บทที่ 3

สวนแนวดิ่ง (Vertical Garden)

สวนแนวดิ่งเป็นลักษณะทางโครงสร้างอย่างหนึ่ง ที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้รองรับน้ำหนักต้นไม้ที่ปลูกเป็นชั้น ๆ ตามทางสูง เหตุผลในการปลูกต้นไม้เป็นชั้น ๆ ก็เพื่อต้องการเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ทางการเกษตรให้สูงขึ้น ซึ่งจะเหมาะสำหรับบริเวณเมืองใหญ่ ๆ ที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น และมีปัญหาเรื่องพื้นที่เพาะปลูก แนวความคิดในการปลูกต้นไม้ หรือพืชผักสวนครัวบนสวนแนวดิ่งนี้ คาดว่าจะเป็นหนทางอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหาการขาดแคลนพื้นที่เพาะปลูก ที่ประชากรตามบริเวณเมืองใหญ่ ๆ กำลังประสบกันอยู่ทุกวันนี้

รูปร่างลักษณะของสวนแนวดิ่ง อาจมีได้หลายรูปแบบด้วยกันตามแต่จะมีผู้ออกแบบขึ้นมา อาจเป็นรูปทรงปิรามิด รูปทรงสี่เหลี่ยม ทรงสามเหลี่ยม หรือครึ่งวงกลมก็ได้ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีความแตกต่างกันในเรื่องต่าง ๆ เช่น จำนวนต้นไม้ที่ปลูกได้สูงสุด การรับหรือการบดบังแสงแดดของต้นไม้ชั้นบนที่มีต่อชั้นล่าง ลักษณะความเสถียรภาพของโครงสร้าง ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

3.1 หลักเกณฑ์พิจารณาในการออกแบบ

3.1.1 ความเสถียรภาพของโครงสร้าง

ความเสถียรภาพของโครงสร้างสวนแนวดิ่ง เป็นสิ่งสำคัญมากเพราะถ้าหากโครงสร้างที่ออกแบบ หรือสร้างขึ้นมามีความเสถียรภาพไม่เพียงพอ เมื่อมีแรงหรือน้ำหนักมากระทำให้โครงสร้างของสวนหกล้ม ทรุดตัว หรือหักซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อต้นพืชที่ปลูกได้ การพิจารณาเสถียรภาพต้องดูที่รูปแบบของโครงสร้างที่ออกแบบขึ้นมา และลักษณะของแรงที่กระทำต่อโครงสร้าง โดยปกติแรงตามแนวดิ่งที่กระทำต่อโครงสร้างจะได้แก่ น้ำหนักที่เกิดจากต้นไม้ ถ้าเราพยายามใช้วัสดุที่ปลูกที่มีน้ำหนักเบาที่สุด แรงอันเกิดจากน้ำหนักของต้นไม้นี้ก็จะมีไม่มากนัก และนอกจากนี้ยังมีแรงที่เกิดจากน้ำหนักของคนปีนขึ้นลงในบางครั้ง สำหรับแรงในแนวนอน จะขึ้นอยู่กับขนาดของลม และการ

โยกคลอนเนื่องจากลม ถ้าหากสวนแนวดิ่งยิ่งตั้งอยู่บนที่สูงมากเพียงใด ขนาดของแรงที่เกิดเนื่องจากลมก็มีมากขึ้นไปตามนั้น แรงที่เกิดขึ้นนี้จะพยายามทำให้โครงสร้างเคลื่อนที่ไปตามแนวนอน และอาจหักคะเมนได้ถ้าหากแรงปฏิกิริยาที่ฐานมีไม่เพียงพอ

3.1.2 แสงแดด

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า แสงเป็นปัจจัยสำคัญในการจำกัดการเจริญเติบโตของต้นพืช เพราะแสงเป็นตัวประกอบหลักในปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง โดยจะให้พลังงานสำหรับการรวมตัวของกาซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เพื่อสร้างคาร์โบไฮเดรทสำหรับการเจริญเติบโตของต้นพืช

ในการปลูกพืชเป็นชั้น ๆ นั้น ย่อมมีการบดบังแสงแดดกันขึ้น ต้นพืชที่อยู่ในร่มมาก ๆ คือได้รับแสงแดดไม่พอเพียงแก่ความต้องการ จะทำให้มีลำต้นที่ผอมและสูง โดยทั่ว ๆ ไปร่มเงาที่ให้แก่ต้นพืชไม่ควรจะเกิน 50 % (Govin, 1981) และพืชบางชนิดสามารถปลูกได้ดีในขณะที่มีแสงแดดมาก เช่น พืชจำพวกไม้ดอก ถ้าหากปลูกกลางแจ้งจะให้ดอกที่สวยงามมากกว่าปลูกในร่ม แม้ว่าการปลูกในร่มจะเป็นการประหยัดน้ำที่ให้แก่ต้นพืชก็ตาม แต่ต้นพืชก็อาจเป็นอันตรายได้ และในขณะเดียวกันพืชบางชนิดจะเป็นอันตรายหากได้รับแสงมาก ๆ ดังนั้นในการปลูกพืชบนสวนแนวดิ่ง จึงควรคำนึงถึงหลักข้อนี้ด้วย

3.1.3 ขนาดของต้นไม้

ความสูงของต้นไม้จะเป็นตัวจำกัดระยะห่างของชั้นบนสวนแนวดิ่งที่มีรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยม สำหรับระยะห่างระหว่างต้นนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะพุ่มใบของพืช ควรจัดให้มีระยะห่างที่พอเหมาะ เพื่อไม่ให้เบียดกันเกินไป ลำต้นจะสูงชะลูด เพราะแย่งกันขึ้นไปรับแสง และอีกอย่างก็คือ ต้องคำนึงถึงการบังแสงบนต้นไม้ที่อยู่ชั้นล่าง ๆ ด้วย

3.2 สมมติฐานในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบสวนแนวดิ่งแบบต่าง ๆ

1) พื้นที่ในการเพาะปลูกหรือก่อสร้างมี 1 ตารางเมตร และความสูงของสวนแนวดิ่งมีขนาดเท่ากัน คือสูง 3 เมตร

2) สวนแนวดิ่งตั้งอยู่บนพื้นคอนกรีต หรือพื้นดิน โดยมีจุดรองรับเป็นแบบยึดหมุนเคลื่อนที่ได้ (Roller Support) ไม่มีแรงปฏิกิริยาตามแนวนอน และไม่สามารถต้านทานโมเมนต์คัดที่เกิดจากแรงกระทำต่าง ๆ ได้

3) การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ถือว่าเป็นแนวโคจร เป็นรูปครึ่งวงกลม และเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตก

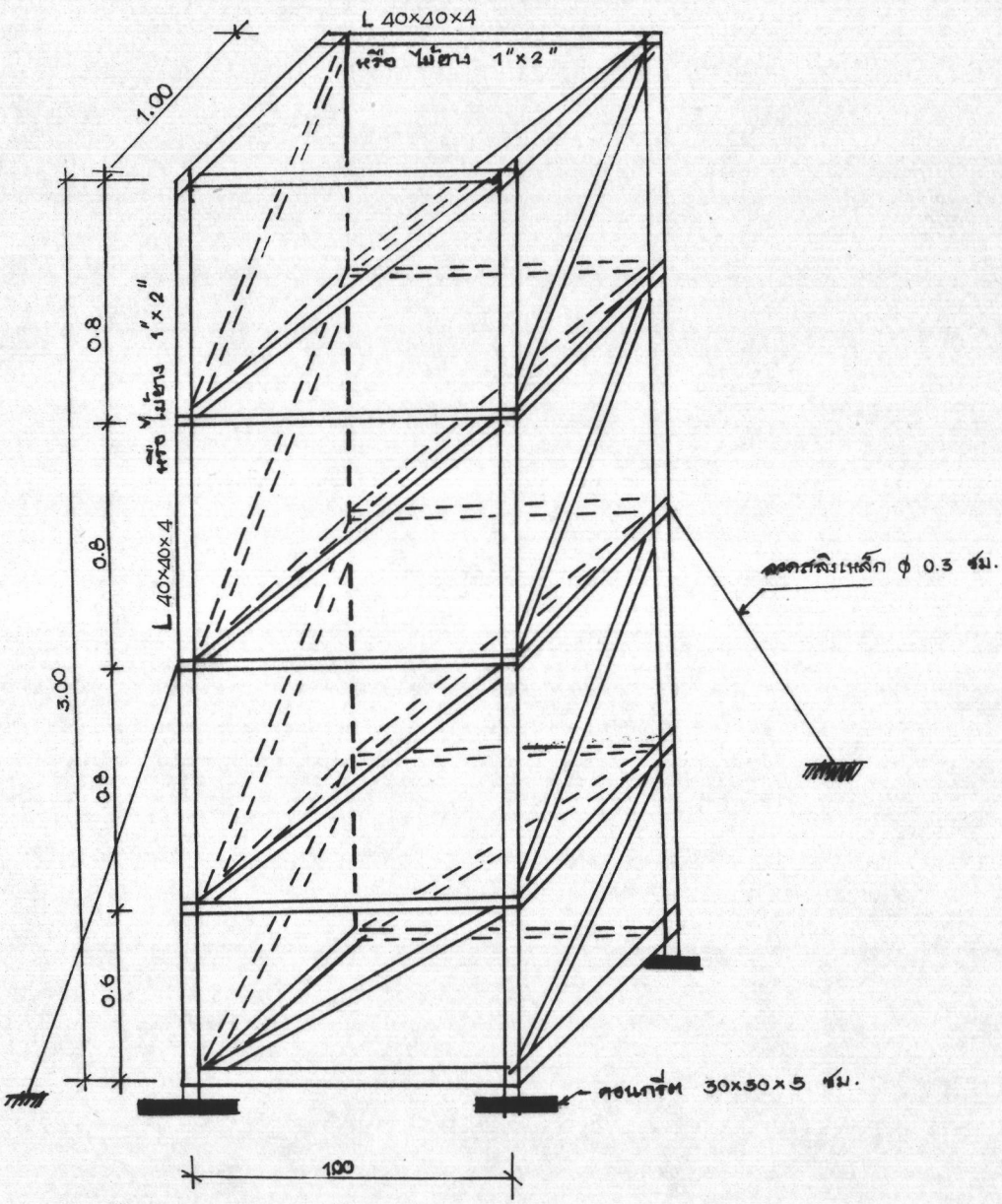
4) แรงลมจะกระทำตามแนวนอนมีขนาด 100 กก./ม^2

