



sead : stem

สวนบนดาดฟ้า

วิชา

วิศวกรรมศาสตร์

หัวข้อเรื่อง

การเปลี่ยนแปลงภูมิ
ความยั่งยืน
กระบวนการทางวิศวกรรม

คำค้น

ฉนวน การอนุรักษ์พลังงาน
ปรากฏการณ์เกาะความร้อน

เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG) ที่เชื่อมโยง



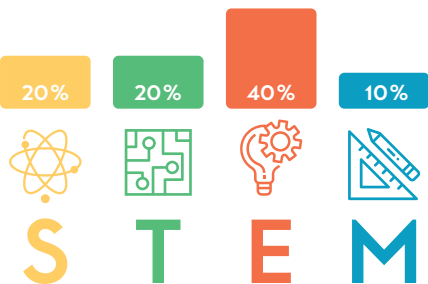
บทนำ

ลองจินตนาการถึงเวลาที่เรามองขึ้นไปยังดาดฟ้าของอาคารในเมืองและเห็นต้นไม้ที่มีชีวิตอยู่มากมายเหมือนภาพวาด ดาดฟ้าตามตึกทั่วโลกต่างก็เริ่มกลายเป็นพื้นที่สีเขียว โดยเฉพาะในเขตเมือง สวนบนดาดฟ้าเหล่านี้เป็นทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่กำลังได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ ดาดฟ้าสีเขียวที่มีชีวิตเหล่านี้มีประโยชน์มากมาย รวมไปถึงการเพิ่มพื้นที่สำหรับการเกษตร เพิ่มพื้นที่ที่สวยงามให้กับเมืองและเพิ่มอากาศบริสุทธิ์ ในกระบวนการสังเคราะห์แสง พืชจะดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากอากาศและปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมา เมื่อเวลาผ่านไปหนึ่งปี พื้นที่ขนาด 1.5 ไร่ 1.5 ตารางเมตรที่ปลูกหญ้าไว้บนดาดฟ้าก็สามารถช่วยสร้างออกซิเจนได้มากเพียงพอที่จะเก็บไว้ให้มนุษย์หนึ่งคนหายใจได้ถึงหนึ่งปีเลยทีเดียว

อีกหนึ่งคุณประโยชน์ของสวนบนดาดฟ้าก็คือการมันสามารถดูดความร้อนและเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารได้ดียิ่งกว่าน้ำมันดินและการโรยกรวดบนดาดฟ้าแบบที่เคยใช้กันมา เนื่องจากว่าดาดฟ้าต้องปะทะกับแสงอาทิตย์โดยตรงเป็นเวลาหลายชั่วโมง อุณหภูมิของดาดฟ้าแบบเก่ามีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิจริงในอากาศ จากนั้นมันก็จะแผ่รังสีความร้อนกลับไปยังสิ่งแวดล้อมโดยรอบด้วย หากคุณอาศัยอยู่ในเมืองใหญ่หรือเคยได้ไปห้างสรรพสินค้าที่มีอาคารคอนกรีตมากมายในช่วงฤดูร้อน ก็จะพบว่าอุณหภูมิระหว่างบริเวณนั้นกับบริเวณนอกเมืองหรือชนบทมีความแตกต่างกันอย่างมาก นั่นเป็นเพราะเมื่อความร้อนถูกแผ่จากดาดฟ้ากลับไปยังสิ่งแวดล้อมโดยรอบ บริเวณที่มีอาคารอยู่จำนวนมากอย่างเช่นในเมือง จะสามารถมีอุณหภูมิสูงขึ้นในอากาศได้มากถึง 5-7 (C°) เลยทีเดียว ปรากฏการณ์นี้เราเรียกมันว่า ปรากฏการณ์เกาะความร้อน (urban heat island effect)

อย่างไรก็ตาม สวนบนดาดฟ้านั้นอาจมีส่วนช่วยลดผลกระทบจากปรากฏการณ์ดังกล่าวได้ มันช่วยลดอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดบนดาดฟ้าลงได้ แต่นั่นจะหมายความว่ามันสามารถช่วยลดอุณหภูมิภายในห้องที่อยู่ในตัวอาคารได้หรือไม่ สวนบนดาดฟ้าจะช่วยประหยัดพลังงานและลดค่าไฟให้เราได้ด้วยการทำให้ภายในอาคารเย็นกว่าอากาศภายนอกในวันที่อากาศร้อนได้หรือไม่ นักเรียนจะได้หาคำตอบเหล่านี้กันในโครงการนี้ โดยการสร้างโมเดลบ้านสองหลัง หลังหนึ่งมีสวนบนดาดฟ้าและอีกหลังหนึ่งไม่มี จากนั้นให้นักเรียนเปรียบเทียบว่าภายในบ้านนั้นมีความร้อนเพียงใดระหว่างวันและเย็นลงอย่างไรเมื่อพระอาทิตย์ตกดิน

