

ลักษณะและคุณสมบัติเฉพาะของ
สถานที่ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษา

15

หัวข้อเรื่อง

1. ลักษณะเฉพาะของห้อง
2. หลักการทางอุโมงค์วิทยาในห้องแต่ละชนิด

สาระสำคัญ

1. เวทียกพื้น
2. โบลต์
3. โรงภาพยนตร์ : ระบบธรรมดา : ระบบสเตอริโอ
4. ชั้นเรียน
5. หอประชุมขนาดเล็ก
6. หอประชุมชุมชน
7. หอคอนเสิร์ต
8. หอประชุมขนาดใหญ่
9. หอประชุมเพื่อการอภิปราย
10. ห้องบรรยาย

จุดมุ่งหมาย

- เมื่อได้ศึกษาบทที่ 15 เรื่องลักษณะเฉพาะของสถานที่จบลงแล้วนักศึกษาสามารถ
1. บอกวิธีการใช้กระจกใสเป็นแผ่นสะท้อนเสียง
 2. อธิบายหลักการป้องกันเงาเสียงจากชั้นลอย
 3. เปรียบเทียบคุณสมบัติของเพดานทรงโค้งกับเพดานทรงเรียบเกี่ยวกับหลักทางอุโมงค์
 4. วิเคราะห์คุณสมบัติของการจัดที่นั่งชมชนิดรูปพัด
 5. อธิบายโครงสร้างตามหลักการอุโมงค์ของโรงละครคอนโอเปร่า

ลักษณะและคุณสมบัติเฉพาะของสถานที่

ลักษณะและคุณสมบัติโดยย่อของสถานที่ต่อไปนี้จะกล่าวเพียงย่อ ๆ เฉพาะคุณสมบัติเฉพาะตัวของสถานที่แต่ละแห่ง ส่วนหลักการใหญ่ ๆ ที่กล่าวมาในบทก่อน ๆ สามารถนำมาใช้ได้เกือบทุกกรณี

เวทีดนตรียกพื้น

1. ในกรณีที่ผู้ชมนั่งรอบ ๆ เวที การออกแบบจะใช้หลักการอันเดียวกับเวทีคอนเสิร์ตกลางแจ้ง
2. ถ้าผู้ชมนั่งรอบ ๆ เวที และจัดให้เพดานเป็นตัวสะท้อนเสียงหลังคาควรเป็นรูปโค้งแบบไส้กรอก หันด้านเข้าหาวงดนตรี
3. อาจใช้ฉากกระจกใสเพื่อกันลม และเป็นตัวสะท้อนเสียงได้เป็นอย่างดี
4. ฉาก, เวที อุปกรณ์บนเวทีจะต้องกำทอนเสียงได้ดี
5. ถ้าเวทีเป็นลักษณะวงโค้ง ทางเดินระหว่างที่นั่งจะทำหน้าที่สะท้อนเสียงไปสู่ผู้ชมด้วย
6. ที่นั่งแบบ TIERED สำหรับเวทีรูปโค้งจะช่วยให้การรับฟังได้ดีขึ้น
7. ถ้าเป็นไปได้ควรป้องกันผู้ชมจากเสียงรบกวนภายนอก และเสียงลมด้วยการปลูกต้นไม้รอบ ๆ

โบสถ์ (CHURCHES)

1. แบบและที่นั่งในโบสถ์จะถูกกำหนดโดยหลัก LITURGICAL มากกว่าหลักทางอุโฆษ
2. นอกจากนี้ภายในโบสถ์จะมีปัญหาเรื่องระบบอุโฆษเพราะความต้องการเสียงกระหึ่มที่แตกต่างกันระหว่างการเทศนาและเสียงออร์แกน หรือการร้องประสานเสียง
3. การตกลงใจว่าจะให้โบสถ์มีลักษณะทางอุโฆษอย่างไรจะขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของแต่ละโบสถ์

4. จำนวนผู้เข้าร่วมทำพิธีในโบสถ์จะเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งที่อาจนำมาพิจารณาเรื่องเสียงกระหึ่มได้

5. ความสูงของหลังคาเป็นไปตามความเหมาะสมของจำนวนคนซึ่งเป็นการยากแก่การควบคุมระบบอะโชม

6. วิธีแก้ไขปัญหามาจากความแตกต่างของเสียงกระหึ่มระหว่างการเทศนา กับดนตรีออร์แกนอาจทำได้โดย รักษาความกระหึ่มของออร์แกน หรือนักร้องประสานเสียงให้อยู่ในบริเวณจำกัด (โดยเฉพาะด้านหน้าเวที) ฉะนั้นส่วนที่เหลือที่เป็นที่นั่งจะเหมาะกับการเทศนาเป็นอย่างดี ในโบสถ์ของอังกฤษ (Anglican Church) จะมีการแยกเวทีและโต๊ะยืนเทศนาออกมาจากเวทีใหญ่อย่างชัดเจน

7. ถ้าแก้ปัญหาดังกล่าวแล้ว จะสามารถคำนวณช่วงเวลาการกระหึ่มของทั้งสองพื้นที่ได้ดีขึ้น

8. อย่างไรก็ตาม จำนวนที่นั่งภายในโบสถ์จะไม่เกี่ยวข้องกับช่วงเวลาของการกระหึ่มของเสียงที่นาน ๆ

