21세기 실내 수영장의 통합 HVAC 시스템 설계를 위한 안내서

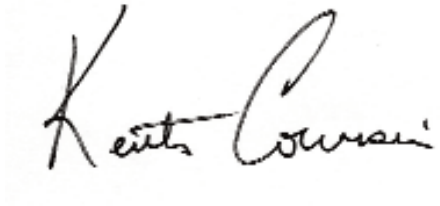
머리말

Desert Aire는 소유주, 기계 계약자, 엔지니어에게 실내 수영장 시설의 설계 또는 리모델링에 도움이 되는 안내서를 제공하기 위해 이 문서를 작성했습니다.

지난 몇 년 동안 수영장 시설에서 실내 공기의 질을 유지하기 위한 복잡한 과정의 이해와 관련해 커다란 발전이 있었습니다. 이 안내서는 매우 복잡한 HVAC 시스템, 건물 구조, 워터 루프, 시설 프로그래밍, 에너지 소비 같은 여러 가지 독립적인 요소를 종합적으로 다룹니다. 너무 오랫동안 이러한 것들이 독립적으로 설계되었고 모든 이해 관계자에게 가장 좋은 실내 수영장을 만들기 위해 그러한 것들을 통합하기 위한 노력이 거의 없었습니다.

이 안내서는 기존 설계의 문제들을 해결하는 데 도움을 주고 신축 공사를 위한 기준이 될 것으로 믿습니다. 또한 이 안내서는 최종적인 설계 명세서와 건축 문서를 작성하는 데 도움이 되도록 다른 문서 또는 업계의 지식을 참조했습니다.

이 안내서와 관련해 의견을 수렴합니다. 최고 품질의 실내 수영장 시설을 만드는 데 도움이 될 수 있는 혁신에 대한 의견 또는 혁신적인 생각이 있다면 알려주시기 바랍니다. 자유롭게 Desert Aire 영업 담당자 또는 직원에게 의견을 제시해 주시기 바랍니다.



Keith Coursin
사장
Desert Aire Corp. Keith@desert-aire.com

목차

개요 3
- 실내 수영장의 목적
- HVAC 설계의 목적

난방, 냉방, 습도 부하량 결정 4
- 기온과 수온
- 상대 습도
- 물을 가로지르는 기류
- 활성 계수
- 관중 부하량
- 환기 부하량

응축 및 건물 건전성 7
- 이슬점 제어
- 수증기 장벽
- 음압
- 관중석

수영인 건강 우려 11
- 독성 공기
- 가장 일반적인 공기 오염 물질
- 발생원 포집 시스템
- 수영장 화학 약품 사용
- 염소
- 염소 대체 물질
- 염수 수영장

올바른 기류 설계 13
- 덕트 설계
- 공급 공기 속도

제습 장비 설계를 위한 고려 사항 15
- 제습기 시스템 구성품
- 제습기 설계 옵션
- 이코노마이저
- 퍼징 모드
- 에너지 회수 최대화
- 발생원 포집 시스템과 통합
- 하층 배기 에너지 회수
- 설치를 위한 고려 사항

시운전 22
- 공장 인증 시동
- 시설 직원 교육

결론 22

21세기 실내 수영장의 통합 HVAC 시스템 설계를 위한 안내서

개요

실내 수영장의 목적

실내 수영장은 일반인이 휴양 또는 치료를 목적으로 물을 이용하는 하나 또는 여러 개의 수중 활동 장소와 구조물로 이루어진 건물을 의미합니다.

우리들은 대부분 수중 활동 장소를 수영과 다이빙을 위한 실내 수영장 시설로 생각하지만, 정지된 상태의 물만 해당되는 것은 아닙니다. 이 용어는 워터슬라이드 랜딩 풀, 스프레이 패드 같이 일반인이 직접 물과 접촉하거나 분사되는 물에 노출되는 실내 워터 파크에도 적용될 수 있습니다.

실내 수영장은 전용 건물 또는 학교 건물이나 피트니스 클럽 같은 비전용 건물에 들어갈 수 있습니다. 또한 탈의실, 화장실, 사무실을 수용할 수도 있습니다. 탈의실, 직원 사무소, 보관소는 수영장 기계 HAVC 시스템의 일부가 아닙니다.

이 설계 안내서는 대형 실내 수영장과 아쿠아 센터에 주로 적용되지만 많은 개념이 더 작은 상업용 및 주거용 실내 수영장 시설에도 적용될 수 있습니다.

HVAC 설계의 목적

사람들이 여가, 시합, 건강을 위해 실내 수영장을 갖춘 건물을 사용하는 여러 가지 방법들이 계속해서 진화하고 있습니다. 이에 따라 HAVC 시스템과 건물 자체에 대해 과거에는 없던 요구가 생겨나고 있습니다. 다행히도 오늘날 실내 수영장에 대한 까다로운 요구 조건을 충족시키는 지식, 이해, 전략, 기술의 발전이 이루어졌습니다.

이러한 요구의 깊이와 너비를 반영해서 대형 실내 수영장과 아쿠아 센터를 위한 HVAC 설계의 범위가 21세기에 확장되었습니다.

지금은 수영인, 다이버, 코치, 관중의 건강 보호, 건물과 지원 시스템의 장기간 구조적 건전성 강화, 에너지와 물, 수처리 자원의 보존을 목적으로 합니다.

하지만 실내 수영장의 목적, 크기, 위치와 상관없이 HVAC 시스템 설계에 적용되는 원칙이 있습니다. 바로 HVAC 시스템이 수온과 수질을 제어하는 시스템과 조화를 이루어야 한다는 것입니다.

이러한 목적을 설계 목표에 적용해야 하는 엔지니어에게는 통합적이고 지속 가능한 접근법이 요구됩니다. 이러한 설계 목표는 공간 제습, 실내 냉난방, 수영장 물 가열, 실외 공기 요건 충족 같은 집중적인 작업과 조화되어야 합니다.

다행히도 오늘날의 설계 엔지니어는 문제 해결을 위한 다양한 장비, 기술, 전략을 이용할 수 있습니다. 이러한 기술과 전략은 전문가 협회 및 엔지니어링 단체에서 제공하는 자원을 보완하며, 그러한 목적은 건축법과 관련 표준에 기재되어 있습니다. 예를 들어 미국 공조 냉동 공학회(ASHRAE)는 실내 수영장 설계를 위한 지침과 자원을 제공합니다.

미국 질병 통제 예방 센터(CDC)에서 마련한 수영장 보건 규정집(MAHC)은 기계 엔지니어가 이용할 수 있는 자원 중 가장 최근에 추가된 것입니다.

2014년에 처음 출판된 MAHC는 공공 수영장 시설을 위한 종합적인 지침서입니다. CDC에 따르면, MAHC는 "정부 및 지역 관청이 수영장 규정을 마련하는 데 도움이 되도록 과학과 모범 사례를 바탕으로 최신 지식을 포괄적으로 다루고 있으며, 수영장 규정은 온천, 수영장, 워터 파크, 놀이용 분수의 설계자, 건축자, 관리자가 휴양 기능을 유지하고 상해와 질병을 줄이기 위해서 준수해야 하는 특정적인 규칙입니다."

MAHC는 이러한 실내 수영장 시설과 온천 같은 전통적인 수중 활동 장소에 적용됩니다. MAHC는 또한 웨이브 풀, 서핑 풀, 테라피 풀, 스프레이 패드 같은 현대식 물놀이 시설에도 적용됩니다.

최상의 지식과 모범 사례를 한데 모은 MAHC는 실내 수영장 시설 공조 시스템의 설계, 건축, 설치를 위해서 현지의 관련 법규뿐만 아니라 검증된 ASHRAE 표준 62.1 2013, '적합한 실내 공기의 질을 위한 환기' 요건을 준수해야 한다고 명시하고 있습니다.

이와 함께, 여러 가지 기술과 전략이 지속적이고 중요한 실내 공기의 질과 상대 습도의 문제와 관련해 여러 가지 작동 조건, 계절적 변화, 특별 이벤트 요건과 건축법 및 관련 표준의 균형을 이루기 위한 필수적인 도구를 기계 엔지니어에게 제공합니다.

난방, 냉방, 습도 부하량 결정

실내 수영장의 난방, 냉방, 습도 부하량은 실외 기온과 습도의 계절적 변화, 태양열 이득과 손실, 관중과 관중석 유무에 따라 결정됩니다.

- 난방 부하량은 목표 온도 수준을 도달하거나 유지하기 위해 추가해야 하는 열 에너지의 양입니다. 이 값은 종종 열 손실 계산으로 구하며 실내 수영장의 높은 내부 설계 온도 때문에 주요 요소로 적용됩니다.

- 냉방 부하량은 목표 온도를 달성하기 위해 제거해야 하는 열 에너지의 양입니다. 이 값은 가장 중요한 부분인 태양열 이득과 조명 발열량을 적용한 열 이득 계산으로 구합니다.

- 습도 부하량은 목표 상대 습도를 달성하기 위해 제거해야 하는 습도의 양입니다. 이 값은 수면에서 발생하는 증발, 환기 공기의 습도 함량, 관중에서 발생하는 증발의 세 가지 성분으로 이루어집니다.

난방, 냉방, 습도 부하량을 계산하고 HVAC 장비의 규격과 크기를 결정하기 위해서 이러한 부하량을 현열 부하량과 잠열 부하량으로 표현합니다. 현열과 현열 부하량은 수영인과 건물 사용자가 몸에서 느끼는 열이고 체온계로 측정할 수 있는 온도입니다. 잠열과 잠열 부하량은 습도에 저장되는 에너지와 열이고 액체에서 기체로 변환되어 발생합니다. 이러한 두 가지 성분이 함께 작용해서 HVAC 장비가 제거하도록 설계해야 하는 전체 시스템의 등급을 결정합니다.

난방, 냉방, 습도 부하량 관리의 포괄적인 목표는 지속 가능성입니다. 즉, 실내 수영장이 안전하고 비용 효과적으로 건축 목적을 지속적으로 충족시킬 수 있도록 만드는 것입니다. 앞서 설명한 것처럼 관련 HVAC 설계를 위해 고려할 것은 수영인, 다이버, 코치, 관중의 건강 보호, 건물과 지원 시스템의 장기간 구조적 건전성 강화, 에너지와 물, 수처리 자원의 보존입니다.

ASHRAE 적용 안내서에 실내 수영장 습도 부하량 계산을 위한 공식이 나와 있습니다. 이 공식에서 사용되는 항목에는 기온과 수온, 상대 습도, 물을 가로지르는 기류 속도, 활성 계수, 관중 부하량, 환기 부하량이 있습니다. 각각에 대한 설명이 아래에 나와 있습니다.

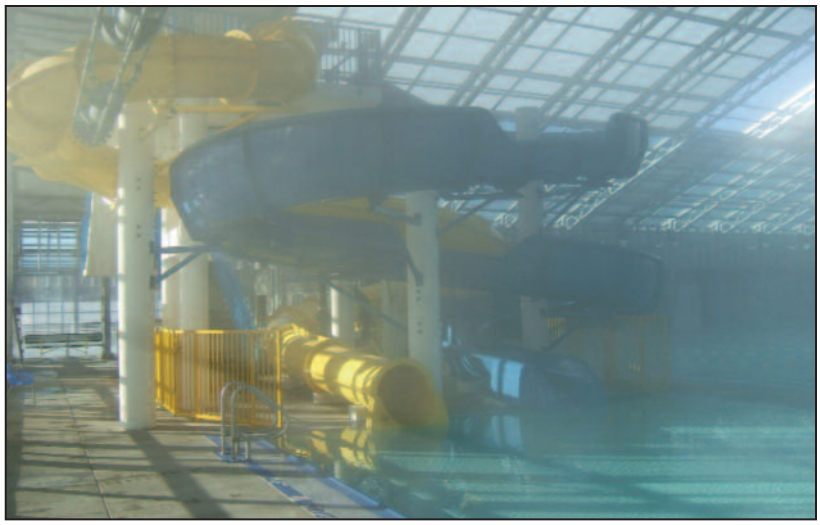


그림 1. HVAC 시스템이 무력화된 실내 수영장.

