



## Praktyczne aspekty w projektowaniu instalacji chłodniczych w supermarketach

Maciej TRYJANOWSKI, Piotr MAZURKIEWICZ, Wojciech RATAJCZAK

Niezależnie od motywacji troska o naszą planetę i jej środowisko oraz racjonalne wykorzystywanie energii jest naszym obowiązkiem i zobowiązaniem wobec przyszłych pokoleń. Zwłaszcza w zakresie ochrony atmosfery – jako inżynierowie chłodnicy oraz inżynierowie inżynierii środowiska – mamy szczególnie dużo do zrobienia.

Do naszych ważniejszych zadań należy ograniczenie emisji substancji zubażających warstwę ozonową oraz substancji wpływających na efekt cieplarniany. Dalej, musimy wspomagać procesy związane z ograniczeniem zużycia energii w sferach, w których można to zrobić oraz równolegle poszukiwać ekologicznych źródeł energii.

Wytuczane przez Unię Europejską kierunki, związane z racjonalnym, optymalnym zużyciem energii oraz ograniczeniem stosowania gazów szkodliwych dla atmosfery są nieodwracalne. Cel redukcji gazów cieplarnianych został jasno określony w preambule rozporządzenia [3] – „[...] do 2050 r. kraje rozwinięte będą musiały zredukować emisje gazów cieplarnianych o 80÷95% w stosunku do ich poziomów z 1990 r., aby ograniczyć global-

ną zmianę klimatu do wzrostu temperatury o maksymalnie 2°C, a tym samym zapobiec niepożądanym skutkom tej zmiany.”

W te działania wpisuje się także ograniczenie stosowania fluorowych gazów cieplarnianych. Unia Europejska konsekwentnie wprowadza działania redukujące ilość fluorowych gazów cieplarnianych poprzez limity ich produkcji i sprowadzania ich do krajów Unii. Poprzez ustawodawstwo określa graniczne daty wycofania czynników, narzuca dokładną kontrolę substancji będących na rynku. Te działania stają się także faktem u nas w Polsce.

W zakresie związanym z tematyką chłodnictwa jest o co walczyć w supermarketach i centrach logistycznych. Widać to na przykładzie Niemiec, w których funkcjonuje około 50.000 instalacji chłodzenia w supermarketach [21]. Straty czynnika chłodniczego w instalacjach chłodniczych supermarketów w Niemczech wynoszą średnio 5÷10% pojemności w skali roku. W dużych supermarketach to wartość dochodząca do 100 kg rocznie [14]. To tony strat czynników chłodniczych, a uwzględniając GWP dotychczasowych czynników chłodniczych, to efekt podobny do setek lub wręcz milionów ton oddziaływania dwutlenku węgla na naszą atmosferę.

## Decyzje na etapie projektowym

Ograniczanie zużycia energii i emisji gazów cieplarnianych należy rozpocząć już na etapie projektu. W Polsce proces projektowania jest w wielu przypadkach bagatelizowany, natomiast trzeba mieć świadomość, iż przemyślane rozwiązania w pierwszym etapie inwestycji pozwalają uniknąć wielu problemów oraz niepotrzebnych dodatkowych kosztów na etapie realizacji i eksploatacji.

Na etapie rozmów z inwestorem oraz z zespołem projektowym, warto zwrócić uwagę na kilka istotnych kwestii:

### 1. Lokalizacja

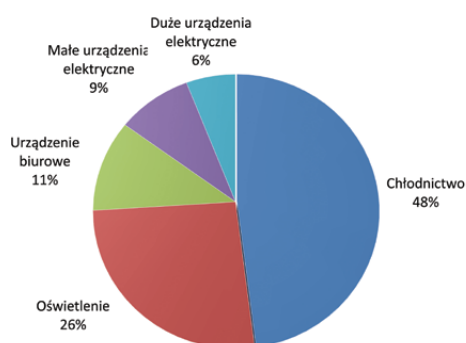
W przypadku supermarketów i centrów logistycznych wolnostojących ważna jest lokalizacja budynku i – jeżeli to jest możliwe – ograniczenie zewnętrznych zysków ciepła (np.: skierowanie zewnętrznej ściany przeszklonej na stronę północną, lokalizacja agregatów sprężarkowo-skrapających, skraplaczy, chłodnic cieczy itd. w miejscach zacienionych, najlepiej po stronie północnej budynku, nadanie zwartej zabudowy budynkowi, zastosowanie wysokiej izolacyjności termicznej przegrodom zewnętrznym, stosowanie kurtyn powietrznych nad drzwiami wejściowymi itd.).

### 2. Ograniczenie wewnętrznych zysków ciepła

Można to osiągnąć poprzez zastosowanie LED-owego oświetlenia oraz ograniczenie stosowania mebli chłodniczych z własnymi wewnętrznymi agregatami skraplającymi i oddawaniem ciepła do przestrzeni sklepu.

### 3. Ograniczenie zapotrzebowania na energię zielniczą

Średnio w marketach około 50% (de facto w granicach 40÷60%) zużycia energii elektrycznej związane jest z produkcją energii zielniczej [10, 14, 22]. Wagę zużycia energii elektrycznej w sposób prosty przedstawia wykres na rysunku 1.