9. สำหรับห้องประชุมย่อยในโบสถ์ (CHAPEL) ที่แยกออกมาจากห้องนมัสการขนาดใหญ่ ลักษณะทางอะโชมของห้องจะเป็นแบบเฉพาะของตัวมันเอง

10. ต้องใช้วัสดุที่มีผิวแข็ง สะท้อนเสียงรอบ ๆ นักร้องประสานเสียงและออร์แกน เพื่อให้ได้เสียงกระหึ่มที่ต้องการ

11. โครงสร้างภายในโบสถ์ที่เหมาะสมที่จะติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงมากที่สุดคือ เพดานหรือ ภายในหลังคา จะช่วยลดการกระหึ่มของเสียงเป็นจุด ๆ ไป

12. นอกจากนี้ วัสดุดูดซับเสียงอาจบุไว้ตามผนังรอบห้อง และผนังตรงกันข้ามกับ PULPIT ควรจะดูดและกระจายเสียง

13. แผ่นสะท้อนเสียงด้านข้างใกล้ ๆ PULPIT จะทำให้ได้เสียงดีขึ้นโดยเฉพาะให้ทำมุมลักษณะเสียงสะท้อนสองจังหวะไปยังผู้ฟัง

โรงภาพยนตร์ : ระบบเสียงธรรมดา

1. แผนผังของโรงภาพยนตร์จะคิดถึงการมองเห็นจอฉายมากกว่าโรงละครโดยทั่วไป เช่น รูปพัดแคบ ๆ

2. การแก้ปัญหาเรื่องที่นั่งแถวหลังห่างจากจอมากเกินไป อาจใช้ยกชั้นระเบียง

โดยเฉพาะในโรงภาพยนตร์ที่จะบรรจุผู้ชมมาก ๆ

3. ถึงแม้ว่าจะแก้ปัญหาตามข้อสองได้แล้ว แต่ที่นั่งข้างหน้ายังอาจมีปัญหา ต้องติดตั้งตัวสะท้อนเสียงข้างบน หรือออกแบบหลังคาให้เกิดการสะท้อนที่ดี วิธีการดังกล่าวทำได้ดีกว่าในโรงละครคอนเสิร์ตเพราะแหล่งกำเนิดเสียงจะอยู่กับที่

4. เครื่องขยายเสียงควรอยู่ตรงกลางด้านหลังของจอ

5. ผังด้านข้างควรกระจายเสียง และพื้นผิวบางตอนดูดซับเสียงได้เพื่อลดเสียงกระหึ่ม

6. ผังด้านหลังจะต้องดูด และกระจายเสียง

7. ความเอียงลาดของพื้นจะน้อยกว่าในโรงละครคอนเสิร์ต เพื่อให้มองเห็นจอภาพยนตร์ทุกระดับ จนถึงด้านริมล่างของจอ และไม่ทำให้เครื่องขยายเสียง และลำโพงอยู่ต่ำเกินไป

8. ตรวจสอบเสียงก้องในทุก ๆ มุมของโรงภาพยนตร์

9. พื้นที่ทั้งหมดด้านหลังจอจะต้องดูดซับเสียงเท่านั้น

10. ต้องคำนวณเผื่อสำหรับจำนวนคนตั้งน้อยสุดถึงมากที่สุดสำหรับที่นั่งต้องดูดซับเสียงได้ดี

11. ช่วงเวลากระหึ่มของเสียงไม่ควรเกิน 1 วินาที เพราะเสียงกระหึ่มสามารถเพิ่มเข้าไปในฟิล์มได้

โรงภาพยนตร์ : ระบบเสียงสเตอริโอ

1. ระบบเสียงสเตอริโอทำให้การออกแบบระบบบอโมซ์ เปลี่ยนแปลงทั้งหมดเพราะลำโพงจะติดตั้งอยู่รอบ ๆ โรงภาพยนตร์

2. จะต้องไม่สับสนระหว่างเสียงสะท้อนกับเสียง ผลพิเศษที่สร้างขึ้น

3. พื้นผิวผนังทุกส่วนจะต้องดูดซับเสียง หรือกระจายเสียงได้ด้วยยิ่งดี

4. หลังคาไม่ควรเป็นแบบตรงหรือขนาน แต่ควรเป็นลักษณะอื่นที่สามารถกระจายเสียงได้ด้วย

5. หลังจากปรับปรุงระบบดังกล่าวได้แล้ว ต่อไปคือการป้องกันเสียงก้องและคลื่นนิ่ง โดยเฉพาะมุมที่จะทำให้เกิดเสียงก้อง และเสียงสะท้อนจากผนังกันด้านหน้าของระเบียงยก

6. การตัดแปลงโรงภาพยนตร์ระบบเสียงโมโนมาเป็นระบบเสียงสเตอริโอ จะต้องคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์ทุกอย่างรวมเข้าไว้ในระบบบอโมซ์ด้วย

7. การใช้ฉากสะท้อนเสียงชนิดยืดหด พับเก็บได้ สามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้มาก

8. ต้องคำนึงถึงขนาดบรรจุคนหลาย ๆ ขนาด และที่นั่งสามารถดูดซับเสียงได้มากที่สุด

9. ถ้าเป็นไปได้ลำโพงที่หันหน้าตรงจากเวทีไปยังด้านหลังไม่อยู่ใกล้ผู้ชมด้านหน้าจนเกินไป

10. ช่วงเวลากระหึ่มของเสียงไม่ควรเกิน 1 วินาที เพราะเสียงกระหึ่มอยู่ในฟิล์มแล้ว

ชั้นเรียน (CLASSROOM)