แผนผังเนื้อหา STEM



ระยะเวลาทำกิจกรรม

4-5 คาบ



สวนบนดาดฟ้า

วิชา

วิศวกรรมศาสตร์

หัวข้อเรื่อง

การเปลี่ยนแปลงภูมิ ความยั่งยืน
กระบวนการทางวิศวกรรม

คำค้น

ฉนวน การอนุรักษ์พลังงาน
ปรากฏการณ์เกาะความร้อน

วัตถุประสงค์หลัก

1 เพื่อให้นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ว่าสวนบนดาดฟ้าช่วยทำให้อาคารมีความเย็นขึ้นหรือไม่

วัสดุอุปกรณ์

- 1 กระโถนตัดกิ่งหรือกระโถนที่แข็งแรงมาก
- 2 ก่อสรองเท้าหรือกล่องเก็บรูปภาชนะขนาดเล็ก (2 กล่อง) ที่มีขนาด สีและรูปทรงเหมือนกัน หรืออาจใช้กล่องนมขนาดครึ่งแกลลอนที่ล้างสะอาดแล้วก็ได้
- 3 กระจกใส่น้ำมันดิน (หรือฉนวนหุ้มผนังกันความร้อน) ซื้อได้ที่ร้านขายอุปกรณ์ก่อสร้าง (สำหรับใช้หุ้มกล่องฝาก่อสรองเท้า)
- 4 เทปกาวสองหน้าอย่างหนา อาทิ เทปกาวติดพรมหรือเทปกาวโฟม (1 ม้วน)
- 5 แผ่นหญ้า ซื้อได้ที่ร้านต้นไม้หรือร้านขายอุปกรณ์จัดสวน (สำหรับใช้หุ้มฝาก่อสรองเท้าหนึ่งกล่อง)
- 6 มีดคัตเตอร์
- 7 เทอร์โมมิเตอร์ (3 อัน) เช่น เทอร์โมมิเตอร์แบบรุ่ม คำแนะนำ: เทอร์โมมิเตอร์จะต้องใช้งานทั้งในและนอกอาคารได้ ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงการใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทที่อาจเป็นอันตรายได้หากแตกแตก ควรใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบแอลกอฮอล์สีแดงแทน
- 1 ทางเลือก: เพื่อความสะดวกยิ่งขึ้น อาจเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์ดิจิทัลแบบจัมป์สวิตช์ได้ ซึ่งมีขายตามร้านเครื่องครัว สำหรับใช้วัดอุณหภูมิในกล่องที่เราจำลองเป็นบ้านเพื่อหลีกเลี่ยงการเปิดปิดฝากล่อง หากเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้จะต้องใช้เทอร์โมมิเตอร์ดิจิทัลแบบจัมป์สวิตช์ 2 อันและเทอร์โมมิเตอร์แบบแอลกอฮอล์สีแดง 1 อัน
- 8 นาฬิกาหรืออุปกรณ์จับเวลา
- 9 สมุดจดบันทึกการทดลอง
- 10 โคมไฟร้อน ซื้อได้ที่ร้านขายอุปกรณ์สัตว์เลี้ยงหรือร้านขายอุปกรณ์ก่อสร้าง คำแนะนำ: หากโคมไฟร้อนไม่ได้มาพร้อมหลอดไฟให้ความร้อน จะต้องซื้อหลอดไฟดวงกล่าวเพิ่มเติมด้วย ซึ่งมีขายที่ร้านขายอุปกรณ์ก่อสร้างเช่นกัน และควรเลือกหลอดไฟแบบที่มีลำแสงกว้าง ไม่ใช่หลอดที่ให้แสงสว่างเพียงจุดเดียว
- 11 กระจกกราฟสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล หรือสามารถใช้เว็บไซต์ช่วยสร้างกราฟ อาทิ Create a Graph เพื่อช่วยสร้างกราฟแบบออนไลน์และสั่งพิมพ์ออกมาได้