Rys. 1. Średnie zapotrzebowanie na energię elektryczną w supermarkecie [22]

Należy zatem promować rozwiązania ograniczające zapotrzebowanie na energię chłdniczą. Meble chłdnicze należy zamykać szklanymi drzwiami i pokrywami. Stosowanie zamknięć pozwala na ograniczenie zapotrzebowania na chłód nawet o (25÷44)% [19].

Zamknięcie mebli chłdniczych to także wyższy reżim utrzymania wymaganej temperatury wewnętrznej oraz ograniczenie niekorzystnego wpływu wentylacji ogólnej na przechowywane produkty. Wentylacja ogólna hali sprzedaży bardzo niekorzystnie wpływa na jakość parametrów wewnętrznych w meblach. Należy unikać szczególnie ukierunkowania strumienia powietrza nawiewanego na meble.

Wyższa temperatura produktu zwiększa jego aktywność biologiczną, wydzielanie ciepła, pary wodnej oraz wyższe straty jakościowe.

Tabela 1. Oszczędności zapotrzebowania na energię zielniczą przy zastosowaniu drzwi/przykryć szklanych

Mebel	Bez drzwi szklanych [kW/mb]	Z drzwiami szklanymi [kW/mb]	Ograniczenie mocy [%]
	0,4	0,3	25
	0,4	0,3	25
	0,4	0,3	25
	1,2	0,8	33
	1,6	0,9	44

Tabela 2. Zawartość F-gazu w systemie a częstotliwość kontroli szczelności według Rozporządzenia (UE) 517/2014

Zawartość F-gazu w systemie	Częstotliwość kontroli szczelności bez zainstalowanego systemu wykrywania wycieków	Częstotliwość kontroli szczelności z zainstalowanym systemem wykrywania wycieków
Poniżej 5 ton CO <sub>2</sub> eq (lub poniżej 10 ton CO <sub>2</sub> eq dla urządzeń hermeticznie zamkniętych)	Kontrola szczelności nieobowiązkowa (nie ma obowiązku zakładania karty w CRO)	Kontrola szczelności nieobowiązkowa (nie ma obowiązku zakładania karty w CRO)
Od 5 ton CO <sub>2</sub> eq ale mniej niż 50 ton CO <sub>2</sub> eq	Raz na 12 miesięcy	Raz na 24 miesiące
Od 50 ton CO <sub>2</sub> eq ale mniej niż 500 ton CO <sub>2</sub> eq	Raz na 6 miesięcy	Raz na 12 miesięcy
Od 500 ton CO <sub>2</sub> eq lub więcej	System wykrywania wycieków-obowiązkowy Jeśli nie ma zainstalowanego systemu wykrywania wycieków -nie rzadziej niż raz na 3 miesiące	Raz na 6 miesięcy

„Wadą” zamknięcia mebli chłodniczych jest jednak ograniczenie zakupów „impulsowych”.

Wiele w zakresie ograniczenia zapotrzebowania na energię chłodniczą mają jeszcze do zrobienia producenci mebli chłodniczych. Można tu wymienić: zapewnienie wyższej izolacyjności termicznej, eliminację mostków ciepła, poprawę wymiany ciepła w wymiennikach, podwyższenie sprawności pracy wentylatorów. Podwyższenie temperatury parowania o 1 K pozwala zaoszczędzić około 3% energii elektrycznej [14].

**4. Wprowadzenie „wolnego” chłodzenia w okresie zimowym**

Szczególnie w Europie Środkowej i Północnej pozwala to na znaczną redukcję zużycia energii elektrycznej. W Chinach wykonano badania z tzw. „wolnym chłodzeniem” dla instalacji średniego odparowania. Wyniki wskazały na 80% oszczędności energii podczas mroźnej zimy [14].

**5. Wprowadzenie odzysku ciepła odpadowego**

Przykłady wprowadzenia odzysku ciepła odpadowego z procesu skraplania do ogrzewania budynku lub przygotowania ciepłej wody użytkowej zostały przedstawione w artykułach podanych w bibliografii (np. [4, 7, 8, 10, 19]). Kierunek odzysku ciepła jest mocno zależny od przyjętego systemu rozwiązania oraz od wartości dyspozycyjnych temperatur ciepła odpadowego. Ze względów energetycznych, należy dążyć do obniżenia temperatury skraplania/chłodzenia, jednak niska temperatura ciepła odpadowego ogranicza możliwości wykorzystania tego ciepła.

**6. Ograniczenie długości instalacji chłodniczych**

Ograniczenie długości instalacji chłodniczych poprzez lokalizację źródeł chłodu w pobliżu odbiorników (mebli chłodniczych), pozwala na zmniejszenie strat przepływu, pojemności instalacji oraz zmniejsza ilość potencjalnych punktów nieszczelności.

**7. Inne metody ograniczania zużycia energii i emisji gazów cieplarnianych**

Na etapie projektu i eksploatacji warto postarać się o:

- zoptymalizowanie pracy urządzeń i armatury poprzez wprowadzanie ich płynnej regulacji;
- analizę zastosowania na przegrodach zewnętrznych (np.: dach) instalacji fotowoltaiki, względnie, przy dużym zapotrzebowaniu na ciepłą wodę użytkową, także układów solarnych;
- wprowadzenie monitoringu zużycia energii oraz systemu wykrywania wycieków czynników chłodniczych, którego stosowanie zmniejsza częstotliwość kontroli [1, 2, 27].

