บทที่ 2
การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความเข้มแสงสว่างและระดับความร้อนภายในอาเรียนเรียนของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในอำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ได้ทำการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับความเข้มของแสงสว่าง

2.2 ความรู้เกี่ยวกับความร้อน

2.3 มาตรฐานแสงสว่างและความร้อน

2.4 มาตรฐานสิ่งแวดล้อมศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับความเข้มของแสงสว่าง

2.1.1 ความหมายความเข้มของแสงสว่าง

ความเข้มของแสงสว่าง หมายถึง ปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่กำหนด หน่วยวัดความเข้มแสง มีหน่วยเป็น ลักซ์ (Lux) หรือเป็น ฟุตเทียน (Foot Candle) 1 ฟุตเทียนเท่ากับ 10.76 ลักซ์ (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2549)

แสง คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) ประเภทหนึ่ง ซึ่งอยู่ในช่วงความยาว คลื่นที่สายตามนุษย์มองเห็น หรือบางครั้งอาจถึงการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่รังสีอินฟาเรด (Infrared) ถึงรังสีอัลตร้าไวโอเรต (Ultraviolet) ด้วยความถี่ของคลื่นแสงที่แตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับความเร็วในการสั่นสะเทือน ถ้าหากคลื่นแสงยิ่งมีความสั่นสะเทือนมากก็จะยิ่งมีความถี่มากแต่ความยาวคลื่นก็จะยิ่งน้อย โดยแสงที่เรามองเห็นได้นั้นเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ในระดับที่ดวงตาของมนุษย์สามารถมองเห็นได้ ซึ่งปกติแล้วแสงจะเคลื่อนที่ในสุญญากาศด้วยความเร็ว 299,792,458 เมตรต่อวินาที

แสงสว่างเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีความยาวคลื่นประมาณ 380-780 นาโนเมตร ซึ่งเป็นระยะความยาวคลื่นที่มองไม่เห็นได้ (Visible Light) การเปลี่ยนแปลงของความยาวคลื่นของแสงสว่าง จะทำให้ตารู้สึกเห็นเป็นสีต่างๆ ตามความยาวคลื่นนั้น เช่น ความยาวคลื่น<450 นาโนเมตร จะเห็นเป็นสีม่วง ความยาวคลื่น › 610 นาโนเมตร จะเห็นเป็นสีแดง ช่วงความยาวคลื่นของพลังงานแสงดังกล่าวช่วยทำให้เกิดการมองเห็น ส่วนพลังงานรูปอื่น เช่นรังสีอัลตร้าไวโอเลต รังสีเอ็กซ์ ที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า 380 นาโนเมตร หรือคลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ลพลังงานไฟฟ้า ที่มีช่วงความยาวคลื่นยาวกว่า 760 นาโนเมตรพลังงานเหล่านี้มิได้ช่วยให้เกิดการเห็น (วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์, 2545)

สรุปความเข้มของแสงสว่าง คือ ปริมาณของแสงที่ตกกระทบลงบนหนึ่งหน่วยหรือปริมาณของแสงที่กระทบลงพื้นที่หนึ่งๆ ที่กำหนด เช่นพื้นที่ในห้องเรียน โดยการวัดความเข้มของแสงสว่างสามารถวัดโดยใช้เครื่องวัดแสง (Lux Meter) ซึ่งมีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux)

2.1.2 แหล่งกำเนิดของแสงสว่าง (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2549)

แสงสว่างในปัจจุบันมีต้นกำเนิดของแสงสว่างจาก 2 แหล่งด้วยกัน คือ แหล่งแสงสว่างจากธรรมชาติและแหล่งแสงสว่างจากการประดิษฐ์

2.1.2.1 แหล่งแสงสว่างจากธรรมชาติ (Natural Source) ต้นกำเนิดของแสงจากธรรมชาติที่สำคัญ คือ ดวงอาทิตย์

2.1.2.2 แหล่งกำเนิดแสงสว่างจากการประดิษฐ์ (Artificial Source) เป็นต้นกำเนิดของแสงสว่างที่มนุษย์ได้ประดิษฐ์คิดค้นโดยอาศัยธรรมชาติและเทคโนโลยี ได้แก่ หลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ คือ

1) หลอดไฟชนิดไส้หลอด (Incandescent Lamp) ซึ่งมีไส้หลอดเป็นส่วนที่จ่ายแสงซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของไส้ โลหะที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการทำไส้หลอด คือ ทังสเตน เพราะมีจุดหลอมเหลวสูง หลอดไฟไส้หลอดจะมีอายุการใช้งานนานประมาณ 1,000 ชั่วโมง และปัจจุบันยังมีการพัฒนารูปแบบให้มีประสิทธิภาพใช้งานดียิ่งขึ้น แต่ราคาค่อนข้างแพง เช่น หลอดออสแรม เป็นต้น

2) หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) เป็นหลอดที่บรรจุด้วยไอปรอท มีการทำงานโดยอะตอมของปรอทได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นจากพลังงานไฟฟ้า และเมื่อคายพลังงานออกมาเป็นแสงอัลตราไวโอเลตจะไปกระทบกับสารที่เคลือบผิวจำนวนผงฟลูออเรสเซนต์ ทำให้เกิดการเรืองแสงขึ้น

3) หลอดเมอคิวรี (Mercury Lamp) เป็นหลอดก๊าซที่ปลดปล่อยประจุไฟฟ้าชนิดความเข้มของก๊าซสูง (High Intensity Discharge Lamp) ชนิดหนึ่ง คือ แสงที่เปล่งออกมาไม่ได้ ขึ้นอยู่กับความร้อนที่ไส้หลอดแต่ขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้าที่วิ่งผ่านบรรยากาศของไอ หลอดเมอคิวรีมีหลายชนิด เช่น หลอดเมอคิวรีกระเปาะใส ใช้ในโรงงานเหล็กกล้า ถนนไฟกลางแจ้ง หลอดฟลูออเรสเซนเมอคิวรี ใช้ในโรงยิมเนเซียม ธนาคาร ห้องที่มีเพดานสูง หลอดเมอคิวรี–รีเฟลคเตอร์ ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ใช้เป็นไฟสาด หรือใช้ในสถานที่ที่มีการบำรุงรักษาที่มีปัญหามาก หลอดไฟใช้งานตามวัตถุประสงค์ เช่น ใช้ในการเตือนภัย ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น

4) หลอดโซเดียม เป็นหลอดก๊าซที่ปลดปล่อยประจุไฟฟ้าประเภทหนึ่งซึ่งให้แสงสว่างโดยการนำไฟฟ้าผ่านไอของโซเดียม มี 2 ชนิด คือ หลอดโซเดียมความดันสูง ใช้กับถนนไฟสาดตึก หลอดโซเดียมความดันต่ำจะให้แสงสีเหลือง จึงไม่เหมาะกับงานที่ต้องการความแตกต่างของสี

5) หลอดเรืองแสง (Glow Lamp) ใช้สำหรับแสดงการทำงานของวงจรควบคุม มอเตอร์ และอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

6) หลอดซินโคเนียม ใช้เป็นต้นกำเนิดแสงเล็กๆ

7) หลอดระยะอาร์คสั้น (Short Arc Lamp) ใช้ในการเป็นแหล่งกำเนิดแสงอาทิตย์เทียบเพื่อใช้ทดสอบในห้องทดลอง

8) หลอด LED (Light Emitting Diode) เป็นหลอดไฟที่ประหยัดพลังงานมากกว่าหลอดไฟประเภทอื่นๆที่มีอยู่ในตลาดทั้งหมด และการประหยัดเงินค่าไฟฟ้าจากการใช้หลอดไฟ LED ตั้งแต่ 15-75% แล้วแต่ชนิดของหลอดเดิม

2.1.3 การจัดแสงสว่างภายในอาคาร (สงวนศักดิ์ เกยุราพันธุ์, 2537)

การจัดแสงสว่างภายในอาคาร โดยทั่วไปจะมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การมองเห็นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การให้แสงสว่างยังเพื่อการใช้งานได้สะดวกสบาย และเพื่อให้เกิดความสวยงาม ทั้งนี้การส่องสว่างต้องคำนึงถึงการประหยัดพลังงานด้วย

2.1.3.1 ลักษณะการจัดแสงสว่างที่ไม่เหมาะสมกับบริเวณการทำงาน

1) การจัดระบบแสงสว่างภายในอาคาร เป็นการส่องสว่างแบบทั่วไป มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อกระจายแสงสว่างให้มีการส่องสว่างทั่วบริเวณการทำงานภายในอาคาร ไม่ได้เป็นการจัดหรือติดตั้งระบบไฟเฉพาะจุด ฉะนั้นงานบางลักษณะที่ต้องการความเข้มของแสงสว่างสูงกว่าหรือมากกว่าระบบแสงสว่างทั่วไปภายในอาคารจึงทำให้มีความเข้มของแสงสว่างไม่เพียงพอกับบริเวณการทำงานได้

2) ความเข้มของแสงสว่างไม่เพียงพอกับลักษณะงานที่ทำ เนื่องจากจำนวนหรือขนาดของหลอดไฟไม่เพียงพอในการส่องแสงสว่าง

3) การติดตั้งหลอดไฟใกล้เสาหรือคาน ทำให้เกิดเงาบังบริเวณการทำงาน

4) หลอดไฟมีฝุ่นจับ ทำให้ประสิทธิภาพในการสว่างน้อยลง

5) การติดตั้งหลอดไฟในลักษณะของโคมเปลือย ทำให้เกิดการกระจายของแสงสว่างทุกทิศทาง หลอดไฟที่ติดตั้งนี้หากติดตั้งสูงเกินไป ก็อาจทำให้ความเข้มของแสงสว่างไม่เพียงพอ (ขึ้นอยู่กับจำนวนหลอดไฟและกำลังไฟ) หากติดตั้งในระดับต่ำลงมา ก็อาจก่อให้เกิดปัญหาแสงจ้าส่องเข้ากับลานสายตาของผู้ปฏิบัติงานที่เรียกว่า แสงพร่าตา

6) หลอดไฟที่ให้แสงสว่างสำหรับบริเวณการทำงานอยู่ในระดับสูง หรือหลอดไฟอยู่ห่างกันมากทำให้ความเข้มแสงสว่างไม่เพียงพอ มักพบภายในอาคารโรงงานที่มีเพดานหรือหลังคาสูง

7) ช่องโปร่งแสงต่างๆ เช่น ช่องแสงบนหลังคา และกระจกหน้าต่างสกปรก ขาดการทำความสะอาด

8) ระยะห่างระหว่างหลอดไฟ และจุดที่เป็นบริเวณการทำงานไม่เหมาะสม เช่น มีจุดการทำงานบางจุดที่อยู่กึ่งกลางระหว่างตำแหน่งติดตั้งหลอดไฟ ทำให้ความเข้มของแสงสว่างไม่เพียงพอ

9) เงาของเสา โครงสร้างผนัง หรือกองวัสดุสิ่งของบดบังบริเวณการทำงาน เนื่องจากอิทธิพลของแสงสว่างจากภายนอกที่มีมากกว่าความเข้มของแสงสว่างที่จัดไว้ให้แก่บริเวณการทำงาน จึงทำให้เกิดเงาทอดบัง

2.1.3.2 หลักการจัดแสงสว่างในสถานศึกษา (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2549)

การจัดแสงสว่างภายในสถานศึกษาโดยทั่วไปจะมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้การมองเห็นเป็นต้นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความสุขสบายและสะดวกในการมองเห็น ซึ่งต่างจากการจัดแสงสว่างในสถานที่อื่นๆ เพราะการใช้สายตาในสถานศึกษามีทั้งการมองเห็นที่โต๊ะเรียน การเรียนในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นการจัดแสงสว่างภายในสถานศึกษามีหลักการในการพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

2.1.3.2.1 ลักษณะของการจัดแสงสว่างของห้องในสถานศึกษา ลักษณะการจัดแสงสว่างของห้องนับเป็นส่วนสำคัญที่สุด เพื่อให้เกิดการมองเห็นที่ดี การจัดสภาพแวดล้อมในการมองเห็นเพื่อให้เกิดความรู้สึกสบายและอยากทำงาน สีของห้อง เพดาน ผนังและพื้นของห้อง โดยเฉพาะ

การออกแบบควรจัดให้พื้นสีของห้องในสถานศึกษาให้มีพื้นที่ของหน้าต่างหรือช่วงแสงเข้า หากต้องการต้องประโยชน์จากแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ ควรให้พื้นที่ของหน้าต่างมากกว่า 1/3 ของพื้นที่ของสถานประกอบกิจการนั้นแต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความร้อนที่จะเข้ามาด้วย ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เกิดความรู้สึกดังกล่าวซึ่งผู้ดำเนินการจะต้องจัดให้มีแสงสว่างเป็นมาตรฐานดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่ามาตรฐานความเข้มของแสงสว่างภายในอาคารมาตรฐานของ CIE (Commission-Internationale de L Eclairage)

ตำแหน่งความสว่างในพื้นที่ต่างๆ	**ค่ามาตรฐานความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)**
ห้องประชุม	300-500-750
หน้ากระดาน	300-500-750
ห้องเขียนแบบ	500-750-100
ห้องทำงานทั่วไป	300-500-750
ห้องคอมพิวเตอร์	300-500-750
ห้องทดลอง	300-500-750
ห้องสมุด	300-500-750
ห้องเรียน	300-500-750
ห้องเรียนพร้อมห้องปฏิบัติการ	100-150-200
ห้องเก็บของ	100-150-200
ห้องล็อบบี้หรือบริเวณต้อนรับ	100-150-200
ห้องน้ำ	100-150-200
ทางเดิน	50-100-150
บันได	100-150-200
ลิฟต์	100-150-200

ที่มา : สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย,2548.