올바른 기온과 수온을 유지하지 못하고 적합한 상대 습도 범위로 설정되지 못한 실내 수영장은 최상의 HVAC 장비라도 빠르게 무력화시킵니다.

기온과 수온

수영장 시설에서 여러 가지 기온과 수온의 조합이 사용되고 어느 한 조건이 다른 조건보다 더 좋은 경우는 없습니다. 따라서 소유주는 시설에서 기온과 수온을 얼마로 설정할 것인지 결정해야 합니다. 왜냐하면 이것이 제습기 선택의 핵심 요소이기 때문입니다. HVAC 시스템을 설치한 후 설계 조건을 변경하는 것은 불가능할 수 있습니다.

ASHRAE는 실내 수영장 기온을 수온보다 2-4도 높게 하지만 쾌적 온도 임계값 86°F를 넘지 않게 유지할 것을 권장합니다. 이러한 권고에는 여러 가지 이유가 있습니다. 그러한 노력의 목적은 공간과 물의 상태 유지와 관련된 전반적인 제습기 크기와 에너지 비용의 균형을 이루는 설계 조건을 만드는 것입니다. 또한 수영장 기온은 수영인이 물에서 나올 때 추위를 느끼지 않도록 만드는 데 도움이 됩니다.

하지만 실내 수영장 평균 수온의 최근 변화는 기온을 수온보다 더 높게 유지하는 것을 어려게 만들 수 있습니다. 상업용 수영장 분석 결과를 보면 평균 수영장 수온이 2003년과 2013년 사이에 82°F에서 86°F로 높아졌습니다. 그 이유는 10세 이하 어린이 수영 강습과 노인 수영 교실이 많아졌기 때문입니다. 이러한 연령층은 휴양용 또는 시합용 사용자보다 더 따뜻한 수온을 원합니다.

제습 시스템을 설계할 때 수영장 소유자가 엔지니어에게 원하는 운용 설정값을 알려주는 것이 매우 중요합니다. 이와 비슷하게 엔지니어가 수영장 운영자에게 실내 수영장의 상태를 유지하고 설계 설정값을 준수하는 것이 얼마나 중요한지 알려주는 것이 중요합니다.

면적이 3,500제곱 피트이고 수온 82°F, 기온 84°F로 설계된 실내 수영장은 상대 습도 55%에서 증발률이 약 159 lb/hr입니다. 수온을 86°F로 올리고 다른 모든 항목을 그대로 유지하면 증발률이 약 33% 증가한 211 lb/hr이 됩니다. 더 낮은 수온을 위해 설계된 제습 시스템은 더 따뜻한 수영장 물의 더 큰 부하량을 처리하려면 상당한 용량 미달이 발생됩니다. 앞서 설명한 것처럼 특정한 증발 부하량에 대해 설계할 때 엔지니어와 수영장 운영자의 의사 소통이 필수입니다.

상대 습도

실내 수영장 HVAC 시스템의 주요 장비로서 제습기는 실외 조건과 상관없이 증발로 의한 습기를 제거해서 수영장 구내의 습도를 제어합니다. 이렇게 해서 실내 공기의 질을 향상시키고 수영인과 관중의 쾌적함을 개선합니다. 습도 제어는 또한 건물의 구조부, 설비, 조명 같은 지원 시스템을 보호합니다.

ASHRAE는 실내 수영장의 상대 습도를 50-60%로 유지하도록 권고하고 있습니다. 상대 습도가 더 낮으면 증발량 증가 때문에 운영비가 높아지고, 이로 인해서 수영인이 물에서 나올 때 몸에서 증발 냉각이 발생해 불편함을 느낄 수 있습니다. 상대 습도가 더 높으면 건물 구조물에 대한 위험이 증가합니다.

물을 가로지르는 기류

실내 수영장 설계에서 최근의 변화 중 하나는 수영장 수면을 향해 그릴을 두기 위해 덕트를 설계하는 것을 더 이상 하지 않는 것입니다. 지금은 분당 30피트 미만으로 수면을 가로질러 공기를 빨아들이는 것이 권장됩니다. 모든 공기 공급이 수영장이 아니라 외부의 벽과 창문을 향해야 합니다. 그 이유가 이 안내서의 발생원 포집 시스템 단원에 설명되어 있습니다.

수영장의 증발 부하량을 구하는 ASHRAE 공식은 공기가 30 fpm을 초과하지 않은다고 가정합니다. 위에서 말한 것과 같은(면적 3,500제곱 피트, 수온 82°F, 기온 84°F) 수영장을 사용하고 수영장 물을 가로지르는 기류가 30 fpm에서 125 fpm으로 높아지면 증발 부하량이 40% 증가합니다. 수영장 설계 엔지니어가 표준 ASHRAE 공식을 사용해 증발 부하량을 계산하지만 공기가 수영장 표면을 가로질러 곧바로 공급되는 경우, 선택한 제습 장비는 상당히 과소 설계될 가능성이 높습니다.

활성 계수

실내 수영장 증발 부하량을 찾기 위한 공식에서 엔지니어가 고려해야 하는 또 다른 계수는 수용장 이용도입니다. ASHRAE 공식은 수영장 유형을 바탕으로 사람이 없는 수영장의 경우 0.5부터 워터 파크의 경우 2까지 활성 계수를 제시합니다. 콘도미니엄, 테라피 수용장, 호텔, 공공 수영장, 스파, 워터 파크에 대해 서로 다른 활성 계수가 주어집니다. 활성 계수를 과소 평가하면 결과에 큰 영향을 미칠 수 있습니다. 공공 수영장, 학교 또는 YMCA는 활성 계수가 1입니다. 웨이브풀 또는 워터슬라이드 같은 물 관련 요소를 추가하면 해당 수영장의 증발 부하량이 두 배가 될 수 있습니다.

건축가, 엔지니어, 수영장 운영자가 워터 파크에 해당되지 않는 공공 수영장에 추가될 수 있는 물 관련 요소에 대해 논의하는 것이 매우 중요합니다. 기존 수영장을 리모델링할 때는 물 관련 요소를 추가하기 전에 현재의 제습 장비 용량을 고려해야 합니다.

관중 부하량

관중은 수영장 또는 수영장 데크를 사용하지 않고 옷을 다 입고 관중석에서 관람하는 사람들입니다. 관중석에 관중이 있을 때는 쾌적함과 공기의 질을 보장하기 위해서 추가적인 기류가 필요합니다. ASHRAE는 관중석에 대해 시간당 6-8회의 공기 순환율을 권장합니다. 총 부하량을 계산할 때 관중의 증발 부하량을 고려해야 합니다. 수영인은 관중 부하량의 일부로 고려하지 않습니다.

환기 부하량

현지의 건물 환기 규정은 환기에 대한 최소한의 보호 수단과 기준을 제공하여 공중 보건과 안전을 보호합니다. 대부분은 수영장 면적, 수영인 드립 구역, 관중석을 고려해서 수영장에 유입해야 하는 외부 공기량이 지정되어 있습니다.

대부분의 현지 규정은 ASHRAE 표준 62.1을 바탕으로 합니다. 이 표준은 실내 공기의 질과 관련된 환기 규정으로 업계에서 채택하고 있으며, 실내 수영장 공간으로 유입해야 하는최소한의 실외 공기량을 규정하고 있습니다. 이 표준은 실내 수영장 사용자의 건강을 보호하기 위해서 마련되었습니다.

이와 같이 규정된 공기량은 일반적으로 공간 습도를 유지하기 위해서 제습 시스템에 요구되는 총 공기량의 작은 부분을 차지합니다. 또한 올바른 해석을 통해 규정에 따라 요구되는 최소한의 실외 공기량을 줄여서 에너지 절약을 강화할 수 있습니다.

ASHRAE 62.1, 표 6.1에는 아래와 같은 호흡 구역으로 유입해야 하는 실외 공기량이 규정되어 있습니다.

- 수영장 및 습식 데크 실외 기류
  수영장 및 습식 데크 면적(ft^2) x 0.48(cfm)/(ft^2)

- 나머지 바닥 면적 실외 기류
  실내 면적(ft^2) – 수영장 및 습식 데크(ft^2)
  – 관중석(ft^2) x 0.06(cfm)/(ft^2)

- 관중/관중석 실외 기류
  관중석(ft^2) x 0.06(cfm)/(ft^2)
  + (관중 인원수) x 7.5(cfm)

"습식 데크"에 대한 해석은 종종 어렵습니다. ASHRAE는 습식 데크를 정상적인 수영장 이용 조건 중에 물에 젖게 되는 데크 구역으로 정의합니다. 일반적으로 채택되는 기준은 수영장의 습식 데크를 수영장 물 주변 구역으로 정의하는 것입니다.

적합한 실내 공기의 질을 유지하는 확장 범위와 작업 순서를 확립하기 위해서 이용 상태에 따라 환기를 조절할 수 있습니다. 시설 이용자가 없는 상태라면 실외 기류를 닫을 수 있습니다. 정상적인 운영 중에는 실외 기류를 규정에 따라 허용되는 최소 수준으로 설정할 수 있습니다. 수영 대회로 인해 이용자가 일반적인 상태보다 더 많다면 실외 기류를 높일 수 있습니다.

실내 공기의 질을 보장하고 시스템 정확성과 유연성을 제공하기 위해서 환기 제어 시스템의 일부로 휘발성 유기 화합물(VOC) 센서를 설치해야 합니다. VOC는 단기간에 그리고 장기간에 걸쳐 수영장 실내에 고농도로 축적될 수 있습니다. VOC 센서는 현재 상태를 반영하지 않는 프로그램 설정값을 무효화하고 환기 시스템의 실외 및 배기 기류를 증가시킵니다.

응축 및 건물 건전성

건물 설계는 기계 엔지니어의 책임이 아니지만 HVAC 시스템의 중요한 요소입니다. 엔지니어와 건축가는 구조물의 열 습득과 열 손실, 수증기 장벽의 위치, 실내 수영장 출입문과 창문의 품질과 수량, 올바른 수증기 장벽을 사용한 전체 구조물의 습도 제어를 통해서 HVAC 시스템의 크기와 용량에 영향을 미치는 건축 재료에 대해 협의해야 합니다. 응축 및 건물 건전성과 관련해 이러한 협의보다 더 중요한 것은 없습니다.

응축을 예방하기 위해서 필요한 올바른 기류의 양에 대한 설명이 덕트 설계 단원에 나와 있습니다. 이와 관련해 모든 외부 영역이 기류로 완전히 씻겨지는 것이 중요합니다. 다음 페이지에 나온 사진(그림 3)에서 창문 아래쪽에는 충분한 기류가 형성되지 못해서 증기가 끼었고 위쪽에는 충분한 기류가 형성되어 투명한 것을 볼 수 있습니다. 이것은 오로지 공기 분포의 결과이고 제습기 작동은 관련이 없습니다. 바로 이러한 부분과 관련해 엔지니어와 건축가가 협력해야 합니다. 큰 유리창이 있을 곳에는 그러한 표면을 이슬점보다 높게 유지해서 겨울 기간 동안 응축을 예방할 수 있도록 적합한 공기 분포가 형성되어야 합니다.

