บทที่ 4
ผลการศึกษา

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง รูปแบบที่พักอาศัยในเขตเทศบาลนครลำปาง ที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อม นอกจากทำการศึกษาแนวคิดและทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องแล้ว ได้ทำการศึกษา รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลในหัวข้อต่างๆ ได้แก่

4.1. **บริบททางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม** ของประชาชนในเขตเทศบาลนครลำปาง เพื่อใช้ในการกำหนดลักษณะของที่พักอาศัยที่จะทำการออกแบบ และกำหนดเงื่อนไขของที่ตั้งที่ใช้ในการออกแบบที่พักอาศัย

4.2. **หลักการในการออกแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อม** ซึ่งในที่นี้ ทำการศึกษาเนื้อหาในด้านการประหยัดพลังงาน การจัดการน้ำเสีย และ ระยะห่างของอาคารและความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบๆ

4.3. **รูปแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อม** โดยพิจารณาจากบริบททางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับหลักการจัดการสิ่งแวดล้อมในการออกแบบที่พักอาศัย พร้อมตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ กับความต้องการและข้อคิดเห็นของประชาชน

ดังมีรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

4.1 บริบททางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ของประชาชนในเขตเทศบาลนครลำปาง

4.1.1 บริบททางเศรษฐกิจ สังคม ในเขตเทศบาลนครลำปาง

ในที่นี้จะทำการศึกษาข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดขอบเขตของขนาดที่พักอาศัย รวมทั้งการศึกษาข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของประชากร ที่จะมีผลต่อลักษณะของที่พักอาศัยที่จะทำการออกแบบ โดยทำการศึกษาในรายละเอียดต่อไปนี้

1. สถิติของขนาดที่พักอาศัยที่ขออนุญา ตปลูกสร้างในปี พ.ศ. 2539 – 2543

ตารางแสดงความถี่ของที่พักอาศัยขนาดต่าง ๆ ที่ขออนุญาตปลูกสร้างในปี พ.ศ. 2539 – 2543

พื้นที่ของที่พักอาศัย (ตร.ม.)	ปี พ.ศ.2539		ปี พ.ศ.2540		ปี พ.ศ.2541		ปี พ.ศ.2542		ปี พ.ศ.2543		รวม	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
ต่ำกว่า 40 ตร.ม.	6	3.75	0	0	1	1.85	2	2.56	0	0	9	1.85
41 - 60 ตร.ม.	11	6.88	2	1.83	1	1.85	5	6.41	1	1.18	20	4.12
61 – 80 ตร.ม.	20	12.50	18	16.52	4	7.41	6	7.69	15	17.65	63	12.96
81 – 100 ตร.ม.	23	14.38	20	18.35	5	9.26	7	8.97	15	17.65	70	14.40
101 – 120 ตร.ม.	20	12.50	18	16.52	5	9.26	9	11.53	11	12.94	63	12.96
121 – 140 ตร.ม.	21	13.13	16	14.68	6	11.11	9	11.53	12	14.12	64	13.17
141 – 160 ตร.ม.	19	11.88	14	12.84	5	9.26	8	10.26	10	11.76	56	11.52
161 – 180 ตร.ม.	11	6.88	4	3.67	6	11.11	7	8.97	5	5.88	33	6.79
181 – 200 ตร.ม.	10	6.25	5	4.59	8	14.81	3	3.85	5	5.88	31	6.38
201 – 220 ตร.ม.	5	3.12	4	3.67	0	0	7	8.97	2	2.35	18	3.70
221 – 240 ตร.ม.	3	1.86	4	3.67	1	1.85	3	3.85	1	1.18	12	2.48
241 – 260 ตร.ม.	2	1.25	2	1.83	4	7.41	6	7.69	2	2.35	16	3.29
มากกว่า 260 ตร.ม.	9	5.62	2	1.83	8	14.81	6	7.69	6	7.06	31	6.38
รวม	**160**	**100**	**109**	**100**	**54**	**100**	**78**	**100**	**85**	**100**	**486**	**100**

จากข้อมูลในตารางพบว่า ขนาดที่พักอาศัยที่มีผู้ขออนุญาตปลูกสร้างมากที่สุด 5 ลำดับแรก ได้แก่ ที่พักอาศัยที่มีพื้นที่ระหว่าง 81 – 100 ตร.ม. คิดเป็นร้อยละ 14.40 ที่พักอาศัยที่มีพื้นที่ระหว่าง 121 - 140 ตร.ม. คิดเป็นร้อยละ 13.17 ที่พักอาศัยที่มีพื้นที่ระหว่าง 101 – 120 ตร.ม.และ 61 - 80 ตร.ม. คิดเป็นร้อยละ 12.96 และที่พักอาศัยที่มีพื้นที่ระหว่าง 141 - 160 ตร.ม. คิดเป็นร้อยละ 11.52 ซึ่งค่าของข้อมูลในแต่ละช่วงดังกล่าว มีลักษณะค่อนข้างเกาะกลุ่มกันเมื่อเทียบกับค่าความต่างของข้อมูลช่วงอื่นๆ

อย่างไรก็ตามมีข้อมูลในปี พ.ศ. 2541 และ 2542 ที่แนวโน้มข้อมูลไม่สอดคล้องกับปีอื่นๆ ซึ่งคาดว่าเกิดจากเป็นช่วงที่สภาพเศรษฐกิจของประเทศตกต่ำ และเป็นช่วงที่ส่งผลต่อปริมาณเงินหมุนเวียนในตลาด ดังนั้น แนวโน้มของสถิติการขออนุญาตปลูกสร้างที่พักอาศัย ในปีดังกล่าวจึงมีค่าน้ำหนักส่วนใหญ่อยู่ที่ ที่พักอาศัยที่มีพื้นที่ ตั้งแต่ 100 ตารางเมตรขึ้นไป อาจกล่าวได้ว่าผู้ที่ขออนุญาตปลูกสร้างที่พักอาศัยในปี พ.ศ. 2541 – 2542 นั้น ส่วนมากเป็นผู้มีกำลังทรัพย์ค่อนข้างสูงหรืออยู่ในอาชีพที่ได้รับผลกระทบจากสภาวะเศรษฐกิจค่อนข้างน้อย จึงสามารถปลูกสร้างที่พักอาศัยในช่วงดังกล่าวได้ ส่วนข้อมูลในปี พ.ศ. 2543 มีแนวโน้มข้อมูลในลักษณะสอดคล้องกับข้อมูลในปี พ.ศ. 2539 – 2540 ดังนั้น จะพบว่า ขนาดที่พักอาศัยที่มีการขออนุญาตปลูกสร้างมากที่สุดในเขตเทศบาลนครลำปางในระหว่าง ปี พ.ศ. 2539 – 2543 ได้แก่ ที่พักอาศัยที่มีพื้นที่อยู่ระหว่าง 61 – 160 ตารางเมตร

2. อาชีพ รายได้และลักษณะการอยู่อาศัยของประชากรผู้มีความต้องการที่พักอาศัยในระดับราคาปานกลาง

เนื่องจากในการศึกษานี้ มุ่งเน้นเพื่อออกแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อมในระดับราคาปานกลาง และจากการรวบรวมสถิติขนาดที่พักอาศัยที่ขออนุญาตปลูกสร้าง พบว่าขนาดที่พักอาศัยที่มีการขออนุญาตมากที่สุด ได้แก่ ที่พักอาศัยขนาด 61-160 ตารางเมตร ซึ่งเมื่อประมาณการค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างแล้ว พบว่าอยู่ในช่วงราคาประมาณ 300,000-800,000 บาท และเมื่อสำรวจข้อมูลจากการใช้บริการสินเชื่อเพื่อที่อยู่อาศัยจากธนาคารอาคารสงเคราะห์ สาขาลำปาง ในปี พ.ศ.2541-2543 พบว่า ระดับวงเงินกู้ที่มีผู้ใช้บริการสูงสุดอยู่ในช่วงวงเงิน 200,000-500,000 บาท จะพบว่าข้อมูลดังกล่าวมีความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ ซึ่งอาจไม่ชัดเจนทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากการอนุมัติวงเงินกู้ส่วนใหญ่มิได้ปล่อยวงเงินเป็นมูลค่าเท่ากับราคาของอสังหาริมทรัพย์ แต่จะอนุมัติวงเงินเพียง 80% ของมูลค่าอสังหาริมทรัพย์เท่านั้น ดังนั้นข้อมูลทั้งสองแหล่งดังกล่าวจึงมีแนวโน้มที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจะนำไปใช้ยึดถือเป็นขอบเขตในการออกแบบที่พักอาศัยต่อไป

จากการศึกษาข้อมูลสถิติผู้ใช้บริการสินเชื่อธนาคารอาคารสงเคราะห์สาขาลำปาง ในปี พ.ศ.2541-2543 สรุปได้ดังนี้

- ผู้ใช้บริการส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับราชการ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3 ปี ถึง 62.38% ของผู้ใช้บริการ ทั้งหมด นอกเหนือจากนั้น ได้แก่ ลูกจ้างเอกชนและพนักงานรัฐวิสาหกิจ และอาชีพอิสระเป็นส่วนน้อย
- ผู้ใช้บริการสินเชื่อส่วนใหญ่มีระดับรายได้ครัวเรือนต่อเดือนอยู่ระหว่างไม่เกิน 10,000-30,000 บาท คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3 ปี รวมกันถึง 83.14% โดยมีจำนวนสูงสุดอยู่ที่ช่วง

10,001-20,000 บาท คิดเป็นจำนวนถึง 40.92% ส่วนระดับรายได้ไม่เกิน 10,000 บาท และ 20,001-30,000 บาท มีจำนวนใกล้เคียงกันเกาะกลุ่มอยู่ที่ 20.75-21.47%

- ผู้ใช้บริการสินเชื่อส่วนใหญ่อยู่ในสถานภาพสมรสแบบจดทะเบียน โดยมีจำนวนถึง 76.83% โดยที่ส่วนใหญ่ใช้ชื่อผู้กู้ 2 คน ส่วนผู้ใช้บริการในสถานภาพโสด, หย่าร้าง, สมรสที่ไม่จดทะเบียน มีจำนวนน้อยและช่วงข้อมูลทิ้งห่างค่อนข้างมาก

จากการสำรวจข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ประชากรส่วนใหญ่ที่มีความต้องการในการปลูกสร้างที่พักอาศัยตามขนาดที่สอดคล้องกับข้อมูลสถิติที่ศึกษาได้จากเทศบาล คือ ผู้มีฐานะปานกลาง กล่าวคือ มีรายได้ครัวเรือนต่อเดือนไม่เกิน 30,000 บาท และประกอบอาชีพรับราชการและส่วนใหญ่มีลักษณะการอยู่อาศัยเป็นแบบครอบครัวเดี่ยว โดยพิจารณาจากขนาดที่พักอาศัยและสถานภาพผู้ใช้บริการสินเชื่อ ข้อมูลต่าง ๆ ดังกล่าวทั้งหมดจะนำไปใช้เป็นส่วนประกอบในการออกแบบที่พักอาศัยต่อไป

4.1.2 บริบททางสิ่งแวดล้อม ในเขตเทศบาลนครลำปาง

ลักษณะทางกายภาพทั่วไป

เทศบาลนครลำปางมีพื้นที่ 22.17 ตารางกิโลเมตร โดยครอบคลุมพื้นที่ 8 ตำบล ได้แก่ ตำบลสวนดอก ตำบลเวียงเหนือ ตำบลหัวเวียง ตำบลสบตุ๋ย และบางส่วนของตำบลบ่อแฮ้ว ตำบลชมภู ตำบลพระบาท และ ตำบลพิชัย

ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศของเทศบาลนครลำปาง มีอาณาบริเวณตั้งอยู่บนสองฝั่งของแม่น้ำวังในเขตอำเภอเมือง ลักษณะพื้นที่อยู่ในบริเวณตอนกลางของจังหวัดลำปาง ส่วนใหญ่เป็นที่ราบริมฝั่งแม่น้ำ พื้นที่ด้านเหนือของแม่น้ำวัง ได้แก่ พื้นที่ในตำบลเวียงเหนือ และตำบลบ่อแฮ้ว มีระดับสูงกว่าพื้นที่ด้านใต้ของแม่น้ำ และมีลักษณะลาดเอียงลงสู่แม่น้ำวัง ซึ่งไหลผ่านตอนกลางจองพื้นที่จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือไปยังทิศตะวันตกเฉียงใต้ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม ภูมิประเทศในพื้นที่ตอนบนของจังหวัดมีลักษณะเป็นป่าค่อนข้างทึบ อุดมสมบูรณ์ด้วยไม่มีค่าและภูเขา ส่วนพื้นที่ตอนกลางซึ่งครอบคลุมพื้นที่เขตเทศบาลนครลำปาง เป็นที่ราบลุ่ม บริเวณพื้นที่ทางตอนใต้ส่วนใหญ่ เป็นทุ่งหญ้า และป่าไม้รัง

ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพพื้นที่ในเขตเทศบาลนครลำปาง มีลักษณะเป็นแอ่งคล้ายก้นกระทะ ส่งผลให้การถ่ายเทอากาศมีค่อนข้างน้อย ในฤดูร้อน อากาศร้อนอบอ้าว และค่อนข้างหนาวจัดในฤดูหนาว ซึ่งเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนฤดูร้อนจะใช้เวลาในช่วงต้นเดือนกุมภาพันธ์ถึงประมาณกลางเดือนพฤษภาคม และฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ไปจนถึง ปลายตุลาคม

ฝน และ ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และน้ำฝน จะตรงข้ามกับอุณหภูมิ จากสถิติกรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงปี พ.ศ. 2535 – 2540 จะพบ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ สูงสุด ในฤดูหนาว และฤดูฝน เนื่องจากช่วงฤดูฝน อากาศได้รับความชื้นจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และจากพายุหมุนเขตร้อน ส่วนในฤดูหนาว อากาศเย็นลงความชื้นสัมพัทธ์จึงมีค่าค่อนข้างสูง

นอกจากนี้ยังเกิดหมอกในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง จึงมีไอน้ำในอากาศใกล้พื้นดินเกิดการกลั่นตัวเป็นละอองน้ำ กลายเป็นหมอก ซึ่งจะหายไปเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น โดยเดือนที่พบหมอกมากที่สุดคือ เดือนธันวาคม

ความกดอากาศ มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิ ดังนั้นค่าความกดอากาศต่ำ คืออุณหภูมิสูง ซึ่งมักเกิดขึ้นในช่วงเวลาของฤดูร้อน จากข้อมูลค่าความกดอากาศของจังหวัดลำปาง ในปี พ.ศ. 2533 – 2540 พบว่าความกดอากาศเฉลี่ยเท่ากับ 1,0097.17 มิลลิบาร์ ต้องอ้างอิงโดยความกดอากาศสูงสุดพบในเดือนธันวาคม และความกดอากาศต่ำสุดพบในเดือนกรกฎาคม

ลม พื้นที่ในจังหวัดลำปาง อยู่ภายใต้อิทธิพลจากลมมรสุม 2 ชนิดคือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดจากมหาสมุทรอินเดียนำความชุ่มชื้นเข้ามา ทำให้ฝนตกประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ถึงเดือน ตุลาคม ส่วนลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดมาจากทางตอนเหนือของจีน โดยนำเอาความหนาวเย็น และความแห้งแล้งเข้ามา เริ่มจากกลางเดือนตุลาคม ไปจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ จึงเป็นช่วงฤดูหนาว ส่วนในช่วงปลายของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนเมษายน อากาศค่อนข้างร้อน อุณหภูมิสูง และความชื้นในอากาศต่ำ ช่วงนี้จึงเป็นช่วงฤดูร้อน ความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนของจังหวัดลำปาง มีค่าตั้งแต่ 0.6 – 1.7 น็อต ความแรงและทิศทางจะแปรเปลี่ยนไปตามทิศทางของร่องลมมรสุม หรือร่องความกดอากาศต่ำ ซึ่งปกติจะเคลื่อนจากทิศใต้ขึ้นมาทางทิศเหนือ นอกจากร่องลมมรสุมนี้แล้วตัวการอีกอย่างหนึ่งคือ อิทธิพลจากพายุใต้ฝุ่น พายุโซนร้อน

ตารางที่ 2-2 สภาพภูมิอากาศในจังหวัดลำปาง

เดือน	อุณหภูมิสูงสุด(องศาเซลเซียส)						อุณหภูมิต่ำสุด(องศาเซลเซียส)						ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์(ร้อยละ)									
	31	32	33	34	35	36	31	32	33	34	35	36	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
มกราคม	-	35.0	34.0	33.6	32.6	32.2	12.2	9.2	10.0	12.2	10.6	9.3	58.8	69.1	67.7	69.7	71.2	93.4	65.0	68.0	69.0	70.0
กุมภาพันธุ์	-	37.0	36.5	37.2	35.0	36.0	13.3	12.5	13.5	13.2	10.5	9.5	61.8	59.5	61.3	60.0	59.6	90.0	55.0	55.0	67.0	60.0
มีนาคม	-	39.0	38.7	40.3	40.7	39.3	17.2	15.9	13.4	16.2	14.1	14.8	50.8	58.1	60.0	63.2	54.3	86.3	57.0	54.0	56.0	59.0
เมษายน	-	41.3	40.5	42.0	42.6	39.3	18.4	19.5	19.7	19.6	20.6	19.8	59.6	61.0	57.4	58.9	51.3	84.8	62.0	54.0	67.0	61.0
พฤษภาคม	37.7	39.8	39.3	40.2	41.6	40.5	22.1	20.8	21.2	22.6	22.2	22.0	74.8	72.4	77.2	63.8	54.4	84.1	77.0	70.0	75.0	65.0
มิถุนายน	35.5	36.7	36.5	39.4	41.1	37.4	22.4	22.8	21.8	22.8	22.7	23.0	79.4	77.9	76.6	73.0	71.1	85.3	79.0	73.0	80.0	70.0
กรกฎาคม	35.4	35.6	35.5	37.7	37.2	37.5	22.5	22.5	22.7	23.6	22.2	23.4	79.1	78.3	73.3	70.9	77.7	84.5	78.0	79.0	77.0	79.0
สิงหาคม	35.2	34.8	37.6	36.6	35.7	37.0	22.5	21.9	22.2	22.7	22.3	22.4	81.7	80.6	77.4	82.0	79.1	86.2	83.0	84.0	83.0	83.0
กันยายน	35.2	35.5	34.6	34.9	34.7	34.6	21.7	21.7	21.8	22.8	21.4	21.8	81.9	83.7	83.7	81.3	82.3	93.8	82.0	83.0	86.0	ไม่มีข้อมูล
ตุลาคม	34.3	34.2	34.6	34.4	33.2	33.5	18.2	19.1	20.4	19.8	17.6	20.0	82.1	84.0	81.8	82.1	63.0	89.6	77.0	82.0	84.0	ไม่มีข้อมูล
พฤศจิกายน	32.0	33.5	34.2	32.6	32.1	33.8	13.7	14.8	14.5	13.7	11.8	14.3	11.8	77.5	76.1	76.2	75.4	92.0	74.0	81.0	82.0	ไม่มีข้อมูล
ธันวาคม	32.2	33.2	33.2	31.4	32.2	30.4	11.0	10.0	10.5	11.4	9.6	14.6	74.5	72.1	75.9	73.6	72.0	81.0	73.0	75.0	76.0	ไม่มีข้อมูล

ที่มา : สถานีตรวจอากาศลำปาง กรมอุตุนิยมวิทยา

ลักษณะชุมชน

มีลักษณะเกาะกลุ่มเป็นแถบยาวทั้งสองฝั่งแม่น้ำวัง โดยมีถนนสายหลักผ่านไปตามแนวเขตทิศตะวันออก – ตะวันตกของเทศบาลฯ และเชื่อมต่อสายหลักทั้งสองฝั่งแม่น้ำเข้าหากันเป็นระยะ โดยมีสะพานข้ามแม่น้ำ 5 สะพาน

ประชากรส่วนใหญ่มีลักษณะการกระจายตัวอยู่ในเขตเทศบาล โดยมีการเกาะกลุ่มของประชากรหนาแน่นอยู่ในบริเวณ 4 พื้นที่ได้แก่

1. บริเวณภายในคูเมืองฝั่งทิศใต้ ซึ่งเป็นย่านธุรกิจการค้าหลักของชุมชน
2. บริเวณย่านพานิชยกรรม และอยู่อาศัยหน้าสถานีรถไฟ
3. บริเวณย่านพักอาศัยฝั่งเหนือของแม่น้ำวัง (ภายในคูเมืองบริเวณถนนปงสนุก และถนนรัษฎาภิเษก)
4. บริเวณย่านพักอาศัย และย่านอุตสาหกรรมเซรามิค ตำบลชมพู ซึ่งเป็นเขตเทศบาลขยายใหม่เมื่อปี พ.ศ. 2534

ระบบคมนาคมขนส่ง

สภาพโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยมีแม่น้ำวังคั่นกลาง บริเวณพื้นที่ตอนบนมีความหนาแน่นน้อย การจราจรค่อนข้างเบาบาง ถนนสายหลักของพื้นที่ตอนบนได้แก่ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1039 เชื่อมต่อถนนจามเทวีไป อำเภอห้างฉัตร และทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1035 ซึ่งเชื่อมต่อถนนประตูม้า ไป อำเภอแจ้ห่ม ส่วนบริเวณพื้นที่ตอนล่างของแม่น้ำวัง มีกิจกรรมเกิดขึ้นมากกว่า จึงมีความหนาแน่นสูง และเป็นจุดศูนย์กลางเมือง โดยมีลักษณะขนานไปกับแม่น้ำวังและทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 ซึ่งมีเส้นทางคมนาคมหลักๆ คือ

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 เชื่อมต่อกับอำเภอเกาะคา และอำเภองาว
- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 11 เชื่อมต่อกับอำเภอห้างฉัตร
- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1037 เชื่อมต่อกับอำเภอแม่ทะ

ทางหลวงแผ่นดินสายต่างๆ ดังกล่าวมีลักษณะเป็นโครงข่ายอยู่บริเวณรอบนอกตัวเมือง เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการจราจร ในบริเวณชุมชนกลางเมือง

โครงข่ายถนนในชุมชนไม่เด่นชัดว่าเป็นระบบใด (Irregular Network) กล่าวคือในย่านถนนใจกลางเมืองมีถนนสายสำคัญ 3 สาย ได้แก่ ถนนทิพย์ช้าง ถนนบุญวาทย์ และถนนรอบเวียง โดยทั้ง 3 สาย ขนานกันไปในแนวเดียวกัน แล้วมาบรรจบกัน ณ บริเวณหอนาฬิกา โดยมีถนนสายย่อยเชื่อมทั้ง 3 สายเป็นระยะ มีลักษณะเป็นโครงข่ายแบบกริด (Grid Network) นอกจากถนนสามสายดังกล่าวแล้วยังมีถนนฉัตรไชย และถนนท่าคราวน้อยมาบรรจบกันในบริเวณหอ

นาฬิกา จึงเกิดเป็นห้าแยกหอนาฬิกา ปัจจุบันสามารถแยกได้ว่าถนนสายหลักคือ ถนนพหลโยธิน ถนนฉัตรไชย และถนนบุญวาทย์

ส่วนการเชื่อมต่อการคมนาคมระหว่างพื้นที่บริเวณตอนเหนือและตอนใต้ของแม่น้ำวัง ทำได้โดยอาศัยสะพาน 5 แห่งที่สำคัญ ได้แก่ สะพานบ้านดง สะพานพัฒนาภาคเหนือ สะพานรัษฎา สะพานเขลางค์ และสะพานช้างเผือก โดยแต่ละแห่งมีระยะห่างกันประมาณ 1 – 2 กิโลเมตร ซึ่งมีปัญหาการจราจรติดขัดบ้างในชั่วโมงเร่งด่วน

สาธารณูปโภค

ไฟฟ้า จากการสำรวจพบว่า ประชาชนในเขตเทศบาลนครลำปาง มีไฟฟ้าใช้ค่อนข้างทั่วถึงเกือบทุกพื้นที่ คิดเป็นผู้มีไฟฟ้าใช้ทั้งที่มีมิเตอร์เอง และต่อจากเพื่อนบ้าน มีถึงร้อยละ 98.05 และผู้ไม่มีไฟฟ้าใช้เพียงร้อยละ 1.95 ของครัวเรือนทั้งหมด

การประปา การประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดลำปาง ทำหน้าที่ผลิตน้ำประปาเพื่อให้บริการโดยมีแหล่งน้ำดิบขนาด 100,000 ลูกบาศก์เมตร ที่เขื่อนกิ่วลม และขนาด 300,000 ลูกบาศก์เมตร ที่ตำบลพระบาท สามารถผลิตน้ำได้วันละ 16,400 ลูกบาศก์เมตร จำหน่ายวันละ 15,000 ลูกบาศก์เมตร ให้บริการพอเพียงกับความต้องการของประชาชนในอนาคต การประปาส่วนภูมิภาค มีโครงการเพิ่มกำลังการผลิตน้ำประปาและขยายการให้บริการให้ถึงศูนย์ราชการจังหวัด โดยเพิ่มกำลังผลิตเป็น 48,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งโครงการดังกล่าวสามารถรองรับปริมาณการใช้น้ำของประชากรในเขตเมืองและชุมชนใกล้เคียงได้

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากการสำรวจการใช้ที่ดินในเขตเทศบาลนครลำปาง สามารถแยกการใช้ที่ดินได้ดังนี้

ประเภทที่อยู่อาศัย ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณถนนพระบาท และถนนศรีชุม มีหมู่บ้านขนาดใหญ่ รวมทั้งหมู่บ้านสุขสวัสดิ์ ซึ่งอยู่ริมถนนพหลโยธินสายใหม่ (ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1) ส่วนบริเวณอื่นๆ มีลักษณะที่อยู่อาศัยกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปรอบๆเมือง เช่น แถบหมู่บ้านบ้านดง แถบตำบลเวียงเหนือ สองฝั่งของถนนประตูม้าและถนนพระเจ้าทันใจ

ประเภทสถานที่ราชการ สถานที่ราชการประเภทโรงเรียนอยู่ในบริเวณถนนพหลโยธินตัดกับถนนศรีชุม บริเวณถนนจามเทวีและถนนฉัตรไชย สถานที่ราชการประเภทอื่นๆ เช่น เทศบาลนครลำปาง ตั้งอยู่บริเวณห้าแยกหอนาฬิกา โรงพยาบาล การประปาฯ และค่ายทหารอยู่ในบริเวณถนนพหลโยธินเก่า เป็นต้น

ประเภทที่ใช้ทางศาสนา กระจายอยู่ทั่วๆไป โดยเฉพาะบริเวณพหลโยธินตัดกับถนนศรีชุมจนถึงเรือนจำ นอกจากวัดในศาสนาพุทธแล้ว มีศาสนสถานของศาสนาอื่นอีกเล็กน้อย เช่น ศาสนาอิสลาม และศาสนาคริสต์

ประเภทเกษตรกรรม ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณชานเมือง เช่น ทางไปหนองกระทิง บ้านดง ออกไปทางถนนประตูม้า และบริเวณถนนพระบาท เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นแปลงเกษตรกรรมขนาดเล็ก

ประเภทพื้นที่เพื่อนันทนาการ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำวัง ในบริเวณเขื่อนยาง ส่วนที่เป็นสวนสาธารณะขนาดใหญ่ ได้แก่ สวนสาธารณะเขลางค์ อยู่ในบริเวณใกล้ๆ ห้าแยกหอนาฬิกา

ประเภทอุตสาหกรรม อยู่ในบริเวณรอบนอก ชุมชนเมืองเป็นส่วนมาก เช่น อุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง อยู่ในบริเวณทางไปเชียงใหม่และอุตสาหกรรมเซรามิคในเขตเทศบาลนครลำปาง อยู่ในบริเวณถนนประตูม้า ถนนนาก่วม ซึ่งกระจายตัวอยู่อย่างเบาบาง นอกจากนั้นยังมีโรงงานฟอกหนังอีกด้วย

ประเภทการคมนาคม สนามบินจังหวัดลำปางตั้งอยู่ในบริเวณตำบลพระบาท ห่างจากทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 ประมาณ 500 เมตร สถานีขนส่งตั้งอยู่ในทางเชื่อมระหว่างทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 และถนนพหลโยธินสายเก่าในบริเวณใกล้ห้างสรรพสินค้าบิ๊กซี สถานีรถไฟตั้งอยู่ริมถนนประสานไมตรีช่วงตัดกับถนนสุเรนทร์

4.1.3 การกำหนดเงื่อนไขของที่ตั้งในการออกแบบที่พักอาศัย

ดำเนินการเลือกบริเวณของพื้นที่เป้าหมาย โดยพิจารณาให้มีความหลากหลายในคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

1. **ขนาดพื้นที่ดิน** พิจารณาใน 2 กรณี ได้แก่

- พื้นที่ดินจำกัด คือมีพื้นที่ 30 - 160 ตารางวา หรือ 120 - 400 ตารางเมตร
- พื้นที่ดินไม่จำกัด คือมีพื้นที่ 400 ตารางเมตร ขึ้นไป

2. **การถือครองที่ดิน**

- ชั่วคราว คือ การเช่าที่ดิน , การเช่าซื้อที่ดิน
- ถาวร คือ การซื้อที่ดินเป็นกรรมสิทธิ์ถาวร

3. **การเข้าถึง** พิจารณาในรายละเอียดของขนาดทาง , คุณภาพของผิวทางตลอดจนความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน

4. **สาธารณูปโภค** พิจารณาเรื่องการเข้าถึงของการให้บริการไฟฟ้าและประปา

5. **การจัดการสิ่งแวดล้อม** พิจารณาในแง่ของการเป็นอุปสรรค หรือเอื้ออำนวยต่อการจัดการสิ่งแวดล้อม เช่น การเชื่อมต่อกับท่อระบายน้ำสาธารณะ , แนวทางที่เหมาะสมกับพื้นที่ในการจัดการน้ำเสีย
6. **ลักษณะทางธรรมชาติของพื้นที่** พิจารณาในรายละเอียดของระดับสูงต่ำของพื้นที่ซึ่งมีผลต่อทิศทางการระบายน้ำ ตลอดจนทิศทางลมและแสงแดด
7. **ลักษณะพิเศษของพื้นที่ใกล้เคียง** เช่น อยู่ใกล้แหล่งน้ำ หรือสวนสาธารณะ , โบราณสถาน , วัด , แหล่งชุมชน , ฯลฯ

จากการพิจารณาลักษณะพื้นที่ในเขตเทศบาลนครลำปาง พบว่าสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติที่สำคัญที่สุด คือ แม่น้ำวัง ดังนั้น การพิจารณากำหนดเงื่อนไขของพื้นที่เป้าหมาย จึงพิจารณาโดยคำนึงถึงพื้นที่ที่จะส่งผลกระทบต่อแม่น้ำวังเป็นประการสำคัญ ซึ่งจากหลักเกณฑ์ดังกล่าว เมื่อตรวจสอบกับพื้นที่ในเขตเทศบาลนครลำปางแล้ว สามารถกำหนดลักษณะของพื้นที่เป้าหมายที่จะทำการออกแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาข้อแตกต่างในคุณสมบัติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ ซึ่งสามารถสรุปเป็นลักษณะของที่ตั้งแบบต่างๆ ดังนี้

แบบ A ลักษณะของที่ตั้ง

1. เป็นที่ดินที่มีขนาดพื้นที่ประมาณ 160 - 400 ตารางเมตร ส่วนแคบที่สุดของที่ดินประมาณ 12 เมตร
2. มีกรรมสิทธิ์ถาวร บางส่วนเป็นที่ดินเช่าระยะยาว
3. เส้นทางในการเข้าถึงพื้นที่เป็นเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กกว้าง 6 - 10 เมตร คุณภาพการใช้งานอยู่ในระดับดี
4. ไฟฟ้าและประปาให้บริการอย่างทั่วถึง
5. มีท่อระบายน้ำสาธารณะผ่านทางถนนและมีระบบท่อรวบรวมและบำบัดน้ำเสียขนานกับถนนริมฝั่งแม่น้ำวังฝั่งทิศเหนือ
6. ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่บริเวณริมแม่น้ำวัง ระดับความสูงของพื้นที่ค่อยๆ ลดระดับลงเมื่อเข้าสู่บริเวณแม่น้ำ โดยพื้นที่บริเวณทิศเหนือของแม่น้ำวังมีระดับสูงกว่าทางทิศใต้ พื้นที่บริเวณนี้นอกจากจะได้รับลมประจำฤดูแล้ว ยังได้รับลมจากบริเวณแม่น้ำด้วย
7. มีพื้นที่คั่นระหว่างที่ดินและแม่น้ำวัง ซึ่งพื้นที่คั่นดังกล่าว นอกจากเป็นถนนและท่อรวบรวมและบำบัดน้ำเสียแล้ว ยังมีจุดประสงค์เพื่อใช้บางส่วนเป็นพื้นที่นันทนาการด้วย นอกจากนี้พื้นที่บริเวณนี้อยู่ในเขตชุมชน บริเวณข้างเคียงเป็นที่อยู่อาศัยแบบบ้านหลังเดี่ยว ซึ่งส่วนมากมีความสูงไม่เกิน 2 ชั้น

