การออกแบบสวนหลังคาในกรุงเทพมหานคร

นายพชร เลิศปิติวัฒนา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547
ISBN 974-53-1623-7
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ROOF GARDEN DESIGN IN BANGKOK

Mr. Pachara Lertpitiwatana

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Landscape Architecture in Landscape Architecture

Department of Landscape Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University

Academic Year 2004
ISBN 974-53-1623-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบสวนหลังคาในกรุงเทพมหานคร
โดย	นายพชร เลิศปิติวัฒนา
สาขาวิชา	ภูมิสถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังสนา บุณโยภาส

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์เลอสม สถาปิตานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์นิลุบล คล่องเวสสะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังสนา บุณโยภาส)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พชร เลิศปิติวัฒนา : การออกแบบสวนหลังคาในกรุงเทพมหานคร. (ROOF GARDEN DESIGN IN BANGKOK) อ.ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อังสนา บุณโยภาส, 174 หน้า.
ISBN 974-53-1623-7.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (QUALITATIVE RESEARCH) มีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบสวนหลังคาที่เหมาะสมกับอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานคร การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการออกแบบสวนหลังคาจากเอกสารทางวิชาการซึ่งส่วนใหญ่มาจากประเทศทางแถบฝั่งตะวันตก เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับการออกแบบสวนหลังคาของสถานที่จริงในกรุงเทพมหานคร โดยเลือกกรณีศึกษาไว้สามแห่งคือ สวนหลังคาของโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ โรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท และโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) ซึ่งผลที่ได้จะนำมาใช้พิจารณาหาแนวทางที่เหมาะกับการออกแบบสวนหลังคาในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยขอบเขตการวิจัยจะศึกษาเรื่องการพิจารณาด้านพื้นที่ เรื่องการก่อสร้าง เรื่ององค์ประกอบงานออกแบบ และเรื่องการบำรุงรักษา

ผลการวิจัยของการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบสวนหลังคาจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเปรียบเทียบกับการออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษาทั้งสามแห่งพบว่า มีทั้งประเด็นสอดคล้องและแตกต่างกัน ส่วนมากสามารถนำมาพิจารณาเป็นแนวทางที่เหมาะต่อการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครได้ โดยความแตกต่างบางประการไม่จำเป็นต้องมีในการออกแบบสวนหลังคาสำหรับกรุงเทพมหานคร ที่พบชัดเจนคือ ส่วนประกอบของชั้นต่างๆในการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาในต่างประเทศมี 9 ชั้น แต่สวนหลังคาในกรุงเทพมหานครที่นิยมใช้มีเพียง 7 ชั้น ได้แก่ 1) พื้นหลังคาคอนกรีต 2) วัสดุกันน้ำซึม 3) แผ่นคอกรีตกันทะลุ 4) ชั้นระบายน้ำ 5) แผ่นใยกรองดิน 6) ดินปลูก และ 7) วัสดุปิดผิว จากล่างขึ้นบนตามลำดับ ลดไป 2 ชั้น คือ ฉนวนและแผ่นกันทะลุ เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากภูมิอากาศกรุงเทพมหานครมิได้เย็นจัดเหมือนกับประเทศฝั่งตะวันตก จากการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้พบว่าปัจจัยที่ต้องคำนึงในการออกแบบสวนหลังคาเสมอคือ การใช้สอยของสวนหลังคา ภูมิอากาศ สภาพแวดล้อม หลักเกณฑ์อาคาร ความปลอดภัย โครงสร้างรองรับงานสวน การรั่วซึมของน้ำ การระบายน้ำ ดินปลูก ระบบชลประทาน ชนิดของพืชพันธุ์ กระบะต้นไม้ งานระบบไฟฟ้า การส่องสว่าง การบำรุงรักษา จะเป็นตัวกำหนดในการพิจารณาว่าสวนหลังคาสำหรับที่ตั้งนั้นๆต้องมีการออกแบบอย่างไร

ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2547 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4474182225 : MAJOR LANDSCAPE
KEY WORD: Roof garden / Site consideration / Construction / Design elements / Maintenance
PACHARA LERTPITIWATANA : ROOF GARDEN DESIGN IN BANGKOK. THESIS
ADVISOR : DR. PONGSAK VADHANASINDHU, THESIS CO-ADVISOR :
ASST.PROF.DR. ANGSANA BOONYOBHAS, 174 pp. ISBN 974-53-1623-7.

This thesis is the product of qualitative research aiming to make analysis and finding ways for guidelines for roofs suitable to used with houses in Bangkok Metropolis. In this research, the researcher looks at ways for doing roof garden design on the basis of documents in hand, that have come mainly from writers in the West. The researcher studying designs of roofs in Bangkok Metropolis . In this nexus, selections have been made from 3 sources namely, the roof structure of Grand Hyatt Erawan hotel, Sheraton Grand Sukhumvit hotel and Conrad hotel (All Seasons Place) . The results have been studied to find ways suitable for designing roof structure in areas within Bangkok Metropolis. The scope of this research borders on consideration of areas, construction technique and aspects relating to design, including the subject of maintenance.

Results of the analysis, guidelines for roof design out of creativity as related to the work have been considered and comparison made of the design of roofs that have been studies at all the 3 places show that they contain aspects that are pertinent and also others not so pertinent. Most of the patterns have been studied from guidelines conducive to making design of roofs of houses in Bangkok Metropolis. In this nexus, there are some non-conformities which need not be taken for consideration as far as Bangkok Metropolis is concerned. One thing emerged with clarity that various parts of the tiers in roof designs in foreign countries comprised 9 steps although the roof structures in Bangkok Metropolis popular went for 7 tiers only. They are (1) concrete roof (2) waterproof membrane (3) concrete protective slab (4) drainage tier (5) filter fabric (6) planting media (7) top dressing or mulch. Surface material from the bottom to the top comprised 2 layers namely, insulator and protective slab. This is because weather in Bangkok is not too cold as in the case of countries in the West . Based on this research work, it is found that there are certain factors which must be taken into consideration for making roof designs. Usage of garden, weather conditions, environment, building safety standard, structure taking the stress for water leakage, drainage, clay, irrigation system, type of plants , trees, electrical system, lighting system and maintenance . These factors together form the basis of consideration as to how roof designs should be made in a given environment.

Department Landscape Architecture	Student ‘s signature……..……..
Field of study Landscape Architecture	Advisor‘s signature ……
Academic Year 2004	Co-advisor’s signature ……..

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาตามหลักสูตรภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต โดยมุ่งทำการศึกษาหาแนวทางการออกแบบสวนหลังคาในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปัจจัยที่เป็นข้อคำนึงต่อการออกแบบสวนหลังคา ด้วยการเก็บข้อมูลจากการสำรวจและการสัมภาษณ์ และนำมาวิเคราะห์ตามประเด็นต่างๆที่ศึกษาได้จากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาจาก

อาจารย์ ดร. พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลากรุณาให้คำแนะนำต่างๆ ทั้งที่อาจารย์มีภารกิจมากมาย โดยเฉพาะภาพรวมของงานวิจัย ที่ท่านอาจารย์มองได้ทะลุตั้งแต่ต้น ทำให้ไม่หลงประเด็น การวิจัยจึงดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อังสนา บุณโยภาส อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่สละเวลากรุณาให้คำแนะนำอย่างละเอียดตั้งแต่ต้น ทั้งที่อาจารย์มีภารกิจมากมาย ชี้แนะประเด็นต่างๆที่มีความซับซ้อนให้เกิดความเข้าใจ แนะนำเอกสารที่น่าสนใจเพื่อประกอบการวิจัย อธิบายหลักการเขียนเล่มวิทยานิพนธ์อย่างเป็นระบบระเบียบ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

รองศาสตราจารย์นิลุบล คล่องเวสสะ อาจารย์ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุล อาจารย์กรรมการ ที่สละเวลาให้คำแนะนำที่ดีในช่วงการเสนอผลงาน

ศาสตราจารย์เดชา บุญค้ำ รองศาสตราจารย์จามรี อาระยานิมิตสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นวณัฐ โอศิริ อาจารย์กนก เหวียนระวี อาจารย์ ดร. ดนัย ทายตะคุ อาจารย์ภาวดี ธนวิสุทธิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุจิโรจน์ อนามบุตร อาจารย์ผู้สอนและวางพื้นฐานด้านภูมิสถาปัตยกรรมตลอดมา

รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร เจริญภักตร์ อาจารย์ผู้ให้การสนับสนุนต่อการเรียนหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิตนี้ตั้งแต่ต้น

อาจารย์วีระพันธ์ ไพศาลนันท์ คุณเขมวดี เผ่าพันเลิศ คุณจิระชัย เร่งทอง คุณบัณฑิต บูรณะถาวรสม คุณวิสุทธิ์ พึ่งประดิษฐ์ ที่สละเวลาให้สัมภาษณ์และให้แง่คิดมากมาย

บิดามารดา พี่ๆ ที่ให้กำลังใจตลอดมา โดยเฉพาะเวลาที่ท้อแท้ หมดกำลังใจที่จะวิจัยต่อ

คุณตุ้ม เจ้าหน้าที่ธุรการภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม ที่คอยดำเนินการด้านเอกสารต่างๆ ให้อยู่ตลอดเวลาที่เรียนในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกๆท่าน

คุณนก คุณจอย ไข่นุ้ย หนุ่ย ขวัญ กุ้ง พี่จอม ต่อง พี่เอ๋ มะปราง วี่ พี่เต้ย เพื่อนที่ให้การช่วยเหลือในหลายเรื่องตลอดมา

จึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ณ ที่นี้ด้วย

พชร เลิศปิติวัฒนา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฐ
สารบัญภาพ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความสำคัญของการศึกษา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ..... 3
1.3 ขอบเขตของการศึกษา..... 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5
1.5 ระเบียบวิธีการศึกษา..... 5
บทที่ 2 วรรณกรรมและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง..... 7
2.1 การพิจารณาด้านพื้นที่สวน..... 7
2.1.1 การใช้สอยของพื้นที่สวน..... 7
2.1.2 ภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน..... 8
2.1.3 หลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย..... 9
2.2 การก่อสร้างสวนหลังคา..... 10
2.2.1 พื้นหลังคาคอนกรีต..... 10
2.2.2 วัสดุกันน้ำซึม..... 11
2.2.3 แผ่นกันทะลุ..... 12
2.2.4 ฉนวน..... 13
2.2.5 แผ่นคอนกรีตกันทะลุ..... 13
2.2.6 ระบบระบายน้ำ..... 13
2.2.7 แผ่นใยกรองดิน..... 15
2.2.8 ดินปลูก..... 16
2.2.9 วัสดุปิดผิว..... 17

2.3 องค์ประกอบงานออกแบบ..... 17
2.3.1 พืชพันธุ์..... 17
2.3.2 กระบะต้นไม้..... 18
2.3.3 พื้นทางเดิน..... 20
2.3.4 งานแสงสว่าง..... 21
2.3.5 งานประติมากรรม..... 22
2.3.6 บ่อน้ำ..... 22
2.3.7 สาธารณูปโภค..... 23
2.4 การบำรุงรักษา..... 23
2.4.1 ระบบชลประทาน..... 23
2.4.2 การสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน..... 26
2.4.3 งานบำรุงรักษาด้านอื่นๆ..... 27
2.4.4 ศูนย์กลางงานบำรุงรักษา..... 27
2.5 สรุปแนวความคิดการออกแบบสวนหลังคาจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.. 28
บทที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของสวนหลังคาของอาคารที่เลือกศึกษา..... 30
3.1 สวนหลังคาโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ..... 30
3.1.1 ลักษณะทางกายภาพด้านพื้นที่..... 31
3.1.2 ลักษณะทางกายภาพด้านการก่อสร้างสวนหลังคา..... 33
3.1.3 ลักษณะทางกายภาพด้านองค์ประกอบงานออกแบบ..... 36
3.1.4 การบำรุงรักษา..... 40
3.2 สวนหลังคาโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท..... 42
3.2.1 ลักษณะทางกายภาพด้านพื้นที่..... 43
3.2.2 ลักษณะทางกายภาพด้านการก่อสร้างสวนหลังคา..... 45
3.2.3 ลักษณะทางกายภาพด้านองค์ประกอบงานออกแบบ..... 48
3.2.4 การบำรุงรักษา..... 51
3.3 สวนหลังคาโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส)..... 53
3.3.1 ลักษณะทางกายภาพด้านพื้นที่..... 53
3.3.2 ลักษณะทางกายภาพด้านการก่อสร้างสวนหลังคา..... 56
3.3.3 ลักษณะทางกายภาพด้านองค์ประกอบงานออกแบบ..... 60
3.3.4 การบำรุงรักษา..... 63

บทที่ 4 การวิเคราะห์การออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 65
4.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านพื้นที่สวน 65
4.1.1 การวิเคราะห์ด้านการใช้สอยของพื้นที่สวน 65
4.1.2 การวิเคราะห์ด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน 67
4.1.3 การวิเคราะห์ด้านหลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย 70
4.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านการก่อสร้างสวนหลังคา 71
4.2.1 การวิเคราะห์ด้านพื้นหลังคาคอนกรีต 71
4.2.2 การวิเคราะห์ด้านวัสดุกันน้ำซึม 72
4.2.3 การวิเคราะห์ด้านแผ่นกันทะลุ 73
4.2.4 การวิเคราะห์ด้านฉนวน 73
4.2.5 การวิเคราะห์ด้านแผ่นคอนกรีตกันทะลุ 75
4.2.6 การวิเคราะห์ด้านระบบระบายน้ำ 75
4.2.7 การวิเคราะห์ด้านแผ่นใยกรองดิน 79
4.2.8 การวิเคราะห์ด้านดินปลูก 80
4.2.9 การวิเคราะห์ด้านวัสดุปิดผิว 82
4.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านองค์ประกอบงานออกแบบ 83
4.3.1 การวิเคราะห์ด้านพืชพันธุ์ 83
4.3.2 การวิเคราะห์ด้านกระบะต้นไม้ 85
4.3.3 การวิเคราะห์ด้านพื้นทางเดิน 88
4.3.4 การวิเคราะห์ด้านงานแสงสว่าง 90
4.3.5 การวิเคราะห์ด้านงานประติมากรรม 92
4.3.6 การวิเคราะห์ด้านบ่อน้ำ 93
4.3.7 การวิเคราะห์ด้านสาธารณูปโภค 94
4.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านการบำรุงรักษา 95
4.4.1 การวิเคราะห์ด้านระบบชลประทาน 95
4.4.2 การวิเคราะห์ด้านการสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน 98
4.4.3 การวิเคราะห์ด้านงานบำรุงรักษาด้านอื่นๆ 100
4.4.4 การวิเคราะห์ด้านศูนย์กลางงานบำรุงรักษา 101

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการออกแบบสวนหลังคาของอาคารที่เลือกศึกษา..... 102
5.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงด้านพื้นที่สวน..... 102
5.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงด้านการก่อสร้างสวนหลังคา..... 104
5.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงด้านองค์ประกอบงานออกแบบ..... 108
5.4 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงด้านการบำรุงรักษา..... 112
บทที่ 6 แนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานคร..... 114
6.1 การพิจารณาด้านพื้นที่สวน..... 114
6.1.1 การใช้สอยของพื้นที่สวน..... 114
6.1.2 ภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน..... 116
6.1.3 หลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย..... 118
6.2 การก่อสร้างสวนหลังคา..... 119
6.2.1 พื้นหลังคาคอนกรีต..... 119
6.2.2 วัสดุกันน้ำซึม..... 121
6.2.3 แผ่นคอนกรีตกันทะลุ..... 121
6.2.4 ระบบระบายน้ำ..... 122
6.2.5 แผ่นใยกรองดิน..... 125
6.2.6 ดินปลูก..... 126
6.2.7 วัสดุปิดผิว..... 128
6.3 องค์ประกอบงานออกแบบ..... 128
6.3.1 พืชพันธุ์..... 128
6.3.2 กระบะต้นไม้..... 129
6.3.3 พื้นทางเดิน..... 132
6.3.4 งานแสงสว่าง..... 133
6.3.5 งานประติมากรรม..... 135
6.3.6 บ่อน้ำ..... 136
6.3.7 สาธารณูปโภค..... 136
6.4 การบำรุงรักษา..... 137
6.4.1 ระบบชลประทาน..... 137

6.4.2 การสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน..... 139
6.4.3 งานบำรุงรักษาด้านอื่นๆ..... 140
6.4.4 ศูนย์กลางงานบำรุงรักษา..... 140
บทที่ 7 บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 142
7.1 ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการออกแบบสวนหลังคา..... 142
7.2 สรุปการวิเคราะห์การออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 147
7.3 สรุปการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษา..... 152
7.4 ข้อเสนอสำหรับงานวิจัยในอนาคต..... 158

รายการอ้างอิง..... 159
ภาคผนวก..... 161
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 174

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางประกอบ หน้า

ตารางที่ 4.1 แสดงการออกแบบด้านการใช้สอยของพื้นที่สวนหลังคาของอาคารที่เลือกศึกษา..... 66

ตารางที่ 4.2 แสดงการออกแบบด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมสวนหลังคาของพื้นที่สวน (แสงแดด)..... 67

ตารางที่ 4.3 แสดงการออกแบบด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมสวนหลังคาของพื้นที่สวน(ลม)..... 68

ตารางที่ 4.4 แสดงการออกแบบด้านหลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัยของสวนหลังคาของอาคารที่ศึกษา 70

ตารางที่ 4.5 แสดงการออกแบบด้านพื้นหลังคาคอนกรีต..... 71

ตารางที่ 4.6 แสดงการออกแบบด้านวัสดุกันน้ำซึม..... 72

ตารางที่ 4.7 แสดงการออกแบบด้านแผ่นกันทะลุ..... 73

ตารางที่ 4.8 แสดงการออกด้านแบบฉนวน..... 73

ตารางที่ 4.9 แสดงการออกแบบด้านแผ่นคอนกรีตกันทะลุ..... 75

ตารางที่ 4.10 แสดงการออกแบบด้านระบบระบายน้ำ..... 75

ตารางที่ 4.11 แสดงการออกแบบด้านระบบระบายน้ำ (ชั้นระบายน้ำ)..... 77

ตารางที่ 4.12 แสดงการออกแบบด้านระบบระบายน้ำ (ช่องท่อระบายน้ำ)..... 78

ตารางที่ 4.13 แสดงการออกแบบด้านแผ่นใยกรองดิน..... 79

ตารางที่ 4.14 แสดงการออกแบบด้านดินปลูก..... 80

ตารางที่ 4.15 แสดงการออกแบบด้านวัสดุปิดผิว..... 82

ตารางที่ 4.16 แสดงการออกแบบด้านพืชพันธุ์..... 83

ตารางที่ 4.17 แสดงการออกแบบด้านกระบะต้นไม้..... 85

ตารางที่ 4.18 แสดงการออกแบบด้านพื้นทางเดิน..... 88

ตารางที่ 4.19 แสดงการออกแบบด้านงานแสงสว่าง..... 90

ตารางที่ 4.20 แสดงการออกแบบด้านงานประติมากรรม..... 92

ตารางที่ 4.21 แสดงการออกแบบด้านบ่อน้ำ..... 93

ตารางที่ 4.22 แสดงการออกแบบด้านสาธารณูปโภค..... 94

ตารางที่ 4.23 แสดงการออกแบบด้านระบบชลประทาน..... 95

ตารางที่ 4.24 แสดงการออกแบบด้านการสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน..... 98

ตารางที่ 4.25 แสดงการออกแบบด้านงานบำรุงรักษาด้านอื่นๆ..... 100

ตารางที่ 4.26 แสดงการออกแบบด้านศูนย์กลางงานบำรุงรักษา..... 101
ตารางที่ 7.1 แสดงผลสรุปการวิเคราะห์การออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษา
เปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 147
ตารางที่ 7.2 แสดงผลสรุปการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการออกแบบสวนหลังคา
ที่เลือกศึกษา..... 152

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงระยะการออกแบบความสูงของแผงลดแรงลม..... 8

รูปที่ 2.2 แสดงการปะทะของลมกระทบอาคารสูงเป็นผลให้เกิดลมแรงขึ้นบริเวณสวนหลังคาด้านล่าง..... 9

รูปที่ 2.3 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคา..... 10

รูปที่ 2.4 แสดงรูปตัดท่อระบายน้ำด้านข้างแบบก้างปลา..... 14

รูปที่ 2.5 แสดงแผงพลาสติกระบายสังเคราะห์แบบรวงผึ้ง..... 15

รูปที่ 2.6 แสดงรูปแบบต่างๆของกระบะต้นไม้ของสวนหลังคา..... 19

รูปที่ 2.7 แสดงแผ่นพื้นวางบนขารองรับ..... 20

รูปที่ 2.8 แสดงการยึดโครงเสาเหล็กกับแผ่นคอนกรีตกันทะลุ..... 21

รูปที่ 2.9 แสดงการยึดโครงเสาเหล็กด้วยสลักเกลียว..... 22

รูปที่ 2.10 แสดงรูปตัดของระบบออพติมา..... 24

รูปที่ 2.11 แสดงรูปตัดชั้นของระบบซินโค..... 25

รูปที่ 2.12 แสดงระบบโมนาแพลนท์..... 25

รูปที่ 2.13 แสดงกระถางระบบบรรจุน้ำ..... 26

รูปที่ 2.14 แสดงเครื่องกลระบบการใส่ปุ๋ยแบบอัตโนมัติ..... 27

รูปที่ 3.1 แสดงตัวอาคารโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ..... 31

รูปที่ 3.2 แสดงบรรยากาศภายในของสวนหลังคาโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ..... 31

รูปที่ 3.3 แสดงการจัดวางเต้นท์ผ้าใบที่ไม่เหมาะสมมีผลต่อทัศนียภาพโดยรวม..... 32

รูปที่ 3.4 แสดงพื้นกรวดล้างที่กว้างทำให้เกิดการจ้าจากแสงแดด..... 32

รูปที่ 3.5 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคาของอาคารโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ..... 33

รูปที่ 3.6 แสดงการเพิ่มโครงสร้างพื้นคอนกรีตอีกชั้นเป็นชั้นสำหรับงานบำรุงรักษาด้านล่างของสวนหลังคา..... 34

รูปที่ 3.7 แสดงรูปตัดท่อระบายน้ำด้านข้างแบบก้างปลา..... 35

รูปที่ 3.8 แสดงร่องระบายน้ำตามขอบทางเดินของสวนหลังคา..... 35

รูปที่ 3.9 แสดงการใช้สไตโรโฟมโฟมหนุนด้านล่างเพื่อช่วยลดปริมาณดินปลูก..... 36

รูปที่ 3.10 แสดงพืชพันธุ์ของสวนหลังคา..... 37

รูปที่ 3.11 แสดงปัญหารากของต้นมะพร้าวเมื่อนานวันจะพูนล้นออกจากหลุมปลูก..... 37

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.12 แสดงรูปตัดและรูปซ้ายแสดงรางน้ำคอนกรีตทำหน้าที่แยกโครงสร้างพื้นสวนหลังคา..... 38
รูปที่ 3.13 แสดงกำแพงกันตกด้านหน้าของอาคารโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ..... 38
รูปที่ 3.14 แสดงปัญหาการฉาบผิวที่ลงไปตื้นเกินเพียง 10 เซนติเมตร ทำให้เมื่อดินทรุดตัวจึงเห็นริมขอบของการฉาบที่ไม่สวยงาม..... 38
รูปที่ 3.15 แสดงการใช้หินทรายเป็นตัวป้องกันการแตกลายงาของพื้นและให้มีลวดลาย 38
รูปที่ 3.16 แสดงการยึดเสาไฟส่องสว่างของเสาระดับสูง ระดับกลาง และยึดตามลำต้นมะพร้าว..... 39
รูปที่ 3.17 แสดงบ่อน้ำของสวนหลังคาโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ..... 39
รูปที่ 3.18 แสดงหัวท่อสปริงเกลอร์ล้อมด้วยท่อพีวีซีสีฟ้าโผล่ออกมาดูไม่เรียบร้อย..... 40
รูปที่ 3.19 แสดงโรงเรือนอนุบาลเพื่อเพาะเลี้ยงต้นอ่อนของพืช..... 41
รูปที่ 3.20 แสดงภายในโรงเรือนอนุบาล..... 41
รูปที่ 3.21 แสดงผังบริเวณสวนหลังคาโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท..... 42
รูปที่ 3.22 แสดงอาคารของโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท..... 42
รูปที่ 3.23 แสดงรูปตัดสวนหลังคาโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท..... 42
รูปที่ 3.24 แสดงภายในสวนหลังคาโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท..... 43
รูปที่ 3.25 แสดงการแยกพื้นที่การใช้สอยด้วยการทำศาลาไทยครอบบริเวณอ่างอาบน้ำจากุชชี..... 44
รูปที่ 3.26 แสดงการใช้พื้นไม้ระแนงบริเวณที่นอนพักผ่อนแยกจากพื้นหินทรายที่เป็นบริเวณสระว่ายน้ำ..... 44
รูปที่ 3.27 แสดงรูปตัดกำแพงคอนกรีตทำเป็นบ่อปลูกขั้นบันได..... 44
รูปที่ 3.28 แสดงรูปถ่ายจริงกำแพงคอนกรีตทำเป็นบ่อปลูกขั้นบันได..... 44
รูปที่ 3.29 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคาของอาคารโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท..... 45
รูปที่ 3.30 แสดงรูปตัดหลุมปลูกคอนกรีตที่จัดวางต้นไม้ใหญ่ในแนวคาน..... 46
รูปที่ 3.31 แสดงท้องพื้นสวนหลังคาที่มีคานพาดค่อนข้างถี่ในระบบเสาและคาน..... 46
รูปที่ 3.32 แสดงรูปตัดท่อระบายน้ำด้านข้างแบบก้างปลา..... 47
รูปที่ 3.33 แสดงรางระบายน้ำคอนกรีตแบบเปิดโรยปิดด้วยหินแม่น้ำ..... 47
รูปที่ 3.34 แสดงน้ำรั่วซึมบริเวณท่อน้ำส่งผลให้ท่อเป็นสนิมและผิวคอนกรีตบวม..... 47
รูปที่ 3.35 แสดงแผ่นใยกรองดินที่ใช้ตาข่ายมุ้งลวดซ้อนกันสองชั้น..... 48

รูปที่ 3.36 แสดงความหลากหลายของการใช้พืชพันธุ์..... 49
รูปที่ 3.37 แสดงต้นไม้ที่มีใบใหญ่ยื่นเลยกำแพงกันลมทำให้ปะทะลมส่งผลให้ใบแตกเป็นเส้นเล็กๆ..... 49
รูปที่ 3.38 แสดงกระบะต้นไม้และกระถางปลูกของสวนหลังคาของโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท..... 49
รูปที่ 3.39 แสดงประติมากรรมที่มาจากวัสดุหินทรายมีศิลปะแบบไทยขอม..... 50
รูปที่ 3.40 แสดงแผ่นประติมากรรมที่หักกลางเนื่องจากยึดกับกำแพงรับน้ำหนักไม่ดีพอ..... 50
รูปที่ 3.41 แสดงปัญหาแนวกระถางชิดขอบสระน้ำซึ่งไม่มีพื้นที่สำหรับยืนตัดแต่งต้นไม้. 52
รูปที่ 3.42 แสดงผังบริเวณสวนหลังคาของโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส)..... 53
รูปที่ 3.43 แสดงโครงการอาคารออลซีซันเพลส..... 53
รูปที่ 3.44 แสดงศาลาไทยร่วมสมัยเพื่อใช้เป็นบริเวณนั่งพักผ่อนของสวนหลังคาโรงแรมคอนราด..... 54
รูปที่ 3.45 แสดงพื้นที่บริเวณประตูทางเข้าสวนที่มีกันสาดยื่นและพื้นยกระดับป้องกันน้ำฝน..... 54
รูปที่ 3.46 แสดงแผงกันลมประเภทระแนงไม้เอียงและทำหน้าที่เป็นราวกันตก..... 55
รูปที่ 3.47 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคาของอาคารโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส)..... 56
รูปที่ 3.48 แสดงรูปตัดของโครงสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กประเภทเสาและคาน..... 56
รูปที่ 3.49 แสดงรูปตัดท่อระบายน้ำด้านข้างแบบก้างปลา..... 57
รูปที่ 3.50 แสดงรูปตัดของระบบระบายน้ำแนวตั้ง..... 58
รูปที่ 3.51 แสดงรูปตัดรางระบายน้ำของทางเดิน..... 58
รูปที่ 3.52 แสดงรางระบายน้ำขนาบทั้งสองข้างของทางเดิน..... 58
รูปที่ 3.53 แสดงการใช้เปลือกมะพร้าวอัดแน่นแทนโฟมเพื่อเพิ่มความสูงกรณีหลุมปลูกมีความลึกมาก..... 59
รูปที่ 3.54 แสดงการใส่วัสดุปลูกที่ต่ำกว่าขอบหลุม 10 เซนติเมตรเพื่อป้องกันการไหลออกของดิน..... 59
รูปที่ 3.55 แสดงพืชพันธุ์ของสวนหลังคาที่เน้นเป็นสวนเมืองร้อนแบบป่าดิบชื้น..... 60
รูปที่ 3.56 แสดงตำแหน่งของต้นไม้ใหญ่ที่วางทั่วพื้นที่ไม่จำเป็นต้องอยู่ตามแนวคานหรือหัวเสา..... 60

รูปที่ 3.57 แสดงรูปตัดการแยกโครงสร้างของผนังอาคารสูงกับผนังหลุมปลูกออกจากกัน 61
รูปที่ 3.58 แสดงช่องว่างจากการแยกผนังอาคารสูงกับผนังหลุมปลูกออกจากกันและทำเป็นรางน้ำ..... 61
รูปที่ 3.59 แสดงการใช้ประโยชน์ตามขอบข้างหลุมปลูกด้วยการนำมาใช้ซ่อนงานระบบท่อและไฟฟ้า..... 61
รูปที่ 3.60 แสดงรูปตัดโครงสร้างคอนกรีตเพื่อการรองรับพื้นคอนกรีตมวลเบา..... 62
รูปที่ 3.61 แสดงมุมน้ำตกซึ่งอยู่ในตำแหน่งจุดอับที่ยากแก่การมองเห็น..... 63
รูปที่ 3.62 แสดงมุมประติมากรรมซึ่งอยู่ด้านในสุดของสวนที่ยากแก่การมองเห็น..... 63
รูปที่ 4.1 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคาตามแนวทางการออกแบบสวนหลังคาของวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องที่มีฉนวนและแผ่นกันทะลุเป็นองค์ประกอบร่วมด้วย..... 74
รูปที่ 4.2 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคาของอาคารที่ศึกษาที่อยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครที่ไม่นิยมมีฉนวนและแผ่นคอนกรีตกันทะลุเป็นองค์ประกอบ..... 74
รูปที่ 4.3 แสดงรูปตัดระบบระบายน้ำในแนวราบก้างปลา..... 76
รูปที่ 4.4 แสดงรูปตัดระบบระบายน้ำแนวตั้งเพื่อการระบายน้ำที่เร็วเมื่อเวลาฝนตกหนัก 77
รูปที่ 4.5 แสดงแผงระบายน้ำพลาสติกกลาสเซลล์..... 78
รูปที่ 4.6 แสดงการใช้เปลือกมะพร้าวอัดแน่นแทนแผ่นสไตโรโฟมเพื่อเพิ่มความสูงกรณีหลุมปลูกมีความลึกมาก..... 81
รูปที่ 4.7 แสดงการใช้สไตโรโฟมหนุนด้านล่างเพื่อช่วยลดการรับน้ำหนักของพื้นหลังคาจากดินปลูก..... 82
รูปที่ 4.8 แสดงการแยกโครงสร้างผนังสวนหลังคาและกำแพงด้านหน้า (Facade) ของอาคารโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ..... 87
รูปที่ 4.9 แสดงรูปตัดการแยกโครงสร้างของผนังอาคารสูง (Tower) กับผนังหลุมปลูกออกจากกัน..... 87
รูปที่ 4.10 แสดงแสดงรูปตัดการวางแผ่นพื้นบนขายกรองรับ..... 89
รูปที่ 4.11 แสดงรูปตัดการยกระดับพื้นให้สูงขึ้นด้วยการใช้แผ่นพื้นคอนกรีตมวลเบาวางบนโครงสร้างตงคอนกรีตที่ถูกยกสูงด้วยกำแพงรับน้ำหนักแทนกรรมวิธีหล่อพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อกับที่ที่มีความยุ่งยากกว่า..... 90

รูปที่ 4.12 แสดงรูปตัดของระบบออพติมาที่รักษาระดับของน้ำอย่างถาวรด้วยระบบจ่ายน้ำอัตโนมัติสร้างความชุ่มชื้นแก่ดินปลูกตลอดเวลา..... 97
รูปที่ 4.13 แสดงรูปตัดระบบซินโคซึ่งน้ำจะค่อยๆซึมผ่านออกจากแทงค์พลาสติกด้านล่างที่เจาะรูไว้เข้าสู่ชั้นดินปลูกเอง..... 97
รูปที่ 4.14 แสดงรูปตัดกระถางปลูกพืชระบบกระถางบรรจุน้ำสำเร็จรูป..... 98
รูปที่ 4.15 แสดงกระถางปลูกพืชระบบโมนาแพลนท์..... 98
รูปที่ 4.16 แสดงเครื่องกลระบบการสร้างความอุดมสมบูรณ์แก่ดินแบบอัตโนมัติ..... 100
รูปที่ 6.1 แสดงระยะการออกแบบความสูงของแผงลดแรงลม..... 117
รูปที่ 6.2 แสดงการปะทะของลมกระทบอาคารสูง เป็นผลให้เกิดลมแรงขึ้นบริเวณสวนหลังคา..... 118
รูปที่ 6.3 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพฯ 119
รูปที่ 6.4 แสดงรูปตัดของโครงสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กที่เพิ่มคานถี่ขึ้นรับน้ำหนักสวนหลังคา..... 120
รูปที่ 6.5 แสดงการเพิ่มโครงสร้างพื้นคอนกรีตอีกชั้นหนึ่งของสวนหลังคาเพื่อป้องกันน้ำซึมลงสู่พื้นชั้นล่างลงมา..... 120
รูปที่ 6.6 แสดงรูปตัดระบบระบายน้ำโดยมีท่อระบายน้ำแนวราบวางเป็นก้างปลา..... 122
รูปที่ 6.7 แสดงรูปตัดของระบบระบายน้ำโดยมีระบบท่อระบายน้ำวางแนวตั้งเพื่อป้องกันน้ำขังเวลาฝนตกหนัก..... 122
รูปที่ 6.8 แสดงกล๊าสเซลล์ชื่อ แผงพลาสติกระบายน้ำแบบรวงผึ้ง..... 123
รูปที่ 6.9 แสดงตำแหน่งชั้นกล๊าสเซลล์..... 123
รูปที่ 6.10 แสดงแสดงช่องท่อกลมควรเรียบเสมอกับผิวบนของชั้นระบายน้ำ..... 124
รูปที่ 6.11 แสดงช่องท่อแบบโดม..... 124
รูปที่ 6.12 แสดงช่องท่อแบบแบนราบ..... 124
รูปที่ 6.13 แสดงช่องท่อรางน้ำและการวางแนวท่อระดับเดียวกับพื้นดาดแข็ง..... 124
รูปที่ 6.14 แสดงรูปตัดรางระบายน้ำตามขอบของทางเดิน..... 125
รูปที่ 6.15 แสดงแผ่นใยกรองดินเอนก้าเดรน..... 126
รูปที่ 6.16 แสดงจีโอเทคมีลักษณะคล้ายขนมกระยาสาด..... 126
รูปที่ 6.17 แสดงการใช้สไตโรโฟมหนุนด้านล่างเพื่อลดปริมาณวัสดุปลูกหรือดินปลูก.... 127
รูปที่ 6.18 แสดงการใส่วัสดุปลูกที่ต่ำกว่าขอบหลุม 10 เซนติเมตรเพื่อป้องกันการไหลออกของดิน..... 128

รูปที่ 6.19 แสดงรูปอ่างปลูกหรือกระถางปลูก..... 129
รูปที่ 6.20 แสดงรูปกระถางยกสูง..... 129
รูปที่ 6.21 แสดงรูปการยกเป็นเนินดิน..... 130
รูปที่ 6.22 แสดงรูปบ่อหลุมปลูกที่พื้น..... 130
รูปที่ 6.23 แสดงการแยกโครงสร้างผนังสวนหลังคาและกำแพงด้านหน้า..... 131
รูปที่ 6.24 แสดงรูปตัดการแยกโครงสร้างของผนังอาคารสูงกับผนังหลุมปลูกออกจากกัน 131
รูปที่ 6.25 แสดงการระบายน้ำใต้พื้นที่มีขายก..... 132
รูปที่ 6.26 แสดงรูปตัดงานปูพื้นวางบนโครงสร้างพื้นที่ถูกยกสูงด้วยกำแพงรับน้ำหนัก และเพิ่มตงคอนกรีตเป็นตระแกรงเพื่อวางแผ่นพื้นคอนกรีตมวลเบาแทนพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก..... 133
รูปที่ 6.27 แสดงการยึดโครงเสาเหล็กกับแผ่นคอนกรีตกันทะลุใช้ในกรณีที่เสาไม่สูงและมีน้ำหนักไม่มาก เช่น เสาไฟ ระดับต่ำ..... 134
รูปที่ 6.28 แสดงการยึดโครงเสาเหล็กด้วยสลักเกลียวที่ยึดเจาะผ่านทะลุถึงโครงสร้างพื้นหลังคาใช้ในกรณีที่เสาสูงและมีน้ำหนักมากต้องทนต่อกระแสลม เช่น เสาไฟระดับสูง..... 135
รูปที่ 6.29 แสดงการจัดวางตำแหน่งประติมากรรมขนาดใหญ่ควรได้รับการปรึกษาจากวิศวกรโครงสร้างประกอบ..... 135
รูปที่ 6.30 แสดงรูปตัดกระถางระบบซีเครทซีรีส์แพลนท์เตอร์..... 138
รูปที่ 6.31 แสดงกระถางระบบโมนาแพลนท์..... 138
รูปที่ 6.32 แสดงเครื่องกลของระบบการสร้างความอุดมสมบูรณ์แบบอัตโนมัติ..... 139

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของการศึกษา

ปัจจุบันความเจริญของพื้นที่เมืองมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากในขณะที่ราคาที่ดินของพื้นที่เมืองมีราคาต่อตารางวาสูงมาก ส่งผลให้การใช้พื้นที่ว่างของเมืองทุกตารางวาถูกใช้ก่อสร้างอาคารอย่างเต็มที่ จนทำให้พื้นที่ว่างภายนอกรอบอาคารมีน้อยไม่สามารถสร้างพื้นที่โล่งหรือพื้นที่สีเขียวสำหรับทำกิจกรรมหรือลานพักผ่อนภายนอกได้ ซึ่งในเมืองส่วนใหญ่ล้วนมีปัญหาลักษณะเดียวกันนี้ เป็นผลให้เมืองทั้งเมืองมีพื้นที่สีเขียวน้อยลงไปด้วย ดังนั้นจึงต้องหาพื้นที่ส่วนอื่นที่สามารถนำมาใช้เป็นลานทำกิจกรรมภายนอกได้ นั่นคือ การใช้พื้นที่บนหลังคาหรือดาดฟ้าของอาคาร ปรับเปลี่ยนเป็นพื้นที่สีเขียวที่เรียกกันว่าสวนหลังคา (เดชา บุญค้ำ, 2540 : 1)

สวนหลังคาจึงพบได้บนอาคารสูงในเมืองใหญ่หลายแห่งที่มีพื้นที่ว่างในระดับดินน้อย ซึ่งการเกิดสวนหลังคาบนอาคารนี้สามารถสร้างคุณประโยชน์หลักได้สามประการคือ
(Theodore Osmundson, 1999: 26-33)

ประการแรก ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจที่ช่วยเป็นฉนวนกันความร้อนภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคาร ทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ป้องกันการเสื่อมสภาพของพื้นดาดฟ้าบนอาคาร และเป็นการใช้พื้นที่ว่างบนอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

ประการที่สอง ประโยชน์ด้านสังคมในการเป็นพื้นที่สำหรับทำกิจกรรมภายนอกร่วมกันของคนภายในอาคารเดียวกัน ก่อเกิดสัมพันธภาพความเป็นเพื่อนระหว่างกันกลายเป็นสังคม และเป็นพื้นที่ที่สามารถสร้างความสงบแยกจากความวุ่นวายของเมือง

ประการสุดท้าย ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมที่มีส่วนช่วยดูดซับฝุ่นละออง กรองมลพิษในเมืองให้ดีขึ้น สามารถช่วยบรรเทาสภาวะเรือนกระจก (Greenhouse effect) ของเมืองได้ ก่อเกิดความชื้นให้เย็นสบาย และสร้างภูมิทัศน์ร่มรื่นที่ดีให้กับเมือง

จากประโยชน์ข้างต้นทำให้ผู้ประกอบการด้านอาคารสูงในเมืองหลายท่านที่มีความเอาใจใส่ในคุณภาพชีวิตของคนเมืองและรักสิ่งแวดล้อมเห็นความสำคัญของสวนหลังคา จึงต้องการมีสวนหลังคาให้เกิดขึ้นกับอาคารของตน เช่นเดียวกับกรุงเทพมหานครเมืองหลวงของประเทศไทยที่มีอาคารสูงและมีสวนหลังคามากที่สุดในประเทศ โดยปัจจุบันคนกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่เริ่มเห็นความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม (ไชยยันตร์ กัมปนาทแสนยากร, 2538) ดังนั้นแนวโน้มในอนาคตต่อการเกิดสวนหลังคาของอาคารในกรุงเทพมหานครจึงมีมากขึ้น

บุคคลที่มีหน้าที่หลักในการออกแบบสวนหลังคาคือ ภูมิสถาปนิกหรือผู้ออกแบบสวนที่ช่วยให้สวนหลังคามีจุดประสงค์ตรงตามความต้องการของเจ้าของโครงการและมีความสอดคล้องกับสภาพลักษณะภูมิศาสตร์ที่ตั้งของโครงการ โดยพบปัญหาว่าการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาในปัจจุบันมีผู้เชี่ยวชาญด้านนี้ไม่มากมีเพียงเฉพาะภูมิสถาปนิกน้อยคนเท่านั้นที่มีความเข้าใจด้านนี้ดี ทำให้การก่อสร้างสวนหลังคามักดำเนินการไปตามหลักวิชาการของประเทศตะวันตกที่แต่งตำราไว้หรือตามการบอกเล่าถ่ายทอดกันมา ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก การรวบรวมผลงานวิชาการด้านการออกแบบสวนหลังคายังมีไม่มาก โดยเฉพาะให้เหมาะสมสำหรับลักษณะพื้นที่ของกรุงเทพมหานครไม่ได้มีการรวบรวมไว้ และสวนหลังคาที่สร้างเสร็จก็ไม่ได้มีการติดตามผลว่า การใช้งานนั้นมีประสิทธิผลมากน้อยแค่ไหนเพื่อนำไปสู่การแก้ไขและประยุกต์ใช้เผยแพร่ให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงต้องการวิจัยการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครโดยเฉพาะ เพื่อหวังให้สามารถนำไปพิจารณาใช้เป็นแนวทางเพื่อการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาบนอาคารในกรุงเทพมหานครและรอบปริมณฑลที่จะมีมากขึ้นในอนาคต

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ที่ศึกษาการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาให้ลึกซึ้งด้วยการศึกษาแนวทางการออกแบบสวนหลังคาในเอกสารวิชาการวิเคราะห์เปรียบเทียบร่วมกับการออกแบบสวนหลังคาในสถานที่จริงที่อยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครว่ามีความสอดคล้องกันประการใด เพื่อหาข้อสรุปร่วมกันว่าความเหมาะสมต่อการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครน่าจะมีแนวทางอย่างไร โดยสวนหลังคาในสถานที่จริงที่เลือกเป็นกรณีศึกษา จะเลือกเป็นสวนหลังคาของอาคารประเภทโรงแรม เนื่องจากโดยทั่วไปการออกแบบสวนหลังคาประเภทนี้ต้องตอบสนองผู้ใช้ให้เกิดความประทับใจให้มากและเป็นหน้าตาให้กับโรงแรม การออกแบบส่วนใหญ่จึงมีการคำนึงถึงปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการออกแบบสวนหลังคามากเป็นพิเศษ แต่แท้จริงแล้วการออกแบบสวนหลังคาสำหรับอาคารแต่ละประเภท[1] ล้วนมีหน้าที่การใช้สอยที่คล้ายกัน ความแตกต่างของการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาของอาคารแต่ละประเภทจึงมีไม่มาก (Theodore Osmundson, 1999: 13-20) และเพื่อให้การวิจัยนี้ได้มีข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบให้เห็นการเปลี่ยนแปลงการทำสวนหลังคาในระยะเวลาที่ผ่านมา สวนหลังคาที่เลือกเป็นกรณีศึกษาจึงเลือกสามแห่ง โดยแต่ละแห่งมีช่วงระยะการก่อสร้างที่ห่างกันทำให้การวิจัยนี้สามารถวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสวนหลังคาในกรุงเทพมหานครได้ในระดับหนึ่ง

---

[1] ประเภทของอาคารที่มีสวนหลังคาด้านบน เช่น อาคารโรงแรม อาคารคอนโดมิเนียม อาคารโรงพยาบาล อาคารสำนักงาน อาคารศูนย์การค้า เป็นต้น

ผลจากการวิจัยนี้จึงน่าที่จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งอันที่จะนำไปพิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาแต่ละแห่งของอาคารสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครหรือพื้นที่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เช่น จังหวัดรอบปริมณฑลของกรุงเทพมหานครที่กำลังมีการขยายตัวของเมืองมากขึ้น ดังนั้นการวิจัยนี้จะเป็นอีกข้อมูลหนึ่งที่สามารถช่วยบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นต่อการก่อสร้างสวนหลังคาแห่งใหม่ให้ลดลง และเป็นฐานข้อมูลเพื่อการประยุกต์ใช้และนำไปพัฒนาการออกแบบด้านสวนหลังคาที่ดีขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างการออกแบบสวนหลังคาตามตำราทางวิชาการกับการออกแบบสวนหลังคาของอาคารในสถานที่จริงในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และสรุปสาเหตุของความสอดคล้องและความแตกต่างที่เกิดขึ้น

2) เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง (Changing) ด้านการออกแบบสวนหลังคาบนอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และสรุปสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

3) เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัย (Factors) ที่เป็นข้อคำนึงต่อการออกแบบสวนหลังคา

4) เพื่อเสนอแนวทาง (Guidelines) การออกแบบสวนหลังคาที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครและเป็นข้อมูลเพื่อการวิจัยไปประยุกต์ใช้หรือปรับใช้กับสวนหลังคาของอาคารในพื้นที่ที่มีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่คล้ายคลึงกันต่อไป

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1) ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ศึกษา

เป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นด้านการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาโดยแบ่งขอบเขตเพื่อการศึกษาเป็น 4 เรื่อง

1.1) การพิจารณาด้านพื้นที่สวน (Site consideration) เป็นการศึกษาด้านพื้นที่เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับพิจารณารองรับการออกแบบ ได้แก่ การใช้สอยของพื้นที่สวนหลังคา ภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน หลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัยของพื้นที่สวน

1.2) การก่อสร้างสวนหลังคา (Roof garden construction) เป็นการศึกษาด้านโครงสร้างการก่อสร้างสวนหลังคาแต่ละชั้นในงานพื้นนุ่ม ได้แก่ พื้นหลังคา วัสดุกันน้ำซึม แผ่นกันทะลุ ฉนวน แผ่นคอนกรีตกันทะลุ ระบบระบายน้ำ แผ่นใยกรองดิน ดินปลูก และวัสดุปิดผิว (เดชา บุญค้ำ, 2540: 2-6)

1.3) องค์ประกอบงานออกแบบ (Design elements) เป็นการวิเคราะห์ถึงองค์ประกอบที่สำคัญต่างๆ ของสวนหลังคา ได้แก่ พืชพันธุ์ กระบะต้นไม้ พื้นทางเดิน งานแสงสว่าง ประติมากรรม บ่อน้ำ และสาธารณูปโภค

1.4) การบำรุงรักษา (Maintenance) เป็นการวิเคราะห์ถึงระบบชลประทาน การสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน งานบำรุงรักษาด้านอื่นๆ และศูนย์กลางงานบำรุงรักษา

2.) ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา

เป็นการศึกษาการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาในสถานที่จริงของอาคารสามแห่งคือ

2.1) สวนหลังคาของอาคารโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ
ช่วงเวลาก่อสร้างสวนปี พ.ศ. 2532-2533
ขนาดพื้นที่สวนหลังคาประมาณ 2,600 ตารางเมตร
ที่ตั้ง : สี่แยกราชประสงค์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

2.2) สวนหลังคาของอาคารโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท
ช่วงเวลาก่อสร้างสวนปี พ.ศ. 2538-2539
ขนาดพื้นที่สวนหลังคาประมาณ 1,800 ตารางเมตร
ที่ตั้ง : ถนนสุขุมวิท 12 จังหวัดกรุงเทพมหานคร

2.3) สวนหลังคาของอาคารโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส)
ขนาดพื้นที่สวนหลังคาประมาณ 5,200 ตารางเมตร
ช่วงเวลาก่อสร้างสวนปี พ.ศ. 2544-2545
ที่ตั้ง : ถนนวิทยุ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

อาคารทั้งสามถูกเลือกเป็นกรณีศึกษาเพื่อเป็นอาคารตัวแทนในการศึกษานี้ เนื่องจาก

1) เป็นอาคารประเภทโรงแรมที่มีการใช้งานเหมือนกันและอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร
2) การก่อสร้างของอาคารทั้งสามดำเนินการในระยะเวลาที่ห่างเท่าๆกัน
3) เป็นอาคารที่เจ้าของโครงการมีเจตนาให้มีสวนหลังคาตั้งแต่เริ่มการออกแบบโครงการและเป็นสวนที่ยังไม่เคยมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงรูปแบบมาก่อน
4) อาคารได้รับการออกแบบสวนหลังคาจากผู้เกี่ยวข้องหลัก คือ ภูมิสถาปนิก สถาปนิก วิศวกรโครงสร้างและวิศวกรงานระบบ
5) ขนาดของสวนหลังคามีขนาดเกินหนึ่งไร่ซึ่งค่อนข้างใหญ่มากพอต่อการศึกษา
6) เป็นสวนหลังคาที่มีทั้งพื้นนุ่ม (Softscape) และพื้นดาดแข็ง (Hardscape)
7) สวนหลังคามีองค์ประกอบทางกายภาพที่เด่นชัด ได้แก่ พืชพันธุ์ กระบะต้นไม้ ทั้งแบบยกสูง (Raised bed) และบ่อหลุมปลูก (Depress planter) พื้นทางเดิน งานแสงสว่าง และบ่อน้ำ เป็นต้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เป็นข้อมูลเบื้องต้นด้านการเปลี่ยนแปลงของสวนหลังคาในกรุงเทพมหานคร ช่วงปีพุทธศักราช 2532 – 2545 รวมถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และบทสรุปของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น สำหรับใช้เปรียบเทียบอ้างอิงต่อการออกแบบสวนหลังคาในอนาคตที่มีการเปลี่ยนแปลงตามยุคสมัยตลอดเวลา

2) ได้ปัจจัยที่เป็นข้อคำนึงต่อการออกแบบและการก่อสร้างสวนหลังคา

3) เป็นการเพิ่มพูนข้อมูลด้านแนวทางการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาที่เหมาะสมสำหรับอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานครโดยเฉพาะหรือพื้นที่ที่มีลักษณะใกล้เคียง แก่ภูมิสถาปนิก สถาปนิก วิศวกร เจ้าของโครงการและนักศึกษาทั้งภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ตลอดจนผู้ที่มีความสนใจงานสวนหลังคาเพื่อการนำแนวทางนี้ไปใช้กับการปฏิบัติงานจริง

4) งานวิจัยนี้ถือได้ว่าเป็นการเริ่มต้นงานวิจัยด้านการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาครั้งแรกในประเทศไทยซึ่งจะเป็นข้อมูลต่อการศึกษาเพื่อพัฒนาต่อไป

1.5 ระเบียบวิธีการศึกษา

1) ศึกษารวบรวมแนวทางการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาจากเอกสารและการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2) ทำการสำรวจเบื้องต้นโดยการสังเกตการณ์อาคารที่มีสวนหลังคาที่มีองค์ประกอบทางกายภาพเด่นชัด ได้แก่ พืชพันธุ์ ภาชนะปลูกทั้งแบบยกสูง (Raised bed) และบ่อหลุมปลูก (Depress planter) พื้นทางเดิน งานแสงสว่าง และงานที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ ตลอดจนเป็นอาคารประเภทโรงแรมเหมือนกันอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครที่มีการก่อสร้างในระยะเวลาที่ห่างเท่าๆกัน เพื่อเลือกใช้เป็นสวนหลังคาตัวอย่างต่อการศึกษานี้สามแห่งคือ สวนหลังคาของอาคารโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ โรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท และโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส)

3) สำรวจลงในรายละเอียดภาคสนามของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาทั้งสามแห่งตามขอบเขตด้านเนื้อหาของแนวทางการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาจากเอกสารและการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ด้วยวิธีการจดบันทึก การถ่ายภาพและการสเก็ตภาพรายละเอียดขององค์ประกอบต่างๆในงานสวนหลังคาเท่าที่สามารถพึงสำรวจได้

4) สัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ (Professionally-Based)[2] ของงานสวนหลังคาทั้งสามแห่งคือ ผู้ออกแบบสวนหลังคาหรือภูมิสถาปนิก ผู้รับเหมางานสวนหลังคา โดยการสัมภาษณ์ตามขอบเขตด้านเนื้อหาของแนวทางการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาจากเอกสารและการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

5) สำรวจเก็บรายละเอียดภาคสนามของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาทั้งสามแห่งอีกครั้งหลังจากได้ข้อมูลเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบและผู้รับเหมาสวนหลังคา

6) วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลเพื่อหาความสอดคล้องกันและความแตกต่างกันของแนวทางการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาระหว่างสวนหลังคาที่เลือกศึกษากับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและเหตุของความสอดอดคล้องและความแตกต่างที่เกิดขึ้น

7) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการออกแบบก่อสร้างสวนหลังคาที่เลือกศึกษาทั้งสามแห่งและเหตุของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

8) นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาสรุปหาแนวทางการออกแบบสวนหลังคา (Guidelines for Roof garden design) สำหรับอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานครหรือพื้นที่ที่มีลักษณะใกล้เคียง และวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นข้อคำนึงต่อการออกแบบสวนหลังคา

9) สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด รวมทั้งจัดทำข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[2] Richard C.Smardon,James F. Palmer and John P. Felleman. Foundation for Visual Project Analysis. (USA.: John Wiley & Son ltd.,1986).

บทที่ 2
วรรณกรรมและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการออกแบบสวนหลังคาในพื้นที่กรุงเทพมหานครนี้เป็นการศึกษาโดยใช้แนวความคิดการออกแบบสวนหลังคาจากวรรณกรรมและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง (Literature Review) รวบรวมและจัดหมวดหมู่ ซึ่งสามารถสรุปสร้างประเด็นเพื่อใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบกับสวนหลังคาของอาคารกรณีศึกษาที่อยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อใช้หาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและแนวทางการออกแบบ สามารถแยกประเด็นหลักได้ 4 เรื่องคือ

2.1 การพิจารณาด้านพื้นที่สวน

2.1.1 การใช้สอยของพื้นที่สวน (The garden's function of site)

การแบ่งพื้นที่การใช้สอยของสวนหลังคาควรจัดแบ่ง พื้นที่พักผ่อนแบบสงบ (Passive recreation) และพื้นที่พักผ่อนแบบออกกำลัง (Active recreation) แยกเป็นสัดส่วนไม่รบกวนกัน และควรหาจุดประสงค์ของสวนหลังคาให้ชัดเจนว่า ต้องการให้เป็นสวนประเภทสาธารณะ (Public garden) หรือสวนประเภทส่วนตัว (Private garden) เพื่อให้การออกแบบมีความสอดคล้องต่อการใช้งานคือ หากเป็นสวนประเภทสาธารณะ ต้องง่ายต่อการเข้าถึงเชื่อมต่อกับส่วนโถงสาธารณะของอาคาร แถวทางเดินกว้างเพียงพอรองรับทั้งเด็ก ผู้ใหญ่ และผู้นั่งเก้าอี้ล้อ (Wheel-chair) คือ ไม่ควรกว้างน้อยกว่า 1.20 เมตรโดยประมาณ ทุกคนสามารถเข้าไปใช้งานได้ ส่วนสวนประเภทส่วนตัวหรือสวนปิด (Closed garden) เป็นสวนที่มีเจตนาการใช้เฉพาะกลุ่ม เช่น ผู้อยู่อาศัย แขกของโรงแรม ผู้จับจองหรือผู้เช่าอาคารเท่านั้น จึงต้องจำกัดทางเข้ากับส่วนโถงสาธารณะ มิให้บุคคลภายนอกเข้ามาปะปนได้ นอกจากนั้นควรระบุในแบบก่อสร้างให้ชัดเจนว่า ตรงไหนเป็นตำแหน่งพื้นดาดแข็ง (Hardscape) หรือสวนพื้นนุ่ม (Softscape) เพื่อการคำนวณโครงสร้างพื้นของวิศวกรโครงสร้างได้คำนวณการรับน้ำหนักได้เพียงพอ สวนหลังคาต้องสามารถป้องกันการก่ออาชญากรรมได้ ควรมีการเฝ้าตรวจตราจากยามเป็นอย่างดี หรือการออกแบบพื้นที่ให้มองเห็นถึงกันได้ (Visible space) และปราศจากพื้นที่ที่ก่อให้เกิดมุมหลบซ่อนของพวกอาชญากร (Theodore Osmundson, 1999: 140-142) ทางเข้าเชื่อมระหว่างอาคารและสวนหลังคาต้องป้องกันฝนสาดเข้าอาคารและน้ำบนพื้นไม่ควรไหลย้อนเข้าภายในอาคาร ด้วยการทำระดับพื้นที่ต่างกันหรือทำกันสาดบริเวณทางเข้ายื่นออกมาเพียงพอต่อการกันฝน ภายในสวนหากมีการทำระดับพื้นลดหลั่นต้องคำนึงถึงผู้ใช้ที่นั่งเก้าอี้ล้อควรทำทางลาด (Ramp) สำหรับรถเข็นเสมอ (Tony Southard, 1971: 261)

การคำนึงถึงมุมมองเป็นความสำคัญหนึ่ง เพื่อให้การใช้สอยมีบรรยากาศและมุมมองที่ดี โดยการกำหนดมุมมองควรมีทั้งมุมมองจากภายในอาคารสู่สวนหลังคา จากสวนหลังคาไปยังจุดสนใจอื่นๆภายในและภายนอกสวนหลังคา ดังนั้นจึงควรออกแบบสร้างมุมมองและจุดสนใจ (View point) ให้กับสวนหลังคาเสมอ (David Stevens,1997: 38-39)

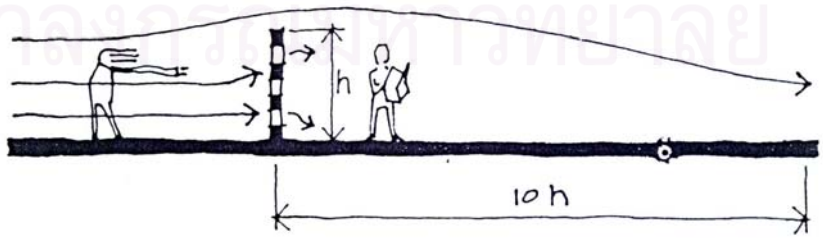
2.1.2 ภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน (Climate and microclimate of site)

2.1.2.1) แสงแดด (Sunlight)

แสงแดดมักได้จากทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศใต้ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสงของพืช ส่วนทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นทิศได้รับแสงแดดมากที่สุดและร้อนที่สุดในขณะที่ทิศเหนือเป็นทิศที่ได้มีแสงแดดไม่มากและมีความร้อนน้อย การออกแบบตำแหน่งพื้นที่ในสวนหลังคาเพื่อการใช้สอยจึงควรเป็นด้านที่มีร่มเงาดี (TheodoreOsmundson,1999:143) ส่วนด้านที่ร้อนจากแสงแดดอาจบรรเทาด้วยต้นไม้ หรือการใช้สิ่งประกอบบริเวณ (Outdoor Furniture) เช่น ร่มกาง กันสาด ซุ้มไม้เลื้อย ที่สามารถป้องกันการเสื่อมสภาพของโต๊ะ เก้าอี้ ม้านั่ง และสามารถให้ร่มเงาได้ การใช้สนามหญ้า ไม้พุ่ม อิฐ หินแผ่นหรือ คอนกรีตสีเข้ม จะช่วยการลดแสงจ้า (Glare) ได้ (Charles W. Harris & Nicholas T. Dine ,1995: 610/8)

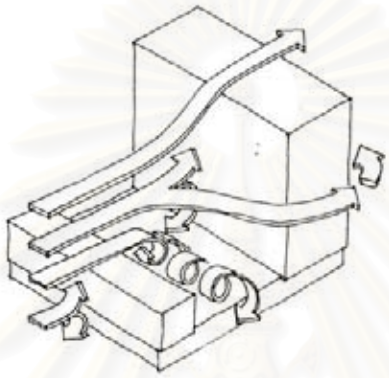
2.1.2.2) ลม (Wind)

ลมช่วยให้เกิดความสบายแต่หากเป็นลมที่แรงเกินจะกลายเป็นตัวก่อปัญหาสร้างความรำคาญต่อการใช้งาน ซึ่งสวนหลังคามักอยู่ที่สูงจึงมักเกิดลมแรง จึงต้องมีการลดแรงลมด้วยการใช้แผงลดแรงลม (Windscreens) และแผงกันลม (Windbreaks) และสามารถทำหน้าที่เป็นราวกันตกได้อีกด้วย หากต้องการเห็นวิวได้ดีอาจใช้แผงลดแรงลมนี้ด้วยกระจกกันลม (Glass screen) (Theodore Osmundson,1999: 144-145) การออกแบบความสูงของแผงลดแรงลม หากต้องการบังลมในพื้นที่ใช้สอยในระยะ 10 หน่วยความยาว ความสูงของแผงลดแรงลมจะต้องมากกว่า 1 หน่วยความยาว (Tony Southard, 1971: 261) ตามรูปข้างล่าง



รูปที่ 2.1 แสดงระยะการออกแบบความสูงของแผงลดแรงลม (Tony Southard, 1971: 261)

การป้องกันแรงลมอาจใช้ต้นไม้ช่วยได้โดยการเลือกต้นไม้ชนิดที่มีทรงพุ่มที่แน่นเพียงพอแต่ไม่ควรเลือกชนิดที่ใบใหญ่เป็นแผ่นกว้างเช่น ใบกล้วยพัด เพราะจะทำให้ใบแตกเมื่อถูกลมแรงพัด ดูไม่สวยงาม การป้องกันแรงลมตั้งแต่ต้นสถาปนิกผู้ออกแบบอาคารควรมีความเข้าใจขั้นพื้นฐานของสวนหลังคาที่ควรออกแบบอาคารให้มีลักษณะไม่ก่อให้เกิดแรงลมมาก เช่น การออกแบบอาคารด้วยการสร้างแนวอาคารสูง (Tower) ขวางทิศทางลม ซึ่งจะก่อให้เกิดการกระทบและตีกลับของลมกับอาคารสูง ทำให้บริเวณด้านล่างของอาคารสูงนี้มีลมแรงมาก หากต้องการมีสวนหลังคาควรหลีกเลี่ยงการออกแบบในลักษณะนี้ (Theodore Osmundson,1999: 145)



รูปที่ 2.2 แสดงการปะทะของลมกระทบอาคารสูง เป็นผลให้เกิดลมแรงขึ้น
บริเวณสวนหลังคาด้านล่าง (Theodore Osmundson, 1999: 145)

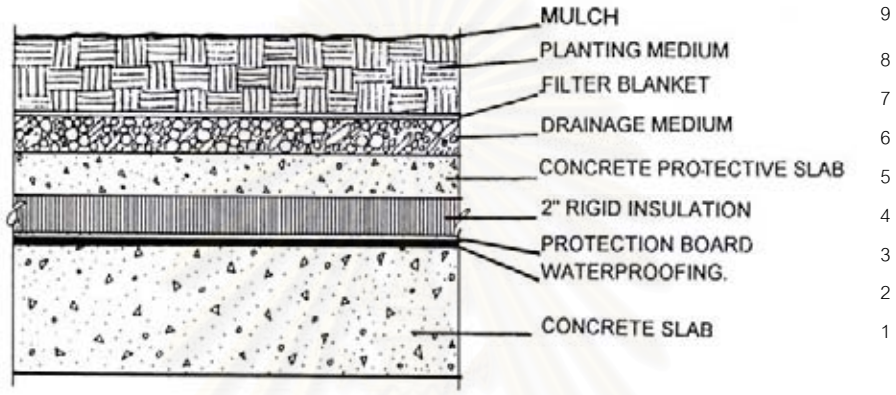
2.1.3 **หลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย (Building code, Height ordinances and Safety Restrictions of site)**

การออกแบบอาคารหรือสิ่งก่อสร้างใด สิ่งที่ละเลยมิได้ คือ ความเข้าใจกฎเกณฑ์ของพื้นที่ (Local Code) ซึ่งถูกเขียนตราไว้เพื่อบังคับใช้กำกับอาคารหรือสิ่งก่อสร้างในเมืองนั้น เช่น การกำหนดกฎเกณฑ์โดยเทศบาลเมือง (Municipalities) ดังนั้นเจ้าของโครงการและทีมงานออกแบบต้องตรวจสอบหลักเกณฑ์ของพื้นที่ (Local Code) นั้นอย่างละเอียดก่อนว่า กฎเกณฑ์ใดมีผลต่อการออกแบบสวนหลังคา ซึ่งความสูงของสวนหลังคาในบางพื้นที่อาจถูกคิดรวมไปกับเทศบัญญัติความสูงของอาคาร

การกำหนดความปลอดภัยของสวนหลังคาโดยส่วนใหญ่มักกำหนดด้วยสิ่งกีดขวางป้องกันอันตรายจากการพลัดตกลงมาจากสวนหลังคา ซึ่งค่าความสูงมาตรฐานกำหนดไว้ที่มากกว่า 1.07 เมตรขึ้นไป ด้วยราวลูกกรง (Railings) กำแพงบังหน้า (Parapets) หรือสิ่งกีดขวาง (Blockages) โดยลูกกรงต้องไม่สามารถให้เด็กเล็กลอดผ่านออกไปได้ และโครงสร้างมั่นคงแข็งแรง (Theodore Osmundson,1999: 148-150)

2.2 การก่อสร้างสวนหลังคา

Charles W. Harris, Nicholas T. Dine (1995) และ Theodore Osmundson (1999) ได้อธิบายสอดคล้องกันว่าหลักการเบื้องต้นของการก่อสร้างสวนหลังคาคือหลังคาต้องมีความมั่นคงแข็งแรง (integrity) และต้องป้องกันน้ำซึม (waterproofing) ดังนั้นลักษณะการก่อสร้างสวนหลังคาจึงมีความแตกต่างกับสวนระดับพื้นดินทั่วไปคือ การมีชั้น (Layer) ขององค์ประกอบที่ทำหน้าที่แตกต่างกันหลายชั้นซึ่งสามารถแบ่งเป็น 9 ชั้นหลัก ประกอบด้วย



รูปที่ 2.3 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคา (Theodore Osmundson, 1999: 153)

2.2.1 พื้นหลังคาคอนกรีต (Concrete slab)

พื้นหลังคาคอนกรีตเป็นส่วนที่ใช้รองรับน้ำหนักทั้งหมดของสวนหลังคา ตามหลักการอาคารควรมีการคำนวณทางวิศวกรรมโครงสร้างเพื่อรองรับสวนหลังคาไว้แต่ต้นก่อนก่อสร้าง โดยปกติอาคารทั่วไปที่ไม่มีสวนหลังคาหรือไม่ต้องรับน้ำหนักอะไรเป็นพิเศษ มักสามารถรองรับน้ำหนักที่ 200-400 กิโลกรัม/ตารางเมตร (ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์, 2521:144) แต่หากเป็นอาคารที่ต้องการมีสวนหลังคา การรับน้ำหนักของพื้นสวนต้องอยู่ที่ 1,220 ถึง 1,465 กิโลกรัม/ตารางเมตร หรือมากกว่านั้น ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เหมาะสมต่อการรับน้ำหนักสวนหลังคาและการออกแบบก็ทำได้ง่าย สำหรับพื้นสวนหลังคาสามารถแบ่งได้เป็นดังนี้

1) หลังคาคอนกรีตอัดแรงสำเร็จรูป (pre-cast concrete or prefab concrete) เหมาะสำหรับการก่อสร้างหลังคาที่เร่งด่วน แต่มีข้อเสียคือหากการฉาบผิวพื้นไม่สนิทและการกันซึมไม่ดีจะมีผลต่อการรั่วของน้ำมาก

2) หลังคาคอนกรีตหล่อกับที่ (site-cast concrete) ซึ่งมีชื่อที่เรียกว่า พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforce concrete) มีหลายชนิด ได้แก่

2.1) พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กประเภทเสาและคาน (Reinforce concrete Post and Lintel) เป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กที่นิยมสำหรับงานพื้นสวนหลังคามาก มีความสามารถในการรับน้ำหนักที่ดีโดยอาศัยการถ่ายน้ำหนักของพื้นกระจายแรงลงสู่คานและสู่เสาตามลำดับ แต่การก่อสร้างใช้เวลายาวนานกว่าแบบคอนกรีตอัดแรงสำเร็จรูป

2.2) พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กประเภทพื้นไร้คาน (Flat slab) เป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กที่สามารถรับน้ำหนักได้มากคานสามารถมีความลึกได้น้อยกว่าสองแบบแรกแต่พื้นมีความหนามากขึ้น ป้องกันการซึมได้ดี ราคาก่อสร้างค่อนข้างสูง

2.3) พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กประเภทพื้นแรงดึง (Post-tension) เป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กที่สามารถรับน้ำหนักได้มากเป็นพื้นไม่มีคานรองรับเพราะใช้แผ่นพื้นเป็นตัวรับน้ำหนักทั้งหมด ป้องกันการซึมได้ดีแต่การเจาะช่องต้องทำการเจาะตั้งแต่หล่อแผ่นพื้น ไม่สามารถเจาะช่องที่พื้นทีหลังได้เพราะจะมีผลต่อการรับน้ำหนักของโครงสร้างพื้น มีราคาก่อสร้างสูง

การก่อสร้างสวนหลังคาผู้ออกแบบสวนควรได้รับข้อมูลด้านการรับน้ำหนักของโครงสร้างจากวิศวกรโครงสร้างก่อน คือ น้ำหนักตายตัว (Dead load)[3] เบื้องต้นที่อนุญาตได้และส่วนเพิ่มเติมอื่นๆ ต้องผ่านการรับรองได้ว่ารับน้ำหนักได้จริง และน้ำหนักจร (Live load) เบื้องต้นที่สามารถรองรับน้ำหนักได้ ซึ่งอาคารบางแห่งหากสามารถรับน้ำหนักได้น้อย การออกแบบต้องปรับเปลี่ยนการออกแบบเช่น การใช้พื้นทาสีและพื้นปูกระเบื้องแทนพื้นที่มีดินปลูกต้นไม้ซึ่งมีน้ำหนักมากกว่า ต้นไม้ที่เลือกใช้ควรเป็นต้นขนาดกลางลงมาหรือไม้พุ่ม ควรปลูกใส่ในกระถางต้นไม้ ระบบชลประทานควรใช้แบบน้ำหยด (drip irrigation) เพื่อมิให้หลังคาต้องรับน้ำหนักน้ำเพิ่มมากขึ้น การจัดวางตำแหน่งต้นไม้ขนาดใหญ่หรือวัตถุประติมากรรมขนาดใหญ่ ควรตั้งตรงตำแหน่งจุดศูนย์กลางเสาที่รองรับพื้นสวนหลังคาเพื่อสามารถถ่ายแรงลงสู่โครงสร้างด้านล่างอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด (Charles W. Harris & Nicholas T. Dine ,1995: 610/7)

2.2.2 **วัสดุกันน้ำซึม** (Waterproof membranes)

วัสดุกันน้ำซึมเป็นผืนผิวชั้นที่สำคัญที่สุดที่มีหน้าที่ป้องกันน้ำจากสวนหลังคาซึมเข้าสู่ภายในอาคารโดยมีข้อกำหนดที่สำคัญคือ ต้องมีความทนทาน สามารถต้านการกระแทกจากเครื่องไม้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ต่างๆได้ดี ไม่ฉีกขาดหรือเปื่อยง่าย ป้องกันการแทรกซึมของรากพืชและ

---

[3] น้ำหนักตายตัว (Dead load) คือ สิ่งที่เป็นน้ำหนักถาวร ได้แก่ โครงสร้างหลังคา (roof structure) ส่วนประกอบที่มีน้ำหนักถาวร (permanent functional elements) กันซึม (waterproofing) ฉนวน (insulation) โครงสร้างเอื้อประโยชน์ (utility structure) อุปกรณ์ทางเทคนิค (mechanical equipment) เช่น ventilation pump or fan, air conditioning equipment ส่วนน้ำหนักจร (live load) คือ สิ่งที่เป็นน้ำหนักชั่วคราว ได้แก่ ผู้จับจองอาคาร (human occupants) เครื่องตกแต่ง (furnishing) อุปกรณ์บำรุงรักษา (maintenance equipment)

น้ำได้เป็นอย่างดี มีอายุการใช้งานยาวนาน ป้องกันรังสีอัลตร้าไวโอเลต ทนสภาพการแปรเปลี่ยนของอุณหภูมิและชั้นบรรยากาศ (atmospheric) ยืดหยุ่นทนทานต่อการเคลื่อนของจุดรอยต่อของโครงสร้างอาคาร (construction joints) ทนต่อการทำลายของแมลงและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (Theodore Osmundson,1999:157)