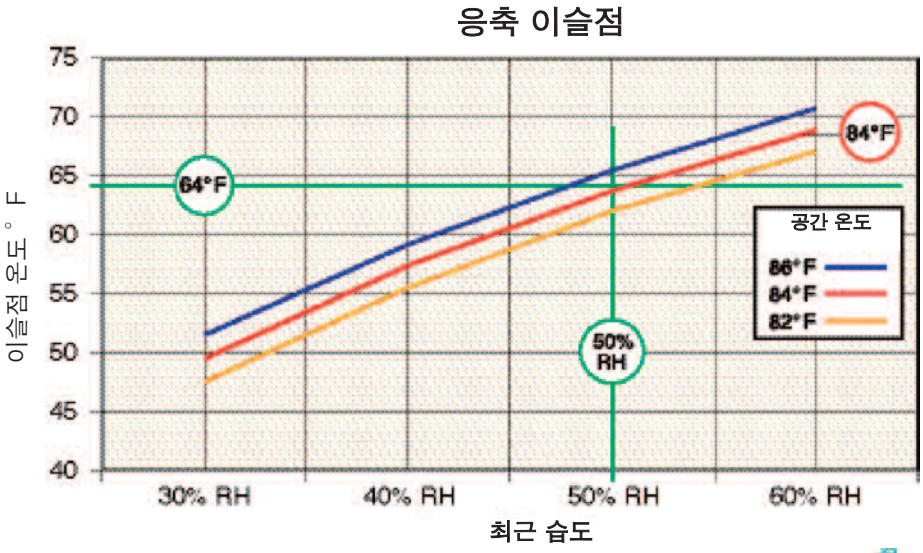


그림 2. 실내 수영장 응축 이슬점.

이슬점 제어

응축 예방을 위해 모든 외벽, 창문, 출입문을 이슬점보다 높게 유지해야 합니다. 건물 건전성 유지를 위해 응축 제어는 필수입니다. 위의 그래프(그림 2)에 나온 것처럼 실내 수영장 이슬점은 꽤 높습니다. 다시 말해서 실내 수영장 이슬점보다 온도가 낮은 표면은 응축이 생깁니다.

응축이 생기는 조건이 형성되면 시간이 지나면서 응축수의 산성 성분이 출입문, 창문, 고정쇠 같은 건물의 주요 부분을 손상시킬 수 있고 최악의 경우에 건물을 파괴할 수 있습니다.

그림 3 응축과 불량한 공기 분포의 예

수증기 장벽

수증기 장벽은 습기 이동 또는 침투를 방지하는 재료나 필름을 말합니다. 습기는 고습도 공기에서 저습도 공기로 이동합니다. 실내 수영장 이외의 건물 설계에서는 수증기 장벽이 건물 단열재 바깥쪽에 위치합니다. 위치는 지리적 위치에 따라 결정되지만 일반적으로 수증기 장벽은 습도가 가장 높은 쪽에 위치해야 합니다. 실내 수영장 내부의 높은 습도 부하량 때문에 모든 북미 지역에서는 수증기 장벽이 구조물 안쪽에 위치해야 합니다.

그림 4에는 벽돌 건물 외벽에 흰가루가 낀 모습이 나와 있습니다. 이 흰가루는 벽 구조물 내부에 수증기 장벽이 설치되지 않아서 실내 수영장의 습기가 벽돌에 침투해 발생한 것입니다.

시설이 추운 지방에 있고 실외 온도가 영하 밑으로 떨어지고 올바른 수증기 장벽이 설치되지 않았다면 습기가 벽 공극 내부에서 응축됩니다. 벽 공극 내부에서 응축이 발생하면 나머지 단열 성능이 떨어지고 문제가 악화됩니다. 또한 벽 공극 내부의 응축은 건물 구조물에서 부패 또는 곰팡이를 일으킬 수 있습니다.

그림 4 수증기 장벽이 없고 건물 외벽에 흰가루가 낀 실내 수영장의 예

이와 비슷하게 모든 창문과 출입문은 습기 이동을 막기 위해 잘 밀폐되어야 합니다. 아래 사진(그림 5)에는 5) 지붕 경계부가 잘 밀폐되지 않은 모습이 나와 있습니다. 습도가 더 높은 실내 수영장 공기가 지붕과 건물 외벽으로 침투하고 응축된 후 결빙되어 고드름이 생겼습니다.

습기가 꼭 건물 외벽으로 이동해야 손상이 발생하는 것은 아닙니다. 사무실과 같은 인접한 실내 공간은 일반적으로 75ºF로 유지되고 상대 습도는 약 40% RH입니다. 이곳의 공기는 습도가 더 낮기 때문에 실내 수영장의 습한 공기가 이 실내 공간으로 이동합니다.
모든 실내 수영장 칸막이 벽에는 적합한 수증기 장벽을 설치해야 합니다. 그렇지 않으면 벽 사이에서 습기로 인한 손상이 발생합니다.

Negative Pressure

실내 수영장은 벽과 천장 틈새 공간에서 응축이 생기는 것을 막기 위해서 그리고 클로라민과 기타 독성 연무와 습기가 건물의 다른 이용 공간으로 퍼지는 것을 막기 위해서 실외 및 건물의 인접 구역과 비교해 음압(0.05-0.15인치 오브 워터)을 유지해야 합니다. 연중 매시간 동안 그리고 모든 가능한 운영 상태에 대해 공간 압력 제어를 유지해야 합니다.

적합한 음기압을 유지하기 위해서 HVAC 시스템은 고정형 제어법과 능동형 제어법을 사용해 반환 공기와 실외 공기의 적당한 비율을 공급합니다.

고정형 압력 제어법은 압력 센서를 사용해 HVAC 시스템의 구성품을 가로지르는 기류(차압)를 측정합니다. 그러한 구성품을 예로 들면 제습기의 증발기 코일, 배기 송풍기, 재가열 코일이 있습니다. 통풍 조절기가 자동 제어 시스템을 통해 그러한 측정 결과에 반응해서 개폐되어 장비 또는 공간에 적당량의 공기를 공급합니다.

자동 제어 시스템과 연동되고 에너지 효율 향상을 목적으로 하는 능동형 압력 제어법은 배기 기류를 위해 가변 주파수 구동기(VFD) 또는 전자 정류 모터(ECM)를 사용합니다. 이러한 장치는 신규 또는 리모델링 설비에 설치할 수 있습니다. VFD와 ECM은 실내 수영장의 음압 요건에 따른 부하량과 실시간 요구 상태에 맞도록 팬 속도를 낮추거나 높입니다. 이와 같이 배기 기류의 가속하거나 감속해서 원하는 음압을 유지합니다.

VFD와 ECM은 또한 클로라민 저배기량 시스템의 일부로 설치되면 압력 제어 기능을 수행할 수 있습니다. 기계 엔지니어는 HVAC 장비 및

그림 5 밀폐 상태가 불량해서 습기 침투와 고드름이 발생한 실내 수영장의 사례

시스템을 최악의 사례에 대비해 설계해야 하기 때문에 저배기량 시스템이 조절되지 않으면 용량 초과가 발생하거나 계속 돌아갈 수 있습니다. 반면에 센서에서 올바른 실내 공기의 질 허용 범위를 벗어난 기압 또는 공기 오염 물질량이 측정되면 VFD가 통풍 조절기와 연동해 배기량을 높일 수 있습니다.

HVAC 시스템의 음압 제어 기능을 강화하기 위해서 실내 수영장을 효과적인 칸막이 벽과 공기 장벽으로 인접 공간과 분리해야 합니다. 이를 위해 출입문을 잘 밀폐하고 문틀과 창문틀의 균열을 밀폐해야 합니다.

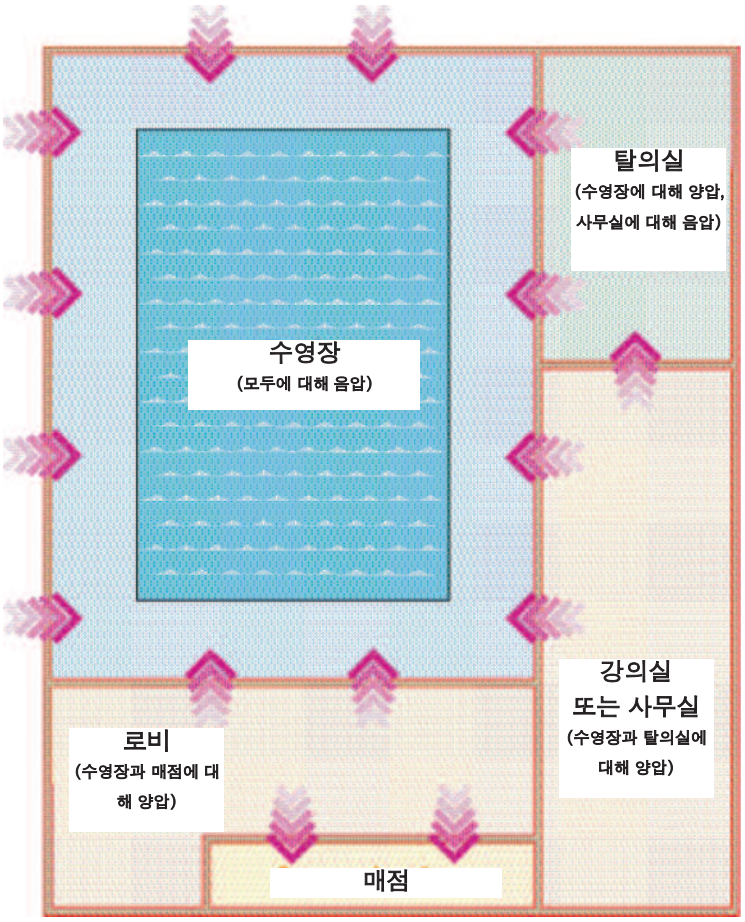


그림 6. 건물 압력 제어.

라커룸, 탈의실, 조리실도 인접 구역에 비해 음압을 유지해야 하지만 수영장 공간에 대해서는 양압이어야 합니다. 하지만 화학 약품 보관실은 수영장 공간과 기타 모든 공간에 대해 음압을 유지해야 합니다. 또한 화학 약품 보관실은 습기와 공기 중의 화학 물질이 서로 접촉되는 것을 막기 위해서 자체 배기 시스템을 갖추어야 합니다.

관중석

관중석을 갖춘 실내 수영장과 아쿠아틱 센터는 기계 엔지니어가 HVAC 시스템과 관련해 다층적 전략을 적용해야 합니다. 수영인이 건물을 사용하는 동안 관중이 항상 있는 것이 아닙니다. 수영 대회가 열려 관중이 있다면 부하량이 증가합니다. 관중은 공간의 온도에 영향을 미칠 수 있고 호흡과 발한 작용을 통해 추가적인 내부 습기를 생성할 수 있습니다.

또한 ASHRAE 62 환기 표준에 따라 HVAC 시스템은 관중이 있는 경우에 관중석으로 실외 공기를 추가적으로 공급해야 합니다. 앞서 설명한 것처럼, 이 표준에 따라 관중이 있는 경우에 전용 관중석 면적 + 관중당 7.5 cfm에 대해 0.06 cfm/ft2의 환기 공기량이 요구됩니다. 이것을 수영장 및 습식 데크에 대한 환기율에 추가해야 합니다.

관중이 있는 경우, HVAC 시스템과 징비가 공간으로 공급되는 공기의 일정한 비율로 실외 공기량을 늘립니다. 제습기의 환기 통풍 조절기가 더 크게 열려서 요구되는 공기량을 공급합니다. 그 다음 배기 시스템이 반응해서 적합한 음압 설정값을 유지합니다. 이것은 평소의 이용 모드 설정보다 더 높으며, 수영장 + 관중석을 위해 요구되는 공기량을 공급합니다. 제습기 같은 HVAC 장비는 통풍 조절기와 배기 송풍기를 조절해서 유입 공기와 배기 공기의 양을 높일 수 있습니다.

관중 여부는 대부분의 시설에서 일정하지 않기 때문에 건물 관리 시스템의 일정 관리 프로그램을 통해 관중석 공조와 관련된 에너지 비용을 줄일 수 있습니다.