คำแนะนำด้านความปลอดภัย

- 1 ระมัดระวังเสมอเมื่อใช้งานมีดคัตเตอร์





สวนบนดาดฟ้า

วิชา

วิทยาศาสตร์

หัวข้อเรื่อง

การเปลี่ยนแปลงภูมิ
 ความยั่งยืน
 กระบวนการทางวิศวกรรม

คำค้น

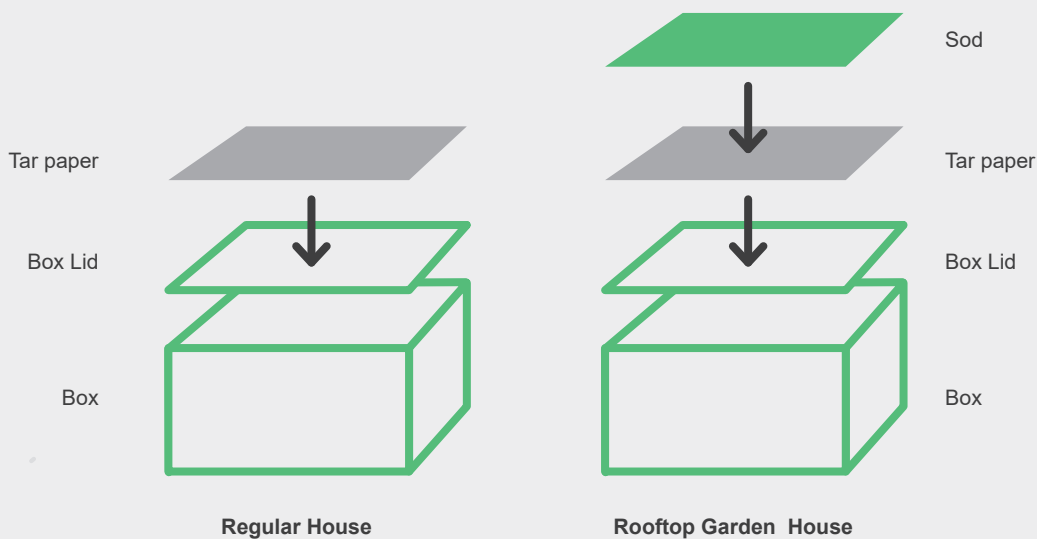
ฉนวน การอนุรักษ์พลังงาน
 ปรากฏการณ์เกาะความร้อน

กิจกรรม/ขั้นตอน

สร้างบ้านกล่อง

- 1 ใช้กรรไกรตัดกิ่งหรือกรรไกรที่มีความแข็งแรงตัดกระดาษน้ำมันดิน หรือแผ่นฉนวนหุ้มผนังให้ได้ขนาดเท่ากับฝาของกล่องรองเท้า
- 2 ใช้เทปกาวสองหน้าติดกระดาษฉนวนกันความร้อนดังกล่าวปิดกับฝาด้านบนของกล่องรองเท้าทั้งสองใบ เหมือนตัวอย่างในภาพที่ 2
- 3 จากนั้นนำฝากล่องใบหนึ่งไปวางทาบบนแผ่นหญ้า แล้วใช้มีดค่อยๆ ตัดส่วนที่เกินออกมาออกจนได้ขนาดพอดีกับฝากล่องรองเท้า
- 4 ตัดแผ่นหญ้าที่ตัดแล้วเข้ากับกล่องรองเท้าที่ติดกระดาษฉนวนกันความร้อนเอาไว้ ตามภาพตัวอย่าง
 - a) กล่องที่ติดกระดาษฉนวนกันความร้อนและแผ่นหญ้าใช้แทนอาคารที่มีสวนบนดาดฟ้า
 - b) กล่องที่ติดกระดาษฉนวนกันความร้อนอย่างเดียวใช้แทนอาคารแบบทั่วไป

