

Yeni Malzemeler: Yapay zekâ milyarlarca atomu eş zamanlı olarak simüle edebiliyor



Evlerimizdeki ve köprülerimizdeki betonun, yalnızca zamanın ve orman yangınlarının yoğun ısı gibi doğal afetlerin tahribatına dayanmakla kalmayıp, aynı zamanda aktif olarak kendi kendini iyileştirdiğini veya atmosferden karbondioksit yakaladığını hayal edin. Şimdi, USC Viterbi Mühendislik Fakültesindeki araştırmacılar, milyarlarca atomun davranışını aynı anda simüle edebilen ve benzeri görülmemiş ölçeklerde malzeme tasarımı ve keşfi için yeni olanaklar sunan devrim niteliğinde bir yapay zekâ modeli geliştirdiler.

Dünya ikliminin mevcut durumu çok kötü. Acımasız kuraklıklar, buharlaşan buzullar ve daha da feci kasırgalar, sağanak yağışlar ve orman yangınları her yıl bizi mahvediyor. Küresel ısınmaya en büyük katkılardan biri, atmosfere sürekli karbon-

Discovering New Materials: AI Can Simulate Billions of Atoms Simultaneously

Imagine the concrete in our homes and bridges not only withstanding the ravages of time and natural disasters like the intense heat of wildfires, but actively self-healing or capturing carbon dioxide from the atmosphere.

dioksit salımıdır.

USC Viterbi'de bilgisayar bilimi, fizik ve astronomi ile nicel ve hesaplamalı biyoloji profesörü olan Aiichiro Nakano, Los Angeles'teki Oocak ayındaki orman yangınlarının ardından bu konuya yoğunlaştı. Bu nedenle, 20 yılı aşkın süredir birlikte çalıştığı USC Viterbi'de kimya mühendisliği ve malzeme bilimi uygulamaları profesörü olan uzun süreli ortağı Ken-Ichi Nomura ile iletişime geçti. Durumu birlikte tartışmak, yeni projelerinin, yapay zekâ destekli bir simülasyon

modeli olan Allegro-FM'in ortaya çıkmasına yardımcı oldu. Allegro-FM, şaşırtıcı bir teorik keşifte bulundu: Beton yapım sürecinde salınan karbondioksiti geri yakalamak ve onu betonun üretimine yardımcı olduğu betona geri yerleştirmek mümkün.

Nakano, "CO₂'i betonun içine koyabilirsiniz ve bu da karbon nötr bir beton elde etmenizi sağlar." dedi. Nakano ve Nomura, USC Viterbi kimya mühendisliği ve malzeme bilimi profesörü Priya Vashishta ve USC fizik ve astronomi profesörü Rajiv Kalia ile birlikte, "CO₂ sekestrasyonu" veya karbondioksiti geri yakalama ve depolama süreci olarak adlandırdıkları zorlu bir süreç üzerinde araştırmalar yürütüyorlar.

Allegro-FM, milyarlarca atomu aynı anda simüle ederek, pahalı gerçek dünya deneylerinden önce farklı beton bileşimlerini sanal olarak test edabiliyor.

Bu, yalnızca bir karbon kaynağı değil, aynı zamanda bir karbon yutağı görevi gören betonun geliştirilmesini hızlandırabilir. Beton üretimi çimento kaynaklı olarak şu anda küresel CO₂ emisyonlarının yaklaşık %8'ini oluşturuyor.

Çığır açan gelişme, modelin ölçeklenebilirliğinde yatıyor. Mevcut moleküler simülasyon yöntemleri binlerce veya milyonlarca atom içeren sistemlerle sınırlıyken, Allegro-FM, Argonne Ulusal Laboratuvarı'ndaki Aurora süper bilgisayarında dört milyardan fazla atomu simüle ederken %97,5 verimlilik gösterdi. Bu, geleneksel yaklaşımlardan yaklaşık 1.000 kat daha büyük hesaplama kapasitelerini temsil ediyor. Model ayrıca 89 kimyasal elementi kapsıyor ve çimento kimyasından karbon depolamaya kadar çeşitli uygulamalar için moleküler davranışı tahmin edebiliyor.

Nomura, "Beton aynı zamanda oldukça karmaşık bir malzemedir. Birçok elementten, farklı faz ve arayüzlerden oluşur. Bu nedenle, geleneksel olarak beton malzemeyle ilgili olayları simüle etmenin bir yolu yoktu ancak şimdi bu Allegro-FM'i mekanik özellikleri ve yapısal özellikleri simüle etmek için kullanabiliyoruz." dedi.

Beton yangına dayanıklı bir malzemedir ve bu da onu orman yangınlarına karşı ideal bir yapı seçeneği hâline getiriyor ancak beton üretimi aynı zamanda büyük bir karbondioksit emisyonuna da neden oluyor. Simülasyonlarında, Allegro-FM'in karbon nötr olduğu ve bu nedenle diğer betonlardan daha iyi bir seçim olduğu gösterildi. Bu çığır açan gelişme yalnızca tek bir sorunu çözmüyor. Modern beton ortalama olarak yalnızca yaklaşık 100 yıl dayanırken, antik Roma betonu 2.000 yıldan fazla dayanıyordu ancak CO₂'in geri kazanılması da buna yardımcı olabilir.

Nakano, "CO₂'i, yani 'karbonat tabakasını' eklerseniz, daha dayanıklı hale gelir." dedi. Başka bir deyişle, Allegro-FM, günü-

Now, researchers at the USC Viterbi School of Engineering have developed a revolutionary AI model that can simulate the behavior of billions of atoms simultaneously, opening new possibilities for materials design and discovery at unprecedented scales.

The current state of the world's climate is a dire one. Brutal droughts, evaporating glaciers, and more disastrous hurricanes, rainstorms and wildfires devastate us each year. A major contributor to global warming is the constant emission of carbon dioxide into the atmosphere.

müzde tipik olarak 100 yıl dayanabilen betondan çok daha uzun süre dayanabilen karbon nötr bir beton simüle edebilir. Artık tek mesele onu inşa etmek.

Perde Arkası

Profesörler, yapay zekânın karmaşık çalışmalarını nasıl hızlandırdığını takdir ederek Allegro-FM'in geliştirilmesine öncülük ettiler. Normalde, atomların davranışını simüle etmek için profesörlerin kesin bir matematiksel formüller dizisine veya Nomura'nın dediği gibi "derin kuantum mekaniği fenomenlerine" ihtiyaçları olurdu ancak son iki yıl, bu iki araştırmacının

araştırma yöntemlerini değiştirdi.

Nomura, "Şimdi, bu makine öğrenimi yapay zekâ atılımı sayesinde, araştırmacılar tüm bu kuantum mekaniğini sıfırdan üretmek yerine, bir eğitim seti oluşturup ardından makine öğrenimi modelinin çalışmasına izin verme yaklaşımını benimliyorlar." dedi. Bu, profesörlerin sürecini çok daha hızlı hâle getiriyor.

Allegro-FM, atomlar arasındaki "etkileşim fonksiyonlarını", yani atomların birbirleriyle nasıl tepki verip etkileşime girdiğini doğru bir şekilde tahmin edebilir. Normalde, bu etkileşim fonksiyonları çok sayıda bireysel simülasyon gerektirirdi ancak bu yeni model bunu değiştiriyor. Başlangıçta, periyodik tabloda ki her bir element için farklı denklemler ve bu elementler için çeşitli benzersiz fonksiyonlar vardı. Yapay zekâ ve makine öğrenmesinin yardımıyla, artık bu etkileşim fonksiyonlarını ayrı formüllere gerek kalmadan neredeyse tüm periyodik tabloyla aynı anda simüle edebiliyoruz.