옷을 다 착용한 관중의 쾌적함을 높이기 위해서 많은 건물 소유주와 HVAC 엔지니어는 관중에게 깨끗하고 신선한 공기를 공급하는 전용 실외 공기 시스템(DOAS)을 사용해 관중 부하량를 분리하는 방법을 선택합니다. 이와 같은 설계에서 수영장 공간에 공급되는 공기보다 약 2도 낮은 기온을 공급할 수 있습니다.

DOAS는 온도와 덕트의 독립적인 제어를 허용합니다. 이러한 독립성 때문에 수영장과 관중석을 통합적으로 제어하는 HVAC 시스템에 비해 에너지 비용을 줄일 수 있습니다. 관중이 없다면 DOAS가 공기를 재순환시켜 관중석 공간의 공기를 제습합니다.

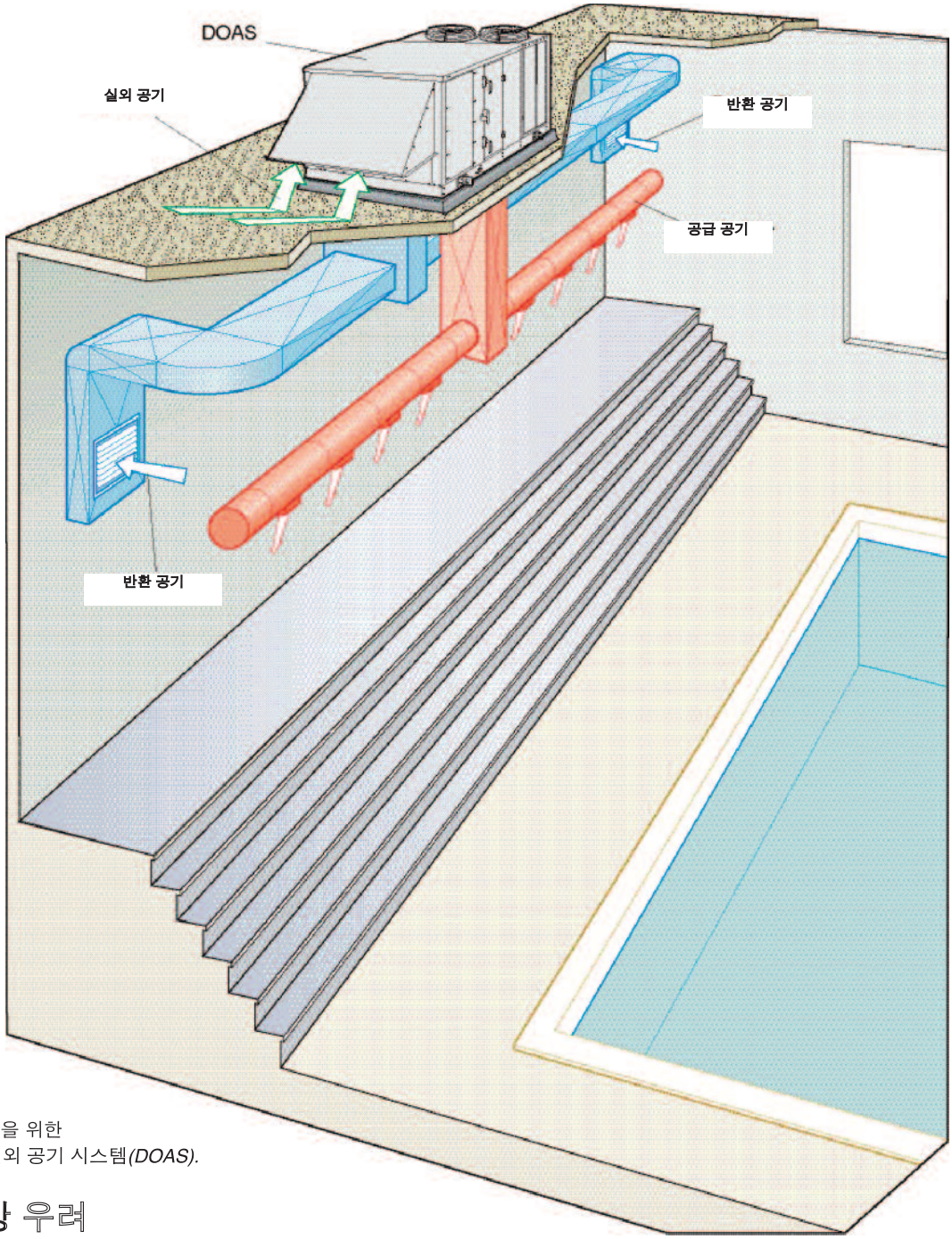


그림 *7.* 관중석을 위한
전용 실외 공기 시스템*(DOAS).*

수영인 건강 우려

독성 공기

실내 수영장에서 "수영장 냄새" 또는 염소 냄새는 종종 설사, 이통, 무좀을 일으킬 수 있는 세균을 죽이기 위해 수영장 물에 첨가하는 염소 소독제 사용 때문이라고 오해를 받습니다. 그러한 냄새가 수영장 또는 데크 구역에 축적되면 수영인과 이용자의 눈, 폐, 피부를 자극할 수 있습니다. 이러한 냄새와 관련된 화학 물질은 독성 인자를 갖고 있고 수영인의 불편함 증가 또는 증발 부하량 증가를 일으키지 않는 방법으로 제거해야 합니다.

실제로는 그러한 화학 물질 냄새는 염소 소독제가 수영인의 몸에서 배출되는 땀, 소변, 기름, 유기 물질과 상호 작용해서 발생됩니다. 클로라민은 염소 소독제가 땀 속의 암모니아와 반응해서 형성되는 화학적 화합물입니다. 수영장 냄새가 나거나 수영인의 몸이나 눈이 붉어지면 정말로 염소가 충분하지 않은 것입니다.

소독 과정에서 세 가지 클로라민 부산물이 생깁니다. 모노클라라민과 다이클로라민은 주로 물을 통해 이동되고 자외선(UV)과 기타 위생 시스템으로 제거할 수 있습니다. 트라이클로라민은 삼염화질소라고도 부르며 거의 즉각적으로 공기를 통해 이동할 수 있고 UV 또는 서지 탱크 보호 시스템에 도달할 만큼 물에 오래 머물지 않습니다. 공기보다 약 4배 더 무겁기 때문에 수영장 수면에 머무르고 물을 가로질러 이동하는 수영인이 흡입하게 됩니다.

가장 일반적인 공기 오염 물질

T공기 중의 소독제 부산물 중 가장 흔한 것 네 가지가 아래에 나와 있습니다.

- 삼염화질소
- 염화시안
- 트라이할로메탄
- 시안화수소

이러한 부산물은 증발과 비슷한 과정을 통해 수영장 물에서 공기로 이동합니다. 공기가 물보다 부산물 농도가 더 낮다면(분압이 더 낮다면) 물에서 공기로 이동합니다. 앞서 말한 것처럼 전통적인 화학 처리 시스템은 이러한 부산물을 물에서 제거하지 못합니다.

발생원 포집 시스템

발생원 포집 전략과 기술은 시설에서 부산물 제거를 도와서 공기와 물의 질을 향상시킬 수 있는 수준까지 발전했습니다. 이 방법은 이용하는 수영인이 많거나 수용인이 장시간 동안 수영하도록 설계된 실내 수영장에서 사용해야 합니다.

이러한 발생원 포집 전략은 수영장 사이드와 데크를 따라 배치되는 벤치, 배수구 또는 벽 장착 시스템을 사용합니다. 이 시스템은 법규에서 규정한 덕트 설계 그리고 공급 공기를 제공하는 환기 장치와 함께 사용됩니다. 공급 공기가 물 표면에서 30 fpm 이하의 속도로 흡입되어 오염된 공기가 하층 배기 장치, 즉 발생원 포집 시스템으로 이동합니다. 이렇게 해서 오염된 공기가 직접 실외로 배기됩니다.

이러한 하층 배기 발생원 포집 전략은 클로라민과 기타 공기 중의 오염 물질이 재순환되는 것을 최소화하고 방지해서 수영장과 데크 영역의 호흡 구역에 대한 공급 공기의 질을 유지하도록 돕습니다. 또한 클로라민과 부식성 오염 물질을 제거하면 실내 수영장 장비 및 기타 HVAC 시스템 구성품을 보호하는 데 도움이 됩니다.

수영장 화학 약품 사용

a. 염소

T방출되는 가스가 사람에게 그렇게 나쁘다면 왜 염소를 사용하냐고 종종 질문을 받습니다. 답변을 간단합니다. 장점이 단점보다 더 많기 때문입니다. 미생물과 세균을 죽이기 위해서 염소를 물에 첨가합니다. 올바로 사용한다면 효과가 뛰어납니다. 수영장 물의 염소는 하이포아염소산과 하이포아염소산 이온으로 분해됩니다. 둘 모두 즉각적으로 접촉하는 미생물 또는 세균의 세포벽에서 지질을 공격해서 죽입니다. 이것은 수영장 물에 염소를 첨가해 얻는 유익한 결과입니다.

하지만 염소는 물속의 땀, 피부 세포, 소변, 기타 유기물과 반응해서 트라이클로라민, 염화시안 같은 소독제 부산물을 생성합니다. 이러한 공기를 타고 이동하는 부산물은 올바로 제거하지 않으면 건강에 해로울 수 있습니다.

b. 염소 대체 물질

현지 규정에서 허용된다면 수영장의 일차 살균제로 염소 대체 물질을 사용할 수 있습니다. 브롬이 두 번째로 가장 많이 쓰이는 소독제입니다. 브롬은 세균을 죽이는 데 염소만큼 효과적일 수 있지만 사용량이 더 높아야 합니다. 또한 브롬은 염소보다 덜 강력한 산화제이기 때문에 수영장 폐생성물을 제거하는 데 염소만큼 효과적이지 못합니다. 이러한 이유로 모노퍼설페이트 같은 산화제가 종종 브롬과 함께 사용되고 대형 수영장에서는 더 비쌀 수 있습니다.

c. 염수 수영장

염수 수영장은 물의 더 부드러운 감촉 때문에 인기를 얻고 있습니다. 소금은 염소보다 보관하기에 더 안전하기 때문에 수영장 운영자가 선호할 수 있습니다.

하지만 흔한 잘못된 인식은 염소를 전혀 사용하지 않는다는 것입니다. 현실은 염수 수영장도 염소 수영장이라는 것입니다. 염수 시스템은 금속판이 설치된 소금통에 수영장 물을 통과시킵니다. 이 금속판은 전기가 흐르고 전기 분해가 염소를 생성합니다. 물이 수영장으로 되돌아올 때 일반적인 염소 첨가 수영장과 마찬가지로 염소와 하이포아염소산을 함유합니다. 다만 농도는 더 낮을 수 있습니다.

설계 엔지니어와 수영장 운영자는 염수 수영장에 대해 주의를 기울여야 합니다. 분리된 금속 구성품에 대해 동일한 접지 연결이 이루어지지 않으면 물속의 염분이 낮은 전류를 전도해서 갈바닉 반응이 생길 수 있기 때문입니다.

염수 수영장을 위한 제습기에 대해 수영장 물 응축기를 지정하는 경우, 수영장 물 응축기의 유입구와 배출구 연결부를 전기함에 배선해서 공통 접지에 연결해야 합니다.

올바른 기류 설계

T이 안내서의 개요 단원에서 실내 수영장과 아쿠아틱 센터가 공기 처리 시스템에 대해 어떻게 까다로운 응용 환경을 생성하는지 설명했습니다. 이러한 시스템은 온도, 습도, 압력을 제어하기 위해서 상당량의 공기를 이동시켜야 합니다. 생성된 기류의 속도, 기류를 공급하는 덕트의 위치, 건축 재료의 특성도 수영인을 위한 적합한 실내 공기의 질을 제공하고 건물과 장비를 보호하는 데 역할을 합니다.