ทั้งนี้ค่ามาตรฐานตารางที่ 2.1 นั้นจะเป็นปริมาณความเข้มของแสงสว่างแบ่งออกเป็น 3 ค่า โดยค่าแรกเป็นค่าเฉลี่ย ส่วนอีก 2 ค่าเป็นค่าที่ใช้ในกรณีสภาพแวดล้อมอื่นๆ ซึ่งอาจใช้ค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยโดยขึ้นอยู่กับสภาพต่างๆ ดังนี้

1) ถ้าการสะท้อนของพื้นผิวต่ำกว่าปกติให้ใช้ความเข้มแสงสว่างมากขึ้น

2) ถ้าการผิดพลาดเนื่องจากการมองอาจทำให้เกิดปัญหาร้ายแรงหรือเสียหายมากก็ให้ใช้ค่าความเข้มแสงสว่างมากขึ้น

3) ถ้าการมองวัตถุใช้เวลาสั้นมากก็ให้ใช้ค่าความเข้มของแสงสว่างมากขึ้น

4) ถ้าผู้ใช้งานบริเวณพัฒนาเป็นผู้สูงอายุ ก็ให้ใช้ความเข้มแสงสว่างมากขึ้น

2.1.3.2.2 คุณภาพและปริมาณความเข้มของแสงสว่าง

ผู้ออกแบบแสงสว่างจำเป็นต้องรู้และเข้าใจความรู้สึกในการมองเห็น หรือทราบว่ามนุษย์มองเห็นได้อย่างไร จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการออกแบบที่จะเป็นไปตามสภาวะการมองโดยแสงสว่างรอบๆกับแสงสว่างที่ชิ้นงานควรมีความสัมพันธ์กัน ค่าของแสงสว่างที่ใช้ควรให้ความรู้สึกที่ดีในการมองเห็น เช่น การใช้สายตาได้ดี มองสบายตา ง่ายต่อการมองเห็น การปฏิบัติด้วยความปลอดภัยเป็นต้นควรยึดหลักมากดังต่อไปนี้ (สมโภช เลี่ยนบางยาง, 2541)

1) ความสว่างของแสงบนพื้นที่ใดก็ตามภายในห้องเรียนต้องไม่น้อยกว่า 10 เท่าของงานบนโต๊ะ

2) ความสว่างของความเข้มแสงบริเวณใกล้โต๊ะเรียนต้องไม่น้อยกว่า 1/2 ของงานบนโต๊ะ

3) ความสว่างบนพื้นโต๊ะทำงานต้องไม่น้อยกว่า 1/3 ของงานบนโต๊ะ

2.1.3.3 การจัดแสงสว่างในห้องปฏิบัติงาน (วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์, 2545)

หลักการจัดแสงสว่างในห้องปฏิบัติงานควรพิจารณาดังนี้

1) ควรจัดทิศทางของการนั่งทำงาน ที่ไม่เกิดเงาจากตัวผู้ปฏิบัติงานบดบังแสงสว่าง ณ จุดที่ทำงาน

2)ไม่ควรจัดวางวัสดุอุปกรณ์ ปิดกั้นทิศทางของแสงสว่าง ที่จะส่องยังบริเวณที่ทำงาน เช่น ป้าย กล่อง ลัง ตู้จัดเก็บสิ่งของเป็นต้น

3) การจัดบริเวณการทำงานให้อยู่ในมุมห้อง หรือห้องที่ไม่โอกาสที่ได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติเพื่อเพิ่มความเข้มของแสง

4) ควรตรวจสอบบำรุงรักษาหลอดไฟในห้องปฏิบัติงานอยู่เป็นประจำ

2.1.4 แสงสว่างกับการมองเห็น

แสงสว่างนับว่ามีความสำคัญต่อการมองเห็นของมนุษย์มาก ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการดังจะกล่าวต่อไปนี้

2.1.4.1 โครงสร้างของดวงตา

มนุษย์มองเห็นส่วนต่างๆ ผ่านทางดวงตาในลักษณะของการเปรียบเทียบแล้วตาของมนุษย์ทำงานคล้ายคลึงกับกล้องถ่ายภาพ สำหรับส่วนต่างๆ ของดวงตาที่มีความสำคัญต่อการมองเห็นได้แก่

1) กล้ามเนื้อตา ตามีกล้ามเนื้อที่จะทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของตา (ซ้าย – ขวา, ขึ้น – ลง) และยึดลูกตาให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม สำหรับการมองตามความต้องการของสมอง

2) เลนส์ตาหรือแก้วตา ทำหน้าที่ควบคุมให้ภาพที่มองอยู่ในโฟกัสตลอดเวลา ไม่ว่าสิ่งที่มองเห็นนั้นอยู่ใกล้หรือไกลจากดวงตา โดยเลนส์จะปรับตัวให้แบนลงในขณะที่มองวัตถุที่อยู่ไกลและปรับตัวให้นูนสูงขึ้น ขณะที่ต้องมองวัตถุที่อยู่ใกล้ตัว การปรับตัวของเลนส์ทำได้โดยอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อตาซึ่งจะเรียกว่า “ซีเลียริบอดี้” (Ciliary Body)

3) รู้ม่านตา หรือ “พิวพิล” (Pupil) เป็นช่องเปิดที่ปรับขนาดได้ในม่านตา หรือ ไอริส (Iris) ทั้งนี้เพื่อที่จะควบคุมปริมาณของแสงสว่างที่เข้าสู้ดวงตา มันจะหดตัวให้เล็กลงเพื่อที่จะลด

ปริมาณแสงที่เกินความต้องการในขณะที่ความสว่างของวัตถุที่มองดูมีมาก แต่จะขยายตัวใหญ่ขึ้นเพื่อให้แสงผ่านเข้าไปในตาได้มากขึ้นในขณะที่ความสว่างของวัตถุที่กำลำมองนั้นมีน้อย

4) จอภาพ หรือ “เรตินา” (Retina) ทำหน้าที่เป็นตัวรับแสงที่สะท้านมาจากวัตถุที่มองซึ่งแสงนี้เดินทางผ่านเลนส์ตา และถูกควบคุมโดยเลนส์เพื่อให้แสงดังกล่าวโฟกัสมาตาตกที่จอรับภาพพอดี ภาพที่เกิดขึ้นบนจอรับภาพจะเป็นภาพหัวกลับ ซึ่งภาพหัวกลับที่จอรับภาพนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นแรงกระตุ้นที่ทำให้เกิดสัญญาณประสาท (Nerve Impulse) ที่มีลักษณะสอดคล้องกับลักษณะของภาพนั้นจากนั้นสัญญาณดังกล่าวจะถูกส่งไปตามประสาทตาสู่สมองส่วนที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางเกี่ยวกับการมองเห็น (Visual Center) ซึ่งที่สมองนั้นเองที่ทำหน้าที่แปลสัญญาณประสาทกลับมาเป็นภาพหัวตั้งใหม่ด้วยกรรมวิธีดังกล่าวนี้จึงอาจกล่าวได้ว่า ที่จริงแล้วมนุษย์มองเห็นด้วยสมอง

2.1.4.2 หน้าที่ของดวงตา

หน้าที่สำคัญ ๆ ของดวงตาได้แก่

1) การปรับตัว หรือ “แอ็คคอมโมเดชั่น” (Accommodation) คือ การปรับโฟกัสเลนส์ให้พอเหมาะในการมองวัตถุที่อยู่ห่างออกไปจากดวงตาในระยะต่างๆกัน แต่เนื่องจากเซลล์จะสูญเสียความยืดหยุ่นในเมื่อเจ้าของดวงตามีอายุมากขึ้น เด็กที่เคยโฟกัสเลนส์ดวงตาจนสามารถมองเห็นวัตถุที่อยู่ห่างดวงตาเพียง 2.4 นิ้ว ได้นั้นเมื่อเวลาผ่านไป อายุเพิ่มขึ้นความสมรถในการปรับตัวของดวงตาจะลดลง ยกเว้นตัวอย่างเช่น เมื่ออายุ 40 ปี เขาไม่สามารถโฟกัสเลนส์ให้มองดูวัตถุที่อยู่ใกล้ดวงตามากกว่า 6 นิ้ว การที่เลนส์สูญเสียการยืดหยุ่นเนื่งจากอายุเพิ่มมากขึ้น เรียกว่า “เพลสโมโอ”

2) การเพ่งมอง “คอนเวอร์เจนซ์” (Convergence) คือ การบังคับดวงตาทั้งสองข้างให้เล็งไปที่ดวงตาให้เป็นจุดเดียวกัน ซึ่งการบังคับดังกล่าวนี้เป็นหน้าที่ของกล้ามเนื้อตาและเลนส์ตาทำงานประสานกัน ในการที่จะเปลี่ยนจุดเพ่งของดวงตาทั้งสองไปจุดอื่นและปรับโฟกัสใหม่ให้เหมาะสมกับจุดเพ่งใหม่นั้น จะต้องใช้เวลาประมาณ 165 มิลิเซกัน แต่ถ้าหากว่าจุดที่เล็งมองนั้นอยู่ห่างออกไปกว่า 20 ฟุต แล้วจะใช้เวลาน้อยกว่านี้มาก

3) ขอบเขตของสายตา (Visual Field) คือ อาณาบริเวณในทิศทางต่างๆ (วัดเป็นองศา) ซึ่งตาสามารถมองเห็นได้ขณะที่เล็งมองไปที่จุดใดจุดหนึ่งข้างหน้า

. 4) ลักษณะของร็อดและโคน ร็อดทำหน้าที่รับรู้เฉพาะสีขาว สีดำ และสีเทา ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันออกไป (เทาอ่อน-เทาเข้ม) เท่านั้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าทำหน้าที่เกี่ยวกับความมืดความสว่าง ส่วนโคนนั้นจะทำหน้าที่เกี่ยวกับโคนสีต่างๆ ในขณะที่ความสว่างมากกว่าระดับต่ำสุดที่ตาจะมองเห็นได้ ในขณะที่ความเข้มของแสงสว่างของผิวที่มองดูมากกว่าประมาณ 0.01 ลูเมน/ตารางฟุต ระบบของโคน หรือ “ระบบโฟโตพิค” (Photopic System) จะถูกเร้าให้ทำงานภาพที่เห็นจะมีความละเอียดและสีสัน สำหรับความชัดเจนของภาพจะขึ้นอยู่กับ ปริมาณความเข้มของแสงสว่างและความถี่ของการเร้าว่ามีมากเพียงใด แต่ในขณะที่ปริมาณความเข้มของแสงสว่างบนวัตถุมีน้อยกว่า 0.001 ลูเมน/ตารางฟุต

จะเห็นได้ว่าตาของเราจะมีกรรมวิธีที่จะปรับตัวให้เข้ากับความเปลี่ยนแปลงของปริมาณความเข้มของแสงสว่างบนผิวของสิ่งที่จะมองเห็นได้ อย่างไรก็ตามการปรับตัวดังกล่าวจะต้องใช้เวลาช่วงหนึ่งเสมอกว่าที่ตาจะปรับได้อย่างสมบูรณ์ ในกรณีของการปรับตัวให้เข้ากับความมืด (Dark Adaptation) ซึ่งร็อดจะถูกเร้าแทนโคนนั้นจะกินเวลาประมาณ 30 นาที หรือมากกว่านี้ซึ่งอัตราการปรับตาจะแปรผันโดยตรงกับความสว่างที่ตาได้รับอยู่ก่อนที่จะเกิดความมืดเข้ามาแทนที่ สำหรับการปรับ