1. ห้องเรียนไม่ควรจะเกิดเสียงกระหึ่มหรือก้องมากเกินไปจะทำให้เกิดเสียงรบกวนมาก
2. เพดาน, ผนังด้านหลังห้อง ต้องดูดซับเสียงได้
3. วัสดุที่เหมาะสมสำหรับบุเพดานจะเป็นชนิดแผ่นกระเบื้องยางรู และ SOFT PINNING BOARD สำหรับเพดาน
4. วัสดุดูดซับเสียงควรจะช่วยลดเสียงกระหึ่มลงถึง 3/4 วินาที

ห้องประชุมขนาดเล็ก (COMMITTEE ROOM)

1. ที่นั่งควรจัดในลักษณะที่ทุกคนมีโอกาสมองเห็นหน้ากันหมด พยายามเลี่ยงการจัดที่นั่งแบบขนานกันและมีขนาดยาว
2. ปริมาตรของห้องกับความสูงของเพดานควรจะมีเหมาะสม
3. การป้องกันเสียงกระหึ่มสามารถทำได้โดยบุผนังรอบ ๆ ที่นั่งด้วยวัสดุดูดซับเสียง
4. ถ้าเป็นห้องที่มีขนาดพอจะทำให้เกิดเสียงก้อง หรือเกือบก้อง จะต้องติดตั้งวัสดุประเภทกระจาย หรือดูดเสียง ตามผนังและมุมห้องต่าง ๆ
5. เพดานราบตรงจะช่วยให้เสียงได้ยินทั่วถึงทุก ๆ คน ควรบุผิวโต๊ะด้วยวัสดุกระจายเสียง เพื่อป้องกันการสะท้อนเสียงระหว่างเพดานกับโต๊ะประชุม
6. ที่นั่งจะต้องดูดซับเสียงได้ดี พื้นควรบุพรมนุ่ม, หนา
7. ช่วงเวลาของเสียงกระหึ่มไม่ควรเกิน 3/4 วินาที

หอประชุมของชุมชน

1. หอประชุมชนเป็นสถานที่จัดงานหลายประเภทจึงยากแก่การจัดระบบอุโมงค์ด้วยเหตุผลที่ว่า

- ก) งานแต่ละประเภทต้องการเสียงกระหึ่มแตกต่างกัน

- ข) จำนวนคนมีมากน้อยต่างกันในแต่ละงาน
 - ค) จะต้องจัดพื้นที่เด่นไว้ส่วนหนึ่งด้วย
2. ต้องคำนึงถึงการมองเห็น ฉะนั้นต้องกว้างมากกว่ายาว
 3. ยกชั้นสำหรับที่นั่งด้านหลังถ้าเป็นไปได้
 4. หรืออาจใช้วิธียกเป็นชั้นลอย ทำให้เพิ่มที่นั่งได้อีก
 5. ติดตั้งตัวสะท้อนเสียงทั้งด้านบน และด้านข้างเพื่อช่วยให้ด้านหลังได้ยินดีขึ้น
 6. กั้นด้านหน้าเวทีด้วยวัสดุสะท้อนเสียง เพื่อให้การแสดงดนตรีนำฟังยิ่งขึ้น
 7. ติดตั้งวัสดุกำทอนเสียงให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้เช่น เวทีผนังด้านหน้าเวที ฉากกำทอนเสียง เพื่อชดเชยเสียงกระหึ่มที่มีช่วงเวลาสั้น ๆ
 8. เก้าอี้บุรองจะดีกว่าเก้าอี้ไม้
 9. ถ้ามีคนเข้ามาในหอประชุมบ่อยควรจัดที่นั่งได้ใหม่
 10. ผนังด้านข้างควรกระจายเสียง รวมทั้งม่านตามหน้าต่าง ฯลฯ
 11. ผนังด้านหลังจะต้องดูดซับเสียง และควรกระจายเสียงด้วยยิ่งดี โดยเฉพาะหอประชุมที่มีรูปร่างยาว
 12. ป้องกันเสียงก้องจากมุมระหว่างผนังห้องด้านหลังและเพดาน
 13. โดยทั่วไปเสียงพูดจะสำคัญที่สุด จึงควรจัดให้ระยะเวลาของการกระหึ่มเสียงสั้น ๆ เพื่อให้เหมาะทั้งเสียงพูด เสียงภาพยนตร์และการเด่นรำ โดยเฉลี่ยช่วงเวลากระหึ่มของเสียงจะอยู่ราว ๆ 1/4 วินาที ถึงแม้ว่าเสียงดนตรีจะขาดความไพเราะไปบ้าง

หอประชุมแสดงคอนเสิร์ต (CONCERT HALLS)

1. การวางแบบแปลนอาจเป็นไปได้ทุกรูปแบบ แต่ลักษณะด้านเท่าจะดีกว่าแบบยาว เพราะการรับฟังเสียงเป็นไปอย่างทั่วถึงกว่า หนึ่งรูปวางแบบด้านเท่าจะช่วยให้การจางหายของเสียงกระหึ่มเป็นไปอย่างธรรมชาติมากกว่า
2. ที่นั่งจัดแบบรูปพัด (FAN-SHAPED) จะได้เปรียบเรื่อง การบรรจุที่นั่งได้มากกว่า รับฟังเสียงได้ทั่วถึงดีกว่า
3. ถ้าที่นั่งเป็นรูปพัดควรบุผนังด้านหลังที่ตรงกับเวทีด้วยวัสดุกระจายเสียง เพื่อป้องกันการสะท้อนกลับ
4. ที่นั่งควรจัดลดหลั่นกันลงไปเพื่อให้ได้ยินเสียงที่ชัดเจนที่สุดจากแหล่งกำเนิด

