บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวกับแสงและการมองเห็น

2.1.1 ธรรมชาติของแสงและการมองเห็น

แสง คือพลังงานรูปแบบหนึ่งเช่นเดียวกับพลังงานความร้อน พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า แสงสามารถเคลื่อนที่ได้ในรูปของเคลื่อน พลังงานที่เคลื่อนที่ได้เหล่านี้จะถูกกำหนดโดยความถี่(Hz) และความยาวคลื่น (nm) เมื่อพิจารณาพลังงานที่มีความยาวคลื่นต่ำสุดจนถึงพลังงานที่มีความยาวคลื่นสูงที่สุด แสงเป็นแถบพลังงานแถบหนึ่งซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 380-760 nm พลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่นดังกล่าวช่วยให้เกิดการเห็นพลังงานอื่น

พลังงานในส่วนที่ช่วยในการมองเห็น จะมีการกระตุ้นของพลังงานกับดวงตาปกติ การที่เราสามารถเห็นวัตถุเป็นสีต่าง ๆ นั้น เกิดจากที่วัตถุนั้นตอบสนองต่อ Visible Spectrum ที่ความยาวคลื่นค่าใดค่าหนึ่ง เช่นวัตถุสีเขียวจะตอบสนองต่อ Visible Spectrum ที่ความยาวคลื่นระหว่าง 560-490 nm ดังที่ปรากฏในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1: ความยาวคลื่นของ Visible Spectrum ที่ตอบสนองต่อวัตถุสีต่าง ๆ

สี	ความยาวคลื่น (nm)
ม่วง	420 -380
คราม	440 -420
น้ำเงิน	490 -440
เขียว	560 -490
เหลือง	590 -560
แสด	630 -590
แดง	760 -630

2.1.2 พฤติกรรมของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดสู่ตัวกลางชนิดต่าง ๆ นับตั้งแต่ อากาศของเหลว วัตถุโปร่งแสง ฯลฯ จะมีพฤติกรรมแตกต่างกันออกไป นั่นก็คือทิศทางของแสงจะถูกเปลี่ยนไปเมื่อกระทบตัวกลางเหล่านั้น

ปรากฏการณ์ที่แสงกระทบกับวัตถุ การทะลุผ่าน การสะท้อนและการถูกดูดกลืน ในการที่แสงตกกระทบวัตถุใด ๆ อาจเกิดปรากฏการณ์ทั้งสาม หรือเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิวของวัตถุ ขนาดของมุมตกกระทบ (Incident Angle) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1.2.1 การสะท้อน (Reflection)

เป็นปรากฏการณ์เมื่อแสงกระทบตัวกลาง (medium) แล้วสะท้อนออก ถ้าตัวกลางมีผิวเรียบเป็นมัน (specular) มุมตกกระทบ (Incident Angle) จะเท่ากับมุมสะท้อน (Reflected Angle) เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Specular reflection

2.1.2.2 การกระจาย (Diffusion)

เป็นรูปแบบของการสะท้อน เมื่อแผ่นตัวกลางมีลักษณะพื้นผิวไม่สม่ำเสมอ ทำให้มุมที่แสงตกกระทบวัตถุ (Incident Angle) ไม่เท่ากับมุมสะท้อน (Reflected Angle) เกิดการกระจายของแสงออกจากผิววัตถุ การกระจายแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

2.1.2.3 การทะลุผ่าน (Transmission)

เป็นปรากฏการณ์ที่แสงทะลุผ่านวัตถุตัวกลางออกไปอีกด้านหนึ่ง

2.1.2.4 การหักเห (Reflection)

เป็นปรากฏการณ์ที่เมื่อแสงทะลุผ่านตัวกลางแล้วหักเหไปจากแนวเดิม

2.1.2.5 การดูดกลืน (Absorption)

เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง เช่นการฉายแสงสีขาวลงบนวัตถุสีเขียว แสงสีอื่นจะถูกดูดกลืนยกเว้นแสงสีเขียวเท่านั้นที่สะท้อนสู่ตาของผู้สังเกต โดยทั่วไปเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืน จะแปรเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน

2.1.3 การวัดค่าความสว่าง

สามารถวัดได้ในรูปของความเข้มแห่งการส่องสว่าง (Luminious Intensity) และในรูปของลูเมน/ตารางหน่วยพื้นที่ ดังนี้

2.1.3.1 แคนเดลา (Candela)

เป็นการบอกค่าพลังงานของแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ ในรูปของความเข้มของการส่องสว่างหรือกำลังการส่องสว่าง ความเข้มของการส่องสว่าง 1 แคนเดลา มีค่าเท่ากับความเข้มของการส่องสว่างบน Blackbody ที่อุณหภูมิเยือกแข็งของ Platinum และจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามมุมที่ทำกับแนวแกนของแหล่งกำเนิดแสง

2.1.3.2 Luminous Intensity

แหล่งกำเนิดแสงจะปล่อย Luminous Flux ออกมาโดยรอบทิศทาง Luminous Intensity คือปริมาณของ Luminous Flux ที่วัดได้ในหน่วย Lumen เป็นการบอกค่าพลังงานของแหล่งกำเนิดแสง ในรูปของปริมาณ Luminous Flux ที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงนั้น ๆ

2.1.3.3 ฟุตแคนเดิล (Footcandle)

หากเรานำแหล่งกำเนิดแสงที่มีความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา ไปวางที่จุดศูนย์กลางทรงกลมรัศมี 1 ฟุต ปริมาณแสง 1 ลูเมนจะตกลงทุก 1 ตารางฟุตของผิวทรงกลม ดังนั้นปริมาณการส่องสว่างจะมีค่าเท่ากับ 1 ฟุตแคนเดิล หรือ 1 ลูเมนต่อตารางฟุต และหากทรงกลมมีรัศมี 1 เมตร ปริมาณการส่องสว่างจะมีค่าเท่ากับ 1 ลักซ์ หรือ 1 ลูเมนต่อตารางเมตร

2.1.4 ความส่องสว่าง (Illumination หรือ Illuminance)

ปริมาณการส่องสว่างบนพื้นผิวใด ๆ จะแปรผันโดยตรงกับความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity) ของแหล่งกำเนิดแสง และแปรผกผันกับระยะทางกำลังสองจากพื้นผิวกับแหล่งกำเนิดแสง และเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎกำลังสองผกผัน (Inverse Square Law) มีหน่วยเป็นฟุตแคนเดิล หรือลักซ์

สูตร E = I / D2 หน่วย Fc หรือ Lx.....

E = ปริมาณการส่องสว่างบนพื้นงาน

I = ความเข้มของการส่องสว่างจากแหล่งกำเนิด

D = ระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงถึงแหล่งที่ต้องการคำนวณ

2.1.5 ความเปรียบต่าง (Contrast)

ความแตกต่างของจุดสังเกต กับสิ่งที่อยู่รอบข้างยิ่งมีความเปรียบต่างมากจะทำให้การมองเห็นง่าย ความต้องการปริมาณแสงและเวลาในการรับภาพมีน้อยลง เช่น ตัวหนังสือดำบนกระดาษขาว ย่อมเห็นได้ง่ายกว่า ตัวหนังสือดำบนกระดาษเทา

2.1.6 ความสว่าง (Brightness & Luminance)

แสงส่องกระทบวัตถุแล้วเข้ามายังตา คุณสมบัติหนึ่งก็คือ ความจ้าของแสง (Brightness) ซึ่งไม่เพียงแต่ขึ้นอยู่กับปริมาณความสว่าง แต่ยังเกี่ยวข้องกับการปรับสายตาอีกด้วย ความจ้านั้นเป็นการวัดค่าความสว่างของวัตถุ ความสว่างสามารถเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ความเข้มแสง (Intensity) นั่นคือ ความเข้มของความสว่าง ต่อหน่วยพื้นทีที่สะท้อนแสง มีหน่วยเป็นแคลเดลาต่อตารางเมตร เช่น ในวันที่มีเมฆปกคลุม 80 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความสว่างโดยเฉลี่ย

2,000 แคนเดลาต่อตารางเมตร และดวงจันทร์มีค่าความสว่างที่จุดสว่างสุด 2,500 แคนเดลาต่อตารางเมตร (Kaufmann, 1981: 8)

การแปลงหน่วยความสว่างจากเมตริกเป็นยูนิต

ความสว่าง	= แคนเดลาต่อตารางเมตร * 0.2919	=ฟุตแลมเบิร์ต
	= ฟุตแลมเบิร์ต * 3.4263	=แคนเดลาต่อตารางเมตร

2.1.7 ดวงตา

ดวงตาเป็นอวัยวะในการมองเห็นของมนุษย์ เมื่อแสงจากวัตถุตกลงจอรับภาพภายในดวงตา จะเห็นเป็นภาพต่าง ๆ ภาพดังกล่าวนี้มีขอบเขตการรับภาพ ซึ่งกำหนดจากอวัยวะที่ใกล้เคียงตาเป็นส่วนบดบังพื้นที่รับภาพ โดยดวงตาแบ่งเป็นพื้นที่รับภาพส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้ (Stein, 1992: 929)

พื้นที่ด้านบนของดวงตา ซึ่งถูกคิ้วบังภาพ
พื้นที่ด้านล่างของดวงตา ซึ่งถูกโหนกแก้มและจมูกบังภาพ
พื้นที่ด้านข้างของดวงตา โดยพื้นที่ด้านซ้ายจะเห็นเมื่อใช้ตาข้างซ้ายมอง ส่วนพื้นที่ด้านขวาจะเห็นเมื่อใช้ตาข้างขวามอง ทั้งสองส่วนจัดเป็นมุมมองระยะไกลที่ 60 องศา
พื้นที่ส่วนกลางภาพ ที่ 30 องศา จัดเป็นมุมมองระยะใกล้
พื้นที่ศูนย์กลางตา ที่ 2 องศา จัดเป็นจุดศูนย์กลางการมองภาพ

2.1.8 ความเปรียบต่าง (Contrast)

ความเปรียบต่างเป็นหนึ่งในคุณสมบัติในการมองภาพที่ชัดเจน ในการมองตาจะเห็นเฉพาะความเปรียบต่าง เช่น การมองตัวหนังสือในที่มือ เราไม่สามารถมองตัวหนังสือที่มีความเปรียบต่างที่ศูนย์ได้ แต่หากมีแสงสว่างเพียง 1 หน่วย ก็จะเห็นตัวหนังสือได้ และเมื่อแสงมากขึ้นเรื่อย ๆ ความสามารถในการมองเห็นจะลดลง เช่นเดียวกับความเปรียบต่างที่ลดลง ทำให้เกิดความไม่สบายในการมอง ความเปรียบต่างเป็นอัตราส่วนดังนี้

$$C = \frac{|L_T - L_B|}{L_B}$$

เมื่อ LT คือ แสงสว่างในส่วนพื้นที่ทำงาน มีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อตารางเมตร
LB คือ แสงสว่างที่ฉากหลัง มีหน่วยแคนเดลาต่อตารางเมตร

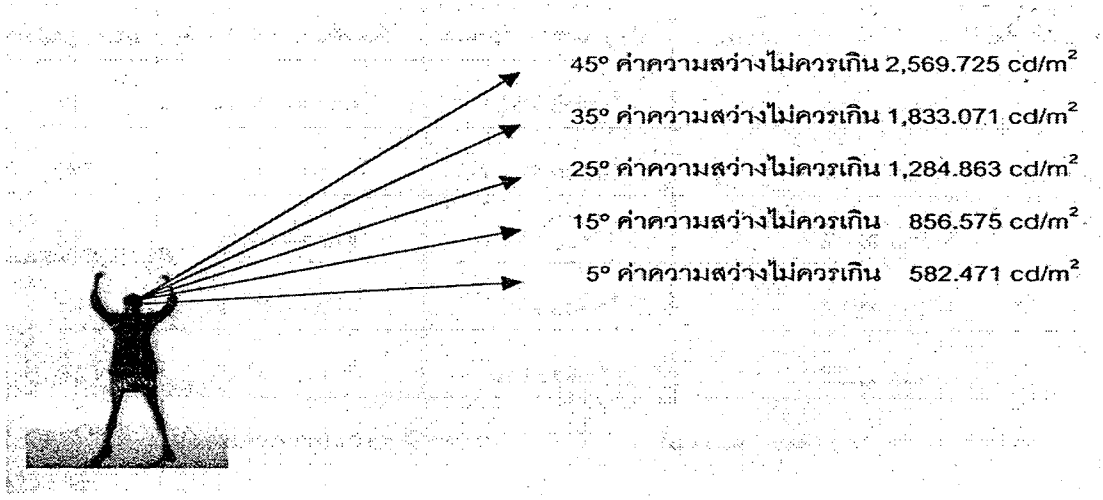
ค่าความเปรียบต่างมีตั้งแต่ 0 – 1 ค่าความเปรียบต่างยิ่งน้อยความชัดเจนในการมองก็มีน้อย แต่ถ้าค่าความเปรียบต่างยิ่งมากความชัดเจนในการมองก็มีมาก ซึ่งไม่ขึ้นกับความสว่าง เช่น ในตอนกลางคืนเราวัดระดับความส่องสว่างได้ที่ 0.1 ลักซ์ แต่ถ้าค่าความเปรียบต่าง 0.94 ก็สามารถเห็นภาพได้ชัดเจน

อัตราส่วนความสว่างระหว่างส่วนใช้งานและฉากหลัง เป็นตัวบอกถึงเวลามองพื้นที่ทั้งสองส่วนแล้วเกิดอาการแสบตาหรือหน้ามืด เนื่องจากความสว่างของพื้นที่ส่วนใดส่วนหนึ่งมากเกินไปหรือไม่ คือ บอกว่ามีความสบายทางสายตาหรือไม่นั่นเอง เกณฑ์ที่นำมาใช้มีหลายสถานการณ์ เช่น กรณีอยู่ในพื้นที่ที่มีความสว่างน้อย พื้นที่ที่มีความสว่างมาก พื้นที่ที่มีความสว่างปกติ เป็นต้น นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ในมุมมองสายตาว่ามีความสบายทางสายตาหรือไม่ โดยดูจากอัตราส่วนต่าง ๆ ดังนี้