วัสดุกันน้ำซึมสามารถแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1) วัสดุกันน้ำซึมแบบบิลท์อัพ (Built – up Roofs) เกิดขึ้นในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นรูปแบบเก่าที่นิยมใช้กันมากเมื่อ 60 ปีก่อน มีลักษณะเป็นแอสฟัลท์แผ่นบางซ้อนกันเหมือนแซนวิช แต่ปัจจุบันถูกปรับเปลี่ยนเป็นใยแก้ว (Glass fiber) แทนซึ่งสามารถทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดีกว่า ปัจจุบันยังคงมีการใช้อยู่แต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยมนัก

2) วัสดุกันน้ำซึมแบบแผ่น (Single-ply Roof Membranes) ช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เริ่มมีการใช้รูปแบบนี้ ลักษณะเป็นแผ่นยางหรือแผ่นพลาสติกสังเคราะห์ โดยมันมีความสามารถในการป้องกันการทะลุทะลวงของรากพืชได้ดี มีความทนทานมากกว่าแบบบิลท์อัพ และความลาดเอียงสามารถลาดเอียงได้น้อยกว่าคือ น้อยที่สุดที่ 0.5 เซนติเมตร/ฟุต และไม่จำเป็นต้องมีแผ่นกันทะลุ (Protective board) ก็ได้ นอกจากนั้นการดูแลตรวจสอบสามารถทำได้ง่าย สามารถป้องกันการเสื่อมสภาพจากรังสีอัลตร้าไวโอเลตป้องกันการติดหนึบกับโครงสร้างหลังคาที่มีผลให้การตรวจสอบที่ลำบากขึ้น ตลอดจนมีศักยภาพที่ป้องกันการรั่วซึมได้ดี

3) วัสดุกันน้ำซึมแบบเหลว (Fluid-applied Membranes) ถูกพัฒนามาจากแบบแผ่น (Single-ply membranes) นำมาทำเป็นของเหลวแบบร้อนหรือของเหลวแบบเย็นจากนั้นใช้วิธีพ่น (spray) หรือทา(paint) และใช้ลูกกลิ้งกลิ้งเกลี่ยให้เรียบ รูปแบบนี้จะขจัดปัญหาในเรื่องของรอยต่อ (joints) หรือพื้นที่ที่ยุ่งยากซิกแซก และสามารถขจัดปัญหาการซึมของน้ำเข้ารอยเชื่อมระหว่างตัวกันซึมนี้กับโครงสร้างที่เป็นแนวตั้ง (vertical structures) หรือมุม (corners) เช่น กระถางต้นไม้ (raised planter beds) และขอบของวัสดุกันซึมนี้จะถูกผนึกติดแน่นเป็นอย่างดีกับส่วนผนังของกระถางต้นไม้

2.2.3 **แผ่นกันทะลุ** (Protection board)

แผ่นกันทะลุเป็นวัสดุป้องกันวัสดุกันน้ำซึมจากความเสียหายระหว่างการก่อสร้างจากเครื่องไม้เครื่องมือสวน อุปกรณ์ซ่อมแซม และป้องกันการแทรกทะลุของรากพืช (Invasive roots) สู่ชั้นวัสดุกันน้ำซึมที่จะมีผลกระทบให้น้ำซึมลงด้านล่างได้มากขึ้นเกิดการรั่วลงพื้นชั้นล่าง การติดตั้งวางบนวัสดุกันซึม วัสดุที่ใช้เป็นแผ่นกันทะลุนี้ควรมีความแข็งแกร่งทนทาน เดิมเมื่อก่อนมีการใช้แผ่นใยหิน (asbestos sheet) แต่เนื่องจากมีผลกระทบต่อสุขภาพ วัสดุนี้จึงไม่ถูกใช้ ทวีปยุโรปจึงปรับเปลี่ยนการใช้เป็นวัสดุฟิล์มโพลียูรีเทน (Polyurethane film) แทนหนาประมาณ 8 มิลลิเมตร

ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าแผ่นกันทะลุนี้วางอยู่เหนือวัสดุกันน้ำซึมซึ่งไม่ยึดติดแน่นกับวัสดุกันน้ำซึมเพื่อสามารถถอดออกซ่อมแซมได้ (Theodore Osmundson,1999:161)

2.2.4 **ฉนวน** (Insulation)

หลังคาเป็นส่วนแรกที่ได้รับความร้อน ซึ่งพลังงานความร้อนมักเคลื่อนที่จากที่ร้อนกว่าไปสู่ที่เย็นกว่า โดยช่วงฤดูร้อน ฉนวนจะเป็นตัวทำหน้าที่กีดขวางการเคลื่อนตัวของความร้อนภายนอกอาคารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าเข้าสู่พื้นที่ภายในอาคารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ทำให้สามารถช่วยประหยัดพลังงานของเครื่องทำความเย็น ในขณะเดียวกันฤดูหนาวก็จะเป็นฉนวนป้องกันความร้อนภายในอาคารออกสู่ภายนอกอาคาร ทำให้อาคารอบอุ่นประหยัดพลังงานของเครื่องทำความร้อน ซึ่งความหนาของชั้นฉนวนที่ดีควรอยู่ 5.0 เซนติเมตรขึ้นไป เป็นพวกโฟมโพลีสไตรีน (Polystyrene foam) มีน้ำหนักเบา ขนาดของแผ่นประมาณ 1.20-2.50 เมตร ซึ่งเป็นขนาดที่ง่ายต่อการจัดการตัดได้ลงตัว มีคุณสมบัติสามารถต่อต้านความชื้นและมีความแข็งแรงไม่บิดงอง่าย
(Theodore Osmundson,1999:161-162)

2.2.5 **แผ่นคอนกรีตกันทะลุ** (Concrete protective slab)

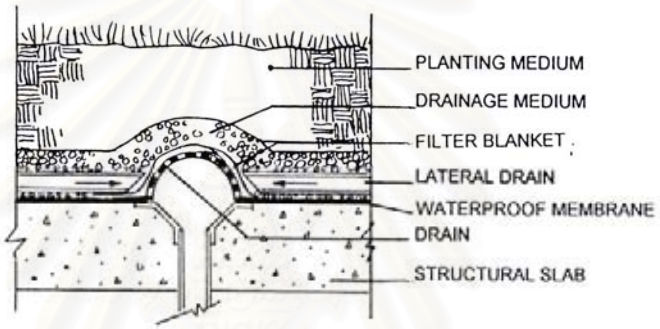
แผ่นคอนกรีตกันทะลุมีหน้าที่เป็นตัวขวางกั้นป้องกันวัสดุของชั้นระบายน้ำเช่น เศษหินเศษอิฐ เข้ามาปนกับวัสดุชั้นล่างซึ่งอาจมีผลให้วัสดุชั้นล่างฉีกขาดเสียหายได้ และป้องกันการแทรกทะลุของรากพืชสู่ชั้นวัสดุกันน้ำซึมที่จะมีผลกระทบให้น้ำซึมลงด้านล่างได้มากขึ้นเกิดการรั่วลงพื้นชั้นล่าง แผ่นคอนกรีตกันทะลุนี้มักหล่อให้เป็นผิวเรียบหนาประมาณ 6.5-10.0 เซนติเมตร มีความลาดเอียง (slope) เล็กน้อยประมาณ 2 เซนติเมตร/เมตร เพื่อการระบายน้ำสามารถไหลไปยังจุดระบายน้ำ (drainage) จุดเดียวไม่กระจายไปทั่วพื้นที่ ผิวคอนกรีตพวกนี้อาจมีการแตกร้าวหากโดนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตลอดเวลาระหว่างความร้อนและความเย็น แต่เนื่องจากแผ่นคอนกรีตกันทะลุนี้มักถูกปกคลุมด้วยวัสดุอื่นๆอีกที่อยู่ชั้นบนต่อไป เช่น ดินปลูก เศษพืชและต้นพืช ทำให้คอนกรีตส่วนนี้ไม่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ
(Theodore Osmundson,1999:162)

2.2.6 **ระบบระบายน้ำ** (Drainage)

ระบบระบายน้ำมีหน้าที่รองรับการระบายน้ำของพื้นที่สวนเป็นชั้นที่อยู่เหนือระดับแผ่นคอนกรีตกันทะลุโดยคุณสมบัติที่จำเป็นต่อการระบายน้ำคือ ควรมีลักษณะเป็นรูพรุนจำนวนมากเป็นช่องว่างที่สามารถให้น้ำไหลผ่านถึงกัน สามารถรองรับน้ำหนักของวัสดุชั้นบนได้ดีคือ ดินปลูก

ภายในระบบระบายน้ำสามารถป้องกันการอุดตันจากเศษดินเศษพืชได้ที่จะมีผลให้น้ำขังไม่สามารถระบายลงสู่ท่อระบายน้ำได้ (Theodore Osmundson,1999:165-169)

ระบบระบายน้ำมักใช้ท่อเจาะเป็นรูพรุนโดยรอบวางในแนวระนาบยาวตลอดแนว ปลายด้านหนึ่งหรือทั้งสองปลายเชื่อมต่อกับหัวท่อระบายน้ำ (Primary drain) ซึ่งมักนิยมใช้แบบหัวโดม (dome drain) ท่อในแนวระนาบนี้จะวางตัวกระจายไปด้านข้างเป็นก้างปลา (Lateral drain) เพื่อช่วยเพิ่มการระบายน้ำให้ทั่วพื้นที่ได้ดียิ่งขึ้น โดยท่อระบายน้ำด้านข้างก้างปลานี้ต้องคลุมรอบด้วยแผ่นใยกรองดินเพื่อป้องกันผงดินหลุดเข้าไปในท่อระบายน้ำและเกิดการอุดตันได้ การวางแนวท่อของระบบนี้มักวางตัวอยู่ใต้ชั้นระบายน้ำและใต้ดินปลูก (Charles W. Harris & Nicholas T. Dine ,1995: 610/3)

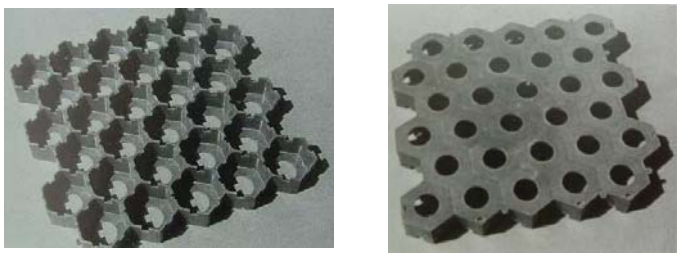


รูปที่ 2.4 แสดงรูปตัดท่อระบายน้ำด้านข้างแบบก้างปลา (Lateral drain)
(Charles W. Harris & Nicholas T. Dine ,1995: 610/3)

การระบายน้ำมีส่วนประกอบแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

2.2.6.1) ชั้นระบายน้ำ (Drainage medium)

เป็นชั้นของวัสดุที่ทำหน้าที่ระบายน้ำประกอบด้วย ก้อนกรวด เศษหินแตก แต่ปัจจุบันเริ่มมีการผลิตวัสดุระบายน้ำสังเคราะห์ที่เรียกว่ากล๊าสเซลล์ (Grass-cell) ทำจากพลาสติกโครงสร้างเหมือนรวงผึ้ง (honeycomb) เป็นตารางหลุมหกมุมหกเหลี่ยมเชื่อมกันเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความยาวต่อหนึ่งแผ่นคือ 30.5x30.5 เซนติเมตร โดยคุณสมบัติของกล๊าสเซลล์ที่ดีคือ แข็งแรง ไม่เปราะแตกง่าย สามารถรับน้ำหนักจากด้านบน เช่น ดิน ต้นไม้ คน อุปกรณ์อื่นๆได้ดี มีน้ำหนักที่เบา การติดตั้งและตัดต่อทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ป้องกันรังสีอัลตร้าไวโอเลต มีประสิทธิภาพในการระบายน้ำสูง



รูปที่ 2.5 แสดงแผงพลาสติกระบายน้ำสังเคราะห์ แบบรวงผึ้ง (honeycomb)
(Theodore Osmundson,1999: 165)

2.2.6.2) ช่องท่อระบายน้ำ (Drains)

ทำหน้าที่เป็นช่องระบายน้ำลงสู่พื้นชั้นล่างมีหลายรูปแบบแบ่งได้ คือ

1) ช่องท่อกลม (Round drain หรือ Deck drain) มีลักษณะเป็นตะแกรง (Grill) ผิวบนและด้านข้างเป็นรูโดยรอบซึ่งน้ำจะสามารถไหลลงสู่ตะแกรงได้ทั้งด้านบนและด้านข้างโดยรอบของตะแกรง การจัดวางตำแหน่งฝาตะแกรงควรเรียบเสมอกับผิวบนของชั้นระบายน้ำและคลุมด้วยแผ่นใยกรองดิน เหมาะสำหรับต้องการระบายน้ำที่เร็ว

2) ช่องท่อแบบโดม (Dome drain) มีลักษณะเป็นโดม รอบๆผิวเป็นรูพรุน ระบบนี้สามารถป้องกันการอุดตันจากใบไม้หรือเศษซากไม้ได้ เพราะความสูงนูนเป็นโดม ทำให้น้ำยังคงไหลเข้าด้านข้างได้ ระบบนี้มักไม่นิยมใช้กับพื้นผิวทางเดิน เพราะโดมที่นูนขึ้นมาอาจทำให้เดินสะดุด การใช้งานสามารถเข้าไปใช้กับชั้นระบายน้ำ (Drainage medium) แต่ต้องคลุมหัวโดมด้วยแผ่นใยกรองดิน (Filter fabric) อีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันการไหลเข้าของดินปลูกที่อาจเล็ดลอดได้

3) ช่องท่อแบบแบนราบ (Flat-topped drain) เป็นระบบที่มีรูพรุนด้านบนด้านเดียว มักใช้ร่วมกับพื้นผิวทางเดิน (pavement) เหมาะกับพื้นที่ต้องการความราบเรียบ ไม่เป็นอุปสรรคต่อการเดินหรือวิ่ง ระบบนี้สามารถใช้ได้ทั้งบนผิวพื้นดาดแข็ง (Hardscape) และพื้นดินนุ่ม (Softscape) ซึ่งหากใช้กับการระบายน้ำในพื้นดินนุ่ม ผิวบนของฝาท่อต้องเรียบเสมอกับผิวบนของชั้นระบายน้ำด้านล่างและคลุมด้วยแผ่นใยกรองดิน

4) ช่องท่อรางน้ำ (Channel drain หรือ Strip drain) ระบบนี้ทำงานร่วมกับพื้นคอนกรีตหรือพื้นทางเดิน โดยอยู่ในระดับเรียบเสมอกับพื้นดาดแข็ง (Pavement) เป็นรางน้ำฝังยาวตลอดแนวของพื้น ฝาเปิดออกทำความสะอาดได้ดีมีทั้งฝาตะแกรงพลาสติก ฝาตะแกรงโลหะ ฝาคอนกรีต และฝาหินธรรมชาติ

2.2.7 **แผ่นใยกรองดิน** (Filter fabric)

เป็นผืนผ้าใยสังเคราะห์ทับอยู่บนส่วนชั้นระบายน้ำ โดยแผ่นใยกรองนี้จะมีรูพรุนขนาดเล็กมากทำหน้าที่ให้น้ำไหลผ่านแต่สามารถป้องกันเศษผงเศษดินที่จะไหลผ่านเข้าไปในชั้นระบายน้ำได้

ทำให้ปราศจากการอุดตันของชั้นระบายน้ำและท่อระบายน้ำจากเศษดิน คุณสมบัติที่ดีของแผ่นใยกรองดินคือ น้ำหนักเบา ต่อต้านรังสีอัลตร้าไวโอเลตได้ดี มีความคงทนแข็งแรงไม่ฉีกขาดง่ายจากการรับน้ำหนักของดินปลูก ไม่เน่าเปื่อยง่ายจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้น ติดตั้งง่าย แผ่นใยกรองที่นิยมถูกนำมาใช้ เช่น แผ่นเอ็นก้าเดรน (Enkadrain) ทำจากเส้นดายพลาสติกสังเคราะห์หยาบๆที่เป็นฝอยเส้นเล็ก หรือแผ่นจีโอเทค (Geotech) มีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายขนมกระยาสาด ประกอบด้วยเม็ดโพลีสไตรีนแผ่กว้าง เชื่อมเป็นแผ่นด้วยกาวแอสฟัลท์ขนาดประมาณ 1.20x1.20 เมตร เป็นต้น (Theodore Osmundson,1999: 165-166)

2.2.8 **ดินปลูก** (Planting media)

ดินปลูกเป็นแหล่งให้พืชได้ยึดเกาะและเป็นแหล่งธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งดินปลูกที่เหมาะสมกับงานสวนหลังคาควรมีคุณลักษณะคือ แข็งแรงทนทาน น้ำหนักไม่มากเกิน มีความสามารถในการระบายน้ำได้ดีมีความชื้นแต่ไม่เปียก ยึดธาตุอาหารได้ดี ดินปลูกมีหลายชนิด มีทั้งมาจากธรรมชาติเช่น ดินร่วนดินเหนียวธรรมชาติ ดินแบบนี้มักมีน้ำหนักมากและมีการอุ้มน้ำสูงซึ่งจะมีผลเสียคือทำให้หลังคาของสวนต้องรับน้ำหนักมากขึ้น ส่วนดินปลูกที่มาจากการสังเคราะห์มักมีราคาค่อนข้างสูงแต่ได้รับการพัฒนาให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้นคือ มีรูพรุนขนาดเล็กมากที่อากาศถ่ายเทได้ดี สามารถดูดซับน้ำและรักษาน้ำไว้ดีแต่ไม่อุ้มน้ำมากเกิน ปราศจากการเน่าเปื่อย มีความแข็ง รากพืชยึดเกาะได้ น้ำหนักเบา ไม่รวมตัวเป็นก้อน สามารถเก็บสารอาหารเพื่อหล่อเลี้ยงต้นไม้ได้ดีขึ้น ชนิดของดินปลูกสังเคราะห์ได้แก่ หินชนวนไลก้า (Leca) ดินเม็ดไดอโทแมซเอิร์ท (Diatomaceous earth) ดินไอโซไลท์ (Isolite) เพอร์ไลท์ (Perlite) เวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) เทคโนฟลอร์ (Technoflor) (Theodore Osmundson,1999: 170-179)

นอกจากดินปลูกสังเคราะห์แบบเม็ดแล้ว ดินปลูกสังเคราะห์ที่ถูกนำมาใช้กับสวนหลังคายังได้พัฒนาเป็นแผ่นหรือก้อนโฟมชนิดพิเศษ ซึ่งบางครั้งถูกนำมาใช้เป็นฉนวนกันความร้อน ทำหน้าที่คล้ายเป็นแผ่นโฟมซับน้ำสำหรับการเติบโตของพืชที่มีคุณสมบัติคือ น้ำหนักเบา เก็บธาตุอาหารได้เหมือนดินธรรมชาติ มีความสามารถอุ้มน้ำอย่างพอเหมาะ ง่ายต่อการถือและตัดเป็นรูปร่างต่างๆ แผ่นหนึ่งจะมีน้ำหนักเพียง 11.5 กิโลกรัม ปกคลุมพื้นที่ได้ 1.62 ตารางเมตร เหมาะใช้กับการปลูกพืชประเภทไม้พุ่ม เช่น ดินปลูกกรอแดน (Grodan planting medium)

ดินปลูกเป็นวัสดุหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหาการเพิ่มน้ำหนักต่อโครงสร้างพื้นหลังคา การแก้ไขที่เป็นที่นิยมคือ การแทนที่เนื้อดินปลูกด้วยการใช้แผ่นสไตโรโฟม (Styrofoam slabs) ซึ่งมีน้ำหนักเทียบกับดินปลูกจะเบากว่ามากแต่วัสดุนี้ไม่ใช่วัสดุที่ทำหน้าที่แทนดินปลูกเพราะไม่สามารถดูดซับธาตุอาหารหรือน้ำได้ โดยแผ่นที่ใช้หนุนนี้วางอยู่ด้านล่างของกระถางปลูกและคลุมทับด้วยดินปลูก วิธีนี้เหมาะสำหรับใช้ในกรณีที่กระถางปลูกมีความลึกมากเกินความจำเป็นทำให้ต้องหนุนต้นพืชให้

สูงขึ้นหรือการหนุนยกต้นพืชให้สูงเป็นเนินดินขึ้นมา ซึ่งต้นไม้ที่ปลูกควรเป็นเพียงต้นไม้ขนาดกลางลงมาหรือไม้พุ่มและไม้คลุมดิน โดยไม่ควรใช้กับต้นไม้ขนาดใหญ่เพราะรากพืชไม่สามารถยึดเกาะตัวแผ่นสไตโรโฟม (Styrofoam slabs) เพื่อการทรงตัวอยู่ได้ (Charles W. Harris & Nicholas T. Dine ,1995: 610/6-7)

2.2.9 **วัสดุปิดผิว** (Top dressing or mulch)

ชั้นบนสุดของงานสวนหลังคาคือ วัสดุปิดผิว โดยปกติมักให้มีความหนาประมาณ 2.5 เซนติเมตร ซึ่งสามารถเป็นตัวป้องกันความร้อน ความเย็นของอากาศได้ และเป็นตัวช่วยรักษาความชื้นไว้ในดินปลูก ตลอดจนสามารถสร้างความรู้สึกดูเป็นธรรมชาติมากขึ้น วัสดุปิดผิวนี้มักเป็นพวกเปลือกไม้ หรือเศษใบไม้ หากนานวันไปวัสดุปิดผิวนี้จะมีการเน่าเปื่อยลงซึ่งสามารถชดเชยการสูญเสียดินปลูกที่อยู่ชั้นล่างได้ ชั้นวัสดุปิดผิวไม่ควรใช้วัสดุที่มีความแข็งปราศจากการย่อยสลาย เช่น หินสีหรือก้อนกรวด เป็นต้น เพราะมันไม่สามารถเปื่อยย่อยกลายเป็นวัสดุที่ไปแทนที่ดินปลูกได้ (Theodore Osmundson,1999: 180)

2.3 องค์ประกอบงานออกแบบ

2.3.1 **พืชพันธุ์** (Plants and planting)

วัสดุพืชพันธุ์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของงานสวนหลังคาที่สามารถสร้างความประทับใจให้กับสวน ซึ่งอาจจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการใช้งาน สวนหลังคาควรสามารถรองรับพืชได้ทุกกลุ่มไม่ว่าเป็น หญ้า พืชคลุมดิน ไม้พุ่ม และไม้ยืนต้น ทั้งพืชตลอดปี (perennials) และรายปี (annuals) โดยข้อพิจารณาในการเลือกต้นพืชมาปลูกคือ พืชที่นำมาปลูกควรเลือกพืชที่มีน้ำหนักสอดคล้องกับการรับน้ำหนักของโครงสร้างพื้นหลังคา ความสูงของต้นไม้ที่สูงสุด จุดสูงสุดของการแผ่ขยายของใบไม้ กิ่งไม้ ขนาดรากพืช ความลึกของรากพืชในการชอนไชต้องไม่กระทบกระเทือนกับตัวโครงสร้างของอาคาร มีความทนทานต่อภาวะแห้งแล้งและน้ำท่วมขัง ช่วงชีวิตของพืชยาวนาน การผสมผสานชนิดของพืชที่หลากหลายไม่มีผลกระทบต่อกัน ง่ายต่อการปลูกทดแทน สภาพแวดล้อมและภูมิอากาศสัมพันธ์กับความต้องการของพืช การร่วงของผลและใบพืชต้องไม่ก่อให้เกิดความรำคาญต่อการใช้งานและไม่ก่อความเสียหายต่อพื้นสวน มีความสามารถต่อการยอมรับการตัดแต่งรากพืชดี เหล่านี้ล้วนเป็นข้อพิจารณาที่ต้องให้ความสำคัญเพราะต้นพืชบนสวนหลังคาอยู่ในพื้นที่ที่ถูกจำกัดและอยู่บนโครงสร้างของอาคารซึ่งมีความแตกต่างจากต้นพืชที่ปลูกในพื้นดินด้านล่างทั่วไปที่สามารถเจริญเติบโตแผ่กิ่งก้านได้มากกว่า (David Stevens,1997: 88-95)

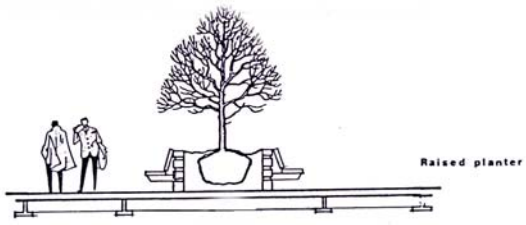
ขนาดความกว้างของทรงพุ่มต้นไม้มักมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใกล้เคียงกับการแผ่กระจายของรากพืช ซึ่งเป็นข้อพิจารณาถึงกระบะต้นไม้ที่ใช้ปลูกพืชควรมีขนาดเท่ากับหรือมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงพุ่มต้นไม้ ขนาดทรงพุ่มต้นไม้ที่ใหญ่มักเกิดปัญหาเรื่องแรงลมที่มาปะทะกับต้นไม้ส่งผลให้เกิดการโค่นของต้นไม้ก่อความเสียหายต่อส่วนอื่นๆของอาคารได้ ดังนั้นวิธีการเพื่อป้องกันการโค่นล้มของต้นไม้จากการต้านลม อาจด้วยวิธีการยึดด้วยท่อนไม้ยึดลำต้นหรือการขึงลวดสลิง สำหรับขนาดความสูงของต้นไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกบนสวนหลังคาคือ หากเป็นต้นไม้ขนาดเล็ก (small trees) ควรมีความสูงอยู่ที่ประมาณ 3 -4.5 เมตร และหากเป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ (large trees) ควรมีความสูงอยู่ที่ประมาณ 6 -7.6 เมตร (Theodore Osmundson,1999: 257-259)

2.3.2 **กระบะต้นไม้** (Plant containers)

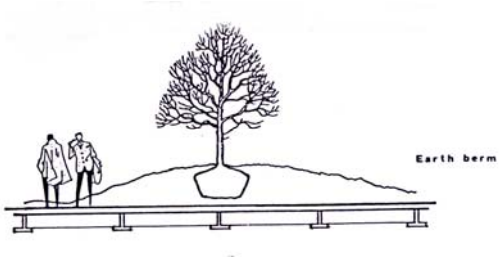
ได้แก่ กระถาง (Pots) อ่างปลูก (Tubs) กระบะ (Boxes) และหลุมปลูก (Depressed planter) เหล่านี้มักถูกใช้อย่างแพร่หลายบนดาดฟ้าและระเบียง แต่การวางตำแหน่งต้องพึงระวังเรื่องการรองรับน้ำหนักของโครงสร้างหลังคา (Theodore Osmundson,1999: 261-262) การเลือกใช้กระบะต้นไม้ควรเลือกที่เป็นวัสดุทนแดดทนฝนและควาร้อนความเย็นได้ดี เพราะอากาศบนสวนหลังคามีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา กระบะมีความสามารถในการรักษาความชื้นของดินปลูกได้ดี การระบายน้ำภายในดี น้ำไม่ขังให้รากเน่าแต่ไม่แห้งเร็วจนเกินไป รองรับน้ำหนักของดินปลูกและต้นพืชได้ดี ไม่เปราะแตกร้าวง่าย มีความมั่นคงแข็งแรงถาวร สามารถรักษารูปร่างและสีให้คงสภาพเดิม กระบะต้นไม้สามารถแบ่งรูปแบบที่นิยมใช้ได้คือ (Tony Southard, 1971: 7)

<u>แบบที่ 1</u> อ่างปลูก (Plant tub)

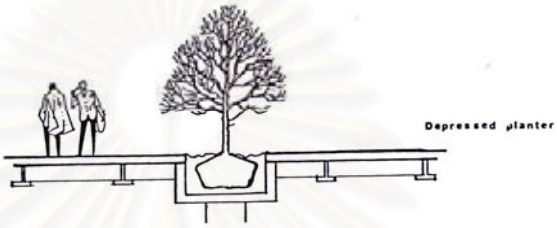
<u>แบบที่ 2</u> กระถางก่อสูง (Raised planter)



แบบที่ 3 การยกเป็นเนินดิน (Earth berm)



แบบที่ 4 บ่อหลุมปลูกที่พื้น (Depressed planter)



รูปที่ 2.6 แสดงรูปแบบต่างๆของกระบะต้นไม้ของสวนหลังคา (Tony Southard, 1971: 7)

ความกว้างของกระบะต้นไม้ควรมีระยะที่สามารถรองรับต้นพืชแต่ละชนิดได้ดีโดยเฉพาะสำหรับสวนหลังคา (A.S.L.A. Foundation ,1975: 506) ซึ่งสามารถแบ่งได้ตามพืชแต่ละกลุ่มคือ

1) กลุ่มไม้พุ่มขนาดเล็ก (Small shrubs) ควรมีความกว้างประมาณ 0.45-0.60 เมตร
2) กลุ่มไม้พุ่มขนาดกลาง (Medium shrubs) ควรมีความกว้างประมาณ 0.75-0.96 เมตร
3) กลุ่มต้นไม้ขนาดเล็ก (Small trees) ควรมีความกว้างประมาณ 1.20-1.80 เมตร
4) กลุ่มต้นไม้ขนาดใหญ่ (Large trees) ควรมีความกว้างประมาณ 2.10-3.00 เมตร

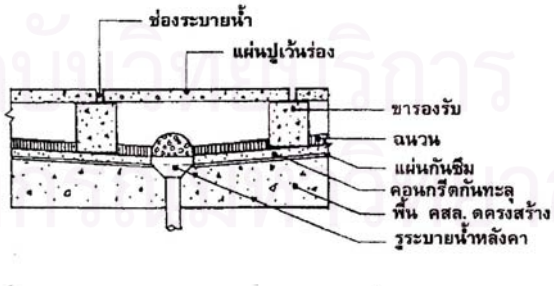
ความลึกของหลุมกระบะต้นไม้ควรมีระยะที่สามารถรองรับต้นพืชแต่ละชนิดได้ดีโดยเฉพาะสำหรับสวนหลังคา (A.S.L.A. Foundation ,1975: 507) ซึ่งสามารถแบ่งได้ตามพืชแต่ละกลุ่มคือ

1) กลุ่มไม้พุ่มขนาดเล็ก (Small shrubs) ควรมีความลึกประมาณ 0.45-0.60 เมตร
2) กลุ่มไม้พุ่มขนาดกลาง (Medium shrubs) ควรมีความลึกประมาณ 0.60-0.75 เมตร
3) กลุ่มต้นไม้ขนาดเล็ก (Small trees) ควรมีความลึกประมาณ 0.75-0.90 เมตร
4) กลุ่มต้นไม้ขนาดใหญ่ (Large trees) ควรมีความลึกประมาณ 1.05-1.20 เมตร

2.3.3 **พื้นทางเดิน** (Paving)

พื้นทางเดินของสวนหลังคาจะมีทั้งได้รับร่มเงาจากต้นไม้และโดนแสงแดดเต็มที่ ดังนั้นการใช้วัสดุปูพื้น จึงควรระวังเรื่องการสะท้อนกลับของแสงหรือการใช้พื้นที่มีสีรุนแรงมาก เพราะมีผลกระทบทำให้เกิดความไม่สบายตาจากการมองเห็น พื้นทางเดินที่ดีควรมีลักษณะเป็นวัสดุแข็งแรงถาวร ดูแลรักษาง่าย พื้นทางเดินควรต้องพิจารณาเรื่องน้ำหนักที่ควรเบา หากแผ่นพื้นสามารถถอดออกเพื่อซ่อมแซมบำรุงรักษาได้จะดีมาก ผิวพื้นไม่ควรเป็นมันและลื่น ไม่ควรใช้พื้นที่มีผิวขรุขระมากเช่น พื้นหินแม่น้ำกลมเกลี้ยงหรือหินล้างขนาดใหญ่ เพราะเป็นพื้นที่เดินไม่สะดวกสบาย อาจเดินเตะสะดุดและยากต่อการเคลื่อนย้ายพาหนะต่างๆ เช่น รถเข็นเด็ก (strollers) หรือรถเข็นคนพิการ (wheelchairs) และอาจมีปัญหาเรื่องการตัดหญ้าที่อาจชนโดนและการทำความสะอาดที่ลำบาก นอกจากนั้นการเลือกใช้พื้นทางเดินสำหรับงานสวนหลังคาต้องคำนึงถึงการขนย้ายขึ้นไปบนหลังคาโดยเฉพาะเรื่องของขนาดของวัสดุที่ไม่ใหญ่เกินต่อการขนขึ้นไปบนพื้นหลังคา (Theodore Osmundson,1999: 266-267)

พื้นทางเดินมักปูหรือฉาบบนโครงสร้างพื้นหลังคาแต่บางครั้งใช้ระบบแผ่นพื้นวางบนขารองรับ (Pedestal Paving) ซึ่งเป็นระบบสำเร็จรูป (Prefabricated pedestals) มีทั้งเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสและสี่เหลี่ยมผืนผ้า ง่ายต่อการเคลื่อนย้ายขนส่งและซ่อมแซมทำความสะอาด นอกจากนั้นสามารถป้องกันหลังคาคอนกรีตถูกแสงแดดอันเป็นผลให้เกิดการแตกร้าวได้ ช่องตรงกลางระหว่างแผ่นพื้นปูกับผิวพื้นโครงสร้างหลังคาจะเป็นช่องโล่งว่างซึ่งกลายเป็นชั้นระบายน้ำที่สามารถระบายน้ำในช่องตรงกลางนี้ได้ดี ผิวพื้นโครงสร้างหลังคาต้องทำให้ลาดเอียงเพื่อการระบายน้ำที่ดีขึ้น การติดตั้งไม่ควรวางขารองรับ (Pedestal paving) อยู่ติดด้านบนของวัสดุกันน้ำซึม เพราะอาจทำให้วัสดุกันน้ำซึมฉีกขาดได้ ควรขั้นด้วยคอนกรีตกันทะลุ (Charles W. Harris & Nicholas T. Dine ,1995: 610/4)



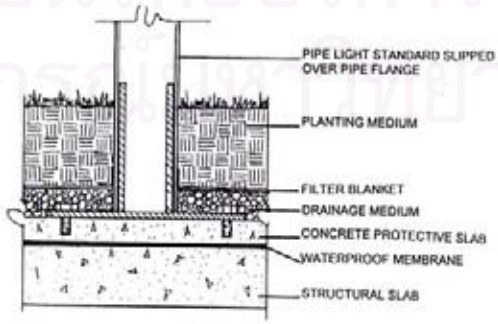
รูปที่ 2.7 แสดงแผ่นพื้นวางบนขารองรับ (Pedestal) (Charles W. Harris & Nicholas T. Dine ,1995: 610/4)

2.3.4 **งานแสงสว่าง** (Lighting)

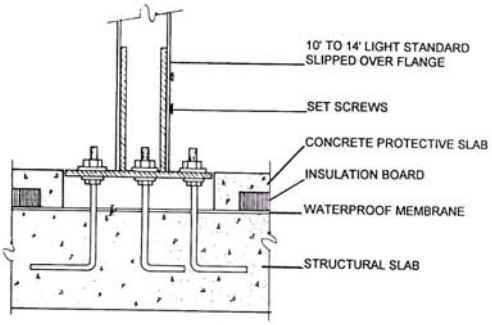
แสงไฟเป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ให้แสงสว่าง กำหนดทิศทาง สร้างความเด่นชัดให้กับประติมากรรม และต้นพืช ช่วยตกแต่งให้กับตำแหน่งการใช้งานของส่วนต่างๆ ให้ชัดเจนยิ่งขึ้นและสร้างความปลอดภัย ป้องกันอาชญากรรม โดยตำแหน่งความสูงของดวงโคมสามารถจัดวางได้หลากหลายความสูง หากเป็นดวงโคมที่อยู่ระดับสูงสามารถส่องกระจายได้ทั่วถึงดี หากเป็นดวงโคมที่อยู่ระดับเอวจะให้ความสว่างน้อยลงแต่สามารถส่องสว่างใช้เน้นแนวทางดิน และหากเป็นดวงโคมที่อยู่ระดับพื้นมักใช้ส่องสว่างเพื่อเน้นความสนใจของวัตถุหรือต้นไม้ และสร้างบรรยากาศสลัวน่าสนใจ (Tony Southard, 1971: 261)

งานระบบไฟฟ้าสำหรับสวนหลังคามักเป็นปัญหามากหากมิได้รับการออกแบบวางแผนตั้งแต่ต้นก่อนดำเนินการก่อสร้างตัวอาคาร ดังนั้นการเดินสายไฟควรได้รับการวางแผนออกแบบก่อนและดำเนินการในช่วงการก่อสร้างตัวอาคาร รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆในงานระบบชลประทาน (irrigation system) ที่ต้องกระทำไปพร้อมๆกัน เนื่องจากป้องกันไม่ให้เกิดความสับสนและปัญหาการเดินท่อต่างๆ ของระบบท่อสายไฟและท่อระบบชลประทาน การเดินสายไฟฟ้าของงานส่องสว่างมักวางสายไฟไปตามแนวท่อระบายน้ำตามแนวริมขอบทางเดินเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบซ่อมแซม หรือวางแนวสายไฟไปตามขอบด้านในของกระบะต้นไม้และเดินสายไฟฝังใต้ดินปลูก

การติดตั้งเสาไฟมักใช้โครงเสาเหล็ก (Steel flange) เป็นเสายึดโคมไฟกับพื้นหลังคา การยึดต้องระวังมิให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อวัสดุกันน้ำซึม ซึ่งการยึดของโครงเสาเหล็ก (Steel flange) นี้ควรยึดบนแผ่นคอนกรีตกันทะลุที่วางบนวัสดุกันน้ำซึม เพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุกันน้ำซึมเกิดรอยรั่วของน้ำได้ แต่หากใช้วิธีการยึดโครงเสาเหล็ก (Steel flange) กับโครงสร้างพื้นหลังคา (Structure slab) ควรยึดติดกันโดยใช้สลักเกลียว (Bolts) และอุดรอยเชื่อม (Sealed) ผิวระหว่างสลักเกลียว (Bolts) กับโครงสร้างพื้นหลังคา (Structure slab) ให้น้ำไม่รั่วซึม (Charles W. Harris & Nicholas T. Dine ,1995: 610/11-12)



รูปที่ 2.8 แสดงการยึดโครงเสาเหล็ก (Steel flange) กับแผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete protection slab) ใช้ในกรณีที่เสาไม่สูงและมีน้ำหนักไม่มาก (Charles W. Harris & Nicholas T. Dine ,1995: 610/11)



รูปที่ 2.9 แสดงการยึดโครงเสาเหล็ก (Steel flange) ด้วยสลักเกลียว (Bolts) ที่ยึดเจาะผ่านทะลุถึงโครงสร้างพื้น (Structure slab) ใช้ในกรณีที่เป็นเสาสูง มีน้ำหนักมากและต้องต้านกระแสลม (Charles W. Harris & Nicholas T. Dine ,1995: 610/12)

2.3.5 **งานประติมากรรม** (Sculpture)

ประติมากรรมเป็นอุปกรณ์ตกแต่งที่มีความสำคัญที่สวนหลังคาจะมีและเป็นจุดเด่น (Highlight) หรือจุดสนใจ (Focal point) ในทางปฏิบัติหากได้ออกแบบจัดหาตำแหน่งของประติมากรรมก่อนการก่อสร้าง จะทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องการรับน้ำหนัก (Loading) ของโครงสร้างพื้น ซึ่งหากประติมากรรมมีน้ำหนักที่มาก ควรจัดวางในตำแหน่งที่เป็นแนวคานหรือหัวเสาจะทำให้ประติมากรรมสามารถมีขนาดใหญ่ได้ตามความต้องการ หรือการปรับเปลี่ยนวัสดุทำประติมากรรมจากวัสดุคอนกรีตหรือดินแทนด้วยวัสดุเหล็กกลวง (Hollow metal) หรือพลาสติกเพื่อช่วยลดน้ำหนัก นอกจากนั้นการจัดวางตำแหน่งประติมากรรมขนาดใหญ่ ควรขอคำปรึกษาจากวิศวกรโครงสร้างก่อน รูปแบบของงานประติมากรรมมีทั้งเป็นแผ่นติดที่ผนังและที่เสา ซึ่งอาจใช้เป็นแบบนูนต่ำหรือนูนสูง หรือการใช้ประติมากรรมลอยตัวทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของเจ้าของโครงการและแนวความคิดของผู้ออกแบบสวนหลังคานั้น (Theodore Osmundson,1999: 271-272)

2.3.6 **บ่อน้ำ** (Pond)

ข้อพิจารณาที่สำคัญของการใช้น้ำบนหลังคาคือ

1) น้ำหนัก (Weight) ของน้ำที่ถูกนำขึ้นไปไว้บนหลังคา ต้องมีการปรึกษากับวิศวกรโครงสร้างก่อนว่าโครงสร้างสามารถรับน้ำหนักน้ำได้เพียงไร
2) ลมแรง (Strong winds) ที่มีผลต่อการเคลื่อนไหวของน้ำ (Moving water) ทำให้วิถีของน้ำตก น้ำพุ เปลี่ยนแนววิถีไม่เป็นไปตามที่ต้องการ
3) การรั่วซึมของน้ำ (Water leakage) ที่ห้ามซึมลงสู่พื้นชั้นล่าง

การออกแบบบ่อน้ำมีแนวทางสำคัญคือ น้ำควรมีการไหลเวียนที่ดี อาจด้วยระบบปั๊มน้ำ (Pump water) แต่น้ำมักมีการระเหยออกจากระบบไหลเวียนของน้ำจึงต้องมีท่อต่อเข้ากับระบบวาล์วลูกลอย (Float Valve) คอยควบคุมระดับน้ำให้คงที่ตลอดเวลา ซึ่งน้ำจะไหลเข้าบ่อหรือสระเมื่อน้ำมีระดับลดลง (Theodore Osmundson,1999: 273-275) ส่วนการออกแบบรูปร่างหน้าตาของสระน้ำ สิ่งที่พึงระวังคือ การรั่วซึมของน้ำอันเกิดจากรอยต่อจุดต่างๆ ของมุมบ่อ โดยต้องใส่ใจงานวัสดุกันซึมมากเป็นพิเศษที่ห้ามขาดหรือเป็นร่องรอยให้เกิดการรั่วซึมของน้ำได้ การทำบ่อน้ำหรือบ่อน้ำพุ ความลึกไม่ควรต่ำกว่า 10 เซนติเมตร ส่วนความลึกของบ่อที่ระดับ 25-40 เซนติเมตร จะเป็นความลึกที่มีผลต่อมุมมองของน้ำที่ให้ความรู้สึกที่ดูลึก ทำให้บ่อน้ำของสวนหลังคาหลายแห่งใช้ความลึกที่ระยะดังกล่าว นอกจากนั้นการใช้สีของผิวพื้นและผนังบ่อที่มีสีเข้มหรือสีดำ จะเป็นวิธีของการหลอกหรือปรับการรับรู้ (perception) ว่าเหมือนน้ำมีความลึกมาก ยังผลให้สามารถแก้ปัญหาเรื่องการควบคุมความลึกของบ่อน้ำได้อีกทางหนึ่ง (Charles W. Harris & Nicholas T. Dine ,1995: 610/13)

2.3.7 **สาธารณูปโภค** (Utilities)

ได้แก่ งานไฟภายนอก อุปกรณ์ด้านเสียง มอเตอร์งานน้ำพุ อุปกรณ์ไฟฟ้า นาฬิกาอัตโนมัติตัวควบคุมการทำงานระบบชลประทาน เป็นต้น ควรมีสวิทช์ และช่องเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า (Outlets) ที่มีความสามารถทนแดดทนฝนเป็นอย่างดี ป้องกันน้ำเข้าที่จะทำให้กระแสไฟฟ้าลัดวงจรหรือควรอยู่ในตำแหน่งที่ไม่โดนน้ำฝน นอกจากนั้นควรมีจุดพ่วงสายโทรศัพท์ (Convenient jacks) ให้เพียงพอ และทำกล่องชุมทางไฟฟ้า (Junction boxes) สำหรับรวมสายไฟฟ้าเป็นจุดเดียวเพื่อง่ายต่อการซ่อมแซมและบำรุงรักษา (Theodore Osmundson,1999: 276)

2.4 การบำรุงรักษา

2.4.1 **ระบบชลประทาน** (Irrigation system)

ระบบชลประทานของสวนหลังคา ที่นิยมใช้มี 2 ระบบ คือ

1) ระบบสเปรย์ (Spraying water system)

เป็นระบบพ่นน้ำเป็นละออง เช่น สปริงเกลอร์ (Sprinkler irrigation) ซึ่งอาจมีทั้งข้อดีข้อเสีย ข้อดีคือพืชสามารถได้รับน้ำอยู่ตลอดเวลาได้ แต่ข้อเสียคือการกระจายของละอองน้ำอาจไม่ทั่วถึง หากการวางตำแหน่งหัวสปริงเกลอร์ไม่เพียงพอ การฝังท่อระบบชลประทานสามารถเดินฝังในชั้นดินปลูก หรือเดินท่ออยู่ใต้ฝ้าเพดานชั้นล่างและทะลุขึ้นมาบนสวนหลังคาแต่ต้องมีการป้องกันการซึมอย่างดี

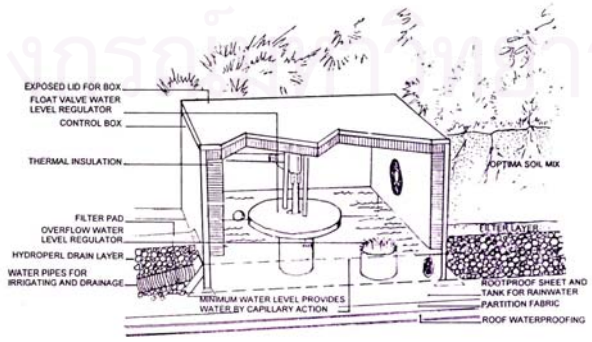
หญ้า พุ่มไม้ ไม้ดอก ต้องได้รับการจัดสรรน้ำที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ต้องการปริมาณน้ำไม่เท่ากัน ดังนั้นตำแหน่งการจัดวางต้องมีการวางแผนที่ดี มิเช่นนั้นจุดกึ่งกลางของระบบมักจะแห้งทำให้บริเวณนี้พืชไม่ได้รับน้ำ

2) ระบบน้ำหยด (drip irrigation system)

เป็นระบบที่ปล่อยปริมาณน้ำทีละน้อยด้วยหัวปล่อยน้ำ (Emitters หรือ Spray heads) ที่ปลายขนาด 6.4 มิลลิเมตร เป็นท่อพลาสติกที่ปรับได้อยู่เหนือระดับของราก ระบบนี้จะปล่อยน้ำเป็นจุดซึ่งน้ำจะกระจายไปรอบด้านเหมือนผลแพร์ แต่ปัญหาของระบบมักจะเกิดขึ้นกับการอุดตันของหัวปล่อยน้ำ (emitters) จากดินทำให้น้ำไม่ไหลและพืชตายในที่สุดหรือการถูกเหยียบย่ำจากเด็กและสัตว์เลี้ยงทำให้หัวปล่อยน้ำ (emitters) เสียหาย การฝังท่อระบบนี้สามารถเดินฝังในชั้นของวัสดุปลูกหรือชั้นดินปลูก หรือเดินท่ออยู่ใต้ฝ้าเพดานชั้นล่างและเดินทะลุขึ้นมาบนสวนหลังคา แต่ต้องมีการป้องกันการซึมอย่างดี

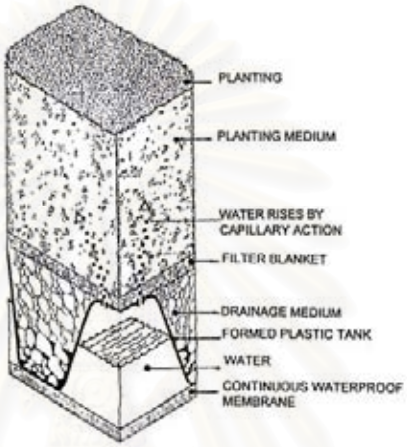
ระบบทั้งสองต้องออกแบบให้ดินได้รับน้ำเพียงพอ ซึ่งบางแห่งใช้ระบบควบคุมโดยนาฬิกาอิเล็คทริค (Electric clock) ของการให้น้ำตามเวลาที่ตั้งค่าไว้ หรือใช้ระบบควบคุมความชื้นอัตโนมัติ (moisture sensor) ที่สามารถควบคุมการปฏิบัติการให้น้ำด้วยตัวมันเองเมื่อดินปลูกเริ่มมีความชื้นต่ำ ระบบชลประทานทั้งสองข้างต้นเป็นที่นิยมใช้โดยทั่วไป แต่มีระบบชลประทานสำเร็จรูปที่ใช้กับงานสวนหลังคาโดยเฉพาะ (Theodore Osmundson,1999: 180 -184) คือ

ระบบออพติมา (Optima System) เป็นระบบชลประทานควบคุมให้น้ำด้วยตัวเอง การบำรุงดินและระบบระบายน้ำอยู่ในตัวเดียวกัน น้ำจะมีการหมุนเวียนการใช้ไปมาอย่างต่อเนื่อง น้ำที่ถูกเก็บไว้ในถังเก็บน้ำบนหลังคาจะซึมผ่านขึ้นมาถึงชั้นดินปลูกทีละน้อยและไหลย้อนกลับลงด้านล่าง บังคับควบคุมด้วยท่อน้ำล้น (Overflow standpipes) ถ้าหากน้ำไม่พออันเกิดจากการขาดฝนระบบจะทำงานอัตโนมัติให้น้ำอยู่ในระดับที่เหมาะสมจากการต่อท่อเข้ากับท่อน้ำของอาคาร ระบบนี้สามารถแก้ไขการลดลงของดินและข้อบกพร่องจากการเปลี่ยนสถานภาพของดินได้ เนื่องจากมีการผสมธาตุอาหาร (Nutrients) ในน้ำเอาไว้แล้ว



รูปที่ 2.10 แสดงรูปตัดของระบบออพติมา (Optima system) ที่รักษาระดับน้ำอย่างถาวรด้วยระบบจ่ายน้ำอัตโนมัติสร้างความชุ่มชื้นให้แก่ดินปลูกตลอดเวลา (Theodore Osmundson,1999: 182)

ระบบซินโค (ZinCo System) เป็นระบบให้น้ำอัตโนมัติ ระบบนี้ใช้การรักษาน้ำไว้ด้วยถังพลาสติกซึ่งอยู่ด้านล่าง การรักษาน้ำไว้นี้สามารถเก็บในช่วงระยะเวลานานได้ เป็นระบบที่ทำให้น้ำไหลผ่านได้หลายทิศทาง ด้วยการเจาะรูที่ถังพลาสติก และน้ำจะซึมขึ้นมาที่ดินปลูก ดินปลูกจะถูกผสมด้วยธาตุอาหาร อากาศ น้ำ เข้าด้วยกันในสัดส่วนที่ส่งเสริมต่อการเติบโตของพืช และนำมาวางบนแผ่นใยกรองดินที่มีรูพรุนขนาดเล็กที่ซึมผ่านได้เฉพาะน้ำเท่านั้น เมื่อดินมีความชื้นลดลงน้ำจากด้านล่างจะซึมขึ้นมาทีละน้อยหมุนเวียนกันไป ทำให้ไม่ต้องดูแลรักษามาก



รูปที่ 2.11 แสดงรูปตัดชั้นของระบบซินโค (ZinCo system) ซึ่งน้ำจะซึมผ่านทีละน้อยออกจากถังพลาสติกด้านล่าง ที่เจาะรูไว้เข้าสู่ชั้นดินปลูก (Theodore Osmundson,1999: 183)

ระบบชลประทานสำหรับกระถางต้นไม้ที่วางบนพื้นสวนหลังคามักใช้ระบบหยดน้ำและใช้สายยางฉีดซึ่งปัจจุบันมีการพัฒนาให้สามารถให้น้ำด้วยระบบอัตโนมัติคือ

ระบบโมนาแพลนท์ (Mona plant system) (MPS) เป็นระบบที่เพิ่มกล่องเก็บน้ำ (reservoir) วางไว้ในกระถางต้นไม้ ด้านบนของกล่องเก็บน้ำนี้จะเป็นรูพรุนที่เป็นตัวให้น้ำภายในซึมขึ้นมาเพื่อให้ดินชุ่มชื้นโดยมีท่อต่อกับกล่องเก็บน้ำเพื่อเติมน้ำลงไปได้ในเวลาที่ดินปลูกในกระถางแห้ง และมีตัวควบคุมเพื่อรักษาระดับความชื้นของดินไม่ให้เปียกหรือแห้งจนเกินไป

รูปที่ 2.12 แสดงระบบโมนาแพลนท์ (Mona plant system) (Theodore Osmundson,1999: 263)

กระถางบรรจุน้ำสำเร็จรูป (Container watering system) หรือที่เรียกว่าซีเครดซีรีส์แพลนท์เตอร์ (Seacrest series planter) เป็นระบบที่ผนังของภาชนะปลูกมีลักษณะเป็นสองชั้นตรงกลางกลวง (Hollow wall) ซึ่งมีน้ำบรรจุไว้ภายใน และมีท่ออยู่ข้างใต้เดินเชื่อมขึ้นมาบนกระถางเพื่อไว้สำหรับเติมน้ำได้ เมื่อดินเริ่มแห้งจะมีระบบควบคุมความชื้นอัตโนมัติ (Moisture sensor) เป็นตัวควบคุมไม่ให้ดินแห้ง จะทำงานโดยปล่อยน้ำออกมาทีละน้อยเพื่อให้ดินชุ่มจากนั้นระบบจะปิดเองอัตโนมัติ การเติมน้ำใช้เวลา 2 ถึง 4 อาทิตย์จึงค่อยเติมน้ำใหม่ (Theodore Osmundson,1999: 263)

รูปที่ 2.13 แสดงกระถางระบบบรรจุน้ำ (Container Watering System) (Theodore Osmundson,1999: 263)

2.4.2 **การสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน** (Fertilization)

การสร้างความสมบูรณ์ให้แก่ดินที่นิยมมากที่สุดคือ การใส่ปุ๋ยลงในดินปลูกด้วยวิธีโรยบริเวณรากฝอยของพืช (Theodore Osmundson,1999: 288) ซึ่งการทำงานของปุ๋ยมีทั้งแบบดูดซึมเร็ว (Fast-action) ที่ใช้วิธีดูดซึมด้วยน้ำที่ผสมกับธาตุอาหารโดยทำหน้าที่สร้างความสมดุลของค่า pH ของดิน รูปแบบนี้จะอยู่ในรูปของเม็ดกลม (pellet) หรือของเหลว และแบบดูดซึมทีละน้อย (Slow-release fertilizer) ซึ่งสารอาหารจะถูกปลดปล่อยทีละช้าๆ เป็นระบบที่ใช้ได้ทั้งพืชปลูกใหม่และพืชที่ปลูกมานาน การใส่ปุ๋ยแบบดูดซึมทีละน้อยนี้ไม่ทำให้พืชต้องปรับตัวกะทันหันจึงทำให้ไม่เป็นอันตรายต่อพืช รูปแบบนี้มีลักษณะเป็นเม็ดกลมแห้ง (dry pellet)

นอกจากการให้ปุ๋ยด้วยการโรยแล้ว ปัจจุบันการให้ปุ๋ยถูกพัฒนาให้ทำงานด้วยตัวเอง นั่นคือ การใส่ปุ๋ยแบบอัตโนมัติ (Automatic Fertilization) เป็นการประยุกต์จากการให้ปุ๋ยแบบเหลว โดยทำงานด้วยเครื่องมือกล (Mechanical equipment) ที่เป็นระบบการฉีดพ่นอัตโนมัติ (automatically injecting) ใช้ร่วมกับท่อของระบบสปริงเกลอร์ (Sprinkler system) ระบบการใส่ปุ๋ยแบบอัตโนมัตินี้สามารถทำงานได้ในปริมาณที่มากและมีข้อดีในการลงทุนเพียงครั้งเดียวแต่ไม่ต้องเสียค่าแรงงานมากมายกับการให้ปุ๋ยแก่พืช (Theodore Osmundson,1999: 289-290)

รูปที่ 2.14 แสดงเครื่องกลระบบการใส่ปุ๋ยแบบอัตโนมัติ (Theodore Osmundson,1999: 289)

การสร้างความสมบูรณ์แก่ดินอีกวิธีที่เป็นการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติที่ไม่ต้องลงทุนมาก นั่นคือ การใช้ไส้เดือนดิน (Earthworms) ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งในการเสริมประสิทธิภาพของดิน แต่ดินที่ใช้ต้องไม่ใช่ดินเหนียว หรือดินทรายแข็งจนเกินไปซึ่งไส้เดือนไม่สามารถอยู่ได้ การชอนไชทะลุผ่านดินของไส้เดือนดินนี้ ช่วยให้ดินเกิดการร่วนซุยขึ้นจากโพรงรูของดิน ทำให้น้ำและรากพืชแทรกซึมได้สะดวก เป็นผลให้พืชงอกงามดี

2.4.3 **งานบำรุงรักษาด้านอื่น ๆ** (Other maintenance chors)

นอกจากการให้น้ำแก่พืชและการให้ปุ๋ยหรือการสร้างความอุดมสมบูรณ์แก่พืชแล้ว งานบำรุงรักษาที่ขาดไม่ได้และต้องมีการตรวจสอบอยู่สม่ำเสมอ ได้แก่ งานตัดแต่งราก การตัดแต่งหญ้าของสนามหญ้า การควบคุมวัชพืชและสัตว์รบกวน การตัดเล็มพืชและแต่งให้สวยงาม การทำความสะอาดทั้งผลและใบพืช การทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงพื้นทางเดิน ประติมากรรม บ่อน้ำ เป็นต้น และการเติมวัสดุปิดผิว (Mulch) เช่น ฟาง ใบไม้ และวัสดุอื่นๆที่ใช้คลุมดินรอบต้นไม้มีความสำคัญที่จะช่วยป้องกันการเติบโตของวัชพืช รวมถึงการตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำบริเวณรอยเชื่อมระหว่างช่องท่อของงานระบบต่างๆกับโครงสร้างพื้นคอนกรีตที่รองรับพื้นสวนหลังคา และรอยร้าวที่อาจเกิดขึ้นกับพื้นสวน (Charles W. Harris & Nicholas T. Dine ,1995: 610/14)

2.4.4 **ศูนย์กลางงานบำรุงรักษา** (Maintenance center)

เป็นจุดเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ภาชนะสำหรับปลูกต้นพืช ถังบรรจุปุ๋ย ดินปลูก เศษพืช และอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ดูแลสวน รวมทั้งภาชนะหรือห้องเก็บขยะชั่วคราว โรงปลูกอนุบาล และเป็นพื้นที่สำนักงานสำหรับคนสวนและหัวหน้าผู้ดูแลสวน บริเวณนี้ควรมีตำแหน่งพ่วงสายโทรศัพท์ ที่ตั้งศูนย์กลางนี้ควรอยู่ในตำแหน่งที่มิดชิด มีทางเข้าสำหรับคนสวนโดยเฉพาะ การใช้สอยและเส้นทางสัญจรไม่ปะปนกับพื้นที่ของแขกหรือผู้มาใช้บริการ (Theodore Osmundson,1999: 291)

2.5 สรุปแนวความคิดการออกแบบสวนหลังคาจากวรรณกรรมเกี่ยวข้อง

2.5.1 การพิจารณาด้านพื้นที่สวน

การออกแบบควรคำนึงถึงความสะดวกสบายของแขกผู้ใช้สวนเป็นหลักและสามารถป้องกันสิ่งที่ก่อความรำคาญต่อการใช้งานไม่ว่าจะเป็นแสงแดด ลม โดยสวนควรถูกออกแบบให้มีการแบ่งพื้นที่การใช้สอยที่ไม่รบกวนกันระหว่างพื้นที่พักผ่อนแบบสงบ พื้นที่พักผ่อนแบบออกกำลังและพื้นที่ส่วนงานบำรุงรักษา ในขณะเดียวกันพื้นที่สวนสามารถสร้างความปลอดภัยจากอุบัติเหตุและอาชญากรรมได้ รวมถึงการสร้างมุมมองที่ดีให้กับสวนหลังคาที่สามารถใช้ความงามของเส้นขอบฟ้า (Skyline) มาสร้างจุดสนใจได้ นอกจากนั้นหากพื้นที่นั้นมีหลักเกณฑ์ข้อบัญญัติต่างๆ กำหนดไว้ ต้องพิจารณาประกอบร่วมด้วย

2.5.2 การก่อสร้างสวนหลังคา

หลักเบื้องต้นของงานสวนหลังคาที่แตกต่างจากสวนพื้นดินทั่วไปคือ สิ่งรองรับสวนนั่นคือพื้นหลังคาที่ต้องมีความมั่นคงแข็งแรง ป้องกันการซึมของน้ำได้ดีและมีชั้นต่างๆขององค์ประกอบงานสวนหลังคาที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน ได้แก่ พื้นหลังคาคอนกรีตสามารถรองรับน้ำหนักสวนได้ดีทั้งน้ำหนักตายตัว (Dead load) และน้ำหนักจร (live load) วัสดุกันน้ำซึมป้องกันการซึมของน้ำที่ใช้ในระบบชลประทาน น้ำฝน และน้ำในบ่อน้ำลงสู่พื้นหลังคาได้ดี แผ่นกันทะลุทำหน้าที่ป้องกันการฉีกขาดของวัสดุกันน้ำซึมและช่วยรองรับฉนวนด้านบน ฉนวนช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเพราะช่วยขวางการเคลื่อนตัวของอุณหภูมิภายในอาคารและสวนหลังคาซึ่งอยู่ภายนอกอาคาร แผ่นคอนกรีตกันทะลุที่มีความแข็งแรงไม่แตกหักร้าวง่ายสามารถป้องกันการแทรกทะลุของรากพืชได้ดี ป้องกันการกระแทกจากวัสดุของชั้นระบายน้ำด้านบน เช่น เศษหิน เศษอิฐ รวมทั้งเพื่อเป็นแผ่นช่วยปรับความลาดสำหรับการระบายน้ำไหลไปยังจุดเดียว ชั้นระบบระบายน้ำมีประสิทธิภาพไม่ก่อให้เกิดการขังของน้ำบนหลังคาอันทำให้เกิดน้ำหนักที่มากขึ้นบนหลังคา แผ่นใยกรองดินมีความสามารถให้น้ำไหลผ่านได้ดีแต่กั้นผงดินไม่ให้ไหลผ่านได้ ดินปลูกสามารถปลูกต้นพืชให้เจริญเติบโตได้ดี น้ำไม่ขัง และหากดินปลูกมีน้ำหนักเบาและสามารถให้รากพืชยึดเกาะได้จะยิ่งมีประสิทธิภาพดี และวัสดุปิดผิวสามารถช่วยรักษาความชื้นให้กับดินปลูก

2.5.3 องค์ประกอบงานออกแบบ

ได้แก่ พืชพันธุ์ควรคำนึงถึงเรื่องการปะทะกับแรงลมบนอาคารประกอบด้วย รวมถึงขนาดและน้ำหนักที่ไม่ก่อความเสียหายต่อโครงสร้างอาคาร ตลอดจนรากพืชที่ไม่สามารถทำลายโครงสร้างพื้นหลังคาได้ กระบะต้นไม้มีความสามารถรองรับน้ำหนักของดินได้ดีไม่พังทลาย และมีขนาดสอดคล้องกับขนาดต้นพืช พื้นทางเดินไม่แตกหักง่ายไม่สร้างความรำคาญต่อการใช้งานเช่น

การจ้าของพื้นจากแสงแดด งานแสงสว่างให้ความสว่างเพียงพอและปลอดภัยจากการใช้งาน งานประติมากรรมจัดวางในตำแหน่งที่มีมุมมองเห็นได้ดีและไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างหลังคาและตัวประติมากรรมเอง บ่อน้ำปราศจากการรั่วซึมที่มีประสิทธิภาพสูง และงานสาธารณูปโภคควรเตรียมพร้อมครบทุกระบบและได้รับการวางแผนเดินระบบจากวิศวกรงานระบบตั้งแต่ต้นก่อนการก่อสร้าง

2.5.4 การบำรุงรักษา

ได้แก่ ระบบชลประทานสามารถให้น้ำแก่พืชโดยอาจใช้แรงงานคนหรือใช้ระบบอัตโนมัติ แต่ต้องให้ได้รับน้ำอย่างทั่วถึง การสร้างความสมบูรณ์แก่ดินที่ต้องได้รับการดูแลอย่างสม่ำเสมอไม่ว่าจะเป็นการให้ปุ๋ยและการพรวนดิน รวมทั้งการตัดแต่งรากพืชมิให้ชอนไชถึงโครงสร้างพื้นหลังคา และควรมีศูนย์กลางงานบำรุงรักษาที่เป็นจุดรวมทุกระบบในงานสวนหลังคามาเป็นที่จุดเดียวเพื่อง่ายต่อการควบคุมดูแล

จากประเด็นต่างๆที่สรุปข้างต้นนี้จะได้นำมาใช้เพื่อเป็นแนวในการศึกษานี้ ต่อการสำรวจในสถานที่จริง การสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในงานสวนหลังคา และใช้เป็นแนวเพื่อการวิเคราะห์ทั้งการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับการออกแบบสวนหลังคาของอาคารในสถานที่จริงในพื้นที่กรุงเทพฯ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงและหาปัจจัยที่เป็นข้อคำนึงต่อการออกแบบสวนหลังคาตลอดจนวิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบสวนหลังคาที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครและพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิศาสตร์ที่คล้ายคลึงกันต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
ลักษณะทางกายภาพของสวนหลังคาของอาคารที่เลือกเป็นกรณีศึกษา

การศึกษาการออกแบบสวนหลังคาในกรุงเทพมหานคร ได้เลือกอาคารที่มีสวนหลังคาอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากสามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครและรอบปริมณฑลหรือพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิศาสตร์ใกล้เคียงกันโดยอาคารที่เลือกใช้เป็นกรณีศึกษาได้แก่ สวนหลังคาของโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ สวนหลังคาของโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท และสวนหลังคาของโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) โดยอาคารทั้งสามถูกเลือกเป็นกรณีศึกษาเนื่องจาก เป็นอาคารประเภทโรงแรมที่มีการใช้งานเหมือนกันและอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร การก่อสร้างของอาคารทั้งสามดำเนินการในระยะเวลาที่ห่างเท่าๆกัน เป็นอาคารที่เจ้าของโครงการมีเจตนาให้มีสวนหลังคาตั้งแต่เริ่มการออกแบบโครงการ เป็นสวนหลังคาที่ยังไม่เคยได้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงรูปแบบมาก่อน อาคารได้รับการออกแบบสวนหลังคาจากผู้เกี่ยวข้องหลัก คือ ภูมิสถาปนิก สถาปนิก วิศวกรโครงสร้างและวิศวกรงานระบบ ขนาดสวนหลังคามีขนาดเกินหนึ่งไร่ซึ่งค่อนข้างใหญ่มากพอต่อการศึกษา สวนหลังคาที่มีทั้งพื้นนุ่ม (Softscape) และพื้นดาดแข็ง (Hardscape) ตลอดจนมีองค์ประกอบทางกายภาพที่เด่นชัด ได้แก่ พืชพันธุ์ กระบะต้นไม้ ทั้งแบบยกสูงและบ่อหลุมปลูก พื้นทางเดิน งานแสงสว่าง และบ่อน้ำ เป็นต้น

3.1 สวนหลังคาโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ

เจ้าของโครงการ : แกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ
ที่ตั้ง : สี่แยกราชประสงค์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ขนาดพื้นที่ประมาณ : 2,600 ตารางเมตร
ช่วงเวลาก่อสร้างสวน : พ.ศ. 2532-2533
ภูมิสถาปนิก : บริษัท ดีเอสบี แอสโซซิเอทส์ จำกัด
ออกแบบโดย : คุณวีระพันธ์ ไพศาลนันท์ (ผู้ให้สัมภาษณ์)
ที่ปรึกษาผู้รับเหมางานสวน : บริษัท ดีเอสบี แอสโซซิเอทส์ จำกัด
ดูแลโดย : คุณวีระพันธ์ ไพศาลนันท์ (ผู้ให้สัมภาษณ์)
อาคารประกอบด้วย : อาคารสูง (Tower) จำนวน 1 อาคาร โดยมีส่วนฐานอาคาร (Podium) ซึ่งด้านบนฐานอาคารทำเป็นสวนหลังคาตามรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 แสดงตัวอาคารโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ

3.1.1 ลักษณะทางกายภาพด้านพื้นที่

3.1.1.1 การใช้สอยของสวน

ลักษณะสวนจัดให้มีพื้นที่พักผ่อนแบบสงบ เช่น ที่นั่ง ที่นอนพักผ่อน และพื้นที่พักผ่อนแบบออกกำลัง เช่น สระว่ายน้ำ ลู่วิ่ง แยกออกจากกันด้วยการจัดโซนเป็นกลุ่มๆของการใช้งานแต่ละประเภทให้มีระยะห่างกันไม่รบกวนกัน พื้นสวนมีทั้งพื้นดาดแข็งและพื้นนุ่ม สวนเป็นลักษณะสวนประเภทส่วนตัวที่ห้ามบุคคลภายนอกเข้าโดยมีเจ้าหน้าที่และพนักงานต้อนรับคอยสอดส่องดูแลความปลอดภัยบริเวณทางเข้าและบริเวณพื้นที่สวน ประตูทางเข้าสวนมี 2 ทาง โดยทางหนึ่งได้รับการสอดส่องดูแลเป็นอย่างดีแต่ประตูอีกฝั่งไม่ได้มีการควบคุมซึ่งบุคคลภายนอกที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ใช่แขกของโรงแรมสามารถเข้าใช้งานได้ เพราะทางเข้าบริเวณนี้อยู่ฝั่งด้านบริเวณงานบำรุงรักษาและอยู่ใกล้ลิฟต์ขึ้นลงจากชั้นล่างสุดทำให้บริเวณนี้เป็นจุดบกพร่องที่ทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยได้

รูปที่ 3.2 แสดงบรรยากาศภายในของสวนหลังคาของโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ

การกำหนดมุมมองได้มุมมองทั้งภายในและภายนอกของสวน เพราะอาคารโดยรอบของสวนเป็นอาคารที่ไม่น่าเกลียดและต้องการให้เห็นความงามเส้นขอบฟ้าของเมืองกรุงเทพฯ ประตูทางเข้าถึงกว้าง 2.50 เมตร เพียงพอต่อการเป็นทางเข้าสำหรับพื้นที่สาธารณะ ประตูทางเข้าที่เชื่อมระหว่างภายในอาคารและสวนหลังคาสามารถป้องกันน้ำฝนบนพื้นของสวนไม่ให้ไหลย้อนเข้าภายในอาคารด้วยการทำร่องน้ำกั้นระหว่างพื้นภายนอกและภายใน ร่องน้ำนี้เป็นร่องเปิดไม่มีฝาปิดอาจทำให้เดินสะดุด และมีร่องลึกเพียง 1 เซนติเมตร กว้าง 5 เซนติเมตร ไม่เพียงพอต่อการรองรับน้ำที่มาก ทำให้เวลาฝนตกหนักน้ำฝนจะไหลเข้าภายในอาคาร บริเวณประตูทางเข้าสวนด้านบนไม่มีกันสาดปกคลุม ทำให้ฝนสามารถสาดเข้าบริเวณประตูทางเข้าและน้ำไหลย้อนเข้าภายในอาคาร

3.1.1.2 ภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม

3.1.1.2.1) แสงแดด

เนื่องจากตัวอาคารส่วนที่เป็นอาคารสูง (Tower) อยู่ฝั่งทางด้านทิศใต้ในขณะที่สวนหลังคาอยู่ทางด้านทิศเหนือแต่สามารถได้รับแสงแดดจากทิศตะวันออกและตะวันตก ต้นพืชจึงสามารถได้รับแสงแดดได้เป็นอย่างดี มีการบรรเทาแสงแดดด้วยร่มเงาจากต้นไม้และศาลานั่งในบางจุด แต่พื้นที่สำหรับนั่งพักผ่อนที่ต้องการร่มเงามีเพียงบริเวณศาลาไทยซึ่งไม่เพียงพอ จึงมีการแก้ปัญหาด้วยการใช้เต๊นท์ผ้าใบช่วยสร้างร่มเงาแต่ทำให้ทัศนียภาพของพื้นที่ดูไม่เรียบร้อย พื้นค่อนข้างจ้าจากแสงแดด เพราะสัดส่วนที่เป็นพื้นที่ดาดแข็งมีมากกว่าพื้นที่นุ่มอยู่มาก

รูปที่ 3.3 แสดงการจัดวางตำแหน่งเต้นท์ผ้าใบที่ไม่เหมาะสมมีผลลบต่อทัศนียภาพโดยรวม (รูปซ้าย)
รูปที่ 3.4 แสดงพื้นกรวดล้างที่กว้างทำให้เกิดการจ้าจากแสงแดด (Glare) (รูปขวา)

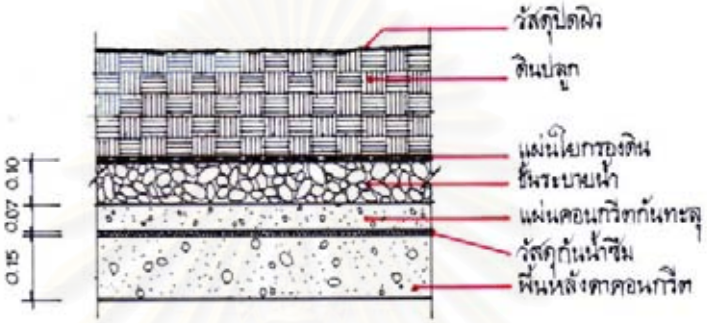
3.1.1.2.2) ลม

มีการป้องกันแรงลมที่สร้างความรำคาญให้แก่ผู้ใช้สวนโดยการใช้แผงกันลมด้วยกำแพงคอนกรีตสูง 1.50 เมตร สถาปนิกได้ออกแบบหันด้านแคบของตัวอาคารสูง (Tower) โรงแรมแกนด์ ไฮแอท เอราวัณ อยู่แนวเดียวกับทิศทางลม ทำให้ลมสามารถผ่านได้ไม่เกิดการกั้นทิศทางลมมากเกินไปจึงไม่ก่อให้เกิดลมแรงมากในบริเวณสวนหลังคา