5. อัฒจันทร์ หรือชั้นลอยควรเป็นลักษณะแคบ ๆ เพื่อไม่ให้เกิดเงาเสียงกับที่นั่งได้อัฒจันทร์
6. ติดตั้งตัวสะท้อนเสียงทั้งด้านบน และด้านข้างเวทีเพื่อให้ได้เสียงที่ชัดเจนยิ่งขึ้น
7. ตัวสะท้อนด้านบนเหนือเวที จะช่วยกระจายเสียงระหว่างเครื่องดนตรีแต่ละชนิดให้ผสมกลมกลืนกันมากยิ่งขึ้น
8. ถ้าหลังคามีลักษณะเป็นรูปทรง จะต้องมียุจุดประสงค์เพื่อให้ผู้ฟังด้านหลังได้ยินเสียงทั่วถึงกัน
9. ผนังด้านข้างควรออกแบบให้มีส่วนยื่นออกมา หรือทำเป็นชั้นลอยก็ได้ โดยเฉพาะการจัดที่นั่งแบบรูปพัด
10. ผนังอาคารด้านหลังและผนังกันด้านหน้าของชั้นลอย ต้องดูดและกระจายเสียงเพื่อกันเสียงก้อง
11. ตรวจสอบเสียงก้องจากทุกซอกทุกมุม
12. กระจายวัสดุดูดซับเสียงไปตามจุดต่าง ๆ ทั้งห้องเพื่อช่วยลดการกระหึ่มในทุก ๆ จุด
13. จุดประสงค์ของการจัดระบบอุโมงค์ทั้งหมด เพื่อที่จะให้ได้เสียงทางตรงมากที่สุด และมีการกระหึ่มที่สม่ำเสมอ
14. ทำให้มีการกำทอนของเสียงมากที่สุด บนเวที และฉากกั้น
15. การใช้ม่านที่ปรับขนาดได้ จะช่วยในกรณีมีผู้ชมจำนวนต่าง ๆ กัน
16. ไซต์หนึ่งที่ดูดซับเสียงและพื้นปูพรมจะดีที่สุด
17. ช่วงเวลาของการหึ่งเสียงอยู่ระหว่าง $1\frac{1}{2}$ และ $2\frac{1}{4}$ วินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของห้อง

หอประชุมขนาดใหญ่ (CONFERENCE HALLS)

1. เนื่องจากการพูดหรืออภิปรายโดยผู้เข้าประชุมในบางครั้ง บุคคลเหล่านี้จะต้องหันหลังให้คนอื่นอีกจำนวนหนึ่งในขณะที่พูด ดังนั้นการจัดที่นั่งจึงควรเป็นลักษณะกว้างมากกว่ายาว
2. การจัดที่นั่งลักษณะโค้ง จะทำให้ดูประหนึ่งว่าสมาชิกทุกคนเกือบจะเห็นหน้ากันทั้งหมด
3. ถ้าจะงดใช้เครื่องขยายเสียงจะต้องจัดที่นั่งให้ใกล้ชิดกันมากที่สุด

4. การจัดที่นั่งแบบยกระดับขึ้นไปเป็นชั้น ๆ จะช่วยให้การรับฟังเสียงดีขึ้น
5. เพดานห้องชนิดระนาบ และสะท้อนเสียงจะทำให้เสียงชัดเจนทุกจุด
6. แผ่นสะท้อนเสียง ด้านบนเหนือเวทีจะช่วยให้เสียงชัดเจนด้านหลัง ในขณะที่เดียวกันจะสะท้อนเสียงจากด้านหลังให้ได้ยินชัดเจนบนเวทีด้วย
7. ถ้ามีชั้นลอยจะต้องเป็นชนิดแคบ ๆ ไม่ยื่นล้ำเข้ามาบริเวณที่นั่งมากมายจนทำให้เกิดเงาเสียง คนที่นั่งบนชั้นลอยอาจได้ยินแต่เสียงคนอภิปรายที่นั่งอยู่ข้างล่าง จึงไม่ควรมีที่นั่งใต้ชั้นลอยเด็ดขาด
8. พื้นผนังทุกแห่งควรเป็นชนิดดูดซับเสียง หรือกระจายเสียงหรือทั้งสองอย่าง เพื่อป้องกันเสียงก้อง หรือเกือบก้องสำหรับการพูดจากทุก ๆ จุด
9. ระวังอย่าให้เกิดการเสียงก้องจากมุมต่าง ๆ และแผ่นกันด้านหน้าของชั้นลอย
10. อาจใช้ฉากที่ปรับขนาดได้ สำหรับกันห้องเพื่อใช้กับการประชุมขนาดเล็ก เพื่อป้องกันเสียงกระหึ่มอันยาวนาน
11. ที่นั่งต้องดูดซับเสียงได้ดีที่สุด
12. บางครั้งผู้เข้าร่วมประชุมต้องเดินไปมา ฉะนั้นพื้นต้องนุ่มเดินเงียบ ที่นั่งต้องอยู่กับที่ตายตัว
13. ช่วงเสียงกระหึ่มควรอยู่ในระยะ 1 วินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของห้องด้วย

