เครื่องมือช่วยเทียบแปลงสี ระหว่างโมเดลสีระบบดิจิตอล (อาร์จีบี) กับโมเดลสีระบบมาตรฐานสำหรับสีเคลือบผิวอาคาร (เอ็นซีเอส)

ภมรเทพ อมรวนิชย์กิจ

ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

pamonthep@yahoo.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีเครื่องมือทางดิจิตอลหลายอย่าง นำมาใช้ช่วยสร้างภาพลงสีโดยคอมพิวเตอร์ของงานสถาปัตยกรรมได้ แต่ว่ารูปแบบการกำหนดค่าสี ในโมเดลสีระบบดิจิตอลแตกต่างกับรูปแบบการกำหนดค่าสีในโมเดลสีระบบมาตรฐานสำหรับสีเคลือบผิวอาคาร ซึ่งการเทียบสีด้วยสายตาจากภาพที่ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์มาเป็นสีที่จะใช้ในอาคารจริง ทำได้ยาก จึงมีคำถามว่า มีความจำเป็นต้องเทียบแปลงหาสีเดียวกันที่ต้องการไปมาระหว่างทั้ง 2 ระบบนี้หรือไม่ ถ้าจำเป็น มีเครื่องมือใดช่วยเทียบแปลงได้ ใช้หลักการใดในการเทียบแปลง ผลที่ได้นั้น ถูกต้อง หรือผิดเพี้ยนแค่ไหน สรุปแล้วนำไปใช้งานจริงได้หรือไม่ จึงเป็นที่มาของการค้นคว้าศึกษานี้ จนสุดท้ายได้ข้อค้นพบว่า โครงการปรับปรุงโครงการหนึ่งมีเหตุผลที่ต้องเทียบแปลงระบบสี น่าจะใช้เป็นตัวอย่างได้ และพบเครื่องมือสำหรับเทียบแปลงเป็นโปรแกรมประยุกต์บนเว็บไซต์ โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ผลการทดลองใช้งานทุกโปรแกรมที่พบคือ มีความผิดเพี้ยนที่ยอมรับได้ นำไปใช้งานได้จริง และได้ข้อค้นพบเพิ่มอีกว่า ทุกโปรแกรมมีส่วนที่สนับสนุนใช้งานอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์อีก

คำสำคัญ: โมเดลสีระบบอาร์จีบี โมเดลสีระบบสีเอ็นซีเอส การเทียบแปลงระบบสี เครื่องมือจับคู่สีในระบบดิจิตอล

Color Conversion tools Between Digital Color System (RGB) and Standard System for Color Coating of Building (NCS)

Phamornthep Amornvanichkij
Department of Architecture Faculty of Architecture, Chulalongkorn University
pamonthep@yahoo.com

ABSTRACT

Many digital tools are used on the tasks relating to colors in architecture such as 3D architectural rendering. However, the notation of color model in digital system is different from the notation of color model in standard system for color coating of building. From these facts arose an initial research question: is it necessary to convert the same color as desired between these two color models? If so, are there any tools for color conversion? How do they work? Is the conversion result accurate or distorted? How much distortion does it take? What is the possibility of applying these tools in practical work? These are the questions fundamental to this study. With a renovation project as a case study, the research reveals that some web applications based on the mathematical principles are one of the tools for color conversion. The experimental results from using all web applications are acceptable, and thus can be applied to the practical work. Another nding is that all these web applications can be used benecially for other work.

Keyword: RGB Color Model, NCS Color Model, Color Conversion, Digital Color Matching Tool

บทนำ

สีคือความรับรู้ของมนุษย์ที่มีต่อแสง ซึ่งถูกส่งตรงมาจากแหล่งกำเนิดหรือสะท้อนจากวัตถุเข้าสู่ตา โดยสมองจะแปลความแสงที่มีความยาวคลื่นค่าต่างๆ ให้เห็นเป็นสีสันแตกต่างกัน (อรวินท์ เมฆพิรุณ, 2551) ช่วงความยาวคลื่นของแสงที่ตาของมนุษย์สามารถรับรู้ได้อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 380 นาโนเมตรถึง 760 นาโนเมตร เป็นช่วงของสีม่วงไล่ไปถึงสีแดง ภายในช่วงสีม่วงไล่ไปถึงสีแดงนี้ ตาของมนุษย์สามารถที่จะแยกแยะสีสันต่างๆ ที่แตกต่างกันออกมาได้นับล้านสี ดังนั้นการตั้งชื่อสีด้วยคำเรียกเพียงอย่างเดียวให้กับทุกสีเป็นล้านสีเพื่อใช้สำหรับสื่อสารได้อย่างครบถ้วนนั้น จึงเป็นวิธีการที่ยังใช้การได้ไม่ดีพอและไม่นิยมทำกันในทางปฏิบัติเพราะมีความยาก และความไม่สะดวก ในการหาคำเรียกมาตั้งชื่อและการจดจำชื่อของสีทั้งหมด อีกทั้งการตั้งชื่อสีด้วยคำเรียก คำเรียกนั้นมักจะไม่สื่อถึงคุณลักษณะของสี (color attribute) ได้แก่ ความสว่างของสี (value) และ

ความสดของสี (intensity) ของแต่ละสีได้ว่ามีค่ามากหรือน้อยเพียงไร ได้ดีนัก เช่น สีเขียวขี้ม้า หรือ สีเขียวมะนาว ในคำเรียกไม่ได้บอกถึงคุณลักษณะของสีในเชิงปริมาณเลย เราไม่รู้แน่ชัดว่าสีเขียวขี้ม้านั้น เป็นสีเขียวโทนสว่างหรือมืดเท่าใดแน่ มีความสดชืดของสีมากน้อยอย่างไร สีเขียวขี้ม้าตามความจำที่เคยรับรู้ หรือความเข้าใจของแต่ละคนมักไม่ใช่สีที่ตรงกัน ด้วยเหตุนี้ในทางปฏิบัติจึงแก้ปัญหาโดยใช้ระบบตัวเลขซึ่งมีความหมายเชิงปริมาณเข้ามาประกอบกับคำเรียกในการตั้งชื่อสีแต่ละสี เพื่อให้เกิดความเข้าใจในด้านปริมาณมากหรือน้อยของค่าความสว่างของสี และความสดของสีเพื่อใช้สื่อสารที่ตรงกัน เช่น ตัวอย่างเปรียบเทียบ สีเขียว S 1005 G กับสีเขียว S 4010 G หมายถึง สีเขียวแรกมีค่าความสว่างของสี (อ่อนแก่) เป็น 10 เมื่อเทียบกับ 100 ส่วนและมีค่าความสดของสีเป็น 5 เมื่อเทียบกับ 100 ส่วน ส่วนสีเขียวตัวหลังนั้นมีค่าความสว่างของสีเป็น 40 เมื่อเทียบกับ 100 ส่วน มีค่าความสดของสีเป็น 10 เมื่อเทียบกับ 100 ส่วน สรุปได้ว่า สีเขียวตัวแรกเป็นสีที่มีโทนสว่างกว่าสีเขียวตัวหลังเพราะมีค่าน้อยกว่า และสีเขียวตัวแรกเป็นสีที่สดน้อยกว่าสีเขียวตัวหลังเพราะมีค่าน้อยกว่า โดยสีเขียวทั้งสองมีค่าความสดของสีไม่มากนัก วิธีการกำหนดสีที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่าการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายสี หรือเรียกว่าโมเดลสี (color model) ซึ่งจากตัวอย่างที่ยกมาเป็นโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส (NCS: natural color system) โดยจะขอกล่าวรายละเอียดของโมเดลสีนี้ในส่วนเนื้อหาต่อไป

โมเดลสี คือแบบจำลองซึ่งสร้างขึ้นเพื่ออธิบายสีที่มนุษย์มองเห็น โดยการแยกสีออกเป็นองค์ประกอบพื้นฐานต่างๆ โมเดลสีที่ใช้กันทั่วไปมีอยู่หลายระบบ เช่น RGB CMYK HSB และ Lab เป็นต้น (อรวินท์ เมฆพิรุณ, 2551) ซึ่งระบบสีเหล่านี้มักใช้อธิบายสีในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับระบบทางดิจิตอล ส่วนระบบสีในอุตสาหกรรม การผลิตสี สำหรับเคลือบผิวอาคารนั้นมีทั้งระบบที่ผู้ผลิตสีแต่ละรายสร้างและพัฒนาขึ้นเอง และระบบที่เป็นมาตรฐานสากลที่ผู้ผลิตสีส่วนใหญ่ใช้ร่วมกัน คือ ระบบสีเอ็นซีเอส

ที่กล่าวเรื่อง โมเดลสีระบบต่างๆ มานั้น เพื่อต้องการเสนอว่า สีใดๆ ที่เราให้ความสนใจ เมื่ออยู่ในโมเดลสีระบบใดๆ จะมีการกำหนดสีนั้นเป็นไปตามรูปแบบของโมเดลสีระบบนั้นๆ ถ้ามีโอกาสที่ต้องใช้สีเดียวกันในรูปแบบที่ต่างกัน ของแต่ละระบบโมเดลสีจะมีวิธีการเทียบแปลงสีเดียวกันจากโมเดลสีระบบหนึ่งไปสู่โมเดลสีระบบหนึ่งได้อย่างไร สาเหตุที่เสนอประเด็นนี้ เนื่องจากปัจจุบันสถาปนิกมักจะใช้เครื่องมือทางดิจิตอลเป็นเครื่องมือช่วยในการทำงาน จึงทำให้มีโอกาสบ่อยครั้งที่ต้องข้องเกี่ยวกับสีที่อยู่ในรูปแบบโมเดลสีในระบบดิจิตอล เช่น ระบบสีอาร์จีบี (RGB) แต่เมื่อถึงขั้นตอนที่ต้องกำหนดสีสำหรับเคลือบผิวอาคาร สีที่จะต้องกำหนดนั้นกลับอยู่ในรูปแบบโมเดลสีของระบบอื่น เช่น ระบบสีเอ็นซีเอส ซึ่งมีรูปแบบแตกต่างจากโมเดลสีในระบบดิจิตอล ดังนั้นการทำงานของสถาปนิกในภาพรวมจึงต้องเกี่ยวข้องกับสีในโมเดลสีของทั้ง 2 ระบบนี้ พร้อมด้วยคำถามว่า การเทียบแปลงสีใดสีหนึ่งในระบบสีอาร์จีบี ไปสู่ระบบสีเอ็นซีเอสหรือกลับกันทำได้หรือไม่ มีวิธีเทียบแปลงอย่างไร มีเครื่องมือใดช่วยเทียบแปลง แล้วผลที่ได้จากการเทียบแปลงจากเครื่องมือหรือวิธีการนั้นนำไปใช้ได้จริงหรือไม่ จะเชื่อถือความถูกต้องของผลที่แปลงได้ ได้มากน้อยเท่าไร เทียบผลความถูกต้อง หรือความเพี้ยนไป เป็นร้อยละได้หรือไม่