Nomura, "Geleneksel yaklaşım, belirli bir malzeme kümesini simüle etmektir. Örneğin, silika camı simüle edebilirsiniz, ancak bunu örneğin bir ilaç molekülüyle simüle edemezsiniz. Bu yeni sistem, teknoloji açısından da çok daha verimli; yapay zekâ modelleri, eskiden büyük bir süper bilgisayar tarafından yapılan birçok hassas hesaplamayı gerçekleştirerek görevleri basitleştiriyor ve süper bilgisayarın kaynaklarını daha ileri düzey araştırmalar için serbest bırakıyor. Yapay zekâ, çok daha küçük bilgi işlem kaynaklarıyla kuantum mekaniksel doğruluk elde edebilir." diyor.

Nomura ve Nakano, "Çalışmalarının henüz bitmediğini ekleyerek, daha karmaşık geometriler ve yüzeyler oluşturarak bu somut çalışma araştırmasına kesinlikle devam edeceğiz." diyor.

Kaynak: viterbischool.usc.edu/news/2025/07/discovering-new-materials-ai-can-simulate-billions-of-atoms-simultaneously/

Himalayalar'da 3D baskılı beton



Simpliforge, Himalayalar'da yerinde üretilen dünyanın en yüksek 3D baskılı yapısıyla küresel bir standart belirledi. Savunma altyapısı ve inşaat teknolojisinde büyük bir sıçrama yapan Simpliforge Creations ve IIT Hyderabad, Arun Krishnan (aynı zamanda IIT-Hyderabad'da doktora öğrencisi) tarafından temsil edilen Hindistan Ordusu ile iş birliği yaparak, PRABAL Projesi kapsamında Leh'te deniz seviyesinden 11.000 fit yükseklikte Hindistan'ın ilk yerinde üretilmiş 3D baskılı koruyucu askeri yapısını başarıyla teslim etti. Bu, aşırı yüksek irtifa ve düşük oksijen (HALO) koşullarında gerçekleştirilen, dünyanın şimdiye kadarki en yüksek

Simpliforge Sets Global Benchmark with World's Highest On-Site 3D Printed Structure in Himalayan Range

This marks the world's highest-ever in-situ 3D construction printing feat, accomplished under the extreme high altitude and low oxygen (HALO) conditions.

New Delhi: In a monumental leap for defense infrastructure and construction technology, Simpliforge Creations and IIT Hyderabad, in collaboration with Indian Army represented by Arun Krishnan (who is also a PhD student at IIT-Hyderabad), have successfully delivered India's first on-site 3D printed protective military structure at a staggering altitude of 11,000 feet above sea level in Leh under Project PRABAL.

yerinde 3D inşaat baskı başarısıdır.

IIT-Haydarabad'dan Prof. K.V.L. Subramaniam'ın rehberliğinde, Simpliforge Creations ve IIT-Haydarabad ekipleri, aşırı çevre koşullarında çalışabilen özel bir 3D baskı teknolojisi geliştirdi. Bu yenilik, yerel kaynaklı malzemeler kullanılarak, toplam on dört saatlik bir baskı süresinde tamamlanan, form optimizasyonlu bir koruyucu sığınacağın inşasını mümkün kıldı.

PRABAL girişimi, yerel teknolojinin ve akademi-sanayi iş birliğinin inşaat biliminin sınırlarını nasıl zorlayabileceğini gösteriyor. Bu 3D baskılı sığınacağın konuşlandırılması, Hindistan'da türünün ilk örneği olmakla kalmıyor, aynı za-

manda zorlu arazilerde hızlı, yerinde ve konuşlandırılabilir bir altyapı için de zemin hazırlıyor ve ülkenin savunma hazırlığını daha da güçlendiriyor.

Konuyla ilgili konuşan Simpliforge Creations CEO'su Dhruv Gandhi, "Bu projeyi Ladakh'ın yüksek irtifalı, düşük oksijenli ortamında yürütmek hem ekibimiz hem de makinelerimiz için büyük bir operasyonel zorluktu. Robotik yazıcı sistemi, çevikliğini ve mobilitesini kanıtlayarak 24 saatten kısa sürede kurulup devreye alındı. Düşük oksijen seviyeleri, normalde olduğundan daha düşük enerji çıkışı sağlayan güç sistemlerinin performansından insan verimliliğine kadar her şeyi etkiledi. Düşük nem ve yüksek UV, inşa edilen malzemenin bütünlüğü açısından zorluklar yarattı. Bu kısıtlamalara rağmen, üretim hedeflerimize ulaşarak 5 günlük rekor bir sürede sağlam bir yapı teslim edebildik." dedi.

Prof. KVL Subramaniam - IIT Haydarabad, "Bu projenin en kritik yönlerinden biri, zorlu çevre koşullarında performans gösterecek şekilde özel olarak tasarlanmış malzemelerin geliştirilmesiydi. Düşük oksijen seviyeleri, düşük nem ve önemli termal değişimlerin olduğu yüksek irtifalarda çalışmak, yalnızca yapısal inovasyon değil, aynı zamanda en üst düzeyde malzeme bilimi de gerektiriyordu. IIT Haydarabad'daki ekibimiz, Simpliforge Creations ile iş birliği içinde, üstün mekanik performans, dayanıklılık ve esneklik sunarken şantiyede 3 boyutlu olarak basılabilen bir beton karışımı tasarladı. Kullanıma sunulmadan önce, IIT Haydarabad'ın gelişmiş tesislerinde, bölgeden temin edilen yerel kum ve agregalar ve karışımın reolojisi üzerinde kapsamlı çalışmalar da dâhil olmak üzere kapsamlı testler gerçekleştirdik. Simüle edilmiş çevresel şartlar altında malzeme davranışını anlamak, karışım tasarımını şantiyede kullanıma uygun hâle getirmemizi sağladı. Bu malzeme inovasyonu, böylesine zorlu bir ortamda istenen mukavemet ve yapısal bütünlüğe ulaşmak için temel önem taşıyordu." dedi.

Arun Krishnan, "Proje Prabal, Hindistan Teknoloji Enstitüsü Haydarabad'daki Yüksek Lisans programım sırasında kavramsallaştırılıp başlatıldı. Birkaç ekip ve şirket, 3 boyutlu



yazıcıyla üretilen yapıyı Leh'in yüksek rakımlı arazisine taşımaya çalışmıştı, ancak Ladakh'ın zorlu koşulları zorlu bir meydan okuma oldu. Yazıcıyla üretilen yapı, zorlu testlerden

geçti." Simpliforge Creations'tan Dr. Hari Krishna Jeedipalli, "Hindistan'ın ilk 3 boyutlu yazıcıyla basılmış köprüsünden, dünyanın ilk 3 boyutlu yazıcıyla basılmış ibadethanesine ve Hindistan Ordusu'nun ilk yerinde inşasına kadar 2022'den beri eklemeli inşaatın sınırlarını zorluyoruz." dedi.

Yerel olarak temin edilebilen malzemeler kullanılarak 3 boyutlu yazıcıyla basılmış tıbbi tesis. Her proje ileriye doğru bir sıçramaydı ve Ladakh'taki bu sığınak, dünya dışı yaşama yolculuğumuzda önemli bir dönüm noktası teşkil ediyor.