5) เนื่องจากการปลูกพืชบนสวนแนวดิ่งเป็นงานขนาดเล็ก ในการวิเคราะห์หาขนาดของแนวที่กระทำต่อโครงสร้างจึงได้คิดแรงใน 2 มิติแทนการคิดแรงเป็นแบบโครงถัก 3 มิติ

3.3 รูปแบบของสวนแนวดิ่งและการวิเคราะห์

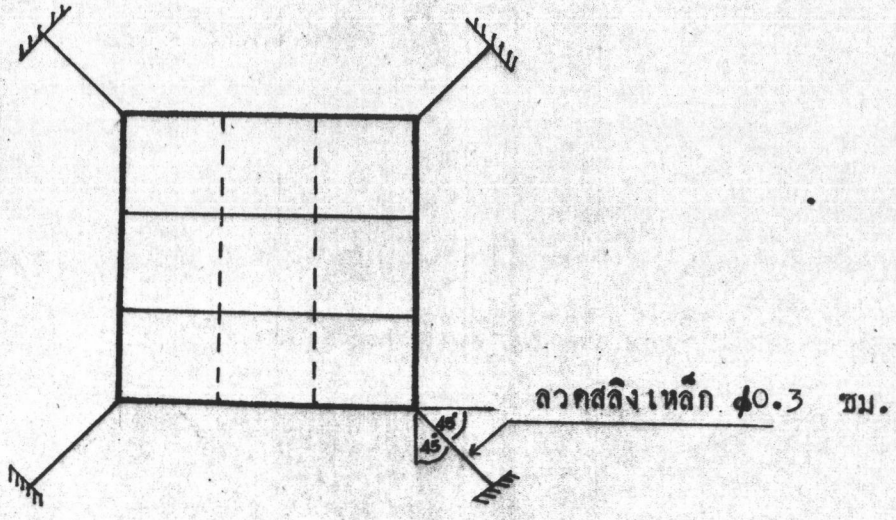
รูปแบบของสวนแนวดิ่งที่นำมาวิเคราะห์นี้ได้เสนอรูปแบบของสวนแนวดิ่ง 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปทรงสี่เหลี่ยม รูปทรงปิรามิด และรูปทรงประกอบระหว่าง 2 รูปแบบข้างต้น ซึ่งพอจะกล่าวรายละเอียดได้ดังนี้

3.3.1 สวนแนวดิ่งรูปทรงสี่เหลี่ยม



รูปที่ 3 - 1 สวนแนวดิ่งรูปทรงสี่เหลี่ยม

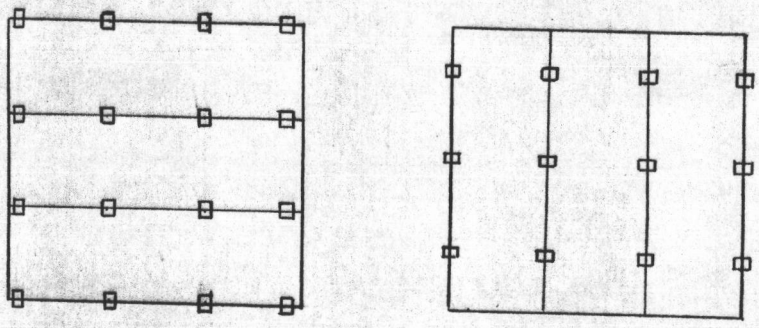
ขนาดของแรงที่กระทำต่อชิ้นส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างสวนแนวดิ่งรูปทรงสี่เหลี่ยม ได้แสดงไว้ในตารางที่ ค - 2 เนื่องจากโครงสร้างมีเสถียรภาพไม่ดีพอ นั่นคือ ไม่สามารถต้านทานแรงในแนวนอนได้ การแก้ไขจึงได้ใช้ลวดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ผูกยึดกับสวนที่ระยะความสูง 1.40 เมตร และปลายอีกด้านหนึ่งจะติดกับสมอบก โดยลักษณะการดึงลวดจะดึงออกด้านข้าง ตามรูปที่ 3 - 2



รูปที่ 3-2 การดึงลวดเพื่อต้านแรงลม

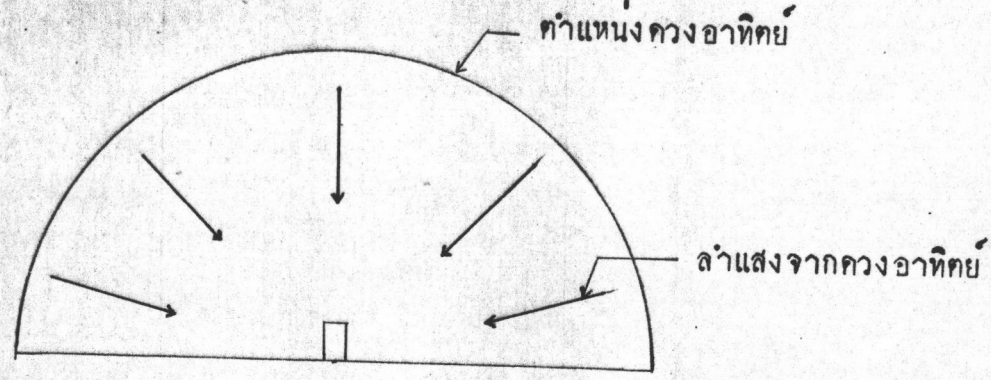
สำหรับวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างสวนนั้น เนื่องจากแรงกระทำมีขนาดไม่มากนัก คือ แรงดึงขนาดมากที่สุด 152 กก. และแรงอัดมากที่สุด 154.7 กก. จึงได้เสนอวัสดุสองชนิด คือ ไม้และเหล็กฉาก สำหรับขนาดนั้นถ้าหากเป็นไม้จะใช้ขนาด 1" x 2" และเหล็กจะใช้เหล็กชนิด L40 x 40 x 4 และมีการต่อโดยการเชื่อมที่ฐานของโครงสร้าง อาจมีการหล่อคอนกรีตขนาด 30 x 30 x 5 ซม. ห่อหุ้มส่วนที่เป็นเสาทั้ง 4 ต้น

3.3.1.1 ลักษณะการวางต้นไม้และการรับแสงสว่าง



ชั้นที่ 4, 2 ชั้นที่ 3, 1

รูปที่ 3 - 3ตำแหน่งที่วางต้นไม้สำหรับชั้นต่าง ๆ



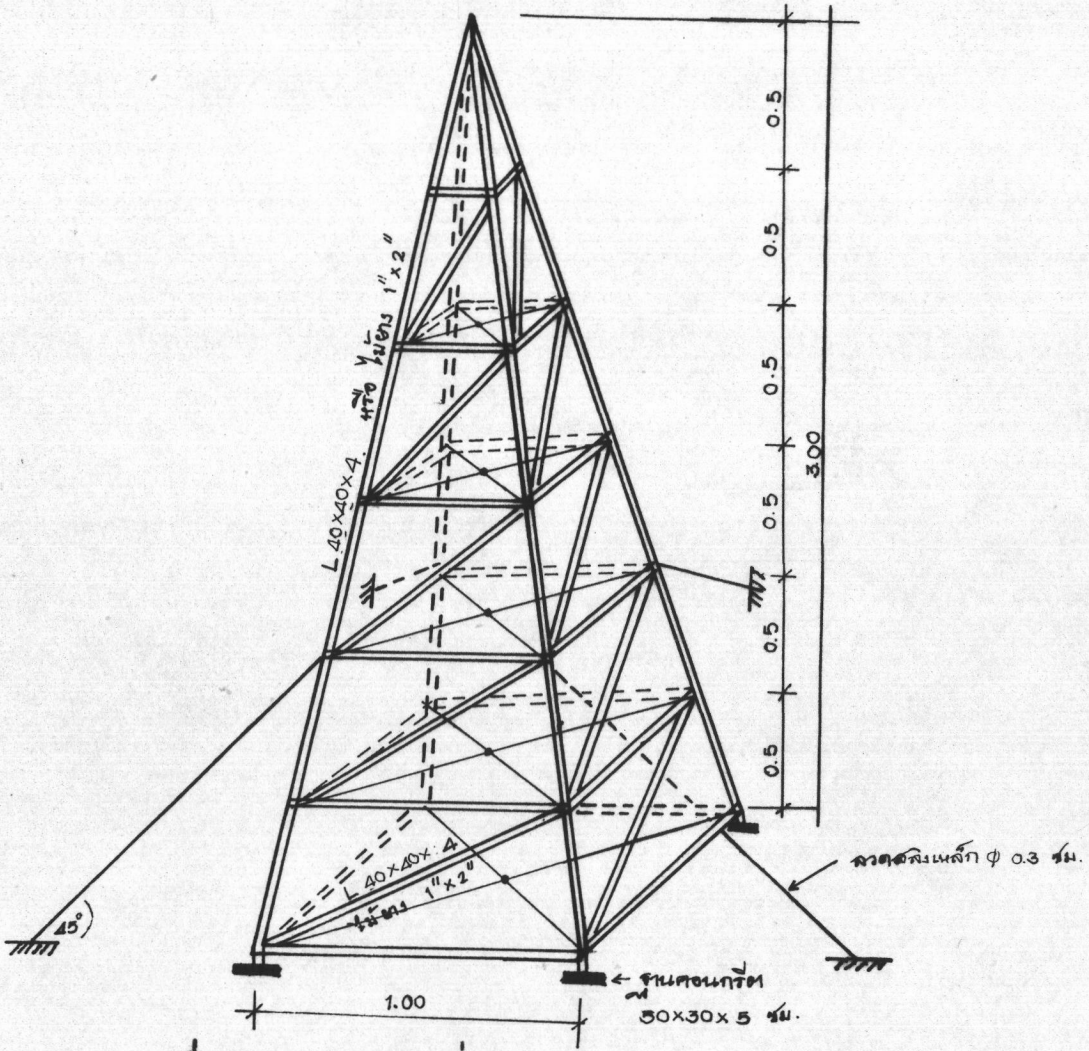
รูปที่3 - 4 แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังสวนแนวดิ่ง