อัตราส่วนระหว่างความสว่างในส่วนใช้งานและฉากหลังมากที่สุดมีดังนี้
3 : 1 พื้นที่ใช้งานต่อพื้นที่ฉากหลัง
10 : 1 พื้นที่ใช้งานต่อพื้นที่ค่อนข้างมืด
1 : 10 พื้นที่ใช้งานต่อพื้นที่ค่อนข้างสว่าง
20 : 1 ทางเดินต่อพื้นที่โดยรอบ
40 : 1 พื้นที่ใด ๆ ในมุมมองสายตา

2.1.9 การเปรียบเทียบความน่าสบายตาระหว่างค่ามาตรฐานและค่าความเปรียบต่าง

ในการมองเห็นภาพโดยทั่ว ๆ ไป สามารถบอกว่า การมองเห็นนั้นเกิดความสบายหรือไม่ โดยสังเกตจากค่าขอบเขตความสว่างในแต่ละระดับมุมมอง หากค่าความสว่างมีค่าสูงเกินกำหนด จะทำให้ไม่สบายตา แต่ถ้าค่าความสว่างมีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนด แสดงว่ามีความสบายตา มุมมองสายตาที่ระดับต่าง ๆ จะมีขอบเขตค่าความสว่างที่กำหนดไว้ดังรูป



รูปที่ 2.1: ค่ามาตรฐานความสว่างที่ระดับมุมมองต่างๆ
ที่มา: Robins, C. L. 1986. *Daylighting: Design and Analysis.* 1st Edition. New York: Van Nostrand Reinhold. P. 236

2.2 ความบาดตาและการพัฒนาระบบในการประเมินค่าความบาดตา

ความบาดตา (Glare) หมายถึง แสงที่เข้าตาแล้วทำให้มองเห็นวัตถุได้ยากหรือมองไม่เห็นเลย การจัดโคมให้ส่องสว่างโดยทั่วไปต้องการความบาดตาน้อยที่สุด โคมไฟฟ้าแต่ละชนิดให้ความบาดตาไม่เหมือนกัน มาตรฐานมีการกำหนดไว้เหมือนกันว่าถ้าต้องการคุณภาพของแสงสว่างที่ดีที่ความส่องสว่างเท่าใดควรมีความบาดตาเป็นอย่างไร

ความบาดตามีด้วยกันสองแบบใหญ่ๆ คือ ความบาดตาแบบไม่สามารถมองเห็นได้ (disability glare) และความบาดตาแบบไม่สบายตา (discomfort glare) ความบาดตาแบบไม่สามารถมองเห็นได้เป็นความบาดตาประเภทที่ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ เช่น มีแสงเข้าตามากจนไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ ส่วนความบาดตาแบบไม่สบายตา เป็นแสงบาดตาประเภทที่ยังมองเห็นวัตถุได้แต่เป็นไปด้วยความลำบากและไม่สบายตาเพราะมีแสงย้อนเข้าตามาก

ในส่วนนี้ประกอบด้วยระบบต่างๆในการประเมินค่าของความบาดตาที่มีในปัจจุบัน จากนิยามของคำว่าความบาดตานั้นหมายถึง ความรู้สึกไม่สบายตา รำคาญตาและแม้แต่ความเจ็บปวดเนื่องจากการที่คนเรามองสิ่งที่สว่างมากเกินไป สาเหตุในการเกิดความบาดตาดังกล่าวยังไม่สามารถบอกได้อย่างแท้จริงจนถึงปัจจุบัน แต่จากการรวบรวมหลักฐานต่างๆ นั้นพบว่าความบาดตาดังกล่าวเกิดจากผลของปรากฏการณ์ 2 อย่างได้แก่ 1) ผลจากความแตกต่างของสิ่งที่เห็น (contrast effect) 2) ผลจากการอิ่มตัวของระบบในการมองเห็น (saturation effect) สำหรับผลที่เกิดจากความแตกต่างของสิ่งที่เห็นนั้น (contrast effect) เกิดขึ้นเนื่องจากเมื่อคนเรามองสิ่งที่มีความสว่างมากๆ เมื่อเทียบกับสิ่งที่อยู่โดยรอบ ในส่วนผลจากการอิ่มตัวของระบบในการมองเห็น (saturation effect) เกิดขึ้นเมื่อคนเรามองสิ่งที่สว่างมากเกินกว่าที่การตอบรับ

จากเรตินา (retina)ในระบบประสาทจะสามารถทำได้ ในปัจจุบันระบบในการประเมินค่าความบาดตาต่างๆนั้นได้ใช้แนวความคิดของผลที่เกิดจากความแตกต่างของสิ่งที่เห็นนั้น (contrast effect) เป็นส่วนใหญ่ ในปัจจุบันระบบในการประเมินค่าความบาดตาได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ตามขนาดของแหล่งกำเนิดแสง (a glare source)ได้แก่ ระบบในการประเมินของแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็ก (small-glare source formula) และระบบในการประเมินของแหล่งกำเนิดแสงขนาดใหญ่ (large-source glare formula)

2.2.1 ระบบในการประเมินของแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็ก (Evaluation Systems of Discomfort Glare for Small Sources)

การพัฒนาสูตรในการประเมินค่าความบาดตาเนื่องจากแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็กเริ่มต้นตั้งแต่ในช่วงปลายของทศวรรษ 1920 โดยเริ่มต้นที่ในประเทศอเมริกา โดย Holladay, Luckiesh และ Stiles โดยงานในช่วงแรกนั้นเกี่ยวกับการศึกษากับหลอดไฟที่มีขนาดเล็ก โดยที่ Luckiesh และ Holladay (1925) ได้เป็นกลุ่มแรกที่สร้างแบบสอบถามในการวัดค่าความบาดตาดังกล่าว พวกเขาได้พัฒนามาตรวัดความสบายตา/ไม่สบายตาและระดับของความรู้สึกบาดตาตั้งแต่แทบจะไม่บาดตาจนถึงบาดตาอย่างรุนแรง การศึกษาต่างๆ ดังกล่าวในช่วงแรกได้เป็นรากฐานของการพัฒนาระบบในการประเมินความบาดตาต่างๆ ในเวลาต่อมา ในเวลาต่อมาการศึกษาระบบในการประเมินได้มีการศึกษาต่อไปในส่วนประเทศอังกฤษโดย Hopkinson และ Petherbridge (1950-1960s) ในประเทศสหรัฐอเมริกาโดย Luckiesh และ Guth (1940-1960s) และในประเทศเยอรมันโดย Sollner และ Fisher (1963-1972) และ Einhorn (1969) โดยจากการศึกษาต่างๆ ดังกล่าวได้ทำให้เกิดระบบในการประเมิณความบาดตาที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน 4 ระบบได้แก่

2.2.1.1 The British Glare Index System

ระบบในการประเมินความบาดตาได้เกิดขึ้นครั้งแรกในปี 1961 ใน IES Code ซึ่งได้ทำการพัฒนาโดยการศึกษาของ Hopkinson และ Petherbridge ในช่วง 1950-1960 โดยระบบในการเมินดังกล่าวนั้นได้ทำการประเมินค่าความบาดตาโดยใช้มาตรวัด 4 สเกล ได้แก่ just intolerable, just uncomfortable, just acceptable, just impossible สำหรับสูตรในการประเมินในระบบนี้ได้แก่

สูตรที่ 1: สูตรสำหรับแหล่งกำเนิดแสงเดียว

$$G = \frac{L_s^{1.6}\,\omega^{0.8}}{L_b\,P^{1.6}}$$

เมื่อ

L_s = ค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดแสง (luminance of the glare source, cdm^{-2})

L_b = ค่าความสว่างของสิ่งที่อยู่รอบๆแหล่งกำเนิดแสง (luminance of the background, cdm^{-2})

P = Position index หรือตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นสายตา

ω = ขนาดของแหล่งกำเนิดแสง (มุมตัน, sr)

สูตรที่ 2: สูตรสำหรับแหล่งกำเนิดหลายแหล่ง

$$\text{IES-GI} = 10\text{Log}10\ 0.478\ \frac{L_s^{1.6}\ \omega^{0.8}}{L_b\ P^{1.6}}$$

เมื่อ

L_s = ค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดแสง (luminance of the glare source, cdm^{-2})

L_b = ค่าความสว่างของสิ่งที่อยู่รอบๆแหล่งกำเนิดแสง (luminance of the background, cdm^{-2})

P = Position index หรือตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นสายตา

ω = ขนาดของแหล่งกำเนิดแสง (มุมตัน, sr)

Collins (1962) พบว่าขนาดของความแตกต่างของความบาดตาที่คนที่จะรับรู้ได้น้อยที่สุดคือ 1 หน่วยของ Glare Index และความแตกต่างที่พบอย่างมีนัยสำคัญได้แก่ 3 หน่วยของ Glare Index สำหรับสูตรของ IES-GI ดังกล่าวได้เผยแพร่ใน IES-London และฉบับแก้ไขได้เผยแพร่อีกที่ใน CIBSE (1985) ระบบในการประเมินความบาดดังกล่าวได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศยุโรป

2.2.1.2 The American Visual Comfort Probability System

Luckiesh และ Guth (1949) ได้ทำการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาและได้ทำการพัฒนาระบบในการประเมินความบาดตาที่เรียกต่อมาว่า VCP System ขั้นการในการศึกษาดังกล่าวนั้นเป็นในผู้ทำการทดลองมองแหล่งกำเนิดแสงที่มีการกระพริบที่มีส่วนด้านหลังเป็นแสงที่มีลักษณะเรียบ โดยการศึกษาได้ใช้มาตรวัดแบบ BCD หรือ Borderline between Comfort and Discomfort ซึ่งเป็นมาตรวัดที่มีตำแหน่งเท่ากับ just comfortable ในมาตรวัดของ Multiple criterion ของ Hopkinson สูตรที่ได้จากการศึกษาดังกล่าวได้แก่

สูตร 1: สูตรสำหรับแหล่งกำเนิดแสงเดียว

$$M = 0.5\ \frac{L_s\ Q}{F\ P^{0.44}}$$

เมื่อ:

$Q = 20.4\omega + 1.52\omega 0.2 - 0.075$

L_s = ค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดแสง (luminance of the glare source, cdm^{-2})

F = ค่าความสว่างของสิ่งที่อยู่รอบๆแหล่งกำเนิดแสง (luminance of the background, cdm^{-2})

P = Position index หรือตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นสายตา

ω = ขนาดของแหล่งกำเนิดแสง (มุมตัน, sr)

สูตรที่ 2: สูตรสำหรับแหล่งกำเนิดหลายแหล่ง

$$DGR = (\Sigma_n M)^a$$

เมื่อ:

$a = n-0.0914$

n = จำนวนของแหล่งกำเนิดแสง

รูปแบบของสูตรดังกล่าวได้พัฒนามาในรูปแบบสุดท้ายที่ใช้กันที่เรียกว่า VCP หรือ Visual Comfort Probability ซึ่งได้เผยแพร่ใน IESNA Lighting Handbook โดยสูตรดังต่อไปนี้

$$VCP = \frac{100}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{6.374 - 1.3227Ln(DGR)} e^{\frac{-t^2}{}} dt$$

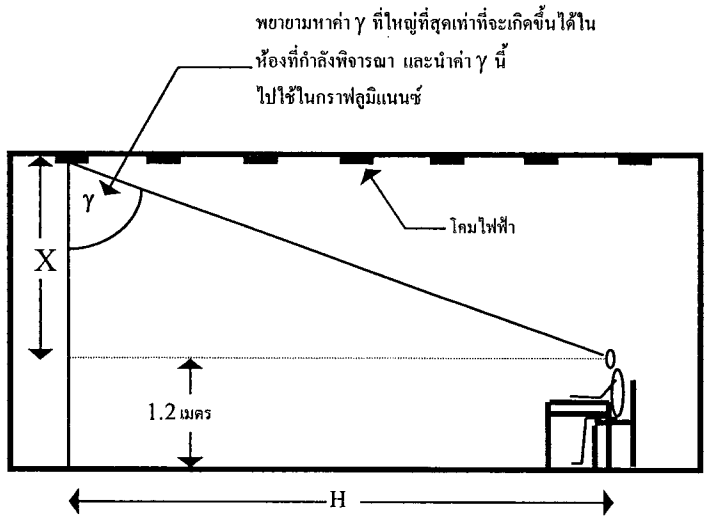
ค่า VCP จะแสดงออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ของผู้ที่คิดว่าสภาพของการส่องสว่างที่เห็นนั้นสบายตา สำหรับ IESNA ได้ให้ข้อกำหนดว่าค่า VCP ควรจะไม่น้อยกว่า 70% ระบบดังกล่าวแพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกา

2.2.1.3 The German Glare Index System

การพัฒนาของระบบในการประเมินความบาดตาที่ชื่อว่า The German Glare Index System ได้มีการศึกษาในประเทศเยอรมันโดยนักวิชาการหลายท่านได้แก่ DeBor (1958) Arndt และ Bodmann และ Muck (1959) พวกเขามีความเชื่อที่ว่าระบบ VCP และระบบ British Glare Index นั้นไม่ถูกต้อง Sollner นั้นได้ทำการศึกษาความบาดตากับสภาพของแสง 750 รูปแบบ โดยใช้มาตรวัดแบบ 7 ระดับที่เริ่มตั้งแต่ no glare จนถึง glare intolerable จากการศึกษาดังกล่าว Sollner ได้เสนอวิธีการในการหาค่าความบาดตาในลักษณะที่เป็นกราฟเส้นโค้งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่างของโคมไฟกับมุมในการเปล่งแสงและค่า mean glare rating ต่อมา Fisher ได้ทำการเปลี่ยนรูปแบบของกราฟเส้นโค้งดังกล่าวให้อยู่ในลักษณะ glare limiting

method ซึ่งจะใช้จำกัดค่าความสว่างของโคมไฟให้อยู่ในลักษณะที่สบายตาโดยขึ้นอยู่กับชนิดของสภาพการส่องสว่าง สำหรับระบบในการประเมินความบาดตาระบบนี้ต่างจากระบบ VCP และ ระบบ British Glare Index เนื่องจากระบบนี้ไม่มีสูตรในการคำนวณ ระบบนี้ใช้อย่างแพร่หลายในประเทศเยอรมัน ออสเตรเรีย ฝรั่งเศส อิสราเอล อิตาลี่ ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์และประเทศสวิตเซอร์แลนด์ สำหรับการใช้งานจะทำกราฟลูมิแนนซ์ หรือ กราฟแสงบาดตา (Luminance Curve) การพิจารณาแสงบาดตาโดยใช้กราฟลูมิแนนซ์ซึ่งมีสองกราฟขึ้นอยู่กับชนิดของโคมหรือการให้แสงออกจากโคมดังแสดงในรูปที่ 2.2 แกน Y ในรูปแสดงมุม γ ซึ่งวัดจากแนวดิ่งไปยังแนวของโคมที่ลากไปยังสายตา แสงบาดตาจะเริ่มคิดจากมุม γ ตั้งแต่ 45 องศา เป็นต้นไปจนถึงโคมไกลสุดที่มองเห็น การพิจารณาว่าโคมมีแสงบาดตามากน้อยเพียงใด สามารถทำได้โดยพิจารณาเป็นขั้นตอนดังนี้

