หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎี และการวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนแรกคือส่วนของการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กับอัตราการเผาผลาญพลังงานที่เกิดขึ้นในร่างกาย ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ออกแบบภูมิทัศน์และสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารได้ ในส่วนที่สองคือการศึกษาการออกแบบที่มีการแฝงการออกกำลังกาย ได้แก่ อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ และบ้านชีวาทิตย์ โดยผลจากการศึกษาทั้งสองส่วนนี้จะสามารถนำไปใช้ในการจัดสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร และภูมิทัศน์เพื่อให้เกิดการออกกำลังกาย เพื่อเผาผลาญพลังงานที่ได้จากการรับประทานอาหาร โดยที่ผู้ใช้อาคารนั้นไม่ได้รู้ว่ามีการออกกำลังกายเพิ่มขึ้นในชีวิตประจำวัน จึงเป็นที่มาของการออกแบบโดยแฝงการออกกำลังกายนี้

เนื่องจากสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารในอดีตมีความสมบูรณ์มากกว่าปัจจุบัน ส่งผลให้ผู้ที่ใช้อาคารเกิดแรงจูงใจและความสบายที่จะใช้พื้นที่ภายนอกอาคาร แต่สภาพแวดล้อมปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นอย่างมากโดยเฉพาะการใช้พื้นผิวคอนกรีตบริเวณลานจอดรถ (Hardscape) เพิ่มขึ้น ประกอบกับการปริมาณพื้นผิวพืชพันธุ์ธรรมชาติลดลง ทำให้อุณหภูมิภายนอกอาคารสูงขึ้น ผู้ที่ใช้อาคารจึงไม่มีแรงจูงใจและความสบายในการใช้พื้นที่ภายนอกอาคาร

แนวคิดและทฤษฎี

2.1 การศึกษาเรื่องแรงจูงใจในการเดิน

จากการวิจัยเรื่อง Characterizing Neighborhood Pedestrian Environments with secondary data: Walk ability Index โดย Parks and Schofer (2006) สามารถสรุปได้ว่าคนส่วนใหญ่มีความรู้สึกชอบ และอยากที่จะเดินตามท้องถนนที่ตกแต่งและจัดไว้ให้ประมาณ 25-45% คนที่นิยมการใช้รถจักรยานเป็นยานพาหนะในการเดินทางประมาณ 5-10% ซึ่งเป็นผลจากการผสมผสานสภาพแวดล้อมของพื้นที่ และพิกัดของอาคาร 25%

งานวิจัย Walk ability Index ดำเนินการวิจัยโดยการผสมผสานประโยชน์จากปัจจัยของพื้นที่ พิกัดของอาคารที่อยู่อาศัย และพิกัดของช่องทางเดินและถนนซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผู้ที่มี

ความสนใจอยากเดินมีถึง 55-78% โดยเฉลี่ยอายุของกลุ่มเป้าหมายที่ทำการวิจัยประมาณ 43 ปี และการเดินที่จะมีผลดีต่อสุขภาพ งานวิจัยนี้มีคำแนะนำไว้ว่าต้องใช้เวลาเดินประมาณ 30 นาที ต่อวัน และสุดท้ายมีเพียง 18% เท่านั้น ที่ไม่อยากเดิน ส่วนประโยชน์ที่ได้จากการเดิน คือการทำให้มีสุขภาพดีขึ้นเนื่องจากได้ออกกำลังกาย และยังสามารถสร้างการมีปฏิสัมพันธ์กันภายในชุมชนได้อีกด้วย ส่วนเกณฑ์การชี้วัดที่ใช้คือ ช่องทางเดิน ความปลอดภัย สภาพปัญหาการจราจร แสงสว่างที่พอเพียง และคุณภาพชีวิตของคนในรุ่นต่อไป

2.2 การศึกษาเรื่องการใช้พลังงานกิจกรรมต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2-1 อัตราการเผาผลาญพลังงานจากกิจกรรมต่าง ๆ

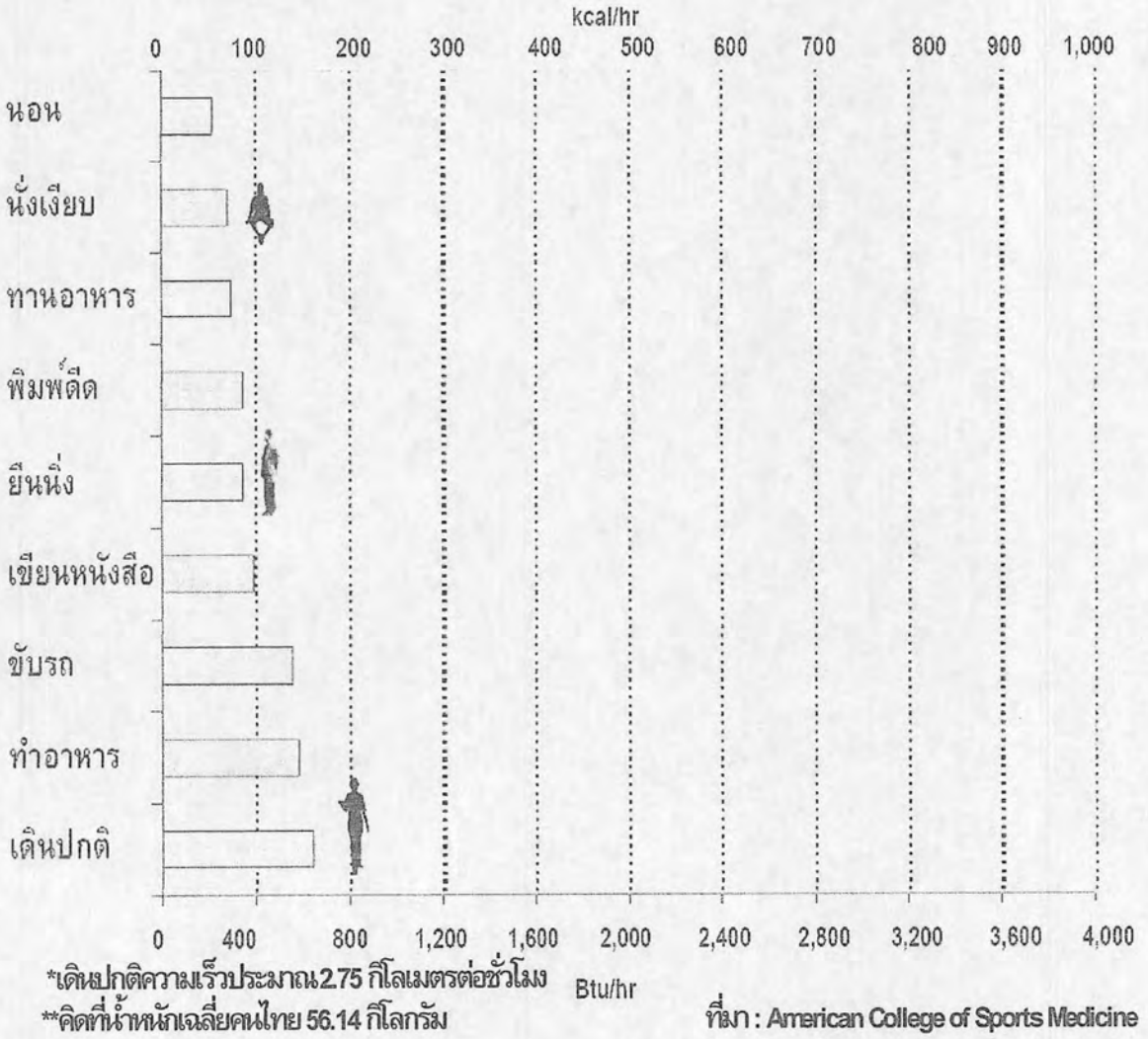
กิจกรรม	Met	SI Unit (W/m^2)	I-P Unit ($Btu/h.\ ft^2$)
นอนหลับ (Sleeping)	0.7	40	13
พักผ่อน (Reclining)	0.8	45	15
นั่งเงียบ (Seated, quiet)	1.0	60	18
นั่งอ่าน-เขียนหนังสือ (Seated, reading-writing)	1.0	55	18
พิมพ์ดีด (Typing)	1.1	65	20
นั่งเก็บของ (Seated, filing)	1.2	70	22
ยืนผ่อนคลาย (Standing, relax)	1.2	70	22
ทำอาหาร (Cooking)	1.6-2.0	95-115	29-37
เดิน 3.2 กม.ต่อ ชม. (0.9 ม. ต่อ วินาที)	2.0	115	37
ทำงานบ้าน (House cleaning)	2.0-3.4	115-200	37-63

(American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineering [ASHRAE], 2001: 8.7)