Dr. Hari Krishna, "İleriye baktığımızda, bu teknolojiyi uzak arazi uygulamaları için ticarileştirmeyi ve bunu Dünya'nın ötesine, Ay ve Mars'taki uzay yaşam alanlarına doğru genişletmeyi öngörüyoruz. Ladakh'ın aşırı açık koşullarında baskı yapmak, dünya dışı ortamlarda çalışmak için bize hayati bilgiler ve doğrulamalar sağladı. Bu, inşaattan çok daha fazlası;

uzay derin teknolojisine yolculuğumuzda bir basamak taşı." diye ekledi.

Kaynak: www.deccanchronicle.com/amp/technology/simpliforgesets-global-benchmark-with-worlds-highest-on-site-3d-printed-structure-in-himalayan-range-1873458

This marks the world's highest-ever in-situ 3D construction printing feat, accomplished under the extreme high altitude and low oxygen (HALO) conditions.

Under the guidance of Prof. K.V.L. Subramaniam of IIT-Hyderabad, Simpliforge Creations and IIT-Hyderabad Teams developed specialized 3D printing technology capable of operating under extreme environmental conditions. This innovation enabled the construction of a form-optimized protective bunker using locally sourced materials, completed over a total printing time of fourteen hours.

The PRABAL initiative showcases how home-grown technology and academic-industry collaboration can push the boundaries of construction science. The deployment of this 3D printed bunker is not only a first-of-its-kind in India but also sets the stage for rapid, on-site, deployable infrastructure in challenging terrains, further strengthening the country's defense preparedness. This groundbreaking project marks a convergence of engineering innovation, military utility, and the Make-in-India spirit—paving the way for future-forward infrastructure solutions.

Kaya atıkları ve lif donatı kullanarak beton üretimi

Yakın zamanda yapılan bir çalışma, tüneller kazılmasından elde edilen atık kayayı bazalt lifler veya çelik liflerle takviye ederek uygun maliyetli, yüksek performanslı beton üretmek için pratik bir yöntem ortaya koymuştur. Bu yaklaşım, inşaat sektöründeki artan malzeme kıtlığı ve çevresel endişeleri ele alırken, israf olacak kaynakları da değerlendirmektedir.



Neden önemli?

Beton üretimi büyük ölçüde doğal kum ve iri agregaya dayanmaktadır, ancak bu kaynaklar giderek azalmaktadır. Aynı zamanda, altyapı projeleri özellikle de otoyol tünelleri genellikle atılan büyük miktarlarda atık kaya üretmektedir. Örneğin Çin'de, çoğunlukla kireç taşı ve dolomitik kireç taşından oluşan bu kazı malzemesinin çoğu, taş ocaklarında kullanılmadan kalmaktadır.

Bu araştırma, kırılmış atık kayanın doğal agregaların yerine kullanılıp kullanılmayacağını ve lif eklemenin betonun dayanımı ve işlenebilirliğinde ortaya çıkan

Using Waste Rock and Fiber Reinforcement to Produce Efficient, High-Performance Concrete

A recent study has demonstrated a practical method for producing cost-effective, high-performance concrete by using waste rock from tunnel excavation, reinforced with basalt or steel fibers. This approach addresses growing material shortages and environmental concerns in the construction industry, while making use of resources that would otherwise go to waste.

değişiklikleri telafi edip edemeyeceğini araştırmaktadır.

Yaklaşım ve malzemeler

Bu fikri test etmek için araştırmacılar, çimento ve uçucu külden yapılmış bir bağlayıcı kullanarak beton karışımları hazırladılar. İri ve ince agregalar, Luxi-Qubei-Guangnan-Funing Otoyolu boyunca uzanan bir tünel projesinden toplanan kırılmış atık kayadan oluşuyordu ve kireç taşı/dolomitik kireç taşı oranı 16:9'du. Karışımın kıvamını iyileştirmek ve büzülmeyi azaltmak için polikarboksilik bir süper akışkanlaştırıcı eklendi.

Çalışmanın temel değişkeni lif takviyesiydi. İki farklı tür lif test edildi:

1, 2 ve 3 kg/m³ oranlarında eklenen bazalt lifler (24 mm) (BF01, BF02, BF03 olarak etiketlenmiştir)

20, 40 ve 60 kg/m³ oranlarında eklenen çelik lifler (35 mm, kancalı uçlar) (SF20, SF40, SF60 olarak etiketlenmiştir)

Tüm karışımlar C50 beton dayanımına ulaşmak üzere tasarlanmıştır. Lif içermeyen bir kontrol karışımı (JF50) referans beton olarak kullanılmıştır.

Hazırlandıktan sonra, taze beton işlenebilirliğin temel bir ölçüsü olan çökme açısından değerlendirilmiştir. 7 ve 28 günlük kürlenmenin ardından sertleştirilmiş numuneler aşağıdaki açılardan test edilmiştir:

- Basınç dayanımı
- Yarmada çekme dayanımı
- Eğilme dayanımı
- İç yoğunluk ve bütünlüğü değerlendirmek için P dalgası hızı

Malzemenin mikroskobik düzeyde davranışını anlamak için, betonun iç yapısını ve lifler ile matris arasındaki etkileşimi incelemek üzere taramalı elektron mikroskobu da (SEM) kullanılmıştır.

Temel bulgular

Bu çalışma, özellikle lif takviyesiyle birleştirildiğinde, atık kayanın beton- da doğal agregaların tam ikamesi olarak kullanılmasının performansını, maliyet etkinliğini ve yapısal uygulanabilirliğini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Sonuçlar, farklı lif türlerinin ve dozajlarının işlenebilirliği, dayanımı ve uzun vadeli dayanıklılığı nasıl etkilediğini, genel ekonomik ve çevresel etkilerini vurgulamaktadır.

Beton karışımına lif eklenmesi, çökme değerlerinde bir azalmaya yol açarak daha düşük işlenebilirliğe işaret etmektedir. Buna rağmen, tüm karışımlar yapısal uygulamalar için kabul edilebilir sınırlar içinde kalmıştır. Hem bazalt hem de çelik lifler, optimum bir doza kadar mekanik performansın iyileştirilmesine katkıda bulunmuştur. Bir noktadan sonra, muhtemelen zayıf lif dağılımı ve kümelenmesi nedeniyle performans düşüşü gözlenmiştir. İlginç bir şekilde, bazalt lif karışımlarındaki basınç dayanımı, test edilen en yüksek dozajda bile artmaya devam etmiştir.

Her lif türünün davranışı, çatlakların nasıl oluştuğunu ve yayıldığını da etkiledi. Bazalt lifler homojen bir şekilde dağıldı ve çatlama dirençli ağ benzeri bir takviye oluşturmaya yardımcı oldu. Daha uzun ve kancalı uçları olan çelik lifler, gerilim altındaki çatlakları köprülemede özellikle etkiliydi. Her iki lif türü de çimento matrisine iyi bağlanarak betonun iç kohezyonunu artırdı.

Maliyet analizi, atık kaya kullanmanın açık bir avantajını ortaya koydu. Doğal agregaların değiştirilmesi, toplam malzeme maliyetlerini %25,5 oranında düşürdü. Lif eklenmesine

rağmen, lif bakımından en zengin bazalt karışımı (BF03), kontrole göre %12,6'lık bir maliyet avantajını korudu. Tüm kombinasyonlar arasında, BF02 karışımı (2 kg/m³ bazalt lif), birim mukavemet başına maliyeti %7,3 (yarmada çekme) ve %5,2 (eğilme) oranında azaltarak en iyi performans-maliyet oranını sağlamıştır.

Buna karşılık, çelik lif karışımları önemli ölçüde daha pahalıydı. En düşük çelik lif dozajı (SF20) maliyetleri yaklaşık %40 artırırken, SF40 gibi orta seviye dozajlar birim mukavemet başına maliyeti iki katından fazla artırmıştır. Bu sonuçlar, bazalt lifin daha pratik ve ölçeklenebilir bir seçenek olduğunu güçlü bir şekilde ortaya koymaktadır.