**Kierunki rozwiązań instalacji chłodniczych w supermarketach**

Kierunki rozwoju instalacji chłodniczych w supermarketach i centrach logistycznych w Europie determinuje cel ograniczenia stosowania substancji eliminujących warstwę ozonową oraz wpływających na nasilenie efektu cieplarnianego. Legislacyjny kierunek jest i będzie wyrazisty, co przedstawione zostało na schemacie na rysunku 2. [19]. Należy spodziewać się jeszcze większego zaostrzenia przepisów, prowadzących do osiągnięcia zamierzonego celu.

Do łask wracają zatem czynniki naturalne (dwutlenek węgla, amoniak, propan, izobutan, propylen), które praktycznie do lat trzydziestych XX wieku stanowiły 100% czynników stosowanych w chłodnictwie. Trwają także intensywne prace nad poszukiwaniem nowych syntetycznych czynników chłodniczych (np.: HFO oraz mieszaniny tych płynów z HFC [6]), które zastąpią obecnie stosowane, a będą o wiele bardziej przyjazne dla środowiska i klimatu.

W krajach Unii Europejskiej zauważyć można generalnie dwa kierunki w zakresie chłodnictwa w supermarketach i centrach logistycznych:

**1. Zastosowanie układów z dwutlenkiem węgla w systemach nadkrytycznym, jaki i podkrytycznym kaskadowym**

Powszechnie stosuje się już systemy booster (dodatkowy, szeregowy lub szeregowo-równoległy układ sprężania), który umożliwia głębokie chłodzenie. Stosowane są także układy pompowe z dwutlenkiem węgla w postaci cieczy. Według informacji podanych w [20], zastosowanie instalacji chłodniczych opartych na CO<sub>2</sub> we wszystkich supermarketach na świecie pozwoliłoby na zmniejszenie emisji równoważnej dwutlenku węgla o ponad 50 milionów ton rocznie.

Wybór rodzaju rozwiązania powinien być dostosowany do klimatu regionu, w którym instalacja będzie działać. Na rysunku 3. pokazany został wykres [20], na którym wyraźnie widać, iż instalacja CO<sub>2</sub> nadkrytyczna nie przyniesie korzyści w klimacie ciepłym. Wiąże się to z właściwościami fizycznymi dwutlenku węgla (niski punkt krytyczny 31,5°C) oraz, w związku z tym, także bardzo wysokimi ciśnieniami w instalacji/chłodnicy gazu (nawet 120 bar).

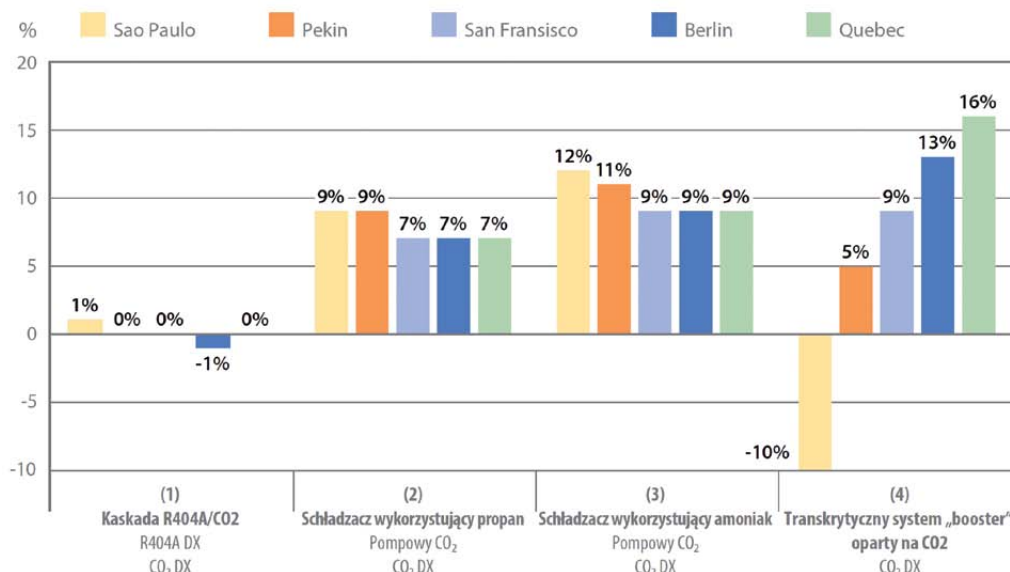
W Europie, szczególnie środkowej i północnej, stosowanie instalacji opartych na dwutlenku węgla jest coraz bardziej powszechne. Między innymi dwie duże sieci (Cash&Carry, Carrefour) wprowadzają je jako standard. W Danii wszystkie nowe instalacje chłodnicze opierają się na naturalnych czynnikach.