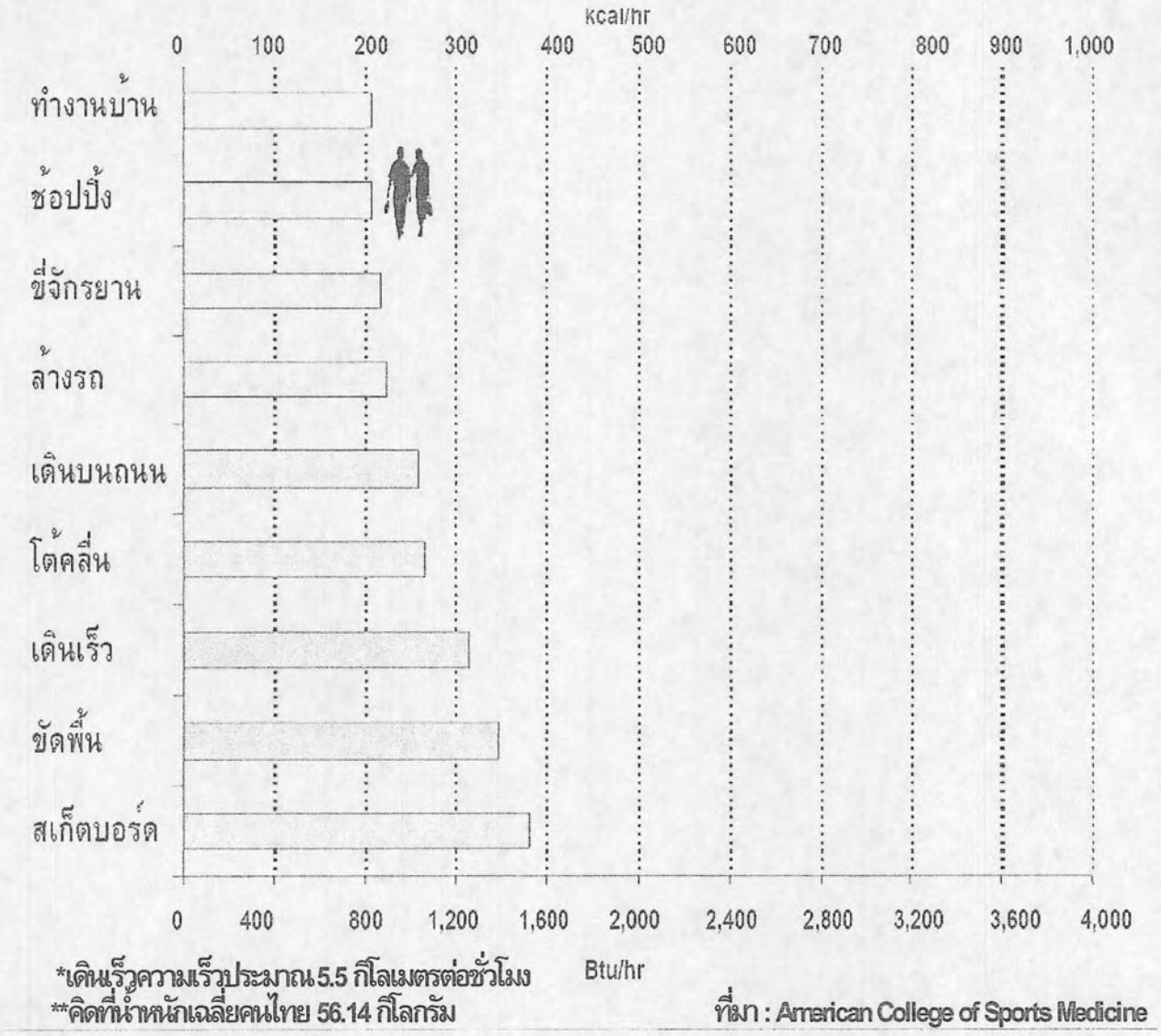
โดยที่ 1 Met เท่ากับ พลังงานของผู้ใหญ่ที่ใช้ขณะนั่งนิ่งสงบ มีค่าประมาณ 50 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง ตารางเมตร ($Kcal/h.\ m^2$) หรือ 58.1 วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) (18.4 บีทียูต่อชั่วโมงตารางฟุต ($Btu/h.\ ft^2$) โดยพื้นที่ผิวของร่างกายผู้ใหญ่มีค่าประมาณ 1.5-2.0 ตารางเมตร จึงผลิตความร้อนประมาณ 90-115 วัตต์ หรือเท่ากับพลังงาน 1 กิโลแคลอรี่ต่อน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) ต่อชั่วโมง ดังแสดงในสมการต่อไปนี้ (Plowman and Smith, 2003)

1 Met = 1 กิโลแคลอรี่ต่อน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) ต่อชั่วโมง

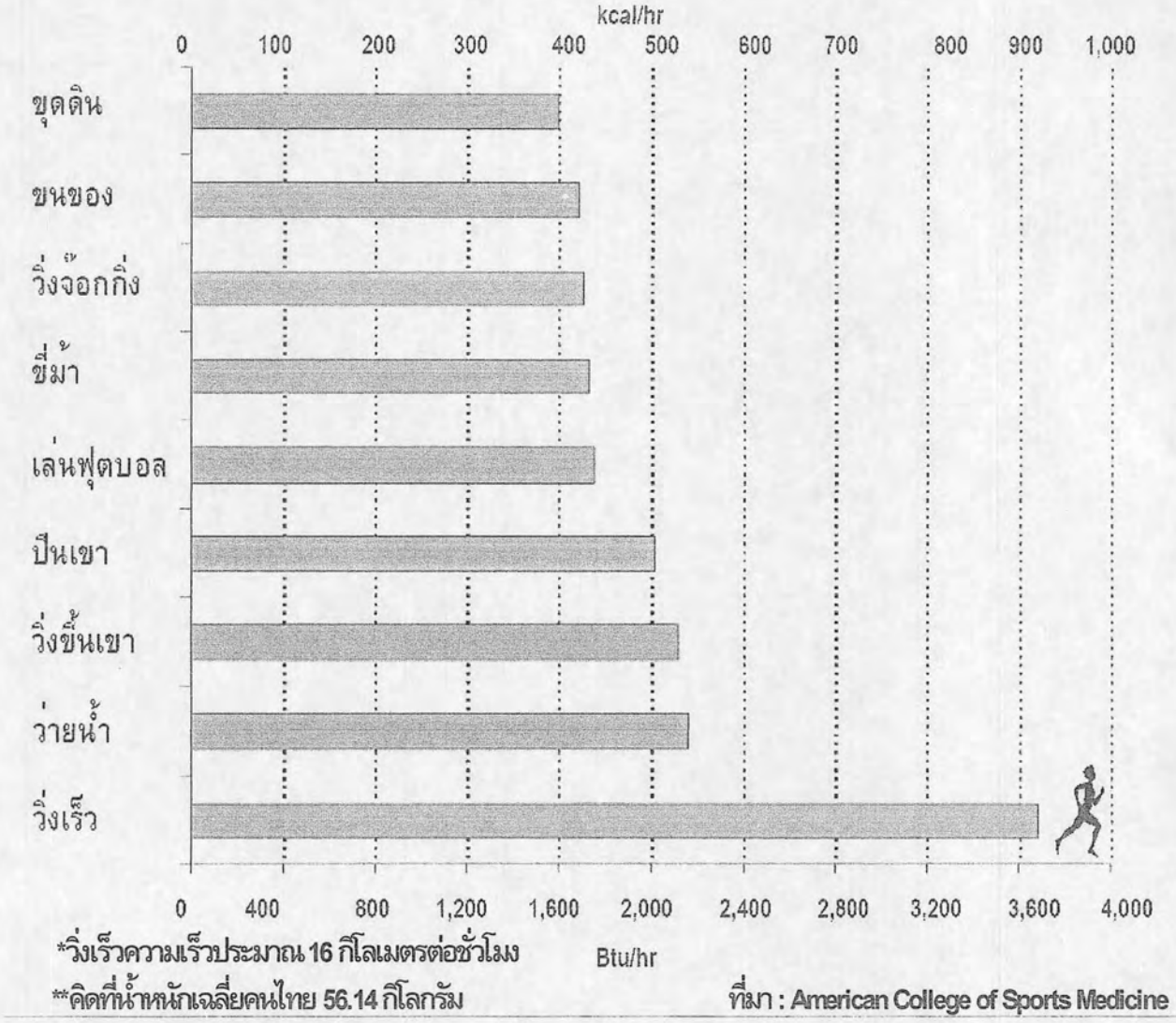
ผลการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกายจากกิจกรรมทั่วไปในชีวิตประจำวัน โดยใช้น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย ปี พ.ศ. 2548 ทั้งชายและหญิงคือ 54.16 (กระทรวงสาธารณสุข, กองโภชนาการ, กรมอนามัย, 2548 อ้างถึงใน ธรรมธร ไกรก่อกิจ, 2549) สามารถสรุปเป็นแผนภูมิแยกตามประเภทกิจกรรม ดังแสดงในภาพต่อไปนี้



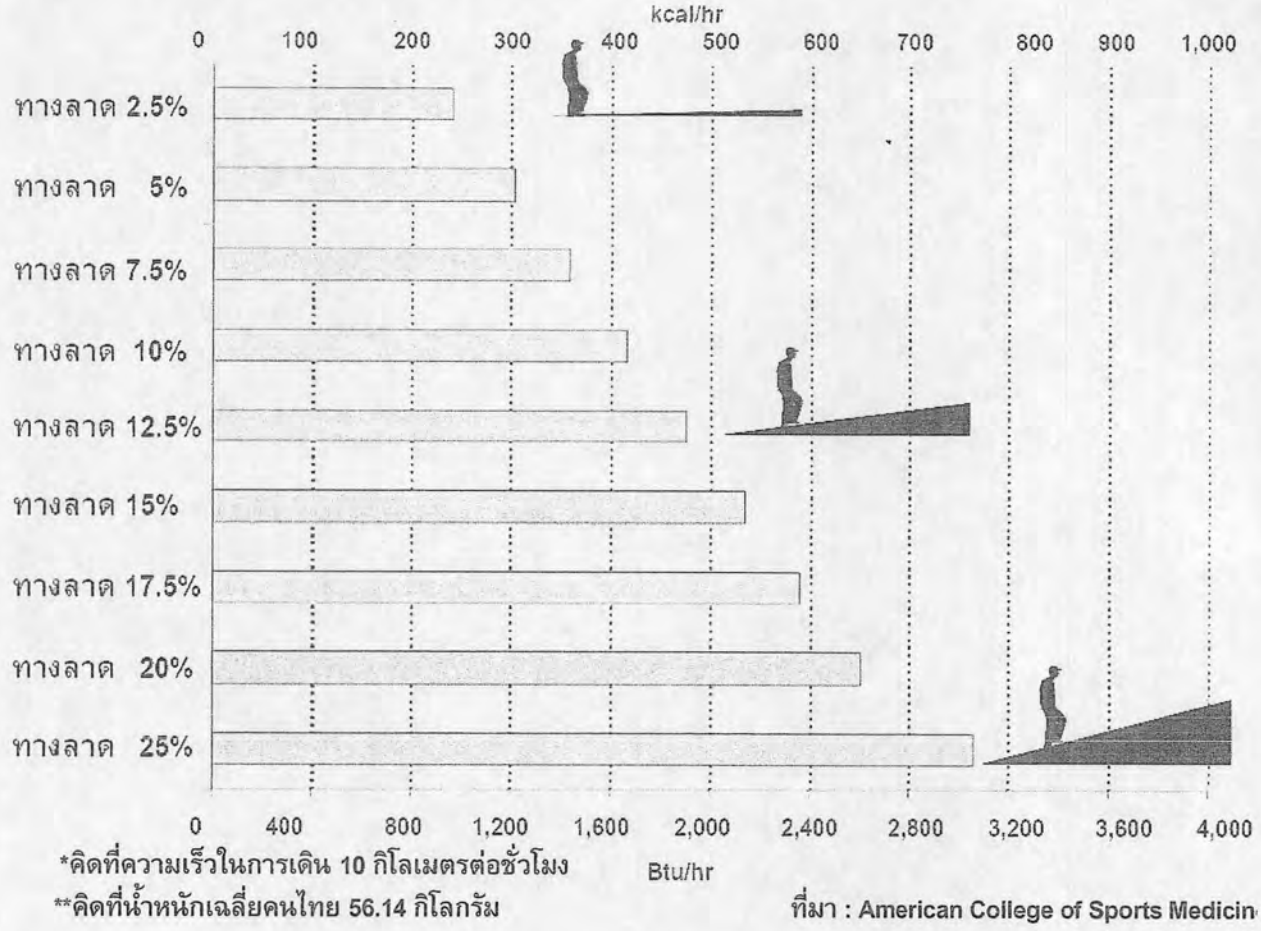
แผนภูมิที่ 2-1 แสดงอัตราการเผาผลาญพลังงานจากกิจกรรมต่าง ๆ ในช่วง MET ต่ำกว่า 3.5



แผนภูมิที่ 2-2 แสดงอัตราการเผาผลาญพลังงานจากกิจกรรมต่าง ๆ ในช่วง MET ระหว่าง 3.5-7