3.1.1.3 หลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย

เนื่องจากเทศบัญญัติของกรุงเทพมหานครยังไม่มีข้อกำหนดความสูงของต้นไม้เป็นความสูงที่ถูกควบคุมสำหรับงานสวนหลังคา การออกแบบจึงไม่ได้คำนึงถึงความสูงของต้นไม้ในแง่หลักเทศบัญญัติ ส่วนการป้องกันการพลัดตกจากอาคารได้ออกแบบกำแพงกันตกเป็นคอนกรีตทึบไว้ที่ความสูง 1.50 เมตรล้อมรอบสวน

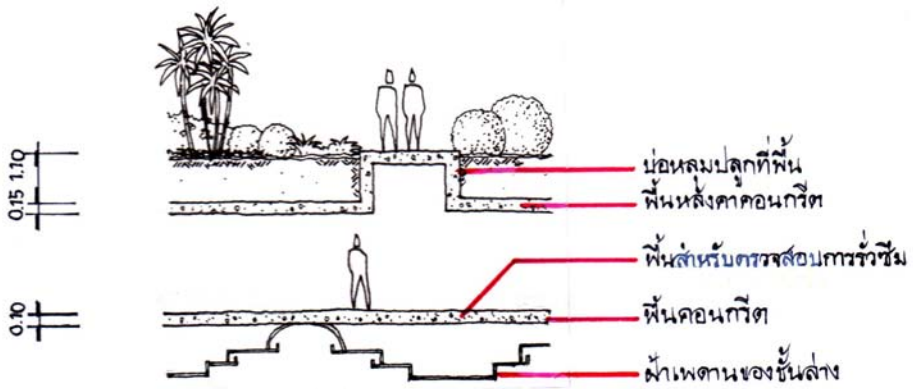
3.1.2 ลักษณะทางกายภาพด้านการก่อสร้างสวนหลังคา



รูปที่ 3.5 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคาของอาคารโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ

3.1.2.1 พื้นหลังคา

พื้นของอาคารโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณส่วนใหญ่ใช้พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กแบบระบบแรงดึง (Post-tension) ยกเว้นพื้นหลังคา (Roof slab) ที่ใช้รองรับสวนหลังคาใช้คอนกรีตหล่อกับที่ (site-cast concrete) ที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforce concrete) ประเภทเสาและคาน (RC. Post & Lintel) โดยมีแนวทางคือ พื้นหลังคาได้รับการออกแบบให้มีคานขนาดใหญ่และมีความลึกมากเพื่อการรองรับน้ำหนักที่ดี ก่อนการออกแบบสวนหลังคา ผู้ออกแบบสวนได้รับข้อมูลจากวิศวกรโครงสร้างและสถาปนิกก่อนว่าพื้นหลังคาสำหรับทำสวนหลังคาสามารถรับน้ำหนักได้มากถึง 1200 กิโลกรัมต่อตารางเมตรซึ่งเป็นการเผื่อการรับน้ำหนักไว้มาก การออกแบบจึงไม่ต้องกังวลเรื่องการรับน้ำหนักมากนัก ส่วนต้นพืชที่เป็นต้นไม้ใหญ่ เช่น ต้นมะพร้าว ต้นปาล์ม ได้ออกแบบให้ตั้งตรงตำแหน่งหัวเสาของพื้นทุกต้น ความแตกต่างที่น่าสนใจสำหรับงานสวนหลังคาของโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณที่ไม่เหมือนที่อื่น คือ การทำพื้นรองรับน้ำที่อาจรั่วซึมลงมาจากพื้นสวน เพิ่มอีกชั้นหนึ่งเป็นชั้นอยู่ข้างใต้ของพื้นสวนหลังคา โดยมีความสูงเพียงให้คนสามารถเข้าไปทำการตรวจสอบได้ ที่ทำเช่นนี้เพราะพื้นชั้นด้านล่างเป็นส่วนโถงต้อนรับ (Lobby hall) จึงต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างสูงต่อการป้องกันน้ำรั่วซึม



รูปที่ 3.6 แสดงการเพิ่มโครงสร้างพื้นคอนกรีตอีกชั้นเป็นชั้นสำหรับ
งานบำรุงรักษาด้านล่างของสวนหลังคาของโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ

3.1.2.2 **วัสดุกันน้ำซึม**

วัสดุกันน้ำซึมของสวนหลังคาใช้ 2 แบบคือ แบบเหลว (Fluid-applied membranes) ด้วยวิธีทาและปูทับอีกชั้นด้วยวัสดุกันน้ำซึม แบบแผ่น (Single-ply roof membrane) ปูทั่วพื้นที่ของหลังคาที่ใช้ทำสวนทั้งส่วนพื้นนุ่มและพื้นดาดแข็ง เหตุที่ต้องปูวัสดุกันน้ำซึมสองชั้นเนื่องจากทางโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณต้องการให้สามารถป้องกันการซึมของน้ำลงสู่พื้นชั้นล่างมีประสิทธิภาพสูง

3.1.2.3 **แผ่นกันทะลุ**

การออกแบบสวนหลังคาของโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ ไม่มีการใช้แผ่นกันทะลุ

3.1.2.4 **ฉนวน**

การออกแบบสวนหลังคาของโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ ไม่มีการใช้ฉนวน

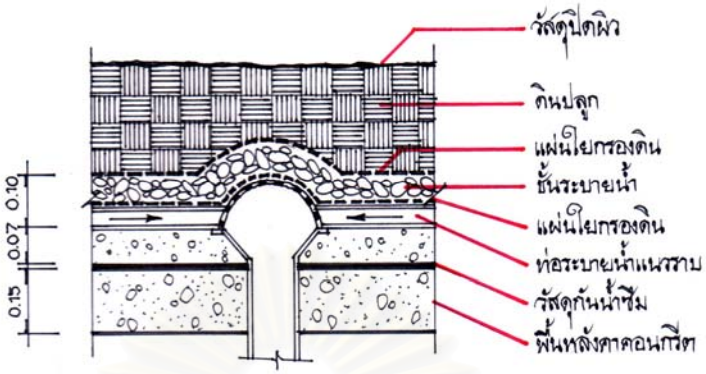
3.1.2.5 **แผ่นคอนกรีตกันทะลุ**

การออกแบบสวนหลังคาของโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ มีการใช้แผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete protection slab) หนา 7 เซนติเมตรเพื่อป้องกันวัสดุกันน้ำซึมจากความเสียหาย โดยแผ่นคอนกรีตกันทะลุนี้ได้ถูกฉาบแต่งให้มีความลาดเอียงเล็กน้อยเพื่อการระบายน้ำไหลมารวมสู่หัวท่อระบายน้ำ

3.1.2.6 **ระบบระบายน้ำ**

ระบบระบายน้ำใช้ท่อพลาสติกเจาะเป็นรูพรุนโดยรอบวางในแนวระนาบ (Lateral drain) ยาวตลอดแนวกระจายไปด้านข้างเป็นก้างปลา ปลายท่อเชื่อมต่อกับหัวท่อระบายน้ำแบบหัวโดม

ท่อถูกคลุมรอบด้วยแผ่นใยกรองดินเพื่อป้องกันผงดินหลุดเข้าไปในท่อระบายน้ำและเกิดการอุดตัน ได้วางตัวอยู่ใต้ชั้นระบายน้ำและใต้ดินปลูก



รูปที่ 3.7 แสดงรูปตัดท่อระบายน้ำด้านข้างแบบก้างปลา (Lateral drain)

ชั้นระบายน้ำ (The drainage Medium) ใช้วัสดุระบายน้ำด้วยหินกรวด และเศษอิฐเศษหิน ท่อระบายน้ำ (Drains) ภายในหลุมปลูกที่ใช้เป็นแบบโดม (Dome drain) พื้นทางเดินมีรางระบายน้ำเป็นร่องรางน้ำ (Gutter)กว้าง 10 เซนติเมตร ร่องลึก 2.5 เซนติเมตร ขนานไปตามริมขอบทางเดิน เปิดโล่งไม่มีฝาตะแกรงปิดแต่ปิดผิวหน้าด้วยหินแม่น้ำโรยเต็มร่องตามรูปที่ 3.8 ปัญหาที่พบของงานระบายน้ำคือ เกิดน้ำรั่วของรอยเชื่อมระหว่างท่อน้ำและโครงสร้างพื้นคอนกรีตทำให้น้ำซึมลงมาสู่พื้นชั้นข้างล่างเป็นผลให้ท่อเกิดสนิมและโครงสร้างคอนกรีตบวมพอง และเนื่องจากร่องรางน้ำค่อนข้างตื้นทำให้หินแม่น้ำที่โรยปิดผิวหน้าของรางน้ำคอกรีตมักกระเด็นออกจากราง และเตะโดนเสมอ นอกจากนั้นทำให้การไหลของน้ำเมื่อเวลาฝนตกหนักมักไหลไม่ทัน

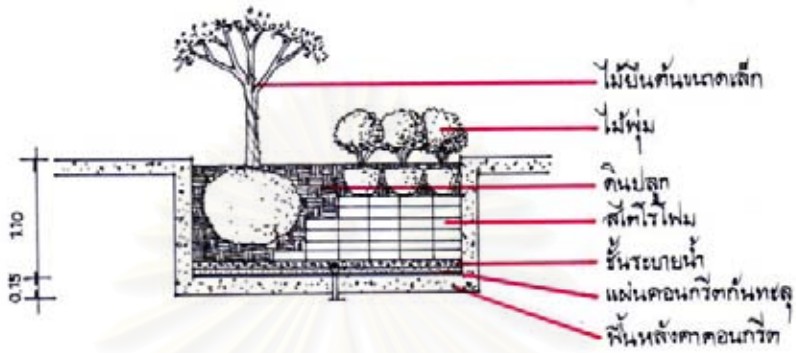
รูปที่ 3.8 แสดงร่องระบายน้ำตามขอบทางเดินของสวนหลังคา

3.1.2.7 **แผ่นใยกรองดิน**

แผ่นใยกรองดินที่ใช้เป็นผืนผ้าสีครีมที่เรียกว่า Geotextile มีคุณสมบัติที่บางเหมือนผ้ามีรูพรุนขนาดเล็กมาก สามารถม้วนทำการห่อคลุมท่อระบายน้ำได้ดี มีอายุการใช้งานยาวนานและราคาไม่สูงมากเกิน

3.1.2.8 **ดินปลูก**

ดินปลูกเป็นดินผสมด้วยเปลือกถั่วและขุยมะพร้าว และบางจุดที่หลุมปลูกมีความลึกมาก จะใช้สไตโรโฟมที่มีน้ำหนักเบาหนุนด้านล่างเพื่อมิให้ต้องเพิ่มดินมากเพราะหากเพิ่มดินมากจะเป็นการเพิ่มน้ำหนักให้กับการรับน้ำหนักของพื้นสวนหลังคา แต่บริเวณที่ใช้สไตโรโฟมหนุนจะเป็นพื้นที่ปลูกไม้พุ่ม ไม่ใช้สำหรับปลูกไม้ยืนต้นขนาดใหญ่



รูปที่ 3.9 แสดงการใช้สไตโรโฟมหนุนด้านล่างเพื่อช่วยลดการรับน้ำหนักของพื้นหลังคาจากดินปลูก

ปัญหาที่พบของดินปลูกของสวนหลังคาโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ คือขาดการบำรุงรักษาปรับปรุงสภาพที่ดีจากคนสวนด้วยการพรวนดินและเติมดิน ทำให้ดินเกิดการอัดตัวแน่น เกิดการยุบตัวส่งผลให้การระบายน้ำของดินปลูกไม่มีประสิทธิภาพ น้ำจึงขังอยู่ผิวดินในหลายจุดไม่ซึมลงด้านล่าง

3.1.2.9 **วัสดุปิดผิว**

วัสดุปิดผิวโรยผิวหน้าด้วยเศษขุยมะพร้าว และเศษใบไม้เช่น ใบต้นก้ามปู ใบมะขาม

3.1.3 **ลักษณะทางกายภาพด้านองค์ประกอบงานออกแบบ**

3.1.3.1 **พืชพันธุ์**

ลักษณะของการจัดพืชพันธุ์ในสวนเป็นสวนโปร่งด้วยต้นไม้ที่ไม่ทึบแน่นเกิน พืชพันธุ์ที่เลือกใช้มีทั้งไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ไม้คลุมดิน และไม้เลื้อย ซึ่งนิยมพืชที่ไม่ผลัดใบ (Evergreen) และเป็นพืชพันธุ์ที่ใบไม่เป็นแผ่นใหญ่เพราะปัญหาเรื่องแรงลมที่มีผลให้ใบแตกจึงใช้พืชที่มีใบละเอียดหรือเป็นแฉก ได้แก่ มะพร้าว ปาล์มพัด ลีลาวดี ไผ่เลี้ยง หลิว หมากเขียว จั๋งจีน เตยหอม เขียวหมื่นปี เป็นต้น การจัดวางตำแหน่งต้นไม้ใหญ่วางในตำแหน่งหัวเสาที่รองรับพื้นสวนเพื่อการถ่ายน้ำหนักที่ดีที่สุด ส่วนใหญ่พืชที่นำมาใช้เป็นพืชไม่มีผลจึงไม่มีปัญหาการร่วงของผลไม้ตกลงพื้น มีเพียงใบไม้ที่มีการร่วงอยู่เล็กน้อยซึ่งทำความสะอาดง่ายกว่า ต้นไม้ที่มีผลคือต้นมะพร้าวซึ่งนานวันจึงจะร่วง แต่ไม่ทำให้พื้นสกปรกและจัดวางในตำแหน่งที่ไม่เป็นอันตรายต่อแขกผู้ใช้สวน นอกจากนั้นมีการใช้

ประโยชน์จากต้นไม้ด้วยการใช้ต้นไม้ทั้งไม้ยืนต้นและไม้พุ่มเป็นตัวช่วยบังกำแพงคอนกรีตที่อยู่ด้านหลังซึ่งดูแข็งกระด้างไม่เป็นธรรมชาติไม่ให้เห็นชัดเจนเกินไป ปัญหาที่พบคือ ต้นมะพร้าวเมื่อโตขึ้นรากจะแตกแขนงมากขึ้นในขณะที่หลุมปลูกมีขนาดจำกัด ทำให้รากอัดตัวแน่นจึงพูนออกมาบริเวณโคนต้นดินจึงถูกยกขึ้นด้วย และเกิดการชะล้างของดินไปกับน้ำฝน

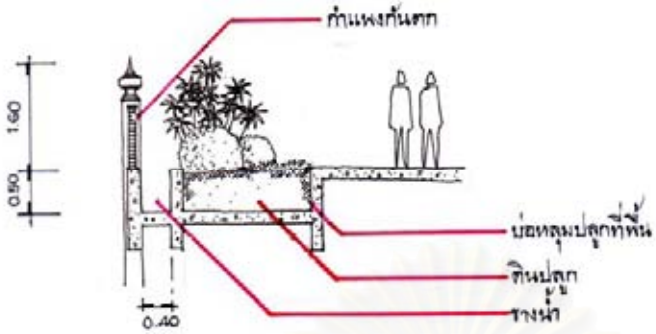
รูปที่ 3.10 แสดงพืชพันธุ์ของสวนหลังคา (รูปซ้าย)

รูปที่ 3.11 แสดงปัญหาของรากของต้นมะพร้าวเมื่อนานวันจะพูนล้นออกจากหลุมปลูก (รูปขวา)

3.1.3.2 กระบะต้นไม้

กระบะต้นไม้ที่เลือกใช้คือ กระถางก่อสูง (Raised planter) และบ่อหลุมปลูกที่พื้น (Depressed planter) มีแนวทางการออกแบบคือ การทำหลุมปลูกจะแยกโครงสร้างของผนังระหว่างผนังหลุมปลูกกับกำแพงกันตกด้านหน้า(Facade) ของตัวอาคารเพื่อการรับแรงที่แยกออกจากกันช่วยป้องกันน้ำซึมมาสู่กำแพงกันตกด้านหน้า (Facade) และสามารถแยกการถ่ายน้ำหนักแยกออกคนละส่วนกันคือ กำแพงหน้ากันตกด้านหน้า (Facade) ไม่ต้องรับน้ำหนักจากแรงอัดของดินและน้ำที่อยู่ในหลุมปลูก ป้องกันรากแทรกซึมต่อกำแพงกันตกด้านหน้า (Facade) บริเวณการแยกโครงสร้างทั้งสองส่วนนี้ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างโครงสร้างทั้งสอง จึงถูกทำหน้าที่ให้เป็นรางระบายน้ำไปในตัว นอกจากนั้นใช้สำหรับการเดินงานระบบต่างๆ เช่น สายไฟ ท่อน้ำ สำหรับวัสดุของกระถางก่อสูงนี้ (Raised planter) ได้ใช้ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กฉาบด้วยกรวดล้าง และบ่อหลุมปลูกที่พื้น (Depressed planter) ใช้เป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก ส่วนระบบระบายน้ำภายในกระบะต้นไม้ (Drainage) ออกแบบให้ชั้นล่างของท้องกระบะปลูกเป็นชั้นวัสดุกันน้ำซึม ถัดขึ้นมาเป็นแผ่นคอนกรีตกันทะลุ เพื่อวางเศษหิน เศษอิฐหักที่เป็นชั้นระบายน้ำคลุมด้วยแผ่นใยกรองดิน ถัดขึ้นมาเป็นดินปลูกที่ผสมขุยมะพร้าว ชั้นบนสุดคือ เศษใบไม้ ขุยมะพร้าวโรยผิวหน้าดินปลูก สำหรับปัญหาที่พบคือ ขอบด้านในของหลุมปลูกได้รับการฉาบกรวดล้างปิดผิวต่ำลงไปจากขอบบนเพียง 10 เซนติเมตร เมื่อดินเกิดการทรุดตัวจึงทำให้เห็นขอบในสุดจากการปิดผิวไม่ที่ไม่ลึกพอ

นอกจากนั้นมีการเพิ่มเติมต้นไม้ด้วยการปลูกลงในกระถางดินเผาทั่วไป เช่น กระถางมังกร กระถางพลาสติก ซึ่งดูไม่เข้ากับสวนที่ได้รับการออกแบบตั้งแต่ต้น



รูปที่ 3.12 แสดงรูปตัดและรูปซ้ายแสดงรางน้ำคอนกรีตทำหน้าที่แยกโครงสร้างพื้นสวนหลังคา (รูปซ้าย)
รูปที่ 3.13 แสดงกำแพงกันตกด้านหน้าของอาคารโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (รูปขวา)

รูปที่ 3.14 แสดงปัญหาการฉาบผิวที่ลงไปตื้นเกินเพียง10 เซนติเมตรทำให้เมื่อดินทรุดตัวจึงเห็นริมขอบของการฉาบที่ไม่สวยงาม (รูปล่าง)

3.1.3.3 **พื้นทางเดิน**

พื้นทางเดินที่ใช้เป็นพื้นวัสดุกรวดล้างโดยพื้นวางบนพื้นโครงสร้างคอนกรีต การฉาบกรวดล้างทั่วพื้นที่อาจมีการแตกลายงาของพื้นอันเกิดจากการขยายและหดตัวของพื้นเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงในช่วงกลางวันกับกลางคืนจึงออกแบบให้มีลวดลายจากหินทรายที่ปูสลับกับพื้นกรวดล้างเป็นช่วงๆ ซึ่งช่วงรอยต่อของกรวดล้างและหินทรายจะเว้นร่องเพื่อใช้ร่องนี้ช่วยการขยายและหดตัวของพื้นไม่ให้พื้นกรวดล้างแตกลายงา ส่วนปัญหาที่พบคือพื้นกรวดล้างที่มีอาณาบริเวณมากๆ เมื่อโดนแสงแดดมักจะจ้า (Glare) เข้าตาและเมื่อเวลาผ่านไปพื้นกรวดล้างมักถูกกัดเซาะโดยน้ำฝนและแดดจึงมักจะคมบาดเท้า

รูปที่ 3.15 แสดงการใช้หินทรายเป็นตัวป้องกันการแตกลายงาของพื้นและให้มีลวดลาย

3.1.3.4 งานแสงสว่าง

งานแสงสว่างใช้ไฟส่องสว่างที่ใช้เป็นแบบเสาสูง 2.50 เมตร แบบเสาสูง 1.00 เมตร และไฟกิ่งติดที่ลำต้นของต้นมะพร้าว และใช้โครงเสาไฟโลหะยึดกับแท่นคอนกรีตสี่เหลี่ยมที่วางบนดินอัดแน่น ส่วนสายไฟจะทำการเดินสายบริเวณช่องที่ทำหน้าที่เป็นรางน้ำ ระหว่างกำแพงส่วนหน้า (Facade) กับผนังหลุมปลูกโดยรอบสวนจากนั้นจึงกระจายสายไฟโดยฝังไปตามดินปลูกเพื่อแยกไปตามจุดต่างๆที่ต้องการ ซึ่งทำให้ตรวจสอบซ่อมแซมทำได้ง่ายกว่า

รูปที่ 3.16 แสดงการยึดเสาไฟส่องสว่างของเสาระดับสูง ระดับกลาง และไฟยึดที่ลำต้นมะพร้าว (จากรูปซ้ายมาขวาตามลำดับ)

3.1.3.5 งานประติมากรรม

ไม่มีงานประติมากรรมในสวนหลังคาของโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ

3.1.3.6 บ่อน้ำ

บ่อน้ำ มีความลึก 80 เซนติเมตร ผนังภายในบ่อทาสีดำเพื่อให้เกิดความรู้สึกที่ดูลึก น้ำมีการไหลเวียนด้วยระบบปั๊มน้ำ (pump water) และมีถังไส้กรองเพื่อกรองน้ำ ใต้บ่อน้ำได้รับการทาด้วยวัสดุกันน้ำซึมทั่วผนังภายในบ่อน้ำ

รูปที่ 3.17 แสดงบ่อน้ำของสวนหลังคาโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณที่ใช้สีดำเพื่อสร้างความรู้สึกที่ดูลึกกว่าความเป็นจริง

3.1.3.7 สาธารณูปโภค

มีห้องสำหรับควบคุมงานระบบต่างๆในห้องเดียวสามารถควบคุมงานระบบทั้งหมดภายในพื้นที่สวนได้แก่ งานไฟภายนอก อุปกรณ์ด้านเสียง มอเตอร์งานน้ำพุ อุปกรณ์ไฟฟ้า มีสวิทช์ จุดพ่วงสายโทรศัพท์ (Convenient jacks) กล่องชุมทางไฟฟ้า (Junction boxes) สำหรับรวมสายไฟฟ้าเป็นจุดเดียวเพื่อง่ายต่อการซ่อมแซมและบำรุงรักษา การเดินสายสำหรับรองรับอุปกรณ์เหล่านี้จะทำการเดินสายบริเวณช่องที่ทำหน้าที่เป็นรางน้ำระหว่างกำแพงส่วนหน้า (Facade) กับผนังหลุมปลูกโดยรอบสวนซึ่งทำให้การตรวจสอบซ่อมแซมทำได้ง่ายกว่า จากนั้นจึงกระจายสายไฟโดยฝังไปตามชั้นของดินปลูกเพื่อแยกไปตามจุดต่างๆที่ต้องการ โดยการเดินสายไฟของงานไฟส่องสว่างจะมีลักษณะเหมือนเช่นเดียวกันนี้

3.1.4 การบำรุงรักษา

สวนหลังคาบนอาคารโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ ได้รับการดูแลบำรุงรักษาจากผู้รับเหมางานสวนเป็นเวลา1 ปี ต้นพืชที่นำมาปลูกได้มาจากหลายแหล่ง ซึ่งการบำรุงรักษาในช่วงปีแรกนี้ต้องดูแลมากเป็นพิเศษเพื่อให้คงมีชีวิตได้ยาวนานและเป็นช่วงที่ต้นพืชมีการปรับสภาพจึงเป็นช่วงที่มีความสำคัญมากที่สุด การบำรุงรักษาใช้แรงงานคนเป็นหลัก

3.1.4.1 ระบบชลประทาน

ระบบชลประทานหรือการให้น้ำแก่พืชจะให้วันละครั้งในช่วงเช้า ระบบที่ใช้มี 3 ระบบคือ การฉีดน้ำด้วยสายยางโดยคนสวน ใช้ในบริเวณที่เป็นต้นไม้หลายประเภทที่อยู่เป็นกอหนาแน่น ระบบชลประทานแบบสปริงเกลอร์ (Sprinkler irrigation) ใช้ในบริเวณที่เป็นสนามหญ้าและต้นไม้ไม่หนาแน่นมาก ควบคุมเปิดปิดวาล์วด้วยคนสวน การวางท่อน้ำวางแนวใต้ดินปลูก และระบบชลประทานแบบน้ำหยด (Drip irrigation) ใช้ในบริเวณที่เป็นกระถางเล็กๆที่เข้าถึงยากหรือกระบะต้นไม้ใหญ่ที่วางตัวเป็นจุดๆ การควบคุมระบบชลประทานเปิดปิดวาล์วด้วยคนสวน การวางท่อน้ำวางแนวใต้ดินปลูก ปัญหาที่พบคือ มีการป้องกันการเดินเตะหรือการชนของเครื่องมือต่างๆกับหัวท่อสปริงเกลอร์ จึงล้อมด้วยท่อพีวีซีสีฟ้าโผล่อยู่ทำให้ดูไม่สวยงามและการเดินระบบท่อน้ำที่ตื้นมากคือต่ำกว่าขอบกระบะปลูกเพียง 10 เซนติเมตร เมื่อนานวันดินเริ่มอัดตัวแน่นเกิดการยุบตัวลงประกอบกับไม่ได้รับการเติมดินจึงเห็นแนวท่อน้ำโผล่ออกมาเหนือดินปลูก

รูปที่ 3.18 แสดงหัวท่อสปริงเกลอร์ล้อมด้วยท่อพีวีซีสีฟ้าโผล่ออกมาดูไม่เรียบร้อย

3.1.4.2 **การสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน**

ใช้วิธีการพรวนดิน ใส่ปุ๋ย เติมดินปลูกที่น้อยลงอันเกิดจากการยุบตัวของดินและการถูกชะล้างออกไป ดินปลูกเป็นดินผสมด้วยขุยมะพร้าวและโรยด้วยเศษใบไม้ ขุยมะพร้าว การสร้างความสมบูรณ์แก่ดินนี้ใช้เวลากระทำทุกๆสามเดือน

3.1.4.3 **งานบำรุงรักษาด้านอื่น ๆ**

ได้แก่ การตัดแต่งหญ้าในสนามหญ้า การตัดแต่งเล็มใบพืชซึ่งจะตัดแต่งเฉพาะในส่วนพืชที่อยู่แถวหน้า ส่วนด้านหลังจะปล่อยทิ้งไว้เพื่อให้พืชขึ้นอย่างหนาแน่นดูเป็นธรรมชาติและปกปิดบังส่วนกำแพงที่เป็นคอนกรีตอยู่ด้านหลัง มีการตัดแต่งราก การควบคุมวัชพืชและสัตว์รบกวนด้วยการดึงต้นวัชพืชออก มีการทำความสะอาดทั้งผลและใบพืช และอุปกรณ์ต่างๆเช่น ม้านั่ง ป้าย ถังขยะ รวมถึงบ่อน้ำ สระน้ำ พื้นทางเดิน โดยเจ้าหน้าที่คนสวน ส่วนปัญหาที่พบคือ ต้นมะพร้าวมิได้ตัดแต่งรากตั้งแต่ต้นทำให้รากเกิดการพูนขึ้นมาล้นหลุมปลูก

3.1.4.4 **ศูนย์กลางงานบำรุงรักษา**

บริเวณนี้ใช้สำหรับเป็นพื้นที่เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เช่น กระถางต้นไม้ ถังบรรจุปุ๋ย ดินผสม ทราย และอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ดูแลสวน รวมทั้งถังเก็บขยะชั่วคราว ศูนย์กลางงานบำรุงรักษานี้ใช้พื้นที่ภายในของอาคารที่อยู่ชั้นเดียวกับชั้นของสวนหลังคาและมีห้องพักผ่อนคนสวนภายในอาคารที่อยู่ใกล้กับสวนหลังคา มีโรงเรือนอนุบาลเพื่อเพาะเลี้ยงต้นพืชไว้สำหรับทดแทนต้นพืชที่ตายไปหรือการปลูกเพิ่มเติม โดยโรงเรือนนี้จะใช้ผนังเป็นระแนงไม้ไขว้เฉียงทาสีเขียวมีหลังคากระเบื้องลอนปกคลุมด้วยไม้เลื้อยทำให้ดูกลมกลืนกับสภาพโดยรอบไม่ดูน่าเกลียดและเพื่อให้มุมมองจากด้านบนมองลงมายังสวนดูกลมกลืนไม่เห็นเป็นหลังคากระเบื้องลอน พื้นที่นี้จะจัดวางในตำแหน่งที่ไม่รบกวนการใช้สอยอื่นแต่มีบางจุดที่ปะปนกันเล็กน้อยแต่ไม่เป็นการรบกวนมากเพราะบริเวณนั้นเป็นเพียงทางเดินเส้นทางรองของสวนหลังคา

รูปที่ 3.19 แสดงโรงเรือนอนุบาลเพื่อเพาะเลี้ยงต้นอ่อนของพืช (รูปซ้าย)

รูปที่ 3.20 แสดงภายในโรงเรือนอนุบาล (รูปขวา)

3.2 สวนหลังคาโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท

เจ้าของโครงการ : โรงแรมเชอราตัน

ที่ตั้ง : ถนนสุขุมวิท 12 จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ขนาดพื้นที่ประมาณ : 1,800 ตารางเมตร

ช่วงเวลาก่อสร้างสวน : พ.ศ. 2538-2539

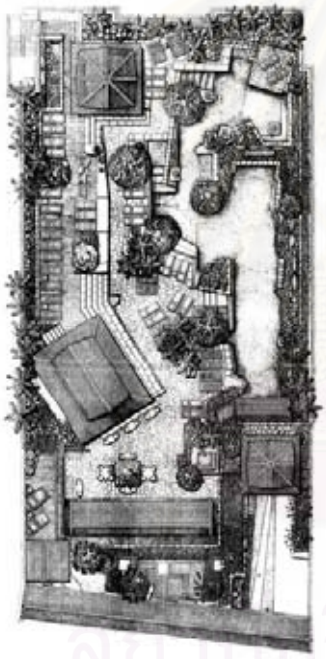
ภูมิสถาปนิก : บริษัท เบนซ์เล่ย์ ดีไซน์ สตูดิโอ จำกัด

ออกแบบโดย : คุณเขมวดี เผ่าพันเลิศ (ผู้ให้สัมภาษณ์)

ที่ปรึกษาผู้รับเหมางานสวน : บริษัท เบนซ์เล่ย์ ดีไซน์ สตูดิโอ จำกัด

ดูแลโดย : คุณจิระชัย เร่งทอง (ผู้ให้สัมภาษณ์)

อาคารประกอบด้วย : อาคารสูง (Tower) จำนวน 1 อาคาร โดยมีส่วนฐานอาคาร (Podium) ซึ่งด้านบนฐานอาคารทำเป็นสวนหลังคา



รูปที่ 3.21 แสดงผังบริเวณสวนหลังคา (รูปซ้าย)

รูปที่ 3.22 แสดงอาคารของโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (รูปขวา)

รูปที่ 3.23 แสดงรูปตัดสวนหลังคาของโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (รูปล่าง)

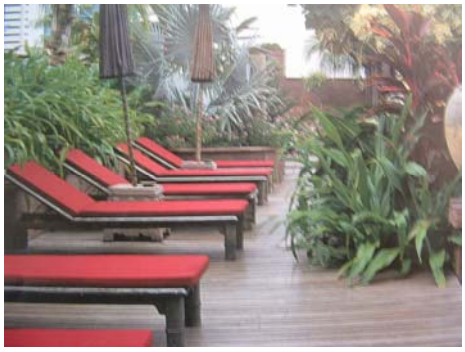
3.2.1 ลักษณะทางกายภาพด้านพื้นที่

3.2.1.1 การใช้สอยของสวน

ลักษณะสวนจัดให้มีพื้นที่พักผ่อนแบบสงบ เช่น ที่นั่ง ที่นอนพักผ่อน และพื้นที่พักผ่อนแบบออกกำลัง เช่น สระว่ายน้ำ แยกจากกันด้วยวิธีการเล่นระดับความสูงของพื้นสวนที่ต่างกัน 1.00 เมตร และการใช้วัสดุพื้นที่แตกต่างกัน เช่น พื้นหินทราย พื้นระแนงไม้ และการใช้ศาลาไทยเป็นตัวช่วยกำหนดขอบเขตการใช้พื้นที่สำหรับอ่างน้ำจากุชชี และพื้นที่บาร์เครื่องดื่ม ทำให้เกิดความแปลกใหม่ของการผสมผสานสถาปัตยกรรมตะวันออกกับวัฒนธรรมตะวันตก พื้นสวนมีทั้งพื้นดาดแข็งและพื้นนุ่ม สวนเป็นลักษณะสวนประเภทส่วนตัวที่ห้ามบุคคลภายนอกเข้าโดยมีเจ้าหน้าที่และพนักงานต้อนรับคอยสอดส่องดูแลความปลอดภัยบริเวณทางเข้าและบริเวณพื้นที่สวน

รูปที่ 3.24 แสดงภายในสวนหลังคาโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท

เนื่องจากพื้นที่สวนมีขนาดเล็กการออกแบบจึงเล่นระดับของพื้นเพื่อเป็นการเพิ่มมุมมองให้มากขึ้นกับสวน การกำหนดมุมมองเน้นมุมมองเฉพาะภายในของสวนเท่านั้นด้วยการใช้ต้นไม้ของสวนพื้นนุ่มที่ออกแบบให้หนาแน่นมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ เพื่อปกปิดทัศนียภาพโดยรอบของสวนที่ไม่สวยงามจากอาคารพาณิชย์เก่าและเป็นการป้องกันแสงแดดสร้างความร่มรื่นให้กับพื้นที่สวน ประตูทางเข้ากว้าง 2.50 เมตร เพียงพอต่อการเป็นทางเข้าสำหรับพื้นที่สาธารณะ ประตูทางเข้าที่เชื่อมระหว่างภายในอาคารและสวนหลังคาสามารถป้องกันน้ำฝนบนพื้นของสวนไม่ให้ไหลย้อนเข้าภายในอาคารด้วยมีการทำรางน้ำขวางก่อนถึงประตูทางเข้าอาคารและขอบด้านบนอาคารยื่นออกห่างประตู 5.00 เมตร ป้องกันฝนสาดเข้าประตูทางเข้า ทางเข้าส่วนบำรุงรักษาแยกอีกส่วนเฉพาะสำหรับการบำรุงรักษา ดูมิดชิดไม่น่าเกลียด มีการทำพื้นลดหลั่นภายในสวนหลังคาโดยมีทางลาด (Ramp) เพื่อรองรับเก้าอี้ล้อ (Wheel-chair) ปัญหาที่พบเนื่องจากการออกแบบให้มีลักษณะของสวนเป็นสวนเมืองร้อนที่มีต้นไม้หนาทึบมีมิติลึกเข้าไปส่งผลให้เกิดซอกมุมมากมายยากต่อการมองเห็นพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งหากเกิดอันตรายอาจไม่สามารถสอดส่องดูแลได้ทั่วถึง



รูปที่ 3.25 แสดงการแยกพื้นที่การใช้สอยด้วยการทำศาลาไทยครอบบริเวณอ่างอาบน้ำจากุชชี (รูปซ้าย)
รูปที่ 3.26 แสดงการใช้พื้นไม้ระแนงบริเวณที่นอนพักผ่อนแยกจากพื้นหินทรายที่เป็นบริเวณสระว่ายน้ำ (รูปขวา)

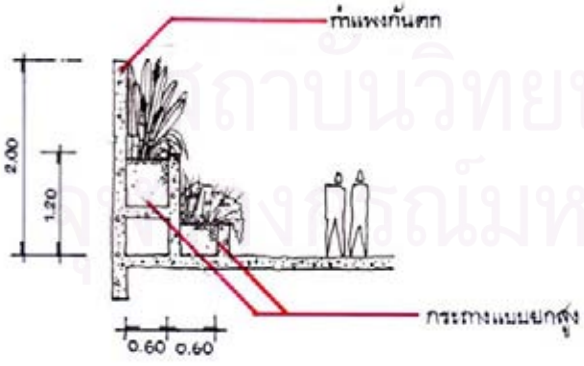
3.2.1.2 ภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม

3.2.1.2.1) แสงแดด

เนื่องจากสวนอยู่ทางด้านทิศใต้ ต้นไม้จึงสามารถได้รับแสงแดดได้เป็นอย่างดี แต่พื้นที่การใช้สอยได้รับความร้อนจากแสงแดดตลอดทั้งวัน จึงต้องบรรเทาแสงแดดด้วยร่มเงาจากต้นไม้และศาลานั่ง การลดแสงจ้า (Glare) ด้วยการใช้ไม้พุ่ม ไม้ยืนต้นปลูกอย่างหนาแน่น

3.2.1.2.2) ลม

มีการใช้แผงกันลมเป็นกำแพงคอนกรีตสูง 2.00 เมตรโดยรอบพื้นที่ทุกด้านเพื่อป้องกันแรงลมบนอาคารและปกปิดมุมมองภายนอกสวนที่ไม่สวยงาม กำแพงคอนกรีตออกแบบทำเป็นบ่อปลูกหลายยกระดับเป็นขั้นบันไดทำให้สามารถปลูกต้นไม้เป็นขั้นบันไดได้หลายระดับ ปัญหาที่พบคือต้นไม้ที่มีใบใหญ่ที่สูงเกินความสูงกำแพงกันลม เช่น กล้วยพัด เกิดใบแตกเป็นเส้นเล็กๆจากการโต้ลม

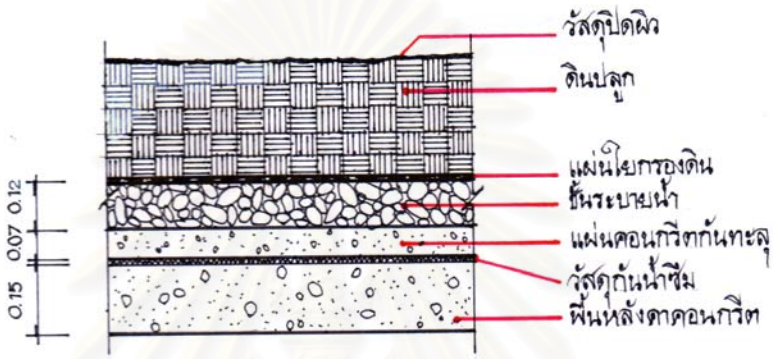


รูปที่ 3.27 แสดงรูปตัดกำแพงคอนกรีตทำเป็นบ่อปลูกขั้นบันได (รูปซ้าย)
รูปที่ 3.28 แสดงรูปถ่ายจริงกำแพงคอนกรีตทำเป็นบ่อปลูกขั้นบันได (รูปขวา)

3.2.1.3 หลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย

เนื่องจากเทศบัญญัติของกรุงเทพมหานครยังไม่มีข้อกำหนดความสูงของต้นไม้เป็นความสูงที่ถูกควบคุมสำหรับงานสวนหลังคา การออกแบบจึงไม่ได้คำนึงถึงความสูงของต้นไม้ในแง่หลักเทศบัญญัติ ส่วนการป้องกันการพลัดตกจากอาคารได้ออกแบบกำแพงกันตกเป็นคอนกรีตทึบไว้ที่ความสูง 2.00 เมตรล้อมรอบสวน

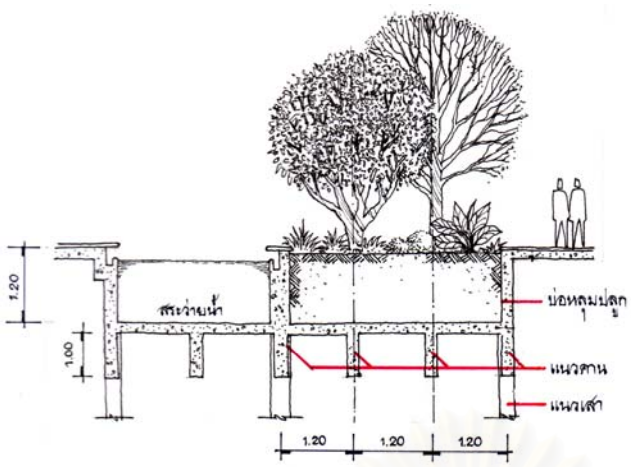
3.2.2 ลักษณะทางกายภาพด้านการก่อสร้างสวนหลังคา



รูปที่ 3.29 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคาของอาคารโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท

3.2.2.1 พื้นหลังคา

พื้นของอาคารโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท ส่วนใหญ่ใช้พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กแบบระบบพื้นไร้คาน (Flat slab) ยกเว้นพื้นหลังคา (Roof slab) ที่ใช้รองรับสวนหลังคาใช้คอนกรีตหล่อกับที่ (Site-case concrete) ที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforce concrete) ประเภทเสาและคาน (RC. Post & Lintel) โดยมีแนวทางคือ พื้นหลังคาได้รับการออกแบบให้มีคานขนาดใหญ่และมีความลึกมากเพื่อการรองรับน้ำหนักของต้นไม้ขนาดใหญ่และขนาดกลางซึ่งถูกจัดตั้งตรงตำแหน่งแนวคานของโครงสร้างพื้น โดยเฉพาะบริเวณสระว่ายน้ำจะมีคานวางตัวถี่มากที่สุด ก่อนการออกแบบสวนหลังคา ผู้ออกแบบสวนได้รับข้อมูลจากวิศวกรโครงสร้างและสถาปนิกก่อนว่าพื้นหลังคาสำหรับทำสวนหลังคาสามารถรับน้ำหนักได้มากถึง 1300 กิโลกรัมต่อตารางเมตรซึ่งเป็นการเผื่อการรับน้ำหนักไว้มาก การออกแบบจึงไม่ต้องกังวลเรื่องการรับน้ำหนักมากเท่าที่ควร ปัญหาที่พบคือ มีน้ำรั่วซึมบริเวณโครงสร้างพื้นและคานบริเวณรอยเชื่อมของช่องท่อ เนื่องจากมีการเจาะรูเพื่อเดินท่อเพิ่มเติมหลังจากการก่อสร้างพื้นอาคารเสร็จ แต่มีการอุดกันน้ำซึมไม่ดีพอทำให้ท่อโลหะโดนน้ำเกิดเป็นสนิมและผิวคอนกรีตบวมขึ้น



รูปที่ 3.30 แสดงรูปตัดหลุมปลูกคอนกรีตที่จัดวางต้นไม้ใหญ่ในแนวคาน (รูปซ้าย)
รูปที่ 3.31 แสดงท้องพื้นสวนหลังคาที่มีคานค่อนข้างถี่ในระบบเสาและคาน (รูปขวา)

3.2.2.2 วัสดุกันน้ำซึม

วัสดุกันน้ำซึม (Waterproof membranes) ของสวนหลังคาใช้แบบแผ่น (Single-ply roof membrane) ปูทั่วพื้นที่ของหลังคาที่ใช้ทำสวนทั้งส่วนพื้นนุ่ม (Softscape) และพื้นดาดแข็ง (Hardscape)

3.2.2.3 แผ่นกันทะลุ

การออกแบบสวนหลังคาของโรงแรมเซอราตัน แกรนด์ สุขุมวิทไม่มีการใช้แผ่นกันทะลุ

3.2.2.4 ฉนวน

การออกแบบสวนหลังคาของโรงแรมเซอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท ไม่มีการใช้ฉนวน

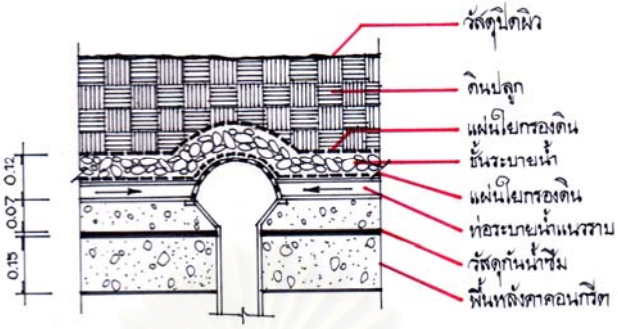
3.2.2.5 แผ่นคอนกรีตกันทะลุ

การออกแบบสวนหลังคาของโรงแรมเซอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท มีการใช้แผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete protection slab) หนา 7 เซนติเมตรเพื่อป้องกันวัสดุกันน้ำซึมจากความเสียหาย โดยแผ่นคอนกรีตกันทะลุนี้ได้ถูกฉาบแต่งให้มีความลาดเอียงเล็กน้อยเพื่อการระบายน้ำไหลมารวมสู่หัวท่อระบายน้ำ

3.2.2.6 ระบบระบายน้ำ

ระบบระบายน้ำใช้ท่อพลาสติกเจาะเป็นรูพรุนโดยรอบวางในแนวราบ (Lateral drain) ยาวตลอดแนวกระจายไปด้านข้างเป็นก้างปลา ปลายท่อเชื่อมต่อกับหัวท่อระบายน้ำแบบหัวโดม ท่อ

ถูกคลุมรอบด้วยแผ่นใยกรองดินเพื่อป้องกันผงดินหลุดเข้าไปในท่อระบายน้ำและเกิดการอุดตันได้ วางตัวอยู่ใต้ชั้นระบายน้ำและใต้ดินปลูก



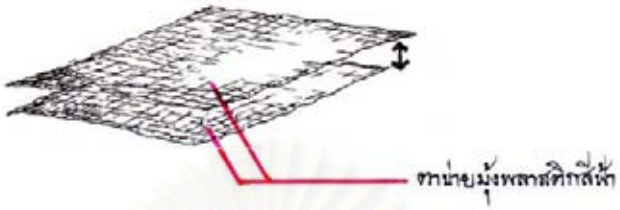
รูปที่ 3.32 แสดงรูปตัดท่อระบายน้ำแนวราบด้านข้างแบบก้างปลา (Lateral drain)

ชั้นระบายน้ำ (The drainage Medium) ใช้วัสดุระบายน้ำด้วยหินกรวด และเศษอิฐเศษหิน ท่อระบายน้ำ (Drains) ภายในหลุมปลูกที่ใช้เป็นแบบโดม (Dome drain) พื้นทางเดินมีรางระบายน้ำเป็นร่องรางน้ำ (Gutter) กว้าง 15 เซนติเมตร ร่องลึก 2.5 เซนติเมตร ขนานไปตามริมขอบทางเดิน เปิดโล่งไม่มีฝาตะแกรงปิดแต่ปิดผิวหน้าด้วยหินแม่น้ำโรยเต็มร่องตามรูปที่ 3.33 ช่องระบายน้ำที่พื้น (Floor drain) ใช้หัวแบบแบนราบ (flat-topped drain) ปัญหาที่พบของงานระบายน้ำคือ เกิดน้ำรั่วของรอยเชื่อมระหว่างท่อน้ำและโครงสร้างพื้นคอนกรีตทำให้น้ำซึมลงมาสู่พื้นชั้นข้างล่างเป็นผลให้ท่อเกิดสนิมและโครงสร้างคอนกรีตบวมพอง และเนื่องจากร่องรางน้ำค่อนข้างตื้นทำให้หินแม่น้ำที่โรยปิดผิวหน้าของรางน้ำคอกรีตมักกระเด็นออกจากรางและเตะโดนเสมอ นอกจากนั้นทำให้การไหลของน้ำเมื่อเวลาฝนตกหนักมักไหลไม่ทัน

รูปที่ 3.33 แสดงรางระบายน้ำคอนกรีตแบบเปิดโรยปิดด้วยหินแม่น้ำ (รูปซ้าย)
รูปที่ 3.34 แสดงน้ำรั่วซึมบริเวณท่อน้ำส่งผลให้ท่อเป็นสนิมและผิวคอนกรีตบวม (รูปขวา)

3.2.2.7 **แผ่นใยกรองดิน**

แผ่นใยกรองดินที่ใช้เป็นตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกสีฟ้าใช้ซ้อนกัน 2 ชั้นเพื่อป้องกันมิให้ดินไหลผ่านได้หากไหลออกมาได้จะยังคงมีอีกชั้นกั้นไว้ มีคุณสมบัติเป็นตาข่าย สามารถม้วนทำการห่อคลุมท่อระบายน้ำได้ มีอายุการใช้งานยาวนานและราคาถูก



รูปที่ 3.35 แสดงแผ่นใยกรองดินที่ใช้ตาข่ายมุ้งลวดซ้อนกันสองชั้น

3.2.2.8 **ดินปลูก**

ดินปลูกเป็นดินผสมด้วยเปลือกถั่วและขุยมะพร้าว

3.2.2.9 **วัสดุปิดผิว**

วัสดุปิดผิวโรยผิวหน้าด้วยเศษขุยมะพร้าว และเศษใบไม้เช่น ใบต้นก้ามปู ใบมะขาม

3.2.3 **ลักษณะทางกายภาพด้านองค์ประกอบงานออกแบบ**

3.2.3.1 **พืชพันธุ์**

ลักษณะของการจัดพืชพันธุ์ในสวนเป็นสวนป่าเมืองร้อนที่มีต้นไม้แน่นทึบ พืชที่ใช้จึงเป็นพืชเมืองร้อนและเน้นที่มีใบใหญ่ การจัดวางต้นไม้ให้มีระดับสูงต่ำที่แตกต่างสลับกันไปเพื่อเป็นการสร้างทัศนียภาพภายในมีมิติ ดูลึกลับ แล้วยังเป็นการปกปิดทัศนียภาพภายนอกที่ไม่สวยงาม พืชที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นพืชไม่ผลัดใบ (Evergreen) มีทั้งไม้แดดและไม้ในร่ม ทำให้ต้องวางแผนการวางตำแหน่งต้นไม้โดยในช่วงแรกจะใช้ไม้แดดมากกว่าไม้ในร่ม เมื่อไม้แดดเริ่มโตจึงทำการแทรกไม้ในร่มเพิ่มเติมและปรับเปลี่ยนเอาไม้แดดออกบ้าง โดยไม้แดดที่ใช้ เช่น โกสน ลั่นทม บอนกระดาด เฟื่องฟ้า บานบุรี กล้วยพัด เป็นต้น ส่วนไม้ร่ม เช่น ฟิโลใบมะละกอ เฮลิโคเนีย ขิงแดง หมากผู้ หมากเมีย ออมเงินออมทอง แพงพวยฝรั่ง เฟิร์นข้าหลวง บอนกระดาด ซิกก้า เป็นต้น ด้านโครงสร้างพื้นรองรับสวนได้รับการออกแบบที่เผื่อการรับน้ำหนักไว้มากพอ การจัดวางต้นไม้ใหญ่จึงสามารถมีจำนวนมากได้ และให้ตำแหน่งของต้นไม้ใหญ่สามารถอยู่ในตำแหน่งแนวพาดคานได้นอกเหนือจากตำแหน่งหัวเสาที่รองรับพื้น นอกจากนั้นมีการใช้ประโยชน์จากต้นไม้ด้วยการใช้ต้นไม้ ทั้งไม้ยืนต้นและไม้พุ่มเป็นตัวช่วยบังกำแพงคอนกรีตด้านหลังไม่ให้ดูแข็งกระด้าง

ปัญหาที่พบคือ ต้นไม้ที่มีใบเป็นแผ่นใหญ่ เช่น กล้วยพัดที่มีใบสูงเกินความสูงของกำแพงกันลม ส่งผลให้เกิดใบของกล้วยพัดแตกเป็นเส้นแฉกเล็กๆอันเกิดจากการปะทะกับลมบนอาคาร ทำให้ดูไม่สวยงาม

รูปที่ 3.36 แสดงความหลากหลายของการใช้พืชพันธุ์ (รูปซ้าย)
รูปที่ 3.37 แสดงต้นไม้ที่มีใบใหญ่ยื่นเลยกำแพงกันลมทำให้ปะทะลมส่งผลให้ใบแตกเป็นเส้นเล็กๆ (รูปขวา)

3.2.3.2 กระบะต้นไม้

กระบะต้นไม้ที่เลือกใช้คือ อ่างปลูก (Plant tub) กระถางก่อสูง (Raised planter) และบ่อหลุมปลูกที่พื้น (Depressed planter) มีแนวทางการออกแบบคือ ผนังกำแพงกันลมถูกใช้เป็นส่วนของผนังบ่อปลูกไปในตัวโดยใช้โครงสร้างคอนกรีตร่วมกัน วัสดุของอ่างปลูกใช้กระเบื้องดินเผา (terra-cotta) การทำบ่อหลุมปลูกใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับวัสดุของกระถางก่อสูง (Raised planter) ใช้ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กปูด้วยหินทราย ส่วนภายในกระบะต้นไม้ (Drainage) ออกแบบให้ชั้นล่างของท้องกระบะปลูกเป็นชั้นวัสดุกันน้ำซึม ถัดขึ้นมาเป็นแผ่นคอนกรีตกันทะลุเพื่อวางเศษหิน เศษอิฐหักที่เป็นชั้นระบายน้ำคลุมด้วยแผ่นใยกรองดิน ถัดขึ้นมาเป็นดินปลูกที่ผสมขุยมะพร้าว ชั้นบนสุดคือ เศษใบไม้ ขุยมะพร้าวโรยผิวหน้าดินปลูก

รูปที่ 3.38 แสดงกระบะต้นไม้และกระถางปลูกของสวนหลังคาของโรงแรมเซอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท

3.2.3.3 **พื้นทางเดิน**

พื้นทางเดินที่ใช้เป็นพื้นปูด้วยแผ่นหินทรายและพื้นไม้ระแนงตีชน โดยปูวางบนพื้นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ปัญหาที่พบคือ การใช้พื้นที่ไม้ระแนงต้องได้รับการดูแลรักษาเสมอ เพราะมักเกิดเป็นเสี้ยนไม้เมื่อใช้งานนานๆ และการปรับแนวลาดเอียง (Slope) ของพื้นไม่ดีพอ ทำให้เกิดเป็นหลุมที่น้ำสามารถขังได้ซึ่งพบเป็นช่วงๆของพื้น

3.2.3.4 **งานแสงสว่าง**

การออกแบบต้องการให้สวนมีลักษณะดูเป็นธรรมชาติไฟส่องสว่างที่ใช้จึงถูกออกแบบเพื่อหลบแนวสายตา โดยใช้ดวงโคมซ่อนปักไว้ที่ผิวดินเพื่อมองไม่เห็นดวงโคม ความสว่างส่องขึ้นเพื่อสร้างบรรยากาศที่สลัวลึกลับและดูสงบ การเดินสายไฟจะทำการเดินสายไฟซ่อนใต้ดินของกระบะปลูกและหลุมปลูก และเนื่องจากการทำงานที่ประสานกันตั้งแต่ต้นระหว่างสถาปนิก วิศวกรงานระบบ และภูมิสถาปนิก ทำให้สามารถวางแผนการออกแบบร่วมกันได้ จึงไม่มีปัญหาด้านการเดินสายไฟ

3.2.3.5 **งานประติมากรรม**

งานประติมากรรมที่เจ้าของโครงการต้องการคือ มีเอกลักษณ์ของความเป็นไทยดั้งเดิม การออกแบบจึงใช้ประติมากรรมที่เป็นหุ่นแกะสลักหินทรายในเอกลักษณ์ไทยขอม และเนื่องจากวิศวกรได้เผื่อการรับน้ำหนักของพื้นหลังคาไว้มากทำให้ปัญหาการถ่ายแรงสู่พื้นหลังคาไม่มีปัญหาประกอบกับวิศวกรโครงสร้างได้แจ้งแก่ภูมิสถาปนิกไว้ว่าพื้นหลังคาสามารถรับน้ำหนักได้เท่าใด ปัญหาที่พบคือ ประติมากรรมที่เป็นแผ่นหินทรายนูนสูงบางชิ้นมีขนาดใหญ่เกินเมื่อนำมาติดตั้งโดยมิได้คำนึงถึงการตกท้องช้างทำให้เกิดการแตกร้าวตรงกลางของแผ่นประติมากรรมพอดี

รูปที่ 3.39 แสดงประติมากรรมที่มาจากวัสดุหินทรายมีศิลปะแบบไทยขอม (รูปซ้าย)
รูปที่ 3.40 แสดงแผ่นประติมากรรมที่หักกลางเนื่องจากยึดกับกำแพงรับน้ำหนักไม่ดีพอ (รูปขวา)

3.2.3.6 บ่อน้ำ

มีแนวทางการทำบ่อน้ำลึก 40 เซนติเมตรปูภายในด้วยหินทราย น้ำมีการไหลเวียนด้วยระบบปั๊มน้ำ (pump water) และมีถังไส้กรองเพื่อกรองน้ำ ใต้บ่อน้ำได้รับการปูวัสดุกันน้ำซึมแบบแผ่นทั่วพื้นที่ สระว่ายน้ำใช้ระบบน้ำล้น (Overflow) รางรอบสระว่ายน้ำปิดด้วยตะแกรงที่โรยผิวหน้าคลุมด้วยหินแม่น้ำ มีเตียงพ่นน้ำ (Bubble Bed) ข้างสระว่ายน้ำเพื่อมีทางเลือกของการใช้สวนที่หลากหลาย

3.2.3.7 สาธารณูปโภค

มีห้องสำหรับควบคุมงานระบบต่างๆในห้องเดียวสามารถควบคุมงานระบบทั้งหมดภายในพื้นที่สวนได้แก่ งานไฟภายนอก อุปกรณ์ด้านเสียง มอเตอร์งานน้ำพุ อุปกรณ์ไฟฟ้า มีสวิทช์ จุดพ่วงสายโทรศัพท์ (Convenient jacks) กล่องชุมทางไฟฟ้า (Junction boxes) สำหรับรวมสายไฟฟ้าเป็นจุดเดียวเพื่อง่ายต่อการซ่อมแซมและบำรุงรักษา การเดินสายสำหรับรองรับอุปกรณ์เหล่านี้จะทำการเดินสายใต้ผิวดินปลูกจากนั้นจึงกระจายสายไฟเพื่อแยกไปตามจุดต่างๆที่ต้องการเช่นเดียวกับการเดินสายไฟของงานไฟส่องสว่าง

3.2.4 การบำรุงรักษา

สวนหลังคาบนอาคารโรงแรมเซอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท ได้รับการดูแลบำรุงรักษาจากผู้รับเหมางานสวนเป็นเวลา 1 ปี และมีการตรวจเช็คแก้ไขตลอดทุกหนึ่งเดือนจนถึงปัจจุบัน เน้นการบำรุงรักษาในช่วงต้นเป็นพิเศษเพื่อให้พืชมีการปรับสภาพและต้องทำการปรับเปลี่ยนพืชไม้แดดและไม้ร่มเป็นช่วงๆ การบำรุงรักษาใช้แรงงานคนเป็นหลัก

3.2.4.1 ระบบชลประทาน

ระบบชลประทานหรือการให้น้ำแก่พืชจะให้วันละครั้งในช่วงเช้า และเนื่องจากพื้นที่สวนมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก การรดน้ำให้น้ำแก่พืชจึงใช้วิธีคนสวนฉีดน้ำด้วยสายยางต่อเข้ากับหัวก๊อกน้ำ ส่วนบริเวณที่เป็นบ่อปลูกอยู่กลางน้ำและเลือกใช้ระบบหยดน้ำ (Drip irrigation) สำหรับกระบะต้นไม้ที่อยู่ในระดับสูงได้ที่เอื้อมไม่ถึง และใช้ในบริเวณที่เป็นกระถางเล็กๆที่เข้าถึงยาก การควบคุมระบบชลประทานเปิดปิดวาล์วด้วยคนสวน การวางท่อน้ำวางแนวใต้ดินปลูก ปัญหาที่พบคือเนื่องจากสวนเป็นสวนที่เน้นต้นไม้แน่นทึบและปลูกต้นเล็กต้นใหญ่สลับกันไป ต้นไม้จึงเกิดการบังกันเวลารดน้ำ ต้นไม้จึงได้รับน้ำไม่ทั่วถึงกัน

3.2.4.2 **การสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน**

ใช้วิธีการพรวนดิน ใส่ปุ๋ย เติมดินปลูกที่น้อยลงอันเกิดจากการยุบตัวของดินและการถูกชะล้างออกไป ดินปลูกเป็นดินผสมด้วยขุยมะพร้าวและโรยด้วยเศษใบไม้ ขุยมะพร้าว

3.2.4.3 **งานบำรุงรักษาด้านอื่น ๆ**

นอกจากการให้น้ำแก่พืชและการให้ปุ๋ยแก่พืชแล้ว งานบำรุงรักษาที่ขาดไม่ได้และต้องมีการตรวจสอบอยู่สม่ำเสมอของสวนหลังคาสำหรับโรงแรมเซอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท ได้แก่ การตัดแต่งหญ้าของสนามหญ้า การควบคุมวัชพืชและสัตว์รบกวนด้วยการดึงออก มีการทำความสะอาดทั้งผลและใบพืชและอุปกรณ์ต่างๆเช่น ม้านั่ง ป้าย ถังขยะ รวมถึงบ่อน้ำ สระน้ำ พื้นทางเดิน โดยเจ้าหน้าที่คนสวน การตัดแต่งเล็มใบพืชจะตัดแต่งเฉพาะในส่วนพืชที่อยู่แถวหน้าส่วนด้านหลังจะปล่อยทิ้งไว้เพื่อให้พืชขึ้นอย่างหนาแน่นดูเป็นธรรมชาติและปกปิดบังส่วนที่เป็นคอนกรีตอยู่ด้านหลัง เช่น กำแพง ผนังอาคาร ช่วงเวลาที่มีการพรวนดินจะมีการตัดแต่งรากแต่นานๆครั้ง หลังจากทำการตัดแต่งรากแล้วจึงเติมขุยมะพร้าวและดินเพิ่มเติม ปัญหาที่พบคือการตัดแต่งพืชบางจุดลำบาก เนื่องจากไม่มีพื้นที่สำหรับให้คนสวนยืนเพื่อตัดแต่ง เช่น บริเวณต้นพืชที่ปลูกในแนวกระถางที่ชิดขอบสระน้ำ

รูปที่ 3.41 แสดงปัญหาแนวกระถางชิดขอบสระน้ำซึ่งไม่มีพื้นที่สำหรับยืนตัดแต่งต้นไม้

3.2.4.4 **ศูนย์กลางงานบำรุงรักษา**

เนื่องจากพื้นที่ของหลังคาสำหรับงานสวนหลังคามีพื้นที่จำกัด เจ้าของโครงการจึงไม่ต้องการมีพื้นที่โรงเรือนอนุบาล เมื่อต้นไม้ตายจึงค่อยเปลี่ยนต้นพืชนำต้นใหม่มาจากที่อื่นแทน ศูนย์กลางงานบำรุงรักษานี้ใช้สำหรับเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ภาชนะสำหรับปลูกต้นพืช ถุงปุ๋ย (binsดินผสม ทราย เศษซากพืชและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ดูแลสวน รวมทั้งภาชนะหรือห้องเก็บขยะชั่วคราว จะใช้พื้นที่ภายในอาคารที่อยู่ชั้นล่างของสวนเป็นที่เก็บอุปกรณ์เหล่านี้โดยใช้บันไดหนีไฟ เชื่อมทางสัญจรงานบริการกับชั้นสวนหลังคา ทำให้ทางเข้าของคนสวนถูกแยกอย่างมิดชิดจากประตูทางเข้าของแขก

3.3 สวนหลังคาโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส)

เจ้าของโครงการ : บริษัท ออลซีซันพร็อพเพอร์ตี้ จำกัด

ที่ตั้ง : ถนนวิทยุ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ขนาดพื้นที่ประมาณ : 5,200 ตารางเมตร

ช่วงเวลาก่อสร้างสวน : พ.ศ. 2544-2545

ภูมิสถาปนิก : บริษัท เพอร์ริเดียน (ไทยแลนด์) จำกัด

ออกแบบโดย : คุณบัณฑิต บูรณะถาวรสม (ผู้ให้สัมภาษณ์)

ผู้รับเหมางานสวน : บริษัท ไนซ์แอนด์กรีน จำกัด

ดูแลโดย : คุณวิสุทธิ์ พึ่งประดิษฐ์ (ผู้ให้สัมภาษณ์)

อาคารประกอบด้วย : อาคารสูง (Tower) จำนวน 5 อาคาร โดยมี 3 อาคารเชื่อมติดกับส่วนฐานอาคาร (Podium) ซึ่งทำเป็นสวนหลังคาตามผังบริเวณ เกิดพื้นที่สวนหลังคา 3 ส่วนระหว่างอาคารสูงทั้งสาม

รูปที่ 3.42 แสดงผังบริเวณสวนหลังคาของโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) (รูปซ้าย)

รูปที่ 3.43 แสดงโครงการอาคารออลซีซันเพลส (รูปขวา)

3.3.1 ลักษณะทางกายภาพด้านพื้นที่

3.3.1.1 การใช้สอยของสวน

ลักษณะสวนจัดให้มีพื้นที่พักผ่อนแบบสงบ เช่น ที่นั่ง ที่นอนพักผ่อน และพื้นที่พักผ่อนแบบออกกำลัง เช่น สระว่ายน้ำ แยกออกจากกันด้วยการจัดโซนเป็นกลุ่มๆของการใช้งานแต่ละประเภทให้มีระยะห่างไม่รบกวนกัน พื้นสวนมีทั้งพื้นดาดแข็งและพื้นนุ่ม สวนเป็นลักษณะสวนประเภทส่วนตัวที่ห้ามบุคคลภายนอกเข้าโดยมีเจ้าหน้าที่และพนักงานต้อนรับคอยสอดส่องดูแลความ

ปลอดภัยบริเวณทางเข้าและบริเวณพื้นที่สวน มีการใช้ศาลาเป็นตัวช่วยกำหนดการใช้พื้นที่สำหรับนั่งและนอนพักผ่อนการกำหนดมุมมองเน้นทั้งมุมมองภายในและภายนอกของสวนหลังคาเนื่องจากบริเวณโดยรอบสวนสามารถเห็นเส้นขอบฟ้า (Skyline) ของอาคารอื่นได้ในระยะไกล การเข้าถึงมีประตูทางเข้าสองทางกว้าง 3.00 เมตร ซึ่งกว้างเพียงพอต่อการเป็นพื้นที่สาธารณะ ทางเข้าส่วนบำรุงรักษาแยกอีกส่วนเฉพาะสำหรับงานบำรุงรักษา ดูมิดชิดไม่น่าเกลียด ทางเข้าเชื่อมระหว่างพื้นภายในอาคารและพื้นสวนหลังคาป้องกันน้ำฝนบนพื้นสวนไม่ให้ไหลย้อนเข้าภายในอาคาร ด้วยการทำระดับพื้นที่ต่างกัน 0.10 เมตร และมีกันสาดยื่นออกมา 2.50 เมตร ป้องกันฝนสาดเข้าประตูทางเข้ามี พื้นสวนมีการยกระดับลดหลั่นโดยมีทางลาด (Ramp) เพื่อรองรับเก้าอี้ล้อ (Wheel-chair)

ปัญหาที่พบคือ การออกแบบในช่วงต้นภูมิสถาปนิกไม่ได้มีส่วนร่วมเท่าที่ควร ตำแหน่ง (Zoning) ต่างๆ ถูกกำหนดโดยเจ้าของโครงการและสถาปนิกผู้ออกแบบอาคาร ซึ่งภูมิสถาปนิกมีส่วนร่วมเฉพาะในช่วงปลายของการออกแบบอาคาร ทำให้การออกแบบสวนหลังคาถูกกำหนดทิศทางและแนวทางจากเจ้าของโครงการและสถาปนิกผู้ออกแบบเท่านั้น พื้นที่สวนหลังคามีอาคารสูง (Tower) 3 อาคารขวางกั้น ทำให้พื้นที่สวนถูกแบ่งเป็นพื้นที่เล็กๆ 3 ส่วน แทนที่จะเป็นพื้นที่ใหญ่ผืนเดียวเป็นผลให้เกิดปัญหาคือ มุมมองภายในสวนดูแคบลง สวนดูไม่โปร่งโล่ง ทำให้การเปิดมุมมองเห็นถึงกันถูกขวางกั้นจากอาคารสูงอันมีผลให้พื้นที่เกิดมุมหลบซ่อนการควบคุมดูแลความปลอดภัยจึงไม่ทั่วถึง บริเวณจุดที่เป็นน้ำตกและงานประติมากรรมอยู่ในจุดมุมที่ซ่อนไม่สามารถมองเห็นได้จากพื้นที่โดยรอบทำให้ความสำคัญของน้ำตกและประติมากรรมมีความสำคัญลดลง

รูปที่ 3.44 แสดงศาลาไทยร่วมสมัยเพื่อใช้เป็นบริเวณนั่งพักผ่อนของสวนหลังคาโรงแรมคอนราด (รูปซ้าย)
รูปที่ 3.45 แสดงพื้นที่บริเวณประตูทางเข้าสวนที่มีกันสาดยื่นและพื้นยกระดับป้องกันน้ำฝน (รูปขวา)

3.3.1.2 ภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม

3.3.1.2.1) แสงแดด

เนื่องจากสวนถูกแบ่งเป็น 3 ส่วนกระจายออก การออกแบบงานสวนพื้นนุ่ม (Softscape) จึงถูกกระจายออกทั้ง 3 ส่วน แสงแดดสามารถส่องได้ทุกทิศทาง การบรรเทาแสงแดดบรรเทาด้วยร่มเงาจากต้นไม้และศาลานั่ง การลดแสงจ้า (Glare) ใช้สนามหญ้า ไม้พุ่ม วัสดุสีเข้มหรือวัสดุดูดแสงด้วยหินกาบสีดำช่วยลดความจ้าที่พื้น

3.3.1.2.2) ลม

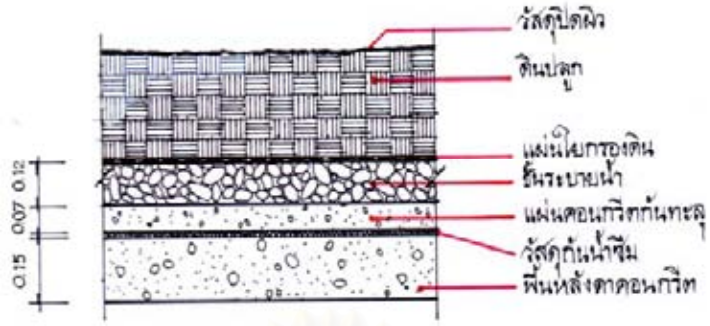
การบรรเทาแรงลมใช้การเลือกต้นไม้ที่ปลูกอย่างหนาแน่นกั้น มีการใช้แผงกันลมประเภทระแนงไม้เฉียง (Latice) เพื่อบรรเทาแรงลมและสามารถมองเห็นวิวได้ไม่ปิดทึบ ปัญหาที่พบคือเนื่องจากสวนหลังคาของโรงแรมคอนราดถูกล้อมด้วยอาคารสูง (Tower) 5 อาคาร เป็นผลให้เกิดการบีบแนววิถีของลมเป็นช่องเล็กๆรอบสวน จึงเกิดแรงลมที่แรงมากกว่าปกติ ส่งผลให้ต้นไม้โค่นล้มบ่อยครั้ง ต้นไม้ที่มีใบใหญ่ส่วนใหญ่ใบจะแตกจากการโต้ลม การใช้สอยรู้สึกรำคาญเมื่อเวลามีลมแรง

รูปที่ 3.46 แสดงแผงกันลมประเภทระแนงไม้เอียง (Latice) และทำหน้าที่เป็นราวกันตก

3.3.1.3 หลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย

เนื่องจากเทศบัญญัติของกรุงเทพมหานครยังไม่มีข้อกำหนดความสูงของต้นไม้เป็นความสูงที่ถูกควบคุมสำหรับงานสวนหลังคา การออกแบบจึงไม่ได้คำนึงถึงความสูงของต้นไม้ในแง่หลักเทศบัญญัติ ส่วนการป้องกันการพลัดตกจากอาคารได้ออกแบบเป็นแผงระแนงไม้เฉียง (Latice) ไว้ที่ความสูง 1.20 เมตรล้อมรอบสวน ความปลอดภัยของแขกผู้ใช้สวนถูกควบคุมโดยเจ้าหน้าที่ประจำประตูทางเข้าของสวน

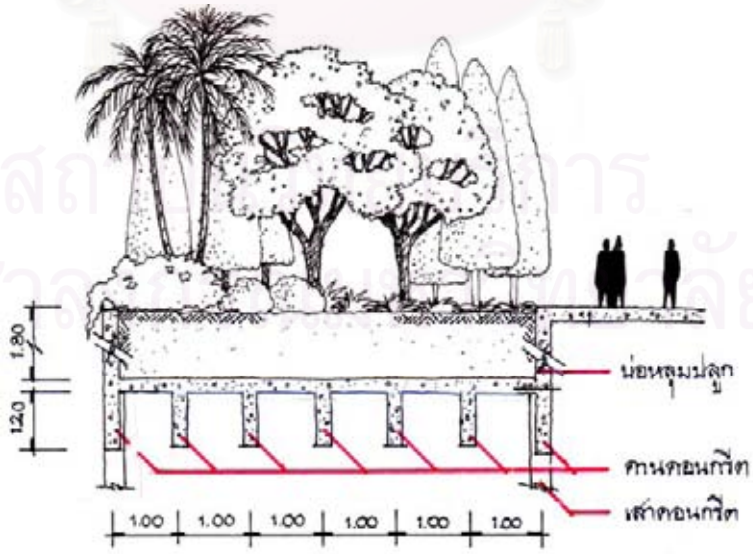
3.3.2 ลักษณะทางกายภาพด้านการก่อสร้างสวนหลังคา



รูปที่ 3.47 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคาของอาคารโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส)