หอประชุมเพื่อการอภิปราย โต้วาที (DEBATING HALLS)

1. จำนวนที่นั่งขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของงาน
2. ถ้าจัดที่นั่งเป็นลักษณะวงกลมค่อนข้างเหมือนกับรัฐสภา ที่นั่งควรทำเป็นชั้น ๆ
3. การจัดที่นั่งรูปตัวยูจะช่วยลดความยาวของห้องลงไป
4. เพดานไม่ควรสูงเกิน 20 ฟุตจากระดับการพูด พื้นผิวเพดานเป็นลักษณะราบตรง และสะท้อนเสียง ถ้าห้องที่มีขนาดเล็ก เพดานควรลดลงตามส่วน
5. แผ่นสะท้อนเสียงด้านบนของผู้ดำเนินการอภิปรายจะช่วยให้ควบคุมรายการได้ดีขึ้น
6. ถ้ามีชั้นลอยควรมีลักษณะแคบ ไม่ยื่นเข้ามาบังที่นั่งด้านหลัง
7. ผนังทุกส่วนควรจะดูดซับเสียงหรือกระจายเสียง หรือมีคุณสมบัติทั้งสองอย่าง เพื่อป้องกันเสียงก้องหรือเสียงเกือบก้อง
8. ตรวจสอบเสียงก้องจากผนังห้องทุกแห่งทุกมุม

9. ถ้ารู้จำนวนผู้เข้าฟังแน่ชัดล่วงหน้าให้ใช้ฉากชนิดปรับได้เพื่อปรับเสียงกระหึ่มในห้อง
10. ที่นั่งและพื้นเป็นชนิดดูดซับเสียงได้ดี
11. ผับและเพดานเหนือชั้นลอยควรดูดซับเสียง เพื่อลดเสียงรบกวน
12. เสียงกระหึ่มควรอยู่ในช่วง 1 วินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของห้อง

ศาลยุติธรรม (LAW COURTS)

1. ในศาลสถิตยุติธรรม การจัดที่นั่งจะเป็นลักษณะใกล้เคียงกันมากที่สุด
2. เสียงที่รับฟังได้ยากในศาลส่วนใหญ่จะเกิดจากการกระหึ่มของเสียงที่เกิดจากการสะท้อนจากพื้นผิวราบแข็ง หรือไม่ก็จากห้องมีปริมาตรมากเกินไป
3. เพดานเป็นชนิดราบตรงสะท้อนเสียง และสูงจากพื้นพอเหมาะกับสถานที่นั้น
4. แผ่นสะท้อนเสียงด้านบน เยื้องข้างหน้าผู้พิพากษาจะช่วยให้เสียงดีขึ้น
5. เพดานตรงชั้นลอยควรสะท้อนเสียงเพื่อให้ผู้ฟังได้ยินเสียงชัดเจนยิ่งขึ้น
6. ผับทุกส่วนควรดูดซับหรือกระจายเสียง เพื่อกันเสียงสะท้อน
7. ออกแบบมุมระหว่างผับและเพดานเพื่อป้องกันเสียงก้อง
8. ผับและพื้นบริเวณผู้ฟังคำตัดสินควรดูดซับเสียงได้ดี
9. ที่นั่งควรดูดซับเสียงได้ดี เพื่อป้องกันเสียงก้องกระหึ่มในกรณีที่มีคนเป็นจำนวนน้อย
10. การกระหึ่มไม่ควรเกิน 1 วินาที

ห้องบรรยาย (LECTURE THEATRES)

1. จัดที่นั่งใกล้เคียงกันเพื่อความประหยัด จัดทางเดินตรงกลางสามารถเดินได้
2. ในห้องขนาดใหญ่ที่นั่งควรจัดเป็นรูปวงกลมรอบเวทียกพื้น จะช่วยย่นระยะห่างของที่นั่งด้านหลัง
3. จัดที่นั่งเป็นระดับชั้นเพื่อให้ได้ระบบอคูซติคที่ดี
4. แผ่นสะท้อนเสียงชนิดทำมุมไปหลังห้อง และทำมุมขนานกับพื้นจะช่วยเรื่องเสียงได้มาก ถ้าเพดานไม่สูงจนเกินไป
5. ถ้าไม่มีแผ่นสะท้อนเสียงด้านบนของเวทียกพื้นเพดานส่วนนั้นจะต้องกระจายเสียง
6. ผับด้านหลัง และรอบ ๆ ผู้บรรยายควรจะทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนเสียงในขณะที่ผู้บรรยายหันหน้าออกจากผู้ฟัง

7. ป้องกันการสะท้อนกระหึ่มของเวทียกพื้นโดยทำให้ผิวหน้ากระจายเสียง
8. ผืนด้านข้างควรกระจายเสียง และไม่ขนานกัน
9. ผืนด้านหลังควรดูดซับเสียง ถ้าโค้งจะต้องกระจายเสียงด้วย
10. ที่นั่งหรือม้ายาวควรเป็นชนิดมีเบาะรอง ถ้ามีม้ายาวบริเวณด้านหน้าควรเป็นแบบดูดซับเสียงได้ดี
11. ป้องกันเสียงก้องระหว่างเพดานกับฝาผนัง
12. ช่วงของการก้องกระหึ่มควรอยู่ราว ๆ 3/4 วินาที

เวทีแสดงดนตรีกลางแจ้ง (OPEN-AIR CONCERT PLATFORMS)