จากประเด็นและคำถามเหล่านี้ จึงเป็นที่มาของบทความนี้ที่ต้องการชี้ให้เห็นถึงโอกาสที่ต้องมีการเทียบแปลงไปมาระหว่างโมเดลสีระบบหนึ่งไปสู่โมเดลสีอีกระบบหนึ่ง โดยการยกตัวอย่างและเสนอแนะวิธีการ พร้อมเหตุผลและเครื่องมือที่ใช้ทั้งที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย เพื่อให้ผู้สนใจนำไปทดลองใช้ในการทำงานต่างๆ ของตนได้ พร้อมทั้งนำเสนอผลที่ได้ว่ามีลักษณะอย่างไร มีความถูกต้อง คิดเทียบเป็นร้อยละ ได้ค่าเป็นอย่างไรและสุดท้าย ขอสรุป เสนอแนะการประยุกต์ใช้งานเครื่องมือที่นำเสนอเหล่านี้ ในลักษณะอื่นๆ ได้อีก โดยหวังไว้ว่าผู้อ่านจะได้ทั้งสาระ และความสนุกในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับสีของทั้ง 2 ระบบนี้

โมเดลสีระบบอาร์จีบีและโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส

ก่อนจะเข้าสู่ประเด็นของเนื้อหาหลัก ขออธิบายหลักการพื้นฐานและความเป็นมาโดยสังเขปของ โมเดลสีระบบอาร์จีบีและโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส เพื่อช่วยให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจประเด็นหลักของบทความนี้ได้ง่ายขึ้น โดยกล่าวรายละเอียดแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

โมเดลสีระบบอาร์จีบี

โมเดลสีระบบอาร์จีบี เป็นระบบโมเดลสีที่ใช้แนวความคิดในการผสมแสงสีหลัก 3 สีเข้าด้วยกัน คือ สีแดง สีเขียว และน้ำเงิน ซึ่งจะทำให้เกิดสีต่างๆ ได้อีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งลักษณะเช่นนี้เรียกว่า การผสมสีแบบบวก (additive color system) โดยผลลัพธ์ของสีที่เกิดขึ้นนั้นขึ้นกับสัดส่วนความเข้มของสีหลักแต่ละสีที่มีค่าได้ตั้งแต่ 0-255 (ในระบบที่ใช้ข้อมูลแบบ 8 บิต) และเมื่อสีหลักทั้ง 3 มีความเข้มสูงสุดมาผสมกันก็จะได้สีขาว (อรวินท์ เมฆพิรุณ, 2551) เพื่อให้สามารถเข้าใจหลักการดังกล่าวได้ง่ายขึ้น ขออธิบายและยกตัวอย่างดังนี้

โมเดลสีระบบอาร์จีบี มีองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ คือ ชุดตัวเลข 3 ชุด แต่ละชุดใช้เครื่องหมายจุลภาคขั้นไว้ ตัวเลขแต่ละชุดมีค่าได้ตั้งแต่ 0 เป็นค่าต่ำสุดจนถึง 255 เป็นค่าสูงสุด ตัวเลขชุดที่ 1 แทนค่าของสีแดง ตัวเลขชุดที่ 2 แทนค่าของสีเขียว และตัวเลขชุดที่ 3 แทนค่าของสีน้ำเงิน

ตัวอย่างชุดที่ 1

สีแดง (red) คือ rgb(255, 0, 0) คือมีเฉพาะค่าสีแดงเต็มที่ ในขณะที่สัดส่วนของสีอื่นมีค่าเป็นศูนย์

สีเขียว (green) คือ rgb(0, 255, 0) คือมีเฉพาะค่าสีเขียวเต็มที่ ในขณะที่สัดส่วนของสีอื่นมีค่าเป็นศูนย์

สีน้ำเงิน (blue) คือ rgb(0, 0, 255) คือมีเฉพาะค่าสีน้ำเงินเต็มที่ ในขณะที่สัดส่วนของสีอื่นมีค่าเป็นศูนย์

จากตัวอย่างชุดที่ 1 แสดงให้เห็นว่า สีที่ยกตัวอย่างมีความชัดเจนมากว่าเป็นสีแดง สีเขียว หรือสีน้ำเงิน เพราะมีสัดส่วนค่าของสีนั้นสูงสุดและสีอื่นๆ มีค่าต่ำสุด

ตัวอย่างชุดที่ 2

สีไซแยน (cyan) คือ rgb(0, 255, 255) คือมีเฉพาะค่าสีแดงเป็นศูนย์ สีเขียวและสีน้ำเงินเต็มที่

สีมาเยนต้า (magenta) คือ rgb(255, 0, 255) คือมีเฉพาะค่าสีเขียวเป็นศูนย์ สีแดงและสีน้ำเงินเต็มที่

สีเหลือง (yellow) คือ rgb(255, 255, 0) คือมีเฉพาะค่าสีน้ำเงินเป็นศูนย์ สีแดงและสีเขียวเต็มที่

จากตัวอย่างชุดที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ถ้าใช้ค่าสัดส่วนสีเขียวเต็มที่ผสมกับสีน้ำเงินเต็มที่ โดยไม่มีสีแดงเลย จะได้ผลลัพธ์เป็นสีไซแยน และถ้าใช้ค่าสัดส่วนสีแดงเต็มที่ผสมกับสีน้ำเงินเต็มที่ โดยไม่มีสีเขียวเลย จะได้ผลลัพธ์เป็นสีมาเยนต้า และตัวอย่างสุดท้าย ถ้าใช้สัดส่วนค่าสีแดงเต็มที่ผสมกับสีเขียวเต็มที่ โดยไม่มีสีน้ำเงินเลย จะได้ผลลัพธ์เป็นสีเหลือง

ตัวอย่างชุดที่ 3

สีขาว (white) คือ rgb(255, 255, 255) คือทั้งสีแดงสีเขียว และสีน้ำเงิน มีสัดส่วนเต็มที่

สีเทาอ่อน (light grey) คือ rgb(180, 180, 180) คือทั้งสีแดงสีเขียว และสีน้ำเงิน มีสัดส่วนเท่ากันโดยมีค่าสูง

สีเทาแก่ (dark grey) คือ rgb(10, 10, 10) คือทั้งสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน มีสัดส่วนเท่ากันโดยมีค่าต่ำ

สีดำ (black) คือ rgb(0, 0, 0) คือทั้งสีแดงสีเขียว และสีน้ำเงิน มีสัดส่วนน้อยที่สุดเป็นศูนย์

จากตัวอย่างชุดที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ถ้าใช้สัดส่วนของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินเท่ากัน ไม่มีสีใดโดดเด่นกว่าสีใด จะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นสีกลางหรือสีเทา โดยถ้าค่าแต่ละสีมีค่าสูงสุดเป็น 255 จะได้สีกลางที่สว่างที่สุดคือสีขาว แต่ถ้าค่าสีแต่ละสีมีค่าเท่ากันที่เป็นค่าสูง เช่น 180 จะได้สีกลางหรือสีเทาโทนสว่าง แต่ถ้าค่าสีแต่ละสีมีค่าเท่ากัน

ที่เป็นค่าต่ำๆ แต่ไม่ถึง 0 เช่น 10 จะได้สีกลางที่เป็นสีเทาโทนมืด แต่ถ้าค่าสีแต่ละสีมีค่าต่ำสุดเป็น 0 จะได้สีกลางที่มืดที่สุดคือสีดำ จากความเข้าใจนี้ทำให้เราสามารถรับรู้ได้ว่าถ้าค่าสีเป็น rgb(128, 128,128) นี้เป็นสีเทาที่มีความสว่างของสีที่อยู่ตรงกลางพอดี เพราะ 128 มีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของ 256 โดยที่ยังไม่จำเป็นต้องเห็นสีนี้ก็สามารถเข้าใจได้

จากตัวอย่างทั้ง 3 ชุด แสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ของสีสันต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้น ขึ้นอยู่กับสัดส่วนความเข้มของสีหลักแต่ละสีคือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ที่มีค่าได้ตั้งแต่ 0-255 นับแล้วได้ 256 ค่าในแต่ละสี (เทียบได้เป็นข้อมูลแบบ 8 บิต ในลักษณะข้อมูลทางคอมพิวเตอร์) ดังนั้นความน่าจะเป็นที่จะเกิดสีสันต่างๆ ที่เกิดจากผสมกันของ 3 สีหลักในโมเดลสีอาร์จีบีนี้จึงสามารถมีจำนวนสีสูงได้ถึง 16.7 ล้านสี (256x256x256) ซึ่งถ้านำไปใช้อธิบายสีที่ตามนุษย์แยกแยะได้นั้น ถือว่าพอเพียงในการใช้งานทั่วไปได้อย่างดี แต่อย่างไรก็ตามถ้าต้องการจำนวนสีที่เพิ่มขึ้นกว่านี้ ก็สามารถทำการเพิ่มได้ โดยกำหนดค่าต่ำสุดเป็น 0 แต่ค่าสูงสุดไม่ใช่ 255 เป็นค่าที่สูงขึ้นของสีหลักแต่ละสี(อาจจะใช้ข้อมูลแบบ 12 บิต หรือ 14 บิต) ก็จะได้จำนวนสีที่เกิดจากความน่าจะเป็นในการผสมสีเพื่อให้ได้สีสันต่างๆ เพิ่มขึ้นกว่า 16.7 ล้านสีได้