แผนภูมิที่ 2-3 แสดงอัตราการเผาผลาญพลังงานจากกิจกรรมต่าง ๆ ในช่วง MET สูงกว่า7



แผนภูมิที่ 2-4 อัตราการเผาผลาญพลังงานจากการเดินบนทางลาดเอียงที่ระดับความชันต่าง ๆ

ปัจจุบันมีปัจจัยต่าง ๆ เช่น ภาวะรีบเร่ง สภาพเศรษฐกิจและสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้โอกาสในการออกกำลังกายของมนุษย์ลดลง และมีโอกาสเจ็บป่วยง่ายขึ้น ดังนั้น การออกแบบอาคารที่พักอาศัยจึงมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้เอื้อต่อการออกกำลังกายแบบแฝงเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ผลการสำรวจ 80% ของมนุษย์ใช้ชีวิตอยู่ในอาคารและกิจกรรมส่วนมากคือกิจกรรมการเดิน ซึ่งการออกกำลังกายโดยการเดิน เป็นการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับร่างกายของมนุษย์ในทุกเพศทุกวัย ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย สามารถผสมผสานในกิจกรรมต่าง ๆ ในอาคารได้ง่าย เช่นการเดินบนพื้นที่ลาดเอียง เป็นตัวอย่างหนึ่งในการใช้ลักษณะและรูปแบบอาคารสำหรับสุขภาพ

นอกจากนี้ยังมีการการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเผาผลาญพลังงานและกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ซึ่งพบว่าในแต่ละกิจกรรมจะมีอัตราการเผาผลาญพลังงานที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-2 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการเผาผลาญพลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ

กิจกรรม	อัตราการเผาผลาญพลังงาน (kcal / hr)
นอนหลับ	83.41
นั่งทำงาน	105.84
ยืน หรือ เดินเล็กน้อย	161.28
เดินปกติ (ด้วยความเร็ว 1.3 m / s)	194.5
ทำงานหนัก หรือ ออกกำลังกาย	453.60

หมายเหตุ: คำนวณจาก Thai RDI 2,000 kcal/วัน น้ำหนักปกติ 56.14 กิโลกรัม

จากตารางที่ 2-2 พบว่าในแต่ละกิจกรรมมีอัตราการเผาผลาญพลังงานที่แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณากับอุปนิสัยของคนในยุคปัจจุบันที่ขาดการออกกำลังกายจะพบว่า กิจกรรมหลักที่ทำคือ การนอนหลับ และนั่งทำงาน ซึ่งจะพบว่าใช้พลังงานเพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานในอาหารที่รับประทานในแต่ละวัน หากสามารถออกแบบให้ช่วยส่งเสริมให้เกิดการออกกำลังกายในระดับของการเดินปกติได้ โดยที่ผู้ใช้อาคารไม่รู้สึกตัว ทำให้ผู้ใช้อาคารมีโอกาสในการออกกำลังกายและเผาผลาญพลังงานอย่างไม่รู้สึกเหนื่อยได้ อีกทั้งยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมสุขภาพของผู้ใช้อาคาร

วิถีชีวิตของคนปัจจุบันอยู่ในอาคารไม่น้อยกว่า 80% ต่อวัน ด้วยระบบเศรษฐกิจ สังคมยุคข้อมูลข่าวสารที่พัฒนาอย่างมาก โดยเฉพาะการสื่อสารไร้สาย ทำให้การประกอบอาชีพต้องมีการแข่งขันสูง ทำให้โอกาสการออกกำลังกายน้อยลง ประกอบกับอาหารที่มีสารเคมีในการปรุงแต่ง และเร่งผลผลิต มีส่วนประกอบของใยอาหารบริสุทธิ์น้อยลง ส่งผลให้มนุษย์มีสุขภาพไม่ดี เจ็บป่วยมากขึ้น ดังนั้น การผสมผสานและพัฒนาการออกแบบโดยแฝงการออกกำลังกายของส่วนต่าง ๆของกล้ามเนื้อร่างกายในกิจวัตรประจำวัน ซึ่งเป็นการใช้ชีวิตปกติ จึงช่วยให้ผู้อาศัยในอาคาร มีสุขภาพแข็งแรงขึ้น และเหมาะสมกับ วิถีชีวิตที่เร่งรีบในปัจจุบัน

กิจกรรมการออกกำลังกายแฝงที่ได้ผลสูงสุดควรอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับร่างกายมนุษย์ เพื่อให้ร่างกายได้ผ่อนคลาย และส่งเสริมความแข็งแรงให้แก่อวัยวะส่วนต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม จากผลงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งด้านกายภาพบำบัด และด้านสถาปัตยกรรม สรุปว่าสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิเหมาะสม ความชื้นเหมาะสม ปลอดจากมลภาวะ สามารถช่วยให้เซลล์ของมนุษย์มีอายุยาวนานขึ้นกว่าสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม รวมทั้งสมรรถภาพของเซลล์เหล่านั้น ยังทำงานได้อย่างสมบูรณ์เต็มศักยภาพ

นอกจากสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อกายภาพของร่างกายมนุษย์แล้ว ความงามของสภาพแวดล้อมยังมีอิทธิพลต่อการจูงใจ ในการใช้พื้นที่เหล่านั้น ซึ่งการบำบัดร่างกาย หรือการออกกำลังกายในลักษณะของเวชศาสตร์ป้องกัน มีข้อสรุปโดยแนะนำให้ มนุษย์ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ พร้อมทั้งการบำบัดจิตใจให้ผ่อนคลายสบายใจ โดยนำปรัชญาการบำบัดรักษาของตะวันออกมาใช้ควบคู่กับ การใช้หลักการปัจจุบัน

เพราะฉะนั้น สภาพแวดล้อมทางกายภาพ จึงมีอิทธิพลอย่างมากต่อมนุษย์ การพัฒนาอาคารสถาปัตยกรรมให้มีความเหมาะสมดังกล่าว มีความจำเป็นต้องใช้ผลสรุปจากผลการศึกษาวิจัย การประเมินผลดัชนีชี้วัดต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง “การวิจัยการออกแบบเพื่อกายภาพบำบัดและสร้างดัชนีระบบนิเวศ” ซึ่งเป็นการนำดัชนีด้านพลังงาน มาผสมผสานกับการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งหมายถึงสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคาร ระบบธรรมชาติ ตลอดจนลดผลกระทบต่อมนุษย์ที่อาศัยอยู่ภายนอกอาคารสิ่งปลูกสร้างนั้น ๆ อีกด้วย

ดังนั้น โครงการวิจัยการออกแบบโดยแฝงกิจกรรมออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ จึงเป็นโครงการที่เป็นจุดเปลี่ยนแกนความคิด (Paradigm) ของการออกแบบอาคารที่มีคุณภาพสูงกว่าความสามารถในการใช้พื้นที่แต่เพียงอย่างเดียว

2.3 การศึกษาเรื่องการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ

การศึกษาในหัวข้อนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะกำหนดพื้นที่ใช้สอย รวมทั้งระดับความสูงต่ำของพื้นที่ที่จะทำการออกแบบโดยแฝงการออกกำลังกาย ซึ่งจากการศึกษาปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายของมนุษย์ (Stein and Raynolds, 2000) ดังตารางที่ 2-3 และตารางที่ 2-4 ดังนี้

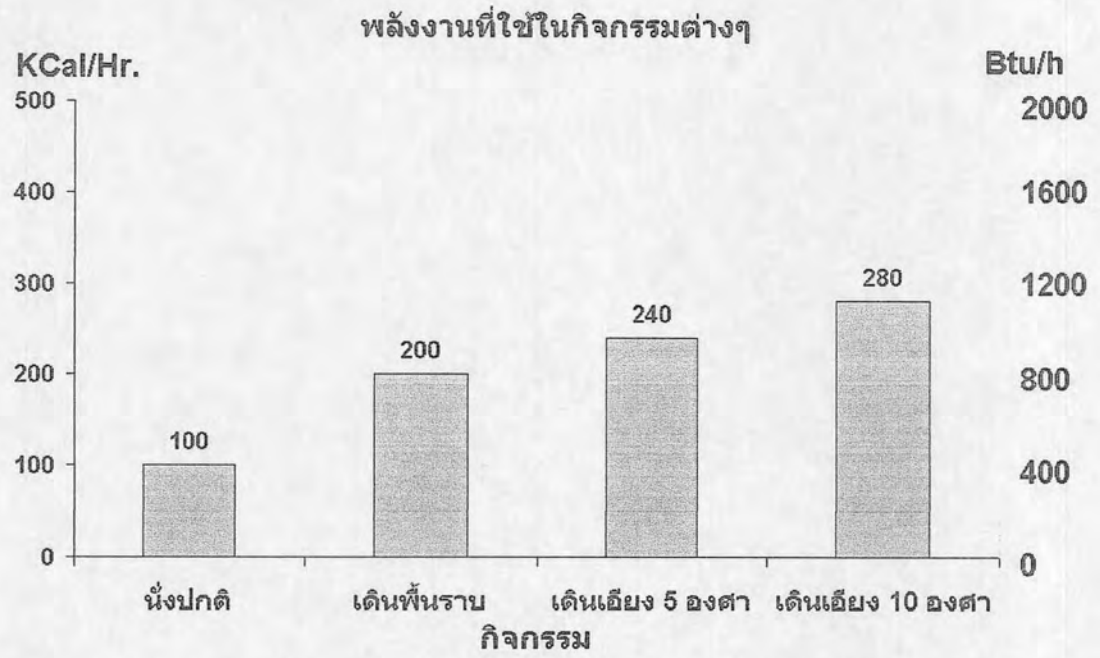
ตารางที่ 2-3 Metabolic Rates for Typical Tasks (Stein and Raynolds, 2000)

Activity	Metabolic rate (met units)
Reclining	0.8
Seated, quietly	1.0
Sedentary activity (office, dwelling, lab, school)	1.2
Standing, relaxed	1.2
Light activity , standing(Shopping, lab , light industry)	1.6
Medium activity, standing (shop assistant, domestic work, machine work)	2.0
High activity (heavy machine work, garage work)	3.0