1. เวทีแสดงดนตรีกลางแจ้งจะไม่เหมาะกับวงออเคสตราเพราะขาดเสียงกระหึ่ม เสียงที่ได้จะบางเบา ขาดชีวิตชีวา ถ้าเทียบกับในห้องดนตรี แต่ถ้าจำเป็นต้องบรรเลงวงออเคสตรากลางแจ้งให้ปฏิบัติดังนี้
2. ซดเซยเสียงก้องกระหึ่มให้ได้มากที่สุดโดยการใช้ฉากกำทอนเสียงทำให้เวทีกำทอนเสียง พยายามให้ผู้ฟังรับเสียงทางตรงได้มากที่สุด
3. พยายามจัดวงออเคสตราเป็นลักษณะวงกลม ใช้แผ่นสะท้อนเสียงด้านบน
4. ที่นั่งควรจะเป็นลักษณะเนินชันที่สูงชันที่สุดเท่าที่จะมากได้
5. เวทีควรจัดเป็นชั้น ๆ เหมือนกับในห้องแสดงในร่ม
6. เว้นระยะห่างระหว่างเวทีกับที่นั่งด้านหน้าตามสมควรแต่หลังจากนี้ต้องจัดที่นั่งแบบประหยัด ทางเดินแบบแคบ ๆ
7. การจัดที่นั่งแบบโรงละครของชาวโรมันจะเหมาะสมที่สุด กอปรกับใช้ตัวสะท้อนเสียงเพื่อให้ผู้ชมด้านข้าง ๆ ได้ยินทั่วถึงกัน
8. ป้องกันเสียงรบกวนจากลมพัด หรือเสียงภายนอกโดยการปลูกต้นไม้รอบ ๆ

โรงละครกลางแจ้ง (OPEN-AIR THEATRES)

1. พยายามให้ผู้ชมรับเสียงทางตรงมากที่สุด เพราะแผ่นสะท้อนจะช่วยไม่ได้มาก
2. ที่นั่งควรเป็นลักษณะลาดหล่นเป็นชันชันที่สุดเท่าที่จะชันได้
3. ทางเดินตรงกลาง หรือระยะทางระหว่างแถวให้แคบที่สุด เพื่อย่นระยะระหว่างผู้แสดงกับผู้ชม

4. ที่นั่งที่สูงที่สุดจากเวทีไม่ควรเกิน 75 ฟุต
5. จำนวนที่นั่งตามแกนทะแยง (TRANSVERSE AXIS) ควรจะน้อยกว่าแกนตามตรงในสัดส่วน 3 ต่อ 4
6. แผ่นสะท้อนเสียงจะช่วยให้การรับฟังแถวหลัง ๆ ดีขึ้น แต่ก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของละครอน แผ่นสะท้อนที่อยู่รอบ ๆ เวทีด้านหลังจะช่วยสะท้อนเสียงเวลาตัวละครอนหันหน้าออกจากผู้ชม
7. พื้นที่การแสดงทั้งหมดควรปูด้วยไม้ เพื่อให้กำทอนเสียงได้ดีที่สุด
8. ป้องกันเสียงลมพัดโดยปลูกต้นไม้รอบ ๆ บริเวณ ลมขนาดความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะทำให้ระยะทางการรับฟังลดลงครึ่งหนึ่ง
9. อาจใช้ฉาก, ผืน หรือปลูกต้นไม้รอบ ๆ หรือเลือกสถานที่เรียบ ๆ

โรงละครอนโอเปร่า (OPERA HOUSE)

1. การออกแบบโรงละครอนโอเปร่า ใช้หลักการของโรงละครอนกับหอดดนตรีรวมกัน
2. การออกแบบที่นั่งจะเป็นแบบของอิตาลี นั่นคือที่นั่งกระจายออกไปลักษณะวง ๆ แบบรูปพัด
3. การจัดรูปลักษณะ และการจัดชั้นลอย จะขึ้นอยู่กับชนิดของละครอนโอเปร่าที่จะแสดง การออกแบบที่นั่งทรงอิตาเลียนเป็นชั้นลอยซ้อน ๆ กันหลาย ๆ ชั้นแบบรูปเกือกม้า จะช่วยให้มีการดูดซับเสียงตามผนังดีขึ้น แต่เสียงก้องกระหึ่มของโอเปร่าของแวกเนอร์ (WAGNERIAN OPERA) จะไม่ยาวนานเท่าที่ควร การแก้ปัญหาเรื่องเสียงกระหึ่มที่แตกต่างกันระหว่างโอเปร่าแบบโมซาร์ท (MOZARTIAN OPERA) กับ แวกเนอร์โอเปร่า อาจทำได้โดยการสร้างชั้นลอยแคบ ๆ ติดต่อกัน
4. พยายามให้ผู้ชมได้รับเสียงทางตรงมากที่สุด โดยเฉพาะเสียงที่เกิดจากการร้องเพลง
5. ชั้นลอยควรจะแคบ ๆ เพื่อไม่ทำให้เกิดเงาเสียงบริเวณที่นั่งด้านหลัง
6. ใช้แผ่นสะท้อนเสียงเข้าช่วยตัวละครอน โดยแขวนไว้เหนือเวทีถ้าเป็นที่นั่งลักษณะชั้นลอยซ้อนกันสูง ๆ หลังจากควรกระจายเสียงมากกว่าใช้แผ่นสะท้อน สำหรับบริเวณเวทีใช้แผ่นสะท้อนชนิดโค้งเพื่อให้เสียงไปถึงผู้ฟังได้มากขึ้น
7. การติดตั้งแผ่นสะท้อนเสียงที่เวทีจะให้ประโยชน์สองประการคือ ผู้แสดงสามารถออกมาใกล้ผู้ชมได้มากที่สุด และจะเป็นตัวสะท้อนเสียงแม้แต่ขณะที่ตัวละครอนอยู่ตำแหน่งสูง ๆ