설계자는 올바른 공기 분포의 목적을 충족시키기 위해서 섬유 덕트 또는 금속을 사용할 수 있습니다. 각 유형마다 고유한 이점이 있고 개인적인 선호도에 따라 결정됩니다.

미국 표준 협회(ANSI)는 미국 공조 덕트 시공자 협회(SMACNA)를 HVAC 덕트 설계 및 건축을 위한 주요 표준화 기구로 인정했습니다.

덕트 시스템에 대한 SMACNA 표준은 덕트 건축과 설치, 실내 공기의 질, 에너지 회수를 다룹니다. 설계 전문가는 HVAC 덕트 건축 표준 -금속 및 연성 재료(HVAC Duct Construction Standards - Metal and Flexible) 제 3판 과 HVAC Systems Duct Design(HVAC 시스템 덕트 설계) 제 4판을 사용할 수 있습니다.

덕트 설계

공급 공기 덕트는 수영장의 3면 주위로 "U"자 형태이어야 합니다. 이렇게 하면 기류가 창문과 외벽을 가로질러 흐르면서 건조한 공급 공기로 "씻어내는" 효과가 생깁니다. 또한 그러한 덕트 구성이 내부 표면의 온도를 상승시키고 시설 내에 최저 이슬점의 공기를 공급합니다. 덕크 크기와 치수는 SMACNA 설계 표준 또는 섬유 덕트 제조사의 가이드라인을 따라야 합니다.

응축 단원에서 설명한 것처럼, 외벽과 창문, 출입문에 올바른 기류가 형성되면 높은 습도와 온도의 실내 수영장 시설이 차가운 표면과 접촉해서 발생할 수 있는 응축을 제거하거나 최소화할 수 있습니다. 창문과 벽면의 표면적에 따라 건식 공급 공기의 유속을 제곱 피트당 3-5 cfm으로 설정합니다.

HVAC 엔지니어는 반환 공기와 배기 공기 그릴을 실내 수영장의 네 번째 벽면에 설치합니다. 반환 공기에 대해서는 상층과 중층 높이의 그릴 위치가 가장 적합합니다. 뜨겁고 습한 공기를 위로 상승하기 때문에 더 높은 온도와 습도의 공기를 회수하는 데는 더 높은 위치가 최적입니다. 또한 이렇게 하면 반환 공기가 수영장 비품과 관중석 스탠드에 가로막히는 것을 막을 수 있습니다. 상층 반환 공기 그릴은 가능한 천장과 가까워야 하고, 중층 반환 공기 그릴은 수영장 데크와 관중석보다 6-8피트 위에 있어야 합니다.

이와 같이 공급 공기 덕트가 "U"자형을 이루고 네 번째 벽에 반환 공기 덕트가 설치되는 구조는 발생원 포집 배기 기술을 사용하기 위한 최상의 솔루션을 제공합니다(그림 8과 9).

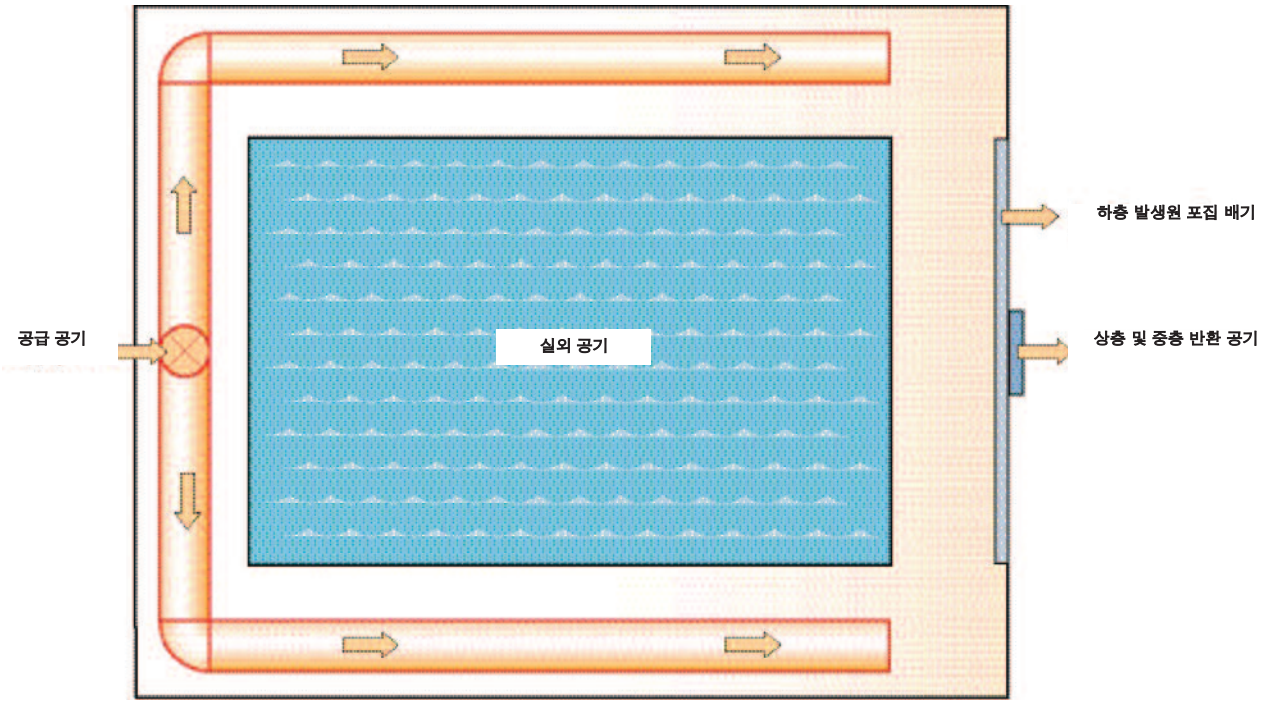


그림 8 덕트 설계 평면도.

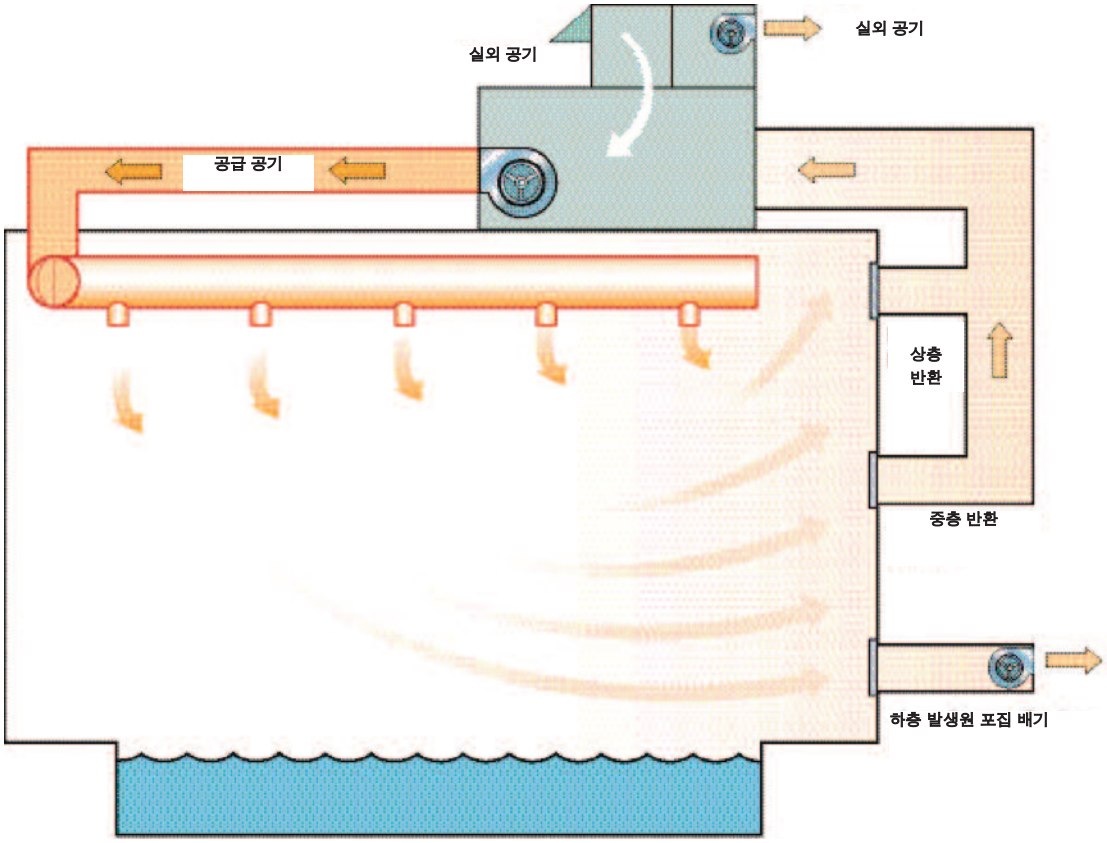


그림 9 덕트 설계 측면도.

엔지니어와 건축가는 습하고 물기가 있고 공기 중의 화학 물질이 존재하는 환경에 적합한 덕트 재료와 건축 방법을 선택해야 합니다. 습기와 화학 물질이 덕트, 그릴, 레지스터, 디퓨저, 장비 인클로저를 공격할 수 있습니다. 상급 덕트에는 섬유 덕트, 아연 도금 강판 또는 알루미늄을 사용하고 하급 덕트에는 PVC를 사용합니다. 특수 에폭시 페인트를 사용해 아연 도금 강판, 알루미늄 덕트, 316 스테인레스 강판의 내식성을 향상시킵니다. 알루미늄 또는 플라스틱은 그릴, 레지스터, 디퓨저에 사용합니다.

공급 공기 속도

벽, 창문, 출입문을 지속적으로 씻어내는 효과를 내려면 공급 공기를 일정한 속도로 공급해야 합니다. 이용자가 없는 시간 동안 공급 공기의 속도가 낮아지면 안 됩니다.

벽과 창문을 씻어내는 효과를 내기에 충분한 공기를 공급하고 층상 형성을 방지하고 호흡 구역으로 공기를 내려보내기 위해서 ASHRAE 적용 안내서는 공기 교환율을 아래와 같이 권장하고 있습니다.

- 관중석이 없는 수영장의 경우 시간당 4-6회의 공기 교환
- 관중석이 있는 수영장의 경우 시간당 6-8회의 공기 교환
- 치료용 수영장의 경우 시간당 4-6회의 공기 교환

이러한 공기 교환율은 실내 공간 내부의 공기 변화율입니다. 실외 공기 환기율은 이 안내서의 앞에서 설명한 것처럼 다른 공식으로 구합니다.

실내 공기의 질 문제를 다루기 위한 또 다른 전략은 저속/고용량 팬을 사용하는 것입니다. 공급 덕트가 도달하기 어려운 천장 구역으로 기류를 공급하기 위해서 이러한 팬을 실내 수영장 HVAC 시스템 설계에 포함시킬 수 있습니다. 이러한 팬은 수영장 표면을 가로질러 기류에 영향을 미칠 수 있기 때문에 하향 기류 구성에 사용하면 안 됩니다.

제습 장비 설계를 위한 고려 사항

제습기 시스템 구성품

최소한 실내 수영장 제습기는 수영장 물의 증발률 +(또는 -) 수영인 환기 공기 부하량과 동일한 속도로 실내 수영장의 습기를 제거할 수 있는 공기 처리 용량을 가져야 합니다.

