Tamnak Journal Suan Sunandha Rajabhat University

Vol.1 No.1 (January – June) 2023

วารสารตำหนัก มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๑ (มกราคม – มิถุนายน) ๒๕๖๖

วัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติสำหรับสถาปัตยกรรม

Materials Biomimicry for Architecture

สมฤทัย แก้วอิ่ม

Somruthai Kaewim

วิทยาลัยสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

College of Architecture, Suan Sunandha Rajabhat University

บทคัดย่อ

บทความปริทัศน์ฉบับนี้เป็นการศึกษาวัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติสำหรับสถาปัตยกรรมที่มนุษย์นำมาใช้ โดยศึกษากระบวนการแนวคิดที่ใช้สร้างวัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติและแนวทางในการนำไปใช้ในงานสถาปัตยกรรม วัสดุเหล่านี้มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความยั่งยืนและประสิทธิภาพในการออกแบบสถาปัตยกรรม ธรรมชาติเป็นแหล่งความรู้ที่มีการพัฒนาเพื่ออยู่รอดให้เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ แนวคิด Biomimicry จึงเป็นแนวคิดในการดึงแรงบันดาลใจจากการออกแบบของธรรมชาติเพื่อสร้างนวัตกรรมประดิษฐ์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบและการแก้ปัญหา วัสดุนี้จึงมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมการก่อสร้างและมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพโดยรวม ทั้งความทนทาน ประสิทธิภาพด้านพลังงานและความยั่งยืนของอาคาร ด้วยความตระหนักที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม วัสดุก่อสร้างที่ยั่งยืนจึงมีความสำคัญอย่างมาก แนวทางการใช้วัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติ จะเป็นนวัตกรรมสำหรับความท้าทายด้านการออกแบบต่างๆ ด้วยการเรียนรู้จากการออกแบบของธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ สถาปนิก และวิศวกรสามารถสร้างวัสดุที่ปรับให้เหมาะสมสำหรับฟังก์ชันเฉพาะ เพื่อประสิทธิภาพที่ดีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น วัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการสร้างงานออกแบบที่ยั่งยืน มีประสิทธิภาพและสวยงามโดยเลียนแบบวิธีแก้ปัญหาของธรรมชาติ ด้วยการศึกษาและใช้หลักการของธรรมชาติ สถาปนิกสามารถพัฒนาวัสดุที่เป็นนวัตกรรมใหม่ซึ่งมีส่วนสร้างสภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้นโดยใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

คำสำคัญ: การเลียนแบบธรรมชาติ, ธรรมชาติ, วัสดุ, ยั่งยืน

Abstract

This Review Article explores the use of natural materials in architecture. It examines the conceptual procedure used to produce materials inspired by nature and how they might be employed in architecture. The sustainability of these materials is improved. And effectiveness in architectural design Nature is a source of knowledge that has been honed to survive in varied conditions. The idea of biomimicry is to use nature's patterns as inspiration for creative inventions that may be used for design and problem-solving. The performance of a project can be impacted by this substance, which is crucial to the construction sector. Each robustness constructing sustainably and using less energy environmental issues are becoming more widely known. In light of this, using sustainable building materials is crucial. For many design challenges, new material strategies influenced by nature will be effective. By taking a cue from the creation of nature Materials can be developed by scientists, engineers, and designers to perform particular tasks more effectively. a goal of efficiency that benefits both people and the environment.

Therefore, natural-inspired materials have the potential to produce sustainable designs. Imitating the solutions found in nature, they are both effective and elegant. Architects can create novel materials that support a constructed environment that is more environmentally sensitive by understanding and utilizing the principles of nature.

Keyword: Biomimicry, Nature, Materials, Sustainable

บทนำ

ชีวลอกเลียน หรือ นวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ (Biomimicry) คือการเลือกปัญหาในการออกแบบขึ้นมาอย่างหนึ่ง แล้วมองหาตัวอย่างจาก ระบบนิเวศที่สามารถตอบโจทย์ปัญหานั้นได้ โดยพยายามเลียนแบบการแก้ไข ปัญหานั้นๆ ด้วยสิ่งที่ได้เรียนรู้จากธรรมชาติ (Benyus, 1997)

Biomimicry Architecture เป็นแนวทางทางเทคนิคในการวิเคราะห์ การสังเกต และการนำแรงบันดาลใจจากธรรมชาติมาสร้างสรรค์การออกแบบอาคารที่ไม่เพียงแต่การจำลองรูปแบบตามธรรมชาติเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการทำความเข้าใจกฎเกณฑ์ที่ควบคุมรูปแบบเหล่านั้นด้วย (Radwan, 2016)

ศตวรรษที่ 21 ได้เห็นการสูญเสียพลังงานอย่างแพร่หลายเนื่องจากการออกแบบอาคารที่ไม่มีประสิทธิภาพ นอกเหนือจากการใช้พลังงานที่มากเกินไปในระหว่างขั้นตอนการปฏิบัติงาน ในขณะเดียวกัน ความก้าวหน้าล่าสุดในเทคนิคการประดิษฐ์ การสร้างภาพด้วยคอมพิวเตอร์ และเครื่องมือจำลองได้เปิดโอกาสใหม่ๆ ในการเลียนแบบธรรมชาติในสเกลสถาปัตยกรรมต่างๆด้วยเหตุนี้ จึงมีการเติบโตอย่างรวดเร็วในการกำหนดแนวทางการออกแบบที่เป็นนวัตกรรมและแนวทางแก้ไขปัญหาด้านพลังงาน Biomimicry จึงเป็นหนึ่งในแนวทางแบบสหสาขาวิชาชีพเพื่อการออกแบบที่ยั่งยืน มากกว่าการใช้ธรรมชาติเป็นแรงบันดาลใจสำหรับองค์ประกอบด้านสุนทรียะของรูปร่างอาคาร (Knippers, 2016)