หลักการของโมเดลสีอาร์จีบีที่ใช้แสงสีหลัก คือสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินนั้นเป็นการคิดค้นขึ้นมาตามหลักการการทำงานของดวงตามนุษย์คือในจอประสาทตาของมนุษย์ จะมีเซลล์รับรู้สีที่มีรูปร่างเป็นกรวย (cone) โดยในดวงตาแต่ละข้างจะมีจำนวนเซลล์รูปกรวยสีแดง (red cone) เพื่อใช้รับรู้สีแดงประมาณ 3 ล้านเซลล์ มีจำนวนเซลล์รูปกรวยสีเขียว (green cone) เพื่อใช้รับรู้สีเขียวประมาณ 3 ล้านเซลล์ และมีจำนวนเซลล์รูปกรวยสีน้ำเงิน (blue cone) เพื่อใช้รับรู้สีน้ำเงินประมาณ 1 ล้านเซลล์ เซลล์เหล่านี้ในจอประสาทตาจะทำหน้าที่เปลี่ยนจากพลังงานแสงที่ได้รับให้เป็นกระแสไฟฟ้าส่งผ่านไปยังเส้นประสาทตา (optic nerve) ที่อยู่ด้านหลังตรงสู่สมอง เพื่อให้สมองตีความเป็นการรับรู้สีสันต่างๆ ต่อไป

โมเดลสีระบบเอ็นซีเอส

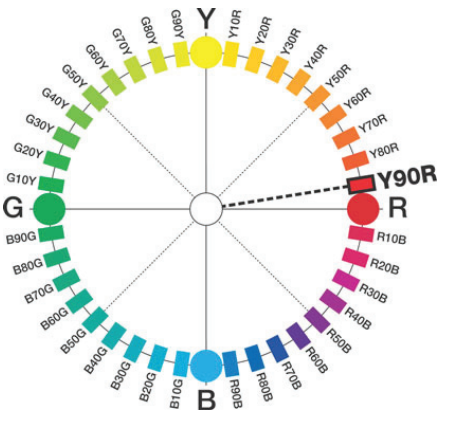
ในอดีตบริษัทผู้ผลิตสีสำหรับเคลือบผิวอาคารหลายๆ บริษัท ได้มีการจัดทำโมเดลระบบสีมาตรฐานเป็นรูปแบบเฉพาะของตนเอง เพื่อไว้ใช้ในการผสมสีสันต่างๆ ในกระบวนการผลิตสีตามระบบมาตรฐานของตน ทำให้บริษัทผู้ผลิตสีแต่ละบริษัท มีระบบตั้งชื่อประกอบหมายเลขของสีต่างๆ เป็นรูปแบบของตนเอง ดังนั้นการเลือกใช้สีใดสีหนึ่งจากบริษัทใดต้องเทียบหาจากรายการสีที่จัดทำขึ้นตามรูปแบบเฉพาะของบริษัทนั้น มักเกิดความไม่สะดวกต่างๆ

จนกระทั่งในเวลาต่อมา มีการตระหนักรู้ถึงงานวิจัยสีเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น จึงทำให้บริษัทแห่งหนึ่งซึ่งต่อมาภายหลังในปี ค.ศ. 1978 ได้เปลี่ยนชื่อเป็นสถาบันวิจัยสีแห่งสแกนดิเนเวีย หรือ เอสซีไอ (Scandinavian Colour Institute, SCI) ได้หันมาให้ความสำคัญในการพัฒนาระบบสีธรรมชาติ ที่ชื่อว่าโมเดลระบบสีเอ็นซีเอส (NCS: Natural Colour System) ไปใช้ในเชิงการค้าและการพัฒนาการสื่อสารด้านการเรียกชื่อสีให้มีความง่าย ถูกต้องและมีเสถียรภาพเพื่อความเข้าใจที่ตรงกันมากขึ้น โดยสถาบันวิจัยมีความมุ่งหวังให้โมเดลสีที่เปรียบเหมือนหลักไวยากรณ์ทางภาษาของสี ที่คิดค้นขึ้นในระบบอุตสาหกรรมสีนี้ จะช่วยในการพัฒนาการออกแบบ และการสื่อสารได้อย่างสมเหตุสมผล เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมสีนี้มีภาษากลางที่ใช้ได้ร่วมกัน

หลังจากเริ่มมีการใช้โมเดลระบบสีเอ็นซีเอส ได้ 5 ปี ความต้องการจากตลาดมีมากขึ้นทั้งจากกลุ่มนักออกแบบในประเทศสวิซเซอร์แลนด์ เดนมาร์ก นอร์เวย์ และกลุ่มของบริษัทผู้ผลิตสีต่างๆ อาทิ บริษัทไอซีไอ (ICI) ปัจจุบันคือ บริษัทเอ๊คโซ่ โนเบล (Akzo Nobel) บริษัทซิกม่าคาลอน (Sigma Kalon) ปัจจุบันคือ บริษัทพีพีจี (PPG) บริษัทโจตัน (Jotun) บริษัทอัลโค เบคเกอร์ (Alco Beckers) เป็นต้น จากความต้องการที่สูงขึ้น ทำให้สถาบันวิจัยต้องมีการขยายฐานการดำเนินการ และการส่งออกมากขึ้น ความสำเร็จอย่างต่อเนื่องของโมเดลระบบสีเอ็นซีเอส ทำให้สถาบันวิจัยสีแห่งสแกนดิเนเวีย ยังคง

เดินหน้าที่จะพัฒนาระบบสีประดุจดั่งผู้เชี่ยวชาญด้านสีและการสื่อสารชั้นนำของโลกต่อไป

การเปลี่ยนครั้งใหญ่เกิดขึ้นเมื่อสถาบันวิจัยสีแห่งสแกนดิเนเวียตัดสินใจเปลี่ยนกลยุทธ์ที่สำคัญ ในปี ค.ศ. 1995 โดยหันมาให้ความสนใจกับคุณภาพ และประเด็นของสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ในด้านสิ่งแวดล้อมนั้น สถาบันวิจัยได้ปฏิเสธการใช้แคดเมียม และสารตะกั่วภายในสี เพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม ส่วนในด้านคุณภาพ สถาบันวิจัยยังคงมีความต้องการให้สีมีเสถียรภาพ และความถูกต้องสูงสุด โดยเฉพาะการรับรู้สีที่ถูกต้องและคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในอุตสาหกรรมสี การพัฒนาโมเดลระบบสีของสถาบันวิจัยยังมีอยู่เรื่อยมา ในเบื้องต้นนั้นทางสถาบันได้วิจัย และกำหนดสีมาตรฐานออกมาได้ทั้งสิ้น 1,412 สี การได้มาของจำนวนสีดังกล่าว มีที่มาจากข้อจำกัดทางด้านเม็ดสี (pigment) ที่ใช้ในการผลิตสีที่ต้องคำนึงถึงต้นทุน และต้องเป็นเม็ดสีที่ปราศจากสารพิษด้วย จากนั้นได้มีการพัฒนาเรื่อยมาจนกระทั่งในปี พ.ศ. 2547 สถาบันได้นำเสนอสีใหม่เพิ่มอีกจำนวน 200 สีเพื่อเป็นชุดสีมาตรฐานในชื่อเอ็นซีเอส 1950 ออริจินัล (NCS 1950 original) โดยชุดสีดังกล่าวพัฒนาขึ้นมาจากความต้องการของสถาปนิกชั้นนำ และบริษัทสีจำนวนมาก การดำเนินกลยุทธ์ต่างๆ ที่ผ่านมาของสถาบัน ทำให้ทุกวันนี้โมเดลระบบสีเอ็นซีเอส กลายเป็นผู้นำทางด้านคุณภาพ และเป็นหนึ่งในระบบสีของโลกที่นิยมใช้กัน (NCS Colour AB, 2013)

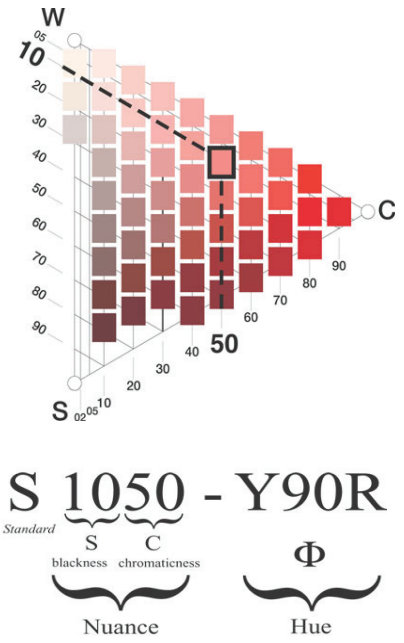


ภาพที่ 1: *แสดง วงจรสีเอ็นซีเอส (The NCS Colour Circle) วงจรสีเอ็นซีเอส คือ วงจรที่เกิดจากแนวตัดขวางพิสัยสีในแนวราบ ที่กำหนดให้แม่สีหลักทั้ง 4 สีวางตัวกันในสี่ทิศซึ่งมีลักษณะคล้ายการวางตัวของเข็มทิศ โดยในแต่ละจตุภาคหรือในแต่ละช่วงสีนั้นจะแบ่งออกเป็น 100 ช่วงย่อยเท่าๆ กัน จากภาพวงกลมสี NCS สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนว่า สี Y90R คือสีเหลืองที่ประกอบไปด้วยสีแดงร้อยละ 90 นั่นเอง*
ที่มา: How the System Works, (n.d.): online

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ระบบสีมาตรฐานที่ผู้ผลิตสีส่วนใหญ่ตกลงใช้ร่วมกันคือระบบสีเอ็นซีเอสที่คิดค้นโดยสถาบันวิจัยสีแห่งสแกนดิเนเวีย ซึ่งในเวลาต่อมาได้เปลี่ยนชื่ออีกครั้งหนึ่งเป็น สถาบันคัลเลอร์สแกนดิเนเวียนเอบี (Scandinavian Colour Institute AB) โดยในระยะแรกระบบสีเอ็นซีเอสมีสีในระบบทั้งสิ้น 1,950 สี และจะเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งการจัดการสีทั้งหมดนั้นใช้หลักการดังนี้ คือใช้ระบบฐานสิบ เข้ามาจัดการ เพราะจากการประมาณปริมาณมากน้อยในระบบฐานสิบ เป็นสิ่งที่ทุกคนนั้นคุ้นเคย