실내 수영장과 아쿠아틱 센터를 위한 Desert Aire의 SelectAireTM 제습기는 표준에서 정하는 공기 처리 용량을 초과합니다. Desert Aire의 SelectAireTM 제습기는 건물 사용자의 건강을 보호하고 이상적인 온도와 습도를 유지하고 건물과 내부 시설의 구조적 건전성을 강화하고 에너지를 보존해야 하는 실내 수영장과 소유주의 종합적인 요구 조건을 충족시켜야 합니다.

Desert Aire의 SelectAireTM 제습기는 잠열과 현열을 모두 실내 환경에서 다양한 방열기로 효과적으로 전환시키는 밀폐 순환형 시스템을 제공하는 냉장기 형식의 제습기입니다.

그림 10. SelectAireTM(위쪽)와 AuraTMDOAS(아래쪽) 제습기.

모든 Desert Aire 제습기에는 재가열 또는 응축기 코일이 있습니다. 이것은 가장 일반적인 열 전달 방법입니다. 단독 또는 복합 응축기는 시스템의 총방열량(THR)에 맞게 용량을 결정해야 합니다.

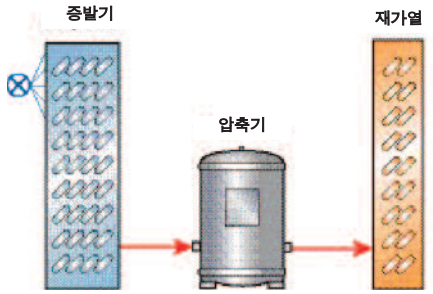


그림 11. 수영장 물 회수 부분이 없는 냉장 도면.

물 가열기 코일을 부가적인 방열기로 추가할 수 있습니다. 이 구성품은 일반적으로 튜브 열 교환기의 튜브이고 이곳에서 물이 뜨거운 냉매에서 열을 흡수합니다. 전환 밸브가 냉매를 공기 재가열 코일로 보낼지 아니면 물 가열기 코일로 보낼지 결정합니다.
대부분은 공기 재가열 코일이 우선합니다.

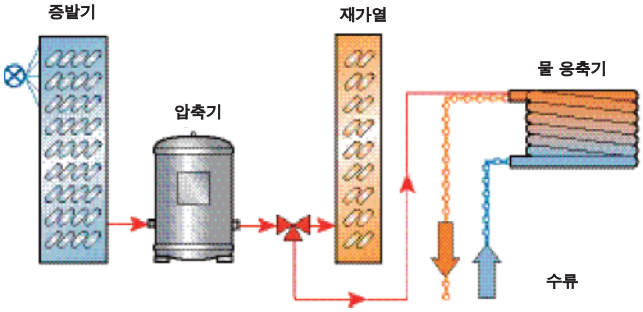


그림 12. 수영장 물 회수 부분이 있는 냉장 도면.

이 방열기를 위해 물 공급원은 여러 가지가 있습니다. 예를 들면 수영장 물, 온천수, 식수, 냉각탑 용수, 수배관 온수가 있습니다. 실제 물 가열기 코일은 사용하는 물 공급원에 맞게 선택됩니다. 사용되는 재료로는 구리, 큐프로니켈, 염소화 폴리 염화 비닐(CPVC), 타이타늄 또는 스테인레스강이 있습니다.

원거리 응축기를 사용한다면 증발기 코일에서 오는차가운 공기가 재가열되지 않습니.. 제습기를 나가는 공기는 들어오는 공기보다 더 차갑습니다. 전체 공조 용량은 실내의 잠열과 현열 부하량에 따라 결정됩니다.

다른 모든 방열기가 각자의 설정값을 충족시킨다면 밸브가 뜨거운 냉매를 바깥으로 전환시키고, 이곳에서 원거리 응축기가 열을 주위 환경으로 발산시킵니다. 이 응축기는 올바른 충전 및 작동을 보장할 수 있도록 제습기에 맞게 용량을 결정해야 합니다.

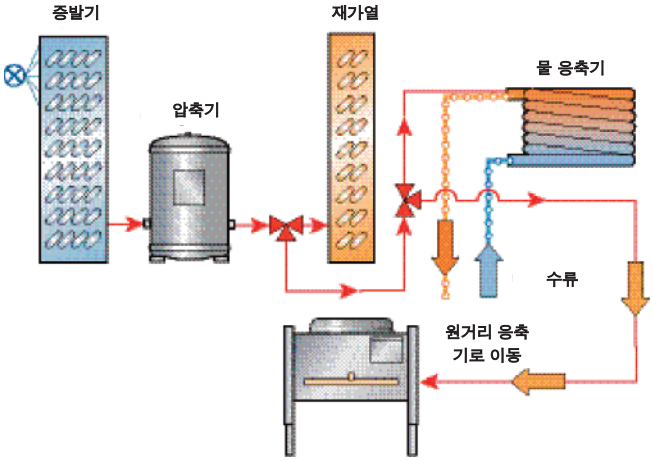


그림 13. 모든 방식이 포함된 냉장 도면.

롱라인 세트와 같이 공기 냉각 원거리 응축기가 현실적으로 어려운 경우, 공간 냉각 요구를 충족시키기 위해서 냉장기-물 열교환기와 유체 냉각기를 사용할 수 있습니다.

공냉식 원거리 응축기를 제습기에 추가할 수도 있습니다. 열 회수를 위한 다른 모든 방열기가 제외되었을 때만 이것을 사용합니다. 공조 공간 외부에 응축기를 추가하면 일반적인 공조기와 비슷해집니다.

제습기 설계 옵션

제습기 사용을 계획할 때 몇 가지 중요한 고려 사항이 있습니다.

첫째, 실내 수영장에서 습기를 얼마나 제거해야 합니까? 이것은 일반적으로 시간당 물의 파운드 값으로 계산됩니다. 크기를 선택하고 나면 어떤 방열기가 적합할 것인지 결정해야 합니다. 방열기와 관련해 공냉식과 수냉식 중 어떤 것을 사용할 것인지 그리고 원거리 응축기와 유체 냉각기 중 어떤 것이 필요한지 결정해야 합니다.

Desert Aire의 SelectAireTM 제습기는 환기 규정 충족, 배기 공기 회수, 환기 공기 유연성, 수영장 물 응축기 기능, 발생원 포집 시스템 통합, 잠열과 현열 에너지 회수 같은 주요 특징과 장점이 있습니다. 규정에서 허용한다면 응축수를 수영장 물 시스템으로 반환시키는 것도 가능합니다.

Desert Aire 제습기는 모든 환기 공기 구성품을 하나의 제습기로 통합해서 반환 공기, 공급 공기, 배기 공기, 실외 공기의 올바른 비율을 보장하고 공간의 음압을 유지할 수 있습니다.

제습기로 반환되는 공조 공기에는 열 형태의 현열 에너지와 습도 형태의 잠열 에너지가 들어있기 때문에, 공조 공기가 HVAC 시스템에서 배기되기 전에 에너지 절약을 획득할 기회가 있습니다.

이코노마이저

건물 설계자는 종종 기계 엔지니어에게 이코노마이저 기능 같은 에너지효율 기능을 갖춘 HVAC 장비를 시스템 설계에 포함시키라고 요청합니다. 그들은 새 건물이 건물의 에너지 효율성 설계에 대한 최소한의 요구 조건을 규정한 ASHRAE 90.1 표준을 충족시키기를 원합니다. 이러한 HVAC 장비는 에어 컨디셔너, 히트 펌프, 퍼니스, 보일러를 포함합니다.

이 분류에 제습기를 포함시키는 것은 흔히 발생하는 실수입니다. 규정은 공급 공기량이 5,000 cfm을 초과하는 에어 컨디셔너는 대부분의 기후 지역에서 이코노마이저를 사용하도록 지정하고 있습니다.

제습기는 에어 컨디셔너와 같은 장비 분류에 해당하지 않습니다. 왜냐하면 대부분 제습과 가열 방식으로 기능하고 에어 컨디셔닝 방식으로는 기능하지 않기 때문입니다. 따라서 ASHRAE 90.1 표준은 수영장 실내 제습기에 직접 적용되지 않습니다.

그럼에도 불구하고 건물 소유주의 요청과 현지 규정을 충족시키기 위해서, 이코노마이저 기능을 갖춘 제습기가 존재하고 이론적으로는 특정 조건에서 일부 기후에 적합할 수도 있습니다. 특정 기후와 엔탈피 조건이 존재한다면, 실외 공기가 수영장 시설에 대한 냉각과 제습 요건을 충족시키는 것이 가능할 수도 있습니다.

모의 시험에서 일반적으로 실내 수영장용 이코노마이저 장착 제습기는 운영상의 "경제성"을 제공하지 않은 것으로 나옵니다. 그 이유는 최대 크기의 송풍기의 상당한 에너지 소비량 그리고 냉각과 제습 모드에서 그러한 송풍기의 낮은 에너지 효율 등급(EER) 때문입니다. 다른 제습기와 비교해 이코노마이저 장착 제습기를 운용하면 비용이 더 들어갑니다.

퍼징 모드

많은 설계 엔지니어와 수영장 운영자가 퍼징 모드를 요구합니다. 퍼징 모드를 사용하면 실내 공간에서 실내 공기를 빠르게 배출시키고 실외 공기로 대체할 수 있습니다. 모든 경우에 이러한 퍼징은 사용자가 없는 시간에 이루어집니다.

미국 수영장 보건 규정은 퍼징 모드를 규정에서 지정한 실외 공기율의 최소 두 배로 설정할 것을 권장합니다. Desert Aire의 SelectAireTM 시스템은 퍼징 모드일 때 총 기류의 50%까지 공급할 수 있습니다.

일반적인 설계 오류는 퍼징을 위해 100% 실외 공기를 설정하는 것입니다. 실내 수영장 공간의 완전 퍼징률 100%와 50%의 시간 차이는 일반적으로 20분 미만입니다. 하지만 겨울철 설계 부하에서 발생하는 100% 퍼징의 전체 가열 요건을 처리하기 위해서는 예비 공간 가열기의 크기가 두 배가 되어야 합니다. 이렇게 되면 상당한 장비 비용과 구조적 부하량이 추가됩니다.

에너지 회수 최대화

Desert Aire는 회수 에너지를 최대화하기 위한 기술과 설계를 채택합니다. Desert Aire의 제습기는 100% 실외 공기를 흡입하고 배기하도록 설계된 팬 시스템과 모터를 사용해 장비에 부담을 가중시키지 않고 에너지 효율을 달성합니다. 이 시스템은 또한 가열하는 데 필요한 실외 공기를 들여오는 동안 건물에서 모든 잠열 에너지를 배기할 필요가 없기 때문에 사용자가 없는 시간 동안 실외 공기 시스템과 비교해 상당한 에너지를 절약합니다.

Desert Aire의 SelectAireTM 시스템은 두 개의 배기 공기 통풍 조절기가 있습니다. 하나는 증발기 코일 상류에 있고 다른 하나는 하류에 있습니다. 이처럼 특수한 설계 덕분에 SelectAireTM 제습기는 장치의 잠열 냉각 능력에 영향을 미치지 않고 두 가지 기본적인 열역학적 원칙(최저 온도 지점의 배기 공기 그리고 최고 온도 지점의 배기 공기)을 이용할 수 있습니다.

주어진 공간에 가열이 요구된다면, 배출 전에 배기 공기에 포함된 에너지를 회수하기 위해서 공기가 증발기 코일 이후에 배기됩니다. 냉각 모드에서는 따뜻하고 습기 찬 공기가 증발기 코일 이전에 배기됩니다.

SelectAireTM 시스템은 배기 공기와 연계해서 두 회로 중 하나를 작동시켜 히트 펌프의 원리를 이용해 가열 모드에서 에너지를 회수합니다. 앞서 말한 것처럼 배기 공기는 두 가지 에너지 성분, 즉 현열과 잠열로 구성됩니다. 차가운 증발기 코일은 이 두 성분을 모두 흡수합니다. 이 에너지와 더불어, 압축기를 작동시키는 데 필요한 에너지는 열의 형태로 반환됩니다. 이 옵션은 배기 공기 회수 사이클에 높은 성능 계수(COP) 효율성을 제공합니다.