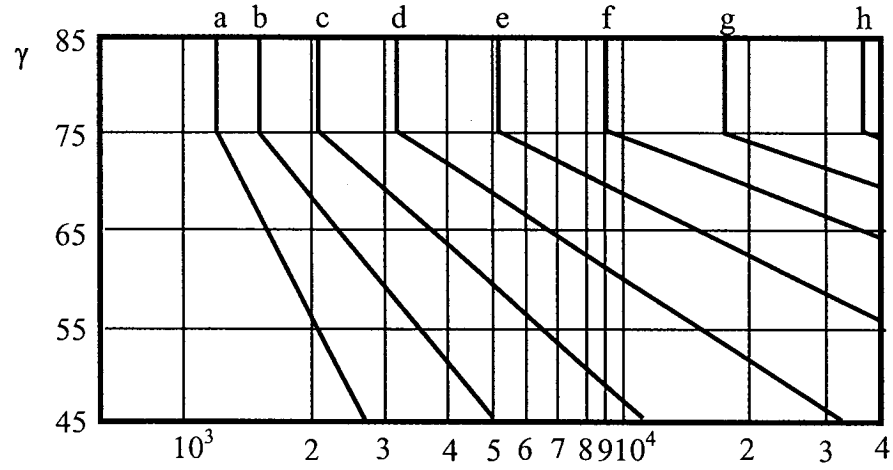
1. หาค่า γ สูงสุดที่จะเกิดในห้องที่กำลังพิจารณา เช่น ขณะนั่งลงทำงานในห้องทำงานความสูงระดับสายตา 1.2 เมตร ดังนั้นถ้าห้องนั้นมีโคมวางสูงจากพื้นห้อง 3 เมตร และห้องมีความยาวตามแนวทะแยงมากที่สุดเป็นเท่าใด (ความจริงควรคิดจากโคมที่อยู่ไกลที่สุดจากสายตา แต่ตอนออกแบบแสงสว่างยังไม่ทราบว่าโคมที่อยู่ไกลที่สุดตั้งที่ไหน ดังนั้นจึงใช้ความยาวตามแนวทะแยงห้องซึ่งเป็นค่ามากที่สุดเป็นเกณฑ์) สมมุติแนวทะแยงห้องเป็น 5 เมตร ดังนั้นค่า γ มากที่สุดได้ดังแสดงในรูปที่ 2.2 มีค่า Tan-1(5/(3-1.2)) = 70 องศา



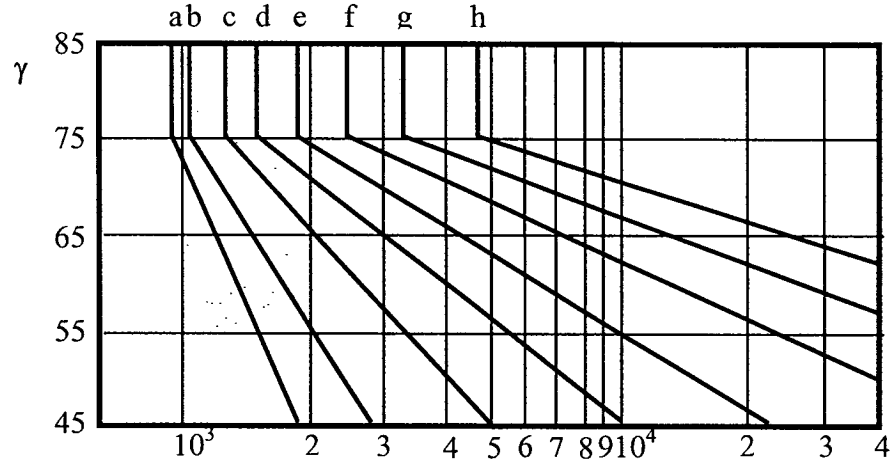
X คือ ความสูงของโคมเหนือพื้น - 1.2 เมตร(ระดับสายตาเมื่อนั่งทำงาน)
H คือ ความยาวที่มากทีสุดจากตำแหน่งนั่งทำงานไปถึงโคมสุดท้าย

รูปที่ 2.2: การคิดค่า γ เพื่อนำไปใช้ในกราฟลูมิแนนซ์

Quality Class	G	Valid for Service Illuminance E (Lux)							
A	1.15	2000	1000	500	≤ 300				
B	1.5		2000	1000	500	≤ 300			
C	1.85			2000	1000	500	≤ 300		
D	2.2				2000	1000	500	≤ 300	
E	2.55					2000	1000	500	≤ 300
		a	b	c	d	e	f	g	h



รูปที่ 2.3: สำหรับโคมไม่มีแสงด้านข้าง หรือโคมยาวมองตามแนวยาว



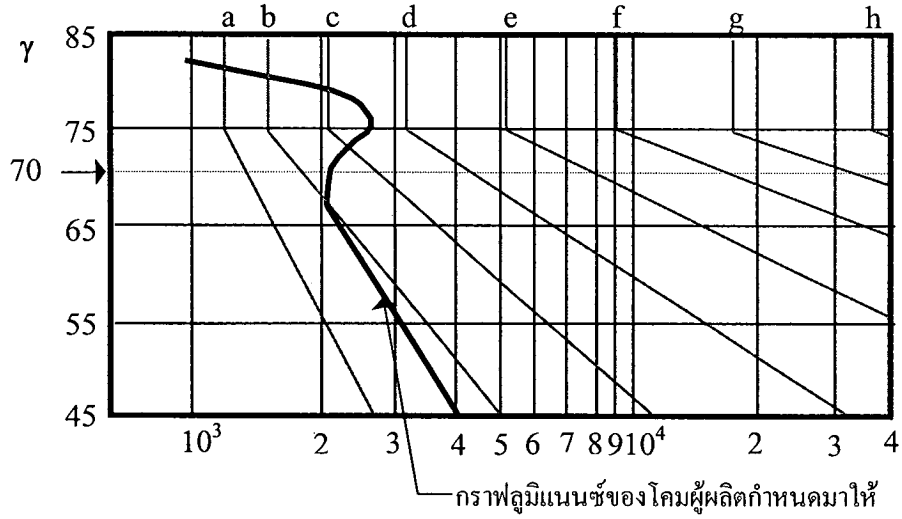
รูปที่ 2.4: สำหรับโคมที่มีแสงด้านข้างหรือโคมยาวที่มีแสงด้านข้างและมองตามแนวขวา
G อัตราแสงบาดตา โดย 0 คือไม่มีแสงบาดตา และ 8 คือแสงบาดตาที่รับไม่ได้

2. กำหนดลักซ์และคุณภาพแสงที่ต้องการ พิจารณาพื้นที่ที่ต้องการคิดว่าต้องการความส่องสว่างเท่าใด เช่น 500 ลักซ์สำหรับห้องทำงาน และสมมุติต้องการแสงบาดตาน้อยที่สุดซึ่ง

ได้แก่คุณภาพแสง A ดังตารางในรูปที่ 3 เมื่อมองไปทางด้านล่างของตารางก็จะตรงกับ 'c' สำหรับความส่องสว่าง 500 ลักซ์และคุณภาพแสง 'A'

3. นำค่า γ และคุณภาพแสงที่ต้องการไปพิจารณา นำค่า γ และเส้นกราฟที่ได้จากข้อ 2 ข้างบนไปพิจารณากราฟลูมิแนนซ์ในรูปที่ 4 หลังจากนั้นก็มาพิจารณาที่กราฟว่าจะใช้กราฟรูปไหนก็ขึ้นกับชนิดโคม ถ้าโคมเป็นแบบโคมไฟส่องลง (Downlight) ก็พิจารณาจากกราฟที่1 เพราะโคมไฟส่องลงทั่วไปไม่มีแสงด้านข้าง ดังนั้นก็ไปพิจารณาเฉพาะกราฟ 'c' ในกราฟที่ 1 เท่านั้นโดยไม่ต้องสนใจกราฟเส้นอื่น แล้วพิจารณากราฟลูมิแนนซ์ของโคมซึ่งผู้ผลิตจะให้มาว่าอยู่ทางด้านซ้ายของกราฟในรูปที่ 4 หรือไม่ ถ้ากราฟลูมิแนนซ์ของโคมอยู่ทางด้านซ้ายก็แสดงว่าโคมมีคุณภาพแสงตามที่ต้องการ พิจารณารูปที่ 5 ซึ่งเป็นกราฟลูมิแนนซ์ที่ให้มาจากผู้ผลิต

Quality Class	G	Valid for Service Illuminance E (Lux)							
A	1.15	2000	1000	500	≤ 300				
B	1.5		2000	1000	500	≤ 300			
C	1.85			2000	1000	500	≤ 300		
D	2.2				2000	1000	500	≤ 300	
E	2.55					2000	1000	500	≤ 300
		a	b	c	d	e	f	g	h



รูปที่ 2.5: ตัวอย่างกราฟลูมิแนนซ์ของโคม

จากกราฟลูมิแนนซ์ของโคมทำให้ทราบว่าสำหรับ γ ที่คำนวณออกมาได้สำหรับห้องที่พิจารณาข้างต้นสมมุติที่ 70 องศา นั้นกราฟเฉพาะส่วนที่อยู่ต่ำกว่า γ ที่ค่า 70 องศาเท่านั้นที่จะพิจารณา ส่วนของกราฟที่เกินกว่า 70 องศาไม่ต้องนำมาคิดเพราะเป็นมุมมากที่สุดที่จะ

เกิดขึ้นได้ภายในพื้นที่นั้น เมื่อพิจารณาจากกราฟลูมิแนนซ์ของโคมที่ให้มาที่มุม γ ต่ำกว่า 70 องศาลงมานั้นจะเห็นว่ากราฟลูมิแนนซ์ของโคมอยู่ทางด้านซ้ายของเส้นกราฟ 'c' ซึ่งใช้สำหรับความส่องสว่าง 500 ลักซ์โดยมีคุณภาพแสงอยู่ในเกณฑ์ 'A' ถ้านำโคมที่มีกราฟลูมิแนนซ์ดังแสดงในรูปที่ 1.5 ไปใช้เพื่อส่องสว่างในห้องดังกล่าวเพื่อให้ได้ความส่องสว่าง 1000 ลักซ์ก็สามารถทำได้โดยพิจารณาจากกราฟ 'c' ซึ่งจะเห็นว่ากราฟลูมิแนนซ์ขง 1000 ลักซ์ก็จะได้คุณภาพแสง 'B' ซึ่งถือว่าดีมากอยู่ (ถ้าเป็น 'C' ถือว่าพอใช้ 'D' แสดงว่า มีแสงบาดตา 'E' องโคมอยู่ทางด้านซ้ายของโคมทั้งหมดที่มุม γ น้อยกว่า 70 องศา และจากตารางที่กราฟเส้น 'c' มองขึ้นไปหาช่อ แสดงว่า มีแสงบาดตามาก)

2.1.4 The CIE UGR Glare Rating System

ระบบที่ชื่อว่า The CIE UGR Glare Rating System ได้เกิดขึ้นเนื่องจาก CIE (Commission International de l' Eclairage) ต้องการสร้างระบบประเมินความบาดตาที่เป็นสากลระบบเดียว Eihorn ได้ทำการศึกษาและได้ทำการเสนอสูตรในการคำนวณดังนี้

$$CGI = 8 \log_{10} 2 \left[\frac{1+E_d/500}{E_d+E_i} \frac{\sum L_s^2 \omega}{P^2} \right]$$

เมื่อ:

CGI = CIE Glare Index

L_s = ค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดแสง (luminance of the glare source, cdm-2)

P = Position index หรือตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นที่ตั้งฉากกับการมอง (line of sight)

ω = ขนาดของแหล่งกำเนิดแสง (มุมตัน, sr)

E_d = ค่าส่องสว่างโดยตรงที่ตาจากแหล่งกำเนิดแสงทั้งหมด (Direct vertical illuminance at the eye from all the glare sources, lux)

E_i = ค่าส่องสว่างโดยตรงที่ตาจากส่วนที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดแสง (indirect vertical illuminance at the eye from the rest of the sources, lux)

ในเวลาต่อมาได้มีการทำการพัฒนาเป็นสูตรใหม่ขึ้นมาจากสูตร CIE Glare Index ซึ่งเรียกว่า UGR หรือ Unified Glare Rating โดยมีสูตรดังนี้

$$UGR = 8 \log_{10} \left[\frac{0.25}{L_b} \frac{\sum L_s^2 \omega}{P^2} \right]$$

เมื่อ:

UGR = CIE UGR Glare Index

L_s = ค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดแสง (luminance of the glare source, cdm-2)

L_b = ค่าความสว่างของสิ่งที่อยู่รอบๆแหล่งกำเนิดแสง (luminance of the background, cdm-2)

P = Position index หรือตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นที่ตั้งฉากกับการมอง (line of sight)

ω = ขนาดของแหล่งกำเนิดแสง (มุมตัน, sr)

จากสูตรของ UGR ดังกล่าวระบบในเป็นพื้นฐานของการพัฒนาระบบในการประเมินความบาดตาที่ชื่อ CIE Unified Glare Rating System ในปัจจุบัน การใช้งานของระบบ UGR มีอยู่ใน CIE Technical report: Discomfort Glare in Interior Lighting

2.2.2 ระบบในการคำนวณความบาดตาที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงขนาดใหญ่

นอกจากระบบที่ใช้คำนวณสำหรับการหาค่าความบาดตาที่มาจากแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็ก ยังมีการศึกษาอย่างมากมายเกี่ยวกับการคำนวณหาความบาดตาสำหรับแหล่งกำเนิดแสงขนาดใหญ่ การศึกษาเริ่มแรกได้แก่ การศึกษาของ Hopkinson และในเวลาถัดมายังมีการศึกษาที่ทำให้เกิดระบบในการประเมินความบาดตาในแหล่งกำเนิดแสงขนาดใหญ่หลายระบบดังต่อไปนี้