ตัวอย่างจากภาพ โมเดลสีระบบเอ็นซีเอส ใช้หลักการกำหนดสีหลักจำนวน 4 สี คือ สีเหลือง สีแดง สีน้ำเงิน และสีเขียว โดยวางตำแหน่งสีเหลืองไว้ในตำแหน่งของทิศเหนือ สีแดงในตำแหน่งของทิศตะวันออก สีน้ำเงินในตำแหน่งของทิศใต้ และสีเขียวในตำแหน่งของทิศตะวันตก และมีการแบ่งสีจากทิศหลักออกเป็น 10 ช่วง (นับช่วงที่ถึงตัวสีหลักถัดไปด้วย) และใช้หลักการไล่สีเริ่มต้นจากทิศเหนือในลักษณะตามเข็มนาฬิกา ดังนั้น จะมีการอ่านค่าสีเริ่มจาก สีเหลืองไปสีแดง สีแดงไปสีน้ำเงิน สีน้ำเงินไปสีเขียว และสีเขียวไปสีเหลือง เท่านั้นเสมอ เช่นค่าสีเป็น Y90R จะหมายถึง สีตัวแรกคือ Y คือสีเหลืองที่มีส่วนผสมในสัดส่วนของสีตัวหลังคือ R ซึ่งหมายถึงสีแดง 90 ส่วน ทำให้สีเหลืองเหลือแค่ 10 ส่วน ดังนั้นค่าสีนี้จึงเป็นสีที่มีเนื้อสี (hue) ค่อนไปทางสีแดงมาก คือเป็นสีแดงส้มที่เกือบจะเป็นสีแดง แต่ถ้าค่าสีเป็น Y50R จะหมายถึงสีเหลืองที่มีส่วนผสมในสัดส่วนของสีแดงเข้ามา 50 ส่วน ทำให้มีสีเหลืองเหลืออยู่ 50 ส่วนเช่นกัน ดังนั้นค่าสีนี้จึงเป็นสีที่มีเนื้อสี เป็นสีส้มที่อยู่ตรงกลางระหว่างสีเหลืองกับสีแดงพอดี หรืออีกตัวอย่างหนึ่งคือ ถ้าค่าสีเป็น R70B จะหมายถึง สีตัวแรกคือ R คือสีแดงที่มีสัดส่วนของสีตัวหลัง

คือ B ซึ่งหมายถึงสีน้ำเงินผสมอยู่ในสัดส่วน 70 ส่วนต่อสีตัวแรก 30 ส่วน ดังนั้นค่าสีนี้จึงเป็นสีที่มีเนื้อสีเป็นสีม่วงค่อนไปทางน้ำเงิน หรือเรียกว่าสีน้ำเงินม่วงได้ แต่ถ้าค่าสีเป็น Y หรือ R หรือ B หรือ G เดี่ยวๆ นั้นหมายถึงตัวเนื้อสีเป็นสีนั้นปราศจากการผสมสีอื่นเลย มีสัดส่วนของสีมันเองเต็ม 100 ส่วน



ภาพที่ 2: *แสดง สามเหลี่ยมสีเอ็นซีเอส (The NCS Colour Triangle) ซึ่งหมายถึง สามเหลี่ยมสีที่เกิดจากแนวตัดขวางพิสัยสีในแนวดิ่ง ฐานของสามเหลี่ยมสี NCS นั้นจะเป็นตัวกำหนดระดับความมืดของสีโดยการไล่สีจากสีขาวไปสู่สีดำในลักษณะของระดับสีเทา (greyscale) ส่วนยอดของสามเหลี่ยมสีนั้นจะเป็นจุดที่สีมีความสดมากที่สุด (maximum chromaticnes) จากสามเหลี่ยมสีเอ็นซีเอส ข้างต้นจึงทำให้สี (hue) หนึ่งสีสามารถมีลักษณะแตกต่างกันได้ถึง 100 ระดับ ขึ้นอยู่กับค่าความมืดและความสดนั้นเอง ซึ่งจากตัวอย่างในรูปข้างต้นจะเห็นว่า 1050 นั้นหมายถึง สี Y90R ที่มีความมืดอยู่ที่ร้อยละ 10 และความสดอยู่ที่ร้อยละ 50 .*
ที่มา: How the System Works, (n.d.): online

จากภาพที่ 2 เมื่อเลือกเนื้อสีที่สนใจได้แล้ว เช่น Y90R ตัวเลขที่อยู่ด้านหน้า 4 ตัว แบ่งเป็น 2 ชุด ตัวเลข 2 ตัวในชุดแรก (ซ้ายมือ) จะหมายถึงค่าความสว่างของสี ตัวเลข 2 ตัวในชุดถัดมาจะหมายถึงค่าความสดของสี ดังนั้นจากตัวอย่างค่าสีทั้งหมดเป็น S1050 Y90R จึงหมายถึงเนื้อสีที่เป็นสีแดงส้มที่มีโทนสีค่อนไปทางสว่าง และมีความสดที่กลางๆ ไม่มากและไม่น้อย ดังนั้นถ้าเห็นค่าสีตัวเลขคู่แรกเป็นเลข 70 หรือ 80 ทำให้เราคาดการณ์สีได้ทันทีว่าเนื้อสีคงจะมีความสว่างน้อย โทนสีค่อนไปทางสีมืด หรือถ้าเจอตัวเลขคู่ที่สองเป็นค่า 90 เราก็สามารถคาดการณ์สีได้ทันทีว่าเนื้อสีของสีนี้มีค่าความสดของสีสูงมาก เป็นต้น

จากตัวอย่างที่เสนอมาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส เป็นระบบสีที่ช่วยให้สามารถจินตนาการเห็นสีเป็นสีสันต่างๆ ได้โดยตรงจากการอ่านค่าสี โดยเทียบสัดส่วนกันในระบบฐานสิบ ซึ่งทุกคนจะคุ้นเคยกับระบบฐานสิบเป็นอย่างดี ดังนั้นโมเดลสีเอ็นซีเอสจึงก่อให้เกิดความสะดวกในการสื่อสารมาก ผู้ที่เข้าใจวิธีการอ่านค่าสีจะสามารถคาดการณ์สีต่างๆ ในถังสีได้ทันทีโดยไม่ต้องเปิดฝาถังสีดู ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดไล่ตั้งแต่ผู้ผลิตสี ผู้ออกแบบ ช่างผู้คุมงาน ตลอดจนคนขับรถส่งสีถ้าเข้าใจการอ่านค่าสีของโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสนี้ได้ การประสานงานกันก็จะทำได้โดยสะดวกทำให้ลดข้อผิดพลาดต่างๆ ลงได้เป็นอย่างมาก

การทำงานที่ต้องข้องเกี่ยวทั้งโมเดลสีระบบอาร์จีบี และโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส

จากเนื้อหาของโมเดลสีทั้งสองระบบนี้ พอจะสรุปได้ว่าเป็นการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายสีที่มนุษย์มองเห็นได้โดยการแยกสีออกเป็นองค์ประกอบพื้นฐานต่างๆ เหมือนกัน แต่ต่างวิธีกัน และมีความหยาบ ความละเอียดของแบบจำลองทั้งสอง ไม่เท่ากัน ในโมเดลสีระบบอาร์จีบี ถ้าใช้ค่ามาตรฐานทั่วไปคือ ค่าจาก 0-255 (8bit) ต่อสีหลัก ซึ่งได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จะได้จำนวนสีที่เป็นไปได้ทั้งหมด 16.7 ล้านสี โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเม็ดสีใดๆ สำหรับโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสในขณะนี้กำหนดค่าสีออกมาได้สีหลักทั้งหมดจำนวน 1950 สี ซึ่งเป็นสีที่สามารถหาเม็ดสีผลิตขึ้นมาใช้งานได้และส่วนผสมต่างๆ ผ่านเกณฑ์ในเรื่องของความปลอดภัยของสีไร้สารพิษ กล่าวคือมีปริมาณสารประกอบอินทรีย์ (VOCs: Volatile

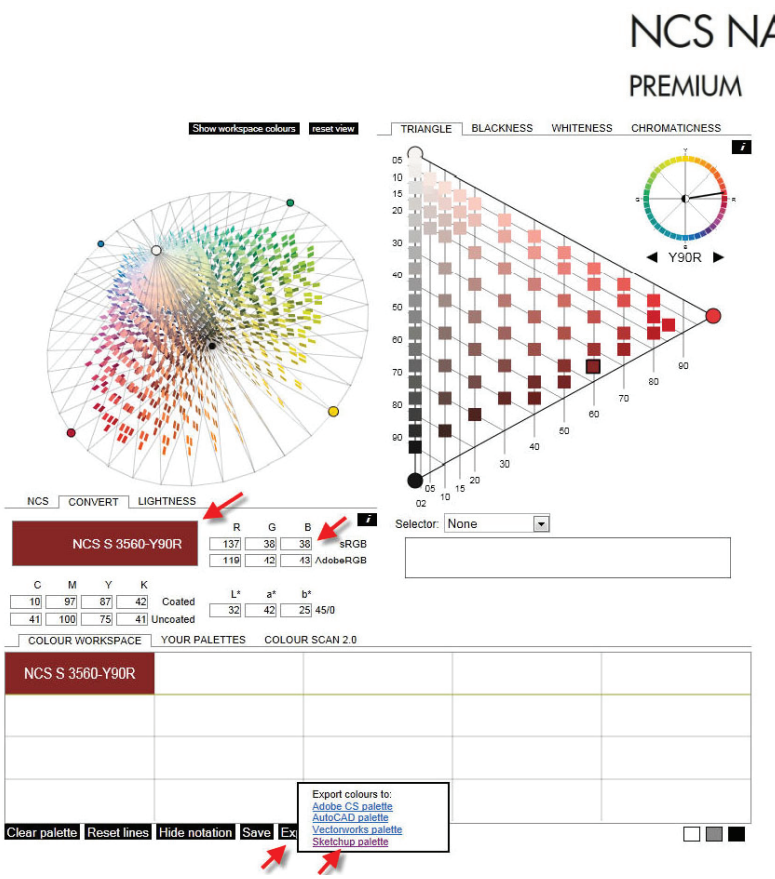
organic compounds) ในส่วนผสมที่มีอยู่ในเกณฑ์ต่ำที่ยอมรับได้ และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องที่จะผลิตสีอื่นๆ ที่สามารถผ่านเกณฑ์ได้เพิ่มเติม แต่อย่างไรก็ตามเห็นได้ว่า โมเดลสีระบบอาร์จีบี มีความละเอียดกว่าโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสอย่างมาก หรือกล่าวอีกอย่างได้ว่าโมเดลสีระบบอาร์จีบี มีปริภูมิสี (color gamut) ที่ใหญ่กว่าโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสมาก ดังนั้นการเลือกสีใดๆ จากโมเดลสีระบบอาร์จีบี เพื่อไปเทียบหาสีในโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส อาจจะหาสีที่ต้องการไม่พบแต่ได้สีที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เพราะจำนวนสีในโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสนั้นมีจำนวนน้อยกว่ามาก ในทางกลับกันเมื่อเลือกสีใดๆ จากโมเดลระบบสีเอ็นซีเอส แล้วนำไปเทียบหาสีในโมเดลสีระบบอาร์จีบี เรากลับจะพบสีที่ต้องการเสมอ เพราะในโมเดลระบบสีอาร์จีบีมีจำนวนสีต่างๆ มากกว่าโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสมาก

จากข้อสรุปนี้ สามารถพาเข้าสู่ประเด็นเนื้อหาหลักของบทความนี้ได้คือ ในการทำงานของสถาปนิก ในยุคของการใช้งานเครื่องมือดิจิตอลนี้ มีโอกาสที่ต้องเทียบแปลงสีที่ต้องการไปมา ระหว่างโมเดลสีระบบหนึ่ง ไปสู่โมเดลสีอีกระบบหนึ่งหรือไม่ คำตอบคือมีโอกาสอยู่บ่อยครั้งที่ต้องเทียบสีทั้งจากโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสไปยังโมเดลสีระบบอาร์จีบี และจากโมเดลสีระบบอาร์จีบี ไปยังโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส โดยขอเสนอเนื้อหาหลักด้วยตัวอย่างดังนี้

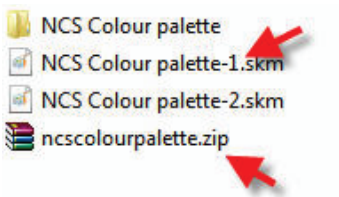
ตัวอย่างที่ 1 เป็นตัวอย่างที่ต้องเทียบสีจากโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสไปยังโมเดลสีระบบอาร์จีบี เหตุการณ์ที่มักพบเห็นได้บ่อยในกระบวนการทำงานทั้งหมดในการออกแบบสถาปัตยกรรม คือ หลังจากที่ทั้งสถาปนิกและเจ้าของงานได้เลือกสีต่างๆ ที่สนใจร่วมกัน จากโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสได้เป็นค่าสีต่างๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว สถาปนิกมักจะต้องสร้างและนำเสนอภาพจำลองอาคารในลักษณะเป็นทัศนียภาพสามมิติ เพื่อแสดงผลจำลองของการเลือกใช้สี และวัสดุในโทนสีต่างๆ ภายใต้สภาพแสงต่างๆ ออกมาเป็นทางเลือกให้แก่เจ้าของงานพิจารณาเพื่อตัดสินใจเลือกใช้สีหรือวัสดุนั้นๆ ในที่สุด ก่อนที่จะนำสีที่เลือกนั้นไปใช้ในงานก่อสร้างจริงๆ ด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ จึงทำให้ต้องเทียบสีนั้นจากโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสให้เป็นโมเดลสีระบบอาร์จีบีเสียก่อน เพราะจะได้กรอกค่าสีให้กับชิ้นส่วนต่างๆ ของงานสถาปัตยกรรมที่สร้างขึ้นมาเป็นหุ่นจำลอง 3 มิติด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง โดยการเทียบแปลงโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสไปยังโมเดลสีระบบอาร์จีบีนี้ได้ผลที่ถูกต้องมากเพราะโมเดลสีระบบอาร์จีบี มีความละเอียดกว่าโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสอย่างมาก ซึ่งเครื่องมือที่ใช้เทียบแปลงสีแบบนี้มีให้บริการผ่านทางเว็บไซต์อย่างเป็นทางการของเอ็นซีเอส (NCS Colour AB, (n.d.): online) โดยตรงคือโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่ชื่อว่า เอ็นซีเอส นาวิเกเตอร์ พรีเมี่ยม (NCS Navigator Premium)

ในภาพที่ 3 เป็นการทดลองเลือกสีที่ต้องการในโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส คือ S3560-Y90R เพื่อให้โปรแกรมเทียบแปลงสีนี้เป็นรูปแบบของโมเดลสีระบบอาร์จีบี ซึ่งได้ผลลัพธ์คือ rgb (137, 38, 38) และเมื่อได้สีที่ต้องการนี้แล้ว ทางโปรแกรมมีความสามารถที่จะส่งค่าสีนี้ออกไปใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่นๆ ได้แก่ โปรแกรมตกแต่งภาพ และโปรแกรมสำหรับสร้างหุ่นจำลอง 3 มิติต่างๆ เช่น โปรแกรมอะโดบี ซีเอส (Adobe CS) โปรแกรมออโต้แคด (AutoCAD) โปรแกรมเวคเตอร์เวอร์ค (Vectorworks) และโปรแกรมสเก็ตช์อัพ (Sketchup) โดยการคลิกที่ปุ่ม “Export” ซึ่งจากตัวอย่างเลือกโปรแกรมสเก็ตช์อัพ ได้ผลดังภาพที่ 4 คือทางโปรแกรมเอ็นซีเอส นาวิเกเตอร์ พรีเมี่ยมจะสร้างไฟล์ “ncscoloutpalette.zip” ให้ดาวน์โหลดเพื่อเก็บไฟล์นี้ไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งาน จากนั้นผู้ใช้งานต้องแตกไฟล์นี้ (extract) เพื่อให้ได้ไฟล์ “NCS Colour palette-1.skm” เพื่อนำเข้า (import) สีนี้ไปใช้งานในหุ่นจำลองที่ทำขึ้นจากโปรแกรมสเก็ตช์อัพ ดังตัวอย่างในภาพที่ 5

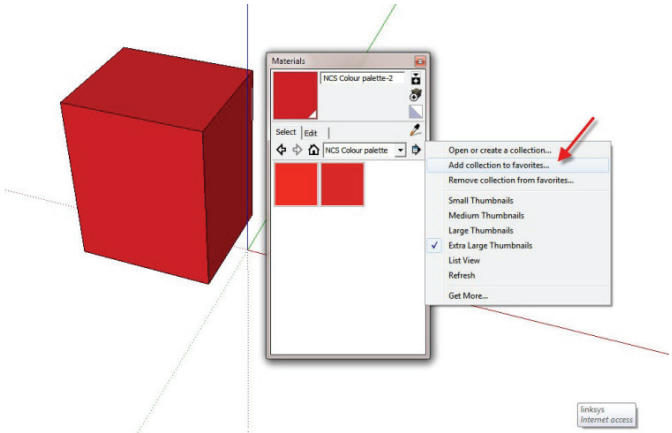
เว็บไซต์ให้บริการโปรแกรมเอ็นซีเอส นาวิเกเตอร์ พรีเมี่ยมนี้มีเงื่อนไข คือต้องสมัครเป็นสมาชิก ซึ่งเมื่อสมัครเป็นสมาชิกแล้วแต่ยังไม่ได้เสียค่าธรรมเนียมใดๆ จะสามารถทดลองใช้งานโปรแกรมนี้ได้ภายใน 30 วันนับจากวันที่สมัคร หลังจากนั้นถ้ามีความประสงค์จะใช้งานต่อต้องเสียค่าธรรมเนียมให้แก่เว็บไซต์



ภาพที่ 3: *แสดงส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (user interface) ของโปรแกรมเอ็นซีเอสนาวิเกเตอร์ พรีเมี่ยม*
ที่มา: Premium Navigator, (n.d.): online



ภาพที่ 4: *แสดงไฟล์ "ncscoloutpalette.zip" และไฟล์ "NCS Colour palette-1.skm"ที่ได้จากการแตกไฟล์*



ภาพที่ 5: *แสดงตัวอย่างการนำเข้าไฟล์ "NCS Colour palette-1.skm" เข้าไปใช้งานในโปรแกรมสเก็ตช์อัพ*

ตัวอย่างที่ 2 เป็นตัวอย่างที่ต้องเทียบสีจากโมเดลสีระบบอาร์จีบีไปยังโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นตัวอย่างที่ทางเจ้าของงานมีความประสงค์เลือกใช้สี สีหนึ่งด้วยเหตุผลสำคัญ โดยมีแนวคิดที่จะนำสีนี้ไปใช้ในงานสถาปัตยกรรมภายในในบางส่วนของตน โดยสีที่ต้องการนั้นสามารถระบุในระบบโมเดลสีมาตรฐาน คือโมเดลสีระบบอาร์จีบีได้ แต่สีที่ต้องการที่ระบุในโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสนั้นยังคงค้นไม่พบ ทางผู้เขียนซึ่งอยู่ในฐานะสถาปนิก ผู้ออกแบบโครงการนี้ จึงจำเป็นต้องหาวิธีการเทียบแปลงจากโมเดลสีระบบอาร์จีบี ไปยังโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการสั่งผลิตสีที่ต้องการเพื่อนำมาเคลือบผิวอาคาร ตามแนวคิดดังกล่าวโดยในรายละเอียด อธิบายได้ดังนี้

