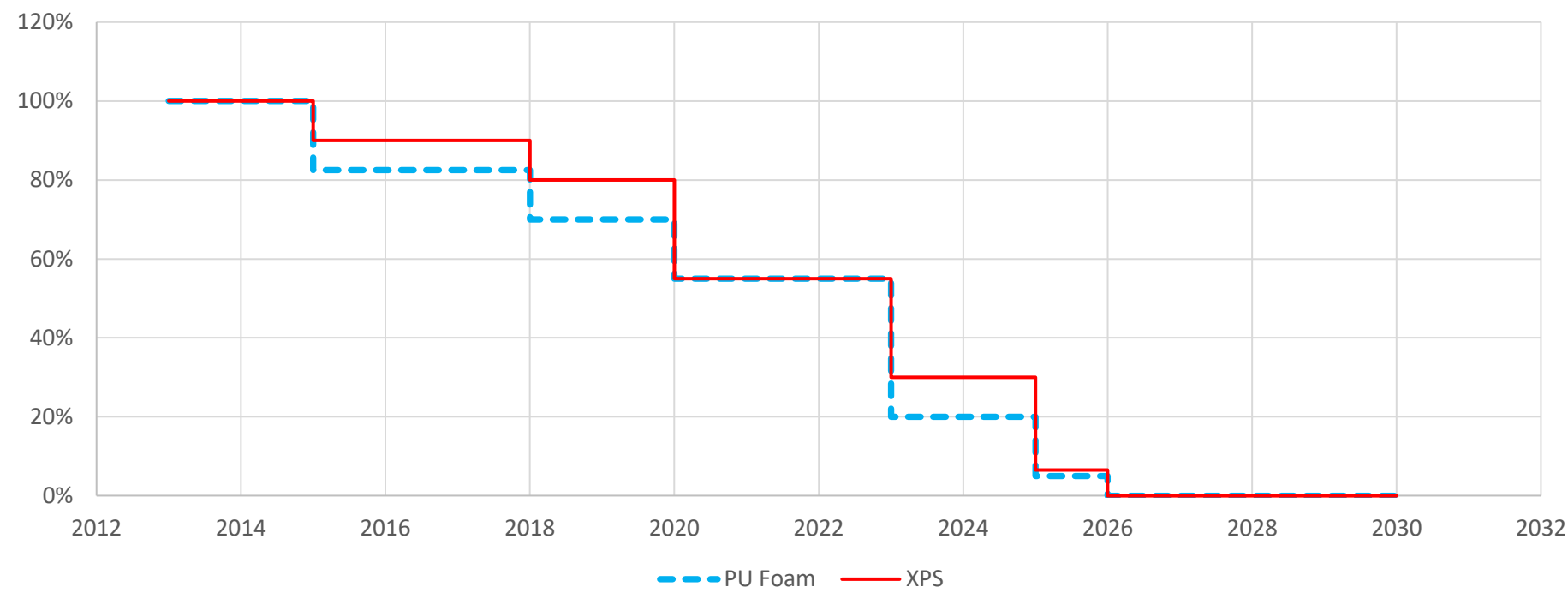
End-Use	Substances Banned	Effective Date
추진제	125, 134a, 227ea and 227ea/134a blends	January 1, 2023
XPS 단열제	134a, 245fa, 365mfc, and blends thereof, Formacel TI, Formacel B, Formacel Z-6	January 1, 2023
독립형 냉동냉장 기기	404A, 507A	January 1, 2023
상업용 자동차 에어컨 시스템 (light duty)	134a, 406A, 414A, 414B...	January 1, 2023*

The above examples were included in the NRDC/CDPHE/IGSD petition submitted to the EPA on April 13, 2021. This petition largely requested the re-implementation of SNAP 20/21 rulings at a federal level.

The above are examples taken from the full list of petitioned bans submitted April 13, 2021

미국 선진 제조법은 환경 보호청이 분야별 전환을 할 수 있는 권한을 줌

중국 PU/ XPS 분야 HCFC 감축 계획



		Baseline	2015	2018	2020	2023	2025	2026
PU	쿼터 물량 (MT)	49,020	40,451	34,314	26,961	9,804	3,000	-
(HCFC-141b)	감축량 (MT)		8,596	6,137	7,353	17,157	6,804	3,000
XPS	쿼터 물량 (MT)	43,025	38,745	35,339	24,296	13,252	3,000	-
(HCFC-22/142b)	감축량 (MT)		4,305	4,417	11,043	11,043	10,252	3,000

HPMP (HCFC Phase Management Plan) 보다 빠른 감축 계획

일본 / 유럽 용도별 GWP 제한

Regulated by "Act on Rational Use and Proper Management of Fluorocarbons"

RACHP
sectors

Designated Products	Target GWP (Weighted Average GWP)	Target year
Residential A/Cs (Mini-Split)	750	2018
Commercial A/Cs (Split / smaller than 6HP*)	750	2020
Larger Commercial A/Cs (Split / exclude VRF)	750	2023
Centrifugal (Turbo) Chillers	100	2025
Mobile A/Cs	150	2023
Condensing unit & refrigerating unit	1500	2025
Cold storage warehouses	100	2019
Urethane foam	100	2020
Dust blowers	10	2019

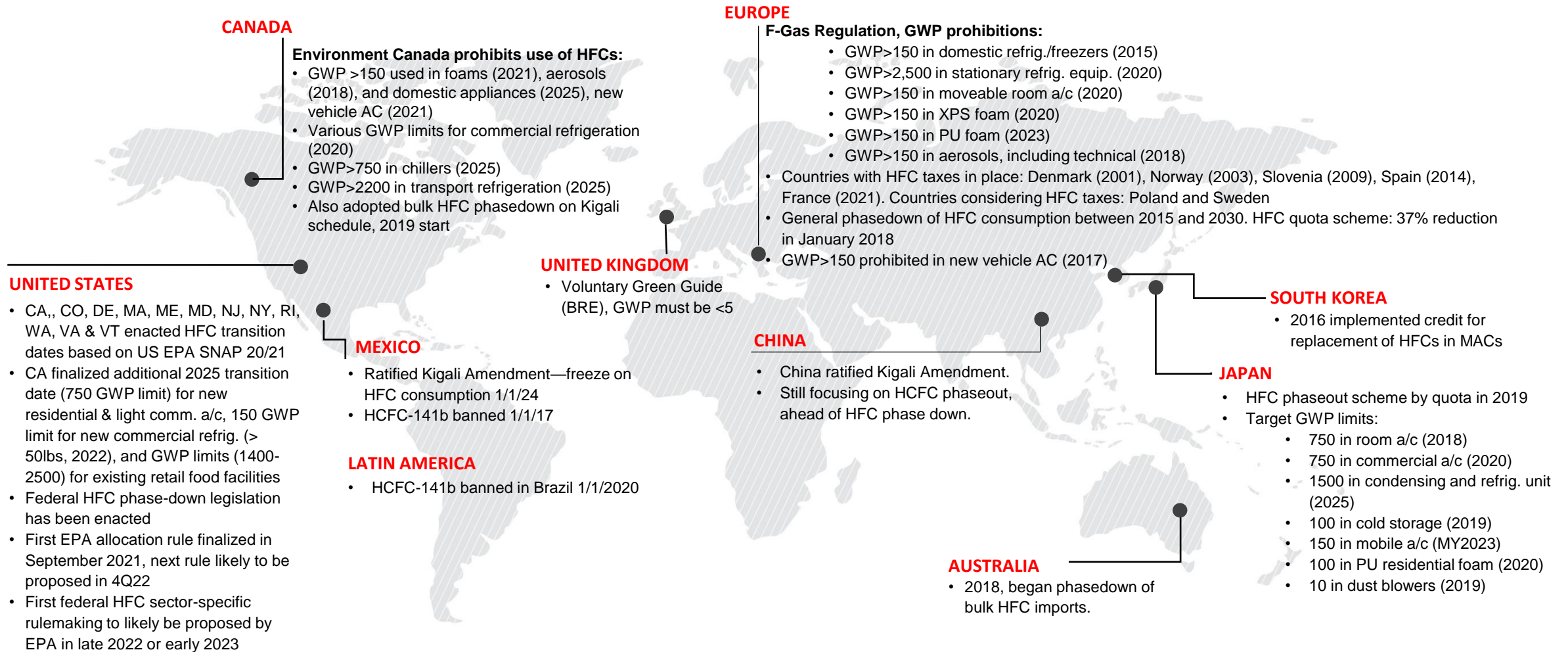
*Two product categories will be
added in April 2019*

- 칠러 냉동기: 100 이하
- 에어컨 (VRF): 750 이하
- 자동차 에어컨 150 이하
- 냉동냉장 설비: 1500이하
- 우레탄 발포: 100 이하
- XPS 발포: 150 이하

Products and equipment		Date of prohibition
Fire protection equipment that contain HFC-23		1 January 2016
Domestic refrigerators and freezers that contain HFCs [...] with GWP of 150 or more		1 January 2015
Refrigerators and freezers [...] for commercial use (hermetically sealed systems)	that contain HFCs with GWP of 2500 or more	1 January 2020
	that contain HFCs with GWP of 150 or more	1 January 2022
Stationary refrigeration equipment, that contains, or that relies upon for its functioning HFCs with GWP of 2500 or more except equipment intended for application designed to cool products to temperatures below -50°C		1 January 2020
Multipack centralised refrigeration systems for commercial use with a capacity of 40kW or more that contain, or that rely upon for their functioning, fluorinated greenhouse gases with GWP of 150 or more, except in the primary refrigerant circuit of cascade systems where fluorinated greenhouse gases with a GWP of less than 1500 may be used		1 January 2022
Movable room air-conditioning appliances (hermetically sealed equipment which is movable between rooms by the end user) that contain HFCs with GWP of 150 or more		1 January 2020
Single split air-conditioning systems containing less than 3kg of fluorinated greenhouse gases, that contain, or that rely upon for their functioning, fluorinated greenhouse gases with GWP of 750 or more		1 January 2025
Foams that contain HFCs with GWP of 150 or more except when required to meet national safety standards	Extruded polystyrene (XPS)	1 January 2020
	Other foams	1 January 2023
Technical aerosols that contain HFCs with GWP of 150 or more, except when required to meet national safety standards or when used for medical applications		1 January 2018

Note: 'HFCs' refers to blends, not individual components of blends

HFCS UNDER PRESSURE FOR GLOBAL REDUCTION



Kigali Amendment Ratified by 100+ Countries - Global Phasedown Began 1/1/19

전 세계 동향

F-gas revision promises steeper phase down

13 MAR 2022



F-gas review considers ban on R410A

9 MAY 2021



White House sends Kigali amendment on climate-warming gases to Senate

By Jeff Mason



NRDC

India to Ratify the Kigali Amendment, Develop HFC Strategy

In a big boost for climate friendly cooling, India will ratify the Kigali Amendment to the Montreal Protocol, the global pact to phase down...

2021. 8. 18.



Cooling Post

US EPA considers R410A ban from 2025

The petitions largely support the SNAP Rules 20 and 21, ... to prohibit the use of certain higher GWP refrigerants in specific applications,...



NRDC

EPA Kicks Off HFC Phasedown Under Brand New AIM Act

Today's proposal shows eye-popping environmental and social benefits from replacing HFCs. EPA projects the HFC phasedown will avoid U.S. HFC...

2021. 5. 3.



NRDC

China Accepts Kigali Amendment, Will Phase Down HFCs

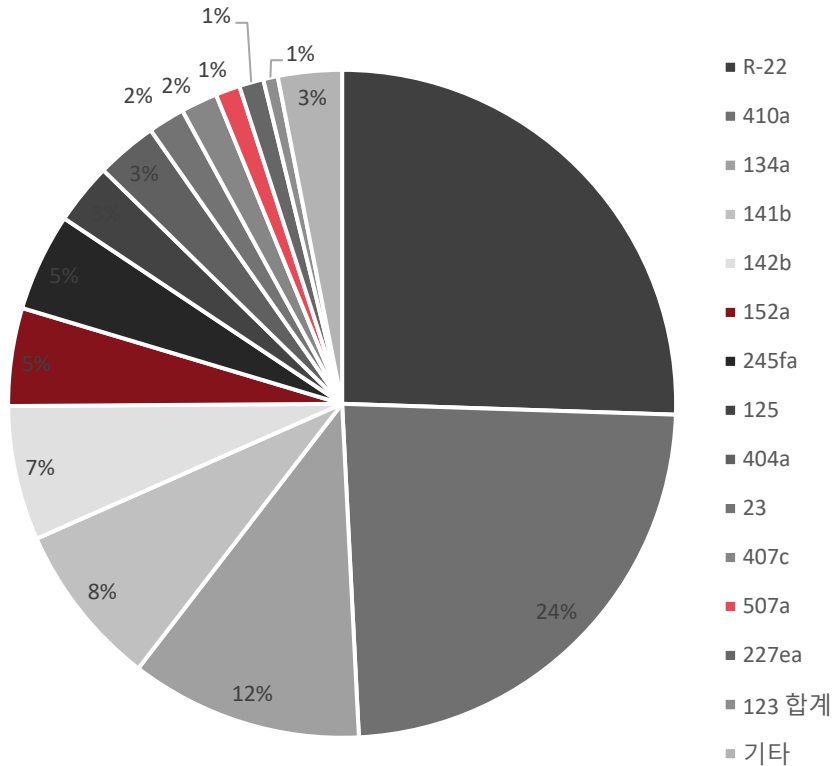
China formally accepted the Kigali Amendment to the Montreal Protocol last week, the final step in bringing the world's largest...

2021. 6. 22.



국내: 2020년 HCFC / HFC 총 사용량 기준

2020년 사용량 기준



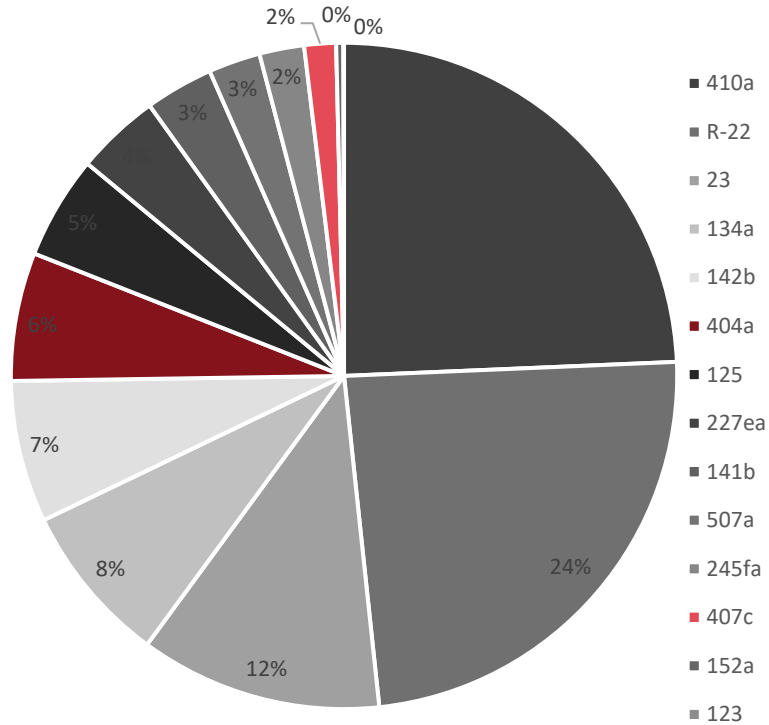
물질	2020년도 사용량 기준 (MT)	차지 비율 (%)
R-22	11,337	26%
410a	10,520	24%
134a	4,997	12%
141b	3,526	8%
142b	2,892	7%
152a	2,104	5%
245fa	2,104	5%
125	1,315	3%
404a	1,315	3%
23	789	2%
407c	789	2%
507a	526	1%
227ea	526	1%
123 합계	312	1%
기타	1,374	3%
총합	43,052	