İç yapı analizleri mekanik bulguları desteklemiştir. SEM görüntülemeleri, bazalt liflerin hidrasyonu artırdığını ve matris yoğunluğunu iyileştirerek, özellikle BF02 karışımında daha iyi dayanıklılık ve uzun vadeli performans katkıda bulunduğunu göstermiştir.

Son değerlendirme

Özetle, çalışma, atık kayanın fiber takviyeyle birlikte kullanıldığında yapısal betondaki doğal agregaların yerini etkili bir şekilde alabileceğini doğrulamaktadır. Çelik lifler daha yüksek tepe dayanımları sağlarken, bazalt lifler dayanım, dayanıklılık ve maliyet açısından daha dengeli bir sonuç sunmuştur. 2 kg/m³ bazalt lif dozu, en verimli ve sürdürülebilir seçenek olarak öne çıkmıştır.

Bu yaklaşım, sınırlı doğal kaynaklara ve yüksek hacimli hafriyat atığına sahip bölgeler için cazip bir çözüm sunmaktadır.

Kaynak: www.azobuild.com/news.aspx?newsID=23787

Why This Matters
Concrete production depends heavily on natural sand and gravel, but these resources are becoming increasingly scarce. At the same time, infrastructure projects - especially highway tunnels - generate large volumes of waste rock that are typically discarded. In China, for instance, most of this excavated material, composed mainly of limestone and dolomitic limestone, ends up unused in quarries.
This research investigates whether crushed waste rock can serve as a substitute for natural aggregates, and whether adding fibers can compensate for the resulting changes in concrete strength and workability.
Approach and Materials
To test this idea, the researchers prepared concrete mixes using a binder made of cement and fly ash.

Karayolu tünellerinde hızla çözünen beton



Deniz suyu, karayolu tünellerindeki betona nüfuz ettiğinde, betonu parçalayan bir biyofilm oluşur. Bu durum, yüksek maliyetlere ve tünel tavanından taş ve beton düşmesi durumunda hasar riskine yol açabilir. İsveç'teki Chalmers Teknoloji Üniversitesindeki bir araştırma ekibi tarafından yürütülen yeni bir çalışmada, bu bozulmanın ardındaki mekanizmalar ve beklenmedik bir şekilde hızlı ilerlemesi ortaya konmuştur.

Taşıt tünelleri kaya içinden inşa edildiğinde, düzgün bir yüzey tabakası oluşturmak ve taşların gevşeyip yola düşmesini önlemek için tavan ve duvarlara beton püskürtülür. Örneğin Oslofjord'da olduğu gibi, tüneller deniz suyuyla çevrili olduğunda, iyi bili-

Concrete in Road Tunnels Decomposes Unexpectedly Fast

When seawater penetrates concrete in road tunnels, a biofilm is formed that breaks down the concrete. This can lead to high costs and the risk of damage if stone and concrete drop from the tunnel roof. In a new study, led by a team of researchers at Chalmers University of Technology in Sweden, research reveals the mechanisms behind the degradation, and its unexpectedly rapid progression.

nen ve sorunlu bir olgu olan "tuzlu su girişi" meydana gelir. Bu, bakterileri tünel ortamına taşıyan ve bakterilerin beton yüzeyinde koloniler (biyofilmler) oluşturmasına neden olan bir süreçtir. Bakteriler betondaki maddelerle beslenir ve yüzeye saldırarak hasara ve gözenekliliğe yol açar. Son bilimsel yayında, araştırmacılar bozulmanın ardındaki mikrobiyolojik süreçler hakkında yeni bilgiler keşfettiler.

Chalmers Mimarlık ve İnşaat Mühendisliği Bölümünde Moleküler Biyoloji ve

Mikrobiyal Ekoloji Doçenti Frank Persson, "2014'ten beri Oslofjord tüneline ölçümler yapıyoruz ve bakterilerin beton yüzeyine yılda bir santimetreye kadar nüfuz ettiğini görebili-



yoruz. Tuzlu su girişi olan yerlerde bir koloniler oluşuyor ve kaplana alanda beton yavaş yavaş çözünüyor." diyor.

Biyofilm kirlenmesi sadece norveç tünellerine özgü değil

Püskürtme beton, 1990'lardan beri karayolu tünellerinde daha geniş ölçekte kullanılıyor ve o zamandan beri araştırmacılar bu koloni kirlenmesini gözlemleyebiliyor. Buna rağmen, şu anda deniz ortamlarındaki su altı tünellerinde biyokorozyonla ilgili çok az benzer çalışma bulunmaktadır.

Frank Persson ve meslektaşları, İsveç Ulaştırma İdaresinin Norveçli muadili olan Norveç Kamu Yolları İdaresi ile bağlantılı projelerde Oslofjord tüneli ni incelediler, ancak araştırmacılara göre bu fenomen muhtemelen dünya genelindeki benzer ortamlarda da meydana geliyor.

Tünellerde duvarlara ve tavanlara püskürtülen taze betonun pH değeri yüksektir, ancak betonun yaşı ilerledikçe doğal bir kimyasal bozulma meydana gelir ve bu da betonun pH değerinin düşmesine ve ortamı bakteriler için daha elverişli hâle getirmesine neden olur. Bakteriler, betondaki demir, manganez, kükürt ve azotu metabolize ederek beton donatısının korozyonunu ve dolayısıyla beton kaplamanın kendisinin bozulmasını daha da hızlandırır. Araştırmacılar, bu etkileşimli bozulmanın yerel olarak nispeten hızlı olabileceğini gözlemlediler. Aşırı koşullar altında, bakteriler beş yılda 10 cm'ye kadar nüfuz edebilir.

Chalmers Mimarlık ve İnşaat Mühendisliği Bölümü Çevre ve Atıksu Mühendisliği Profesörü Britt-Marie Wilén, "Bu tür bir koloni oldukça açık bir uyarı sinyalidir. Su akışını ve koloninin yayılmasını izlemeniz ve gerekirse tekrar beton püskürtmek için gevşek ve hasarlı betonu tespit etmeniz gerekir." diyor.

Araştırmacılar, bu koloniye rağmen yol tünellerinin genellikle güvenli olduğunu ve Norveç yetkilileri tarafından izlendiğini vurguluyor. Çalışmalara dayanarak önerileri, betonun pH değerini sürekli ölçmek, kayadan yer altı suyu akışını incelemek ve biyofilmin yayılımını izlemektir. Yer altı suyu akışı, özellikle koloninin pH değerinin daha düşük olduğu düşük akışlarda koloni büyümesini etkiler ve bu da kolonideki asidi nötrleten daha yüksek yer altı suyu akışına kıyasla betonun daha hızlı bozulmasına katkıda bulunur.

When vehicle tunnels are constructed through rock, the roof and walls are sprayed with concrete to create an even surface layer and prevent stones from loosening and falling onto the road. When the tunnels are surrounded by seawater, as in the Oslofjord, for example, a well-known and problematic phenomenon occurs, 'saltwater intrusion'. This is a process which carries bacteria into the tunnel environment and these bacteria then form colonies - biofilms - on the surface of the concrete. The bacteria feed on substances in the concrete and attack the surface, which becomes damaged and porous as a result. In a recent scientific publication, the researchers have discovered new insights about the microbiological processes behind the degradation, and that is happening relatively fast.