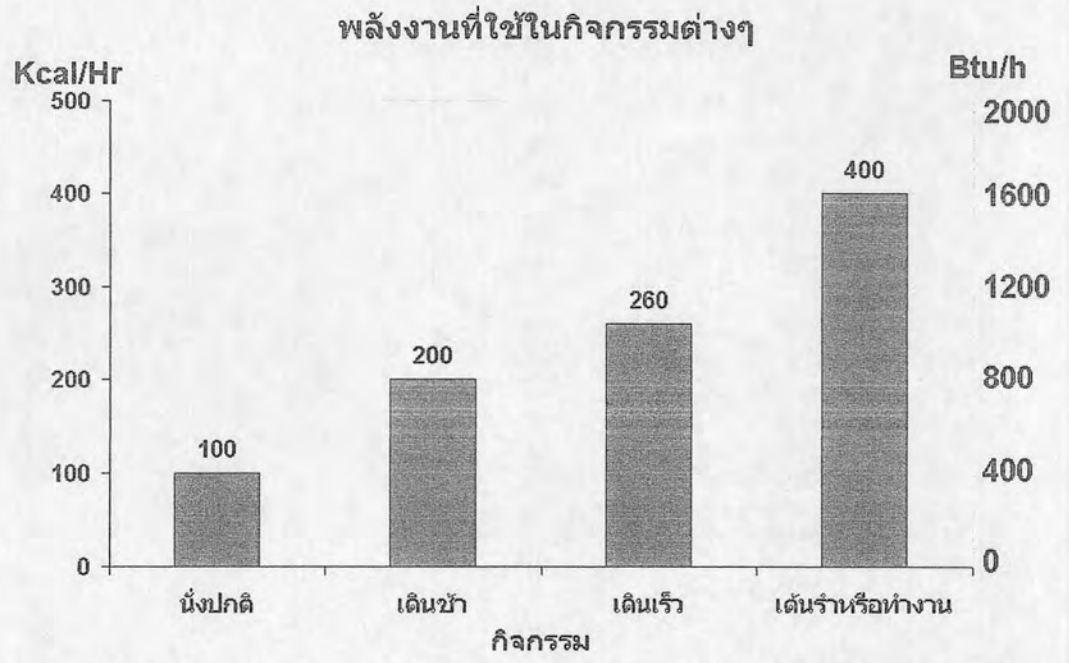
ตารางที่ 2-4 Rates of Heat Gain from Occupants of Conditioned Spaces[a] (Stein and Raynolds, 2000)

Degree of Activity	Typical Application	Total Heat Adults, Male		Total Heat Adjusted[b]		Sensible Heat		Latent Heat	
		w	Btu/h	w	Btu/h	w	Btu/h	w	Btu/h
Seated at rest	Theater, movie	115	400	100	350	60	210	40	140
Seated, very light work writing	Offices, hotels, apts.	140	480	120	420	65	230	55	190
Seated, eating	Restaurant[c]	150	520	170	580[c]	75	255[c]	95	325[c]
Seated, light work, typing	Offices, hotels, apts.	185	640	150	510	75	255	75	255
Standing, light work or walking slowly	Retail store, bank	235	800	185	640	90	315	95	325
Light bench work	Factory	255	880	230	780	100	345	130	435
Walking, 1.3 m/s (3 mph), light machine work	Factory	305	1040	305	1040	100	345	205	695
Bowling[d]	Bowling alley	350	1200	280	960	100	345	180	615
Moderate dancing	Dance hall	400	1360	375	1280	120	405	255	875
Heavy work, heavy machine work, lifting	Factory	470	1600	470	1600	165	565	300	1035
Heavy work, athletics	Gymnasium	585	2000	525	1800	185	635	340	1165

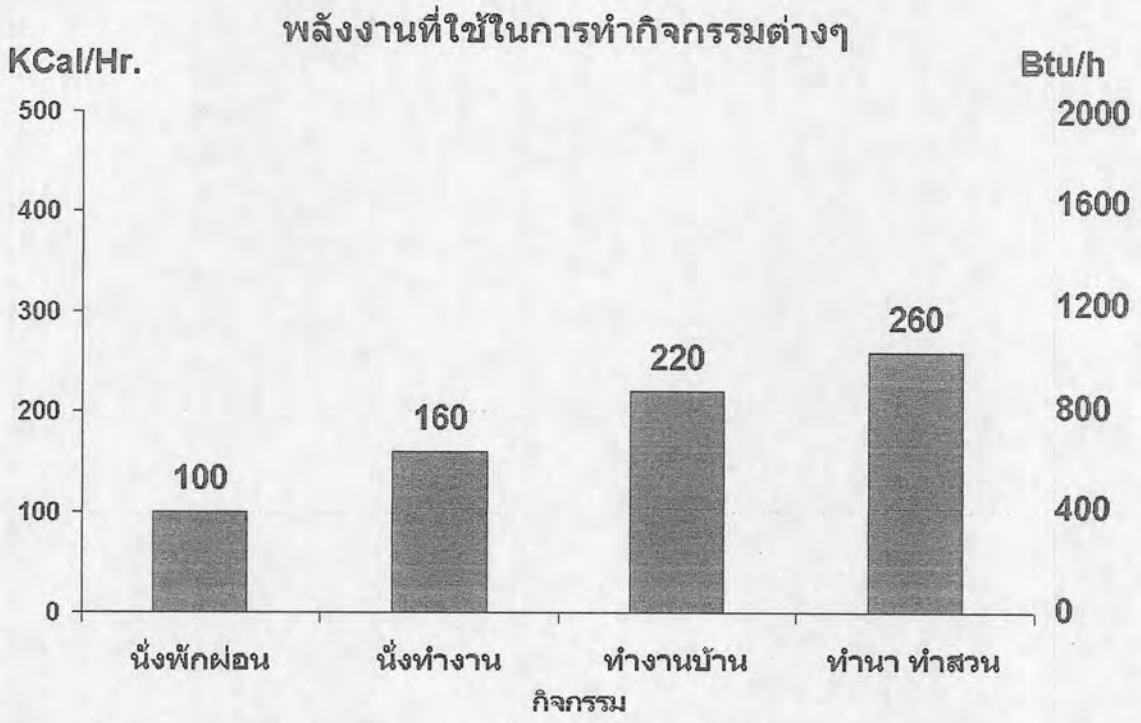
จากตารางที่ 2-3 และ 2-4 ทำให้สามารถแสดงเป็นแผนภูมิที่แสดงถึงปริมาณพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 2-5 แสดงพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ นั่งปกติ เดินช้า เดินเร็ว และเต้นรำหรือทำงาน คิดที่น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย 56.14 กิโลกรัม เดินด้วยความเร็วปกติ 1.3 เมตรต่อวินาที



แผนภูมิที่ 2-6 แสดงพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่นั่งปกติ เดินบนพื้นราบ เดินบนพื้นเอียง 5 องศา และเดินบนพื้นเอียง 10 องศา คิดที่น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย 54.16 กิโลกรัมเดินด้วยความเร็วปกติ 1.3 เมตรต่อวินาที



แผนภูมิที่ 2-7 แสดงพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ นั่งพักผ่อน นั่งทำงาน ทำงานบ้าน และทำนาหรือทำสวน คำนวณที่น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย 56.14 กิโลกรัม เดินความเร็วปกติ 1.3 เมตรต่อวินาที

จากแผนภูมิที่ 2-5 ถึง 2-7 ที่แสดงการเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ จะพบว่า กิจกรรมที่กระทำในแต่ละกิจกรรมนั้นมีอัตราการเผาผลาญแคลอรี่ในร่างกายในปริมาณที่แตกต่างกัน กล่าวคือ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายมากจะใช้พลังงานในการเผาผลาญสูง เช่น การเต้นรำ ทำงาน ทำนา ทำสวน ทำงานบ้าน ในกรณีนี้พบว่า การเต้นรำ 1 ชั่วโมงใช้พลังงานทั้งหมด 400 กิโลแคลอรี่ ส่วนในกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายน้อยจะใช้พลังงานในการเผาผลาญต่ำ เช่น การนั่งพักผ่อน ใน 1 ชั่วโมง ใช้พลังงานทั้งหมด 100 กิโลแคลอรี่ เมื่อนำทั้ง 2 กิจกรรมมาเปรียบเทียบกันพบว่า กิจกรรมเต้นรำใช้พลังงานในการเผาผลาญแคลอรี่ในร่างกายสูงกว่า การนั่งพักผ่อนถึง 4 เท่า ส่วนกิจกรรมในเรื่องการเดิน พบว่า ลักษณะการเดินนั้นมีการเผาผลาญพลังงานที่แตกต่างกัน โดยการเปรียบเทียบในเรื่องอัตราเร็วทางด้านการเดิน จากแผนภูมิดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าการเดินเร็วใน 1 ชั่วโมง ใช้พลังงานทั้งหมด 260 กิโลแคลอรี่ การเดินช้าใน 1 ชั่วโมงใช้พลังงานทั้งหมด 200 กิโลแคลอรี่ ดังนั้นจังหวะในการเดินนั้นมีผลในการเผาผลาญแคลอรี่ในร่างกาย

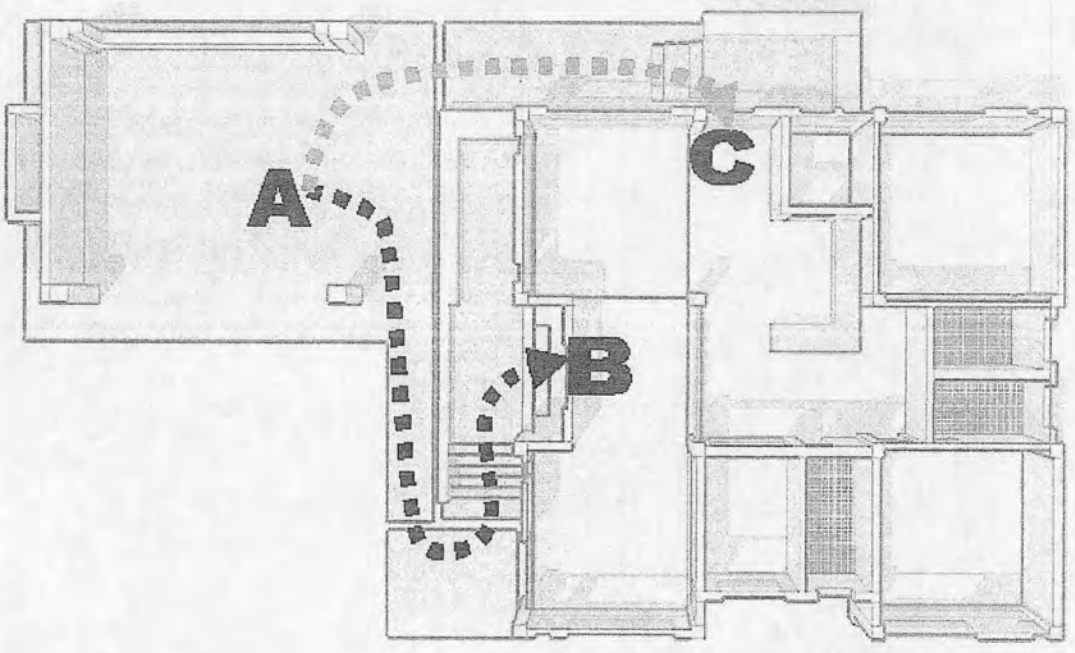
นอกจากนี้มุมที่เดินก็มีผลต่อการเผาผลาญแคลอรี่ในร่างกายเช่นกัน จากแผนภูมิที่ 2-5 สามารถสรุปได้ว่า มุมที่ใช้ในการเดินมีผลต่อการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย หากพื้นที่เดินมีความลาดเอียงมากจะใช้พลังงานในการเผาผลาญในร่างกายมาก ถ้าพื้นที่เดินนั้นมีความลาดเอียงน้อยก็จะใช้พลังงานในการเผาผลาญของร่างกายน้อย โดยเปรียบเทียบความลาดเอียงในการเดิน การเดินบนพื้นราบ 1 ชั่วโมง จะใช้พลังงานทั้งหมด 200 กิโลแคลอรี่ การเดินบนพื้นที่มีความลาดเอียง 5 องศา จะใช้พลังงานทั้งหมด 240 กิโลแคลอรี่ การเดินบนพื้นที่มีความลาดเอียง 10 องศา จะใช้พลังงานทั้งหมด 280 กิโลแคลอรี่

