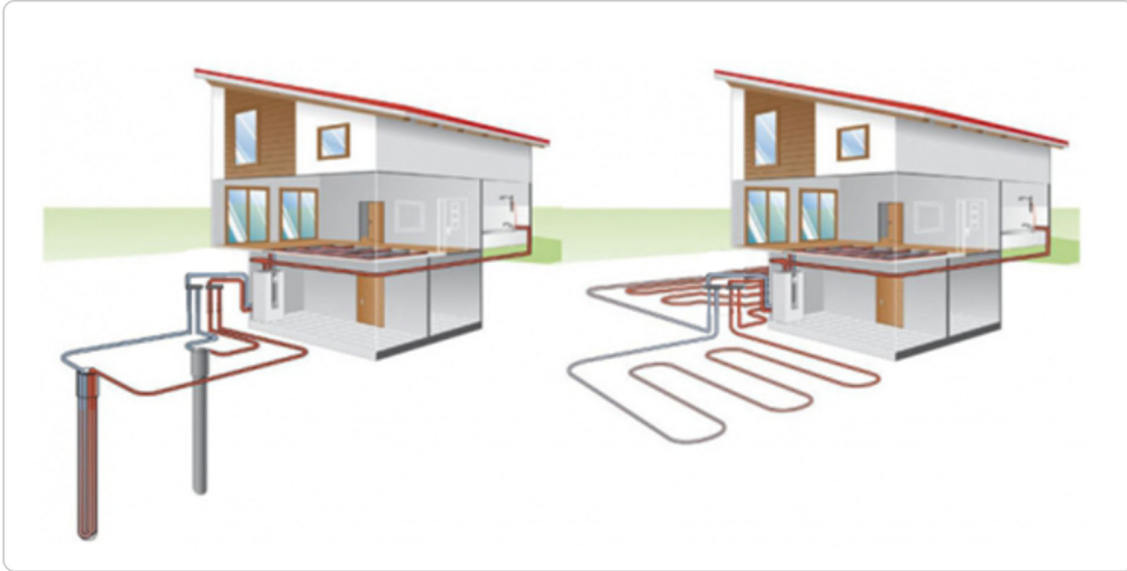


Isı Pompası Uygulamaları ve Modern Tasarım Stratejileri

PREPARED BY	EDITED\CHECKED BY
SOFTINWAY	M. Ahmet Kozanoğlu Kıdemli CFD Mühendisi

Giriş

Isı pompası, ısı üretimine bağlı olarak gaz veya elektrikli kazanlara alternatif olarak hizmet eder. Kazanların aksine, ısı pompası ısı üretmez ancak enerjiyi havadan, sudan veya topraktan alır.



Şekil 1 Isı Pompası Uygulama Örneği

Isı pompaları ve elektrikli kazanların her ikisi de şebeke elektrik kaynağından güç çeker, ancak ısı pompaları daha yüksek verim gösterir. Bu verimlilik, belirli bir ısı pompasının performans katsayısı (COP) ile ölçülen dönüşüm verimliliğine bağlıdır. COP, özellikle pompanın kompresör ünitesinin çalışması sırasında alınan ısı enerjisinin tüketilen elektriğe oranını temsil eder. Bir ısı pompasının aynı çıkışa sahip bir elektrikli kazana göre 3-6 kat daha az elektrik tükettiği dikkat çekmektedir.