Britt-Marie Wilén'e göre, "Mevcut araştırma Norveç'teki Oslofjord tüneline yürütülmüştür, ancak tatlı suyun betona sızabildiği benzer tünellerde de betonun benzer şekilde bozulması muhtemeldir. Deniz suyunun nüfuz ettiği ortamlarda sorun daha büyüktür; çünkü deniz suyu bakteri üremesi için elverişlidir, aynı zamanda tuz da donatıdaki korozyonu hızlandırır. İklim değişikliği okyanusları da ısıtıyor ve daha sıcak suyla birlikte pH değeri daha da düşerek korozyon oranını artırabilir." diyor.

Chalmers araştırmacıları, Oslofjord tünelineki mikrobiyal toplulukları haritaladı ve daha önce bilinmeyen

yeni mikroorganizmalar keşfedildi. DNA dizileme ve veri işleme için yeni teknikler, bulunanları yorumlamak ve anlamak için yepyeni fırsatlar da sundu.

Kaynak:www.azobuild.com/news.aspx?newsID=23771

Yapay zekâ ile beton dayanımının tahmini

Araştırmacılar, yapay zekâ ve gömülü sensörler kullanarak betonun erken basınç dayanımını doğru bir şekilde tahmin eden ve geleneksel laboratuvar testlerine göre daha hızlı ve daha güvenilir bir alternatif sunan gerçek zamanlı bir sistem geliştirdiler.



Arka Plan

Betonarme, mukavemeti, dayanıklılığı ve çok yönlülüğü nedeniyle modern inşaatın merkezinde yer almaya devam ediyor.

Performans ölçütleri arasında basınç dayanımı en kritik olanlardan biridir, bir yapının ne kadar yük taşıyabileceğini ve zaman içinde ne kadar iyi dayanabileceğini doğrudan yansıtır.

Tarihsel olarak, bu dayanım standart laboratuvar testleri ile değerlendirilmiştir. Etkili olsalar da bu yöntemler kapsamlı numune hazırlama ve kürleme gerektirir ve bu da proje gecikmelerine yol açabilir, ayrıca malzeme, çevre koşulları veya test uygulamalarındaki farklılıklar nedeniyle değişkenliğe de açıktırlar.

Bu sınırlamalar nedeniyle, daha akıllı ve daha duyarlı yaklaşımlara olan ilgi artmaktadır. Yapay zekâ ve sensör teknolojisindeki son gelişmeler, bu noktada umut verici bir çözüm

sunmaktadır. Sürekli veri toplamayı öngörücü modellemeyle entegre ederek, inşaat ekipleri doğruluğu artırabilir, bekleme sürelerini azaltabilir ve sahada daha hızlı kararlar alabilir.

Araştırmacılar, kürlemenin erken aşamalarında beton dayanımını tahmin etmek için gerçek zamanlı izleme ve özel bir yapay zekâ modelini birleştiren bir sistemi sunmaktadır.

Yöntemler

Bu fikri hayata geçirmek için araştırma ekibi, sensörler ve bağlı cihazlardan oluşan bir ağ etrafında oluşturulmuş

New AI System Accurately Predicts Concrete Strength in Real Time Using Sensor Data

Researchers have developed a real-time system that uses AI and embedded sensors to accurately predict the early compressive strength of concrete, offering a faster, more reliable alternative to traditional lab testing.

Workers work on concrete concreting floors of buildings in construction site, Concept pouring cement build house.

bir izleme sistemi tasarladı. Kurulum, sıcaklık sensörleri, kablosuz iletişim modülleri, merkezi bir veri tabanı sunucusu ve analizleri gerçekleştirecek bir bilgi işlem birimi içeriyordu. Her bileşen belirli bir rol oynadı. Sensörler, hidrasyon sırasında sıcaklık verilerini yakalamak için beton kalıba yerleştirildi veya doğrudan malzemeye gömüldü. İletişim modülleri, verilerin sunucuya güvenilir bir şekilde iletilmesini sağladı. Sunucuya ulaştıktan sonra, merkezi bilgi işlem birimi bilgileri gerçek zamanlı olarak işledi.

Sistemi gerçek bir şantiyede uygulamadan önce, ekip hem laboratuvar hem de saha koşullarında test etti. Bu denemeler, sensörün dayanıklılığını, veri iletim kararlılığını test etmeyi ve bilgi işlem altyapısının gerçek zamanlı işlemeyi hatasız bir şekilde gerçekleştirebileceğini doğrulamayı sağladı.

Donanım doğrulandıktan sonra ekip, tahmine dayalı modeli geliştirmeye geçti. İş akışının bu kısmı dört aşamadan oluşuyordu, sensörlerden ham veri toplama, bilgileri ön işleme tabi tutma, derin öğrenme modellerini eğitime ve son olarak tüm sistemi çalışan bir inşaat ortamına yerleştirmek.

Sonuçlar ve tartışma

Sistem, sürekli sıcaklık verilerini kullanarak betonun erken basınç dayanımını doğru bir şekilde tahmin ederek güçlü bir performans gösterdi. Yapay zekâ modeli, yüksek bir regresyon katsayısı ($R^2 = 0,996$) elde ederek, tutarlı bir şekilde hassas tahminler sunabileceğini gösterdi.

Bu yeteneğin temelinde, gelen sıcaklık verilerini gerçek zamanlı olarak analiz etmek üzere eğitilmiş derin bir sinir ağı yatıyordu. Beton kürlenirken, gömülü sensörler sürekli bir veri akışı sağladı ve yapay zekâ modeli bu veriyi anında mukavemet değerlerini hesaplamak için kullandı. Bu durum, laboratuvar sonuçlarını bekleme ihtiyacını ortadan kaldırarak, malzeme performansı hakkında anında geri bildirim sağladı.

Doğruluğun ötesinde, sistem aynı zamanda uyarlanabilir olacak şekilde tasarlandı. Modüler yapısı, projeye göre ölçeklendirilmesine olanak tanır. Binalar veya yol betonları gibi daha küçük yapılar için daha az sensörlü minimal bir kurulum yeterli olabilir. Tünel veya yüksek yapılar gibi daha büyük ve daha karmaşık projeler için sistem, daha geniş bir sensör ağı ve daha gelişmiş analizler içerecek şekilde genişletilebilir.

Yapay zekâ modelinin kendisi de özelleştirilebilir. Yerel koşulları, benzersiz beton karışımlarını ve değişen çevresel faktörleri hesaba katmak için projeye özgü verilerle yeniden eğitilebilir. Bu, sistemin tek tip olmadığı anlamına gelir, farklı inşaat bağlamlarının taleplerini karşılayacak şekilde gelişebilir ve hem güvenilirliği hem de değeri artırabilir.

Sırada ne var?

Araştırmacılar, yapay zekâ ve gerçek zamanlı algılamayı birleştirerek, erken kürlenme sırasında beton dayanımını tahmin etmek için pratik bir yöntem geliştirdiler. Sistem yalnızca doğruluğu artırmakla kalmıyor, aynı zamanda inşaat iş akışlarını kolaylaştırabilecek ve belirsizliği azaltabilecek anında içgörüler de sunuyor.

İleriye baktığımızda, sistemi daha da geliştirmek için fırsatlar var. Özellikle karmaşık saha ortamlarında kablosuz iletişimin dayanıklılığını artırmak, kesintisiz veri akışının sağlanmasına yardımcı olacaktır. Düşük güçlü iletişim protokollerinin kullanılması da pil ömrünü uzatılması sistemi uzun vadede daha sürdürülebilir hâle getirebilir.