2.4 การวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การออกแบบโดยแฝงการออกกำลังกาย

2.4.1 การศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างอาคารทั่วไปกับอาคารตัวอย่างที่มีการใช้การออกแบบโดยแฝงการออกกำลังกาย

การศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างอาคารทั่วไป กับอาคารตัวอย่างที่มีการใช้การออกแบบโดยแฝงการออกกำลังกาย โดยเปรียบเทียบจากการใช้พลังงานในการเดินจากเส้นทางเดินในอาคารรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

2.4.2.1 อาคารทั่วไป



ภาพที่ 2-1 แสดงเส้นทางการเดินที่ใช้ในการคำนวณปริมาณพลังงานในอาคารทั่วไป ได้แก่บ้านพักอาศัยชั้นเดียว

ระยะทาง ในการเดินจากจุด A ไปยังจุด B ประมาณ 13 เมตร

ระยะทาง ในการเดินจากจุด A ไปยังจุด C ประมาณ 12 เมตร

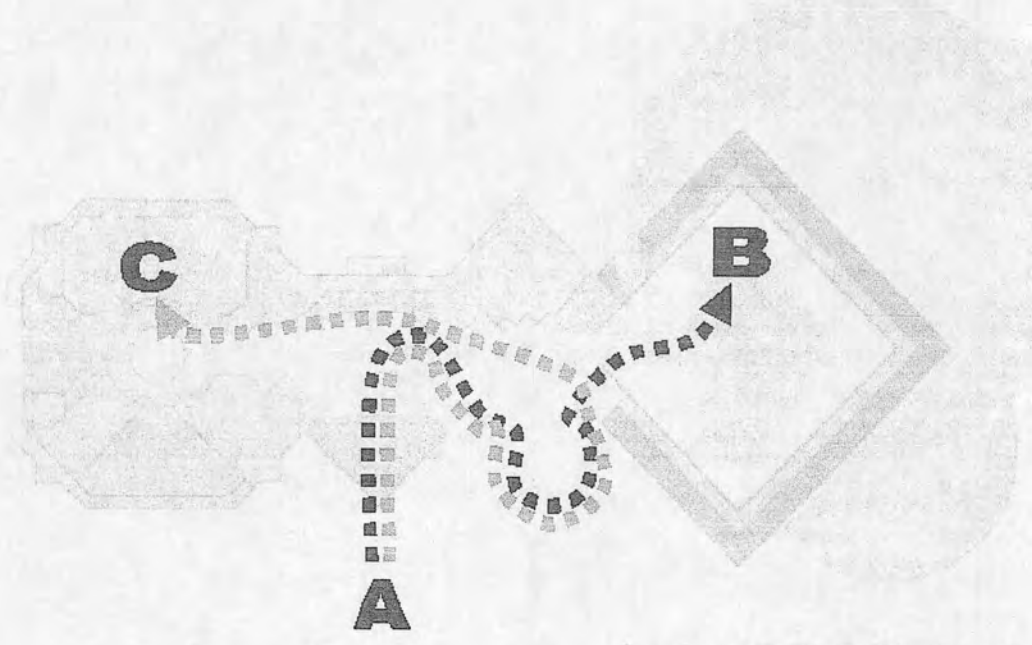
อาคารทั่วไปที่ไม่มีการออกแบบโดยแฝงการออกกำลังกายจะไม่มีการสร้างแรงจูงใจในการเดินทำให้มีระยะในการเดินน้อย ส่งผลต่อการเผาผลาญพลังงานที่น้อยตามไปด้วย จากภาพคือเส้นทางการเดินจากจุด A บริเวณที่จอดรถ มาสู่จุด B คือบริเวณทางเข้าหลักด้านหน้า และจุด C คือบริเวณทางเข้าด้านหลัง ซึ่งมีการใช้พลังงานในการเดินดังนี้

การใช้พลังงานในการเดินจากจุด A ไปยังจุด B ประมาณ 10.55 กิโลแคลอรี่

การใช้พลังงานในการเดินจากจุด A ไปยังจุด C ประมาณ 8.9 กิโลแคลอรี่

เดินความเร็วปกติประมาณ 2.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คิดที่น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย 56.14 กิโลกรัม ตัวเลขได้จากการคำนวณ จากเครื่องนับก้าว(Pedometer) รุ่น JS-210B

2.4.2.2 อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ



ภาพที่ 2-2 แสดงเส้นทางการเดินที่ใช้ในการคำนวณปริมาณพลังงานในอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ แบบที่ 1

ระยะทาง ในการเดินจากจุด A ไปยังจุด B ประมาณ 63 เมตร

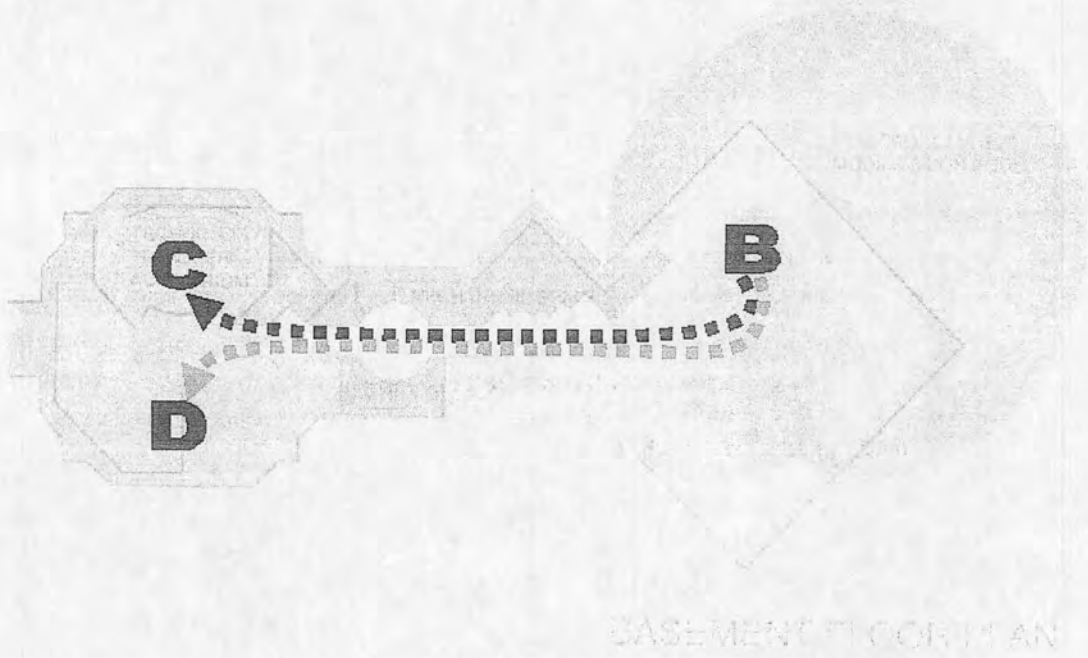
ระยะทาง ในการเดินจากจุด A ไปยังจุด C ประมาณ 95 เมตร

จากภาพที่ 2-2 แสดงเส้นทางการเดินจากจุด A บริเวณที่จอดรถ เดินเข้าสู่ทางเข้าหลัก ผ่านทางลาดโค้งลงสู่ชั้นใต้ดินไปยังจุด B คือบริเวณที่เป็นส่วนสำนักงานทั่วไป และจุด C คือ

ส่วนของห้องประชุมใหญ่ของอาคาร อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติเป็นอาคารขนาดใหญ่ที่มีการใช้ความต่างของระดับเข้ามาช่วยในการออกแบบ ทำให้ต้องใช้ปริมาณพลังงานในการเดินมากกว่าปกติ ซึ่งมีการใช้พลังงานในการเดินดังนี้

0.1 kcal/meter ความเร็ว 5.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง การใช้พลังงานในการเดินจากจุด A ไปยังจุด B ประมาณ 46.8 กิโลแคลอรี่

การใช้พลังงานในการเดินจากจุด A ไปยังจุด C ประมาณ 67.2 กิโลแคลอรี่ เดินความเร็วปกติประมาณ 2.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คิดที่น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย 56.14 กิโลกรัม ตัวเลขได้จากการคำนวณ จากเครื่องนับก้าว(Pedometer) รุ่น JS-210B



ภาพที่ 2-3 แสดงเส้นทางการเดินที่ใช้ในการคำนวณปริมาณพลังงานในอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ แบบที่ 2

ระยะทาง ในการเดินจากจุด B ไปยังจุด C ประมาณ 422 เมตร

ระยะทาง ในการเดินจากจุด B ไปยังจุด D ประมาณ 422 เมตร

จากภาพที่ 2-3 แสดงเส้นทางการเดินแบบที่ 2 จากจุด B ที่เป็นพื้นที่ส่วนสำนักงานทั่วไป ไปยังจุด C ที่เป็นส่วนห้องประชุมสัมมนา และจุด D ที่เป็นบริเวณส่วนจัดแสดงนิทรรศการถาวรของอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ ซึ่งมีการใช้พลังงานในการเดินดังนี้