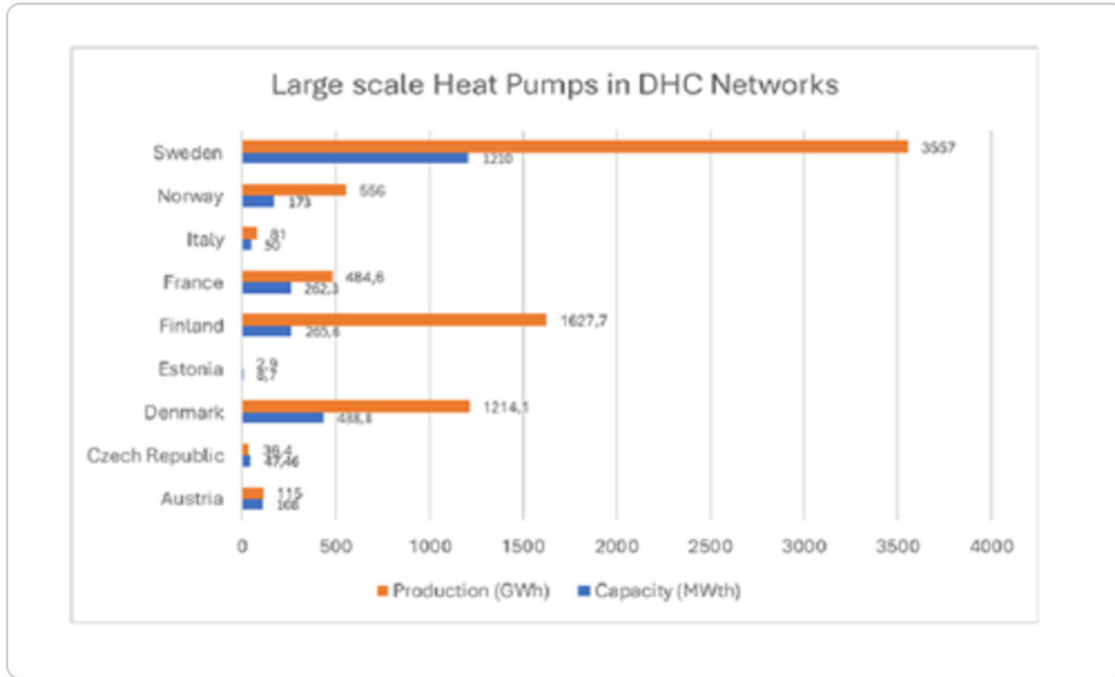
-25°C dış hava sıcaklığı gibi zorlu koşullarda bile ısı pompaları ısıtma sağlamada mükemmeldir. Eş zamanlı olarak, 1 kW elektrik başına 2-5 kW sıcak veya soğuk (ısı pompası tipine bağlı olarak) üreten yüksek bir COP değerine ulaşırlar. Bu, gaz ve elektrikli kazanların düşük verimliliğiyle keskin bir tezat oluşturur.

Isı Pompası Kullanım Potansiyeli

Isı pompaları tartışılırken, ısı pompalarının ekonomik (artan enerji maliyetleri) ve çevresel (iklim değişikliğinin etkileri) yönleri de dikkate alınmalıdır. Isı pompaları, jeotermal, güneş termal enerjisi ve

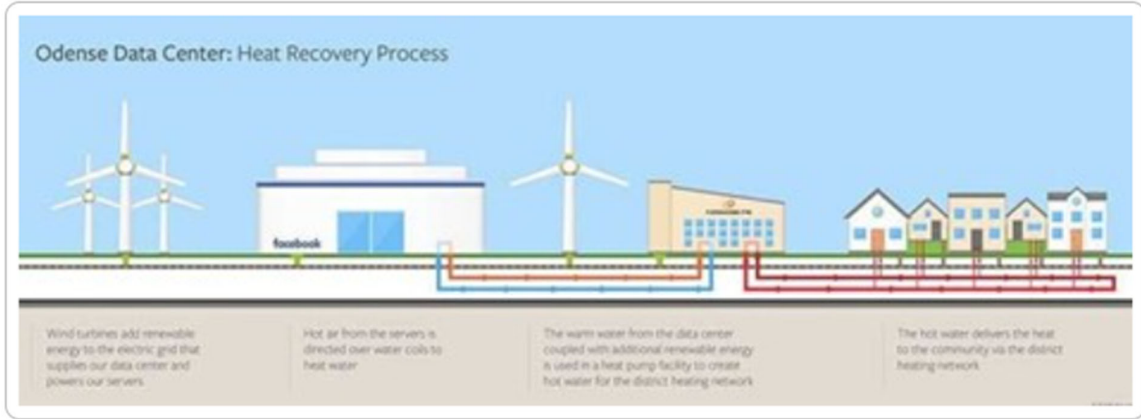
kentsel ortamdan geri kazanılan ısı gibi yenilenebilir ısı kaynaklarının kullanılmasını mümkün kılar. Ayrıca ısı pompaları, yenilenebilir elektrik kaynaklarını (rüzgar ve güneş gibi) yenilenebilir ısıya dönüştürerek karbondan arındırma potansiyelini en üst düzeye çıkarır. Isı pompaları, termal depolama ve elektrikli kazanlarla birlikte binanın yaşam destek sistemine esneklik ve güvenlik sağlayarak günlük, haftalık ve mevsimsel esneklik sunar.