8. ถ้าเพดานสูงมาก ๆ ควรป้องกันเสียงก้องหรือเกือบก้องโดยใช้วัสดุกระจายเสียงหรือดูดซับเสียง บุเพดาน ปัญหานี้อาจเกิดได้แม้แต่หลังคาที่เป็นรูปโดมสูงก็ตาม
9. ผนังด้านหลัง ถ้าหันหน้ารับเสียงตรงต้องทำให้พื้นผิวดูดเสียงได้ ผนังด้านบนสูง ๆ อาจสะท้อนเสียงกับเพดานทำให้เกิดเสียงก้องได้เช่นเดียวกัน
10. ผนังด้านข้างต้องกระจายเสียงถึงแม้จะมีลักษณะรูปกล่องหรือท่อนไม้อยู่แล้ว
11. วงออคเตตราที่ใช้บรรเลงอาจจะอยู่ภายใต้ม่านซ็อนด้านบนเวทีฉากหลังวงควรเป็นไม้เพื่อช่วยดูดซับเสียงความถี่ต่ำ และเพิ่มเสียงกำทอนให้กับเครื่องสาย
12. ที่นั่งสามารถดูดซับเสียงได้มากที่สุด เพื่อลดเสียงก้องกระหึ่มตอนซ้อมละครอน
13. ช่วงเวลาของการกระหึ่มอยู่ระหว่าง $1\frac{1}{4}$ วินาที สำหรับ MOZART และ 2 วินาทีของ WAGNER ส่วนใหญ่จะคิดตามของโอเปร่าชนิดของ MOZART

หอประชุมของโรงเรียน (SCHOOL HALLS)

1. การออกแบบระบบอุโมงค์ในหอประชุมโรงเรียนนั้นทำได้ยากพอ ๆ กับหอประชุมชุมชนตามเหตุผลสามประการกล่าวคือ
 - ก. การจัดงานแต่ละอย่างต้องการการก้องกระหึ่มของเสียงแตกต่างกัน
 - ข. จำนวนของผู้เข้ามาในห้องมีขนาดแตกต่างกัน
 - ค. ต้องแบ่งพื้นที่ส่วนหนึ่งเป็นเวทีเต้นรำ, เล่นเกมส์ และปาร์ตี้ ฯลฯ
2. จำนวนผู้เข้ามาในห้องประชุมอาจแตกต่างกันมากกว่าในห้องเอนกประสงค์ใด ๆ พยายามให้มีการก้องกระหึ่มน้อยที่สุด
3. เพดานลักษณะราบตรงจะทำให้เกิดการสะท้อนเสียงกับพื้นเวลาที่ไม่มีโต๊ะหรือเก้าอี้ อยู่ ยกเว้นแผ่นสะท้อนเสียงที่แยกเป็นส่วน ๆ แล้วเพดานส่วนอื่นจะต้องดูดซับเสียงได้
4. โดยทั่วไปหอประชุมโรงเรียนจะมีรูปร่างแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ยกเว้นโรงเรียนที่มีฐานะการเงินค่อนข้างดี อาจสร้างเป็นลักษณะรูปพัด ที่นั่งรูปพัดจะช่วยบรรเทาความห่างจากหน้าถึงหลัง
5. ถ้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผนังด้านข้างจะต้องกระจายเสียงและดูดซับเสียงได้บ้าง เพื่อลดเสียงก้องกระหึ่มให้อยู่ในระดับที่ต้องการ
6. ผนังด้านหลังควรดูดซับเสียงจากเพดาน
7. ถ้าเป็นไปได้ที่นั่งควรทำเป็นชั้น ๆ เพื่อการมองเห็นที่ดีขึ้น ได้ยินเสียงชัดเจนขึ้น
8. ชั้นลอยแคบ ๆ จะช่วยให้มีที่นั่งมากขึ้น การมองดีขึ้น เสียงดีขึ้น ผนัง และพื้นรวมทั้งเพดานของชั้นลอยต้องดูดซับเสียง

9. แผ่นสะท้อนเสียงควรจะทำทอนเสียง และเวทีควรเป็นไม้ และมียกกันด้านหน้า
10. เสียงของการพูดบนเวทีไม่ควรก้องกระหึ่มเกิน 1 วินาที สำหรับผู้ชมเต็มห้อง

โรงละคร (THEATRES)