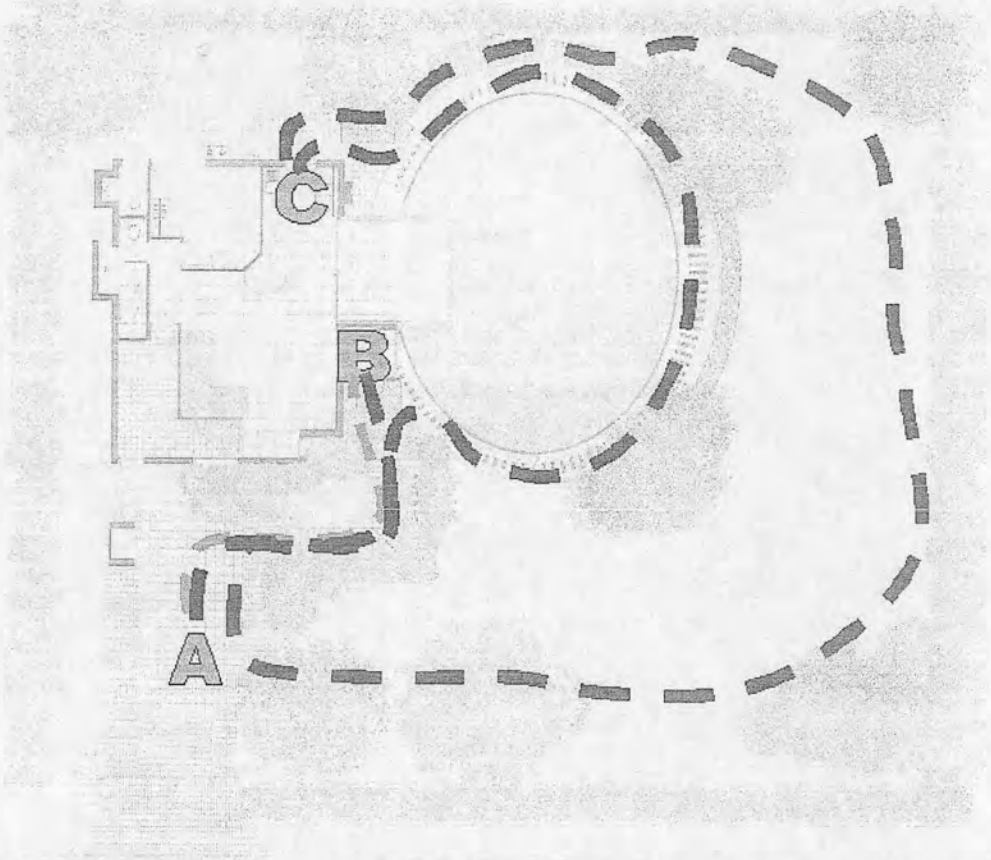
การใช้พลังงานในการเดินจากจุด B ไปยังจุด C ประมาณ 26.4 กิโลแคลอรี่

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การใช้พลังงานในการเดินจากจุด B ไปยังจุด D ประมาณ 26.4 กิโลแคลอรี่

เดินความเร็วปกติประมาณ 2.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คิดที่น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย 56.14 กิโลกรัม ตัวเลขได้จากการคำนวณ จากเครื่องนับก้าว(Pedometer) รุ่น JS-210B

2.4.2.3 บ้านชีวาทิตย์



ภาพที่ 2-4 แสดงเส้นทางการเดินที่ใช้ในการคำนวณปริมาณพลังงานในบ้านชีวาทิตย์

ระยะทาง ในการเดินจากจุด A ไปยังจุด B ประมาณ 105 เมตร
ระยะทาง ในการเดินจากจุด A ไปยังจุด C ประมาณ 317 เมตร
ระยะทาง ในการเดินจากจุด B ไปยังจุด C ประมาณ 792 เมตร

จากภาพที่ 2-4 เป็นเส้นทางการเดินจากจุด A บริเวณที่จอดรถทางด้านหน้าอาคาร ไปยังจุด B คือบริเวณทางเข้าอาคารด้านหน้า เส้นทางที่สองคือเส้นทางการเดินจากจุด A ไปยังจุด C โดยเดินอ้อมสระว่ายน้ำไปทางด้านหลังอาคาร ส่วนเส้นทางที่สามคือเส้นทางการเดินจากจุด B คือทางเข้าด้านหน้า ไปยังจุด C คือทางเข้าด้านหลังโดยเดินผ่านบริเวณที่เป็นสวนภายนอกอาคารที่มีการสร้างแรงจูงใจในการเดินด้วยการจัดภูมิทัศน์ อีกทั้งยังมีการใช้ความสูงต่ำของพื้นที่มาช่วยในการเพิ่มมุมมอง และเพิ่มการเผาผลาญพลังงานในการเดินอีกด้วย ซึ่งมีพลังงานที่ใช้ในการเดินบนเส้นทางดังกล่าว ดังนี้

การใช้พลังงานในการเดินจากจุด A ไปยังจุด B ประมาณ 7.0 กิโลแคลอรี่

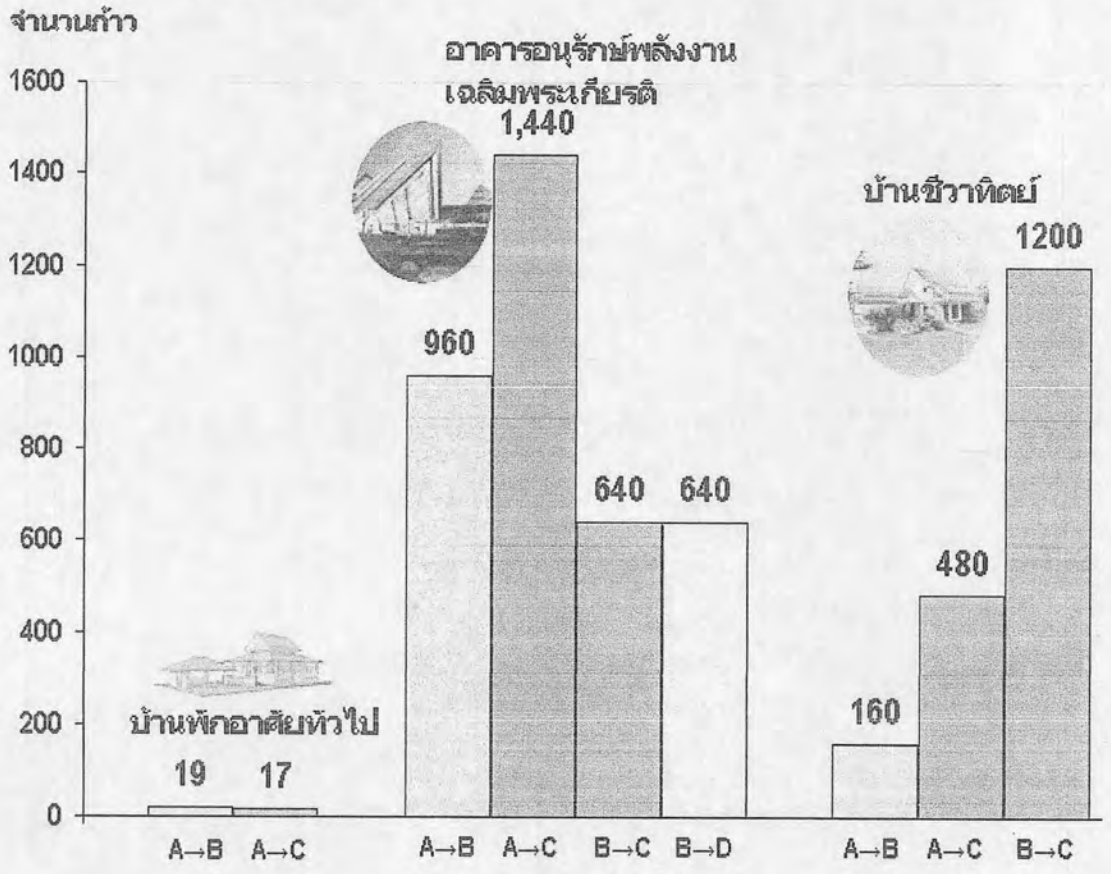
หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การใช้พลังงานในการเดินจากจุด A ไปยังจุด C ประมาณ 20.2 กิโลแคลอรี่

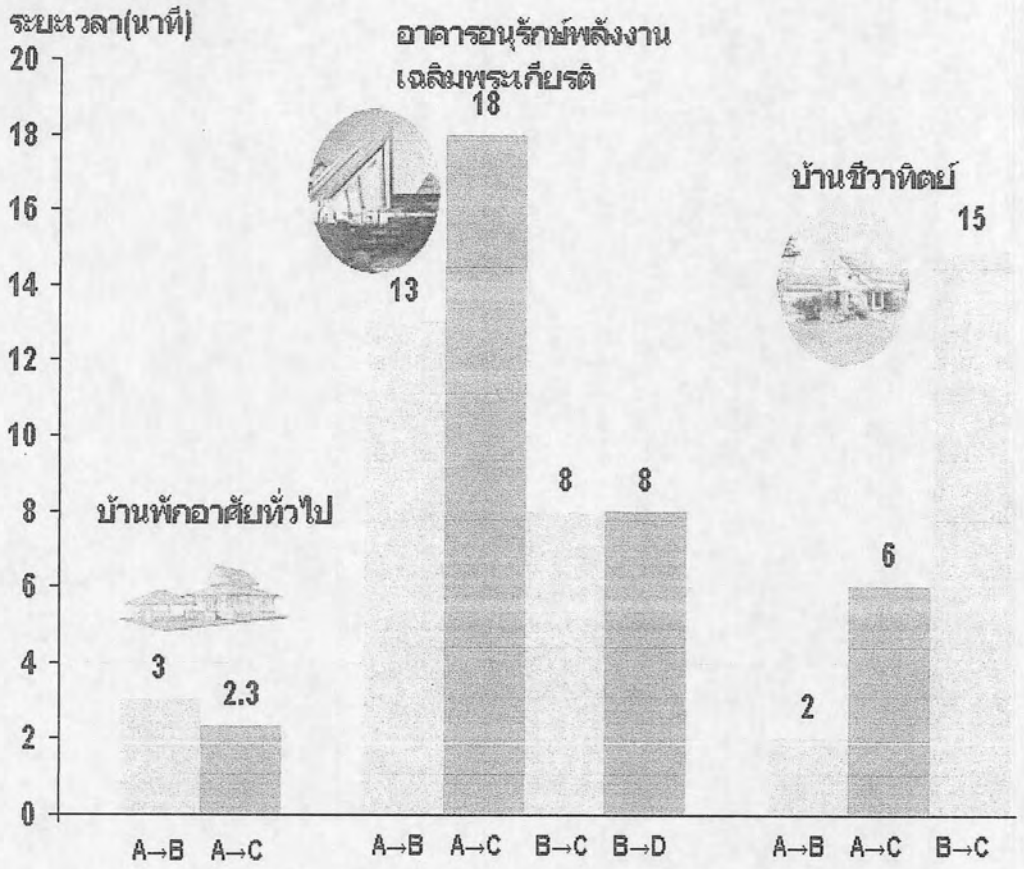
การใช้พลังงานในการเดินจากจุด B ไปยังจุด C ประมาณ 57.3 กิโลแคลอรี่

เดินความเร็วปกติประมาณ 2.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คิดที่น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย 56.14 กิโลกรัม ตัวเลขได้จากการคำนวณ จากเครื่องนับก้าว(Pedometer) รุ่น JS-210B