2.2.2.1 Daylight Glare Index (DGI)

ระบบนี้ได้เป็นระบบที่เป็นการแก้ไขสูตรของ BRS-GI ให้เป็นสูตรที่ใช้ได้กับแหล่งกำเนิดแสงขนาดใหญ่ได้ ในการศึกษาช่วงแรกนั้นได้มีการทำการศึกษากับสกรีนที่มีแผงหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้านหลังที่มีลักษณะกระจายแสงและได้มีการใช้มาตรวัด Multiple criterion ซึ่งเป็นอันเดียวกับของ Hopkinson หลังจากการศึกษาดังกล่าวทำให้เกิดการแก้ไขสูตรของ BRS-GI จนได้เป็นสูตรใหม่ที่เรียกว่า Cornell formula หรือDaylight Glare Index (DGI) ดังนี้

$$DGI = 10 \log_{10} 0.478 \sum \left[\frac{L_s^{1.6} \Omega^{0.8}}{L_b + (0.07\omega^{0.5} L_s)} \right]$$

เมื่อ:

L_s = ค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดแสง (luminance of the glare source, cdm^{-2})

L_b = ค่าความสว่างของสิ่งที่อยู่รอบๆแหล่งกำเนิดแสง (luminance of the background, cdm^{-2})

P = Position index หรือตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นที่ตั้งฉากกับการมอง (line of sight)

ω = ขนาดของแหล่งกำเนิดแสง (มุมตัน, sr)

Ω = ขนาดของแหล่งกำเนิดแสงที่ถูกปรับโดยอิทธิพลของตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงในมุมมองการมอง (มุมตัน, sr)

เมื่อนำค่าของ BRS-GI และ DGI มาเปรียบเทียบกันจะได้ค่าต่างๆ ตามระดับของความรู้สึกดังนี้

ตารางที่ 2.2: ระดับค่า IES-GI เมื่อเปรียบเทียบกับ DGI

ระดับความรู้สึก	*IES-GI*	*DGI*
เริ่มรู้สึกบาดตาขั้นต้น (Just perceptible)	10	16
	13	18
เริ่มรู้สึกบาดตามากขึ้นแต่ยังยอมรับได้ (Just acceptable)	16	20
	19	22
เริ่มรู้สึกบาดตาในระดับไม่สบายตา (Just uncomfortable)	22	24
	25	26
เริ่มรู้สึกบาดตาในระดับทนไม่ได้ (Just intolerable)	28	28

ที่มา: Hopkinson, 1971

สูตรดังกล่าวได้ถูกนำมาเป็นข้อกำหนดของค่าที่ควรจะเป็นของความบาดตาในสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่ใช้ในปัจจุบัน (IES, 1973 และ Chauvel et al, 1982)

2.2.2.2 Chauvel's Modification of the Cornell Formula

Chauvel ได้ตั้งข้อสงสัยในเรื่องของความแตกต่างระหว่างความบาดตาที่มาจากหน้าต่างจริงๆ กับความบาดตาที่มาจากหลอดไฟและได้ให้ความสำคัญกับเนื้อหาของวิวที่มองผ่านหน้าต่างโดยกำหนดตัวแปรในสูตร Cornell ใหม่และกำหนดความหมายของตัวแปรเดิมอีกครั้ง ดังนี้

$$DGI = 10 \log_{10} 0.478 \sum \left[\frac{L_s^{1.6} \Omega^{0.8}}{L_b + (0.07\omega^{0.5} L_w)} \right]$$

เมื่อ:

L_s = ค่าความสว่างของท้องฟ้าและสิ่งกำบังและพื้นที่เห็นผ่านหน้าต่าง (luminance of the glare source, cdm^{-2})

L_b = ค่าความสว่างเฉลี่ยของพื้นผิวภายในของห้อง (luminance of the background, cdm^{-2})

L_w = ค่าความสว่างเฉลี่ยของหน้าต่าง (luminance of the window, cdm^{-2})

P = Position index หรือตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นที่ตั้งฉากกับการมอง (line of sight)

ω = ขนาดของแหล่งกำเนิดแสง (มุมตัน, sr)

Ω = ขนาดของแหล่งกำเนิดแสงที่ถูกปรับโดยอิทธิพลของตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงในมุมมองการมอง (มุมตัน, sr)

ถึงแม้ว่าสูตรของ Chauvel จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อความรู้ทางด้านนี้แต่ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่ในหลายๆ ส่วน ทำให้ได้มีการพัฒนาต่อไปอีกยังหลายๆ สูตรในเวลาต่อมา Nazzal (1998a) ได้ชี้ให้เห็นว่าค่าน้ำหนักของค่าความสว่างของพื้นหลังของทั้งสูตรของ Hopkinson และสูตรของ Chauvel และยังกล่าวว่าการคำนวณโดยใช้สูตรของ Chauvel ค่อนข้างจะสับสนไม่ว่าจะเป็นในเรื่องการหาค่าตัวแปรในสูตรจากไดอะแกรมและความหมายของค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดแสง (luminance of the source) และค่าความสว่างของหน้าต่าง (luminance of the window) Nazzal จึงได้ทำการศึกษาต่อและปรับสูตรของ Chauvel โดยมีชื่อเรียกว่า DGIN (Nazzal, 1998a; Nazzal และ Chutarat, 2000)

2.2.2.3 New Daylight Glare Index (DGI_N)

Nazzal (1998) ตั้งข้อสังเกตว่าเมื่อแหล่งกำเนิดแสงนั้นใหญ่ คนเราไม่น่าจะสามารถแยกความแตกต่างกันระหว่างตัวแหล่งกำเนิดแสงเองและพื้นหลังได้ ดังนั้นตัวแปรที่อยู่ในสูตรที่เป็นตัวหารน่าจะเป็นการรวมอิทธิพลของค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดแสงและพื้นหลังเข้าด้วยกัน ดังนั้นตัวแปรที่เรียกว่าค่าความสว่างในการปรับตาจึงได้ใส่แทนที่ค่าความสว่างของพื้นหลังในสูตร ประกอบกับได้นำอิทธิพลของค่าของตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงและรูปร่างของแหล่งกำเนิดแสงเข้ามาในการหาค่าของค่าขนาดของแหล่งกำเนิดแสง (ω)และขนาดที่แก้ไข(Ω) ดังนี้

$$DGI = 8 \log_{10} \left[0.25 \sum \left[\frac{L_{exterior}^{2} \times \Omega pN)}{L_{adaptation} + 0.07 \left(\sum (L_{window}^{2} \times \omega_N)\right)^{0.5}} \right] \right.$$

เมื่อ:

L_{window} = ค่าความสว่างเฉลี่ยของหน้าต่าง (luminance of the window, cdm^{-2})

$L_{adaptation}$ = ค่าความสว่างเฉลี่ยของพื้นผิวภายในของห้อง (luminance of the background, cdm^{-2})

ω_N = ขนาดของแหล่งกำเนิดแสง (มุมตัน, sr)

Ω_{pN} = ขนาดของแหล่งกำเนิดแสงที่ถูกปรับโดยอิทธิพลของตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงในมุมมอง (มุมตัน, sr)

สำหรับการหาค่าตัวแปรต่างๆสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$L_{window} = \frac{E_{v3\ shielded}}{2\phi_i \times \pi}$$

เมื่อ:

L_{window} = ค่าความสว่างทางตั้งเฉลี่ยของหน้าต่างที่คำนวณจากการอ่านเซนเซอร์ที่มีปิรามิดบัง (cdm^{-2})

$E_{v3shielded}$ = ค่าความส่องสว่างทางตั้งเฉลี่ยของหน้าต่างที่คำนวณจากการอ่านเซนเซอร์ที่มีปิรามิดบัง (lux)

ϕ_i = ค่ารูปร่างของหน้าต่าง

$$L_{adaptation} = \frac{E_{v2\ unshielded}}{\pi}$$

เมื่อ:

$L_{adaptation}$ = ค่าความสว่างทางตั้งเฉลี่ยของพื้นที่โดยรอบที่คำนวณจากการอ่านเซนเซอร์ที่ไม่มีปิรามิดบัง (cdm^{-2})

$E_{v2unshielded}$ = ค่าความส่องสว่างทางตั้งเฉลี่ยของพื้นที่โดยรอบที่คำนวณจากการอ่านเซนเซอร์ที่ไม่มีปิรามิดบัง (lux)

$$L_{exterior} = \frac{E_{v1\ unshielded}}{2\ (\pi\text{-}1)}$$

เมื่อ:

$L_{exterior}$ = ค่าความสว่างทางตั้งเฉลี่ยของพื้นที่ภายนอกที่คำนวณจากการอ่านเซนเซอร์ที่ไม่มีปิรามิดบัง (cdm^{-2})

$E_{v1unshielded}$ = ค่าความส่องสว่างทางตั้งเฉลี่ยของพื้นที่ภายนอกที่คำนวณจากการอ่านเซนเซอร์ที่ไม่มีปิรามิดบัง (lux)

2.2.2.4 Predicted Glare Sensation Vote

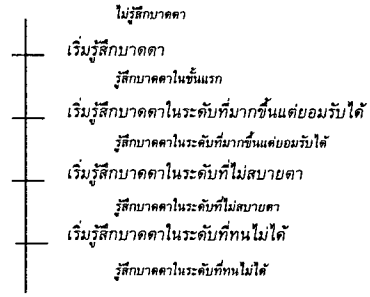
วิธีการในการคำนวณความบาดตาแบบนี้ได้ริเริ่มและพัฒนาโดยกลุ่มนักวิจัยชาวญี่ปุ่น โดยการทดลองต่างๆ ของเขาได้ทำทั้งในห้องทดลองและในสภาพห้องจริง ในการศึกษาดังกล่าวได้มีการใช้มาตรวัดที่ได้ดัดแปลงมาจากมาตรวัด Multiple criterion ของ Hopkinson ซึ่งชื่อว่า Glare Sensation Vote (GSV)

GSV 0: เริ่มรู้สึกบาดตา

GSV 1= เริ่มรู้สึกบาดตาในระดับที่มากขึ้นแต่ยอมรับได้

GSV 2= เริ่มรู้สึกบาดตาในระดับที่ไม่สบายตา

GSV 3= เริ่มรู้สึกบาดตาในระดับที่ทนไม่ได้



รูปที่ 2.6: แสดงมาตรวัด GSV และคะแนนที่กำหนดในแต่ละระดับ

ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดของ Multiple criterionของ Hopkinson และ GSV

ตารางที่ 2.3: ตารางเปรียบเทียบมาตรวัดของ GSV และ DGI

Degree of Glare	GSV	DGI
เริ่มรู้สึกบาดตา (Just perceptible)	0	16
		18
เริ่มรู้สึกบาดตาในระดับที่มากขึ้นแต่ยอมรับได้ (Just acceptable)	1	20
	1.5	22
เริ่มรู้สึกบาดตาในระดับที่ไม่สบายตา (Just uncomfortable)	2	24
		26
เริ่มรู้สึกบาดตาในระดับที่ทนไม่ได้ (Just intolerable)	3	28

การศึกษาของพวกเขาได้ทำในสภาพของการส่องสว่าง 120 สภาพและได้มีคนทดลองถึงประมาณ 200 คน (Iwata *et al*, 19921; Iwata *et al*, 1992b; Tokura *et al*, 1996) จากการศึกษาดังกล่าวได้มีการเสนอสูตรในการคำนวณความบาดตาดังนี้

$$PGSV = 3.2 \log10\ L_{wp} - 0.64 \log_{10} \omega + (0.79 \log_{10}\omega - 0.61) \log_{10} L_b - 8.2$$

เมื่อ:

$$L_b = \frac{[Ev/\pi x\ \phi_w]}{1-\phi_w}$$

เมื่อ:

E_v = ค่าความส่องสว่างทางตั้งที่ตา (lux)

L_{wp} = ค่าความสว่างของหน้าต่าง (cdm-2)

L_b = ค่าความสว่างของพื้นที่โดยรอบ (cdm-2)

ω = ขนาดของแหล่งกำเนิดแสง

ϕ_w = รูปร่างของหน้าต่าง

2.2.2.5 Modified Daylight Glare Index (DGI_{mod})

สูตร DGI_{mod} เป็นสูตรที่เป็นการปรับเปลี่ยนจากสูตร Cornell large-glare source ของ Hopkinson ซึ่งเป็นผลมาจากจากทดลองในสภาพของแสงธรรมชาติโดยมีผู้เข้าร่วมการทดลอง 10 คนที่มาประเมิณความบาดตาจากหน้าต่าง Fisekis et al (2003) ได้ทำการทดลองใส่ตัวแปร L_a แทนตัวแปร L_b ในสูตร Cornell large-glare source ของ Hopkinson พบว่าให้ค่าที่ถูกต้องมากกว่าในช่วงที่เป็นระดับความบาดตาที่ต่ำ แต่ถ้าในช่วงที่มากกว่าระดับ Just acceptable นั้นยังไม่ค่อยถูกต้อง สูตรดังกล่าวมีดังนี้

$$DGI_{mod} = 10 \log_{10} 0.478 \sum \left[\frac{L_s^{1.6} \Omega^{0.8}}{L_a + (0.07\omega^{0.5} L_s)} \right]$$

โดยรวมแล้วสูตรดังกล่าวสามารถคำนวนได้ถูกต้องมากขึ้นและทำให้เกิดการโต้เถียงกันในเรื่องการใช้ค่าความสว่างของการปรับตาหรือ La หรือการใช้ค่าความสว่างของพื้นที่โดยรอบหรือ L_b ในสูตรของ DGI

2.3 แนวคิดและทฤษฎีด้านมนุษย์และสภาพแวดล้อม

2.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกชอบและพึงพอใจของมนุษย์และสภาพแวดล้อม (Environmental Aesthetic and Perception)