Biomimicry ในการออกแบบอาคารสามารถช่วยให้เราสร้างวัสดุที่แข็งแรงขึ้น ประกอบเองได้ และซ่อมแซมตัวเองได้ เช่นเดียวกับใยแมงมุม Biomimicry ยังสนับสนุนให้เราใช้กระบวนการและแรงธรรมชาติสำหรับการทำงานขั้นพื้นฐานของอาคาร ช่วยให้อาคารผลิตทรัพยากรโดยการบูรณาการระบบธรรมชาติ (Benyus, 1998)

แนวทางการใช้วัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติ จะเป็นนวัตกรรมสำหรับความท้าทายด้านการออกแบบต่างๆ ด้วยการเรียนรู้จากการออกแบบของธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ สถาปนิก และวิศวกรสามารถสร้างวัสดุที่ปรับให้เหมาะสมสำหรับฟังก์ชันเฉพาะ เพื่อประสิทธิภาพที่ดีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยเลียนแบบวิธีแก้ปัญหาของธรรมชาติ ด้วยการศึกษาและใช้หลักการของธรรมชาติ สถาปนิกสามารถพัฒนาวัสดุที่เป็นนวัตกรรมใหม่ซึ่งมีส่วนสร้างสภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้นโดยใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อการศึกษาวัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติสำหรับนำมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม
2. เพื่อวิเคราะห์ รูปแบบปัญหาและคุณค่าของแรงบันดาลใจจากธรรมชาติสำหรับนำมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม

สมมติฐานของการศึกษา

วัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติสำหรับนำมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม เกิดจากการนำลักษณะทางกายภาพ กระบวนการและระบบของธรรมชาติโดยผ่านการศึกษาและทดทองที่มีคุณภาพ

ก่อให้เกิดผลงานการออกแบบวัสดุที่แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและคำนึงถึงระบบนิเวศน์และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ดีนำไปสู่สถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน

ขั้นตอนและวิธีการการศึกษา

1. ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลความเป็นมา แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง Biomimicry ในศาสตร์ต่างๆโดยมุ่งเน้นวัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติสำหรับนำมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม

2. วิเคราะห์ข้อมูลปัญหา เครื่องมือ รูปแบบ กระบวนแก้ไขและการออกแบบสถาปัตยกรรมที่ใช้วัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติ

3. อภิปรายและสรุปผลการศึกษาวัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติสำหรับงานสถาปัตยกรรม

ผลการศึกษา

Biomimicry ปรากฏตัวครั้งแรกในวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์ในปี 1962 ตั้งแต่นั้นมาการใช้งานก็เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในหมู่นักวิทยาศาสตร์ด้านวัสดุ ความสนใจของสถาปนิกและวิศวกรเกี่ยวกับการเลียนแบบทางชีวภาพเพิ่มขึ้นอย่างมาก Biomimicry เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และเลียนแบบธรรมชาติเพื่อแก้ปัญหาและความท้าทายในการออกแบบสถาปัตยกรรม มีจุดมุ่งหมายคือเพื่อทำความเข้าใจในรายละเอียดว่าธรรมชาติมีวิธีแก้ปัญหาใดบ้างเพื่อแก้ไขปัญหาที่เราเผชิญในการออกแบบวัสดุ

เมื่อพิจารณาถึงความสำคัญของวัสดุก่อสร้าง สิ่งสำคัญคือต้องให้ความสำคัญกับทางเลือกที่ยั่งยืน เช่น การใช้ทรัพยากรหมุนเวียน กระบวนการผลิตที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ และวัสดุที่ปล่อยคาร์บอนต่ำ ด้วยการเลือกวัสดุที่เหมาะสม เราสามารถสร้างอาคารที่ปลอดภัย ประหยัดพลังงาน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีความสวยงาม และเอื้อต่อความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ วัสดุเลียนแบบชีวภาพเป็นวัสดุที่ได้รับการออกแบบในลักษณะที่จำลองการทำงานและคุณลักษณะของวัสดุที่ผลิตขึ้นโดยสิ่งมีชีวิต และมีบทบาทสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมที่ยั่งยืน ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ ดังเหตุผลสำคัญบางประการความสำคัญ ได้แก่

1.ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การเลือกใช้วัสดุก่อสร้างสามารถส่งผลต่อการใช้พลังงานอย่างมาก วัสดุประหยัดพลังงาน เช่น ฉนวน หน้าต่างที่มีการแผ่รังสีต่ำ และหลังคาสะท้อนแสงสามารถลดความจำเป็นในการทำความร้อน ทำความเย็น และแสงประดิษฐ์ ด้วยการใช้วัสดุที่เพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อน อาคารสามารถบรรลุประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ดีขึ้น ลดการปล่อยคาร์บอน และลดต้นทุนการดำเนินงาน ตัวอย่างวัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติสำหรับนำมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม ได้แก่

1.1 ซีเมนต์เรืองแสง การศึกษาการเลียนแบบสิ่งมีชีวิตเรื่อง การเรืองแสงจากสิ่งมีชีวิตหรือการผลิตแสงโดยสิ่งมีชีวิต จากการศึกษาสายพันธุ์ต่างๆ ตั้งแต่สัตว์ทะเลลึก—รวมถึงปลาแบคทีเรียและแมงกระพรุน—ไปจนถึงหิ่งห้อย นักวิจัยกำลังตรวจสอบคุณสมบัติการเรืองแสงของสิ่งมีชีวิตเพื่อนำไป ใช้ประโยชน์ของมนุษย์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเม็กซิกัน โมเซ คาร์ลอส รูบิโอ อวาลอส ได้พัฒนา ซีเมนต์เรืองแสง(Light-generating cement) ที่มีความสามารถในการดูดซับแสงของดวง

อาทิตย์ในเวลากลางวัน และปล่อยรังสีพลังงานแสงออกมาในเวลากลางคืน แต่คอนกรีตนั้นเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติทึบแสง จึงได้ปรับเปลี่ยนโครงสร้างของคอนกรีตให้มีลักษณะเป็นช่องเล็กๆ ที่ถูกเรียกว่าคริสตัล ซึ่งจะทำหน้าที่ในการดูดรับแสงนั่นเอง