SelectAireTM 작동법은 배기 공기의 총 에너지를 회수하기 위한 가장 효율적인 방법입니다. 기류와 부하량이 특수한 기류 제어 순서를 통해 유지되기 때문에 회수량을 최적화할 수 있습니다.

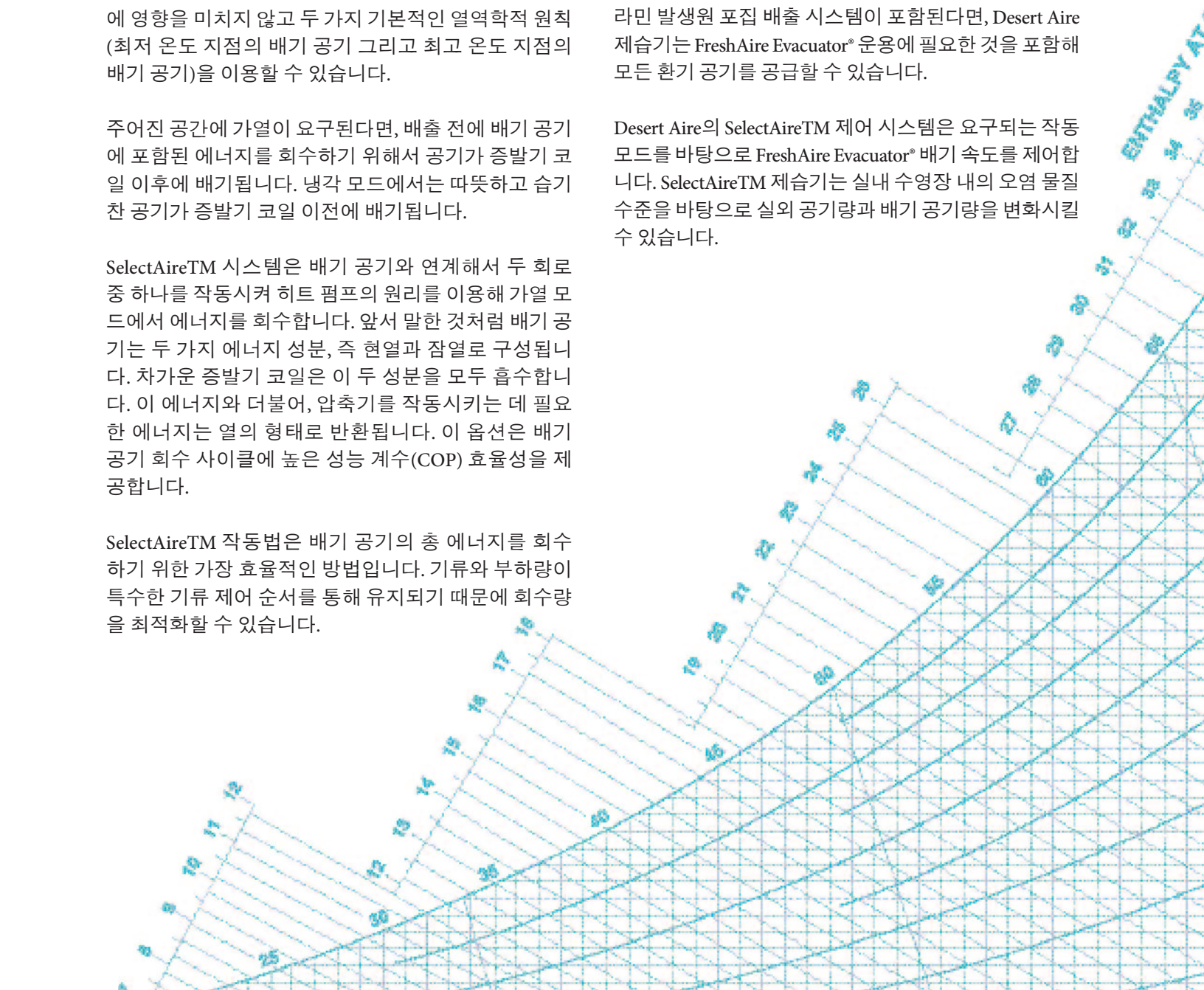
수동형 열 교환기를 사용하는 기타 시스템은 대부분의 작동 시간 중에 잠염 에너지를 회수할 수 없으며, 잠열 회수량은 실외 온도에 따라 결정됩니다. 또한 실제 회수 효과는 가변적입니다. 왜냐하면 온도 차이에 따라 변하기 때문입니다. 수동형 열 교환기는 추가적인 팬 에너지를 요구하며, 바이패스 통풍 조절기와 제어기를 설치하지 않는 한 자유로운 실외 공기 냉각을 이용할 수 없습니다.

SelectAireTM 시스템은 작동 중인 상태에서 에너지 회수율이 일정하고 항상 구역 상태를 바탕으로 자동으로 제어됩니다.

발생원 포집 시스템과 통합

실내 수영장 HVAC 설계에 FreshAire Evacuator® 같은 클로라민 발생원 포집 배출 시스템이 포함된다면, Desert Aire 제습기는 FreshAire Evacuator® 운용에 필요한 것을 포함해 모든 환기 공기를 공급할 수 있습니다.

Desert Aire의 SelectAireTM 제어 시스템은 요구되는 작동 모드를 바탕으로 FreshAire Evacuator® 배기 속도를 제어합니다. SelectAireTM 제습기는 실내 수영장 내의 오염 물질 수준을 바탕으로 실외 공기량과 배기 공기량을 변화시킬 수 있습니다.



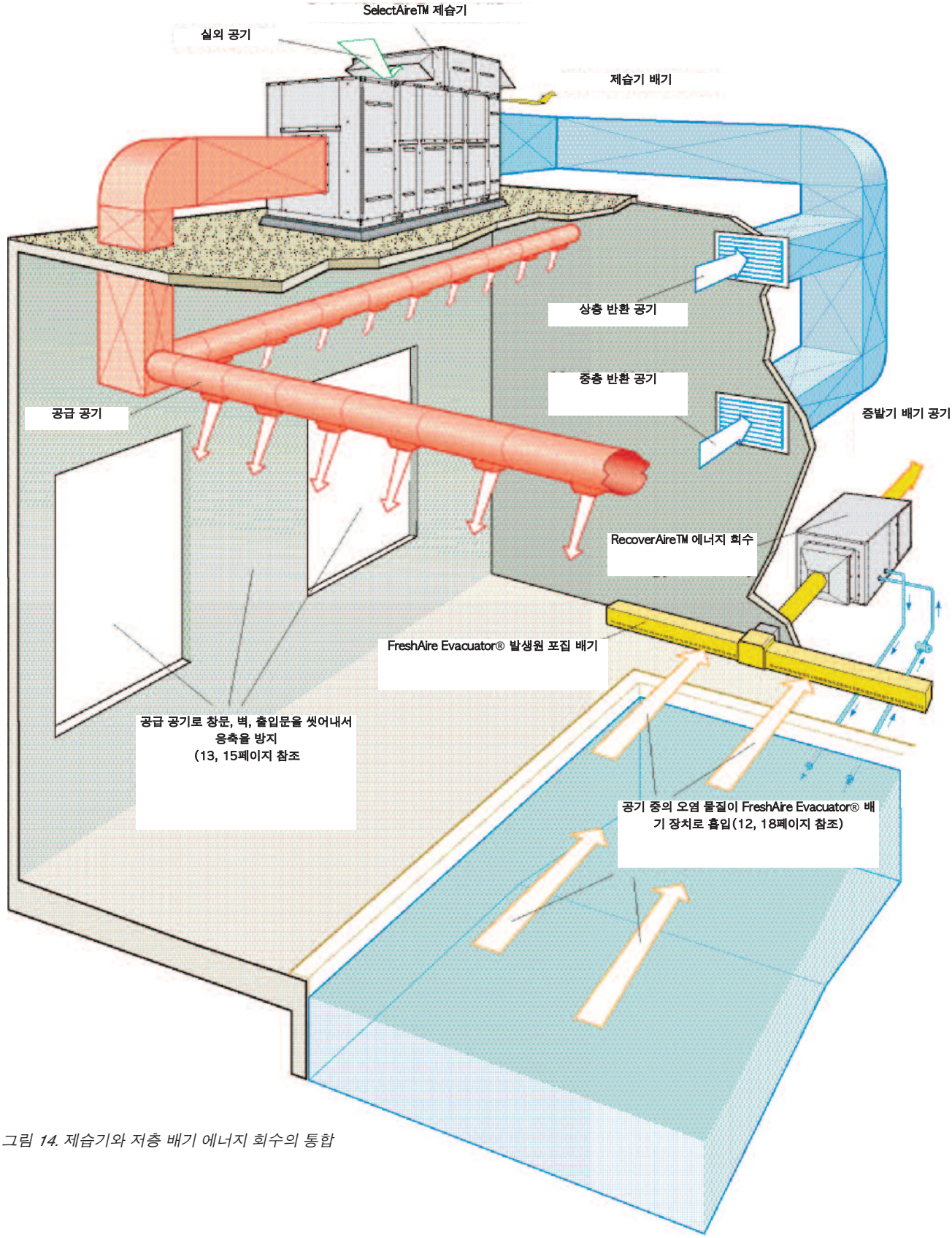


그림 14. 제습기와 저층 배기 에너지 회수의 통합

이러한 통합의 핵심은 클로라민 같은 화학 물질의 실내 농도를 탐지할 수 있는 VOC 탐지 장치를 사용하는 것입니다. 이것은 일반적인 환기 장치에 CO2 센서를 사용하는 것과 비슷합니다. 하지만 주요 오염 발생원이 VOC이기 때문에, 수영장 환경에는 VOC 센서가 더 적합합니다.

이렇게 하면 요구되는 배기 공기량과 이를 위한 에너지 비용을 최적화하고 사용자에게 적합한 수영장 환경을 보장할 수 있습니다. VOC 센서가 설비에 포함되지 않는 경우, SelectAireTM 제습기는 공기량을 최적화하지 않고 모든 공기를 배기합니다.

다음 표(그림 14)에는 Desert Aire SelectAireTM 제어 시스템이 여러 수영장 사용자 인원수별로 실내 수영장에 대한 IAQ 요건을 유연하게 충족시키는 사례가 나와 있습니다.

	CFM			
작동 방식	낮은 E/A	SA E/A	총 E/A	총 OSA
미사용	2,200	0	2,200	1,800
일반 사용 이벤트	2,200	2,200	4,400	4,000
	2,200	3,000	5,200	4,800
최대 사용	4,400	4,400	8,800	8,400
펴짐(비압축)	4,400	6,600	11,000	10,600

그림 15. SelectAireTM 제습기 기류 구성의 사례.

하층 배기 에너지 회수

올바로 기능하는 시스템은 하층 배기 시스템에서 제거되는 공기를 재순환시키지 않습니다. 그렇지 않으면 시스템이 고농도 화학 물질을 실내 공간으로 재유입시킬 것입니다. 이와 관련해 부정적인 생각은 SelectAireTM 제습기의 회수 능력을 무효화시키는 상당량의 에너지를 갖는다는 것입니다. 이러한 손실을 최소화하기 위해서, 기본적인 배기 공기 송풍기를 대신해 Desert Aire RecoverAireTM 공기-물 히트 펌프 회수 시스템을 설치해야 합니다. 이 시스템은 높은 성능 계수(COP)의 히트 펌프를 사용해서 수영장 열 손실의 최대 75%를 회수할 수 있습니다.