Enerji yönetimi de odaklanılan bir diğer konudur. Güneş panelleri, enerji toplama cihazları veya uzun ömürlü piller gibi doğru çözümlerle, sensörler zorlu veya uzak yerlerde bile çalışır durumda kalabilir.

Kaynak: www.azobuild.com/news.aspx?newsID=23796

Study: Real-time prediction of early concrete compressive strength using AI and hydration monitoring. Image Credit: Parilov/Shutterstock.com

Background

Reinforced concrete remains central to modern construction because of its strength, durability, and versatility. Among its performance measures, compressive strength is one of the most critical - it directly reflects how much load a structure can bear and how well it holds up over time.

Historically, this strength has been assessed through standardized lab tests. While effective, these methods require extensive sample preparation and curing, which can lead to project delays. They're also vulnerable to variability due to differences in materials, environmental conditions, or testing practices.

Because of these limitations, there's growing interest in smarter, more responsive approaches.

This is where recent advances in AI and sensor technology offer a promising solution. By integrating continuous data collection with predictive modeling, construction teams can improve accuracy, reduce wait times, and make faster decisions on-site.

In this study, the researchers present one such system, combining real-time monitoring and a custom AI model to predict concrete strength during the early stages of curing.

Öngörücü Bakımın Beton Transmikser Operasyonlarındaki Rolü



Veri ve teknolojiyi öngörücü bakım için kullanmak, beton operasyonları için paha biçilmez olabilir.

Öngörücü bakım, inşaat sektöründe filo yönetiminin görünümünü hızla dönüştürüyor. Özellikle çalışma süresi, güvenilirlik ve verimliliğin kritik öneme sahip olduğu beton sektöründe, öngörücü bir bakım stratejisi uygulamak önemli faydalar sağlayabilir. Öngörücü bakım, ekipman veya

6 Ways Predictive Maintenance Impacts Concrete Truck Ops

Leveraging data and technology for predictive maintenance can be invaluable for concrete operations.

Predictive maintenance is rapidly transforming the landscape of fleet management across the construction industry.

makinelerin ne zaman bakıma ihtiyaç duyacağını öngörmek için veri ve teknolojiden yararlanır. Bu yaklaşım, özellikle bir transmikser filosunun sıkışık programlarda kritik yükler taşıdığı, yoğun ve sürekli kullanımda olduğu beton operasyonları için değerlidir.

Öngörücü bakımın bir beton işletmesinin günlük operasyonlarını olumlu yönde etkileyerek operasyonel verimliliği, güvenliği, maliyet tasarrufunu ve müşteri memnuni-

yetini artırabileceği 6 yol aşağıda verilmiştir.

Gelişmiş operasyonel verimlilik

Öngörücü bakım, beton transmikserlerine takılı sensör ve telematik cihazlardan gelen verilere dayanır. Bu cihazlar, motor sıcaklığı, yağ basıncı, lastik basıncı ve diğer temel parametreler gibi ölçümleri izler. Filo yöneticileri, bunları gerçek zamanlı olarak izleyerek transmikserin operasyonel durumu hakkında bilgi edinir ve arızalara tepki vermek yerine proaktif bir şekilde bakım planlaması yapabilirler.

Beton operasyonlarında, duruşlar doğrudan gelir ve verimlilik kaybına yol açar. Beton transmikserlerinin betonu zamanında taşımak ve teslim etmek için belirli bir programa uyması gerekir. Diğer teslimat malzemelerinin aksine,

betonun optimum kaliteyi sağlamak için belirli bir zaman dilimi içinde kullanılması gerekir, bu nedenle herhangi bir arıza veya gecikme yük israfına neden olabilir. Öngörücü bakım, filo yöneticilerinin potansiyel sorunları kritik hâle gelmeden önce ele almalarına olanak tanıyarak plansız duruşları en aza indirir ve transmikserlerin ihtiyaç duyulduğunda çalışır durumda kalmasını ve betonun taze ve zamanında ulaşmasını sağlar.

Düşük bakım maliyetleri

Öngörücü bakımın önemli bir avantajı, maliyet tasarrufu potansiyelidir. Geleneksel olarak bakım, önleyici veya reaktiftir. Önleyici bakım, transmikserlerin belirli bir programa göre bakımını içerir, ancak çoğu zaman bir transmikserde bakım öncesinde bilinmeyen birden fazla sorun ortaya çıkar ve bu da uzun onarım sürelerine ve duruşlara yol açar. Reaktif bakım ise arıza sonrasında ortaya çıkan sorunları ele alır ve genellikle pahalı onarımlara ve verimlilik kaybına neden olur.

Öngörücü bakım, bir parçanın ne zaman arızalanabileceğini tahmin etmek için verileri kullanarak denge kurarken, aynı zamanda bu araçların ve teknisyenlerin içinde çalıştığı hızlı tempolu ortam nedeniyle genellikle gözden kaçan sorunları da ortaya çıkarır. Bu, parçaların yalnızca gerektiğinde değiş-

In the concrete industry specifically, where uptime, reliability, and efficiency are crucial, implementing a predictive maintenance strategy can provide substantial benefits. Predictive maintenance leverages data and technology to anticipate when equipment or machinery are in need of servicing. This approach is especially valuable for concrete operations, where a fleet of trucks is often under heavy and continuous use, carrying critical loads on tight schedules.

Here are six ways predictive maintenance can positively impact the daily operations of a concrete business, enhancing operational efficiency, safety, cost savings, and customer satisfaction.

Enhanced Operational Efficiency

Predictive maintenance relies on data from sensors and telematics devices installed on concrete trucks, which track metrics such as engine temperature, oil pressure, tire pressure, and other essential parameters. By monitoring these in real time, fleet managers gain insights into the truck's operational health, allowing them to schedule maintenance proactively instead of reacting to breakdowns.

tirilmesi, böylece erken aşınmanın önlenmesi ve bileşenlerin ömrünün uzatılması anlamına gelir. Zamanla, öngörücü bakım, büyük arızaları önleyerek, tekrarlanan atölye ziyaretlerinin sıklığını azaltarak ve onarımlarla ilişkili işçilik maliyetlerini optimize ederek genel bakım maliyetlerini düşürür.

Uzun ömür ve daha yüksek varlık kullanımı

Beton transmikserleri ve pompaları, her türlü işletme için önemli bir yatırımdır ve kullanım ömürlerini en üst düzeye çıkarmak, iyi bir yatırım getirisi sağlamak için kritik öneme sahiptir. Kestirimci bakım, motorlarda, şanzimanlarda ve diğer kritik bileşenlerde aşırı aşınma ve yıpranmayı önleyerek beton transmikserlerinin çalışma ömrünü uzatabilir. Transmikserler, gerçek kullanım ve gerçek

zamanlı koşullara göre yalnızca ihtiyaç duyulduğunda bakım gördüğünde, daha az arıza yaşar, daha az arızaya maruz kalır ve yolda daha uzun süre kalırlar.

Ayrıca, öngörücü bakım, filo ve inşaat yöneticilerinin tutarlı ve verimli bir transmikser rotasyonu sürdürmesini sağlayarak daha iyi varlık kullanımı sağlar. Daha fazla aracın çalışır durumda tutulması, operasyonların potansiyel arıza sürelerini karşılamak için ek bir transmikser havuzu bulundurmaktan zordur kalmadan talep dalgalanmalarını daha etkili bir şekilde karşılayabilmesini ve genel maliyetleri düşürmesini sağlar.