Bugün, yalnızca Avrupa Birliği içindeki ısıtma ve soğutma ağlarındaki büyük ısı pompalarının kapasitesi 2,5 GW'a kadar çıkmaktadır ve bu da toplam kapasitenin yaklaşık %1'ini temsil etmektedir. Bu mütevazı yüzde, esas olarak AB'de yenilenebilir elektriğin hızla yaygınlaştırılmasıyla sağlanan önemli büyüme potansiyelini gizliyor (Şekil 2). Ana hatlarıyla belirtilen yatırım planlarına göre, büyük ısı pompalarının kurulu kapasitesinde 2030 yılına kadar en az %80 oranında bir artış olması bekleniyor; bu da üretim portföyünde ve ağ büyümesinde köklü değişikliklere yol açacaktır.



Şekil 2 Bölgesel Isıtımda Büyük Isı Pompaları – Güncel Durum (kaynak: EHP Pazar İstihbarat Birimi EHP Pazar İstihbarat Birimi EHP Üyeleri, 2021 verileri)

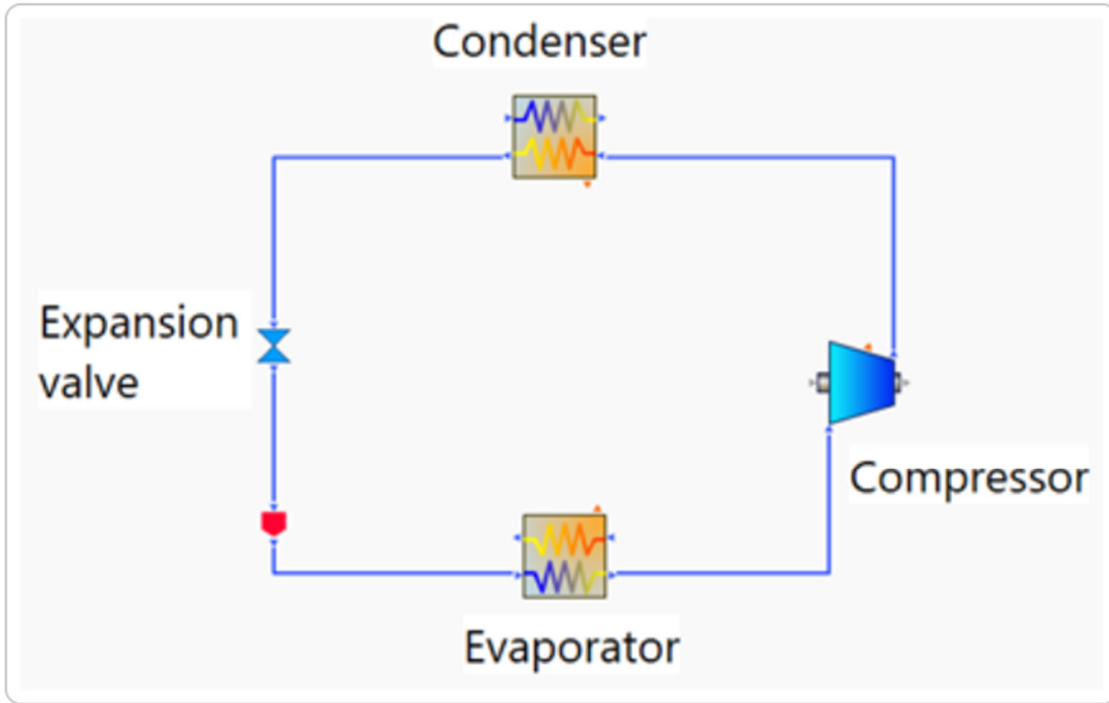
Gerçekleştirilen bir dizi proje, ısı pompası kullanmanın avantajlarını doğrulamaktadır. Örneğin, Fjernvarme Fyn ile Meta arasındaki, bir veri merkezinden gelen atık ısıyı kullanan ortak proje gözlemlenebilir. Bu yenilikçi girişimde, büyük bir ısı pompasından gelen fazla ısı, bölgesel ısıtma sistemine dahil edilerek 160.000 MWh üretim sağlanıyor. Bu çıktı 11.000 hanenin ısıtılmasına eşdeğerdir. Bu işlem için tüketilen elektrik gücü 42 MW'tır.