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่อยู่ในวิวผ่านหน้าต่าง ที่น่าสนใจต่อความบาดตาซึ่งมุ่งเน้นศึกษาเพื่อหาปัจจัยเพิ่มเติมจากที่เคยศึกษาไปแล้วโดย Tuaycharoen และ Tregenza (2006) จากการสำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่ายังไม่มีเอกสารใดที่ได้กล่าวถึงปัจจัยต่างๆ ในวิวที่มองผ่านหน้าต่างที่มีอิทธิพลต่อความสนใจ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาหลายๆ การศึกษาที่พบปัจจัยต่างๆ ทั้งในวิวที่มองผ่านหน้าต่างและในภูมิทัศน์ต่างๆ (landscape) ที่มีผลต่อความชอบ (preference) โดยจากหลักฐานจากหลายๆ การศึกษาพบว่าความชอบและความสนใจน่าจะมีความสัมพันธ์กัน (Tuaycharoen, 2006) การศึกษาโดยส่วนใหญ่ในเรื่องของปัจจัยที่มีผลต่อความชอบจะเป็นแนวคิดและทฤษฎีด้านมนุษย์และสภาพแวดล้อมในสาขาของความงามทางสภาพแวดล้อม (Environmental Aesthetics)

โดยเฉพาะในเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกชอบและพึงพอใจของมนุษย์และสภาพแวดล้อม โดยเรื่องดังกล่าวเป็นสิ่งที่มีความซับซ้อนต้องอาศัยความรู้ทั้งในด้านวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์และจิตวิทยาเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น เพื่อที่จะเข้าใจทั้งในรายละเอียดและสามารถทราบถึงปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อความสนใจได้นั้นในบทนี้จะประกอบไปด้วยหัวข้อใหญ่ 3 หัวข้อได้แก่

1) การตอบสนองของคน (Observer-user) ต่อลักษณะทางภูมิทัศน์
2) การจัดประเภทของภูมิทัศน์ (Landscape Classification and Content)
3) แนวทางการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ (Landscape Quality Assessment)
4) ความพึงพอใจในภูมิทัศน์ (Landscape Preference)

Litton and Tetlow (1974) อธิบายว่าความรู้สึกหรือการตอบสนองของคน (Observer-user) ต่อลักษณะทางภูมิทัศน์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ 3 ประการคือ ความรู้สึกของผู้สังเกตในขณะนั้น (Observer's State of Mind) บริบทของการสังเกต (Context of Observation) และ สิ่งเร้า (Environmental stimuli) ซึ่งปัจจัยทั้ง 3 ประการนี้จะทำให้พฤติกรรมและการตอบสนองต่อลักษณะทางภูมิทัศน์มีความแตกต่างกันไป

2.3.1.1 ความรู้สึก (Observer's State of Mind)

เป็นลักษณะเฉพาะตัวของบุคคลที่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ประการ เช่น ประสบการณ์ในอดีต ความคาดหวังในอนาคต หรือแม้กระทั่งมุมมองในด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น Litton and Tetlow (1974) กล่าวว่าความรู้สึกหรือประสบการณ์ของปัจเจกบุคคลเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อพฤติกรรมการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมหรือภูมิทัศน์ เช่น คนที่ตั้งใจว่าจะมาเที่ยวพักผ่อนชมวิวมักจะให้ความสำคัญต่อความบรรยากาศ ความสวยงามทางภูมิทัศน์ของสถานที่และมีความต้องการหรือคาดหวังที่แตกต่างไปจากผู้ที่ชมชอบกีฬาหรือกิจกรรมทางน้ำที่มุ่งหวังมาเพื่อทำกิจกรรมดังกล่าวเป็นหลัก ดังนั้นแม้ว่าคนทั้งสองจะไปในสถานที่เดียวกันแต่ความรู้สึกหรือความพึงพอใจที่มีต่อสถานที่ย่อมแตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างนี้มีผลมาจากปัจจัยหลายประการ Litton and Tetlow (1974) ยังอธิบายว่าปัจจัยสำคัญที่ทำให้คนมีความรู้สึกพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้แก่บทบาทหรือพฤติกรรมที่ถูกกำหนดโดยลักษณะทางสังคมและประชากร(Social and Demographic) ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของ Porteous (1994) ที่ว่าวัฒนธรรมสังคมและลักษณะทางประชากรเป็นตัวแปรที่มีผลต่อการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของบุคคล นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของตัวแปรดังกล่าวต่อความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมของประชากรกลุ่มตัวอย่าง เช่นการศึกษาของ Zube และ Pitt (1981)แสดงให้เห็นถึงระดับความความพึงพอใจต่อความสวยงามของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันระหว่างนักท่องเที่ยวชาวอเมริกันและชาวจาไมก้า การศึกษาของ

Flaschbart และ Person (1973) ที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างชาวอเมริกันผิวขาวและผิวดำ ในขณะที่งานของ Orland (1988) แสดงให้เห็นถึงความพึงพอใจของสภาพแวดล้อมที่ต่างกันของประชาชนในพื้นที่และนักท่องเที่ยว อิทธิพลของวัฒนธรรมยังพบในการศึกษาคุณสมบัติบางประการของสภาพแวดล้อมเช่น คุณภาพของที่อยู่อาศัยในเมือง (Zube, Vining, Law และ Bechtel, 1985) ความรู้สึกที่มีต่อป้ายโฆษณา (Sorte, 1971, 1975) เป็นต้น อย่างไรก็ตามอิทธิพลของวัฒนธรรมสังคมและลักษณะทางประชากรต่อการตอบต่อความสวยงามของสภาพแวดล้อมก็ยังเป็นประเด็นที่มีการถกเถียงเนื่องจากผลการศึกษาของนักวิจัยที่สำคัญหลายคนยังแสดงถึงความไม่ชัดเจนของอิทธิพลจากปัจจัยดังกล่าว การศึกษาของ Kaplan และ Hervert (1988) แสดงให้เห็นว่าชาวอเมริกันและออสเตเลียมีความพึงพอใจต่อความงามของภูมิทัศน์ที่คล้ายคลึง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Ulrich (1979b) ที่ไม่เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างชาวอเมริกันและชาวสวีเดน Hull และ Revell (1989)ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินความสวยงามของวิวทิวทัศน์ของบาหลี เขาพบว่าความรู้สึกด้านความงามของสภาพแวดล้อมระหว่างนักท่องเที่ยวชาวอเมริกันและชาวพื้นเมืองบาหลี มีความคล้ายถึงกันมาก Hull และ Revell ได้อธิบายว่าสิ่งที่เกิดขึ้นอาจเป็นอิทธิพลโดยธรรมชาติของมนุษย์ที่มีความชื่นชอบต่อลักษณะเฉพาะของภูมิทัศน์บางประเภท (the Savanah theory) หรือมีความเหมาะสมขององค์ประกอบทางภูมิทัศน์ที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกพึงพอใจของมนุษย์ เช่น ความซับซ้อน (Complexity) พื้นผิว (Texture) ความลึกลับ (Mystery) เป็นต้น อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Hull และ Revell ยังแสดงให้เห็นว่าความรู้สึกต่อความงามทางภูมิทัศน์ของชาวบาหลี ได้รับอิทธิพลมาจากลักษณะทางวัฒนธรรมของชาวบาหลีเอง

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยทางด้านสังคมและลักษณะทางประชากรอื่นๆ การศึกษาของ Zube *et al.* (1983) และ Allen (1989) พบว่าช่วงอายุของคนมีผลต่อการรับรู้ด้านความสวยงามของภูมิทัศน์ โดยเด็กจะมีความอ่อนไหวต่อลักษณะทางภูมิทัศน์ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบมากกว่าผู้ใหญ่ ในขณะที่ผู้ใหญ่จะรับรู้ต่อลักษณะทางภูมิศาสตร์ เช่น ความลาดชัน (Slope) ความเหมาะสมของการใช้ที่ดิน (Land-use Compatibility) มากกว่าเด็ก Lyon (1983) พบว่าอายุและเพศเป็นตัวแปรที่สำคัญสำหรับการคาดประมาณความพึงพอใจ นอกจากนี้ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมเช่น อาชีพ ความรู้ความชำนาญ ยังอาจมีผลต่อการรับรู้ด้านความสวยงามของภูมิทัศน์ เช่นผู้ที่ประกอบอาชีพทางด้านการออกแบบสภาพแวดล้อมเช่น สถาปนิก นักผังเมือง นักออกแบบชุมชนเมือง จะมีการรับรู้ด้านความสวยงามของภูมิทัศน์แตกต่างไปจากคนทั่วไป (Craik, 1968; R. Kaplan 1975) การศึกษาของ R. Kaplan (1977a) Wood และ Beck (1990) Amedeo และ York (1990) ยังแสดงให้เห็นว่าการรับรู้ด้านภูมิทัศน์และสภาพแวดล้อมอาจมีผลกระทบมาจากอุปนิสัยหรือบุคลิกภาพ (Personality) ซึ่งเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้การศึกษาด้านความสัมพันธ์

ระหว่างมนุษย์และสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะในด้านการออกแบบสภาพแวดล้อมให้ความสำคัญต่ออัตวิสัย (Subjective) หรือภาวะที่เกี่ยวเนื่องกับความรู้สึก ความนึกคิดของคนมากขึ้น

2.3.1.2 บริบทของการสังเกต (Context of Observation)

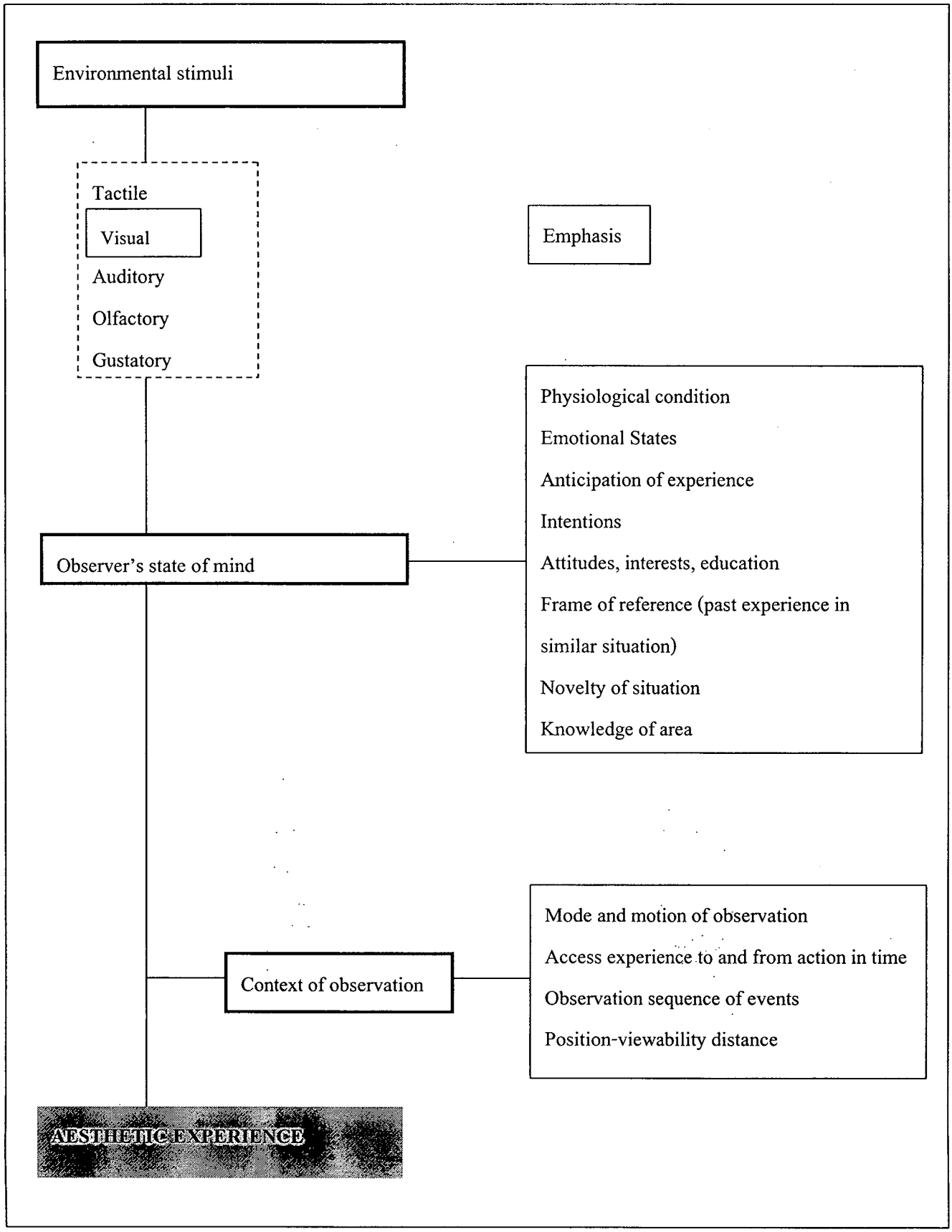
นอกจากความรู้สึกของผู้สังเกตแล้ว สิ่งที่มีผลกระทบต่อการรับรู้และความพึงพอใจต่อภูมิทัศน์และสภาพแวดล้อมคือบริบทของการสังเกต ที่สำคัญมี 2 ประการประการแรกคือประสบการณ์ที่ผู้สังเกตได้รับขณะเดินทางเข้าถึงสถานที่หรือสภาพแวดล้อม ประการที่ 2 คือประสบการณ์ที่ผู้สังเกตได้รับหลังจากที่อยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นๆ รูปแบบของการเดินทางที่แตกต่างกัน เช่น เดินเท้า จักรยาน รถยนต์ รถไฟ หรือเครื่องบิน ย่อมมีผลกระทบต่อระยะเวลาในการเดินทาง การรับรู้และการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม ยกตัวอย่างเช่นการเดินเท้าจะใช้เวลาในการเดินทางมากแต่ในขณะเดียวกันก็เปิดโอกาสให้ผู้สังเกตสามารถรับรู้และเก็บรายละเอียดของสภาพแวดล้อม มากกว่ารูปแบบการเดินทางอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการเดินทางด้วยยานพาหนะที่มีความเร็วสูง นอกจากนี้บริบทของการสังเกตยังได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างเนื่องระหว่างการเดินทาง (Clawson และ Knetsch, 1966) เช่น ระดับความน่าสนใจของเส้นทางตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการเดินทาง การเข้าถึง ระยะเวลาในการเดินทาง ซึ่งสามารถสร้างความประทับใจในแก่ผู้สังเกตในระดับที่แตกต่างกัน กิจกรรมที่ผู้สังเกตกระทำหลังจากที่เดินทางมาถึงแล้วก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อบริบทของการสังเกตที่ส่งผลให้มีปัจเจกบุคคลมีการการตอบสนองต่อลักษณะทางภูมิทัศน์และสภาพแวดล้อมแตกต่างกันไป Litton และ Tetlow (1974) อธิบายว่าระยะเวลาที่ผู้สังเกตอยู่ในสภาพแวดล้อมจะเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อกิจกรรมที่เกิดขึ้น หากมีระยะเวลาสั้นๆผู้สังเกตหรือผู้ใช้สถานที่มักจะทำกิจกรรมที่เป็นเป้าหมายก่อนอย่างรวดเร็ว เช่น ชมวิว ตกปลา หรือถ่ายภาพ ในขณะที่ผู้ที่มีเวลาอยู่นานมักจะทำกิจกรรมอื่นๆ ก่อน เช่น จัดเตรียมที่พักสิ่งของ เปลี่ยนเสื้อผ้าเป็นต้น ซึ่งความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้เป็นสิ่งที่มีผลต่อการรับรู้และระดับของความพึงพอใจ