Artan müşteri memnuniyeti ve güvenilirlik

Güvenilirlik, her sektör için müşteri memnuniyetinin temel bir bileşenidir. İnşaat projeleri genellikle sıkı teslim tarihlerine tabidir ve gecikmiş bir beton teslimatı tüm projeyi geciktirecek maliyet artışlarına ve hayal kırıklığına neden olabilir. Arızaları en aza indirerek ve beton transmikserlerinin optimum durumda olmasını sağlayarak kestirimci bakım, teslimatların zamanında ve güvenilir olmasını sağlamaya yardımcı olur.

Öngörücü bakım aynı zamanda güven de yaratabilir. Bir şirketin filosunun bakımlı olduğunu ve kesinti yaşama olasılığının daha düşük olduğunu bilmek, müşterilere şirketin hizmetlerine güven verebilir. Şirketler güvenilirlik konusunda itibar

kazandıkça, tekrarlayan işlerden ve olumlu kulaktan kulağa tavsiyelerden faydalanarak pazar konumlarını daha da güçlendirebilir.

Optimize edilmiş envanter ve parça yönetimi

Öngörücü bakımın sıklıkla gözden kaçan faydalarından biri, envanter yönetimi üzerindeki etkisidir. Geleneksel olarak, şirketler beklenmedik arızalara hazırlıklı olmak için parça stoklayabilirler ancak, büyük bir parça stoku tutmak bütçeleri zorlayabilir ve atölye alanını işgal edebilir. Öte yandan öngörücü bakım, şirketlerin gerçek zamanlı verilere dayanarak belirli parça ihtiyaçlarını tahmin etmelerini sağlar.

Örneğin, belirli bir parti transmikseri dizel partikül filtresi değişimleriyle ilgili sorun eğilimleri gösteriyorsa, bir filo yöneticisi yedek parçaları önceden sipariş ederek tam ihtiyaç duyulduğunda hazır olmalarını sağlayabilir. Bu yaklaşım yalnızca envanter maliyetlerini optimize etmekle kalmaz, aynı zamanda kritik parçaların kolayca bulunabilmesini sağlayarak onarım süresini kısaltır.

Sürdürülebilirlik etkisi

Günümüz dünyasında, şirketlerin sürdürülebilir uygulamaları benimsemeleri giderek daha fazla beklenmektedir. Öngörücü bakım, gereksiz bakım faaliyetlerini azaltması yoluyla bu hedeflerle uyumludur. Bakımı iyi yapılmış bir transmikser daha verimli çalışır, daha az yakıt tüketir ve daha az kirletici madde yayar.

Daha az arıza yaşayan transmikserler ayrıca onarımlar sırasında daha az rölantide kalır, bu da çevresel ayak izlerini ve yakıt maliyetlerini daha da azaltır. Bir beton şirketi, bakımı optimize ederek sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunabilir, çevresel etkisini azaltabilir ve potansiyel olarak çevreye duyarlı müşterileri çekebilir.

Öngörücü bakım, özellikle beton transmikserlerinin yöneti-

Reduced Maintenance Costs

A significant advantage of predictive maintenance is its cost-saving potential. Traditionally, maintenance is either preventive or reactive. Preventive maintenance involves servicing trucks on a set schedule, but many times there are multiple issues occurring on a truck that are not known prior to servicing, leading to extended repair and downtimes. Reactive maintenance, on the other hand, addresses issues after a breakdown, often resulting in expensive repairs and lost productivity.

Predictive maintenance strikes a balance by using data to predict when a part is likely to fail, but also surfacing issues commonly overlooked due to the fast-paced environment these vehicles and technicians operate in. This means only replacing parts when necessary, thus avoiding premature wear and extending the lifespan of components. Over time, predictive maintenance reduces overall maintenance costs by preventing major breakdowns, lowering the frequency of repeat shop visits, and optimizing labor costs associated with repairs.

Extended Lifespan and Higher Asset Utilization
Concrete mixers and pumps represent a substantial investment for any operation, and maximizing their lifespan is critical for ensuring a good return on investment. Predictive maintenance can extend the operational life of concrete trucks by preventing excessive wear and tear on engines, transmissions, and other critical components. When trucks are maintained only as needed, based on actual usage and real-time conditions, they experience less downtime, endure fewer breakdowns, and remain on the road longer.

minde dönüştürücü faydalar sunar. Reaktif ve önleyici bakımdan öngörücü stratejilere geçiş yaparak, beton şirketleri daha yüksek operasyonel verimlilik, maliyet tasarrufu ve gelişmiş güvenlik elde edebilir. Bu yaklaşım, değerli varlıkların ömrünü uzatmanın yanı sıra zamanında ve güvenilir teslimatlar sağlayarak müşterileri memnuniyetini de artırır. Dahası, öngörücü bakım sürdürülebilirlik hedeflerini destekleyerek, genel bakım harcamalarını azaltmak isteyen şirketler için değerli bir varlık hâline gelir. Teknoloji gelişmeye devam ettikçe, öngörücü bakımın inşaat sektöründe filo yönetiminin önemli bir parçası hâline gelmesi ve beton işletmelerinin ve yüklenicilerin zorlu ve hızlı tempolu bir pazarda rekabet gücünü korumasına yardımcı olması muhtemeldir.

Öngörücü bakım uygulaması: somut operasyonlar için pratik adımlar

Öngörücü bakımın değeri açıktır; öngörücü bakım stratejilerini uygulamak zahmetsizdir.

Telematik sistemleri: Öngörücü bakım sistemleri, araçlara hâlihazırda takılı cihazlardan gelen mevcut telematik verilerini kullanır, herhangi bir donanım gerektirmez.

İş emri yönetim sistemleri: Öngörücü bakım sağlayıcıları, mevcut iş emri yönetim sisteminizle entegre olarak

operasyonel verimliliği artırır ve yeni stratejiyi filo genelinde sorunsuz bir şekilde uygular.

Filo yöneticilerine ve formenlere eğitim: Geleneksel bakımdan öngörücü bakıma geçiş, sunulan verilerin ne kadar açıklayıcı olması nedeniyle minimum eğitim gerektirir.

Verilere dayalı bakım protokolleri: Toplanan verilerden elde edilen bilgileri kullanarak yeni bakım programları ve protokolleri oluşturmak mümkündür.

Kaynak: www.forconstructionpros.com/concrete/equipment-products/technology-services/article/22928371/uptake-6-benefits-of-concrete-truck-predictive-maintenance

Dünyanın en yüksek 3D baskılı binası



Dünyanın en yüksek 3D baskılı binası olan 30 metrelik Tor Alva (Beyaz Kule), İsviçre'de benzersiz bir robotik inşaat tekniği kullanılarak tamamlandı. Nüfusun az olduğu dağ köyü Mulegns'te inşa edilen yapı, ETH Zürih araştırmacıları ve Origen Kültür Vakfı arasındaki bir iş birliği projesiydi.

Beyaz Kule, dört kat boyunca yükselen ve kule yukarı doğru uzadıkça incelen ve daha dallı hâle gelen 32 adet beyaz beton sütundan oluşuyor. Dallar, tepede kubbeli bir alan oluşturmak için bir ağaç gibi yelpaze gibi açılıyor.

Geleneksel beton kalıplar yerine, inşaat ekibi, endüstriyel bir robotun betonu herhangi bir destekleyici döküm kalıbı olmadan katman katman serbest formlu elemanlara uyguladığı bir eklemeli üretim sürecini tercih etti. Tasarım, dekoratif ve yapısal unsurları aynı anda üreten karmaşık algoritmalara dayanıyor.

World's tallest 3D-printed building completed using robot construction technique

The world's tallest 3D-printed building, the 30-metre Tor Alva (White Tower), has been completed in Switzerland using a unique robotic construction technique.