ในช่วงเวลาเช้าต้นไม้ที่อยู่ตั้งแต่กึ่งกลางสวนไปทางทิศตะวันออกจะได้รับแสงแดด เมื่อถึงตอนเที่ยงดวงอาทิตย์จะอยู่ตรงสวนในแนวดิ่งพอดี ต้นไม้ที่อยู่ชั้นที่ 4 และชั้นที่ 3 จะได้รับแสงแดดมาก คือ ได้รับแสงแดด 100% ในช่วงเวลาเที่ยง ถ้าหากพุ่มใบของต้นไม้ที่อยู่ชั้นทั้งสองไม่มากเกินไป แสงแดดก็จะส่องทะลุไปยังต้นไม้ที่อยู่บนชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ได้หลังจากที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ทางทิศตะวันตกในช่วงเวลาบ่าย แสงแดดก็จะส่องมายังต้นไม้ที่อยู่ทางทิศตะวันตก ทำให้ต้นไม้ที่อยู่ในทิศทางนี้ได้

รับแสงแดดในช่วงบ่ายของแต่ละวัน ต้นไม้ที่ปลูกบนสวนแนวดิ่งรูปแบบนี้ จะพบว่าชั้นบนสุดได้รับแสงแดดในช่วงเวลาที่ยาวนานกว่าชั้นอื่น ๆ ดังนั้น พืชที่ปลูกในชั้นนี้ควรจะปลูกพืชที่ให้ผลผลิต หรือ มีการเจริญเติบโตไม่จำเป็นต้องอาศัยอิทธิพลของแสงมากนัก นั่นก็คือ พยายามเลือกชนิดของพืชที่ทนแสงได้ดี

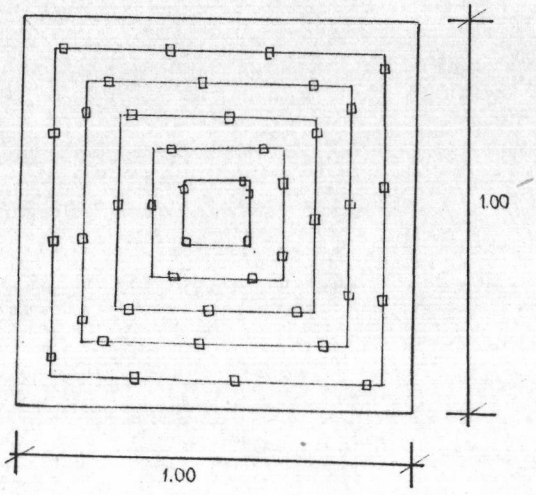
การจัดระยะห่างระหว่างชั้นของสวนแนวดิ่งรูปแบบนี้ จะขึ้นอยู่กับขนาดของต้นไม้ ถ้าหากต้นไม้มีความสูงมาก ระยะระหว่างชั้นก็จะมากขึ้นตามไปด้วย สำหรับระยะระหว่างต้นไม้ที่ปลูกก็จะขึ้นอยู่กับลักษณะพุ่มใบ ควรจะจัดให้มีระยะมากพอที่แสงจะส่องลงไปยังต้นไม้ที่อยู่ชั้นล่าง ๆ ได้

3.3.2 สวนแนวดิ่งรูปทรงปิรามิด



รูปที่ 3 - 5 สวนแนวดิ่งรูปทรงปิรามิด

สวนแนวดิ่งรูปแบบนี้จะใช้วัสดุในการก่อสร้าง เหมือนกับรูปแบบทรงสี่เหลี่ยม ลวดสลิงที่ใช้ดึงนั้น จะใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.3 เซนติเมตร ก็เพียงพอโดยการผูกที่ระยะความสูง 1 เมตรของโครงสร้าง อีกด้านยึดติดกับสมอบก ลักษณะการดึงของเส้นลวดจะเหมือนกับรูปแบบที่ผ่านมาโดยจะเป็นการดึงออกในด้านข้าง

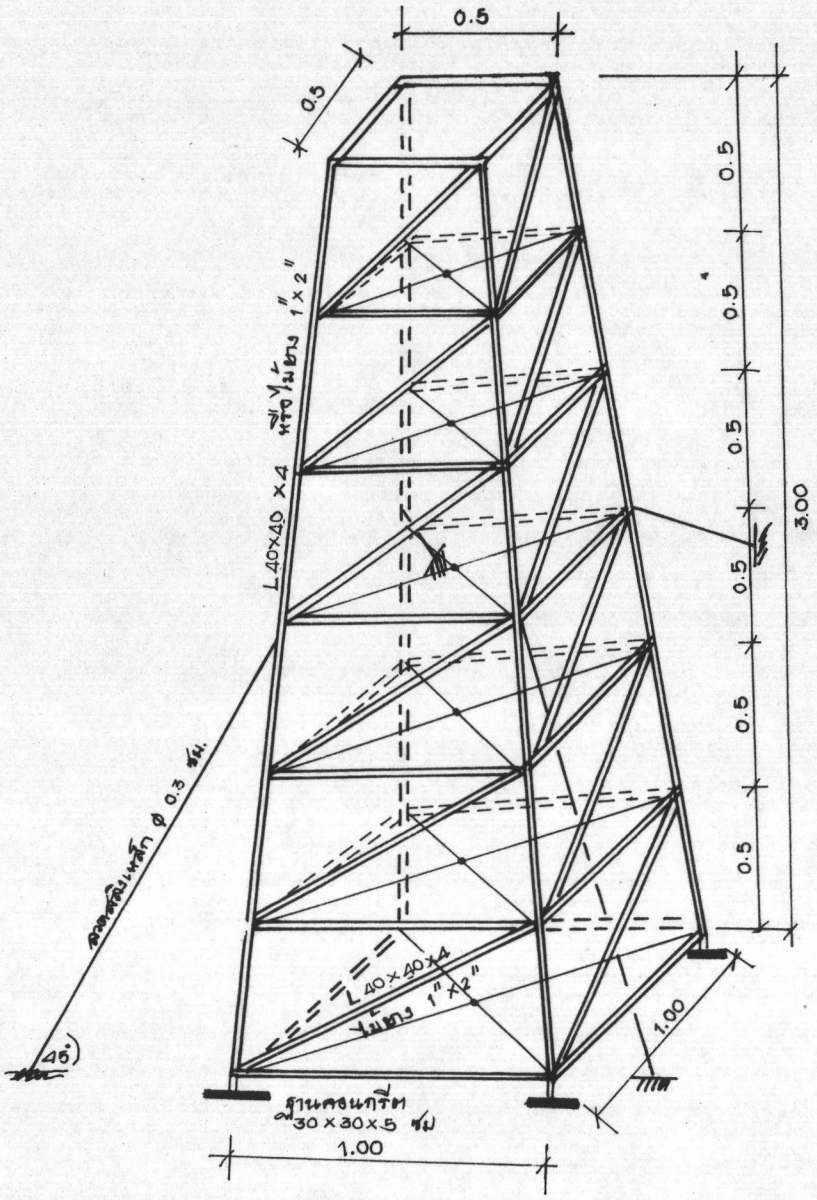


รูปที่ 3 - 6 ตำแหน่งการวางต้นไม้

การปลูกต้นไม้บนสวนแนวดิ่งรูปแบบนี้ จะมีการปลูกตามด้านข้างของสวน ทำให้ไม่มีปัญหาในการเจริญเติบโตเพราะสิ่งกีดขวางไม่มี ในการรับแสงนั้น ต้นไม้ที่อยู่ทางทิศตะวันออกและด้านข้าง ๆ จะได้รับแสงในช่วงเช้าและทางด้านทิศตะวันตก จะได้รับแสงในช่วงบ่าย สำหรับเวลาเที่ยงนั้นต้นไม้จะได้รับแสงพร้อมกันอย่างสม่ำเสมอ

3.3.3 รูปแบบผสม

เหตุผลในการออกแบบสวนแนวดิ่งรูปแบบผสมนี้ขึ้นมา เพื่อต้องการให้ปลูกต้นพืชได้ในปริมาณที่มากกว่ารูปแบบปิรามิด แต่มีลักษณะการรับแสงและการเจริญเติบโตดีกว่ารูปแบบทรงสี่เหลี่ยม



รูปที่ 3 - 7 สวนแนวดิ่งรูปแบบผสม

สำหรับวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างนั้น จะใช้ขนาดเหมือนกับ 2 รูปแบบที่ผ่านมา ขนาดของลวดที่ใช้ดึงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ตรงบริเวณฐานจะหล่อแผ่นคอนกรีตเพื่อทำเป็นฐาน

ลักษณะการรับแสงแดดจะเหมือนกับรูปแบบปิรามิด และการปลูกต้นไม้จะมีการปลูกในแนวด้านข้าง การกีดขวางการเจริญเติบโนทางสูงจึงไม่มี

เหตุผลในการเลือกสวนแนวดิ่งรูปทรงสี่เหลี่ยมมาศึกษา

1) สวนแนวดิ่งรูปแบบนี้ จะมีปัญหาในเรื่องการรับแสงแดด และขนาดของต้นไม้ จะเป็นตัวกำหนดความสูงของระยะห่างระหว่างชั้น จึงต้องการดูลักษณะของต้นไม้ที่เจริญเติบโตเช่นใด ต้นไม้ที่อยู่บริเวณด้านในจะได้รับแสงแดดเหมือนดังสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

2) จำนวนต้นไม้ที่ปลูกในแต่ละชั้นจะมีปริมาณเกือบเท่ากัน จึงทำให้ง่ายต่อการออกแบบระบบการให้น้ำ โดยจะออกแบบให้จำนวนหัวปล่อยในแต่ละท่อแขนงเท่ากับจำนวนต้นไม้ในแต่ละชั้นพอดี อนึ่งจำนวนชั้นมีไม่มากเหมือนกับสวนแนวดิ่งรูปแบบอื่น จึงทำให้การก่อสร้างไม่ยุ่งยาก

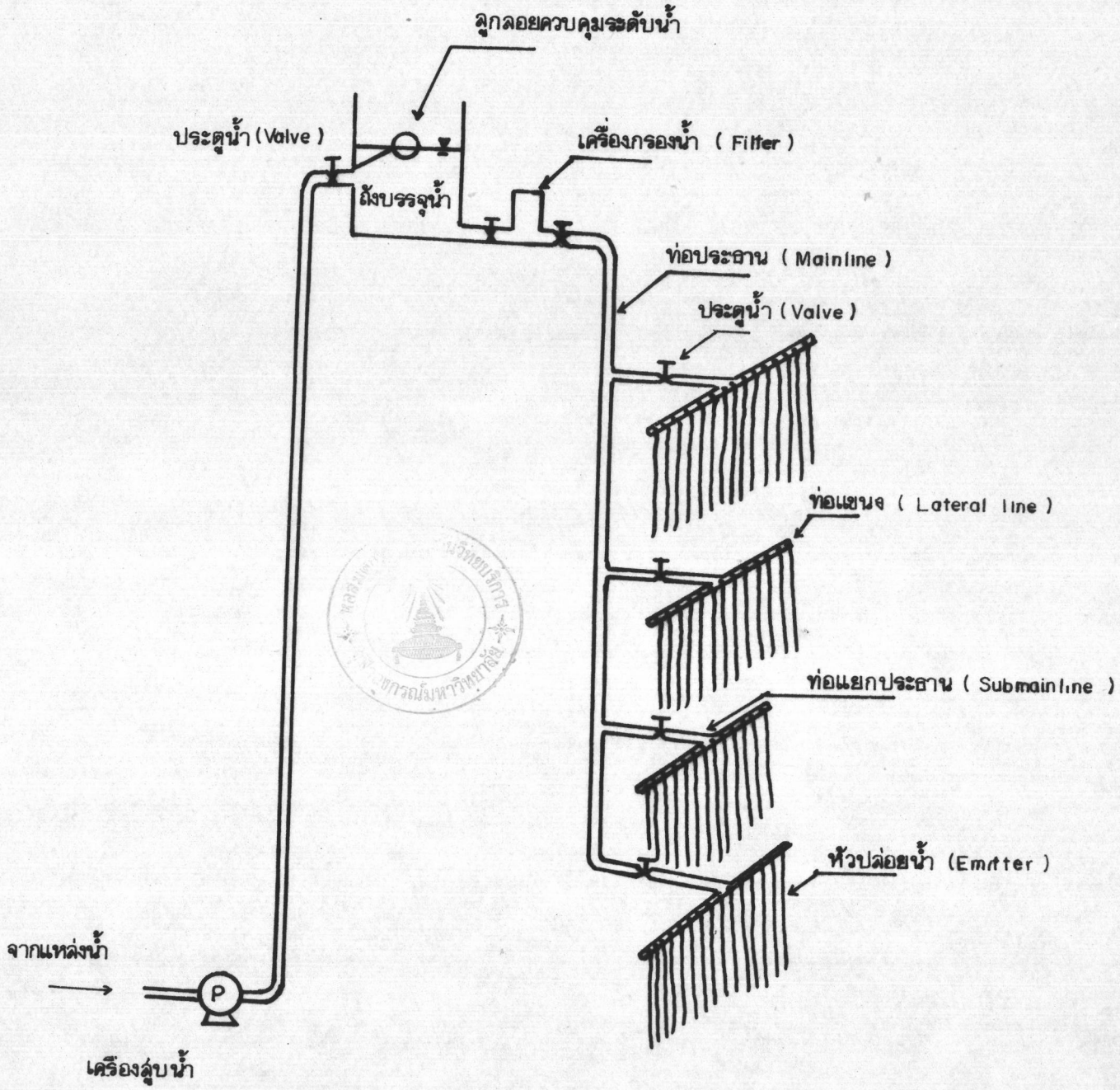
3.4 ระบบการให้น้ำแบบหยดสำหรับสวนแนวดิ่ง

การชลประทานแบบหยดน้ำ (Drip or Trickle Irrigation) คือวิธีการชลประทานที่ให้น้ำแก่พืชแต่ละต้นโดยตรงด้วยระบบท่อที่วางต่อกันตามแนวที่ปลูกพืชโดยมีการควบคุมปริมาณน้ำที่ส่งให้กับพืชครั้งละน้อย ๆ อย่างสม่ำเสมอด้วยหัวปล่อย(emitter) น้ำที่ปล่อยออกจากหัวปล่อยนี้ จะพยายามปรับให้ใกล้เคียงกับอัตราการใช้น้ำของพืชแต่ละต้น หรือมากกว่าเล็กน้อย ทำให้ลดการสูญเสียน้ำตามทางระหว่างส่งน้ำ(Conveyance loss) ลดการไหลซึมเกินเขตรากพืช (Deep Percolation) ตลอดจนการสูญเสียเนื่องจากการไหลนองบนผิวดิน (Runoff) ซึ่งถ้าหากได้รับการติดตั้งที่ถูกต้องแล้วการชลประทานแบบนี้นับว่ามีประสิทธิภาพสูงมาก

3.4.1 องค์ประกอบของการชลประทานแบบหยดน้ำ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการชลประทานแบบหยดน้ำที่สมบูรณ์ จะประกอบด้วย หัวปล่อยน้ำ (Emitter) ท่อแขนง (Lateral Line) ท่อแยกประธาน (Submain Line) ท่อประธาน (Main Line) เครื่องสูบน้ำ (Pump) เครื่องควบคุมความดัน(Control head) และเครื่องกรอง(Filter) นอกจากนี้ถ้าต้องการผสมปุ๋ยพร้อมกับการให้น้ำ จะต้องมีเครื่องผสมปุ๋ย (Injector) ด้วย รูปที่ 3 - 8 เป็นอุปกรณ์ของระบบการให้น้ำแบบหยดที่ใช้กับสวนแนวดิ่ง

I 17216006



รูปที่ 3-8 การจัดท่อ และอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบน้ำหยด สำหรับสวนแนวดิ่ง

3.4.1.1 หัวปล่อยน้ำ

หัวปล่อยน้ำเป็นสิ่งสำคัญมากของระบบการให้น้ำแบบหยด มีชื่อเรียกกันหลายอย่าง เช่น Emitter, Nozzle, Drippler หรือ Trickler แต่ส่วนมากจะเรียกกันว่า Emitter ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของน้ำโดยการลดความดันภายในท่อลง โดยปกติแล้วหัวปล่อยน้ำ จะติดตั้งอยู่บนท่อแขนง คุณลักษณะเบื้องต้นของหัวปล่อยน้ำที่ต้องการมีดังนี้

1) ให้อัตราการไหลที่ต่ำ แต่สม่ำเสมอและคงที่

2) มีพื้นที่หน้าตัดของท่อเปิด โตพอที่จะไม่เกิดปัญหาการอุดตัน

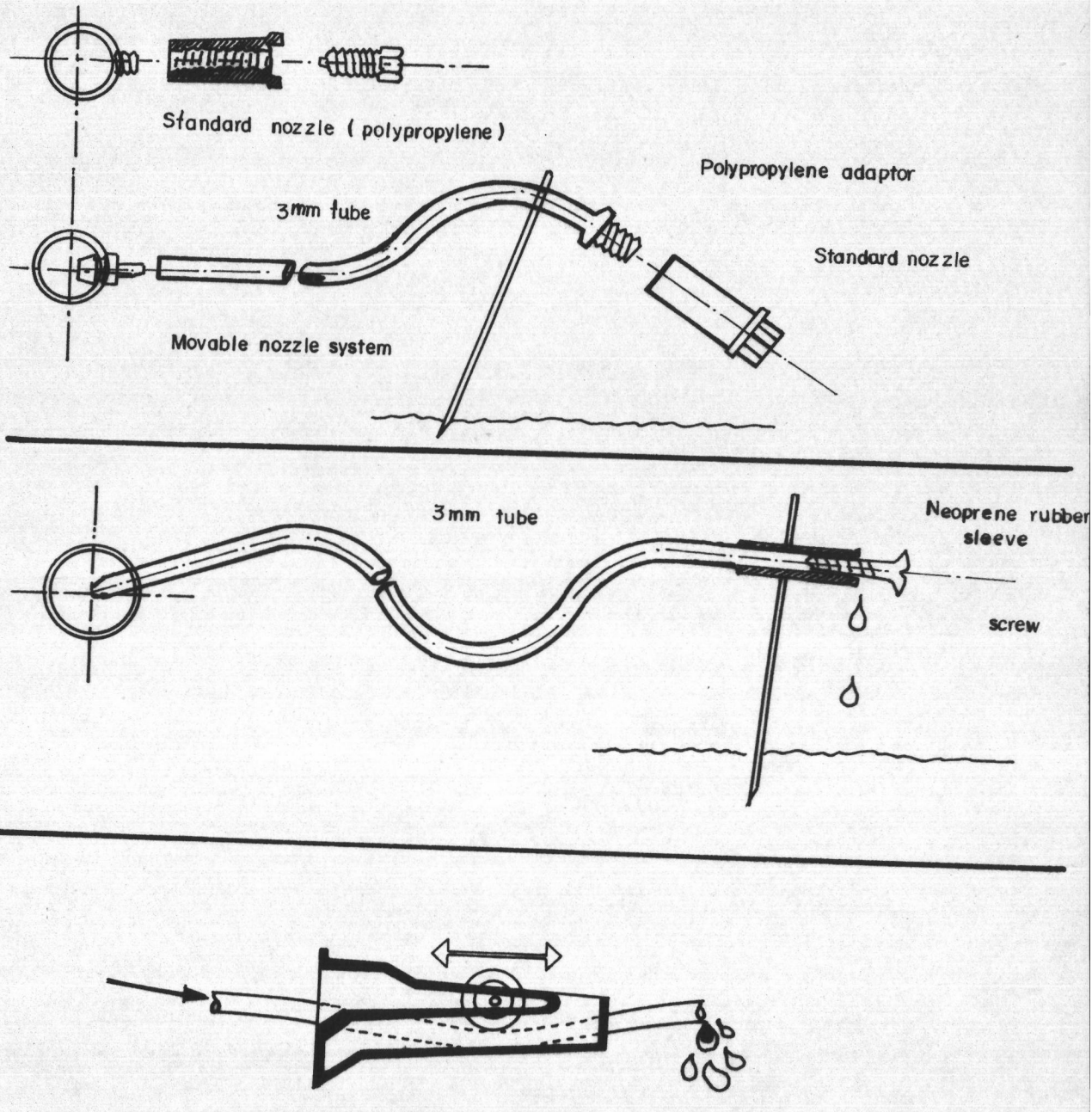
3) ราคาถูกและขนาดกระทัดรัด

ชนิดของหัวปล่อยน้ำโดยทั่วไปพอจะแยกออกได้ 3 ชนิด คือ

1) ประเภทที่หัวสามารถปรับอัตราการไหลได้ ประเภทนี้ต้องใช้แรงงานในการปรับมากกว่าประเภทอื่น เพราะการปรับแต่ละหัวจะมีผลกระทบต่อหัวอื่น ที่อยู่บนท่อแขนงเดียวกัน จึงไม่เหมาะสำหรับประเทศที่มีค่าแรงงานแพง แต่สำหรับประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลายอาจใช้ได้ ผลดีของหัวปล่อยประเภทนี้มีราคาถูก ทำได้ง่าย และมีการอุดตันน้อยกว่าประเภทอื่นมาก ดังรูปที่ 3 - 9

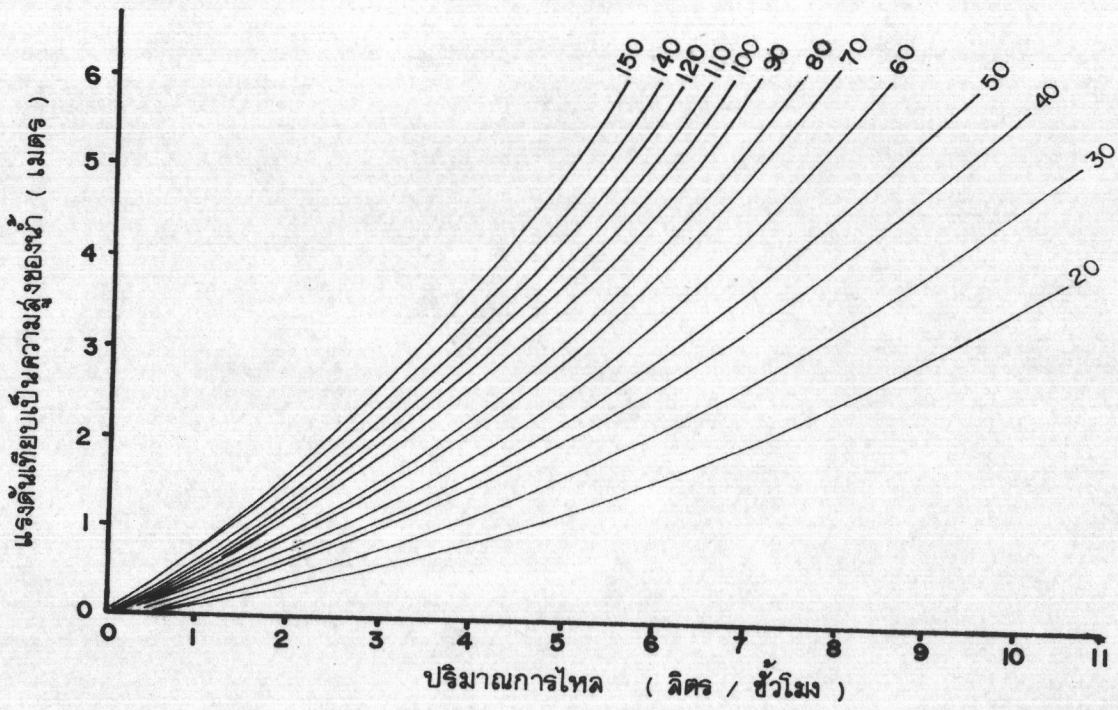
2) ประเภทที่หัวใช้ควบคุมการไหลด้วยระบบการสูญเสียหัวความดัน (head loss) ภายในท่อ เช่น แบบ microtube ซึ่งจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.5 - 1.5 มิลลิเมตร และแบบไหลวนภายใน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล หัวความดันและความยาวของท่อแบบ microtube ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3-10

3) ประเภทที่ใช้ท่อ 2 ชั้น หรือท่อที่เป็นรูพรุนควบคุมการไหล ดังรูป 3 - 11

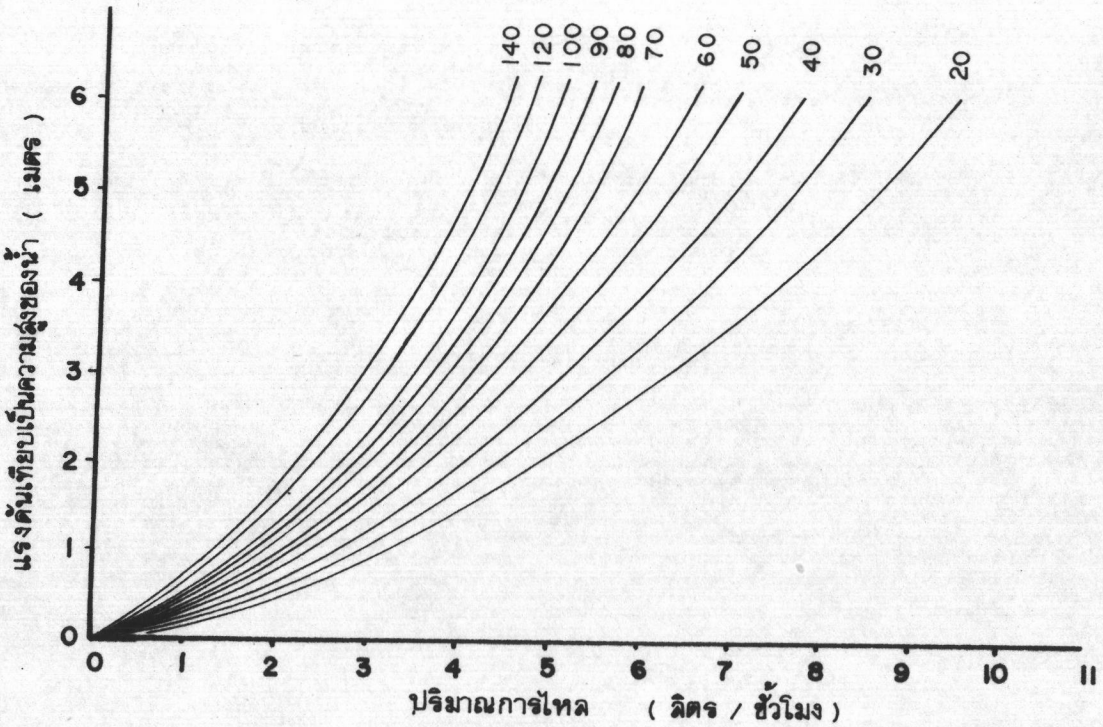


รูปที่ 3-9 ลักษณะของหัวปล่อยน้ำแบบต่าง ที่สามารถปรับอัตราการไหลได้ง่าย

ที่มา (Crop Water Requirement , 1972)

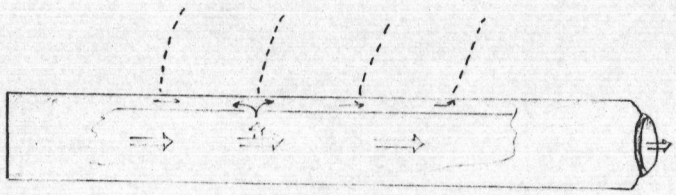


เส้นโค้งแสดงความสัมพันธุ์ระหว่างความดัน อัตราการไหล
และความยาวท่อ MICROTUBE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.13 มม.



รูปที่ 3-10 เส้นโค้งแสดงความสัมพันธุ์ระหว่างความดัน อัตราการไหล
และความยาวท่อ MICROTUBE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.38 มม.

ที่มา (มนตรี 2523)



รูปที่ 3 - 11 หัวปล่อยน้ำแบบใช้ท่อ 2 ชั้น เป็นตัวควบคุมการไหล

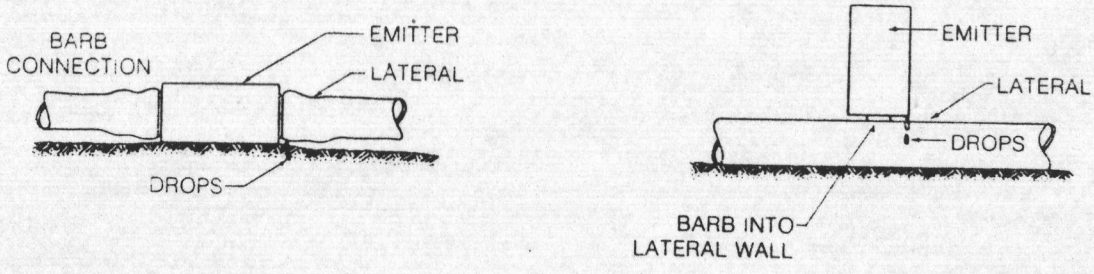
ที่มา (Chapin Watermatic Inc.)

3.4.1.2 ท่อแขนง (Lateral Line)

โดยทั่วไปท่อแขนงจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 ถึง 30 มิลลิเมตร (Karmili, 1974) ทำด้วยวัสดุพวก Polyethylene สีดำเข้มหรือทำด้วย PVC หัวปล่อยจะต่อออกจากท่อแขนงในระยะต่าง ๆ ตามที่ต้องการ ซึ่งวิธีการต่อหัวปล่อยเข้ากับท่อแขนงนี้ พอจะแยกได้เป็น 2 แบบ คือ

1) ชนิดต่อออกจากท่อแขนง (On Line) โดยการเจาะท่อแขนงแล้วสอดหัวปล่อยเข้าไป ตามรูปที่ 3 - 12

2) ชนิดที่ติดอยู่กับท่อแขนง (In Line) ตามรูปที่ 3 - 12



In line Emitter On line Emitter

รูปที่ 3 - 12 การต่อหัวปล่อยน้ำออกจากท่อแขนง

ที่มา (Karmeli, 1974)

3.4.1.3 ท่อแยกประธาน (Submain Line) ท่อนี้บางระบบไม่จำเป็นจะต้องมี คือมีเฉพาะท่อประธานต่อเข้ากับท่อแขนงเท่านั้น

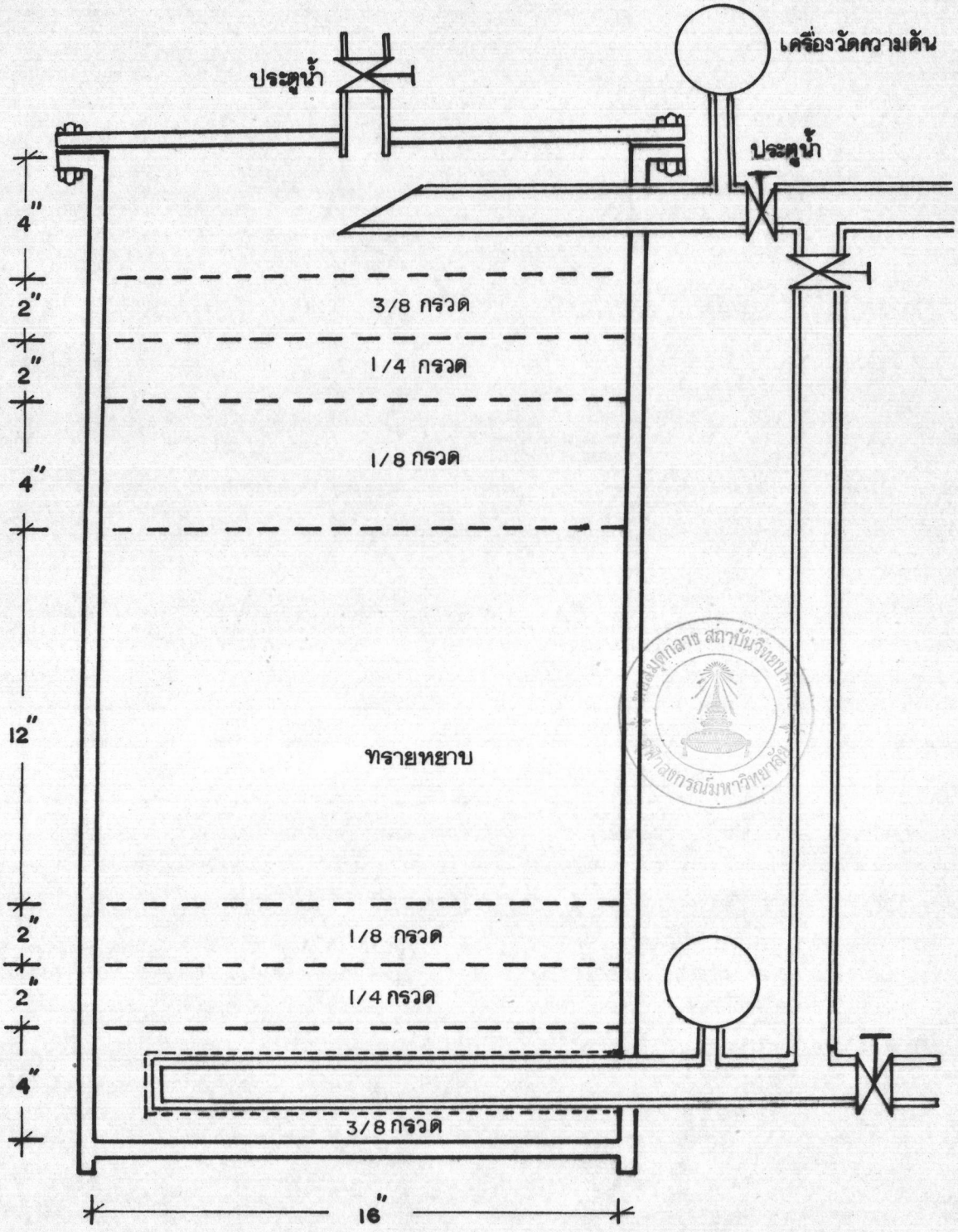
3.1.4.4 ท่อประธาน (Main Line) เป็นท่อที่เชื่อมโยงท่อแยกประธานหรือท่อแขนงในแต่ละสายให้ต่อกับแหล่งน้ำ (Water Source) ท่อประธานมักทำด้วยวัสดุดังต่อไปนี้ คือ Polyethelene, P.V.C., Galvanized steel, Asbestos cement ซึ่งจะใช้วัสดุแบบใดก็ตาม ไม่ควรเลือกใช้วัสดุที่เป็นสนิม และลอกเป็นสเก็ดได้ง่าย เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการชุดตันหัวปล่อย

3.1.4.5 เครื่องควบคุมความดัน (Control head) โดยปกติเครื่องควบคุมความดันจะอยู่ตรงแหล่งจ่ายน้ำ อาจประกอบด้วยวาวล์บังคับการไหลของน้ำ เครื่องวัดความดัน ประตูน้ำ และเครื่องควบคุมอัตโนมัติ

3.1.4.6 เครื่องกรอง (Filter) เครื่องกรองเป็นส่วนที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของระบบการให้น้ำแบบหยด เพราะช่วยขจัดของแข็งและตะกอนต่าง ๆ ที่ปนมากับน้ำส่วนสารเคมีนั้น เครื่องกรองธรรมดาอาจใช้ไม่ได้ เครื่องกรองที่ใช้แยกของแข็งออกจากน้ำได้แก่ตะแกรง กรวดทรายที่อัดเป็นชั้น ๆ เครื่องกรองน้ำเมื่อใช้ไปนาน ๆ จะเกิดการอุดตัน ทำให้ปริมาณการไหลลดลง จึงควรทำความสะอาด ซึ่งระยะห่างของการทำความสะอาดแต่ละครั้งจะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องกรองและคุณภาพของน้ำ

แบบของเครื่องกรองมีหลายแบบ พอที่จะยกมาเป็นตัวอย่างได้ดังนี้

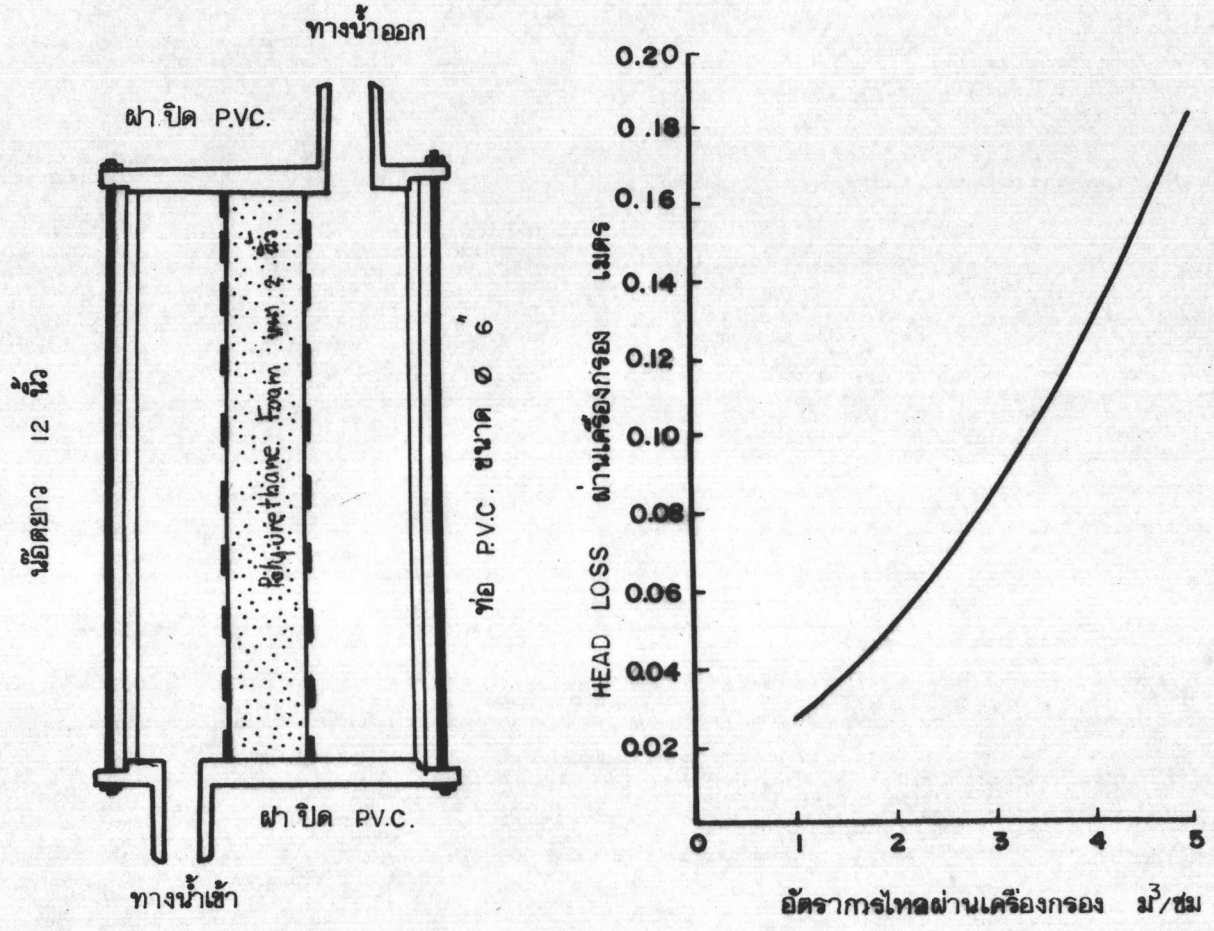
1) ชนิดกรองด้วยกรวดและทรายเป็นชั้น ๆ เครื่องกรองชนิดนี้เหมือนกับว่ารวมเครื่องกรองสองเครื่องอยู่ด้วยกัน คือ กรองได้สองทาง เครื่องวัดความดันใช้สำหรับบอกว่ามีการอุดตันมากน้อยเพียงใด ดูรูป 3 - 13



รูปที่ 3-13 เครื่องกรองชนิดที่กรองด้วยกรวดและทรายเป็นชั้นๆ

ที่มา (JOBLING, 1974)

2) เครื่องกรองแบบโฟม พัฒนาขึ้นโดยสถาบันวิศวกรรมเกษตร วิทยาลัย-ลินคอล์น ประเทศนิวซีแลนด์ เครื่องกรองชนิดนี้นับว่ามีราคาถูก โดยสร้างจากท่อP.V.C. และใช้ใส้กรองเป็นพวก Polyurethane Foam ดูรูป 3 - 14 เครื่องกรองแบบนี้จะใช้ประโยชน์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร นอกจากน้ำที่ส่งมาค่อนข้างสะอาด



รูปที่ 3-14 เครื่องกรองน้ำชนิดใช้โฟมเป็นใส้กรอง และ การสูญเสียกำลังน้ำ

ที่มา (JOBLING 1974)

3.4.2 ข้อดีของการชลประทานแบบหยดน้ำที่ใช้กับสวนแนวดิ่ง

1) การปลูกพืชบนสวนแนวดิ่งเป็นการปลูกพืชในภาชนะขนาดเล็ก เมื่อพืชเจริญเติบโตขึ้นจะทำให้ใบปกคลุมภาชนะ ถ้าหากมีการให้น้ำแบบฝนโปรย หรือรดด้วยมือ จะทำให้สูญเสียน้ำมาก เพราะน้ำบางส่วนจะกระเด็นออกนอกภาชนะ ซึ่งวิธีการให้น้ำแบบหยดนี้ ขนาดของต้นพืชจะไม่มีผลต่อวิธีการให้น้ำ

2) พืชจะได้รับน้ำสม่ำเสมอ การปลูกพืชในภาชนะนั้น ถ้าหากมีการให้น้ำเป็นช่วง ๆ และภาชนะมีขนาดเล็ก ปริมาณความชื้นที่เก็บกักอยู่ในดิน อาจจะไม่เพียงพอแก่ความต้องการของพืชในช่วงระยะเวลาการให้น้ำช่วงหนึ่งๆ การให้น้ำแบบหยดจะขจัดปัญหาในเรื่องความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน

3) สะดวกเนื่องจากสวนแนวดิ่งเป็นโครงสร้างที่สูง จึงไม่เหมาะที่จะให้น้ำแก่พืชด้วยวิธีการอื่น เช่น การรดด้วยมือ เพราะจะทำให้ลำบากในการปีนขึ้นลงเวลาจะให้น้ำแต่ละครั้ง

4) ควบคุมปริมาณน้ำได้ และใช้น้ำประหยัดที่สุด เพราะสามารถปรับปริมาณการไหลของน้ำผ่านหัวปล่อยได้พอดีกับความต้องการของพืชจริง ๆ

5) ประหยัดเวลา ถ้าหากระบบการให้น้ำได้รับการติดตั้งอย่างสมบูรณ์แล้ว จะใช้เวลาในการดูแลแต่ละครั้งน้อยกว่าการให้น้ำโดยวิธีอื่น

6) การให้น้ำแบบหยดจะมีการใช้น้ำน้อยกว่าแบบฝนโปรย โดยจะใช้น้ำประมาณ 10 - 20 เปอร์เซนต์ ของการให้น้ำแบบฝนโปรย (Kenworthy, 1977) จึงทำให้อุปกรณ์บางอย่างมีขนาดเล็กลง เช่น เครื่องสูบน้ำ (pump)

7) ลมไม่มีอิทธพลต่อวิธีการและการกระจายน้ำที่ให้แก่ต้นพืช

3.4.3 ข้อเสียของการชลประทานแบบหยดน้ำ

1) ค่าใช้จ่าย เนื่องจากอุปกรณ์ครบชุดของระบบน้ำหยดมีราคาแพงมาก จึง

ทำให้ค่าลงทุนครั้งแรกค่อนข้างสูง

2) การอุดตัน (Clogging) ของหัวปล่อยน้ำ เป็นปัญหาสำคัญที่สุดที่จะทำให้การชลประทานแบบหยดน้ำล้มเหลว การอุดตันเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ตะกอนทราย โคลนตม การตกตะกอนของสารเคมี หรือเกิดจากการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เช่น สาหร่าย ภายในท่อหรือหัวปล่อยน้ำ

3) ถ้าหากระบบเกิดขัดข้อง ต้นพืชจะเหี่ยวเร็ว เนื่องจากความชื้นที่เก็บกักอยู่ในกระถาง มีไม่เพียงพอแก่ความต้องการของพืช ดังนั้นระบบการให้น้ำจะต้องจัดทำและดูแลให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตลอดเวลา

3.5 การออกแบบทางชลศาสตร์ สำหรับระบบการให้น้ำ

จากสมการการไหลของหัวปล่อยแบบ nozzle หรือ orifice มีดังนี้

$$q = k a C_d \sqrt{2g H}$$

โดยที่ k = ค่าคงที่ที่มีค่าเท่ากับ 3.6 ในระบบเมตรก และ 187 ในระบบอังกฤษ

a = พื้นที่หน้าตัดของการไหล มม.^{2} (นิ้ว^2)

C_d = ค่าสัมประสิทธิ์ที่ขึ้นอยู่กับลักษณะของหัวปล่อย

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก เมตร/วินาที^{2}, ฟุต/วินาที^{2}

H = หัวความดันใช้งานของหัวปล่อย เมตร (ฟุต)

การที่จะบังคับอัตราการไหลให้ได้ปริมาณตามที่ต้องการนั้น จะต้องมีการลดความดันภายในท่อของระบบส่งน้ำลง วิธีการลดความดันนี้ทำได้โดยการบีบพื้นที่หน้าตัดของการไหลของน้ำ (a) ให้มีขนาดเล็กลง หรือว่าเพิ่มความยาวของหัวปล่อยแบบ microtube การที่จะทำเช่นนี้ได้จะต้องทราบค่าความดันใช้งานที่จุดของหัวปล่อยเสียก่อน ซึ่งความดันใช้งาน

ของหัวปล่อยนี้หาได้จาก ค่าความดันทั้งหมด ลบด้วย การสูญเสียต่าง ๆ ภายในท่อได้แก่ การสูญเสียเนื่องจากความฝืดของท่อ ข้อต่อ วาวล์ ซึ่งค่าการสูญเสียเหล่านี้หาได้จาก

1) การสูญเสียภายในท่อแขนง เนื่องจากท่อแขนง มีรูเปิดของหัวปล่อยหลายช่อง เป็นการลำบากที่จะหาค่าการสูญเสียความดันที่จุดต่าง ๆ ได้มีผู้เสนอวิธีการในการคำนวณหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีความยากง่ายไม่เหมือนกัน วิธีการที่ยกมานี้เรียกว่า Equivalent Length Method โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้คือ

$$\Delta H_1 = \frac{J.\ N_e}{100} (1 + l_f).F$$

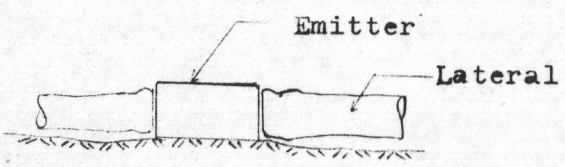
โดยที่ H_1 = Friction head Loss ในท่อแขนง, เมตร, ฟุต

J = Head loss gradient หาได้จากรูปที่ 3 - 15

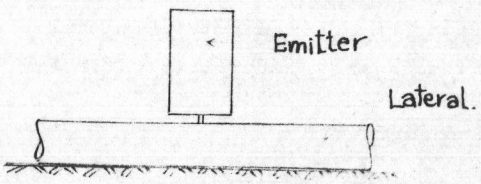
N_e = จำนวนหัวปล่อยที่อยู่บนท่อแขนง

l = ความยาวของท่อระหว่างหัวปล่อย เมตร, ฟุต

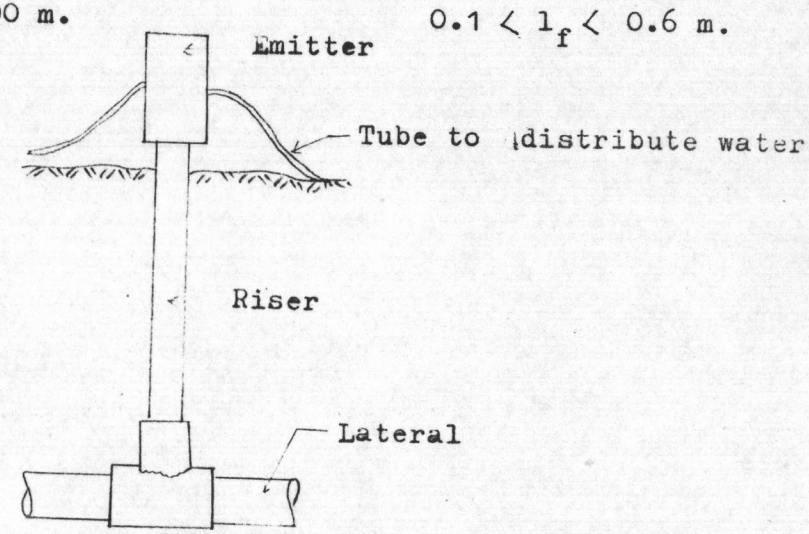
l_f = ค่าการสูญเสียความดันคิดเทียบเท่ากับค่าการสูญเสียที่เกิดจากการไหลผ่านจุดต่อหัวปล่อย มีค่าดังนี้ เมตร, ฟุต



$1.00 < l_f < 3.00$ m.

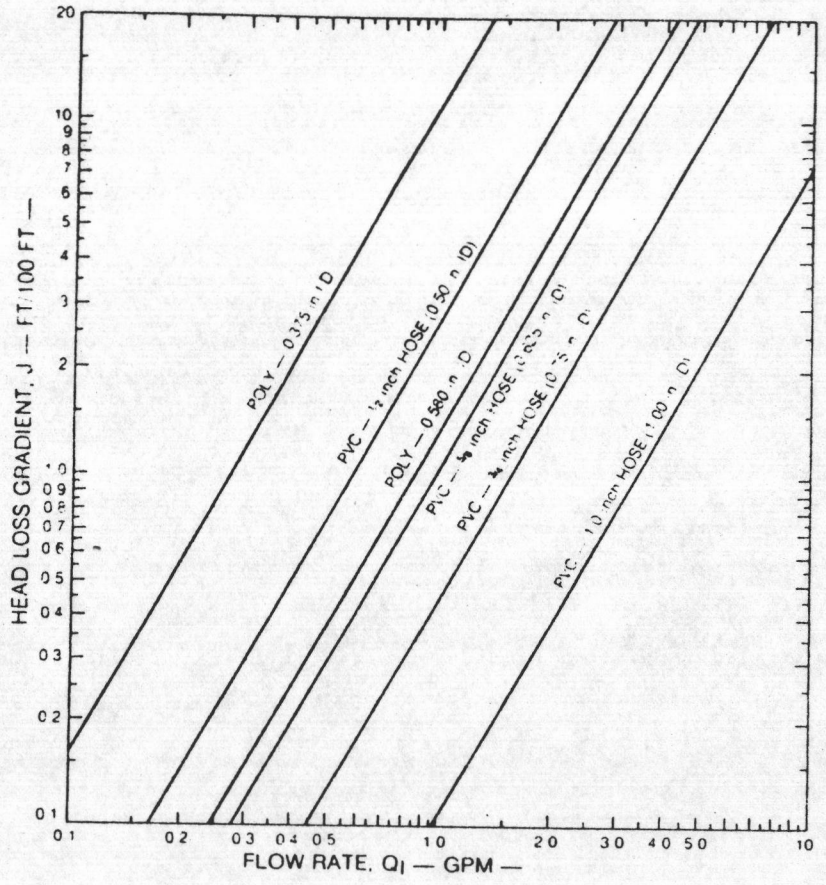


$0.1 < l_f < 0.6$ m.



F = ค่า ส.ป.ส. หาได้จากตารางข้างล่าง

N_e	F	N_e	F	N_e	F
1	1.000	8	0.415	20	0.376
2	0.639	10	0.402	25	0.371
3	0.535	12	0.394	30	0.368
4	0.486	14	0.387	40	0.364
5	0.457	16	0.382	50	0.361
6	0.435	18	0.379	100	0.356



รูปที่ 3 - 15 ค่า Head loss gradient

2) การสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานตามความยาวของท่อกลม

$$\Delta H_2 = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

โดยที่ ΔH = ค่าการสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานตามความยาวของท่อกลม

f = แฟคเตอร์ความเสียดทาน

L = ความยาวของท่อ เมตร, ฟุต

D = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ เมตร, ฟุต

V = ความเร็วของการไหลภายในท่อ เมตร/วินาที, ฟุต/วินาที

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก เมตร/วินาที^{2}, ฟุต/วินาที^{2}

3) การสูญเสียเนื่องจากการโค้งงอ การเพิ่มหรือลดขนาดของท่อ วาวล์ และข้อต่อ โดยทั่วไปจะอยู่ในรูป

$$\Delta H_3 = k \frac{V^2}{2g}$$

โดยที่ ΔH_3 = ค่าความสูญเสียหัวความดัน เมตร, ฟุต

k = ค่าสัมประสิทธิ์เนื่องจากการโค้งงอ การเพิ่มหรือลดขนาดของท่อ และอื่น ๆ (หาได้จากหนังสือ Hydraulic โดยทั่ว ๆ ไป)

V = ความเร็วของการไหลตรงจุดที่พิจารณา เมตร/วินาที, ฟุต/วินาที

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก เมตร/วินาที, ฟุต/วินาที

4) การสูญเสียเนื่องจากถังกรองขึ้นอยู่กับปริมาณการไหล และชนิดของถังกรอง (ΔH_4) (Jobling, 1974)

∴ หัวความดัน ณ จุดที่ต้องการทราบ คือ

$$H = H_{total} - \Delta H_1 - \Delta H_2 - \Delta H_3 - \Delta H_4$$

ปริมาณน้ำที่ต้องการให้ภายในระบบ

การหาปริมาณน้ำที่ต้องให้ภายในระบบ หาได้จากผลงานรวมของปริมาณน้ำในท่อแขนงทั้งหมด

$$Q = \sum_{i=1}^{n} Q_{1i}$$

โดยที่ Q = ปริมาณน้ำที่จะต้องให้ทั้งระบบ ลิตร/วินาที , แกลลอน/วินาที

Q_1 = อัตราการไหลในท่อแขนงแต่ละท่อ ลิตร/วินาที, แกลลอน/วินาที

$Q_1 = k \cdot N_e \cdot q$

q = อัตราการไหลเฉลี่ยของหัวปล่อย ลิตร/ชั่วโมง (แกลลอน/ชั่วโมง)

k = $\frac{1}{3600}$ ในระบบเมตริก และ $\frac{1}{60}$ ในระบบอังกฤษ

N_e = จำนวนหัวปล่อยบนท่อแขนง

พลังงานที่ใช้ในการสูบน้ำ

$$HP = \frac{\gamma Q H_{total}}{J}$$

โดยที่ HP = กำลังงานของเครื่องสูบน้ำ

γ = น้ำหนักจำเพาะของน้ำ

Q = ปริมาณการไหล ลบ.ฟุต/วินาที, ลบ.เมตร/วินาที

H_{total} = พลังงานกลของเครื่องสูบน้ำ ฟุต, เมตร

J = ค่าคงที่จะเปลี่ยนหน่วยงานและกำลังงาน