ตาให้เข้ากับความสว่าง (Light Adaptation) ซึ่งในกรณีนี้โคนจะถูกเร้าแทนร็อดจะกินเวลาสั้นกว่ามาก คือเพียงไม่กี่วินาทีเท่านั้นเอง

2.1.4.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการมองเห็น

การมองเห็นของมนุษย์นั้นจะแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะมีองค์ประกอบหลายประการด้วยกันที่มีส่วนเข้ามาเกี่ยวข้องกับการมองเห็น องค์ประกอบที่สำคัญเหล่านี้ ได้แก่

2.1.4.3.1 ขนาด (Size) ขนาดของวัตถุที่เรามองดูถ้ามีขนาดใหญ่ก็จะมองเห็นได้ง่ายกว่าวัตถุที่มีขนาดเล็กและระยะทางที่มองดูมีความสัมพันธ์ด้วย กล่าวคือ วัตถุชิ้นหนึ่งมองเห็นเล็กกว่าเมื่อมองจากระยะไกลเมื่อมองในระยะจะมองเห็นวัตถุใหญ่ขึ้น

2.1.4.3.2 คอนทราสท์ (Contrast) คอนทราสท์หรือความแตกต่างระหว่างวัตถุที่กำลังมองกับสิ่งต่างๆ ที่อยู่เคียงข้างจะมีอิทธิพลกับการมองเห็น ถ้าคอนทราสท์มีมากการมองเห็นก็ชัดเจนและแม่นยำมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ตัวพิมพ์สีดำบนกระดาษสีขาวนั้นจะมองเห็นและอ่านง่ายกว่าตัวพิมพ์ชนิดเดียวกันที่อยู่บนกระดาษสีเทา เป็นต้น

2.1.4.3.3 เวลา (Time) มีหลายกรณีที่วัตถุกำลังมองเห็นหรือผู้มองเองมีความเคลื่อนไหวในขณะนั้น เรื่องของเวลาที่อำนวยให้สำหรับการมอง จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญอีกประการหนึ่งของความแม่นยำในการมองเห็น การเคลื่อนไหวของวัตถุที่จะมองต้องไม่เร็วมากจนกระทั่งตาไม่สามารถจะติดตามการเคลื่อนไหวดังกล่าวจับภาพได้ทัน ยกตัวอย่างเช่น เมื่อดูวงล้อที่หมุนด้วยความเร็วสูงภาพที่เห็นเห็นจะเป็นภาพที่ไม่ชัดเจน บอกรายละเอียดใดๆไม่ได้ แต่ถ้าหากวงล้อนั้นหมุนช้าๆการมองเห็นนั้นก็จะเริ่มชัดเจนมากขึ้นและสามารถบอกรายละเอียด ของวงล้อนั้นได้มากยิ่งขึ้น เป็นต้น

2.1.4.3.4 ความสว่าง (Brightness) ความสว่างของวัตถุที่ถูกมอง ซึ่งก็คือปริมาณแสงสว่างที่เปล่งหรือสะท้อนออกมาจากพื้นผิวของวัตถุที่ถูกมองจะมีหน่วยเป็นฟุตแลมเบอร์ท (Foot-Lambert) ในเมื่อพื้นที่ของวัตถุที่ถูกมองนั้นมีหน่วยเป็นตารางฟุต การมองเห็นจะเกิดได้ก็โดยการที่มีแสงสว่างจากวัตถุที่ถูกมองเดินทางมาเข้าสู้ตาของผู้มอง ดังนั้นถ้าวัตถุปราศจากแสงสว่างเสียแล้ว การมองเห็นย่อมจะเกิดขึ้นไม่ได้ คนเราก็เปรียบเสมือนว่าตาบอดนั้นเอง

2.1.4.3.5 สี (Color) ความสำคัญของการมองเห็นจะมีความเกี่ยวพันธ์กับแสงสว่าง ทั้งนี้เพราะพื้นผิวของวัตถุที่มีสีต่างๆกันนั้นจะสะท้อนแสงได้ไม่เท่ากัน พวกที่มีสีอ่อนจะสะท้อนแสงได้มากกว่าทำให้มีความสว่างมากกว่าพวกที่สีเข้ม นอกจากนั้นยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับคอนทราสท์อีกด้วย ถ้าวัตถุที่ถูกมองมีสีแตกต่างกันจากสิ่งอื่นๆ ที่อยู่ข้างเคียงก็จะมีคอนทราสท์มาก ทำให้มองเห็นได้ง่ายและชัดเจนดีขึ้น

2.1.4.3.6 ระดับความสามารถในการมองเห็นของดวงตา (Leval of Perception of Eye) เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล เช่น คนที่มีความผิดปกติทางสายตาย่อมต้องการแสงสว่างที่มากกว่าคนปกติ คนสูงอายุต้องการแสงสว่างมากกว่าคนที่อายุน้อย เป็นต้น หรือแม้แต่คนที่ตาปกติก็ยังต้องการแสงสว่างเพื่อการมองที่สบายตาไม่เท่ากัน (สุทิน อยู่สุข, ศักดิสิทธิ์ ตรีเดช, 2538)

2.1.5 ผลกระทบของแสงสว่างและการควบคุมป้องกัน

2.1.5.1 ผลกระทบของแสงสว่าง

1) ผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานปัญหาและอันตรายที่เกิดจากแสงสว่างซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผู้ทำงานได้ สามารถจำแนกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

(1) แสงสว่างที่น้อยเกินไป จะมีผลเสียต่อสายตา ทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานมากเกินไปโดยบังคับให้ม่านตานั้นเปิดกว้างเพราะการมองเห็นไม่ชัดเจน ต้องใช้เวลาในการมองรายละเอียดนั้น ทำให้เกิดการเมื่อยล่าของตาที่เพ่งออกมา ปวดตา มึนศีรษะ ประสิทธิภาพของขวัญและกำลังใจในการทำงานลดน้อยลงการหยิบจับใช้เครื่องมือเครื่องจักรผิดพลาดเกิดอุบัติเหตุขึ้นหรือไปสัมผัสส่วนที่เป็นอันตราย

(2) แสงสว่างที่มากเกินไปหรือแสงจ้า (Glare) เป็นการเกิดจุดหรือพื้นที่ที่มีแสงจ้าเกิดขึ้นในระยะสายตา (Visual Glare) ทำให้ตารู้สึกว่ามีแสงสว่างมากเกินกว่าที่ตาจะปรับได้ ทำให้เกิดความรำคาญ ไม่สุขสบาย หรือความสามารถในการมองเห็นลดลง โดยแสงจ้ามี 2 ชนิด คือ

- แสงจ้าเข้าตาโดยตรง (Direct Glare) เกิดจากแหล่งกำเนิดที่แสงสว่างจ้าในระยะลานสายตา ซึ่งอาจเกิดจากแสงสว่างที่ส่องผ่านหน้าต่าง หรือแสงสว่างที่เกิดจากดวงไฟที่ติดตั้ง
- แสงสว่างจากการสะท้อน (Reflected Glare) เกิดจากเมื่อแสงตกกระทบบนพื้นผิวต่างๆ เช่น วัตถุผิวมันและสะท้อนเข้าตา แสงจ้าชนิดนี้จะทำให้เกิดความรำคาญมากกว่าสงจ้าโดยตรง

(3) การเกิดเงา เงาเป็นอุปสรรคต่อการทำงานอย่างยิ่ง บริเวณที่มีเงามืดบนพื้นผิวที่ชิ้นงานจะทำให้การทำงานยากยิ่งขึ้น เพราะมองไม่เห็นหรือมองเห็นไม่ชัด คุณภาพของงานไม่ดีเมื่อยตาและอาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้

2) ผลกระทบต่องาน ความเข้มของแสงสว่างที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงาน กล่าวคือ ผลผลิตและคุณภาพลดลง ข้อผิดพลาดและอุบัติเหตุเพิ่มขึ้นเป็นต้น

2.1.5.2 การควบคุมและป้องกัน (กรมสวัสดิการและควบคุมแรงงาน, 2549**)**

1) การจัดการกับแหล่งแสง

การจัดแสงสว่างให้มีสภาพที่เหมาะสมมีหลักพิจารณาปัจจัยต่างๆ ดังนี้

(1) การเลือกระบบแสงสว่างและแหล่งกำเนิดแสงสว่าง แสงสว่างตามธรรมชาติเป็นแหล่งกำเนิดของแสงสว่างที่ดีที่สุดถูกที่สุด การจัดพื้นที่ของสถานประกอบกิจการให้มีพื้นที่ของหน้าต่างหรือช่องแสงเข้าจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ หากต้องการการนำประโยชน์จากแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ ควรให้มีพื้นที่ของหน้าต่างมากกว่า 1/3 ของพื้นที่ของสถานประกอบกิจการนั้น แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความร้อนที่จะเข้ามาด้วย

(2) ลักษณะของห้องหรือพื้นที่ใช้งาน ลักษณะของห้องหรือพื้นที่ใช้งาน นับเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการที่จะนำรายละเอียดไปใช้เป็นข้อพิจารณาในการกำหนดความสว่างให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดการมองเห็นที่ดี การจัดสภาพแวดล้อมในการมองเห็นเพื่อให้เกิดความรู้สึกสบายและอยากทำงาน การพิถีพิถันในการเลือกใช้สีและวัสดุในการทำงานเพดานและผนัง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเพิ่มการมองเห็นได้ดียิ่งขึ้น ปกติแล้วการทาสีเพดานควรทาสีที่ใกล้เคียงกับสีขาวให้มากที่สุดและผนังไม่ควรทาสีให้มีความมันวาว ควรทาสีอ่อนๆ

(3) ปริมาณของแสงสว่างที่เพียงพอและมีคุณภาพ ลักษณะของงานแต่ละชนิดต้องการปริมาณของแสงสว่างที่ไม่เท่ากัน ลักษณะงานที่มีความละเอียดมาก หรือชิ้นงานมีขนาดเล็กมากหรือทำงานกับชิ้นงานที่มีสีทึบ ย่อมต้องการปริมารแสงสว่างมากกว่างานที่มีขนาดใหญ่และมีสีอ่อน นอกจากปริมาณแสงสว่างที่พอเหมาะกับลักษณะงานแล้วคุณภาพของแสงสว่างก็มีความสำคัญมาก

2) แสงสว่างที่ควรหลีกเลี่ยง

(1) การเกิดแสงจ้า (Glare) คือ จุดหรือพื้นที่ที่มีแสงจ้าเกิดขึ้นในระยะของลานสายตาทำให้ตารู้สึกว่ามีแสงสว่างมากเกินกว่าที่ตาจะปรับได้ ทำให้เกิดความรำคาญ ไม่สุขสบายหรือความสามารถในการมองเห็นลดลง แสงจ้ามี 2 ชนิด คือ

(1.1) แสงจ้าเข้าตาโดยตรง (Direct Glare) เกิดจากแหล่งกำเนิดที่แสงสว่างจ้าในระยะลานสายตา ซึ่งอาจเกิดจากแสงสว่างที่ส่องผ่านหน้าต่าง หรือแสงสว่างที่เกิดจากดวงไฟที่ติดตั้ง

ก. การลดแสงจ้าจากหน้าต่าง

- ติดผ้าม่าน ที่บังตา บานเกร็ด ต้นไม้ หรือไม้เลื้อยต่างๆ
- เปลี่ยนเป็นกระจกฝ้าแทนกระจกใส
- เปลี่ยนทิศทางของโต๊ะและการนั่งทำงาน โดยใช้แสงสว่างเข้าด้านข้างหรือหันหลังให้หน้าต่าง แทนการหันหน้าเข้าไปหาแสง แต่ต้องระวังการเกิดเงาเป็นแสงสว่างที่ตกกระทบชิ้นงาน

ข. การลดแสงจ้าจากดวงไฟ

- การใช้โคมไฟ หรือที่ครอบลึกพอควร ขอบด้านในทาสีเข้มและผิวด้าน
- ติดตั้งโคมไฟให้ต่ำพอ เพื่อว่าสิจ้าที่ผิวจะถูกลบหายไป แต่ให้มีระดับสูงเพียงพอที่จะช่วยในการส่องสว่าง

(1.2) แสงสว่างจากการสะท้อน (Reflected Glare) เกิดจากเมื่อแสงตกกระทบบนพื้นผิวต่างๆ เช่น วัตถุผิวมันและสะท้อนเข้าตา แสงจ้าชนิดนี้จะทำให้เกิดความรำคาญมากกว่าสงจ้าโดยตรง