3.3.2.1 พื้นหลังคา

พื้นของอาคารโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) ส่วนใหญ่ใช้พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กแบบพื้นไร้คาน (Flat Slab) ยกเว้นพื้นหลังคา (Roof slab) ที่ใช้รองรับสวนหลังคาใช้คอนกรีตหล่อกับที่ (Site-case concrete) ที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforce concrete) ประเภทเสาและคาน (RC. Post & Lintel) โดยมีแนวทางคือ ผู้ออกแบบสวนได้รับข้อมูลจากวิศวกรโครงสร้างและสถาปนิกก่อนว่า หลังคาสำหรับทำสวนหลังคาสามารถรับน้ำหนักเผื่อไว้มากคือ เกิน 1,500 กิโลกรัมต่อตารางเมตร พื้นหลังคาได้รับการออกแบบให้มีคานขนาดใหญ่และมีความลึกมากกว่าปกติ จัดวางเรียงตัวอย่างถี่มากโดยเฉพาะพื้นบริเวณที่ต้องรองรับสวนที่ปลูกต้นไม้อย่างหนาแน่น ทำให้การจัดวางตำแหน่งต้นไม้ขนาดใหญ่หรือวัตถุประติมากรรมขนาดใหญ่ไม่จำเป็นต้องตั้งเฉพาะตำแหน่งที่เป็นหัวเสาของพื้นเท่านั้น และต้นไม้สามารถปลูกได้อย่างหนาแน่นได้ดีทั้งไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ขนาดกลางและไม้พุ่ม



รูปที่ 3.48 แสดงรูปตัดของโครงสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กประเภทเสาและคาน (RC. Post & Lintel) ที่ออกแบบคานมีความลึกมากและคานวางตัวถี่มากกว่าปกติเพื่อรับน้ำหนักสวนหลังคา

3.3.2.2 วัสดุกันน้ำซึม

วัสดุกันน้ำซึม (Waterproof membranes) ของสวนหลังคาใช้แบบเหลว (Fluid-applied membranes) ด้วยวิธีพ่นทั่วพื้นที่ของหลังคาทั้งส่วนพื้นนุ่ม (Softscape) และพื้นดาดแข็ง (Hardscape) รวมทั้งงานที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบเช่น บ่อน้ำ สระว่ายน้ำ

3.3.2.3 แผ่นกันทะลุ

การออกแบบสวนหลังคาของโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) ไม่มีการใช้แผ่นกันทะลุ

3.3.2.4 ฉนวน

การออกแบบสวนหลังคาของโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) ไม่มีการใช้ฉนวน

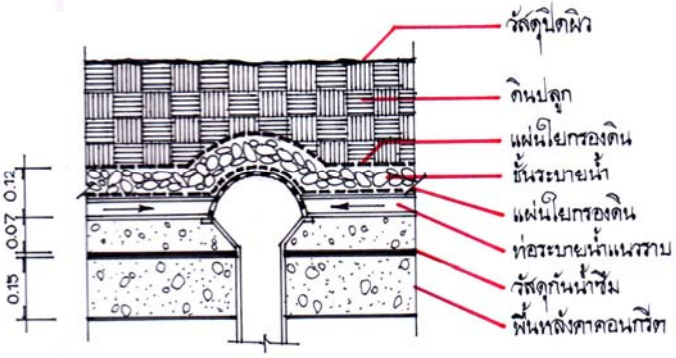
3.3.2.5 แผ่นคอนกรีตกันทะลุ

การออกแบบสวนหลังคาของโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) มีการใช้แผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete protection slab) หนา 10 เซนติเมตรเพื่อป้องกันวัสดุกันน้ำซึมจากความเสียหาย โดยแผ่นคอนกรีตกันทะลุนี้ได้ถูกฉาบแต่งให้มีความลาดเอียงเล็กน้อยเพื่อการระบายน้ำไหลมารวมสู่หัวท่อระบายน้ำ

3.3.2.6 ระบบระบายน้ำ

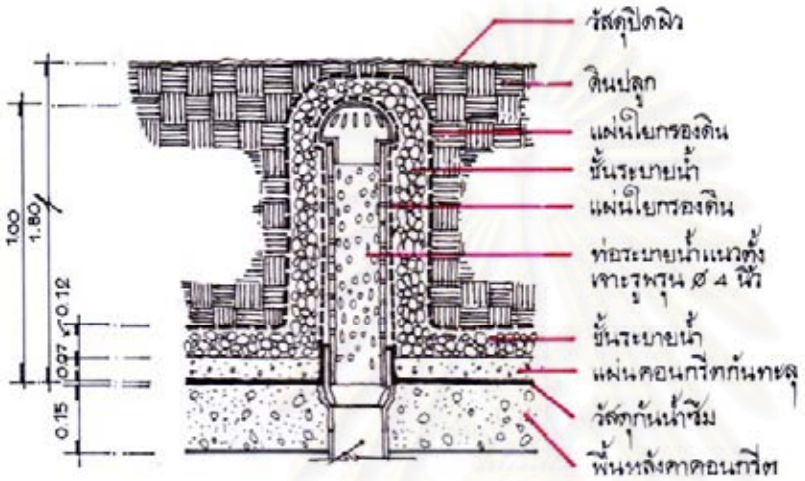
เนื่องจากระบบระบายน้ำของสวนหลังคาสำหรับโรงแรมคอนราดที่วิศวกรและสถาปนิกเตรียมช่องท่อระบายน้ำไว้ไม่เพียงพออันเป็นผลให้การระบายน้ำไหลไม่ทันจึงต้องมีการเพิ่มตำแหน่งช่องเพื่อใส่หัวท่อระบายน้ำเป็นจุดๆ ทุกๆระยะ 15 ตารางเมตร เพื่อการระบายน้ำมีความทั่วถึงมากขึ้นและเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงจึงทำระบบระบายน้ำเป็น 2 แบบใช้ร่วมกันคือ

ระบบแรกคือ ระบบระบายน้ำที่ใช้ท่อพลาสติกเจาะเป็นรูพรุนโดยรอบวางในแนวระนาบ (Lateral drain) ยาวตลอดแนวกระจายไปด้านข้างเป็นก้างปลา ปลายท่อเชื่อมต่อกับหัวท่อระบายน้ำแบบหัวโดม ท่อถูกคลุมรอบด้วยแผ่นใยกรองดินเพื่อป้องกันผงดินหลุดเข้าไปในท่อระบายน้ำและเกิดการอุดตันได้วางตัวอยู่ใต้ชั้นระบายน้ำและใต้ดินปลูก



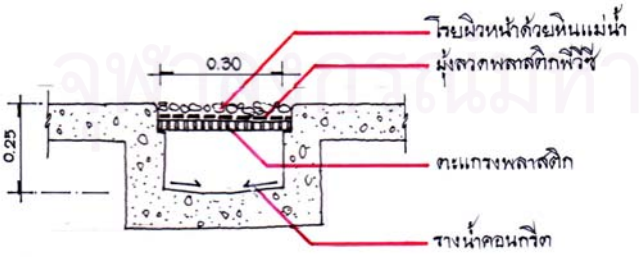
รูปที่ 3.49 แสดงรูปตัดท่อระบายแนวราบด้านข้างแบบก้างปลา (Lateral drain)

ระบบที่สองคือ ระบบระบายน้ำแนวตั้ง ที่ใช้ท่อระบายน้ำภายในหลุมปลูกที่ใช้เป็นแบบโดม (Dome drain) ต่อท่อระบายน้ำแนวตั้งด้วยท่อ PVC เจาะรูพรุนโดยรอบหุ้มด้วยแผ่นใยกรองดินที่ใช้เป็นตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกสีฟ้าใช้ซ้อนทับกัน 2 แผ่น จากนั้นล้อมด้วยวัสดุระบายน้ำประกอบด้วย หินกรวด (Pebbles) ขนาดเบอร์ 1 (ประมาณ 1/2 นิ้ว) และเบอร์ 2 (ประมาณ 1/3 – 1/4 นิ้ว) และหุ้มด้วยแผ่นใยกรองดินที่ใช้เป็นตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกสีฟ้าใช้ซ้อนกัน 2 ชั้นอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันมิให้ดินไหลผ่านได้หากไหลออกมาได้จะยังคงมีอีกชั้นกั้นไว้



รูปที่ 3.50 แสดงรูปตัดของระบบระบายน้ำแนวตั้งโดยมีระบบท่อระบายน้ำวางในแนวตั้งเพื่อการระบายน้ำที่เร็วเมื่อเวลาฝนตกหนัก

ชั้นระบายน้ำ (The drainage Medium) ใช้วัสดุระบายน้ำด้วย หินกรวด (Pebbles) ขนาดเบอร์ 1 (ประมาณ 1/2 นิ้ว) และเบอร์ 2 (ประมาณ 1/3 –1/4 นิ้ว) และเศษอิฐเศษหิน ท่อระบายน้ำ (Drains) ภายในหลุมปลูกที่ใช้เป็นแบบโดม (Dome drain) พื้นทางเดินมีรางระบายน้ำเป็นร่องรางน้ำ (Gutter) ขนาบทั้งสองข้างไปตามริมขอบทางเดินซึ่งเป็นมีความกว้าง 30 เซนติเมตร และลึก 30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความกว้างและลึกที่มากพอ ทำให้น้ำฝนสามารถระบายได้ดี รางน้ำใช้ฝาตะแกรงปิดคลุมด้วยตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกเพื่อป้องกันเศษใบไม้และเศษดินไหลลงรางน้ำและโรยผิวหน้าด้วยหินแม่น้ำเต็มร่องตามรูปที่ 3.51 - 3.52



รูปที่ 3.51 แสดงรูปตัดรางระบายน้ำของทางเดิน (รูปซ้าย)

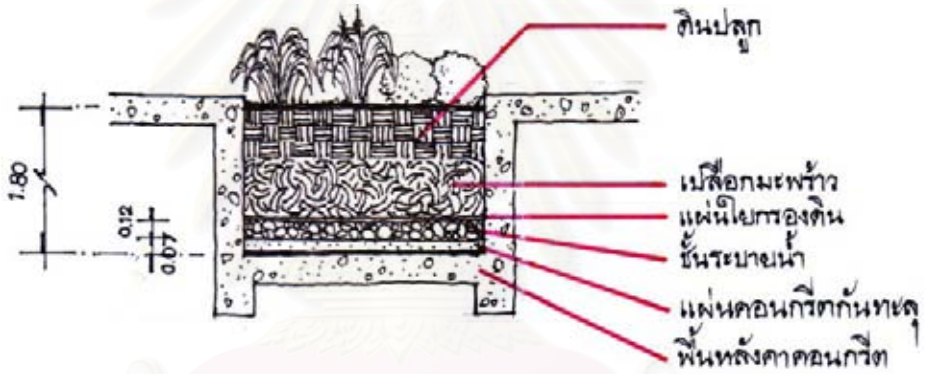
รูปที่ 3.52 แสดงรางระบายน้ำขนาบทั้งสองข้างของทางเดิน (รูปขวา)

3.3.2.7 **แผ่นใยกรองดิน**

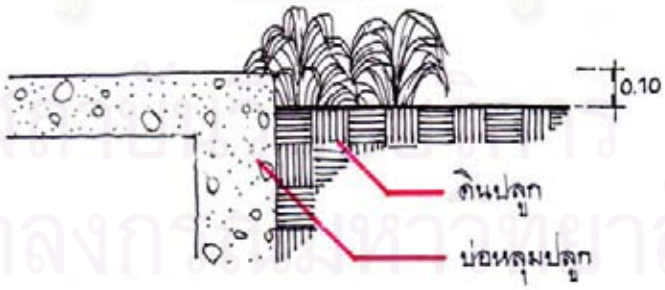
ใช้เป็นเป็นตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกสีฟ้าใช้ซ้อนกัน 2 ชั้นเพื่อป้องกันมิให้ดินไหลผ่านได้หากไหลออกมาได้จะยังคงมีอีกชั้นกั้นไว้ สามารถม้วนทำการห่อคลุมท่อระบายน้ำได้ดี มีอายุการใช้งานปานกลางและราคาถูก

3.3.2.8 **ดินปลูก**

ดินปลูกเป็นดินผสมด้วยเศษไม้เล็ก เปลือกถั่วและขุยมะพร้าว และเนื่องจากความลึกที่เตรียมไว้มีความลึกที่มากเหมาะต่อการปลูกพืชหลายประเภทบางจุดมีความลึกมากถึง 3.00 เมตร หากใช้ดินเพียงอย่างเดียวจะเพิ่มน้ำหนักให้กับหลังคามากจึงใช้เปลือกมะพร้าวอัดแน่นเป็นตัวช่วยเพิ่มความสูงของดินแทนการใช้โฟมตามรูปที่ 3.53 และดินปลูกที่ใส่ลงในหลุมปลูกจะให้ต่ำกว่าขอบหลุมปลูก 10 เซนติเมตรทุกจุด หรือมากกว่าตามรูปที่ 3.54 เพื่อป้องกันดินปลูกไหลออก ทำให้การดูแลรักษาง่ายกว่าที่จะให้ระดับดินเสมอกับขอบหลุมปลูก



รูปที่ 3.53 แสดงการใช้เปลือกมะพร้าวอัดแน่นแทนสไตโรโฟมเพื่อเพิ่มความสูงกรณีหลุมปลูกมีความลึกมาก



รูปที่ 3.54 แสดงการใส่วัสดุปลูกที่ต่ำกว่าขอบหลุม 10 เซนติเมตรเพื่อป้องกันการไหลออกของดิน

3.3.2.9 **วัสดุปิดผิว**

วัสดุปิดผิวโรยผิวหน้าด้วยเศษขุยมะพร้าว และเศษใบไม้เช่น ใบต้นก้ามปู ใบมะขาม

3.3.3 ลักษณะทางกายภาพด้านองค์ประกอบงานออกแบบ

3.3.3.1 พืชพันธุ์

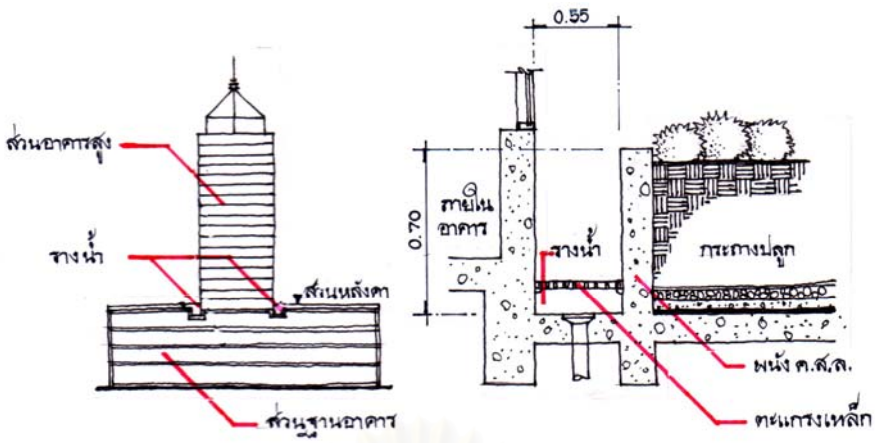
ลักษณะของสวนเป็นสวนเมืองร้อนแบบป่าดิบชื้นที่หนาแน่นด้วยพืชพันธุ์ทุกประเภทคือ ไม้ยืนต้นไม้พุ่มไม้ ไม้คลุมดินและไม้เลื้อย ส่วนใหญ่ใช้พืชที่ไม่ผลัดใบ (Evergreen) ไม่ใช้พืชที่ใบเป็นแผ่นใหญ่เพราะสวนหลังคาแห่งนี้มีปัญหาเรื่องแรงลมมากซึ่งจะมีผลให้ใบแตกได้ จึงใช้พืชที่มีใบละเอียดหรือเป็นแฉกไม่ต้านลมเช่น ปาล์มแว๊กซ์ หมากเขียว หมากเยอรมัน ยางอินเดีย จันผา ซองออฟจาไมก้า จั๋งจีน บอนกระดาด เฮลิโคเนีย พลับพลึงหนู ขิงแดง กระดุมทองเลื้อย ตีนตุ๊กแก เป็นต้น การปลูกพืชจัดวางอย่างหนาแน่นจึงสามารถช่วยกันพยุงป้องกันลมด้วยกลุ่มต้นไม้ของตัวมันเอง และเนื่องจากการเผื่อการรับน้ำหนักของพื้นหลังคาเตรียมไว้มาก จึงไม่เกิดปัญหาด้านการรับน้ำหนักของโครงสร้างพื้นหลังคา การจัดวางตำแหน่งของต้นไม้ใหญ่จึงวางได้ทั่วพื้นที่สวนไม่จำเป็นต้องวางเฉพาะตำแหน่งหัวเสาของพื้นหลังคา พืชที่นำมาใช้ส่วนใหญ่เป็นพืชไม่มีผลจึงไม่มีปัญหาการร่วงของผลไม้ตกลงพื้น มีเพียงใบไม้ที่มีการร่วงอยู่เล็กน้อยซึ่งทำความสะอาดได้ง่าย

รูปที่ 3.55 แสดงพืชพันธุ์ของสวนหลังคาที่เน้นเป็นสวนเมืองร้อนแบบป่าดิบชื้น (รูปซ้าย)

รูปที่ 3.56 แสดงตำแหน่งของต้นไม้ใหญ่ที่วางทั่วพื้นที่ไม่จำเป็นต้องอยู่ตามแนวคานหรือหัวเสา (รูปขวา)

3.3.3.2 กระบะต้นไม้

กระบะต้นไม้ที่เลือกใช้คือ อ่างปลูก (Plant tub) กระถางก่อสูง (Raised planter) และบ่อหลุมปลูกที่พื้น (Depressed planter) มีแนวทางการออกแบบคือ การทำกระถางปลูกและบ่อหลุมปลูกที่พื้นแยกโครงสร้างของผนังออกจากกันระหว่างผนังหลุมปลูกกับผนังตัวอาคารที่เป็นอาคารสูงตามรูปที่ 3.57 เพื่อการรับน้ำหนักที่แยกส่วนกันและบริเวณการแยกโครงสร้างทั้งสองส่วนนี้ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างโครงสร้างทั้งสอง จึงถูกทำหน้าที่เป็นรางระบายน้ำไปในตัว และใช้สำหรับการเดินงานระบบต่างๆ เช่น สายไฟ ท่อน้ำ นอกจากนั้นยังเป็นการป้องกันน้ำซึมเข้าสู่ผนังของอาคารสูง สำหรับกระบะต้นไม้จะถูกใช้ขอบด้านข้างภายในซึ่งเป็นที่ว่างจากการลดระดับดินปลูกสามารถนำมาใช้ติดงานระบบท่อและสายไฟฟ้าตามรูปที่ 3.59



รูปที่ 3.57 แสดงรูปตัดการแยกโครงสร้างของผนังอาคารสูงกับผนังหลุมปลูกออกจากกัน

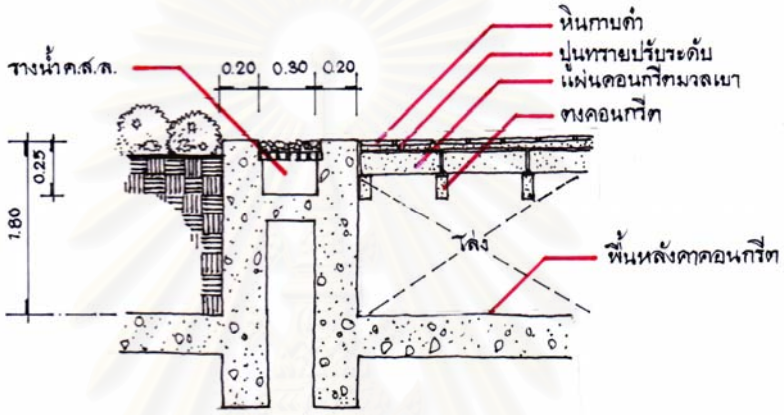
รูปที่ 3.58 แสดงช่องว่างจากการแยกผนังอาคารสูงกับผนังหลุมปลูกออกจากกันและทำเป็นรางน้ำ (รูปซ้าย)
รูปที่ 3.59 แสดงการใช้ประโยชน์ตามขอบข้างหลุมปลูกด้วยการนำมาใช้ซ่อนงานระบบท่อและไฟฟ้า (รูปขวา)

วัสดุของกระบะต้นไม้ของอ่างปลูก (Plant tub) ใช้กระเบื้องดินเผา (Terra-cotta) กระถางก่อสูง (Raised planter) ใช้ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กฉาบด้วยกรวดล้าง และบ่อหลุมปลูกที่พื้น (Depressed planter) ส่วนระบบระบายน้ำภายในกระบะต้นไม้ (Drainage) ออกแบบให้ชั้นล่างของท้องกระบะปลูกเป็นชั้นวัสดุกันน้ำซึม ถัดขึ้นมาเป็นแผ่นคอนกรีตกันทะลุเพื่อวางเศษหินเศษอิฐหักที่เป็นชั้นระบายน้ำคลุมด้วยแผ่นใยกรองดิน ถัดขึ้นมาเป็นดินปลูกที่ผสมขุยมะพร้าว ชั้นบนสุดคือ เศษใบไม้ ขุยมะพร้าวโรยผิวหน้าดินปลูก

ปัญหาที่พบคือ การขาดการปรึกษากับภูมิสถาปนิกตั้งแต่แรกในเรื่องกระบะต้นไม้บางตำแหน่งที่มีขนาดความลึกและความกว้างของกระบะปลูกไม่เพียงพอต่อต้นไม้ใหญ่ตามที่เจ้าของโครงการต้องการ โดยความลึกที่มีให้ลึกเพียง 1.00 เมตรเท่านั้น ต้นไม้ใหญ่อาจเติบโตได้ไม่เต็มที่ ในขณะที่หลุมปลูกบางจุดกลับถูกออกแบบให้มีความลึกมากจากวิศวกรโครงสร้าง โดยมีความลึกถึง 3.00 เมตร หากเติมดินปลูกอย่างเดียวจะเป็นการเพิ่มน้ำหนักแก่อาคารมากขึ้นและเป็นการเพิ่มต้นทุนการก่อสร้าง จึงต้องหนุนเพิ่มความสูงของดินด้วยเปลือกมะพร้าวจำนวนมากแทนการใช้โฟมที่มีราคาแพงกว่า

3.3.3.3 **พื้นทางเดิน**

งานพื้นทางเดินที่ใช้มีทั้งเป็นพื้นวัสดุหินกาบดำ บางบริเวณเป็นพื้นหินทราย บางบริเวณเป็นพื้นหินล้าง และพื้นกรวดล้างเป็นการปูพื้นที่ใช้หลายวัสดุแต่จัดเป็นกลุ่มๆ ไม่นำมาผสมเป็นลายปนกัน ทำให้ดูสะอาดเป็นระเบียบ โดยตัวโครงสร้างพื้นมี 2 รูปแบบ คือ แบบแรกเป็นการวางแผ่นพื้นที่โครงสร้างพื้นหลังคา และแบบที่สองคือการวางแผ่นพื้นบนโครงสร้างที่ถูกยกสูงขึ้นด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทำเป็นกำแพงรับน้ำหนักและเพิ่มคานคอนกรีตเป็นตะแกรงเพื่อวาง “แผ่นพื้นคอนกรีตมวลเบา” แทนการใช้พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อการลดการรับน้ำหนักของโครงสร้างและรวดเร็วกว่าการเทคอนกรีตตามรูปที่



รูปที่ 3.60 แสดงรูปตัดโครงสร้างคอนกรีตเพื่อการรองรับ “แผ่นพื้นคอนกรีตมวลเบา”

3.3.3.4 **งานแสงสว่าง**

การออกแบบต้องการให้สวนมีลักษณะดูเป็นธรรมชาติไฟส่องสว่างที่ใช้จึงถูกออกแบบเพื่อหลบแนวสายตา ที่เลือกใช้มี 2 ลักษณะคือ แบบแรกเป็นการซ่อนดวงโคมปักไว้ที่ดินเพื่อมองไม่เห็นดวงโคม แบบนี้ความสว่างจะส่องขึ้นเพื่อสร้างบรรยากาศที่สลัวลึกลับดูสงบ และช่วยเน้นความน่าสนใจให้กับแนวต้นไม้และงานประติมากรรม แบบที่สองเป็นแบบดวงโคมไฟเตี้ยสูงประมาณ 25 เซนติเมตรเห็นเฉพาะดวงโคมโผล่จากระดับดิน การเดินสายไฟทั้งระบบจะทำการเดินสายไฟซ่อนยึดติดตามผนังด้านในของกระบะต้นไม้และหลุมปลูก บางจุดเดินสายไฟใต้แปลงปลูก

3.3.3.5 **งานประติมากรรม**

เนื่องจากเจ้าของโครงการต้องการให้ประติมากรรมมีเอกลักษณ์ของความเป็นไทย การออกแบบจึงใช้ประติมากรรมที่เป็นตัวละครและตัวสัตว์ในวรรณคดีไทย และเนื่องจากวิศวกรได้เผื่อการรับน้ำหนักของพื้นหลังคาไว้มากทำให้ปัญหาการถ่ายแรงสู่พื้นหลังคาไม่มีปัญหา แต่ปัญหาที่พบเป็นเรื่องของตำแหน่งของบริเวณงานประติมากรรมซึ่งถูกจัดให้อยู่ด้านในสุดของพื้นที่ และถูก

ปิดมุมมองด้วยอาคารสูง (Tower) จึงทำให้บริเวณการใช้สอยโดยรอบของพื้นที่สวนไม่สามารถเห็นงานประติมากรรมบริเวณนี้ได้ ต้องเดินเข้าไปลึกถึงสามารถมองเห็นงานประติมากรรมนี้ได้

3.3.3.6 บ่อน้ำ

มีแนวทางคือ การทำบ่อน้ำลึก 50 เซนติเมตร ปูผิวผนังภายในบ่อด้วยหินกาบสีดำเพื่อให้เกิดความรู้สึกที่ดูลึก น้ำมีการไหลเวียนด้วยระบบปั๊มน้ำ (Pump water) และมีถังไส้กรองเพื่อกรองน้ำ ใต้บ่อน้ำได้รับการพ่นด้วยวัสดุกันน้ำซึมแบบเหลวทั่วพื้นที่ ปัญหาที่พบคือ ตำแหน่งของบริเวณบ่อน้ำตกเป็นจุดด้านในสุดของพื้นที่ และถูกปิดมุมมองด้วยอาคารสูงจึงทำให้บริเวณนี้ไม่มีความสำคัญเท่าที่ได้ลงทุนไปเช่นเดียวกับบริเวณของมุมประติมากรรม

รูปที่ 3.61 แสดงมุมน้ำตกซึ่งอยู่ในตำแหน่งจุดอับที่ยากแก่การมองเห็น (รูปซ้าย)
รูปที่ 3.62 แสดงมุมประติมากรรมซึ่งอยู่ด้านในสุดของสวนที่ยากแก่การมองเห็น (รูปขวา)

3.3.3.7 สาธารณูปโภค

มีห้องสำหรับควบคุมงานระบบต่างๆในห้องเดียวสามารถควบคุมงานระบบทั้งหมดภายในพื้นที่สวนได้แก่ งานไฟภายนอก อุปกรณ์ด้านเสียง มอเตอร์งานน้ำพุ อุปกรณ์ไฟฟ้า มีสวิทช์ จุดพ่วงสายโทรศัพท์ (Convenient jacks) กล่องชุมทางไฟฟ้า (Junction boxes) สำหรับรวมสายไฟฟ้าเป็นจุดเดียวเพื่อง่ายต่อการซ่อมแซมและบำรุงรักษา การเดินสายสำหรับรองรับอุปกรณ์เหล่านี้จะทำการเดินสายบริเวณช่องว่างจากการแยกโครงสร้างระหว่างกำแพงของอาคารสูงกับผนังหลุมปลูกโดยรอบสวนซึ่งทำให้การตรวจสอบซ่อมแซมทำได้ง่ายกว่า จากนั้นจึงกระจายสายไฟโดยฝังไปตามดินปลูกเพื่อแยกไปตามจุดต่างๆที่ต้องการ เช่นเดียวกับการเดินสายไฟของงานไฟส่องสว่าง

3.3.4 การบำรุงรักษา

สวนหลังคาบนอาคารโรงแรมคอนราดได้รับการดูแลบำรุงรักษาจากผู้รับเหมางานสวนเป็นเวลา1 ปี ซึ่งช่วงนี้เป็นช่วงที่มีความสำคัญมากที่สุดเพื่อให้พืชปรับสภาพคงมีชีวิตอยู่ได้ยาวนาน

3.3.4.1 ระบบชลประทาน

ระบบชลประทานหรือการให้น้ำแก่พืชจะให้วันละครั้งในช่วงเช้า ระบบที่ใช้คือการฉีดน้ำด้วยสายยางโดยคนสวน เพื่อสามารถให้น้ำได้ทั่วถึงเพราะสวนเป็นสวนที่มีต้นไม้หนาแน่นและซ้อนบังกัน และเป็นระบบที่มีราคาถูก การวางท่อน้ำวางแนวใต้ดินปลูกและวางตามแนวช่องว่างของส่วนผนังของอาคารสูง (Tower) กับผนังของบ่อปลูกที่ถูกแยกออกจากกัน สำหรับปัญหาที่พบคือ วิศวกรงานสุขาภิบาล วิศวกรโครงสร้าง สถาปนิก ขาดการประสานงานกับภูมิสถาปนิกจึงมิได้หาตำแหน่งสำหรับการจัดวางงานระบบชลประทานไว้ด้านใต้ของพื้นหลังคาตั้งแต่ต้น จึงต้องเดินท่อประปาเพิ่มเมื่องานโครงสร้างอาคารเสร็จสิ้น ทำให้การเพิ่มเติมท่อส่งน้ำมีได้น้อยกว่าปกติและอยู่ในตำแหน่งที่เลือกไม่ได้ตลอดจนวิศวกรงานสุขาภิบาลเป็นผู้จัดวางตำแหน่งเองที่ไม่ใส่ใจเรื่องความงามของงานท่อที่ควรเก็บให้มิดชิด จึงเห็นหัวก๊อกให้น้ำแก่พืชโผล่เป็นระยะดูไม่เรียบร้อย

3.3.4.2 การสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน

ใช้วิธีการพรวนดิน ใส่ปุ๋ย เติมดินปลูกที่น้อยลงอันเกิดจากการยุบตัวของดินและการถูกชะล้างออกไป ดินปลูกเป็นดินผสมด้วยขุยมะพร้าวและโรยด้วยเศษใบไม้ ขุยมะพร้าว การสร้างความสมบูรณ์แก่ดินนี้ใช้เวลากระทำทุกๆสามเดือน

3.3.4.3 งานบำรุงรักษาด้านอื่น ๆ

ได้แก่ การตัดแต่งหญ้าในสนามหญ้า การตัดแต่งเล็มใบพืชซึ่งจะตัดแต่งเฉพาะในส่วนพืชที่อยู่แถวหน้า ส่วนด้านหลังจะปล่อยทิ้งไว้เพื่อให้พืชขึ้นอย่างหนาแน่นดูเป็นธรรมชาติและปกปิดบังส่วนกำแพงที่เป็นคอนกรีตอยู่ด้านหลัง มีการการตัดแต่งรากแต่นานๆครั้ง หลังจากทำการตัดแต่งรากแล้วจึงเติมเศษใบไม้ ขุยมะพร้าวและดินปลูกเพิ่มเติม การควบคุมวัชพืชและสัตว์รบกวนด้วยการดึงต้นวัชพืชออก มีการทำความสะอาดทั้งผลและใบพืช และอุปกรณ์ต่างๆเช่น ม้านั่ง ป้าย ถังขยะ รวมถึงบ่อน้ำ สระน้ำ พื้นทางเดิน โดยเจ้าหน้าที่คนสวน ส่วนปัญหาที่พบคือ ต้นมะพร้าวมิได้ตัดแต่งรากตั้งแต่ต้นทำให้รากเกิดการพูนขึ้นมาล้นหลุม

3.3.4.4 ศูนย์กลางงานบำรุงรักษา

บริเวณนี้ใช้สำหรับเป็นพื้นที่เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เช่น กระถางต้นไม้ ถังบรรจุปุ๋ย ดินผสม ทราย และอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ดูแลสวน รวมทั้งถังเก็บขยะชั่วคราว ศูนย์กลางงานบำรุงรักษานี้ใช้พื้นที่ภายในของอาคารที่อยู่ชั้นเดียวกับชั้นของสวนหลังคาและมีห้องพักผ่อนคนสวนภายในอาคารที่อยู่ใกล้กับสวนหลังคา ทางเข้าของเจ้าหน้าที่คนสวนมีทางเฉพาะอีกประตูไม่ปะปนกับทางเข้าของแขกผู้ใช้สวน

บทที่ 4
การวิเคราะห์การออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลการสำรวจการออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษาในสถานที่จริง และความคิดเห็นจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการก่อสร้างสวนหลังคาที่เลือกศึกษาทั้งสามแห่งนี้ จะได้นำไปใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบร่วมกับข้อมูลการออกแบบสวนหลังคาของวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องว่ามีความสอดคล้องและความแตกต่างกันอย่างไร และหาเหตุผลของความสอดคล้องและความแตกต่างที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปสู่การพิจารณาเป็นข้อมูลด้านแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครโดยเฉพาะต่อไป โดยสวนหลังคาทั้งสามแห่งที่เลือกศึกษานี้ได้แก่ สวนหลังคาโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ สวนหลังคาโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท และสวนหลังคาโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส)

การออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษาทั้งสามแห่งเป็นเพียงสวนหลังคาที่ใช้เป็นตัวแทนในการดำเนินการศึกษาวิเคราะห์เรื่องดังกล่าวนี้ อาจมีแนวทางการออกแบบบางประเด็นที่แตกต่างกับสวนหลังคาอื่นบ้าง ดังนั้นผลการวิเคราะห์การออกแบบสวนหลังคาที่ได้จะเป็นผลการวิเคราะห์ในภาพรวมเท่านั้น ที่สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นต่อการออกแบบสวนหลังคาบนอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานครหรือพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิศาสตร์ใกล้เคียงกันได้ ตลอดจนเป็นข้อมูลเพื่อการศึกษาในอนาคตต่อไป

4.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านพื้นที่สวน

4.1.1 การวิเคราะห์ด้านการใช้สอยของพื้นที่สวน

หมายเหตุ สัญลักษณ์ที่ใช้ในตาราง แทนด้วยความหมายดังนี้

(1) แทนความหมาย ระดับการให้ความสำคัญหรือการเลือกใช้ประเด็นนั้นๆ

● แทนความหมาย ให้ความสำคัญมากหรือเลือกใช้แนวทางนั้นมาก

◐ แทนความหมาย ให้ความสำคัญปานกลางหรือเลือกใช้แนวทางนั้นบ้างปานกลาง

○ แทนความหมาย ไม่ให้ความสำคัญหรือไม่เลือกใช้แนวทางนั้น

(2) แทนความหมาย ผลที่เกิดขึ้น

(+) แทนความหมาย ส่งผลดี (-) แทนความหมาย ส่งผลเสีย

(±) แทนความหมาย ส่งผลดีและผลเสีย ( ) แทนความหมาย ไม่มีผลใดๆเกิดขึ้น

▭ แทนความหมาย ประเด็นที่การออกแบบสวนหลังคามีความสอดคล้องกัน

▭ แทนความหมาย ประเด็นที่การออกแบบสวนหลังคามีความแตกต่างกันบางประการ

ตารางที่ 4.1 แสดงการออกแบบด้านการใช้สอยของพื้นที่สวนหลังคาที่เลือกศึกษา

ประเด็นด้านการใช้สอยของพื้นที่สวน	แกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533)		เซ็นทารา แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		ดุสิตธานี (ออลซีซั่นส์ เพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การแยกพื้นที่พักผ่อนแบบสงบ (Passive Recreation) กับพื้นที่พักผ่อนแบบออกกำลัง (Active Recreation) ออกจากกันอย่างเป็นสัดส่วน	●	+	●	+	●	+	ผลดี ทำให้การใช้งานปราศจากการรบกวนกันไม่ว่าเป็นเรื่องเสียงหรือกิจกรรมที่สร้างความรำคาญต่อกัน
การเน้นเป็นสวนส่วนตัว (Private garden) ของผู้ใช้	●	+	●	+	●	+	ผลดี แขกของโรงแรมมีความเป็นส่วนตัวไม่พลุกพล่านจากบุคคลภายนอกมากมาย
สวนมีทั้งสวนพื้นดาดแข็ง (Hardscape) และสวนพื้นนุ่ม (Softscape)	●	+	●	+	●	+	ผลดี ไม่เกิดความเบื่อหน่ายหรือแข็งกระด้างจนเกินไปและเกิดร่มเงาให้กับพื้นที่ใช้สอยได้ด้วย
การกำหนดมุมมอง (View) เน้นเฉพาะภายในสวน	○		●	±	○		ผลดี ทำให้สามารถปิดมุมมองภายนอกที่ไม่เป็นระเบียบ ผลเสีย พื้นที่สวนดูแคบลงไม่สามารถเห็นเส้นขอบฟ้า (Skyline) ของเมืองได้
การกำหนดมุมมอง (View) เน้นทั้งภายในและภายนอก	●	+	○		●	+	ผลดี สามารถเห็นมุมมองที่กว้างไกลออกไปของเมือง หลวงดูมีขนาดกว้างใหญ่กว่าความเป็นจริง และเกิดความต่อเนื่องของมุมมองภายในกับภายนอกสวน
ทางเข้าถึงสะดวกและกว้างเพียงพอมากกว่า 2.00 เมตร	●	+	●	+	●	+	ผลดี การสัญจรของแขกหรือผู้ใช้สวนมีความสะดวก
ทางเข้าสามารถป้องกันน้ำไหลเข้าอาคารด้วยการทำรางน้ำ (Gutter) ที่พื้น	●	±	●	+	○		ผลดี น้ำฝนและน้ำที่พื้นสวนไม่ไหลเข้าอาคาร ผลเสีย ทำให้น้ำระบายไม่ทันไหลเข้าภายในอาคารช่วงเวลาที่ฝนตกหนัก
ทางเข้าสามารถป้องกันน้ำไหลเข้าอาคารด้วยการยกระดับทางเข้าสูงกว่าพื้นสวน	○		○		●	+	ผลดี น้ำฝนและน้ำที่พื้นสวนไม่ไหลเข้าอาคาร
ทำกันสาดบริเวณทางเข้าสวน	○	-	●	+	●	+	ผลดี น้ำฝนไม่สาดเข้าอาคารและสามารถกำบังแดดส่องเข้าอาคารและบริเวณทางเข้าสวน ผลเสีย แดดและฝนสาดเข้าประตูหรือภายในอาคารอาคารบริเวณทางเข้า
การทำทางลาด (Ramp) สำหรับรถเข็น (Wheel-chair) บริเวณทางเข้า	○		●	+	●	+	ผลดี ทำให้ผู้พิการหรือคนชราที่ใช้รถเข็นมีความสะดวกต่อการสัญจรมากขึ้น

ประเด็นด้านการใช้สอยของพื้นที่สวน	เกณฑ์ไลแอทเธอร์วิกฯ (พ.ศ.2533)		เกณฑ์ต่างประเทศสหรัฐอเมริกา สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอสกอด (ออสซี่ข้ามพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
ทางเข้าของงานบำรุงรักษาแยกคนละทางกับทางเข้าของแขกหรือผู้ใช้สวน	○	-	●	+	●	+	<u>ผลดี</u> ทำให้แขกผู้ใช้สวนมีความเป็นส่วนตัวมากขึ้น <u>ผลเสีย</u> แขกหรือผู้ใช้สวนต้องเดินปะปนกับบริเวณทางเข้าของงานบำรุงรักษาจึงขาดความเป็นส่วนตัวในการใช้สวน
มีการเฝ้าตรวจตราจากเจ้าหน้าที่บริเวณทางเข้าสวน	◐	±	●	+	●	+	<u>ผลดี</u> แขกหรือผู้มาใช้สวนเกิดความรู้สึกได้รับสิทธิพิเศษกว่าบุคคลทั่วไปเพราะปราศจากบุคคลภายนอกที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้สวนได้และสร้างความเป็นส่วนตัวแก่ผู้ใช้ <u>ผลเสีย</u> สามารถมีบุคคลภายนอกเข้ามาปะปนได้และอาจเป็นอันตรายต่อแขกผู้ใช้สวน
มีการสอดส่องดูแลความสงบเรียบร้อยภายในพื้นที่สวนจากพนักงาน	●	+	●	+	●	+	<u>ผลดี</u> แขกผู้ใช้สวนได้รับการดูแลมีความปลอดภัยมากขึ้น

การวิเคราะห์การออกแบบด้านการใช้สอยของพื้นที่สวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านการใช้สอยนี้ทุกประเด็นมีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.1.1 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นต่างๆ ตามตารางที่ 4.1 ทั้งด้านการแบ่งพื้นที่การใช้งานให้เป็นสัดส่วน การกำหนดมุมมอง ความปลอดภัย ล้วนเป็นประเด็นที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมาจึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปพิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

4.1.2 การวิเคราะห์ด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน

4.1.2.1) แสงแดด (Sunlight)

<u>ตารางที่ 4.2 แสดงการออกแบบด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน (แสงแดด)</u>

ประเด็นด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน (แสงแดด)	เกณฑ์ไลแอทเธอร์วิกฯ (พ.ศ.2533)		เกณฑ์ต่างประเทศสหรัฐอเมริกา สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอสกอด (ออสซี่ข้ามพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การได้รับแสงแดดของพืชในสวน	●	+	●	+	◐	±	<u>ผลดี</u> พืชสามารถได้รับแสงเพื่อการสังเคราะห์แสงได้เป็นอย่างดี

ประเด็นด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน (แสงแดด)	เกณฑ์ไฮเทค กรุงเทพมหานคร (พ.ศ.2533)		เกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับกรุงเทพมหานคร สู่ยุคโลกาภิวัฒน์ (พ.ศ.2539)		คู่มือการออกแบบสวนหลังคาในเขตร้อนชื้นเมืองไทย (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การได้ร่มเงาจากต้นไม้	◐	±	●	+	●	+	<u>ผลดี</u> พื้นที่ได้รับร่มเงาทำให้สามารถทำกิจกรรมต่างๆได้ในช่วงเวลากลางวัน
การได้ร่มเงาจากศาลาและเฟอร์นิเจอร์ภายนอกอาคาร (Outdoor furniture)	◐	±	●	+	●	+	<u>ผลดี</u> พื้นที่ได้รับร่มเงาทำให้สามารถทำกิจกรรมต่างๆได้ในช่วงเวลากลางวัน
การลดแสงจ้า (Glare) ของพื้นด้วยสนามหญ้า ไม้พุ่ม	◐	±	●	+	●	+	<u>ผลดี</u> พื้นที่ของสวนโดยรอบในช่วงเวลากลางวันหรือช่วงมีแสงแดดแรงๆไม่จ้าจากแสงแดดมากนัก
การลดแสงจ้า (Glare) ของพื้นด้วยวัสดุปูพื้นลดแสง	◐	±	◐	±	●	+	<u>ผลดี</u> หินกาบสีดำทำให้การจ้าของแสงแดดลดลงได้บ้าง <u>ผลเสีย</u> พื้นที่สวนส่วนพื้นดาดแข็งค่อนข้างแสงจ้ามาก

การวิเคราะห์การออกแบบด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม (แสงแดด) ของพื้นที่สวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม (แสงแดด) ทุกประเด็นมีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.1.2.1 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นต่างๆ ตามตารางที่ 4.2 ทั้งการได้ร่มเงาและการลดแสงจ้า ล้วนเป็นประเด็นที่จะช่วยป้องกันการสร้างความรำคาญจากแสงแดด ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

4.1.2.2) ลม (Wind)

<u>ตารางที่ 4.3 แสดงการออกแบบด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน (ลม)</u>

ประเด็นด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน (ลม)	เกณฑ์ไฮเทค กรุงเทพมหานคร (พ.ศ.2533)		เกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับกรุงเทพมหานคร สู่ยุคโลกาภิวัฒน์ (พ.ศ.2539)		คู่มือการออกแบบสวนหลังคาในเขตร้อนชื้นเมืองไทย (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การใช้แผงลดแรงลม (Windscreen) ปิดทึบระดับสูงเกิน 1.80 เมตร	○	-	●	±	●	±	<u>ผลดี</u> ทำให้สามารถใช้งานโดยปราศจากการรบกวนของลม ต้นไม้ไม่ต้องปะทะแรงลมมากจนเกินไปที่เป็นผลให้ใบพืชร่วงหรือแตก และสามารถปิดมุมมองภายนอกสวนกรณี

ประเด็นด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน (ลม)	เดอะไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533)		แชงกรีล่าเยอเมืองสุขุมวิท (พ.ศ.2539)		ดุสิตธานี (อดีตชื่อโนโวเทล) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
							ที่ภายนอกสวนมีมุมมองไม่เป็นระเบียบสวยงาม ผลเสีย เป็นการปิดมุมมองที่ดีในกรณีที่ภายนอกสวนมีทิวทัศน์ที่ดีและทำให้พื้นที่สวนดูแคบลง
การใช้แผงลดแรงลม (Windscreen) ปิดทึบระดับต่ำกว่า 1.80 เมตร	●	±	○	-	●	±	ผลดี สามารถมีมุมมองผ่านฉากกั้นลมเห็นทิวทัศน์ภายนอกสวนและพื้นที่ดูโล่งโปร่งกว้างขึ้น ผลเสีย หากเกิดลมแรงอาจรบกวนการใช้งานมากกว่าปกติ และต้นไม้อาจต้องปะทะกับลมแรงมากขึ้นมีผลให้ใบพืชอาจร่วงง่ายและเกิดใบแตก
การใช้แผงลดแรงลม (Windscreen) แบบไม้ระแนงเฉียงเว้นร่อง (Latice)	●	+	○		●	+	ผลดี สามารถเป็นฉากลดความแรงของลมได้และสามารถมองทะลุผ่านรูระแนงได้ทำให้ไม่ดูคับแคบ
อาคารได้รับการออกแบบจากสถาปนิกเพื่อลดแรงลมบริเวณสวน	●	+	●	+	○	-	ผลดี ทำให้การเกิดแรงลมปะทะกับตัวอาคารน้อยลงมีผลให้พื้นที่สวนมีแรงลมลดลงได้ ผลเสีย ทำให้เกิดแรงลมปะทะกับตัวอาคารมากยิ่งขึ้นมีผลให้พื้นที่สวนมีแรงลมมากขึ้น เป็นที่รบกวนต่อการใช้งานและต้นพืชเสียหายง่ายกว่า

การวิเคราะห์การออกแบบด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม (ลม) ของพื้นที่สวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม (ลม) ทุกประเด็นมีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.1.2.2 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นต่างๆ ตามตารางที่ 4.3 จะช่วยให้พื้นที่สวน ซึ่งอยู่ในที่สูงและมีลมแรงได้ปราศจากการรบกวนของลมบนอาคาร ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา จึงสรุปได้ว่าสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

4.1.3 การวิเคราะห์ด้านหลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย

ตารางที่ 4.4 แสดงการออกแบบด้านหลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัยของสวนหลังคา

ประเด็นด้านหลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคาร และการกำหนดความปลอดภัย	เกณฑ์ไฮเทค เอราวัณ (พ.ศ.2533)		เขตห้ามบินเฉพาะ สุวรรณภูมิ (พ.ศ.2539)		ดอนเมือง (ออกสี่ชั้นพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
มีหลักเกณฑ์อาคารต่อการออกแบบสวนหลังคา	○	-	○	-	○	-	ผลเสีย อาจทำให้เกิดความเสียหายต่ออาคารและความปลอดภัยของผู้ใช้สวน
มีเทศบัญญัติควบคุมความสูงของอาคารต่อการออกแบบสวนหลังคา	○	-	○	-	○	-	ผลเสีย อาจขาดความเป็นระเบียบของภูมิทัศน์ของเมืองนั้นๆ
ความปลอดภัยโดยใช้ราวกันตก	●	+	●	+	●	+	ผลดี สร้างความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้สวนไม่ตกจากสวนหลังคาของอาคาร

การวิเคราะห์การออกแบบด้านหลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัยของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านหลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย ของสวนหลังคามีทั้งความสอดคล้องและแตกต่างกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 2.1.3 นั่นคือ

สอดคล้องกันคือ ความปลอดภัยเป็นความจำเป็นต่อการป้องกันการพลัดตกจากสวนด้วยการใช้สิ่งกีดขวาง เช่น ราวลูกกรง กำแพงกันตก ดังนั้นประเด็นนี้จึงสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

แตกต่างกันคือ หลักเกณฑ์อาคารต่อการออกแบบสวนหลังคา เทศบัญญัติควบคุมความสูงของอาคารต่อการออกแบบสวนหลังคา ที่สวนหลังคาที่เลือกศึกษามิได้คำนึงเพราะกรุงเทพมหานครยังไม่ได้มีการออกข้อกำหนดใดที่ใช้บังคับควบคุมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสวนหลังคา ดังนั้นประเด็นนี้จึงไม่นำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่

4.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านการก่อสร้างสวนหลังคา

4.2.1 การวิเคราะห์ด้านพื้นหลังคาคอนกรีต

ตารางที่ 4.5 แสดงการออกแบบด้านพื้นหลังคาคอนกรีต

ประเด็นด้านพื้นหลังคาคอนกรีต	แกรนด์ ไฮแลค เดอาวัลเน (พ.ศ.2533)		เซอร์เต้นแกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอนราด (ออลซีซั่นเพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
ผู้ออกแบบสวนทำงานประสานงานกับวิศวกรโครงสร้างและสถาปนิกก่อนการออกแบบตัวอาคารในช่วงแรก	●	+	●	+	○	-	ผลดี การออกแบบการรับน้ำหนักโครงสร้างของพื้นสวนและการจัดวางตำแหน่งแนวเสาและคานได้รับการร่วมคิดวางแผนตั้งแต่ต้นให้ทั้งด้านการออกแบบ ด้านโครงสร้าง งานระบบต่างๆ ทำให้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นลดน้อยลงได้ ผลเสีย ภูมิสถาปนิกไม่สามารถออกแบบบรรลุตามเป้าหมายได้ดีเท่าที่ควร เพราะต้องออกแบบตามแบบของสถาปนิกและวิศวกรที่กำหนดไว้ในช่วงแรก
ผู้ออกแบบสวนได้รับข้อมูลจากวิศวกรโครงสร้างและสถาปนิกก่อนการออกแบบสวนหลังคา	●	+	●	+	●	+	ผลดี ผู้ออกแบบสวนสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ ซึ่งจะทำให้ลดปัญหาเรื่องการถ่ายน้ำหนักของงานสวนที่จะมีผลต่อโครงสร้างได้บ้าง
พื้นหลังคา (Roof Slab) ที่รองรับสวนหลังคาเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforce concrete slab) ประเภท เสาและคาน (Post & Lintel)	●	+	●	+	●	+	ผลดี สามารถรับน้ำหนักงานสวนได้ดีทั้งน้ำหนักจร (Live load)เช่น แขกผู้ใช้สวน เจ้าหน้าที่และน้ำหนักตาย (Dead load) เช่น ต้นไม้ใหญ่ ดินปลูก ประติมากรรม เป็นต้นได้ดี
มีการทำคานคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดใหญ่และมีความลึกมากกว่าปกติรองรับพื้นสวนหลังคา	◐	±	◐	±	●	±	ผลดี สามารถเพิ่มการรองรับน้ำหนักงานสวนที่กระทำต่อโครงสร้างได้เป็นอย่างดี ผลเสีย เป็นการเพิ่มราคาค่าก่อสร้างให้สูงกว่าปกติ
คานคอนกรีตเสริมเหล็กวางตัวถี่	◐	±	◐	±	●	±	ผลดี การออกแบบสวนออกแบบง่ายกว่าโดยไม่ต้องกังวลเรื่องการถ่ายน้ำหนักลงสู่พื้นหลังคามากนัก การจัดวางตำแหน่งต้นไม้ใหญ่สามารถจัดวางได้ดีกว่าคือ สามารถจัดวางต้นไม้ใหญ่ปลูกให้อยู่เป็นกลุ่มก้อนได้มากกว่า ทำให้แลดูมีความเป็นธรรมชาติมากขึ้น ตำแหน่งของต้นไม้ใหญ่วางปูได้ทั่วพื้นที่สวนโดยไม่จำเป็นต้องวางอยู่ตรงหัวเสาหรือในแนวคานเท่านั้น ผลเสีย เป็นการเพิ่มราคาค่าก่อสร้างให้สูงมาก
การจัดวางต้นไม้ใหญ่ให้อยู่ในตำแหน่งหัวเสาของโครงสร้าง	●	+	◐		○		ผลดี การถ่ายน้ำหนักของต้นไม้ใหญ่สามารถถ่ายแรงลงหัวเสาได้ดีทำให้คานและพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กไม่ต้องรับน้ำหนักต้นไม้ใหญ่ที่มีผลกระทบให้คานและพื้นเกิดการแอ่นตกท้องช้าง

การวิเคราะห์การออกแบบด้านพื้นหลังคาคอนกรีตของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านพื้นหลังคาคอนกรีตทุกประเด็นมีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.2.1 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นต่างๆ ตามตารางที่ 4.5 เป็นการก่อสร้างพื้นหลังคาให้มีความมั่นคงแข็งแรงเพียงพอต่อการรองรับน้ำหนักของสวนหลังคา ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้ สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

4.2.2 การวิเคราะห์ด้านวัสดุกันน้ำซึม

ตารางที่ 4.6 แสดงการออกแบบด้านวัสดุกันน้ำซึม

ประเด็นด้านวัสดุกันน้ำซึม	เกรซ ดี ไฮเดค เอราวัณ (พ.ศ.2533)		เซอร์ทาเน็ม สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		ดอกบัว (ออดิซี่ ซิมพลัส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
ใช้ระบบแบบแผ่น (Single-ply roof membrane) ปูทั่วพื้นที่สวนหลังคา	●	±	●	±	○		ผลดี สามารถป้องกันน้ำรั่วซึม ผลเสีย ช่วงรอยต่อของแต่ละแผ่นของวัสดุกันซึมแบบแผ่นหากต่อเชื่อมไม่ดีอาจมีปัญหาการรั่วซึมบริเวณนี้ได้
ใช้ระบบเหลว (Fluid-applied membrane) แบบทาทั่วพื้นที่สวนหลังคา	●	±	○		○		ผลดี สามารถป้องกันน้ำรั่วซึม ผลเสีย จะใช้เวลาการปฏิบัติงานนานกว่าแบบอื่น
ใช้ระบบเหลว (Fluid-applied membrane) แบบพ่นทั่วพื้นที่สวนหลังคา	○		○		●	±	ผลดี สามารถป้องกันน้ำรั่วซึม มีความรวดเร็วในการปฏิบัติงานมากกว่า ผลเสีย หากพ่นไม่ทั่วพื้นที่น้ำจะมีช่องให้รั่วซึมได้ทันที

การวิเคราะห์การออกแบบด้านวัสดุกันน้ำซึมของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านพื้นหลังคาคอนกรีตทุกประเด็นมีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.2.2 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นต่างๆ ตามตารางที่ 4.6 ล้วนเป็นรูปแบบและวิธีการที่จะช่วยป้องกันการแทรกซึมของน้ำลงสู่ตัวโครงสร้างพื้นหลังคา ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

4.2.3 การวิเคราะห์ด้านแผ่นกันทะลุ

ตารางที่ 4.7 แสดงการออกแบบด้านแผ่นกันทะลุ

ประเด็นด้านแผ่นกันทะลุ	เกณฑ์ไฮแอท เฮราโอน (พ.ศ.2533)		เชอรัตต์แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		ตราศาสตร (ออฟฟิศพื้นที่พัฒนา) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
มีการใช้แผ่นกันทะลุ (Protection Board) วางบนวัสดุกันน้ำซึม	○		○		○		

การวิเคราะห์การออกแบบด้านแผ่นกันทะลุของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านแผ่นกันทะลุของสวนหลังคามีความแตกต่างกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 2.2.3 (คำอธิบายดูการวิเคราะห์ด้านฉนวนในหัวข้อถัดไป)

4.2.4 การวิเคราะห์ด้านฉนวน

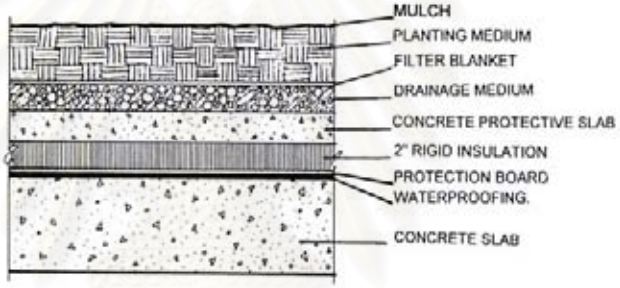
ตารางที่ 4.8 แสดงการออกแบบด้านฉนวน

ประเด็นด้านฉนวน	เกณฑ์ไฮแอท เฮราโอน (พ.ศ.2533)		เชอรัตต์แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		ตราศาสตร (ออฟฟิศพื้นที่พัฒนา) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
มีการออกแบบใช้ฉนวน (Insulation) กับงานสวนหลังคา	○		○		○		

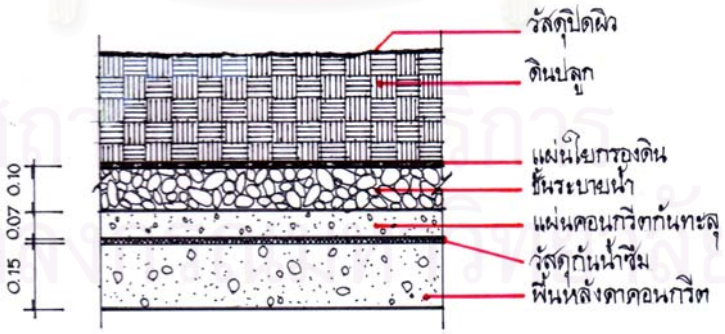
การวิเคราะห์การออกแบบด้านฉนวนของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านฉนวนของสวนหลังคามีความแตกต่างกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 2.2.4 นั่นคือ เนื่องจากภูมิอากาศของสวนหลังคาของโรงแรมทั้งสามในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีความแตกต่างกับภูมิอากาศของแนวทางตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องของ Theodore Osmundson ทั้งเรื่องฉนวนและแผ่นคอนกรีตกันทะลุ เหตุที่แตกต่างกันเพราะแนวทางการออกแบบของ Theodore Osmundson เป็นการออกแบบในพื้นที่ประเทศทางฝั่งตะวันตกของโลกที่มีภูมิอากาศแตกต่างกับภูมิอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานครคือ ฤดูหนาวของประเทศทาง

ฝั่งตะวันตกจะมีอุณหภูมิต่ำติดลบองศาเซลเซียสหรือมีหิมะตก ในขณะที่ฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิที่สูงมาก หรือในหนึ่งวันอุณหภูมิช่วงกลางวันและกลางคืนจะแตกต่างกันมากซึ่งมีผลให้พื้นรองรับสวนหลังคาอาจเกิดการแตกร้าวจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ จึงทำให้มีความจำเป็นต้องใช้ฉนวนรองรับด้วยแผ่นกันทะลุตามรูปที่ 4.1 ซึ่งวัสดุสองส่วนนี้สามารถเป็นฉนวนป้องกันความร้อนความเย็นภายนอกอาคารที่มามีผลต่อภายในอาคารได้ และสามารถเป็นตัวช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศให้กับอาคารได้อีกด้วย จึงทำให้สวนหลังคาของประเทศทางแถบตะวันตกนิยมทำสวนหลังคาที่ต้องมีฉนวนป้องกันอุณหภูมิให้กับอาคาร ในขณะที่สวนหลังคาในพื้นที่กรุงเทพมหานครมิได้มีอุณหภูมิที่แตกต่างกันมากมายจึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้ฉนวนรองรับด้วยแผ่นกันทะลุตามรูปที่ 4.2 ประกอบกับงบประมาณค่าก่อสร้างที่มีอยู่จำกัด ผู้ออกแบบจึงพิจารณาเล็งเห็นว่าหากไม่มีผลกระทบมากมายในเรื่องอุณหภูมิที่แตกต่างมาก จึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้ทั้งฉนวนและแผ่นกันทะลุนี้



รูปที่ 4.1 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคาตามแนวทางการออกแบบสวนหลังคาของวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องที่มีฉนวนและแผ่นกันทะลุเป็นองค์ประกอบร่วมด้วย (Theodore Osmundson, 1999)



รูปที่ 4.2 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคาของอาคารที่ศึกษาที่อยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครที่ไม่นิยมมีฉนวนและแผ่นคอนกรีตกันทะลุเป็นองค์ประกอบ

4.2.5 การวิเคราะห์ด้านแผ่นคอนกรีตกันทะลุ

ตารางที่ 4.9 แสดงการออกแบบด้านแผ่นคอนกรีตกันทะลุ

ประเด็นด้านแผ่นคอนกรีตกันทะลุ	เดอะสตรีทเอราวัณ (พ.ศ.2533)		เดอะสตรีทสุขุมวิท (พ.ศ.2539)		ดอยสะเก็ด (ออลด์ซิตี้มหาดส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
มีการออกแบบใช้แผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete Protection Slab) กับงานสวนหลังคาหนาประมาณ 7.0 เซนติเมตร	●	+	●	+	●	+	ผลดี แผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete Protection Slab) ทำหน้าที่แทนแผ่นกันทะลุ (Protection Board) นั่นคือ ทำหน้าที่ป้องกันการกระแทกสร้างความเสียหายให้กับวัสดุกันน้ำซึม ทำหน้าที่ป้องกันการแทรกซึมของรากพืชทะลุวัสดุกันน้ำซึม เป็นตัวช่วยรองรับหรือเสมือนเป็นจานให้กับวัสดุชั้นระบายน้ำที่เป็นพวกเศษหิน เป็นแผ่นคอนกรีตที่สามารถทำการปรับความลาดเอียง (Slope) ของแผ่นเพื่อช่วยให้น้ำได้ไหลระบายไปยังจุดท่อระบายน้ำที่พื้นที่ต้องการ

การวิเคราะห์การออกแบบด้านแผ่นคอนกรีตกันทะลุของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านแผ่นคอนกรีตกันทะลุมีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.2.5 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นตามตารางที่ 4.9 เป็นตัวช่วยป้องกันความเสียหายให้แก่วัสดุกันน้ำซึมจากเศษหิน เศษอิฐ ของชั้นระบายน้ำและเป็นแผ่นที่ช่วยปรับความลาดให้น้ำไหลไปยังจุดระบายน้ำที่ต้องการ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา สรุปว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

4.2.6 การวิเคราะห์ด้านระบบระบายน้ำ

ตารางที่ 4.10 แสดงการออกแบบด้านระบบระบายน้ำ

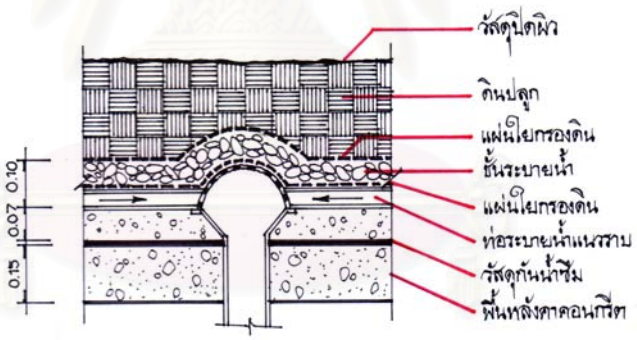
ประเด็นด้านระบบระบายน้ำ	เดอะสตรีทเอราวัณ (พ.ศ.2533)		เดอะสตรีทสุขุมวิท (พ.ศ.2539)		ดอยสะเก็ด (ออลด์ซิตี้มหาดส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
ระบบระบายน้ำแนวราบแบบก้างปลา (Lateral drain)	●	+	●	+	●	+	ผลดี ทำให้น้ำเกิดการระบายได้ดีและเร็วทั่วพื้นที่ของสวน

ประเด็นด้านระบบระบายน้ำ	เกรดี้และเดนนี่ เธอร์เบโน (พ.ศ.2533)		เทอเรนซ์ เดย์ และสุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คลาสตอล (ออสซี่ขั้นเพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
ระบบระบายน้ำแนวตั้งโดยมีท่อระบายน้ำวางในแนวตั้ง	○		○		●	±	<u>ผลดี</u> ช่วยการระบายน้ำในแนวราบที่ทำให้น้ำสามารถระบายได้อย่างรวดเร็วขึ้นเมื่อเวลาฝนตกหนักเป็นผลให้น้ำไม่ท่วมขัง <u>ผลเสีย</u> ค่าใช้จ่ายการก่อสร้างเพิ่มขึ้น

การวิเคราะห์การออกแบบด้านระบบระบายน้ำของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านระบบระบายน้ำของสวนหลังคามีทั้งความสอดคล้องและแตกต่างกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 2.2.6 นั่นคือ

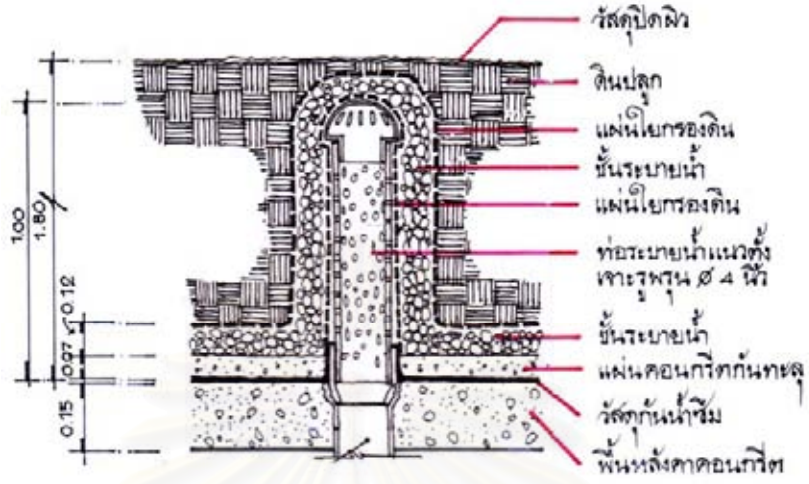
สอดคล้องกันคือ การใช้ระบบระบายน้ำในแนวราบด้วยท่อระบายน้ำเจาะรูพรุนวางตัวในแผ่เป็นแบบก้างปลา (Lateral drain) ตามรูปที่ 4.3 ดังนั้นประเด็นนี้จึงสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้



รูปที่ 4.3 แสดงรูปตัดระบบระบายน้ำในแนวราบก้างปลา (Lateral drain)

แตกต่างกันคือ ระบบระบายน้ำที่ใช้กับสวนหลังคาของโรงแรมคอนราดซึ่งอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีการใช้ระบบระบายน้ำในแนวตั้งตามรูปที่ 4.4 ด้วยการวางท่อมีรูพรุนวางในแนวตั้ง เพื่อช่วยระบายน้ำร่วมกับระบบระบายน้ำแนวราบ ส่วนที่ต้องมีการเพิ่มเติมท่อระบายน้ำแนวตั้ง เพราะบ่อหลุมปลูกที่พื้นของโรงแรมคอนราดมีความลึกมากและมีพื้นที่ส่วนพื้นนุ่ม (Softscape) ค่อนข้างกว้างซึ่งหากให้น้ำระบายได้เฉพาะระบบระบายน้ำแนวราบเพียงระบบเดียวจะไม่เพียงพอต่อการไหลระบายออก ในขณะเดียวกันพื้นที่กรุงเทพมหานครในช่วงฤดูฝนจะมีฝนตกหนัก ซึ่งหากการระบายน้ำฝนไม่ทันจะทำให้ดินอุ้มน้ำไว้มากอันมีผลต่อการรับน้ำหนักของพื้น

คอนกรีตที่มีมากขึ้นไปด้วย ดังนั้นประเด็นนี้จึงอาจนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้



รูปที่ 4.4 แสดงรูปตัดระบบระบายน้ำแนวตั้งเพื่อการระบายน้ำที่เร็วเมื่อเวลาฝนตกหนัก

4.2.6.1 การวิเคราะห์ด้านระบบระบายน้ำ (ชั้นระบายน้ำ)

ตารางที่ 4.11 แสดงการออกแบบด้านระบบระบายน้ำ (ชั้นระบายน้ำ)

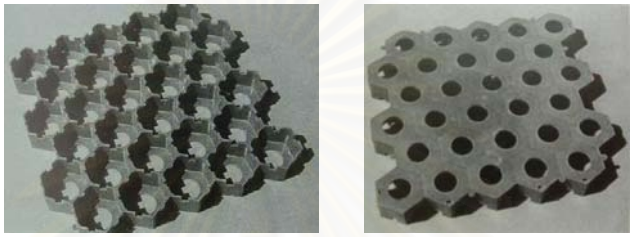
ประเด็นด้านชั้นระบายน้ำ	แกรนด์ไฮแลท เตราวัฒน (พ.ศ.2533)		เศรษฐกิจแกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอนราด (ออดดี้ชั้นเพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การใช้ชั้นระบายน้ำประกอบด้วยหินกรวดและเศษอิฐแตก	●	±	●	±	●	±	ผลดี มีความสามารถในการระบายน้ำได้ ราคาถูกหาซื้อได้ง่ายเพราะเป็นทรัพยากรที่ยังหาได้ภายในประเทศ ผลเสีย หินกรวดและเศษอิฐแตกเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักมาก ซึ่งทำให้โครงสร้างพื้นสวนหลังคาต้องได้รับการออกแบบการรับน้ำหนักไว้มาก

การวิเคราะห์การออกแบบด้านระบบระบายน้ำ (ชั้นระบายน้ำ) ของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านระบบระบายน้ำ (ชั้นระบายน้ำ) ของสวนหลังคามีทั้งความสอดคล้องและแตกต่างกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 2.2.6.1 นั่นคือ

สอดคล้องกันคือ การใช้ชั้นระบายน้ำด้วยหินกรวดและเศษอิฐแตก ดังนั้นประเด็นนี้จึงสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไป

แตกต่างกันคือ ชั้นระบายน้ำในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมีทั้งการใช้หินกรวดและการใช้พลาสติกระบายน้ำที่ชื่อว่ากล๊าสเซลล์ (Grass-cell) เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบามากช่วยลดการรับน้ำหนักของโครงสร้างของพื้นสวนหลังคาได้เป็นอย่างดีและมีความสามารถในการระบายน้ำที่ดีมาก แต่การใช้แผงระบายน้ำพลาสติกกล๊าสเซลล์ของสวนหลังคาในกรุงเทพมหานครนี้ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากหาซื้อค่อนข้างยากในเมืองไทย เพราะไม่มีโรงงานผลิต ต้องมีการนำเข้าและมีราคาสูง ดังนั้นประเด็นนี้จึงอาจนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปหรือไม่ก็ได้ตามการพิจารณาเห็นสมควร



รูปที่ 4.5 แสดงแผงระบายน้ำพลาสติกกล๊าสเซลล์ (Grass-cell)

(Theodore Osmundson,1999: 165)

4.2.6.2 การวิเคราะห์ด้านระบบระบายน้ำ (ช่องท่อระบายน้ำ)

ตารางที่ 4.12 แสดงการออกแบบด้านระบบระบายน้ำ (ช่องท่อระบายน้ำ)

ประเด็นด้านช่องท่อระบายน้ำ	เกาหลี ไฮแอท เดอร์วิล (พ.ศ.2533)		เยอรมัน เกลน์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		ศูนย์การเรียนรู้ (ออดซี่ ไม้พุพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
ท่อระบายน้ำภายในหลุมปลูกใช้เป็นหัวกะโหลก (Dome drain)	●	+	●	+	●	+	ผลดี สามารถระบายน้ำได้ในขณะที่ป้องกันปัญหาเศษใบไม้เศษหินไปอุดตันที่จะมีผลให้น้ำเกิดการขังไหลไม่ได้
พื้นทางเดินทำรางระบายน้ำ (Gutter) เปิดโล่งและโรยด้วยหินแม่น้ำกลมเกลี้ยง	●	±	●	±	○		ผลดี สามารถระบายน้ำได้ในขณะที่ใช้หินแม่น้ำโรยที่รางระบายน้ำเพื่อดูสวยงามไม่เปิดเป็นร่องดูน่า เกลียด ผลเสีย ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายมากขึ้น และการไหลระบายของน้ำอาจไม่ดีมากเพราะถูกขวางกั้นด้วยหินแม่น้ำ
พื้นทางเดินทำรางระบายน้ำ (Gutter) ปิดด้วยตระแกรงและปูปิดผิวด้วยตาข่ายมุ้งลวด พลาสติกและโรยด้วยหินแม่น้ำกลมเกลี้ยง	○		○		●	±	ผลดี สามารถระบายน้ำได้ดีในขณะที่มีความสวยงามเพราะปิดด้วยตะแกรงปูทับด้วยตาข่ายมุ้งลวด พลาสติกแล้วโรยหินแม่น้ำ น้ำในรางน้ำด้านล่างจึงไม่ถูกกั้นขวางด้วยหินแม่น้ำ ผลเสีย หินแม่น้ำมักกระเด็นออกจากรางทำให้เดินสะดุด

การวิเคราะห์การออกแบบด้านระบบระบายน้ำ (ช่องท่อระบายน้ำ) ของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านระบบระบายน้ำ (ช่องท่อระบายน้ำ) มีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.2.6.1 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นตามตารางที่ 4.12 ล้วนเป็นรูปแบบที่สามารถใช้รองรับการระบายน้ำบนสวนหลังคาลงสู่ด้านล่างได้ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

4.2.7 การวิเคราะห์ด้านแผ่นใยกรองดิน

ตารางที่ 4.13 แสดงการออกแบบด้านแผ่นใยกรองดิน

ประเด็นด้านแผ่นใยกรองดิน	เกษตร ไสแอก เดอาวโน (พ.ศ.2533)		เชษฐ์ ทันเกษตร์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คุณากร (ออลซีซั่นเพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การใช้แผ่นใยกรองดินแบบผ้าที่เรียกว่าจีโอเทคไทล์ (Geotextile)	●	±	○		○		ผลดี มีความสามารถการซึมของน้ำได้ดีโดยไม่ทำให้ดินไหลผ่านได้ ผลเสีย มีราคาที่ค่อนข้างสูง และนานวันอาจเกิดการอุดตันจากผงดินที่ไปเกาะอุดตามรูของแผ่นใยกรองดินแบบจีโอเทคไทล์ (Geotextile) นี้ทำให้การระบายของน้ำไม่ดี
การใช้แผ่นใยกรองดินแบบตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกซ้อนกันสองชั้น	○		●	±	●	±	ผลดี ราคาถูกกว่ามากและหาซื้อได้ง่ายกว่า มีความสามารถในการระบายน้ำได้ในระดับหนึ่ง ผลเสีย เนื่องจากตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกมีรูพรุนที่ไม่เล็กมากจึงต้องมีการซ้อนประกบกันสองชั้นเมื่อใช้ งาน แต่ก็ยังคงมีโอกาสที่ผงดินเล็กๆอาจมีโอกาสที่ไหลหลุดออกมาได้บ้าง และตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกนี้อาจถูกเศษดินเกาะอยู่ตามรูของตาข่าย ซึ่งมีผลให้น้ำระบายได้ไม่ดี