Desert Aire의 RecoverAireTM 시스템은 하층 배기 시스템의 요구 조건을 충족시키고 SelectAireTM 시스템과 직접 연동해서 현장 설치와 균형 조절이 쉽도록 설계되었습니다. 너무 많은 공기를 배기하는 것은 에너지 낭비이지만, 모든 응용 분야마다 다르기 때문에 SelectAireTM/RecoverAireTM 복합 구성은 최종 사용자에게 모든 5가지 작동 모드에서 공기량을 최적화할 수 있는 능력을 제공합니다. 이 능력은 올바른 IAQ를 보장할 수 있도록 실외 공기량의 균형을 유지하고 이러한 실외 공기를 처리하는 비용을 최소화합니다.

설치를 위한 고려 사항

SelectAireTM 제습기는 실내 또는 실외에 설치할 수 있습니다. 실외 설치용 장치는 공장에서 추가적인 단열재, 고강도 내후성 밀폐재, 빗물 방지용 특수 후드가 공기 흡입구에 장착되어 출고됩니다. 요구된다면 HVAC 설계 규격을 충족시키기 위해서 바닥 반환 공기와 공급 공기를 허용하는 지붕 설치대에 설치할 수도 있습니다.

HVAC 시스템에 제습기를 올바로 설치하려면 세심한 계획이 필요합니다. 제습 과정에서 사용 가능한 모든 열은 압축기에서 그리고 냉장 기술을 통한 잠열 에너지의 변환에서 나옵니다.

계절에 따라 변동하는 습기 부하량 또는 실내 수영장 배수 같은 유지 보수 조건을 고려했을 때, 제습으로 인한 열 부속을 보충하기 위해서 수영장 보조 가열기를 추가해야 합니다. 이와 같은 방법으로 제습기에 보조 공간 가열기를 포함시켜야 합니다. 이를 위해 송풍기 하류에 전기 가열기, 온수 코일 또는 가스 가열기를 설치할 수 있습니다.

주의가 요구되는 또 다른 요소는 제습기에서 응축수를 제거하는 것입니다. 일부 현지 규정은 응축수를 배수구로 흘려보내야 한다고 규정하고 있지만, 많은 경우 응축수를 필터 및 화학 약품 공급 시스템의 상류에 있는 집수통으로 반환하는 것을 허용합니다. 회수되는 물의 양이 상당할 수 있고 연간 총량이 수영장 전체 수량과 같을 수 있습니다.

미국 LEED(Leadership in Energy & Environmental Design) 녹색 건물 인증 프로그램에 따라 높은 수준의 인정을 달성하도록 설계된 실내 수영장에서는 이것을 고려해야 합니다. 응축수를 회수하기 위해서 제습기가 중력 배수 시스템을 사용합니다. 그 다음 비가압식 배수 연결부 또는 응축수 펌프가 집수통 상류로 응축수를 반환시킵니다.

그림 16. 도어를 제거한 상태의 SelectAireTM 분할품의 사례.

실내 기계실을 갖춘 많은 구형 실내 수영장은 시설의 수명 기간 동안 제습 시스템이 교체되어야 한다는 점이 고려되지 못했습니다. 고장난 시스템을 제거하는 것은 리모델링 프로젝트의 가장 쉬운 부분이지만, 새로운 제습기를 기계실로 옮기는 것은 꽤 어려울 수 있습니다. Desert Aire는 SelectAireTM 시리즈 제습기의 분할화를 통해서 이 문제에 대한 해결책을 제시합니다. Desert Aire는 고객과 협력해서 기계실로 옮길 수 있는 최대 분할품의 최대 크기와 무게를 결정합니다. 이 정보를 Desert Aire 엔지니어링 부서에서 활용해 실내 수영장의 성능 요건을 충족시키는 SelectAireTM 시리즈 분할품을 제작합니다. 또한 기계실 접근로와 관련된 물류 문제를 고려합니다. 그림 16과 17에 사례가 나와 있습니다.

Desert Aire 분할품의 주요 특징은 다음과 같습니다.

- 냉장 회로 분할화가 필요한 경우 냉장 밸브를 설치
- 분할품에 전력을 배분할 수 있도록 교합 연결부와 단자대가 장착된 배선 하네스를 사용
- 분할품 밀폐를 위해 플랜지형 엣지와 개스킷을 사용

그림 17. 출고 준비가 완료된 SelectAireTM 분할품.

시운전

실내 수영장의 HVAC 시스템에 대한 통합적 접근법을 포함하는 설계 과정에는 시운전이 포함되어야 합니다. 시운전은 모든 것이 설계된 대로 작동하는지 확인하기 위해서 시스템의 각 운영 요소를 검사, 점검, 시험하기 위한 일단의 기술과 절차를 포괄합니다.

기류 속도, 음압, 수영장 사용 모드와 미사용 모드의 작동 상태, 공간 가열과 냉각, 습도 제어, 물 가열, 발생원 포획 시스템 통합을 검증하기 위해서 시스템을 완전하게 검사해야 합니다.

공장 인증 시동

실내 수영장의 HVAC 설계는 복잡하기 때문에, Desert Aire의 SelectAireTM 시스템 시동은 공장 기술자 또는 Desert Aire에서 인증을 받은 현지 기술자가 수행해야 합니다.

시설 직원 교육

장비 시동과 시운전 과정에는 실내 수영장 유지 보수 직원의 교육이 포함되어야 합니다. 유지 보수 직원은 HVAC 시스템과 수영장 제습 시스템에 대한 기본적인 지식이 있어야 합니다. 이 교육에는 수영장 실내 설계 조건, 작동 순서에 대한 일반적인 개요, 제습기의 작동 제어 사용자 인터페이스에 대한 설명이 포함되어야 합니다. 이 교육에는 또한 수영장 미사용, 사용, 대회 모드의 일정 설정이 포함되어야 합니다.

수영장 관리자, 인명 구조원 같은 기타 실내 수영장 직원에게도 실내 수영장 설계 조건과 그러한 조건을 유지하는 것의 중요성에 대해 교육해야 합니다.

결론

사람들이 실내 수영장과 시설을 이용하는 새로운 방법이 등장하면서 몇 년 전에는 없던 HVAC 시스템과 건물에 대한 요구 사항이 생기고 있습니다.

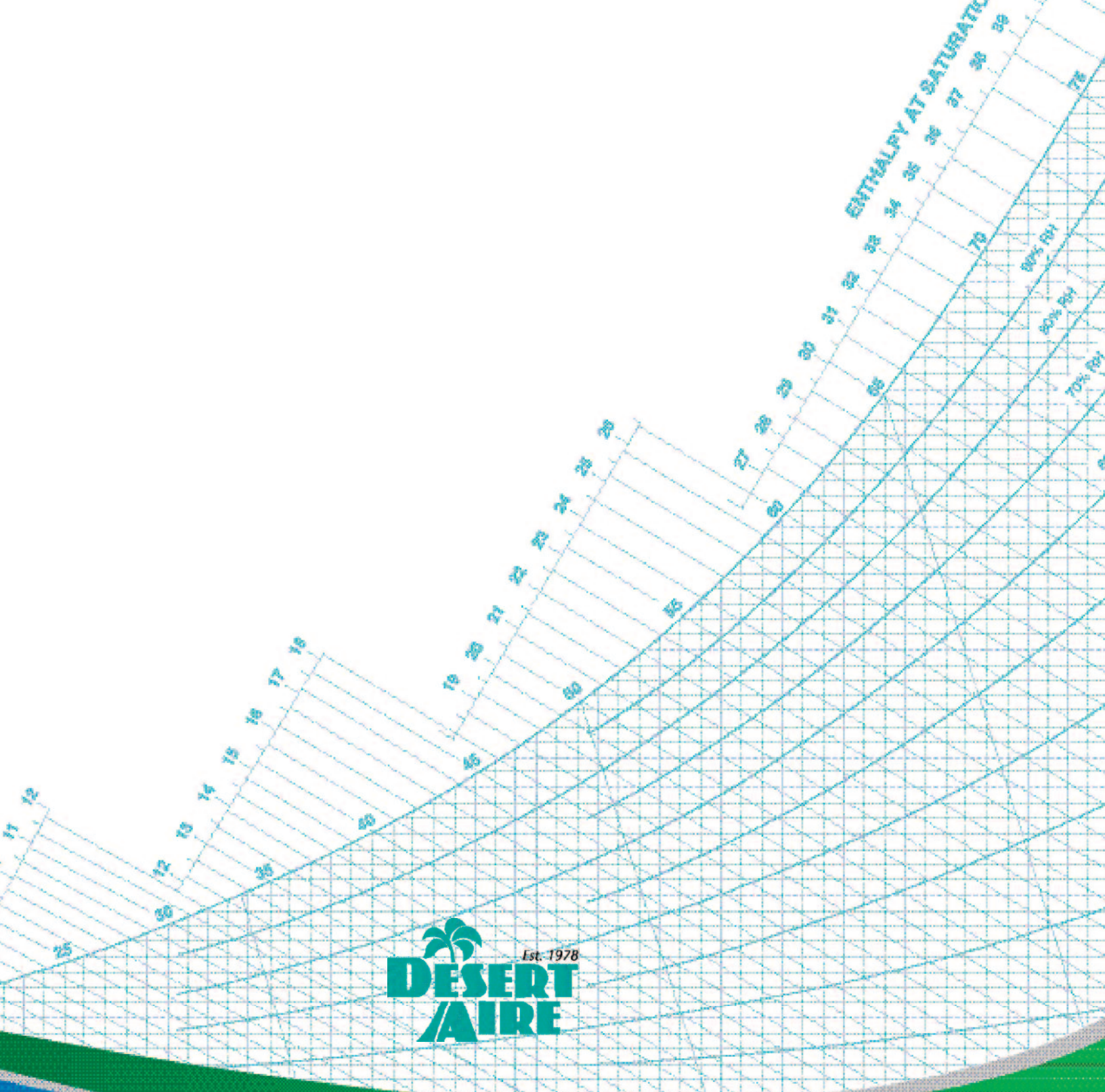
21세기 실내 수영장의 HVAC 시스템은 수온과 수질을 관리하는 시스템과 조화를 이루면서, 건물 사용자의 건강을 보호하고 건물과 보조 시스템의 장기간 구조적 건전성을 강화하고 에너지와 물, 수처리 자원을 보존해야 합니다.

오늘날 건물 소유주, 기계 계약자, 엔지니어에게 이러한 과제에 대한 해결책을 제공하는 다양한 전략, 기술, 산업 자원이 있습니다.

HVAC 시스템과 그 설계의 주요 구성 요소로서, Desert Aire의 SelectAireTM 제습기는 실내 수영장과 아쿠아틱 센터의 종합적인 요구 사항을 충족시키도록 돕습니다. Desert Aire 시스템은 편의성을 높이고 구조적 건전성을 보호하고 실내 공기의 질을 향상시키고 자원을 보존할 수 있도록 습도를 적절하게 제거합니다.

21세기 실내 수영장을 위한 HVAC 설계의 도전 과제 해결과 관련해 자세한 내용을 알아보려면 아래 주소로 Desert Aire에 연락주시기 바랍니다.

Desert Aire Corp.
N120 W18485 Freistadt Road
Germantown, WI 53022 USA
www.desert-aire.com sales@desert-aire.com
전화: (262) 946-7400 팩스: (262) 946-7401



Est. 1978

DESERT AIRE

OPTIMIZING SOLUTIONS THROUGH SUPERIOR DEHUMIDIFICATION TECHNOLOGY

N120 W18485 Freistadt Road
Germantown, WI 53022 USA
www.desert?aire.com sales@desert?aire.com
전화: (262) 946-7400 ??: (262) 946-7401

WARNING: Cancer and Reproductive Harm - www.P65Warnings.ca.gov

030 2019/01