ก. การลดแสงจ้าจากการสะท้อน

- การปรับเปลี่ยนตำแหน่งของแหล่งแสง
- การลดความสว่างของแหล่งแสง
- การเลือกใช้วัสดุที่มีการสะท้อนแสงต่ำ
- การทำฉากป้องกันแสงสว่าง
- การทำฉากหลัง (Background) ข้างเคียงให้สว่างกว่า โดยออกแบบพื้น/วัสดุผิวอ่อนให้อยู่ด้านหลัง

2) การเกิดเงา เงาเป็นอุปสรรคต่อการทำงานอย่างยิ่ง บริเวณที่มีเงามืดบนพื้นผิวของชิ้นงานจะทำให้การทำงานลำบากยากยิ่งขึ้น เพราะมองไม่เห็นหรือเห็นไม่ชัด คุณภาพของงานไม่ดี และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้

- การวางผังโต๊ะในลักษณะที่หลีกเลี่ยงการเกิดเงาในบริเวณที่ทำงาน
- จัดกลุ่มดวงไฟสำหรับกลุ่มต่างๆ ของเครื่องจักร
- จัดทิศทางของแสง
- การเพิ่มแสงสว่างจะสามารถป้องกันการเกิดเงาได้ ดังนั้นการดูแลความสะอาดและเพิ่มจำนวนหน้าต่างและช่องแสง เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถเพิ่งการส่องสว่าง

2.1.5.3 การบำรุงรักษาแสงสว่าง

แม้จะมีปริมาณและคุณภาพของแสงสว่าง ที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานนั้นแล้ว แต่หากไม่มีการดูแลบำรุงรักษาระบบแสงสว่างอย่างเหมาะสม ความเข้มของของการส่องสว่างที่จะได้รับ

จะเหลือเพียงครึ่งเดียวและทำให้การจัดแสงสว่างที่ดำเนินการไว้ไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงานได้ โดยสาเหตุที่ทำให้ระบบการส่องสว่างลดลง คือ

- ฝุ่น หรือสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนหลอดไฟ พื้นผิวงานต่างๆ รวมทั้งพื้นผิวห้องด้วย อาทิเช่น ฝ้า กำแพง เพดาน หน้า ช่องแสง เป็นต้น
- อายุการใช้งานของแหล่งกำเนิดแสง เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ (ก่อนที่หลอดจะขาดหรือหมดอายุการใช้งาน ความสว่างของหลอดไฟจะลดลง 25-30 % เมื่อเทียบกับหลอดไฟใหม่)
- การนำสิ่งของต่างๆ วางกีดขวางทางเข้าของแสงสว่าง หรือตั้งบังทางที่แสงสว่างผ่านมายังบริเวณปฏิบัติงาน

2.2 ความรู้เกี่ยวกับความร้อน

2.2.1 ความร้อน (กรมสวัสดิการและควบคุมแรงงาน, 2549)

ความร้อน (Heat) เป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนไหวหรือสั่นสะเทือนของโมเลกุลของวัตถุ ถ้าโมเลกุลของวัตถุถูกสั่นด้วยความถี่ 10 รอบต่อวินาที ก็จะทำให้เกิดพลังงานความร้อนขึ้นพลังงานความร้อนที่อยู่ในวัตถุจะอยู่ในรูปของพลังงานจลน์ของโมเลกุลและอะตอมของวัตถุ เมื่อวัตถุได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นโมเลกุลจะเคลื่อนไหวมากขึ้นทำให้เกิดการสั่นและชนกันของโมเลกุลเพิ่มมากขึ้นถ้าวัตถุนั้นเป็นของแข็งก็จะอ่อนตัวลง ถ้าเป็นของเหลวก็จะเกิดการระเหยได้เร็วขึ้นและถ้าหากเป็นก๊าซก็อาจจะขยายตัวหรือเพิ่มอุณหภูมิมากขึ้น ความร้อนสามารถวัดได้จากอุณหภูมิของวัตถุ ซึ่งก็คือระดับความร้อนหรือพลังงานจลน์ของวัตถุนั้นเอง

ความร้อนสามารถถ่ายเทหรือไหลจากบริเวณหนึ่งสู่อีกบริเวณหนึ่งหากไม่มีสภาวะสมดุลของอุณหภูมิ (Thermal Equilibrium) พลังงานนี้มนุษย์สามารถรับรู้ได้ทางประสาทสัมผัสทำให้ประสาทสัมผัสของคนปกติเกิดความรู้สึกต่างๆ จะรู้สึกร้อนเมื่อวัตถุถ่ายเทเข้าสู่ร่างกายหรือรู้สึกเย็นเมื่อมีความร้อนถ่ายเทออกมา

ความร้อน เป็นพลังงานที่เกิดจากความเคลื่อนไหวหรือสั่นสะเทือนของโมเลกุลของวัตถุ หน่วยวัดระดับความร้อน คือ องศาเซลเซียส และองศาฟาเรนไฮท์ และหน่วยวัดปริมาณความร้อนคือ แคลอรี่ และ บีทียู 1 แคลอรี่ คือปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัม มีอุณภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส และบีทียู คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮท์

ระดับความร้อน หมายความว่า อุณหภูมิเวทบัลบ์โกลบในบริเวณที่ลูกจ้างทำงานตรวจวัดโดยค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาสองชั่วโมงที่มีอุณหภูมิเวทบัลบ์โกลบสูงสุดของการทำงานปกติ (ตามกฎกระทรวงฯเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549)

อุณหภูมิเวทบัลบ์โกลบ (Wet Bulb Globe Temperature : WBGT) เป็นดัชนีวัดสภาพความร้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน (มีหน่วยวัดเป็นองศาเซลเซียส หรือ องศาฟาเรนไฮท์) ซึ่งได้นำปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความร้อนที่สะสมในร่างกายมาพิจารณา ได้แก่ ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกายขณะทำงาน และความร้อนจากสิ่งแวดล้อมการทำงาน ซึ่งความร้อนจากสิ่งแวดล้อมการทำงานถูกถ่ายเทมายังร่างกาย 3 วิธี คือ การนำ การพา และการแผ่รังสีความร้อน

ปริมาณงาน หรือ ภาระงาน (Work Load) เป็นพลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารเพื่อให้ร่างกายใช้ปฏิบัติงานต่างๆ ผู้ที่ทำงานหนักย่อมมีความร้อนเกิดขึ้นในร่างกายสูงกว่าผู้ที่

ทำงานเบาและค่ามาตรฐานระดับความร้อนได้นำปัจจัยนี้มาพิจาณา โดยจำแนกตามความหนักเบาของงานกับระดับความร้อนที่ได้รับ

กรณีในอาคารที่ไม่มีอิทธิพลจากแสงแดด

Work Load = พลังงานจากท่าทางและการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Body Position and Movement + พลังงานจากชนิดของงาน (Type of Work) + พลังงาน Basal Metabolism

ซึ่งตามกฎหมายและมาตรฐานอื่นๆ เมื่อจะประเมินการสัมผัสความร้อนจะเกิด Work Load คือ พลังงานที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง (ใช้ระยะเวลาในการทำงานเท่าไรก็หารตัวระยะเวลานั้น ซึ่งจะต้องเปลี่ยนเป็นนาทีชะก่อน ค่อยนำมาหาร จำนวนพลังงานที่ใช้)

ความหนักเบาของงาน หมายความว่า การใช้พลังงานของร่างกายหรือใช้กำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายเพื่อใช้ปฏิบัติงาน การจำแนกความหนัก-เบาของลักษณะการทำงานออกเป็น 3 ระดับ (ตามกฎกระทรวงฯเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และแสง พ.ศ. 2549) โดยคำนวณการใช้พลังงาน ดังนี้

1) งานเบา หมายความว่า ลักษณะงานที่ใช้แรงน้อยหรือกำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายไม่เกิน 200 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง เช่นงานเขียนหนังสือ งานพิมพ์ดีด งานบันทึกข้อมูล งานเย็บจักร งานนั่งตรวจสอบผลิตภัณฑ์ งานประกอบชิ้นงานขนาดเล็ก งานบังคับเครื่องจักรด้วยเท้า การยืนคุมงาน หรืองานอื่นที่เทียบเคียงได้กับงานดังกล่าว

2) งานปานกลาง หมายความว่า ลักษณะงานที่ใช้แรงปานกลางหรือใช้กำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายเกิน 200 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง ถึง 350 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง เช่น งานยก ลาก ดัน หรือเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงปานกลาง งานตอกตะปู งานตะไบ งานขับรถบรรทุก งานขับรถแทรกเตอร์ หรืองานอื่นที่เทียบเคียงได้กับงานดังกล่าว

3) งานหนัก หมายความว่า ลักษณะงานที่ใช้แรงมากหรือใช้กำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายเกิน 350 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง เช่น งานที่ใช้พลั่วหรือเสียมขุดตัก งานเลื่อยไม้ งานเจาะไม้เนื้อแข็ง งานทุบโดยใช้ค้อนขนาดใหญ่ งานยกหรือเคลื่อนย้ายของหนักขึ้นที่สูงหรือที่ลาดชัน หรืองานอื่นที่เทียบเคียงได้กับงานดังกล่าว

มนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่างๆสามารถดำรงชีพได้เมื่อความร้อนภายในร่างกายคงที่ในระดับที่เหมาะสมเท่านั้น อุณหภูมิภายในร่างกายมนุษย์อาจเปลี่ยนแปลงได้ในช่วงแคบๆ โดยไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของร่างกาย นั้นคือ ประมาณ 37± 1 องศาเซลเซียส ดังนั้น ร่างกายจึงพยายามควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดเวลาด้วยกลไกต่างๆ เช่น การหลั่งเหงื่อ รู้สึกกระหายน้ำ และมีเลือดไหลเวียนมาที่ผิวเพื่อคายความร้อนมากขึ้น เป็นต้น

โดยทั่วไปแหล่งความร้อนที่มีอิทธิพลต่อความร้อนในร่างกายมนุษย์มี 2 แหล่ง คือ ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกายจากการเผาผลาญอาหารเพื่อสร้างพลังงาน และความร้อนจากสิ่งแวดล้อมภายนอกซึ่งความร้อนจากทั้งสองแหล่งนี้สามารถถ่ายเทระหว่างกันได้ จากแหล่งที่มีระดับความร้อนสูงกว่าไปยังแหล่งที่มีความร้อนต่ำกว่า โดยการนำ การพา และการแผ่รังสีความร้อน ทั้งนี้ เพื่อรักษาระดับความร้อนภายในร่างกายให้คงที่ที่ 37± 1 C ซึ่งความพยายามในการรักษาระดับความร้อนของร่างกายนี้อภิบายได้ด้วยสมการสมดุลความร้อน คือ

$$H = M \pm R \pm C - E \pm D$$

เมื่อ H = ความร้อนสะสมของร่างกาย (Body Heat Storage)

M = ความร้อนจากการเผาผลาญอาหารเพื่อสร้างพลังงาน (Metabolic Heat)

R = ความร้อนที่ถ่ายเทด้วยการแผ่รังสี (Radiation)

C = ความร้อนที่ถ่ายเทด้วยการพา (Convection)

E = ความร้อนที่สูญเสียไปจากการระเหยของเหงื่อ (Evaporation)

D = ความร้อนที่ถ่ายเทด้วยการนำ (Conduction)