การวิเคราะห์การออกแบบด้านแผ่นใยกรองดินของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านแผ่นใยกรองดินของสวนหลังคามีทั้งความสอดคล้องและแตกต่างกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 2.2.7 นั่นคือ

สอดคล้องกันคือ มีจุดประสงค์เดียวกันในการป้องกันดินปลูกไหลออกมาลงสู่ชั้นระบายน้ำที่จะสามารถทำให้เกิดการอุดตันของท่อระบายน้ำได้ โดยมีหน้าที่ให้น้ำสามารถไหลผ่านได้เท่านั้น

ดังนั้นประเด็นนี้จึงสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไป

แตกต่างกันคือ แผ่นใยกรองดินที่นำมาใช้ในเมืองไทยพบว่ายังคงใช้แบบที่หาได้ง่าย ไม่แพงและเป็นวัสดุที่สามารถประยุกต์ใช้แทนเป็นแผ่นใยกรองดินได้ คือ ตาข่ายมุ้งลวดพลาสติก ซึ่งต่างกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมักเป็นวัสดุที่มีเทคโนโลยีที่สูงกว่า เช่น แผ่นเอ็นก้าเดรน (Enkadrain) ที่มีความสามารถในการไหลผ่านของน้ำได้ดีมาก ในขณะที่สามารถป้องกันดินปลูกไหลออกมาได้เป็นอย่างดี แต่มีราคาสูงและต้องนำเข้า

4.2.8 การวิเคราะห์ด้านดินปลูก

ตารางที่ 4.14 แสดงการออกแบบด้านดินปลูก

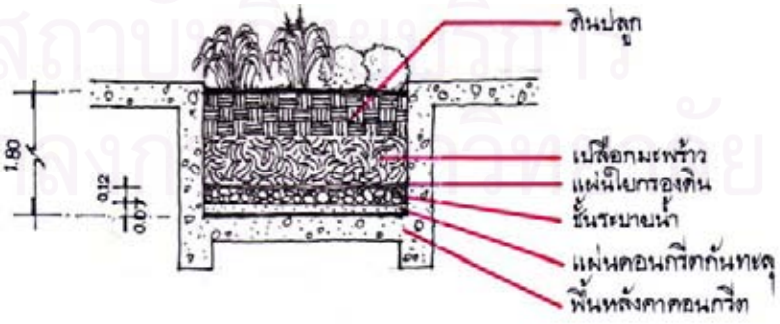
ประเด็นด้านดินปลูก	เกรนด์ไฮแอท เดอร์วิล (พ.ศ.2533)		เซอร์เคิ้นเกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอนราด (ออดดี้ชั้นเพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การใช้ดินปลูกด้วยดินผสมเปลือกถั่ว ขุยมะพร้าว ทราย	●	±	●	±	●	±	ผลดี สามารถเป็นแหล่งธาตุอาหาร เป็นที่ยึดเกาะของต้นพืชได้ สามารถระบายน้ำได้ ราคาถูกและหาได้ง่าย ผลเสีย มีน้ำหนักมากซึ่งอาจต้องเผื่อการรับน้ำหนักของโครงสร้างไว้มาก ผงดินเล็กๆอาจหลุดไหลออกมาได้หรืออุดตันแผ่นใยกรองดิน และต้องได้รับการดูแลสม่ำเสมอ เช่น ต้องมีการพรวนดินสม่ำเสมอไม่ให้ดินอัดตัวกันแน่น
การลดระดับดินปลูกให้ต่ำกว่าขอบของหลุมปลูก 10 เซนติเมตร	○	-	●	+	●	+	ผลดี ลดการสูญเสียดินเพราะดินไม่ไหลออกนอกหลุมปลูก ผลเสีย ดินผิวหน้าถูกชะล้างออกไป
การใช้โฟมหนุนด้านล่างของหลุมแทนที่ดินปลูกกรณีหลุมปลูกลึกเกิน	●	±	○		○		ผลดี ช่วยลดการใช้ปริมาณดินปลูกให้น้อยลง การรับน้ำหนักของโครงสร้างพื้นสวนไม่ต้องรับน้ำหนักมากเกิน เป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายค่าการก่อสร้าง ผลเสีย โอกาสต้นพืชอาจล้มโค่นได้ เนื่องจากรากพืชไม่สามารถหยั่งลึกได้
การใช้เปลือกมะพร้าวหนุนด้านล่างของหลุมปลูกกรณีหลุมปลูกลึกเกิน	○		○		●	±	ผลดี สามารถลดน้ำหนักของวัสดุปลูกที่กระทำต่อโครงสร้างพื้นสวนให้น้อยลงได้ รากสามารถชอนไชและหยั่งลึกได้ดี เป็นวัสดุธรรมชาติราคาถูกหาได้ง่าย ผลเสีย ในระยะยาวเปลือกมะพร้าวจะอัดแน่นและยุบตัวได้ในที่สุดทำให้ต้องเติมดินบ่อยครั้งขึ้น

การวิเคราะห์การออกแบบด้านดินปลูกของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

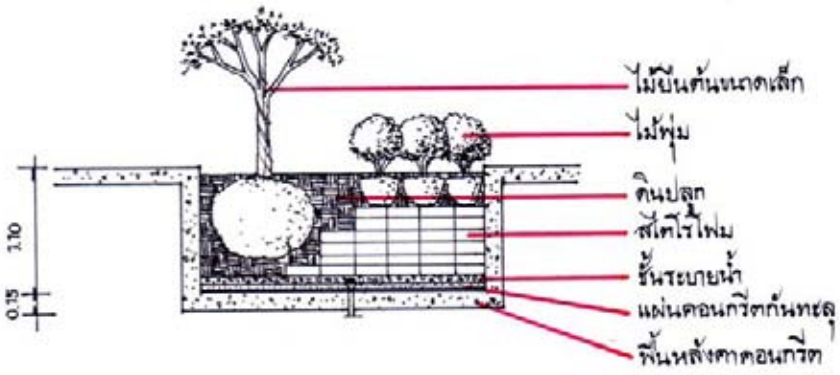
พบว่าการออกแบบด้านดินปลูกของสวนหลังคามีทั้งความสอดคล้องและแตกต่างกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 2.2.8 นั่นคือ

สอดคล้องกันคือ การใช้ดินผสมเปลือกถั่ว ขุยมะพร้าว ทรายเป็นส่วนผสมดินปลูก และการใช้โฟมหนุนด้านล่างของหลุมปลูกกรณีที่หลุมปลูกมีความลึกมาก ดังนั้นประเด็นเหล่านี้จึงสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไป

แตกต่างกันคือการใช้วัสดุปลูกเป็นวัสดุอื่นแทนดิน ซึ่งวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องได้มีการเลือกใช้วัสดุหลายแบบ เช่น เม็ดดินปลูกไลก้า (Leca) ซึ่งเป็นดินปลูกที่มีน้ำหนักเบากว่าดินธรรมชาติและสามารถใช้ปลูกพืชให้เจริญเติบโตได้ดี แต่มีราคาที่สูงกว่าและหายากกว่าเนื่องจากมีผู้ผลิตในประเทศไม่มากนักหรือต้องนำเข้าจึงไม่เป็นที่นิยมใช้เป็นวัสดุปลูกสำหรับสวนหลังคาของอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานคร หรือความแตกต่างกันเรื่องการใช้ดินปลูกที่ทำสำเร็จรูป แต่ไม่เป็นที่นิยมในกรุงเทพมหานครเช่นกันเพราะมีราคาสูงแต่ช่วยลดน้ำหนักดินปลูกให้กับโครงสร้างพื้นได้มาก ได้แก่ เทคโนฟลอร์ (Technoflor) ดินปลูกกรอแดน (Grodan Planting Medium) นอกจากนั้นยังมีความแตกต่างในการใช้เปลือกมะพร้าวตามรูปที่ 4.6 แทนการใช้แผ่นสไตโรโฟมตามรูปที่ 4.7 หนุนด้านล่างของหลุมปลูกกรณีหลุมปลูกลึก ซึ่งเป็นความคิดการแก้ปัญหาในการช่วยยกดินปลูกให้สูงขึ้น ซึ่งเป็นความคิดของผู้รับเหมางานสวนของไทยที่รู้จักนำวัสดุที่มีอยู่ในประเทศมากมายมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ดังเช่น สวนหลังคาโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) ที่เลือกใช้วิธีนี้ซึ่งพบว่าทำให้งานสวนหลังคามีราคาถูกลงกว่าเดิม เป็นวัสดุที่หาได้ง่าย น้ำหนักเบาและรากสามารถชอนไชยึดเกาะได้ดี แต่การใช้เปลือกมะพร้าวหนุนนี้ในระยะยาว อาจทำให้เปลือกมะพร้าวเกิดการอัดตัวแน่นและยุบตัวในที่สุดได้ ดังนั้นการปรับเปลี่ยนใดๆควรต้องมองถึงผลที่เกิดขึ้นในอนาคตประกอบด้วย



รูปที่ 4.6 แสดงการใช้เปลือกมะพร้าวอัดแน่นแทนแผ่นสไตโรโฟมเพื่อเพิ่มความสูงกรณีหลุมปลูกมีความลึกมากแต่อาจมีผลกระทบในอนาคตเพราะเปลือกมะพร้าวอาจอัดตัวแน่นขึ้นและยุบตัวลงในที่สุด



รูปที่ 4.7 แสดงการใช้สไตโรโฟมหนุนด้านล่างเพื่อช่วยลดการรับน้ำหนักของพื้นหลังคาจากดินปลูก

4.2.9 การวิเคราะห์ด้านวัสดุปิดผิว

ตารางที่ 4.15 แสดงการออกแบบด้านวัสดุปิดผิว

ประเด็นด้านวัสดุปิดผิว	เกรซ์ ไฮเดก เดอราโบ (พ.ศ.2533)		เซดัม แมกซ์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอนราด (ออลซีซั่นแพลส) (พ.ศ2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การใช้เศษขุยมะพร้าว ใบไม้โรยผิวหน้าของดินปลูก	●	+	●	+	●	+	ผลดี ช่วยรักษาความชุ่มชื้นที่ผิวของวัสดุปลูกไม่ให้ระเหยแห้งเร็วเกิน ป้องกันวัชพืชบางประเภทได้ และทำให้ดูเป็นธรรมชาติ

การวิเคราะห์การออกแบบด้านวัสดุปิดผิวของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านวัสดุปิดผิวมีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.2.9 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นตามตารางที่ 4.15 เป็นวิธีช่วยปกป้องให้ผิวดินมีความชุ่มชื้นไม่แห้งเร็ว ป้องกันวัชพืช มีความเป็นธรรมชาติมากขึ้น และนานวันสามารถย่อยสลายกลายเป็นดินปลูกได้ในอนาคต ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

4.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านองค์ประกอบงานออกแบบ

4.3.1 การวิเคราะห์ด้านพืชพันธุ์

ตารางที่ 4.16 แสดงการออกแบบด้านพืชพันธุ์

ประเด็นด้านพืชพันธุ์	แกรนด์ ไฮเลค เดอร์เบน (พ.ศ.2533)		เซ็นทัล แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอนราด (ออลซีซั่นส์ แพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การเลือกใช้พืชพันธุ์ด้วยไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ไม้คลุมดิน	●	±	●	±	●	±	ผลดี มีความหลากหลายของพืชพันธุ์ทำให้ดูมีความเป็นธรรมชาติมากกว่า ผลเสีย เสียค่าใช้จ่ายต้นพืชมากกว่าเพราะใช้หลายชนิด
พืชที่ใช้เป็นพืชไม่ผลัดใบ (Everygreen)	●	+	●	+	●	+	ผลดี ช่วยให้สวนได้รับร่มเงาตลอดทั้งปี พื้นสวนหลังคาไม่สกปรกจากเศษใบไม้ที่ร่วงบ่อยๆ และทำให้การอุดตันของท่อจากเศษใบไม้มีไม่มาก
รูปแบบสวนเป็นสวนเมืองร้อนแบบโปร่ง	●	±	○		◐	±	ผลดี สวนจะดูโล่งโปร่ง สามารถมองเห็นความงามของเส้นขอบฟ้า (Skyline) ของเมืองได้ การสอดส่องดูแลความปลอดภัยมีความทั่วถึงมากกว่า ผลเสีย พื้นที่สวนจะร้อนเพราะมีร่มเงาจากต้นไม้น้อย และขาดความเป็นส่วนตัวของแขกที่ใช้สวนเพราะมองเห็นกันหมด
รูปแบบสวนเป็นสวนเมืองร้อนแบบป่าทึบดิบชื้น	○		●	±	●	±	ผลดี มีบรรยากาศที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะที่สื่อถึงสวนในภูมิภาคเมืองร้อน พื้นที่สวนมีความเย็นกว่าได้ร่มเงาเป็นอย่างดี แขกผู้ใช้ภายในสวนหลังคามีความเป็นส่วนตัวสูง สวนมีความลึกลับและดูมีมิติมากขึ้น ผลเสีย ไม่สามารถมองผ่านพื้นที่ภายนอกได้มากนัก และการสอดส่องดูแลความปลอดภัยค่อนข้างลำบากกว่าเพราะมีต้นไม้ที่แน่นทึบ ตลอดจนเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น
พืชที่ใช้เป็นพืชใบเล็ก ใบละเอียด	●	+	●	+	●	+	ผลดี ใบของต้นพืชบนสวนหลังคาไม่ต้องต้านแรงลมแรงมากเกิน ใบพืชจึงไม่แตกเป็นเส้นและโอกาสการโค่นของต้นพืชมีน้อยกว่า
พืชที่ใช้เป็นพืชใบเป็นแผ่นใหญ่ เช่น กล้วยพัด	○		●	±	◐	±	ผลดี ให้อารมณ์ความรู้สึกเป็นสวนป่าเขตร้อนชื้นเพราะมักเป็นพืชใบใหญ่ ผลเสีย ใบพืชเกิดการปะทะลมที่ค่อนข้างแรงบนสวนหลังคา เกิดการแตกฉีกขาดดูไม่สวยงามและต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนต้นพืชบ่อยครั้งหากยังคงใช้พืชใบใหญ่

ประเด็นด้านพืชพันธุ์	เกรท์ไส้แอท เดอร์เกน (พ.ศ.2533)		แซรอน่า เกรย์เดน์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คลาสสาด (ออลซีซั่นเพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
พืชที่เลือกใช้เป็นพืชมีผล	◐	±	◐	±	◐	±	ผลดี มีความหลากหลายของพืชพันธุ์ไม่ว่าจะมีทั้งมีผลและไม่มีผล ผลเสีย อาจเกิดอันตรายแก่ผู้ใช้สวนได้หากผลร่วงหล่นลงมา นอกเสียจากจัดวางตำแหน่งต้นที่มีผล ห่างไกลจากบริเวณการใช้สอยของแขกผู้ใช้สวน และหากเป็นพืชประเภทที่มีผลนิ่มเมื่อตกอาจแตกเป็นน้ำ ทำให้พื้นเลอะเทอะสกปรกและทำความสะอาดยาก
การคำนึงด้านการแทรกซึมของรากพืช	●	+	●	+	●	+	ผลดี รากพืชไม่ไปทำลายตัวโครงสร้างของอาคารเกิดการเสียหายต่อการรับแรงและน้ำไม่รั่วซึมอันเกิดจากรากไม่สามารถชอนไชถึงเนื้อโครงสร้าง
การคำนึงด้านขนาดของต้นไม้	●	+	●	+	●	+	ผลดี ทำให้ไม่เกิดผลกระทบต่อโครงสร้างอาคารเมื่อเวลาพืชแตกกิ่งก้านสาขาออกไป ขนส่งง่ายและ ราคาถูกกว่า
การคำนึงด้านน้ำหนักของต้นไม้	●	+	◐	±	◐	±	ผลดี โครงสร้างของอาคารไม่ต้องออกแบบเผื่อการรับน้ำหนักมากจนเกินไป ซึ่งทำให้ประหยัดค่าก่อสร้างของโครงสร้างอาคารลงได้ ผลเสีย ทำให้ต้องออกแบบให้โครงสร้างสามารถรับน้ำหนักได้มากส่งผลให้ต้องเสียค่าก่อสร้างมากขึ้น
การคำนึงถึงตั้งแต่ต้นเรื่องการปรับเปลี่ยนต้นพืชทั้งไม้แดดและไม้ในร่มเป็นช่วงๆระยะเวลาตามการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด	◐	±	●	+	◐	±	ผลดี สวนได้รับการดูแลสม่ำเสมอไม่ทรุดโทรม สามารถพบเห็นปัญหาและแก้ปัญหาได้ทันการณ์ ผลเสีย สวนไม่ได้รับการดูแลสม่ำเสมอจากคนสวนมีโอกาสทรุดโทรมไปเรื่อยๆได้มากกว่า

การวิเคราะห์การออกแบบด้านพืชพันธุ์ของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านพืชพันธุ์มีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.3.1 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นตามตารางที่ 4.16 เป็นประเด็นการสร้างบรรยากาศที่ดีให้แก่สวน และการรู้จักเลือกต้นพืชให้เหมาะสมต่อการนำมาปลูกบนสวนหลังคาที่ควรคำนึง ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา เป็นผลให้แนวทางการออกแบบด้านนี้มีความสอดคล้องกันกัน แต่อาจมีบางประเด็นที่ขึ้นอยู่กับแนวความคิดการออกแบบสวนของภูมิสถาปนิกที่ออกแบบสวนให้มีลักษณะเป็นสวนป่าดิบชื้นเขตร้อน พืชที่ใช้จึงมีใบเป็นแผ่นกว้างใหญ่เช่น กล้วยพัด ซึ่งอาจไม่เหมาะนัก

สำหรับการปลูกบนหลังคาที่มีลมแรง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไป แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับแนวความคิดของผู้ออกแบบแต่ละคนที่จะพิจารณาว่าต้องการสวนในรูปแบบใดด้วย

4.3.2 การวิเคราะห์ด้านกระบะต้นไม้

ตารางที่ 4.17 แสดงการออกแบบด้านกระบะต้นไม้

ประเด็นด้านกระบะต้นไม้	เกนต์ไฮแอท เดราวัณ (พ.ศ.2533)		ดอยตุง แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอนราด (ออดดี้ชั้นพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
เลือกใช้กระบะต้นไม้เป็นแบบอ่างปลูกหรือกระถาง (Plant tub)	○		●	±	●	±	ผลดี สามารถทำการเคลื่อนย้ายปรับเปลี่ยนได้ และ ราคาถูกกว่า ผลเสีย ชำรุดแตกหักได้ง่ายกว่า ไม่สามารถรองรับต้นพืชขนาดใหญ่ได้ และทำให้สวนดูไม่เหมือนธรรมชาติ
เลือกใช้กระบะต้นไม้เป็นแบบกระถางแบบยกสูง (Raised planter)	●	±	●	±	●	±	ผลดี โครงสร้างมีความแข็งแรงกว่าแบบกระถาง (Plant tub) และสามารถรองรับต้นพืชต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ได้ดีกว่า ผลเสีย ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้
การเลือกใช้กระบะต้นไม้เป็นแบบบ่อหลุมปลูกที่พื้น (Depressed planter)	●	±	●	±	●	±	ผลดี สามารถสร้างความรู้สึกดูเหมือนกำลังยืนอยู่ในพื้นที่สวนธรรมชาติมากกว่าเพราะระดับดินมีระดับเท่ากับระดับพื้นทางเดิน ทำให้ไม่มีสิ่งกีดขวางสายตา ขวางทางเดิน และสามารถเดินเข้าไปพักผ่อนใช้สอยบนพื้นที่ด้านบนได้ ผลเสีย เสียค่าใช้จ่ายการก่อสร้างที่มากและต้องมีการวางแผนตั้งแต่ต้นก่อนการก่อสร้างตัวอาคาร
ผนังบ่อปลูกแยกโครงสร้างออกจากกำแพงกันตกด้านหน้า (Facade)	●	±	○		○		ผลดี กำแพงด้านหน้า (Facade) ไม่ต้องรับน้ำหนักจากแรงอัดของดินและน้ำที่อยู่ในหลุมปลูก ในขณะที่การแทรกซึมของรากพืชไม่สามารถทะลุผ่านมาถึงกำแพงกันตกด้านหน้าได้จึงช่วยแก้ปัญหาไม่ให้น้ำซึมออกมาได้และทำให้ไม่เกิดเชื้อราและสีไม่ร่อนออกมา ตลอดจนช่องว่างระหว่างผนังบ่อปลูกและกำแพงกันตกด้านหน้านี้ สามารถนำมาทำเป็นช่องระบายน้ำหรือรางน้ำได้ และสามารถถูกนำมาใช้เป็นช่องทางเดินงานระบบต่างๆ ได้ เช่น ท่อน้ำ สายไฟฟ้า ผลเสีย เสียค่าต้นทุนการสร้างค่อนข้างสูงกว่ามาก และเป็นรูปแบบที่ต้องได้รับการวางแผนออกแบบตั้งแต่ต้นก่อนการก่อสร้างอาคารจากสถาปนิกและวิศวกรโครงสร้าง ในขณะเดียวกันทำให้สูญเสียพื้นที่โดยรอบของสวนหลังคาเพราะถูกแยกโครงสร้างส่วนนี้รอบสวน

ประเด็นด้านกระบะต้นไม้	เกณฑ์ไลแมน เดอร์วัฒ (พ.ศ.2533)		ยอดต้นเกณฑ์ศูนย์เมืองสุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คลาดลาด (ออลดีซึ่นเพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
ผนังบ่อปลูกแยกโครงสร้างออกจากอาคารสูง (Tower)	○		○		●	±	ผลดี ทำให้การรับแรงของโครงสร้างสองส่วนนี้ถูกแยกออกจากกัน และง่ายต่อการตรวจสอบ สามารถป้องกันน้ำซึมเข้าสู่อาคารได้ที่อาจทำให้ผนังภายในของอาคารเกิดเชื้อรา ป้องกันการแทรกซึมของรากทะลุผ่านเข้าภายในอาคาร ช่องว่างระหว่างผนังบ่อปลูกและผนังอาคารสูงส่วน (Tower) นี้สามารถใช้ในการเดินงานระบบต่างๆได้ เช่น ท่อน้ำ สายไฟฟ้า และสามารถเป็นทางเดินสำหรับงานบำรุงรักษาได้ นอกจากนั้นช่องว่างระหว่างผนังบ่อปลูกและผนังอาคารสูง (Tower) สามารถนำมาทำเป็นช่องระบายน้ำหรือรางน้ำได้ ผลเสีย เสียค่าต้นทุนการสร้างค่อนข้างสูงกว่ามาก และต้องได้รับการวางแผนออกแบบตั้งแต่ต้นก่อนการก่อสร้างอาคารจากสถาปนิกและวิศวกรโครงสร้าง ในขณะเดียวกันทำให้พื้นที่สวนหลังคาเล็กลง เพราะต้องสูญเสียพื้นที่ไปกับการแยกโครงสร้างสองส่วนนี้
วัสดุของกระถาง (Plant tub) ใช้เป็นกระถางกระเบื้องดินเผา	○		●	±	●	±	ผลดี มีหลายรูปแบบ เกิดความสวยงามเหมือนเป็นประติมากรรมให้กับสวน หาได้ง่ายราคาถูก ผลเสีย เนื้อวัสดุส่วนใหญ่รับน้ำหนักได้ไม่มาก
วัสดุของกระถางแบบยกสูง (Raised planter) ใช้ผนังคอนกรีตฉาบด้วยกรวดล้าง	●	±	○		●	±	ผลดี การฉาบทำได้รวดเร็ว มีราคาถูก ผลเสีย ผิวกรวดล้างอาจเกิดแตกลายงา หากผิวกรวดล้างไม่ได้รับการเว้นร่องรองรับการขยายตัวของผิวที่เกิดจากอุณหภูมิของอากาศเปลี่ยนแปลง
วัสดุของบ่อหลุมปลูกที่พื้น (Raised planter) ใช้ผนังภายในหลุมด้วยคอนกรีตปูด้วยแผ่นหินทราย	○		●	±	○		ผลดี เป็นวัสดุที่ดูเป็นธรรมชาติ ผลเสีย วัสดุหินทรายมีราคาค่าสูง

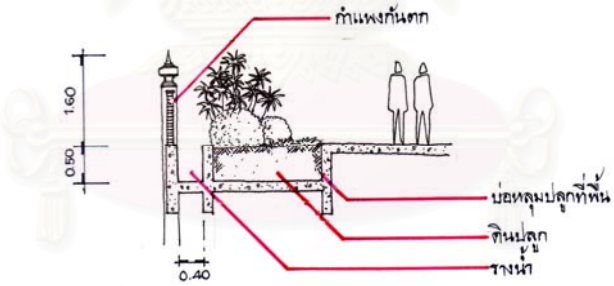
การวิเคราะห์การออกแบบด้านกระบะต้นไม้ของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านกระบะต้นไม้ของสวนหลังคามีทั้งความสอดคล้องและแตกต่างกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 2.3.2 นั่นคือ

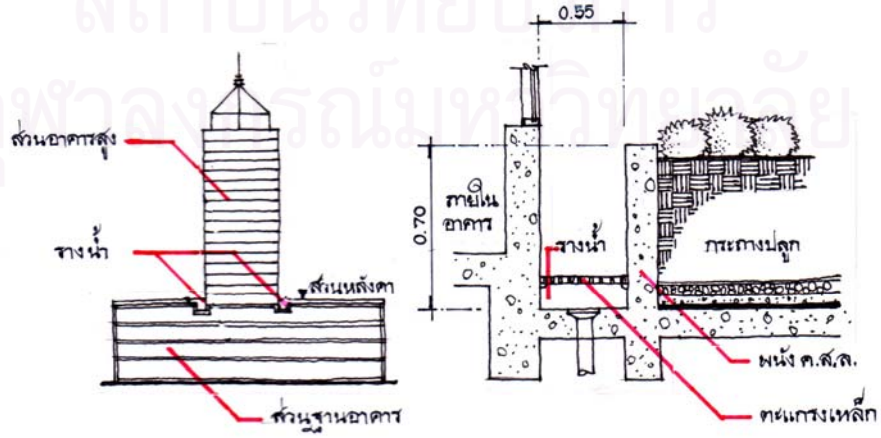
สอดคล้องกันคือ มีหน้าที่ในการรองรับดินปลูกเพื่อให้อยู่ในพื้นที่ที่กำหนด และมีการใช้กระบะต้นไม้ทั้งแบบอ่างปลูก (Plant tub) แบบกระถางก่อสูง (Raised planter) แบบบ่อหลุมปลูก

ที่พื้น (Depressed planter) ที่มีลักษณะรูปแบบการก่อสร้างและการใช้งานที่เหมือนกัน เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นดังกล่าวเกิดจากการศึกษาและถ่ายทอดความรู้ต่อๆกันมา จึงทำให้การก่อสร้างเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ดังนั้นประเด็นเหล่านี้จึงสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไป

แตกต่างกันคือ การก่อสร้างสวนหลังคาที่เลือกศึกษานี้มีการออกแบบโครงสร้างผนังบ่อปลูกและโครงสร้างกำแพงกันตกด้านหน้า (Facade) แยกออกจากกันตามรูปที่ 4.8 เพื่อป้องกันมิให้เกิดปัญหาที่ต่อเนื่องกัน เช่น ป้องกันการรั่วซึมของน้ำในหลุมปลูกที่อาจซึมออกมาที่ผนังด้านนอกของอาคารได้และป้องกันการพังทลายของกำแพงกันตกด้านหน้า (Facade) ได้ หรือการออกแบบด้วยการแยกโครงสร้างระหว่างโครงสร้างผนังบ่อปลูกกับโครงสร้างอาคารสูง (Tower) ออกจากกันตามรูปที่ 4.9 ก็เป็นความแตกต่างอีกประเด็นหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่การออกแบบของสถาปนิกและวิศวกรโครงสร้างที่ออกแบบเพื่อป้องกันมิให้เกิดปัญหาที่ต่อเนื่องกัน เช่น ป้องกันน้ำในบ่อปลูกไม่ให้รั่วซึมเข้าไปในผนังภายในอาคาร หรือป้องกันดินและน้ำที่มีแรงดันที่จะกระทำต่อตัวโครงสร้างผนังภายในของอาคารให้ต้องรับน้ำหนักเพิ่มจากส่วนนี้ โดยการออกแบบในสองลักษณะนี้เป็นการออกแบบโครงสร้างจากวิศวกรโครงสร้างที่ต้องการใช้วิทยาการก่อสร้างที่มีอยู่ มาประยุกต์ปรับใช้ให้เหมาะสมเพื่อสนองความต้องการให้ได้มากขึ้น ดังนั้นประเด็นเหล่านี้จึงอาจนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปหรือไม่ก็ได้ตามความเหมาะสม



รูปที่ 4.8 แสดงการแยกโครงสร้างผนังสวนหลังคาและกำแพงกันตกของอาคารโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ



รูปที่ 4.9 แสดงรูปตัดการแยกโครงสร้างของผนังอาคารสูง (Tower) กับผนังหลุมปลูกออกจากกัน

4.3.3 การวิเคราะห์ด้านพื้นทางเดิน

ตารางที่ 4.18 แสดงการออกแบบด้านพื้นทางเดิน

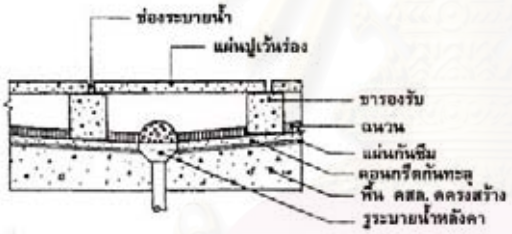
ประเด็นด้านพื้นทางเดิน	เกรซ์ ไฮแอท เออร์วิน (พ.ศ.2533)		เพรซ์เทนเฮ้ล์เยอมส สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอนราด (ออลซ์ซันมพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
งานปูแผ่นพื้นวางบนโครงสร้างพื้นดาดฟ้าคอนกรีตเสริมเหล็กแบบเสาและคาน (Post & Lintel)	●	±	●	±	●	±	ผลดี มีความสามารถต่อการรองรับน้ำหนักงานองค์ประกอบของงานสวนหลังคาได้เป็นอย่างดี และป้องกันการรั่วซึมได้ ผลเสีย ต้นทุนการก่อสร้างสูงและช่วงเวลาการก่อสร้างนานกว่าระบบอื่น
งานปูแผ่นพื้นวางบนโครงสร้างที่ถูกยกสูงด้วยกำแพงคอนกรีตรับน้ำหนักแล้วพาดด้วยตงคอนกรีตเป็นตระแกรงเพื่อวาง “แผ่นพื้นคอนกรีตมวลเบา“ แทนพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก	○		○		●	±	ผลดี การรับน้ำหนักของโครงสร้างน้อยกว่าเพราะพื้นคอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบากว่าพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก การก่อสร้างมีความรวดเร็ว และความสูงของพื้นสามารถถูกปรับเปลี่ยนได้ในช่วงเวลาที่ยังคงก่อสร้างอยู่ ผลเสีย ไม่สามารถรับน้ำหนักได้มากเท่ากับพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก
การใช้พื้นระแนงไม้	○		●	±	○		ผลดี สร้างความรู้สึกเหมือนพื้นเฉลียงของบ้านริมคลองในสมัยก่อน ทำงานง่ายรวดเร็ว ราคาค่าก่อสร้างถูก ผลเสีย เมื่อไม้โดนแสงแดดและน้ำตลอดเวลา มักเกิดเป็นเสี้ยนไม้เมื่อใช้งานนานๆ ต้องมีการปรับเปลี่ยนเสมอๆ เพราะเป็นวัสดุเปื่อยยุ่ยได้
การปูพื้นด้วยกรวดล้าง	●	±	○		●	±	ผลเสีย เมื่อโดนแสงแดดและน้ำฝนเป็นเวลานานๆ จะกัดกร่อนเกิดเป็นรอยคมของกรวดได้ เป็นพื้นที่ก่อให้เกิดการจ้า (Glare) ของแสงรบกวนสายตาในเวลากลางวัน และหากฉาบทั่วบริเวณพื้นสวนทั้งหมดโดยไม่ทำร่องเพื่อช่วยป้องกันการหดตัวและขยายตัวของพื้นจะทำให้ผิวหน้าของกรวดล้างเกิดการแตกลายงา
การปูพื้นด้วยหินธรรมชาติ ได้แก่ หินทราย หินกาบดำ	○		●	±	●	±	ผลดี มีความคงทนแข็งแรงสูง ได้บรรยากาศที่มีความเป็นธรรมชาติมากกว่า และสามารถลดการจ้าของแสงที่รบกานสายตาได้ ผลเสีย การต่อชนระหว่างแผ่นต่อแผ่นต้องระวังการกระเดิดของสันแต่ละแผ่นที่มีผลให้เดินสะดุดได้ หรือมีโอกาสแตกได้หากโดนของแข็งหล่นใส่ซึ่งจะเกิดรอยบิ่นที่คมบาดเท้าได้และราคาตัววัสดุสูงมาก

การวิเคราะห์การออกแบบด้านพื้นทางเดินของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านพื้นทางเดินของสวนหลังคามีทั้งความสอดคล้องและแตกต่างกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 2.3.3 นั่นคือ

สอดคล้องกันคือ มีหน้าที่เดียวกันในการการปกป้องโครงสร้างพื้นสวนไม่ให้ถูกกัดเซาะและเพื่อความสวยงาม นอกจากนั้นการวางแผ่นพื้น (Paving) บนโครงสร้างพื้นคอนกรีตและบนดินปลูกก็มีความสอดคล้องกัน เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นดังกล่าวเกิดจากการศึกษาและถ่ายทอดความรู้ต่อๆกันมา จึงทำให้การก่อสร้างเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ดังนั้นประเด็นเหล่านี้จึงสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไป

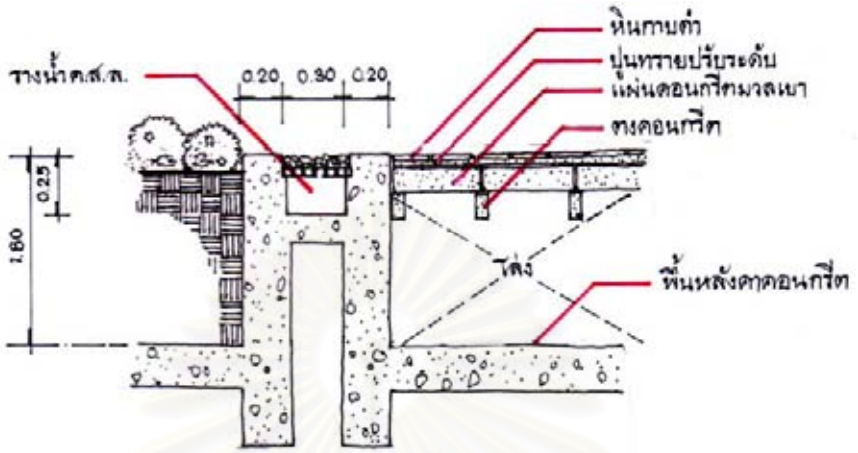
แตกต่างกันคือ การวางวัสดุปูพื้นของอาคารที่ศึกษาทั้งสามแห่งพบว่า วางบนโครงสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยมิได้มีขายกรองรับ (Pedestal) ข้างใต้แผ่นพื้นตามรูปที่ 4.10 ซึ่งวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมีการใช้ขายกรองรับ (Pedestal) รองรับแผ่นพื้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะการมีขายกรองรับ (Pedestal) จะเป็นการ สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากขึ้นแต่มีข้อดีที่สามารถระบายน้ำที่พื้นได้เป็นอย่างดีและเปิดดูแลรักษาซ่อมแซมได้



รูปที่ 4.10 แสดงรูปตัดการวางแผ่นพื้นบนขายกรองรับ (Pedestal) (Charles W. Harris & Nicholas T. Dine ,1995: 610(4))

นอกจากนั้นมีความแตกต่างด้านอื่นคือ การปูพื้นวางบนโครงสร้างที่ถูกยกสูงด้วยกำแพงรับน้ำหนักและเพิ่มตงคอนกรีตเพื่อวางแผ่นพื้นที่เรียกว่า “แผ่นพื้นคอนกรีตมวลเบา” ตามรูปที่4.11 เพื่อเป็นการยกระดับพื้นทางเดินให้สูงขึ้น ซึ่งการก่อสร้างแบบนี้เหมาะกับพื้นที่ต้องการเพิ่มความสูงแต่มิได้เตรียมการไว้ล่วงหน้า โดยเฉพาะหากมีการออกแบบระดับพื้นที่มีหลายระดับและเป็นพื้นมีความลาดและโค้ง สามารถใช้วิธีการก่อสร้างแบบนี้ได้ง่ายกว่าด้วยการทำกำแพงรับน้ำหนักเชื่อมกับโครงสร้างพื้นด้านล่าง จากนั้นนำตงอาจเป็นตงคอนกรีตหรือตงเหล็กก็ได้ตามความเหมาะสมมาวางบนกำแพงรับน้ำหนักนี้ และใช้แผ่นคอนกรีตมวลเบาที่สามารถตัดให้ตรงหรือโค้งหรือเว้าได้ตามขนาดต้องการ ทำให้การก่อสร้างมีความรวดเร็วกว่าเพราะมิต้องทำการผูกเหล็กและหล่อคอนกรีตกับที่ซึ่งมีความยุ่งยากกว่ามาก กรรมวิธีแบบถือได้ว่าเป็นการก่อสร้างรูปแบบใหม่ของสวนหลังคาในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ที่วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมิได้กล่าวถึง ซึ่งถือเป็นพัฒนาการด้านการก่อสร้างพื้นสวนหลังคาของไทยที่รู้จักประยุกต์ใช้วัสดุที่มีอยู่มาใช้ให้เป็นประโยชน์ ช่วย

ประหยัดค่าใช้จ่าย และมีความรวดเร็วในการก่อสร้างมากกว่าอีกด้วย ดังนั้นประเด็นเหล่านี้จึงอาจนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปหรือไม่ก็ได้ตามความเหมาะสม



รูปที่ 4.11 แสดงรูปตัดการยกระดับพื้นให้สูงขึ้นด้วยการใช้ “แผ่นพื้นคอนกรีตมวลเบา” วางบนโครงสร้างตงคอนกรีตที่ถูกยกสูงด้วยกำแพงรับน้ำหนักแทนกรรมวิธีหล่อพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อกับที่ที่มีความยุ่งยากกว่า

4.3.4 การวิเคราะห์ด้านงานแสงสว่าง

ตารางที่ 4.19 แสดงการออกแบบด้านงานแสงสว่าง

ประเด็นด้านงานแสงสว่าง	เกณฑ์ไฮเดก เดราวัฒน (พ.ศ.2533)		เกณฑ์เต็นแกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		เกณฑ์ดอนสาด (ออสซี่ขั้นสูงสุด) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
แสงสว่างใช้แบบดวงโคมเสาสูง 2.50 เมตร	●	±	○		○		ผลดี พื้นที่สวนได้รับแสงสว่างที่ดีชัดเจน และแสงไม่ส่องจ้าเข้าตาเพราะอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับสายตา ผลเสีย ดูเกะกะไม่เป็นธรรมชาติ
แสงสว่างใช้แบบดวงโคมเสาสูง 1.00 เมตร	●	±	○		○		ผลดี พื้นที่สวนได้รับแสงสว่างที่ดีชัดเจน สามารถใช้เป็นตัวเน้นทางเดินให้กับสวนได้ ผลเสีย ดูเกะกะไม่เป็นธรรมชาติ และแสงมักส่องจ้าเข้าตาเพราะอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับระดับสายตา
แสงสว่างใช้แบบดวงโคมเตี้ยสูง 0.25 เมตร	○		○		●	±	ผลดี สร้างบรรยากาศสลัวไม่สว่างเกิน ดูไม่เกะกะสายตาเป็นธรรมชาติกว่า และแสงสว่างไม่จ้าเข้าตาเพราะอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับสายตาอยู่มาก ผลเสีย ต้องมีความระมัดระวังไฟฟ้ารั่ว เพราะอยู่ในระดับต่ำมีโอกาสโดนน้ำทำให้ไฟช็อตได้ และหากจัดวางในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม เช่น ทางเดินอาจเดินสะดุดได้

ประเด็นด้านงานแสงสว่าง	เกณฑ์ไฮเดท เดอร์เกน (พ.ศ.2533)		เพรสเทนเดอ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอสมาด (ออสซี่ซันเพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
แสงสว่างใช้แบบปักดวงโคมสปอร์ตไลท์ที่พื้นดินแบบส่องขึ้น	○		●	±	●	±	ผลดี สร้างบรรยากาศสลัวไม่สว่างเกิน ดูไม่เกะกะสายตาเป็นธรรมชาติกว่า และแสงสว่างไม่จ้าเข้าตาเพราะอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับสายตาอยู่มาก ตลอดจนสามารถส่องสว่างเน้นความน่าสนใจให้กับประติมากรรมหรือต้นไม้ได้ ผลเสีย ต้องมีความระมัดระวังไฟฟ้ารั่ว เพราะอยู่ในระดับต่ำมีโอกาสโดนน้ำไฟช็อตได้ หากจัดวางในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม เช่น ทางเดินผ่านอาจเดินสะดุดได้และการจัดวางตำแหน่งไฟต้องพึงระวังไม่ให้ส่องขึ้นเข้าตา
แสงสว่างใช้แบบปักดวงโคมที่ลำต้นของต้นไม้สูง 2.50 เมตร	●	±	○		○		ผลดี ดูมีความแปลกด้วยการใช้ลำต้นของต้นไม้แทนเสาสูง สามารถให้แสงส่องสว่างได้ไม่จ้าเข้าตาเพราะอยู่ในระดับสูง ผลเสีย เห็นสายไฟที่เดินจากพื้นดินถึงดวงโคมดูไม่เรียบร้อย
เสาไฟยึดกับแท่นคอนกรีตสี่เหลี่ยมที่วางบนดินอัดแน่น	●	±	○		○		ผลดี ประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะแทนที่จะยึดเสาไฟพื้นดาดฟ้าที่ต้องยึดยาวลงไปถึงตัวโครงสร้างของพื้นดาดฟ้ากลับยึดกับแท่นคอนกรีตวางบนดินอัดแน่นแทน จึงประหยัดค่าใช้จ่ายกว่า ผลเสีย หากโดนลมพัดหรือดินปลูกอัดแน่นไม่เพียงพอ เสาไฟอาจล้มลงได้
สายไฟเดินสายใต้ดิน	●	±	●	±	●	±	ผลดี ไม่เห็นสายไฟฟ้าเดินสายอยู่ด้านบนที่ทำให้ดูไม่เรียบร้อย ผลเสีย การซ่อมแซมมีความลำบากกว่าเพราะสายไฟฟ้าอยู่ใต้ดิน
สายไฟเดินสายตามขอบกระบะปลูกและตามแนวร่องรางน้ำ	●	±	○		●	±	ผลดี การเดินสายไฟทำการเดินได้ง่ายกว่า ไม่ต้องเป็นห่วงเรื่องไฟช็อตมากนักเพราะสายไฟแยกอยู่คนละส่วนกับชั้นดินที่อาจมีน้ำซึมเข้าได้ และการดูแลซ่อมแซมทำได้ง่ายกว่า ผลเสีย หากการซ่อนแนวสายไฟไม่ดีหรือขาดการวางแผนจะทำให้เห็นแนวสายไฟดูไม่เรียบร้อย

การวิเคราะห์การออกแบบด้านงานแสงสว่างของพื้นที่สวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านงานแสงสว่างทุกประเด็นมีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.3.4 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นต่างๆ ตามตารางที่ 4.19

เป็นการออกแบบเพื่อให้สวนมีความสว่างเพียงพอต่อการใช้สอย และใช้สร้างบรรยากาศให้แก่สวนหลังคา ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา เป็นผลให้แนวทางการออกแบบด้านนี้มีความสอดคล้องกัน จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

4.3.5 การวิเคราะห์ด้านงานประติมากรรม

ตารางที่ 4.20 แสดงการออกแบบด้านงานประติมากรรม

ประเด็นด้านงานประติมากรรม	เกรกอรี่ ไฮแอท เดอร์เวน (พ.ศ.2533)		เฮอร์เบิร์ท เมเยอร์ สตุทการ์ท (พ.ศ.2539)		ดอนเรด (ออดดี้ นิ้นเพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การใช้เอกลักษณ์ความเป็นไทยด้วยประติมากรรมที่เป็นตัวละครหรือสัตว์ในวรรณคดีไทย	○		●	+	●	+	ผลดี เป็นส่วนช่วยดึงดูดความน่าสนใจให้กับสวนและสามารถสื่อบรรยากาศของความเป็นไทย
การใช้ประติมากรรมด้วยการแกะสลักจากหินทราย	○		●	+	●	+	ผลดี ประติมากรรมหินทรายเป็นวัสดุธรรมชาติช่วยสร้างอารมณ์ที่เป็นธรรมชาติได้มากกว่าประติมา กรรมที่มาจากวัสดุสังเคราะห์
ประติมากรรมเป็นประเภทงานแกะสลักนูนสูง	○		●	+	○		ผลดี ช่วยสร้างบรรยากาศให้ดูขึงขังน่าเกรงขามมากขึ้น
ประติมากรรมเป็นประเภทงานลอยตัว	○		●	+	●	+	ผลดี สร้างบรรยากาศให้ดูมีชีวิต มีการเคลื่อนไหวจากท่าทางของประติมากรรมลอยตัว
การจัดวางตำแหน่งของประติมากรรมขนาดใหญ่ส่วนใหญ่วางแนวคานหรือบริเวณหัวเสาของพื้นหลังคา	○		●	+	●	+	ผลดี ทำให้การถ่ายน้ำหนักของงานประติมากรรมขนาดใหญ่สามารถถ่ายน้ำหนักลงสู่โครงสร้างได้อย่างดี ปราศจากปัญหาการแอ่นตกท้องช้างของพื้นสวนหลังคา

การวิเคราะห์การออกแบบด้านงานประติมากรรมของพื้นที่สวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านงานประติมากรรมทุกประเด็นมีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.3.5 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นต่างๆ ตามตารางที่ 4.20 เป็นการออกแบบเพื่อให้สวนมีจุดสนใจ การจัดวางงานประติมากรรม ควรอยู่ในตำแหน่งที่ดีทั้งในแง่มุมมองและในแง่การถ่ายน้ำหนักลงสู่โครงสร้างพื้นหลังคาโดยความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา เป็นผลให้แนวทางการออกแบบด้านนี้มี

ความสอดคล้องกัน จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไป

4.3.6 การวิเคราะห์บ่อน้ำ

ตารางที่ 4.21 แสดงการออกแบบด้านบ่อน้ำ

ประเด็นด้านบ่อน้ำ	แกรนด์ไฮแอท เดราโด (พ.ศ.2533)		เพลย์เฮ้าส์แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		ดอสราด (ออลซีซั่นเพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การทำบ่อน้ำทาผิวผนังบ่อด้วยสีดำ	●	±	○		○		ผลดี สีดำเป็นสีที่ช่วยสร้างความรู้สึกให้บ่อน้ำมีความลึก ผลเสีย สีจะซีดลงเมื่อใช้ไปเป็นเวลานาน
การทำบ่อน้ำปูผิวผนังด้วยหินกาบสีดำ	○		○		●	+	ผลดี สีดำเป็นสีที่ช่วยสร้างความรู้สึกให้บ่อน้ำมีความลึกและหินกาบมีความทนทานเป็นอย่างดี
การทำบ่อน้ำปูผิวผนังด้วยหินทราย	○		●	+	○		ผลดี ดูมีความเป็นธรรมชาติกลมกลืนกับส่วนต่างๆของสวนที่ใช้หินทรายเป็นวัสดุปูผิว
น้ำไหลเวียนด้วยระบบปั๊มน้ำและกรองด้วยถังกรอง	●	+	●	+	●	+	ผลดี ช่วยในการไหลเวียนของน้ำได้และกรองสิ่งสกปรกในบ่อน้ำ
ผิวพื้นบ่อและผนังบ่อได้รับการพ่นวัสดุกันน้ำซึมก่อนการปูกระเบื้อง	●	+	●	+	●	+	ผลดี สามารถป้องกันน้ำซึมออกจากบ่อน้ำ

การวิเคราะห์การออกแบบด้านบ่อน้ำของพื้นที่สวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านบ่อน้ำทุกประเด็นมีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.3.6 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นต่างๆ ตามตารางที่ 4.21 เป็นวิธีการออกแบบงานบ่อน้ำบนหลังคาและสามารถป้องกันการซึมของน้ำในบ่อน้ำไม่ให้ซึมผ่านออกมาได้ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา เป็นผลให้แนวทางการออกแบบด้านนี้มีความสอดคล้องกัน จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

4.3.7 การวิเคราะห์ด้านสาธารณูปโภค

ตารางที่ 4.22 แสดงการออกแบบด้านสาธารณูปโภค

ประเด็นด้าน งานสาธารณูปโภค	เทคนิคไฮเทค เอราวัณ (พ.ศ.2533)		เทคนิคไฮเทคผสมผสาน สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอนราด (ออลด์ทันพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การมีจุดกล่องชุมทางไฟฟ้า (junction boxes) ของระบบสายไฟ และป้องกันน้ำฝนได้	●	+	●	+	●	+	ผลดี เป็นจุดรวมชุมทางไฟฟ้าทำให้ง่ายต่อการบำรุงรักษาและซ่อมแซม
ห้องควบคุมงานระบบต่างๆ ได้แก่ มอเตอร์งานน้ำพุ อุปกรณ์ไฟฟ้า อยู่ในห้องเดียว ควบคุมงานระบบของสวนหลังคาทั้งพื้นที่รวมทั้งมีจุดพ่วงสายโทรศัพท์	●	+	●	+	●	+	ผลดี เป็นจุดรวมชุมทางไฟฟ้าทำให้ง่ายต่อควบคุม รวมทั้งการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

การวิเคราะห์การออกแบบด้านสาธารณูปโภคของพื้นที่สวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านสาธารณูปโภคทุกประเด็นมีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.3.7 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นต่างๆ ตามตารางที่ 4.22 เป็นการจัดหางานระบบต่างๆ ที่มีความจำเป็นต่อการใช้งานของสวนหลังคา ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา เป็นผลให้แนวทางการออกแบบด้านนี้สอดคล้องกัน จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านการบำรุงรักษา

4.4.1 การวิเคราะห์ด้านระบบชลประทาน

ตารางที่ 4.23 แสดงการออกแบบด้านระบบชลประทาน

ประเด็นด้าน ระบบชลประทาน	แกรนด์ ไฮแลค เฮราโอน (พ.ศ.2533)		เซอร์เท็นแกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอนราด (ออลซีซั่นแพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การให้น้ำโดยฉีดน้ำด้วยสายยาง	●	±	●	±	●	±	ผลดี การรดน้ำพืชมีความทั่วถึงมากกว่าไม่ว่าพืชบริเวณนั้นจะถูกบังด้วยต้นไม้ที่อยู่ด้านหน้าเพราะผู้รดน้ำสามารถเปลี่ยนแนวการรดน้ำได้ ผลเสีย เสียค่าจ้างแรงงานในการรดน้ำให้แก่พืช รบกวนแขกผู้ใช้สวนหลังคาในเวลาให้น้ำแก่พืช การจัดวางตำแหน่งหัวก๊อกหากไม่ซ่อนหรือเก็บให้ดูเรียบร้อยจะขาดความเป็นระเบียบ และพืชที่อยู่ในระยะสูงจะยากต่อการเอื้อมและฉีดถึง
การให้น้ำโดยระบบสปริงเกอร์ (Sprinkler irrigation)	●	±	○	±	○	±	ผลดี ปริมาณและสัดส่วนการให้น้ำแก่พืชมีความสม่ำเสมอ ไม่เสียค่าจ้างแรงงานในการให้น้ำแก่พืช และแขกผู้ใช้สวนไม่ถูกรบกวนจากคนสวนในเวลาให้น้ำแก่พืช ผลเสีย เสียค่าใช้จ่ายงานระบบสปริงเกอร์ในการเดินท่อและหัวสปริงเกอร์ เป็นต้น และหากการจัดวางตำแหน่งหัวสปริงเกอร์ไม่เหมาะสมอาจทำให้พืชได้น้ำไม่ทั่วถึง โดยเฉพาะสวนที่มีพืชพันธุ์หนาแน่น และเตะโดนได้
การให้น้ำโดยระบบหยดน้ำ (Drip irrigation)	●	±	●	±	○	±	ผลดี ปริมาณและสัดส่วนการให้น้ำแก่พืชมีความสม่ำเสมอ ไม่เสียค่าจ้างแรงงานในการให้น้ำแก่พืช แขกผู้ใช้สวนไม่ถูกรบกวนจากคนสวนในเวลาให้น้ำแก่พืช เหมาะต่อการให้น้ำแก่พืชในบางจุดที่ยากต่อการเข้าถึงได้ เช่น กระถางปลูกที่อยู่บนที่สูง และสามารถซ่อนไว้ที่กระถางปลูกบนผิววัสดุปลูกได้และเหมาะกับสวนที่มีพืชพันธุ์หนาแน่น ผลเสีย รูหัวท่อหยดน้ำมักถูกดินไปอุดตันอาจทำให้พืชไม่ได้รับน้ำ เสียค่าใช้จ่ายงานระบบหยดน้ำในการเดินท่อและหัวท่อหยดน้ำ เป็นต้น และหากการจัดวางตำแหน่งหัวท่อหยดน้ำไม่เหมาะสมอาจทำให้พืชได้น้ำไม่ทั่วถึงและเตะโดนได้

ประเด็นด้าน ระบบชลประทาน	เกรกต์ ไฮแมท เดอร์ทัล (พ.ศ.2533)		เพรสตัน เกรย์ สตูบุ๋งเวท (พ.ศ.2539)		คอสตา (ออสตีน้ำพุพลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การวางแนวท่อน้ำจะทำการกระจายท่อน้ำจากช่องรวมท่อ (Shaft) ของพื้นชั้นล่างให้วางแนวอยู่ใต้พื้นหลังคา ไปยังพื้นหลังคาที่ถูกเจาะทะลุเป็นจุดๆ เพื่อส่งท่อน้ำขึ้นมา แล้วกระจายแนวท่อน้ำไปยังจุดจ่ายน้ำต่างๆ โดยเมื่อท่อน้ำโผล่ขึ้นมาจะถูกฝังซ่อนไว้ในชั้นดินปลูก	●	+	●	+	●	+	<u>ผลดี</u> ทำให้แนวท่อจ่ายน้ำมีระบบที่ง่ายต่อการตรวจสอบและซ่อมแซมเพราะการกระจายแนวท่อเป็นช่วงๆ และช่วยให้แนวท่อไม่โผล่ออกมาข้างบนดินปลูกให้ดูน่าเกลียด

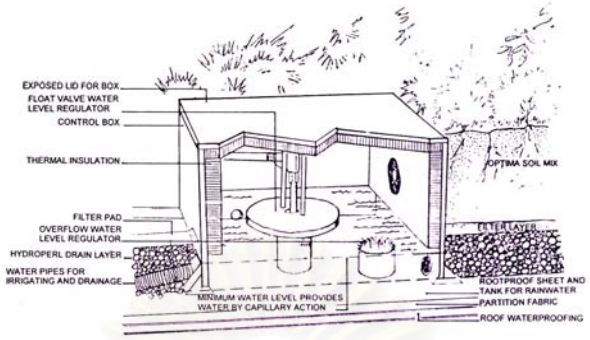
การวิเคราะห์การออกแบบด้านระบบชลประทานของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านระบบชลประทานของสวนหลังคามีทั้งความสอดคล้องและแตกต่างกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 2.4.1 นั่นคือ

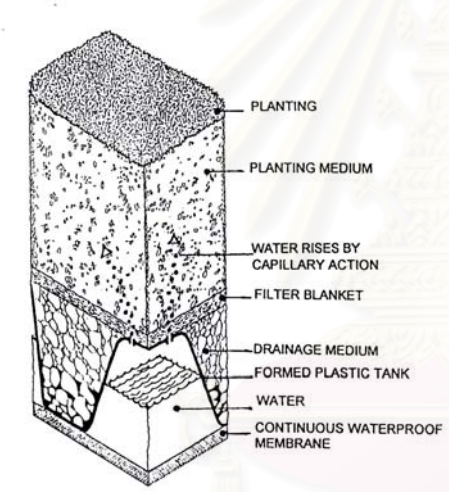
สอดคล้องกันคือ ระบบชลประทานหรือการให้น้ำแก่พืชใช้วิธีพื้นฐานคือ การรดน้ำโดยการต่อเข้ากับหัวก๊อกน้ำด้วยสายยาง และการใช้ ระบบสปริงเกอร์ (Sprinkler irrigation) และระบบหยดน้ำ (Drip irrigation system) ตลอดจนการวางแนวท่อน้ำจะทำการกระจายท่อน้ำจากช่องรวมท่อ (Shaft) ของพื้นชั้นล่างให้วางแนวอยู่ใต้พื้นหลังคา ไปยังช่องพื้นหลังคาที่ถูกเจาะทะลุเป็นจุดๆ เพื่อส่งท่อน้ำขึ้นมา แล้วกระจายแนวท่อน้ำไปยังจุดจ่ายน้ำต่างๆโดยเมื่อท่อน้ำโผล่ขึ้นมาจะถูกฝังซ่อนไว้ในชั้นดินปลูก เหตุที่มีความสอดคล้องกันนี้เนื่องจากประเด็นดังกล่าว ตามตารางที่ 4.23 ล้วนเป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบการจ่ายน้ำให้แก่พืช และเนื่องจากการศึกษาและถ่ายทอดความรู้ด้านนี้ต่อๆกันมาที่เห็นว่าเหมาะสมแล้วเป็นผลให้แนวทางการออกแบบด้านนี้มีความใกล้เคียงกัน จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

แตกต่างกันคือ ตามวรรณกรรมที่ศึกษาได้กล่าวถึงทั้งระบบชลประทานที่เป็นแบบขั้นพื้นฐานและแบบที่มีกลไกซับซ้อนมากขึ้นโดยพบว่าสวนหลังคาของอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานครยังคงใช้ระบบชลประทานแบบพื้นฐานอยู่ นั่นคือ การรดน้ำด้วยสายยาง การใช้ระบบสปริงเกอร์ (Sprinkler irrigation) การใช้ระบบหยดน้ำ (Drip irrigation system) ซึ่งยังมิได้มีการใช้ระบบชลประทานที่นอกเหนือจากนี้ อาทิเช่น ระบบออพติมา (Optima system) ตามรูปที่ 4.12 และ

ระบบซินโค (ZinCo system) ตามรูปที่ 4.13 ซึ่งเป็นระบบชลประทานที่ควบคุมการทำงานด้วยตัวเองไม่ต้องใช้แรงงานคน มีเพียงการตรวจสอบบ้างเป็นระยะๆนานๆครั้ง



รูปที่ 4.12 แสดงรูปตัดของระบบออพติมา (Optima system) ที่รักษาระดับของน้ำอย่างถาวรด้วยระบบจ่ายน้ำอัตโนมัติสร้างความชุ่มชื้นแก่ดินปลูกตลอดเวลา (Theodore Osmundson, 1999: 182)



รูปที่ 4.13 แสดงรูปตัดระบบซินโค (ZinCo's Floradrain unit) ซึ่งน้ำจะค่อยๆซึมผ่านออกจากแทงค์พลาสติกด้านล่าง (Formed plastic tank) ที่เจาะรูไว้เข้าสู่ชั้นดินปลูกเอง (Theodore Osmundson, 1999: 183)

ความแตกต่างอื่น ได้แก่ ระบบชลประทานภายในของกระถางปลูกพืชหรืออ่างปลูก (Plant tub) ที่ใช้ในประเทศไทยยังคงใช้ระบบพื้นฐานคือ ใช้คนสวนรดน้ำและใช้ระบบหยดน้ำ แต่วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องได้กล่าวถึงการใช้ระบบชลประทานของกระถางปลูกพืชที่มีเทคโนโลยีสูงกว่า คือ การใช้กระถางบรรจุน้ำสำเร็จรูป (Container watering system) หรือที่เรียกว่าซีเครดซีรีแพลนเตอร์ (Seacrest series planter) ตามรูปที่ 4.14 และระบบโมนาแพลนท์ (Mona plant system) ตามรูปที่ 4.15 ที่สามารถควบคุมการให้น้ำด้วยตัวเอง นอกจากนั้นความแตกต่างอีกประการคือ สวนหลังคาของอาคารที่ศึกษามักใช้คนสวนเป็นผู้ทำหน้าที่ควบคุมงานระบบชลประทานว่าต้องการเปิดหรือปิดการทำงาน ส่วนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า มักใช้ระบบชลประทานแบบอัตโนมัติ (Automatic irrigation system) ซึ่งเป็นการส่งน้ำด้วยระบบควบคุมเวลาอิเล็คทรอนิค (Electrically controlled timers) ซึ่งสามารถให้น้ำแก่พืชได้ตรงเวลาและสม่ำเสมอ

รูปที่ 4.14 แสดงรูปตัดกระถางปลูกพืชระบบกระถางบรรจุน้ำสำเร็จรูป (Theodore Osmundson,1999: 263)

รูปที่ 4.15 แสดงกระถางปลูกพืชระบบโมนาแพลนท์ Monaplant system (MPS) (Theodore Osmundson,1999:263)

เหตุของความแตกต่างนี้เนื่องจากความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีด้านนี้ของประเทศไทยยังไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร ซึ่งหากนำระบบที่มีกลไกซับซ้อนนี้เข้ามา จะมีราคาที่สูงมากกว่า แต่ระบบพวกนี้จะมีข้อดีคือ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในรดน้ำแก่พืช และไม่เสียค่าจ้างแรงงานคนสวนมากนัก เพราะระบบจะทำงานเองอัตโนมัติเพียงแค่คอยเซ็คเป็นช่วงๆนานๆครั้ง และการที่ไม่นิยมใช้ระบบพวกนี้เพราะค่าจ้างแรงงานคนสวนของประเทศไทยมีราคาถูกกว่ามาก ซึ่งหากเทียบกับต่างจากประเทศทางแถบตะวันตกหรือประเทศที่พัฒนาแล้ว จะมีค่าจ้างแรงงานด้านงานบำรุงรักษาที่สูงมาก จึงทำให้ประเทศเหล่านี้ต้องหาวิธีการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานของเจ้าหน้าที่คนสวนด้วยการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่สามารถทำงานเองอัตโนมัติ

4.4.2 การวิเคราะห์ด้านการสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน

ตารางที่ 4.24 แสดงการออกแบบด้านการสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน

ประเด็นด้านการสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน	เกรนด์ไฮแยท เดอร์วิน (พ.ศ.2533)		เดอะเด็นเกรนด์ สตูเน่วิก (พ.ศ.2539)		ดร.ศอค (ออสซี่เย้) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
มีการพรวนดิน เติมดิน ใส่ปุ๋ย อยู่สม่ำเสมอ	○	-	●	+	●	+	ผลดี การซอนไชของรากเป็นไปด้วยดี พืชได้การยึดเกาะจากดินเพียงพอ พืชได้รับธาตุอาหารเพิ่มเติมทำให้การเจริญเติบโตดี แข็งแรงและสวยงาม ผลเสีย ดินอัดตัวแน่นทำให้รากซอนไชไม่ดีและเกิดน้ำนอง

ประเด็นด้านการสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน	เกรท์ไฮแอท เฮอร์ทิเอ (พ.ศ.2533)		แฮรอล์ด เกรย์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอนราด (ออสตีน้ำพุล) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
							เป็นแอ่งที่ผิวดิน ดินเกิดการยุบตัวเห็นแนวระบบท่อโผล่ออกมา
มีผู้เชี่ยวชาญด้านงานสวนเป็นผู้ดูแลทุกๆ เดือน	○	-	●	+	◐	+	<u>ผลดี</u> พืชได้รับปรับเปลี่ยนอยู่เสมอทำให้มีความสวยงามตลอดเวลาไม่เสื่อมโทรม และรูปแบบสวนยังคงแนวความคิดการออกแบบเดิมไม่เปลี่ยนแปลงมากจากตอนต้นการใช้งาน <u>ผลเสีย</u> รูปแบบสวนถูกเปลี่ยนแปลงไปจากแนวความคิดเดิมที่ได้ถูกออกแบบไว้ และพืชในบางจุดเกิดความทรุดโทรมเพราะการไม่เข้าใจพื้นฐานชีวิตของต้นพืชของคนสวน

การวิเคราะห์การออกแบบด้านการสร้างความสมบูรณ์แก่ดินของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านการสร้างความสมบูรณ์แก่ดินของสวนหลังคามีทั้งความสอดคล้องและแตกต่างกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 2.4.2 นั่นคือ

สอดคล้องกันคือ การสร้างความอุดมสมบูรณ์ให้แก่พืชด้วยการพรวนดิน เติมดิน ใส่ปุ๋ย โดยแรงงานคนอยู่สม่ำเสมอและได้รับการดูแลจากผู้เชี่ยวชาญ เหตุที่มีความสอดคล้องกันนี้เนื่องจากประเด็นดังกล่าว ตามตารางที่ 4.24 ล้วนเป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการบำรุงรักษาสวนให้มีสภาพที่ดี และเนื่องจากการศึกษาและถ่ายทอดความรู้ด้านนี้ต่อๆกันมาที่เห็นว่าเหมาะสมแล้วเป็นผลให้แนวทางการออกแบบด้านนี้มีความใกล้เคียงกัน จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

แตกต่างกันคือ การให้ปุ๋ยของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาในกรุงเทพมหานคร มักนิยมใช้แรงงานจากเจ้าหน้าที่คนสวนเป็นผู้ให้ปุ๋ย แต่วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมีการกล่าวถึงถึงการใช้ระบบการสร้างความอุดมสมบูรณ์แก่ดินแบบอัตโนมัติ (Automatic Fertilization) ตามรูปที่ 4.16 ที่เป็นระบบเครื่องกลที่สามารถฉีดพ่นอัตโนมัติ (Automatically injecting) โดยการทำงานจะใช้ท่อร่วมกับระบบสปริงเกอร์หรือระบบหยดน้ำ เหตุของความแตกต่างนี้เนื่องจากราคาของระบบการสร้างความอุดมสมบูรณ์แบบอัตโนมัติ (Automatic Fertilization) นี้มีราคาสูงมาก ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เมื่อเทียบกับค่าจ้างแรงงานของเจ้าหน้าที่คนสวนของไทยที่ไม่แพงมาก จึงเลือกใช้คนสวนเป็นผู้ทำหน้าที่บำรุงรักษานี้แทน

รูปที่ 4.16 แสดงเครื่องกลระบบการสร้างความอุดมสมบูรณ์แก่ดินแบบอัตโนมัติ (Automatic Fertilization) (Theodore Osmundson, 1999: 289)

4.4.3 การวิเคราะห์ด้านงานบำรุงรักษาด้านอื่น ๆ

ตารางที่ 4.25 แสดงการออกแบบด้านงานบำรุงรักษาด้านอื่นๆ

ประเด็นด้านงานบำรุงรักษาด้านอื่นๆ	แกรนด์ ไฮแอท เตราถน (พ.ศ.2533)		เซอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		คอนราด (ออลซีซั่นส์พลส) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การตัดแต่งหญ้าในสนาม	●	+	●	+	●	+	ผลดี หญ้าในสนามมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยไม่รก และช่วงเวลาตัดแต่งสามารถตรวจสอบหญ้าได้ตลอดเวลา
การควบคุมวัชพืชและสัตว์รบกวน	●	+	●	+	●	+	ผลดี ต้นพืชไม่ถูกรบกวนและโดนทำลายจากวัชพืชและสัตว์ต่างๆ โดยเฉพาะพวกแมลง
การทำความสะอาดใบและผลของพืช	●	+	●	+	●	+	ผลดี เวลาทำความสะอาดใบและผล ของพืชจะช่วยให้พืชได้รับการตรวจสอบไปในตัว และไม่สกปรกดูสะอาดเรียบร้อย
การทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ประติมากรรม, บ่อน้ำ, ม้านั่ง, ป้าย, ถังขยะ, ป้ายต่างๆ รวมถึงพื้นดาดแข็ง	●	+	●	+	●	+	ผลดี ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ มีความสะอาดยังคงดูดีเสมอ และอุปกรณ์ต่างๆ ได้รับการตรวจสอบความเรียบร้อย
การตัดแต่งเล็มใบพืช	●	+	●	+	●	+	ผลดี ใบพืชได้รับการตรวจสอบอยู่เสมอ ทรงพุ่มของต้นพืชไม่รกรุงรังและเป็นไปตามแนวความคิดเดิมที่คิดไว้ และใบพืชเกิดการแตกใบทำให้ทรงพุ่มดูแน่นสวยงาม
การตัดแต่งรากในช่วงเวลาที่ทำการพรวนดิน หลังจากตัดแต่งรากแล้วจึงทำการเติมดินและโรยขุยมะพร้าว	○	-	●	+	●	+	ผลดี รากพืชไม่ไปทำลายหรือแทรกซึมเข้าไปในตัวโครงสร้างของอาคารและวัสดุกันน้ำซึมและรากของพืชได้รับการตรวจตราดูแลความสมบูรณ์อยู่ตลอดเวลา ผลเสีย รากพืชอาจแทรกซึมเข้าไปทำลายตัวโครงสร้างของอาคารและวัสดุกันน้ำซึม

การวิเคราะห์การออกแบบด้านงานบำรุงรักษาของพื้นที่สวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านงานบำรุงรักษาทุกประเด็นมีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.4.3 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นต่างๆ ตามตารางที่ 4.25

เป็นงานที่มีความจำเป็นต้องปฏิบัติเพื่อให้สวนมีสภาพที่ดีอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา เป็นผลให้แนวทางการออกแบบด้านนี้มีความสอดคล้องกัน จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

4.4.4 การวิเคราะห์ด้านศูนย์กลางงานบำรุงรักษา

ตารางที่ 4.26 แสดงการออกแบบด้านศูนย์กลางงานบำรุงรักษา

ประเด็นด้าน ศูนย์กลางงานบำรุงรักษา	เกรด์ ไฮแอท เตราวัณ (พ.ศ.2533)		เซอร์เคิล เกษตร สุขุมวิท (พ.ศ.2539)		ดาดฟ้าสวนสาธารณะ (ออดซี่ เซ็นทรัล พัฒน์) (พ.ศ.2545)		ผลที่เกิดขึ้น
	1	2	1	2	1	2	
การมีพื้นที่ในอาคารสำหรับงานบำรุงรักษา เช่น ภาชนะปลูก ถังบรรจุสารอาหารและปุ๋ย วัสดุปลูก ทราย เครื่องมืองานสวน	●	+	●	+	●	+	ผลดี ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับงานบำรุงรักษาต่างๆ ของสวนหลังคา และง่ายต่อการควบคุมดูแลอุปกรณ์บำรุงรักษา
มีโรงเรือนอนุบาลเพาะพันธุ์ไม้เพื่อการเพิ่มเติมต้นพืชในสวน	●	±	○	±	○	±	ผลดี ทำให้มีต้นพืชที่พร้อมนำไปปลูกเพิ่มเติมหรือปรับปรุงให้กับสวนโดยไม่ต้องเสียเวลาที่ต้องไปหามาเพิ่มจากที่อื่นๆ และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายต้นพืชที่จะนำมาปลูกเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลง ผลเสีย สูญเสียพื้นที่สวนที่จะใช้เป็นพื้นที่สวนหลังคาเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ และต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มในส่วนนี้

การวิเคราะห์การออกแบบด้านศูนย์กลางงานบำรุงรักษาของพื้นที่สวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พบว่าการออกแบบด้านศูนย์กลางงานบำรุงรักษาทุกประเด็นมีความสอดคล้องกับการออกแบบตามวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ 2.4.4 เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นต่างๆ ตามตารางที่ 4.26 มีเพื่อความสะดวกต่อการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่คนสวนสามารถจัดวางอุปกรณ์ต่างๆได้เป็นสัดเป็นส่วน ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา เป็นผลให้แนวทางการออกแบบด้านนี้มีความสอดคล้องกัน จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับกรุงเทพมหานครต่อไปได้

บทที่ 5
การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสวนหลังคาของอาคารที่เลือกศึกษา

ข้อมูลการสำรวจการออกแบบสวนหลังคาที่เลือกเป็นกรณีศึกษาในสถานที่จริงนี้และความคิดเห็นจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการก่อสร้างสวนหลังคาที่เลือกศึกษานี้ จะได้นำไปใช้วิเคราะห์ว่ามีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบสวนหลังคาอย่างไร และเพื่อหาเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอันนำไปสู่การพิจารณาเป็นข้อมูลด้านแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยสวนหลังคาทั้งสามแห่งที่เลือกเป็นกรณีศึกษานี้มีช่วงการก่อสร้างห่างกัน 6 ปี ได้แก่

สวนหลังคาโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ อยู่ช่วงการก่อสร้างปี พ.ศ. 2532-2533

สวนหลังคาโรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท อยู่ช่วงการก่อสร้างปี พ.ศ. 2538-2539

สวนหลังคาโรงแรมคอนราด อยู่ช่วงการก่อสร้างปี พ.ศ. 2544-2545

การออกแบบสวนหลังคาทั้งสามแห่งนี้เป็นเพียงสวนหลังคาที่ใช้เป็นตัวแทนในการดำเนินการศึกษาวิเคราะห์เรื่องดังกล่าวนี้ อาจมีบางประเด็นที่มีแนวทางการออกแบบแตกต่างกับสวนหลังคาอื่นบ้าง ดังนั้นผลการวิเคราะห์การออกแบบสวนหลังคาที่ได้จะเป็นผลให้เห็นถึงการออกแบบสวนหลังคาในภาพรวมเท่านั้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบสวนหลังคาเบื้องต้นบนอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานครหรือพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิศาสตร์ใกล้เคียงกันต่อไปและเป็นข้อมูลเพื่อการศึกษาในอนาคต