ซีเมนต์เรืองแสงถูกคิดค้นขึ้นมา โดยมีวัตถุประสงค์สูงสุดก็เพื่อนำมาใช้ในการก่อสร้างตึกต่างๆ ได้ในอนาคตเพื่อช่วยลดการใช้ไฟฟ้า เพราะหากทำได้ก็จะเป็นการดึงเอาแสงจากธรรมชาติมาใช้งาน และคาดว่าจะถูกนำไปปรับใช้ในการตกแต่ง หรือ งานก่อสร้างที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นในงานสถาปัตยกรรมต่างๆ เช่น การตกแต่งสระว่ายน้ำ ห้องน้ำ ห้องครัว ลานจอดรถ ฯลฯ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปต่อยอดเพื่อประโยชน์ทางด้านความปลอดภัยทางถนน สัญลักษณ์การจราจร ไปจนถึงภาคส่วนพลังงาน เช่น แท่นขุดเจาะน้ำมัน และสถานที่ที่ต้องการใช้แสงสว่าง หรือทำเครื่องหมายสัญลักษณ์ยามค่ำคืนในพื้นที่ซึ่งไฟฟ้าอาจจะเข้าไม่ถึง เนื่องจากซีเมนต์เรืองแสงไม่ต้องใช้ระบบไฟฟ้าโดยอาศัยเพียงการเติมพลังงานด้วยแสงจากธรรมชาติในตอนกลางวันเท่านั้น

1.2 ปีกผีเสื้อถึงเซลล์แสงอาทิตย์ Pachliopta aristolochiae หรือที่เรียกว่าผีเสื้อกุหลาบธรรมดา เป็นสายพันธุ์หนึ่งของผีเสื้อหางแฉก มีถิ่นกำเนิดในเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผีเสื้อมีปีกสีดำเด่นมีจุดสีขาวและสีแดง ปีกของมันปกคลุมไปด้วยเกล็ดที่ไม่เพียงแต่ปกป้องปีกเท่านั้น แต่ยังสามารถดูดซับแสงแดดและเปลี่ยนเป็นความร้อนได้อีกด้วย เกล็ดเหล่านี้ช่วยให้ผีเสื้อสามารถจับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ในช่วงมุมและความยาวคลื่นที่หลากหลาย เนื่องจากผีเสื้อเป็นสัตว์เลือดเย็น ปีกสีดำจึงช่วยให้ผีเสื้อรักษาอุณหภูมิร่างกายให้สูงได้ ผีเสื้อเหล่านี้จับแสงอาทิตย์ได้มีประสิทธิภาพมากจนกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ที่นำโดย Radwanul Siddique วิศวกรชีวภาพแห่งสถาบันเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย สังเกตปีกภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและสร้างแบบจำลอง 3 มิติของโครงสร้างนาโนของปีก ปีกถูกปกคลุมด้วยช่องว่างแบบสุ่มที่มีความกว้างน้อยกว่าหนึ่งไมโครเมตร กลุ่มพบว่านอกจากจะทำให้ปีกเบาลงแล้ว รูเหล่านี้ยังกระจายแสงแดดที่ตกกระทบทำให้ผีเสื้อสามารถดูดซับความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้มากขึ้น ซึ่งหมายความว่าสามารถดูดซับแสงแดดได้มากขึ้นตลอดทั้งวัน (Chen, 2017)

หากผลการวิจัยนี้สามารถปรับเปลี่ยนสู่เชิงพาณิชย์ได้ ก็จะสามารถปรับปรุงเทคโนโลยีฟิล์มบางได้อย่างมีคุณภาพ เนื่องจากเซลล์ฟิล์มบางที่มีราคาถูกกว่าและไม่มีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับเซลล์แสงอาทิตย์ทั่วไป แต่หากสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของเซลล์ฟิล์มบางโดยใช้ปีกผีเสื้อได้ จะส่งผลกระทบอย่างมากต่ออุตสาหกรรมพลังงานแสงอาทิตย์

2. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม วัสดุก่อสร้างมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก รวมถึงการสกัดวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง และการกำจัดเมื่อหมดอายุการใช้งาน วัสดุก่อสร้างที่ยั่งยืนมีเป้าหมายเพื่อลดผลกระทบเหล่านี้โดยพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ เช่น การสิ้นเปลืองทรัพยากร การปล่อยก๊าซเรือนกระจก การเกิดของเสีย และมลพิษ การใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสามารถช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และลดความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างวัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติสำหรับนำมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม ได้แก่

2.1 ไม้โปร่งแสง ในปี 2563 นักวิทยาศาสตร์ผู้คิดค้นวิธีการทำให้ไม้โปร่งแสงร่วมกับทีมจากมหาวิทยาลัยแมริแลนด์ กล่าวว่า ไม้โปร่งแสงมีความแข็งแรงและเบากว่ากระจกอย่าง

น้อย 5 เท่า อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพในการระบายความร้อนมากกว่า ลักษณะเฉพาะเหล่านี้ทำให้สามารถทดแทนหน้าต่างพลาสติกหรือกระจกได้อย่างน่าสนใจ ข้อดีคือ วัตถุดิบสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ต้นบัลซ่าเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยต้นไม้โตเต็มวัยในเวลาเพียง 5 ปี ต้นทุนการผลิตยังต่ำกว่าการผลิตแก้วมากไม้โปร่งแสงค่อนข้างยืดหยุ่นเนื่องจากมีเซลลูโลสตามธรรมชาติ เพื่อให้เกิดความโปร่งใส ไม้บัลซาจะถูกแช่ในสารละลายพิเศษ จากนั้นจึงเติมอีพอกซีเรซิ่นลงในโครงสร้าง ไม้ใสหรือกระจกไม้สามารถใช้แทนกระจกแบบเดิมหรือองค์ประกอบอื่นๆ ในโครงสร้างอาคารที่ต้องโปร่งใสแต่ต้องทนทาน เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และประหยัดพลังงานและสามารถย่อยสลายได้ง่ายไปในเวลาเดียวกัน