เริ่มจากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาวิจัยทรัพยากรการเกษตร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้เป็นเจ้าของงาน “โครงการปรับปรุงพื้นที่คณะการอาหารและการเกษตร” ซึ่งใช้พื้นที่ภายในชั้นที่ 12 ของอาคารวิทยกิตติ์ โดยการปรับปรุงพื้นที่ดังกล่าว ทางเจ้าของงานเห็นความสำคัญของสีประจำหลักสูตร คือสีศิลาแลงหรือฟาลูเรด (falu-red) เพราะสีประจำหลักสูตรที่ได้มานี้มีความหมายอย่างลึกซึ้ง จึงอยากให้สีประจำหลักสูตรนี้ปรากฏอยู่ในงานสถาปัตยกรรมภายในของงานปรับปรุงครั้งนี้ด้วย ความหมายที่ลึกซึ้งของสีประจำหลักสูตรนี้ทางผู้อำนวยการหลักสูตรได้กล่าวไว้คือ “*เกษตรกรรมเกือบจะทุกชนิดต้องอาศัยพื้นดินไม่ว่าการเพาะปลูก หรือเลี้ยงสัตว์ การใช้สีจึงมีแนวคิดถึงการใช้**สีของดิน** ซึ่งอาจจะมีหลากหลายทั้งสีดำ สีดินแดง สีน้ำตาล หรือสีขาวปนเทา เป็นต้น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ **เป็นดินแดง** และเมื่อถูกทับถมไปนาน จะเป็น**หินลูกรัง** และเมื่อถูกบดอัดกันเป็นหลายร้อยหลายพันปี ก็จะกลายเป็น**ศิลาแลง** ดังนั้น สีที่มีความหมายของการเกษตรกรรมแล้ว การใช้**สีดิน** และน่าจะเป็น**สีดินแดง** หรือ**สีศิลาแลง** เพราะในเชิงความหมายแล้ว **ผู้ที่ดำเนินงานด้านการเกษตรนั้นต้องอยู่กับดิน ต้องมีความอดทนสูง ยิ่งถูกบด ถูกเหยียบย่ำมากเพียงใด ก็จะทำให้แข็งแกร่งขึ้นมากเท่านั้น ดังเช่น ศิลาแลง ซึ่งแท้จริงแล้วก่อเกิดจากดิน** ชาวนาในประเทศสวีเดนเมื่อหลายร้อยปีที่แล้วยังยากจนอยู่มาก และมีบางยุคบางสมัยที่ต้องย้ายถิ่นฐานไปอยู่สหรัฐอเมริกา ในยุคสมัยก่อนหน้านั้น ได้ใช้สีจากดิน ผงดิน ที่มีแร่กลุ่มทองเหลือง ทองแดง มาเป็นสีใช้ทาไม้ฝาบ้าน ลักษณะสีเป็น สีแดงอิฐ เหมือนสีของศิลาแลงหรือฟาลูเรด เพื่อรักษาเนื้อไม้ และมีขอบประตู ขอบหน้าต่าง ทาสีขาว โดยมีตัวบ้านสีแดง จนเป็นสีสัญลักษณ์ของสีบ้านชาวนา บ้านในชนบทของประเทศสวีเดนจนถึงทุกวันนี้*” (อรรณพ คุณาวงษ์กฤต, 2552)

จากความหมายที่ลึกซึ้งของสีประจำหลักสูตรและความต้องการจากทางเจ้าของงาน ทำให้สถาปนิกต้องเริ่มต้นทำงานค้นหาสีศิลาแลงหรือฟาลูเรดที่สามารถระบุสีนี้ในโมเดลสีระบบมาตรฐานได้ เพื่อให้เกิดความชัดเจนและ

ภาพที่ 6: *แสดงการใช้สีศิลาแลงหรือฟาลูเรดกับบ้านในชนบทของประเทศสวีเดน*
ที่มา: TIRO Paint, (n.d.): online

ภาพที่ 7: *แสดง สีศิลาแลงหรือฟาลูเรด ใช้เคลือบผิวไม้*
ที่มา: Wiles, 2008: online

ภาพที่ 8: *และ* ***ภาพที่ 9:*** *แสดงสีศิลาแลงหรือฟาลูเรดใช้เคลือบผิวไม้*
ที่มา: Sweden's Own Colour, (n.d.): online

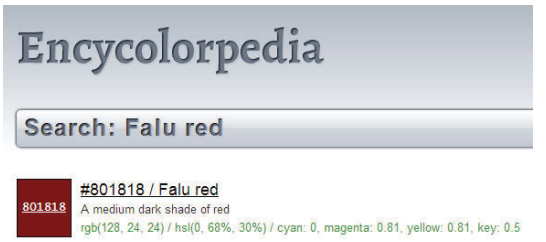
เป็นมาตรฐานสากล ซึ่งสิ่งที่ค้นพบนั้นพบว่าสีศิลาแลงหรือฟาลูเรดมีเฉพาะในโมเดลสีระบบอาร์จีบี จึงทำให้ต้องหาวิธี หรือเครื่องมือที่ใช้เทียบแปลงสีจากโมเดลสีระบบอาร์จีบีนี้ไปเป็นโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส เพื่อไว้ใช้สั่งผลิตสีที่จะนำมาเคลือบผิวอาคารได้ จากเรื่องราวที่เกิดขึ้นในการประกอบวิชาชีพครั้งนี้สามารถใช้เป็นตัวอย่างได้ว่า มีโอกาสที่ต้องมีการเทียบแปลงสี จากโมเดลสีระบบอาร์จีบีไปยังโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส

จากตัวอย่างสามารถที่จะคิดเปรียบเทียบแบบประยุกต์ ได้ว่า ถ้าหน่วยงานหรือองค์กรใด ใช้สีใดสีหนึ่ง หรือหลายสีแทนตัวตน หรือเป็นสัญลักษณ์แสดงถึงองค์กร หรือเป็นเครื่องหมายทางการค้า ของหน่วยงานหรือองค์กรนั้นๆ แล้ว ถ้ามีความต้องการใช้สีเหล่านั้นสะท้อนมาในงานสถาปัตยกรรมของตนด้วย การเทียบแปลงสีน่าจะมีโอกาสเกิดขึ้นไม่ยาก เพราะสีที่ใช้แสดงถึงองค์กรเหล่านั้นมักจะอยู่ในรูปแบบของโมเดลสีระบบอาร์จีบี ที่นับเป็นมาตรฐานใช้กันอย่างแพร่หลายอยู่แล้ว เพราะต้องมีไว้ใช้ในการทำสื่อกราฟฟิกทางคอมพิวเตอร์หรือสื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ ดังนั้นถ้านำมาเทียบแปลงเป็นสีในโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส ก็จะได้สีที่ใช้สำหรับเคลือบผิวอาคารที่มีความใกล้เคียงกับสีตั้งต้นที่สุดได้ หรือแม้แต่งานออกแบบสีสำหรับงานสถาปัตยกรรมทั่วๆ ไป ถ้าสถาปนิกผู้ออกแบบได้แรงบันดาลใจในเรื่องของสี ที่ได้สีใดสีหนึ่งหรือหลายสีในภาพถ่าย ภาพวาด หรือภาพเขียนใดๆ ที่อยู่ในรูปแบบของไฟล์ดิจิตอล ก็น่าที่จะสามารถเทียบแปลงสีเหล่านั้นมาเข้าระบบสีสำหรับเคลือบผิวอาคารเพื่อไปใช้ในการระบุสีเพื่อใช้เคลือบผิวอาคารได้

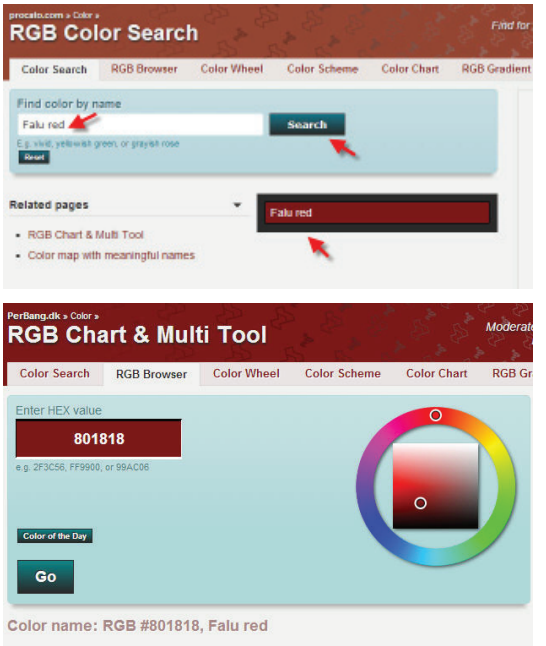
เครื่องมือค้นหาสีที่ต้องการในรูปแบบโมเดลสีระบบมาตรฐาน

จากการประกอบวิชาชีพของผู้เขียนที่มีฐานะเป็นสถาปนิกผู้ออกแบบโครงการปรับปรุงพื้นที่คณะการอาหารและการการเกษตรในขณะนั้นตามตัวอย่างที่ 2 ที่ได้รับโจทย์คือต้องหาสีศิลาแลง หรือฟาลูเรด ซึ่งเป็นสีประจำหลักสูตรในโมเดลสีระบบใดระบบหนึ่งที่เป็นมาตรฐานให้ได้ โดยเฉพาะในรูปแบบโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส เพื่อใช้สั่งผลิตสีนี้สำหรับมาใช้เคลือบผิวอาคารในงานสถาปัตยกรรมภายใน ตามแนวคิดที่ต้องการนำสีประจำหลักสูตรมาใช้ในงานออกแบบสถาปัตยกรรมภายในในพื้นที่ของหลักสูตรนี้ ซึ่งการค้นหาพบว่าสีศิลาแลง หรือฟาลูเรด นี้มีอยู่ในรูปแบบของโมเดลสีระบบอาร์จีบี ด้วยเครื่องมือโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ จากเว็บไซต์ http://encycolorpedia.com ดังภาพที่ 10 ซึ่งได้ค่าสีเป็น #801818 หรือ rgb(128, 24, 24) และจากเว็บไซต์

http://www.procato.com/rgbnd/ดังภาพที่ 11 และภาพที่ 12 จากการค้นหาสีจาก 2 แหล่งนี้ ได้ค่าสีในโมเดลสีระบบอาร์จีบีที่ตรงกัน คือ #801818 หรือ rgb(128, 24, 24)



ภาพที่ 10: *แสดง การค้นหาสีในรูปแบบโมเดลสีมาตรฐานด้วยชื่อสี "Falu red" ซึ่งได้ค่าสีเป็น #801818 หรือ rgb(128, 24, 24) จากเว็บไซต์ http://encycolorpedia.com ที่มา: Encycolorpedia, (n.d.): online*



ภาพที่ 11: *และ* ***ภาพที่ 12:*** *แสดง การค้นหาสีในรูปแบบโมเดลสีมาตรฐานด้วยชื่อสี "Falu red" ซึ่งได้ค่าสีเป็น #801818 หรือ rgb(128, 24, 24) จากเว็บไซต์ http://www.procato.com/rgbnd/และ http://www.perbang.dk ที่มา: RGB Color Search, (n.d.): online และ RGB Chart & Multi Tool, (n.d.): online*

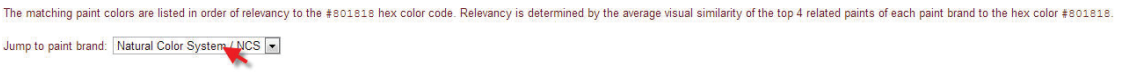
อาร์จีบี ไปเป็นโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส

จากสิ่งที่ค้นพบคือได้ค่าสีศิลาแลง หรือฟาลูเรด เป็น #801818 หรือ rgb(128, 24, 24) ทำให้ยังคงต้องค้นคว้าต่อไปว่าสีนี้ จะเป็นค่าใดในโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส เพื่อนำไปให้บริษัทสีผลิตสีที่ต้องการได้ ซึ่งจากหลักการของโมเดลสีระบบอาร์จีบี และโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส ชี้ให้เห็นว่า โมเดลสีทั้งสองมีหลักการที่ใช้ระบบคณิตศาสตร์เหมือนกัน แต่ความหยาบละเอียดไม่เท่ากัน แต่อย่างไรก็ตามก็สามารถที่จะเทียบแปลงกันได้ และตัวอย่างที่ยกมา ชี้ให้เห็นถึงเหตุผล หรือความจำเป็นที่ ต้องเทียบแปลงสี แต่ประเด็นหรือคำถามที่น่าสนใจต่อไปคือ จะทำการเทียบแปลงอย่างไร ใช้วิธีอะไร มีเครื่องมือใดบ้างที่นำมาช่วยเทียบแปลงสีทั้งสองระบบนี้ได้

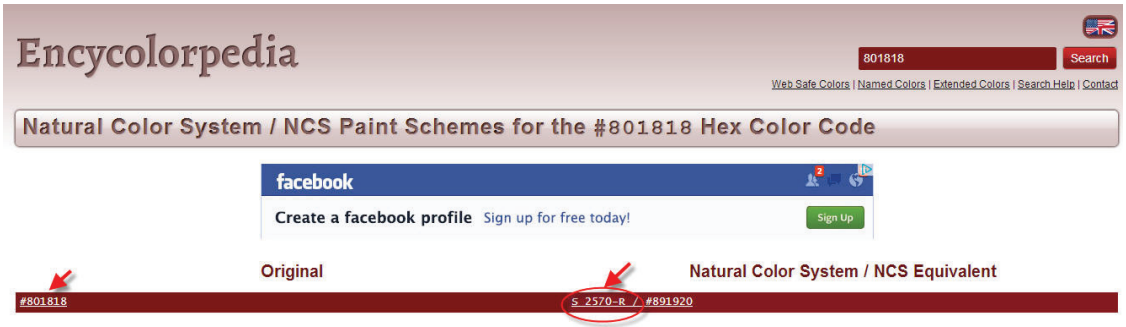
ขั้นตอนการค้นหาวิธี หรือเครื่องมือที่สามารถเทียบแปลงสีจากโมเดลสีระบบอาร์จีบี ไปเป็นโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส พบว่ามีเครื่องมืออยู่ในรูปแบบของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ (web application) กล่าวคือสามารถใช้งานโปรแกรมผ่านทางเว็บไซต์ของผู้พัฒนาโปรแกรมได้โดยตรง โดยขอสรุปและแนะนำเว็บไซต์ ที่ให้บริการโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ จากเว็บไซต์ http://encycolorpedia.com ให้บริการโดยไม่เก็บค่าบริการใดๆ เมื่อเข้าไปสู่หน้าเว็บไซต์ http://encycolorpedia.com แล้วทำการกรอกค่าสี "Falu red" ด้วยค่า rgb(128, 24, 24) จากนั้นเลือกโมเดลสีระบบสีที่ต้องการคือเอ็นซีเอส ตามภาพที่ 13 ได้ผลลัพธ์ เป็นค่าสีในโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส ที่ใกล้เคียงคือ S 2570-R ดังภาพที่ 14

2. โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ จากเว็บไซต์ http://www.procato.com/rgbnd/ และhttp://www.perbang.dk/rgb/ ทั้ง 2 เว็บไซต์นี้เป็นเว็บไซต์ที่เชื่อมโยงกัน เว็บไซต์ http://www.procato.com/rgbnd/มีหน้าที่ให้ผู้ใช้งานค้นหาสีที่ต้องการ และเมื่อค้นหาสีที่ต้องการได้แล้ว ต้องการเทียบแปลงสีที่ต้องการนั้นไปยังโมเดลสีระบบต่างๆ จะมีปุ่มเป็นรูปร่างสี่เหลี่ยมที่มีสีพร้อมชื่อตามสีที่

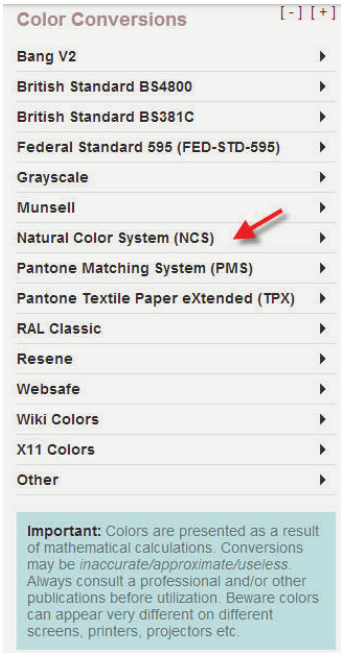


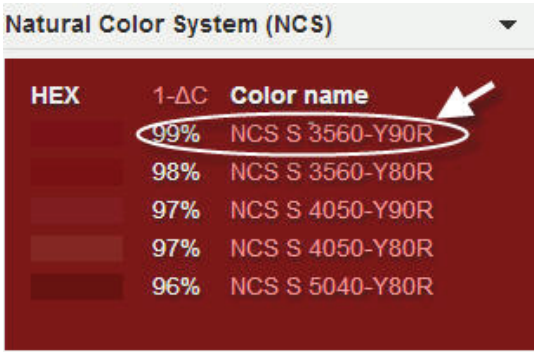
ภาพที่ 13: *แสดง การเลือกโมเดลสีระบบสีที่ต้องการคือเอ็นซีเอสจากค่าสีที่ต้องการ*
ที่มา: Encycolorpedia, (n.d.): online



ภาพที่ 14: *แสดง ผลลัพธ์ที่ทางโปรแกรมเทียบแปลงค่าสีจากโมเดลสีระบบอาร์จีบี เป็นโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสเว็บไซต์ http://encycolorpedia.com*
ที่มา: Encycolorpedia, (n.d.): online

ค้นหาดังภาพที่ 10 เพื่อให้ผู้ใช้งานคลิกไปยังเว็บไซต์ http://www.perbang.dk/rgb/ อีกทีหนึ่งเพื่อดูผลลัพธ์การเทียบแปลงสีในโมเดลสีระบบอื่นๆ ซึ่งในการศึกษานี้ต้องการโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสซึ่งได้ผลลัพธ์ตัวที่ใกล้เคียงที่สุดคือ S 3560-Y90R ดังภาพที่15 และภาพที่16 โดยทั้ง 2 เว็บไซต์นี้ให้บริการโดยไม่เก็บค่าบริการใดๆ





ภาพที่ 15: *และ* ***ภาพที่ 16:*** *แสดงผลลัพธ์ที่ทางโปรแกรมเทียบแปลงค่าสีจากโมเดลสีระบบอาร์จีบีเป็นโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส จากเว็บไซต์ http://www.perbang.dk/rgb/*
ที่มา: RGB Chart & Multi Tool, (n.d.): online

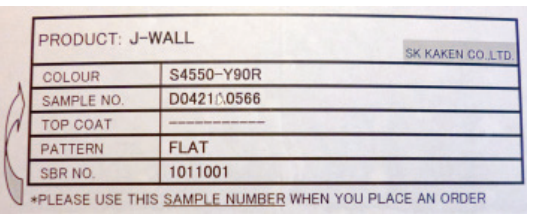
ผลที่ได้จากการเทียบแปลง

ผลที่ได้จากเครื่องมือที่นำเสนอมา ผลลัพธ์แรกได้จากเว็บไซต์ http://encycolorpedia.com ให้ค่าสีเป็น S 2570-R โดยให้ผลออกมาเป็นค่าเดียวซึ่งมีการแจ้งกำกับว่าเป็นค่าสีที่เทียบเท่า (equivalent) ไม่ใช่สีที่ถูกต้องสมบูรณ์ สำหรับผลลัพธ์ที่ 2 ได้จากเว็บไซต์ http://www.perbang.dk/rgb/ ให้ค่าสีเป็น S 3560-Y90R ซึ่งมีการแจ้งกำกับว่าค่าสีที่ได้นี้มีความใกล้เคียงกับสีที่ต้องการถึงร้อยละ 99 โดยเสนอค่าทางเลือกอื่นๆ พร้อมกำกับความใกล้เคียงเทียบเป็นร้อยละให้ด้วย เช่น S 3560-Y80R จะเป็นค่าความใกล้เคียงกับสีที่ต้องการลดลงเหลือร้อยละ 98 และ S 4050-Y90R จะเป็นค่าความใกล้เคียงกับสีที่ต้องการลดลงไปอีกเหลือร้อยละ 97 เป็นต้น

เมื่อลองวิเคราะห์ดู ในเรื่องของความสว่างของสี ได้ค่าจากเว็บไซต์ทั้งสองอยู่ในช่วง 25 35 และ 40 ซึ่งนับว่าใกล้เคียงกันโดยถือว่าสีที่ได้มีความสว่างของสีเป็นช่วงกลางค่อนไปทางสว่าง สำหรับความสดของสีได้ค่าอยู่ในช่วง 70 60 และ 50 ซึ่งนับว่าใกล้เคียงกันโดยถือว่าสีนี้ค่อนไปทางสด

จากผลลัพธ์ต่างๆ ที่ได้ ทางผู้เขียนจึงนำค่าที่ได้เหล่านี้ไปปรึกษากับบริษัทผู้ผลิตสีแห่งหนึ่งเพื่อขอคำแนะนำ โดยได้เล่าถึงที่มาในการใช้สีศิลาแลง หรือฟาลูเรดนี้ด้วย จากความหมายอันลึกซึ้งของสีประจำหลักสูตรนี้ ทำให้ทางบริษัทผู้ผลิตสีรายนั้นได้นำเสนอสีที่มีส่วนผสมของเส้นฟางและเนื้อดินจริงๆ ลงไปเพื่อเมื่อนำไปเคลือบผิวอาคารแล้วจะเกิดลักษณะของผิวที่ขรุขระตามลักษณะของเส้นฟางและดินเพื่อสื่อความหมายได้ดียิ่งขึ้นตามภาพที่ 17