2.3.1.3 สิ่งเร้า (Environmental Stimulus)

ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่มีผลต่อความรู้สึกชอบและพึงพอใจของมนุษย์ต่อสภาพแวดล้อม คือสิ่งเร้าซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของสภาพแวดล้อมหรือภูมิทัศน์ที่กระตุ้นให้มนุษย์มีปฏิกริยาหรือพฤติกรรมการตอบสนองที่อาจเหมือนหรือแตกต่างกัน (Litton และ Tetlow, 1974) การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของสิ่งเร้า (ภูมิทัศน์หรือสภาพแวดล้อม) ที่มีผลต่อความรู้สึก (Sensation) ของมนุษย์ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาองค์ประกอบหรือคุณสมบัติของวิวหรือภูมิทัศน์ที่ทำให้คนมีความพึงพอใจ (Preferred Scenes) โดยวิวหรือภูมิทัศน์ (Landscape Scene) ในที่นี้หมายถึงภาพรวมของพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ที่มนุษย์ รับรู้ทางสายตาในระยะห่าง โดยทั่วไปแล้วการศึกษาคุณสมบัติของภูมิทัศน์จะมีจุดประสงค์ที่สำคัญของประการคือเพื่อค้นหาลักษณะและองค์ประกอบของภูมิทัศน์และเพื่อศึกษาคุณภาพของภูมิทัศน์ ซึ่ง

การศึกษาคุณภาพของภูมิทัศน์นี้เองที่เป็นสิ่งช่วยอธิบายว่าทำไมภูมิทัศน์หรือวิวบางประเภทจึงสามารถสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้ที่สังเกตได้มากกว่าวิวอื่นๆ (Daniel และ Vining, 1983)

กล่าวโดยสรุปความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้ง 3 ประการดังกล่าวมาข้างต้นอันได้แก่ ความรู้สึกของผู้สังเกต (Observer's State of Mind) บริบทของการสังเกต (Context of Observation) และ สิ่งเร้า (Environmental stimuli) จะเป็นตัวกำหนดการรับรู้ พฤติกรรมและการตอบสนองต่อลักษณะความงามทางภูมิทัศน์ Litton และ Tetlow (1974) ได้สร้างแผนผังจำลองของความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 3 (Aesthetic Response Model) ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7: แผนผังจำลองของความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมและการตอบสนองต่อลักษณะทางภูมิทัศน์
ที่มา: Litton และ Tetlow (1974)

2.3.2 การจัดประเภทของภูมิทัศน์ (Landscape Classification and Content)

ถึงแม้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ ความรู้สึกและภูมิทัศน์จะเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจและมีการศึกษากันมาอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน แต่การจัดแบ่งประเภทของภูมิทัศน์ก็ยังไม่มีระบบมาตรฐานที่ชัดเจน โดยทั่วไปแล้วภูมิทัศน์หรือวิว (Landscape Scene) ซึ่งหมายถึงภาพรวมของพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ที่มนุษย์ รับรู้ทางสายตาในระยะห่างใดใดสามารถแบ่งได้ออกแบบกว้างๆได้เป็น 2 ประเภท คือ วิวของเมือง (Urban Scene) และวิวธรรมชาติ (Natural Scene) โดยมีความแตกต่างที่สำคัญคือวิวของเมืองจะความเข้มข้นขององค์ประกอบที่เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ในขณะที่วิวธรรมชาติจะมีสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น พืชพรรณไม้ ก้อนหิน น้ำ ภูเขา เป็นองค์ประกอบหลัก หากระดับขององค์ประกอบที่เป็นธรรมชาติของวิวธรรมชาติลดลงและมีองค์ประกอบที่เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ วิวหรือภูมิทัศน์นั้นก็จะค่อยๆเปลี่ยนเป็นวิวของเมือง โดยทั่วไปแล้ววิวธรรมชาติมักจะรวมถึงพื้นที่ชนบทด้วย ถึงแม้ว่าการศึกษาวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวกับผลกระทบของระดับความเป็นธรรมชาติ (Degree of Naturalness)และความเป็นเมืองของวิวหรือภูมิทัศน์ที่มีต่อ การรับรู้และตอบสนองของมนุษย์จะได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง การแบ่งประเภทของภูมิทัศน์ออกเป็น 2 กลุ่มเช่นนี้ ยังไม่สามารถครอบคลุมการศึกษาในด้านที่เกี่ยวข้องได้ทั้งหมด ดังนั้นนักวิจัยจำนวนมากจึงได้ทำการจัดแบ่งประเภทของวิวออกเป็นกลุ่มย่อยเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การศึกษาวิจัย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการประเมินคุณภาพของภูมิทัศน์หรือวิวนั้นๆ Fenton และ Reser (1988) กล่าวแนวทางในการศึกษาเพื่อค้นหาตัวแปรของวิวหรือภูมิทัศน์ที่สำคัญมี 2 แนวทางหลัก โดยแนวทางแรกให้ความสำคัญกับการศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพของภูมิทัศน์ ในขณะที่แนวทางที่ 2 เป็นการศึกษาเพื่ออธิบายหรือแจกแจงลักษณะทางภูมิทัศน์ที่เกิดจากการรับรู้ มองเห็นและตอบสนองของผู้สังเกต ซึ่งแนวคิดทั้งสองนี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการค้นหาตัวแปรทางกายภาพของภูมิทัศน์ที่ผลกระทบต่อการรับรู้และประเมินคุณภาพของภูมิทัศน์ โดยมีวิธีการที่สำคัญ 3 ประการ คือ Objective quantification, Normative judgments, and Phenomenological descriptions (Fenton และ Reser, 1988)

Objective quantification เป็นเทคนิคที่ใช้ในการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ด้วยการวัดตัวแปรขององค์ประกอบภูมิทัศน์ในเชิงปริมาณ ดังนั้นการจัดแบ่งประเภทของภูมิทัศน์หรือวิวจะขึ้นอยู่กับลักษณะสำคัญทางกายภาพและการจัดองค์ประกอบ เช่น ท้องฟ้า พื้นดิน และน้ำเป็นต้น ตัวอย่างเช่นการศึกษาของ Shafer *et al* (1969) ที่ได้มีการจัดแบ่งประเภทของภูมิทัศน์ออกเป็นโซนประกอบด้วย ท้องฟ้า สายน้ำ น้ำตก พื้นที่ที่มีพืชพรรณไม้มองเห็นในระยะใกล้ ระยะปานกลาง ระยะไกล และพื้นที่โล่งปราศจากพรรณไม้ สำหรับวิธี Normative judgments จะเป็นการแจกแจงตัวแปรของภูมิทัศน์ด้วยเทคนิคการให้คะแนน (Judges' rating) โดยมีลักษณะสภาพแวดล้อมที่ใช้อ้างอิงที่ชัดเจน ดังนั้นการอธิบายตัวแปรของภูมิทัศน์หรือวิวจะสามารถขึ้นอยู่ทั้งองค์ประกอบทางกายภาพของวิวและลักษณะของสภาพแวดล้อม ซึ่งจะเห็นได้

จากการศึกษาของ Linton (1968) ที่มีการให้ความหมายของลักษณะทางกายภาพภูมิทัศน์ตามคำจำกัดความทางภูมิศาสตร์ เช่น รูปทรงพื้นดิน (ภูเขา เนินเขา เนินเขาสูง และอื่นๆ) การใช้ที่ดิน (ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรมหนาแน่น) ในขณะที่ R. Kaplan (1973) และ Kaplan และ Kaplan (1989) ใช้วิธีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกของคนมากกว่า (Subjective) แต่ยังคงเป็นการกำหนดความหมายของตัวแปรจากลักษณะองค์ประกอบภูมิทัศน์ เช่น ความซับซ้อน (complexity) ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (coherence) ความลึกลับ (Mystery) เป็นต้น ส่วนวิธี Phenomenological descriptions เป็นการแจกแจงตัวแปรของภูมิทัศน์หรือวิวโดยอาศัยการรับรู้และพฤติกรรมการตอบสนองต่อองค์ประกอบภูมิทัศน์ที่ทำหน้าที่เป็นสิ่งเร้า เช่น ความแออัด (crowded) ความแห้งแล้วกันดาร (barrenness) ไม่มีที่เปิดโล่ง (lack of open space) เป็นต้น

การศึกษาเพื่อสร้างแบบจำลองความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมของ Steven Kaplan (1975) and Rachel Kaplan (1983) ยังเป็นสิ่งแสดงให้เห็นถึงความพยายามที่จะจำแนกองค์ประกอบภูมิทัศน์หรือวิว ในการศึกษานี้ Kaplan ได้ใช้เทคนิคที่เรียกว่า Category-Identifying Methodology [CIM] เป็นวิธีที่ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองดูรูปภาพวิว ภูมิทัศน์ที่มีความหลากหลายจำนวนมากแล้วทำการจำแนกประเภทภูมิทัศน์ ผลการศึกษาทำให้สามารถจัดแบ่งประเภทของภูมิทัศน์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ Environmental content และ Spatial configuration Kaplansได้อธิบายว่าภูมิทัศน์หรือวิวในกลุ่ม Environmental content จะมีลักษณะร่วมกันขององค์ประกอบทางกายภาพที่มีความจำเพาะเจาะจง เช่น น้ำและพืชพรรณ ในขณะที่วิวในกลุ่ม Spatial configuration จะมีการจัดวางตัวขององค์ประกอบทางภูมิทัศน์ที่สื่อให้เห็นถึงพื้นที่ว่าง(Space)ภายใน ดังนั้น Kaplan and Kaplan (1995) จึงแนะนำว่าควรนำตัวแปรในกลุ่ม Spatial configuration มาใช้จำแนกประเภทของวิวเมื่อวิวหรือภูมิทัศน์ที่ศึกษาไม่มีองค์ประกอบหรือลักษณะทางกายภาพที่โดดเด่นพอที่จะจัดแบ่งได้ด้วยEnvironmental content การศึกษาของ Kaplan ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางและถูกนำมาเป็นแนวทางทั้งในการจำแนกประเภทและประเมินคุณภาพของวิวหรือภูมิทัศน์

2.3.4 แนวทางการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ (Landscape Quality Assessment)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นความหมายของภูมิทัศน์ครอบคลุมคุณสมบัติของสภาพแวดล้อมที่สามารถมองเห็นได้ในระยะห่าง ดังนั้นคุณภาพภูมิทัศน์คือระดับของคุณสมบัติดังกล่าว นอกจากนี้คุณภาพภูมิทัศน์ยังมีความหมายเช่นเดียวกับคุณภาพวิว (Scenic quality) ความน่าสนใจทางสายตา (Visual attractiveness) คุณภาพด้านความงาม (Aesthetic quality) คุณภาพด้านการมองเห็น (Visual quality) รวมทั้งวิวที่สวยงาม (Scenic beauty) ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องโดยตรงกับความงามของสภาพแวดล้อมดังนั้นการให้ความหมายของภูมิทัศน์ที่มีคุณภาพโดยทั่วไปจึงหมายถึงภูมิทัศน์ที่มีคุณสมบัติที่ดีในด้านของความสวยงาม (Daniel Vinning, 1983)

ในปัจจุบันการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์มีวิธีการที่หลากหลาย การนำมาใช้มักขึ้นอยู่กับแนวความคิด ความเชื่อและวัตถุประสงค์การศึกษาวิจัย ในการค้นหาปัจจัยทางภูมิทัศน์ถนนและทางเดินเท้าที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมการใช้ทางเท้าอันเป็นเป้าหมายหลักของการทำวิจัยครั้งนี้จำเป็นต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ ดังนั้นจึงได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ซึ่งตามแนวทางการศึกษาของ Daniel และ Vining (1983) ที่จัดแบ่งวิธีการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 1)Ecological Model 2)Formal Aesthetic Model 3)Psychophysical Model 4)Psychological Model 5)Phenomenological Model

2.3.4.1 Ecological Model

เป็นแนวความคิดที่ให้ความสำคัญกับการปกป้องดูแลสภาพธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวคิดที่มีแรงผลักดันส่วนหนึ่งมาจากความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกิดจากน้ำมือมนุษย์ การประเมินคุณภาพและสวยงามของภูมิทัศน์ตามแนวทางของ Ecological Model จะให้ความสำคัญกับการคงอยู่ของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ดังนั้นระดับของความเป็นธรรมชาติ (Degree of naturalness) จึงมักเป็นตัวแปรสำคัญในการประเมินภูมิทัศน์ หรืออีกนัยหนึ่งเทคนิควิธีการที่อาศัยแนวคิดแบบ Ecological Model พยายามที่จะอธิบายคุณภาพความงามทางภูมิทัศน์ในเชิงชีววิทยา โดยทั่วไปแล้วการประเมินภูมิทัศน์โดยใช้ Ecological Model จำเป็นที่จะต้องมีความรู้หรือมีผู้เชี่ยวชาญในด้านนิเวศน์วิทยาและชีววิทยาหรือสาขาที่เกี่ยวข้องมาร่วมในการศึกษาวิจัย การศึกษาความเป็นเอกลักษณ์ของภูมิทัศน์โดย Leopold และ Marchand (1967) เป็นตัวอย่างสำคัญของการใช้ Ecological Model ในการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ โดยมีข้อสมมุติฐานหลักว่าภูมิทัศน์ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวมีความสำคัญกว่าภูมิทัศน์ธรรมดาทั่วๆ จากการศึกษาภูมิทัศน์แม่น้ำ (River Landscape) ในเขตตะวันตกของอเมริกา Leopold และ Marchand ได้พัฒนาดัชนีชี้วัดความเป็นเอกลักษณ์ของภูมิทัศน์แม่น้ำที่ประกอบไปด้วยปัจจัยองค์ประกอบ 46 ด้านที่สามารถแบ่งตามออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือกลุ่มปัจจัยทางกายภาพ กลุ่มปัจจัยทางชีวภาพ และกลุ่มที่มนุษย์ใช้ประโยชน์ ซึ่งในจำนวนนี้ 40 องค์ประกอบมีดัชนีชี้วัดทางนิเวศน์วิทยา ในขณะที่มีเพียง 6 องค์ประกอบเป็นดัชนีชี้วัดทางด้านความสวยงามภูมิทัศน์ (Visual and scenic beauty) ดังนั้นเมื่อใช้วิธีการประเมินโดยการให้คะแนน (Rating Scale) ความเป็นเอกลักษณ์โดยรวมของภูมิทัศน์ถูกตัดสินด้วยปัจจัยทางนิเวศน์วิทยามากกว่าการรับรู้ด้านความงาม