5.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงด้านพื้นที่สวน

5.1.1 การวิเคราะห์ด้านการใช้สอยของพื้นที่สวน

จากตารางที่ 4.1 แสดงการออกแบบด้านการใช้สอยของพื้นที่สวนหลังคาที่เลือกศึกษา พบว่า ทุกประเด็นไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือ

1) การแบ่งพื้นที่การใช้สอย ได้แก่ การแยกพื้นที่พักผ่อนแบบสงบกับพื้นที่พักผ่อนแบบออกกำลังออกจากกันอย่างเป็นสัดส่วน การเน้นเป็นสวนส่วนตัว สวนมีทั้งสวนพื้นดาดแข็งและสวนพื้นนุ่ม

2) มุมมอง ได้แก่ การกำหนดมุมมองเน้นเฉพาะภายในสวน และการกำหนดมุมมองเน้นทั้งภายในและภายนอกสวน

3) การสัญจร ได้แก่ การแยกทางสัญจรระหว่างทางสัญจรของแขกและทางบริการงานบำรุงรักษา

4) การเข้าถึง ได้แก่ ทางเข้าถึงสะดวกและกว้างเพียงพอ ทางเข้าสามารถป้องกันน้ำไหลเข้าอาคารด้วยการทำรางน้ำ (Gutter) ที่พื้น ทางเข้าสามารถป้องกันน้ำไหลเข้าอาคารด้วยการยกระดับทางเข้าสูงกว่าพื้นสวน ทำกันสาดบริเวณทางเข้าสวน การทำทางลาด (Ramp) สำหรับเก้าอี้ล้อ (Wheel-chair) บริเวณทางเข้า

5) ความปลอดภัย ได้แก่ มีการเฝ้าตรวจตราจากเจ้าหน้าที่บริเวณทางเข้าสวน และมีการสอดส่องดูแลความสงบเรียบร้อยภายในพื้นที่สวนจากพนักงาน

ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.1.2 การวิเคราะห์ด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน

5.1.2.1) แสงแดด (Sunlight)

จากตารางที่ 4.2 แสดงการออกแบบด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน (แสงแดด) พบว่า ทุกประเด็นไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือ

1) การได้ร่มเงาจากต้นไม้และศาลา

2) การป้องกันการจ้าจากแสงแดด ด้วยต้นพืช และวัสดุปูพื้นเพื่อลดแสง

ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.1.2.2) ลม (Wind)

จากตารางที่ 4.3 แสดงการออกแบบด้านภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน (ลม) พบว่า ทุกประเด็นไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือ

1) การเลือกใช้แผงลดแรงลม (Windscreen) ในการบรรเทาแรงลม ได้แก่ การใช้แผงกันลม แบบปิดทึบที่หลายระดับความสูง ทั้งเป็นกำแพงคอนกรีตและไม้ระแนงเฉียงเว้นร่อง (Latice)

2) อาคารได้รับการออกแบบจากสถาปนิกเพื่อลดแรงลมบริเวณสวน

ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.1.3 การวิเคราะห์ด้านหลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย

จากตารางที่ 4.4 แสดงการออกแบบด้านหลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย ของสวนหลังคา พบว่า ทุกประเด็นไม่มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากประเด็นต่างๆไม่มีการบังคับใช้ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ยกเว้นความปลอดภัยโดยใช้ราวกันตกที่มีการคำนึงแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน เพราะเป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมาซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงด้านการก่อสร้างสวนหลังคา

5.2.1 การวิเคราะห์ด้านพื้นหลังคาคอนกรีต

จากตารางที่ 4.5 แสดงการออกแบบด้านพื้นหลังคาคอนกรีต พบว่า ประเด็นที่ไม่เปลี่ยนแปลง คือ การประสานงานระหว่างผู้ออกแบบสวนหลังคา วิศวกรโครงสร้างกับสถาปนิก ได้แก่ ผู้ออกแบบสวนทำงานประสานงานกับวิศวกรโครงสร้างและสถาปนิกก่อนการออกแบบตัวอาคาร หรือผู้ออกแบบสวนได้รับข้อมูลจากวิศวกรโครงสร้างและสถาปนิกก่อนการออกแบบสวนหลังคา

ส่วนประเด็นที่มีการเปลี่ยนแปลง คือ

สวนหลังคา โรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533) →	สวนหลังคา โรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539) →	สวนหลังคา โรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) (พ.ศ.2545)
โดยส่วนใหญ่คานคอนกรีตเสริมเหล็กวางตัวเฉพาะช่วงพาดระหว่างเสา	คานคอนกรีตเสริมเหล็กวางตัวถี่และไม่ได้วางตัวเฉพาะช่วงพาดระหว่างเสา	คานคอนกรีตเสริมเหล็กวางตัวถี่มากขึ้นไม่ได้วางตัวเฉพาะช่วงพาดระหว่างเสา

เหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจาก การออกแบบสวนหลังคาปัจจุบันมีความต้องการให้ดูเน้นเป็นธรรมชาติมากกว่าแต่ก่อน ซึ่งมีส่วนประกอบ เช่น ต้นไม้ ดิน น้ำ ที่มีปริมาณมากขึ้นส่งผลให้การออกแบบการรับน้ำหนักของโครงสร้างพื้นต้องมีสูงขึ้นตาม ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

สวนหลังคา โรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533) →	สวนหลังคา โรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539) →	สวนหลังคา โรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) (พ.ศ.2545)
การจัดวางต้นไม้ใหญ่ให้ตั้งในตำแหน่งเฉพาะหัวเสาของโครงสร้างพื้นหลังคา	การจัดวางต้นไม้ใหญ่ให้ตั้งในตำแหน่งหัวเสาและแนวคานของโครงสร้างพื้นหลังคา	การจัดวางต้นไม้ใหญ่วางกระจายได้มากขึ้นโดยไม่ได้ตั้งเฉพาะตำแหน่งหัวเสาและแนวคานของโครงสร้างพื้นหลังคา

เหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการออกแบบสวนหลังคาในปัจจุบันมักนิยมทำโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความลึกมากและวางตัวอย่างถี่ๆ ท้องพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก

จึงมีโอกาสแอ่นตกท้องช้างได้น้อยกว่าเพราะมีคานนี้ช่วยค้ำไว้หลายจุดทำให้ต้นไม้ใหญ่ที่มีน้ำหนักมากสามารถวางกระจายได้ทั่วพื้นที่มากกว่าแต่ก่อนไม่จำเป็นต้องวางเฉพาะตำแหน่งหัวเสาและแนวคานของพื้นหลังคา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.2.2 การวิเคราะห์ด้านวัสดุกันน้ำซึม

จากตารางที่ 4.6 แสดงการออกแบบด้านวัสดุกันน้ำซึม พบว่า มีประเด็นที่เปลี่ยนแปลงคือ

สวนหลังคา โรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533)	→ สวนหลังคา โรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)	→ สวนหลังคา โรงแรมคอนราด (ออลซีซั่นเพลส) (พ.ศ.2545)
ใช้ระบบเหลว (Fluid-applied membrane) แบบทาทั่วพื้นที่สวนหลังคา แล้วใช้ระบบแบบแผ่น (Single-ply roof membrane) ปูทั่วพื้นที่สวนหลังคาอีกชั้น	ใช้ระบบแบบแผ่น (Single-ply roof membrane) ปูทั่วพื้นที่สวนหลังคา	ใช้ระบบเหลว (Fluid-applied membrane) แบบพ่นทั่วพื้นที่สวนหลังคา

เหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากวัสดุกันน้ำซึม (Waterproof Membranes) มีพัฒนาการเปลี่ยนแปลงไปตามเทคโนโลยีการผลิตในแต่ละช่วง ซึ่งในช่วงหลังนิยมแบบเหลวโดยใช้วิธีพ่นเพราะเป็นวิธีที่สามารถป้องกันน้ำรั่วซึมได้ดีโดยเฉพาะสามารถแก้ปัญหารอยต่อและบริเวณที่เป็นมุมได้อย่างดี มีความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน ส่วนสวนหลังคา โรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณมีการใช้ทั้งสองระบบคือแบบเหลวด้วยวิธีการทาและแบบแผ่นปูอีกชั้นเพราะเป็นการป้องกันการซึมของน้ำสองชั้นเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.2.3 การวิเคราะห์ด้านแผ่นกันทะลุ

เนื่องจากไม่มีการใช้แผ่นกันทะลุ (Protection Board) สำหรับการก่อสร้างสวนหลังคาของอาคารที่ศึกษา จึงไม่สามารถนำมาหาการเปลี่ยนแปลงได้

5.2.4 การวิเคราะห์ด้านฉนวน

เนื่องจากไม่มีการใช้ฉนวน (Insulation) สำหรับการก่อสร้างสวนหลังคาของอาคารที่ศึกษา จึงไม่สามารถนำมาหาการเปลี่ยนแปลงได้

5.2.5 การวิเคราะห์ด้านแผ่นคอนกรีตกันทะลุ

จากตารางที่ 4.9 แสดงการออกแบบด้านแผ่นคอนกรีตกันทะลุ พบว่า ทุกประเด็นไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือ การออกแบบใช้แผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete Protection Slab) กับงานสวนหลังคา นี้ยังคงเป็นรูปแบบที่ใช้ได้ดีตลอดมาและเป็นตัวช่วยป้องกันวัสดุกันน้ำซึมฉีกขาด ใน

ขณะเดียวกันเป็นแผ่นช่วยปรับให้น้ำไหลไปยังจุดระบายน้ำเดียวกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.2.6 การวิเคราะห์ด้านระบบระบายน้ำ

จากตารางที่ 4.10 แสดงการออกแบบด้านระบบระบายน้ำ พบว่า ประเด็นที่เปลี่ยนแปลงคือ

สวนหลังคา โรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533)	→ สวนหลังคา โรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)	→ สวนหลังคา โรงแรมคอนราด (ออลซีซั่นเพลส) (พ.ศ.2545)
ใช้ระบบระบายน้ำแนวราบและระบายน้ำด้วยท่อรูพรุนก้างปลา (Lateral Drain)	ใช้ระบบระบายน้ำแนวราบและระบายน้ำด้วยท่อรูพรุนก้างปลา (Lateral Drain)	ใช้ระบบระบายน้ำแนวราบและระบายน้ำด้วยท่อรูพรุนก้างปลา (Lateral Drain) ร่วมกับระบบระบายน้ำแนวตั้งโดยมีท่อระบายน้ำวางในแนวตั้ง

เหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากในระยะหลังความต้องการให้สวนหลังคามีความเป็นธรรมชาติแบบสวนป่าเมืองร้อนแบบดิบชื้นมีมากขึ้น ซึ่งเป็นสวนที่มีจำนวนต้นไม้ที่มากกว่าสวนรูปแบบทั่วไปและมีความหลากหลายของพืชพันธุ์มากขึ้นตลอดจนความสูงของต้นไม้ก็มีความสูงมากขึ้น ดังนั้นการทำกระบะต้นไม้และหลุมปลูกจึงต้องมีความลึกมากกว่าปกติเพื่อรองรับระบบรากของพืชที่ยาวขึ้น ส่งผลให้หลุมปลูกที่ลึกมากนี้อาจทำให้เกิดน้ำท่วมขังได้มากกว่า โดยเฉพาะเวลาที่ฝนตกหนัก ซึ่งเมื่อน้ำขังจะทำให้การรับน้ำหนักของโครงสร้างพื้นมีมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มระบบการระบายน้ำในแนวตั้งร่วมกับระบบระบายน้ำแนวราบเพื่อช่วยกันระบายน้ำได้เร็วขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.2.6.1 การวิเคราะห์ด้านระบบระบายน้ำ (ชั้นระบายน้ำ)

จากตารางที่ 4.11 แสดงการออกแบบด้านระบบระบายน้ำ (ชั้นระบายน้ำ) พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพราะชั้นระบายน้ำที่ประกอบด้วยหินกรวดและเศษอิฐแตกนี้ยังคงใช้ได้ดีและเป็นวัสดุระบายน้ำที่หาได้ง่ายมีราคาถูกสำหรับเมืองไทย

5.2.6.2 การวิเคราะห์ด้านระบบระบายน้ำ (ช่องท่อระบายน้ำ)

จากตารางที่ 4.12 แสดงการออกแบบด้านระบบระบายน้ำ (ช่องท่อระบายน้ำ) พบว่า ทุกประเด็นไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือ มีการใช้ช่อท่อระบายน้ำหลายรูปแบบ ทั้งแบบหัวโดม (Dome drain) แบบรางระบายน้ำ (Gutter) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับ

ความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.2.7 การวิเคราะห์ด้านแผ่นใยกรองดิน

จากตารางที่ 4.13 แสดงการออกแบบด้านแผ่นใยกรองดิน พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงคือ

สวนหลังคา โรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533) →	สวนหลังคา โรงแรมเซอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)	สวนหลังคา โรงแรมคอนราด (ออลซีซั่นเพลส) (พ.ศ.2545)
เลือกใช้แผ่นใยกรองดินแบบผ้าที่เรียกว่า จีโอเทคไทล์ (Geotextile)	เลือกใช้แผ่นใยกรองดินแบบตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกซ้อนกันสองชั้น	เลือกใช้แผ่นใยกรองดินแบบตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกซ้อนกันสองชั้น

เหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากแผ่นใยกรองดินแบบตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกซ้อนกันสองชั้นมีราคาที่ถูกกว่าแผ่นใยกรองดินแบบผ้าที่เรียกว่าจีโอเทคไทล์ (Geotextile) อยู่มากในขณะที่การใช้งานใกล้เคียงกันจึงทำให้เจ้าของโครงการเลือกใช้ตาข่ายมุ้งลวดพลาสติก ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.2.8 การวิเคราะห์ด้านดินปลูก

จากตารางที่ 4.14 แสดงการออกแบบด้านดินปลูก พบว่า มีประเด็นที่ไม่เปลี่ยนแปลงคือ การใช้วัสดุปลูกด้วยดินผสมเปลือกถั่ว ขุยมะพร้าว ทราย เพราะเป็นวัสดุที่ในเมืองไทยหาง่ายมีราคาถูก

ส่วนประเด็นที่มีการเปลี่ยนแปลงคือ

สวนหลังคา โรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533)	สวนหลังคา โรงแรมเซอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539) →	สวนหลังคา โรงแรมคอนราด (ออลซีซั่นเพลส) (พ.ศ.2545)
การใช้โฟมหนุนด้านล่างของหลุมปลูกแทนดินปลูกกรณีหลุมปลูกลึกเกิน	ไม่มีการหนุนด้วยวัสดุใดๆแทนที่ดินปลูก	การใช้เปลือกมะพร้าวหนุนด้านล่างของหลุมปลูกแทนที่ดินปลูกกรณีหลุมปลูกลึกเกิน

เหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการใช้เปลือกมะพร้าวหนุนด้านล่างของหลุมปลูกกรณีหลุมปลูกลึกเกินถึงแม้เป็นวัสดุธรรมชาติแต่มีผลดีเช่น สามารถลดน้ำหนักของดินปลูกที่กระทำต่อโครงสร้างพื้นสวนให้น้อยลงได้ราคาถูก เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถหาได้ง่าย ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และรากสามารถชอนไชและหยั่งลึกได้ดี แต่วิธีการนี้อาจมีผลเสียด้วยในอนาคตที่เปลือกมะพร้าวจะมีการอัดตัวแน่นและยุบตัวในที่สุดทำให้ต้องเติมดินปลูกเพิ่มลงไป ทำให้เป็นการเพิ่มน้ำหนักกับโครงสร้างอาคารให้มากขึ้น

5.2.9 การวิเคราะห์ด้านวัสดุปิดผิว

จากตารางที่ 4.15 แสดงการออกแบบด้านวัสดุปิดผิว พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือการใช้เศษขุยมะพร้าวโรยผิวหน้าของวัสดุปลูกเพราะเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในเมืองไทยและมีราคาถูก

มาก ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงด้านองค์ประกอบงานออกแบบ

5.3.1 การวิเคราะห์ด้านพืชพันธุ์

จากตารางที่ 4.16 แสดงการออกแบบด้านพืชพันธุ์ พบว่า ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

1) การเลือกใช้พืชพันธุ์ที่มีความหลากหลายด้วยไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ไม้คลุมดิน ทั้งเป็นพืชมีผลและไม่มีผล ตลอดจนการคำนึงด้านการแทรกซึมของรากพืช ขนาดของต้นไม้ และน้ำหนักของต้นไม้ ที่มากระทำต่อโครงสร้างพื้นหลังคา

2) การคำนึงถึงตั้งแต่ต้นเรื่องการปรับเปลี่ยนต้นพืชทั้งไม้แดดและไม้ร่มเป็นช่วงๆ ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

ส่วนประเด็นที่มีการเปลี่ยนแปลงคือ

สวนหลังคา โรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533)	→ สวนหลังคา โรงแรมเซอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)	สวนหลังคา โรงแรมคอนราด (ออลซีซั่นเพลส) (พ.ศ.2545)
รูปแบบสวนเป็นสวนเมืองร้อนแบบโปร่ง ต้นไม้ไม่หนาแน่นมาก	รูปแบบสวนเป็นสวนเมืองร้อนแบบป่าดิบชื้นที่มีต้นไม้หนาแน่นมาก	รูปแบบสวนเป็นสวนเมืองร้อนแบบป่าดิบชื้นที่มีต้นไม้หนาแน่นมาก

เหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปัจจุบันความต้องการของเจ้าของอาคารและแขกผู้ใช้สวนหลังคาโดยเฉพาะนักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวเมืองไทย มักต้องการความร่มรื่นของสวนเมืองร้อนแบบป่าทึบดิบชื้นเพราะเป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจนของความเป็นสวนในพื้นที่ของประเทศทางแถบตะวันออกเฉียงใต้อันสามารถสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่สวนของอาคารนั้นๆได้ การออกแบบจึงมักปลูกต้นไม้ให้มีความหนาแน่น ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

สวนหลังคา โรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533)	→ สวนหลังคา โรงแรมเซอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)	→ สวนหลังคา โรงแรมคอนราด (ออลซีซั่นเพลส) (พ.ศ.2545)
พืชที่ใช้เป็นพืชใบเล็ก ใบละเอียด และพืชใบเป็นแฉก	พืชที่ใช้เป็นพืชใบใหญ่เป็นแผ่นเป็นแผง เช่น กล้วยพัด	พืชที่ใช้เป็นพืชใบเล็ก ใบละเอียด และพืชใบเป็นแฉก รวมทั้งพืชที่ใช้เป็นพืชใบใหญ่เป็นแผ่นเป็นแผง เช่น กล้วยพัด

เหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปัจจุบันสวนหลังคาที่ถูกออกแบบในพื้นที่กรุงเทพมหานครมักเป็นสวนเมืองร้อนแบบป่าทึบดิบชื้นทำให้พืชพันธุ์ที่ใช้ ต้องเป็นพืชพันธุ์ที่มี

ภูมิอากาศเขตร้อนชื้นเป็นแบบป่าดิบชื้น และองค์ประกอบหนึ่งหนึ่งของการเลือกใช้พืชพันธุ์ที่ให้ดูเป็นสวนเมืองร้อนแบบป่าทึบดิบชื้นคือ พืชที่มีใบใหญ่เป็นแผ่นหรือเป็นแผง ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.3.2 การวิเคราะห์ด้านกระบะต้นไม้

จากตารางที่ 4.17 แสดงการออกแบบด้านกระบะต้นไม้ พบว่า ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือ กระบะปลูกต้นไม้ที่ใช้มีหลายรูปแบบทั้งแบบอ่างปลูกหรือกระถาง (Plant tub) เพราะเป็นรูปแบบง่ายๆที่ทุกคนสามารถทำได้และไม่เสียค่าใช้จ่ายมาก กระบะปลูกต้นไม้เป็นแบบกระถางแบบยกสูง (Raised planter) เพราะเป็นรูปแบบที่สามารถก่อสร้างได้ง่ายและรองรับต้นพืชได้ดี และภาชนะปลูกเป็นแบบบ่อหลุมปลูกที่พื้น (Depressed planter) เพราะผู้ออกแบบสวนทั้งสามแห่งมีความต้องการให้สวนหลังคาดูมีความเป็นธรรมชาติเหมือนว่าอยู่ในระดับพื้นดิน จึงนิยมภาชนะปลูกแบบนี้

ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

ส่วนประเด็นที่มีการเปลี่ยนแปลงคือ

สวนหลังคา โรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533)	สวนหลังคา โรงแรมเซอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539) →	สวนหลังคา โรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) (พ.ศ.2545)
ผนังบ่อปลูกใช้โครงสร้างผนังเดียวกับผนังของโครงสร้างอาคารสูง (Tower)	ผนังบ่อปลูกใช้โครงสร้างผนังเดียวกับผนังของโครงสร้างอาคารสูง (Tower)	ผนังบ่อปลูกแยกโครงสร้างออกจากผนังของโครงสร้างผนังอาคารสูง (Tower)

เหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการแยกโครงสร้างของผนังบ่อปลูกออกจากผนังอาคารสูง (Tower) ของสวนหลังคาโรงแรมคอนราด ทำให้การรับน้ำหนักของโครงสร้างผนังสองส่วนนี้ถูกแยกออกจากกันสามารถป้องกันน้ำซึมเข้าสู่อาคารได้อันอาจทำให้ผนังภายในของอาคารเกิดเชื้อราหรือช่วยป้องกันการแทรกซึมของรากทะลุผ่านเข้าผนังภายในอาคาร นอกจากนั้นสามารถใช้เป็นรางระบายน้ำไปในตัว ตลอดจนเป็นทางเดินเพื่องานบำรุงรักษาและสำหรับเดินงานระบบ ต่างๆได้ เช่น ท่อน้ำ สายไฟฟ้า ทำให้สวนหลังคาโรงแรมคอนราดมีการปรับเปลี่ยนการออกแบบให้มีลักษณะดังกล่าว ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.3.3 การวิเคราะห์ด้านพื้นทางเดิน

จากตารางที่ 4.18 แสดงการออกแบบด้านพื้นทางเดิน พบว่า ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือ การปูพื้นด้วยวัสดุต่างๆ เช่น กรวดล้าง หินทราย หินกาบ เพราะเป็นวัสดุที่หาได้ง่าย ราคาถูกและไม่ยุ่งยากในการปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

ส่วนประเด็นที่มีการเปลี่ยนแปลงคือ

สวนหลังคา โรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533)	สวนหลังคา โรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539) →	สวนหลังคา โรงแรมคอนราด (ออลซีซั่นเพลส) (พ.ศ.2545)
งานปูพื้นวางบนโครงสร้างพื้นหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กแบบเสาและคาน	งานปูพื้นวางบนโครงสร้างพื้นหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กแบบเสาและคาน	งานปูพื้นวางบนโครงสร้างที่ถูกยกสูงด้วยกำแพงคอนกรีตรับน้ำหนักและเพิ่มตงคอนกรีตเป็นตะแกรงเพื่อวาง “แผ่นพื้นคอนกรีตมวลเบา“ แทนวางบนพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กโดยตรง

เหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเทคโนโลยีด้านคอนกรีตสำเร็จรูปได้พัฒนาขึ้นให้สามารถใช้งานได้หลากหลายรูปแบบมากขึ้นมีประโยชน์มากขึ้น และช่วยให้การก่อสร้างมีความรวดเร็ว ความสูงของพื้นสามารถถูกปรับเปลี่ยนได้ในช่วงเวลาที่ยังคงก่อสร้างอยู่ การรับน้ำหนักของโครงสร้างน้อยกว่าเพราะเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบากว่าคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งสวนหลังคาของโรงแรมคอนราดเลือกใช้เนื่องจากโครงสร้างพื้นหลังคาเดิมมีความลึกมาก หากใช้วิธีการแบบเดิมคือการหล่อพื้นคอนกรีตให้สูงขึ้นมา จะทำให้โครงสร้างการรับน้ำหนักของอาคารต้องรับน้ำหนักเพิ่มอีกมาก ดังนั้นจึงถูกประยุกต์ใช้รูปแบบนี้ขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.3.4 การวิเคราะห์ด้านงานแสงสว่าง

จากตารางที่ 4.19 แสดงการออกแบบด้านงานแสงสว่าง พบว่า ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือ สายไฟเดินสายไว้ใต้ดิน เพราะง่ายต่อการเดินระบบและดูเป็นระเบียบเรียบร้อยกว่า และสายไฟเดินสายตามขอบกระบะปลูกและตามแนวร่องรางน้ำ เพราะง่ายต่อการเดินระบบและดูเป็นระเบียบเรียบร้อยกว่า

ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

ส่วนประเด็นที่มีการเปลี่ยนแปลงคือ

สวนหลังคา โรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533)	สวนหลังคา โรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)	สวนหลังคา โรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) (พ.ศ.2545)
การให้แสงสว่างโดยใช้ดวงโคมติดกับเสาสูง	การให้แสงสว่างโดยใช้ดวงโคมติดกับเสาสูงระดับต่ำร่วมกับการให้แสงสว่างโดยใช้แบบปักดวงโคมสปอร์ตไลท์ที่พื้นดินส่องขึ้น	การให้แสงสว่างโดยใช้ดวงโคมติดกับเสาสูงระดับต่ำร่วมกับการให้แสงสว่างโดยใช้แบบปักดวงโคมสปอร์ตไลท์ที่พื้นดินส่องขึ้น

เหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปัจจุบันมักมีความต้องการสร้างบรรยากาศของสวนหลังคาในเวลาค่ำคืนให้รู้สึกสลัวเหมือนอยู่ท่ามกลางธรรมชาติและได้อารมณ์ที่สามารถสร้างความรู้สึกน่าสนใจน่าค้นหามากกว่าการได้แสงสว่างแบบเสาสูงๆ ซึ่งดูไม่เป็นธรรมชาติและสว่างเกิน ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.3.5 การวิเคราะห์ด้านงานประติมากรรม

จากตารางที่ 4.20 แสดงการออกแบบด้านงานประติมากรรม พบว่า ประเด็นที่มีการเปลี่ยนแปลงคือ

สวนหลังคา โรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ (พ.ศ.2533)	สวนหลังคา โรงแรมเชอราตัน แกรนด์ สุขุมวิท (พ.ศ.2539)	สวนหลังคา โรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) (พ.ศ.2545)
ไม่มีการประดับตบแต่งสวนด้วยงานประติมากรรม	มีการตบแต่งด้วยงานประติมากรรมหินทรายเป็นลักษณะเอกลักษณ์ไทยเช่นตัวละครไทยหรือสัตว์ในวรรณคดีไทย ทั้งเป็นแบบงานแกะสลักนูนสูงและงานลอยตัว	มีการตบแต่งด้วยงานประติมากรรมหินทรายเป็นลักษณะเอกลักษณ์ไทยเช่นตัวละครไทยหรือสัตว์ในวรรณคดีไทย ทั้งเป็นแบบงานแกะสลักนูนสูงและงานลอยตัว

เหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากในอดีตช่างฝีมือในการแกะสลักประติมากรรมหินทรายมีจำนวนน้อย ทำให้งานแกะสลักหินทรายมีราคาสูง จึงไม่เป็นที่นิยมนำมาตบแต่ง แต่ต่างจากปัจจุบันมีช่างฝีมือด้านนี้มากขึ้นจึงมีการแข่งขันกันในหมู่ช่างฝีมือ ทำให้ราคาถูกลงกว่าแต่ก่อนและหาได้ง่ายเพราะมีการผลิตมากขึ้น จึงมีการนำมาตกแต่งกันมากในช่วงหลังนี้ ประกอบกับความต้องการให้สวนหลังคาดูมีชีวิตชีวามากขึ้นด้วยการใช้ประติมากรรมที่เป็นตัวละครในวรรณคดี ซึ่งสามารถใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.3.6 การวิเคราะห์ด้านบ่อน้ำ

จากตารางที่ 4.21 แสดงการออกแบบบ่อน้ำ พบว่า ทุกประเด็นไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือ

1) การทำบ่อน้ำทาผิวผนังบ่อด้วยสีดำ เพราะสีดำเป็นสีที่สร้างความรู้สึกให้บ่อน้ำมีความลึกมากกว่าความเป็นจริงที่ วิธีการนี้จึงมักถูกนำมาใช้กับงานบ่อน้ำของสวนหลังคา

2) น้ำไหลเวียนด้วยระบบปั๊มน้ำ (pump water) และกรองด้วยถังกรอง เพราะเป็นรูปแบบที่มีความจำเป็นต่องานระบบของการไหลของน้ำในบ่อน้ำที่ขาดไม่ได้ และกรองสิ่งสกปรกในบ่อน้ำ

3) ผิวพื้นบ่อและผนังบ่อได้รับการปิดผิวด้วยวัสดุกันน้ำซึมก่อนการปูกระเบื้อง

ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.3.7 การวิเคราะห์ด้านสาธารณูปโภค

จากตารางที่ 4.22 แสดงการออกแบบด้านสาธารณูปโภค พบว่า ทุกประเด็นไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือ การทำจุดกล่องชุมทางไฟฟ้า (junction boxes) เพื่อไว้ตรวจสอบความเรียบร้อยได้ง่าย และมีห้องควบคุมงานระบบต่างๆ อยู่ในห้องเดียวสำหรับควบคุมงานระบบของสวนหลังคาทั้งพื้นที่

ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.4 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงด้านการบำรุงรักษา

5.4.1 การวิเคราะห์ด้านระบบชลประทาน

จากตารางที่ 4.23 แสดงการออกแบบด้านระบบชลประทาน พบว่า ทุกประเด็นไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือ การให้น้ำโดยฉีดน้ำด้วยสายยาง เพราะเป็นระบบชลประทานที่ง่ายที่สุด การให้น้ำโดยระบบสปริงเกลอร์ (Sprinkler irrigation) และการให้น้ำโดยระบบหยดน้ำ (Drip irrigation) เพราะเป็นระบบชลประทานที่เมืองไทยรู้จักและคุ้นเคยในการวางระบบมาช้านาน การให้น้ำโดยระบบหยดน้ำ (Drip irrigation)

ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.4.2 การวิเคราะห์ด้านการสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน

จากตารางที่ 4.24 แสดงการออกแบบด้านการสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน พบว่า ทุกประเด็นไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือ การพรวนดิน เติมดิน ใส่ปุ๋ยอยู่สม่ำเสมอ เพราะเป็นการช่วยให้รากชอนไชได้ดี มีดินไว้ยึดเกาะและได้รับสารอาหารอยู่สม่ำเสมอ ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการใช้สอยให้มีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.4.3 การวิเคราะห์ด้านงานบำรุงรักษาด้านอื่น ๆ

จากตารางที่ 4.25 แสดงการออกแบบด้านงานบำรุงรักษาด้านอื่นๆ พบว่า ทุกประเด็นไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือ

1) การดูแลต้นพืชด้วยการตัดแต่งหญ้าในสนาม การควบคุมวัชพืชและสัตว์รบกวน การทำความสะอาดใบและผลของพืช การตัดแต่งเล็มใบพืช และการตัดแต่งรากพืช

2) การทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ประติมากรรม บ่อน้ำ ม้านั่ง ถังขยะ ป้ายต่างๆ รวมถึงพื้นทางเดิน

ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการใช้สอยให้มีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

5.4.4 การวิเคราะห์ด้านศูนย์กลางงานบำรุงรักษา

จากตารางที่ 4.26 แสดงการออกแบบด้านศูนย์กลางงานบำรุงรักษา พบว่า ทุกประเด็นไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือ การมีพื้นที่ในอาคารสำหรับงานบำรุงรักษา เช่น ที่เก็บถังหรือภาชนะปลูก ถังบรรจุปุ๋ย วัสดุปลูก ทราย เครื่องมืองานสวน เพราะอุปกรณ์เหล่านี้มีความจำเป็นต่อการบำรุงรักษางานสวนในทุกๆประเภท ประเด็นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการใช้สอยให้มีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไปได้

บทที่ 6
แนวทางการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานคร

จากการสำรวจสวนหลังคาในสถานที่จริงที่เลือกเป็นกรณีศึกษาคือ สวนหลังคาของโรงแรมแกรนด์ ไฮแอท เอราวัณ โรงแรมเซอราตัน แกรนด์ สุขุมวิทและโรงแรมคอนราด (ออลซีซันเพลส) และจาการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบงานสวนหลังคาและผู้รับเหมางานสวนสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการออกแบบสวนหลังคาที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ในกรุงเทพมหานครและพื้นที่ที่มีภูมิศาสตร์ใกล้เคียง ซึ่งแนวทางนี้ได้จากการวิเคราะห์ดังนี้

1) การนำผลที่เกิดขึ้น (ผลดีผลเสีย) ที่ได้จาการวิเคราะห์ในแต่ละประเด็นที่เหมาะสมต่อการออกแบบสวนหลังคาในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

2) การวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการสำรวจ และสัมภาษณ์งานสวนหลังคาที่ศึกษากับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อได้ประเด็นที่สอดคล้องกันและแตกต่างกันโดยเลือกเฉพาะประเด็นที่สามารถนำมาสู่แนวทางการออกแบบสวนหลังคาที่เหมาะสมกับพื้นที่กรุงเทพมหานคร

3) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของสวนหลังคาที่ศึกษาโดยเลือกเฉพาะประเด็นที่สามารถนำมาสู่แนวทางการออกแบบสวนหลังคาที่เหมาะสมกับพื้นที่กรุงเทพมหานคร

4) การนำปัญหาที่ได้จากการสำรวจ และสัมภาษณ์งานสวนหลังคาในสถานที่จริงมาเป็นข้อควรระวังในการออกแบบ

6.1 การพิจารณาด้านพื้นที่สวน

6.1.1 การใช้สอยของพื้นที่สวน (The garden's function of site)

ก) <u>การจัดแบ่งพื้นที่เพื่อการใช้สอย</u>

1) การแยกพื้นที่พักผ่อนแบบสงบ (Passive Recreation) และพื้นที่พักผ่อนแบบออกกำลัง (Active Recreation) ออกจากกันอย่างเป็นสัดส่วนเพื่อทำให้การใช้งานปราศจากการรบกวนกัน ไม่ว่าเป็นเรื่องเสียงหรือกิจกรรมที่สร้างความรำคาญต่อกัน โดยการแยกพื้นที่แบบสงบด้วยการใช้ศาลานั่งพักผ่อน การเล่นระดับพื้นที่ต่างระดับกัน หรือการปูพื้นผิวพื้นคนละวัสดุกัน เช่น บางจุดใช้หินกาบสีดำ บางจุดใช้หินทราย หรือใช้เป็นพื้นระแนงไม้ เป็นต้น เหล่านี้เพื่อการสร้างอาณาเขตต่อการใช้สอยแต่ละประเภท

2) สวนหลังคาควรมีประกอบด้วยทั้งงานพื้นดาดแข็ง (Hardscape) และงานพื้นนุ่ม (Softscape) เพื่อไม่เกิดความเบื่อหน่ายหรือดูแข็งกระด้างต่อการใช้สอยและเกิดร่มเงาสร้างความเย็นให้กับพื้นที่

3) ทางสัญจรภายในสวนควรแยกทางสัญจรของแขกผู้ใช้สวนและทางสัญจรงานบริการและบำรุงรักษาไม่ให้รบกวนกัน

4) หากเป็นสวนส่วนตัว (Private garden) ควรมีการตรวจตราจากเจ้าหน้าที่บริเวณหน้าประตูทางเข้าของสวน เพื่อให้แขกผู้ใช้สวนได้มีความเป็นส่วนตัวไม่พลุกพล่านจากบุคคลภายนอก

ข) <u>การกำหนดมุมมองของสวน</u>

1) การกำหนดมุมมองเน้นเฉพาะภายในสวน เหมาะต่อการใช้ในกรณีที่พื้นที่โดยรอบของสวนหลังคาไม่เป็นระเบียบ ด้วยการออกแบบสร้างกำแพงสูงกั้นมุมมองและการปลูกพันธุ์ไม้ให้หนาแน่นเพื่อได้ภูมิทัศน์เฉพาะภายในสวน

2) การกำหนดมุมมองเน้นทั้งภายใน และภายนอกสวนเช่น เส้นขอบฟ้า (Skyline) รูปแบบนี้เหมาะต่อการใช้ในกรณีที่พื้นที่ภายนอกเป็นมุมมองของเมืองที่เป็นระเบียบดูโล่งเห็นเส้นขอบฟ้าของเมืองสวยงามซึ่งการออกแบบอาจด้วยการใช้รั้วหรือกำแพงเตี้ยที่ระดับสายตาสามารถมองข้ามได้หรือเป็นกำแพงระแนงไม้ กำแพงกระจกใส ที่สามารถมองลอดออกไปได้ ในขณะที่สวนภายในได้รับการออกแบบภูมิทัศน์ที่ดี รูปแบบนี้สามารถทำให้พื้นที่สวนดูมีขนาดกว้างใหญ่กว่าความเป็นจริงและเกิดความต่อเนื่องของมุมมองภายในกับภายนอกสวนหลังคา

ค) <u>ลักษณะทางเข้าที่ดีต่อการใช้งาน</u>

1) ทางเข้าถึงสะดวกและกว้างเพียงพอเพื่อการสัญจรของแขกหรือผู้ใช้สวนมีความสะดวก

2) ทำทางลาด (Ramp) สำหรับเก้าอี้ล้อ (Wheel-chair) บริเวณทางเข้าสำหรับผู้พิการหรือคนชราที่ใช้เก้าอี้ล้อได้มีความสะดวกต่อการสัญจรมากขึ้น

3) ทางเข้าของงานบำรุงรักษาควรแยกคนละทางกับทางเข้าของแขกหรือผู้ใช้สวนเพื่อให้แขกและผู้ใช้สวนมีความเป็นส่วนตัวมากขึ้นและเกิดความคล่องตัวในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่คนสวน

4) ควรพิจารณาเจตนาและจุดประสงค์ของการใช้งานเพื่อตอบสนองใคร คือ หากต้องการให้มีการใช้งานได้ของคนทั่วไป การเข้าถึงต้องสะดวกต่อการเป็นพื้นที่สาธารณะ (Public area) หรือหากเป็นสวนหลังคาเพื่อไว้ชมดูสวยงามไม่ให้เข้าไปใช้งาน ทางเข้าต้องแยกอีกส่วนเฉพาะสำหรับการบำรุงรักษาเท่านั้นและดูมิดชิดไม่น่าเกลียด

5) ทางเข้าสามารถป้องกันน้ำไหลเข้าอาคารด้วยการทำรางน้ำ (Gutter) ที่พื้นเพื่อป้องกันน้ำฝนและน้ำที่พื้นสวนไหลเข้าอาคารแต่การทำรางน้ำ (Gutter) ที่พื้นควรมีขนาดใหญ่เพียงพอต่อการระบายน้ำในช่วงเวลาฝนตกหนัก และมีฝาหรือตะแกรงปิดให้เรียบร้อยป้องกันการเดินสะดุดร่องรางน้ำ

6) ทางเข้าสามารถป้องกันน้ำไหลเข้าอาคารด้วยการยกระดับทางเข้าสูงกว่าพื้นสวน ป้องกันฝนและน้ำที่พื้นสวนไม่ไหลเข้าอาคาร

7) ทำกันสาดบริเวณทางเข้าสวน ป้องกันน้ำฝนสาดเข้าประตูทางเข้าอาคาร และสามารถกำบังแดดส่องเข้าอาคารบริเวณทางเข้าสวน

ง) <u>ความปลอดภัยของสวนหลังคา</u>

1) ควรมีการเฝ้าตรวจตราจากเจ้าหน้าที่บริเวณทางเข้าสวนเพื่อสร้างความเป็นส่วนตัวแก่ผู้ใช้และปราศจากบุคคลภายนอกที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้สวนได้

2) ควรมีการสอดส่องดูแลความสงบเรียบร้อยภายในพื้นที่สวนจากพนักงานให้แขกผู้ใช้สวนได้รับการดูแลมีความปลอดภัยมากขึ้น

3) พื้นที่สวนไม่ควรมีมุมซอกที่ยากต่อการมองเห็นเพราะอาจเป็นปัญหาต่อการสอดส่องดูแล

จ) <u>ข้อควรระวังต่อการออกแบบด้านการใช้สอย</u>

1) การออกแบบสวนหลังคา ผู้ออกแบบสวนหรือภูมิสถาปนิกควรได้รับการประสานงานร่วมกับสถาปนิกและวิศวกรโครงสร้างอาคารก่อนการออกแบบตั้งแต่ช่วงต้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจให้ถูกต้องของความรู้แต่ละสาขาร่วมกัน

2) ควรหาปริมาณระดับการใช้มากที่สุด (Peak) ต่อการใช้มาเป็นตัวกำหนดขนาดพื้นที่สวน เพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งาน

3) ควรคำนึงถึงมุมมองจากอาคารที่สูงกว่ามองมายังสวนหลังคาต้องดูไม่น่าเกลียดหรือไร้ระเบียบ เช่น หลังคาของโรงเก็บของหรือโรงเรือนอนุบาลพืชที่เป็นหลังคากระเบื้องลอน อาจต้องปกคลุมหลังคาด้วยไม้เลื้อย เป็นต้น เพื่อไม่ให้ดูขัดแย้งกับพื้นที่สวนส่วนอื่นๆ

4) การออกแบบสวนหลังคาไม่ควรให้มีจุดอับเป็นที่ซ่อนตัวของพวกโรคจิตชอบทำลาย (Vandalism) หรือพวกอาชญากร (Criminal) ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายขึ้นได้

6.1.2 **ภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สวน** (Climate and microclimate of site)

6.1.2.1 **แสงแดด** (Sunlight)

ก) <u>ความสำคัญของแสงแดด</u>

การออกแบบตำแหน่งของพืชโดยเฉพาะพืชที่ต้องการแสงแดดมากๆ ควรจัดในพื้นที่ที่สามารถได้รับแสงแดด โดยอาจได้แดดเพียงครึ่งหนึ่งของวันก็เพียงพอ เพื่อให้พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้

ข) <u>การป้องกันแสงแดด</u>

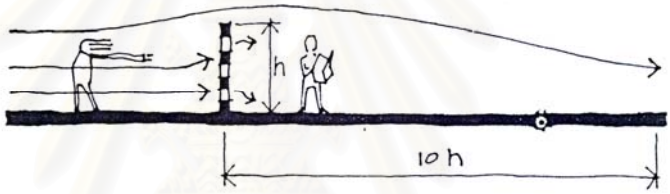
1) พื้นที่การใช้สอยควรได้ร่มเงาจากต้นไม้บ้างเพื่อสามารถทำกิจกรรมต่างๆได้ในช่วงเวลากลางวันหรือการได้ร่มเงาจากศาลาและสิ่งประกอบภูมิทัศน์ (Outdoor furniture) เช่น ร่มกันแดด เป็นต้น

2) การลดแสงจ้า (Glare) ของพื้นด้วยสนามหญ้า (lawn) ไม้พุ่ม (Shrub) วัสดุสีเข้มหรือวัสดุดูดแสง (light-absorbing paving materials) เช่น การปูด้วยวัสดุหินกาบสีดำ เป็นต้น

6.1.2.2 **ลม** (Wind)

ก) <u>การป้องกันแรงลม</u>

1) การออกแบบเพื่อลดแรงลมบนสวนหลังคา หากต้องการบังลมในพื้นที่ใช้สอยในระยะ 10 หน่วยความยาว ความสูงของแผงลดแรงลม (Windscreen) จะต้องมากกว่า 1 หน่วยความยาว



รูปที่ 6.1 แสดงระยะการออกแบบความสูงของแผงลดแรงลม (Windscreen) (Pierre Teasdale,1979)

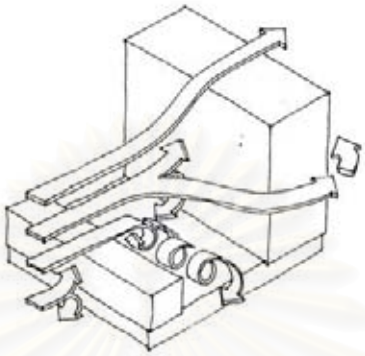
2) การออกแบบเพื่อป้องกันแรงลมบนสวนหลังคา ด้วยการใช้กำแพงกันลมนี้ขึ้นอยู่กับว่าต้องการมุมมองภายนอกหรือไม่ หากไม่ต้องการอาจใช้กำแพงกันลมที่มีความสูงเหนือศีรษะขึ้นไปจะทำให้พื้นที่สวนสามารถใช้งานโดยปราศจากการรบกวนของลมในขณะเดียวกันต้นไม้ก็ไม่เกิดการปะทะกับแรงลมมากจนเกินไปที่เป็นผลให้ใบพืชร่วงหรือแตกเป็นเส้นเล็กๆ ได้ ในทางตรงข้ามหากต้องการมุมมองจากภายนอกสวน กำแพงกันดินอาจต้องมีความสูงต่ำกว่าระดับสายตา หรือการใช้เป็นฉากแบบไม้ระแนงเฉียงเว้นร่อง แต่หากต้องการทั้งการกั้นแรงลมได้และสามารถได้มุมมองภายนอกด้วยควรเป็นวัสดุใสมองทะลุผ่านได้ เช่น กระจกใส เป็นต้น

ข) <u>การเลือกพืชพันธุ์เพื่อลดปัญหาจากแรงลม</u>

เนื่องจากแรงลมบนสวนหลังคามักมีมากกว่าระดับพื้นดิน การเลือกพืชพันธุ์ที่จะนำมาปลูกจึงควรเลือกพืชที่ไม่ต้านแรงลม นั่นคือ ควรเป็นพืชใบเล็กหรือใบละเอียดที่ไม่ร่วงง่าย หากเป็นพืชใบใหญ่ควรเป็นใบพืชที่มีโครงสร้างใบแข็งแรง เช่น ลีลาวดี พืชพวกตระกูลปาล์ม ไม่ควรเลือกใช้พืชที่มีใบใหญ่โตเป็นแผ่นผืนเดียวกัน เพราะจะทำให้เมื่อโดนแรงลมปะทะ ใบจะแตกเป็นเส้นฝอย เช่น กล้วยพัด (หากมีการป้องกันด้วยกำแพงกันลมที่สูงเกินความสูงของต้นไม้นั้นๆก็สามารถปลูกได้)

ค) <u>การออกแบบอาคารที่ไม่ก่อให้เกิดลมแรง</u>

สถาปนิกควรมีความรู้ขั้นพื้นฐานต่อการออกแบบอาคารเพื่อไม่ก่อให้เกิดการเพิ่มแรงลมที่มากเกิน เช่น หากเป็นไปได้พยายามหลีกเลี่ยงการออกแบบอาคารขวางทางลม และหลีกเลี่ยงไม่ให้อาคารเกิดช่องเล็กๆ ระหว่างอาคารที่มีผลบีบแนวลม ทำให้เกิดลมแรงขึ้น



บริเวณสวนหลังคา

รูปที่ 6.2 แสดงการปะทะของลมกระทบอาคารสูง เป็นผลให้เกิดลมแรงขึ้นบริเวณสวนหลังคา (Theodore Osmundson,1999)

ง) <u>การแลกเปลี่ยนข้อมูลกันของผู้ออกแบบสวนกับสถาปนิกผู้ออกแบบอาคาร</u>

หากเป็นไปได้ช่วงก่อนการออกแบบอาคารสถาปนิกควรประสานงานกับภูมิสถาปนิกหรือผู้ออกแบบสวนหลังคาในการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน เพื่อลดปัญหาเรื่องแรงลมบนสวนหลังคา

6.1.3 หลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย (Building code, Height ordinances and Safety Restrictions of site)

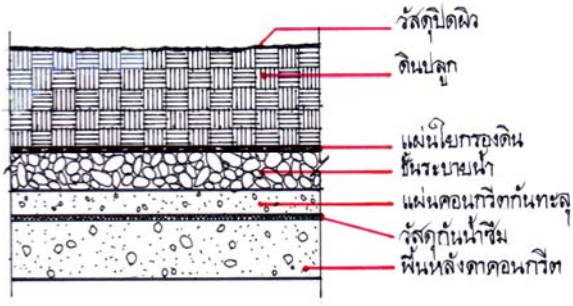
ก) <u>กฎเกณฑ์ข้อบังคับ</u>

เมืองนั้นๆ ควรมีการตั้งหลักเกณฑ์อาคารต่อการออกแบบสวนหลังคา และเทศบัญญัติควบคุมความสูงของอาคารต่อการออกแบบสวนหลังคาเพื่อความเป็นระเบียบของภูมิทัศน์เมืองนั้นๆ และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายภายหลังต่อโครงสร้างอาคาร ตลอดจนเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้อาคารพื้นที่

ข) <u>การกำหนดความปลอดภัย</u>

กำหนดความปลอดภัย (Safety restrictions) โดยใช้ราวกันตกเพื่อสร้างความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้สวนไม่ตกจากสวนหลังคาของอาคาร หรือกำหนดสิ่งกีดขวางป้องกันอันตรายจากการพลัดตกจากสวนหลังคาเป็นค่ามาตรฐานไว้ที่มากกว่า 1.07 เมตรขึ้นไป เช่น ราวลูกกรง (railings) กำแพงบังหน้า (parapets) หรือสิ่งกีดขวาง (blockages) โดยลูกกรงต้องไม่สามารถให้เด็กเล็กลอดผ่านออกไปได้ และโครงสร้างมั่นคงถาวรไม่ผุพังง่าย

6.2 การก่อสร้างสวนหลังคา



รูปที่ 6.3 แสดงองค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างสวนหลังคาสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานคร

6.2.1 **พื้นหลังคาคอนกรีต** (Concrete roof slab)

ก) <u>ควรประสานงานจากหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้องกัน</u>

1) ผู้ออกแบบสวนหรือภูมิสถาปนิกควรประสานงานกับวิศวกรโครงสร้างและสถาปนิกก่อนการออกแบบสวนหลังคาตั้งแต่ก่อนออกแบบอาคารเพื่อให้การออกแบบในแต่ละส่วนได้ร่วมกันคิดวางแผนตั้งแต่ต้นทั้งด้านการออกแบบ ด้านโครงสร้าง ด้านการรับน้ำหนักโครงสร้างของพื้นสวนและการจัดวางตำแหน่งแนวเสาและคาน

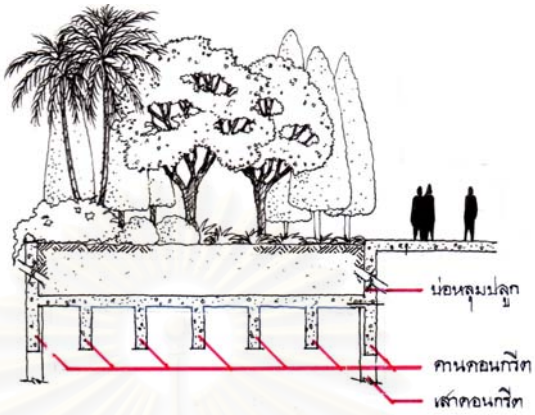
2) ผู้ออกแบบสวนหลังคาควรได้รับข้อมูลจากวิศวกรโครงสร้าง และสถาปนิกก่อนการออกแบบสวนหลังคาเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาเรื่องการถ่ายน้ำหนักของงานสวนที่จะมีผลต่อโครงสร้างพื้นหลังคา โดยข้อมูลที่ว่านี้ได้แก่ น้ำหนักตายตัว (Dead load) และน้ำหนักจร (Live load)

ข) <u>รูปแบบของโครงสร้างพื้นรองรับงานสวนหลังคา</u>

1) โดยปกติอาคารทั่วไปที่ไม่มีสวนหลังคาหรือไม่ต้องรับน้ำหนักอะไรเป็นพิเศษมักสามารถรับการถ่ายน้ำหนักที่ 200-400 กิโลกรัมต่อตารางเมตร แต่หากเป็นอาคารที่ต้องการมีสวนหลังคา การรับน้ำหนักของพื้นสวนควรอยู่ที่ 1,220 ถึง 1,465 กิโลกรัมต่อตารางเมตรหรือมากกว่านั้น ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เหมาะและง่ายต่อการออกแบบสวนบนหลังคา ทั้งด้านการรองรับอุปกรณ์ตกแต่ง (furnishing) และคนจำนวนมากๆ

2) ประเทศไทยมักนิยมใช้พื้นดาดฟ้า (Roof Slab) ที่รองรับสวนหลังคาเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforce concrete slab) ประเภทเสาและคาน (Post & Lintel) ซึ่งสามารถรับน้ำหนักงานสวนเช่น ต้นไม้ใหญ่ วัสดุปลูก ประติมากรรมได้ดี และหากต้องรับน้ำหนักงานสวนด้านบนไว้มาก สามารถทำคานคอนกรีตเสริมเหล็กให้มีขนาดใหญ่และลึกมากกว่าปกติเพื่อป้องกันการแอ่นตัวตกท้องช้างของคานคอนกรีตและเกิดภาวะการปริขาดของท้องพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยทำให้การรับน้ำหนักมีประสิทธิภาพที่ด้อยลง นอกจากนั้นถ้าหากสวนหลังคามีต้นไม้ใหญ่ปลูกอย่างหนาแน่นและถี่มาก การออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กก็ควรวางตัวถี่ตาม เพื่อป้องกันพื้น

คอนกรีตของสวนหลังคาแอ่นเป็นกระทะ วิธีนี้มีประโยชน์คือ สามารถจัดวางต้นไม้ใหญ่ปลูกให้อยู่เป็นกลุ่มก้อนได้มากกว่า ทำให้แลดูมีความเป็นธรรมชาติมากขึ้น ตำแหน่งของต้นไม้ใหญ่วางปูได้ทั่วพื้นที่สวนโดยไม่จำเป็นต้องวางอยู่ตรงหัวเสาหรือในแนวคานเท่านั้น



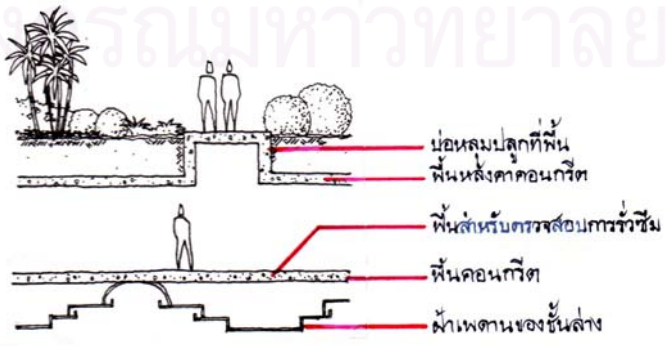
รูปที่ 6.4 แสดงรูปตัดของโครงสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กที่เพิ่มคานถี่ขึ้นรับน้ำหนักสวนหลังคา

ค) <u>ข้อสังเกตของการเดินงานระบบท่อของโครงสร้างพื้นหลังคา</u>

พื้นดาดฟ้า (Roof Slab) ที่รองรับสวนหลังคาที่เป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ประเภทเสาและคาน (Post & Lintel) สามารถทำการเจาะพื้นเพื่อทำรูระบายน้ำหรือช่องท่อได้ดีกว่าพื้นไร้คาน (Flat Slab) และพื้นแรงดึง (Post-tension) เพราะสองระบบหลังนี้หากมีการเจาะพื้นเพื่อทำรูระบายน้ำจะมีผลกระทบต่อการรับน้ำหนักของพื้นมากกว่าการเจาะพื้นหลังคานี้ควรได้รับการเว้นร่องตั้งแต่ช่วงตอนเทคอนกรีตพื้น ไม่ควรเจาะทีหลังจากการเทพื้นคอนกรีตแล้ว เพราะจะมีผลต่อโครงสร้างเหล็กที่ถักอยู่ภายในและอาจมีน้ำรั่วซึมบริเวณช่องเชื่อมต่อของท่อต่างๆกับพื้นคอนกรีต

ง) <u>ข้อแนะนำการออกแบบ</u>

หากพื้นชั้นล่างถัดลงมาจากพื้นสวนหลังคามีความจำเป็นห้ามมีน้ำรั่วเด็ดขาด สามารถทำพื้นเพิ่มอีกชั้นหนึ่งเป็นชั้นอยู่ข้างใต้ของพื้นสวนหลังคาเพื่อป้องกันไม่ให้พื้นชั้นล่างมีปัญหาเรื่องน้ำรั่วซึมบนฝ้าเพดาน



รูปที่ 6.5 แสดงการเพิ่มโครงสร้างพื้นคอนกรีตอีกชั้นหนึ่งของสวนหลังคาเพื่อป้องกันน้ำซึมลงสู่พื้นชั้นล่างลงมา

6.2.2 **วัสดุกันน้ำซึม** (Waterproof membranes)

ก) ข้อกำหนดคุณสมบัติที่ดีของวัสดุกันน้ำซึม

วัสดุกันน้ำซึมต้องมีความทนทาน สามารถต้านการกระแทกจากเครื่องไม้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ต่างๆได้ดี ไม่ฉีกขาดหรือเปื่อยง่าย ป้องกันการแทรกซึมของรากพืชและน้ำได้เป็นอย่างดี มีอายุการใช้งานยาวนาน ปราศจากการซ่อมแซมบ่อยครั้ง หรือควรทนทานถาวรเหมือนอายุการใช้งานของอาคาร ป้องกันรังสีอัลตร้าไวโอเลต ทนสภาพการแปรเปลี่ยนของอุณหภูมิ ยืดหยุ่นทนทานต่อการเคลื่อนของจุดรอยต่อของโครงสร้างอาคาร (construction joints) ทนต่อการโจมตีของแมลง สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก และดินเกิดปฏิกิริยาทางเคมี

ข) รูปแบบของวัสดุกันน้ำซึมที่นิยมคือ

1) วัสดุกันน้ำซึมแบบแผ่น (Single-ply roof membranes) แบบแผ่นปูทั่วพื้นที่สวนสามารถป้องกันน้ำรั่วซึมได้แต่ต้องระวังช่วงรอยต่อของแต่ละแผ่น หากการต่อเชื่อมไม่ดีอาจมีปัญหาการรั่วซึมบริเวณนี้ได้ โดยเฉพาะบริเวณรอยต่อเชื่อมในแนวตั้งระหว่างขอบกระบะปลูกกับบริเวณปลายสุดของวัสดุกันน้ำซึมที่ต้องเชื่อมติดกันแต่น้ำมักซึมเข้าได้

2) วัสดุกันน้ำซึมแบบเหลว (Fluid-applied Membranes) แบบทาทั่วพื้นที่สวนซึ่งสามารถป้องกันน้ำรั่วซึมแต่การใช้ระบบแบบทาจะใช้เวลาการปฏิบัติงานนานกว่าแบบอื่น

3) วัสดุกันน้ำซึมแบบเหลว (Fluid-applied Membranes) แบบพ่นทั่วพื้นที่สวนซึ่งสามารถป้องกันน้ำรั่วซึมและมีความรวดเร็วในการปฏิบัติงานมากกว่ารูปแบบนี้จะขจัดปัญหาในเรื่องของรอยต่อ (joints) หรือพื้นที่ที่ยุ่งยากซิกแซก และสามารถขจัดปัญหาการซึมของน้ำเข้ารอยเชื่อมระหว่างตัวกันซึมนี้กับโครงสร้างที่เป็นแนวตั้ง (vertical structures) หรือมุมเช่น กระถางต้นไม้แบบยกสูง (raised planter beds) และปลายขอบของวัสดุกันซึมนี้จะถูกผนึกติดแน่นเป็นอย่างดีกับส่วนผนังของกระถางต้นไม้

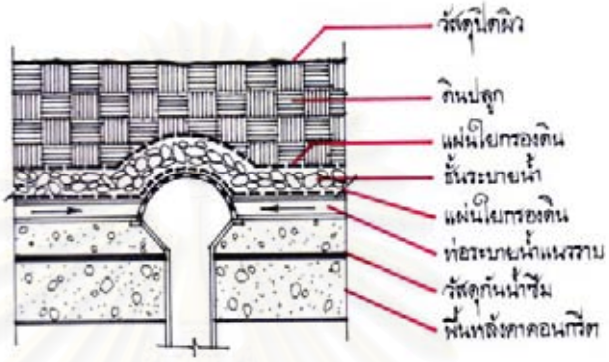
6.2.3 **แผ่นคอนกรีตกันทะลุ** (Concrete protective slab)

แผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete protection slab) หล่อให้เป็นผิวเรียบหนาประมาณ 6.0 -10.0 เซนติเมตร ผิวต้องเรียบมีความลาดเอียง (slope) เล็กน้อยประมาณ 2 เซนติเมตรต่อเมตร เพื่อการระบายน้ำไหลไปยังจุดระบายน้ำ (drainage) ที่ต้องการซึ่งเป็นหัวท่อระบายน้ำที่พื้นที่ต้องการไม่ให้น้ำกระจายไปทั่วพื้นที่

6.2.4 ระบบระบายน้ำ (Drainage)

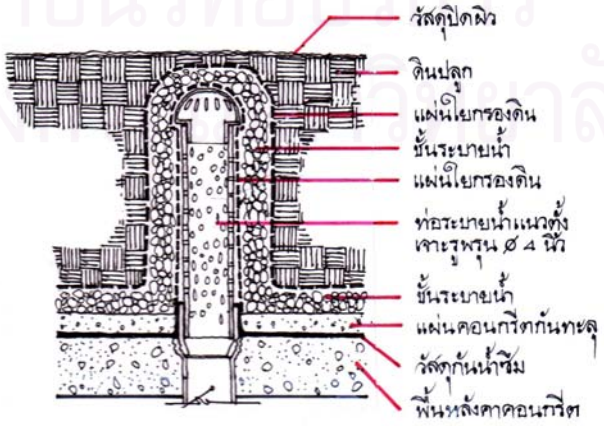
ก) <u>รูปแบบที่นิยมคือ</u>

1) ระบบระบายน้ำแนวราบด้วยท่อรูพรุน วางราบแผ่เป็นก้างปลา (Lateral Drain) ซึ่งสามารถทำให้น้ำเกิดการระบายได้ทั่วพื้นที่ของสวน รูปแบบนี้เป็นระบบระบายน้ำใต้แปลงปลูก กระจายไปด้านข้างเพื่อช่วยเพิ่มการระบายน้ำทั่วพื้นที่ได้ดียิ่งขึ้น โดยท่อระบบนี้ต้องคลุมรอบด้วยแผ่นใยกรองดิน และปลายด้านหนึ่งหรือทั้งสองปลายเชื่อมต่อกับหัวท่อระบายน้ำ (primary drain)



รูปที่ 6.6 แสดงรูปตัดระบบระบายน้ำโดยมีท่อ
ระบายน้ำแนวราบวางเป็นก้างปลา (Later Drain)

2) ระบบระบายน้ำแนวตั้งโดยมีท่อรูพรุน สำหรับระบายน้ำวางในแนวตั้งต่อเชื่อมกับหัวท่อระบายน้ำ ซึ่งเป็นตัวช่วยการระบายน้ำในแนวราบ ที่ทำให้น้ำสามารถระบายได้อย่างรวดเร็วขึ้นเมื่อเวลาฝนตกหนักเป็นผลให้น้ำไม่ท่วมขัง ระบบนี้เหมาะกับกรณีที่บ่อปลูกหรือหลุมปลูกมีขนาดกว้างและลึกมากกว่าปกติ รูปแบบนี้ใช้หัวท่อระบายน้ำแบบโดม (Dome drain) ต่อกับท่อระบายน้ำแนวตั้งด้วยท่อพีวีซี เจาะรูพรุนโดยรอบหุ้มด้วยแผ่นใยกรองดิน จากนั้นล้อมด้วยวัสดุระบายน้ำประกอบด้วย หินกรวด ขนาดเบอร์ 1 (ประมาณ 1/2 นิ้ว) และเบอร์ 2 (ประมาณ 1/3 – 1/4 นิ้ว) และหุ้มด้วยแผ่นใยกรองดินอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันมิให้ดินไหลผ่านได้เป็นอันขาด

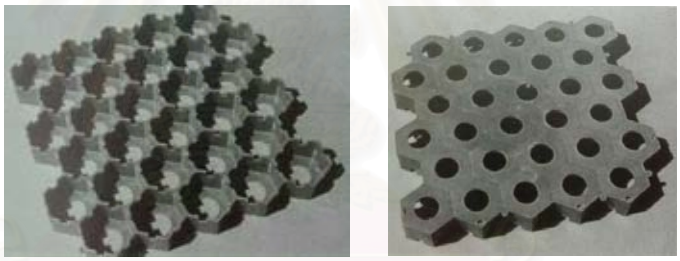


รูปที่ 6.7 แสดงรูปตัดของระบบระบายน้ำโดยมีระบบท่อระบายน้ำวางแนวตั้งเพื่อป้องกันน้ำขังเวลาฝนตกหนัก

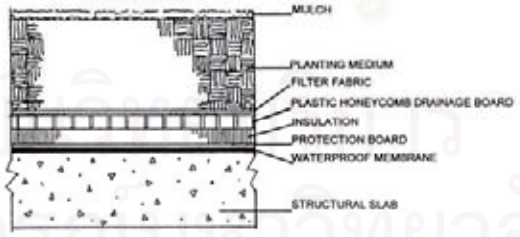
6.2.4.1) **ชั้นระบายน้ำ** (Drainage medium)

1) ชั้นระบายน้ำที่นิยมใช้สำหรับสวนหลังคาในพื้นที่กรุงเทพมหานคร คือ การใช้หินกรวดและเศษอิฐแตก ซึ่งมีความสามารถในการระบายน้ำได้ มีราคาถูกหาซื้อได้ง่ายเพราะเป็นทรัพยากรที่หาได้ภายในประเทศ

2) ชั้นระบายน้ำพลาสติกระบายน้ำที่ชื่อว่ากล๊าสเซลล์ (Grass-cell) เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบามาก ช่วยลดการรับน้ำหนักของโครงสร้างของพื้นสวนหลังคาได้เป็นอย่างดี และมีความสามารถในการระบายน้ำที่ดีมาก แต่หาซื้อค่อนข้างยากในเมืองไทย เพราะไม่มีโรงงานผลิต ต้องมีการนำเข้าทำให้มีราคาสูง เช่น กล๊าสเซลล์ที่เป็นแผงพลาสติกระบายน้ำแบบรวงผึ้ง (Plastic Honeycomb Drainage Board) ทำจากพลาสติกอัดแรงสูง ซึ่งทำโครงสร้างเหมือนรวงผึ้ง (honeycomb) เป็นตารางหลุมหกมุมหกเหลี่ยม (hexagon) ความยาวต่อหนึ่งแผ่นสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือ 30.5x30.5 เซนติเมตร มีคุณสมบัติที่ดีคือ มีความแข็งแรง ไม่เปราะแตกง่าย สามารถรับน้ำหนักจากด้านบน เช่น ดิน ต้นไม้ คน อุปกรณ์อื่นๆได้ดี มีน้ำหนักที่เบา ประหยัดค่าใช้จ่ายของการรับน้ำหนักของโครงสร้าง การติดตั้งและตัดต่อทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ป้องกันรังสีอัลตร้าไวโอเลต มั่นคงถาวร ใช้งานยาวนาน ปราศจากการซ่อมแซม มีประสิทธิภาพในการระบายน้ำสูง



รูปที่ 6.8 แสดงกล๊าสเซลล์ที่เป็น แผงพลาสติกระบายน้ำแบบรวงผึ้ง (Theodore Osmundson,1999)



รูปที่ 6.9 แสดงตำแหน่งชั้นของกล๊าสเซลล์

2.2.4.2) **ช่องท่อระบายน้ำ** (Drains)

ก) <u>ประเภทของท่อระบายน้ำที่นิยมใช้บนสวนหลังคา</u>

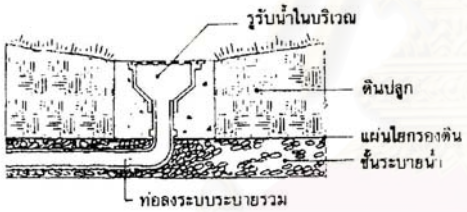
1) ช่องท่อกลม (Round drain หรือ Deck drain) สามารถใช้ได้ทั้งพื้นที่ปลูกพืช (planting space) และพื้นที่ดาดแข็ง (paved area)

รูปที่ 6.10 แสดงช่องท่อกลม (Round drain หรือ Deck drain) ควรเรียบเสมอกับผิวบนของชั้นระบายน้ำ (Theodore Osmundson,1999)

2) ช่องท่อแบบโดม (Dome drain) มีลักษณะเป็นโดม (Dome) รอบๆผิวเป็นรูพรุน (Perforate) ระบบนี้สามารถป้องกันการอุดตันจากใบไม้หรือเศษไม้ได้

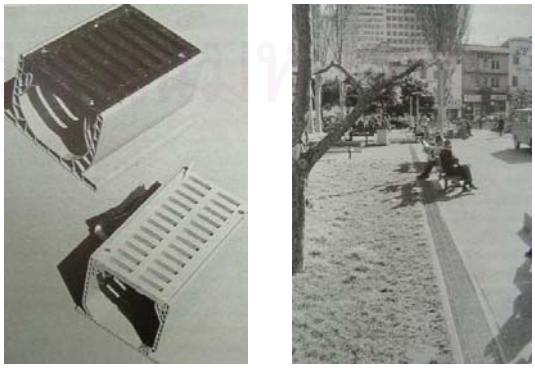
รูปที่ 6.11 แสดงช่องท่อแบบโดม (Dome drain) (Theodore Osmundson,1999)

3) ช่องท่อแบบแบนราบ (Flat-topped drain) เป็นระบบที่มีรูพรุนด้านบน มักใช้กับผิวระดับพื้น ซึ่งมักใช้ร่วมกับพื้นทางเดิน (pave) เหมาะกับพื้นที่ต้องการความราบเรียบ ไม่เป็นอุปสรรคต่อการเดินหรือวิ่ง



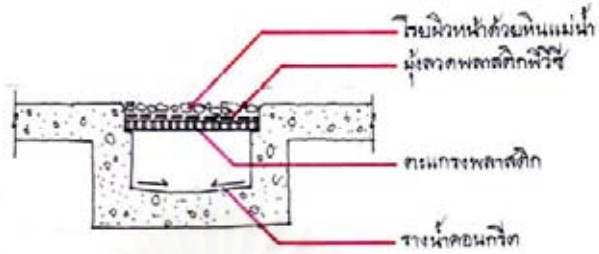
รูปที่ 6.12 แสดงช่องท่อแบบแบนราบ (Flat-topped drain) (Charies W. Harris & Nicholas T. Dines,1995)

4) ช่องท่อรางน้ำ (Channel drain หรือ Strip drain) ระบบนี้ทำงานร่วมกับพื้นคอนกรีต หรือพื้นผิวแข็งอื่นๆ ฝาระบบนี้อยู่ในระดับเรียบเสมอพื้นดาดแข็งเป็นรางน้ำที่พื้นยาวตลอดแนวฝังอยู่ใต้พื้น



รูปที่ 6.13 แสดงช่องท่อรางน้ำ (Channel drain หรือ Strip drain) และการวางแนวท่อระดับเดียวกับพื้นดาดแข็ง (Theodore Osmundson,1999)

5) รางระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก (RC. Gutter) ที่พื้นตามขอบทางเดิน มีฝาตะแกรงปิดทับด้วยตาข่ายพลาสติกกันเศษใบไม้และโรยด้วยหินแม่น้ำกลมเกลี้ยง เพื่อความสวยงามไม่เปิดเป็นร่องดูน่าเกลียด



รูปที่ 6.14 แสดงรูปตัดรางระบายน้ำตามขอบของทางเดิน

ข) ข้อพึงระวังของงานท่อระบายน้ำของสวนหลังคา

หลุมปากท่อระบายน้ำที่พื้นของสวนหลังคามักเป็นจุดที่เกิดการรั่วซึมของน้ำทำให้ตัวท่อเกิดสนิมและโครงสร้างคอนกรีตบริเวณนั้นเกิดการบวมจากการโดนน้ำที่รั่วซึมที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากบริเวณรอยต่อเชื่อมระหว่างท่อระบายน้ำกับรูของโครงสร้างพื้นคอนกรีตได้รับการต่อเชื่อมไม่พิถีพิถันเท่าที่ควร หรือมีการเพิ่มเติมรูระบายน้ำที่พื้นคอนกรีตในภายหลังจากการเสร็จสิ้นการทำพื้นดาดฟ้าแล้ว ทำให้ต้องมีการเจาะพื้นซึ่งไม่สามารถทำได้ดีเท่ากับการเว้นช่องรูระบายน้ำไว้ตั้งแต่ต้นช่วงเวลาก่อสร้างตัวพื้นอาคาร

6.2.5 **แผ่นใยกรองดิน** (Filter fabric)

ก) คุณสมบัติของแผ่นใยกรองดินที่ดี

คือเป็นแผ่นใยกรองที่มีรูพรุนขนาดเล็กสามารถป้องกันการชะล้างเศษผงของดินหรือวัสดุปลูก สามารถให้น้ำไหลซึมผ่านออกมาได้ดีเป็นอิสระ ไม่ทำให้น้ำขัง น้ำหนักเบา ง่ายต่อการขนส่งติดตั้งง่ายสะดวกรวดเร็ว ปลอดภัยจากรังสีอุลตร้าไวโอเลต มีความคงทนแข็งแรงไม่ฉีกขาดง่ายจากการรับน้ำหนักของวัสดุปลูก และไม่เน่าเปื่อยง่ายจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิรวมทั้งความชื้น

ข) รูปแบบแผ่นใยกรองดินที่นิยมใช้

1) ใช้แผ่นใยกรองดินแบบตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกซ้อนกันสองชั้น ซึ่งมีความสามารถการซึมของน้ำได้ดีแต่ผงดินขนาดเล็กอาจมีโอกาสเล็ดลอดได้และตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกอาจถูกเศษดินเกาะอยู่ตามรูของตาข่าย ซึ่งมีผลให้น้ำระบายได้ไม่ดีเท่าที่ควร ส่วนราคาถูกกว่าและหาซื้อได้ง่ายกว่า จึงกลายเป็นที่นิยมของสวนหลังคาหลายแห่ง ดังนั้นเมื่อใช้งานจึงต้องมีการซ้อน