เดิมทีไม้โปร่งแสงที่กำลังอยู่ในขั้นตอนการวิจัยจากนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกตลอดสามทศวรรษที่ผ่านมานี้ ถูกสร้างสรรค์ขึ้นโดยมุ่งหวังที่จะใช้ประโยชน์ในแวดวงสถาปัตยกรรมและการก่อสร้างเพื่อเป็นวัสดุทางเลือกในการทดแทนแผ่นกระจก หรือพลาสติกใสเนื้อแข็ง ซึ่งแม้ในกระบวนการผลิตมันจะยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าการทำกระจก (เพราะกำลังอยู่ในขั้นของการคิดค้นวิธีการผลิตที่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า) แต่มันก็มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดีกว่าถึงห้าเท่า ขณะที่ไม้โปร่งแสงก็ยังใช้พลังงานในการผลิตน้อยกว่าพลาสติกใสเนื้อแข็งอีกด้วย

2.2 กระจกที่นกมองเห็นได้ ใยแมงมุมมีความเหนียวหนึบ แต่ก็ต้องแลกมากับคุณสมบัติบางอย่าง ซึ่งแมงมุมจะใช้ใยชนิดพิเศษทำให้รังของมันมีความทนทานขึ้นแต่ดันสะท้อนรังสีอัลตราไวโอเลต นกในฐานะนักล่า (และเหยื่อแมงมุมบางชนิด) จึงมีวิวัฒนาการให้สามารถมองเห็นใยแมงมุมที่ดักอยู่ผ่านการมองเห็นรังสีอัลตราไวโอเลตที่สะท้อนบนผืนใย เพื่อให้มันหลีกเลี่ยงการเข้าใกล้ใยแมงมุม การแข่งขันทางธรรมชาตินี้ อาจช่วยให้นักออกแบบสามารถช่วยชีวิตนกจากการบินชนหน้าต่างตึกสูงจนบาดเจ็บได้ (คุณก็อาจเคยเห็นเวลานกบินชนหน้าต่าง พวกมันเจ็บหนักทีเดียว) ทีมวิศวกรจากประเทศเยอรมัน พัฒนากระจกในชื่อ Ornilux โดยใช้หลักการเดียวกันกับใยแมงมุม คือฉาบพื้นผิวให้มีลักษณะสะท้อนรังสีอัลตราไวโอเลต เพื่อให้นกที่บินอยู่สามารถมองเห็นชัดเจนยิ่งขึ้น ลดความเสี่ยงเจ็บตัว

2.3 ตาข่ายดักจับน้ำมัน การหาวิธีวิศวกรรมวัสดุที่มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำได้ดีขึ้น นักวิทยาศาสตร์ได้หันไปหาธรรมชาติ (โดยเฉพาะ ใบบัว) เพื่อศึกษาการออกแบบอันชาญฉลาดของมัน ใบบัว เป็นที่รู้จักกันดีว่าไม่ชอบน้ำมาก Bhushan ใช้หลักการออกแบบ 2 ข้อเดียวกันกับที่เราได้เรียนรู้เมื่อศึกษาว่าทำไมใบบัวจึงมีคุณสมบัติทำความสะอาดตัวเองได้อย่างไม่น่าเชื่อ: ทำให้พื้นผิวหยาบเพื่อไม่ให้ "เปียกน้ำ" และเลือกวัสดุพื้นผิวตามประเภทของวัสดุที่คุณต้องการขับไล่ สำหรับใบบัวนั้นเราต้องการให้น้ำไหลออกจากใบเพื่อเอาสิ่งสกปรกติดมาด้วย สำหรับตาข่ายดักจับน้ำมันของ Bhushan เขาต้องการให้น้ำไหลผ่านในขณะที่ตาข่ายกักเก็บน้ำมันไว้ ดังนั้น แทนที่จะเคลือบผิวอวนของเขาด้วยท่อขี้ผึ้ง (ไม่มีขั้ว - ไล่น้ำ) เหมือนใบบัว ภูชานจึงเคลือบวัสดุที่มีขั้วไว้บนพื้นผิวเพื่อให้น้ำผ่านได้ แต่ห้ามไม่ให้น้ำมัน (ไม่มีขั้ว) ผ่านตาข่าย

3. คุณภาพอากาศภายในอาคารและสุขภาพ วัสดุก่อสร้างอาจส่งผลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคารและสุขภาพของผู้อยู่อาศัย วัสดุทั่วไปบางชนิด เช่น สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ที่พบในสี กาว และพรม สามารถปล่อยมลพิษที่เป็นอันตรายสู่อากาศ ซึ่งนำไปสู่ปัญหาสุขภาพ การเลือกวัสดุ VOC ต่ำหรือวัสดุธรรมชาติสามารถช่วยรักษาสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้มีสุขภาพ

ดีขึ้น และปรับปรุงความเป็นอยู่ที่ดีของผู้อยู่อาศัย ตัวอย่างวัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติสำหรับนำมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม ได้แก่

3.1 ฉลามกับผนังป้องกันแบคทีเรีย ฉลาม สัตว์นักล่าผู้อยู่สูงที่สุดบนห่วงโซ่อาหารในท้องทะเลผู้กุมเคล็ดลับผิวเรียบเนียนไร้รอยด่างดวง แตกต่างจากสัตว์ทะเลชนิดอื่นๆ ที่มักเผชิญกับการเกาะแกะของสารพัดแบคทีเรีย สาหร่าย หรือสัตว์ตัวจิ๋วอื่นๆ นักวิทยาศาสตร์ไขความลับของฉลามโดยใช้กล้องจุลทรรศน์โดยพบว่าผิวของฉลามประกอบด้วยรูปแบบจำเพาะขนาดเล็กจิ๋วซึ่งป้องกันไม่ให้สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมาสร้างอาณานิคมและเติบโตเริงร่าอยู่บนผิวของมัน