2.3.4.2 Formal Aesthetic Model

เป็นการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานาน ซึ่งวิธีการส่วนใหญ่ถูกพัฒนามาจากผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับการออกแบบสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะ

อย่างยิ่ง สถานิกและภูมิสถาปนิก แนวคิดสำคัญอันเป็นพื้นฐานของ Formal Aesthetic Model ก็คือ ภูมิทัศน์จะมีคุณค่าความงามในตัวเองตามธรรมชาติ หรืออีกนัยหนึ่งความสวยงามเป็นคุณสมบัติมาตรฐานของภูมิทัศน์ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวจะถูกตีความหมายในรูปของ เส้น สี รูปทรงพื้นฐาน พื้นผิว และความสัมพันธ์ภายในของระหว่างองค์ประกอบเหล่านี้ เช่น ความหลากหลาย ความกลมกลืน ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันและความแตกต่างจะเป็นหลักสำคัญที่ใช้ในการตัดสินคุณค่าความงาม ซึ่งการตัดสินนี้มักขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็นหลัก ในการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ตามแนวคิดของ Formal Aesthetic Model จะเริ่มด้วยการวิเคราะห์แจกแจงลักษณะภูมิทัศน์ตามคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น เช่น รูปทรง พื้นผิว สี เป็นต้น หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและจำแนกประเภทภูมิทัศน์ตามลักษณะความสัมพันธ์ เช่น ความหลากหลาย ความกลมกลืน ความต่อเนื่อง ซึ่งการวิเคราะห์นี้จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่ผ่านการฝึกฝนมาเป็นอย่างดีซึ่งโดยส่วนใหญ่ก็คือภูมิสถาปนิก เทคนิควิธีการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ตามกรอบแนวความคิด ของ Formal Aesthetic Model ที่สำคัญคือ Visual Management System (VMS) ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการประเมินภูมิทัศน์หรือวิวโดยอาศัยปัจจัยสำคัญ 2 ประการคือ ความหลากหลาย (Variety Class)และระดับความความอ่อนไหว (Sensitive Level) และมีข้อสมมุติฐานสำคัญว่าคุณภาพของวิวหรือภูมิทัศน์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความหลากหลาย (Diversity หรือ Variety) ดังนั้นหัวใจสำคัญของ VMS เทคนิคก็คือการแจกแจงความหลากหลายของภูมิทัศน์หรือวิวที่มองเห็นซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับตามความหลากหลายของรูปทรง สี เส้น และพื้นผิว ส่วนการประเมินความอ่อนไหวจะให้ความสำคัญกับความเหมาะสมสำหรับการเป็นแหล่งพักผ่อนนันทนาการ เช่นจุดชมวิว ระยะห่างใกล้ไกล เป็นต้น

2.3.4.3 Psychophysical Model

แนวความคิดหลักของ Psychophysical Model คือการวัดเชิงปริมาณของความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพของสภาพแวดล้อมที่เป็นสิ่งเร้าและการตอบสนองของมนุษย์ โดยทั่วไปแล้วมักจะเน้นหนักในการศึกษาสิ่งเร้าที่ไม่มีความซับซ้อน เช่น แสง เสียง หรือวัตถุที่มีการผันแปรในด้านใดด้านหนึ่ง เช่น ความสว่าง ความดังและน้ำหนัก เป็นต้น อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้มีการขยายกรอบการศึกษาตามแนวทาง Psychophysical Model ให้กว้างขึ้นโดยเฉพาะในด้านคุณสมบัติของสิ่งเร้าที่นำมาศึกษา ในแง่ของการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ การใช้ Psychophysical Model คือความพยายามที่จะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์มาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพของภูมิทัศน์หรือสภาพแวดล้อม เช่น ความลาดชัน รูปทรงที่ดิน พืชพรรณ แหล่งน้ำและการรับรู้ ตอบสนองของผู้สังเกต (ความรู้สึกที่มีต่อคุณค่าความงาม ความพึงพอใจและ ความสวยงามของภูมิทัศน์) ซึ่งการศึกษาอาจจะเน้นปัจจัยทางภูมิทัศน์ปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง หรืออาจหลายๆปัจจัยพร้อมกันก็ได้ การให้ความหมายของตัวแปรทางภูมิทัศน์อาจทำได้ทั้งในเชิงรูปภาพ (Photographic terms)

หรือการจัดการ (Manageable features) ส่วนความรู้สึกหรือการตอบสนองของผู้สังเกตสามารถประเมินได้หลากหลายวิธี เช่น Paired-comparison choices, Rating scale, Rank orders หรือ Magnitude estimates ในปัจจุบันเทคนิควิธีตามแนวทาง Psychophysical Model ได้ถูกนำมาใช้ประเมินคุณภาพภูมิทัศน์อย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับมากขึ้น โดยเฉพาะในด้านการประเมินคุณภาพ ระดับความพึงพอใจและความสวยงามของวิว ปัจจัยอื่นๆ ที่มักจะถูกนำมาศึกษาได้แก่ ความเป็นธรรมชาติ ความเหมาะสมของการพัฒนาต่อสภาพแวดล้อมเดิม เป็นต้น เป้าหมายหลักของการใช้ Psychophysical Method ก็คือการพัฒนาแบบจำลองที่สามารถการคาดเดาความรู้สึกของคนที่มีต่อคุณภาพภูมิทัศน์บนพื้นฐานของปัจจัยองค์ประกอบทางกายภาพของภูมิทัศน์ได้อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ

2.3.4.4 Psychological Model

เป็นการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์จากความรู้สึกเมื่อคนหรือผู้สังเกตมองเห็นหรือได้เข้าไปอยู่ในสภาพแวดล้อมนั้น ดังนั้นภูมิทัศน์ที่มีคุณภาพดีตามกรอบแนวความคิดของ Psychological Model ก็คือภูมิทัศน์หรือวิวที่ก่อให้เกิดความรู้สึกในทางบวก เช่น รู้สึกปลอดภัย สบายใจ ผ่อนคลาย เป็นอิสระ ร่าเริง และมีความสุขเป็นต้น ส่วนภูมิทัศน์หรือวิวที่มีคุณภาพต่ำหรือไม่มีคุณภาพคือวิวที่ทำให้เกิดความรู้สึกในทางลบ เช่น รู้สึกกลัว เครียด ไม่ปลอดภัย และเศร้าเป็นต้น กรอบแนวความคิดและวิธีการศึกษาที่เป็นพื้นฐานหลักของ Psychological Model ในการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์คือ Personality theory และ Attitude Measurement โดยเป็นการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์จากปฏิกริยาตอบสนองของผู้สังเกตซึ่งส่วนใหญ่จะใช้วิธีการให้คะแนน (Rating) แนวความคิดและวิธีการศึกษาของ Kaplan ที่เน้นในเรื่องของการรับรู้และความรู้สึกของคนต่อลักษณะทางภูมิทัศน์ เป็นตัวอย่างสำคัญของการใช้เทคนิควิธีการตามกรอบแนวความคิดของ Psychological Model โดยในการศึกษา Kaplan ได้ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองดูรูปภาพวิว ภูมิทัศน์ที่มีความหลากหลายจำนวนมากเพื่อดูว่าอะไรคือปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้ร่วมทดลองจัดแยกประเภทของภูมิทัศน์ วิธีการศึกษาของ Kaplan ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายและนับเป็นต้นแบบสำคัญของการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ด้วย Psychological method

2.3.4.5 Phenomenological Model

เป็นแนวทางการศึกษาที่ให้ความสำคัญกับความรู้สึก ความคาดหวัง การแปลความหมายของปัจเจกบุคคลที่มีต่อภูมิทัศน์และสภาพแวดล้อมมากกว่าแนวทางการศึกษาอื่นๆ อย่างชัดเจน โดยมีแนวความคิดพื้นฐานที่ว่าการรับรู้ภูมิทัศน์เกิดจากความสัมพันธ์ภายในระหว่างปัจเจกบุคคลและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความรู้สึกนึกคิด ประสบการณ์ ทัศนคติด้านสิ่งแวดล้อมหรือแม้แต่แรงจูงใจมายังสถานที่นั้นของผู้สังเกต เทคนิคสำคัญของการศึกษาตามแนวทาง Phenomenological Model คือการสัมภาษณ์หรือตั้งคำถามจากแบบสอบถาม ประสบการณ์และความรู้สึกของผู้วิจัยจึงมีผลกระทบต่อการ

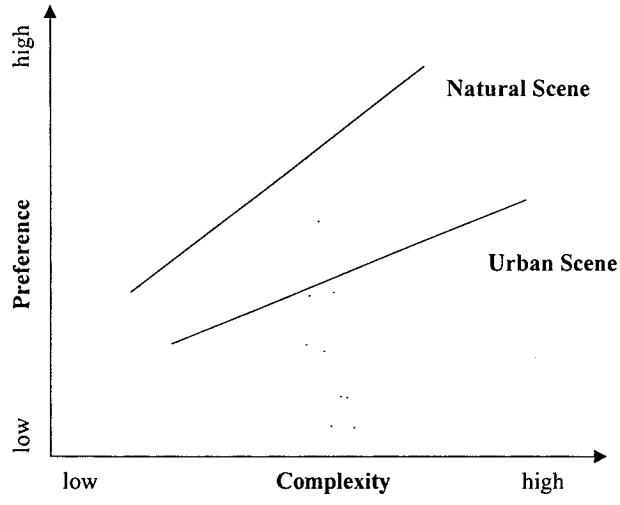
ประเมินผลค่อนข้างมาก โดยทั่วไปแล้วการศึกษาอาจทำได้ทั้งในเวลาและ สถานที่จริงหรือในบางครั้งอาจให้ผู้ร่วมการทดลองระลึกถึงสถานที่หรือคิดถึงลักษณะของสถานที่ก็ได้ การตอบคำถามทั่วไปมักเป็นการสื่อสารด้วยการพูด อย่างไรก็ตามอาจใช้การสเกชต์ภาพหรือทำแผนที่ความเข้าใจร่วมด้วย การวิเคราะห์ข้อมูลมักจะมุ่งไปที่การตีความหมายของความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ภูมิทัศน์ และความซับซ้อนของบริบทมากกว่าที่จะศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของภูมิทัศน์ กล่าวโดยสรุปเป้าหมายสำคัญของการใช้เทคนิคของPhenomenological Model คือการค้นหาความหมายและความสำคัญในด้านต่างๆของภูมิทัศน์หรือสภาพแวดล้อมที่มีต่อบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ตัวอย่างของการใช้ Phenomenological method ในการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ที่สำคัญคือ การศึกษาเพื่อพัฒนาภูมิทัศน์ของ Lowenhal, 1972; Lynch 1960; Saarinen และ Cooking,1971 และการประเมินความรู้สึกต่อสิ่งแวดล้อมที่เป็นอันตรายโดย Burton และ Kates, 1974

การทบทวนวรรณกรรมของแนวทางการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของวิธีการที่นำมาใช้ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการประเมินคุณภาพที่สามารถใช้ในการประเมินคุณภาพภูมิทัศน์ได้อย่างสมบูรณ์ การเลือกใช้วิธีการประเมินภูมิทัศน์จึงขึ้นอยู่กับเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา อย่างไรก็ตามการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นเป็นการชี้ให้เห็นว่าสาขาของวิชาคุณภาพภูมิทัศน์ได้ถูกศึกษาและพัฒนาอย่างมีระบบมายาวนาน

2.3.5 ความพึงพอใจในภูมิทัศน์ (Landscape Preference)

ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าลักษณะทางภูมิทัศน์มีอิทธิพลต่อความรู้สึกและพฤติกรรมการตอบสนองของผู้มอง และถึงแม้จะเป็นที่ยอมรับกันว่าความรู้สึกนึกคิด (State of mind) ของผู้สังเกตเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อการรับรู้และพึงพอใจในภูมิทัศน์ อย่างไรก็ตามผลงานการศึกษาวิจัยจำนวนมากแสดงให้เห็นว่าลักษณะร่วมบางอย่างขององค์ประกอบภูมิทัศน์หรือภาพวิวทิวทิศน์ทำให้คนส่วนใหญ่เกิดความรู้สึกชอบหรือพึงพอใจและน่าจะมีอิทธพลต่อความสนใจของผู้มอง โดยทั่วไปแล้วภูมิทัศน์และสภาพสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจมักจะเป็นสภาพแวดล้อมที่สามารถให้ข้อมูลที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้สังเกต ในการศึกษาด้านการรับรู้และความรู้สึกของคนต่อสภาพภูมิทัศน์ (Landscape perception) ความพึงพอใจมักมีบทบาทสำคัญในฐานะที่เป็นตัวชี้วัดด้านความงามของสภาพแวดล้อม การศึกษาความพึงพอใจวิวจากหน้าต่างของคนที่นั่งทำงานในออฟฟิศจำนวน 400คนโดย Markus (1967a) พบว่าร้อยละ 88 ของผู้ที่ร่วมทำการทดลองมีความพึงพอใจต่อวิวที่มองเห็นในระยะไกล (Distance View) ในขณะที่ร้อยละ 12 มีความพึงพอใจต่อวิวของอาคารและในระดับพื้นดิน (Ground Level) หรือท้องฟ้า Markus ยังสรุปว่าข้อมูลที่วิวสื่อมายังผู้สังเกตเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อระดับความพึงพอใจและลักษณะประการหนึ่งของวิวที่มีผลต่อระดับความพึงพอใจในระดับสูง คือ ระดับชั้น