ประกบกันสองชั้น แต่ก็ยังคงมีโอกาสที่ผงดินเล็กๆ อาจมีโอกาสที่ไหลหลุดออกมาได้บ้าง การใช้รูปแบบนี้จึงต้องพึงระวังข้อเสียด้วย

2) ใช้แผ่นใยกรองดินแบบผ้าที่เรียกว่าจีโอเทคไทล์ (Geotextile) ซึ่งมีความสามารถการซึมของน้ำได้ดีโดยไม่ทำให้ดินไหลผ่านได้ หรือการใช้เอนก้าเดรน (Enkadrain) ถูกทำเป็นผืนจากเส้นดายพลาสติกสังเคราะห์หยาบๆที่เป็นฝอยอิสระ มีความหนาที่แน่นอน เป็นม้วนประมาณ 30.5 เมตร มีความสามารถในการไหลผ่านของน้ำได้ในขณะที่สามารถป้องกันดินหรือวัสดุปลูกไหลออกได้เป็นอย่างดี แต่มีราคาสูง และการใช้จีโอเทค (Geotech)มีลักษณะคล้ายขนมกระยาสาด (caramel corn) ประกอบด้วยเม็ดโพลีสไตรีนแผ่กว้าง (expanded polystyrene beads) ที่เชื่อมเป็นแผ่นด้วยกาวแอสฟัลท์ ขนาดผืนประมาณ 1.20 x1.20 เมตร มีความหนาหลายขนาด มีความสามารถในการไหลผ่านของน้ำได้ในขณะที่สามารถป้องกันดินหรือวัสดุปลูกไหลออกได้เป็นอย่างดี แต่มีราคาสูง

รูปที่ 6.15 แสดงแผ่นใยกรองดินเอนก้าเดรน (Enkadrain) (Theodore Osmundson,1999)

รูปที่ 6.16 แสดงจีโอเทค (Geotech) มีลักษณะคล้ายขนมกระยาสาด (caramel corn) (Theodore Osmundson,1999)

6.2.6 **ดินปลูก** (Planting media)

ก) <u>คุณลักษณะที่ดีของดินปลูกสำหรับสวนหลังคา</u>

คือ แข็งแรงทนทาน น้ำหนักเบา ระบายน้ำได้ดี มีความชื้นแต่ไม่เปียก มีอายุยาวนาน ยึดธาตุอาหารได้ดี ไม่เกาะตัวกันแน่น และไม่เป็นผงเล็กเกินที่อาจถูกชะล้างได้

ข) <u>ความลึกของดินปลูกพืชแต่ละประเภทสำหรับงานสวนหลังคา</u> (เดชา บุญค้ำ, 2540)

<u>งานปลูก</u>	<u>ความลึกต่ำสุดของดินปลูก</u>
สนามหญ้า	20 -30 เซนติเมตร
ไม้ดอกและไม้คลุมดิน	25 -30 เซนติเมตร
ไม้พุ่ม	60 -75 เซนติเมตร
ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	75 -120 เซนติเมตร
ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	150 -180 เซนติเมตร

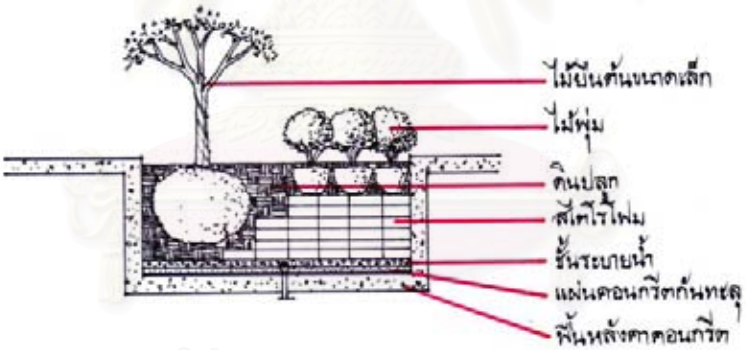
ง) <u>ดินปลูกที่นิยมสำหรับสวนหลังคา</u>

1) ดินปลูกที่นิยมใช้สำหรับสวนหลังคาในกรุงเทพมหานครคือ การใช้ดินผสมเปลือกถั่ว ขุยมะพร้าว ทราย เพราะสามารถเป็นแหล่งธาตุอาหารและยึดเกาะของต้นพืชได้ ระบายน้ำได้ดี ราคาถูกสามารถหาได้ง่าย

2) ดินปลูกสังเคราะห์ที่มีน้ำหนักเบา ระบายน้ำได้ดี มีความชื้นแต่ไม่เปียก มีอายุยาวนาน ยึดธาตุอาหารได้ดี ไม่เกาะตัวกันแน่น และไม่เป็นผงเล็กเกินที่อาจถูกชะล้างได้ ที่ใช้ทดแทนดินปลูกธรรมชาติ เช่น เม็ดไลก้า (Leca) ดินเม็ดไดอโทแมซเอิร์ท (Diatomaceous earth) ดินไอโซไลท์ (Isolite) เพอร์ไลท์ (Perlite) เวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) เทคโนฟลอร์ (Technoflor) และดินปลูกที่ทำเป็นระบบสำเร็จรูปสามารถนำพืชปลูกได้ทันที เช่น ดินปลูกกรอแดน (Grodan planting medium) เป็นต้น แต่ดินปลูกสังเคราะห์เหล่านี้มีราคาที่สูงกว่าดินปลูกธรรมชาติมากและต้องนำเข้า

จ) <u>วิธีการเพิ่มระดับความสูงให้แก่วัสดุปลูกกรณีหลุมปลูกลึกมาก</u>

การใช้สไตโรโฟมหนุนด้านล่าง ซึ่งสามารถช่วยลดการใช้ปริมาณวัสดุปลูกให้น้อยลง ลดค่าใช้จ่ายของวัสดุปลูก การรับน้ำหนักของโครงสร้างพื้นสวนไม่ต้องรับน้ำหนักมากเกินแต่อาจมีโอกาสทำให้พืชล้มโค่นได้เพราะการหยั่งลึกของรากมีได้น้อยกว่า

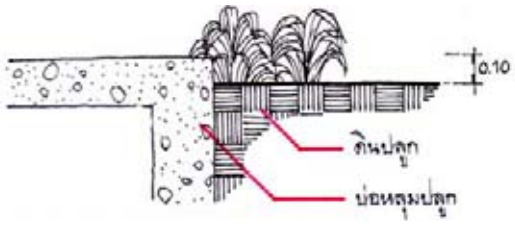


รูปที่ 6.17 แสดงการใช้สไตโรโฟมหนุนด้านล่าง
กรณีหลุมปลูกมีความลึกเกินความจำเป็นเพื่อลดปริมาณดินปลูก

ช) ข้อควรคำนึงต่อการออกแบบ

1) การใส่วัสดุปลูกลงในบ่อปลูกหรือหลุมปลูกควรลดระดับวัสดุปลูกให้ต่ำกว่าขอบของหลุมปลูกประมาณ 5.0 -10.0 เซนติเมตรขึ้นไปเพื่อป้องกันดินไหลออกนอกหลุมปลูก

2) การหนุนด้วยสไตโรโฟม ไม่ควรปลูกพืชประเภทไม้ยืนต้น (Tree) เพราะไม้ยืนต้นอาจโค่นได้เนื่องจากสไตโรโฟมเป็นวัสดุที่เบา การยึดเกาะของรากจึงไม่ดีเท่าที่ควร



รูปที่ 6.18 แสดงการใส่วัสดุปลูกที่ต่ำกว่าขอบหลุม 10 เซนติเมตรเพื่อป้องกันการไหลออกของดิน

6.2.7 **วัสดุปิดผิว** (Top dressing or mulch)

โดยปกติควรให้มีความหนาประมาณ 2.5 เซนติเมตร ซึ่งสามารถเป็นตัวป้องกันความร้อน ความเย็นของอากาศได้ และเป็นตัวช่วยรักษาความชื้นไว้ในดินปลูก ตลอดจนสามารถสร้างความรู้สึกดูเป็นธรรมชาติมากขึ้น วัสดุปิดผิวนี้มักเป็นพวกเปลือกไม้ หรือเศษใบไม้ หากนานวันไปวัสดุปิดผิวนี้จะมีการเน่าเปื่อยลงซึ่งสามารถชดเชยการสูญเสียดินปลูกที่อยู่ชั้นล่างได้ ชั้นวัสดุปิดผิวไม่ควรใช้วัสดุที่มีความแข็งปราศจากการย่อยสลาย เช่น หินหรือก้อนกรวด เป็นต้น เพราะมันไม่สามารถเปื่อยย่อยกลายเป็นวัสดุที่ไปแทนที่ดินปลูกได้

6.3 **องค์ประกอบงานออกแบบ**

6.3.1 **พืชพันธุ์** (Plants and planting)

ก) <u>ข้อพิจารณาเพื่อการเลือกพืชพันธุ์สำหรับสวนหลังคา</u>

ควรพิจารณาเรื่องน้ำหนักของพืช ขนาดของต้นพืช (Size of trees) ว่าโครงสร้างพื้นที่ใช้รองรับสามารถรับน้ำหนักและขนาดของต้นพืชนั้นๆได้เพียงพอหรือไม่ ความสูงของต้นไม้ที่สูงสุดไม่มีผลไปกระทบกับส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคาร เช่น กันสาด เป็นต้น เมื่อถึงเวลาที่ต้นพืชเติบโตเต็มที่ชนิดและขนาดของรากพืชสอดคล้องกับหลุมปลูกที่รองรับพืช การชอนไชของรากพืช (Invasive roots) ไม่สามารถทำลายโครงสร้างพื้นดาดฟ้าได้ มีความทนทานต่อภาวะแห้งแล้งและน้ำท่วมขังช่วงชีวิตของพืช (Potential life span) ยาวนาน การเลือกชนิดของพืชที่หลากหลายผสมผสานกันด้วยไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ไม้คลุมดิน ไม้เลื้อย เหล่านี้ต้องดูสวยงามเข้ากันได้ดีไม่มีผลกระทบต่อกัน หาจุดประสงค์ของต้นพืชที่นำมาปลูกว่า เพื่อความสวยงาม หรือเพื่อการได้ร่มเงา หรือได้ทั้งความสวยงามและได้ร่มเงา ต้นพืชสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศของสวนหลังคาแห่งนั้น มีความทนทานต่อการตัดแต่ง ไม่เป็นพืชที่ใบแตกง่ายเมื่อเกิดการปะทะกับลมแรงบนอาคาร

ข) <u>ขนาดของต้นไม้ (Size of trees)</u>

1) ขนาดความสูงของต้นไม้ที่เหมาะสมสำหรับสวนหลังคา

ต้นไม้ขนาดเล็ก (Small trees) ควรมีความสูงอยู่ที่ 3.0 - 4.5 เมตร

ต้นไม้ขนาดใหญ่ (Large trees) ควรมีความสูงอยู่ที่ 6.0 - 7.6 เมตร

2) ข้อควรระวังคือ ขนาดต้นไม้ใหญ่มักเกิดปัญหาเรื่องแรงลมที่มาปะทะกับต้นไม้ ส่งผลให้เกิดการโค่นของต้นไม้ก่อความเสียหายต่อส่วนอื่นๆ ดังนั้นวิธีการเพื่อต้านลมของต้นไม้อาจด้วยวิธีการยึดด้วยไม้ยึดลำต้นหรือการขึงลวดสลิง

ค) ข้อแนะนำต่อเลือกพืชพันธุ์

1) หลีกเลี่ยงการใช้พืชใบใหญ่เป็นแผ่นเป็นแผง เช่น กล้วยพัด เพราะใบพืชพวกนี้เมื่อเกิดการปะทะลมที่ค่อนข้างแรงบนสวนหลังคา จะเกิดการแตกฉีกขาด ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนต้นพืชบ่อยครั้ง หากมีความต้องการใช้พืชใบใหญ่ควรมีแนวกำแพงกันลมที่สูงกว่าต้นพืชนั้นๆ ไว้ป้องกันแรงลมปะทะ

2) ต้นพืชที่มีรากเป็นกรดไม่ควรนำมาปลูกบนสวนหลังคา ซึ่งอาจไปทำลายโครงสร้างของอาคารได้

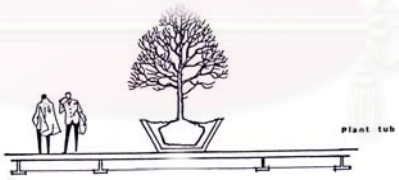
6.3.2 **กระบะต้นไม้** (Plant containers)

ก) คุณลักษณะที่ดีของภาชนะปลูก

ควรเป็นวัสดุทนแดดทนฝน และความเย็นได้ดี สามารถรักษาความชื้นได้ดี การระบายน้ำภายในดี น้ำไม่ขังให้รากเน่าแต่ไม่แห้งเร็วจนเกินไป มีความสามารถรองรับน้ำหนักของวัสดุปลูกและต้นพืชได้ดี ไม่เปราะแตกร้าวง่าย ปราศจากการรั่วซึม

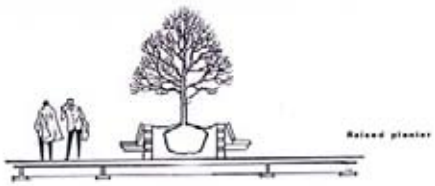
ข) รูปแบบภาชนะปลูกสำหรับงานสวนหลังคา สามารถแบ่งได้ 4 รูปแบบ คือ

แบบที่ 1 อ่างปลูกหรือกระถางปลูก (Plant tub) เป็นรูปแบบที่สามารถเคลื่อนย้ายได้



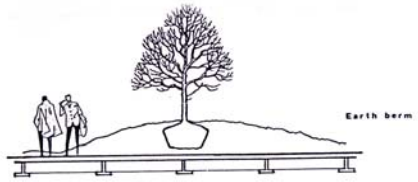
รูปที่ 6.19 แสดงรูปอ่างปลูกหรือกระถางปลูก (Plant tub)

แบบที่ 2 กระถางแบบยกสูง (Raised planter) เป็นรูปแบบที่สามารถเพิ่มความลึกของภาชนะปลูกได้ดีกว่ารูปแบบอื่น โครงสร้างมีความแข็งแรงกว่ากระถางปลูก และรองรับต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ได้ดี



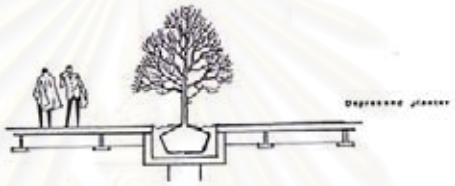
รูปที่ 6.20 แสดงรูปกระถางยกสูง (Raised planter)

แบบที่ 3 การยกเป็นเนินดิน (Earth berm) เป็นรูปแบบที่สร้างความรู้สึกเป็นธรรมชาติเหมือนอยู่ระดับพื้นดิน



รูปที่ 6.21 แสดงรูปการยกเป็นเนินดิน (Earth berm)

แบบที่ 4 บ่อหลุมปลูกที่พื้น (Depressed planter) เป็นรูปแบบที่สร้างความรู้สึกเป็นธรรมชาติเหมือนอยู่ระดับพื้นดิน และดูโล่งเรียบเสมอไปกับระดับทางเดิน



รูปที่ 6.22 แสดงรูปบ่อหลุมปลูกที่พื้น (Depressed planter)

ค) ความลึกดินปลูกของกระบะปลูกสำหรับสวนหลังคาแบ่งตามต้นพืชแต่ละกลุ่ม

กลุ่มไม้พุ่มขนาดเล็ก ความลึกชั้นดินของหลุมกระบะปลูกคือ 0.45 - 0.6 เมตร
กลุ่มไม้พุ่มขนาดกลาง ความลึกชั้นดินของหลุมกระบะปลูกคือ 0.6 - 0.75 เมตร
กลุ่มต้นไม้ขนาดเล็ก ความลึกชั้นดินของหลุมกระบะปลูกคือ 0.75 - 0.9 เมตร
กลุ่มต้นไม้ขนาดใหญ่ ความลึกชั้นดินของหลุมกระบะปลูกคือ 1.05 - 1.2 เมตร

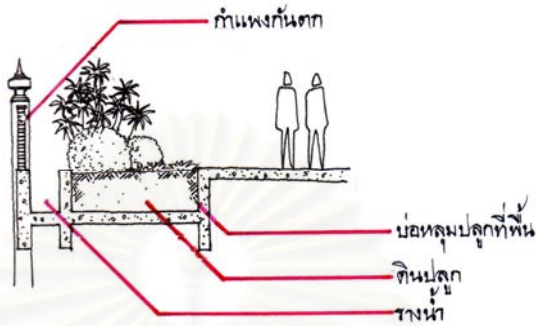
ง) ขนาดความกว้างของหลุมกระบะปลูกสำหรับสวนหลังคาแบ่งตามต้นพืชแต่ละกลุ่ม

กลุ่มต้นหญ้า ขนาดความกว้างของหลุมกระบะปลูกไม่มีข้อกำหนด
กลุ่มไม้พุ่มขนาดเล็ก ขนาดความกว้างของหลุมกระบะปลูกคือ 0.45 - 0.6 ม.
กลุ่มไม้พุ่มขนาดกลาง ขนาดความกว้างของหลุมกระบะปลูกคือ 0.75-0.96 ม.
กลุ่มต้นไม้ขนาดเล็ก ขนาดความกว้างของหลุมกระบะปลูกคือ 1.20-1.80 ม.
กลุ่มต้นไม้ขนาดใหญ่ ขนาดความกว้างของหลุมกระบะปลูกคือ 2.10-3.00 ม.

จ) ข้อแนะนำแนวทางการก่อสร้างโครงสร้างหลุมปลูกกับโครงสร้างของอาคาร

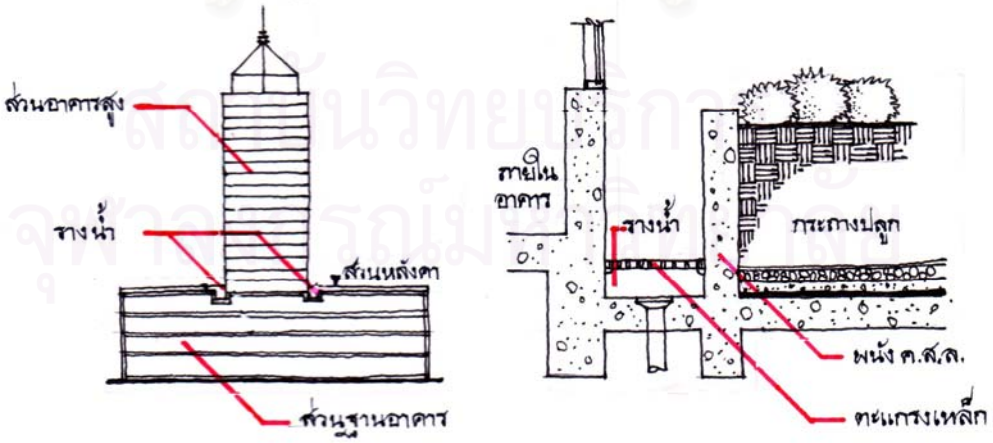
1) การก่อสร้างให้ผนังบ่อปลูกแยกโครงสร้างออกจากกำแพงกันตกด้านหน้า (Facade) ตามรูปที่ 6.23 มีผลดีคือ ทำให้ไม่มีผลกระทบที่ต่อเนื่องกัน กำแพงด้านหน้า (Facade) ไม่ต้องรับน้ำหนักจากแรงอัดของดินและน้ำที่อยู่ในหลุมปลูก การแทรกซึมของรากพืชไม่สามารถ

ทะลุผ่านมาถึงกำแพงกันตกด้านหน้า ช่วยแก้ปัญหาน้ำซึมออกมาด้านนอกกำแพงกันตกด้านหน้า มีผลให้กำแพงกันตกด้านหน้าไม่เกิดเชื้อราและสีไม่ร่อนออกมาได้ ช่องว่างระหว่างผนังบ่อปลูกและกำแพงกันตกด้านหน้า (Facade) สามารถนำมาทำเป็นช่องระบายน้ำหรือรางน้ำได้ และช่องว่างนี้สามารถถูกนำมาใช้เป็นช่องทางเดินงานระบบต่างๆ ได้ เช่น ท่อน้ำ สายไฟฟ้า



รูปที่ 6.23 แสดงการแยกโครงสร้างผนังสวนหลังคาและกำแพงด้านหน้า (Facade)

2) การก่อสร้างให้ผนังบ่อปลูกแยกโครงสร้างออกจากผนังอาคารสูง (Tower) ซึ่งส่งผลดีคือ ทำให้การรับแรงสองส่วนนี้ถูกแยกออกจากกัน และง่ายต่อการตรวจสอบ สามารถป้องกันน้ำซึมเข้าสู่อาคารได้ที่อาจทำให้ผนังภายในของอาคารเกิดเชื้อรา ป้องกันการแทรกซึมของรากทะลุผ่านเข้าภายในอาคาร ช่องว่างระหว่างผนังบ่อปลูกและผนังอาคารสูง (Tower) นี้สามารถใช้ในการเดินงานระบบต่างๆได้ เช่น ท่อน้ำ สายไฟฟ้า และสามารถเป็นทางเดินสำหรับงานบำรุงรักษาได้ และช่องว่างระหว่างผนังบ่อปลูกและผนังอาคารสูงสามารถนำมาทำเป็นช่องระบายน้ำหรือรางน้ำได้



รูปที่ 6.24 แสดงรูปตัดการแยกโครงสร้างของผนังอาคารสูง (Tower) กับผนังหลุมปลูกออกจากกัน

6.3.3 **พื้นทางเดิน** (Paving)

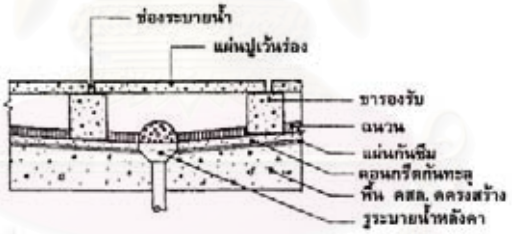
ก) <u>คุณลักษณะของวัสดุพื้นทางเดินที่ดี</u>

คือ พื้นสวนหลังคาจะมีทั้งได้รับร่มเงาจากต้นไม้และโดนแสงแดดเต็มที่ ดังนั้นการใช้วัสดุทำพื้นปู จึงควรระวังเรื่องการสะท้อนกลับของแสง หรือการใช้พื้นปูที่มีสีมากก็เป็นผลทำให้เกิดความไม่สบายของการมองเห็น เป็นวัสดุแข็งแรงถาวร สามารถซ่อมแซมบำรุงรักษาได้ง่าย และไม่ควรทำให้เดินเตะสะดุดล้มได้

ข) <u>โครงสร้างพื้นที่รองรับพื้นทางเดิน</u>

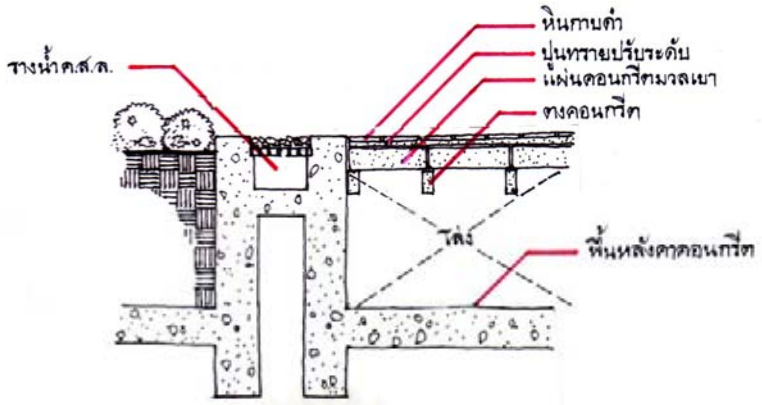
1) งานปูพื้นวางบนโครงสร้างพื้นดาดฟ้าคอนกรีตเสริมเหล็กแบบเสาและคาน (Post & Lintel) ซึ่งมีความสามารถต่อการรองรับน้ำหนักงานองค์ประกอบของงานสวนหลังคาได้เป็นอย่างดีและป้องกันการรั่วซึมได้ ระบบนี้มีข้อเสียคือต้นทุนการก่อสร้างสูง

2) งานปูพื้นประเภทขารองรับ (Pedestal paving) ตามรูปที่ 6.25 เป็นระบบสำเร็จรูป (Prefabricated pedestals) มีทั้งเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสและสี่เหลี่ยมผืนผ้า สามารถป้องกันหลังคาคอนกรีตถูกแสงแดดอันเป็นผลให้เกิดการแตกร้าวได้ ช่องตรงกลางระหว่างแผ่นพื้นทางเดินกับพื้นหลังคา จะมีช่องโล่งว่างสำหรับระบายน้ำ ผิวของโครงสร้างหลังคา (Structure slab) ต้องทำให้ลาดเอียงเพื่อการระบายน้ำที่ดี



รูปที่ 6.25 แสดงการระบายน้ำใต้พื้นที่มีขายก

3) งานปูพื้นวางบนโครงสร้างที่ถูกยกสูงด้วยกำแพงรับน้ำหนักและเพิ่มตงคอนกรีตเป็นตระแกรงเพื่อวาง “แผ่นพื้นคอนกรีตมวลเบา” แทนพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามรูปที่ 6.26 ระบบนี้การก่อสร้างจะมีความรวดเร็ว ความสูงของพื้นสามารถถูกปรับเปลี่ยนได้ในช่วงเวลาที่ยังคงก่อสร้างอยู่และการรับน้ำหนักของโครงสร้างน้อยกว่าเพราะเป็นวัสดุที่น้ำหนักเบากว่าคอนกรีตเสริมเหล็ก



รูปที่ 6.26 แสดงรูปตัดงานปูพื้นวางบนโครงสร้างพื้นที่ถูกยกสูงด้วยกำแพงรับน้ำหนักและเพิ่มตงคอนกรีตเป็นตระแกรงเพื่อวาง “แผ่นพื้นคอนกรีตมวลเบา” แทนพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก

ค) <u>วัสดุปูพื้น</u>

1) การใช้พื้นระแนงไม้ สามารถสร้างอารมณ์ที่แตกต่างจากความแข็งกระด้างของพื้นคอนกรีต เช่น สร้างอารมณ์เหมือนพื้นเฉลียงของบ้านริมคลองในสมัยก่อน ทำงานง่าย รวดเร็ว ราคาค่าก่อสร้างถูก

2) การปูพื้นด้วยกรวดล้าง จะมีความรวดเร็วในการฉาบ ราคาค่าก่อสร้างถูก ป้องกันการลื่นไถลบนพื้นได้ แต่มีข้อเสียคือ เมื่อโดนแสงแดดและน้ำฝนเป็นเวลานานๆ จะกัดกร่อนเกิดเป็นรอยคมของกรวดได้และเกิดการจ้า (Glare) ของแสงรบกวนสายตาในเวลากลางวันจึงต้องพิจารณาในการนำมาใช้

3) การปูพื้นด้วยหินทราย เป็นวัสดุที่มีความคงทนแข็งแรงสูง ได้บรรยากาศที่มีความเป็นธรรมชาติแต่ราคาตัววัสดุสูงมากและการต่อชนระหว่างแผ่นต่อแผ่นต้องระวังการกระเดิดของสันแต่ละแผ่นที่มีผลให้เดินสะดุดได้เพราะแผ่นหินทรายมีความหนามากกว่าวัสดุทั่วไป

4) การปูพื้นด้วยแผ่นหินกาบดำ เป็นวัสดุช่วยบรรยากาศที่มีความเป็นธรรมชาติมากกว่าและ สามารถลดการจ้าของแสงที่รบกานสายตาได้

5) การปูพื้นด้วยหินล้าง จะได้บรรยากาศที่มีความเป็นธรรมชาติมากกว่า ราคาค่าก่อสร้างไม่สูงมากแต่การเดินบนหินล้างมักไม่สะดวกและสะดุดล้มได้

6.3.4 **งานแสงสว่าง** (Lighting)

ก) <u>คุณลักษณะที่ดีของงานแสงสว่าง</u>

สามารถให้แสงสว่างเพียงพอต่อการใช้งาน เพื่อสามารถสร้างและกำหนดทิศทาง สร้างความเด่นชัดให้กับประติมากรรม ต้นพืชได้ ตกแต่งให้กับตำแหน่งการใช้งานต่างๆ ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

สามารถสร้างความปลอดภัย ป้องกันอาชญากรรมแก่ผู้ใช้สวนได้ มีความมั่นคงแข็งแรงถาวร ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่างไม่จ้าส่องเข้าตา

ข) <u>ระดับความสูงของดวงโคม</u>

1) แสงสว่างใช้แบบดวงโคมระดับสูงเหนือศีรษะ ทำให้พื้นที่สวนจะได้รับแสงสว่างที่ดีชัดเจน

2) แสงสว่างใช้แบบดวงโคมระดับเอว ทำให้พื้นที่สวนได้รับแสงสว่างที่ดีชัดเจน และสามารถใช้เป็นตัวเน้นทางเดินให้กับสวน

3) แสงสว่างใช้แบบดวงโคมเตี้ยต่ำกว่าหัวเข่า ทำให้สามารถสร้างบรรยากาศสลัวไม่สว่างเกินดวงโคมดูไม่เกะกะสายตาเพื่อเน้นความเป็นธรรมชาติให้เด่นกว่า

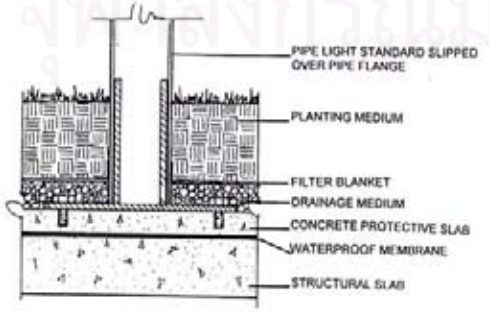
4) แสงสว่างใช้แบบปักดวงโคมที่พื้นดินส่องขึ้น ทำให้พื้นที่สวนได้รับแสงสว่างที่สร้างบรรยากาศสลัวไม่สว่างเกิน

ค) <u>รูปแบบการยึดเสาไฟ</u>

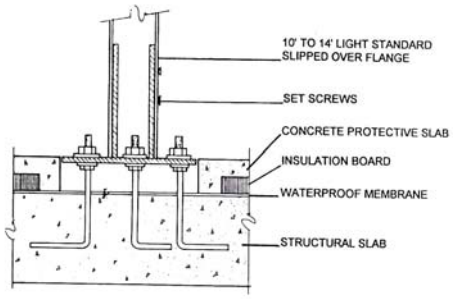
1) ยึดเสาไฟกับโครงสร้างพื้นทางเดินของสวนหลังคาด้วยสลักเกลียว (bolts) หรือการเชื่อมตัวเสากับแผ่นโลหะที่ยึดติดกับพื้นคอนกรีต

2) เสาไฟยึดกับแท่นคอนกรีตสี่เหลี่ยมที่วางบนดินอัดแน่น ซึ่งสามารถยึดเสาไฟได้ ประหยัด ค่าใช้จ่ายแต่หากโดนลมแรงพัดหรือดินปลูกอัดแน่นไม่เพียงพอ เสาไฟอาจล้มลงได้

3) กรณีเสาไฟเตี้ยการติดตั้งอาจใช้เสาเหล็ก (Steel flange) ยึด ต้องระวังมิให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อวัสดุกันน้ำซึมซึ่งการยึดของเสาเหล็กนี้ยึดบนแผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete protection slab) ที่วางเหนือวัสดุกันน้ำซึม การเจาะโครงสร้างพื้นหลังคา ให้ใช้สลักเกลียว (bolts) ยึดโดยต้องอุดผิว (sealed) ระหว่างสลักเกลียว (bolts) กับ โครงสร้างพื้นหลังคาให้น้ำไม่รั่วซึมตามรูปที่ 6.27 หากเป็นการยึดเสาไฟระดับสูง การยึดของเสาเหล็ก (Steel flange) อาจยึดด้วยสลักเกลียวที่ยึดเจาะผ่านทะลุถึงโครงสร้างพื้นหลังคา (Structure slab) และต้องมีการอุด (sealed) อย่างดีตรงรอยต่อจุดต่างๆ เพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำตามรูปที่ 6.28



รูปที่ 6.27 แสดงการยึดโครงเสาเหล็ก (Steel flange) กับแผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete protection slab) ใช้ในกรณีที่ เสาไม่สูงและมีน้ำหนักไม่มาก เช่น เสาไฟ ระดับต่ำ



รูปที่ 6.28 แสดงการยึดโครงเสาเหล็ก (steel flange) ด้วยสลักเกลียว (Bolts) ที่ยึดเจาะผ่านทะลุถึงโครงสร้างพื้นหลังคา ใช้ในกรณีที่เสาสูงและมีน้ำหนักมากต้องทนต่อกระแสลม เช่น เสาไฟระดับสูง

ง) <u>การเดินสายไฟ</u>

1) สายไฟเดินสายใต้ดินปลูกโดยสายไฟต้องเป็นสายไฟที่ป้องกันน้ำได้

2) สายไฟเดินสายตามขอบกระบะปลูกและตามแนวร่องรางน้ำ รูปแบบนี้การเดินสายไฟทำการเดินได้ง่ายกว่า ไม่ต้องเป็นห่วงเรื่องไฟช๊อตมากนักเพราะสายไฟแยกอยู่คนละส่วนกับดินปลูกที่อาจมีน้ำซึมเข้าได้ และการดูแลซ่อมแซมทำได้ง่ายกว่า

6.3.5 **งานประติมากรรม** (Sculpture)

ก) <u>การจัดวางตำแหน่งของประติมากรรม</u>

1) งานประติมากรรม ในทางปฏิบัติจะเป็นตัวสร้างปัญหาเรื่องการรับน้ำหนัก ดังนั้นการจัดวางตำแหน่งควรได้รับการพิจารณาก่อนว่ามีผลต่อโครงสร้างพื้นสวนหรือไม่ โดยหากมีน้ำหนักมากอาจจำเป็นต้องจัดวางในตำแหน่งแนวคานหรือหัวเสาจะทำให้ประติมากรรมสามารถมีขนาดใหญ่ได้ตามความต้องการมากขึ้น

2) การจัดวางตำแหน่งประติมากรรมขนาดใหญ่พิเศษควรได้รับการปรึกษาจากวิศวกรโครงสร้างประกอบการออกแบบ

รูปที่ 6.29 แสดงการจัดวางตำแหน่งประติมากรรมขนาดใหญ่ควรได้รับการปรึกษาจากวิศวกรโครงสร้างประกอบ

ข) <u>วัสดุของประติมากรรม</u>

1) ควรเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงมั่นคง ถาวร ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และความชื้นภายนอก เช่น การแกะสลักจากหินทราย ประติมากรรมจากคอนกรีต ประติมากรรมจากงานโลหะ เป็นต้น

2) อาจปรับเปลี่ยนการใช้วัสดุทำประติมากรรมแทนวัสดุคอนกรีตหรือดินด้วยวัสดุเหล็กกลวง (hollow metal) หรือพลาสติก เพื่อช่วยลดการรับน้ำหนักของโครงสร้างพื้นหลังคา

ค) <u>สัญลักษณ์ของพื้นที่สวนหลังคา</u>

ควรมีสัญลักษณ์ของพื้นที่สวนหลังคาเพื่อสื่อเอกลักษณ์ของพื้นที่นั้นๆ เช่น เอกลักษณ์ความเป็นไทยด้วยประติมากรรมที่เป็นตัวละครไทยหรือสัตว์ในวรรณคดีไทย ซึ่งเป็นส่วนช่วยดึงดูดความน่าสนใจให้กับสวนและสามารถสื่อบรรยากาศของความเป็นไทย

ง) <u>ประเภทของงานประติมากรรม</u>

ประติมากรรมอาจเป็นงานแกะสลักนูนสูงซึ่งสามารถสร้างบรรยากาศให้ดูขึงขังน่าเกรงขามมากขึ้น หรือประเภทงานลอยตัวที่สามารถสร้างบรรยากาศให้ดูมีชีวิต มีการเคลื่อนไหวจากท่าทางของประติมากรรมลอยตัว เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแนวความคิดของผู้ออกแบบและความต้องการของเจ้าของโครงการ

6.3.6 **บ่อน้ำ** (Pond)

ก) <u>ลักษณะของบ่อน้ำ</u>

1) การทำบ่อน้ำหรือบ่อน้ำที่มีน้ำพุ ความลึกไม่ควรต่ำกว่า 10.0 เซนติเมตร

2) น้ำควรมีการไหลเวียนอาจด้วยระบบปั๊มน้ำ (pump water) แต่น้ำมักมีการระเหยออกจากระบบไหลเวียนของน้ำจึงต้องมีท่อต่อเข้ากับระบบลูกลอย (Float Valve) คอยควบคุมระดับน้ำให้คงที่ตลอดเวลา ซึ่งน้ำจะไหลเข้าบ่อหรือสระเมื่อน้ำมีระดับลดลงและมีระบบกรองด้วยเครื่องกรอง

3) สิ่งที่พึงระวังคือ การรั่วซึมของน้ำอันเกิดจากรอยต่อจุดต่างๆ ของมุมบ่อ โดยต้องใส่ใจวัสดุกันน้ำซึม (Waterproof membrane) เป็นพิเศษที่ห้ามขาดเป็นร่องรอย

4) ความลึกของบ่อที่ระดับ 25.0 -40.0 เซนติเมตร เป็นความลึกที่มีผลต่อมุมมองของน้ำที่ให้ความรู้สึกดูลึกเมื่อใช้สีของผิวพื้นและผนังบ่อเป็นสีเข้มหรือสีดำ ซึ่งเป็นวิธีของการหลอกหรือปรับการรับรู้ (perception) ว่าเหมือนน้ำมีความลึกมาก ยังผลให้สามารถแก้ปัญหาเรื่องการควบคุมความลึกของบ่อน้ำสำหรับสวนหลังคา

ข) <u>วัสดุบุผิวผนังของบ่อ</u>

การทำบ่อน้ำทาผิวผนังบ่อด้วยสีดำซึ่งเป็นสีที่ช่วยสร้างความรู้สึกให้บ่อน้ำมีความลึก หรือด้วยการปูผิวผนังด้วยหินกาบสีดำที่มีความทนทานดี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแนวความคิดของผู้ออกแบบและความต้องการของเจ้าของโครงการ

6.3.7 **สาธารณูปโภค** (Utilities)

ควรได้รับการเตรียมพร้อม ได้แก่ อุปกรณ์ด้านเสียง (sound equipment) นาฬิกาอัตโนมัติ (automatic clocks) ตัวควบคุมการทำงานระบบชลประทาน (sensors for irrigation) เป็นต้น

ควรมีสวิทช์ (switches) และช่องเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า (outlets) ที่มีความสามารถทนแดดทนฝนเป็นอย่างดี ป้องกันน้ำเข้าที่จะทำให้กระแสไฟฟ้าลัดวงจร หรือควรอยู่ในตำแหน่งที่ไม่โดนน้ำฝนหรือน้ำจากระบบได้โดยง่าย ควรทำจุดกล่องชุมทางไฟฟ้า (junction boxes) สำหรับการซ่อมแซมบำรุงรักษาที่ง่ายและสิ่งที่มักขาดลืมคือ สวนหลังคาควรจัดหาจุดพ่วงสายโทรศัพท์ นอกจากนั้นควรมีห้องควบคุมงานระบบอยู่ในห้องเดียวเพื่อควบคุมงานระบบของสวนหลังคาทั้งพื้นที่เพื่อสามารถควบคุมในจุดเดียวสะดวกในการดูแล

6.4 การบำรุงรักษา

6.4.1 ระบบชลประทาน (Irrigation system)

ก) <u>ประเภทระบบชลประทานสำหรับงานสวนหลังคา</u>

1) การให้น้ำโดยฉีดน้ำด้วยสายยาง เป็นวิธีการง่ายๆ การรดน้ำพืชมีความทั่วถึงมากกว่าไม่ว่าพืชบริเวณนั้นจะถูกบังด้วยต้นไม้ที่อยู่ด้านหน้าเพราะผู้รดน้ำสามารถเปลี่ยนแนวการรดน้ำได้ แต่ควรจัดวางตำแหน่งหัวก๊อกซ่อนหรือเก็บให้ดูเรียบร้อย

2) การให้น้ำด้วยระบบสเปรย์ (spraying water system) ซึ่งเป็นระบบพ่นน้ำเป็นละออง เช่น ระบบสปริงเกลอร์ (sprinkler irrigation)

3) การให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด (drip irrigation system) ซึ่งเป็นระบบที่ปล่อยปริมาณน้ำทีละน้อยด้วยหัวหยดน้ำ (emitters หรือ spray heads) ที่ปลายขนาด 6.4 มิลลิเมตร เป็นท่อพลาสติกที่ปรับได้อยู่เหนือระดับของราก ระบบนี้จะปล่อยน้ำเป็นจุดซึ่งน้ำจะกระจายไปรอบด้านเหมือนผลแพร่ แต่ปัญหาของระบบมักจะเกิดขึ้นกับการอุดตันของหัวหยดน้ำจากดินทำให้น้ำไม่ไหลและพืชตายในที่สุดหรือการถูกเหยียบย่ำจากเด็กและสัตว์เลี้ยง ทำให้หัวหยดน้ำเสียหาย

ระบบสปริงเกอร์และระบบน้ำหยดต้องออกแบบให้ดินได้รับน้ำเพียงพอในวันต่อวัน ซึ่งอาจต้องใช้ระบบควบคุมโดยนาฬิกา (Electric clock) ของการให้น้ำหรือระบบควบคุมระดับความชื้นอัตโนมัติ (Moisture sensor) ที่สามารถควบคุมการปฏิบัติงานการให้น้ำเมื่อดินเริ่มมีความชื้นต่ำด้วยระบบออโตเมติกแต่อาจเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่าย

4) ระบบชลประทานอื่นมีมากมายแต่ไม่เป็นที่นิยมสำหรับกรุงเทพมหานครเพราะเนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของไทยด้านนี้ยังพัฒนาไม่มากเท่าที่ควร จึงต้องนำเข้าซึ่งจะมีราคาสูงไม่คุ้มค่า แต่ระบบพวกนี้จะมีข้อดีคือ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการบำรุงรักษาและรดน้ำแก่พืชให้เสียค่าจ้างแรงงาน เพราะระบบจะทำงานเองอัตโนมัติเพียงแค่คอยเช็คเป็นช่วงๆนานๆครั้ง ระบบดังกล่าว เช่น ระบบออพติมา (Optima system) และระบบซินโค (ZinCo system) เป็นต้น

5) ระบบชลประทานที่ทำเป็นกระถางปลูกสำเร็จรูป เช่น กระถางระบบซีเครทซีรีส์แพลนท์เตอร์ (Seacrest series planter) หรือกระถางบรรจุน้ำ (Container Watering System)

เป็นระบบที่ผนังของภาชนะปลูกมีลักษณะกลวง (Hollow wall) ซึ่งมีไว้เพื่อบรรจุน้ำ โดยท่ออยู่ข้างใต้เชื่อมกับฝาท่อต่อของกระบะปลูกเพื่อสามารถเติมน้ำให้เต็ม เมื่อดินเริ่มแห้งจะมีระบบควบคุมความชื้น (Moisture sensor) เป็นตัวควบคุมไม่ให้ดินแห้ง ก็จะทำงานโดยปล่อยน้ำออกมาทีละน้อยเพื่อให้ดินชุ่ม จากนั้นระบบจะปิดเองอัตโนมัติ ระบบนี้จะเติมน้ำลงไปในช่องกลวง (Hollow wall) ตรงกลางใช้เวลาถึง 2 ถึง 4 อาทิตย์จึงค่อยเติมน้ำใหม่ ระบบนี้มีราคาสูงเพราะต้องนำเข้าจึงต้องพิจารณาว่าเหมาะต่อการนำมาใช้เพียงไร หรือระบบโมนาแพลนท์ (Mona plant system) (MPS) เป็นระบบที่เพิ่มอ่างเก็บน้ำ (reservoir) วางไว้ภายในภาชนะปลูก ด้านบนของอ่างเก็บน้ำนี้จะเป็นรูพรุนที่เป็นตัวให้น้ำภายในซึมขึ้นมาเพื่อให้ดินชุ่มชื้น โดยมีท่อต่อกับอ่างเก็บน้ำ เพื่อเติมน้ำลงไปเมื่อดินปลูกแห้งและมีตัวควบคุมเพื่อรักษาระดับความชื้นของดินไม่ให้เปียกหรือแห้งจนเกินไป ระบบนี้มีราคาสูงเพราะต้องนำเข้าจึงต้องพิจารณาว่าเหมาะต่อการนำมาใช้เพียงไร

รูปที่ 6.30 แสดงรูปตัดกระถางระบบซีเครทซีรีส์แพลนท์เตอร์ (Seacrest series planter)

รูปที่ 6.31 แสดงกระถางระบบโมนาแพลนท์ (Mona plant system) (MPS)

ข) <u>ข้อแนะนำต่อการออกแบบ</u>

1) สถาปนิกและวิศวกรโครงสร้างและวิศวกรงานระบบสุขาภิบาลควรประสานงานกับภูมิสถาปนิกหรือผู้ออกแบบสวนตั้งแต่ต้นก่อนการออกแบบอาคารและงานระบบอาคาร เพื่อการออกแบบให้น้ำแก่พืชได้รับเตรียมการไว้ล่วงหน้า อันจะเป็นการลดข้อผิดพลาดได้บ้าง หากภูมิสถาปนิกได้มามีส่วนร่วมตอนท้ายเมื่องานอาคารใกล้เสร็จสิ้นจะส่งผลกระทบต้องเสียเวลาในการเดินท่อประปาใหม่เพิ่มเติม ทำให้การยึดท่อและเจาะช่องท่อที่พื้นดาดฟ้ามีความยากลำบากและน้ำอาจรั่วซึมบริเวณรอยเชื่อมระหว่างท่อประปากับช่องท่อที่เจาะเพิ่มเติมได้มากกว่า

2) หัวก๊อกน้ำที่ต่อเข้ากับสายยางฉีดน้ำ หัวสปริงเกอร์ และหัวหยดน้ำ (emitters) ควรได้รับการออกแบบซ่อนในตำแหน่งที่เก็บมิดชิด ไม่เดินสะดุด และใช้งานได้สะดวก

3) ท่อระบบชลประทานไม่ควรใช้ท่อที่เป็นสนิม และการจัดวางระดับท่อน้ำไม่ควรตื้นเกิน ควรลึกกว่า 20 เซนติเมตรขึ้นไป เพราะหากดินปลูกอัดตัวแน่นจะทำให้เกิดการยุบตัวของดินปลูก เป็นผลให้เห็นท่อน้ำโผล่ออกมาไม่เรียบร้อย

4) การจัดวางตำแหน่งของหัวสปริงเกลอร์ ควรคำนึงถึงการพ่นละอองน้ำที่ไม่ควรให้โดนผนังกำแพงหรือผนังอาคารอยู่เป็นประจำ เพราะหากผนังนั้นๆ เป็นผนังทาสีจะทำให้เกิดการร่อนของสีได้และผนังจะกร่อนในที่สุด

6.4.2 **การสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน** (Fertilization)

1) ดินควรได้รับการพรวนดินเพื่อการชอนไชของรากเป็นไปด้วยดี เติมดินเพื่อพืชได้การยึดเกาะและอาหารจากดินเพียงพอ ใส่ปุ๋ยอยู่สม่ำเสมอให้พืชเจริญเติบโตดี แข็งแรงและสวยงาม

2) การสร้างความอุดมสมบูรณ์แบบอัตโนมัติ (Automatic Fertilization) เป็นการประยุกต์จากการให้สารอาหารแบบเหลว โดยทำงานด้วยเครื่องกลที่เป็นระบบการฉีดพ่นอัตโนมัติ (automatically injecting) ใช้ร่วมกับระบบสปริงเกอร์ (Sprinkler system) ระบบนี้สามารถทำงานได้ในปริมาณที่มาก มีข้อดีคือ ไม่ต้องใช้แรงงานมากมายกับการให้สารอาหาร แต่ระบบนี้เป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายการก่อสร้างในตอนแรก

รูปที่ 6.32 แสดงเครื่องกลของระบบการสร้างความอุดมสมบูรณ์แบบอัตโนมัติ (Automatic Fertilization)

3) การสร้างความอุดมสมบูรณ์ด้วยไส้เดือนดิน (Earthworms) เป็นอีกวิธีหนึ่งในการเสริมประสิทธิภาพของดินที่เป็นระบบธรรมชาติ แต่ดินที่ใช้ต้องไม่ใช่ดินเหนียว หรือดินทรายแข็งจนเกินไปซึ่งไส้เดือนไม่สามารถอยู่ได้ ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายรายปีได้เป็นอย่าง

6.4.3 **งานบำรุงรักษาด้านอื่น ๆ** (Other maintenance chors)

ก) <u>การดูแลต้นพืชบนสวนหลังคาควรดูแลในเรื่องดังนี้</u>

1) การตัดแต่งหญ้าในสนาม เพื่อให้หญ้าในสนามมีความเป็นระเบียบไม่รก

2) การควบคุมวัชพืชและสัตว์รบกวน เพื่อไม่ให้ต้นพืชถูกรบกวนและโดนทำลายจากวัชพืชและสัตว์ต่างๆ โดยเฉพาะพวกแมลง

3) การทำความสะอาดใบและผลของพืช เพื่อเวลาทำความสะอาดใบและผลทำให้พืชได้รับการตรวจสอบไปในตัวขณะที่ผลและใบพืชไม่สกปรกดูสะอาดเรียบร้อย

4) ควรตัดแต่งเล็มใบพืชเพื่อใบพืชได้รับการตรวจสอบอยู่เสมอ ทรงพุ่มของต้นพืชไม่รกรุงรังและเป็นไปตามแนวความคิดเดิมที่คิดไว้ และใบพืชเกิดการแตกใบทำให้ทรงพุ่มดูแน่นสวยงาม

6) ควรมีการตัดแต่งรากโดยอาจกระทำในช่วงเวลาที่ทำการพรวนดิน หลังจากตัดแต่งรากแล้ว ควรเติมวัสดุปลูกหรือดินและโรยด้วยวัสดุปิดผิวเช่น ขุยมะพร้าว เศษใบไม้ การตัดแต่งรากพืชเพื่อให้รากพืชไม่ไปทำลายหรือแทรกซึมเข้าไปในตัวโครงสร้างของอาคารและวัสดุกันน้ำซึม และรากของพืชได้รับการตรวจตราดูแลความสมบูรณ์อยู่ตลอดเวลา แต่ไม่ควรทำการตัดแต่งรากบ่อยครั้งเกินไปและควรเลือกต้นที่โตช้า นอกจากนั้นการตัดแต่งรากควรตัดแต่งที่ความลึกประมาณ 60 – 90 เซนติเมตร ภายในหลุมปลูกหรือกระถาง

ข) <u>การดูแลทั่วไป</u>

1) สวนควรได้มีผู้เชี่ยวชาญด้านงานสวนเป็นผู้ดูแลทุกๆ เดือน เพื่อพืชได้รับปรับเปลี่ยนอยู่เสมอทำให้มีความสวยงามตลอดเวลาไม่เสื่อมโทรมและรูปแบบสวนยังคงแนวความคิดการออกแบบเดิมไม่เปลี่ยนแปลงมากจากตอนต้นการใช้งาน

2) การทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ประติมากรรม บ่อน้ำ ม้านั่ง ถังขยะ ป้ายต่างๆ รวมถึงพื้นดาดแข็งเพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ มีความสะอาดยังคงดูดีเสมอและอุปกรณ์ต่างๆ ได้รับการตรวจสอบ

6.4.4 **ศูนย์กลางงานบำรุงรักษา** (Maintenance center)

1) เตรียมพื้นที่ในอาคารสำหรับงานบำรุงรักษา เช่น ที่เก็บภาชนะปลูก ถังบรรจุสารอาหารและปุ๋ย วัสดุปลูก ทราย เครื่องมืองานสวน เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้กับงานบำรุงรักษาต่างๆ ของสวนหลังคา

2) หากเป็นไปได้ควรโรงเรือนอนุบาลเพาะพันธุ์ไม้ (greenhouse) ที่คอยรองรับการใช้งานทั้งเป็นประจำและนานครั้ง เพื่อการเพิ่มเติมต้นพืชในสวนทำให้มีต้นพืชที่พร้อมนำไปปลูกเพิ่มเติมหรือปรับปรุงให้กับสวนโดยไม่ต้องเสียเวลาที่ต้องไปหามาเพิ่มจากที่อื่นๆ และไม่ต้อง

เสียค่าใช้จ่ายต้นพืชที่จะนำมาปลูกเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลง แต่ควรจัดวางตำแหน่งให้มิดชิดจากผู้ใช้สวนเพราะอาจเกิดความไม่สวยงามแก่พื้นที่สวนในแง่มุมมอง

3) การเตรียมพื้นที่สำหรับศูนย์การบำรุงรักษาควรให้ใช้สอยสะดวก เช่น ไม่ควรให้เกิดการตัดกัน (cross) ของทางเดินสาธารณะกับทางบริการที่ไม่เป็นระเบียบ

4) เตรียมพื้นที่สำนักงาน (a small office space) สำหรับคนสวนและหัวหน้าผู้ดูแลสวน และสิ่งที่ขาดมิได้แต่มักถูกหลงลืมคือ การเดินสายโทรศัพท์ตั้งแต่ต้นช่วงก่อสร้างมายังจุดศูนย์การบำรุงรักษา หากเตรียมการไว้ล่วงหน้าปัญหาจะลดลง

5) ศูนย์การบำรุงรักษานี้สามารถใช้เป็นจุดรวมของการควบคุมงานระบบทั้งหมดภายในสวนหลังคาเช่น การจ่ายน้ำของงานระบบชลประทาน การเปิดปิดระบบไฟฟ้าทั้งงานส่องสว่างและงานระบบของบ่อน้ำสระน้ำ เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันความสำคัญด้านความงามจากธรรมชาติและการเอาใจใส่เรื่องสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสภาพทางกายและทางใจของคนในเมืองใหญ่อย่างกรุงเทพมหานคร เริ่มมีบทบาทมากขึ้นในขณะที่เมืองใหญ่หลายแห่งมักเต็มไปด้วยอาคารคอนกรีตและมีพื้นที่เปิดโล่ง (Open space) เพื่อเป็นพื้นที่สีเขียว (Green area) มีน้อยมาก จึงเกิดการเล็งเห็นการใช้พื้นที่ในเมืองให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดด้วยการใช้พื้นที่โล่งบนอาคารที่เป็นดาดฟ้ามาทำเป็นพื้นที่สีเขียว นั่นคือ สวนหลังคา (Roof garden) งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลต่อการนำไปใช้เพื่อการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่ในกรุงเทพมหานครหรือพื้นที่ที่มีภูมิศาสตร์ใกล้เคียงกันต่อไปในอนาคต

งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาข้อมูลด้านการออกแบบสวนหลังคาจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งของต่างประเทศและในประเทศนำมาใช้สร้างประเด็นเพื่อศึกษาการออกแบบการก่อสร้างสวนหลังคาของอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมด้วยการสำรวจสวนหลังคาในสถานที่จริงของอาคารที่เลือกศึกษา และการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการก่อสร้างสวนหลังคานั้นๆ มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถสรุปได้ผลดังนี้

7.1 ปัจจัยที่เป็นข้อคำนึงต่อการออกแบบสวนหลังคา

การออกแบบสวนหลังคาจะมีแนวทางอย่างไรขึ้นอยู่กับ การคำนึงถึงปัจจัยที่มีความจำเป็นต่อการนำไปใช้เป็นเงื่อนไขต่อการออกแบบสวนหลังคา โดยหากได้รับการคำนึงถึงปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการออกแบบสวนหลังคามากเท่าใดก็สามารถช่วยลดข้อผิดพลาดของการออกแบบได้มากขึ้น ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความรอบคอบของผู้ออกแบบด้วย โดยสามารถแยกปัจจัยที่เป็นข้อคำนึงต่อการออกแบบสวนหลังคาคือ

7.1.1) การใช้สอยของสวนหลังคา

ก่อนการออกแบบสวนหลังคา เจ้าของโครงการและผู้ออกแบบสวนหลังคาควรได้ปรึกษาหารือกันเพื่อสร้างกรอบการใช้สอยในสวนหลังคาว่าใครเป็นผู้ใช้สวน (Who used) ใช้อย่างไร (How used) ใช้เมื่อใด (When used) ที่จะเป็นตัวกำหนดการออกแบบ ได้แก่

ก) การกำหนดรูปแบบของสวนว่าต้องการนำไปสู่แนวความคิดด้านใด เช่น รูปแบบเป็นสวนป่าเขตร้อนชื้น รูปแบบโมเดิร์น รูปแบบร่วมสมัย เป็นต้น

ข) สวนเป็นสวนประเภทสวนส่วนตัว (Private garden) หรือสวนประเภทสาธารณะ (Public garden)

ค) สัดส่วนพื้นที่พักผ่อนแบบสงบ (Passive Recreation) และพื้นที่พักผ่อนแบบออกกำลัง (Active Recreation) เป็นเท่าใด

ง) สัดส่วนพื้นดาดแข็ง (Hardscape) และงานพื้นนุ่ม (Softscape) เป็นเท่าใด

จ) การกำหนดมุมมอง (View) ให้ไปสู่มุมมองใด

7.1.2) **ภูมิอากาศบนสวนหลังคา**

ภูมิอากาศเป็นเรื่องที่มีผลต่อการออกแบบสวนหลังคามาก เพราะเป็นปัจจัยหลักของการหาตำแหน่งพื้นที่การใช้สอย ได้แก่

ก) แสงแดดเป็นเรื่องที่ผู้ออกแบบสวน ควรวิเคราะห์ได้ว่าบริเวณไหนที่ให้ร่มเงา บริเวณไหนที่โดนแสงแดดเต็มที่เพื่อสามารถกำหนดตำแหน่งพื้นที่เพื่อการใช้สอยต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม เช่น หากต้องการพื้นที่สำหรับใช้สอยในช่วงเวลากลางวันได้ สวนหลังคาบริเวณนั้นก็ควรสามารถป้องกันแสงแดดและได้ร่มเงาเป็นอย่างดี

ข) ลมเป็นเรื่องที่ผู้ออกแบบสวน ควรเข้าใจทิศทางของลมที่เกิดขึ้นว่ามีแนววิถีอย่างไร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาตำแหน่งพื้นที่ที่มีการใช้สอยบนสวนให้สามารถหลีกเลี่ยงจากแนววิถีลมที่มีลมแรง อันมีผลต่อการสร้างความรำคาญให้แก่ผู้ใช้สวนและความเสียหายแก่ต้นไม้ได้ หรือเพื่อเป็นการหาวิธีป้องกันแนววิถีของลมได้ถูกต้อง

7.1.3) **สภาพแวดล้อม**

เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบซึ่งต้องคำนึงถึงทั้งภายในสวนและภายนอกสวน

ก) สภาพแวดล้อมภายในพื้นที่สวน ได้แก่

1) ขนาดของพื้นที่สวนมีขนาดเท่าไร เพื่อการกำหนดพื้นที่สัดส่วนเพื่อการใช้งานและการสร้างบรรยากาศ เช่น หากพื้นที่สวนหลังคามีขนาดเล็ก การออกแบบอาจต้องสร้างบรรยากาศให้ดูมีขนาดใหญ่กว่าความเป็นจริง

2) ตำแหน่งทิศเหนือใต้ของสวนแต่ละส่วนเพื่อการกำหนดตำแหน่งพื้นที่การใช้สอยแต่ละทิศว่าบริเวณไหนควรใช้ทำกิจกรรมใด

3) ความสูงของพื้นสวนหลังคาสูงที่ชั้นไหนของอาคาร เพื่อการคำนึงถึงการขนส่งวัสดุต่างๆ รวมถึงวัสดุพืชพันธุ์ เช่น หากเป็นสวนที่อยู่บนที่สูงมาก การขนส่งวัสดุต่างๆรวมทั้งพืชพันธุ์ที่นำขึ้นไปปลูกสามารถทำได้แค่ไหน

ข) สภาพแวดล้อมโดยรอบของสวน ได้แก่

1) ด้านมุมมองว่า สภาพแวดล้อมโดยรอบสวนสามารถนำมาเป็นมุมมองให้กับสวนได้หรือไม่

2) ลมแรงที่เกิดจากอาคารสูงโดยรอบหรืออาคารสูงข้างเคียง เช่น ลมแรงที่เกิดจากการขวางแนวลมของอาคารสูงทำให้พื้นที่สวนบริเวณนั้นมีลมแรงขึ้น หรือเกิดจากช่องว่างระหว่างอาคารสูงมักจะมีผลให้เกิดลมแรงโดยเฉพาะถ้าเป็นช่องว่างที่แคบจะยิ่งทำให้เกิดลมแรงมากขึ้นทำให้ต้องพิจารณาการออกแบบเพื่อนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่การใช้สอยให้สามารถหลีกเลี่ยงลมแรงที่เกิดขึ้นนี้ได้ หรือสามารถหาวิธีป้องกันลมที่เป็นตัวสร้างความรำคาญ ตลอดจนการรู้จักเลือกใช้พืชพันธุ์ที่สามารถป้องกันความเสียหายจากการปะทะของลมได้

7.1.4) **หลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคาร**

เป็นปัจจัยเพื่อสร้างความเป็นระเบียบให้กับเมือง โดยขึ้นอยู่กับพื้นที่นั้นๆ ว่าออกกฎเกณฑ์เรื่องใด ซึ่งเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะของพื้นที่นั้นๆ ที่จะเป็นกรอบให้สวนหลังคาทุกแห่งของเมืองนั้นๆ ไม่มีผลกระทบต่อทัศนียภาพเมือง แต่สำหรับในประเทศไทยหลักเกณฑ์ของอาคารและเทศบัญญัติความสูงของอาคารยังมิได้คิดรวมถึงงานสวนหลังคา

7.1.5) **ความปลอดภัย**

ควรได้รับการเอาใจใส่เป็นพิเศษเพราะ สวนหลังคามักอยู่บนอาคารสูง อันตรายจากการพลัดตกจึงเป็นสิ่งที่ควรได้รับการออกแบบป้องกันอย่างรอบคอบ เช่น การสร้างสิ่งกีดขวางป้องกันอันตรายจากการพลัดตกจากสวนหลังคาให้มีขนาดมาตรฐาน โดยผิวผนังของสิ่งกีดขวางต้องไม่สามารถให้เด็กเล็กลอดผ่านออกไปได้ และโครงสร้างมั่นคงถาวรไม่ผุพังง่าย ตลอดจนความปลอดภัยจากการก่ออาชญากรรมหรือบุคคลภายนอกที่อาจเข้ามาปะปน

7.1.6) **โครงสร้างของอาคารที่รองรับงานสวนหลังคา**

ต้องสามารถเข้าใจเรื่องการรองรับน้ำหนักของโครงสร้างพื้นดาดฟ้าที่ใช้ทำสวนหลังคาว่าสามารถรองรับการถ่ายน้ำหนัก (Loading) ได้มากน้อยเพียงไร เพื่อการออกแบบเลือกใช้วัสดุที่นำมาวางบนพื้นสวนหลังคา ที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบ เช่น การแอ่นตกท้องช้างของโครงสร้างพื้นหลังคาที่ทำให้เกิดการปริและฉีกของโครงสร้างพื้นคอนกรีต หรือการพังทลายของโครงสร้างจากการรับน้ำหนักงานสวนหลังคา ดังนั้นโครงสร้างของอาคารที่รองรับงานสวนหลังคาจึงต้องมีความมั่นคงแข็งแรงรับน้ำหนักได้เพียงพอ โดยปกติอาคารทั่วไปที่ไม่มีสวนหลังคาหรือไม่ต้องรับน้ำหนักอะไรเป็นพิเศษ มักสามารถรับการถ่ายน้ำหนักที่ 200-400 กิโลกรัมต่อตารางเมตร แต่หากเป็นอาคารที่ต้องการมีสวนหลังคา การรับน้ำหนักของพื้นสวนควรอยู่ที่ 1,220 ถึง 1,465 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หรือมากกว่านั้น

7.1.7) **การแทรกซึมของน้ำบนสวนหลังคา**

สวนบนหลังคาจะมีความแตกต่างกับสวนระดับพื้นดินที่ต้องให้ความสำคัญเรื่องการแทรกซึมของน้ำเข้าสู่ตัวโครงสร้างของพื้นดาดฟ้า เพราะ หากมีการแทรกซึมของน้ำเข้าไปในเนื้อของโครงสร้างพื้นดาดฟ้า จะทำให้ตัวโครงสร้างเกิดความชื้นและการรับน้ำหนักของโครงสร้างจะลดน้อยลงได้ ตลอดจนเกิดน้ำหยดไหลลงสู่พื้นชั้นล่าง ดังนั้นงานสวนหลังคาจึงต้องมีการป้องกันการแทรกซึมของน้ำด้วยการใช้วัสดุกันซึม (Waterproof Membrane) โดยวิธีปูหรือทาหรือพ่นทั่วพื้นที่สวนทั้งหมด

7.1.8) **การระบายน้ำ**

ต้องมีประสิทธิภาพ มิเช่นนั้นอาจส่งผลให้เกิดน้ำท่วมขังอยู่บนพื้นที่รองรับสวนหลังคา ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการรับน้ำหนักของโครงสร้างพื้นสวนหลังคา เพราะต้องรองรับน้ำหนักของน้ำที่ท่วมขัง ตลอดจนอาจทำให้ดินแฉะและรากเน่าได้ในที่สุด โดยเฉพาะช่วงเวลาฝนตกซึ่งมีปริมาณน้ำมาก งานระบายน้ำสำหรับสวนหลังคาควรได้รับการคำนึงทั้งชั้นระบายน้ำ (The Drainage Medium) และท่อระบายน้ำ (Drains) ที่ต้องมีประสิทธิภาพมาก ซึ่งแตกต่างจากสวนในระดับพื้นดินที่น้ำสามารถไหลลงสู่ชั้นดินข้างล่างลงไป

7.1.9) **วัสดุปลูกหรือดิน**

วัสดุปลูกหรือดินเป็นวัสดุที่นำขึ้นไปไว้บนพื้นที่สวนหลังคาซึ่งอยู่บนที่สูง ดังนั้นจึงควรพิจารณาเรื่องน้ำหนักของวัสดุปลูกที่ควรให้มีน้ำหนักเบา (light weight) เพราะจะช่วยลดการรับน้ำหนักของอาคารได้ ในขณะที่การระบายน้ำของวัสดุปลูกควรระบายน้ำได้ดี (well drainage) มีความแข็งแรงทนทาน (strong) มีอายุยาวนาน (long-lasting) ยึดธาตุอาหารได้ดี (nutrients hold) และมีความชื้นแต่ไม่เปียก (moist but not wet)

7.1.10) **ระบบชลประทาน**

การให้น้ำบนสวนหลังคาควรได้รับการออกแบบตั้งแต่ช่วงการก่อสร้างตัวอาคารว่าใช้ระบบใด เพื่อให้การกำหนดตำแหน่งของจุดจ่ายน้ำให้สามารถได้รับการวางแผนและติดตั้งระบบตั้งแต่ต้น เพราะงานระบบชลประทานของสวนหลังคาอยู่บนโครงสร้างของอาคาร การเจาะช่องเพื่อการเดินระบบท่อน้ำจึงต้องทำตั้งแต่ต้น หากทำการเดินท่อน้ำหลังเสร็จสิ้นงานก่อสร้างตัวอาคารอาจต้องมีการเจาะช่องรูของโครงสร้างอาคารเพิ่มเติมเพื่อการเดินท่อน้ำ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการรับน้ำหนักของโครงสร้างได้

7.1.11) **ชนิดของพืชพันธุ์**

เนื่องจากสวนหลังคาอยู่บนที่สูงซึ่งมักมีปัญหาเรื่องลมแรง ดังนั้นการเลือกพืชพันธุ์สำหรับงานสวนหลังคาจึงต้องเลือกชนิดที่ไม่แตกหักเสียหายจากการปะทะกับลมบนอาคาร ขนาดและน้ำหนักที่เหมาะสมต่อโครงสร้างที่รองรับ ความสูงของต้นพืชที่สูงสุดและจุดสูงสุดของการแผ่ขยายของราก ใบไม้ กิ่งไม้ไม่ไปทำลายสิ่งก่อสร้างรอบๆ ควรมีช่วงชีวิตของพืชที่ยาวพอควร ชนิดและขนาดของระบบรากพืชและการชอนไชของรากพืชต่อผิวดิน (surface rooting) เป็นอย่างไรมีผลกระทบต่อโครงสร้างพื้นหรือไม่ ต้นพืชที่มีรากเป็นกรดหรือไม่ ซึ่งอาจไปทำลายโครงสร้างของอาคารได้ ไม่ควรนำมาปลูกบนสวนหลังคา

7.1.12) **กระบะปลูกต้นไม้**

ควรเลือกรูปแบบที่มีความเหมาะสมต่อพื้นที่สวนที่มีอยู่ ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบได้แก่ อ่างปลูกหรือกระถางปลูก (Plant tub) กระถางแบบยกสูง (Raised planter) การยกเป็นเนินดิน (Earth berm) บ่อหลุมปลูกที่พื้น (Depressed planter) ทั้งนี้ควรเลือกหรือทำจากวัสดุที่ทนแดดทนฝนและความเย็นได้ดี สามารถรักษาความชื้นได้ดี การระบายน้ำภายในดี น้ำไม่ขังให้รากเน่าแต่ไม่แห้งเร็วจนเกินไป มีความสามารถรองรับน้ำหนักของวัสดุปลูกและต้นพืชได้ดี ปราศจากการรั่วซึมของน้ำ นอกจากนั้นความลึกและขนาดของหลุมปลูกเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับชนิดของพืชพันธุ์และการรับน้ำหนักของโครงสร้างพื้นดาดฟ้าประกอบการออกแบบด้วย

7.1.13) **วัสดุปูพื้น ประติมากรรม อุปกรณ์ตกแต่งและบ่อน้ำ**

เหล่านี้ล้วนเป็นตัวสร้างน้ำหนักให้กับอาคารทั้งสิ้น การเลือกใช้จึงต้องคำนึงถึงการรับน้ำหนักของโครงสร้างดาดฟ้าว่าสามารถรับน้ำหนักได้เท่าไร เพียงพอหรือไม่ ตลอดจนการเคลื่อนย้ายขนส่งจากด้านล่างขึ้นไปวางด้านบนของอาคารทำอย่างไร เพื่อการออกแบบเตรียมการไว้ล่วงหน้า ในขณะที่สามารถตอบสนองการใช้งานได้ดี ปราศจากผลกระทบที่ตามมา

7.1.14) **งานระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง**

ควรได้รับการออกแบบตั้งแต่ช่วงการก่อสร้างตัวอาคาร โดยการกำหนดตำแหน่งต่างๆของการเดินสายไฟฟ้าให้ครบถ้วนก่อนการก่อสร้างสวนหลังคา เพราะหากต้องเพิ่มเติมการเดินสายไฟฟ้าหลังจากถมวัสดุปลูกและปูพื้นไปแล้ว อาจยุ่งยากมากต่อการเพิ่มเติม ส่วนงานแสงสว่างควรให้แสงสว่างเพียงพอต่อการใช้งาน เพื่อสามารถสร้างและกำหนดทิศทาง ในขณะที่สามารถช่วยตกแต่งสร้างความเด่นชัดให้กับประติมากรรม (sculpture) และต้นพืช (plantings) ได้

7.1.15) **การดูแลบำรุงรักษา**

สวนหลังคาต้องได้รับการดูแลบำรุงรักษาอยู่สม่ำเสมอ การกำหนดตำแหน่งพื้นที่สำหรับงานบำรุงรักษาที่ไม่ควรปะปนกับการใช้งานของแขกผู้ใช้สวน และมีพื้นที่สำหรับเก็บอุปกรณ์ต่างๆ อย่างเพียงพอ

7.2 สรุปการวิเคราะห์การออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 7.1 แสดงผลสรุปการวิเคราะห์การออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ประเด็นที่ใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบการออกแบบ งานสวนหลังคาที่ศึกษากับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	สอดคล้อง	แตกต่างกัน
1 การพิจารณาพื้นที่สวน (Site consideration) 1.1 การใช้สอยของพื้นที่สวน (The garden's function of site)	√	
1.2 ภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม (Climate and microclimate of site) 1.2.1 แสงแดด (Sunlight)	√	
1.2.2 ลม (Wind)	√	
1.3 หลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย (Building code, Height ordinances and Safety restrictions of site)	√	√
2 การก่อสร้างสวนหลังคา (Roof garden construction) 2.1 พื้นหลังคาคอนกรีต (Concrete roof slab)	√	
2.2 วัสดุกันน้ำซึม (Waterproof membrane)	√	
2.3 แผ่นกันทะลุ (Protection board)		√
2.4 ฉนวน (Insulation)		√
2.5 แผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete protective slab)	√	
2.6 ระบบระบายน้ำ (Drainage)	√	√
2.6.1 ชั้นระบายน้ำ (Drainage medium)	√	√
2.6.2 ช่องท่อระบายน้ำ (Drains)	√	
2.7 แผ่นใยกรองดิน (Filter fabric)	√	√
2.8 ดินปลูก (Planting media)	√	√
2.9 วัสดุปิดผิว (Top dressing or Mulch)	√	

ประเด็นที่ใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบการออกแบบ งานสวนหลังคาที่ศึกษากับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	สอดคล้อง	แตกต่างกัน
3 องค์ประกอบงานออกแบบ (Design elements)		
3.1 พืชพันธุ์ (Plants and planting)	√	
3.2 กระบะต้นไม้ (Plant containers)	√	√
3.3 พื้นทางเดิน (Paving)	√	√
3.4 งานแสงสว่าง (Lighting)	√	
3.5 งานประติมากรรม (Sculpture)	√	
3.6 บ่อน้ำ (Pond)	√	
3.7 สาธารณูปโภค (Utilities)	√	
4 การบำรุงรักษา (Maintenance)		
4.1 ระบบชลประทาน (Irrigation system)	√	√
4.2 การสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน (Fertilization)	√	√
4.3 งานบำรุงรักษาด้านอื่นๆ (Other maintenance chores)	√	
4.4 ศูนย์กลางงานบำรุงรักษา (Maintenance center)	√	