แบบ B ลักษณะของที่ตั้ง

1 พื้นที่ดินมีขนาดประมาณ 160 - 400 ตารางเมตร หน้ากว้างที่ดินที่แคบที่สุดประมาณ 12 เมตร

2 มีกรรมสิทธิ์ถาวร บางส่วนเป็นพื้นที่เช่าระยะยาว

3. ขนาดถนนที่สามารถเข้าถึงได้กว้างประมาณ 4 - 8 ม.ส่วนใหญ่เป็นถนนผิวแอสฟัลท์ติคคอนกรีต มีคุณภาพดีเหมาะสมกับการใช้งาน บางส่วนเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กและบางส่วนเป็นถนนลูกรัง

4. ไฟฟ้าและประปาให้บริการอย่างทั่วถึง

5. ส่วนที่เป็นถนนคอนกรีตและถนนแอสฟัลท์ติกคอนกรีตบางส่วนมีท่อระบายน้ำสาธารณะ แต่บางส่วนของถนนแอสฟัลท์ติกคอนกรีต ไม่มีท่อระบายน้ำ

6. มีลักษณะเป็นที่ราบส่วนใหญ่เป็นที่ธรรมชาติและมีระดับใกล้เคียงผิวถนน

7. อยู่ในบริเวณชุมชน ล้อมรอบด้วยที่พักอาศัยสูง 1 - 2 ชั้น อยู่ใกล้บริเวณแหล่งโบราณสถาน วัดวาอาราม และบริเวณพื้นที่สำหรับนันทนาการของชุมชน

แบบ C ลักษณะของที่ตั้ง

1. พื้นที่ดินที่มีขนาดประมาณ 400 ตารางเมตรขึ้นไป ส่วนแคบที่สุดของที่ดินมีขนาดประมาณ 10 เมตร

2. มีกรรมสิทธิ์ถาวร

3. เส้นทางในการเข้าถึงพื้นที่เป็นเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กกว้าง 6 - 10 เมตร คุณภาพการใช้งานอยู่ในระดับดี

4. ไฟฟ้าและประปาให้บริการอย่างทั่วถึง

5. มีท่อระบายน้ำสาธารณะอยู่ในบริเวณถนนและระบบท่อรวบรวมและบำบัดน้ำเสียขนานกับถนนริมแม่น้ำวัง ฝั่งทิศเหนือ บางช่วงยังไม่มีท่อระบายน้ำสาธารณะ

6. ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ริมแม่น้ำวัง ความสูงลดระดับลงมาจนถึงบริเวณแม่น้ำ โดยพื้นที่ฝั่งทิศเหนือมีความสูงมากกว่าฝั่งทิศใต้

7. มีพื้นที่ถนนและบางส่วนเป็นพื้นที่เพื่อการนันทนาการขนานอยู่ริมฝั่งแม่น้ำ พื้นที่ทั้งหมดอยู่ในเขตชุมชนล้อมรอบด้วยที่อยู่อาศัย แบบบ้านหลังเดี่ยว ส่วนมากมีความสูงไม่เกิน 2 ชั้น

แบบ D ลักษณะของที่ตั้ง

1. พื้นที่ดินมีขนาดประมาณ 400ตารางเมตร ขึ้นไป หน้ากว้างที่ดินมีขนาดประมาณ 20ม.
2. มีกรรมสิทธิ์ถาวร
3. เส้นทางในการเข้าถึงพื้นที่เป็นเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กกว้าง บางส่วนเป็นแอสฟัลท์ติคคอนกรีตกว้าง 6 - 10มตร คุณภาพการใช้งานอยู่ในระดับดี
4. ไฟฟ้าและประปาให้บริการอย่างทั่วถึง
5. มีท่อระบายน้ำสาธารณะต่อถึง ส่วนที่เป็นถนนลูกรังยังไม่มีท่อระบายน้ำสาธารณะ
6. ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบ ระดับความสูงที่ดินบางส่วนต่ำกว่าระดับความสูงถนน
7. อยู่ในบริเวณแหล่งชุมชน ล้อมรอบด้วยที่อยู่อาศัยแบบบ้านหลังเดี่ยวสูงประมาณ1- 2 ชั้น บางส่วนอยู่ใกล้แหล่งโบราณสถานและพื้นที่สำหรับนันทนาการของชุมชน

4.2 หลักการในการออกแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อม

4.2.1. **บ้านประหยัดพลังงาน** (สุนทร บุญญาธิการ,2536)

ความหมายของ "บ้านประหยัดพลังงาน" คือ **บ้านที่มีการใช้พลังงานน้อย (ในที่นี้หมายถึง Nonrenewable Energy) โดยที่ยังคงสามารถรักษาและควบคุมสภาวะน่าสบายตลอดจนคุณภาพชีวิตภายในบ้านไว้ได้เป็นอย่างดี** คำว่าบ้านประหยัดพลังงาน หมายถึงบ้านที่ไม่ใช้พลังงานเลย เช่น บ้านไทยในอดีต ซึ่งไม่มีทั้งระบบไฟฟ้า และเครื่องปรับอากาศ แต่เมื่อพิจารณาถึงเงื่อนไขในสภาพปัจจุบันแล้วคงไม่สามารถปฏิเสธการนำไฟฟ้า แสงสว่างและระบบปรับอากาศมาใช้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบปรับอากาศนั้นพบว่า เป็นสาเหตุหลักของการใช้พลังงานภายในบ้านเลยทีเดียว

หากไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากอดีตมากนัก แนวความคิดของการใช้ชีวิตอยู่กับธรรมชาติมีแนวโน้มความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะการออกแบบบ้านไทยโบราณที่มีการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างสมบูรณ์ ก็จะไม่ทำให้คุณภาพชีวิตเลวร้ายเกินไป ซึ่งเป็นแนวทางการสร้างสรรค์ "สถาปัตยกรรมพื้นถิ่นที่สมบูรณ์แบบ"

ข้อสรุปของมุมมองเกี่ยวกับความหมายของบ้านประหยัดพลังงาน

- สถาปัตยกรรมพื้นถิ่น เป็นคำตอบของการอยู่อาศัยได้ ถ้าสภาพแวดล้อมดี
- การยอมทนใช้ชีวิตที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน ไม่ใช่ทางออกที่ถูก
- สถาปัตยกรรมยุคใหม่ ต้องสอดคล้องกับยุคสมัยอย่างแท้จริง คือตอบสนองความต้องการของผู้อยู่อาศัย ด้วยคุณภาพชีวิตที่ดี โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ต่อไปเป็นเทคนิคและรายละเอียดของการออกแบบที่ทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน ในขณะที่มีคุณภาพชีวิตเพิ่มขึ้น และราคาค่าก่อสร้างที่ไม่แตกต่างจากบ้านทั่วไป

เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน (สุนทร บุญญาธิการ, 2536)

ในการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน มีข้อควรคำนึงประการหนึ่งซึ่งเป็นหัวใจสำคัญก็คือ ความพิถีพิถันในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆซึ่งได้พิสูจน์ตามหลักวิทยาศาสตร์แล้วว่ามีศักยภาพเหมาะสมที่จะนำมาใช้เพื่อการประหยัดพลังงาน ผสมผสานเข้าไปในการออกแบบรายละเอียดแต่ละส่วนของอาคาร โดยมีแนวคิดหลักที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบบ้านสำหรับการอยู่อาศัยยุคใหม่ เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของการประหยัดพลังงานสูงสุด เพื่อให้สามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจน ในที่นี้จะนำเสนอเทคนิคการออกแบบควบคู่ไปกับแบบบ้านประหยัดพลังงานที่ออกแบบโดย ดร. สุนทร บุญญาธิการ (ดูรูปประกอบในภาคผนวก ข) ดังนี้

1. **การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อการประหยัดพลังงาน**

การใช้ประโยชน์จากต้นไม้ใหญ่

ต้นไม้ทำให้สภาพแวดล้อมเย็น เมื่อสภาพแวดล้อมเย็นก็จะทำให้บ้านเย็น

ในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ต้นไม้ขนาดใหญ่เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยลดความรุนแรงของอุณหภูมิอากาศในเวลากลางวันได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะต้นไม้จะใช้พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์และสภาพแวดล้อมในการดำรงชีวิต โดยการเอาน้ำจากใต้ดินขึ้นมาแปลงสภาพให้เป็นไอน้ำผ่านออกทางปากใบ กระบวนการดังเคราะห์แสงดังกล่าว จะต้องใช้พลังงานความร้อนประมาณ 2.3 เมกะจูล (2,200 บีทียู) เพื่อให้น้ำ 1 ลิตร เปลี่ยนเป็นไอ ดังนั้นอาจประมาณการได้ว่าในช่วงเวลากลางวัน (12 ชั่วโมง) ถ้าหากต้นไม้ขนาดใหญ่ต้นหนึ่งสามารถดูดน้ำจากดินขึ้นมาแล้วแปลงสภาพให้เป็นไอ ในอัตราประมาณ 65 ลิตรต่อวัน ต้นไม้ต้นนั้นจะมีความสามารถในการลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อม เทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตัน หรือ ประมาณ 12.66 เมกะจูลต่อชั่วโมง (12,000 บีทียูต่อชั่วโมง)

ดังนั้นถ้าต้องการใช้ประโยชน์จากการมีต้นไม้ใหญ่อย่างเต็มที่ ควรสร้างสภาพแวดล้อมเบื้องบนอาคารให้ปกคลุมด้วยต้นไม้ใหญ่ เพราะนอกจากจะช่วยบังเงาให้แก่อาคารแล้ว ยังทำให้เกิดการระเหยของน้ำ โดยการแปลงสภาพรังสีจากดวงอาทิตย์ให้กลายเป็นไอน้ำก่อนที่จะผ่านลงมายังบ้าน การเลือกใช้ต้นไม้ประเภทต่าง ๆ อย่างเข้าใจ เช่น ใช้ต้นไม้สูงเพื่อกรองแสงแดด หรือสกัดกั้นแสงแดดจากด้านบน โดยมีพุ่มใบของต้นไม้เป็นตัวแปลงสภาพแวดล้อมให้เย็น จากการใช้รากดูดน้ำและคายน้ำที่ใบ ผลที่ได้ก็คือ ความแตกต่างระหว้างอุณหภูมิที่เหนือและใต้พุ่มใบโดยที่บริเวณด้านใต้พุ่มใบ จะมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าอุณหภูมิด้านบนเหนือพุ่มใบมาก

การใช้ต้นไม้ขนาดใหญ่และขนาดกลางปลูกบริเวณรอบ ๆ อาคาร นอกจากจะช่วยให้สภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้นั้น ๆ เย็นกว่าอากาศภายนอกทั่วไป เนื่องจากกระบวนการสังเคราะห์แสงแล้ว ใบของต้นไม้ยังช่วยกรองแสงแดดที่ส่องลงมายังผิวดินโดยตรง เป็นการป้องกันการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากแสงแดดโดยตรง และช่วยในการบังแสงแดดที่จะส่องเข้าสู่ช่องเปิดของตัวอาคารในบางมุมหรือบางเวลา

แนวทางการพิจารณาในการออกแบบ

อิทธิพลของต้นไม้ใหญ่อาจช่วยทำให้อุณหภูมิใต้ต้นไม้เย็นลงในช่วงกลางวันแต่ในเวลากลางคืน อุณหภูมิใต้ต้นไม้จะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศในบริเวณที่โล่งแจ้ง เพราะในที่โล่งแจ้งที่ร้อนกว่าใต้ต้นไม้ในเวลากลางวันนั้น เมื่อถึงเวลากลางคืนจะมีการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนกับท้องฟ้า (Longwave Radiation Heat Exchange) ได้ดีกว่าอากาศใต้ต้นไม้ ทำให้อุณหภูมิลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นในการเลือกใช้ต้นไม้ใหญ่จึงต้องคำนึงถึงความหนาของพุ่มใบ เพราะถ้าต้นไม้รอบ ๆ บริเวณอาคารมีพุ่มใบที่หนาทึบเกินไป จะทำให้อุณหภูมิใต้ต้นไม้ในเวลากลางคืนไม่เย็นลงเท่าที่ควร เพราะพุ่มใบที่หนาทึบสกัดกั้นการแลกเปลี่ยนความเย็นกับท้องฟ้า

การใช้ประโยชน์จากพืชคลุมดิน

การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมในระดับที่ต่ำลงมาจากพุ่มใบของต้นไม้ใหญ่ก็คือ การใช้พืชคลุมดินโดยเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการดูดซับเอาน้ำจากใต้ดินมาระเหย ทำให้ระดับผิวดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศมาก ในบางกรณีที่ผิวดินภายใต้พุ่มใบของพุ่มไม้ อาจมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปราะเปียก ซึ่งทำให้ดินบริเวณนั้นเย็น และความเย็นดังกล่าวก็จะถูกดูดซึมไปสู่ผิวดินจนสามารถทำให้ดินในบริเวณนั้นส่งผ่านความเย็นต่อเนื่องกันไปถึงพื้นที่ใต้อาคารได้

นอกจากนี้ยังพบว่า ในบริเวณสนามหญ้าก็มีอุณหภูมิเย็นกว่าอุณหภูมิของอากาศ ถึงแม้ว่าจะไม่เย็นมากเท่าอุณหภูมิภายใต้พืชคลุมดินก็ตาม (วิชัย อิทธิวิศวกุล, 2539) แต่เป็นการแสดงให้เห็นว่าการที่จะทำให้สภาพแวดล้อมเย็นได้นั้น จะต้องทำให้อุณหภูมิที่ผิวดินเย็นลงเสียก่อน เพราะนอกจากจะทำให้ลมที่พัดผ่านมาเย็นลงแล้ว ยังทำให้เกิดผิวของสภาพแวดล้อมที่เย็นเป็นผลให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกเย็นสบาย เนื่องจากมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อมที่เย็นกว่าอีกด้วย เทคนิคนี้เป็นเอกลักษณ์ของสถาปัตยกรรมไทยในการสร้างสภาวะแวดล้อมบริเวณใต้ถุนบ้านให้เย็นสบาย

การปลูกหญ้าหรือพืชคลุมดิน เป็นเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้กับดิน ในขณะเดียวกันก็เป็นการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดิน ซึ่งจะมีผลทางด้านการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนสู่ผิวดินที่เย็นกว่า เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ นอกเหนือจากนั้นยังเป็นการเสริมสร้างบรรยากาศที่

ร่มรื่นต่อสายตาและป้องกันการสะท้อนของแสง ที่อาจทำให้เกิดความจ้า (Glare) ของสายตาและป้องกันฝุ่นที่เกิดจากดินที่แห้งได้อีกด้วย

แนวทางการพิจารณาในการออกแบบ

จากการศึกษาพบว่า (สุนทร บุญญาธิการ และ บัณฑิต เอื้ออาภรณ์, 2539) อุณหภูมิกระเปาะเปียก จะต่ำกว่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-bulb Temperature) โดยในช่วงที่มีอากาศร้อนจัด อุณหภูมิผิวหญ้าเปียกจะต่ำกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก เพราะพื้นดินที่เย็นมีการกักเก็บความเย็นไว้ได้มากกว่า อุณหภูมิจึงไม่แปรตามสภาพอากาศภายนอก

การใช้ประโยชน์จากวัสดุปูดิน

นอกจากการใช้ประโยชน์จากพืชคลุมดินแล้ว การเลือกใช้วัสดุปูผิวดินที่เหมาะสมก็จะช่วยให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้ โดยการเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนต่ำและมีค่าการกระจายความร้อนสูง หรือเป็นวัสดุที่สามารถนำน้ำจากใต้ดินมาระเหยเป็นไอน้ำได้ดี และควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่มีสีเข้มและมีค่าการดูดความร้อนสูง เช่น ผิวยางมะตอย (อัสฟัลท์ติกคอนกรีต) โดยเฉพาะในที่ที่มีลมพัดผ่าน เพราะจะทำให้เกิดการดูดซับความร้อนไว้มาก

แนวทางการพิจารณาในการออกแบบ

จากการศึกษา (สุนทร บุญญาธิการ และบัณฑิต เอื้ออาภรณ์, 2539) พบว่า วัสดุที่มีมวลสารมากจะกักเก็บความร้อนไว้ได้มาก เมื่อโดนแดดก็จะดูดซับความร้อนไว้ได้มาก ทำให้สภาพแวดล้อมในบริเวณนั้นร้อนขึ้นทั้งกลางวันและกลางคืน การเลือกใช้ผิวหญ้าใต้ต้นไม้ เพื่อให้ร่มเงาจึงจะเป็นการช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็นกว่า

การใช้ประโยชน์จากลม

การใช้ประโยชน์จากลมให้ได้มากที่สุดนั้น ต้องทำให้ลมร้อนจากสภาพแวดล้อม พัดผ่านบริเวณที่เย็นก่อนที่จะพัดเข้าสู่ตัวบ้าน เช่น ใต้ร่มไม้ หรือใกล้ระดับผิวดิน ซึ่งจะทำให้ภายในบ้านได้รับอากาศที่มีอุณหภูมิเย็นลงจากสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามกระบวนการดังกล่าวถึงแม้จะทำให้ได้อากาศที่เย็นลง แต่ก็เป็นอากาศที่มีความชื้นสูงมาก ถ้ามีการนำเอาอากาศดังกล่าวเข้ามาในอาคารที่มีการปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศ ก็จะเกิดผลเสียมากกว่าผลดี เนื่องจากปริมาณความชื้นในอากาศนั้นสูงเกินไป จากการศึกษาพบว่า การนำเอาอากาศร้อนและแห้งเข้ามาในระบบปรับอากาศจะสามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่า

ในการออกแบบอาคารที่มีระบบปรับอากาศพบว่า ถ้าปิดประตูหน้าต่างทั้งหมด โดยปล่อยให้กระแสลมภายนอกที่เย็นและชื้น พัดผ่านเฉพาะรอบอาคารภายนอก กลับจะเป็นผลดีมากกว่าการปล่อยให้อากาศดังกล่าวผ่านเข้ามาภายในอาคาร แต่ต้องมีการป้องกันการรั่วซึมของอากาศเป็นอย่างดี การนำเอาอากาศเข้ามาภายในอาคารที่ปรับอากาศนั้น ถ้าเป็นช่วงเวลาที่

สภาวะอากาศภายนอกมีความร้อนและความชื้นสูง พบว่า ทำให้ต้องใช้พลังงานในการลดความร้อนและความชื้นมาก ถ้าต้องการระบายอากาศด้วยระบบธรรมชาติสำหรับอาคารที่ได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องแล้วนั้น ช่วงเวลาที่สามารถนำระบบธรรมชาติมาใช้ได้เป็นช่วงเวลาหัวค่ำจนถึงเช้าตรู่เท่านั้น เพราะเป็นช่วงที่อากาศภายนอกมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้สร้างสภาวะน่าสบายมากที่สุด ดังนั้นถ้าสามารถออกแบบบ้านที่ดี และมีอุณหภูมิภายในต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกได้ จึงเป็นสิ่งที่ควรกระทำเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะช่วยลดความรุนแรงของสภาพอากาศและทำให้ไม่จำเป็นต้องเปิดประตูหน้าต่างให้อากาศภายนอกผ่านเข้ามาภายในอาคารอีกต่อไป

การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ

การระเหยของน้ำทำให้อากาศเย็นลงแต่ชื้นกว่าเดิมต้องหาทางลดการสะสมความชื้น โดยจัดให้มีการระบายอากาศที่ดี

แหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีความลึกตั้งแต่ 1.50 เมตรขึ้นไป สามารถใช้เป็นแหล่งสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อมได้ แต่มีข้อควรระวังในเรื่องของความชื้นที่มากับลม พบว่าเมื่อลมพัดผ่านผิวน้ำในระยะทางที่ยาวเพียงพอที่อุณภูมิอากาศค่อย ๆ เย็นลงไป พร้อมกับความชื้นที่เพิ่มขึ้น เช่น อากาศที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพัดผ่านพื้นน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 28 องศาเซลเซียส ทำให้อุณหภูมิของอากาศต่ำลงได้ถึง 3 องศาเซลเซียส (สุนทร บุญญาธิการ และบัณฑิต เอื้ออาภรณ์, 2539) ในขณะที่มีความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นจาก 50 เปอร์เซ็นต์ เป็น 58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในเชิงปฏิบัติ ถ้านำเอาอากาศดังกล่าวมาใช้ในอาคาร จะไม่เป็นการช่วยลดการใช้พลังงาน เนื่องจากอากาศนั้นมีความชื้นมากกว่าเดิม แต่หากมีลมพัดหรืออากาศถ่ายเทสะดวก ความชื้นก็จะไม่สะสมมากนัก แต่จะเป็นการสร้างความร่มเย็นให้กับสภาพแวดล้อมและช่วยลดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายนอกและภายในอาคาร

การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำเพื่อลดอุณหภูมิอากาศภายนอก ก่อนที่จะพัดเข้าสู่ตัวอาคาร จากรูป เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เกิดจากอิทธิพลของการระเหยของน้ำ ซึ่งทำให้อุณหภูมิลดลง แต่ในขณะเดียวกัน ความชื้นสัมพัทธ์ก็มีค่าสูงขึ้นด้วย

2. การเลือกรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อประยุกต์เอาปัจจัยธรรมชาติมาใช้ให้ได้มากที่สุด

รูปทรงของอาคารและอิทธิพลของลม

รูปทรงของบ้านได้รับการออกแบบเพื่อให้กระแสลมสามารถไหลผ่านได้ทั่วถึง โดยเฉพาะเมื่อมีตัวบ้านตั้งขวางทิศทางของลมที่พัด ทำให้กระแสลมปะทะตัวบ้านและพัดผ่านผิวอาคารได้ทั่วทั้งด้านหน้า ด้านข้างรวมทั้งด้านบนของบ้านด้วย ด้านหลังบ้านมีความกดอากาศสูง (Positive Pressure) ส่วนด้านที่ไม่มีการปะทะของลมโดยตรง จะเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ (Negative Pressure) เนื่องจากธรรมชาติของลมจะเคลื่อนที่จากความกดอากาศสูงไปยังความกดอากาศต่ำ ดังนั้นการเจาะช่องหน้าต่างของบ้านหลังนี้ จึงเจาะช่องบริเวณด้านหน้าใช้เป็นที่สำหรับรับลมเข้าสู่ตัวบ้านและเจาะช่องเปิดด้านหลังบ้านสำหรับลมออก การออกแบบรูปทรงของบ้านกำหนดให้ด้านหลังเป็นด้านที่มีความกดอากาศต่ำกว่า ดังนั้นไม่ว่าลมจะกระทำในทิศทางใดกระแสของลมจะถูกบังคับให้ไหลผ่านตัวบ้านจากอิทธิพลของความกดอากาศที่แตกต่างกัน

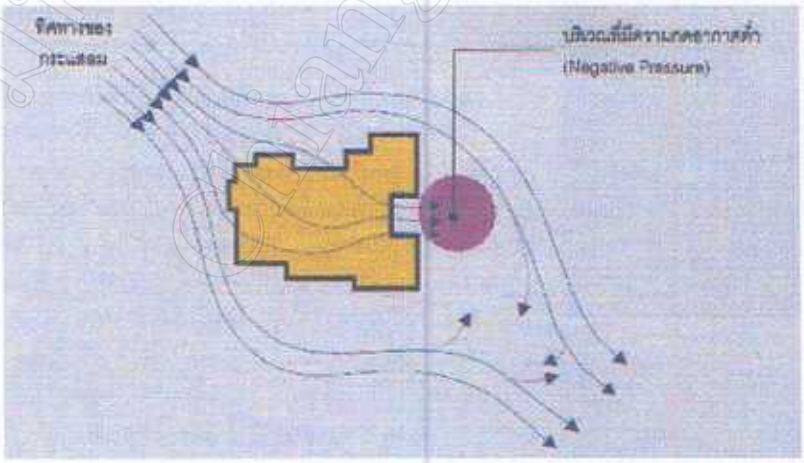
การออกแบบพื้นที่ใช้สอยภายในบ้านมีลักษณะเป็นพื้นที่ต่อเนื่อง ซึ่งมีพื้นที่ส่วนกลางของบ้านที่เชื่อมต่อถึงกันได้หมด โดยทำเป็นโถงเปิดกลางบ้าน ทำให้มีพื้นที่เปิดโล่งตลอดตั้งแต่ชั้น 1 ถึงชั้น 3 การออกแบบลักษณะนี้เป็นข้อได้เปรียบในการระบายอากาศในกรณีที่ใช้การระบายอากาศโดยกระแสลมธรรมชาติเนื่องจากลมสามารถพัดผ่านส่วนต่าง ๆ ของบ้านได้สะดวกทั่วถึงทุกส่วนของบ้าน และทำให้สามารถกำหนดช่องเปิด หรือหน้าต่างของบ้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลมที่พัดผ่านจากการเจาะช่องหน้าต่างด้านความกดอากาศสูง จะสามารถพัดผ่านเข้าสู่ตัวบ้าน และระบายออกสู่ด้านความกดอากาศต่ำ โดยผ่านส่วนกลางของบ้านได้ทุก ๆ ชั้น ห้องนอนทุกห้องสามารถเลือกที่รับลมได้ เนื่องจากช่องเปิดของห้องนอนอยู่ในจุดที่มีความกดอากาศสูง การจัดวางห้องน้ำของบ้านจะอยู่ในจุดที่มีความกดอากาศต่ำทั้งหมด ทำให้ลมไม่สามารถพัดพาเอากลิ่นของห้องน้ำเข้าสู่ตัวบ้านได้ รวมถึงห้องครัวด้วยเช่นเดียวกัน เทคนิคในการนำลมเข้าสู่บ้านโดยใช้การเจาะช่องเปิดด้านความกดอากาศสูงและช่องเปิดในด้านความกดอากาศต่ำในบริเวณชั้นที่ 1 2 และ 3 ที่มีความกดอากาศต่างกัน ทำให้ลมพัดผ่านจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งได้โดยตลอด และเนื่องจากตัวบ้านมีลักษณะเป็นพื้นที่ต่อเนื่อง ทำให้สามารถดึงลมเข้าจากชั้นที่ 1 และพัดผ่านออกสู่หน้าต่างในชั้นเดียวกันได้ หรือถ้าปิดหน้าต่างในชั้นที่ 1 โดยเปิดหน้าต่างในชั้นที่ 2 หรือ 3 แทน ลมก็สามารถพัดผ่านเข้าและออกข้ามชั้นถึงกันได้ โดยผ่านส่วนที่เป็นพื้นที่เปิดโล่งกลางบ้านนั่นเอง สำหรับการระบายอากาศของส่วนหลังคาได้ออกแบบให้บริเวณใต้ชายคาด้านความกดอากาศสูง มีการเจาะช่องระบายอากาศเพื่อให้ลมเข้าไประบายอากาศให้แก่หลังคาอีกด้วย

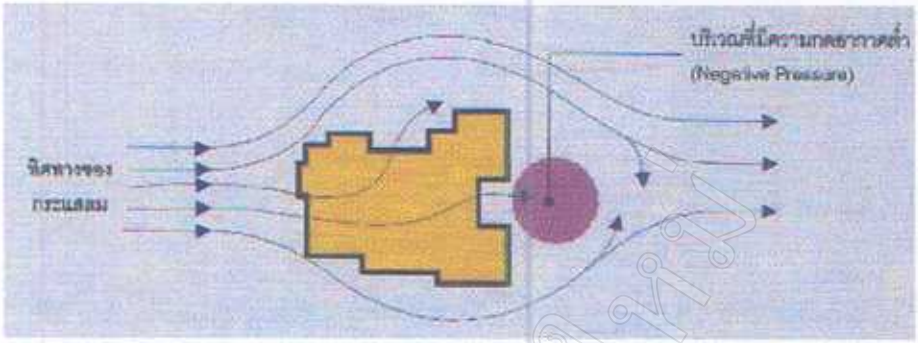
การทำให้เกิดกระแสลมโดยอาศัยผลของความแตกต่างของอุณหภูมิ

นอกจากวิธีการนำลมเข้าสู่อาคาร โดยการเปิดช่องหน้าต่างทางด้านความกดอากาศสูง และเปิดช่องทางให้ลมออกทางด้านความกดอากาศต่ำแล้ว ยังมีเทคนิคในการทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลม โดยอาศัยผลของความแตกต่างของอุณหภูมิ (Stack Effect) แนวความคิดที่นำมาประยุกต์ใช้คือ การทำให้หลังคาซึ่งเป็นส่วนที่สูงที่สุดของบ้านเกิดความร้อนมาก ๆ อากาศบริเวณใต้หลังคาเมื่อร้อนก็จะขยายตัวและลอยสูงขึ้น เมื่อลอยตัวถึงส่วนที่สูงสุดก็จะถูกดูดออกไปโดยพัดลมดูดอากาศที่ติดตั้งไว้ ทำให้อากาศที่เย็นและมีมวลมากกว่าเข้ามาแทนที่ เกิดเป็นการเคลื่อนที่ของอากาศที่ต่อเนื่องขึ้นจากชั้นล่างถึงหลังคาในลักษณะการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

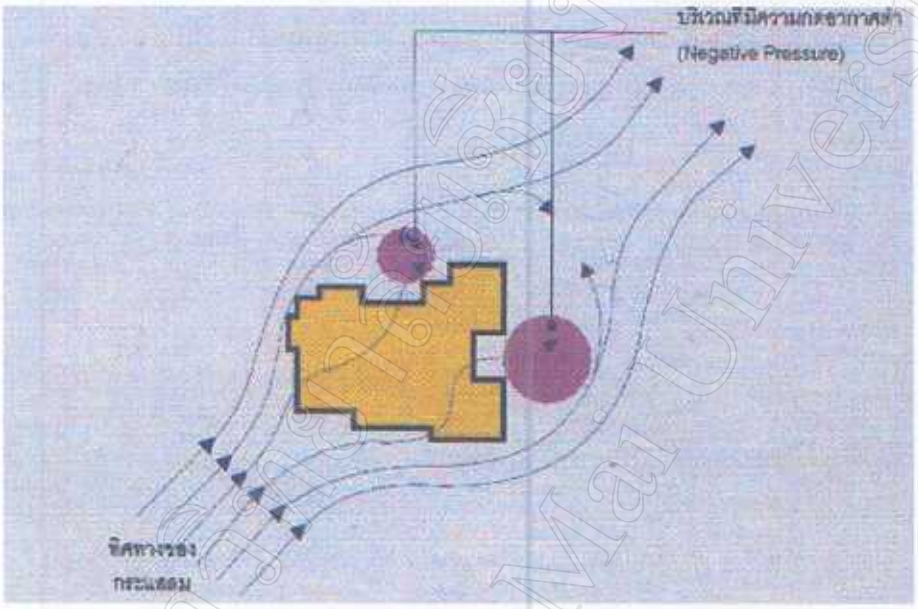
วิธีทำให้หลังคาร้อน ทำได้โดยการออกแบบหลังคาเป็นทรงปั้นหยาที่มีพื้นที่หลังคาขนาดใหญ่ รับแดดที่เป็นรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้อย่างเต็มที่ วัสดุมุงหลังคาเป็นแผ่นชิงเกิลสีเข้ม ทึบเป็นแผ่นบาง ๆ ซึ่งเป็นส่วนผสมของแอสฟัลล์ไฟเบอร์กลาสและเคลือบผิวหน้าด้วยกรวดหรือทราย มีน้ำหนักเบาและภายในโครงสร้างหลังคาไม่มีฉนวนกันความร้อน ทำให้หลังคาดูดซับความร้อนไว้อย่างเต็มที่ตลอดทั้งวัน แต่จำเป็นต้องมีการป้องกันความร้อนจากหลังคาไม่ให้แผ่เข้าสู่ตัวอาคารมากเกินไป โดยการใช้วัสดุที่มีลักษณะคล้ายโฟมเป็นฝ้าเพดานยึดติดเป็นด้านเดียวกับระนาบหลังคา ซึ่งเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีในการป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากหลังคาสู่ภายในบ้าน ส่งผลให้ภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศไม่เพิ่มขึ้นจากความร้อนที่เข้าสู่ตัวบ้าน และการที่มีพัดลมดูดอากาศร้อนออกไปนั้น ยังเป็นการช่วยดูดฝุ่นละอองที่ปนเปื้อนในอากาศออกไปด้วย ซึ่งเป็นผลดีต่อการลดมลภาวะที่จะสะสมภายในบ้าน



กระแสลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้



กระแสลมจากทิศใต้



กระแสลมจากทิศตะวันออกเฉียงใต้

การออกแบบรูปทรงอาคารที่คำนึงถึงการเกิดบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำด้านหลังบ้านทำให้เกิดกระแสลมที่พัดผ่านจากทุกทิศทางถูกบังคับให้ผ่านเข้าไปในตัวบ้าน เนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ

รูปทรงของหลังคา

การออกแบบรูปทรงของหลังคาบ้าน คำนึงถึงความสามารถที่เอื้ออำนวยต่อการระบายอากาศได้โดยสะดวก โดยใช้หลังคาที่มีความชันมากกว่า 30 องศา เพื่อให้เกิดความกดอากาศต่ำที่มีแรงมากเพียงพอ จะช่วยดึงให้กระแสลมพัดผ่านตลอดทั่วทั้งอาคาร ทำให้สามารถใช้การระบายอากาศแบบธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพในกรณีที่มีความต้องการ แต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้ก็ต่อเมื่อสภาพอากาศภายนอกเอื้ออำนวยเท่านั้น จากการศึกษาพบว่าอยู่ที่ช่วงเวลาประมาณ 2 ทุ่มถึง 6 โมงเช้า การยื่นของหลังคาในแต่ละด้านจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์แต่ละส่วนของหลังคา โดยทั่วไปหลังคาจะมีชายคายื่นออกมาให้สามารถกันแดดได้ตั้งแต่เวลา 8 โมงเช้าจนถึง 4 โมงเย็น และบางส่วนจะยื่นออกไปคลุมพื้นที่ใช้งานส่วนที่เป็นระเบียงด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การกันแดด

แสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์สำหรับประเทศไทยไม่มีความเหมาะสมด้วยประการทั้งปวงในการนำมาใช้ในอาคาร จึงต้องหาทางสกัดกั้นแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ยกเว้นตอนเช้ามาก ๆ และเย็นมาก ๆ หรือในภาคเหนือของประเทศไทยซึ่ง แสงจากดวงอาทิตย์อาจมีความจำเป็นมาก

ปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานอีกประการหนึ่ง คือ การกันแดดให้กับตัวอาคาร เพราะผนังทั่วไป เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้วที่ไม่โดนแดดโดยตรง มีปริมาณความร้อนเข้าผ่านสู่ตัวอาคารถึงประมาณ 95-158 วัตต์ต่อตารางเมตร (30-50 บีทียูต่อตารางฟุตต่อชั่วโมง) ถ้าเป็นผนังกระจกใสด้านทิศใต้ที่โดนแดด (ในที่นี้ประมาณการจากข้อมูลของเดือนธันวาคม เวลา 10.00-11.00) จะมีความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารเพิ่มสูงขึ้นอีก 6-7 เท่าหรือมากกว่า 631 วัตต์ต่อตารางเมตร หรือประมาณ 200 บีทียูต่อตารางฟุตต่อชั่วโมง (ASHRAE Handbook of Fundamental, 1997) ดังนั้นการป้องกันไม่ให้ผนังหรือกระจกโดนแดดจึงเป็นสิ่งสำคัญ แต่ต้องคำนึงถึงปริมาณแสงธรรมชาติที่จะเข้าสู่ภายในอาคารได้อย่างพอเหมาะ

ประโยชน์ของการออกแบบให้อาคารสามารถกันแดดอีกประการหนึ่ง ใช้ในกรณีที่ต้องการออกแบบอาคารที่มีผนังเป็นสีเข้ม เพราะถ้าผนังนั้นไม่โดนแดดก็จะช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ หรือถ้าไม่สามารถกันแดดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ก็ต้องเลือกผนังที่มีค่าความเป็นฉนวนมาก ๆ เพราะถ้าผนังมีค่าความเป็นฉนวนมาก ๆ แล้ว อิทธิพลของสีผิวผนังไม่ว่าจะอ่อนหรือเข้ม จะไม่มีผลต่อความร้อนเข้าสู่อาคารมากนัก

การกันแดดในการออกแบบ ต้องคำนึงถึงผลจากรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทำต่ออาคารมุมต่างๆ เป็นสำคัญ (ตรึงใจ บูรณสมภพ, 2521) เนื่องจากความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารโดยการแผ่รังสีความร้อนมีผลกระทบโดยตรงต่อผู้ใช้อาคาร ดังนั้นในการออกแบบบ้านหลังนี้ จะคำนึงถึงทิศทางของรังสีจากดวงอาทิตย์ ที่จะเข้ามาในอาคารด้านทิศใต้และทิศตะวันตก ซึ่งมีทิศทางและมุมของแดดที่ลาดเอียงต่ำกว่าด้านอื่น ๆ ทำให้แดดเข้ามาสู่ภายในบ้านได้ลึก การกันแดดด้านทิศใต้ใช้ระเบียงที่ชั้น 2 ซึ่งยื่นโครงสร้างออกจากตัวบ้านยาวถึง 4.20 เมตรเป็นส่วนบังแดด ในด้านทิศตะวันตกใช้โรงรถทำหน้าที่เป็นส่วนที่กั้น (Buffer Zone) ไม่ให้ผนังโดนแดด และออกแบบช่องเปิด ให้มีแผ่นทึบเป็นแผ่นปิดกั้น ในกรณีที่ต้องการกันแดด 100 เปอร์เซ็นต์ ตลอดจนหลีกเลี่ยงการเจาะช่องเปิดที่ผนังด้านทิศตะวันตกให้มีน้อยที่สุด เพื่อลดความรุนแรงจากการนำแสงอาทิตย์เข้าสู่อาคารโดยตรง นอกจากนี้ยังมีการออกแบบแผงกันแดด ที่นอกจากจะสามารถกันแดดได้แล้ว ยังยอมให้มีการระบายอากาศผ่านขึ้นไปเบื้องบนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

สัดส่วนของพื้นที่อาคาร

ในการออกแบบคำนึงถึงสัดส่วนระหว่างพื้นที่ภายนอกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร โดยออกแบบให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (Minimize Surface Area) เพื่อลดปริมาณความร้อน (Heat Gain) เข้าสู่ภายในอาคารที่เกิดจากผนังและหลังคา และออกแบบให้อาคารมีพื้นที่ชั้นล่างสัมผัสดินให้มากที่สุด (Maximize Surface Contract to Ground) โดยการทำเนินดินให้สูงขึ้น เพื่อประโยชน์ในการนำความเย็นจากดินมาใช้

การใช้ประโยชน์จากระเบียงขนาดใหญ่

ระเบียงสำหรับบ้านหลังนี้ มีจุดประสงค์และหน้าที่หลายประการ ได้แก่

- เพื่อประโยชน์ในการสร้างความเย็นให้แก่อาคารในเวลากลางคืน
- ช่วยลดแรงดันอากาศที่จะเข้าสู่อาคารในด้านหน้าของตัวบ้าน
- เพื่อดักฝุ่นไม่ให้เข้าไปในบ้าน โดยการทำผนังกันตกแบบทึบ ทำให้เมื่อมีลมพัดเข้ามาปะทะตัวอาคาร แรงลมที่พัดข้ามตัวระเบียงจะไม่สามารถนำฝุ่นเข้าสู่ตัวบ้านได้อย่างเต็มที่เนื่องจากเกิดแรงลมย้อนกลับ และมีระยะของระเบียงที่ยาวพอที่จะทำให้ฝุ่นตกกองอยู่บริเวณระเบียง
- เนื่องจากข้อจำกัดของที่ดินที่ค่อนข้างแคบ ทำให้ต้องใช้พื้นที่ที่มีอยู่ทั้งหมดให้เป็นประโยชน์ และจากความต้องการที่จะมีสนามสำหรับเดินเล่น หรือทำกิจกรรมกลางแจ้ง จึงออกแบบให้บ้านมีสนามที่เป็นระเบียงขนาดใหญ่ที่ระดับพื้นชั้น 2 ของบ้านทดแทนสนาม โดยระเบียงดังกล่าวยังทำหน้าที่บังแดดให้กับชั้นล่างอีกด้วย

3. การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

วิธีการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้อย่างถูกต้องคือ การผสมผสานระหว่างการใช้ระบบธรรมชาติและระบบเครื่องกลให้ทำงานร่วมกัน ต่อเมื่อระบบธรรมชาติไม่สามารถสร้างสภาวะน่าสบายให้แก่ผู้ใช้อาคารได้ ก็จะนำระบบเครื่องกลมาช่วย ในส่วนนี้จะให้ความสำคัญกับการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยระบบธรรมชาติ เทคโนโลยีที่อาศัยระบบธรรมชาติซึ่งนำมาใช้ในบ้านนี้ ได้แก่

คุณภาพอากาศภายในบ้าน

คุณภาพอากาศภายในบ้านเน้นให้มีความชื้นต่ำ ประกอบกับวัสดุที่ใช้ภายในบ้านทุกชนิดถูกเลือกสรรเฉพาะที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และมีคุณสมบัติคุณสมบัติการดูดซับความชื้นน้อยมาก เพื่อให้สามารถควบคุมการปรับอากาศภายในที่ระดับความชื้นสำพัทธ์ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ได้ตลอดเวลา ซึ่งทำให้ช่วยลดโอกาสในการเกิดแบคทีเรียหรือเชื้อราต่างๆ และไม่เกิดความรู้สึกอับชื้น บรรยากาศภายในบ้านจึงแห้งและสะอาดอยู่ตลอดเวลาโดยที่อัตราการรั่วซึมของ

อากาศโดยเฉลี่ยของบ้านเมื่อปิดช่องเปิดทั้งหมดมีค่าประมาณ 25 ลิตรต่อวินาทีต่อคน (53 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อคน)ซึ่งนับว่ามากเกินพอสำหรับการถ่ายเทอากาศในการหายใจปรกติ (ในการคำนวณใช้เงื่อนไขเมื่อมีผู้อยู่อาศัย 8 คน)ส่วนที่มีกลิ่นจากการปรุงอาหารจะถูกจัดให้อยู่ในพื้นที่ส่วนที่กลิ่นและความสกปรกต่างๆ ไม่สามารถย้อนกลับเข้ามาในบ้านได้ เนื่องจากวางไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสมคือทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ลมเกือบทุกฤดูกาลสามารถพัดเอากลิ่นต่างๆ ออกจากตัวบ้านได้

การใช้แสงภายในบ้าน

แสงสะท้อนจากท้องฟ้า เป็นแสงที่มีคุณภาพสูงและสม่ำเสมอ การออกแบบแสงธรรมชาติควรเน้นการนำแสงธรรมชาติจากท้องฟ้ามาใช้

แนวความคิดที่สำคัญเพื่อการประหยัดพลังงานในด้านแสงสว่าง การพยายามลดการใช้พลังงานสำหรับแสงประดิษฐ์หรือหลอดไฟต่าง ๆ ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ และใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติที่มีคุณภาพดีกว่าในเวลากลางวัน เป็นแนวคิดในการอิงกับธรรมชาติให้มากที่สุดในเวลากลางวันโดยไม่ต้องใช้แสงไฟ แนวความคิดนี้ทำได้โดยควบคุมความสม่ำเสมอของแสงสะท้อนจากท้องฟ้าและสภาพแวดล้อมข้างเคียง (Indirect Light) ซึ่งในการออกแบบพยายามให้มีแสงเข้าสู่ตัวอาคารได้มากที่สุด โดยปราศจากแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรง (Direct Sun) ยกเว้นเฉพาะในช่วงเช้ามาก ๆ และเย็นมาก ๆ (เช่น ก่อนเวลา 8.00 น. และหลัง 16.00 น.)

ทัศนวิสัยและมุมมอง

บรรยากาศภายในบ้านเน้นความสามารถในการรับรู้ความเปลี่ยนแปลงของสภาพบรรยากาศภายนอกบ้านได้ โดยผู้อยู่อาศัยสามารถมองเห็นสภาพแวดล้อมภายนอกได้จากทุกทิศทางภายในบ้าน และเป็นการพิสูจน์ให้เห็นว่า บ้านประหยัดพลังงานไม่จำเป็นต้องมีลักษณะทึบตันหรือมีพื้นที่กระจกน้อยอย่างที่หลายคนเข้าใจ แต่บ้านหลังนี้กลับสามารถมีพื้นที่ส่วนที่เป็นกระจกจำนวนมากได้ เพื่อเปิดมุมมองจากภายในได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้แล้วในการเจาะช่องเปิดยังคำนึงถึงการสะท้อนของแสงจากช่องเปิดด้านข้าง เพื่อช่วยทำให้ผนังภายในมีความสว่างมากขึ้น เป็นการช่วยลดความแตกต่างของความจ้าระหว่างพื้นที่ผนังทึบและผนังโปร่งแสง

การออกแบบและควบคุมระบบปรับอากาศ

ในการปรับอากาศการยอมให้อากาศข้างนอกรั่วซึมเข้ามาในอาคารจะเป็นวิธีใดก็ตาม เป็นสิ่งที่สูญเสียพลังงานในการปรับอากาศจำนวนมหาศาล

ในการออกแบบระบบปรับอากาศของบ้านต้องคำนึงถึงการใช้งานในพื้นที่ส่วนต่าง ๆ โดยละเอียด บ้านพักอาศัยจะมีพื้นที่ที่มีกิจกรรมสูงไม่มากนัก เช่น ในส่วนรับแขก ส่วนทานอาหาร จึง

ควรมีการปรับให้มีอัตราความเร็วลมสูง แต่ถ้าเป็นส่วนอื่น ๆ ที่มีกิจกรรมต่ำ เช่น ห้องนอน ส่วนพักผ่อน ซึ่งผู้อยู่อาศัยจะแต่งตัวด้วยเสื้อผ้าค่อนข้างเบาบางหรือมีค่า (Clo-Value) น้อย ดังนั้นอุณหภูมิภายในอาคารจึงควรสูงกว่าปกติเล็กน้อย เพื่อความสบายและคุณภาพชีวิตที่ดี โดยเฉพาะห้องนอนต้องให้มีการไหลเวียนของอากาศค่อนข้างต่ำ และมีอุณหภูมิไม่เย็นมาก การควบคุมระบบปรับอากาศในบ้านหลังนี้ เน้นให้มีระดับเอนทัลปีสูงสุด โดยยังคงสภาพของสภาวะน่าสบายภายในบ้านได้ ซึ่งหมายถึงจะทำให้สามารถใช้ระบบปรับอากาศภายในบ้านโดยใช้พลังงานน้อยที่สุด แต่สภาวะภายในบ้านยังคงอยู่ในเขตสบาย

ระบบปรับอากาศของบ้านหลังนี้ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 1.5 ตัน จำนวน 2 ตัว โดยเดินท่อรวมอยู่ในท่อ (Air Duct) เดียวกัน แล้วเพิ่มปริมาณลมด้วยพัดลมเสริมแยกจ่ายออกเป็นท่อหลัก 3 ท่อ ซึ่งควบคุมด้วยระบบ วีเอวี (Variable Air Volume) การควบคุมดังกล่าว ทำให้ระบบปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างอิสระในแต่ละชั้น ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้ระบบปรับอากาศจากเครื่องปรับอากาศ พัดลมตัวเดียวกันนี้ ก็จะดึงความเย็นจากท่อใต้ดินมาจ่ายภายในบ้านได้อย่างอิสระ เช่นเดียวกันการบำรุงรักษาระบบสามารถทำได้จากภายนอกบ้านทั้งหมด เนื่องจากการวางตำแหน่งของเครื่องเป่าลมเย็น และท่อจ่ายลมเย็น (Supply Air) อยู่ตำแหน่งเหนือที่จอดรถนอกบ้าน ทำให้เกิดความเป็นส่วนตัว (Privacy) และความปลอดภัยภายในบ้าน นอกจากนี้แล้วยังมีการเดินท่อน้ำยาผ่านแผงแลกเปลี่ยนความร้อน (Hot Plate) ทำให้สามารถนำความร้อนจากการทำงานของเครื่องปรับอากาศมาใช้ในระบบน้ำร้อนภายในบ้าน ความร้อนที่ได้มานี้จัดเป็นผลพลอยได้ซึ่งได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มแต่อย่างใด

การควบคุมความชื้นในระบบปรับอากาศ

การควบคุมความชื้น นอกจากที่พยายามให้มีการรั่วซึมของอากาศน้อยกว่าปกติโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การออกแบบระบบประตูหน้าต่างที่ค่อนข้างจะปิดได้สนิทกว่าบ้านทั่ว ๆ ไป เพื่อป้องกันความชื้นจากอากาศภายนอก การใช้ระบบแผ่นกันความชื้นหุ้มพื้นโดยรอบ เพื่อป้องกันความชื้นจากพื้นดิน แต่การควบคุมความชื้นดังกล่าวยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเกือบตลอดทั้งปีมีระดับความชื้นค่อนข้างสูงมาก จนไม่สามารถควบคุมความชื้นให้อยู่ในระดับต่ำตามความต้องการได้ด้วยระบบปรับอากาศปกติทั่วไป บ้านหลังนี้ได้เลือกใช้ระบบขจัดความชื้น โดยติดตั้งระบบฮีตไปป์ หรือท่อความร้อน (Heat Pipe) ผสมผสานเข้ากับแผงคอยล์เย็น (Cooling Coil) ของเครื่องปรับอากาศ การใช้ระบบฮีตไปป์จะช่วยให้อากาศจากท่อจ่ายลมเย็นมีระดับความชื้นต่ำกว่าระบบปรับอากาศทั่วไป ผลที่ได้ก็คือ ระดับความชื้นภายในบ้านสามารถควบคุมได้โดยไม่สูญเสียพลังงานเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ

ระบบฮีตไปป์เป็นระบบรีดความชื้นที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง เมื่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศเริ่มต้นขึ้น ระบบฮีตไปป์ก็จะทำงานได้เองโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องเปิดสวิตซ์ หรืออาศัยการควบคุมพิเศษเพิ่มเติมแต่อย่างใด (ASHRAE Systems and Equipment Handbook, 1996) หลักการทำงานของระบบฮีตไปป์อาศัยคุณสมบัติของสารทำความเย็นที่ส่วนใหญ่นิยมบรรจุในแผงท่อทองแดง 2 แผง โดยแผงหนึ่งอยู่ในส่วนหน้าของคอยล์เย็น และอีกแผงหนึ่งอยู่ด้านหลังของคอยล์เย็น ทั้ง 2 แผงนี้จะต่อท่อถึงกันเป็นวงจรปิด ในการออกแบบทั่วไปในปัจจุบันมักจะใช้สารอาร์ 22 (R-22) เป็นสารทำความเย็นที่บรรจุภายในท่อฮีตไปป์ลูป (Heat Pipe Loop) ซึ่งเป็นวงจรปิด เพื่อให้สารทำความเย็นสามารถเชื่อมต่อกันได้ เมื่อเครื่องปรับอากาศเริ่มทำงาน สารทำความเย็นในแผงด้านหน้าจะระเหยและทำความเย็นขั้นต้นให้กับอากาศก่อนที่จะเข้าสู่คอยล์เย็น ดังนั้นเมื่ออากาศเคลื่อนที่เข้ามาถึงคอยล์เย็น ความชื้นในอากาศได้ถูกทำให้เย็นก่อนที่จะสัมผัสคอยล์เย็นมาแล้ว ทำให้การกลั่นตัวของหยดน้ำเกิดได้เร็วขึ้น ในบางกรณีการกลั่นตัวของหยดน้ำอาจเกิดขึ้นที่แผงทำความเย็นก่อนถึงคอยล์เย็น (Precool Section) อากาศที่ผ่านคอยล์ออกไปก็จะเป็นอากาศที่แห้งกว่าเดิม เมื่อสารทำความเย็นเกิดการระเหยก็จะไหลกลับมาที่แผงด้านหลังคอยล์เย็น กลายเป็นของเหลวพร้อมทั้งคายความร้อนออกมา แผงด้านหลังคอยล์เย็นจึงเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เพิ่มความร้อนให้กับอากาศ ทำให้อากาศที่ผ่านคอยล์ด้านหลังฮีตไปป์ออกมาร้อนขึ้น อากาศที่ได้เมื่อผ่านส่วนเพิ่มความร้อน (Reheat Section) ที่อยู่หลังคอยล์เย็นของฮีตไปป์ออกมาจึงเป็นอากาศที่เย็นเหมือนอากาศที่ผ่านมาจากเครื่องปรับอากาศทั่วไป แต่มีระดับความชื้นต่ำกว่า

4. การเลือกใช้วัสดุในบ้านประหยัดพลังงาน

ถ้าจะมองภาพรวมของวัสดุที่จะนำมาใช้ทำผนังภายนอกของอาคาร ควรมีลักษณะดังนี้

คุณสมบัติทางด้านประหยัดพลังงานและการกันความชื้น มีความสามารถในการกันความร้อนได้ดี (มีค่า R-Value สูง)}ไม่สะสมความร้อนหรือไม่มีความจุความร้อนสูง,มีความทนทานต่อการขยายตัว-หดตัวได้ดี เพื่อลดปัญหาการแตกร้าวในกรณีที่ใช้กับภายนอก,ไม่ดูด หรืออมความชื้น,กันน้ำได้ดี

คุณสมบัติในการก่อสร้างและระบบเศรษฐกิจ มีน้ำหนักเบา,มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง,มีความสามารถต้านทานแรงลมและการสั่นสะเทือน,หาง่าย,ทำงานง่าย,ราคาประหยัด,ค่าบำรุงรักษาต่ำและมีความทนทานสูง

คุณสมบัติทางด้านที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสภาพแวดล้อม, มีความสวยงามและทนทาน, มีอัตรากันไฟสูงหรือไม่ติดไฟ

การเลือกวัสดุมาใช้ในอาคาร จะต้องมีคุณสมบัติค่อนข้างครบถ้วน หรือเป็นที่ยอมรับโดยคนส่วนใหญ่ แต่การที่จะแสวงหาวัสดุที่มีคุณสมบัติครบถ้วนทุกประการย่อมเป็นไปได้ยาก สำหรับประเทศไทย ซึ่งยึดถือระบบการใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูนเป็นระบบที่ยอมรับกันมานาน ทั้ง ๆ ที่มีคุณสมบัติด้อยกว่าวัสดุใหม่ ๆ ที่มีความเหมาะสมกับสภาวะต่าง ๆ ในเมืองไทย และเนื่องจากสภาพแวดล้อมลองเมืองไทยมีความเปลี่ยนแปลง ที่ทำให้ไม่สามารถใช้วัสดุอย่างเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกต่อไป แรงผลักดันต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้ต้องแสวงหาวัสดุที่มีความเหมาะสมมากว่า ซึ่งในที่นี้ได้เลือกสรรวัสดุอื่นที่มาทดแทนระบบการก่อสร้างแบบเดิมอย่างมีประสิทธิภาพ

วัสดุผนังภายนอก

การใช้ผนังอาคารที่มีน้ำหนักมวลสารมาก อาจจะเป็นทางออกที่ดีสำหรับอาคารไม่ปรับอากาศแต่เมื่อนำมาใช้กับอาคารปรับอากาศแล้ว ต้องใช้เวลาในการลดอุณหภูมิและความชื้น ให้กับผนังเหล่านั้นด้วยพลังงานมหาศาล โดยเฉพาะเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศใหม่ ๆ

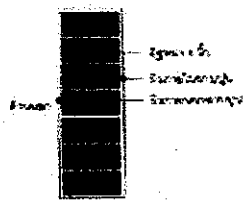
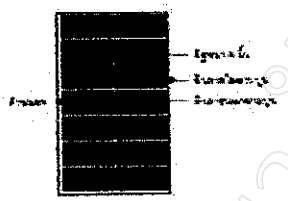
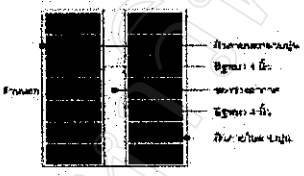
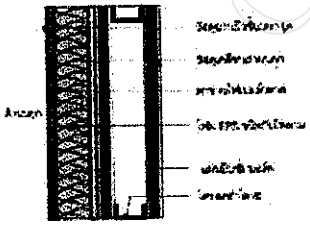
ปัจจัยที่สำคัญในการพิจารณาเลือกวัสดุผนังอาคาร ได้แก่

กันความร้อน , กันความชื้น กันเสียง กันไฟ , ประหยัดพลังงาน , คงทนต่อแรงกระทบ และด้วยเหตุผลนี้ ทำให้เราเลือกผนังได้หลายชนิด สำหรับอาคารหลังหนึ่งตามเหตุผลที่ต้องการของผนังในแต่ละส่วน เช่น ผนังส่วนซักล้าง ต้องทนต่อความชื้น คงทนต่อแรงกระทบได้ดี , ผนังครัวต้องสามารถป้องกันไฟ ทนต่อแรงกระทบกระแทกและทำความสะอาดได้ง่าย , ผนังห้องน้ำ ต้องกันความชื้นได้ดี มีความแข็งแรงพอที่จะแขวนอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ และเดินท่องานระบบได้สะดวก มีความสามารถในการกันเสียงออกจากห้องน้ำได้ , วัสดุที่บุด้านในของผนังอาคาร ควรเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อย (มีน้ำหนักเบา) และมีค่าการกักเก็บความร้อนและความชื้นน้อย เช่น ผนังยิปซัมเป็นต้น

การเลือกใช้ผนังของจึงมีหลายประเภทแตกต่างกันออกไปแต่เป็นการเลือกใช้ด้วยความเข้าใจในความต้องการและหน้าที่ของผนังแต่ละส่วน ในภาพรวมแล้วระบบผนังส่วนใหญ่ของบ้านหลังนี้จะเป็นระบบผนังฉนวนกันความร้อนภายนอกเกือบทั้งหลัง โดยมีวัสดุอื่นผสมผสานบ้างตามเหตุผลข้างต้น

การเปรียบเทียบระบบผนังทั่วไปและผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก

การเปรียบเทียบอัตราความร้อนที่ผ่านผนังทึบด้านตะวันตกในเดือนเมษายนซึ่งได้ข้อมูลจากการวิจัย (สุนทร บุญญาธิการ, 2537) เปรียบเทียบระหว่างผนัง 4 ชนิด

ประเภทผนัง	คุณสมบัติผนัง
1. **ผนังก่ออิฐฉาบปูนชั้นเดียว** (1) ผนังก่ออิฐฉาบปูนชั้นเดียว 	เป็นผนังที่ใช้กันทั่วไป เนื่องจากการทำงานง่ายและราคาสูง แต่ในแง่ของการประหยัดพลังงาน จัดเป็นผนังที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนค่อนข้างต่ำมาก อย่างไรก็ตามหากไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงแดดโดยตรง ปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าสู่ภายในอาคารก็ไม่ถึงกับสูงมากจนเกินไป แต่หากนำมาใช้เป็นผนังอาคารที่ใช้กันตามปกติทั่วไป (ซึ่งผนังจะถูกแดดบ้างไม่ถูกแดดบ้าง) พบว่าอุณหภูมิภายในอาคารจะสูงกว่าภายนอกเกือบตลอดเวลา ในแง่ของการประหยัดพลังงานจึงเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง ยกเว้นจะใช้ร่วมกับวัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อน
2. **ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น** (2) ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น 	เป็นผนังที่จะช่วยลดปริมาณความร้อนสูงสุดที่เกิดขึ้น (Peak Load) ให้กับอาคารได้ดีกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนเพียงชั้นเดียวในขณะเดียวกันผนังประเภทนี้ก็จะมีค่าการกักเก็บความร้อนมากกว่า ผนังก่ออิฐฉาบปูนชั้นเดียว สังเกตได้จากปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผนังด้านทิศตะวันตก ซึ่งมีค่าสูงกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนชั้นเดียวในช่วงหลังเวลาเที่ยงคืนไปจนถึงรุ่งเช้า(ในทิศทางอื่นช่วงเวลาดังกล่าวอาจเปลี่ยนไปบ้าง)
3. **ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น ที่มีช่องว่างอากาศตรงกลาง** 	ผนังประเภทนี้มีลักษณะคล้ายผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น แต่ป้องกันความร้อนได้ดีกว่า เนื่องจากช่องว่างระหว่างผนังจะช่วยเพิ่มค่าความเป็นฉนวนของผนัง (แต่ถ้ามีการระบายความร้อนภายในช่องว่างอากา อาจทำให้ประสิทธิ ภาพลดลงในบางช่วงเวลาโดยเฉพาะในผนังด้านที่ไม่โดนแดด) **หมายเหตุ**: ผนัง 2 และ 3 ถ้าใช้ในอาคารปรับอากาศ จะมีการสะสมความร้อนค่อนข้างสูง ทำให้ต้องใช้เวลานานกว่าปกติในการทำความเย็น เมื่อเริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศใหม่ ๆ
3. **หนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก 3 นิ้ว** (4) ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก 3 นิ้ว (EIFS*) 	เป็นผนังซึ่งมีคุณสมบัติในการกันความร้อนและความชื้นได้ดี โดยประสิทธิภาพของผนังจะแปรผันไปตามความหนาของโฟมที่ใช้ภายนอก ในที่นี้ใช้โฟมหนา 3 นิ้ว ซึ่งพบว่ามีความสามารถในการป้องกันความร้อนได้ดีในทุกทิศทุกทาง และมีค่าการดูดซับความร้อนความชื้นน้อยมาก ทำให้สามารถลดอุณหภูมิภายในห้องได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากมีค่าการสะสมความร้อนน้อย **หมายเหตุ**: ผนังระบบนี้ยังอาจนำมาประยุกต์ใช้กับวัสดุอื่นที่ไม่ใช่โครงเคร่าก็ได้ เช่น คอนกรีตเบา หรือผนังก่ออิฐฉาบปูน แต่ประสิทธิภาพในด้านที่เกี่ยวกับการป้องกันความร้อนและความชื้นอาจจะด้อยลงไปบ้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้านำไปใช้กับผนังก่ออิฐฉาบปูน และมวลสารภายในอาคารก็จะเพิ่มมากขึ้น ทำให้ต้องใช้เวลาในการลดอุณหภูมิและความชื้นเมื่อเริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศนานขึ้น

ผลของการวิจัย (ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1997) พบว่าผนังแต่ละชนิดข้างต้นมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันในด้านการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารดังนี้

ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกชนิดที่มีโฟมหนา 3 นิ้ว ซึ่งกำหนดให้มีสีปานกลางจะมีอัตราความร้อนที่ผ่านผนังเข้ามาได้น้อยที่สุด โดยมีค่าความร้อนที่เข้ามาสูงสุดในช่วงสูงสุดน้อยกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้ว ถึงประมาณ 10 เท่า และไม่มีการสะสมความร้อนในช่วงเวลากลางคืน เมื่อเปรียบเทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 นิ้วแล้ว ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกจะมีค่าเฉลี่ยของอัตราความร้อนจากข้างนอกเข้าสู่อาคารเพียง 1 ใน 3 ของผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 นิ้วเท่านั้น อีกทั้งยังมีค่าการกักเก็บความร้อนน้อยกว่ามาก ดังนั้นถ้ามีการเริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาเดียวกันแล้ว การใช้ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกจะทำให้อุณหภูมิในห้องเย็นเร็วกว่าการใช้ผนังชนิดอื่น ๆ มาก

ผนังก่ออิฐฉาบปูนชั้นเดียวหนา 4 นิ้ว พบว่ามีอัตราความร้อนเข้ามาสูงสุดที่เวลาประมาณ 20.00 น. และมีการสะสมความร้อนไว้ในผนังค่อนข้างมาก สังเกตได้จากแผนภูมิ 4.10 ที่แสดงอัตราความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารตลอดทั้งคืน

ผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 นิ้ว พบว่ามีอัตราความร้อนเข้ามาสูงสุดที่เวลาประมาณ 24.00 น. และหลังจากเวลา 05.00 น. ของวันรุ่งขึ้น จะพบว่าผนัง 8 นิ้วจะมีอัตราความร้อนเข้ามาในอาคารมากกว่า ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้วเล็กน้อย

ผนังก่ออิฐฉาบปูนสองชั้นที่มีช่องว่างอากาศ พบว่าผนังชนิดนี้ มีปริมาณความร้อนเข้ามาสูงสุดเลยเวลา 24.00 น. เล็กน้อย โดยมีค่าความร้อนที่ผ่านเข้ามาภายในอาคารต่ำกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 นิ้ว แต่ไม่สามารถป้องกันความร้อนได้ดีเท่าผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก

สำหรับผนังอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ คือ **ผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 นิ้วที่มีโฟมตรงกลาง** ซึ่งเป็นผนังที่มีลักษณะคล้ายกับผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 นิ้ว ที่มีช่องว่างอากาศ แต่เปลี่ยนจากช่องว่างอากาศตรงกลางเป็นโฟมระหว่างผนังทั้ง 2 ชั้น ทำให้ผนังระบบนี้มีความสามารถในการกันความร้อนได้ดีขึ้น แต่จะมีปัญหาในการติดตั้งหรือทำงานค่อนข้างยาก โดยเฉพาะในช่วงรอยต่อของโฟมที่ชนกัน จะต้องระวังให้รอยต่อนั้นแนบสนิทกันทุกด้าน และยังมีปัญหาไม่สามารถทำรอยต่อบริเวณเสาได้อีกด้วย (ถ้าสามารถทำรอยต่อได้สมบูรณ์จะทำให้ได้ค่าการกันความร้อนเท่ากับผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก 3 นิ้ว ซึ่งเป็นตัวเลขที่ได้จากการคำนวณในเชิงทฤษฎีเท่านั้น ในการทำงานจริงไม่สามารถทำได้ ผนังชนิดนี้มีน้ำหนักและความหนามาก จึงทำให้เกิดการกักเก็บความร้อนไว้ได้มาก ถ้าไม่มีการใช้เครื่องปรับอากาศเป็นระยะเวลานานระยะหนึ่งแล้ว เมื่อเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศอีกครั้งหนึ่งจะต้องใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิในอาคารนานมาก

ถ้าบ้านไม่มีการใช้ระบบปรับอากาศ และไม่มีความต้องการติดตั้งระบบปรับอากาศแล้ว การใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 นิ้วที่มีโฟมตรงกลาง (หรือมีช่องว่างอากาศแล้วแต่ความเหมาะสม) น่าจะเป็นระบบผนังชนิดหนึ่งที่มีความเหมาะสมในการใช้งาน เพราะผนังดังกล่าว จะทำให้มีปริมาณความร้อนที่เข้ามาในเวลากลางวันน้อยกว่าระบบอื่น ๆ ซึ่งเปรียบเทียบได้จากการประยุกต์ใช้ในผนังของโบสถ์ไทยโบราณ แต่ถ้ามีระบบปรับอากาศ จะทำมีการสูญเสียพลังงานในการลดอุณหภูมิและความชื้นออกจากผนังอาคารจำนวนมาก

คุณสมบัติของผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก

ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก หรือ Exterior Insulation and Finish System มีการใช้ฉนวนประเภทโฟมไฟเบอร์กลาส และระบบเคลือบกันความเสียหายจากความร้อนและความชื้นด้านนอกอาคารไว้โดยรอบ และยังมีน้ำหนักเบา ทำให้ทำงานได้ง่าย จุดเด่น คือ เมื่อนำไปใช้กับผนังภายนอกอาคารแล้ว จะสามารถป้องกันการแตกร้าวได้ดีมาก อีกทั้งวัสดุที่ใช้เคลือบภายนอกก็ยังเป็นสารผสม "ทราย" ที่กันรังสีอัลตราไวโอเลตได้ดีกับมีสารบางตัวซึ่งทำหน้าที่ป้องกันผนังจากรอยร้าวและความชื้น ทำให้ผนังมีสภาพคงทนสวยงามได้มากกว่า 30 ปี นอกจากนี้จำเป็นต้องมีแผ่นยิปซัมร่วมอยู่ในระบบด้วยเพื่อทำหน้าที่ป้องกันไฟ (Fire Protection) ให้กับโครงสร้างทั้ง 2 ด้าน โดยผนังยิปซัมภายในเป็นวัสดุที่สามารถตกแต่งได้ง่าย ระบบที่ใช้จึงเป็นโครงสร้างเหล็กที่ประกบด้วยแผ่นยิปซัมทั้ง 2 ด้าน ทำให้กลายเป็นระบบที่สามารถกักร้อนกันชื้น กันเสียง และกันไฟฟ้า (การกันเสียงจากภายนอกได้ดีของผนังฉนวนกันความร้อนภายนอก เกิดขึ้นเนื่องจากเป็นระบบที่สามารถห่อหุ้มอาคารได้อย่างสมบูรณ์โดยเสียงจากภายนอกจะผ่านเข้ามาได้น้อยมาก)

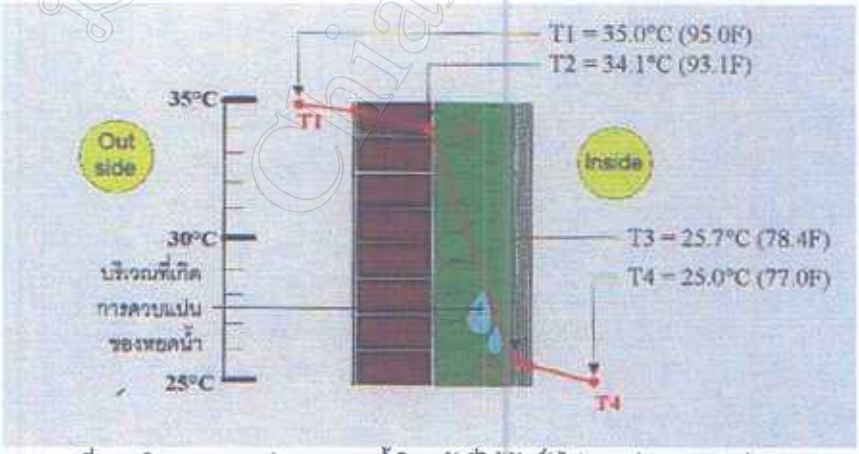
ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกมีคุณสมบัติดังนี้

- มีความสามารถในการกันความร้อนได้ดี (หรือมีค่า R-Value สูง)
- ไม่สะสมความร้อน หรือมีความจุความร้อนต่ำ (Low Thermal Capacity)
- กันความชื้นและการรั่วซึมของอากาศได้ดี เนื่องจากวัสดุภายนอกเป็นลักษณะเซลปิด
- ผนังระบบนี้สามารถทำงานได้รวดเร็ว เพราะส่วนประกอบของผนังระบบนี้ส่วนใหญ่เป็นวัสดุสำเร็จรูป จึงช่วยลดการสูญเสียเวลา และพลังงานในการก่อสร้าง
- แข็งแรงทนทาน ทนต่อการทะลุทะลวง
- สีภายนอกทนทาน ช่วยลดการแตกลายงาจากรังสีอัลตราไวโอเลต ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา
- สามารถฉาบผิวทับทาสีใหม่ กรีดหรือทุบออกได้โดยไม่ทำลายโครงสร้างเหล็ก เนื่องจากโครงสร้างเหล็กรับน้ำหนักอยู่ภายใน
- สามารถกระจายน้ำหนักหากเกิดแผ่นดินไหว หรือมีกระแสลมแรง ๆ เพราะองค์ประกอบของอาคารสามารถป้องกันแรงลมได้มากกว่า 150 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

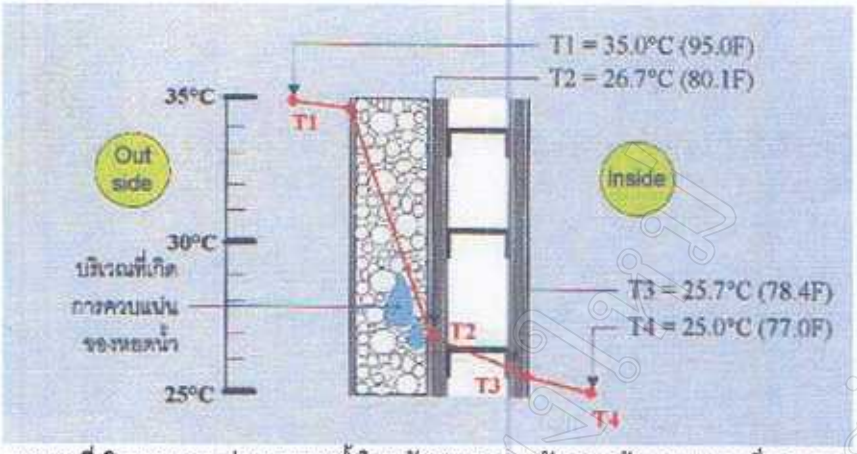
การป้องกันการควบแน่นของหยดน้ำในผนัง

เมื่อเปรียบเทียบกับการเกิดการควบแน่นของหยดน้ำในผนังอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น ผนังก่ออิฐหรือผนังชนิดอื่นที่มีการติดตั้งฉนวนภายในอาคาร (ดูรูปประกอบ) แสดงจุดที่เกิดการควบแน่นของหยดน้ำในผนังก่ออิฐฉาบปูนที่มีการติดตั้งฉนวนไมโครไฟเบอร์อยู่ภายในอาคารจะพบว่า บริเวณที่เกิดการควบแน่นของหยดน้ำจะอยู่ภายในเนื้อฉนวนที่อยู่ในอาคารถัดจากผนังชั้นนอกเข้ามา การป้องกันความชื้นจึงต้องอยู่ระหว่างผนังก่ออิฐกับฉนวนซึ่งทำได้ยากในเชิงปฏิบัติ แนวโน้มที่จะเกิดปัญหาการควบแน่นของหยดน้ำในเนื้อของวัสดุฉนวน ซึ่งทำลายประสิทธิภาพของฉนวน เนื่องจากมีความชื้นสะสมอยู่ภายในจึงอาจเกิดขึ้นได้ง่าย เพราะระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังที่ไม่สามารถป้องกันการทะลุทะลวงของความชื้น ทางแก้ปัญหาวิธีหนึ่งอาจทำได้ โดยการทาสีภายนอกเพื่ออุดรอยต่อหรือรอยรั่ว ที่อาจเป็นสาเหตุให้ความชื้นจากภายนอกทะลุทะลวงผ่านผนังเข้ามาภายในอาคารแต่ในทางปฏิบัติทำได้ค่อนข้างยาก ยกเว้นแต่จะต้องทาสีบ่อยครั้ง หรืออาจเว้นช่องว่างระหว่างผนังอิฐกับฉนวน โดยมีระบบกันความชื้นที่ฉนวนซึ่งก็ทำไม่ได้ง่ายนักในเชิงปฏิบัติเช่นเดียวกัน

จากการศึกษาวิจัย (สุนทร บุญญาธิการ, 2540)พบว่า การควบคุมการเกิดการควบแน่นของหยดน้ำในผนังเป็นเรื่องสำคัญและยากต่อการป้องกัน การออกแบบบ้านหลังนี้จึงเน้นการแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ โดยเลือกกรรมวิธีสามารถป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นจากการควบแน่นของหยดน้ำในผนัง จากการวิจัยพบว่าผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพมากระบบหนึ่งในการป้องกันปัญหานี้ จึงเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ตัดสินใจเลือกใช้ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกเป็นผนังภายนอกของบ้านประหยัดพลังงานหลังนี้



แสดงจุดที่อาจเกิดการควบแน่นของหยดน้ำในผนังที่ใช้กันทั่วไป พบว่าจุดควบแน่นของหยดน้ำเกิดขึ้นในฉนวนด้านในอาคาร



แสดงจุดที่เกิดการควบแน่นของหยดน้ำในผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก ซึ่งสามารถป้องกันความชื้นภายนอกได้ดี การควบแน่นของหยดน้ำในผนังจึงไม่เป็นปัญหา

คุณสมบัติของฉนวนประเภทต่าง ๆ

อะลูมินัมฟอยด์ การใช้อะลูมินัมฟอยด์เพียงชั้นเดียว ไม่เพียงพอสำหรับกันความร้อนจากหลังคา ต้องมีอะลูมินัมฟอยด์ไม่น้อยกว่า 3-4 ชั้น โดยแต่ละชั้นมีช่องว่างอากาศ (Air Gap)ไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว และจะต้องป้องกันการรั่วซึมได้ดีด้วย แต่มีข้อแม้ว่าผิวของแผ่นอะลูมินัมฟอยด์จะต้องมีลักษณะมัน-เงาตลอดเวลา ไม่เช่นนั้นแล้วจะทำให้สูญเสียคุณสมบัติในการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ไปโดยสิ้นเชิง ทำให้ไม่สามารถทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนได้อีกต่อไป

โฟม ฉนวนประเภทโฟมทั้งหลาย มีความจำเป็นต้องห่อหุ้มหรือปกป้องจากการทำลายของรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ โฟมส่วนใหญ่มีข้อดีคือ สามารถคงสภาพเดิมได้แม้จะโดนความเปียกชื้น (ทนน้ำ) แต่เนื่องจากโฟมมีจุดหลอมเหลวต่ำ (โดยทั่วไปจะต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส) ทำให้เมื่อโดนความร้อนสูงเป็นเวลานาน ๆ โฟมก็จะเปลี่ยนรูป เช่น บิด-งอ บุบสลาย หรือไหม้ไปในที่สุด แต่ในบ้านทั่ว ๆ ไปมักจะไม่มีอุณหภูมิถึงระดับนั้น ยกเว้นกรณีที่มีการนำโฟมไปใช้บุหลังกระจกโดยตรง จะทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ซึ่งโฟมไม่สามารถคงสภาพเดิมไว้ได้

ไฟเบอร์กลาส ในปัจจุบันยังพิสูจน์ไม่ได้ว่าไฟเบอร์กลาสเป็นอันตรายต่อสุขภาพ จึงยังเป็นที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไป ในประเทศไทยจะรู้จักกันภายใต้ชื่อของ ไมโครไฟเบอร์ หรืออื่น ๆ (ตามชื่อของผู้ผลิต) ฉนวนประเภทนี้นอกจากจะสามารถกันความร้อนแล้ว ยังมีคุณสมบัติในการกันเสียงด้วย และมีค่ากันไฟได้สูงถึงประมาณ 300 องศาเซลเซียส แต่ไม่ทนทานต่อความเปียกชื้น การกลั่นตัวของหยดน้ำจะทำให้สูญเสียคุณสมบัติในการกันความร้อนไปเมื่อเปียกชื้น

ร็อกวูล ฉนวนประเภทร็อกวูลจัดเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่ไม่มีสารประกอบของแอสเบสทอส (Asbestos) ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้เทียบเท่ากับฉนวน

ประเภทไฟเบอร์ (Fiber Glass) แต่สามารถทนไฟได้ดีกว่า จึงนำมาใช้เป็นฉนวนที่สามารถกันไฟได้ด้วย (ทนความร้อนได้สูงถึง 800 องศาเซลเซียส) คุณสมบัติพิเศษอีกประการหนึ่งคือ มีความสามารถในการดูดซับเสียง โดยปกติในการใช้งานจะใช้ ร็อกวูลที่มีความหนาแน่น (Density) สูง และตกแต่งด้วยผ้าเพื่อความสวยงาม แต่มีข้อจำกัด คือ ไม่ทนต่อความเปียกชื้น

เซลลูโลส โดยทั่วไปแล้ว ฉนวนประเภทนี้มักทำขึ้นจากเยื่อกระดาษที่ใส่สารกันไฟลามทำให้สามารถป้องกันไฟไหม้ได้ระดับหนึ่ง เมื่อโดนไฟไหม้จะมีควันคล้ายควันธูปและจะดับไปเองในที่สุด ถ้าเยื่อกระดาษนี้มีสารเคมีที่ผสมอย่างถูกต้อง ก็สามารถใช้เป็นวัสดุกันไฟได้ สำหรับคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อน จะมีค่าใกล้เคียงกันกับร็อกวูล และไฟเบอร์กลาส

ยิปซัม ไม่จัดว่าเป็นวัสดุประเภทฉนวนกันความร้อน อย่างไรก็ตามยิปซัมชนิดกันไฟ (ไม่ใช่แผ่นยิปซัมที่ใช้กันอยู่ทั่วไป) จะสามารถป้องกันไฟได้ดี เหมาะสำหรับการนำมาใช้ในการป้องกันไฟไหม้ให้กับโครงสร้างอาคาร สำหรับค่าความเป็นฉนวนของยิปซัมจะมีเพียง 1 ใน 4 ของวัสดุฉนวนอื่น ๆ ข้างต้น ดังนั้นยิปซัมจึงไม่เป็นฉนวนแต่ช่วยในการกันไฟได้ การใช้ยิปซัมในอาคารส่วนใหญ่เป็นไปเพื่อความสะดวกในการตกแต่ง และเมื่อใช้ประกอบกับไฟเบอร์กลาสหรือร็อกวูลแล้วจะสามารถใช้ในการกันเสียงได้ดีหากมีการติดตั้งที่ถูกต้อง

วัสดุพื้น

ในกรณีของบ้านที่มีสภาพแวดล้อมภายนอกที่ดี หรือมีสภาพภูมิอากาศที่เย็นแล้ว การเลือกใช้วัสดุพื้นก็สามารถใช้วัสดุที่มีค่าความเป็นตัวนำที่ดี (Conductor) เช่น หินอ่อน แกรนิต หรือกระเบื้องได้ เพื่อช่วยนำความเย็นจากดินเข้ามาภายในบ้าน แต่ต้องมีระบบป้องกันความชื้นที่ดี บ้านหลังนี้เลือกใช้หินแกรนิตเป็นวัสดุภายนอกอาคาร และใช้กระเบื้องเคลือบเป็นวัสดุภายใน โดยการกันความชื้นของบ้านใช้วิธีการระบายน้ำในระดับคานคอดิน และใช้ระบบป้องกันความชื้นทาเคลือบผิวพื้นทั้งหมด (โดยเฉพาะด้านล่างจะป้องกันความชื้นได้ดีที่สุด)

ถ้าบริเวณบ้านโดยรอบมีการปรับแต่งสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมและมีอุณหภูมิดินที่เย็นแล้ว เราก็จะสามารถเลือกใช้วัสดุพื้นที่ดึงเอาความเย็นจากดินมาใช้ในบ้าน ทำให้ผิวของพื้นบ้านมีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวกายของเราและเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อม ทำให้เรารู้สึกเย็นกว่าปกติ ซึ่งเป็นการใช้เทคนิคของการถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวหนังของมนุษย์เรากับสภาพแวดล้อม (MRT Effect) และเทคนิคของการทำผิวของสภาพแวดล้อมให้เย็นนี้เป็นเอกลักษณ์ที่พบได้ในสถาปัตยกรรมไทย เช่น พื้นใต้ถุนบ้าน พื้นโบสถ์ เป็นต้น

วัสดุพื้นชนิดอื่น ๆ ก็สามารถนำมาใช้ในบ้านได้ ถ้ามีความเข้าใจในคุณสมบัติของวัสดุและนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เช่น

- **ไม้** มีคุณสมบัติเป็นฉนวนในระดับหนึ่งซึ่งถ้านำมาใช้กับพื้นชั้นล่างจะลดค่าการนำความร้อนจากดินลงไปมาก ทำให้สูญเสียความรู้สึกเย็นจากสภาพแวดล้อมลงไป เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หินชนิดต่าง ๆ
- **หินแกรนิต** มีความคงทน แต่ให้ความรู้สึกที่แข็งกระด้าง เหมาะกับการใช้งานใน บริเวณพื้นนอกบ้าน
- **หินอ่อน** ให้ความรู้สึกที่นุ่มนวลกว่าแกรนิต แต่ดูแลรักษายาก
- **กระเบื้องเคลือบ** มีความคงทนและดูแลรักษาง่าย แต่ดูด้อยค่ากว่าหินธรรมชาติ

วัสดุมุงหลังคา

การเลือกวัสดุมุงหลังคานั้น ในเบื้องต้นจะต้องเข้าใจถึงความต้องการและหน้าที่หลักของวัสดุมุงหลังคา คือ ความต้องการในการกันรั่ว การกันความร้อน ความแข็งแรงทนทาน และความเหมาะสมกันสภาพแวดล้อมในประเทศไทย เรื่องที่เป็นหัวใจหลักของหน้าที่ของหลังคาที่เป็นสิ่งสำคัญก็คือ ความสามารถในการกันรั่วได้ 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้แล้วยังต้องมีความสวยงามและคงทนถาวร เราจะพบว่าในบางพื้นที่ในกรุงเทพมหานครที่มีบ้านพักอาศัยที่ใช้ระบบหลังคาแบบที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน มีปัญหาและเกิดความเสียหายจากการหลุดร่อนปลิวของกระเบื้องมุงหลังคา เมื่อมีลมมาปะทะแรง ๆ ซึ่งเกิดขึ้นบ่อยครั้ง เนื่องจากหลังคาไม่สามารถคงสภาพได้ การออกแบบและเลือกใช้วัสดุมุงหลังคาของบ้านมีดังนี้

- เพื่อความต้องการกันน้ำรั่วได้ 100 เปอร์เซ็นต์ บ้านหลังนี้ใช้วัสดุมุงหลังคาคือ แผ่นชิงเกิลสีทึบ
- มีชั้นของโฟมอีพีเอสซึ่งมีค่าความต้านทานความร้อนสูง เพื่อช่วยในการกันความร้อนไม่ให้เข้าสู่ตัวบ้านได้
- มีชั้นของช่องว่างอากาศเพื่อเพิ่มค่าความเป็นฉนวนให้กับหลังคา โดยมีค่าการเป็นฉนวนเทียบเท่าความหนาของโฟม ¼ นิ้วโดยประมาณ
- ชั้นล่างสุดจะเป็นยิปซัมเพื่อความสวยงามเรียบร้อย บางส่วนเป็นโฟมเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนอีกชั้นหนึ่ง
- มีความถาวร และทนทานต่อแรงลมได้ดี

ระบบกันความร้อนของหลังคา

ในการพิจารณาเรื่องความสามารถในการกันความร้อนของระบบหลังคาโดยรวมนั้นต้องอาศัยความเข้าใจถึงระบบการถ่ายเทอากาศที่สมบูรณ์ภายใต้ผิวหลังคา สิ่งหนึ่งที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบระบบกันความร้อนในส่วนหลังคา คือ การทำให้มีอุณหภูมิบริเวณเหนือผิวหลังคาค่อนข้างสูง (ร้อนมาก ๆ) เพื่อเป็นการป้องกันนก หนู หรือแมลง ต่าง ๆ เข้ามาอาศัยอยู่ภายใต้หลัง

คาเหนือฝ้าเพดาน และในระดับต่ำจากผิวหลังคาลงมาต้องมีระบบฉนวนเพื่อป้องกันความร้อนไม่ให้เข้ามาภายในอาคารได้อย่างสมบูรณ์ ระบบกันความร้อนของหลังคาบ้านประกอบด้วย

- อะลูมินัมฟอยด์ 1 ชั้น
- โฟมหนา 6 นิ้ว
- ชั้นในสุดประกบ (Laminated)ด้วยแผ่นยิปซัม

จากแนวความคิดในการออกแบบหลังคานี้จะพบว่า แม้อุณหภูมิผิวหลังคาจะค่อนข้างสูงในเวลากลางวัน แต่มีระบบระบายอากาศที่อยู่ใต้หลังคา เพื่อช่วยระบายความร้อนออกไป ทำให้อิทธิพลของความร้อนจากหลังคามีผลต่ออุณหภูมิภายในบ้านน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อความร้อนดังกล่าวซึ่งเป็นส่วนที่เหลือจากการระบายออกไปไม่หมด จะต้องผ่านชั้นฉนวนที่อยู่ภายใต้ช่องว่างอากาศก่อนเข้าถึงภายในตัวบ้าน การระบายอากาศดังกล่าวจะแปรผันตามปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น ปรากฏการณ์ดังกล่าวค่อนข้างจะเป็นอิสระต่ออิทธิพลของความเร็วลมภายนอก อย่างไรก็ตามในวันที่ไม่ค่อยมีลม อุณหภูมิภายใต้หลังคาจะร้อนกว่าวันที่มีลมบ้างเล็กน้อย แต่การมีปริมาณฉนวนอย่างเพียงพอ และการระบายอากาศด้านบนผนวกกับการใช้วัสดุต่าง ๆ อย่างถูกวิธี จะทำให้ความร้อนเข้าสู่อาคารได้ค่อนข้างน้อย ส่วนในเวลากลางคืนเนื่องจากหลังคาดังกล่าวมีมวลสารน้อย จึงใช้เวลาเพียงประมาณครึ่งชั่วโมงหลังจากพระอาทิตย์ตกดิน เพื่อทำให้อุณหภูมิภายในช่องว่างใต้หลังคาใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายนอก จากนั้นอุณหภูมิผิวหลังคาก็จะเย็นลงต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ เนื่องจากไม่มีความร้อนสะสม จึงทำให้ผิวหลังคาในเวลากลางคืนเย็นลงตลอดเวลา หลังคาบ้านจึงทำหน้าที่เป็นเสมือนเครื่องป้องกันความร้อน หนาวให้กับตัวบ้าน โดยไม่เกิดความร้อนหรือเย็นจนเกินไปตลอดเวลา

การเลือกใช้กระจก

การเลือกใช้กระจกควรใช้กระจกที่สามารถนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารให้ได้มากที่สุด ในขณะเดียวกันก็ต้องยอมให้ความร้อนเข้ามาในอาคารน้อยที่สุดด้วย ในกรณีบ้านหลังนี้ได้เลือกใช้กระจกฮีตมิเรอร์ หรือกระจกสะท้อน คลื่นความร้อนและกระจกฮีตสต็อป ซึ่งเป็นกระจกชนิดที่ยอมให้แสงเข้ามาได้มาก แต่ความร้อนเข้ามาได้เล็กน้อย

กระจกฮีตมิเรอร์ (Heat Mirror) **และกระจกฮีตสต็อป** (Heat Stop)

ลักษณะของกระจกฮีตมิเรอร์เป็นระบบของกระจก 2 ชั้น (Double Glazing) ที่เคลือบด้วยสารที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำ (Low-E) ทั้งสองด้านของแผ่นฟิล์ม (Film) ที่อยู่ระหว่างช่องว่างอากาศ โดยที่ช่องว่างอากาศทั้งสองข้างจะทำหน้าที่เป็นช่องว่างอากาศสะท้อนรังสี (Reflective Air Space) มีสารดูดความชื้นในช่องว่างของอากาศ ค่าถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกชนิดนี้ (U-Value) อาจต่ำถึง 0.25 กระจกฮีตมิเรอร์มีคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- สามารถสะท้อนความร้อนออกไปจากกระจกได้มากโดยยอมให้ความร้อนส่งผ่านเข้ามาค่อนข้างน้อย โดยมีค่าอัตราส่วนระหว่างค่าการส่องผานของแสงธรรมชาติ (Visible Transmission , VT) ต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Solar Heat Gain Coefficient) มากกว่า 1.56-1.7 ขึ้นอยู่กับชนิดของกระจก ทำให้ความร้อนที่เข้ามาในอาคารมีน้อยมาก และผิวกระจกก็จะไม่ร้อน ส่งผลให้ขณะที่เรายืนใกล้กระจกจะไม่รู้สึกร้อน
- กระจกฮีตมิเรอร์ ยอมให้แสงธรรมชาติเข้ามามาก ทำให้สามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการใช้ระบบแสงสว่างช่วงเวลากลางวันในบริเวณนั้นได้
- ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต โดยยอมให้มีรังสีอัลตราไวโอเลตผ่านเข้ามาได้ไม่ถึง 2 เปอร์เซ็นต์

บางส่วนของบ้านใช้กระจกฮีตสต็อป เช่น บริเวณห้องทานอาหารและส่วนกลางของช่องเปิดด้านบน กระจกฮีตสต็อปเป็นกระจกฉนวน ภายในช่องว่างระหว่างกระจกเคลือบด้วยสารที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำ และบรรจุช่องว่างระหว่างกระจกด้วยแก๊สเฉื่อยเพื่อลดค่าการถ่ายเทความร้อนระหว่างภายนอกอาคารกับภายในอาคาร กระจกดังกล่าวมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมประมาณ 1.4 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อความแตกต่างอุณหภูมิ 1 องศาเคลวิน (Watt/m^2K) หรือ 0.25 บีทียูต่อตารางฟุตต่อองศาฟาเรนไฮต์ต่อชั่วโมง ซึ่งนับว่าเป็นกระจกที่มีประสิทธิภาพมาก ข้อแตกต่างระหว่างกระจกฮีตมีเรอร์และฮีตสต็อปที่เห็นได้ชัด คือ กระจกฮีตมิเรอร์จะป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตได้ดีกว่ากระจกฮีตสต็อปเล็กน้อย แต่กระจกฮีตสต็อปจะมีค่าการสะท้อนแสงจากภายในน้อยกว่า ทำให้การมองผ่านกระจกฮีตสต็อป สามารถมองเห็นทิวทัศน์ภายนอกได้ชัดเจนกว่า มองผ่านกระจกฮีตมิเรอร์

เมื่อเปรียบเทียบการใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดที่เท่ากัน ถ้าเป็นบ้านที่ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ และหน้าต่างทุกบานปิดสนิท การเลือกใช้กระจกชั้นเดียว (Single Glazing) จะทำให้อุณหภูมิภายในบ้านเย็นกว่าการใช้กระจกฉนวนสำหรับในเมืองไทย เพราะเมื่อรังสีจากดวงอาทิตย์ (Shortwave Radiation) ทะลุทะลวงผ่านกระจกเข้ามาในอาคารแล้ว กระจกฉนวนจะกักกันทำให้ความร้อน (Longwave Radiation) รั่วออกไปได้ยากกว่ากระจกชั้นเดียว เพราะกระจกฉนวนมีค่าความต้านทานการถ่ายเทความร้อนดีกว่ากระจกชั้นเดียวมาก ทำให้ความร้อนที่สะสมอยู่ภายในบ้านภายในบ้านถ่ายเทออกไปภายนอกได้ยาก ดังนั้นบ้านที่ไม่ปรับอากาศจะให้ผลที่ตรงกันข้าม การใช้กระจกฉนวนจะสามารถป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคารได้ดี และสามารถกักเก็บความเย็นไว้ภายในบ้านได้ดี และมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้กระจกชั้นเดียว

วัสดุฝ้าเพดานระหว่างชั้นและฝ้าหลังคา

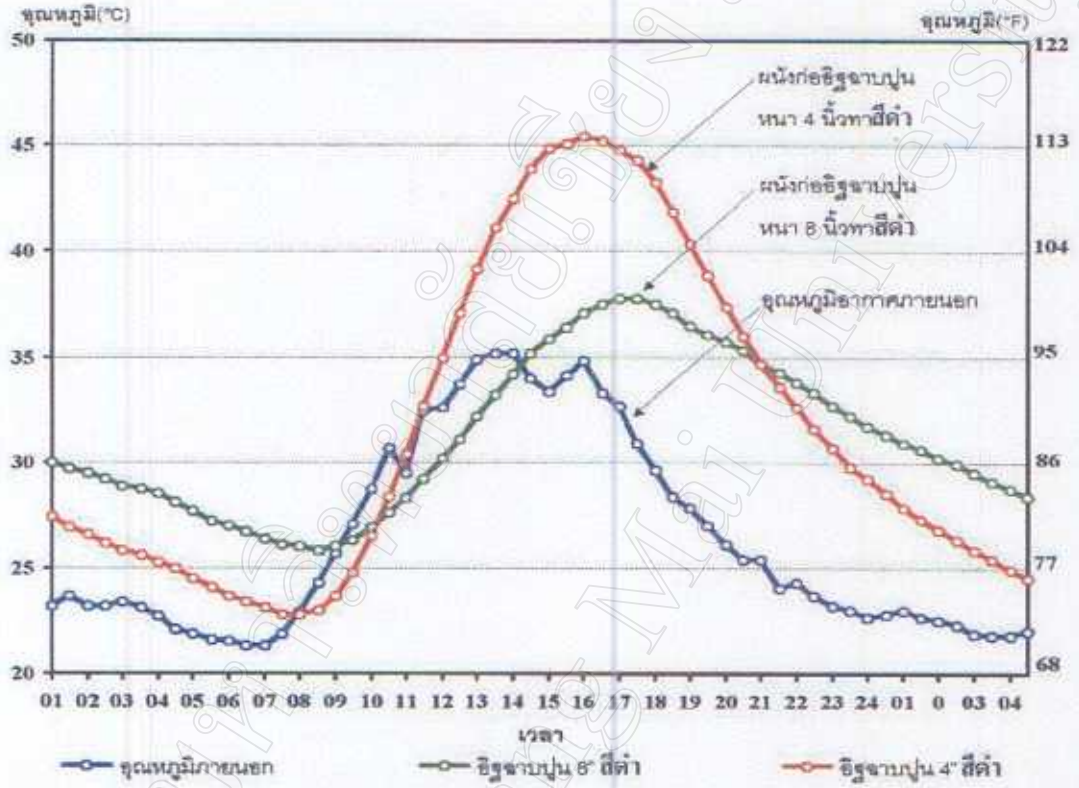
วัสดุฝ้าเพดานระหว่างชั้นที่ใช้เป็นยิปซัมประกบกับฉนวนหนา 1 นิ้ว เพื่อทำให้สามารถแยกส่วน (Zone) ในแนวตั้งได้โดยสมบูรณ์ และไม่เกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านจากแต่ละชั้น จะพบว่าเมื่อมีความจำเป็นต้องเปิดเครื่องปรับอากาศระหว่างชั้นแล้ว การมีฝ้าเพดานที่มีค่าความเป็นฉนวนนอกจากจะแยกการถ่ายเทความร้อนแล้ว ยังช่วยลดค่าการสะสมความร้อนของพื้นที่อยู่ในฝ้า โดยการหน่วงเหนี่ยวความร้อนที่สะสมอยู่ในฝ้าให้เข้ามาในห้องช้ากว่าปกติ เป็นการลดภาระในการทำความเย็น ในช่วงที่เริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศให้น้อยกว่าปกติอีกด้วย

สำหรับฝ้าหลังคามีการเพิ่มความหนาและเพิ่มฉนวนให้กับหลังคา เพื่อทำให้ช่องว่างใต้หลังคาร้อนที่สุดในช่วงวันที่มีแดดจัดและไม่มีลม ถึงแม้จะมีการระบายอากาศใต้หลังคาที่ดีก็ตาม จะพบว่าการทำให้หลังคาร้อนเช่นนี้ทำให้แมลงและสัตว์ต่าง ๆ ไม่สามารถอยู่อาศัยใต้หลังคาได้ ในขณะเดียวกัน ระบบฉนวนของหลังคาจะนำมาใช้เหนือพื้นที่ห้องซึ่งเป็นส่วนที่ใช้งานของอาคาร โดยเพิ่มปริมาณฉนวนให้เพียงพอต่อการสกัดกั้นความร้อนที่จะทะลุผ่านหลังคาเข้ามาภายในตัวบ้าน จากการวิจัยพบว่า การใช้ฉนวนบาง ๆ หรืออลูมินัมฟอยด์ใต้หลังคา เพื่อสกัดกั้นความร้อนจากหลังคา ในขณะที่เหนือพื้นที่ใช้งานในอาคารไม่มีฉนวนที่ดี เพื่อป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาสู่ตัวห้องอีกชั้นหนึ่งนั้นไม่เป็นการเพียงพอ เนื่องจากความร้อนใต้หลังคายังมีปริมาณมาก และบริเวณเหนือฝ้ายังไม่ร้อนเพียงพอที่จะกำจัดแมลงหรือสัตว์ต่าง ๆ ทำให้ภายใต้หลังคาของบ้านหลาย ๆ หลังกลายเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงหรือหนู

ลักษณะการติดตั้งฉนวนกันความร้อนบริเวณหลังคาที่เหมาะสมสำหรับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในส่วนที่มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

วัสดุผนังก่ออิฐฉาบปูน

การเลือกใช้วัสดุผนังภายนอกอาคารในส่วนที่ไม่มีการปรับอากาศ เช่น ห้องครัวนอกบ้าน ห้องคนรับใช้ ห้องน้ำ ฯลฯ เลือกใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูนเพราะคุณสมบัติของผนังที่มีมวลสารมาก (High Thermal Mass) จะทำหน้าที่กักเก็บความร้อนและหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้ดี ทำให้เกิดการหน่วงเหนี่ยวเวลาของความร้อนที่จะเข้ามาในห้องให้อยู่ในช่วงเวลาที่เหมาะสม (สินีรัตน์ ภัทรธรรมกุล, 2537)



แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในของผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้วและ 8 นิ้ว ที่เกิดจากอิทธิพลของมวลสาร และสี เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอก (ในกรณีที่ไม่มีการปรับอากาศ) โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 0.01 น. 30 ม.ค. 2537 ถึงเวลา 04.30 น. 31 ม.ค. 2537

5. การใช้ปัจจัยธรรมชาติ

ในการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน ควรเน้นการนำเอาปัจจัยธรรมชาติมาช่วยสร้างสภาวะแวดล้อมภายในให้ใกล้เขตสบายมากที่สุดก่อน เมื่อระบบธรรมชาติไม่สามารถช่วยสร้างสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้อยู่ในเขตสบายได้แล้ว จึงใช้ระบบเครื่องกลเข้ามาช่วย (สุนทร บุญญาธิการ, 2536) จะพบว่าการกระทำดังกล่าวเป็นเรื่องที่ต้องศึกษาและวิเคราะห์อย่างละเอียดเพื่อให้ได้ผลที่สมบูรณ์ และถ้าทำอย่างถูกต้องแล้วจะได้บ้านซึ่งมีแนวโน้มของการใช้ระบบเครื่องกลค่อนข้างน้อยมาก ซึ่งบ้านที่ออกแบบโดยวิธีนี้จัดเป็น **แนวความคิดของระบบแพสซีฟ**

และถ้าเป็นระบบแพสซีพ (PASSIVE) **ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น** แล้ว จะมี **ความต้องการในการใช้พลังงานเพื่อเสริมสร้างสภาวะน่าสบายภายในอาคารน้อยมาก** เช่น การนำแสงธรรมชาติมาใช้ในทุก ๆ ส่วนของบ้านจะได้รับแสงธรรมชาติอย่างเพียงพอ โดยมีการเจาะช่องเปิดขนาดใหญ่บริเวณชั้น 3 ด้านทิศเหนือของบ้าน และใช้เทคนิคติดตั้งกระจกสะท้อนแสงในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อการกระจายแสงได้ทั่วถึง ช่องเปิดทุกบานจะพยายามหลีกเลี่ยงการรับแสงแดดโดยตรงเพื่อให้สามารถเปิดรับแสงได้ตลอดทั้งวันโดยไม่มีการเกิดความจ้ามากเกินไป

6. **เทคนิคการก่อสร้าง**

ในการพิจารณาออกแบบโครงสร้าง สำหรับบ้านประหยัดพลังงานในเขตร้อนชื้น ควรคำนึงถึง

- การลดการสะสมความร้อนภายในโครงสร้าง
- การกันความชื้นให้กับโครงสร้างและองค์ประกอบของเปลือกอาคาร
- การเลือกระบบที่จะลดปัญหาการควบแน่นของไอน้ำภายในผนังและโครงสร้าง

การลดการสะสมความร้อนภายในโครงสร้างอาคาร

ระบบโครงสร้างที่เลือกใช้ นอกจากส่วนคานยื่น และคาน ค.ส.ล. ซึ่งเป็นวัสดุที่มีมวลสารมากแล้ว องค์ประกอบที่เหลือเป็นวัสดุเบาทั้งหมดโดยในส่วนที่เป็นองค์ประกอบโครงสร้างยิปซัม (ยกเว้นในส่วนห้องคนรับใช้ที่ไม่ติดตั้งระบบปรับอากาศ) ระบบพื้นของอาคารทั้งหมดเป็น ค.ส.ล. หนา 2 นิ้ว วางบนโครงเหล็กเพื่อลดน้ำหนักและมวลสารให้กับอาคาร ทำให้มวลสารที่จะมีอิทธิพลในการสะสมความร้อนของโครงสร้างของส่วนพื้นมีค่าเฉลี่ยประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับบ้านที่มีโครงสร้าง ค.ส.ล. ทั่วไป ในส่วนที่เป็นผนังประยุกต์ใช้ระบบผนังเบาตลอดทุกส่วนของอาคารพื้นนอกและภายใน โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (ที.จี.อาร์เมอร์วอลล์, 2533) ผนังระบบนี้มีการสะสมความร้อนและความชื้นเฉลี่ยประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับบ้านที่มีผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้วทั่วไป

ด้วยเหตุที่ระบบโครงสร้างมีการสะสมความร้อนน้อย จึงช่วยลดพลังงานในการใช้เครื่องปรับอากาศได้มาก สำหรับทุกครั้งที่มีการเปิดเครื่องปรับอากาศ เพราะช่วยลดพลังงานในการลดความร้อนที่สะสมอยู่ในมวลสารของบ้าน อย่างไรก็ตามข้อเสียของระบบนี้ คือ หากมีแดดเข้ามาภายในบ้านจะทำให้อุณหภูมิภายในบ้านสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ในกรณีของบ้านหลังนี้ได้ออกแบบป้องกันแสงแดดโดยตรงไม่ให้เข้ามาภายในบ้าน ในช่วงเวลาตั้งแต่ 8.00 น. ถึง 16.00 น. ดังนั้นอิทธิพลที่จะเกิดจากแสงแดดในกรณีดังกล่าวจึงไม่ปรากฏ ข้อดีประการหนึ่ง ของระบบโครงสร้างพื้นที่มีความหนาของคอนกรีตเพียง 2 นิ้ว ก็คือการลดน้ำหนักของอาคารให้กับส่วนระเบียงที่ยื่นออกไปจากตัวอาคาร ทำให้สามารถออกแบบให้ด้านหลังที่มีส่วนยื่นออกไปได้มากเป็นพิเศษเพื่อการกันแดดกันฝนโดยไม่ต้องเพิ่มขนาดของโครงสร้าง

การกันความชื้นให้กับโครงสร้างและองค์ประกอบของเปลือกอาคาร

ในการออกแบบโครงสร้างทั้งหมด ได้ใช้ระบบกันความร้อนและความชื้นภายนอกทั้งในส่วนที่เป็นโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก และส่วนที่เป็นเสาคานของชั้นล่าง โดยเลือกระบบที่ห่อหุ้มภายนอกด้วยระบบโฟมอีพีเอส หนา 3 นิ้ว ชนิดที่มีสารกันไฟลาม (Expanded Polystyrene) และไม่มีสารคอร์โรฟลูออโรคาร์บอน (CFC) ในการผลิตจึงเป็นระบบที่ไม่ทำลายสภาพแวดล้อม และในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ก็จะหลอมตัว และหยดเหมือนเทียนไขที่ถูกห่อหุ้มด้วยตาข่ายไฟเบอร์กลาส ระบบผนังดังกล่าวได้ยื่นเลยไปถึงระดับใต้คานคอดินที่อยู่ต่ำจากพื้นดิน 60 เซนติเมตร ถึง 1 เมตร ทั้งนี้เพื่อช่วยสกัดกั้นความร้อนจากผิวดินชั้นบน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสูงให้กับระบบพื้นและผนังชั้นล่างที่มีการสัมผัสดิน

การเลือกระบบที่จะลดปัญหาการควบแน่นของไอน้ำภายในผนังและโครงสร้าง

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น จะพบว่าเมื่อมีการปรับอากาศภายในอาคาร ระดับความชื้นภายในอาคารจะต่ำกว่าภายนอกมาก ด้วยเหตุนี้เมื่อภายในอาคารถูกปรับอากาศให้เย็นลง จะพบว่าจุดควบแน่นของหยดน้ำจะอยู่ในผนังส่วนที่เป็นฉนวนกันความร้อน แต่เนื่องจากผนังโฟมที่นำมาใช้ มีความสามารถในการต่อต้านความชื้นได้ดี การควบแน่นที่จะเกิดขึ้นในเนื้อโฟมจะไม่เป็นอันตรายกับโฟม หากมีความชื้นเล็ดลอดเข้ามาข้างในบางครั้ง ก็จะกลายเป็นไอระเหยออกสู่ภายนอก เมื่อโดนแดดด้วยเหตุที่ผนังดังกล่าวเป็นผนังที่ยอมให้ไอน้ำทะลุทะลวงผ่านไปได้บ้าง ระบบกันความร้อนและความชื้นภายนอกที่เลือกมาใช้นี้ จึงนับว่าเป็นระบบที่เหมาะสมกับเมืองที่มีอากาศร้อนชื้นแบบประเทศไทย อนึ่งวัสดุที่ฉาบผิวภายนอกของระบบนี้เป็นไฟเบอร์กลาสที่ฉาบทับชั้นนอกด้วยเนื้อสีผสมเม็ดทรายซึ่งหนา 1 มิลลิเมตร ทำให้ช่วยสกัดกั้นทั้งรังสีอัลตราไวโอเลตและกันน้ำได้อย่างสมบูรณ์ กับทั้งจะช่วยลดการยืด-หดตัวให้กับโครงสร้างได้อย่างดีเยี่ยม ด้วยเหตุที่โครงสร้างทั้งหมดถูกห่อหุ้มด้วยโฟม ทำให้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโครงสร้างมีความแตกต่างในแต่ละฤดูไม่ถึง 2 องศาเซลเซียส ซึ่งช่วยลดการแตกร้าวของรอยต่อต่าง ๆ ภายในอาคาร ด้วยเหตุที่โครงสร้างมีการขยายตัวและหดตัวเนื่องจากความร้อนน้อยมาก

ข้อดีอื่นของระบบโครงสร้างคือ สามารถทำงานได้รวดเร็ว เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาหล่อเสา-คาน ประกอบกับการก่อสร้างเป็นแบบแห้งทั้งหมด ทำให้ลดเวลาในการก่อสร้างได้เกือบเท่าตัว และโครงสร้างดังกล่าวยังทนต่อการเกิดแผ่นดินไหวได้ด้วย บ้านหลังนี้ออกแบบให้สามารถรับอิทธิพลจากแรงลมได้มากกว่าบ้านทั่วไป ส่วนปัญหาที่มีผู้เกรงว่าโครงสร้างจะเป็นสนิมนั้นโอกาสที่จะเกิดขึ้นมีน้อยมาก เนื่องจากเหล็กที่มีความหนาเพียงพอ (ในกรณีนี้ใช้ความหนาเหล็ก 2.3 มิลลิเมตร) เมื่อมีการป้องกันความชื้นอย่างสมบูรณ์ พบว่าคงทนทานอยู่ได้มากกว่า 100 ปี ระบบดังกล่าว จึงจัดว่าเป็นระบบที่มีศักยภาพในภูมิอากาศแบบร้อนชื้นได้เป็นอย่างดีระบบหนึ่ง

7. การคำนึงถึงผู้ใช้งานและการบำรุงรักษา

ห้องรับแขก บริเวณที่รับแขกของบ้าน ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนที่รองรับคนเพิ่งเข้ามาจากสภาพอากาศร้อนภายนอกทำให้อุณหภูมิของร่างกายสูงกว่าปกติ ดังนั้นจึงมีการกำหนดให้มีการปรับอากาศในบริเวณดังกล่าวให้ต่ำกว่าส่วนอื่น ๆ ภายในบ้าน เพื่อเป็นการปรับระดับอุณหภูมิของร่างกายให้เย็นลงก่อนที่จะไปยังส่วนอื่น ๆ ของบ้าน ซึ่งมีการตั้งอุณหภูมิในระดับปกติต่อไป

ระดับห้องอาหารและห้องครัว บริเวณห้องอาหาร ซึ่งนอกจากเป็นที่รับประทานอาหารแล้ว ยังใช้เป็นที่ทำงานและพบปะสังสรรค์แบบกันเองของผู้ที่มาเยี่ยมเยียนอีกด้วย พื้นที่ในส่วนนี้มีการออกแบบให้ระดับของส่วนรับประทานอาหาร ส่วนเตรียมอาหาร และครัวให้อยู่ในระดับเดียวกัน เพื่อเป็นการลดโอกาสที่ผู้อยู่อาศัยจะรู้สึกเหนื่อยจนร้อน เนื่องจากการเดินติดต่อระหว่างพื้นที่ทั้ง 2 ส่วน และลดกิจกรรมที่จะต้องเกิดขึ้น จากการเดินไปมาภายในบ้านให้น้อยลง ทำให้ผู้ใช้งานในบริเวณนั้นสามารถลดอัตราการเผาผลาญอาหารในร่างกาย ซึ่งทำให้ไม่รู้สึกร้อนจากการทำกิจกรรมนั้น ๆ มากนัก (Fanger, 1967)นอกจากนี้ยังวางตำแหน่งไว้ในส่วนที่สามารถติดต่อกับครัวไทยที่เป็นที่ปรุงอาหารแบบคนไทยภายนอกได้สะดวก โดยกลิ่นและเสียงจากการปรุงอาหารจะเป็นเสมือนถูกแยกส่วนไว้ภายนอก โดยจัดให้มีครัวแบบตะวันตกอยู่ระหว่างครัวแบบไทยและส่วนเตรียมอาหาร

ห้องนอน ห้องนอนจะถูกแบ่งแยกอย่างชัดเจนออกจากพื้นที่ส่วนอื่น ๆ ภายในบ้านโดยเด็ดขาด ในขณะที่พื้นที่ใช้สอยภายในบ้านส่วนอื่นเกือบทั้งหมดได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่เชื่อมต่อกันโดยตลอด ทำให้ห้องนอนมีความเป็นส่วนตัวในการใช้งานและยังทำให้พื้นที่ส่วนอื่น ๆ ภายนอกห้องนอนสามารถใช้งานได้อย่างเต็มที่และเป็นอิสระ

ห้องน้ำภายในห้องนอนใหญ่ ออกแบบให้มีความพิเศษแตกต่างไปจากห้องน้ำทั่ว ๆ ไป ภายในประกอบด้วยอ่างอาบน้ำเข้ามุมขนาดใหญ่ อ่างล้างหน้า สุขภัณฑ์ และตู้เสื้อผ้า โดยมีหน้าต่างกระจกขนาดใหญ่รับแสงธรรมชาติจากภายนอก มีระบบปรับอากาศและควบคุมความชื้นภายในห้องให้ต่ำตลอดเวลา ดังนั้นภายในห้องจะแห้งสะอาดอยู่เสมอ พื้นที่ภายในห้องจึงใช้เป็นทั้งห้องน้ำ ส่วนนั่งเล่นอ่านหนังสือ หรือมีกิจกรรมอื่น ๆ ได้

ห้องน้ำอื่น ๆ ก็ใช้แนวคิดแบบเดียวกัน คือ เน้นบรรยากาศและการควบคุมความชื้นที่น้อย ทำให้น้ำระเหยเร็วและแห้ง พร้อมกับมีช่องเปิดขนาดใหญ่ โดยห้องน้ำทุกห้องจะแบ่งกระจกออกเป็น 2 ส่วน ตอนบนเป็นกระจกใส ตอนล่างเป็นกระจกฝ้า เพื่อเพิ่มแสงสว่างให้กับห้องน้ำ โดยยังคงความเป็นส่วนตัวในการใช้งานไว้ได้

ห้องทำงาน ห้องทำงานที่ชั้น 3 มีการใช้งานเพื่อเป็นส่วนควบคุมและปฏิบัติการวิจัยของบ้านโดยออกแบบให้มีพื้นที่ใช้สอยส่วนต่าง ๆ อย่างครบถ้วนภายในห้อง พื้นที่ดังกล่าวนี้อยู่ใต้

หลังคา เป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่ของบ้านอย่างคุ้มค่า มีแสงสว่างสดใส และมีช่องเปิดที่เห็นทิวทัศน์ภายนอกได้รอบทิศ ทำให้บรรยากาศภายในห้องสดใส ช่วยสร้างความรู้สึกกระตือรือร้นในการทำงาน

ครัวไทย ครัวอยู่ด้านหลังของบ้าน ซึ่งเป็นบริเวณที่กลิ่นต่าง ๆ จะไม่สามารถพัดผ่านเข้ามาภายในบ้านได้ โดยคำนึงถึงทิศทางของกระแสลมที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นโดยสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันจากรูปทรงของบ้าน ในการออกแบบได้วางทิศทางของการระบายอากาศ โดยคำนึงถึงจุดที่มีการปรุงอาหาร ซึ่งไม่ทำให้กลิ่นจากการปรุงย้อนกลับเข้าหาตัวของผู้ปรุง และสามารถระบายอากาศได้อย่างสมบูรณ์ มีการใช้แสงธรรมชาติผ่านหลังคากระจกที่เป็นสกายไลต์เหนือส่วนครัว และมีแผงป้องกันแสงแดดโดยตรง

ห้องคนรับใช้และลานซักล้าง ส่วนของห้องคนรับใช้แบ่งเป็นสัดส่วนเฉพาะแยกออกจากตัวบ้านโดยเด็ดขาด และออกแบบให้ไม่มีการรบกวนโดยการมองเห็นจากภายนอก โดยการเจาะช่องเปิดให้พ้นระดับสายตาที่ระดับสูงจากพื้นถึงประมาณ 2 เมตร มีการใช้ระบบธรรมชาติอย่างสมบูรณ์ โดยไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ ระบบการก่อสร้างของห้องนี้เป็นเพียงส่วนเดียวของบ้านหลังนี้ที่ใช้ระบบก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น (ตัวบ้านใหญ่ไม่มีระบบก่ออิฐฉาบปูน) เพื่อกันความร้อนและหน่วงเหนี่ยวความร้อนโดยธรรมชาติ การออกแบบโดยใช้ระบบธรรมชาติของห้องนี้ จะทำให้ภายในห้องเย็นกว่าภายนอกในช่วงเวลากลางวัน (สุนทร บุญญาธิการ, 2537) นอกจากนี้ยังออกแบบโดยใช้ผนังสีขาวและปลูกต้นไม้ภายนอกห้องด้านทิศตะวันตก

นอกจากนี้แล้ว ในส่วนของลานซักล้างที่อยู่หน้าห้องคนรับใช้มีการใช้หลังคาเป็นกระจกลามิเนต (Laminated Glass) ซึ่งมีคุณสมบัติที่ยอมให้แสงและความร้อนผ่านเข้ามาได้มากแต่ตัดรังสีอัลตราไวโอเลตออกไปได้เกือบหมด ทำให้สามารถตากผ้าได้ ถึงแม้ว่าจะมีฝนตก และเสื้อผ้าที่ตากจะไม่เก่าหรือซีดได้ง่าย

การซ่อมบำรุง

ตำแหน่งสำหรับการเข้าไปดูแลรักษา และซ่อมบำรุงในส่วนต่าง ๆ ของงานระบบของบ้านกำหนดให้สามารถทำได้จากภายนอกบ้าน เพื่อความสะดวกและปลอดภัยต่อผู้อยู่อาศัยภายในบ้าน เช่น บริเวณที่เป็นจุดเปิดสำหรับซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศของบ้าน จะอยู่บริเวณฝ้าเพดานเหนือที่จอดรถ และการซ่อมบำรุง ระบบท่อของห้องน้ำทุก ๆ ห้องสามารถทำได้จากภายนอกบ้าน โดยการยื่นส่วนที่เป็นห้องน้ำทุกห้องที่ระดับชั้น 2 ของบ้านออกจากแนวผนังชั้นล่าง ทำให้งานระบบท่อทุกอย่างอยู่นอกบ้าน

(ดูภาพแบบบ้านประหยัดพลังงานประกอบ ในภาคผนวก ก หน้า 113 - 115)

4.2.2. การบำบัดและระบายน้ำเสียในครัวเรือน

ใช้ระบบบ่อเกรอะและกรองไร้อากาศ (Septic tank and Anaerobic Filter) ในอดีตน้ำที่ผ่านการใช้แล้วจากอาคารบ้านเรือน จะระบายลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ โดยไม่ผ่านการบำบัดทำให้เกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำ ในปัจจุบันจึงได้มีการคำนึงถึงการบำบัดน้ำเสียจากอาคารมากขึ้น เนื่องจากชุมชนเป็นแหล่งกำเนิดที่มีปริมาณน้ำเสียมาก และมีความสกปรกมาก

การบำบัดน้ำเสียจากอาคารสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. **การบำบัดขั้นต้น**

- **น้ำครัว** ผ่านตะแกรงกรองเอาเศษอาหาร ออกแล้วผ่านบ่อดักไขมันเพื่อให้ไขมันลอยตัวเป็นฝ้าไขแล้วตักออก
- **น้ำส้วม** ผ่านเข้าบ่อเกรอะ เพื่อแยกอุจจาระกระดาษชำระและสิ่งสกปรกอื่น ๆ จมตัวลงแล้วถูกย่อยโดยแบคทีเรียแบบไม่ใช้อากาศ

2. **การบำบัดขั้นที่สอง**

น้ำเสียทั้งหมดที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นแล้วจะเข้าสู่ระบบบำบัดขั้นที่สองซึ่งมีประสิทธิภาพสูง ได้แก่ ระบบเอเอส ระบบกรองไร้อากาศ หรือระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (อาร์บีซี) ในการนำมาใช้สามารถเลือกระบบใดระบบหนึ่งที่เหมาะสม

3. **การระบายทิ้ง**

น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่สองสามารถระบายลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะหรือลำน้ำธรรมชาติได้ แต่น้ำเสียที่ผ่านเฉพาะการบำบัดขั้นต้นจะยังมีความสกปรกเหลืออยู่ ไม่สามารถปล่อยลงทางน้ำสาธารณะได้โดยตรง ต้องใช้วิธีระบายซึมลงดินโดยผ่านทางบ่อซึมหรือลานซึม

ส่วนประกอบของระบบ

ส่วนประกอบและรายละเอียดของแต่ละระบบมีดังนี้

ระบบดักขยะและบ่อดักไขมัน

บ่อดักขยะและบ่อดักไขมันมักใช้ควบคู่กันอุปกรณ์ดักขยะอาจเป็นลักษณะตะแกรง เมื่อขยะติดค้างมากขึ้นจะทำให้น้ำไหลไม่สะดวก จึงต้องหมั่นดูแลเก็บขยะไปทิ้ง

บ่อดักไขมันสำหรับน้ำครัว มีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะกักน้ำเสียไว้ระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้ไขมันและน้ำมันมีโอกาสลอยตัวขึ้นมาสะสมกันอยู่บนผิวน้ำ เมื่อปริมาณไขมันและน้ำมันสะสมมากขึ้นต้องตักออกไปกำจัด เช่น ใส่ถุงพลาสติกทิ้งฝากรถขยะ หรือนำไปตากแห้งหรือหมักเป็นปุ๋ย

ระบบบ่อเกรอะ (Septic tank)

บ่อเกรอะมีลักษณะเป็นบ่อปิด ซึ่งน้ำซึมออกไม่ได้ และไม่มีการเติมอากาศ โดยทั่วไปมักใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากส้วม แต่จะใช้บำบัดน้ำเสียจากครัวหรือน้ำเสียอื่น ๆ ด้วยก็ได้

อุจจาระจะถูกย่อยเป็นก๊าซกับน้ำ ซึ่งไม่ทำให้บ่อเต็ม แต่ถ้าหากมีการทิ้งสิ่งที่ย่อยสลายยาก เช่น พลาสติก ผ้าอนามัย กระดาษชำระ สิ่งเหล่านี้ก็จะค้างอยู่ในบ่อและทำให้บ่อเต็มก่อนเวลาอันสมควร จำเป็นต้องมีการสูบกากเหล่านี้ออกเป็นครั้งคราว (ไม่ควรเกินปีละหนึ่งครั้ง)

เนื่องจากประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของบ่อเกรอะไม่สูงนัก คือประมาณ 40-60 เปอร์เซ็นต์ น้ำทิ้งจากบ่อจึงยังคงมีค่าบีโอดีสูงเกินค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้ ไม่สามารถปล่อยทิ้งลงแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือท่อระบายน้ำสาธารณะได้ จึงต้องผ่านเข้าระบบขั้นที่สองเพื่อลดค่าบีโอดีลง หรือปล่อยเข้าบ่อซึมเพื่อระบายลงสู่ดินต่อไป

ระบบบ่อซึม

เป็นบ่อที่สร้างด้วยวงขอบซีเมนต์ฝังลึกลงใต้พื้นดิน แต่ต้องสูงกว่าระดับน้ำใต้ดิน น้ำทิ้งจากบ่อเกรอะหรือระบบบำบัดอื่น ๆ ไหลเข้าสู่บ่อซึมแล้วซึมออกตามรูเจาะหรือรอยต่อระหว่างขอบซีเมนต์สู่ดินรอบด้าน บ่อซึมนี้นิยมใช้กับครัวเรือน หรืออาคารขนาดเล็ก ซึ่งมีพื้นที่ระบายไม่มากนัก อยู่ในชุมชนที่ไม่หนาแน่น และอยู่ห่างไกลจากบ่อน้ำตื้น ซึ่งใช้สำหรับอุปโภคบริโภค

ลานซึม

ในกรณีที่น้ำทิ้งมีปริมาณมากและมีพื้นที่ดินกว้างพอเพียง อาจใช้การระบายแบบลานซึม ซึ่งประกอบด้วยระบบท่อเจาะรูฝังใต้ดิน เพื่อกระจายน้ำทิ้งให้ซึมลงดิน แต่ในการออกแบบควรมีการทดสอบคุณสมบัติการซึมของดินเสียก่อน

ระบบกรองอากาศ (Anaerobic filter)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ ภายในถังจะมีชั้นตัวกลางบรรจุอยู่ ตัวกลางอาจใช้หินหรือพลาสติกซึ่งมีพื้นผิวมากสำหรับให้แบคทีเรียเกาะอาศัย

น้ำเสียจะไหลเข้าทางด้านล่างของถังแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลาง จากนั้นจึงไหลออกทางท่อด้านบน ขณะที่ไหลผ่านชั้นตัวกลาง แบคทีเรียชนิดไม่ใช้อากาศจะย่อยสารอินทรีย์ในน้ำเสียเปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ

ประสิทธิภาพของระบบนี้สูงพอสมควรแต่อาจเกิดปัญหาจากการอุดตันของตัวกลางภายในถังและทำให้น้ำไม่ไหล ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดสารแขวนลอยต่าง ๆ ออกก่อน เช่น มีตะแกรงดักขยะและบ่อดักไขมันไว้หน้าระบบ หรือถ้าใช้บำบัดน้ำส้วมก็ควรผ่านเข้าบ่อเกรอะก่อน

ระบบเอเอส (Activated Sludge)

เป็นระบบที่มีการเลี้ยงแบคทีเรียในปริมาณคงที่ไว้ในถังบำบัดซึ่งมีการเติมอากาศอยู่ตลอดเวลา เมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในถัง แบคทีเรียจะทำการย่อยบีโอดีโดยใช้ออกซิเจน ซึ่งเป่าพ่นเข้ามาด้วยเครื่องเติมอากาศ เกิดมีเซลล์ใหม่ของแบคทีเรียเพิ่มขึ้นแต่มนขณะเดียวกัน แบคทีเรียบางส่วนจะหลุดลอยออกไปพร้อมกับน้ำทิ้ง ทำให้ปริมาณของแบคทีเรียในถังบำบัดไม่พอเพียงที่จะ

ย่อยสารอินทรีย์ที่เข้ามา ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบระบบให้คงปริมาณแบคทีเรียไว้ เช่น มีแผ่นกักตะกอนแบคทีเรีย น้ำทิ้งจากระบบมักใสไม่มีกลิ่นคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

ระบบแผ่นหมุนชีวภาพหรืออาร์บีซี (Rotating Biological Contactor)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ แบคทีเรียจะอาศัยอยู่บนตัวกลางซึ่งมีพื้นที่ให้เกาะยึดสูง เช่น เป็นแผ่นจานแบนกลมเรียงซ้อนกัน หรือเป็นแผ่นโปร่งพรุนแบบรังผึ้ง ตัวกลางนี้เป็นรูปทรงกระบอก แกนวางตามแนวนอน โดยส่วนล่างจุ่มอยู่ในรางน้ำซึ่งน้ำเสียไหลเข้ามา ตัวกลางทรงกระบอกนี้จะหมุนอย่างช้า ๆ ตามแนวแกนนอน น้ำเสียและจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่กับตัวกลางขึ้นมาด้วย แล้วก็หมุนกลับลงไปจุ่มเอาน้ำเสียขึ้นมาอีก สลับอยู่ตลอดเวลา น้ำทิ้งที่ไหลออกไปทางปลายถังจะผ่านการบำบัดจนมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

4.2.3. ระยะห่างของอาคารและความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบๆ

ระยะห่างของอาคารในที่นี้จะกล่าวถึง 2 กรณี ได้แก่

1. **ระยะห่างของอาคารหรือเนื้อที่ว่างภายนอกอาคารตามที่กำหนดในกฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ.2543) ออกตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522** ในกฎกระทรวงนี้

"อาคารอยู่อาศัย" หมายความว่า อาคารซึ่งโดยปกติบุคคลใช้อยู่อาศัยได้ทั้งกลางวันและกลางคืนไม่ว่าจะเป็นการอยู่อาศัยอย่างถาวรหรือชั่วคราว

"อาคารอยู่อาศัยรวม" หมายความว่า อาคารหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยสำหรับหลายครอบครัว โดยแบ่งออกเป็นหน่วยแยกจากกันสำหรับแต่ละครอบครัว

"ฝา" หมายความว่า ส่วนก่อสร้างในด้านตั้งซึ่งกั้นแบ่งพื้นภายในอาคารเป็นห้อง ๆ

"ผนัง" หมายความว่า ส่วนก่อสร้างในด้านตั้งซึ่งกั้นด้านนอกหรือระหว่างหน่วยของอาคารให้เป็นหลังหรือเป็นหน่วยแยกจากกัน

"ที่ว่าง" หมายความว่า พื้นที่อันปราศจากหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุม ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวอาจจะจัดเป็น บ่อน้ำ สระว่ายน้ำ บ่อพักน้ำเสีย ที่พักมูลฝอย ที่พักรวมมูลฝอย หรือที่จอดรถที่อยู่ภายนอกอาคารก็ได้ และให้หมายความรวมถึงพื้นที่ของสิ่งก่อสร้างหรืออาคารที่สูงจากระดับพื้นดินไม่เกิน 1.20 เมตร และไม่มีหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุมเหนือระดับนั้น

"ถนนสาธารณะ" หมายความว่า ถนนที่เปิดหรือยินยอมให้ประชาชนเข้าไปหรือใช้เป็นทางสัญจรได้ ทั้งนี้ไม่ว่าจะมีการเรียกเก็บค่าตอบแทนหรือไม่

หมวด 3 ที่ว่างภายนอกอาคาร

ข้อ3(1) อาคารอยู่อาศัยและอาคารอยู่อาศัยรวม ต้องมีที่ว่างไม่น้อยกว่า 30 ใน 100 ส่วนของพื้นที่ชั้นใดชั้นหนึ่งที่มากที่สุดของอาคาร

หมวด 4 แนวอาคารและระยะห่างของอาคาร

ข้อ 41 อาคารที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้ถนนสาธารณะที่มีความกว้างน้อยกว่า 6 เมตร ให้ร่นแนวอาคารห่างจากกึ่งกลางถนนสาธารณะอย่างน้อย 3 เมตร

อาคารที่สูงเกินสองชั้นหรือเกิน 8 เมตร ห้องแถว ตึกแถว บ้านแถว อาคารพาณิชย์ โรงงาน อาคารสาธารณะ ป้ายหรือสิ่งก่อสร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายหรือคลังสินค้าที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้ถนนสาธารณะ

(1) ถ้าถนนสาธารณะกว้างน้อยกว่า 10 เมตร ให้ร่นแนวอาคารห่างจากกึ่งกลางถนนสาธารณะอย่างน้อย 6 เมตร

(2) ถ้าถนนสาธารณะกว้างตั้งแต่ 10 เมตร ขึ้นไป แต่ไม่เกิน 20 เมตร ให้ร่นแนวอาคารห่างจากเขตถนนสาธารณะอย่างน้อย 1 ใน 10 ของความกว้างถนนสาธารณะ