W krajach Unii Europejskiej zauważyć można generalnie dwa kierunki w zakresie chłodnictwa w supermarketach i centrach logistycznych: zastosowanie układów z dwutlenkiem węgla w systemach nadkrytycznym, jak i podkrytycznym kaskadowym

**F-GAZ LEGISLACJA: HARMONOGRAM**

(tylko branża chłodnicza)	2015	2020	2022	2030
<b>Produkty zakazane</b>	Domowe lodówki & zamrażarki GWP≥150	Handlowe chłodnicze & mroźnicze GWP≥2500	Handlowe urządzenia chłodnicze & mroźnicze GWP≥150	
<b>Zakaz serwisu</b>		Chłodnicze stacjonarne GWP≥2500	Zbiornice handlowe i scentralizowane urządzenia chłodnicze gdzie Q <sub>ch</sub> >40kW i GWP≥150 lub kaskady GWP ≥ 150 + GWP ≥ 1500 obieg pierwotny	Urządzenia chłodnicze zawierające >40 TCO <sub>2eq</sub> czynnika odzyskanego lub po regeneracji GWP≥2500
		Urządzenia chłodnicze >40 TCO <sub>2eq</sub> GWP≥2500	Np. zakaz serwisu instalacji z R404A zawierające > 10 kg z użyciem nowego czynnika	

Rys. 2. Kierunki zmian legislacyjnych dotyczące czynników o wysokim GWP [19]



Rys. 3. Oszczędność energii w stosunku do stanu odniesienia w przemyśle przy różnych konfiguracjach wykorzystania CO<sub>2</sub>, jako czynnika chłodniczego [20]

Podobne standardy wprowadza także wiele korporacji z branży żywniowej (np. McDonald's).

Obecnie pojawia się dużo artykułów i informacji technicznej w zakresie popularyzacji systemów chłodniczych. W bibliografii zawarliśmy tylko niewielką część tytułów, z którymi warto się zapoznać.

**2. Ograniczenie urządzeń sprężarkowo – skraplających do maszynowni i rozprrowadzenie energii chłodniczej poprzez układy pośrednie (roztwory glikoli i solanek)**

Ograniczenie instalacji chłodniczej do pomieszczenia technicznego oraz zapewnienie jej zwartej zabudowy otwiera możliwość wykorzystania syntetycznych substancji zamiennych oraz naturalnych czynników chłodniczych, które są szkodliwe dla zdrowia oraz – w mieszaninach z powietrzem – stwarzają zagrożenie wybuchowe. Szczególny nacisk położony jest w tych układach na zastosowanie amoniaku i propanu, które mają bardzo dobre właściwości fizykochemiczne.

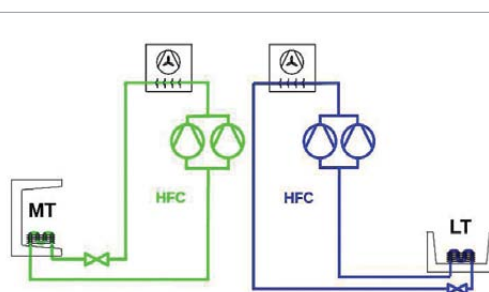
Wadą, ale jednocześnie zaletą tego systemu, jest stosowanie jako czynnika pośredniczącego cieczy, która podczas użytkowania, a także w przypadku rozszczelnienia instalacji nie zmienia stanu skupienia (np. prosta identyfikacja miejsca wycieku). Do ważniejszych wad należą niewątpliwie: niższa efektywność energetyczna instalacji oraz większe średnice przewodów czynnika pośredniego.

Z kolei do zalet układów z czynnikiem pośrednim można zaliczyć możliwość wykonania instalacji z rur stalowych i tworzyw sztucznych, czy też niskie ciśnienia robocze w instalacji (np. 6 bar).

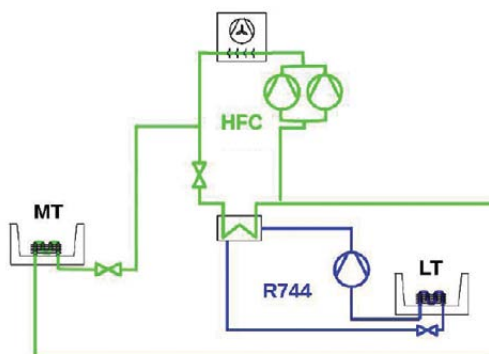
Zapewne system ten jest ciekawą propozycją dla obiektów o znacznych odległościach pomiędzy źródłem chłodu a odbiornikami.

**Przykładowe schematy rozwiązań instalacji chłodniczych**

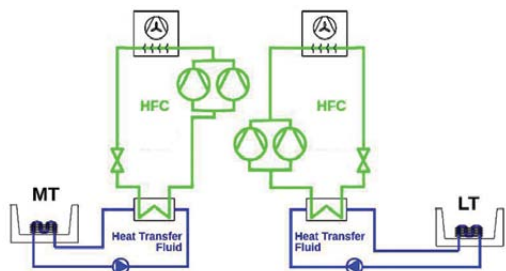
Poniżej przedstawione zostały schematy przykładowych instalacji z wykorzystaniem opracowania [24].