Şekil 3 Atık Isının (Veri Merkezi) Mevcut Bir DH Sistemine Entegrasyonu (Fjernvarme Fyn) (kaynak: LARGE HEAT PUMPS IN DISTRICT HEATING & COOLING SYSTEMS, Report)

Isı Pompasının Termodinamik Çevrimi

Artık ısı pompalarının ne olduğunu ve potansiyel etkileri önceki bölümlerde olduğu gibidir, teorik olarak sistem bu aşamadan sonra belirtilecektir. Isı pompasının ana bileşenleri evaporatör, kompresör, kondenser ve genişleme vanasıdır. Çevrim, evaporatördeki ısıyı (hava, toprak, su vb.) çeken özel bir madde olan soğutucuyu kullanır.



Şekil 4 AxSTREAM Sistem Simülasyonu™'ndaki Isı Pompası Döngü Diyagramı

Daha sonra kompresörde sıkıştırılarak sıcaklığının yükselmesine neden olur. Termodinamiğin ikinci Yasasına göre “Isı, daha soğuk bir cisimden daha sıcak bir cisme kendiliğinden aktarılamaz” (Rudolf

Clausius, 1850). Ancak ısı pompası gibi soğutma makinelerinde ısı, daha az ısıtılan gövdelerden alınarak, ortam gibi daha fazla ısıtılan gövdelere aktarılır. Bu süreç termodinamiğin ikinci yasasına aykırı bir şekilde hareket etmez. Çünkü kendiliğinden gerçekleşmez. Bunun yerine, çalışma akışkanını buharlaştırıcıdan sonra sıkıştıran kompresörü tahrik etmek için elektrik motorunun tükettiği mekanik enerjinin harcanmasını gerektirir. Yani, soğuk kaynaktan ısının "alınması" işlemine kompresörün dengeleme hareketi eşlik eder. Gerekli işlemlerin gerçekleştirilmesine yardımcı olan çalışma akışkanları olarak hava, su ve soğutucu olarak adlandırılan normal koşullar altında kaynama noktası düşük olan maddeler gibi maddeler kullanılabilir. Tasarlanan sistem için soğutucu akışkan seçerken aşağıdaki faktörler dikkate alınır:

- Termodinamik çevrim verimliliği
- Sistem boyutu
- Soğutucu akışkanın oluşturduğu tehlikeler (yanıcılık ve zehirlilik)
- Çevre dostu

Örneğin, küçük ve orta ölçekli kazan tesisleri için iyi bir alternatif, doğal soğutucu CO₂ kullanan yüksek sıcaklıklı ısı pompasıdır (havadan suya). CO₂ transkritik döngüsüne dayanmaktadır. Bu ısı pompası, düşük işletme maliyetleri ve yüksek enerji verimliliği (COP 5 veya daha fazlasına ulaşır) ile karakterize edilir; bu, elektrikli kazanlardan 4,1 kat, petrol kazanından 3,1 kat, kömür ve gaz kazanından 1,9 kat daha yüksektir.