ข้อค้นพบดังกล่าวเป็นแรงบันดาลใจสู่นวัตกรรมพื้นผิววัสดุ ชาร์คเล็ต (Sharklet) โดย ดร. แอนโธนี เบรนแนน (Dr. Anthony Brennan) แห่งมหาวิทยาลัยฟลอริดา สหรัฐอเมริกา ซึ่งมีการทดสอบพบว่าผนังที่ใช้เทคโนโลยีดังกล่าวจะช่วยลดการติดเชื้อและแพร่กระจายของแบคทีเรีย โดยเฉพาะแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะ หรือซุปเปอร์บั๊ก (Superbug) ผนังฉลามไม่ใช่ทางเลือกเดียวในการป้องกันแบคทีเรีย มีการศึกษาพบว่าผนังที่ใช้ทองแดงเป็นส่วนประกอบก็สามารถลดโอกาสผู้ติดเชื้อแบคทีเรียได้เช่นกัน อย่างไรก็ดี จุดเด่นของผนังฉลามคือการเปลี่ยนแปลงเพียงผิวสัมผัสของผนังเท่านั้นโดยยังคงใช้วัสดุเช่นเดิมทำให้ต้นทุนไม่เพิ่มสูงขึ้นมากนัก

3.2 ม่านเมืองดิจิทัลชีวภาพ ผลิตผลของ สถาปนิก ecoLogicStudio Marco Poletto และ Claudia Pasquero ม่านเมืองดิจิทัลชีวภาพ (Photo.Synth.Etica) อย่างเป็นทางการโดยส่วนหน้าอาคารแต่ละส่วนทำหน้าที่เป็นเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพด้วยแสง ซึ่งเป็นภาชนะพลาสติกชีวภาพที่ช่วยให้การเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กสามารถ 'ป้อน' แสงแดด และปล่อยออกซิเจนเป็นผลพลอยได้ไซยาโนแบคทีเรียหรือสาหร่ายขนาดเล็กที่สังเคราะห์แสงได้ Poletto อธิบาย มันเป็นหนึ่งในสิ่งมีชีวิตที่เก่าแก่ที่สุดในโลกที่มีอายุก่อนไดโนเสาร์ด้วยซ้ำ สาหร่ายมีการพัฒนาเพื่อความฉลาดทางชีวภาพที่โดดเด่นซึ่งทำให้พวกมันมีความยืดหยุ่นอย่างเหลือเชื่อและมีประสิทธิภาพมากในฐานะเครื่องจักรสังเคราะห์แสง สาหร่ายจึงเติบโตในที่ที่สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ไม่สามารถทำได้ในเมือง เราสามารถพบพวกมันได้ตามแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนและแหล่งมลพิษ

ม่านจะทำงานเมื่ออากาศเสียเข้าสู่ด้านล่างของส่วนหน้าอาคารและลอยขึ้นเป็นฟองผ่านน้ำในแผง อากาศนี้สัมผัสกับจุลินทรีย์ในสาหร่าย ซึ่งจะดูดซับและกักเก็บ CO 2และมลพิษทางอากาศไว้ภายใน ผลพลอยได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงเช่นเคยคือออกซิเจนซึ่งถูกปล่อยออกมาที่ด้านบนสุดของอาคารแต่ละหลังออกสู่ชั้นบรรยากาศผ่านกระบวนการนี้ จุลินทรีย์จะกลายเป็นมวลชีวภาพในภายหลัง จากนั้นสามารถเก็บเกี่ยวและขายเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

4. ความสามารถในการปรับตัวและการป้องกันในอนาคต: อาคารที่มีวัสดุที่สามารถปรับเปลี่ยนได้และรองรับอนาคตสามารถรองรับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา วัสดุที่มีความยืดหยุ่นทำให้สามารถดัดแปลง ต่อเติม หรือเปลี่ยนพื้นที่ได้โดยไม่ต้องรื้อถอนหรือสร้างขยะมากเกินไป ความสามารถในการปรับตัวนี้ส่งเสริมความยั่งยืนโดยยืดอายุการใช้งานของอาคารและลดความจำเป็นในการก่อสร้างใหม่ ตัวอย่างวัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติสำหรับนำมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม ได้แก่

4.1 Self-Healing Concrete คอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีการใช้งานก่อสร้างอย่างแพร่หลายและยาวนานนับพันปี แต่ข้อเสียของคอนกรีตคือมักจะมีรอยแตกร้าวเกิดขึ้นได้เสมอ ที่

ไม่ว่าจะระมัดระวังในการผสมเนื้อคอนกรีตขนาดไหน ก็อาจจะเกิดปัญหารอยแตกด้วยปัจจัยอื่นๆ สภาพแวดล้อม สภาพอากาศ อุณหภูมิภายนอก ต้องใช้เหล็กเส้นข้าไปเสริมความแข็งแรง ป้องกันรอยแตกร้าวขยายใหญ่ขึ้นจนไปสร้างความเสียหายใหญ่ต่ออาคาร และอุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์ขึ้นมาใช้งานเป็นหนึ่งในหนึ่งในอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษมากอันดับต้นๆ ด้วยพลังงานเผาไหม้ถ่านหินโรงไฟฟ้า