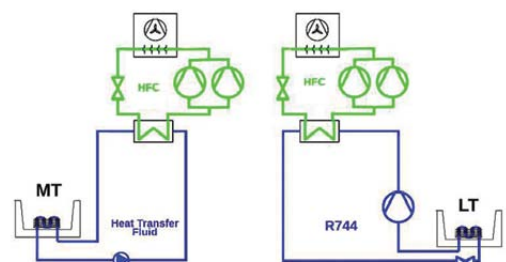
Rys. 4. Instalacje zdecentralizowane z wykorzystaniem czynników HFC. Zastosowanie instalacji o małym zładzie HFC nie wyklucza stosowania tychże układów w chłodzeniu mebli sklepowych lub instalacji < 40 kW. Tu dobrym przykładem jest system Conveni-Pack firmy Daikin



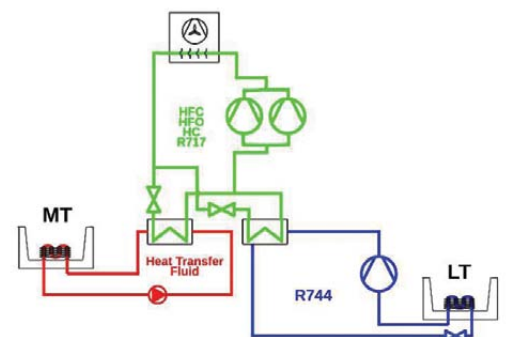
Rys. 5. Układ kaskadowy z wykorzystaniem instalacji dwutlenku węgla do odprowadzenia ciepła z mebli z głębokim odparowaniem (mroźnicze). Dużą zaletą stosowania układów kaskadowych z dwutlenkiem węgla jest przekazywanie ciepła w obszarze podkrytycznym ( $t < 31,5^{\circ}\text{C}$ ), co znacznie obniża ciśnienia w instalacji dwutlenku węgla



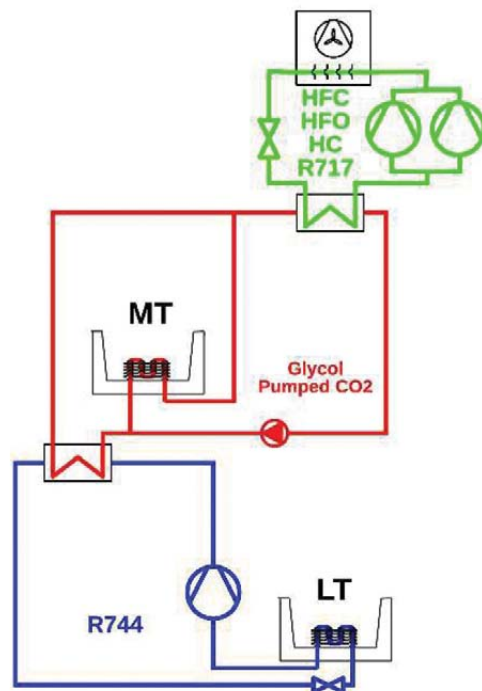
Rys. 6. Układy chłodnicze z czynnikiem pośrednim w postaci mieszanin glikoli i solanek. Stosowanie cieczy pośrednich pozwala na lokalizację urządzeń chłodniczych w pomieszczeniach technicznych lub na zewnątrz budynku. Zwarta budowa urządzeń chłodniczych to zdecydowanie mniejsza zawartość czynników chłodniczych oraz mniejsze ryzyko nieszczelności



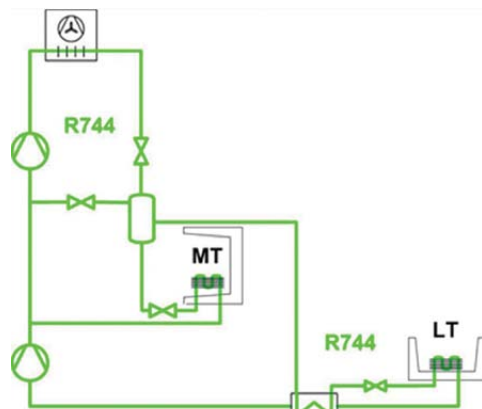
Rys. 7. Układy kaskadowe – pośredni do mebli średniego chłodzenia i oparty na dwutlenku węgla do głębokiego chłodzenia. Stosowanie instalacji centralnych ma szereg zalet i pozwala na wyższą oszczędność energetyczną układów



Rys. 8. Układ centralny z podziałem na system z czynnikiem pośrednim do średniego chłodzenia oraz z dwutlenkiem węgla do głębokiego chłodzenia



Rys. 9. Układ kaskadowy, szeregowy z wykorzystaniem czynnika pośredniczącego do transportu energii chłodniczej i ograniczenia długości instalacji z czynnikami chłodniczymi. Zaletą tego systemu jest ograniczenie rozległości i równolegle także pojemności zarówno układu dolnego, jak i górnego



Rys. 10. Układ nadkrytyczny dwutlenku węgla z systemem booster. Instalacja bardzo promowana w krajach Europy Środkowej i Europy Północnej

### Systemy chłodnicze-klimatyzacyjne opracowane specjalnie dla supermarketów

Trzecim kierunkiem rozwoju instalacji chłodniczych w supermarketach i centrach logistycznych w Europie, na który warto zwrócić uwagę, są systemy stricte przeznaczone do supermarketów i mniejszych sklepów (także stacji benzynowych). Przykładem jest system Conveni-Pack oraz agregaty sprężarkowo – skraplające ZEAS.

Ciekawą propozycją są także monobloki chłodnicze, kompaktowe urządzenia do montażu na ścianie zewnętrznej lub na dachu, a przeznaczone dla małych chłodni i mroźni.