ตารางที่ 2.2 คำอธิบายความหนักเบาของกิจกรรม

ความหนัก	ตัวอย่างกิจกรรม/การปฏิบัติงาน
งานเบา (ไม่เกิน 200 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง)	นั่งทำงานโดยมีการเคลื่อนไหวของแขน-ขาปานกลาง เช่น งานสำหนักงาน ขับรถขนาดเล็ก ตรวจสอบ/ประกอบชิ้นส่วนวัสดุเบา เย็บปักถักร้อย
	ยืนทำงานโดยมีการเคลื่อนไหวของลำตัวเล็กน้อย เช่น ควบคุมเครื่องจักร บรรจุวัสดุน้ำหนักเบา การใช้เครื่องมือกล/เครื่องทุ่นแรงขนาดเล็ก
	เดินด้วยความเร็วเคลื่อนที่ไม่เกิน 2 ไมล์/ชั่วโมง (3.2 กิโลเมตร/ชั่วโมง) เช่น เดินตรวจงาน หรือเดินส่งเอกสารจำนวนเล็กน้อย
งานปานกลาง (201-350 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง)	นั่งทำงานโดยมีการเคลื่อนไหวหรือใช้กำลังแขน-ขาค่อนข้างมาก เช่น นั่งควบคุมปั้นจั่น เครน หรือเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ในงานก่อสร้าง ประกอบ/บรรจุวัสดุที่มีน้ำหนักค่อนข้างมาก ขับรถบรรทุกขนาดใหญ่
	ยืน/เคลื่อนไหวลำตัวขณะทำงาน เช่น ยกของที่มีน้ำหนักปานกลาง ลาก-ดึงรถเข็นวัสดุที่มีล้อเลื่อน ทำงานในห้องเก็บของ ยืนตอกตะปู ใช้เครื่องมือกลขนาดกลาง ยืนป้อนชิ้นงาน การขัดถู ทำความสะอาด รีดผ้า
	เดินด้วยความเร็ว 2-3 ไมล์/ชั่วโมง (3.2-4.8 กิโลเมตร/ชั่วโมง) หรือเดินโดยมีการถือวัสดุที่น้ำหนักไม่มาก เช่น เดินส่งเอกสารหรือห่อวัสดุสิ่งของ
งานหนัก (มากกว่า 350 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง)	ทำงานที่มีการเคลื่อนไหวลำตัวมาก/อย่างเร็ว หรือต้องมีการออกแรงมาก เช่น ลาก ดึง หรือยกของที่มีน้ำหนักมาก (›20 kg) โหนหรือปีนขึ้นที่สูง งานเลื่อยไม้ ขุดหรือเซาะดิน/ทรายที่มีความชื้นสูง คุ้ยตะกรันในเตาหลอม แกะสลักโลหะหรือหิน การขัดถูพื้นหรือพรมที่สกปรกมากๆ งานก่อสร้าง และงานหนักที่ต้องปฏิบัติกลางแจ้ง
	เดินเร็วๆ หรือวิ่งด้วยความเร็วมากกว่า 3 ไมล์/ชั่วโมง (4.8 กิโลเมตร/ชั่วโมง)

ที่มา : นริศรา คูนาดี,2558.

2.2.2 ชนิดและแหล่งกำเนิดความร้อน

โดยทั่วไปแหล่งความร้อนที่มีอิทธิพลต่อความร้อนในร่างกายมนุษย์มี 2 แหล่ง คือ ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกายจาการเผาผลาญเพื่อสร้างพลังงาน และความร้อนจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ชนิดและแหล่งกำเนิดความร้อนที่มีอิทธิพลต่อร่างกายของมนุษย์ประกอบด้วย

2.2.2.1 ความร้อนจากพลังงานการเผาผลาญสารอาหารภายในร่างกายหรือกระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) โดยปกติแล้วร่างกายจะเผาผลาญสารอาหารภายในร่างกาย เพื่อให้เกิดพลังงานสารอาหารได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ซึ่งจะได้ผลผลิตคือ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ ก๊าซไฮโดรเจน และพลังงานความร้อนออกมา ค่าความร้อนที่ถูกผลิตขึ้นสามารถวัดได้จากปริมาณออกซิเจนที่หายใจเข้าไป อัตราการเผาผลาญนี้ในแต่ละคนจะมีค่าที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างของขนาดร่างกาย การพัฒนากล้ามเนื้อความสมดุลของร่างกายและอายุ สำหรับค่าอัตราการเผาผลาญสารอาหารและค่าเมตาบอลิซึมพื้นฐานของร่างกาย (Basal Metabolic Rate; BMR) ของคนงานมาตรฐานซึ่งมีน้ำหนักตัว 70 กิโลกรัม มีพื้นที่ผิวของร่างกาย 1.80 ตารางเมตร และสวมเสื้อผ้าขณะปฏิบัติงานมีค่า 1 กิโลแคลอรี/นาที นอกจากนี้พลังงานที่เกิดจากการเผาผลาญสารอาหารเพื่อร่างกายใช้ปฏิบัติงานต่างๆ นั้นย่อมแตกต่างกันตามปริมาณงานหรือภาวะงาน (Work Load) ของแต่ละบุคคล

2.2.2.2 ความร้อนที่เกิดจากการทำงาน เมื่อคนเราออกกำลังกาย ทำกิจกรรมหรือทำงานก็จะทำให้ร่างกายต้องการออกซิเจนมากขึ้นด้วย โดยทั่วไปคนงานที่สุขภาพดีจะใช้ด้วยออกซิเจนที่อัตราสูงสุดระหว่าง 2-4 ลิตร/นาที การทำงานในลักษณะต่างๆรวมทั้งค่าพลังงานความร้อนที่ผลิตขึ้นและค่าออกซิเจนที่ต้องการเป็นร้อยละของอัตราสูงสุดของการใช้ออกซิเจน ถ้าปริมาณออกซิเจนที่หายใจเข้าไปไม่เพียงต่อความต้องการออกซิเจนของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นภาวะที่กล้ามเนื้อขาดออกซิเจน ในช่วงที่กล้ามเนื้อจะได้รับพลังงานจากกระบวนการไกโคไลซิส (Gycolysis) และจะได้ผลผลิตสุดท้ายออกมาเป็นกรดแลคติก กรดนี้จะสมบูรณ์ในเซลล์กล้ามเนื้อ ก่อให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้อและทำให้เกิดตะคริวได้

2.2.2.3 ความร้อนจากสภาพแวดล้อม มีผลต่อร่างกายมากเช่นกัน แหล่งกำเนิดความร้อนในสภาพแวดล้อมที่สำคัญแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

1) ดวงอาทิตย์ถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่ใหญ่ที่สุดในโลก กลุ่มบุคคลที่ต้องสัมผัสกับความร้อนอยู่เป็นประจำคือ กลุ่มที่ต้องทำงานหนักกลางแจ้ง เช่น กรรมกร ชาวนา ชาวไร่ รวมทั้งบุคคลอื่นๆที่ต้องดำเนินกิจกรรมกลางแจ้งเป็นครั้งคราว เช่น ทหาร นักกีฬากลางแจ้งทุกประเภท สำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานในอาคาร ก็อาจได้รับความร้อนจากการส่งผ่านความร้อนจากดวงอาทิตย์ผ่านหลังคาหรือผนังอาคาร เมื่อหลังคาหรือผนังของอาคารได้รับพลังงานจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ก็จะดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์และเปลี่ยนสภาพเป็นพลังงานความร้อนทำให้พื้นผิวภายนอกของหลังคาหรือผนังอาคารมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาก และเมื่อผิวภายนอกมีอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะส่งผลต่างๆของอุณหภูมิระหว่างพื้นผิวภายนอกและภายในของหลังคาอาคาร ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อน ในลักษณะของการพาความร้อนระหว่างพื้นผิวทั้งสองเป็นผลให้ตัวอาคารร้อนขึ้นนอกจากนี้ระดับความร้อนยังขึ้นอยู่กับฤดูกาล ทิศทาง และเมฆหมอกต่างๆที่ปกคลุมตลอดจนชนิดของโครงสร้าง สี ความขรุขระของผิว และคุณสมบัติสะท้อนของพื้นผิวของหลังคาหรือผนังของอาคารด้วย

2) ความร้อนจากกระบวนการผลิต ในโรงงานอุตสาหกรรม มักเกิดจากเตาหลอม เตาเผา เตาอบ หม้อไอน้ำ และแรงดันน้ำในกระบวนการผลิตต่างๆ ซึ่งมีผลต่อผู้ปฏิบัติงานหรือคนงานที่ต้องปฏิบัติงานในบริเวณใกล้เคียง

2.2.3 กลไกการเกิดความร้อนภายในร่างกาย (กรมสวัสดิการและควบคุมแรงงาน, 2549)

อุณหภูมิตามส่วนต่างๆของร่างกายมีค่าแตกต่างกันไปตามปริมาณเลือดที่ไหลไปยังบริเวณร่างกายนั้น ตามอัตราเมตาโบลิซึมของอวัยวะ และความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิบริเวณนั้นกับบริเวณใกล้เคียง อุณหภูมิของร่างกาย สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

2.2.3.1 อุณหภูมิแกน (Core Temperature) หมายถึง อุณหภูมิของอวัยวะที่อยู่ภายในร่างกาย เช่น สมอง หัวใจ ปอด ตับ ไต และระบบทางเดินหายใจเป็นต้น

2.2.3.2 อุณหภูมิที่ผิว (Surface Temperature) หมายถึง อุณหภูมิที่กล้ามเนื้อและผิวหนังซึ่งเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสิ่งแวดล้อมภายนอก เพื่อรักษาสมดุลอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ แหล่งสร้างความร้อนในร่างกาย ความร้อนที่ทำให้ร่างกายอบอุ่น ได้มา 2 ทาง คือ

1) เมตาโบลิซึม (Basal Metabolic) ในภาวะปกติความร้อนส่วนใหญ่เกิดได้จากการเผาผลาญอาหารภายในร่างกาย

2) การทำงานของกล้ามเนื้อ (Shivering) ซึ่งจะเปลี่ยนพลังงานเคมีที่เกิดขึ้นจากการหดตัวของกล้ามเนื้อไปเป็นความร้อน

2.2.4 เทคนิคในการตรวจวัดความร้อนในบริเวณทำงาน (จีรนันท์ จะเกร็ง, 2553)

การเลือกจุดที่จะทำการตรวจวัด ควรเลือกตรวจวัดในบริเวณที่ทำงานและเป็นบริเวณที่มีความร้อนสูงกว่าที่อื่น เพื่อจะได้ค่าที่แท้จริงในการตรวจวัดคนทำงานไม่ควรอยู่ตรงบริเวณนี้ เพราะจะมีการแผ่รังสีความร้อนออกจากร่างกายและมีผลต่อการเคลื่อนที่ของอากาศ วิธีที่ควรปฏิบัติ คือ

(1) ทันทีที่คนงานออกจากบริเวณนั้น ให้รีบนำเครื่องมือเข้าไปติดตั้ง วิธีนี้จะไม่ค่อยดี หากมีการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมอย่างรวดเร็ว

(2) ในกรณีที่คนงานทำงานในบริเวณนั้นเป็นเวลานาน ควรตรวจวัดเป็นระยะๆ เช่น ชั่วโมงละครั้งหรือทุกครึ่งชั่วโมง หรือในบริเวณที่คนงานเข้าไปทำงานเพียง 2-3 นาที/กะควรตรวจวัด 2-3นาที/กะ

(3) ในกรณีที่คนงานต้องการเคลื่อนที่ในบริเวณกว้าง และมีความร้อนแตกต่างกันหลายบริเวณ(Zone) อนุญาตให้กะประมาณได้จากบริเวณต่างๆ

ในระหว่างเก็บข้อมูล ควรตรวจนอกอาคารโดยใช้ Psycho Meter และบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับเมฆ ความเร็วลม

การแปรผลค่าดัชนีกระเปราะเปียกและโกลบ

ค่าดัชนีกระเปราะเปียกและโกลบ (WBGT) เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณโดยการนำค่าอุณหภูมิจากการอ่านค่าของเทอร์โมมิเตอร์แบบต่างๆ ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก และเทอร์โมมิเตอร์ชนิดโกลบ แล้วนำค่าที่ได้มาพิจารณาประกอบกับระยะเวลาการทำงานและลักษณะการทำงานของผู้ปฏิบัติงานเพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

แนวทางการประเมินผลค่าดัชนีกระเปาะเปียกและโกลบ

สำหรับประเทศไทยนั้น ตามกฎหมายกำหนดให้ใช้ดัชนีกระเปาะเปียกและโกลบเป็นดัชนีวัดสภาพความร้อน กรณีใช้อุปกรณีตรวจวัดสภาพความร้อนที่ไม่สามารถคำนวณค่าจากเครื่องมือโดยตรงให้นำค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์มาคำนวณ ดังนี้

กรณีวัดในอาคารหรือนอกอาคารที่ไม่มีแดด

$$WBGT = 0.7\ NWB + 0.3\ GT$$

กรณีวัดนอกอาคารและมีแดด

WBGT = 0.7 NWB + 0.2 GT + 0.1 DB

โดย WBGT หมายถึง Wet Bulb Globe Temperature เป็นดัชนีวัดสภาพความร้อนในสิ่งแวดล้อม

NWB หมายถึง Natural Wet Bulb อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ชนิดกระเปาะเปียกตามธรรมชาติเป็นเสมือนการวัดอุณหภูมิที่ผิวหนัง ซึ่งหากเหงื่อสามารถระเหยได้ อุณหภูมินี้จะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ

GT หมายถึง Globe Temperature อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ชนิดโกลบ เป็นความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสี

DB หมายถึง Dry Bulb อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ชนิดกระเปาะแห้ง เป็นการวัดอุณหภูมิอากาศ ซึ่งถ่ายเทความร้อนโดยการพา

2.2.5 อันตรายและผลกระทบต่อสุขภาพ (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2549)

การควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย โดยการขับเหงื่อออกจากร่างกาย เพื่อต้องการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนมากเกินไป เมื่ออากาศร้อนอัตราการขับเหงื่อจะเพิ่มเป็นสองเท่า (1.5-4.0 ลิตรต่อชั่วโมง) คนที่อาศัยอยู่เขตร้อนจะมีต่อมเหงื่อใต้ผิวหนังจำนวนมาก การขับเหงื่อออกจากร่างกายนอกจากจะเป็นการระบายความร้อนแล้ว ในขณะเดียวกันร่างกายก็จะสูญเสียน้ำ สารยูเรีย กรดแลคติคและแร่ธาตุที่สำคัญบางชนิดออกไปด้วย เช่น โซเดียม โปแตสเซียม และคลอไรด์ เป็นต้น ความผิดปกติที่เกิดจากการมีอุณหภูมิสูง เมื่ออุณหภูมิของร่างกายสูงกว่า 41 องศาเซลเซียส จะด้วยสาเหตุใดก็ตาม เซลล์ประสาทบางส่วนในระบบประสาทส่วนกลางจะถูกทำลายอย่างถาวร และถ้ายังได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นอีกศูนย์ควบคุมอุณหภูมิที่อยู่ในสมองจะเสียไป ไม่สามารถระบายความร้อนออก จะทำให้เกิดความรู้สึกมึนงงและอาจเกิดอาการชักอย่างรุนแรงได้ ซึ่งอาจช่วยลดอุณหภูมิโดยการเช็ดตัวด้วยน้ำผสมแอลกอฮอล์ เพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกาย ถ้าอุณหภูมิสูงถึง 45 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นขีดสูงสุดที่คนจะทนอยู่ได้ ถ้าไม่ได้ช่วยลดความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ เซลล์ทั่วไปจะถูกทำลายและอาจถึงแก่ชีวิตได้

ในภาวะที่ร่างกายต้องสัมผัสกับความร้อนเป็นระยะเวลานาน อาจพบเวลาต่างๆ ได้แก่

การมีไข้ (Fever หรือ Pyrexia) เป็นสภาวะที่ร่างกายมีอุณหภูมิสูงกว่า 37.5 องศาเซลเซียส อาจเกิดขึ้นจากการที่อยู่ในอุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน มีความผิดปกติภายในเนื้อสมอง เช่น การมีเนื้องอก การผ่าตัดสมอง หรือร่างกายขาดน้ำ หรือ เกิดจากสารพิษไปรบกวนการทำงานของศูนย์ควบคุมอุณหภูมิในสมองแต่โดยทั่วไปมักเกิดอาการนี้จากการติดเชื้อต่างๆ นอกจากนี้ ไข้ยังเกิดจากการได้รับยาหรือสารเคมีบางอย่าง เป็นต้น

ลมแดด (Heat Stroke) และการเป็นลม (Heat Syncope) เกิดขึ้นในภาวะที่ร่างกายต้องเผชิญกับอากาศร้อนเป็นเวลานาน ความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิร่างกายของศูนย์ควบคุมอุณหภูมิที่อยู่ในสมองจะลดลง และหากมีอุณหภูมิในความชื้นสัมพัทธ์สูง จะทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 41-42 องศาเซลเซียส ถ้าไม่ได้ช่วยลดอุณหภูมิลดลง บุคคลนั้นจะมีอาการของลมแดด ลมแดด คือ มีอาการมึนงงคลื่นไส้ บางครั้งเพ้อ อาจมีอาการไม่รู้สึกตัว และโคม่าในเวลาต่อมา หากยังไม่ได้ช่วยลดอุณหภูมิของร่างกายอย่างทันท่วงที อาจทำให้เสียชีวิตได้ ซึ่งเกิดจากภาวะช็อค เพราะเสียน้ำและเกลือแร่ที่สำคัญทางเหงื่อร่วมด้วย

การเป็นลม (Fainting หรือ Heat Syncope) เกิดจากสมองขาดเลือดไปเลี้ยง มีสาเหตุมาจากการที่หลอดเลือดส่วนปลายขยายตัวมากหลายแห่ง มักร่วมกับการมีความดันต่ำในท่ายืน คนที่มีความไวต่อยานอนหลับ และยากล่อมประสาท เพราะขณะใช้ยา หลอดเลือดจะขยายตัวมากกว่าปกติ ความดันโลหิตจะต่ำอัตราการเต้นหัวใจช้าลง คนกลุ่มนี้จึงมีโอกาสเกิด Heat Syncope ได้ง่าย

อ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน (Heat Exhaustion) เกิดขึ้นจากระบบหมุนเวียนของเลือดไปเลี้ยงสมองได้ไม่เต็มที่

การขาดน้ำ (Dehydration) การสูญเสียเหงื่อ เป็นการสูญเสียน้ำและเกลือแร่ออกขากร่างกายไปมากรู้สึกกระหายน้ำ ผิวหนังแห้ง รู้สึกไม่สบาย นอกจากนี้ยังพบอาการอื่นๆ เช่น อาการผดผื่นขึ้นตามผิวหนัง เป็นต้น

ตะคริวเนื่องจากความร้อน (Heat Cramp) เกิดจากร่างกายสูญเสียเกลือแร่ไปกับเหงื่อ ทำให้ขาดเกลือแร่ที่จะควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อไม่สมดุลกัน

2.2.6 การควบคุมและการป้องกัน (กรมสวัสดิการและควบคุมแรงงาน, 2549)

แนวทางการควบคุมสภาพความร้อนจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานโดยทั่วไป สามารถดำเนินการได้หลายวิธี ไดแก่

1) การใช้ฉนวนหุ้ม (Insulator) แหล่งกำเนิดความร้อน เช่น ใช้ฉนวนหุ้มท่อน้ำร้อน หม้อไอน้ำเพื่อเป็นการลดการแผ่รังสีและการพาความร้อนลง

2) การใช้ฉากกั้นป้องกันรังสีความร้อน (Radiation Shielding) เช่น การใช้ฉากอลูมิเนียมกั้นระหว่างแหล่งกำเนิดความร้อนและพนักงาน

3) การจัดระบบการระบายอากาศแบบทั่วไป หรือการติดตั้งระบบการระบายอากาศเฉพาะที่ในการระบายความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนออกไป

4) การแยกแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดความร้อนออกจากบริเวณการทำงานอื่น

5) การติดประกาศเตือน

6) การจัดอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

7) การลดเวลาการทำงานสัมผัสกับความร้อนและเพิ่มเวลาพักผ่อน

8) การจัดน้ำดื่ม – น้ำเกลือแร่ เป็นต้น

2.3 มาตรฐานแสงสว่างและความร้อน

2.3.1 มาตรฐานความเข้มของแสงสว่าง

ในการตรวจวัดแสงสว่างเฉลี่ยแบบบริเวณพื้นที่ทั่วไป ได้ใช้ความเข้มแสงสว่างตามเกณฑ์มาตรฐาน CIE (Commission-International de L Eclairage) โดยรายละเอียดเกณฑ์มาตรฐานได้แสดงในตารางที่ 2.1 สำหรับความเข้มแสงสว่างแบบจุดปฏิบัติงาน ได้ใช้เกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกฎกระทรวง ของกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม เรื่องการกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 โดยรายละเอียดดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่ามาตรฐานความเข้มของแสงสว่างแบบจุดปฏิบัติงานภายในอาคารตามประกาศกฎกระทรวง

ประเภทงาน	อาคาร/พื้นที่	ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)
บริเวณพื้นที่ทั่วไป งานสำนักงาน	โต๊ะทำงานหรือโต๊ะเอกสาร	400
	คอมพิวเตอร์ - งานบันทึกข้อมูล - บริเวณพื้นที่แสดงข้อมูล (จอคอมพิวเตอร์)	 600 600
	ห้องธุรการ -การเขียนการอ่านและการจัดเก็บเอกสารอื่นๆ	 400

ที่มา : กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (2549)

2.3.2 มาตรฐานความร้อนของประเทศไทย (จีรนันท์ จะเกร็ง, 2553)

ปัจจุบันกฎหมายในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานและแนวทางการตรวจวัดความร้อนมีด้วยกัน 3 ฉบับ ได้แก่

1) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรฐานความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546

ความหนัก-เบาของงาน	อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสเวทบัลบ์โกลบ (WBGT)
งานเบาไม่เกิน 200 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง	34
งานปานกลาง 200 ถึง 350 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง	32
งานหนัก มากกว่า 350 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง	30

ที่มา : http://www.kodmhai.com/ (สืบค้นเมื่อ วันที่ 2 มีนาคม 2559)

2) กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2555

ตารางที่ 2.5 กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2555

ความหนัก-เบาของงาน	**อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสเวทบัลบ์โกลบ (WBGT)**
งานเบาไม่เกิน 200 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง	34
งานปานกลาง 200 ถึง 350 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง	32
งานหนัก มากกว่า 350 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง	30

ที่มา : http://eit.or.th/law_doc/safety_hot_2549.pdf (ค้นเมื่อ วันที่ 2 มีนาคม 2559)

3) ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียงภายในสถานประกอบกิจการระยะเวลา และประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ พ.ศ.2550

ตารางที่ 2.6 ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ.2550

ความหนัก-เบาของงาน	**อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสเวทบัลบ์โกลบ (WBGT)**
งานเบาไม่เกิน 200 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง	34
งานปานกลาง 200 ถึง 350 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง	32
งานหนัก มากกว่า 350 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง	30

ที่มา : http://www.thaiwebwizard.com (ค้นเมื่อ วันที่ 2 มีนาคม 2559)

โดยกฎหมายทั้ง 3 ฉบับ ได้กำหนดวิธีการตรวจวัดและค่ามาตรฐานไว้สอดคล้องกัน คือ กำหนดให้ใช้ดัชนีกระเปาะเปียกและโกลบ ในการประเมินสภาพความร้อน สำหรับค่ามาตรฐานกำหนดไว้ตามความหนักเบาของงาน สรุปได้ดังตาราง 2.7

ตารางที่ 2.7 ค่ามาตรฐานระดับความร้อน WBGT ตามกฎหมายไทย

ความหนัก-เบาของงาน	**อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสเวทบัลบ์โกลบ (WBGT)**
งานเบาไม่เกิน 200 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง	34
งานปานกลาง 201 ถึง 350 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง	32
งานหนัก มากกว่า 350 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง	30

ที่มา : สุดาว เลิศวิสุทธิ์ไพบูลย์ (2551)

2.4 มาตรฐานสภาพแวดล้อมของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก

กรมส่งเสริมปกครองส่วนท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย (มาตรฐานการดำเนินงานศูนย์พัฒนาเด็กเล็กขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น) กล่าวว่าศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก หมายถึง สถานที่ดูแลและให้การศึกษาเด็กอายุระหว่าง 3 - 5 ปีมีฐานะเทียบเท่าสถานศึกษา เป็นศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจัดตั้งเอง และศูนย์พัฒนาเด็กเล็กของส่วนราชการต่างๆ ที่ถ่ายโอนให้อยู่ในความดูแลรับผิดชอบขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เช่น ศูนย์อบรม เด็กก่อนเกณฑ์ในวัด/มัสยิด กรมการศาสนา ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก กรมการพัฒนาชุมชน และศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก (เด็ก 3-5 ขวบ) รับถ่ายโอนจากสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ฯลฯ ซึ่งต่อไปนี้ เรียกว่า ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเด็กเป็นทรัพยากรที่ทรงคุณค่า และมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศชาติในอนาคต การพัฒนาเด็กให้ได้รับความพร้อมทั้งด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม และสติปัญญาจึงนับเป็นภารกิจสำคัญที่หน่วยงานซึ่งรับผิดชอบจะต้องตระหนัก และให้ความสนใจ เพื่อให้การพัฒนาเด็กเป็นไปอย่างมีคุณภาพและได้มาตรฐานเหมาะสมกับวัย องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในฐานะหน่วยงานซึ่งมีภารกิจหน้าที่รับผิดชอบด้านการพัฒนาเด็ก ตามบทบัญญัติแห่งรัฐธรรมนูญและกฎหมายว่าด้วยแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจ ไม่ว่าจะเป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในรูปแบบใดก็ตาม ทั้งองค์การบริหารส่วนตำบลเทศบาล หรือเมืองพัทยาก็ดี ล้วนแต่มีบทบาทที่สำคัญในการบริหารจัดการเกี่ยวกับศูนย์พัฒนาเด็กเล็กทั้งสิ้น ปัจจุบันองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้จัดตั้ง และดำเนินงานศูนย์พัฒนาเด็กเล็กพร้อมทั้งรับถ่ายโอนศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ซึ่งเดิมอยู่ในความดูแลรับผิดชอบของส่วนราชการต่างๆ โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีหน้าที่รับผิดชอบในการส่งเสริมและพัฒนาศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในทุกๆ ด้าน เพื่อให้เด็กได้รับการพัฒนาอย่างเต็มตามศักยภาพ และได้มาตรฐานกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ได้เล็งเห็นความสำคัญในการจัดทา มาตรฐานการดำเนินงานศูนย์พัฒนาเด็กเล็กขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ให้สามารถดำเนินงานเพื่อพัฒนาเด็กได้อย่างมีคุณภาพ และเหมาะสม ซึ่งจะเป็นแนวทางให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นถือปฏิบัติในการดำเนินงานศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ต่อไป สำหรับมาตรฐานดังกล่าว ได้รวบรวม และจัดทำขึ้นจำแนกออกเป็นมาตรฐานการดำเนินงาน 4 ด้าน ประกอบด้วย