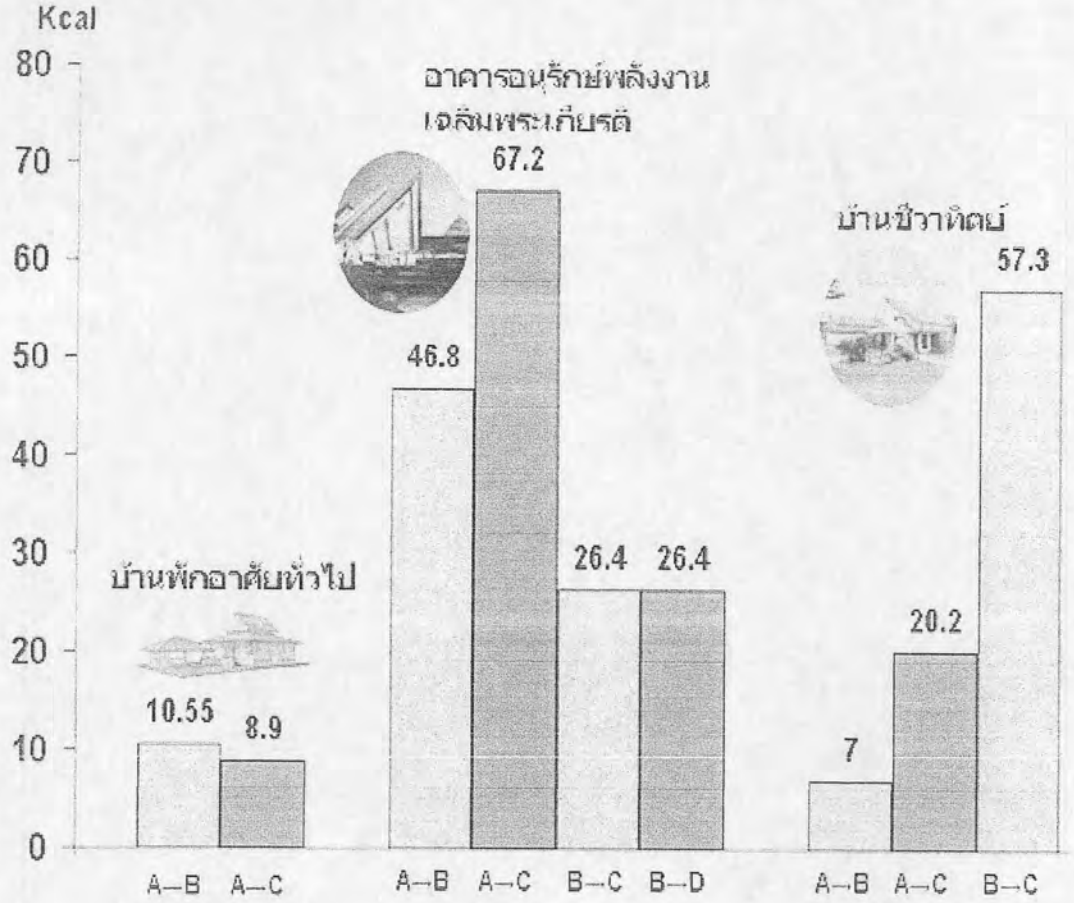
จากการเส้นทางการเดินในอาคารตัวอย่างดังกล่าว สามารถคำนวณพลังงานและนำเสนอเป็นแผนภูมิได้ดังต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 2-9 แสดงระยะก้าว (จำนวนก้าว) ของการเดินจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งของอาคารรูปแบบทั่วไป และอาคารที่ออกแบบโดยใช้การออกกำลังกายแฝง เดินความเร็วปกติประมาณ 2.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คิดที่น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย 56.14 กิโลกรัม ตัวเลขได้จากการคำนวณจากเครื่องนับก้าว (Pedometer) รุ่น JS-210B



แผนภูมิที่ 2-10 แสดงระยะเวลา (นาที) ในการเดินของอาคารรูปแบบทั่วไปและอาคารที่ออกแบบโดยใช้การออกกำลังกายแฝง เดินความเร็วปกติประมาณ 2.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คิดที่น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย 56.14 กิโลกรัม ตัวเลขได้จากการคำนวณ จากเครื่องนับก้าว(Pedometer) รุ่น JS-210B



แผนภูมิที่ 2-11 แสดงปริมาณพลังงานที่ใช้ในการเดิน ของอาคารรูปแบบทั่วไป และอาคารที่ออกแบบโดยใช้การออกกำลังกายแฝง เดินความเร็วปกติประมาณ 2.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คิดที่น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย 56.14 กิโลกรัม ตัวเลขได้จากการคำนวณ จากเครื่องนับก้าว(Pedometer) รุ่น JS-210B

ผลการวิเคราะห์พบความแตกต่างในการใช้พลังงานที่เกิดจากการใช้พื้นที่ภายนอกอาคาร ระหว่างอาคารที่ไม่มีการออกแบบโดยแฝงการออกกำลังกาย คือ บ้านพักอาศัยทั่วไป กับอาคารที่มีการออกแบบโดยแฝงกิจกรรมออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ ได้แก่ อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ และบ้านชีวาทิตย์ โดยการพิจารณาเส้นทางเดินในอาคารรูปแบบต่าง ๆ ดังแสดงในแผนภูมิ โดยการออกแบบโดยแฝงการออกกำลังกายนั้นมีส่วนช่วยทำให้เกิดการเผาผลาญพลังงานเนื่องจากการเดินได้เป็นอย่างดี เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารทั่วไปจะพบว่าสามารถที่จะช่วยเผาผลาญพลังงานได้มากกว่า ซึ่งจากการศึกษาทั้งหมดที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นทำให้สามารถที่จะทราบแนวทางในการออกแบบเพื่อแฝงการออกกำลังกายได้เป็นอย่างดี

2.4.2 **การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่ทำให้เกิดแรงจูงใจในการออกไปใช้พื้นที่ภายนอกอาคาร**

พื้นที่ภายนอกบริเวณอาคารเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยสนับสนุน ส่งเสริม และจูงใจให้ผู้ที่อยู่ภายในบริเวณอาคารนั้นต้องการที่จะเดินออกไปข้างนอกบริเวณอาคารเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อการลดการสะสมของพลังงานในร่างกาย ดังนั้นการออกแบบภูมิทัศน์ภายนอกบริเวณอาคารให้มีความน่าสนใจโดยมี ต้นไม้ ดอกไม้ เนินดิน รวมถึงการใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมเดิมในพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้น จะมีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้อาศัยออกกำลังกายและบริหารร่างกายไปพร้อม ๆ กับกิจกรรมที่ดำเนินปกติในชีวิตประจำวันได้ จากศึกษากรณีตัวอย่างของบ้านชีวาทิตย์และอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ ที่จะนำไปสู่ผลการวิจัยการออกแบบห้องเรียนธรรมชาติ (Zero e center) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต

การสร้างเสริมแรงจูงใจให้เกิดความต้องการออกไปใช้พื้นที่ภายนอกอาคารนั้นสามารถที่จะกำหนดผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ ของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรม ได้ดังต่อไปนี้ คือ

- ประสาทสัมผัสทางตา
- ประสาทสัมผัสทางหู
- ประสาทสัมผัสทางจมูก
- ประสาทสัมผัสทางกาย

ผลการวิเคราะห์จากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามถึงแรงจูงใจผ่านประสาทสัมผัส จากนิสิต ดังต่อไปนี้

2.4.3.1 ปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจผ่านประสาทสัมผัสทางตา

ปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจผ่านประสาทสัมผัสทางตา ได้แก่

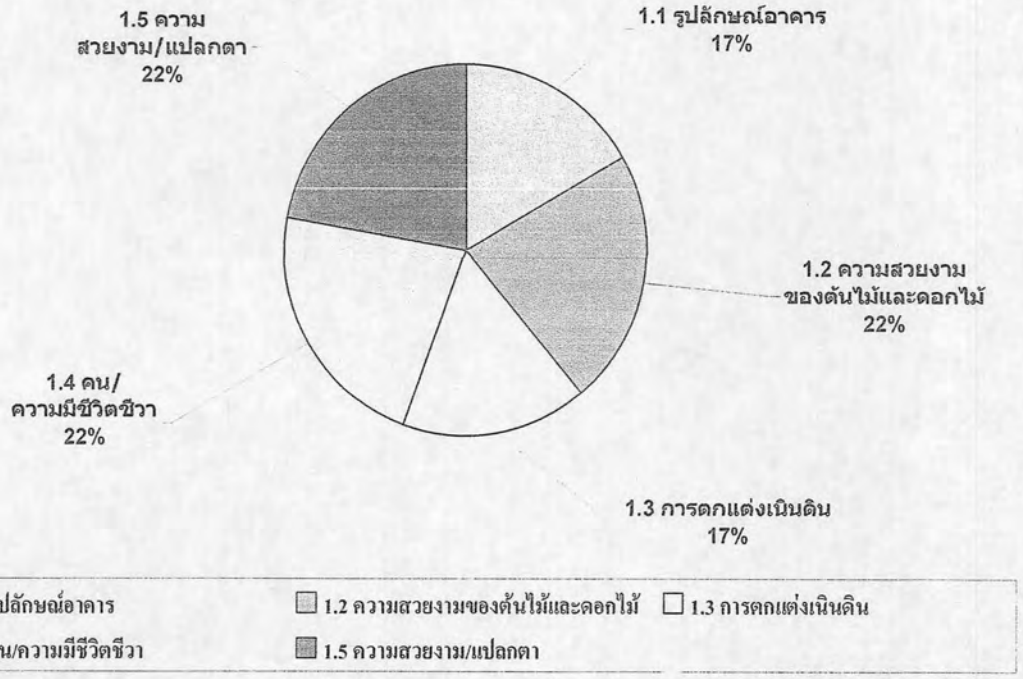
1 ความสวยงามแปลกตาของตัวอาคาร

2 รูปลักษณ์อาคาร

3. คน/ความมีชีวิตชีวา

4. การตกแต่งเนินดิน

5. ความสวยงามของต้นไม้และดอกไม้



แผนภูมิที่ 2-12 แสดงปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจผ่านประสาทสัมผัสทางตา จากแบบสำรวจ 154 คน ณ Zero E Center มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ปัจจัยทางด้านประสาทสัมผัสทางตาที่ทำให้คนอยากออกไปทำกิจกรรมภายนอกมากที่สุดเท่ากัน คือ ความสวยงามแปลกตา 22% ความสวยงามของต้นไม้และดอกไม้ 22% และคน/ความมีชีวิตชีวา 22% รองลงมาเท่ากัน คือ รูปลักษณ์ของอาคาร 17% และการตกแต่งเนินดิน 17%