แนวคิดนี้ก็ได้เริ่มต้นขึ้นอย่างจริงจังในปี 2015 คุณ Henk Jonkers จาก Delft University of Technology ได้คิดค้นนวัตกรรมใหม่ขึ้นมา ซึ่งก็คือ การซ่อมรอยแตกในคอนกรีตด้วยแบคทีเรีย หลักการก็คือนำแคปซูลที่ข้างในบรรจุแบคทีเรียตัวจำเพาะที่ต้องใช้พร้อมกับอาหารเลี้ยงแบคทีเรีย แล้วนำแคปซูลนี้ใส่เข้าไปในคอนกรีต แบคทีเรียจะเกิดปฏิกิริยาตอบสนองเมื่อโดนน้ำ คอนกรีตที่แตกจะถูกซ่อมด้วยหินปูนที่ได้จากปฏิกิริยาดังกล่าว โดยนักวิทยาศาสตร์ ได้ใช้หลักการสังเคราะห์แสงของแบคทีเรียในการซ่อมรอยแตกของคอนกรีต วัสดุตัวนี้เรียกว่า T ไบโอคอนกรีต ซึ่งมีส่วนผสมคือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน แบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ เจลาติน และทราย ซึ่ง T ไบโอคอนกรีตเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำ จะขยายตัวเติมเต็มรอยแตกร้าวได้เช่นเดียวกัน นักวิทยาศาตร์ทั้งสองได้ลองผสมแบคทีเรียผสมเข้าไปคอนกรีตและหลังจากนั้น 1 เดือนพวกเขาพบว่าสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียที่ยังคงมีชีวิตอยู่ได้ในคอนกรีต พวกเค้าจึงค้นคว้าลงไปมากขึ้นในการเสาะหาแบคทีเรียมีชีวิตอยู่ได้ในคอนกรีตที่มีความกระด้างอยู่ภายในสูง และมีความสามารถคงทนอยู่ได้นานหลายปี จนมาเจอกับ แบคทีเรีย Bacillus มารับตำแหน่งในการทำภารกิจนี้ แบคทีเรีย Bacillus มีการเจริญเติบโตและสร้างสปอร์ได้อย่างดีในสภาวะด่าง ทั้งยังมีค่าพลังความอึดระดับสูง มีชีวิตอยู่ได้โดยไม่ต้องการอาหารหรือน้ำนานกว่าสิบปี และเพื่อให้การซ่อมแซมคอนกรีตเกิดขึ้นได้เอง แบคทีเรีย Bacillus จำเป็นต้องใช้อาหารเพื่อผลิตหินปูนมาใช้เป็นวัสดุช่วยในการคืนสภาพให้กับคอนกรีต แต่เดิมที่แบคทีเรียกินน้ำตาลเป็นอาหารหลัก ก็จำเป็นต้องเปลี่ยนประเภทเป็นสารอาหารชนิดอื่น เพราะเมื่อน้ำตาลเข้าผสมเข้ากับเนื้อคอนกรีต จะทำให้เนื้อคอนกรีตอ่อนนุ่มลง เปราะ แตกหักได้ง่ายขึ้น แหล่งพลังงานอาหารแบบใหม่สำหรับแบคทีเรียจึงมาตกลงที่ Calcium Lactate (ส่วนประกอบของนม) ด้วยการจับแบคทีเรีย Bacillus และ Calcium Lactate ทั้งคู่เข้าไปไว้ในแคปซูลพลาสติกที่ย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ กระบวนการเริ่มต้นด้วยการผสมแคปซูลเข้ากับคอนกรีตผสมเปียก แล้วนำไปก่อสร้างอาคารได้ตามปกติ การรักษาซ่อมแซมตัวเองจะเกิดขึ้นเมื่อคอนกรีตมีรอยแตกร้าว เราจะใช้น้ำผ่านแทรกซึมเข้าไปสลายแคปซูลออกให้สารภายในแตกตัว แล้วแบคทีเรียที่ยังมีชีวิตอยู่ก็จะเริ่มทำงานขยายพันธุ์ออกเป็นจำนวนมาก เพื่อทำหน้าที่ในการซ่อมแซมรอยแตกร้าวของคอนกรีตได้ราวกับเป็นสิ่งมีชีวิตที่สมานแผลตัวเอง

5. ความยืดหยุ่นและการบรรเทาภัยพิบัติ: วัสดุก่อสร้างสามารถช่วยให้โครงสร้างมีความยืดหยุ่นต่อภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น พายุเฮอริเคน น้ำท่วม หรือแผ่นดินไหว ด้วยการใช้วัสดุที่มีความทนทานต่อแรงกระแทก ทนไฟ หรือทนน้ำท่วมได้สูงขึ้น อาคารจะสามารถทนต่อเหตุการณ์ดังกล่าวได้ดีขึ้นและลดความเสียหายให้เหลือน้อยที่สุด ทำให้มั่นใจได้ถึงความปลอดภัยของผู้อยู่อาศัย และลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างใหม่ ตัวอย่างวัสดุที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติสำหรับนำมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม ได้แก่

5.1 กระดูกคืออาคาร ปัญหาแผ่นดินไหวทั่วโลกได้แสดงให้เห็นว่าอาคารและโครงสร้างในปัจจุบันของเราขาดประสิทธิภาพเพียงใดในการต้านทานผลกระทบมหาศาล วิธีการ วัสดุ และเทคนิคในปัจจุบันนั้นไม่ปลอดภัย และโครงสร้างใหม่จะต้องได้รับการปรับให้ทนต่อเหตุการณ์แผ่นดินไหวในอนาคต ทีมนักวิจัยจาก Cornell University, Purdue University และ Case Western Reserve University พบว่าเมื่อพวกเขาเลียนแบบลำแสงนี้และทำให้มันหนาขึ้นประมาณ 30% วัสดุเทียมจะมีอายุยืนยาวขึ้นถึง 100 เท่า กระดูกได้รับความทนทานจากโครงสร้างที่เป็นรูพรุนที่เรียกว่า trabeculae ซึ่งเป็นเครือข่ายของเสาที่เชื่อมต่อระหว่างกันและคล้ายเหล็กเส้นแนวนอนที่ทำหน้าที่เป็นเสาและคาน ยิ่งไขกระดูกหนาแน่นเท่าไหร่ กระดูกก็จะยิ่งยืดหยุ่นมากขึ้นสำหรับกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน แต่โรคและอายุส่งผลต่อความหนาแน่นนี้ วิศวกรออกแบบวัสดุที่มีโครงสร้างคล้ายแท่งและแผ่นในปริมาณเท่ากันกับ trabeculae ของมนุษย์ และจัดเรียงเป็นรูปแบบเป็นระยะ นำเสนอวิธีใหม่ในการเสริมความแข็งแกร่งให้กับโครงสร้างที่พิมพ์ 3 มิติน้ำหนักเบา การวิจัยเสนอการสร้างโครงสร้างคอนกรีตที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาตินี้มีความคล้ายคลึงกับกระดูกอินทรีย์อย่างมากและอาจทำให้โครงสร้างสามารถต้านทานแรงมหาศาลของแผ่นดินไหวได้