1) ด้านบุคลากร และการบริหารจัดการ เป็นการกำหนดมาตรฐานการดำเนินงานสำหรับศูนย์พัฒนาเด็กเล็กขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ด้านบุคลากร และการบริหารจัดการ เช่น คุณสมบัติและบทบาทหน้าที่ของบุคลากรต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นผู้บริหารขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หัวหน้าศูนย์พัฒนาเด็กเล็กผู้ดูแลเด็ก ผู้ประกอบอาหาร ตลอดจนผู้ทำความสะอาดศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก

2) ด้านอาคารสถานที่ สิ่งแวดล้อม และความปลอดภัยเป็นการกำหนดมาตรฐานสำหรับศูนย์พัฒนาเด็กเล็กขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ด้านอาคารสถานที่ สิ่งแวดล้อม และความปลอดภัย

3) ด้านวิชาการ และกิจกรรมตามหลักสูตรเป็นการกำหนดมาตรฐานสำหรับศูนย์พัฒนาเด็กเล็กขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ด้านวิชาการ และกิจกรรมตามหลักสูตร ได้แก่ คุณลักษณะของเด็กที่พึงประสงค์12 ประการ คุณลักษณะตามวัย (ด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคม และสติปัญญา) การจัดประสบการณ์ ตลอดจนการจัดกิจกรรมประจำวันสาหรับเด็ก

4) ด้านการมีส่วนร่วม และการสนับสนุนจากชุมชนเป็นการกำหนดมาตรฐานสาหรับศูนย์พัฒนาเด็กเล็กขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ด้านการมีส่วนร่วมและการสนับสนุนจากชุมชน เช่น การประชุมชี้แจงให้ราษฎรในชุมชนทราบถึงประโยชน์และความจำเป็นของการดำเนินงาน การจัดกิจกรรม

ประชาสัมพันธ์การจัดให้มีกองทุนส่งเสริมและสนับสนุนการดำเนินงาน ตลอดจนการติดตามและประเมินผลรวมถึงการเข้ามามีส่วนร่วมจากชุมชน หรือประชาคมในท้องถิ่น

แนวทางการบริหารจัดการศูนย์พัฒนาเด็กเล็กการบริหารจัดการศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จะต้องคำนึงถึงขอบข่ายของงานสายการบังคับบัญชาและระเบียบกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ทั้งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 ที่กำหนดให้สถานศึกษาต้องบริหารจัดการให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด โดยจะต้องจัดให้มีการประเมินตนเองทุกปี เพื่อตรวจสอบและทบทวนคุณภาพการจัดการการศึกษาของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ดังนั้น เพื่อให้ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กสามารถให้การดูแล และพัฒนาผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพได้มาตรฐาน ควรพิจารณาจัดแบ่งงานที่จะต้องปฏิบัติในการบริหารจัดการศูนย์ฯ ให้ครอบคลุมลักษณะงาน ต่อไปนี้

1) งานบุคลากรและการบริหารจัดการ

2) งานอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อม

3) งานวิชาการและกิจกรรมตามหลักสูตร

4) งานการมีส่วนร่วมและการสนับสนุนจากชุมชน

5) งานธุรการ การเงิน และพัสดุ

ทั้งนี้ หัวหน้าศูนย์พัฒนาเด็กเล็กควรจัดให้มีผู้รับผิดชอบงานดังกล่าวโดยแบ่งและมอบหมายงานตามความถนัด ความสามารถ และลักษณะของงานที่ต้องดำเนินการทั้ง 5 งาน อย่างไรก็ตาม ในการจัดแบ่งงานดังกล่าวควรคำนึงถึงความพร้อม และศักยภาพของแต่ละศูนย์ฯ ในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นขนาดเล็กอาจรวมลักษณะงานวิชาการและงานกิจการนักเรียนเป็นงานกลุ่มเดียวกัน และ/หรือ รวมลักษณะงานอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อม กับงานธุรการ การเงิน พัสดุ เป็นกลุ่มงานเดียวกัน เป็นต้น การบริหารงานทั้ง 5 งาน ให้มีคุณภาพ มีแนวทางการดำเนินงาน

สำหรับนายสาโรช คัชมาตย์ (กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย) กล่าวว่า มนุษย์เป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ โดยการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์นั้น ต้องเริ่มตั้งแต่เด็กเล็ก ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กจึงเป็นสถานที่หนึ่งซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างทรัพยากรที่ทรงคุณค่า การดูแลรับผิดชอบศูนย์พัฒนาเด็กเล็กถือเป็นภารกิจที่สำคัญขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่จะต้องจัดการศึกษาและพัฒนาเด็กเล็กในชุมชนท้องถิ่นให้มีความพร้อมและมีศักยภาพตามวัยปัจจุบันองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรับผิดชอบการดำเนินงานศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่ได้รับการถ่ายโอนจากส่วนราชการต่างๆ และที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจัดตั้งเองดังนั้นมาตรฐานการดำเนินงานและบริหารจัดการศูนย์ฯ จึงมีความแตกต่างหลากหลายทั้งในด้านโครงสร้างอาคาร สถานที่ และการบริหารงาน กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นตระหนักถึงความสำคัญในเรื่องนี้จึงได้จัดทามาตรฐานการดำเนินงานศูนย์พัฒนาเด็กเล็กขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นขึ้นเพื่อให้การดำเนินงานศูนย์พัฒนาเด็กเล็กเป็นไปอย่างมีระบบ มีมาตรฐาน และมีคุณภาพตามหลักวิชาการ

นอกจากนี้สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุราษฎร์ธานี (การดำเนินงานโครงการศูนย์เด็กเล็กน่าอยู่, 2547) ได้กล่าวว่า ศูนย์เด็กเล็กเป็นสถานที่ที่ทำหน้าที่เลี้ยงดูเด็กแห่งที่สอง รองจากพ่อ แม่ และญาติrujohv’ การพัฒนาเพื่อให้ศูนย์เด็กได้มาตรฐานและมีคุณภาพนั้น ควรพัฒนาทั้งคนและสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไป กระทรวงสาธารณสุข ได้นำแนวคิดเมืองน่าอยู่ ชุมชนน่าอยู่ มาใช้ในการพัฒนาศูนย์เด็กเล็กภายใต้ชื่อโครงการศูนย์เด็กเล็กน่าอยู่ โดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ทั้งส่วนราชการ และท้องถิ่นเห็นความสำคัญของการพัฒนาเด็กปฐมวัยในศูนย์เด็กเล็ก และระดมความร่วมมือจากชุมชน และ

หน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนาศูนย์เด็กเล็กให้ครอบคลุมกิจกรรมการส่งเสริมสุขภาพ พัฒนาการเด็กและการอนามัย สิ่งแวดล้อมที่สะอาด ปลอดภัย และเอื้อต่อการเรียนรู้ รวมทั้งศูนย์เด็กเล็กพัฒนาได้คุณภาพและมาตรฐาน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัทมา หงส์เผือก (2540) ได้ศึกษาสภาพแสงสว่างภายในห้องเรียนของอาคารเรียนรวมในระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยทำการวัดความเข้มแสงสว่างอาคารเรียนรวมในห้องอาคารเรียน 1,2 และ 3, Unit A และ Unit B ของคณะวิทยาศาสตร์ แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของ IES (Illumination Engineering Society) และทำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับแสงสว่างและการมองเห็นกับนักศึกษาจำนวน 1558 คน ผลการศึกษาพบว่าแสงสว่างภายในห้องอาคารเรียน 1 ช่วงเช้ามีตำแหน่งที่เหมาะสมตามค่ามาตรฐาน 11 ตำแหน่ง ช่วงบ่ายมีตำแหน่งที่เหมาะสมตามค่ามาตรฐาน 7 ตำแหน่ง ในห้อง อาคารเรียน 2 พบว่าแสงสว่างในช่วงเช้ามีตำแหน่งที่เหมาะสมตามค่ามาตรฐาน 9 ตำแหน่ง และไม่ได้มาตรฐาน 13 ตำแหน่ง ช่วงบ่ายมีตำแหน่งที่เหมาะสมตามค่ามาตรฐาน 10 ตำแหน่ง ไม่ได้มาตรฐาน 12 ตำแหน่ง จากตำแหน่งที่วัดแสงทั้งหมด 22 ตำแหน่ง สำหรับ Unit A และ Unit B พบว่าแสงสว่างที่เหมาะสมตามค่ามาตรฐาน 1 ตำแหน่ง และไม่ได้มาตรฐาน 9 ตำแหน่ง จากตำแหน่งที่วัดแสงทั้งหมด 10 ตำแหน่ง ส่วนผลการตอบแบบสอบถามพบว่านักศึกษาร้อยละ 61.53 มีความคิดเห็นว่าแสงสว่างภายในห้อง อาครารเรียน 1 มีความสว่างดีในช่วงเช้า และนักศึกษาร้อยละ 53.33 มีความคิดเห็นว่าแสงสว่างดีในช่วงบ่าย สำหรับห้อง อาคารเรียน 2 นักศึกษามีความเห็นว่าแสงสว่างในช่วงเช้าดี คิดเป็นร้อยละ 61.29 ส่วนห้อง อาคารเรียน 3 นักศึกษามีความเห็นว่า แสงสว่างดีทั้งในช่วงเช้าและบ่ายคิดเป็นร้อยละ 63.15 และ 74.03 ตามลำดับ สำหรับ Unit A นักศึกษามีความคิดเห็นว่าแสงสว่างดีในช่วงเช้าและช่วงบ่ายคิดเป็นร้อยละ 78.80 และ 79.89 ตามลำดับ ส่วนใน Unit B นักศึกษามีความเห็นว่าแสงสว่างดีในช่วงเช้าและบ่าย คิดเป็นร้อยละ 70.04 และ 78.27 ตามลำดับ

ภานุวัตน์ จึงศรีพิษณุ (2545) ได้ศึกษาปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนของโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครขอนแก่น โดยทำการตรวจวัดปริมาณความเข้มของแสงในแต่ละจุดปฏิบัติงานของห้องเรียน คือ กระดานดำ โต๊ะครู – อาจารย์ และโต๊ะนักเรียน และตรวจวัดปริมาณความเข้มของแสงสว่างของห้องสมุดจำนวน 11 ห้อง ทำการตรวจวัดในตำแหน่งโต๊ะบรรณรักษ์ โต๊ะบรรณรักษ์ โต๊ะอ่านหนังสือและชั้นวางหนังสือ ผลการศึกษาปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนที่มีค่าปริมาณความเข้มของแสงสว่างเฉลี่ยของวันต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (300 ลักซ์) 30 ห้องเรียนจาก 126 ห้องเรียน คิดเป็นร้อยละ 23.81 โดยพบในภาคเช้า 32 ห้องเรียน คิดเป็นร้อยละ 25.40 และภาคบ่าย 34 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 26.98 โดยตรวจพบค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มของแสงสว่างตามขนาดโรงเรียนที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ในชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ของโรงเรียนขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ย 269.77 ± 29.44 ลักซ์ (พิสัย 237.50-308.94 ลักซ์) และ 290.76 ± 108.59 ลักซ์ (พิสัย 194.69-456.94 ลักซ์) ตามลำดับและในโรงเรียนขนาดใหญ่ในชั้นที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 266.43 ± 98.34 ลักซ์ (พิสัย 127.06-504.31ลักซ์) เมื่อแยกตามจุดปฏิบัติงาน คือ กระดานดำ โต๊ะครู-อาจารย์ และโต๊ะนักเรียน พบว่าค่าปริมาณความเข้มของแสงสว่างในจุดดังกล่าวที่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานอยู่ในชั้นและโรงเรียนดังกล่าวเช่นกัน ส่วนปริมาณความเข้มของแสงสว่างของวันที่มีมากกว่า 1,000 ลักซ์ พบจำนวน 19 ห้องเรียน คิดเป็นร้อยละ 15.08 โดยตรวจ