1. ที่นั่งและทางเดินต้องสร้างแบบประหยัดพื้นที่ จะช่วยย่อระยะห่างระหว่างเวทีกับที่นั่งแถวหลัง
2. ต้องคำนึงถึงการมองเห็นเวที การจัดที่นั่งแบบกว้างมักนิยมมากกว่าแบบยาวออกจากเวที โดยเฉพาะรูปร่างแบบพัดจะช่วยได้มาก
3. ชั้นลอยจะช่วยร่นความห่างจากเวทีและเพิ่มจำนวนผู้ชม แต่ต้องระวังการเกิดเงาเสียง
4. ในการแสดงแบบสมัยใหม่ ที่นั่งไม่ควรจากใจกลางเวทีเกิน 100 ฟุต เพราะว่าการแสดงออกทางสีหน้าของผู้แสดงจะดูไม่ออก ถ้าระยะห่างออกไป 75 ฟุต
5. ม่านชั้นเหนือเวทีจะให้ประโยชน์ในการสะท้อนเสียง ในขณะที่ผู้แสดงอยู่ตำแหน่งเหนือระดับ
6. เเวทีแบบโล่งจะช่วยให้ระบบอคูสติกดี แต่เพดานหรือเหนือเวทีต้องมีแผ่นสะท้อนเสียง
7. ที่นั่งต่าง ๆ ควรจะลดหลั่นกันเพื่อให้การมองเห็นเวทีได้ดี
8. ติดตั้งแผ่นสะท้อนเหนือเวทีเพื่อช่วยระบบเสียง เพดานควรออกแบบให้ช่วยสะท้อนเสียงช่วยการฟัง
9. แผ่นสะท้อนเสียงด้านข้างควรเป็นรูปโค้ง มิฉะนั้นจะเกิดเสียงสะท้อนแบบไม่เป็นระเบียบ ในขณะที่ผู้แสดงเคลื่อนที่ไปมา
10. พื้นผิวที่ไม่ใช่เป็นตัวสะท้อน ควรจะกระจายเสียง
11. ผนังด้านหลังตั้งแต่ระดับเหนือศีรษะจะต้องดูดซับเสียง ถ้าเป็นลักษณะโค้งนูนต้องกระจายเสียง
12. ที่กันชั้นลอยด้านหน้า หรือพื้นผิวที่หันหน้าไปทางเวที ต้องดูดซับเสียง
13. ป้องกันเสียงก้องจากส่วนหลัง โดยเฉพาะตามมุมต่าง ๆ
14. วงออคเตตราที่บรรเลงดนตรี ควรมีฉากกำทอนเสียงอยู่รอบ ๆ
15. ที่นั่งควรดูดซับเสียงได้มากที่สุด
16. ระยะเสียงก้องกระหึ่มควรอยู่ระหว่าง 1 และ $1\frac{1}{2}$ วินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของโรงละคร

สรุปเนื้อหาสำคัญในบทที่ 15

หลักการสร้างและใช้อาคารชนิดต่าง ๆ ได้แก่

1. เวทียกพื้นกลางแจ้ง
2. โปสท์
3. โรงภาพยนตร์ระบบเสียงธรรมดา
4. โรงภาพยนตร์ระบบเสียงสเตอริโอ
5. ชั้นเรียน
6. ห้องประชุมขนาดเล็ก
7. หอประชุมของชุมชน
8. หอแสดงคอนเสิร์ต
9. หอประชุมขนาดใหญ่
10. หอประชุมเพื่อการอภิปราย
11. ศาลยุติธรรม
12. ห้องบรรยาย
13. เวทีแสดงกลางแจ้ง
14. โรงละครกลางแจ้ง
15. โรงละครอินโดเปร์รา
16. หอประชุมโรงเรียน
17. โรงละคร

หลักการต่าง ๆ ได้แก่

1. การใช้แผ่นสะท้อนเสียง
2. การสร้างชั้นลอย
3. การแก้ปัญหาเรื่องเสียงก้องหึ่งในสถานที่ต่าง ๆ
4. ในโรงภาพยนตร์เครื่องขยายเสียงควรอยู่ด้านหลังจอ
5. พื้นผิวผนังทุกส่วนของโรงภาพยนตร์ต้องดูดซับหรือแผ่กระจายเสียงได้ดี
6. ที่นั่งในโรงภาพยนตร์ต้องดูดซับเสียงได้ดี
7. ผนังด้านหลังห้องเรียน ต้องดูดซับเสียง

8. การจัดที่นั่งรูปพัดทำให้มีที่นั่งมากกว่า รับฟังเสียงได้ดีกว่า
9. ในห้องประชุมเพดานควรเป็นแบบระนาบ
10. ควรจัดที่นั่งเป็นลักษณะชั้นบันไดในห้องบรรยาย
11. เวทีแสดงดนตรีกลางแจ้ง ต้องใช้ฉากกำทอนเสียงเพื่อชดเชยเสียงที่หายไป
12. ที่นั่งควรเป็นลักษณะสูงชันมากที่สุดเพื่อการรับเสียงตรง
13. ชั้นลอย (BALCONY) ในทุกสถานที่ต้องแคบ ๆ เพื่อเลี่ยงการเกิดเงาเสียง

คำถามประจำบทที่ 15

1. แผ่นสะท้อนเสียงมีประโยชน์อย่างไร? อธิบายวิธีใช้แผ่นสะท้อนเสียงในห้องประชุมอย่างละเอียด
2. ชั้นลอย (BALCONY) ทำให้เกิดปัญหาเรื่องเสียงได้อย่างไร? อธิบายวิธีป้องกัน
3. เพดานทรงโค้งกับเพดานทรงระนาบจะมีคุณสมบัติการสะท้อนเสียงแตกต่างกันอย่างไร? อธิบาย
4. การจัดที่นั่งรูปพัด (FAN-SHAPE) มีคุณสมบัติอย่างไร
5. โรงละครคอนโอเปราต้องสร้างโดยอาศัยหลักการทางอุโมงค์อะไรบ้าง บอกอย่างน้อย 5 ประการ