5.2 เยื่อเรืองแสง เหตุการณ์การเกิดอัคคีภัยส่วนใหญ่ จะมาจากความมืดในช่วงกลางคืน หรือภายในอาคาร เพราะไฟฟ้าในตึกถูกตัดการใช้งานอัตโนมัติ ทำให้ผู้ประสบภัยไม่สามารถมองเห็นทางข้างหน้าและข้างหลังได้ Jenny Sabin ศาสตราจารย์ด้านสถาปัตยกรรมได้ผลิตเยื่อเรืองแสงที่มีโครงสร้างเซลล์ซึ่งเลียนแบบพฤติกรรมเครือข่ายเซลลูลาร์ของเซลล์ธรรมชาติที่รวมตัวกันกลายเป็นเนื้อเยื่อ โครงการ eSkin ได้ความร่วมมือจากนักวิทยาศาสตร์ด้านวัสดุ Shu Yang ได้รวมสีโครงสร้างเพื่อเปลี่ยนความทึบแสงและสีของวัสดุในระดับการตอบสนองของความเข้มของแสงแดด ในกรณีที่เกิดไฟดับหรือมืดกะทันหันจากไฟฟ้าดับ ควันกระจายอย่างรวดเร็วจากไฟ วัสดุโฟโตลูมิเนสเซนต์จะปล่อยพลังงานที่เก็บไว้ออกมาและเรืองแสงด้วยแสงที่สว่างสม่ำเสมอ สถานการณ์ดังกล่าวด้วยป้ายโฟโตลัมในตำแหน่งหลายระดับ ทำให้มั่นใจได้ว่าจะผ่านได้อย่างปลอดภัยในกรณีที่เกิด 'ไฟดับ' หรือ 'ควันเต็ม' คุณสมบัติ “เรืองแสงในที่มืด” ช่วยบริการฉุกเฉินในการนำทางรอบอาคารที่เต็มไปด้วยควัน ช่วยให้พวกเขาต่อสู้กับไฟได้อย่างรวดเร็วและลดความรับผิดต่อความเสียหาย

5.3 ด้วงดำแห่งทะเลทรายสู่การเก็บเกี่ยวน้ำจากอากาศ น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญซึ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตต่อไปบนโลกของเรา การขาดแคลนน้ำกำลังส่งผลกระทบต่อหลายส่วนของโลกมากขึ้นเรื่อยๆ แรงบันดาลใจจาก Stenocara Beetle มันเติบโตในสภาวะที่เลวร้ายที่สุดในโลก และอาจถึงขั้นเริ่มต้นการเก็บเกี่ยวน้ำสะอาดยุคใหม่ Stenocara Beetle อาศัยอยู่ในพื้นที่แห้งแล้งมากในทะเลทรายนามิบในแอฟริกา แต่สามารถดูดน้ำจากอากาศได้ ด้วงมีรูปแบบของโหนดรอบหลังเพื่อให้สามารถเก็บความชื้นได้ จากนั้นหยดน้ำจะหลุดเข้าไปในปากของแมลงปีกแข็งได้

นักประดิษฐ์ชาวเกาหลีใต้ Pak Kitae จากมหาวิทยาลัย Seoul National University of Technology เขาพลิกแพลงเป็นอุปกรณ์กักเก็บน้ำค้างที่เรียบ Bank Bottle เป็นภาชนะที่มีรูปแบบแปลกตาสักหน่อย ทรงโดมที่ผิวมีความลื่นสูง ทำให้หยดน้ำไหลไปเก็บด้านในโดยไม่ระเหยออก เพียงวางทิ้งไว้ข้ามคืนก็เปลี่ยนเป็นแหล่งน้ำสำรองสำหรับใช้ดื่มได้ เหมาะสำหรับพื้นที่ทุรกันดาร

การอภิปรายผลการศึกษา

อนาคตของ Biomimicry ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก แต่มนุษย์กำลังเรียนรู้แก่นแท้และความสำคัญของธรรมชาติเพื่อความอยู่รอดของตัวเองอีกครั้ง การมองถึงธรรมชาติในฐานะที่ปรึกษา และการร่วมมือกับวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีต่างๆ จะช่วยให้เกิดความยั่งยืนให้กับสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้จากธรรมชาติ เป็นการหาแรงบันดาลใจ และแก้ปัญหาที่ต้องการแก้เพื่อให้การออกแบบมีประสิทธิภาพ

ธรรมชาติมีวิวัฒนาการมาเป็นเวลาหลายพันล้านปีเพื่อพัฒนาระบบที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน โดยการเลียนแบบการออกแบบของธรรมชาติ การเลียนแบบทางชีวภาพช่วยให้เราสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบที่ยั่งยืน ซึ่งลดการใช้ทรัพยากร การเกิดของเสีย และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด

ธรรมชาติเป็นแหล่งแรงบันดาลใจและแนวคิดมากมาย Biomimicry ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์โดยการสำรวจระบบทางชีววิทยาที่หลากหลายและการปรับตัวของสิ่งมีชีวติต มอบแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่ได้รับการขัดเกลาผ่านการคัดเลือกโดยธรรมชาตินับล้านปี ปลดล็อกความเป็นไปได้ใหม่ๆ สำหรับนวัตกรรมของมนุษย์

ธรรมชาติได้รับการปรับให้เหมาะสมอย่างครอบคลุมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุด การศึกษาและจำลองระบบเหล่านี้ การเลียนแบบทางชีวภาพช่วยให้เราสามารถสร้างผลิตภัณฑ์และกระบวนการที่มีประสิทธิภาพสูง ลดการใช้พลังงาน การใช้วัสดุ และต้นทุน

ธรรมชาติช่วยให้เราเรียนรู้จากความสามารถของธรรมชาติในการปรับตัวและเจริญเติบโตในสภาวะที่เปลี่ยนแปลง ด้วยการผสมผสานหลักการของความยืดหยุ่น ความยืดหยุ่น และความสามารถในการปรับตัวที่พบในระบบธรรมชาติ เราจึงสามารถออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาที่แข็งแกร่งและสามารถทนต่อความไม่แน่นอนและการหยุดชะงักได้มากขึ้น