โดยส่วนผสมทั้งหมดในสีตามภาพที่ 17 นี้ จะทำให้ได้ค่าสีออกมาเป็นค่า S 4550-Y90R ซึ่งเป็นค่าสีที่ถือว่าสามารถผลิตได้ใกล้เคียงกับผลลัพธ์ต่างๆที่ได้มามากที่สุดแล้ว ซึ่งได้ใกล้เคียงกับค่า S4050-Y90R ที่ได้กำกับค่าความใกล้เคียงอยู่ที่ค่าประมาณร้อยละ 97 (อ้างอิงข้อมูลตามเว็บไซต์ http://www.perbang.dk/rgb/) ซึ่งในที่สุดทั้งเจ้าของงาน และสถาปนิกผู้ออกแบบได้ตกลงร่วมกันในการใช้สีนี้ในงานสถาปัตยกรรมภายใน เพราะสีที่ได้แม้ไม่ตรงสมบูรณ์แต่ก็ใกล้เคียงแทบจะรับรู้ความแตกต่างได้ยาก ซึ่งประเด็นนี้ต้องยอมรับจากขนาด หรือจำนวนสีของโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสนั้นมีเพียงประมาณ 2,000 สี เมื่อเทียบกับโมเดลสีระบบอาร์จีบีนั้นมีขนาด หรือจำนวนสีประมาณ 16.7 ล้านสี ดังนั้นการได้มาของสีนี้ นับว่าเป็น



ภาพที่ 17: *แสดงตัวอย่างสี S4550-Y90R โดยมีส่วนผสมของเส้นฟาง และเนื้อดิน ซึ่งมีชื่อเรียกทางการค้าว่า "J-Wall" เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทผู้ผลิตสีเอสเค คาเคน (SK KAKEN) ประเทศญี่ปุ่น*

ภาพที่ 18: *แสดงผลที่ถูกนำไปใช้จริงในงานสถาปัตยกรรมภายใน โดยใช้เฉพาะส่วนที่เน้นกับชุดประตู และกำหนดสีของวงกบประตูเป็นสีขาว เพื่อให้ได้ตามรูปแบบของบ้านในชนบทของประเทศสวีเดน*

สีที่เทียบแล้วได้ใกล้เคียงที่สุด แต่สุดท้ายแล้วได้มีการนำส่วนผสมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรมาสร้างเป็นลักษณะผิว เพื่อชดเชยในด้านการสื่อความหมาย ของสีประจำหลักสูตร ได้ตามเป้าประสงค์ ซึ่งผลของการนำสีที่ได้ไปใช้งานในงานสถาปัตยกรรมภายในดังแสดงในภาพที่ 18

ข้อสรุปที่ได้จากการเทียบแปลง จากตัวอย่างการทำงานของโครงการนี้ ตอบได้ว่าสามารถเชื่อถือความถูกต้องของผลที่เทียบแปลงได้พอสมควร นำไปใช้จริงได้ และสามารถบอกความถูกต้องหรือความเพี้ยนไป เป็นร้อยละได้

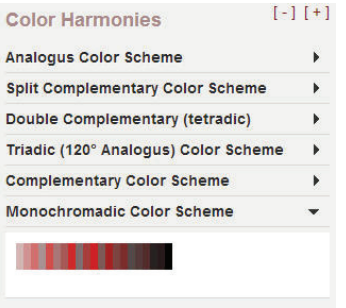
บทสรุป

การทำงานที่เกี่ยวข้องกับสี ด้วยเครื่องมือทางดิจิตอลซึ่งต้องอาศัยโมเดลสีระบบอาร์จีบีเป็นหลัก เพื่อให้ได้ผลนำไปสู่ขบวนการผลิตสีสำหรับเคลือบผิวอาคาร ตามมาตรฐานโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส การเทียบแปลงสีจากโมเดลสีหนึ่งไปสู่อีกโมเดลสีหนึ่งนั้น ผู้เขียนยังยืนยันว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญและขาดเสียมิได้ เพราะเป็นการเทียบแปลงโมเดลสี ด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์ คำนวณค่าโดยตรงปราศจากการผ่านสื่อกลางใดๆ แม้ว่าโมเดลสีระบบอาร์จีบีเป็นโมเดลสีที่มีจำนวนสีมากกว่าโมเดลสีระบบเอ็นซีเอส สีบางสีสามารถเทียบแปลงออกมาได้ตรงไม่ผิดเพี้ยนเลย และสีส่วนใหญ่เทียบแปลงแล้วได้สีที่ใกล้เคียง แต่ก็ถือว่าเป็นวิธีที่สั้นและกระชับที่สุดแล้ว ไม่มีปัจจัยอื่นใดที่จะทำให้การเทียบแปลงสีจะเพี้ยนได้อีก โดยขอยกตัวอย่างประกอบข้อสรุปเช่น ถ้านำแผ่นตัวอย่างสีไปเทียบกับสีที่ต้องการที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอแสดงภาพ ไม่ว่าจะเป็นหน้าจอแสดงภาพของอุปกรณ์ใดๆ จะเกิดความเคลือบแคลงขึ้นมาในทันทีว่าสีที่ปรากฏบนหน้าจอแสดงภาพนั้นเป็นสีที่ถูกต้องเพียงใด มีความผิดเพี้ยนไปอย่างไร มากน้อยแค่ไหน จอแสดงภาพนั้นได้มีการปรับแต่ง (calibrate) ให้เชื่อถือได้แล้วหรือยังและระหว่างที่ทำการเทียบสีนั้น ได้ดำเนินการอยู่ภายใต้แสงใด แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในขณะนั้นมีอิทธิพลทำให้สีที่กำลังเทียบกันอยู่นั้นเพี้ยนไปมากน้อยแค่ไหนหรือไม่ จากตัวอย่างเห็นได้ว่ามีปัจจัย 2 ปัจจัยที่จะก่อให้เกิดความผิดเพี้ยนขึ้นได้คือมาตรฐานของอุปกรณ์จอแสดงภาพและแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งถ้าเราตัด 2 ปัจจัยนี้ไปได้ก็เป็นการลดโอกาสที่จะทำให้ความผิดเพี้ยนนั้นเกิดขึ้น

ทั้งนี้นอกจากสาระหลักคือการเทียบแปลงสีจากโมเดลสีระบบอาร์จีบีไปยังโมเดลสีระบบเอ็นซีเอสที่ได้นำเสนอไปแล้วนั้น เครื่องมือต่างๆ ที่นำเสนอมามีความสามารถในการเทียบแปลงสีเป็นโมเดลสีระบบอื่นๆ ได้อีกหลายระบบ เช่นดังภาพที่ 19 และมีความสามารถในการช่วยงานในลักษณะอื่นๆ อีก อาทิ การหาสีประกอบกับสีที่เลือกตามโครงสี (color scheme) ต่างๆ ดังภาพที่ 20 เป็นต้น

Description BETA	Moderate red
RGB Hexdecimal	801818
RGB 0÷255	128, 24, 24
RGB %	50.2, 9.4, 9.4
CMYK %	0, 81, 81, 50
HSV	0°, 81, 50
HSL	0°, 68, 30
CIE-L*ab	27.6, 43.3, 28.4
XYZ	9.4, 5.3, 1.4

ภาพที่ 19: *แสดงผลของการเทียบแปลงสีในโมเดลสีระบบอื่นๆ*
ที่มา: RGB Chart & Multi Tool, (n.d.): online



ภาพที่ 20: *แสดงโครงสีต่างๆ ที่ต้องการหาสีประกอบกับสีที่เลือก*
ที่มา: RGB Chart & Multi Tool, (n.d.): online

ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของบทความนี้ คือต้องการชี้ให้เห็นถึง โอกาสที่มีความจำเป็นต้องเทียบแปลงโมเดลสีระบบหนึ่งไปสู่ระบบหนึ่ง ในการปฏิบัติวิชาชีพโดยการยกตัวอย่างที่ผู้เขียนได้มีประสบการณ์ตรง โดยตัวอย่างที่ยกมาเป็นงานปฏิบัติวิชาชีพที่ผู้เขียนได้รับโอกาสให้ทำงานให้แก่ทางมหาวิทยาลัย โดยคาดว่าสามารถนำไปประยุกต์กับงานปฏิบัติวิชาชีพให้แก่เอกชนอื่นๆ ได้เช่นกัน และวัตถุประสงค์ถัดไปคือ ต้องการนำเสนอเครื่องมือ พร้อมวิธีการใช้งานเครื่องมือเหล่านั้น รวมทั้งลักษณะของผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ เพื่อให้ผู้สนใจเห็นเป็นตัวอย่าง แล้วสามารถนำสิ่งค้นพบจากการศึกษานี้ไปใช้ในการปฏิบัติวิชาชีพของตนเมื่อมีโอกาสที่จำเป็นต้องเทียบแปลงโมเดลสีระบบต่างๆ หรือเพื่อประโยชน์อื่นๆ ได้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

อรรณพ คุณาวงษ์กฤต. 2552. **การจัดการศึกษาด้านการเกษตรในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาวิจัยทรัพยากรการเกษตร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรวินท์ เมฆพิรุณ. 2551. **กล้องดิจิตอลและการแต่งภาพ**. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น จำกัด.

ภาษาอังกฤษ

"Encycolorpedia". (n.d.). [Online]. Available: http://encycolorpedia.com/ Retrieved June 20, 2013.

"How the System Works". (n.d.). [Online]. Available: http://www.ncscolour.co.za /index.php/about/ the_natural_colour_system/how_the_system_works Retrieved July 3, 2013.

NCS Colour AB. (n.d.). "Company History". [Online]. Available: http://www. ncscolour.com/en/about-us/company-history/ Retrieved July 3, 2013.

"Premium Navigator". (n.d.). [Online]. Available: http://www.ncscolour.com/en/premium-navigator/ Retrieved June 20, 2013.

"RGB Chart & Multi Tool". (n.d.). [Online]. Available: http://www.perbang.dk/rgb/ 00E56A/ Retrieved July 3, 2013.

"RGB Color Search". (n.d.). [Online]. Available: http://www.procato.com/rgbnd/ Retrieved July 3, 2013.

"Sweden's Own Colour". (n.d.). [Online]. Available: http://www.swedishdesign.org/Classic/Swedens-Own-Colour/ Retrieved June 20, 2013.

"TIRO Paint". (n.d.). "Falu Red". [Online]. Available: http://www.tiro.fr/tiro-english/collections-images/index.php?collection=paint-falu-red Retrieved June 20, 2013.

Wiles, D. 2008. "Home Swede home" [Online]. Available: http://www.sweden.se/eng/Home/Lifestyle/Art-architecture/Reading/Home-Swedes-Home/ Retrieved June 20, 2013.