Doğal bir soğutucu olan CO₂, çevreye veya ozon tabakasına zarar vermez ve küresel ısınma potansiyeli (GWP) 1'dir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından tanınan CO₂, HVAC ekipmanları için tavsiye edilir. Isı pompasından kaynaklanan karbondioksit emisyonları, kömürle çalışan kazanlardan yaklaşık %34 daha düşüktür.

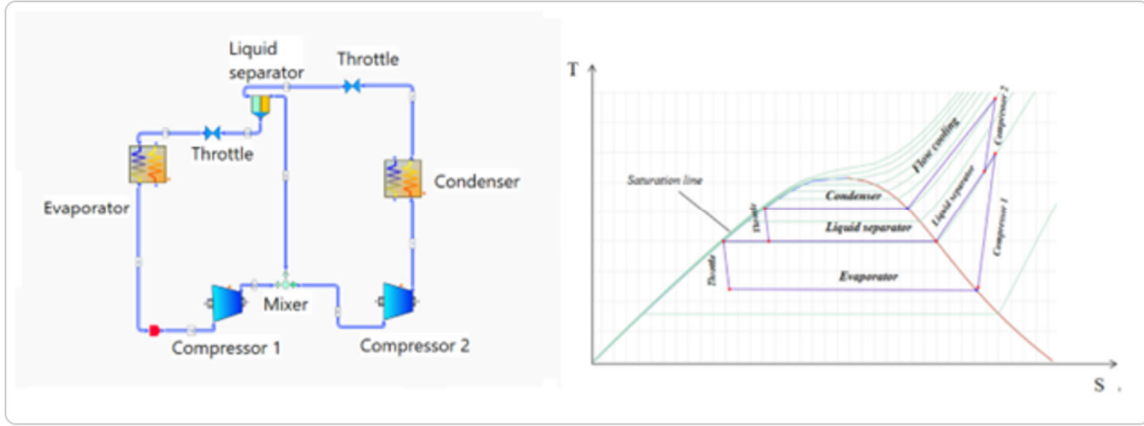
Isı pompaları enerji transfer yöntemlerine göre çeşitli gruplara ayrılır:

- Sıkıştırmalı Isı Pompaları: Soğutma sıvısının sıkıştırma-genleşme döngüsünü kullanarak verimli termal enerji tüketimi/dağıtımını sağlar. Bu pompalar, kullanım kolaylıkları ve yüksek verimlilikleriyle bilinir ve bu da yaygın popülerliklerine katkıda bulunur.
- Absorbsiyonlu Isı Pompaları: Yeni nesil yüksek performanslı cihazları temsil eden absorber-soğutucu kombinasyonunu kullanır.

Isı Pompası Çevrimlerinin Hesaplanması

Şimdi çeşitli uygulamalarda yaygın olarak kullanılan buhar sıkıştırma çevrimini inceleyelim. Isı pompası çevrimlerinin ön hesaplaması genellikle bir takım varsayımlarla gerçekleştirilir. Bu başlangıç aşamasındaki yaygın hatalar arasında, ısı değişim ekipmanının hidrolik direncinin yanlış değerlendirilmesi ve sabit bir kompresör kapasitesinin (çalışma modundan bağımsız olarak) kullanılması vb. yer alır. Bu varsayımlar, tüketici için önemli olan parametrelerin değişimini kritik bir şekilde etkiler ve önemli hatalara yol açar.