Source: KSCIA 2020년 국내 사용현황

국내 총 사용량 4만3천톤 / 5개의 물질이 77% 비율을 차지함

국내: 2020년 HCFC / HFC CO2 환산 기준

2020년도 HFC/HCFC CO2 환산량 기준 (MT)

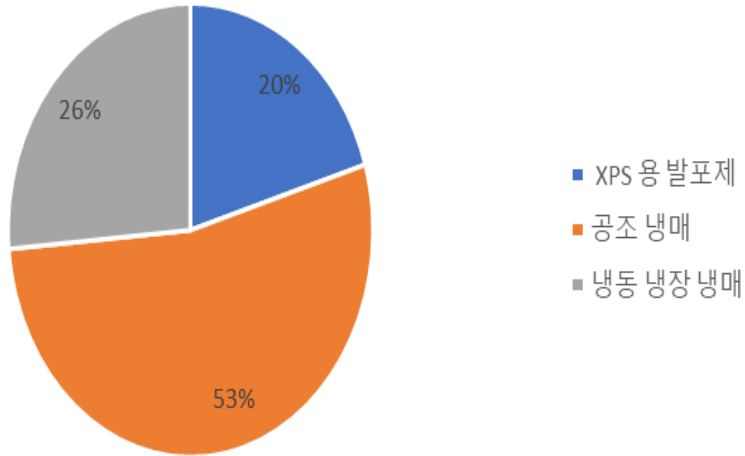


물질	GWP	CO2 환산 톤	차지 비율 (%)
410a	1924	20,240,480	24%
R-22	1760	19,953,120	24%
23	12400	9,783,600	12%
134a	1300	6,496,100	8%
142b	1980	5,726,160	7%
404a	3943	5,185,045	6%
125	3170	4,168,550	5%
227ea	6450	3,392,700	4%
141b	782	2,757,332	3%
507a	3985	2,096,110	3%
245fa	858	1,805,232	2%
407c	1624	1,281,336	2%
152a	138	290,352	0%
123	79	24,648	0%
HCFC / HFC 총계		83,200,765	

국내 CO2 환산 톤 총 83백만 / 中 6개 물질 총 CO2 환산량의 81% 차지

국내: 주요 사용처별 분석

주요 사용처별 분석



물질명	CO2 Ton 환산량	주요 적용 분야			주요 사용처
		XPS 용 발포제	공조 냉매	냉동 냉장 냉매	
R-22	19,953,120	XPS 단열제 (전체량 30% 차지)	냉동기 (약 20% 차지 추산)	냉동창고 / 콜드체인 냉동냉장 시스템 (약 50% 차지 추산)	XPS 단열제 생산 업체 / 냉동 냉장 시공 업체
410a	20,240,480		가정용 / 시스템 에어컨		에어컨 제조업체 및 애프터 마켓 서비스 업체
142b	5,726,160	XPS 단열제			XPS 단열제 생산 업체
HFC-134a	6,496,100		자동차용 에어컨 / 칠러 냉동기		자동차 OEM / 자동차 정비 센터
404A	5,185,045			냉동창고 / 콜드체인 냉동냉장 시스템	냉동냉장 창고 / 유통 점 등
총	57,600,905	11,712,096	30,727,204	15,161,605	