พบในภาคเช้า 18 ห้องเรียน คิดเป็นร้อยละ 14.29 และภาคบ่าย 14 ห้องเรียน คิดเป็นร้อยละ 11.11 โดยตรวจพบค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มของแสงสว่างตามขนาดโรงเรียนที่สูงกว่า 1,000 ลักซ์ ในชั้นที่ 4 ของโรงเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ย 1220.58 ± 350.11 ลักซ์ (พิสัย 965.81-1619.81 ลักซ์) และ 1440.36 ± 93.62 ลักซ์ (พิสัย 1316.06 – 1537.94 ลักซ์) ตามลำดับ เมื่อแยกตามจุดปฏิบัติงานพบว่าค่าความเข้มของแสงสว่างบนกระดานดำและโต๊ะครู-อาจารย์ ที่มีค่าสูงกว่า 1,000 ลักซ์ อยู่ในชั้นและโรงเรียนดังกล่าวเช่นกัน ส่วนโต๊ะนักเรียนพบที่ชั้น 3 และ 4 ของโรงเรียนขนาดเล็ก และชั้น 4 ของโรงเรียนขนาดใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งจุดปฏิบัติงานตามระดับชั้นพบว่าทุกจุดปฏิบัติงานในแต่ละชั้นตั้งแต่ชั้น 1 ถึงชั้น 4 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) โดยมีค่าจากน้อยไปหามากจากชั้นที่ 1 ถึง 4 เมื่อเปรียบเทียบตามตำแหน่งที่ตั้งของจุดปฏิบัติงานกระดานดำและโต๊ะนักเรียน พบว่า ปริมาณความเข้มของแสงสว่างในจุดปฏิบัติงานที่ตั้งอยู่ด้านริมหน้าต่างของห้องจะมีค่าปริมาณความเข้มของแสงสว่างมากกว่าด้านริมประตูของห้อง โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) ส่วนปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องสมุดนั้น พบค่าปริมาณความเข้มของแสงสว่างเฉลี่ยของวันต่ำกว่าค่ามาตรฐาน 4 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 36.36 และภาคบ่าย 5 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 45.45 และไม่พบห้องสมุดใดที่มีค่าปริมาณความเข้มของแสงสว่างมากกว่า 1,000 ลักซ์ โดยตรวจพบค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มของแสงสว่างตามขนาดโรงเรียนที่ต่ำกว่ามาตรฐานเพียงแห่งเดียว ที่โรงเรียนนาดกลางในจุดปฏิบัติงาน โต๊ะบรรณรักษ์ มีค่า 182.75 ± 59.04 ลักซ์ (พิสัย 141-224.50 ลักซ์)

จุฑารัตน์ มากคงแก้ว (2545) ได้ศึกษาผลกระทบของการสัมผัสพลังงานความร้อนซึ่งวัดด้วยดัชนีกระเปาะเปียกโกลบที่มีต่อการเพิ่งขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจอุณหภูมิแกนของร่างกายและความร้อนพบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของหัวใจเนื่องจากความร้อนของการทำงานหนัก ปานกลาง และเบา มีความสัมพันธ์กับดัชนีกระเปาะเปียกและโกลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01)

จิราวัตน์ ปรัตถรกุล (2546) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการตอบสนองการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายพบว่าดื่มน้ำเย็น (±4 องศาเซลเซียส) ทำให้อุณหภูมิแกนกลางลดลงการดื่มน้ำและการดื่นน้ำอุ่น (±5 องศาเซลเซียส) ทำให้อุณหภูมิแกนกลางเพิ่มขึ้นส่วนการดื่มน้ำ ± 37 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่ออุณหภูมิแกน นอกจากนี้ยังพบว่าการดื่มน้ำที่อุณหภูมิ (±4 , ±37 , ±50 องศาเซลเซียส) ไม่มีผลต่ออุณหภูมิผิวหนัง

อรัญญา นัยเนตร์ (2548) ได้ศึกษาผลของความร้อนและการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องพบว่าสมดุลอุณหภูมิกายตอบสนองโดยการเพิ่มอุณหภูมิที่ผิวหนังส่วนต่างๆ โดยเฉพาะบริเวณแผ่นหลังแต่อุณหภูมิแกนกลางของร่างกายแทบจะไม่เปลี่ยนแปลง

ลดาวัลย์ ศรีอ่อน และคณะ (2555) ได้ศึกษาความเข้มของแสงสว่างภายในอาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความเข้มของแสงสว่างภายในอาคารของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยสุ่มตัวอย่างจากอาคารเรียนที่มีผู้ใช้สูงสุดจำนวน 3 อาคาร ได้แก่ อาคาร 5 อาคาร 6 และอาคาร 10 ซึ่งประกอบด้วยห้องเรียน ห้องเรียนพร้อมห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการต่างๆ และห้องปฏิบัติงานอาจารย์ โดยห้องเรียน ห้องเรียนพร้อมห้องปฏิบัติการ และห้องปฏิบัติการ ได้ทำการตรวจวัดแสงเฉลี่ยแบบบริเวณพื้นที่ทั่วไป (Area Measurement) แล้วเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน CIE สำหรับห้องปฏิบัติงานอาจารย์ได้ทำการตรวจแสงแบบจุดปฏิบัติงาน (Spot Measurement) แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวง

แรงงาน การตรวจวัดได้ใช้เครื่องลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter) เป็นเครื่องมือ ทำการเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 14 มีนาคม 2554 ถึง 5 เมษายน 2554

ผลการสำรวจอาคาร 5, 6 และ 10 พบว่ามีการแบ่งพื้นที่การใช้ประโยชน์เป็นห้องเรียนจำนวน 13 ห้อง ห้องเรียนพร้อมห้องปฏิบัติการจำนวน 21 ห้อง ห้องปฏิบัติการต่างๆ จำนวน 16 ห้อง และห้องปฏิบัติงานอาจารย์ จำนวน 19 ห้อง รวมทั้งสิ้น 69 ห้อง โดยทั้ง 3 อาคารเป็นอาคารคอนกรีตซึ่งได้แสงสว่างจากธรรมชาติ และแสงสว่างจากหลอดไฟประเภทหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) ผลการตรวจวัดความเข้มของแสงสว่างเป็นดังนี้

ผลการตรวจวัดแสงเฉลี่ยแบบบริเวณพื้นที่ทั่วไป พบว่าภายในห้องเรียน มีค่าเฉลี่ย 173-608 ลักซ์ ห้องเรียนพร้อมห้องปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ย 125-623 ลักซ์ และห้องปฏิบัติการมีค่าเฉลี่ย 297-603 ลักซ์ โดยอาคาร 10 เป็นอาคารที่ผ่านมาตรฐานในทุกประเภทการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ห้องคิดเป็นร้อยละ 100 สำหรับอาคาร 5 และ อาคาร 6 พบว่า ทุกประเภทการใช้ประโยชน์ของห้องไม่ผ่านมาตรฐานโดยเกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้มีความเข้มของแสงสว่างเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 300 ลักซ์

-ผลการตรวจวัดแสงแบบจุดปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติงานอาจารย์ จำนวน 19 ห้อง รวม 66 จุดตรวจวัด โดยแบ่งเป็นจุดตรวจวัดบริเวณโต๊ะเอกสารจำนวน 56 จุด และบริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์ จำนวน 10 จุด ผลการตรวจวัดบริเวณโต๊ะเอกสาร พบว่า มีค่าระหว่าง 133-446 ลักซ์ โดยจุดตรวจวัดของห้องปฏิบัติงานในอาคาร 6 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 66.66 รองลงมาได้แก่ อาคาร 10 คิดเป็นร้อยละ 33.33 ส่วนอาคาร 5 ไม่มีจุดตรวจวัดใดที่ผ่านมาตรฐานโดยตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้มีความเข้มของแสงสว่างต้องไม่น้อยกว่า 400 ลักซ์ สำหรับผลตรวจวัดบริเวณ โต๊ะคอมพิวเตอร์ มีค่าระหว่าง 75-438 ลักซ์ ซึ่งทั้ง 3 อาคาร ไม่มีจุดตรวจวัดที่ผ่านมาตรฐานโดยตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้มีความเข้มของแสงสว่างต้องไม่น้อยกว่า 600 ลักซ์

นริศรา คูนาดี และคณะ (2558) ได้ศึกษาความเข้มของแสงสว่างและระดับความร้อนภายในอาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มของแสงสว่างภายในอาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และเพื่อศึกษาระดับความร้อนภายในอาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยได้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากอาคารเรียนที่มีการทำการเรียนการสอนมากที่สูงสุด 4 อันดับ ได้แก่ อาคาร 15, 34, 35, และอาคาร 10 ซึ่งประกอบด้วยห้องเรียน ห้องเรียนพร้อมห้องปฏิบัติการ และห้องปฏิบัติงานอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ โดยห้องเรียน ห้องเรียนพร้อมห้องปฏิบัติการได้ทำการตรวจวัดแสงเฉลี่ยแบบบริเวณพื้นที่ทั่วไป (Area Measurement) แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ค่ามาตรฐาน CLE สำหรับห้องปฏิบัติงานอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ ได้ทำการตรวจวัดแสงเฉลี่ยแบบจุดปฏิบัติ (Spot Measurement) แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ค่ามาตรฐานของกฎกระทรวงของกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานกระทรวงแรงงาน เรื่องการกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง พ.ศ. 2549 หมวด 2 การตรวจวัดแสงสว่างจะใช้เครื่องวัดแสงสว่าง (Lux meter) สำหรับการตรวจวัดระดับความร้อน การตรวจวัดได้ใช้เครื่องเครื่องมือวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน (WBGT Heat Stress Monitor รุ่น SK-150 GT) แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานระดับความร้อน WBGT ตามกฎหมายของไทย โดยทำการเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2558 ถึง 24 เมษายน พ.ศ. 2558

ผลการศึกษาพบว่าแสงเฉลี่ยแบบบริเวณพื้นที่ทั่วไป ภายในห้องเรียน มีค่าความเข้มของแสงสว่างอยู่ระหว่าง 141 – 1419 ลักซ์ ห้องเรียนพร้อมปฏิบัติการ มีค่าความเข้มของแสงสว่างอยู่ระหว่าง 194 – 484 ลักซ์ โดยภาพรวมการใช้ประโยชน์ภายในอาคารประเภทห้องเรียน และห้องเรียนพร้อมปฏิบัติ ทั้ง 4 อาคาร รวมทั้งสิ้นมี จำนวน 77 ห้อง พบว่าค่าความเข้มของแสงสว่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้มีความเข้มของแสงสว่างเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 300 ลักซ์ มีจำนวน 65 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 84.42 สำหรับแสงเฉลี่ยแบบจุดปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติงานอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ จำนวน 26 ห้อง โดยจะตรวจวัดบริเวณโต๊ะทำงานอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ จำนวน 67 จุด และตรวจวัดบริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์ จำนวน 31 จุดรวม 98 จุดตรวจวัด พบว่าค่าความเข้มของแสงสว่างอยู่ระหว่าง 98 – 744 ลักซ์ โดยค่าความเข้มของแสงสว่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจำนวน 40 จุด คิดเป็นร้อยละ 40.82 และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มีจำนวน 58 จุด คิดเป็นร้อยละ 59.18 และสำหรับระดับความร้อนภายในอาคารทั้ง 4 อาคาร รวม 29 ห้อง พบว่าค่าระดับความร้อนอยู่ระหว่าง 20.7 – 27.7 องศาเซลเซียสเวทบัลบ์-โกลบ โดยห้องเรียน ห้องเรียน ห้องเรียนพร้อมห้องปฏิบัติการ ที่มีค่าระดับความร้อนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนด (34 องศาเซลเซียสเวทบัลบ์โกลบ) มีจำนวน 27 ห้อง