Built in the sparsely populated mountain village of Mulegns, the project was a collaboration between researchers at ETH Zurich and cultural foundation Origen.

Proje için özel bir beton türü geliştirildi. Bu tür hassas yapıları birbirine bağlayacak kadar yumuşak olmalı, sonraki katmanları destekleyecek kadar hızlı sertleşmeliydi. Beton basınçlı nozuldan çıkmadan hemen önce, karışıma iki katkı maddesi eklenerek kolonlarda damlacık benzeri bir desen elde edildi.

ETH araştırmacılarına göre, yapı benzersiz çünkü 3 boyutlu yazdırılmış elemanlar yalnızca bir kabuk görevi görmekle kalmıyor, aynı zamanda yük taşıyıcı görevi de görüyor. Şimdiye kadar, 3 boyutlu yazdırılmış betonu etkili bir şekilde güçlendirmek için uygun bir yöntem bulunmuyordu.

Bir robot betonu katmanlar hâlinde uygularken, ikincisi yeni yapıya her 20 cm'de bir halka şeklinde bir donatı yerleştirirdi. Halka şeklindeki bu yatay donatı, baskıdan sonra eklenen uzunlamasına donatılarla destekleniyor. Araştırmacılar ayrıca, 3 boyutlu yazdırılmış betonun yük taşıma kapasitesinin güvenilir bir şekilde hesaplanmasını sağlayan yeni bir test yöntemi de geliştirdiler. Bu yöntem, bu tür binaların gelecekte güvenli bir şekilde test edilebilmesi için temel bir gerekliliktir.

ETH Hönggerberg Kampüsündeki kolonların basımı beş ay sürdü. Bileşenler daha sonra Savognin'de monte edildi ve

bir araçla Mulegns'e teslim edildi. Açılış töreninde konuşan Origen'in kurucusu Giovanni Netzer, "Dijital tasarım, gelecekteki işçilik, kültürel hafıza ve sanatsal biçim arasındaki etkileşimden çok etkilendim. Beyaz Kule teknik bir zaferden çok daha fazlası, inşaat sektörüne ilham veriyor, sürdürülebilir turizmi teşvik ediyor ve yeni bir kültürel alan sunuyor. Aynı zamanda yok olmaya yüz tutmuş bir köye yeni bir şans veriyor. Bu olağanüstü." dedi.

Mimar Michael Hansmeyer ve ETH dijital yapı teknolojileri profesörü Benjamin Dillenburger tarafından tasarlanan

Kule, rehberli turlar için her gün açık olacak ve sahneli performanslara ev sahipliği yapacak. Kulenin, sökülüp başka bir yerde yeniden inşa edilmeden önce yaklaşık beş yıl boyunca Mulegns'te kalması planlanıyor.

Kaynak: eandt.theiet.org/2025/05/23/worlds-tallest-3d-printed-building-completed-using-robot-construction-technique

Soğuk hava betonu için farklı bir yöntem



Drexel Üniversitesi mühendisleri, soğuk havalarda yavaşça ısınmak üzere tasarlanmış bir beton karışımının, dış mekânlarda zararlı donma-çözülme döngülerini azaltabileceğini ve soğuk iklimler için daha uzun ömürlü zemin kaplama betonları sağlayabileceğini gösterdi. Mühendislik Fakültesinin Gelişmiş Altyapı Malzemeleri Laboratuvarı tarafından yürütülen çalışma, Philadelphia kışlarında laboratuvar dışında performansı doğrulamış ve ekibin kendi kendini ısıtan, buz çözücü betonunu geliştirdi.

Araştırmacılar, betona düşük sıcaklıkta faz değişim malzemesi eklemenin iki yolunu karşılaştırdılar. Bir karışımda, sıvı parafin hafif agregaların gözeneklerine çekiliyor, böylece her taş küçük bir ısı pili gibi davranıyor. Diğerinde ise parafin mikroskobik polimer kapsüllerin içine kapatılıyor ve betona karıştırılarak daha hızlı ve daha çabuk azalan bir ısı dalgası oluşturuluyor.

Laboratuvarın yöneten İnşaat, Mimarlık ve Çevre Mühendisliği Profesörü Dr. Amir Farnam, "Parafini gözenekli hafif agregaya yüklediğimizde, gözenekler mikro rezervuarlar gibi davranır. Bu gözenek sınırlaması, kılcal basınç fenomeni nedeniyle parafinin normal katılma noktasının birkaç derece altında sıvı hâlde kalmasını sağlar, böylece ısıyı bir anda de-

ğil, birkaç saat boyunca kademeli olarak salar. Bu daha geniş zaman aralığı, sıradan döşemelerde gördüğümüz donma-çözülme döngüsünü engeller." diyor.

Ekip, birkaç kış boyunca açık hava test döşemelerini izledi ve eş zamanlı olarak çevre odası deneyleri yürüttü. Gözenekli agregalı karışımı, soğuma dönemlerinde yüzeyini sürekli olarak donma noktasının birkaç derece üzerinde tuttu ve hafif kar yağışı oluşur oluşmaz eritmeye başladı. Mikro kapsül karışımı, geçiş sıcaklığına yakın daha kısa ve daha keskin bir yükseliş üretti.

Enstrümantasyon ve veri analizine öncülük eden doktora adayı ve ortak yazar Sharaniya Visvalingam, "Gerçek döşemelerde asla düzgün, tekrarlanabilir sıcaklık artışları görülmez. Alan verilerimizde, agregalı bazlı faz değişim malzemesi, düşen sıcaklıklarda daha erken tepki verdi ve yüzeyi saatlerce donma noktasının birkaç derece üzerinde tuttu. Bu tampon görevi görmesi, küçük çatlaklara neden olan ve suyun içeri girmesine yol açan donma-çözülme dalgalarını azaltır." diyor.

Drexel Engineers' Cold-Weather Concrete Delivers in Large-scale Outdoor Tests

Drexel University engineers have shown that a concrete mix designed to gently warm itself in cold weather can cut damaging freeze-thaw cycles outdoors, pointing to longer-lasting pavements for cold climates. Led by the College of Engineering's Advanced Infrastructure Materials Lab, the study validates performance outside the lab in Philadelphia winters and advances the team's self-heating, de-icing concrete.

The researchers compared two ways of adding low-temperature phase-change material to concrete. In one mix, liquid paraffin is drawn into the pores of lightweight aggregate so each stone acts like a small heat battery. In the other, paraffin is sealed inside microscopic polymer capsules and blended into concrete, creating a quicker heat pulse that tapers sooner.

Dayanıklılık sonuçları da aynı yöne işaret ediyor. Agregalı faz değişim malzemesi bulunan numuneler, suyu daha yavaş emdi, referans ve mikro kapsül karışımlarına göre daha düşük bir genel nem seviyesini korudu. Mekanik testler, agregalı karışımı için geleneksel betonla aynı düzeyde dayanıklılık gösterdi.

Ortak yazar Robin Deb, "Küçük kar ve soğuk hava dalgaları sırasında yeterince sıcak kalan kaldırımlar, buz oluşumunu azaltabilir, tuz ihtiyacını azaltabilir ve yolları ve kaldırımları kış boyunca daha iyi durumda tutabilir. Bu, daha güvenli seyahat ve daha az yıkıcı onarım anlamına gelir. Ek olarak, nemi betondan uzak tutmak, uzun vadede soğuk iklimde betonun dayanıklılığını artıracak ve betona daha uzun yıllar boyunca umut vadeden işlevsellikler kazandıracaktır." dedi.

Kaynak: drexel.edu/engineering/news-events/news/archive/2025/November/cold-weather-concrete-outdoor-tests/