Bu nedenle mühendislik tasarım problemlerine kapsamlı ve entegre bir yaklaşım benimsemek akıllıca olacaktır. Bu yaklaşım, mühendislerin her bir bileşenin etkisini değerlendirmesine ve bu bileşenlerin etkileşimini doğru bir şekilde analiz etmesine olanak tanır. Çevrim değerlendirmesi, kompresör ünitelerinin hassas tasarımını, ısı transferi dikkate alınarak ısı eşanjörlerinin tasarımını ve mühendisliğini ve çevrim boyunca söz konusu bileşenlerin performansının değerlendirilmesini kapsamalıdır. Isı pompası tasarımına yönelik bu yaklaşım, geliştirme süresini, maliyetleri ve mühendislik hatalarını azaltmanın olası bir yöntemini temsil eder.

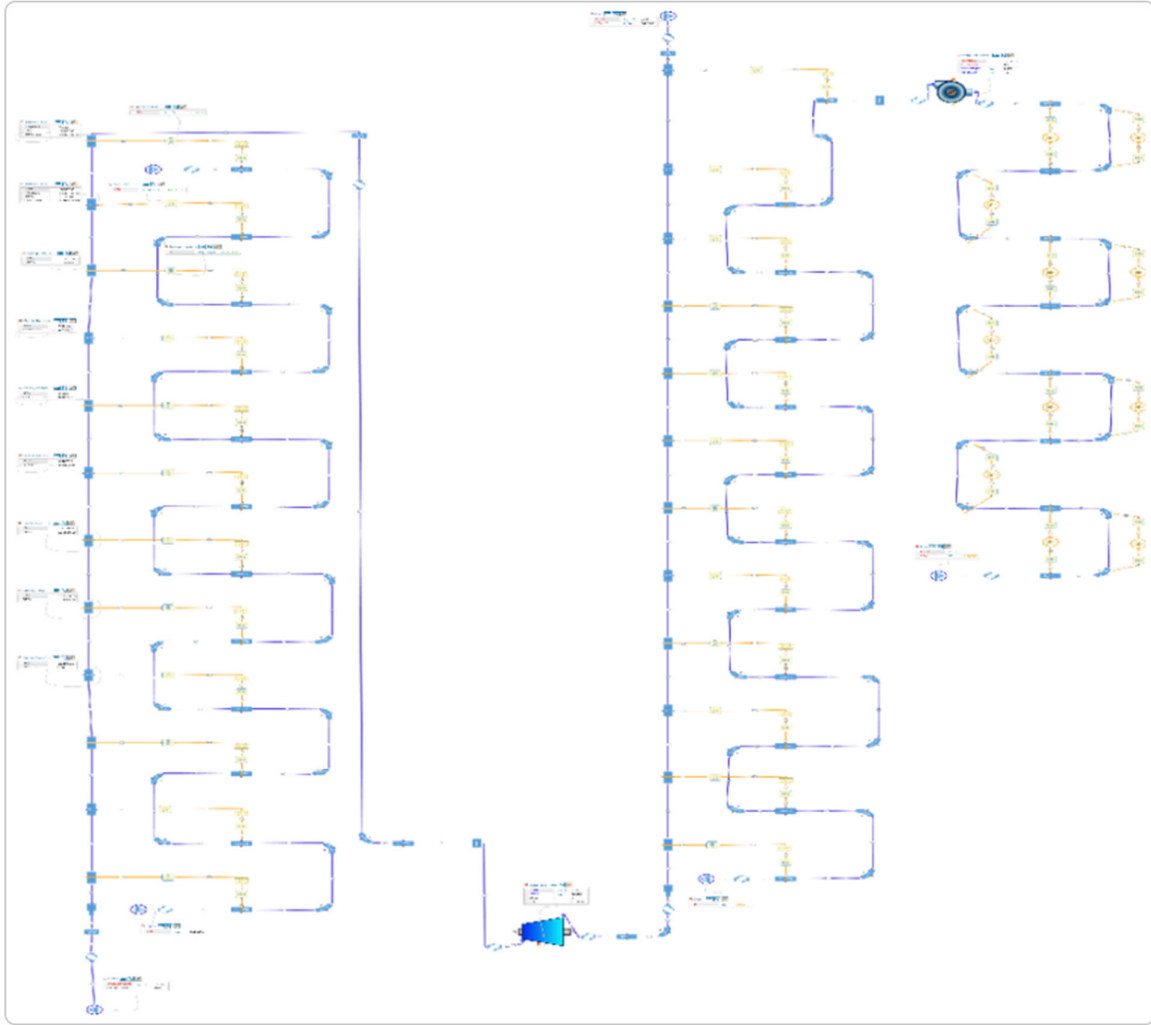


Şekil 5 AxSTREAM Sistem Simülasyonu™'nda Isı Pompası Şeması ve Termodinamik Proses

AxSTREAM Platformunda entegre bir ısı pompası tasarım yaklaşımı gerçekleştirilebilir:

- Döngü ve ısı eşanjörü simülasyonu, 0 boyutlu termodinamik ve 1 boyutlu termal akışkan ağ yazılımı kullanılarak sistem düzeyinde modelleme yoluyla gerçekleştirilebilir. Bu, çalışma koşullarını dikkate alarak hem yeni hem de mevcut çeşitli enerji sistemleri için çevrimlerin tasarlanmasını ve analizini sağlar.
- Isı eşanjörlerinin ayrıntılı modellemesi, ön termodinamik çevrim hesaplamasından her iki taraftaki akışkanlar için sınır koşullarının (sıcaklıklar, akış hızları ve basınçlar) elde edilmesini içerir. Daha fazla elde edilen geometrik parametreler, boru ve kabuk taraflarındaki hidrolik dirençlerin modellenmesinde, giriş ve çıkış akışı arasındaki basınç düşüşünün değerlendirilmesinde ve 1 boyutlu termal akışkan ağını kullanarak duvar sıcaklığı, ısı akısı ve ısı transfer katsayıları gibi termal parametrelerin tahmin edilmesinde kullanılmasına olanak tanır. yaklaşmak.