(3) ถ้าถนนสาธารณะมีความกว้างเกิน 20 เมตร ขึ้นไป ให้ร่นแนวอาคารห่างจากเขตถนนสาธารณะอย่างน้อย 2 เมตร

ข้อ 47 รั้วหรือกำแพงที่สร้างขึ้นติดต่อหรือห่างจากถนนสาธารณะน้อยกว่าความสูงของรั้ว ให้ก่อสร้างได้สูงไม่เกิน 3 เมตร เหนือระดับทางเท้าหรือถนนสาธารณะ

ข้อ 48 การก่อสร้างอาคารใกล้อาคารอื่นในที่ดินเจ้าของเดียวกัน พืชหรือผนังของอาคารสำหรับอาคารสูงไม่เกิน 9 เมตร ต้องห่างจากอาคารอื่นไม่น้อยกว่า 4 เมตร และสำหรับอาคารที่สูงเกิน 9 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ต้องห่างจากอาคารอื่นไม่น้อยกว่า 6 เมตร

ข้อ 50 ผนังของอาคารที่มีหน้าต่าง ประตู ช่องระบายอากาศ หรือช่องแสงหรือระเบียงของอาคารต้องมีระยะห่างจากแนวเขตที่ดิน ดังนี้

(1) อาคารที่มีความสูงไม่เกิน 9 เมตร ผนังหรือระเบียงต้องอยู่ห่างเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 2 เมตร

(2) อาคารที่มีความสูงเกิน 9 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ผนังหรือระเบียบต้องอยู่ห่างเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 3 เมตร

ผนังของอาคารที่อยู่ห่างเขตที่ดินน้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ใน (1) หรือ (2) ต้องอยู่ห่างจากเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร เว้นแต่จะก่อสร้างชิดเขตที่ดินและอาคารดังกล่าวจะก่อสร้างได้สูงไม่เกิน 15 เมตร ผนังของอาคารที่อยู่ชิดเขตที่ดินหรือห่างจากเขตที่ดินน้อยกว่าที่ระบุไว้ใน (1) หรือ (2) ต้องก่อสร้างเป็นผนังทึบ และขนาดผนังของอาคารด้านนั้นให้ทำผนังทึบ สูงจากดาดฟ้าไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร ในกรณีก่อสร้างชิดเขตที่ดิน ต้องได้รับความยินยอมเป็นหนังสือจากเจ้าของที่ดินข้างเคียงด้านนั้นด้วย

2. ระยะห่างของอาคารหรือเนื้อที่ว่างภายนอกตามหลักเกณฑ์การออกแบบผังบริเวณ

เนื้อที่ว่างภายนอก (Outdoor Space)

ที่ว่างหรือเนื้อที่ว่างเปล่า (Space) มีลักษณะแตกต่างกันไปตามรูปร่าง (Shape) และส่วนสัด (Proportions) ส่วนสัดนั้นสามารถศึกษาได้จากหุ่นจำลอง (Model) แต่ "ที่ว่าง" นั้น เราตัดสินและวิจัยได้โดยอาศัยมาตราส่วน (Scale) โดยเทียบเคียงกับวัตถุภายนอก

เราจำเป็นต้องจัดให้มีความสัมพันธ์กันในมาตราส่วนกับภูมิพื้นที่โดยรอบ ไม่ว่าจะเป็นที่ดินอยู่ภายในเมืองหรือนอกเมืองก็ตาม หน้าที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวางผังบริเวณ คือ วางสิ่งใหม่ ๆ ลงไปในผังโดยมิให้เกิดการขัดแย้งกับมาตราส่วนเดิม โดยที่ว่างนี้ต้องม่มาตราส่วนเกี่ยวเนื่องกับผู้ใช้และผู้ดูไม่ให้ขัดความรู้สึก หรือเกิดผลอื่นนอกเหนือไปจากวัตถุประสงค์ในการออกแบบ

ในเนื้อที่ที่มีรั้วหรือฝาผนังกั้นโดยรอบนั้น จะเกิดความรู้สึกอบอุ่น ถ้าฝากั้นนี้สูงประมาณ 1/2 หรือ 1/3 ของความกว้างพื้นที่(ห้อง แต่ถ้าเกิน 1/4 ขึ้นไปแล้ว เนื้อที่นั้นก็คล้ายไม่มีผาอีกต่อไป ในกรณีเดียวกัน หากกำแพงมีความสูงเกินความกว้าง ก็ทำให้คนที่อยู่ภายในไม่สามารถมองเห็นขอบฟ้า ขอบเขตภายในบริเวณกำแพง และไม่สามารถคาดเดาความสูงของฝาผนังนั้นได้ กรณีนี้พื้นที่บริเวณนั้นก็จะกลายเป็นบ่อ หลักการนี้มีอยู่ว่า ให้มีมุมมองสามารถมองออกไปโดยมิให้ส่วนขอบบนเป็นเครื่องกั้น และมีความตั้งใจให้เกิดเนื้อที่ ขอบเขตที่มีฝาหรือกำแพงล้อมรอบเพื่อความมิดชิด อบอุ่นผิดกับในกรณีอื่น ๆ

ช่องว่างระหว่างตัวอาคาร (The space between buildings)

พื้นที่ภายในบริเวณที่พักอาศัยนั้น นอกจากตัวอาคารต่าง ๆ แล้ว ต้องสามารถบรรจุสิ่งต่าง ๆ สำหรับใช้ประโยชน์ทั่วไป เช่น ทางสัญจร (Circulation) ทางเท้าและยวดยาน (Foot and Vehicle) ที่พักรถ บริเวณนั่งเล่น สวน ที่ทำงานกลางแจ้ง อุปกรณ์กำจัดสิ่งโสโครก บริเวณเก็บอุปกรณ์ การจัดภูมิพื้นที่ ส่วนกำบังสายตา เสียง แสงอาทิตย์หรือลม การจัดนี้อาจเป็นไปเพื่อสนองประโยชน์เฉพาะครัวเรือน หรือเพื่อการใช้รวมก็ได้ สนามหญ้าที่ใช้เฉพาะควรมีพื้นที่อย่างน้อยประมาณ 40 x 40 ตารางฟุต สำหรับใช้นั่งพักผ่อนและปลูกต้นไม้ ถ้าเป็นบริเวณนั่งพักผ่อนอย่างเดียว ควรมีขนาดไม่เกิน 20 x 20 ตารางฟุต

ระยะช่องว่าง (Spacing) ระหว่างตัวอาคาร ก็มีผลต่อเนื้อที่เราเว้นไว้สำหรับการพักผ่อนภายนอกและมีผลต่อการเป็นอยู่ในอาคาร ถ้าวางตัวอาคารชิดกันมากเกินไป หรือวางล้อมรอบสนามหญ้า จะมีเสียงก้องอยู่ภายใน หลักมีอยู่ว่า ทุกห้องควรได้รับแสงและอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเสมอ และป้องกันการอับทึบ วิธีปฏิบัติ คือ จากส่วนล่างของบานหน้าต่าง ห้องชั้นล่าง กำหนด

ให้ได้มุมมองขนาด 60 องศา โดยไม่มีอะไรมาบังสายตา หรือกำหนดระยะไม่น้อยกว่า 2 เท่า ความสูงอาคารหลังถัดไป หรืออาจแก้ไขโดยการศึกษาทิศทางหรือรูปแบบอาคารอย่างละเอียด

4.3 รูปแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อม

รูปแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อมในที่นี้ครอบคลุมตั้งแต่ รูปแบบที่พักอาศัยที่ได้จากการประมวลเนื้อหาที่ศึกษาจากหลักการในการออกแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อม ร่วมกับเนื้อหาที่ศึกษาจากบริบททางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมในเขตเทศบาลนครลำปาง รวมไปถึงข้อมูลความต้องการและข้อคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อรูปแบบที่พักอาศัยตามประเด็นที่ใช้ในการศึกษาพร้อมบทวิเคราะห์ อันนำไปสู่แนวทางในการปรับปรุงรูปแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะขอกล่าวในรายละเอียดตามหัวข้อดังนี้

4.3.1 **รูปแบบที่พักอาศัย** ที่ได้จากการประมวลเนื้อหาหลักการออกแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อม ร่วมกับบริบททางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมในเขตเทศบาลนครลำปาง

จากการศึกษาหลักการในการออกแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีรายละเอียดครอบคลุมเรื่อง บ้านประหยัดพลังงาน การบำบัดและระบายน้ำเสียในครัวเรือน และระยะห่างของอาคารและความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบๆ เมื่อพิจารณาร่วมกับเงื่อนไขที่ศึกษาได้จากบริบททางเศรษฐกิจ สังคม ของประชากรในพื้นที่เป้าหมายแล้ว พบว่า จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยน ขนาดหรือชนิดของวัสดุ หรือเทคนิคบางประการ เพื่อให้สอดคล้องกับความเป็นไปได้ และความเหมาะสมต่อฐานะทางเศรษฐกิจ โดยยังคงยึดแนวความคิดที่ได้จากการศึกษาหลักการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นแนวทางสำคัญในทางปฏิบัติ ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียด ตามรูปแบบที่พักอาศัยที่แบ่งได้ตามลักษณะของที่ตั้ง ดังนี้

4.3.1.1 **ที่พักอาศัยแบบ A** มีรายละเอียดในการออกแบบ ตามประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. **ประเด็นทางเศรษฐกิจ สังคม**

1.1 **ราคาที่พักอาศัย** ค่าวัสดุก่อสร้างและแรงงานเป็นเงินประมาณ 450,000 บาท

1.2 **ลักษณะการอยู่อาศัย** บ้านพักอาศัยสำหรับครอบครัวเดี่ยวประกอบด้วย 2 ห้องนอน 1ห้องน้ำ การใช้งานส่วนใหญ่ใช้เต็มที่ในช่วงเย็นหลังเลิกงาน ช่วงกลางวันอาจไม่มีการใช้งาน หรือถ้ามีน่าจะเป็นแม่บ้านและประกอบกิจกรรม ส่วนใหญ่ในครัว และห้องรับแขก-พักผ่อน

2. **ประเด็นด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม**

2.1 **การใช้พลังงานของอาคาร** พิจารณาพลังงานที่ใช้ในการอยู่อาศัย โดยโยงความสัมพันธ์เชิงพรรณาตามคุณลักษณะของที่พักอาศัยในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

ขนาดพื้นที่ใช้สอย มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 75 ตารางเมตร การใช้พื้นที่ค่อนข้างประหยัด เน้นความกะทัดรัด และใช้พื้นที่เท่าที่จำเป็นในการอยู่อาศัยเท่านั้น การใช้พื้นที่น้อยย่อมส่งผลถึงปริมาณทรัพยากรที่นำมาใช้น้อย รวมไป ถึง การใช้องค์ประกอบต่างๆในการดำรงชีพของผู้อยู่อาศัยจะมีทิศทางไปในทางประหยัดได้มากขึ้น และพลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศตลอดจนแสงสว่างก็จะเป็นไปตามความสัมพันธ์กับขนาดพื้นที่ใช้สอยด้วย

การจัดพื้นที่ใช้สอย ลักษณะการจัดพื้นที่แต่ละส่วนมีความกระชับและเป็นไปอย่างประหยัด ทำให้อาคารมีลักษณะเป็นกลุ่มก้อนเดียวกัน โดยที่การจัดวางส่วนห้องนอน ห้องรับแขก และห้องทานอาหารซึ่งต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอยู่อาศัย ต้องอยู่ในทิศทางที่สามารถรับลมได้เต็มที่ ส่วนห้องครัวและห้องน้ำ การใช้งานน้อยกว่า จึงสามารถจัดวางในบริเวณที่อับลมได้ อย่างไรก็ตาม การจัดพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดทุกส่วนสามารถมีช่องเปิดติดต่อกับภายนอกอาคารได้ เพื่อให้ส่วนต่างๆ สามารถนำแสงจากธรรมชาติมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม

การจัดสภาพแวดล้อมรอบบ้าน ความจำเป็นในการจัดวางห้องรับแขก ห้องนอน และห้องทานอาหารให้รับลมได้เต็มที่นั้น ทำให้ทั้ง 3 ส่วน มีผนังด้านที่หันไปทางทิศตะวันตก ซึ่งได้รับแสงแดดในตอนบ่ายที่มีความร้อนสูงกว่าแดดในตอนเช้า จึงอาจส่งผลกระทบต่อภาวะสบายในการอยู่อาศัยได้ วิธีการลดความร้อนสำหรับผนังในทิศตะวันตก และทิศใต้คือการจัดสภาพแวดล้อมภายนอกช่วยด้วยการปลูกต้นไม้ใหญ่ ลำต้นสูงปานกลาง เช่น ต้นมะม่วง หรือชงโค หรือพิกุล เป็นเครื่องบังแดดและกรองความร้อนก่อนเข้าถึงตัวอาคารในขณะที่ปล่อยให้ลมพัดผ่านสู่ต่างของอาคารได้ ในระดับลำต้น ซึ่งมีลักษณะโปร่ง นอกจากนี้ บริเวณห้องทานอาหาร และห้องรับแขกซึ่งอยู่ปลายลม ก็ใช้ต้นไม้ที่มีพุ่มหนาสูงระดับหน้าต่าง เช่น ต้นแก้ว จั๋งจีน หรือ โมก ปลูกเป็นแนวเพื่อช่วยดักลมจากทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ให้เข้าสู่ตัวอาคารได้ เป็นการลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อสร้างความเย็นในอาคาร ไม่ว่าจะเป็นจากเครื่องปรับอากาศ หรือพัดลมก็ตาม

ลักษณะเฉพาะของรูปแบบที่พักอาศัย รูปแบบเป็นแบบเรือนไทยภาคเหนือร่วมสมัย โดยใช้หลังคาจั่วผสมปั้นหยา แต่ตัวเรือนจะมีรูปทรงกะทัดรัดกว่าแบบเดิม เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพอากาศในปัจจุบัน การใช้รูปทรงหลังคาดังกล่าว จะทำให้เกิดช่องว่างของอากาศบริเวณใต้หลังคา ซึ่งสามารถช่วยลดความร้อนภายในอาคารได้โดยอาศัยการทำงานร่วมกับการใช้ฉนวนกันความร้อนใยแก้ว ปูเหนือฝ้าเพดาน นอกจากนี้ในบริเวณหน้าบันหลังคาและบริเวณฝ้าชายคาทั้งหมดใช้การตีไม้ในลักษณะเว้นร่องเพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านระบายความร้อนในช่องหลังคาได้ตลอดเวลาเป็นการลดความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารทางหลังคา นอกจากนี้บริเวณพื้นภายในอาคารยกสูงขึ้นจากพื้นดิน ทำให้มีช่องว่างด้านล่างให้ลมพัดผ่านได้เพื่อลดความร้อนที่สะสมในดินและลดความชื้นที่เข้าสู่ตัวอาคารด้วย

การระบายอากาศ การเจาะช่องหน้าต่างเน้นการเจาะช่องหน้าต่างบริเวณทิศใต้เพื่อให้สามารถรับลมได้อย่างเต็มที่ในขณะที่การเจาะหน้าต่างบริเวณด้านทิศตะวันตกจะมีปริมาณน้อยกว่า (เพราะหมายถึงการรับความร้อนจากแสงแดดตอนบ่ายด้วย)ในกรณีเช่นนี้ ก็สามารถใช้ประโยชน์จากการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อช่วยบังคับทิศทางลมให้เข้าสู่อาคารทางทิศตะวันตกได้

การใช้วัสดุ วัสดุโครงสร้างใช้คอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรง และนิยมทำโดยทั่วไป สามารถหาผู้ชำนาญการมาทำงานได้ง่าย ส่วนวัสดุผนังมีการเลือกใช้ได้ 2 ลักษณะ ตามความเหมาะสมในการใช้ได้แก่ อิฐมอญ และคอนกรีตบล็อค โดยที่อิฐมอญเป็นวัสดุที่มีมวลสารมากมีความสามารถในการสะสมความชื้นได้มากไม่เหมาะสำหรับบริเวณห้องที่ปรับอากาศ อาจเปลี่ยนอิฐมอญมาใช้คอนกรีตบล็อคแทนได้ นอกจากนี้ ในบริเวณผนังด้านทิศใต้และตะวันตกมีการใช้ฉนวนกันความร้อนบุผิวผนังภายนอก เพื่อลดความร้อนเข้าสู่ ห้องนอน ห้องรับแขก และห้องทานอาหารด้วย รวมทั้งเลือกใช้กระจกใสสีชาเปอร์เซ็นต์ต่ำ เพื่อช่วยกรองแสงในระดับหนึ่ง ในขณะที่สามารถนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้อย่างพอเหมาะ ตลอดจนเลือกใช้วัสดุโดยทั่วไปใช้วัสดุในท้องถิ่น เช่นกระเบื้องดินเผา พื้นเมือง ไม้แปรรูปต่างๆ ตามความเหมาะสมเพื่อลดการใช้พลังงานในการขนส่ง และผลิตวัสดุต่างๆ

2.2 **การจัดการน้ำเสีย** กำหนดให้ใช้ถังบำบัดน้ำสำเร็จรูปแบบเติมอากาศ สำหรับการบำบัดน้ำโสโครกจากห้องน้ำ สำหรับห้องครัวให้ทำบ่อดักไขมันดักเศษขยะและอาหารก่อนแล้วต่อท่อน้ำเสียที่เหลือลงสู่ถังบำบัดน้ำสำเร็จรูป สำหรับการระบายน้ำนั้น เนื่องจากที่ดินบริเวณนี้อยู่ใกล้แม่น้ำวัง และบางแห่งอาจติดแม่น้ำเลย ดังนั้นการปล่อยให้น้ำที่ผ่านการบำบัดซึมลงสู่ดินอาจส่งผลกระทบต่อแม่น้ำได้ จึงกำหนดให้น้ำที่ผ่านการบำบัด ต่อลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะได้เลย เนื่องจากถนนในบริเวณนี้ส่วนใหญ่ มีการทำท่อระบายน้ำสาธารณะไว้แล้ว

2.3 **ระยะห่างของอาคารและความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบๆ** ระยะห่างระหว่างตัวอาคารกับขอบเขตที่ดิน ในกรณีที่มีขนาดเล็กที่สุดตามเงื่อนไข(ประมาณ180 ตร.ม.) อยู่ในระดับที่สามารถผ่าน พระราชบัญญัติควบคุมอาคารได้ ซึ่งถือว่าถูกสุขลักษณะในระดับที่ยอมรับได้ จึงเน้นที่การจัดสภาพแวดล้อมภายในขอบเขตที่ดินให้ส่งเสริมต่อการอยู่อาศัยอย่างสบาย เช่น การปลูกต้นไม้ นอกจากจะช่วยบังแดดและบังคับทิศทางลมให้เข้าสู่ตัวอาคารแล้ว ยังสร้างทัศนียภาพที่ดีให้แก่ผู้อยู่อาศัยด้วย และเนื่องจากพื้นที่ดินบริเวณใกล้แม่น้ำวัง จึงออกแบบบ้านให้มีความสูงเพียง 1 ชั้น เพื่อไม่ให้ทำลายทัศนียภาพบริเวณริมแม่น้ำ และยกพื้นอาคารขึ้นสูงในกรณีป้องกันน้ำท่วมได้ (ดูแบบที่พักอาศัย A ประกอบ ในภาคผนวก ข หน้า 117 - 120)

4.3.1.2 แบบที่พักอาศัย B มีรายละเอียดการออกแบบ ตามประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. ประเด็นทางเศรษฐกิจ สังคม

1.1 ราคาที่พักอาศัย ค่าวัสดุก่อสร้างและแรงงานเป็นเงินประมาณ 600,000 บาท

1.2 ลักษณะการอยู่อาศัย บ้านพักอาศัยสำหรับครอบครัวเดี่ยวสูง 2ชั้นประกอบด้วย 2 ห้องนอน 1 ห้องน้ำ ส่วนใหญ่ใช้งานเต็มที่ในช่วงเย็นหลังเลิกงานและช่วงเช้า ช่วงกลางวันอาจไม่มีการใช้งาน หรือถ้ามีน่าจะเป็นแม่บ้านและประกอบกิจกรรมส่วนใหญ่ในครัว และ ห้องรับแขก-พักผ่อนน่าจะใช้งานอย่างเบาบาง

2. ประเด็นด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

2.1 การใช้พลังงานของอาคาร พิจารณาพลังงานที่ใช้ในการอยู่อาศัย โดยโยงความสัมพันธ์เชิงพรรณาตามคุณลักษณะของที่พักอาศัยในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

ขนาดพื้นที่ใช้สอย มีพื้นที่ประมาณ 100 ตร.ม.การใช้พื้นที่ค่อนข้างประหยัด และใช้เท่าที่จำเป็นเหมือนแบบ A แต่มีพื้นที่แต่ละส่วนกว้างกว่าเล็กน้อย ทำให้ใช้ทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้น รวมไปถึงพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีพของผู้อยู่อาศัยก็จะสูงขึ้นด้วย เมื่อเทียบกับแบบ A

การจัดพื้นที่ใช้สอย ลักษณะการจัดพื้นที่แต่ละส่วนมีความกระชับและเป็นไปอย่างประหยัด หากแต่มีวิธีเพิ่มพื้นที่ใช้สอยภายในขอบเขตที่ดินขนาดเดียวกับแบบ A ด้วยการซ้อนชั้นอาคาร โดยจัดให้ส่วนห้องนอนอยู่ชั้น 2 ลักษณะโดยรวมของอาคารมีลักษณะเกาะกลุ่มกัน ยกเว้นบริเวณชานพักทางเข้าที่ดึงห่างออกไปจากส่วนพักอาศัย เพื่อเป็นการเพิ่มระยะทางของมลภาวะภายนอกในการเข้าถึงตัวบ้านและเป็นการเพิ่มพื้นที่สวนกลางบ้าน นอกจากนี้พื้นที่ชั้นล่างในบริเวณห้องทานอาหารและห้องนั่งเล่น เป็นส่วนที่มีพื้นที่การใช้งานชั้น2 ซ้อนชั้นอยู่ทำให้ช่วยลดความร้อนจากด้านบนได้ การจัดวางตำแหน่งบริเวณห้องนั่งเล่นห้องทานอาหารและห้องนอนให้อยู่ทางทิศใต้และทิศตะวันตกทำให้สามารถรับลมตามธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ ส่วนห้องรับแขกนั้นใช้การเว้นช่วงจัดสวนบริเวณกลางบ้าน เป็นตัวช่วยดักทิศทางลมให้พัดผ่านเข้ามาได้ ส่วนห้องครัวและห้องน้ำการใช้งานมีน้อยและไม่ต่อเนื่องจึงสามารถจัดวางในบริเวณที่อับลมได้ ส่วนในแง่ของการรับแสงสว่างจาก ธรรมชาติมาใช้งานนั้น ทั้งส่วนห้องรับแขก,ห้องพักผ่อนและทานอาหารทุกส่วนมีผนังด้านที่ติดต่อกับภายนอกอาคารสามารถเจาะช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้งานได้อย่างเต็มที่เพื่อให้ส่วนต่างๆ สามารถนำแสงจากธรรมชาติมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม

การจัดสภาพแวดล้อมรอบบ้าน การจัดวางห้องพักผ่อน-ทานอาหารและ ห้องนอนให้รับลมได้เต็มที่นั้น ทำให้ทั้ง3ส่วนมีผนังด้านที่หันไปทางทิศตะวันตกซึ่งได้รับแสงแดดในตอนบ่ายที่มีความร้อนสูงกว่าแดดในตอนเช้า จึงอาจส่งผลกระทบต่อสภาวะสบายในการอยู่อาศัยได้ วิธีการลดความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารสำหรับผนังในทิศใต้และตะวันตกในบริเวณชั้น1คือการจัดสภาพแวด

ล้อมภายนอกช่วยด้วยการปลูกต้นไม้ใหญ่ลำต้นโปร่งเป็นเครื่องบังแดดและกรองความร้อนก่อนเข้าถึงตัวอาคารในขณะที่ปล่อยให้ลมพัดผ่านสู่หน้าต่างของอาคารได้ ในระดับลำต้นซึ่งร่มเงาของต้นไม้ใหญ่นี้จะช่วยลดความร้อนของผนังชั้นบนได้บางส่วนแต่อาจไม่เท่าชั้นล่าง (ดังนั้นการป้องกันความร้อนของชั้นบนจำเป็นต้องใช้วิธีการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมเป็นตัวช่วย) ส่วนห้องรับแขกซึ่งมีลักษณะหลบมุมไม่สามารถรับลมธรรมชาติได้โดยตรงจึงต้องใช้การจัดพุ่มไม้สูงระดับหน้าต่างปลูกเป็นแนว เป็นตัวช่วยดักทิศทางลมให้พัดผ่านเข้าทางช่องเปิดด้านข้าง ซึ่งแนวต้นไม้นี้ยังช่วยป้องกันมลภาวะจากภายนอกบ้านให้เข้าสู่ตัวบ้านได้น้อยลงด้วย นอกจากนี้บริเวณรอบๆตัวบ้านก็มีการปลูกต้นไม้คลุมดินโดยรอบ เป็นการลดแสงสะท้อนจากแสงแดดที่เข้าสู่ตัวอาคารด้วย

ลักษณะเฉพาะของรูปแบบที่พักอาศัย รูปแบบเป็นแบบเรือนไทยภาคเหนือร่วมสมัย โดยใช้หลังคาจั่วผสมปั้นหยา แต่ตัวเรือนจะมีรูปทรงกระทัดรัดกว่าแบบเดิม เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพอากาศในปัจจุบันซึ่งบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยมิได้มีอากาศหนาวอย่างในอดีตอีกแล้ว การใช้รูปทรงหลังคาดังกล่าวจะทำให้เกิดช่องว่างของอากาศบริเวณใต้หลังคา ซึ่งสามารถช่วยลดความร้อนภายในอาคารได้โดยอาศัยการทำงานร่วมกับการใช้ฉนวนกันความร้อนใยแก้วปูเหนือฝ้าเพดาน นอกจากนี้ในบริเวณหน้าบันหลังคา และบริเวณฝ้าชายคาทั้งหมด ใช้การตีไม้ในลักษณะ เว้นร่องเพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านระบายความร้อนในช่องหลังคาได้ตลอดเวลาเป็นการลดความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารทางหลังคา นอกจากนี้บริเวณพื้นภายในอาคารยกสูงขึ้นจากพื้นดินเล็กน้อย ทำให้มีช่องว่างด้านล่าง ให้ลมพัดผ่านได้เพื่อลดความร้อนที่สะสมในดิน และลดความชื้นที่เข้าสู่ตัวอาคารด้วย

การระบายอากาศ เน้นการเจาะช่องหน้าต่างบริเวณทิศใต้ เพื่อให้สามารถรับลมได้อย่างเต็มที่ในขณะที่การเจาะหน้าต่างบริเวณด้านทิศตะวันตกจะมีปริมาณน้อยกว่า (เพราะหมายถึงการรับความร้อนจากแสงแดดตอนบ่ายด้วย)ในกรณีเช่นนี้ก็สามารถใช้ประโยชน์จากการจัดสภาพแวดล้อมภายนอกเพื่อช่วยบังคับทิศทางลมให้เข้าสู่อาคารทางทิศตะวันตกได้

การใช้วัสดุ วัสดุโครงสร้างใช้คอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรง และนิยมทำโดยทั่วไป สามารถหาผู้ชำนาญการมาทำงานได้ง่าย ส่วนวัสดุผนังมีการเลือกใช้ได้ 2 ลักษณะตามความเหมาะสมในการใช้ กล่าวคือ หากเป็นห้องที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ ไม่ควรใช้อิฐมอญเป็นวัสดุก่อ เพราะมีคุณสมบัติในการสะสมความชื้นมาก จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการปรับอากาศ อาจเปลี่ยนอิฐมอญมาใช้คอนกรีตบล็อคจะช่วยประหยัดได้มากกว่า แต่สำหรับห้องพักผ่อนโดยทั่วไปที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ การใช้อิฐมอญเป็นวัสดุก่อก็ช่วยให้ภายในเย็นได้ โดยห้องบริเวณนั้นควรเป็นส่วนที่มีการใช้งานในเวลาเช้าถึงสาย เพราะเป็นช่วงที่ผนังใช้ในการคายความเย็นที่สะสมไว้ในเวลากลางคืน ในบริเวณผนังด้านทิศใต้และตะวันตกโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณ

ชั้น 2 มีการใช้ฉนวนกันความร้อนบุผิวผนังภายนอก เพื่อลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร รวมทั้งเลือกใช้กระจกใสสีชาเปอร์เซ็นต์ต่ำ เพื่อช่วยกรองแสงในระดับหนึ่ง ในขณะที่สามารถนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้ อย่างพอเหมาะ ตลอดจนเลือกใช้วัสดุโดยทั่วไปใช้วัสดุในท้องถิ่น เช่น กระเบื้องดินเผา พื้นเมือง ไม้แปรรูปต่างๆ ตามความเหมาะสมเพื่อลดการใช้พลังงานในการขนส่งและผลิตวัสดุต่างๆ

2.2 **การจัดการน้ำเสีย** กำหนดให้ใช้ถังบำบัดน้ำสำเร็จรูปแบบเติมอากาศ สำหรับการบำบัดน้ำโสโครกจากห้องน้ำ สำหรับห้องครัวให้ทำบ่อดักไขมันดักเศษขยะและอาหารก่อนแล้วต่อท่อน้ำเสียที่เหลือลงสู่ถังบำบัดน้ำสำเร็จรูป สำหรับการระบายน้ำนั้น สำหรับบริเวณที่ดินที่มีท่อระบายน้ำผ่านและภายในที่ดินมีพื้นที่จำกัดมีการปลูกต้นไม้เพียงเล็กน้อยก็สามารถต่อท่อน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะได้เลย ส่วนบริเวณที่ไม่มีท่อระบายน้ำผ่านให้ปล่อยน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วลงสู่ดิน หรืออาจมีการนำน้ำนั้นไปใช้ในการเกษตรได้

2.3 **ระยะห่างของอาคารและความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบๆ** ระยะห่างระหว่างตัวอาคารกับขอบเขตที่ดิน ในกรณีที่มีขนาดเล็กที่สุดตามเงื่อนไข (ประมาณ180ตร.ม.) อยู่ในระดับที่สามารถผ่านพระราชบัญญัติควบคุมอาคารได้ ซึ่งบางส่วนอาจมีระยะแคบเกินไปและเนื่องจากที่ดินในแบบ B นี้ไม่ได้อยู่ในบริเวณที่ติดแม่น้ำเหมือนแบบ A จึงมีวิธีในการเพิ่มพื้นที่ใช้สอย โดยไม่ไปลดพื้นที่เปิดโล่งในขอบเขตที่ดิน โดยการออกแบบให้มีลักษณะ 2 ชั้น ซึ่ง นอกจากจะไม่ส่งผลกระทบต่อทัศนียภาพบริเวณแม่น้ำแล้ว ยังมีลักษณะสอดคล้องกับบริเวณโดยรอบด้วย นอกจากนี้ หลักการโดยทั่วไปก็มีลักษณะสอดคล้องกับแบบ A คือเน้นการจัดสภาพแวดล้อมภายในขอบเขตที่ดินให้ส่งเสริมต่อการอยู่อาศัยอย่างสบาย เช่น การปลูกต้นไม้ นอกจากจะช่วยบังแดดและบังคับทิศทางลมให้เข้าสู่ตัวอาคารแล้ว ยังสร้างทัศนียภาพที่ดีให้แก่ผู้อยู่อาศัยด้วย (ดูแบบที่พักอาศัย B ประกอบ ในภาคผนวก ข หน้า 121 - 123)

4.3.1.3 **แบบที่พักอาศัย** C มีรายละเอียดการออกแบบ ตามประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. **ประเด็นทางเศรษฐกิจ สังคม**

1.1 **ราคาที่พักอาศัย** ค่าวัสดุก่อสร้างและแรงงานเป็นเงินประมาณ 750,000 บาท

1.2 **ลักษณะการอยู่อาศัย** ลักษณะการอยู่อาศัยเป็นแบบครอบครัวเดี่ยวขนาดค่อนข้างใหญ่ อาจมีญาติผู้ใหญ่อยู่อาศัยด้วย สูง 1 ชั้น ขนาด 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำอาจมีการใช้งานในส่วนต่างๆ ของบ้านตลอดทั้งวัน

2. **ประเด็นด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม**

2.1 **การใช้พลังงานของอาคาร** พิจารณาพลังงานที่ใช้ในการอยู่อาศัย โดยโยงความสัมพันธ์เชิงพรรณาตามคุณลักษณะของที่พักอาศัยในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