System Conveni-Pack łączy funkcje instalacji chłodniczej z klimatyzacją w okresie letnim i ogrzewaniem w okresach przejściowych

i zimowym. Sporą zaletą jest decentralizacja instalacji chłodzenia. Agregaty sprężarkowo-skraplające składają się z trzech sprężarek wyposażonych w płynną regulację. Jedna sprężarka pracuje tylko na potrzeby instalacji chłodniczej, druga na potrzeby klimatyzacji i ogrzewania, a trzecia w zależności od potrzeb wspomaga instalację chłodzenia lub klimatyzacji.

Agregaty sprężarkowo-skraplające charakteryzują się zwartą budową oraz małą masą, co pozwala lokalizować je możliwie blisko odbiorników. Krótkie instalacje chłodnicze oraz ograniczenie mocy agregatów sprężarkowo-skraplających wpływają na mniejszą pojemność instalacji chłodniczych. Zastosowanie systemu booster pozwala na strefowanie

wartości temperatury odparowania i zasilanie mebli o różnym przeznaczeniu.

Systemy Daikin pracują w oparciu o tradycyjne czynniki chłodnicze, ale charakteryzują się znacznie mniejszymi pojemnościami zładu i decentralizacją. Producent ten cały czas prowadzi także badania nad zmianą czynników chłodniczych, które będą bardziej przyjazne środowisku.

### Instalacje w istniejących obiektach

Instalacje obecnie pracujące stanowiąc będą spory problem w realizacji kierunku zmian narzuconych przez ustawodawstwo. Zmiana czynników syntetycznych na naturalne jest aktualnie niemożliwa, przede wszystkim ze względu na właściwości palne zamienników naturalnych [13]. Alternatywą będzie zastosowanie retrofitów HFC o niższym GWP oraz zamiennych czynników syntetycznych (np. z grupy HFO) co pokazuje rysunek 12.

Ogromnym problemem w istniejących instalacjach są i będą ubytki czynników chłodniczych, wynikające z powstających nieszczelności. Bagatelizowanie ubytków instalacji, przy stosowaniu ścisłej kontroli stosowania dotychczasowych czynników chłodniczych będzie niemożliwe. Przepisy [1, 2, 3] jasno mówią, iż przed uzupełnieniem instalacji, należy wyeliminować wyciek. Przy rozbudowanych instalacjach i prowadzeniu ich przez przestrzenie trudnodostępne, eliminacja nieszczelności jest nierealna. Nie bez znaczenia jest także w ostatnim czasie kilkukrotny wzrost cen czynników chłodniczych, zarówno w Polsce jak i w Europie Zachodniej.

Zważywszy iż po 2020 roku wejdzie w życie zakaz serwisowania i konserwacji urządzeń chłodniczych wypełnionych fluorowanymi gazami cieplarnianymi GWP < 2500 i o wielkości napełnienia tym czynnikiem chłodniczym równym 40 t ekwiwalentu CO<sub>2</sub> i więcej, to czeka nas jeszcze przed 2020 roku masowa wymiana czynników chłodniczych lub wręcz całych instalacji chłodniczych w obiektach istniejących, a szczególnie w obiektach dużych, z rozległym prowadzeniem tych instalacji.

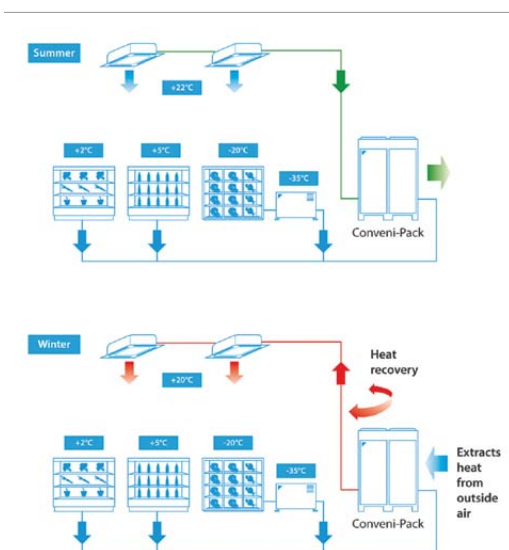
### Realizacja obiektów

W projektowaniu i realizacji obiektów trzeba zwracać dużą wagę na prawidłowe prowadzenie instalacji. Niestaranne wykonanie instalacji, stosowanie niewłaściwych materiałów lub o niskiej jakości potęguje zagrożenie rozszczelnienia, awarii, a w skrajnym przypadku – zniszczenia instalacji.

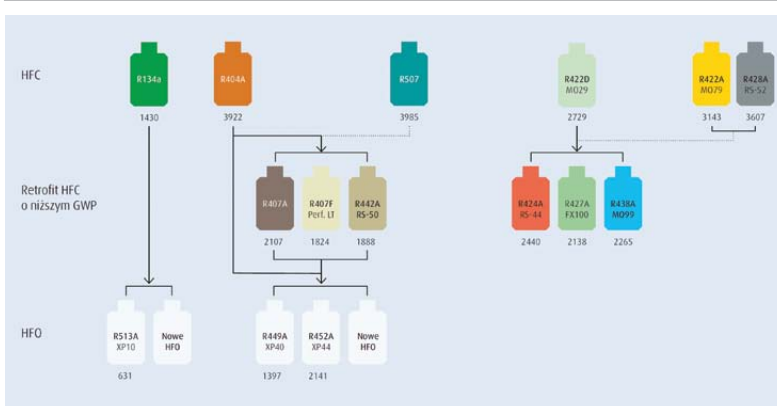
Częsty błąd to pominięcie kompensacji termicznej rurociągów, co powoduje znaczne naprężenia i siły w przewodach, a w rezultacie rozszczelnienia instalacji. W obiektach można zauważyć również, iż do wykonania instalacji chłodniczych stosowane są rury miedziane przeznaczone do wody. To wręcz świadome działanie niektórych wykonawców, którzy w ten sposób chcą „zaoszczędzić”...