❖ 총 57백만 CO2 톤 물량의 70%를 차지하는 사용처별 분석

→ XPS 분야: 142b/R-22 (30%) 혼합 시스템 약 **11.7백만 톤 (20% 차지)**

→ 에어컨 / 공조 분야: 410a / 134a 약 **30.7백만 톤 (53% 차지)**

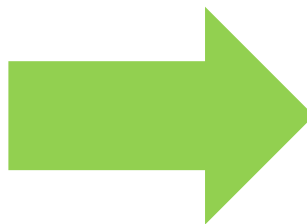
→ 냉동냉장 시스템 분야: 404a / R22 (70%) 약 **15.1백만톤 (26% 차지)**

3개의 적용분야에서 전체 CO2 기준 물량의 70%를 차지함

국내: 주요 분야별 대체 물질 전환 현황:



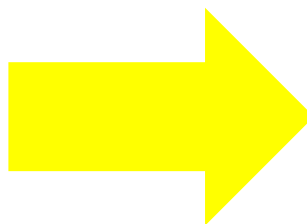
134a GWP 1300



- 환경부: 자동차 평균에너지소비효율 온실가스 배출 (CAFE')
- 134a 에서 GWP1 의 1234yf 로 전환 중
- 매년 자동차 생산 기준 약 2,000 Tons 의 134a 전환
- 연간 2.6백만 CO2 영구 제거
- 추후 애프터 마켓으로 확대 예정



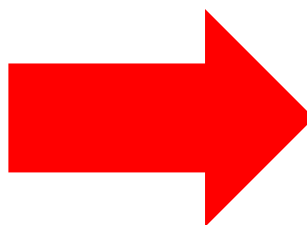
410a GWP 1925



- 국가 기술 표준원: A2L(약가연성) 냉매 사용 개정
- ✓ 일부 가정용 에어컨 / 소용량 히트펌프 R-32 (GWP 675) 전환 발판 마련)
- ✓ 대용량의 시스템 에어컨등에 대한 Guide 부제



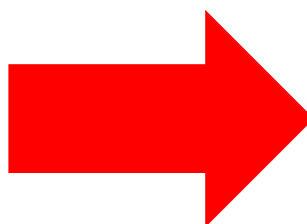
- 142b: ODP 0.065 / GWP 1980
- R-22: ODP 0.055 / GWP 1760



- ✓ HCFC의 쿼터 감소 및 가격 상승으로 인해 일부 업체 위주로 134a (GWP 1300) 152a 등의 HFC로 전환중
- ✓ HFO + 자연냉매 기반 솔루션 개발



- R-22: ODP 0.055 / GWP 1760
- R-404A: GWP 3943

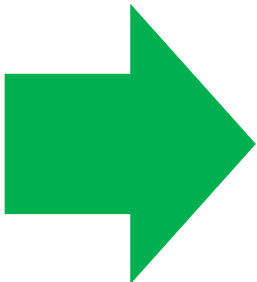


- ✓ R-22 GWP (1760) → 404a / 507 (GWP 3943) 전환 중
- ✓ 대체 물질: R-448a (GWP 1273) / 자연 냉매 (Amonia, CO2) → 60~80% CO2 감소

성공적인 자동차 냉매 전환 사례 / 기타 분야 HCFC→ HFC 전환 중

주요 분야별 / 물질별 전환 기대 효과

물질	2020 사용량 기준	GWP(AR5)	CO2 환산 톤
R-22 xps	3,401	1760	5,985,936
R-22 ref	7,936	1760	13,967,184
410a	10,520	1924	20,240,480
142b	2,892	1980	5,726,160
HFC-134a	4,997	1300	6,496,100
404A	1,315	3943	5,185,045
R-125	1,315	3170	4,168,550
141b	3,526	782	2,757,332
HFC 245fa	2,104	858	1,805,232
407C	789	1624	1,281,336
23	789	12400	9,783,600
507a	526	3985	2,096,110
227ea	526	6450	3,392,700
123	312	79	24,648
152a	2104	138	290,352
총계	43,052	1,933	83,200,765



대체 물질	GWP	CO2 환산 톤	CO2 Tons 제거	CO2 제거 %
HFO / 하이드로카본	1	3,401	- 5,982,535	-100%
HFO / 자연 냉매	1273	10,102,401	- 3,864,783	-28%
R32 / HFO 혼합 냉매	700	7,364,000	- 12,876,480	-64%
HFO / 하이드로카본	1	2,892	- 5,723,268	-100%
1234yf (HFO)	1	4,997	- 6,491,103	-100%
HFO 혼합 냉매 / 자연 냉매	1230	1,617,450	- 3,567,595	-69%
HFE 소화약재	10	13,150	- 4,155,400	-100%
HFO / 하이드로카본	1	3,526	- 2,753,806	-100%
HFO / 하이드로카본	1	2,104	- 1,803,128	-100%
HFO 혼합 냉매 / 자연 냉매	1230	970,470	- 310,866	-24%
HFO 혼합 냉매 / 자연 냉매	1230	970,470	- 8,813,130	-90%
HFO 혼합 냉매 / 자연 냉매	1230	646,980	- 1,449,130	-69%
HFE 소화약재	1	526	- 3,392,174	-100%
HFO 냉매	1	312	- 24,336	-99%
HFO 혼합 냉매 / 자연 냉매	1	2,104	- 288,248	-99%
총계	504	21,704,783	- 61,495,982	-74%

❖ 4만3천톤 HCFC/HFC 사용량 기준 평균 GWP 1933 / 83백만 CO2 톤

→ 약 61백만 CO2 톤 영구 제거 / 74% 제거

→ 평균 GWP 1933→ 504

성공적 전환시 61백만 CO2 톤을 영구 제거 (BAU 대비 11%)

시사점 및 결론

- HFC /HCFC는 온실가스의 주 원인중 하나이며 기후변화와 **지구 온난화의 실질적 위협임**
- XPS 단열제 제조 / 냉동공조에 사용되는 **5개의 물질 비중이 70%를 차지함**
- 자동차 냉매 전환 성공의 사례 / 해외 사례를 바탕으로 **적용 분야별 적절한 지원 제도 및 규제 개발이 필요**
- HCFC/HFC에 대한 온실가스 주범으로의 인식 전환 및 **국가적 통계 수립 / 전환 로드맵 필요**
- 대체 물질로의 전환을 위한 **주요 분야별 R&D 과제 및 지원책** 필요
- **더 높은 GWP 물질로의 전환 되는 특정 분야에 대한 빠른 가이드 필요** (예: 냉동창고 분야)
- 공급망 리스크 관리를 위해 대체 물질 제조/공급 업체와의 협업의 필요성

Honeywell

This document contains certain statements that may be deemed “forward-looking statements” within the meaning of Section 21E of the Securities Exchange Act of 1934. All statements, other than statements of historical fact, that address activities, events or developments that we or our management intends, expects, projects, believes or anticipates will or may occur in the future are forward-looking statements. Such statements are based upon certain assumptions and assessments made by our management in light of their experience and their perception of historical trends, current economic and industry conditions, expected future developments and other factors they believe to be appropriate. The forward-looking statements included in this release are also subject to a number of material risks and uncertainties, including but not limited to economic, competitive, governmental, and technological factors affecting our operations, markets, products, services and prices. Such forward-looking statements are not guarantees of future performance, and actual results, developments and business decisions may differ from those envisaged by such forward-looking statements. We identify the principal risks and uncertainties that affect our performance in our Form 10-K and other filings with the Securities and Exchange Commission.