Fig 1



สวนบนดาดฟ้า



วิชา

วิศวกรรมศาสตร์

หัวข้อเรื่อง

การเปลี่ยนแปลงภูมิ
กระบวนการทางวิศวกรรม

คำค้น

ฉนวน การอนุรักษ์พลังงาน
ปรากฏการณ์เกาะความร้อน

จากนั้น วัดอุณหภูมิภายในตัวกล่องทั้งสองใบ

- 5 นำเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองอันไว้ที่เดียวกัน (บนโต๊ะหรือเคาน์เตอร์ที่มีปริมาณแสงส่องและความร้อนเท่ากัน) เป็นเวลาประมาณ 15 นาที จากนั้นอ่านทั้งสองอันว่ามีอุณหภูมิตรงกันหรือไม่ ในการทดลองนี้ การที่เทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองอันอ่านค่าได้เท่าๆกัน ไม่มีความแตกต่างกันจนเกินไปนั้นมีความสำคัญมาก เพราะอาจส่งผลต่อการเปรียบเทียบข้อมูลได้ในเวลาต่อมา หากเทอร์โมมิเตอร์อันใดอันหนึ่งอ่านค่าได้ต่างจากอันอื่นมา ควรหาอันอื่นมาใช้แทน แต่หากมีความต่างเพียง 1-2 องศาเซลเซียสก็ยังสามารถใช้ได้
- 6 นำเทอร์โมมิเตอร์แต่ละอันไปใส่ไว้ในบ้านกล่อง
 - a เทอร์โมมิเตอร์จะช่วยให้เราสามารถบันทึกอุณหภูมิภายในบ้านกล่องได้
 - b หากใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบรุ่ม ให้วางส่วนที่ต้องรุ่มไว้ในกล่อง ปิดฝากล่องให้แน่นที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยให้ส่วนหน้าจอสําหรับอ่านค่ายื่นออกมาอยู่ด้านนอกกล่อง
- 7 นำกล่องทั้งสองใบไปวางไว้บนโต๊ะหรือเคาน์เตอร์ที่มีปริมาณแสงส่องและความร้อนเท่ากัน
- 8 นำเทอร์โมมิเตอร์อันที่สามไปวางไว้ระหว่างกล่องทั้งสองใบ เทอร์โมมิเตอร์ตัวที่สามนี้จะใช้เป็นตัววัดอุณหภูมิภายนอกและใช้แทนอุณหภูมิอากาศภายนอกบ้านกล่องทั้งสองใบ ซึ่งตัวที่สามนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นเทอร์โมมิเตอร์แบบรุ่มสำหรับการอ่านค่าภายนอก
- 9 วางเทอร์โมมิเตอร์และกล่องทั้งสองไว้บนโต๊ะโดยไม่ขยับหรือสัมผัสเป็นเวลา 30 นาที
- 10 ระหว่างที่รอให้สร้างตารางข้อมูลตามตัวอย่างตารางด้านล่างนี้ในสมุดบันทึกการทดลองของนักเรียน ซึ่งจะต้อง

ชื่อไฟล์	อุณหภูมิ เริ่มต้น (C°)	อุณหภูมิสูงสุด (C°)	อุณหภูมิ ที่ เย็นลง ระดับ 1 (C°)	อุณหภูมิ ที่ เย็นลง ระดับ 2 (C°)
ภายนอก				
ภายในบ้านสวนบนดาดฟ้า				
ภายในบ้าน				

- 11 หลังเวลาผ่านไป 30 นาที บันทึกอุณหภูมิลงตารางในสมุดของแต่ละคน นี่คือนอุณหภูมิเริ่มต้น
 - a เปิดฝากล่องทีละใบและอ่านค่าอุณหภูมิที่ปรากฏบนเทอร์โมมิเตอร์อย่างรวดเร็ว หากใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบรุ่มสำหรับในตัวบ้านกล่อง ก็จะสามารถอ่านค่าได้โดยไม่ต้องเปิดฝากล่อง
 - b อ่านค่าอุณหภูมิที่เทอร์โมมิเตอร์ภายนอกกล่อง
 - c บ้านกล่องทั้งสองใบมีค่าอุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากันหรือไม่ ค่าอุณหภูมิภายในแตกต่างจากอุณหภูมิภายนอกหรือไม่