Następny błąd to prowadzenie instalacji w miejscach niedostępnych, co praktycznie uniemożliwia w okresie eksploatacji ich serwisowanie, wykrycie nieszczelności, a w rezultacie – także jej usunięcie. Przy ostrym reżimie rozliczania czynników chłodniczych, to spory problem.

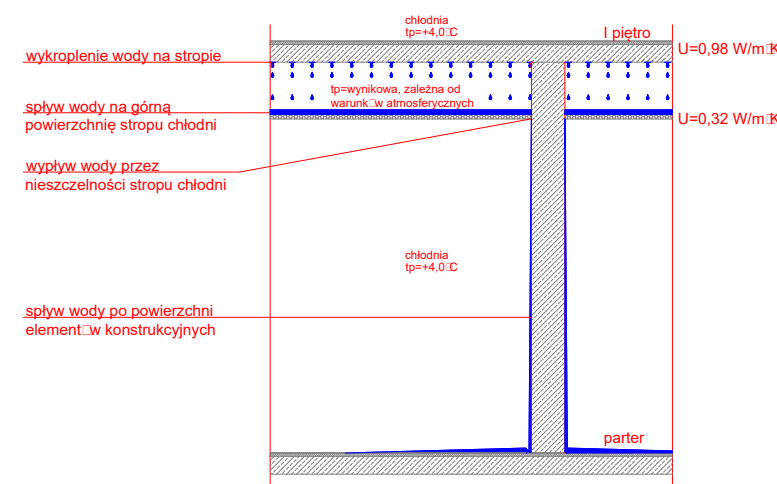
W naszej pracy spotkaliśmy się także z ciekawym problemem, związanym z nieprawidłowym wykonaniem izolacji przegród komór chłodniczych (+4°C) oraz nieprawidłową wentylacją przestrzeni sąsiadującej z komorami. Mianowicie między komorami chłodniczymi, zlokalizowanymi na parterze i na piętrze wykonano przestrzeń powietrzną. Posadzka komory na piętrze nie posiadała żadnej izolacji, a wykonana została z żelbetu (bardzo słaba izolacyjność termiczna). Przyjęto prawdopodobnie na etapie



Rys. 11. Schemat pracy systemu Conveni-Pack w okresie letnim i zimowym [19]. Ciepło odpadowe w okresach przejściowych oraz w zimie wykorzystywane jest do ogrzewania pomieszczeń. Zastosowanie systemu booster pozwala na strefowanie wartości temperatury odparowania i zasilanie mebli chłodniczych o różnym przeznaczeniu



Rys. 12. Możliwe rozwiązania dla odbiorców: kontynuacja, konwersja, wymiana. Najczęściej występujące HFC oraz zamienniki typu retrofit (z odpowiednim współczynnikiem GWP) [27]



Rys. 13. Schemat procesu wykrapiania wody w okresie letnim



Rys. 14. Wyraźne zawilgocenie stropu. Zdjęcie zrobione w kwietniu, a więc przy niewysokich jeszcze parametrach powietrza zewnętrznego (temperatura i wilgotność). Warto zwrócić uwagę na nagromadzenie instalacji w przestrzeni międzystropowej, która poddawana jest dużemu wpływowi wody



Rys. 15. Widoczne zacieki na ściankach wewnątrz komory chłodniczej na parterze

projektu i realizacji założenie, iż temperatura w przestrzeni pomiędzy chłodniami będzie taka sama, jak w chłodniach. Efekt jest taki, iż w okresie letnim występuje infiltracja do przestrzeni powietrza zewnętrznego o dużej zawartości wilgoci (często wyższej aniżeli 12 g/kg p.s.). W efekcie następuje wykraplanie na zimnej powierzchni i spływ wody do komory chłodniczej na parterze.

### Podsumowanie

Kierunek wymiany czynników chłodniczych na bardziej ekologiczne jest nieunikniony. To jeden z głównych celów strategii w walce o ochronę atmosfery w Unii Europejskiej.

Bardzo duże wyzwanie czeka właścicieli i użytkowników istniejących instalacji chłodniczych, szczególnie w dużych supermarketach i centrach logistycznych.

Zadaniem inżynierów jest taka optymalizacja instalacji HVACR, aby przy spełnieniu ich wymagań zapewniały także energooszczędność, bezpieczeństwo użytkownika, były bezpieczne dla środowiska, nieuciążliwe dla otoczenia (np. hałas), łatwe w przeglądach i serwisie.

W Europie Zachodniej można zauważyć mocne nastawienie na użytkowanie naturalnych czynników chłodniczych, a szczególnie dwutlenku węgla, amoniaku i propanu. Trwają także intensywne prace nad poszukiwaniem zamienników (np.: HPO i ich mieszaniny).