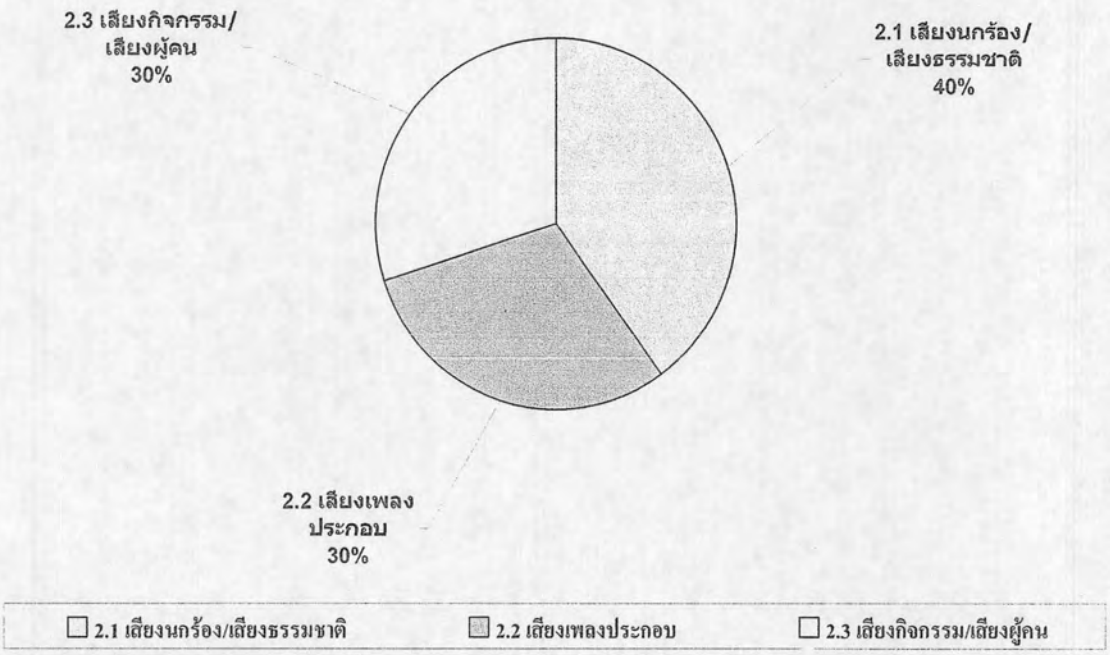
2.4.3.2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจผ่านประสาทสัมผัสทางหู

ปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจผ่านประสาทสัมผัสทางหู ได้แก่

1 เสียงนกร้อง/เสียงธรรมชาติ

2 เสียงกิจกรรม/เสียงผู้คน

3. เสียงเพลงประกอบ



แผนภูมิที่ 2-13 แสดงปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจผ่านประสาทสัมผัสทางหู จากแบบสำรวจ 154 คน ณ Zero E Center มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

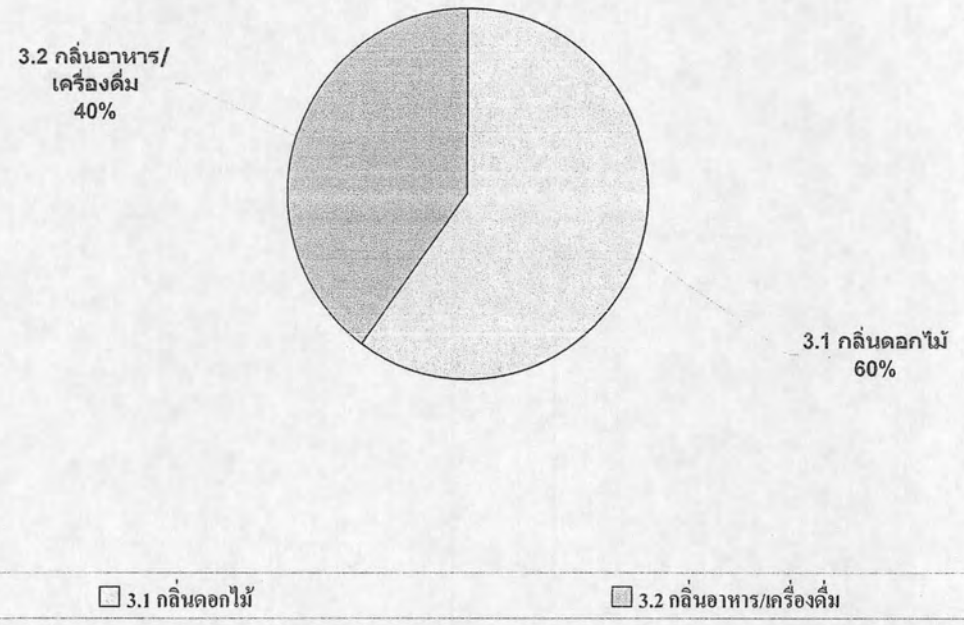
ปัจจัยทางด้านประสาทสัมผัสทางหูที่ทำให้คนอยากออกไปทำกิจกรรมภายนอกมากที่สุด คือ เสียงนกร้อง/เสียงธรรมชาติ 40% รองลงมาเท่ากัน คือ เสียงเพลงประกอบ 30% และเสียงกิจกรรม/เสียงผู้คน 30%

2.4.3.3 ปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจผ่านประสาทสัมผัสทางจมูก

ปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจผ่านประสาทสัมผัสทางจมูก ได้แก่

1 กลิ่นดอกไม้

2 กลิ่นอาหาร/เครื่องดื่ม



แผนภูมิที่ 2-14 แสดงปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจผ่านประสาทสัมผัสทางจมูก จากแบบสำรวจ 154 คน ณ Zero E Center มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ปัจจัยทางด้านประสาทสัมผัสทางจมูกที่ทำให้คนอยากออกไปทำกิจกรรมภายนอกมากที่สุด คือ กลิ่นดอกไม้ 60% รองลงมา คือ กลิ่นอาหาร/เครื่องดื่ม 40%

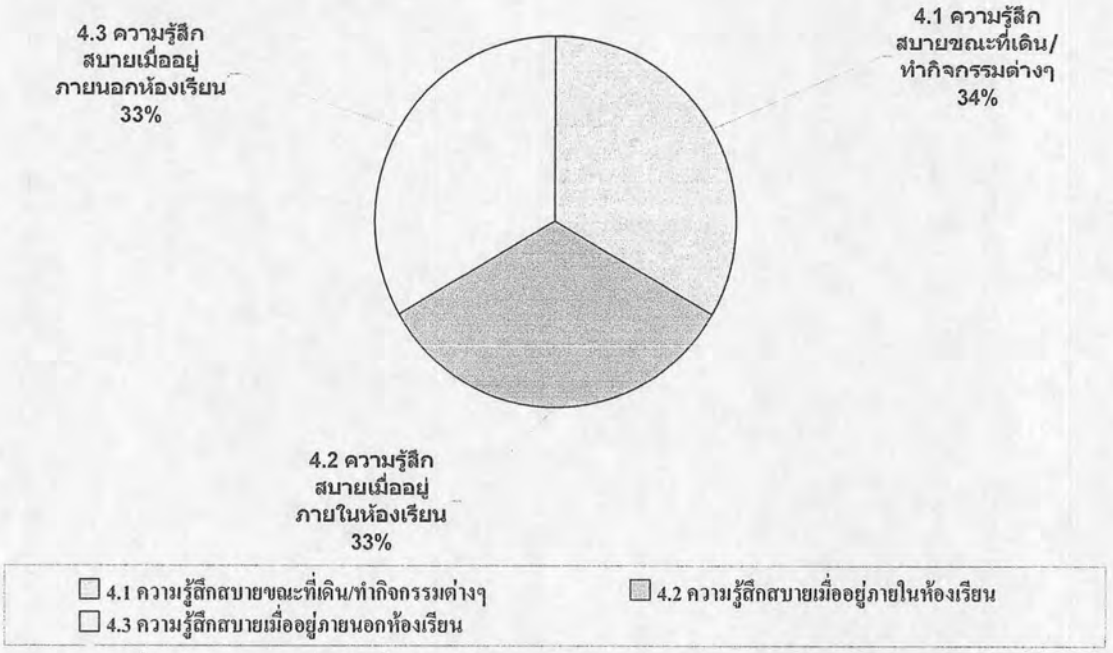
2.4.3.4 ปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจผ่านประสาทสัมผัสทางกาย

ปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจผ่านประสาทสัมผัสทางกาย ได้แก่

1 รู้สึกสบายเมื่ออยู่ภายในห้องเรียน

2 ความรู้สึกสบายขณะที่เดิน/ทำกิจกรรมต่าง ๆ

3. ความรู้สึกสบายเมื่ออยู่ภายนอกห้องเรียน



แผนภูมิที่ 2-15 แสดงปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจผ่านประสาทสัมผัสทางกาย จากแบบสำรวจ 154 คน ณ Zero E Center มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ปัจจัยทางด้านประสาทสัมผัสทางกายที่ทำให้คนอยากออกไปทำกิจกรรมภายนอกมากที่สุด คือ ความรู้สึกสบายขณะที่เดิน/ทำกิจกรรมต่าง ๆ 34% รองลงมาเท่ากัน คือ ความรู้สึกสบายเมื่ออยู่ภายในห้องเรียน 33% และความรู้สึกสบายเมื่ออยู่ภายนอกห้องเรียน 33%

ผลการศึกษาพบว่า ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ประสาทสัมผัสทางตา ประสาทสัมผัสทางหู ประสาทสัมผัสทางจมูก และประสาทสัมผัสทางกาย มีผลต่อแรงจูงใจที่ทำให้คนออกไปเดินเล่นภายนอกอาคาร ช่วงเวลาส่วนใหญ่ที่นักศึกษาอยากออกไปเดินเล่นภายนอกอาคารคือ เวลาหลังเลิกเรียน ตั้งแต่ 16.00 น. เป็นต้นไป นักศึกษาส่วนใหญ่อยากออกไปเดินเล่นภายนอกอาคารวัน

ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 15 นาที และกิจกรรมที่นักศึกษาส่วนใหญ่อยากทำในห้องเรียนธรรมชาติ คือ การนั่งเล่นพักผ่อน

2.4.4 สมมติฐานที่จะนำไปสู่แนวทางการออกแบบโดยแฝงกิจกรรมออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ

จากการศึกษาทั้งหมดนี้ ทำให้ผู้วิจัยสามารถที่สรุปสมมติฐานและแนวทางในการออกแบบโดยแฝงกิจกรรมออกกำลังกายได้ดังต่อไปนี้ ได้แก่

1. **การเพิ่มระยะของการเดิน** เนื่องจากระยะการเดินที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดการเผาผลาญพลังงานจากอาหารได้มากขึ้น เนื่องจากมีการเพิ่มจำนวนก้าว และเวลาที่ใช้ในการเดิน
2. **การสร้างให้เกิดระดับความสูงต่ำของพื้นที่การเดิน** ซึ่งความแตกต่างของระดับยิ่งมาก ก็จะทำให้เกิดการใช้พลังงานมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากร่างกายต้องใช้พลังงานในการพาร่างกายขึ้นไปอยู่บนที่สูงซึ่งมีพลังงานศักย์มากกว่าบนพื้นที่ราบ
3. **การโน้มนำให้เกิดการเดินด้วยแรงจูงผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ ของมนุษย์** เป็นส่วนที่สำคัญมากทั้งนี้เนื่องจากหากไม่มีแรงจูงใจแล้วก็จะเป็นการยากในการที่จะทำให้เกิดการเดินเพื่อเผาผลาญพลังงาน และสร้างเสริมสุขภาพ