ของวิวในแนวราบ (horizontal stratification) ระดับชั้นพื้นดิน ความเป็นเมืองหรือธรรมชาติ และท้องฟ้า ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Tregenza and Loe (1998) ที่พบว่าคนมักจะพอใจในวิวที่มีองค์ประกอบครบทั้งสามระดับชั้นคือท้องฟ้า วิวชั้นกลางซึ่งมักจะเป็นวิวระดับสายตาและระดับพื้นดิน การศึกษาต่อมาของ Markus ยังพบว่าคนมักจะพึงพอใจวิวทิวทัศน์ที่มีองค์ประกอบธรรมชาติ เช่น หญ้า ต้นไม้ ไม้พุ่มไม้คลุมดิน และที่เปิดโล่ง นอกจากนี้ระดับความพึงใจในวิวจะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับจำนวนอาคารสิ่งก่อสร้างที่อยู่ในวิว (Markus และ Gray,1973) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Heerwageen และ Orians (1986) และ Phillips and Simple (1978)ที่พบว่าวิวภูมิทัศน์ที่มีองค์ประกอบธรรมชาติเป็นลักษณะเด่นจะทำให้คนพึงพอใจมากกว่าวิวในเมือง เช่นเดียวกับงานของ Kaplan และ Kaplan และ Wendt (1972) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของระดับธรรมชาติและเมืองในภูมิทัศน์กับความพึงพอใจของคน โดยจัดแบ่งสไลด์ที่มีระดับความแตกต่างของภาพธรรมชาติและเมืองออกเป็น 4 ระดับคือ ภาพวิวที่เป็นเมือง ภาพวิวที่มีองค์ประกอบของเป็นเมืองมากกว่าธรรมชาติ ภาพวิวที่เป็นธรรมชาติมากกว่าเมือง และภาพวิวธรรมชาติ ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าคนส่วนใหญ่มีความชอบในภาพธรรมชาติมากกว่าเมืองและความซับซ้อนของวิวเป็นปัจจัยร่วมที่สำคัญที่ส่งผลต่อความพึงพอใจดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8: ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของวิวและระดับความพึงพอใจ

ที่มา: Porteous, 1994

การศึกษาของ Kaplan ยังนำไปสู่การพัฒนาแบบจำลองความพึงพอใจของ R. and S. Kaplan ซึ่งเป็นการค้นหาปัจจัยภายในภูมิทัศน์ที่มีผลต่อระดับความพึงพอใจ และได้สรุปว่าตัวแปรสำคัญที่ทำให้คนมีความพึงพอใจในวิวหรือภูมิทัศน์มี 4 ประการคือ ความซับซ้อน (complexity) ความกลมกลืน (coherence) ความลึกลับ (mystery) และมองเห็นได้ง่าย

(legibility) ในขณะที่การศึกษาของUlrich พบว่า ความมองเห็นได้ง่ายและความลึกลับของวิวหรือภูมิทัศน์เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อระดับความพึงพอใจ และคุณสมบัติสำคัญของที่ทำให้วิวนั้นมองเห็นได้ง่าย คือ ความซับซ้อน (complexity) จุดรวม (focality) พื้นผิวดิน (ground texture) และความลึก (depth) ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีตัวแปรหลายประการที่ทับซ้อนกับผลการศึกษาของ Kaplan ผลการวิจัยของ Ulrich ยังสอดคล้องกับการศึกษาอื่นๆ ที่ว่าคนส่วนใหญ่รู้สึกพึงพอใจต่อวิวธรรมชาติมากกว่าวิวในเมือง (Ulrich, 1979, 1981, 1983, 1984, 1986)

Kaplan และ Kaplan และ Wendt (1972) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของระดับธรรมชาติและเมืองในภูมิทัศน์กับความพึงพอใจของคน โดยจัดแบ่งสไลด์ที่มีระดับความแตกต่างของภาพธรรมชาติและเมืองออกเป็น 4ระดับคือ ภาพวิวที่เป็นเมือง ภาพวิวที่มีองค์ประกอบของเป็นเมืองมากกว่าธรรมชาติ ภาพวิวที่เป็นธรรมชาติมากกว่าเมือง และภาพวิวธรรมชาติ ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าคนส่วนใหญ่มีความชอบในภาพธรรมชาติมากกว่าเมืองและความซับซ้อนของวิวเป็นปัจจัยร่วมที่สำคัญที่ส่งผลต่อความพึงพอใจ

นอกจากนี้การศึกษาของนักวิจัยที่สำคัญยังชี้ให้เป็นว่าองค์ประกอบของวิวธรรมชาติบางประการอาจส่งผลกระทบต่อระดับความพึงพอใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปรากฏของน้ำในวิวหรือภูมิทัศน์จะมีผลกระทบต่ออระดับความพึงพอใจเป็นอย่างมาก (Ludlow, 1976; Bruch และ Palmer, 1979; Shafer et al, 1969, Zube et al, 1975) Hubbard และ Kimball (1967) อธิบายสาเหตุที่ทำให้คนมีความพึงพอใจต่อวิวที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบเนื่องจากน้ำช่วยเพิ่มความลึกให้กับวิวและยังมีคุณลักษณะเป็นจุดเด่นโดยธรรมชาติ การศึกษาที่เกี่ยวกับความงามของภูมิทัศน์ถนน (Roadside Aesthetic) จำนวนมากยังแสดงให้เห็นว่าคนขับรถจะมีความพึงพอใจต่อป่าที่เปิดโล่งหรือ ทุ่งนามากกว่าป่าทึบ และมีระดับความพึงพอใจน้อยลงเมื่อมีความเข้มข้นของการพัฒนาที่ดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ลักษณะของการพัฒนาหรือสิ่งสร้างยังมีผลต่อระดับความพึงพอใจ Evan และWood (1980) กล่าวว่าการใช้พื้นที่ดินหรือสิ่งก่อสร้างที่มีลักษณะสอดคล้องกับธรรมชาติจะลดผลกระทบต่อระดับความพึงใจในทางลบ เช่น การทำรั้วด้วยไม้ และการใช้ที่ดินเพื่อพื้นที่เกษตรจะมีผลกระทบต่อระดับความพึงใจในทางลบน้อยกว่าการปรากฏของรั้วโลหะหรืออาคาร บ้านพักอาศัยเป็นอย่างมาก

นอกเหนือจากนี้ได้มีการศึกษาในสาขาอื่นๆ ที่ชี้ให้เห็นถึงปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อความชอบซึ่งได้แก่ สัตว์ ภูเขา ดวงอาทิตย์และคน (James, 1892; Tuaycharoen, 2006) Jame (1892) ได้กล่าวว่าความน่าสนใจโดยไม่ได้ตั้งใจ (Involuntarily interesting) นั้นจะเกิดขึ้นโดยปัจจัยต่างๆ ทั้งนี้รวมถึง สิ่งที่แปลก สิ่งที่เคลื่อนที่ได้ และสัตว์ป่า นอกจากนี้ Tuaycharoen (2006) ได้ทำการสำรวจความคิดเห็นในเรื่องความสนใจที่มีต่อภาพ โดยที่ได้ให้ผู้เข้าร่วมทดลองได้ให้คะแนนความสนใจของภาพ จากการศึกษาพบว่าเข้าร่วมทดลองได้ให้คะแนนความสนใจของภาพ จาก

การศึกษาพบว่าภาพที่อยู่ในลำดับ 10 อันดับแรกคนสนใจสูงสุดได้แก่ ภาพที่เป็นภาพธรรมชาติ โดยเฉพาะภาพที่มีน้ำและฟ้า โดยเฉพาพะอย่างยิ่งเมื่อมีภูเขานภาพ เมื่อพิจารณาในภาพที่มีสัตว์และไม่มีสัตว์ในภาพพบว่าภาพที่มีสัตว์มักได้คะแนนความสนใจมากกว่าเสมอ และเมื่อพิจารณาในกลุ่มของภาพเมืองพบว่าภาพเมืองที่มีคนในภาพมักทำให้คนสนใจมากกว่า

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบของวิวที่มองผ่านหน้าต่าง (window view) และองค์ประกอบในภูมิทัศน์ (landscape scene) ดังที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปปัจจัยต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบในวิวที่มองผ่านหน้าต่างที่น่ามีผลกระทบต่อระดับความสนใจและความบาดตาจากหน้าต่างได้โดยย่อดังนี้

1. ความเป็นธรรมชาติของวิว (Naturalness) ซึ่งรวมถึงองค์ประกอบทางธรรมชาติที่สำคัญ คือพืชพรรณไม้ และท้องฟ้า สนับสนุนด้วยผลการศึกษาของ Markus (1967) Kaplan (1978) Markus และ Gray (1973) Ulrich (1979, 1981, 1983) Heerwagen และ Heerwagen (1984) Kaplan และ Kaplan (1989)
2. ระดับชั้นของวิวในแนวระดับ (horizontal stratification) สนับสนุนด้วยผลการศึกษาของ Markus (1967a และ b) Keighley (1973a and b) Tregenza และ Loe (1988)
3. องค์ประกอบในวิวที่มองผ่านหน้าต่างที่กำหนดมาจากตัวแปรของความพึงพอใจทางภูมิทัศน์ (Landscape preference variables) ซึ่งได้แก่ความซับซ้อนในวิว (complexity) ความกลมกลืนในวิว (coherence) ความลึกลับในวิว (mystery) และการอ่านออกและมองเห็นได้ง่ายของวิว (legibility) สนับสนุนด้วยผลการศึกษาของ Kaplan (1972, 1978) Kaplan และ Kaplan (1989) Ulrich (1979) Kaplan และ Kaplan และ Wendt (1972)
4. การปรากฏของน้ำในวิว (the presence of water) โดยมาหลักฐานสนับสนุนด้วยผลการศึกษาของ Ludlow, 1976; Heerwagen and Heerwagen, 1984; Bruch และ Palmer, 1979; Shafer et al, 1969; Zube et al, 1975; Habard และ Kimball, 1967
5. การปรากฏของสัตว์ในวิว (the presence of animal) การปรากฏของภูเขาในวิว (the presence of mountain) การปรากฏของดวงอาทิตย์ (the presence of sun) และการปรากฏของคนในวิว (the presence of people) โดยมีหลักฐานที่สนับสนุนด้วยผลการศึกษาของ James (1892) และ Tuaycharoen (2006)

จากการศึกษาของ Tuaycharoen และ Tregenza (2006) และ Tuaycharoen (2006) พบว่าภาพที่น่าสนใจช่วยลดความบาดตาจากภาพดังกล่าวได้ และยังพบปัจจัยต่างๆ ในภาพที่น่าสนใจที่มีอิทธิพลต่อความบาดตาซึ่งได้แก่ ระดับชั้นของภาพวิวในแนวระดับ (horizontal stratification in an image) ความเป็นธรรมชาติของภาพ (Naturalness in an image) และใน

ภาพที่เป็นภาพวิวธรรมชาติ องค์ประกอบต่างๆ ที่พบว่ามีผลต่อความบาดตา ได้แก่ การปรากฏของน้ำในภาพ (The presence of water in an image) และการมีพื้นด้านหน้าในภาพ (The presence of foreground in an image) ซึ่งเป็นทั้งปัจจัยที่เป็นคุณลักษณะทางกายภาพ (Physical characteristics) และองค์ประกอบต่างๆ ในภาพ (Elements) นอกจากนี้การศึกษาของ Tuaycharoen และ Tregenza (2006) และ Tuaycharoen (2006) แสดงให้เห็นว่าเมื่อความสนใจในวิวเพิ่มขึ้นจะทำให้ความบาดตาจากหน้าต่างลดลง และยังชี้ให้เห็นว่าอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ในวิวซึ่งได้แก่ ความเป็นธรรมชาติของวิวและลำดับชั้นของวิว รวมไปถึงผลการศึกษาดังกล่าวยังชี้ให้เห็นว่าเมื่อค่าความสว่างมากขึ้นด้วย

อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวข้างต้นนั้นได้ทำการทดลองที่ประเทศอังกฤษและผู้เข้าร่วมการทดลองนั้นเป็นคนหลากหลายเชื้อชาติ โดยที่ในการทดลองนั้นสภาพการทดลองเป็นห้องปฏิบัติการ ดังนั้นจึงยังมีข้อสงสัยว่าถ้าในสภาพภูมิอากาศแบบประเทศไทยและการทดลองได้ทำในสภาพห้องเรียนจริง ผลที่เคยพบในการศึกษาดังกล่าวจะยังเป็นเหมือนเดิมหรือไม่ ประกอบกับจากหลักฐานข้างต้นยังพบอีกว่ายังมีอีกหลายปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อความสนใจ ดังนั้นน่าจะมีอิทธิพลต่อความบาดตาที่ยังไม่ได้รับการศึกษา อาทิเช่น ปัจจัยต่างๆในวิวที่นำมาจากตัวแปรมีอิทธิพลต่อความพึงพอใจของภูมิทัศน์ (Landscape preference matrix) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยการศึกษาหลัก 2 ส่วนได้แก่ ส่วนแรกคือการศึกษาอิทธิพลของความสนใจในวิวและองค์ประกอบต่างๆ ในวิวที่น่าสนใจต่อความบาดตาในสภาพห้องเรียนจริงและภูมิอากาศแบบประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วยการทดลอง 2 การทดลอง ซึ่งได้แก่ การทดลองแรก คือ การศึกษาอิทธิพลของความสนใจในวิวต่อความบาดตาในสภาพห้องเรียนจริงและภูมิอากาศแบบประเทศไทย และการทดลองที่สอง คือการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ในวิวที่น่าสนใจต่อความบาดตาในสภาพห้องเรียนจริงและภูมิอากาศแบบประเทศไทย ในส่วนหลักส่วนที่สองคือการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยในวิวที่นำมาจากตัวแปรที่มีผลต่อความพึงพอใจของภูมิทัศน์กับความบาดตาจากหน้าต่างซึ่งประกอบด้วยการทดลอง 2 การทดลองเช่นกัน ซึ่งได้แก่ การทดลองแรก คือการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ในภาพที่นำมาจากตัวแปรของความพึงพอใจของภูมิทัศน์ต่อความบาดตาซึ่งได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ และการทดลองที่สองคือการศึกษาอิทธิพลขอปัจจัยต่างๆ ในวิวที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจของภูมิทัศน์ต่อความบาดตาจากหน้าต่างในสภาพห้องเรียนจริงและสภาพภูมิอากาศแบบประเทศไทย