Bardzo ważna jest też wysoka jakość wykonania instalacji przez wyspecjalizowane i solidne firmy z dużym doświadczeniem. Nie stać nas na niską jakość wykonania i marnotrawstwo.

W Europie Zachodniej prowadzone są intensywne rozmowy, przeprowadzane są konferencje, okrągłe stoły na temat chłodnictwa w supermarketach. Dobrze, że w Polsce takie kroki także są podejmowane. Brak wiedzy niestety nie usprawiedliwia.

Działania, które są obecnie podejmowane w Polsce, w zachodnich krajach europejskich zostały wprowadzane mniej więcej 7÷10 lat temu. Mamy zatem sporo do nadrobienia, ale mamy także spory gotowy materiał do naśladowania.

### LITERATURA:

- [1] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 28 września 2017 r. „w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych.”
- [2] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1005/2009 z dnia 16 września 2009 r. w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową.
- [3] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych i uchylenia rozporządzenia (WE) nr 842/2006.
- [4] Anna KACZOROWSKA: Intermarche w Świnoujściu. Chłodnictwo & Klimatyzacja 1-2/2015.
- [5] Grzegorz MIZERA: Nowe trendy w technologii i technice przechowywania warzyw i owoców. Chłodnictwo & Klimatyzacja 4/2017.
- [6] Waldemar TARGAŃSKI: Alternatywne syntetyczne czynniki chłodnicze. Chłodnictwo & Klimatyzacja 1 – 2/2016.
- [7] Maurycy SZWAJKAJZER: Możliwości odzysku ciepła z instalacji chłodniczej w supermarkecie. Chłodnictwo & Klimatyzacja 5/2015.
- [8] Krzysztof BŁAUCIAK: Nowy obiekt Selgros Cash&Carry w Polsce z instalacją z „pełnym” CO<sub>2</sub> oraz technologią multizektorową. Chłodnictwo & Klimatyzacja 5/2017.
- [9] TEKO: Supermarket w blasku ekologii. Chłodnictwo & Klimatyzacja 6/2016.
- [10] Case Study: Największy włoski hipermarket wybiera system chłodzenia na bazie CO<sub>2</sub>. Chłodnictwo & Klimatyzacja 9/2016.
- [11] ALEKSANDRA STASZAK (ZEMNIEWICZ): Nowe trendy – system chłodniczy CO<sub>2</sub> w układzie booster. Chłodnictwo & Klimatyzacja 12/2015.
- [12] Bartosz NOWACKI: Instalacje chłodnicze w supermarkecie. Część 1 – 5. Chłodnictwo & Klimatyzacja 4/2016, 5/2016, 7/2016, 8/2016; 9/2016.
- [13] Bartosz NOWACKI: Olej chłodniczy w instalacji. Część 1 - 4. Chłodnictwo & Klimatyzacja 6/2017, 8/2017, 9/2017, 10/2017.
- [14] Michael KAUFFELD: Trends und Perspektiven für Supermarkt – Kälteanlagen. Kälte Luft Klimatechnik 04/2008.
- [15] Włodzimierz NEKANDA TREPKA: Chłodnik wie lepiej – instalacja w markecie. Chłodnictwo & Klimatyzacja 8/2017.
- [16] Piotr BAJ, Dariusz BUTRYMOWICZ: Ocena efektywności energetycznej obiegu kaskadowego w układzie dwutlenku węgla/amoniaku. Chłodnictwo & Klimatyzacja 11/2008.
- [17] Marcus HÖPFEL, Krzysztof BŁAUCIAK: System chłodniczy z pełnym CO<sub>2</sub> w układzie booster. Chłodnictwo & Klimatyzacja 10/2014 r.
- [18] Paweł RĘKAWEK: Automatyka Danfoss dla małych i średnich transkrytycznych instalacji z CO<sub>2</sub>. <http://www.specjalnoscchp.pl/literatura/Rekawek1.pdf>.
- [19] Materiały techniczne i szkoleniowe firmy Daikin oraz materiały techniczne – katalog produktów chłodniczych oraz Conveni-Pack.
- [20] Materiały techniczne i szkoleniowe firmy Danfoss.
- [21] ZVKW: Supermarkt Symposium. Kälte – Wärmezeugung im Lebensmittel Einzelhandel. Messenzentrum Nürnberg 30.06 – 1.07.2010.
- [22] Materiał informacyjny IKU Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft.
- [23] projekty i materiały własne firmy TRIM – Tech Tryjanowski Ratajczak Mazurkiewicz.
- [24] Ōko – Recherche: F-Gas and Ekodesign: Influences of EU Legislation on Italian Industry. 9 maja 2016 Hotel NH Laguna Palace.
- [25] Danfoss: Chłodnictwo przemysłowe. Aplikacja z użyciem amoniaku i CO<sub>2</sub>. Danfoss 2015 r.
- [26] Bezramowe drzwi chłodnicze. Chłodnictwo & Klimatyzacja 5/2016.
- [27] Linde: Przewodnik po zniewalzanym rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (EU) nr 517/2014 w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych. Luty 2014.

### O AUTORACH

Maciej TRYJANOWSKI,  
Piotr MAZURKIEWICZ,  
Wojciech RATAJCZAK  
– TRIM-TECH  
Sp. z o.o., Sp. K.,  
Wielkopolski Oddział  
PZITS