ธรรมชาติได้พัฒนาวัสดุ โครงสร้าง และกระบวนการที่เข้ากันได้กับสิ่งมีชีวิต Biomimicry ส่งเสริมการใช้วัสดุที่ไม่เป็นพิษ ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และเข้ากันได้ทางชีวภาพ ลดผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ธรรมชาติหลายแห่งทำงานในลักษณะหมุนเวียนและหมุนเวียน ซึ่งของเสียจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งกลายเป็นทรัพยากรของอีกสิ่งหนึ่ง Biomimicry ส่งเสริมการพัฒนาระบบวงปิดที่เลียนแบบวัฏจักรธรรมชาติ ลดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด และส่งเสริมเศรษฐกิจที่ยั่งยืนและปฏิรูปมากขึ้น

ธรรมชาติมีวัสดุมากมายที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัว ด้วยการทำความเข้าใจโครงสร้างและองค์ประกอบของวัสดุธรรมชาติ เราสามารถพัฒนาวัสดุที่เป็นนวัตกรรมและยั่งยืนสำหรับการใช้งานที่หลากหลายวัสดุเลียนแบบชีวภาพอาจมีความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความสามารถในการรักษาตัวเอง หรือคุณลักษณะอื่นๆ ที่พึงประสงค์ที่ดีขึ้น

ดังนั้น การนำแนวคิด Biomimicry มาใช้ในการออกแบบ สถาปัตยกรรม ที่ไม่ได้นำเพียงเฉพาะลักษณะทางกายภาพอย่างรูปร่างและรูปทรงมาใช้มาใช้ แต่รวมถึงการศึกษา ถึงระบบการทำงานภายในของสิ่งมีชีวิตที่สามารถนำมาพัฒนาวัสดุก่อสร้างทางสถาปัตยกรรมจากธรรมชาติเพื่อการออกแบบที่หลากหลายอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น สิ่งสำคัญคือต้องทราบว่าอนาคตของการเลียนแบบทางชีวภาพไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะด้านการพัฒนาวัสดุเท่านั้น ในขณะที่ความเข้าใจของเรา

เกี่ยวกับธรรมชาติลึกซึ้งยิ่งขึ้นและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีรวดเร็วขึ้น เราสามารถคาดหวังได้ว่าการเลียนแบบทางชีวภาพจะพัฒนาต่อไปและมีส่วนร่วมที่มีความหมายต่อหลายภาคส่วน ส่งเสริมความสัมพันธ์ที่ยั่งยืนและกลมกลืนระหว่างนวัตกรรมของมนุษย์และโลกธรรมชาติ

บรรณานุกรม

Ahsen Soomro. Biomimetic Materials Architecture and 12 Examples of Biomimicry. Retrieved 16 November, 2022, from: https://www.environmentbuddy.com/health-and-lifestyle/biomimetic-materials-architecture-and-examples/

Ashley M. Torres. (2019). Bone-inspired microarchitectures achieve enhanced fatigue life. Retrieved 15 November, 2022, from: https://www.pnas.org/doi/full/10.1073 .com/science/biomimicry-9-ways-engineers-have-been-inspired-by-nature/pnas.1905814116

Burgess, D. (2020). thin-film solar cell. Encyclopedia Britannica. Retrieved 28 April 2020, from https://www.britannica.com/technology/thin-film-solar-cell

Christopher Isak.2021. What Is Biomimicry?. Retrieved 16 November, 2022, from: https://techacute.com/what-is-biomimicry/

Donovan Alexander. (2018). Biomimicry: 9 Engineering Innovations Inspired by Nature's Design. Retrieved 25 November, 2022, from: https://interestingengineering

Edwina Langley. (2019). Photo.Synth.Etica: The algae bio-curtains absorbing pollution from cities. Retrieved 27 November, 2022, from: https://www.standard.co.uk/futurelondon/cleanair/algae-biocurtains-removing-co2-photo-synth-etica-a4211416.html

Janine M. Benyus 1997. Biomimicry: Innovation Inspired By Nature. New York, Morrow.

Jeremy Jordan. (2016). The lotus leaf: how nature makes water-repellent materials. Retrieved 16 November, 2022, from: https://www.jeremyjordan.me/lotus-leaf-how-nature-makes-water-repellant-materials/

JOM - EKPANITH NAKNAKORN .2016. ธรรมชาติ-บันดาล-สถาปัตยกรรม ที่ Science Pyramid. Retrieved 1 November, 2022, from: https://dreamaction.co/biomimicry-architecture-science-pyramid-ben-niamthet-burkettdesign/

Rachael Rettner. (2014). Shark Skin-Like Surfaces May Ward Off Hospital Superbugs. Retrieved 20 November, 2022, from: https://www.livescience.com/47870-shark-skin-hospital-superbugs.html

Riya Ahuja. Biomimicry Architecture: A Unique Art of Mimicking. Retrieved 10 November, 2022, from: from https://thedesigngesture.com/biomimicry-architecture/

Thanet Ratanakul. (2018). The Golden Age of Biomimicry นวัตกรรมสุดล้ำจากการเลียนแบบธรรมชาติ. Retrieved 16 November, 2022, from: https://thematter.co/science-tech/the-golden-age-of-biomimicry/43888

Torpong Limlunjakorn . (2022). Biomimetics for Sustainable Architecture. Retrieved 12 November, 2022, from: https://dsignsomething.com/2022/02/21/biomimetics-for-sustainable-architecture/

ชาคริต นิลศาสตร์.2559. Biomimicry – ลอกเลียนเพื่อเปลี่ยนชีวิต.สืบค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2565, จากhttps://www.tcdcmaterial.com/th/article/technology-innovation/24534

สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิชย์. 2553. Biomimicry เทคโนโลยีเลียนแบบธรรมชาติ.สืบค้นเมื่อ 7 พฤศจิกายน 2565,จากhttps://www.youtube.com/watch?v=S2s4y_0t0Bg