สวนบนดาดฟ้า

วิชา

วิศวกรรมศาสตร์

หัวข้อเรื่อง

การเปลี่ยนแปลงภูมิ
ความยั่งยืน
กระบวนการทางวิศวกรรม

คำค้น

ฉนวน การอนุรักษ์พลังงาน
ปรากฏการณ์เกาะความร้อน

- 12 นำโคมไฟให้ความร้อนมาวางเหนือบ้านกล่องทั้งสองใบจัดที่วางกล่องและเทอร์โมมิเตอร์ภายนอกให้ทั้งหมดได้รับแสงและความร้อนจากโคมไฟต่างๆ กัน โคมไฟให้ความร้อนจะให้ความอบอุ่นและเลียนแบบกระบวนการที่เกิดขึ้นกับบ้านในวันที่มีแดดร้อน
- 13 หลังจากเปิดโคมไฟจนครบเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง บันทึกอุณหภูมิด้วยวิธีเดียวกันกับข้อ 7 ซึ่งจะเป็นอุณหภูมิถูกทำให้ร้อนขึ้นแล้ว
- หากใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบแอลกอฮอล์สีแดง อย่าลืมปิดฝากล่องกลับเข้าที่ให้เร็วที่สุดเพื่อให้อุณหภูมิภายในคงที่
 - อุณหภูมิภายในบ้านกล่องมีความต่างจากอุณหภูมิภายนอกอย่างไรบ้าง หลังจากที่มีสวนอยู่ด้านบนมีความร้อนเท่ากับบ้านที่ไม่มีหลังคาแบบทั่วไปหรือไม่
- 14 เมื่อบันทึกอุณหภูมิเรียบร้อยแล้ว ปิดโคมไฟ เพื่อเลียนแบบเวลาที่พระอาทิตย์ตกดิน
- 15 บันทึกอุณหภูมิเมื่อกล่องเย็นลงแล้ว
- หลังจากเวลาผ่านไป 15 นาที บันทึกอุณหภูมิด้วยวิธีเดียวกันกับข้อ 7 ซึ่งจะเป็นอุณหภูมิครั้งแรกหลังจากบ้านเย็นลง
 - จากนั้นรอให้ผ่านไปอีก 15 นาทีและบันทึกอุณหภูมิครั้งที่สอง ซึ่งจะเป็นอุณหภูมิครั้งที่สองหลังจากบ้านเย็นลง
 - บ้านมีอุณหภูมิเย็นลงเร็วเพียงใด บ้านที่ไม่มีหลังคาอยู่บนด้านบนเย็นลงในระยะเวลาเท่ากับบ้านที่ไม่มีหลังคาแบบทั่วไปหรือไม่

- 16 ก่อนทำการสรุปผลจากข้อมูล นักวิทยาศาสตร์มักจะตรวจสอบให้แน่ใจว่าการทดลองนั้นๆ สามารถทำซ้ำได้หรือไม่ ให้ลองทำซ้ำขั้นตอนในข้อ 1-11 อีกสามรอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

- 17 สร้างกราฟเชิงเส้นสำหรับการทดลองแต่ละรอบที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตั้งแต่เริ่มต้น มีการให้ความร้อนและเย็นตัวของบ้านกล่องแต่ละใบ
- ใส่ค่าอุณหภูมิที่แกน y-axis (แกนแนวตั้ง) ส่วนที่แกน x (แกนแนวนอน) ให้ใส่ช่วงของการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ เริ่มต้น มีการให้ความร้อน และเย็นตัวลง
 - เมื่อสำเร็จจะได้กราฟสามกราฟ แต่ละกราฟจะมีเส้นสามเส้น (สำหรับบ้านกล่องแต่ละใบและที่วัดภายนอกกล่อง) ซึ่งจะมีข้อมูลจากสี่จุดข้อมูล (การอ่านอุณหภูมิ)
 - นักเรียนสามารถสร้างกราฟด้วยตัวเองในสมุดหรือใช้เว็บไซต์ช่วยสร้างกราฟ อาทิ เว็บไซต์ "Create a Graph" สร้างในคอมพิวเตอร์ จากนั้นจึงสัพิมพ์ออกมา
- 18 กราฟที่ได้ทำให้เราสังเกตเห็นอะไรบ้าง นักเรียนสังเกตเห็นได้หรือไม่ว่ารูปแบบของกราฟในการทำการทดลองซ้ำแต่ละครั้งมีความสอดคล้องกัน ส่วนที่อยู่ด้านบนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของบ้านที่มีความร้อนสูงขึ้นและเย็นตัวลงหรือไม่ นักเรียนมีส่วนอยู่บนดาดฟ้าที่บ้านหรือไม่ ถ้ามี มันช่วยถ่ายเทพลังงานได้หรือไม่

ผู้แต่ง/ที่มา

Sandra Slutz, PhD

„Rooftop Gardens: Are They a Cool Idea?“ Science Buddies, 12 Jan. 2020

https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/EnvEng_p026/environmental-engineering/rooftop-garden-cooling