- Kompresörlerin tasarımı, seçimi ve hesaplanması, akış yolu modülleri kullanılarak AxSTREAM'de gerçekleştirilebilir. AxSTREAM, tüm turbomakine tasarım sürecinin yanı sıra ilgili sistemlerin geliştirilmesini de kapsayan tamamen entegre ve optimize edilmiş bir çözümdür.

Sistem öncesi tasarım sürecinde, her bir özel ısı pompası bileşeninin veya alt sisteminin termodinamik ve termal-hidrolik ağlarının tasarımı/modellenmesi için çeşitli araçların tek bir yinelemeli süreçte entegre edilmesi gerekir.



Şekil 6 AxSTREAM Sistem Simülasyonunu kullanarak ısı eşanjörü modellemesi

Isı pompası tasarımının başarıyla tamamlanması, karmaşık ve doğru bir entegre yaklaşım gerektirir. Bu yaklaşım, ana termodinamik çevrimin parametrelerinin ve bileşenlerinin tasarım dışı modlarda değerlendirilmesine olanak sağlar. Binada konforlu bir sıcaklık sağlamak için ortam sıcaklığının bir fonksiyonu olarak bir analiz yapılabilir.

1 boyutlu ve 0 boyutlu çözümleri içeren bir tasarım yaklaşımı kullanmanın, özelleştirilmiş kurulumlar gerçekleştirme ve gerekli tüm parametreleri tek bir tasarım çerçevesinde hızlı bir şekilde değerlendirme yeteneği sağladığını unutmamak önemlidir. Bu yaklaşım, doğru ısı eşanjörü termal alanlarına, basınç düşüşü değerlerinin dikkate alınmasına ve ısı eşanjörü ekipmanının optimum performansına izin vererek kurulumu etkiler.

Kaynakça

[1] <https://blog.softinway.com/heat-pump-applications-and-modern-design-strategies/#more-6369>