ขนาดพื้นที่ใช้สอย มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 130 ตารางเมตร การใช้พื้นที่ค่อนข้างประหยัด เน้นความกะทัดรัด และใช้พื้นที่เท่าที่จำเป็นในการอยู่อาศัยเท่านั้น แต่เพิ่มพื้นที่ที่ใช้ในการเชื่อมต่อความสัมพันธ์ของแต่ละส่วน เพื่อเป็นการแยกส่วนการอาคารและสร้างความเป็นส่วนตัวให้กับบริเวณที่ใช้สำหรับพักผ่อน นอกเหนือจากนี้ โดยหลักการทั่วๆไปเน้นการใช้พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ (เหมือนแบบ A , B)นั่นคือการใช้พื้นที่เท่าที่จำเป็นย่อมหมายถึงการใช้องค์ประกอบต่างๆในการดำรงชีพของผู้อยู่อาศัยเป็นไปอย่างประหยัด และพลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศตลอดจนแสงสว่างก็จะเป็นไปตามความสัมพันธ์กับขนาดพื้นที่ใช้สอยด้วย

การจัดพื้นที่ใช้สอย จัดกลุ่มอาคารออกเป็น 3 กลุ่ม ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ได้แก่พื้นที่ส่วนห้องนอน ส่วนรับแขก-นั่งเล่นและส่วนทานอาหารและครัว โดยความสัมพันธ์ของพื้นที่ทั้ง 3 ส่วนมิได้เชื่อมต่อกันโดยทันที แต่ใช้ทางเดินเชื่อมเข้ามาช่วย ส่วนบริเวณรับแขก-นั่งเล่น และส่วนห้องนอนนั้นมีวัตถุประสงค์ในการใช้งานสอดคล้องในทิศทางเดียวกันจึงมีความสัมพันธ์ที่ต่อเนื่องกว่าบริเวณครัว และทานอาหารซึ่งมีการประกอบกิจกรรมที่อาจก่อให้เกิดความร้อน ความชื้น และกลิ่นซึ่งล้วนแต่เป็นการรบกวนต่อการสร้างสภาวะสบายในการอยู่อาศัยจึงแยกส่วนออกมา นอกจากนี้การแยกกลุ่มอาคารทำให้เกิดพื้นที่เปิดโล่งบริเวณกลางบ้านทำให้สามารถดึงธรรมชาติเข้ามาช่วยในการสร้างสภาวะสบายในการอยู่อาศัยได้มากขึ้น กล่าวคือลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และทางทิศใต้นอกจากจะผ่านบริเวณห้องนอนและห้องนั่งเล่นและรับแขกได้อย่างเต็มที่แล้ว พื้นที่เปิดโล่งกลางบ้านจะช่วยดึงให้ลมพัดผ่านเข้ามาถึงส่วนทานอาหารด้วยนอกจากนี้การแยกกลุ่มอาคารเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของตัวอาคารให้สามารถรับแสงสว่างจากธรรมชาติได้ทั่วถึงทุกส่วนการใช้งานทำให้ในเวลากลางวันไม่จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าในการให้แสงสว่างสำหรับการประกอบกิจกรรมภายใน

การจัดสภาพแวดล้อมรอบบ้าน บริเวณผนังห้องนอนทั้ง 3 ห้อง ห้องนั่งเล่น-รับแขกนั้นมีผนังด้านที่หันไปทางทิศใต้และทิศตะวันตก ทำให้ได้รับแสงแดดในตอนบ่ายที่มีความร้อนสูงกว่าแดดในตอนเช้า จึงอาจส่งผลกระทบต่อภาวะสบายในการอยู่อาศัยได้ วิธีการลดความร้อนสำหรับผนังในทิศตะวันตกและทิศใต้ คือการจัดสภาพแวดล้อมภายนอกช่วยด้วยการปลูกต้นไม้ใหญ่ ลำต้นสูงปานกลาง เช่น ต้นมะม่วงหรือชงโคหรือพิกุลเพื่อให้ร่มเงาแก่ผนังทั้งสองด้านนี้ โดยที่ควรเป็นต้นไม้ ที่มีลำต้นโปร่งเพื่อไม่เป็นการบังลมในระดับช่องหน้าต่าง ส่วนห้องรับแขกและนั่งเล่นด้านข้างอาจ ไม่สามารถรับลมได้โดยตรงก็ใช้ต้นไม้พุ่มสูงระดับหน้าต่างปลูกเป็นแนวเพื่อช่วยกำหนดทิศทางลม นอกจากนี้ในบริเวณสวนกลางบ้านก็ยังสามารถปลูกต้นไม้เป็นแนวเพื่อกำหนดให้ลมเข้ามาพัดหมุนเวียนในบริเวณนี้ทำให้ส่วนรับประทานอาหารสามารถรับลมได้เต็มที่และลมยังสามารถพัดเข้าสู่บริเวณห้องนั่งเล่น จากผนังด้านที่ติดกับส่วนนี้อีกด้วย นอกจากนี้การปลูกต้นไม้ใหญ่ และไม้พุ่มในบริเวณหน้าบ้าน จะมีส่วนช่วยกรองมลภาวะภายนอกให้เข้าสู่ตัวบ้านได้น้อย

ลงด้วย และมีการปลูกต้นไม้คลุมดินบริเวณรอบๆบ้านเพื่อช่วยลดความร้อนจากแสงสะท้อนของแสงแดดที่เข้าทางผนังบ้านอีกด้วย

ลักษณะเฉพาะของรูปแบบที่พักอาศัย รูปแบบเป็นแบบเรือนไทยภาคเหนือร่วมสมัย โดยใช้หลังคาจั่วผสมปั้นหยา แต่ตัวเรือนจะมีรูปทรงกะทัดรัดกว่าแบบเดิม เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพอากาศในปัจจุบัน ซึ่งบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยมิได้มีอากาศหนาวอย่างในอดีตอีกแล้ว การใช้รูปทรงหลังคาดังกล่าว จะทำให้เกิดช่องว่างของอากาศบริเวณใต้หลังคา ซึ่งสามารถช่วยลดความร้อนภายในอาคารได้ โดยอาศัยการทำงานร่วมกับ การใช้ฉนวนกันความร้อนใยแก้วปูเหนือฝ้าเพดาน นอกจากนี้ในบริเวณหน้าบันหลังคา และบริเวณฝ้าชายคาทั้งหมด ใช้การตีไม้ในลักษณะเว้นร่องเพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านระบายความร้อนในช่องหลังคาได้ตลอดเวลา เป็นการลดความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารทางหลังคา นอกจากนี้บริเวณพื้นภายในอาคารยกสูงขึ้นจากพื้นดินเล็กน้อย ทำให้มีช่องว่างด้านล่าง ให้ลมพัดผ่านได้เพื่อลดความร้อนและความชื้นที่สะสมในดินและลดความชื้นที่เข้าสู่ตัวอาคารด้วย

การระบายอากาศ การเจาะช่องหน้าต่าง เน้นการเจาะช่องหน้าต่างบริเวณทิศใต้ เพื่อให้สามารถรับลมได้อย่างเต็มที่ ในขณะที่การเจาะหน้าต่างบริเวณด้านทิศตะวันตกจะมีปริมาณน้อยกว่า(เพราะหมายถึงการรับความร้อนจากแสงแดดตอนบ่ายด้วย)ในกรณีเช่นนี้ก็สามารถใช้ประโยชน์จากการจัดสภาพแวดล้อมภายนอกเพื่อช่วยบังคับทิศทางลมให้เข้าสู่อาคารทางทิศตะวันตกได้ นอกจากนี้ส่วนห้องนั่งเล่นบริเวณทิศตะวันออกนั้น นอกจากการใช้ช่องหน้าต่างบานใหญ่จะช่วยเปิดมุมมองสู่ทัศนียภาพของสวนภายในแล้ว ยังเป็นส่วนที่ให้ลมผ่านเข้าได้อีกทางหนึ่งด้วย (โดยการจัดแนวต้นไม้ช่วย) บริเวณห้องรับแขก และห้องทานอาหารก็เช่นเดียวกัน ตำแหน่งการเจาะช่องหน้าต่างและการจัดสภาพแวดล้อมช่วยทำให้สามารถรับลมจากธรรมชาติช่วยในการระบายอากาศได้อย่างเต็มที่

การใช้วัสดุ วัสดุโครงสร้างใช้คอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรง และนิยมทำโดยทั่วไป สามารถหาผู้ชำนาญการมาทำงานได้ง่าย ส่วนวัสดุผนังมีการเลือกใช้ได้ 2 ลักษณะ ตามความเหมาะสมในการใช้ได้แก่ อิฐมอญ และคอนกรีตบล็อค โดยที่อิฐมอญเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการสะสมความชื้นได้มากไม่เหมาะสำหรับบริเวณห้องที่ปรับอากาศ อาจเปลี่ยนอิฐมอญมาใช้คอนกรีตบล็อคแทนได้ นอกจากนี้ในบริเวณผนังด้านทิศใต้และตะวันตกมีการใช้ฉนวนกันความร้อนบุผิวผนังภายนอก เพื่อลดความร้อนเข้าสู่ห้องนอน ห้องรับแขก และห้องทานอาหารด้วย รวมทั้งเลือกใช้กระจกใสสีชาเปอร์เซ็นต์ต่ำ เพื่อช่วยกรองแสงในระดับหนึ่ง ในขณะที่สามารถนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้อย่างพอเหมาะ ตลอดจนเลือกใช้วัสดุโดยทั่วไปในท้องถิ่น เช่นกระเบื้องดินเผาพื้นเมืองไม้แปรรูปต่างๆตามความเหมาะสมเพื่อลดการใช้พลังงาน

ในการขนส่ง และผลิตวัสดุต่างๆ โดยรวม หลักการในการเลือกใช้วัสดุ ใช้หลักการเดียวกับแบบที่พักอาศัย A และ B

2.2 การจัดการน้ำเสีย กำหนดให้ใช้ถังบำบัดน้ำสำเร็จรูปแบบเติมอากาศ สำหรับการบำบัดน้ำโสโครกจากห้องน้ำ สำหรับห้องครัวให้ทำบ่อดักไขมันดักเศษขยะและอาหารก่อนแล้วต่อท่อน้ำเสียที่เหลือลงสู่ถังบำบัดน้ำสำเร็จรูป สำหรับการระบายน้ำนั้น เนื่องจากที่ดินบริเวณนี้อยู่ใกล้แม่น้ำวังและบางแห่งอาจติดแม่น้ำเลยดังนั้นการปล่อยให้น้ำที่ผ่านการบำบัดซึมลงสู่ดินอาจส่งผลกระทบต่อแม่น้ำได้จึงกำหนดให้น้ำที่ผ่านการบำบัด ต่อลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะได้เลย เนื่องจากถนนในบริเวณนี้ส่วนใหญ่ มีการทำท่อระบายน้ำสาธารณะไว้แล้วหรือในบางกรณีในที่ดินมีการปลูกต้นไม้มาก ก็อาจนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้สำหรับเลี้ยงพืชได้เลย

2.3 ระยะห่างของอาคารและความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบๆ ระยะห่างระหว่างตัวอาคารกับขอบเขตที่ดินโดยเฉพาะในส่วนห้องที่ใช้ในการพักอาศัย เช่นห้องนอนห้องรับแขก ห้องนั่งเล่น มีระยะที่ดีส่งเสริมให้เกิดพื้นที่เปิดโล่งที่เหมาะสมแก่การพักอาศัย กล่าวคือ นอกจากการจัดสภาพแวดล้อมภายในแล้ว ยังสามารถพึ่งพาสภาพแวดล้อมภายนอกได้โดยไม่เกิดการรบกวนจากภายนอก และเนื่องจากบริเวณนี้เป็นที่ดินใกล้บริเวณแม่น้ำจึงออกแบบให้มีความสูงเพียง 1 ชั้นเพื่อไม่ให้ทำลายทัศนียภาพบริเวณริมน้ำ และยกพื้นสูงในกรณีป้องกันมิให้น้ำท่วมถึงได้ (ดูแบบที่พักอาศัย C ประกอบ ในภาคผนวก ข หน้า 124 - 126)

4.3.1.4 แบบที่พักอาศัย D มีรายละเอียดการออกแบบตามประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. ประเด็นทางเศรษฐกิจ สังคม

1.1 ราคาที่พักอาศัย ค่าวัสดุก่อสร้างและแรงงานเป็นเงินประมาณ 880,000 บาท

1.2 ลักษณะการอยู่อาศัย บ้านสำหรับครอบครัวเดี่ยวขนาดค่อนข้างใหญ่สูง 2ชั้น 3ห้องนอน 2 ห้องน้ำอาจมีญาติผู้ใหญ่อาศัยด้วยซึ่งจะทำให้มีการใช้งานส่วนต่างๆของบ้านตลอดทั้งวัน

2. ประเด็นด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

2.1 การใช้พลังงานของอาคาร พิจารณาพลังงานที่ใช้ในการอยู่อาศัยโดยโยงความสัมพันธ์เชิงพรรณนาตามคุณลักษณะของที่พักอาศัยในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

ขนาดพื้นที่ใช้สอย มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 160 ตารางเมตร ลักษณะการใช้พื้นที่ค่อนข้างกะทัดรัด แต่กว้างและมีพื้นที่ใช้สอยมากกว่าแบบ C ลักษณะการจัดวางอาคารมีการแยกกลุ่มอาคาร เพื่อสร้างความเป็นส่วนตัวให้กับบริเวณที่ให้สำหรับการพักผ่อน

การจัดพื้นที่ใช้สอย แยกส่วนพื้นที่อาคารด้วยวัตถุประสงค์ในการใช้งาน โดยแยกส่วนพักผ่อนคือบริเวณห้องนอน และส่วนรับแขกและนั่งเล่น อยู่ในส่วนที่ต่อเนื่องกันโดยให้ห้องนอนอยู่บริเวณด้านในของขอบเขตที่ดิน และชั้น 2 เพื่อสร้างความเป็นส่วนตัว ขณะที่ส่วนรับแขกพักผ่อน

ต่อเนื่องกับภายนอกและมีชานเชื่อมกลุ่มอาคารพักผ่อนกับกลุ่มของห้องครัว และทานอาหาร โดยตำแหน่งในการวางห้องนอนห้องนั่งเล่นและห้องรับแขกนั้น อยู่ในบริเวณที่สามารถรับลมจากทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ได้เต็มที่ นอกจากนี้การดึงกลุ่มห้องทานอาหารครัวออกมาทำให้เกิดพื้นที่เปิดโล่งในบริเวณกลางบ้าน ทำให้เกิดลมพัดผ่านบริเวณนี้และพัดผ่านเข้ามาสู่ส่วนทานอาหารด้วย นอกจากนี้พื้นที่ห้องนอน 1 และส่วนอเนกประสงค์ ในบริเวณที่มีพื้นที่ชั้น 2 ซ้อนชั้นอยู่เป็นการช่วยลดความร้อนจากด้านหลังคาได้ และการแยกกลุ่มอาคารลักษณะนี้เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของตัวอาคารให้สามารถรับแสงสว่างจากธรรมชาติได้อย่างทั่วถึง เป็นการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลากลางวันอีกด้วย

การจัดสภาพแวดล้อมรอบบ้าน การแก้ปัญหาการได้รับความร้อนจากแสงแดดของผนังห้องนอน ห้องนั่งเล่น และห้องรับแขกฝั่งทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทำได้โดยการปลูกต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงา ตลอดแนวทั้งสองฝั่ง โดยต้นไม้ใหญ่นี้มีลำต้นโปร่ง เพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านเข้าสู่หน้าต่างอาคารได้ ในห้องรับแขกอาจไม่สามารถรับลมจากทางทิศใต้ได้โดยตรง ก็ให้การปลูกต้นไม้ที่มีขนาดพุ่มสูง ระดับหน้าต่างเป็นแนวเพื่อช่วยดักให้ทิศทางลมผ่านเข้าทางห้องรับแขก ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกันกับการดักให้ลมผ่านเข้ามาในบริเวณสวนกลางบ้านด้วย รวมทั้งการปลูกต้นไม้ใหญ่และไม้พุ่มขนาดกลาง บริเวณรอบๆบ้าน โดยเฉพาะบริเวณหน้าบ้าน ยังเป็นการช่วยลดมลภาวะต่างๆ ภายนอกให้เข้าสู่ตัวบ้านได้น้อยลงด้วย นอกจากนั้นการปลูกต้นไม้คลุมดิน โดยรอบตัวบ้านยังเป็นการช่วยลดความร้อนจากแสงสะท้อนของแสงแดดที่เข้าสู่ตัวบ้านอีกด้วย

ลักษณะเฉพาะของรูปแบบที่พักอาศัย รูปแบบเป็นแบบเรือนไทยภาคเหนือร่วมสมัย โดยใช้หลังคาจั่วผสมปั้นหยา แต่ตัวเรือนจะมีรูปทรงกะทัดรัดกว่าแบบเดิม เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพอากาศในปัจจุบัน ซึ่งภาคเหนือของประเทศไทยมิได้มีอากาศหนาวอย่างในอดีตอีกแล้ว การใช้รูปทรงหลังคาดังกล่าวจะทำให้เกิดช่องว่างของอากาศบริเวณใต้หลังคา ซึ่งสามารถช่วยลดความร้อนภายในอาคารได้ โดยอาศัยการทำงานร่วมกับ การใช้ฉนวนกันความร้อนใยแก้วปูเหนือฝ้าเพดาน นอกจากนี้ในบริเวณหน้าบันหลังคา และบริเวณฝ้าชายคาทั้งหมด ใช้การตีไม้ในลักษณะเว้นร่องเพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านระบายความร้อนในช่องหลังคาได้ตลอดเวลา เป็นการลดความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารทางหลังคานอกจากนี้บริเวณพื้นภายในอาคารยกสูงขึ้นจากพื้นดินเล็กน้อยทำให้มีช่องว่างด้านล่าง ให้ลมพัดผ่านได้เพื่อลดความร้อนที่สะสมในดินและลดความชื้นที่เข้าสู่ตัวอาคารด้วย

การระบายอากาศ ส่วนมากเน้นการเจาะช่องหน้าต่างในบริเวณทิศใต้ เพื่อให้สามารถรับลมได้เต็มที่ ส่วนด้านทิศตะวันตกจะมีจำนวนน้อยกว่า นอกจากนี้ยังมีส่วนของผนังอาคารที่เชื่อม

ต่อกับบริเวณสวนกลางบ้าน ยังสามารถกำหนดให้เป็นอีกช่องทางหนึ่งที่ลมพัดผ่าน โดยใช้การจัดสวนภายในช่วยบังคับทิศทางลมให้พัดผ่านเข้ามา ซึ่งทำให้พัดผ่านถึงบริเวณห้องทานอาหารด้วย

การใช้วัสดุ วัสดุโครงสร้างใช้คอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรง และนิยมทำโดยทั่วไป สามารถหาผู้ชำนาญการมาทำงานได้ง่าย ส่วนวัสดุผนังมีการเลือกใช้ได้ 2 ลักษณะ ตามความเหมาะสมในการใช้ กล่าวคือ หากเป็นห้องที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ ไม่ควรใช้อิฐมอญเป็นวัสดุก่อ เพราะมีคุณสมบัติในการสะสมความชื้นมาก จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการปรับอากาศ อาจเปลี่ยนอิฐมอญมาใช้คอนกรีตบล็อคจะช่วยประหยัดได้มากกว่า ในบริเวณผนังด้านทิศใต้และตะวันตกโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณชั้น 2 มีการใช้ฉนวนกันความร้อนบุผิวผนังภายนอก เพื่อลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร รวมทั้งเลือกใช้กระจกใสสีชาเปอร์เซ็นต์ต่ำ เพื่อช่วยกรองแสงในระดับหนึ่ง ในขณะที่สามารถนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้อย่างพอเหมาะ ตลอดจนเลือกใช้วัสดุโดยทั่วไปใช้วัสดุในท้องถิ่น เช่น กระเบื้องดินเผา พื้นเมือง ไม้แปรรูปต่างๆ ตามความเหมาะสมเพื่อลดการใช้พลังงานในการขนส่ง และผลิตวัสดุต่างๆ โดยรวม หลักการในการเลือกใช้วัสดุ ใช้หลักการเดียวกับแบบที่พักอาศัย A , B และ C

2.2 **การจัดการน้ำเสีย** กำหนดให้ใช้ถังบำบัดน้ำสำเร็จรูปแบบเติมอากาศ สำหรับการบำบัดน้ำโสโครกจากห้องน้ำ สำหรับห้องครัวให้ทำบ่อดักไขมันดักเศษขยะและอาหารก่อนแล้วต่อท่อน้ำเสียที่เหลือลงสู่ถังบำบัดน้ำสำเร็จรูป สำหรับการระบายน้ำนั้น สำหรับบริเวณที่ดินที่มีท่อระบายน้ำผ่านและภายในที่ดินมีพื้นที่จำกัดมีการปลูกต้นไม้เพียงเล็กน้อยก็สามารถต่อท่อน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะได้เลย ส่วนบริเวณที่ไม่มีท่อระบายน้ำผ่านให้ปล่อยน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วลงสู่ดิน หรืออาจมีการนำน้ำนั้นไปใช้ในการเกษตรได้

2.3 **ระยะห่างของอาคารและความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบ ๆ** เนื่องจากที่ดินมีขนาดค่อนข้างกว้างระยะห่างของตัวอาคารกับเขตที่ดินจึงมีมาก จึงเน้นการออกแบบให้ระยะห่างมากในพื้นที่ที่ต้องการมุมมอง และพื้นที่เปิดโล่งที่เหมาะสมในการพักอาศัย เช่นบริเวณห้องนอน ห้องรับแขก นั่งเล่น และส่วนรับประทานอาหาร นั่นคือนอกจากการจัดสภาพแวดล้อมภายในแล้วยังสามารถพึ่งพาสภาพแวดล้อมภายนอกได้โดยไม่เกิดการรบกวนจากภายนอกด้วย และเนื่องจากที่ดินบริเวณนี้ อยู่ห่างจากแม่น้ำวังพอสมควร จึงสามารถสร้างเป็นอาคาร 2 ชั้นได้โดยไม่ทำลายทัศนียภาพและยังเป็นการเพิ่มพื้นที่ใช้สอยโดยไม่ไปลดปริมาณพื้นที่เปิดโล่งในที่ดินด้วย (ดูแบบที่พักอาศัย D ประกอบ ในภาคผนวก ข หน้า 127 -130)

4.3.2 ความต้องการ และข้อคิดเห็นของประชาชน ที่มีต่อรูปแบบที่พักอาศัย

จากรูปแบบที่พักอาศัยที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลในเบื้องต้น เพื่อให้เกิดความชัดเจนและความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ให้เกิดประสิทธิผล จึงได้นำรูปแบบที่พักอาศัยดังกล่าวไปศึกษาความต้องการและข้อคิดเห็นของประชาชน และเนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องเวลาในการวิจัย จึงได้เลือกกลุ่มตัวอย่างในการแสดงความคิดเห็นเป็นประชาชนในบริเวณพื้นที่บางส่วนของตำบลเวียงเหนือซึ่งครอบคลุมบริเวณชุมชนท่ามะโอ ชุมชนปงสนุก ชุมชนประตูต้นผึ้ง-ท่านางลอย ชุมชนศรีล้อม-แสงเมืองมา และชุมชนแจ่งหัวริน ซึ่งส่วนใหญ่มีฐานะความเป็นอยู่ในระดับปานกลางและเป็นประชาชนดั้งเดิมในท้องที่ รวมทั้งมีลักษณะของที่พักอาศัยบางส่วนอยู่ใกล้เคียงกับบริเวณของแม่น้ำวัง (ดูตำแหน่งพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างในภาคผนวก ค หน้า..) ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจากการพิจารณารูปแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อมในรูปแบบ A, B, CและD ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.3.2.1 ความต้องการและข้อคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อรูปแบบที่พักอาศัยในประเด็นทางเศรษฐกิจ สังคม ตามหัวข้อต่างๆ ได้แก่

1. ราคาที่พักอาศัย

ข้อคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกือบทั้งหมดเห็นว่า ราคาค่าวัสดุ และแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างที่พักอาศัย แบบ A, B, C และ D นั้น มีราคาสูงเกินไป เนื่องจากราคาที่นำเสนอเป็นราคาที่คิดรวมค่าดำเนินการในกรณีที่มีการว่าจ้างผู้รับเหมาในการก่อสร้าง กลุ่มตัวอย่างเห็นว่า หากเจ้าของบ้านเป็นผู้ดำเนินการควบคุมดูแลค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุต่างๆเอง จะสามารถลดค่าใช้จ่ายลงถึงร้อยละ10–12 ของราคาที่นำเสนอ ซึ่งส่วนใหญ่ดำเนินการดังกล่าวเองเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่าย

อย่างไรก็ตามยังมีกลุ่มตัวอย่างบางส่วนที่มีอาชีพรับจ้าง และคาดว่ามีฐานะปานกลางค่อนข้างต่ำ พิจารณาว่าถึงจะเป็นราคาที่พักอาศัยในกรณีที่เจ้าของบ้านดำเนินการควบคุมดูแลเองแล้ว แต่ราคาก็ยังสูงเกินกว่ากำลังทรัพย์ที่สามารถชำระได้ ถึงแม้จะเป็นที่พักอาศัยแบบ A ซึ่งมีราคาต่ำที่สุดก็ตาม และกลุ่มตัวอย่างส่วนนี้ได้มีการเสนอว่า ควรมีที่พักอาศัยที่อยู่ในราคาระหว่าง 200,000 – 300,000 บาท เพื่อรองรับประชาชนผู้มีฐานะปานกลางค่อนข้างต่ำด้วย

ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างส่วนน้อยมีความพึงพอใจต่อแบบที่พักอาศัย C และ D ซึ่งมีราคาค่าวัสดุและแรงงานเสนอที่ 750,000 – 880,000 บาทตามลำดับ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างในส่วนนี้เป็นผู้มีฐานะปานกลางค่อนข้างสูง และอยู่ในวัยประมาณ 50 ปีขึ้นไป กล่าวคือ เป็นวัยที่มีกำลังทรัพย์สะสมในการชำระได้ และอยู่ในระยะเวลาที่ต้องการพักผ่อนหลังเกษียณอายุ ซึ่งน่าจะใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่บ้าน จึงเป็นการสอดคล้องกับแนวความคิดในการออกแบบบ้านทั้งสองดังกล่าวที่ออกแบบให้ส่วนต่างๆ ภายในบ้านสามารถอยู่อาศัยได้สบายตลอดทั้งวัน ด้วย

2. **ลักษณะการอยู่อาศัย**

ข้อคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นว่า ลักษณะของที่พักอาศัย A และ B มีความสอดคล้องกับชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนในเขตเทศบาลนครลำปางมากกว่า แบบ C และ D เพราะมีขนาดกะทัดรัดเหมาะสมกับลักษณะครอบครัวในชุมชนเมือง ที่ต้องออกไปทำงานนอกบ้านในเวลากลางวัน และส่วนใหญ่อยู่บ้านในเวลาเช้า และเย็น ซึ่งรูปแบบที่พักอาศัย A และ B จะมีความสะดวกในการดูแลรักษาได้ง่ายกว่า และคิดว่า ที่พักอาศัย C และ D เป็นแบบที่เหมาะสำหรับผู้มีกำลังทรัพย์ค่อนข้างสูงและสามารถหาคนเข้ามาทำความสะอาดและดูแลรักษาบ้านได้

ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างบางส่วนซึ่งอยู่ในวัยประมาณ 50 ปีขึ้นไป จัดเป็นผู้มีฐานะปานกลางค่อนข้างสูง และมีกำลังทรัพย์สะสมในชีวิตการทำงาน และกำลังมีความต้องการหาที่พักอาศัยที่มีลักษณะเหมาะสมแก่การอยู่อาศัยอย่างสบายได้ตลอดทั้งวัน ก็มีความพึงพอใจในรูปแบบพักอาศัยC และD และมีความประสงค์ที่จะนำแบบดังกล่าวไปใช้สำหรับเป็นแบบบ้านในสวน ที่ใช้สำหรับการพักผ่อนในยามว่าง

และยังมีกลุ่มตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งที่มีฐานะปานกลางค่อนข้างต่ำ และยังไม่มีกรรมสิทธิ์ถาวรในที่ดิน ต้องอาศัยที่ดินของวัดอยู่ เสนอว่า ในรูปแบบที่พักอาศัยแบบ A และ B ควรให้สามารถปรับเปลี่ยนวัสดุ ตลอดจนโครงสร้างให้มีลักษณะง่ายต่อการปรับเปลี่ยน และโยกย้ายได้เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง เนื่องมาจากประชาชนมิได้คิดจะอยู่อาศัยในบริเวณนั้นอย่างถาวร จึงไม่มีความจำเป็นในการทุ่มเทค่าใช้จ่ายต่อการสร้างที่พักอาศัย

4.3.2.2 ความต้องการและข้อคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อรูปแบบที่พักอาศัยในประเด็นด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ตามหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. **การใช้พลังงานของอาคาร** ศึกษาความต้องการและข้อคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาถึงพลังงานที่อาคารต้องใช้ โดยโยงความสัมพันธ์เชิงพรรณนาตามคุณลักษณะของที่พักอาศัยดังนี้

ขนาดพื้นที่ใช้สอย

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความเห็นว่า การออกแบบพื้นที่ในแต่ละส่วนตามความจำเป็นเป็นสิ่งที่ดี เพราะจะส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในลดลงไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แบบที่พักอาศัย A และ B เป็นแบบที่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นว่า มีขนาดพื้นที่กะทัดรัดและเป็นขนาดที่สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ โดยมีความเห็นว่าแบบที่พักอาศัย B เป็นแบบที่มีการใช้พื้นที่ค่อนข้างคุ้มค่าในขอบเขตที่ดินจำกัด เพราะมีการซ้อนชั้นพื้นที่ใช้สอย นอกจากนี้ แบบที่พักอาศัย A และ B มีลักษณะเกาะกลุ่มจึงยิ่งทำให้ช่วยประหยัดการใช้พื้นที่ได้มาก

ส่วนแบบที่พักอาศัย C และ D นั้น มีการใช้พื้นที่มากกว่าเพราะการวางผังอาคารมีลักษณะแยกส่วนออกไป ซึ่งถึงแม้จะให้ผลดีในด้านการรับลม , แสงสว่าง และทัศนียภาพภายในบ้าน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ก็ยังเห็นว่าการใช้พื้นที่ลักษณะดังกล่าวไม่เหมาะกับพื้นที่ดินในชุมชนเมือง นอกเสียจากว่าเจ้าของเป็นผู้มีที่ดินมาก รายได้สูงและไม่ให้ความสำคัญกับการใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่า ซึ่งคิดว่าไม่น่าจะเกิดขึ้นในพื้นที่เขตเทศบาลนครลำปาง

มีกลุ่มตัวอย่างเพียงส่วนน้อยที่มีความคิดเห็นไม่ขัดแย้งกับการใช้พื้นที่ของแบบที่พักอาศัย C และ D ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีอายุประมาณ 50 ปีขึ้นไปและเป็นผู้มีฐานะปานกลางค่อนข้างสูง

นอกจากนี้ยังมีกลุ่มตัวอย่างบางส่วนเสนอว่าน่าจะมีแบบที่พักอาศัยที่มีขนาดเล็กกว่าแบบที่พักอาศัย A เพื่อรองรับผู้มีรายได้น้อยด้วย กล่าวคือมีที่พักอาศัยที่ออกแบบสำหรับที่ดินที่มีขนาด 30 ตารางวา หรือ 120 ตารางเมตรด้วย

การจัดพื้นที่ใช้สอย

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความเห็นว่า การจัดความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้สอยของแบบที่พักอาศัย A และ B มีความต่อเนื่องถึงกันได้รวดเร็ว และเป็นการประหยัดพื้นที่ใช้งาน ซึ่งทำให้ประหยัดค่าก่อสร้างไปด้วย ในขณะเดียวกันกลุ่มตัวอย่างก็ให้การยอมรับในหลักการจัดพื้นที่ใช้สอยของแบบที่พักอาศัย C และ D ที่มีการแยกส่วนอาคารออกจากกันแล้วทำให้เกิดผลดีต่อการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้าน แต่ทุกคนมีข้อแม้ว่ามีข้อจำกัดทางด้านขนาดของพื้นที่ดินและฐานะทางเศรษฐกิจ ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้แบบที่พักอาศัยแบบ C และ D ได้ เพราะรู้สึกว่าเป็นการใช้พื้นที่ไม่คุ้มค่าพอ และเห็นว่าการจัดอาคารแบบแยกส่วนดังกล่าวไม่เหมาะสมกับการใช้พื้นที่ในเขตเทศบาล เพราะเป็นชุมชนที่มีความหนาแน่น ควรใช้พื้นที่ให้คุ้มค่าสำหรับการอยู่อาศัย

แต่ก็มีกลุ่มตัวอย่างบางส่วนที่มีอายุประมาณ 50 ปีขึ้นไป คาดว่ามีฐานะปานกลางค่อนข้างสูง มีความคิดเห็นสอดคล้องกับลักษณะการจัดพื้นที่ใช้สอยของแบบที่พักอาศัย C และ D โดยให้ความเห็นว่า การจัดพื้นที่ใช้สอยในลักษณะนี้ นอกจากจะทำให้สามารถนำพลังงานธรรมชาติมาใช้ในตัวบ้านได้มากกว่า แบบที่พักอาศัย A และ B แล้ว ยังเป็นการแยกส่วนพื้นที่ที่มีลักษณะการใช้งานไม่สอดคล้องกัน ไม่ให้เกิดการรบกวนกัน และยังก่อให้เกิดทัศนียภาพที่ดี รอบๆ ตัวบ้านด้วย โดยมีความเห็นว่าถ้าต้องการใช้พื้นที่ให้คุ้มค่าแล้ว แบบที่พักอาศัย D น่าจะเป็นตัวเลือกที่ดีกว่า เพราะมีการซ้อนชั้นพื้นที่ใช้สอย

นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างบางส่วนที่คาดว่าน่าจะมีความคุ้นเคยกับการดำเนินชีวิตแบบชาวชนบทก็มีความเห็นว่าน่าจะมีแบบที่พักอาศัย 2 ชั้น ที่มีพื้นที่เอนกประสงค์บริเวณชั้นล่างเป็นลักษณะของใต้ถุนโล่ง อาจเป็นลานหรือระเบียงบางส่วนที่สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น

ใช้สำหรับทำกิจกรรมในเวลากลางวันเพราะลักษณะของใต้ถุนโล่งทำให้ลมผ่านได้ตลอดเวลา และยังเป็นการแก้ปัญหาในกรณีเกิดน้ำท่วมสำหรับที่พักอาศัยที่อยู่ใกล้แม่น้ำวังได้ (ตามเงื่อนไขของที่ตั้งของแบบที่พักอาศัย A และ C)

ส่วนในเรื่องหลักการออกแบบที่ช่วยให้ตัวอาคารรับลมธรรมชาติได้เต็มที่ และนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร โดยการจัดวางตำแหน่งพื้นที่การใช้งานให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้ เช่น การจัดวางห้องนอน ห้องพักผ่อน รับแขก นั่งเล่น รวมทั้งห้องทานอาหารไว้ด้านทิศใต้และทิศตะวันตก เพื่อให้มีด้านที่รับลมได้เต็มที่ และจัดวางห้องครัวและห้องน้ำในบริเวณใต้ลมเพื่อไม่ให้ส่งกลิ่นและควันรบกวนกับส่วนที่พักอาศัยนั้น กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่คิดว่าเป็นความรู้ใหม่ที่ได้รับและอยากจะนำไปปรับปรุงที่พักอาศัยเท่าที่ทำได้ โดยต้องนำไปใช้ร่วมกับการจัดสภาพแวดล้อมรอบตัวบ้านอย่างเหมาะสม

การจัดสภาพแวดล้อมรอบบ้าน

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีพื้นฐานความรู้ในเรื่อง การจัดสภาพแวดล้อมรอบบ้านเพื่อช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร และมีความเห็นสอดคล้องกับหลักการดังกล่าว และคิดว่าจะนำบางส่วนไปใช้กับที่พักอาศัยในปัจจุบัน เช่น การปลูกพืชคลุมดินรอบตัวบ้าน เพื่อลดแสงสะท้อนที่เข้าสู่ผนังด้านล่างแทนที่จะทำพื้นคอนกรีตเป็นทางเดินรอบบ้าน เพราะว่าการลดความร้อนด้วยวิธีการนี้ เป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่าย และประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด

ส่วนเรื่องการปลูกต้นไม้ขนาดกลางเป็นแนวเพื่อกำหนดทิศทางลมและการปลูกต้นไม้ใหญ่เพื่อให้ร่มเงาแก่ตัวอาคารนั้น กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นว่าเป็นแนวทางที่ควรพิจารณานำไปใช้ ถ้าไม่ติดปัญหาเรื่องขนาดที่ดินที่มีจำกัด กล่าวคือ เมื่อที่ดินมีขนาดจำกัดและจำเป็นต้องให้ที่พักอาศัยมีการใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่า ก็ทำให้เหลือพื้นที่ว่างภายนอกที่สามารถปลูกต้นไม้ได้น้อยลงไปด้วย แต่อย่างไรก็ตามเมื่อกลุ่มตัวอย่างได้รับความรู้เรื่องหลักการจัดสภาพแวดล้อมรอบบ้านไปแล้ว ก็ให้ความสำคัญกับการปลูกต้นไม้มากขึ้น เพราะนอกจากจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้านแล้ว ยังช่วยสร้างทัศนียภาพที่ดีให้เกิดขึ้นรอบๆ บ้านด้วย

ลักษณะเฉพาะของรูปแบบที่พักอาศัย

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความพึงพอใจในรูปแบบของหลังคาของที่พักอาศัยที่นำเสนอ เพราะนอกจากจะเป็นการนำลักษณะเด่นของเรือนไทยภาคเหนือมาใช้แล้ว ยังช่วยในการระบายความร้อนที่สะสมในช่องหลังคา เป็นการลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคารด้วย

ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างบางส่วนซึ่งค่อนข้างสูงอายุ และคาดว่าน่าจะมีความคุ้นเคยกับการใช้ชีวิตในรูปแบบดั้งเดิม คือชอบใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณบ้านที่มีลักษณะเป็นชานหรือ

ระเบียง เห็นว่าระดับของพื้นอาคารควรจะสูงกว่านี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แบบที่พักอาศัย A และ C ซึ่งมีที่ตั้งอยู่ใกล้แม่น้ำ และควรมีส่วนที่เป็นลักษณะของใต้ถุนโล่งเพื่อใช้เป็นพื้นที่เอนกประสงค์ และยังเป็นการหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหาน้ำท่วมด้วย

ในขณะเดียวกันมีกลุ่มตัวอย่างส่วนน้อยซึ่งอยู่ในวัยประมาณ 40 – 50 ปี และมีอาชีพรับราชการและคาดว่ามีลักษณะการดำเนินชีวิตในแบบสมัยใหม่ ได้ให้ความเห็นว่ารูปแบบของแบบที่พักอาศัย A และ B มีความเหมาะสมกับรสนิยมและการดำเนินชีวิตของคนในปัจจุบันมากกว่าที่พักอาศัยที่มีลักษณะใต้ถุนโล่ง ซึ่งเหมือนกับบ้านไทยในอดีต

การระบายอากาศ

กลุ่มตัวอย่างเกือบทั้งหมดยอมรับในหลักการ เรื่อง ทิศทางการเจาะช่องเปิดเพื่อให้อาคารสามารถรับลมธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ในบริเวณทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ แต่ก็ต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับสถานที่จริงด้วย โดยในกรณีที่ทิศทางในสถานที่จริงมีข้อจำกัดก็อาจใช้การจัดสภาพแวดล้อมภายนอกเป็นตัวช่วยแก้ปัญหาได้ ส่วนเรื่องการระบายลมในบริเวณช่องหลังคากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความคิดเห็นสอดคล้องกับวิธีการดังกล่าว

นอกจากนี้ กลุ่มตัวอย่างส่วนที่เสนอว่าควรมีพื้นที่ส่วนที่เป็นใต้ถุนโล่งในตัวบ้านนั้น เห็นว่า พื้นที่โล่งดังกล่าวจะช่วยให้ลมสามารถพัดผ่านเข้าตัวบ้านได้ง่ายขึ้น ซึ่งนอกจากจะทำให้อากาศเย็นแล้วยังจะช่วยให้การระบายอากาศหมุนเวียนไปอย่างคล่องตัวอีกด้วย

การใช้วัสดุ

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเห็นว่า การใช้โครงสร้างหลักทำจากคอนกรีตเสริมเหล็กมีความเหมาะสมดีแล้ว เพราะนอกจากจะแข็งแรงทนทานแล้ว ยังสามารถหาวัสดุและแรงงานภายในท้องถิ่นได้ง่ายอีกด้วย

ส่วนการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างตามความเหมาะสมของคุณสมบัติของวัสดุ โดยในห้องที่มีการปรับอากาศไม่ควรใช้อิฐมอญเป็นวัสดุก่อผนังเพราะจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการทำลายความชื้นที่สะสมในผนัง ก็ควรใช้ผนังคอนกรีตบล็อคแทนจะเหมาะสมกว่า ส่วนในบริเวณที่ไม่มีการปรับอากาศก็สามารถเลือกใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูนได้ เพราะจะทำหน้าที่หน่วงเหนี่ยวและเก็บกักความร้อนได้ดี ทำให้เกิดการหน่วงเหนี่ยวเวลาของความร้อนที่จะเข้ามาในห้อง ให้อยู่ในช่วงเวลาที่เหมาะสม กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าวิธีการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างดังกล่าวเป็นความรู้ใหม่ และเห็นด้วยต่อการนำไปใช้

ส่วนเรื่องการบุฉนวนกันความร้อนและแผ่นยิปซั่มบอร์ด บริเวณด้านนอกผนังด้านทิศใต้และทิศตะวันตก เพื่อลดความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารแล้วทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น คิดเป็นประมาณ

200 บาทต่อหน่วยตารางเมตรของพื้นที่ผนังที่บุฉนวนนั้น กลุ่มตัวอย่างเห็นว่า หากได้ผลจริงก็ยินดีเพราะมิได้เป็นการเพิ่มภาระมากเกินไปนัก

นอกจากนี้การเลือกใช้วัสดุอื่น ๆ เช่น การใช้วัสดุปูพื้นชั้นล่างเป็นกระเบื้องดินเผาพื้นเมือง นอกจากจะทำให้พื้นบ้านเย็นแล้วยังเป็นการใช้วัสดุในท้องถิ่นเป็นการลดพลังงานในการขนส่งอีกด้วย ส่วนการเลือกใช้กระจกใสสีชาเปอร์เซนต์ต่ำนั้น กลุ่มตัวอย่างก็มีความเห็นสอดคล้องกันเพราะราคาไม่แตกต่างจากกระจกใสมากนัก ตลอดจนการเลือกใช้ไม้เป็นเกล็ดระบายอากาศและตกแต่งบริเวณหน้าบันหลังคาและการใช้กระเบื้องหลังคาคอนกรีตซึ่งมีความแข็งแรงทนทานก็สามารถหาได้ง่ายทั้งวัสดุและแรงงาน กล่าวโดยสรุป กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความคิดเห็นสอดคล้องกับแนวทางการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ในแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อมที่นำเสนอ

แต่อย่างไรก็ตามยังมีกลุ่มตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งที่มิได้มีกรรมสิทธิ์ถาวรในที่ดิน เสนอว่าการเลือกใช้วัสดุที่มิใช่โครงสร้างหลัก อาจไม่จำเป็นต้องเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงมากนัก เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างส่วนนี้ มิได้มีความประสงค์ที่จะทุ่มเทกำลังทรัพย์เพื่อก่อสร้างที่พักอาศัยในที่ดิน ที่ตนเองมิได้คิดจะอยู่อาศัยอย่างถาวร

2. การจัดการน้ำเสีย

จากรูปแบบที่พักอาศัย A,B,C และ D ที่นำเสนอการจัดการน้ำเสีย ด้วยการใช้ถังบำบัดน้ำสำเร็จรูป กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นว่าค่าใช้จ่ายสูงมากเกินกว่ากำลังทรัพย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มที่มีฐานะปานกลางค่อนข้างต่ำ ซึ่งส่วนใหญ่มักมีอาชีพรับจ้างทั่วไป ประกอบกับส่วนใหญ่ยังไม่เห็นผลเสียที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนในเรื่องของมลภาวะทางน้ำ เนื่องจากระดับความหนาแน่นของการอยู่อาศัยยังไม่สูงมากนัก กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นว่าเป็นเรื่องไกลตัว

มีกลุ่มตัวอย่างบางส่วนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้ตลาดและเห็นพฤติกรรมต่างๆ ของกลุ่มผู้ขายของที่ทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย กลุ่มตัวอย่างส่วนนี้เห็นว่าผู้ก่อปัญหาหลักในเรื่องของมลภาวะทางน้ำ ได้แก่ กลุ่มผู้ขายของในตลาด ส่วนน้ำเสียจากที่พักอาศัยก็มีความสำคัญด้อยลงไป จึงควรใช้ระบบการบำบัดสำเร็จรูปกับตลาดมากกว่า

มีกลุ่มตัวอย่างเพียงส่วนน้อยเท่านั้น ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความพึงพอใจในหลักการจัดพื้นที่ใช้สอยของแบบที่พักอาศัย C และ D ให้ความเห็นว่า ถึงการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปจะมีราคาสูง แต่ถ้าหากช่วยรักษาคุณภาพน้ำก่อนปล่อยออกสู่สาธารณะ เพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมได้จริง ก็สามารถยอมรับและปฏิบัติตามได้

แนวทางการจัดการน้ำเสียที่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นด้วยและยอมรับในการนำไปปฏิบัตินั้น นอกจากการใช้บ่อเกรอะ บ่อซึม ซึ่งส่วนใหญ่มีใช้กันทุกครัวเรือนแล้ว กลุ่มตัวอย่างยังเห็นว่า

การทำบ่อดักไขมันเพื่อแยกเศษอาหารและสารอินทรีย์ออกจากน้ำก่อนก็เป็นแนวทางที่สามารถยอมรับและนำไปปฏิบัติได้ เพื่อช่วยกันรักษาคุณภาพน้ำที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยส่วนใหญ่ยังคิดว่าเทศบาลฯ ควรเป็นผู้รับภาระในการให้บริการในเรื่องการบำบัดน้ำเสียรวมแก่ประชาชนทั่วไปด้วย

และยังมีกลุ่มตัวอย่างส่วนหนึ่งซึ่งเป็นข้าราชการเกษียณอายุ เสนอว่าควรมีการให้ความรู้และคำแนะนำในเรื่องการจัดการสิ่งแวดล้อมในที่พักอาศัยให้แก่ผู้มาใช้บริการแบบบ้านของทางเทศบาลฯด้วย เพราะเท่าที่ผ่านมา ประชาชนส่วนใหญ่ที่มิได้ให้ความสำคัญกับการจัดการสิ่งแวดล้อมนั้น เนื่องมาจากยังไม่เห็นผลกระทบที่เกิดขึ้นกับตัวเองชัดเจนนัก ประกอบกับขาดความรู้ความเข้าใจถึงความสำคัญของปัญหาสิ่งแวดล้อม การแนะนำความรู้ในเรื่องการจัดการสิ่งแวดล้อมในที่พักอาศัยประกอบการให้บริการแบบบ้านสำหรับประชาชน จะเป็นตัวช่วยชี้แนะถึงแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อม ที่ชาวบ้านจะสามารถนำไปปฏิบัติได้ไม่มากก็น้อย

3. **ระยะห่างของอาคารและความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบๆ**

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความคิดเห็นสอดคล้องกับการเว้นระยะห่างในแบบที่พักอาศัย A และ B ว่ามีระยะพอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินไป คือ สามารถผ่านพระราชบัญญัติควบคุมอาคารได้โดยที่ยังใช้การจัดสภาพแวดล้อมช่วยลดพลังงานในการทำความเย็นภายในบ้านได้ด้วย

ส่วนที่พักอาศัยแบบ C และ D นั้น กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นว่าการเว้นระยะห่างมากๆ นั้นดี แต่ก็ไม่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ในเขตชุมชนเพราะเป็นการสูญเสียพื้นที่ที่สามารถก่อสร้างเป็นที่พักอาศัยได้

แต่ก็มีกลุ่มตัวอย่างส่วนหนึ่งที่มีฐานะปานกลางค่อนข้างสูง และคาดว่าต้องการที่พักอาศัยที่มีลักษณะเหมาะสมแก่การพักผ่อนได้อย่างสบายตลอดทั้งวัน โดยอาศัยการพึ่งพาปัจจัยทางธรรมชาติมาใช้ ก็มีความพึงพอใจต่อการกำหนดระยะห่างของแบบที่พักอาศัยแบบ C และ D

ส่วนลักษณะของที่พักอาศัยที่อยู่บริเวณริมน้ำนั้น จากแบบที่เสนอกำหนดให้มีความสูงเพียงชั้นเดียว แต่ความคิดเห็นและความต้องการของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นว่าที่พักอาศัยที่อยู่บริเวณริมน้ำสามารถมีความสูงได้ถึงระดับ 2 ชั้น เพราะยังถือว่ามีความสูงไม่มากนักจนเป็นการทำลายทัศนียภาพบริเวณริมแม่น้ำ และในขณะเดียวกันพื้นที่บริเวณชั้นล่างอาจทำเป็นใต้ถุนโล่งบางส่วน เพื่อความเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศที่ต้องสามารถแก้ไขปัญหาในกรณีเกิดน้ำท่วมได้

4.3.3 แนวทางการปรับปรุงรูปแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อม
ที่ได้ผ่านการศึกษาความต้องการ และข้อคิดเห็นของประชาชน

จากการพิจารณาข้อมูลความต้องการ และข้อคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อรูปแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ใช้ทดสอบแล้ว สามารถจัดกลุ่มข้อมูลตามความแตกต่างของความต้องการ และข้อคิดเห็นในประเด็นทางเศรษฐกิจ สังคม ได้ 2 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีความต้องการและข้อคิดเห็นสอดคล้องกับแบบที่พักอาศัย A และ B ซึ่งมีจำนวนประมาณร้อยละ 80 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีความต้องการและข้อคิดเห็นสอดคล้องกับแบบที่พักอาศัย C และ D ซึ่งเป็นจำนวนประมาณร้อยละ 20 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ซึ่งเมื่อพิจารณาประกอบกับความต้องการและข้อคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบที่พักอาศัยที่ใช้ทดสอบในประเด็นด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมแล้ว พบว่า ข้อมูลทั้งสองส่วนมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 มีรายละเอียดของความคิดเห็นในหัวข้อต่างๆ ภายใต้ประเด็นด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม แตกต่างไปจาก กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 และมีแนวโน้มของข้อมูลสอดคล้องกับรายละเอียดของความต้องการและข้อคิดเห็นที่มีภายใต้ประเด็นทางเศรษฐกิจ สังคมด้วย

ยกตัวอย่างเช่น **กลุ่มที่ 1** ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความต้องการและข้อคิดเห็นในประเด็นทางเศรษฐกิจ สังคมสอดคล้องกับแบบที่พักอาศัย A และ B ก็มีความพึงพอใจต่อรูปแบบที่พักอาศัย A และ B ภายใต้ประเด็นด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม หัวข้อการใช้พลังงานของอาคารในเรื่องขนาดพื้นที่ใช้สอย การจัดพื้นที่ใช้สอย การจัดสภาพแวดล้อมรอบบ้าน รวมทั้งในหัวข้อเรื่องระยะห่างของอาคารด้วย และในขณะเดียวกัน กลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้ ก็ไม่สามารถยอมรับวิธีการจัดการน้ำเสียที่นำเสนอให้ใช้ถังบำบัดน้ำสำเร็จรูปได้ หากยอมรับได้แต่เพียงการจัดทำบ่อดักไขมันเพื่อกรองน้ำใช้จากกิจกรรมในครัวเท่านั้น

และในขณะที่ **กลุ่มที่ 2** ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความต้องการและข้อคิดเห็นภายใต้ประเด็นทางเศรษฐกิจ สังคม สอดคล้องกับแบบที่พักอาศัย C และ D ก็มีความพึงพอใจและความคิดเห็นภายใต้ประเด็นด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมสอดคล้องกับ วิธีการในรูปแบบที่พักอาศัย C และ D ในหัวข้อการใช้พลังงานของอาคารในเรื่อง ขนาดพื้นที่ใช้สอย การจัดพื้นที่ใช้สอย การจัดสภาพแวดล้อมรอบบ้าน รวมทั้งในหัวข้อเรื่องระยะห่างของอาคารด้วย และที่สำคัญ กลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้ถึงแม้จะมีความเห็นว่า การจัดการน้ำเสียด้วยการติดตั้งถังบำบัดน้ำสำเร็จรูปนั้นมีราคาสูงก็จริง แต่เมื่อพิจารณาถึงผลที่ได้ ว่าสามารถลดผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมได้ ก็ให้การยอมรับหลักการดังกล่าวไปปฏิบัติ

ส่วนหลักการจัดการสิ่งแวดล้อมในเรื่อง ลักษณะเฉพาะของรูปแบบที่พักอาศัย การระบายอากาศ และการใช้วัสดุ ตลอดจน หัวข้อเรื่องความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมโดยรอบนั้น ทั้งสองกลุ่มมีความคิดเห็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกับหลักการที่นำเสนอเหมือนกัน อาจเป็นเพราะในรายละเอียดของแต่ละเรื่องดังกล่าวเป็นเรื่องที่ปัจจัยทางเศรษฐกิจเข้ามามีบทบาทน้อย นอกจากนี้มีข้อคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับรายละเอียดในหัวข้อความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบๆ คือ กลุ่มตัวอย่างเกือบทั้งหมดเห็นว่า บ้านที่อยู่ในบริเวณที่ตั้งใกล้แม่น้ำ น่าจะมีความสูงของอาคารได้ถึง 2 ชั้น เพราะยังไม่จัดเป็นความสูงในระดับที่จะทำลายทัศนียภาพโดยรอบแม่น้ำ และยังอาจมีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ชั้นล่างได้เพิ่มเติมด้วย และบางส่วนในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 ที่มีข้อเสนอว่าสำหรับบ้านที่อยู่ในที่ดินเช่า น่าจะมีการใช้วัสดุที่ไม่จำเป็นต้องมีลักษณะถาวรนัก เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่าย เพราะมิได้คิดจะอาศัยอยู่ในที่ดินเช่าตลอดไป

จากการพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปเป็นแบบจำลองได้ดังนี้

จากการพิจารณาข้อมูลข้างต้นพบว่า ปัจจัยที่ทำให้ความต้องการและข้อคิดเห็นในประเด็นทางเศรษฐกิจ สังคมของกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 ส่วน น่าจะมีสาเหตุมาจาก ฐานะทางเศรษฐกิจ อันหมายรวมถึงกำลังทรัพย์ ลักษณะการดำเนินชีวิต ซึ่งย่อมต้องมีผลต่อ ระดับราคาและลักษณะของรูปแบบที่พักอาศัยซึ่งครอบคลุมในเรื่องของวิธีการจัดการสิ่งแวดล้อมให้มีความแตกต่างกัน กล่าวคือ ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 น่าจะมีแนวโน้มของการยอมรับและเห็นความสำคัญต่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสม มากกว่า กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะฐานะทางเศรษฐกิจเป็นเรื่องสำคัญที่กลุ่มตัวอย่างใช้ในการประกอบการพิจารณา กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 นั้น คาดว่า เป็นกลุ่มที่มีฐานะปานกลางค่อนข้างสูง และมีลักษณะการดำเนินชีวิตที่ค่อนข้างสบายกว่ากลุ่มที่ 1 การจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสมตามวิธีการต่างๆ ที่นำเสนอ มิได้เป็นการเพิ่มภาระทางด้านค่าใช้จ่ายต่อกลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้เท่าใดนัก ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 เป็นผู้มีฐานะปานกลางค่อนข้างต่ำ และส่วนใหญ่มีอาชีพรับจ้าง ฐานะทางเศรษฐกิจมิได้มั่นคงเท่ากลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จึงมิได้อยู่ในฐานะที่จะเล็งเห็นความสำคัญต่อการสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีในการอยู่อาศัยเท่าไรนัก

ดังนั้น แนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมในที่พักอาศัยที่จะใช้ดำเนินการได้ ต้องแบ่งออกเป็น 2 แนวทางเพื่อให้สอดคล้องกับระดับศักยภาพของประชากรในการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยสำหรับประชากรที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ก็สามารถใช้แนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมที่นำเสนอ ในรูปแบบที่พักอาศัย C และ D ได้ แต่สำหรับประชากรผู้มีฐานะยากจนไปจนถึงผู้มีฐานะปานกลางค่อนข้างต่ำ หรือผู้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 ก็จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมในที่พักอาศัยอย่างเหมาะสม โดยอาจนำเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์มาใช้ เพื่อส่งเสริมให้การจัดการสิ่งแวดล้อมในที่พักอาศัยเป็นไปโดยสัมฤทธิ์ผล

แนวทางการปรับปรุงรูปแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อม

จากการพิจารณาข้อมูลความต้องการและข้อคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่พักอาศัย ภายใต้ประเด็นทางเศรษฐกิจ สังคม และประเด็นด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมประกอบกับการทำความเข้าใจถึงที่มาของความแตกต่างของข้อมูลบางส่วน สามารถสรุปเป็นแนวทางที่ใช้ในการปรับปรุงแบบที่พักอาศัยที่เหมาะสมกับการจัดการสิ่งแวดล้อมตามหัวข้อต่างๆ ได้ดังนี้

1. **การใช้พลังงานของอาคาร**

ขนาดพื้นที่ใช้สอย

แนวทางในการปรับปรุงแบบที่พักอาศัยในหัวข้อนี้ อาจทำได้โดย นำแบบที่พักอาศัย C และ D มาปรับให้อาคารมีลักษณะเกาะกลุ่มกันมากขึ้น โดยที่ยังเน้นในเรื่องของการมีช่องเปิด

และการระบายอากาศ ตลอดจนความสามารถของอาคารในการนำแสงธรรมชาติมาใช้อย่างเหมาะสม โดยอาจไม่จำเป็นต้องมีลักษณะเป็นอาคารล้อมรอบสวน พร้อมทั้งเพิ่มแบบที่พักอาศัยที่มีขนาดเล็กและสามารถจัดวางลงในพื้นที่ดินขนาด 30 ตารางวาได้

การจัดพื้นที่ใช้สอย

แนวทางในการปรับปรุงแบบที่พักอาศัยในหัวข้อนี้ สามารถทำได้โดยยังคงยึดแนวทางในเรื่องการจัดวางตำแหน่งพื้นที่ใช้งานในส่วนพักอาศัยให้สามารถรับลมได้เต็มที่ และส่วนที่ต้องส่งกลิ่นและควันรบกวนการอยู่อาศัยให้อยู่ในบริเวณใต้ลม โดยให้การจัดความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้สอย (สำหรับแบบที่พักอาศัย C และ D) ให้มีลักษณะกระชับและประหยัดพื้นที่กว่าเดิม โดยลักษณะอาคารโดยรวมอาจไม่จำเป็นต้องมีลักษณะเป็นอาคารล้อมรอบสวน ซึ่งก็สอดคล้องกับแนวทางการแก้ไขปัญหาในหัวข้อ **ขนาดพื้นที่ใช้สอย** ด้วย และควรปรับปรุงแบบที่พักอาศัยที่มีที่ตั้งอยู่ใกล้แม่น้ำวังให้มีส่วนที่เป็นใต้ถุนโล่งเพื่อแก้ปัญหาน้ำท่วมและเป็นการเพิ่มพื้นที่อเนกประสงค์ด้วย

การจัดสภาพแวดล้อมรอบบ้าน

การจัดสภาพแวดล้อมรอบบ้านเพื่อช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และช่วยให้เกิดสภาวะสบายในการอยู่อาศัยนั้น สามารถทำได้เพียงในลักษณะของการให้ความรู้และการเสนอแนะ เพราะในความเป็นจริงการปลูกต้นไม้ในขอบเขตที่ดินมิได้มีลักษณะจำกัดตำแหน่งตายตัวอย่างในกรณีของการก่อสร้างอาคาร ต้นไม้ต่างๆ ถ้าไม่ใช่ต้นไม้ใหญ่ก็มีลักษณะง่ายต่อการเคลื่อนย้ายและปรับเปลี่ยนตำแหน่งได้ตลอดเวลา ดังนั้นลักษณะการจัดสภาพแวดล้อมรอบบ้านจึงขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของเจ้าของอาคารเป็นหลัก สิ่งที่ทำได้เพื่อให้ส่งผลในการปฏิบัตินั้น คือ แนะนำและให้ความรู้แก่ผู้ที่จะใช้แบบที่พักอาศัยให้เห็นความสำคัญและประโยชน์ของวิธีการดังกล่าว โดยมีการเพิ่มเติมผังการจัดภูมิทัศน์รอบตัวบ้านเข้ามาในเอกสารที่ใช้เป็นแบบบ้านบริการสำหรับประชาชน เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้ในกรณีที่เจ้าของบ้านต้องการ

ลักษณะเฉพาะของรูปแบบที่พักอาศัย

แนวทางในการปรับปรุงแบบที่พักอาศัยในหัวข้อนี้สามารถทำได้โดยปรับปรุงรูปแบบที่พักอาศัย A และ C ให้ส่วนที่ใช้สำหรับการพักอาศัยภายในมีระดับสูงขึ้น และปรับพื้นที่สำหรับการพักผ่อนหรือรับแขกให้มีลักษณะเอนกประสงค์มากขึ้น เพื่อให้สามารถจัดเป็นส่วนของบริเวณใต้ถุนโล่งได้ โดยปรับรูปแบบไปพร้อมๆกับลักษณะทางสถาปัตยกรรมเพื่อให้เป็นรูปแบบบ้านที่มีลักษณะผสมผสานระหว่างการจัดพื้นที่ตามลักษณะบ้านไทยร่วมสมัยกับการตกแต่งในรายละเอียดบางส่วนให้สอดคล้องกับรูปแบบในปัจจุบันด้วย และพร้อมทั้งปรับระดับความสูงของพื้นที่ภายในของแบบบ้านแบบ B และ D ด้วย

การระบายอากาศ

แนวทางการดำเนินการเกี่ยวกับการระบายอากาศทางช่องเปิดของอาคารนั้น เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของตำแหน่งและทิศทางขององค์ประกอบในสถานที่จริง จึงควรดำเนินการไปในลักษณะที่ยึดทิศทางและตำแหน่งการจัดวางให้สอดคล้องกับแบบมาตรฐานเบื้องต้นให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับสถานะที่จริงควบคู่กันไปด้วย

การใช้วัสดุ

ข้อเสนอสำหรับแบบที่พักอาศัยที่อยู่ในที่ดินให้เช่า คือเลือกใช้วัสดุประกอบ เช่น ผนัง พื้น ประตู ฯลฯ ที่มิใช่วัสดุติดตั้งถาวร และใช้วัสดุที่ง่ายต่อการถอดประกอบและโยกย้ายเพื่อลดค่าใช้จ่ายและพลังงานในการก่อสร้างและยังสามารถนำไปใช้ได้ในกรณีที่มีการสร้างที่พักอาศัยอื่นได้อีก

2. การจัดการน้ำเสีย

แนวทางปรับปรุงในเรื่องวิธีการจัดการน้ำเสียสำหรับผู้มีข้อจำกัดทางเศรษฐกิจ อาจแก้ไขในเบื้องต้นโดยกำหนดให้ใช้บ่อเกรอะบ่อซึมแทนถังบำบัดน้ำสำเร็จรูปสำหรับรองรับน้ำจากห้องน้ำ ส่วนน้ำจากห้องครัวกำหนดให้ต้องทำบ่อดักไขมันสำหรับรองรับเพื่อแยกเศษอาหารออกจากน้ำก่อนระบายน้ำไปยังบ่อซึม และปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ในกรณีที่อยู่ในบริเวณที่มีท่อระบายน้ำสาธารณะผ่านก็ต่อน้ำใช้ที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นแล้วลงสู่ท่อสาธารณะ ถ้าไม่มีท่อสาธารณะก็ต้องมีการจัดวางตำแหน่งบ่อเกรอะและบ่อซึมอย่างเหมาะสมให้มีระยะโดยรอบบ่อซึมไม่น้อยกว่า 2-3 เมตร และควรปลูกต้นไม้โดยรอบเพื่อให้เป็นตัวช่วยในการดึงน้ำไปใช้เป็นการลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมโดยรวมและยังเป็นการลดปัญหามลภาวะทางน้ำที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมให้ได้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ หรือนอกจากนี้อาจใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เข้ามาช่วยขับเคลื่อนในกระบวนการจัดการสิ่งแวดล้อมในที่พักอาศัยสำหรับประชาชนที่มีข้อจำกัดทางเศรษฐกิจให้สามารถดำเนินการได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้เวลาในการศึกษารายละเอียดต่อไป

3. ระยะห่างของอาคารและความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบๆ

แนวทางการปรับปรุงแบบที่พักอาศัยในหัวข้อนี้ทำได้โดยการปรับปรุงแบบที่พักอาศัยแบบ A และ C ซึ่งมีที่ตั้งใกล้แม่น้ำวังให้มีความสูงมากขึ้นโดยชั้นล่างจัดให้พื้นที่บางส่วนเป็นใต้ถุนโล่งเพื่อให้พื้นที่ดังกล่าวเป็นส่วนเอนกประสงค์ได้ และจากแนวทางการปรับปรุงแบบที่พักอาศัย C และ D ในหัวข้อเรื่องการจัดพื้นที่ใช้สอยโดยปรับให้มีลักษณะเกาะกลุ่มมากกว่าเดิมนั้น ก็ทำให้เกิดพื้นที่ว่างในที่ดินมากขึ้น สามารถใช้ในการก่อสร้างที่พักอาศัยหลังอื่นๆ ได้ ตามความต้องการของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ โดยต้องมีการควบคุมให้ระยะห่างระหว่างอาคารในที่ดินเจ้าของเดียวกันตลอดจนร้อยละของพื้นที่เปิดโล่งในที่ดินสำหรับการอยู่อาศัยให้เป็นไปอย่างถูกสุขลักษณะ และสอดคล้องตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคารด้วย