หมายเหตุ

(√) สัญลักษณ์ แทนความหมายที่เป็นไปตามนั้น

การวิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบสวนหลังคาจากการสำรวจและการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษาที่อยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครร่วมกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องด้านการออกแบบสวนหลังคา นำมาสรุปเป็นตารางการวิเคราะห์เปรียบเทียบการออกแบบประเด็นต่างๆ ของงานสวนหลังคาที่เลือกศึกษากับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องข้างต้นได้ ซึ่งสามารถอธิบายถึงเหตุผลที่มีความสอดคล้องและแตกต่างกันได้คือ

7.2.1) **เหตุผลของความสอดคล้องกันของการออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษากับการออกแบบสวนหลังคาของวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้คือ**

การออกแบบสวนหลังคาระหว่างสวนหลังคาที่เลือกศึกษากับการออกแบบสวนหลังคาของวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ส่วนใหญ่สอดคล้องกัน เพราะประเด็นต่างๆ ที่สอดคล้องกันนี้ (ดูตาราง 7.1 ประกอบ) เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบ ที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ทำให้เกิดความสอดคล้องกันระหว่างภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งล้วนมีความจำเป็นที่ควรนำมา

พิจารณาต่อการออกแบบสวนหลังคา จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่สอดคล้องนี้ควรได้รับการนำไปใช้หรือควรมีในการออกแบบสวนหลังคาต่อไปได้

7.2.2) **เหตุผลของความแตกต่างกันของการออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษากับการออกแบบสวนหลังคาของวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้คือ**

การออกแบบสวนหลังคาระหว่างสวนหลังคาที่เลือกศึกษากับการออกแบบสวนหลังคาของวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ที่แตกต่างกันจากการวิเคราะห์พบว่าเป็นความแตกต่างกันระหว่างภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งสามารถวิเคราะห์สรุปเหตุผลของความแตกต่างกันได้คือ

1) สภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน
2) เทศบัญญัติและข้อกำหนดของพื้นที่ที่แตกต่างกัน
3) ทรัพยากรที่มีของพื้นที่ที่แตกต่างกัน
4) ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน
5) ค่าจ้างแรงงานที่แตกต่างกัน
6) การใช้รูปแบบของวิทยาการที่มีอยู่มาประยุกต์ปรับปรุงใช้ที่แตกต่างกัน

1) สภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน

ความแตกต่างที่เกิดขึ้นในส่วนของสภาพภูมิอากาศ คือ เรื่องอากาศหนาวซึ่งสวนหลังคาของอาคารที่เลือกศึกษาอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครที่มีภูมิอากาศที่ไม่มีอากาศหนาวเท่าที่ควรหรือไม่มีเลยต่างกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องที่ส่วนใหญ่เป็นการออกแบบสำหรับพื้นที่ประเทศทางแถบอเมริกาและยุโรป ซึ่งในฤดูหนาวจะมีภูมิอากาศที่หนาวจัดจึงต้องคิดในรายละเอียดประเด็นนี้ส่งผลให้การออกแบบต้องมีการป้องกันอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ โดยเฉพาะเมื่อดินปลูกบนสวนหลังคาเมื่อดูดซับน้ำอาจกลายเป็นน้ำแข็ง ดังนั้นสวนหลังคาของอาคารในพื้นที่ประเทศทางแถบอเมริกาและยุโรปซึ่งมีภูมิอากาศที่หนาวจัดนี้ จึงต้องหาวิธีป้องกันความเย็นที่จะแผ่เข้าสู่อาคาร ด้วยการใช้ แผ่นฉนวน (Insulation) เป็นองค์ประกอบหนึ่งของงานสวนหลังคาโดยวางบนแผ่นกันทะลุ (Protection board) ที่ทับบนวัสดุกันน้ำซึม (Waterproof membrane) อีกชั้นหนึ่ง

สรุปได้ว่าการออกแบบสวนหลังคาสำหรับพื้นที่ในกรุงเทพมหานครอาจไม่จำเป็นต้องใช้แผ่นฉนวน (Insulation) วางบนแผ่นกันทะลุ (Protection board) เป็นองค์ประกอบหนึ่งของการก่อสร้างงานสวนหลังคา เพราะไม่มีภูมิอากาศที่หนาวจัดเข้ามาเกี่ยวข้อง

2) เทศบัญญัติและข้อกำหนดของพื้นที่ที่แตกต่างกัน

เนื่องจากเทศบัญญัติและข้อกำหนดของพื้นที่ในกรุงเทพมหานครยังไม่มีการควบคุมถึงงานสวนหลังคา ทำให้การออกแบบสวนหลังคาของอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานครไม่ต้องคิดในประเด็นนี้ ซึ่งต่างจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องที่ส่วนใหญ่เป็นการออกแบบสำหรับพื้นที่ประเทศทางแถบอเมริกาและยุโรปซึ่งส่วนใหญ่ได้กำหนดมาตรฐานการใช้เทศบัญญัติและข้อกำหนดของพื้นที่สำหรับการออกแบบสวนหลังคาจากหน่วยงานของรัฐในการควบคุมความเป็นระเบียบของเมือง

3) ทรัพยากรที่มีของพื้นที่ที่แตกต่างกัน

ความแตกต่างที่เกิดขึ้นด้านทรัพยากรที่มีของพื้นที่ของการออกแบบสวนหลังคาในพื้นที่กรุงเทพมหานครกับการออกแบบสวนหลังคาในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า มีความแตกต่างคือ ดินปลูกที่สวนหลังคาที่เลือกศึกษาในกรุงเทพมหานครใช้มักใช้ดินผสมขุยมะพร้าว ในขณะที่สวนหลังคาในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมักนิยมใช้เป็นวัสดุสังเคราะห์อื่นแทนดิน เช่น เม็ดไลก้า (Leca) หรือการหนุนดินปลูกในหลุมปลูกของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาให้สูงขึ้นด้วยการใช้เปลือกมะพร้าวแทนการใช้แผ่นสไตโรโฟมตามที่วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกล่าวไว้ เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะมะพร้าวซึ่งเป็นทรัพยากรทางธรรมชาติของไทยยังมีอยู่มากและมีราคาถูกประกอบกับมีประสิทธิภาพการใช้งานที่ดี

4) ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน

ความแตกต่างที่เกิดขึ้นด้านความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของการออกแบบสวนหลังคาในพื้นที่กรุงเทพมหานครกับการออกแบบสวนหลังคาในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า มีความแตกต่างหลักๆ คือ

4.1) วัสดุของชั้นระบายน้ำ ที่สวนหลังคาของอาคารที่เลือกศึกษาในกรุงเทพฯ มักใช้หินกรวด เศษอิฐ เป็นต้น ในขณะที่สวนหลังคาในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องใช้เป็นแผงระบายน้ำพลาสติกสังเคราะห์แทน ที่เป็นเช่นนี้เพราะทรัพยากรของหินกรวด ในประเทศไทยยังมีอยู่มากและราคาถูกจึงไม่จำเป็นต้องเลือกใช้วัสดุสังเคราะห์

4.2) แผ่นใยกรองดิน ที่สวนหลังคาของอาคารที่เลือกศึกษาในกรุงเทพมหานครมักใช้แผ่นใยกรองดินแบบผ้าที่เรียกว่าจีโอเทคไทล์ (Geotextile) หรือใช้แผ่นใยกรองดินแบบตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกซ้อนกันสองชั้น ในขณะที่สวนหลังคาในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมักนิยมใช้วัสดุที่มีเทคโนโลยีที่สูงกว่า เช่น แผ่นเอ็นก้าเดรน (Enkadrain) และแผ่นจีโอเทค (Geotech) ซึ่งมีความสามารถในการไหลผ่านของน้ำได้ในขณะที่สามารถป้องกันดินหรือวัสดุปลูกไหลออกได้เป็นอย่างดี ที่เป็นเช่นนี้เพราะความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีของไทยเรายังไปไม่ถึง หากนำเข้าวัสดุที่มี

เทคโนโลยีสูงเหล่านี้มาใช้ ซึ่งมีราคาที่สูงมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบแล้วจึงไม่คุ้มค่าต่อการนำมาใช้ในประเทศไทย

4.3) ระบบชลประทาน ที่สวนหลังคาของอาคารที่เลือกศึกษาในกรุงเทพมหานครยังคงใช้ระบบชลประทานแบบพื้นฐานอยู่ นั่นคือ การรดน้ำด้วยสายยาง การใช้ระบบสปริงเกอร์ (Sprinkler irrigation) การใช้ระบบหยดน้ำ (Drip irrigation system) ในขณะที่สวนหลังคาในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมีการใช้ระบบชลประทานสำเร็จรูป เช่น ระบบออพติมา (Optima system) ระบบซินโค (ZinCo system) หรือการใช้ระบบชลประทานของกระบะปลูกพืชด้วยระบบซีเครทซีรีส์แพลนท์เตอร์ (Seacrest series planter) ระบบโมนาแพลนท์ (Mona plant system) ที่ยังไม่มีการใช้ในประเทศไทย ที่เป็นเช่นนี้เพราะความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีของไทยเรายังไม่มีการพัฒนาด้านนี้ หากนำเข้าระบบที่มีกลไกซับซ้อนนี้จะมีราคาที่สูงมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบแล้วจึงไม่คุ้มค่าต่อการนำมาใช้ในประเทศไทย

5) ค่าจ้างแรงงานที่แตกต่างกัน

ค่าจ้างแรงงานของงานบำรุงรักษาสำหรับงานสวนหลังคาของอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานครเมื่อเปรียบเทียบกับค่าจ้างแรงงานของงานบำรุงรักษางานสวนหลังคาของอาคารในประเทศทางแถบตะวันตก พบว่า ค่าจ้างแรงงานของประเทศไทยมีราคาที่ถูกกว่ามาก ดังนั้นการออกแบบงานบำรุงรักษาของสวนหลังคาของอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานครจึงไม่นิยมใช้ระบบบำรุงรักษาโดยเครื่องกลเป็นตัวควบคุมแบบอัตโนมัติซึ่งมีราคาที่สูง แต่จะใช้แรงงานคนมากกว่า

6) การใช้รูปแบบของวิทยาการที่มีอยู่มาประยุกต์ปรับปรุงใช้ที่แตกต่างกัน

เป็นความแตกต่างของการออกแบบสวนหลังคาของอาคารที่ศึกษาในพื้นที่กรุงเทพมหานครที่ได้รู้จักการประยุกต์วิธีการใหม่ๆขึ้นมาใช้ออกแบบสวนหลังคา ในขณะที่วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมิได้มีการระบุเพื่อนำมาใช้ นั่นคือ

6.1) การออกแบบระบบระบายน้ำ ที่ใช้ระบบระบายน้ำแนวราบและระบายน้ำด้วยท่อรูพรุนก้างปลา (Lateral Drain) แต่เพิ่มเติมด้วยการประยุกต์ให้มีระบบระบายน้ำแนวตั้งโดยมีท่อระบายน้ำวางในแนวตั้งร่วมด้วย ซึ่งช่วยการระบายน้ำในแนวราบที่ทำให้น้ำสามารถระบายได้อย่างรวดเร็วขึ้นเมื่อเวลาฝนตกหนักและเป็นผลให้น้ำไม่ท่วมขัง

6.2) การออกแบบกระบะหลุมปลูก ด้วยการออกแบบประยุกต์ให้ผนังบ่อปลูกแยกโครงสร้างออกจากกำแพงกันตกด้านหน้า (Facade) เพื่อโครงสร้างของผนังบ่อปลูกและกำแพงกันตกด้านหน้าถูกแยกออกจากกันทำให้ไม่มีผลกระทบที่ต่อเนื่องกัน กำแพงด้านหน้า (Facade) ไม่ต้องรับน้ำหนักจากแรงอัดของดินและน้ำที่อยู่ในหลุมปลูก การแทรกซึมของรากพืช

ไม่สามารถทะลุผ่านมาถึงกำแพงกันตกด้านหน้าและช่วยแก้ปัญหาน้ำซึมออกมาด้านนอกกำแพงกันตกด้านหน้ามีผลให้กำแพงกันตกด้านหน้าไม่เกิดเชื้อราและสีไม่ร่อนออกมาได้

และการออกแบบประยุกต์ให้ผนังบ่อปลูกแยกโครงสร้างออกจากอาคารสูง (Tower) เพื่อโครงสร้างของผนังบ่อปลูกแยกออกจากผนังอาคารสูง ทำให้การรับแรงสองส่วนนี้ถูกแยกออกจากกัน และง่ายต่อการตรวจสอบ สามารถป้องกันน้ำซึมเข้าสู่อาคารได้ที่อาจทำให้ผนังภายในของอาคารเกิดเชื้อรา ป้องกันการแทรกซึมของรากทะลุผ่านเข้าภายในอาคาร

6.3) การออกแบบงานปูพื้น ด้วยการออกแบบประยุกต์ให้งานปูพื้นวางบนโครงสร้างที่ถูกยกสูงด้วยกำแพงรับน้ำหนักและเพิ่มตงคอนกรีตเป็นตระแกรงเพื่อวาง “แผ่นพื้นคอนกรีตมวลเบา” แทนพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อการก่อสร้างมีความรวดเร็ว ความสูงของพื้นสามารถถูกปรับเปลี่ยนได้ในช่วงเวลาที่ยังคงก่อสร้างอยู่ การรับน้ำหนักของโครงสร้างน้อยกว่าเพราะเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบากว่าคอนกรีตเสริมเหล็ก

นอกจากนั้นสิ่งที่มีความแตกต่างทางกายภาพที่ชัดเจนที่สุดของสวนหลังคาแต่ละประเทศคือรูปแบบของสวนหลังคาที่มีศิลปวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้แนวความคิดการออกแบบสวนหลังคาของเจ้าของโครงการรวมทั้งภูมิสถาปนิกผู้ออกแบบแต่ละประเทศมีความแตกต่างกัน โดยมักแสดงหรือสื่อด้วยการใช้งานประติมากรรม ศาลาและอุปกรณ์งานตกแต่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวัสดุปิดผิวผนัง ผิวพื้น รวมทั้งโต๊ะ เก้าอี้ ม้านั่ง เตียงอาบแดด และป้าย เป็นต้น

7.3 สรุปการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษา

ตารางที่ 7.2 แสดงผลสรุปการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการออกแบบสวนหลังคาที่เลือกศึกษา

ประเด็นที่ใช้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการออกแบบงานสวนหลังคาที่ศึกษา	การเปลี่ยนแปลง	
	มี	ไม่มี
1 การพิจารณาพื้นที่สวน (Site consideration) 1.1 การใช้สอยของพื้นที่สวน (The garden’s function of site)		√
1.2 ภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม (Climate and microclimate of site) 1.2.1 แสงแดด (Sunlight)		√
1.2.2 ลม (Wind)		√
1.3 หลักเกณฑ์อาคาร เทศบัญญัติความสูงของอาคารและการกำหนดความปลอดภัย (Building code, Height ordinances and Safety restrictions of site)		√

ประเด็นที่ใช้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง การออกแบบงานสวนหลังคาที่ศึกษา	การเปลี่ยนแปลง	
	มี	ไม่มี
2 การก่อสร้างสวนหลังคา (Roof garden construction)		
2.1 พื้นหลังคาคอนกรีต (Concrete roof slab)	√	√
2.2 วัสดุกันน้ำซึม (Waterproof membrane)	√	
2.3 แผ่นกันทะลุ (Protection board)	–	–
2.4 ฉนวน (Insulation)	–	–
2.5 แผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete protective slab)		√
2.6 ระบบระบายน้ำ (Drainage)	√	
2.6.1 ชั้นระบายน้ำ (Drainage medium)		√
2.6.2 ช่องท่อระบายน้ำ (Drains)		√
2.7 แผ่นใยกรองดิน (Filter fabric)	√	
2.8 ดินปลูก (Planting media)	√	√
2.9 วัสดุปิดผิว (Top dressing or Mulch)		√
3 องค์ประกอบงานออกแบบ (Design elements)		
3.1 พืชพันธุ์ (Plants and planting)	√	√
3.2 กระบะต้นไม้ (Plant containers)	√	√
3.3 พื้นทางเดิน (Paving)	√	√
3.4 งานแสงสว่าง (Lighting)	√	√
3.5 งานประติมากรรม (Sculpture)	√	
3.6 บ่อน้ำ (Pond)		√
3.7 สาธารณูปโภค (Utilities)		√
4 การบำรุงรักษา (Maintenance)		
4.1 ระบบชลประทาน (Irrigation system)		√
4.2 การสร้างความสมบูรณ์แก่ดิน (Fertilization)		√
4.3 งานบำรุงรักษาด้านอื่นๆ (Other maintenance chores)		√
4.4 ศูนย์กลางงานบำรุงรักษา (Maintenance center)		√

หมายเหตุ

(√) สัญลักษณ์ แทนความหมายที่เป็นไปตามนั้น

(-) สัญลักษณ์แทนความหมาย ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงได้เพราะเป็นประเด็นหัวข้อที่สวนหลังคาทั้งสามแห่งไม่ได้ใช้หรือไม่ได้คำนึงถึง

การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบสวนหลังคาจากการสำรวจและสัมภาษณ์ของอาคารที่เลือกศึกษาซึ่งอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร นำมาสรุปเป็นตารางการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการออกแบบประเด็นต่างๆของงานสวนหลังคาของอาคารที่ศึกษา ซึ่งสามารถอธิบายถึงเหตุผลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงและมีการเปลี่ยนแปลงได้คือ

7.3.1) **เหตุผลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบงานสวนหลังคาของอาคารที่เลือกศึกษาสามารถสรุปได้คือ**

ประเด็นต่างๆ ที่ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบที่จะช่วยให้การใช้สอยมีประสิทธิภาพ ประกอบกับความรู้ด้านนี้มีการถ่ายทอดจากการศึกษาและการออกแบบก่อสร้างจริงต่อเนื่องกันมา ทำให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง จึงสรุปได้ว่ารูปแบบที่ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงนี้ยังคงเหมาะที่ได้รับการนำไปใช้หรือควรมีในการออกแบบสวนหลังคาต่อไปได้

7.3.2) **เหตุผลที่มีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบงานสวนหลังคาของอาคารที่เลือกศึกษาสามารถสรุปได้คือ**

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของการออกแบบสวนหลังคาสวนหลังคาของอาคารที่ศึกษาจากการศึกษาวิเคราะห์สามารถสรุปเหตุผลได้คือ

1) แนวความคิดที่เปลี่ยนแปลงตามยุคสมัย
2) เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลง
3) การประยุกต์ใช้รูปแบบของวิทยาการที่เปลี่ยนไป
4) การประยุกต์ใช้วัสดุที่เปลี่ยนไป

1) แนวความคิดที่เปลี่ยนแปลงตามยุคสมัย

การออกแบบสวนหลังคาสวนหลังคาของอาคารที่ศึกษามีแนวความคิดที่เปลี่ยนแปลงตามยุคสมัยสามารถอธิบายได้คือ

1.1) แนวความคิดการออกแบบ ด้วยการสร้างบรรยากาศของสวนหลังคาที่เปลี่ยนไป ได้แก่จากเดิมมีแนวความคิดเป็นสวนเมืองร้อนแบบโปร่งกลายมาเป็นสวนเมืองร้อนแบบหนาแน่น เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากความต้องการของผู้ใช้สวนมีความต้องการสัมผัสกับบรรยากาศของสวนป่าเขตร้อนชื้นที่เป็นเอกลักษณ์ของประเทศทางแถบภูมิภาคฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ที่ชัดเจนหรือออกไปทางสวนแบบบาหลี หรือการสร้างบรรยากาศของสวนดูโล่งโปร่งกลายมาเป็นการสร้างบรรยากาศดูลึกลับมีมิติลึกเข้าไป เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเริ่มมีแนวความคิดที่ต้องการให้สวนดูมีความน่าสนใจน่าค้นหามากขึ้นมิใช่การเปิดเผยพื้นที่สวนทั้งผืน เป็นต้น

1.2) พืชพันธุ์ นั่นคือ เดิมนิยมใช้พืชที่เป็นพืชใบเล็ก, ใบละเอียด และพืชใบเป็นแฉก แต่ต่อมาเริ่มมีการใช้พืชที่เป็นพืชใบใหญ่เป็นแผ่นเป็นแผง เช่น กล้วยพัด เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปัจจุบันสวนหลังคาที่ถูกออกแบบในพื้นที่กรุงเทพฯมักเป็นสวนเมืองร้อนแบบป่าทึบดิบชื้น ทำให้พืชพันธุ์ที่ใช้ต้องเป็นพืชพันธุ์ที่มีภูมิอากาศเขตร้อนชื้นเป็นแบบป่าดิบชื้น ความชัดเจนของการเลือกใช้พืชพันธุ์จึงมักเป็นพืชที่มีใบใหญ่เป็นแผ่นหรือเป็นแผง

1.3) งานแสงสว่าง นั่นคือ การให้แสงสว่างโดยใช้ดวงโคมติดกับเสาสูงเปลี่ยนเป็นการให้แสงสว่างโดยใช้ดวงโคมติดกับเสาสูงระดับต่ำและเปลี่ยนเป็นการให้แสงสว่างโดยใช้แบบปักดวงโคมที่พื้นดินส่องขึ้น เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากความต้องการสร้างบรรยากาศของสวนหลังคาในเวลาค่ำคืนให้รู้สึกสลัวเหมือนอยู่ท่ามกลางธรรมชาติและได้อารมณ์ที่สามารถสร้างความรู้สึกน่าสนใจน่าค้นหา

1.4) งานประติมากรรม นั่นคือ เดิมไม่มีการประดับตบแต่งสวนด้วยงานประติมากรรมเปลี่ยนเป็นมีการตบแต่งด้วยงานประติมากรรมมากขึ้นโดยเป็นประติมากรรมแบบงานแกะสลักนูนสูงและงานลอยตัวเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในอดีตช่างฝีมือในการแกะสลักประติมากรรมหินทรายมีจำนวนน้อยและไม่ง้อลูกค้าทำให้งานแกะสลักหินทรายมีราคาสูงจึงไม่เป็นที่นิยมนำมาตบแต่ง แต่ต่างจากปัจจุบันที่มีช่างฝีมือด้านนี้มากขึ้นจึงต้องมีการแข่งขันกันในหมู่ช่างฝีมือ ทำให้ราคาถูกลงกว่าแต่ก่อน และหาได้ง่ายเพราะมีการผลิตมากขึ้น จึงมีการนำมาตบแต่งกันมากในช่วงหลังนี้

2) เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลง

เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นคือ จากเดิมใช้วัสดุกันน้ำซึมแบบแผ่น (Single-ply roof membrane) เปลี่ยนเป็นใช้วัสดุกันน้ำซึมแบบเหลว (Fluid-applied membrane) ด้วยวิธีกาทาทั่วพื้นที่สวนและต่อมาเปลี่ยนเป็นใช้วัสดุกันน้ำซึมเหลว (Fluid-applied membrane) แบบพ่นทั่วพื้นที่สวนแทน เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากวัสดุกันน้ำซึมแบบแผ่น มักถูกเปลี่ยนแปลงไปตามเทคโนโลยีการผลิตในช่วงนั้นๆ ของการใช้ทั่วโลก เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเรื่อยๆและมีความง่ายในการใช้มากขึ้น

3) การประยุกต์ใช้รูปแบบของวิทยาการที่เปลี่ยนไป

การออกแบบสวนหลังคาสวนหลังคาของอาคารที่ศึกษามีการประยุกต์ใช้รูปแบบของวิทยาการที่เปลี่ยนไป สามารถอธิบายได้คือ

3.1) การออกแบบโครงสร้างพื้นสวนที่เปลี่ยนไป คือ การทำคานคอนกรีตเสริมเหล็กวางตัวเฉพาะช่วงพาดระหว่างเสาเปลี่ยนเป็นการทำคานคอนกรีตเสริมเหล็กวางตัวถี่มากขึ้น

มิใช่วางตัวเฉพาะช่วงพาดระหว่างเสา เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการออกแบบสวนหลังคาปัจจุบันมีความต้องการให้ดูเน้นเป็นธรรมชาติมากกว่าแต่ก่อน ซึ่งมีส่วนประกอบ เช่น ต้นไม้, ดิน, น้ำ ที่มีปริมาณมากขึ้นส่งผลให้การรับน้ำหนักของโครงสร้างพื้นต้องมีสูง หรือการจัดวางต้นไม้ใหญ่ให้อยู่ในตำแหน่งหัวเสาของโครงสร้างเปลี่ยนเป็นไม่จำเป็นต้องจัดวางต้นไม้ใหญ่ให้อยู่ในตำแหน่งหัวเสาของโครงสร้าง เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการออกแบบสวนหลังคาในปัจจุบันของอาคารที่ศึกษามักนิยมทำโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความลึกมากและวางตัวอย่างถี่ๆ ทำให้ต้นไม้ใหญ่ที่มีน้ำหนักมากสามารถวางอยู่บนแนวคานหรือพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กได้เพราะทั้งคานและพื้นสามารถรับแรงกดของต้นไม้ใหญ่ได้แล้วจึงกระจายน้ำหนักสู่หัวเสา

3.2) ระบบระบายน้ำ จากเดิมใช้ระบบระบายน้ำแนวราบและระบายน้ำด้วยท่อรูพรุนก้างปลา (Lateral Drain) เปลี่ยนเป็นเพิ่มเติมระบบระบายน้ำแนวตั้งโดยมีท่อระบายน้ำวางในแนวตั้งใช้ร่วมกับระบบระบายน้ำแนวราบและระบายน้ำด้วยท่อรูพรุนก้างปลา (Lateral Drain) แบบเดิม เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากความต้องการให้สวนหลังคามีความเป็นธรรมชาติแบบสวนป่าดิบชื้นเมืองร้อนซึ่งมีจำนวนต้นไม้ที่มากกว่าสวนรูปแบบทั่วไปและมีความหลากหลายของพืชพันธุ์มากขึ้นตลอดจนความสูงต้นไม้สูงมากขึ้น การทำกระบะปลูกและหลุมปลูกจึงมีความลึกที่ลึกขึ้น การระบายน้ำจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องป้องกันมิให้น้ำเกิดการท่วมขังอันก่อให้เกิดความเสียหายให้แก่โครงสร้างพื้นสวนได้ หากมีระบบระบายน้ำเพียงระบบเดียวโดยเฉพาะฝนตกหนักการไหลระบายน้ำอาจไม่ทัน จึงต้องมีการพัฒนารูปแบบให้มีการระบายน้ำทางตั้งเพิ่มขึ้นมาช่วยอีกระบบหนึ่ง

3.3) ภาชนะปลูก จากเดิมผนังบ่อปลูกใช้โครงสร้างผนังเดียวกับกำแพงของโครงสร้าง (Tower) เปลี่ยนเป็นผนังบ่อปลูกแยกโครงสร้างออกจากอาคารสูง (Tower) เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการแยกโครงสร้างของผนังบ่อปลูกออกจากผนังอาคารสูง (Tower) ทำให้การรับแรงสองส่วนนี้ถูกแยกออกจากกัน และง่ายต่อการตรวจสอบ

เดิมผนังบ่อปลูกใช้เป็นผนังเดียวกับโครงสร้างกำแพงกันตกด้านหน้า (Facade) เปลี่ยนเป็นผนังบ่อปลูกแยกโครงสร้างออกจากกำแพงกันตกด้านหน้า (Facade) เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากโครงสร้างของผนังบ่อปลูกและกำแพงกันตกด้านหน้าถูกแยกออกจากกันทำให้ไม่มีผลกระทบที่ต่อเนื่องกันและกำแพงด้านหน้า (Facade) ไม่ต้องรับน้ำหนักจากแรงอัดของดินและน้ำที่อยู่ในหลุมปลูก ทำให้กำแพงซึ่งอยู่ด้านหน้าไม่ต้องซ่อมแซมเพราะโอกาสเสียหายมีน้อยมาก

3.4) งานปูพื้น จากเดิมงานปูพื้นวางบนโครงสร้างพื้นดาดฟ้าคอนกรีตเสริมเหล็กแบบเสาและคาน เปลี่ยนเป็นงานปูพื้นวางบนโครงสร้างที่ถูกยกสูงด้วยกำแพงรับน้ำหนักและเพิ่มตงคอนกรีตเป็นตระแกรงเพื่อวาง “แผ่นพื้นคอนกรีตมวลเบา” แทนพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก_เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเทคโนโลยีด้านคอนกรีตสำเร็จรูปได้พัฒนาขึ้นให้สามารถใช้งานได้หลากหลายรูปแบบมากขึ้นโดยมีประโยชน์มากกว่าเช่น การก่อสร้างมีความรวดเร็ว ความสูงของพื้นสามารถ

ถูกปรับเปลี่ยนได้ในช่วงเวลาที่ยังคงก่อสร้างอยู่ การรับน้ำหนักของโครงสร้างน้อยกว่าเพราะเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบากว่าคอนกรีตเสริมเหล็ก

4) การประยุกต์ใช้วัสดุที่เปลี่ยนไป

การออกแบบสวนหลังคาสวนหลังคาของอาคารที่ศึกษามีการประยุกต์ใช้วัสดุที่เปลี่ยนไปสามารถอธิบายได้คือ

4.1) การเลือกใช้วัสดุที่คำนึงถึงการป้องกันแสงแดด จากเดิมพื้นปูด้วยวัสดุปูที่มิได้ช่วยลดการจ้าของแสงแดดเช่น กรวดล้างเปลี่ยนเป็นการลดแสงจ้า (Glare) ของพื้นด้วยวัสดุปูพื้นลดแสง เช่น หินกาบดำ เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากวัสดุปูพื้นที่ช่วยลดความจ้าของแสงเช่น หินกาบดำ ปัจจุบันสามารถหาได้ง่ายและราคาไม่แพง

4.2) แผ่นใยกรองดิน จากเดิมใช้แผ่นใยกรองดินแบบผ้าที่เรียกว่าแผ่นจีโอเทคไทล์ (Geotextile) เปลี่ยนเป็นใช้แผ่นใยกรองดินแบบตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกซ้อนกันสองชั้น เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากแผ่นใยกรองดินแบบตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกซ้อนกันสองชั้นมีราคาที่ถูกกว่าแผ่นจีโอเทคไทล์ (Geotextile) อยู่มากในขณะที่การใช้งานใกล้เคียงกันจึงทำให้เจ้าของโครงการเลือกใช้แผ่นใยกรองดินแบบตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกซ้อนกันสองชั้น

4.3) วัสดุปลูก จากเดิมการใช้สไตโรโฟมหนุนด้านล่างของหลุมปลูกกรณีหลุมปลูกลึกเกินเปลี่ยนเป็นการใช้เปลือกมะพร้าวหนุนด้านล่างของหลุมปลูกกรณีหลุมปลูกลึกเกิน เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการใช้เปลือกมะพร้าวหนุนด้านล่างของหลุมปลูกกรณีหลุมปลูกลึกเกินถึงแม้เป็นวัสดุธรรมชาติแต่มีผลดีมากกว่าเช่น สามารถลดน้ำหนักของวัสดุปลูกที่กระทำต่อโครงสร้างพื้นสวนให้น้อยลงได้ ราคาถูกหาได้ง่ายเป็นวัสดุธรรมชาติไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และรากสามารถชอนไชและหยั่งลึกได้ดี

4.4) วัสดุของภาชนะปลูก จากเดิมบ่อปลูกยกสูง (Raised planter) ใช้ผนังคอนกรีตฉาบด้วยกรวดล้างเปลี่ยนเป็นบ่อปลูกยกสูง (Raised planter) ใช้ผนังคอนกรีตปูด้วยหินทราย เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการรู้จักใช้ความงามในเนื้อแท้ของวัสดุธรรมชาติที่มีอยู่ออกมาใช้ประดับประดามากขึ้น ที่ต้องการสร้างบรรยากาศให้ดูกลมกลืนคล้ายความเป็นธรรมชาติให้มากขึ้น

4.5) งานที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ จากเดิมการทำบ่อน้ำปูผิวด้วยกระเบื้องเคลือบสีสดใสเช่น สีฟ้า เปลี่ยนเป็นการทำบ่อน้ำปูผิวผนังด้วยวัสดุธรรมชาติเช่นหินกาบสีดำหรือหินทราย เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปัจจุบันผู้ออกแบบและเจ้าของโครงการต้องการให้บ่อน้ำของสวนดูเป็นสีธรรมชาติ จึงใช้ความงามของเนื้อและสีวัสดุธรรมชาติมาใช้ในการปิดผิวของบ่อน้ำแทนการใช้กระเบื้องเคลือบสีสดใส

สรุปได้ว่าการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสวนหลังคาที่เลือกศึกษาพบว่า มีทั้งที่เปลี่ยนแปลงและไม่เปลี่ยนแปลง โดยประเด็นที่เปลี่ยนแปลงนี้มีทั้งเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีและเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ด้อยลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบสวนหลังคาที่รู้จักประยุกต์ใช้วิทยาการและวัสดุที่มีอยู่ได้อย่างรอบคอบ มองผลที่เกิดขึ้นในอนาคตได้ไกลเพียงไร

7.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการออกแบบสวนหลังคาของอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานครเกี่ยวกับแนวความคิดการออกแบบ ข้อพิจารณาพื้นที่ การก่อสร้าง องค์ประกอบงานออกแบบและงานบำรุงรักษาของสวนหลังคา เพื่อหาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการออกแบบ แนวทางเพื่อการออกแบบสวนหลังคาในพื้นที่กรุงเทพมหานครและพัฒนาการที่เกิดขึ้นของงานสวนหลังคาของอาคารที่ศึกษา โดยผลการวิจัยที่ได้จะมีลักษณะเป็นวงกว้างแบบภาพรวม เนื่องจากการศึกษานี้เลือกใช้สวนหลังคาเพียงสามแห่ง ผลที่ได้จึงครอบคลุมได้ไม่ทั้งหมด ประกอบกับการศึกษาในแต่ละแห่งได้ศึกษาในหลายประเด็น ในขณะที่มีเวลาจำกัด ดังนั้น งานวิจัยต่อๆไปจึงควรเป็นการวิจัยในลักษณะเจาะลึกประเด็นใดประเด็นหนึ่งให้ละเอียด และมีสวนหลังคาที่เลือกใช้ศึกษาที่มากพอ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการวิจัยประกอบการพิจาณาต่อการศึกษาว่ามีเพียงพอหรือไม่ นอกจากนั้นการวิจัยด้านนี้สามารถนำข้อมูลไปใช้เพื่อการวิจัยต่อได้ ดังนี้

1) จากการศึกษาเป็นการศึกษาสวนหลังคาที่อยู่บนอาคารในระดับสูง ในขณะที่สวนหลังคาบางแห่งอยู่ในระดับพื้นดิน เช่น สวนหลังคาบนลานหน้าอาคารซึ่งอยู่ระดับเดียวกับพื้นดินและด้านล่างเป็นชั้นใต้ดิน ดังนั้นแนวทางการออกแบบสวนหลังคาที่ต่างระดับกันนี้ อาจมีความแตกต่างกันบางประการ

2) จากการศึกษาเป็นการศึกษาสวนหลังคาที่อยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ดังนั้น หากเป็นพื้นที่จังหวัดอื่นที่มีภูมิอากาศและภูมิประเทศที่แตกต่างกัน แนวทางการออกแบบสวนหลังคาจะมีแนวทางที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

3) ควรมีการศึกษาถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมของขนาดพื้นที่สวนหลังคาต่อจำนวนผู้ใช้อาคาร ซึ่งสามารถศึกษาได้หลากหลาย เพราะมีอาคารหลายประเภทที่มีสวนหลังคา เช่น อาคารประเภทโรงแรม อาคารประเภทคอนโดมิเนียม อาคารประเภทสำนักงาน เป็นต้น

4) จากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงของสวนหลังคาที่เกิดขึ้นของอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานครขึ้นอยู่กับวัสดุและเทคโนโลยีการก่อสร้างสมัยใหม่ รวมทั้งแนวความคิดที่เปลี่ยนไป จึงเป็นที่น่าศึกษาว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสวนหลังคาในอนาคตที่มีการนำวัสดุ และเทคโนโลยีการก่อสร้างสมัยใหม่มาใช้ในการออกแบบจะมีรูปแบบอย่างไร

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จามรี อาระยานิมิตสกุล. **พืชพันธุ์และการออกแบบ**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

ชวลิต นิตยะ. **โครงสร้างในงานสถาปัตยกรรม**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ไชยยันตร์ กัมปนาทแสนยากร. **เมืองน่าอยู่**. กรุงเทพมหานคร: รุ่งเรืองสาสน์การพิมพ์, 2538.

เดชา บุญค้ำ. **งานภูมิทัศน์หลังคา**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

เดชา บุญค้ำ. **ต้นไม้ใหญ่ในงานก่อสร้างและพัฒนาเมือง**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

นิตยสารสารคดี. **โลกใบใหญ่ โลกใบเล็ก (ทำหลังคาโตเกียวเป็นสีเขียว)**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์กรุงเทพฯ(1984), 2545(กันยายน).

ปฏิกร ณ สงขลา. **อาษา 07:43 (ต้นไม้ในกระบะ)**. กรุงเทพมหานคร: โฟคัลอิมเมจพริ้นติ้งกรุ๊ป, 2543.

พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์. **เอกสารประกอบการสอนเรื่องเมืองน่าอยู่**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ม.ป.ป.

พิภพ อุดมอิทธิพงศ์. **ทำเมืองให้น่าอยู่**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มูลนิธิโกมลคีมทอง, 2539.

ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์. **สารพันปัญหาการก่อสร้างและต่อเติมบ้าน**. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2521.

ศุภกิจ ยิ้มสรวล. **การใช้สวนหลังคาเพื่อลดการถ่ายเทความร้อน**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

สมศักดิ์ คำปลิว. **การออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก**. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2521.

หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ. **โลกาภิวัตน์ (สวนหลังคา)**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยรัฐ, 2545 (9 สิงหาคม 2545).

ภาษาอังกฤษ

Alexandra d' Arnoux and Bruno de Laubadere. **Terraces & Garden of Paris**. Paris: Ita-printing, 2002.

Brian Clouston. **Landscape Design with Plants**. USA.: Van Nortrand Reinhold company, 1979.

Charles W. Harris & Nicholas T. Dines. Time-Saver Standards for Landscape Architecture. Singapore: McGraw-Hill, 1995.

David Stevens. Roof garden Balconies & Terraces. London: Mitchell Beazley, 1997.

Francisco Asensio. World of Environmental Design Business and corporation Parks, Roof Garden. Barcelona: Ganduxer, 1994.

Francis D.K. Ching. Building Construction Illustrated. New York: Van Nostrand Reinhold, 1943.

Harlow C. Landphair & Fred Klatt. Landscape Architecture Construction. New Jersey: Prentice Hall PTR, 1999.

Ivor Richards. T.R. Hamazah & Yeang: Ecology of the sky. Hongkong: Everbest Printing, 2001.

Ja (The Japan Architect). Vertical Garden. Japan: Shinkenchiku-sha, 1991.

Jack Kramer. Garden in the Sky., 1982.

James B. Root. Fundamentals of Landscape and Site Planning. USA: The AVI Publishing, 1985.

Joan Clifton. Courtyard & Terrace Gardens. Singapore: Anness Publishing, 2000.

John Brookes. Room Outside. London: Thames and Hudson, 1968.

Peter McHoy. Garden Floor. Great Britain: Headline book publishing, 1989.

Pierre Teasdale. Roof Decks Design Guidelines. Ottawa: Canada Mortgage and Housing Corporation,1979.

Richard C. Smardon, James F. Palmer and John P. Felleman. Foundation for Visual Project Analysis. USA.: John Wiley & Son, 1986.

Simon Bell. Design for Outdoor Recreation. Hongkong: Dah Hau, 1997.

Theodore Osmundson. Roof Garden History Design and Construction. New York: W.W. Norton & Company, 1999.

Theodore Osmundson. The Changing Technique of Roof Garden Design. New York: W.W. Norton & Company, 1999.

Tony Southard. Handbook of Urban Landscape (Information sheet landscape 42). New York, 1971.

http://www.cityfarmer.org/roofthesisintr.htm

http://www.construction.ntu.ac.uk/staffwebs/greenroofs/aboutGRandESB.htm

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ตัวอย่างของแผงลดแรงลม (Windscreen)

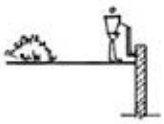
การใช้แผงลดแรงลม (Windscreen) เพื่อช่วยลดแรงลมมีรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การใช้กำแพงกันลมกระจกใสบนสวนหลังของอาคารธนาคารนิวอิงแลนด์เมอร์ชานท์สเนชั่นแนล (New England Merchants National Bank) ในบอสตันสูง 2.10 เมตร เพื่อป้องกันแรงลมและมองเห็นวิวได้เป็นอย่างดี แต่ควรพิจารณาเรื่องความแรงลมที่มาปะทะที่ต้องระวังกระจกแตกกระจาย ถ้าผืนใหญ่มากอาจใช้อะคลีลิคพิเศษแทนที่มีความใสไม่เป็นฝ้าขุ่นและไม่เป็นเลนส์ นอกจากนั้นแผงลดแรงลมสามารถอาจใช้เป็นแผงด้วยโครงสร้างไม้ซึ่งมีหลายรูปแบบตามรูป

รูปแสดงแผงลดแรงลมด้วยกำแพงกระจกใส ป้องกันการตกและมองเห็นวิวได้ดี
(Theodore Osmundson, 1999)

รูปแสดงแผงลดแรงลม (Wind screen) ด้วยโครงสร้างไม้แบบต่างๆ (David Stevens, 1997)

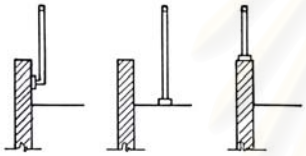
ตัวอย่างราวกันตกบนสวนหลังคาเพื่อป้องกันอันตราย

รูปแสดงราวกันตกสูง 107 เซนติเมตร อยู่ด้านในด้านหน้า ปลูกพืชกั้นเพื่อเป็นตัวขวาง (Barrier) ป้องกันอันตราย

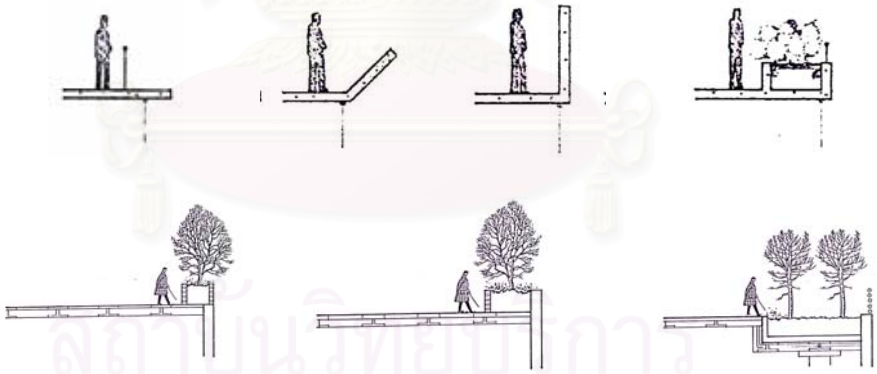


รูปแสดงราวกันตกติดอยู่ด้านข้างภายในของกำแพงบังหน้า (Parapet) รวมสูง 107 เซนติเมตร

รูปแสดงราวกันตกติดบนกำแพงบังหน้า (Parapet) รวมสูง 107 เซนติเมตร ปลูกพืชเพื่อแยกให้ห่างจากราวป้องกันอันตรายและ ปิดบังราวไม่ดูน่าเกลียด



รูปแสดงแบบการยึดราวกับกำแพงบังหน้า (Parapet) แบบต่างๆ โดยความสูงรวมต้องมากกว่า 107 เซนติเมตร



รูปแสดงตัวอย่างรูปแบบที่ใช้ป้องกันการตกจากสวนหลังคาแบบต่างๆ (Pierre Teasdale, 1979)

การคำนวณหาน้ำหนักของสวนหลังคา

การคำนวณน้ำหนักที่กระทำต่อโครงสร้างหลังคามักหาค่าเฉลี่ยของการรับน้ำหนักในหน่วยพื้นที่ตารางฟุตหรือตารางเมตรว่ารับน้ำหนักเท่าใดโดย

1. ทำการเลือกช่วงคานและเสาที่พาดกว้างที่สุดเพื่อเป็นพื้นที่สำหรับคำนวณ
2. มีวัสดุอะไรอยู่ในตำแหน่งไหนมากที่สุด

3. คำนวณหาวัสดุที่ใช้เป็นลูกบาศก์ฟุต จากความกว้าง ความยาว และความลึก หาค่าน้ำหนักของวัสดุนั้นๆว่ามีน้ำหนักเท่าใด ในหน่วยปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต

ตัวอย่างการคำนวณเพื่อหาน้ำหนักของพื้นที่

สมมติพื้นที่หนึ่งเป็นพื้นที่ช่วงพาดของคานกว้างที่สุด และรับน้ำหนักวัสดุมากที่สุด คือ มีหินชนวน งานอิฐ และบ่อน้ำพลาสติก วางอยู่ในตำแหน่งนั้นๆ การคิดเริ่มคิดพื้นที่ 1 ตารางฟุต

1. หินชนวน (expanded shale)

- depth 3 inch = 0.25 foot
- width 1 foot
- length 1 foot
- The weight of expanded shale 45 pounds per cubic foot

: expanded shale volume = 0.25 X 1 X 1 = 0.25 cubic foot

ดังนั้น มีน้ำหนัก = 0.25 X 45 = 11.25 pounds

2. งานอิฐ (brickwork)

- depth 2 feet
- width 8 inches = 0.666 foot
- length 1 foot
- The weight of brickwork 115 pounds per cubic foot

: brickwork volume = 0.666 X 2 X 1 = 1.333 cubic feet

ดังนั้น มีน้ำหนัก = 1.333 X 155 = 153.18 pounds

3. บ่อน้ำพลาสติก (plexiglas pond)

- depth 4 inches = 0.333 foot
- width 1 foot
- length 4 inches = 0.333 foot
- The weight of plexiglas pond (มีน้ำหนักที่เบา คิดเฉพาะน้ำที่ใส่ลงไป)
- น้ำ (water) มี weight = 62.4 pounds per cubic foot

: plexiglas pond เมื่อใส่น้ำ มี volume = 0.333 X 0.333 X 1 = 0.1109 cubic foot

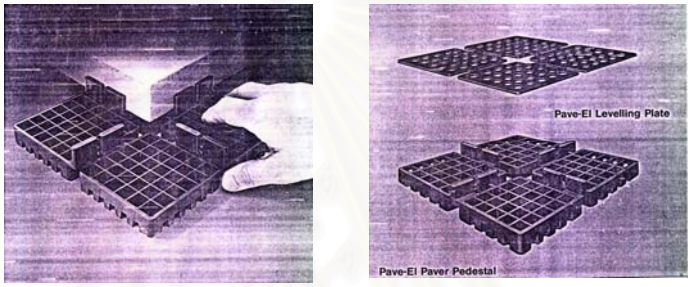
ดังนั้น มีน้ำหนัก = 0.1109 X 62.4 = 6.92 pounds

: รวมทั้งหมดในพื้นที่ 1 ตารางฟุต รับน้ำหนักได้ = 11.25 + 153.18 + 6.92 = 171.35 pounds

ค่าที่ได้นี้เป็นค่าน้ำหนักของพื้นที่ 1 ตารางฟุต ว่ามีกี่ปอนด์ ซึ่งต้องพิจารณาด้วยว่าพื้นที่ข้างๆมีน้ำหนักเบากว่าพื้นที่ที่คำนวณหรือไม่ ซึ่งควรเบากว่า เพราะพื้นที่ที่คำนวณได้จะกระจาย ไปรอบข้าง และเป็นค่าน้ำหนักที่ปลอดภัยสำหรับพื้นที่ทั้งหมด ดังนั้นน้ำหนักในพื้นที่ 1 ตารางฟุตนี้จะสามารถนำไปคำนวณการรับน้ำหนักทั้งหมดของพื้นหลังคาได้

ตัวอย่างของชั้นระบายน้ำแบบพลาสติกสำเร็จรูป

ชั้นระบายน้ำแบบพลาสติกสำเร็จรูปที่ชื่อ “PAVE-EL” จากสหรัฐอเมริกาใช้เฉพาะกับงานส่วนที่เป็นพื้นดาดแข็ง (Hardscape) มีรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดมีสองขนาด 5x5 นิ้ว และ 7x7นิ้ว ขนาดเล็กเนื่องจากต้องการให้สามารถรับน้ำหนักได้มาก



รูปแสดงชั้นระบายน้ำแบบพลาสติกสำเร็จรูปที่ชื่อ “PAVE-EL”

(The Construction Specifications Institute,1984)

ตังอย่างรูปแบบของฝาระบายน้ำแบบต่าง ๆ

Sediment bucket เป็นแบบที่ถอดล้างทำความสะอาดได้ง่ายด้วยการดึงแกนเหล็กตรงกลาง

Dome grate เป็นแบบหัวโดมนูนขึ้น ป้องกันการอุดตันของเศษไม้เศษขยะ แต่อาจเดินสะดุดได้ จึงพึงระวังในการจัดวางตำแหน่งของฝาท่อแบบนี้

Hinge grate เป็นแบบที่สามารถปรับองศาของฝาได้เพื่อใช้ตามแต่กรณี ยกฝาเอียงขึ้นเมื่อพื้นที่เริ่มมีเศษไม้เศษขยะมากขึ้น

Square top เป็นแบบยึดเชื่อมกับโครงสร้างพื้นคอนกรีตเป็นเนื้อเดียวกันด้วยข้อต่อของท่อ เรียบเสมอไปกับพื้นทางเดิน

ตัวอย่างดินปลูกสังเคราะห์

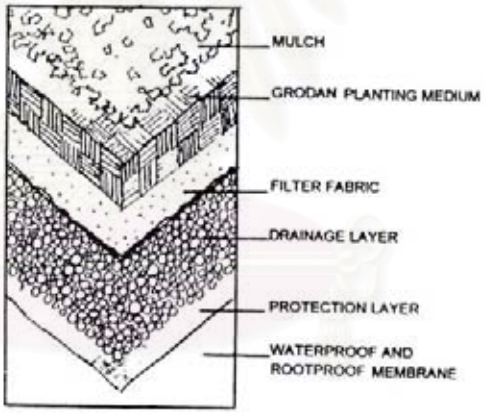
เม็ดไลก้า (Leca) ซึ่งผลิตขึ้นโดยใส่หินชนวน (shale or slate) หรือดินเหนียว (Clay) ลงในเตาเผาด้วยอุณหภูมิสูง 2,100 °F (1,150°C) จนกระทั่งแตกเป็นเม็ดกลม (Round pellets) ทำให้ตัวมันเกิดเป็นช่องอากาศเล็กๆเป็นรูพรุนโดยรอบซึ่งมีคุณสมบัติคือ มีรูพรุนจำนวนมากจึงทำให้การแทรกซึมของน้ำเป็นไปสะดวก น้ำหนักเบากว่าคือ มีน้ำหนัก 450 กิโลกรัมต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตร ทนต่อการเน่าเปื่อยและเสื่อมสภาพ อันเกิดจากการท่วมขังของน้ำ สามารถทนต่อสารเคมีดี มีค่า pH ที่ 6.6-7.5 ซึ่งไม่มีผลต่อสภาพความเป็นกรด ไม่รวมตัวเกาะแน่นเป็นก้อน รากพืชสามารถชอนไชได้ดี

รูปแสดงเม็ดไลก้า (Leca) ตัดให้เห็นภายใน (Theodore Osmundson, 1999)

ไดอโทแมทซ์เอิร์ท (Diatomaceous earth) ผลิตที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ถูกใช้อย่างกว้างขวางโดยเฉพาะงานสวนหลังคา นอกจากนั้นมักถูกนำมาใช้เป็นไส้กรองของระบบกรองน้ำของสระว่ายน้ำ มีคุณสมบัติคือ ปราศจากการเน่าเปื่อย ดูดซับน้ำ รักษาน้ำไว้ได้ดี มีความแข็ง น้ำหนักเบา ไม่รวมตัวเป็นก้อน สามารถเก็บสารอาหารเพื่อหล่อเลี้ยงต้นไม้ได้เพิ่มจากดินทั่วไป 40% การผสมดินปลูกไดอโทแมทซ์เอิร์ท 10% ดินทั่วไป จะทำให้มีผลต่อการเติบโตของพืช 25% ทั้งความสูงและราก การผสมไดอโทแมทซ์เอิร์ทนี้ แนะนำให้ผสมลงไปในส่วนผสมของดินประมาณ 5% ถึง 20%

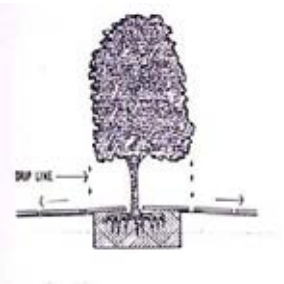
รูปแสดงดินปลูกสังเคราะห์ชื่อไดอโทแมทซ์เอิร์ท (Theodore Osmundson, 1999)

ดินปลูกกรอแดน (Grodan Planting Medium) ถูกพัฒนาในประเทศเดนมาร์คประกอบด้วยแผ่นหรือก้อนโฟมชนิดพิเศษของไฟเบอร์ที่เป็นใยหินบะซอลท์ (Basalt rockwool fiber) ซึ่งบางครั้งถูกนำมาใช้เป็นฉนวนกันความร้อน ทำหน้าที่คล้ายกับอ่างเก็บน้ำ สำหรับการเติบโตของพืช เมื่อแห้งจะมีน้ำหนักที่เบามาก ง่ายต่อการถือและตัดเป็นรูปร่างต่างๆ ใน 1 แพ็ค จะมีน้ำหนักเพียง 11.5 กิโลกรัม จะปกคลุมพื้นที่ได้ 1.62 ตารางเมตร สามารถรองรับการเดินจากเจ้าหน้าที่ดูแลสวนได้ ใช้สำหรับการปลูกพืชประเภทไม้พุ่ม นอกจากนั้นสามารถนำมาใช้กับระบบปลูกพืชบนหลังคาที่มีความลาดเอียงได้ ใช้มากในอเมริกา

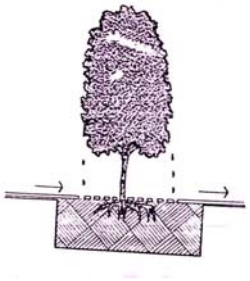


รูปแสดงตำแหน่งของดินปลูกกรอแดน (Theodore Osmundson, 1999)

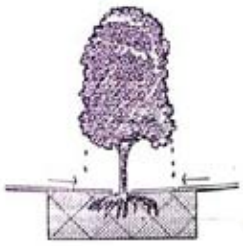
ความสัมพันธ์ของแนวหยดน้ำ (Drip line) ของทรงพุ่มต้นไม้ที่มีผลต่อการเก็บกักน้ำในบ่อปลูกต้นไม้



รูปแสดงเส้นแนวหยดน้ำ (Drip line) อยู่นอกขอบเขตการเก็บกักน้ำของบ่อปลูก (pit) ทำให้น้ำไหลออกด้านข้างในขณะที่พื้นภายนอกมีการลาดเอียงออกทางด้านข้าง ทำให้พืชได้น้ำไม่เพียงพอ (Insufficient water) (Brian Clouston,1979)

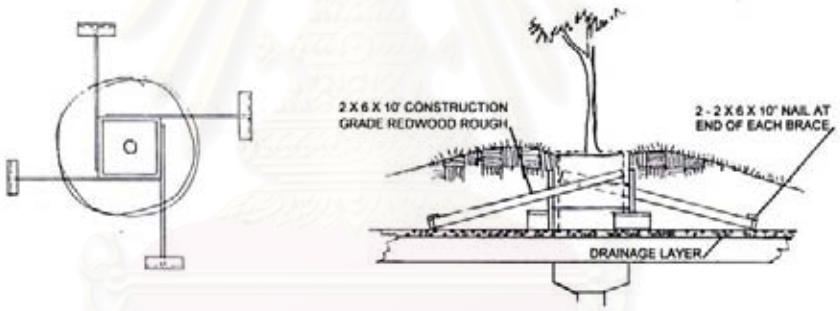


รูปแสดงบ่อปลูกขนาดใหญ่จะสามารถรองรับน้ำจากแนวหยดน้ำ (Drip line) ลงสู่ดิน น้ำจะสามารถไหลเข้าไปในพื้นรอบโคนต้นแบบที่มีช่องเปิด (Open-jointed paving) หรือตะแกรง (Tree grille) หรือพืชคลุมดิน (Ground cover) ในขณะที่พื้นเอียงทางหนึ่ง น้ำจะไหลผ่านหน้าดิน ทำให้ไม่เกิดการขังของน้ำ แต่จะสะสมน้ำได้ในระดับเพียงพอ (Adequate water) เท่านั้น (Brian Clouston,1979)



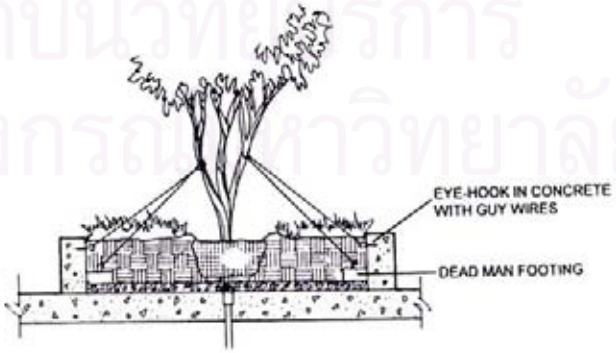
รูปแสดงการทำพื้นภายนอกเหมือนจานที่ลาดเอียงเข้าบ่อปลูกและบ่อปลูกมีขนาดใหญ่กว่าแนวหยดน้ำ (Drip line) ทำให้เกิดการเก็บกักน้ำอย่างเต็มที่ ทำให้ต้นไม้ดูดซึมน้ำได้ดี แต่หากการระบายน้ำไม่ดีพออาจเกิดปัญหารากพืชเน่าได้ อันเกิดจากการแช่น้ำของรากพืชในบ่อปลูกที่มีน้ำมากเกิน (Too much water) (Brian Clouston,1979)

การยึดต้นไม้บนสวนหลังคาเพื่อป้องกันการโค่นจากการปะทะแรงลมของทรงพุ่มต้นไม้



รูปแสดงการซ่อนไม้ยึดใต้ดินเพื่อป้องกันการโค่นจากการปะทะแรงลมของทรงพุ่มต้นไม้

(Theodore Osmundson, 1999)



รูปแสดงการยึดต้นไม้ด้วยลวดสลิงเพื่อป้องกันการโค่นจากการปะทะแรงลมของทรงพุ่มต้นไม้

(Theodore Osmundson, 1999)

การคำนวณหาน้ำหนักของต้นไม้ที่กระทำต่อพื้นหลังคา

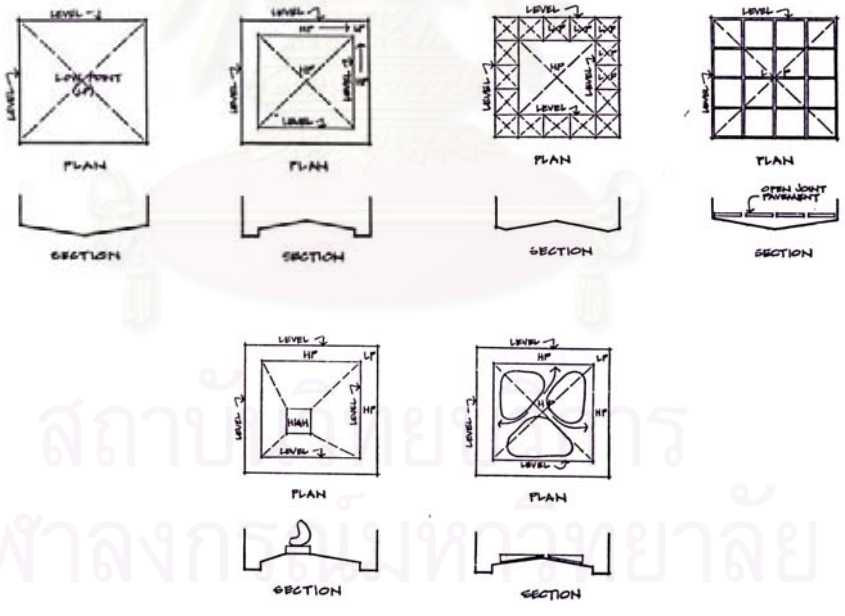
ควรคำนวณต้นไม้ที่เจริญเติบโตเต็มที่ (Mature tree) ซึ่งจะเป็นค่าน้ำหนักที่มากที่สุด โดยการคำนวณจะหาค่าของน้ำหนักเป็นจุด (Point load) ที่กระทำต่อหลังคา เช่น ต้นไม้สูง 3 ฟุต หนัก 300 ปอนด์ ปลูกในกระบะปลูกกว้าง 3 ฟุต ยาว 3 ฟุต

<u>การคำนวณเพื่อหาน้ำหนักที่กระทำต่อหลังคาของต้นไม้</u>

คิดเฉพาะผิวสัมผัสกับหลังคาของกระบะปลูก 3 x 3	=	9	ตารางฟุต
ต้นไม้มีน้ำหนัก	=	300	ปอนด์
ดังนั้น น้ำหนักของต้นไม้ที่กระทำต่อหลังคา	=	300 / 9	ปอนด์ / ตารางฟุต
	=	<u>33</u>	ปอนด์ / ตารางฟุต

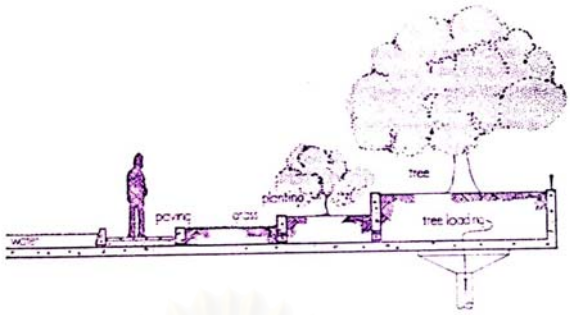
ในอีกทางพบว่า หากรากต้นไม้แผ่กระจายได้รัศมีที่มีมากกว่า 9 ตารางฟุต กรณีที่กระบะปลูกมีพื้นที่มากกว่านี้ ทำให้รากสามารถแผ่กระจายได้มากขึ้น การกระจายน้ำหนักของต้นไม้ในหนึ่งตารางฟุตจึงกระจายได้มากขึ้น ดังนั้นจึงสามารถรับน้ำหนักเพิ่มขึ้นได้อีก

รูปแบบก้นบ่อของกระบะต้นไม้ (Plant Containers) แบบต่าง ๆ เพื่อการระบายน้ำสำหรับงานสวนหลังคา



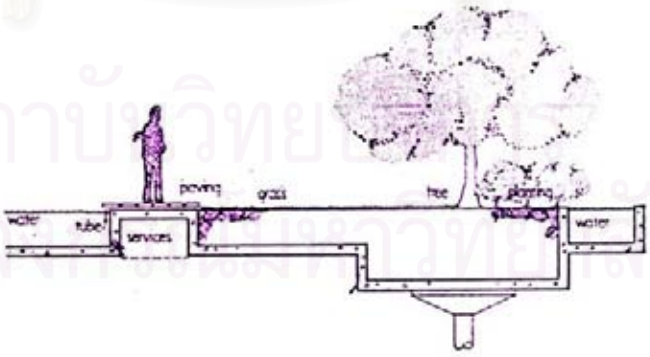
รูปแสดงก้นบ่อของกระบะต้นไม้ (Plant Containers) แบบต่างๆ
เพื่อการระบายน้ำสำหรับงานสวนหลังคา (A.S.L.A. Foundation, 1975)

การวางตำแหน่งของงานแผ่นปูพื้น (Paving) มีลักษณะคือ



รูปแสดงการวางแผ่นปูพื้น (Paving) ต่ำกว่าสวนปูวางบนโครงสร้าง
พื้นหลังคาคอนกรีตในกระถางก่อสูง (Raised planter) (Tony Southard, 1971)

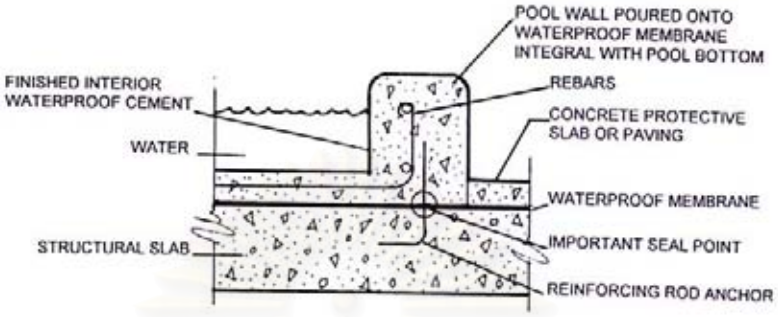
รูปแสดงการวางแผ่นปูพื้น (Paving) บนดินปลูก (Planting Media) ที่อัดแน่นเพียงพอ
ต่อการรับน้ำหนักในรูปแบบการยกเป็นเนินดิน (Earth berm) (Tony Southard, 1971)



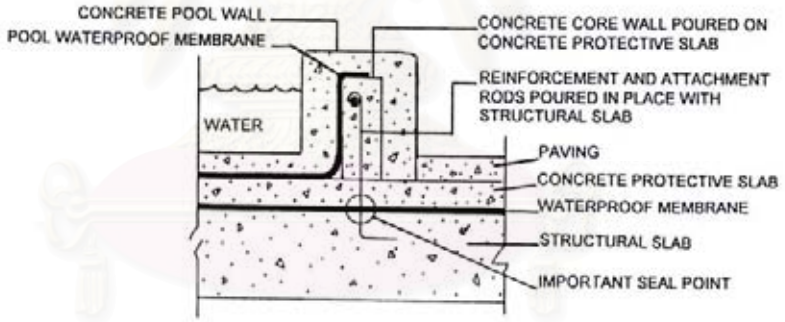
รูปแสดงการวางแผ่นปูพื้น (Paving) บนโครงสร้างที่ถูกยกสูงขึ้นเป็นระดับเดียว
กับพื้นหญ้าในบ่อหลุมปลูกที่พื้น (Depressed planter) (Tony Southard, 1971)

การทำบ่อหรือสระสำหรับงานสวนหลังคา

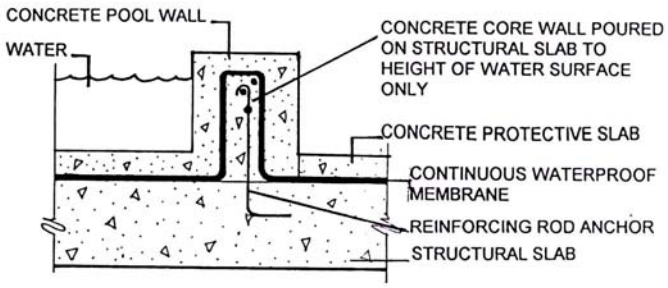
Charles W. Harris & Nicholas T. Dines (1995) อธิบายการทำบ่อหรือสระสำหรับงานสวนหลังคา ดังนี้



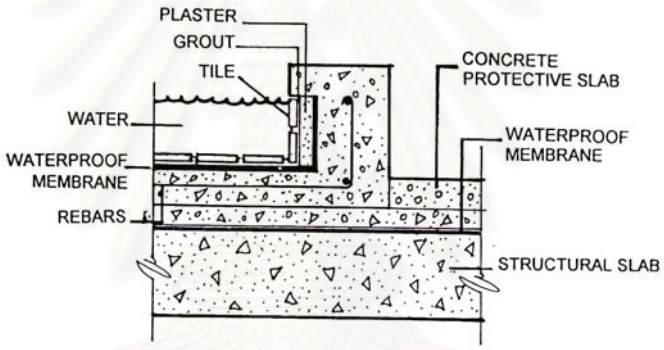
รูปแบบที่ 1 เป็นการก่อสร้างขอบคอนกรีต (RC. curb wall) วางอยู่บนวัสดุกันน้ำซึม (Waterproof membrane) เสริมเหล็กรีบาร์ (Re-bars) ภายในขอบคอนกรีต และเชื่อมโครงสร้างบ่อกับโครงสร้างพื้น (Structure slab) ด้วยแกนเหล็ก (Reinforce rod anchor) และต้องมีอุดกันน้ำซึม(Seal point) ที่มีประสิทธิภาพ



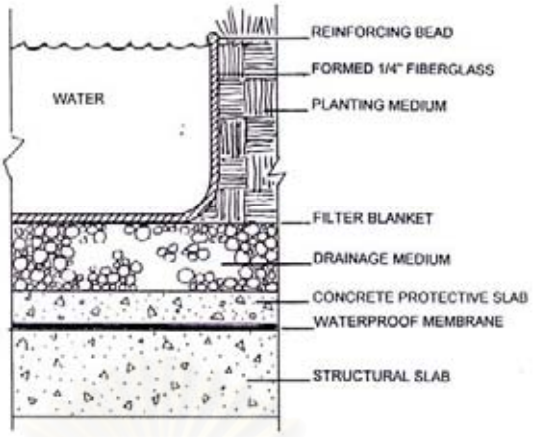
รูปแบบที่ 2 เป็นการใช้วัสดุกันน้ำซึม (Waterproof membrane) สองชั้น ชั้นแรกวางบนโครงสร้างพื้น (Structure slab) และทับด้วยแผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete protective slab) โดยเพิ่มแกนคอนกรีต (Concrete core wall) ซึ่งต้องยึดแน่นด้วยแกนเหล็ก (Reinforcement and attachment rods) กับโครงสร้างพื้น (Structural slab) และต้องอุดกันน้ำซึมให้ดี เหนือขึ้นมาปูด้วยวัสดุกันน้ำซึมสำหรับสระน้ำ (Pool waterproof membrane) อีกชั้นหนึ่งและต้องปูให้อยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับของผิวน้ำ จากนั้นเททับด้วยผนังสระคอนกรีต (Concrete pool wall) เป็นชั้นสุดท้าย



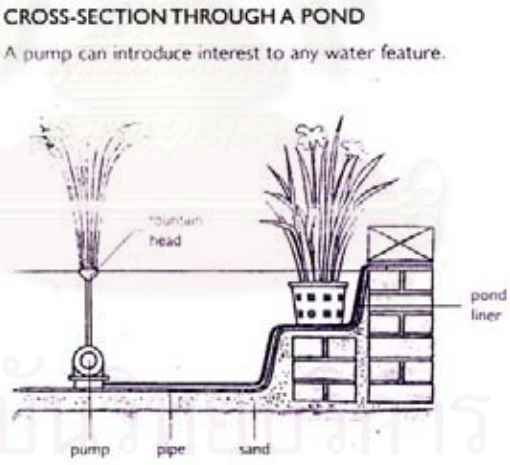
รูปแบบที่ 3 เป็นรูปแบบที่ใช้วัสดุกันน้ำซึม (Waterproof membrane) แผ่ไปตลอดแนวพื้นที่วางบนโครงสร้างพื้น (Structure slab) โดยจุดที่เป็นสระน้ำให้ใช้แกนคอนกรีต (Concrete core wall) ยึดกับโครงสร้างพื้น (Structure slab) ด้วยแกนเหล็ก (Reinforcing rod anchor) ซึ่งเหนือขึ้นไปปูด้วยวัสดุกันน้ำซึม (Waterproof membrane) จากนั้นเททับด้วยผนังสระคอนกรีต (Concrete pool wall)



รูปแบบที่ 4 เป็นรูปแบบนี้ใช้วัสดุกันน้ำซึม (Waterproof membrane) สองชั้น ชั้นแรกปูบนโครงสร้างพื้น (Structure slab) ทับด้วยแผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete protective slab) จากนั้นหล่อคอนกรีตเป็นสระน้ำ ทำด้วยโครงเหล็กรีบาร์ (Re-bars) และเททับด้วยวัสดุกันน้ำซึม (Waterproof membrane) อีกชั้นจากนั้นฉาบด้วยปูน (grout) ส่วนที่เป็นขอบคอนกรีต (RC. curb wall) ต้องฉาบด้วยปูนปลาสเตอร์ (Plaster) ก่อน จากนั้นปูกระเบื้อง (tile) หรือวัสดุอื่นได้ ข้อสังเกตการปูวัสดุกันน้ำซึมต้องให้สูงกว่าระดับผิวน้ำ



รูปแบบที่ 5 รูปแบบนี้ใช้กับบ่อเล็กๆ (small ponds) โดยปูลาดบนผิวแผ่นใยกรองดิน (Filter fabric) ที่ปูบนชั้นระบายน้ำ (Drainage medium) ด้วยไฟเบอร์กล๊าส (Fiberglass) หนา ¼ นิ้ว ทำเป็นรูปบ่อตามต้องการ ปลายบนของผืนไฟเบอร์กล๊าสทำเป็นปมกลม (Reinforcing bead) โดยรอบของปลายผืนไฟเบอร์กล๊าส โดยชั้นระบายน้ำ (Drainage medium) วางบนผิวของแผ่นคอนกรีตกันทะลุ (Concrete protection slab) ที่อยู่เหนือวัสดุกันน้ำซึมบนโครงสร้างพื้น (Structure slab)



รูปแบบที่ 6 นี้ David Stevens (1997) อธิบายว่า หากมีการออกแบบบ่อที่มีไม้น้ำให้โผล่เหนือระดับผิวน้ำเพื่อดูเป็นธรรมชาติ การออกแบบบ่ออาจวางไม้น้ำบนขั้นบันไดที่ได้รับการปรับระดับเพื่อให้ไม้น้ำอยู่ในระดับที่เหมาะสมดูเป็นธรรมชาติและควรคิดงานระบบเรื่องการเดินท่อของระบบต่างๆ เช่น ระบบการไหลเวียนของน้ำ ปั๊มน้ำ งานระบบไฟฟ้าใต้น้ำ เป็นต้น ที่ควรเก็บเรียบร้อยไม่รกรุงรังให้เห็นดูน่าเกลียดไปพร้อมกันด้วย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ	นายพชร เลิศปิติวัฒนา (เพชร)
วันเกิด	13 ตุลาคม 2516
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1 เหรียญทอง) มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ปีการศึกษา 2540
ที่อยู่	82 ซอยตากสิน 15 แขวงสำเหร่ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600
โทร	01-7340091, 02-8052230 กด 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย