หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีการออกแบบเพื่อติดตั้งก๊อกสาธารณะ

เป็นที่ทราบกันดีว่าน้ำเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์ และพืช มาช้านาน จะเห็นได้จากประวัติความเป็นมาของการใช้น้ำตั้งแต่อดีต ซึ่งได้มีการพัฒนาหาวิธีการต่างๆ เพื่อที่จะนำน้ำมาใช้ในการอุปโภคและบริโภคได้อย่างสะดวกและพอเพียงกับความต้องการ จึงได้มีการคิดถึงความจำเป็นของการมีระบบจ่ายน้ำขึ้น เนื่องจากถ้าไม่มีระบบจ่ายน้ำ น้ำที่หามาได้ไม่ว่าจะเป็นการใช้ภาชนะลงไปตักจากบ่อน้ำหรือแหล่งน้ำผิวดิน หรือเครื่องสูบน้ำขึ้นมาได้ก็ตาม วิธีการที่จะนำน้ำไปใช้ยังบ้านเรือนที่อยู่อาศัยจะต้องนำไปโดยใช้วิธีการหิ้ว ถือ แบกหาม หรือใส่รถเข็นไป ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นวิธีที่ต้องใช้แรงงานทั้งสิ้น และผู้ใช้น้ำเองก็ไม่ค่อยจะชอบวิธีการนี้นักถ้าไม่จำเป็น ยิ่งถ้าหากต้องใช้ระยะทางเดินหลาย ๆ กิโลเมตรด้วยแล้ว ดังนั้น ผลที่จะตามมาเนื่องจากความไม่สะดวกดังกล่าวนี้ ก็คือ ทำให้เกิดการเกียจคร้านอันจะนำมาซึ่งการขาดแคลนน้ำใช้ทำให้มีผลต่อไปถึงสุขภาพพลานามัยและการสุขาภิบาลที่ไม่ถูกสุขลักษณะ มีผลกระทบต่อการประกอบอาชีพประจำวัน เช่น การเกษตรอีกด้วย (Wright,1956) ดังนั้น จึงมีความจำเป็นในการจัดระบบจ่ายน้ำเพื่อจ่ายน้ำให้ถึง หรือใกล้เคียงกับบริเวณที่อยู่อาศัยของผู้ใช้น้ำให้มากที่สุด

การติดตั้งจุดจ่ายน้ำ (standpost) เป็นวิธีการจ่ายน้ำที่ดีวิธีหนึ่งเพราะสามารถเลือกใช้ ให้เหมาะสมกับสภาพของเศรษฐกิจและสังคมของชุมชนนั้น ๆ ได้ เช่น ในกรณีที่จะติดตั้งให้ใช้ในที่สาธารณะก็เรียกว่า ก๊อกสาธารณะ (public standpost or public fountain) และถ้าจะต่อให้ใช้ถึงในบ้านก็เรียกว่า ก๊อกส่วนบุคคลหรือกึ่งบุคคล (private or semi-private standpost) เป็นต้น (WHO,1978)

ก๊อกสาธารณะเป็นจุดจ่ายน้ำซึ่งติดตั้งอยู่ตามจุดต่าง ๆ ในที่สาธารณะเพื่อให้ประชาชนนำน้ำไปใช้ในการอุปโภคและบริโภค ซึ่งมีวิธีการจ่ายน้ำโดยการต่อท่อจ่ายน้ำออกมาจากแนวท่อประธาน

ของระบบจ่ายน้ำและปล่อยน้ำออกจากก๊อก (tap) หรือที่เปิดปิดน้ำแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม การติดตั้งก๊อกสาธารณะในเมืองใหญ่ ๆ ส่วนมากจะพบว่าเป็นการติดตั้งเพียงเพื่อเป็นแนวทางที่จะต่อท่อจ่ายน้ำให้เข้าถึงบ้าน (house-connection) ในอนาคต เนื่องจากอาจมีปัญหาทางด้านเงินทุนในขณะนั้น หรือ สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปยังไม่เหมาะสม เช่น บริเวณชานเมืองหรือแหล่งสลัม เป็นต้น ส่วนตามชนบทนั้นการติดตั้งก๊อกสาธารณะอาจเป็นวิธีการจ่ายน้ำให้แก่ประชาชนได้อย่างเหมาะสมเป็นระยะเวลานาน ๆ โดยไม่มีความจำเป็นที่จะต้องมีการต่อก๊อกน้ำเข้าถึงบ้านเลยก็ได้ หรืออาจจะเป็นการไม่สมควรที่จะต่อก๊อกน้ำเข้าถึงบ้าน ในกรณีที่บ้านเรือนของราษฎรแต่ละหลังอยู่ห่างกันมาก การต่อท่อให้ไปถึงบ้านแต่ละหลังจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการวางท่อเป็นจำนวนเงินมาก ซึ่งไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน เป็นต้น (WHO, 1979)

ในการจัดทำก๊อกสาธารณะให้ได้ผลตามความต้องการนั้น จะต้องมีการวางแผนงานที่ดีเพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ภายหลัง ดังนั้น ในการวางแผนจัดทำก๊อกสาธารณะนี้ จึงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญในด้านต่าง ๆ หลายด้าน อาทิ เช่น การจัดระบบบริหารงานและการจัดการที่ดี (organization and management) สภาพของเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมของชุมชนต่าง ๆ (economic, socio-cultural factors) เทคนิคการออกแบบที่เหมาะสม (technological factor) เป็นต้น

2.1 ลักษณะโดยทั่วไปของก๊อกสาธารณะ

ก๊อกสาธารณะสำหรับชุมชนแต่ละแห่งนั้น อาจจะมีรูปร่างแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของการออกแบบเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม ความต้องการของผู้ใช้น้ำในชุมชนนั้น ๆ และเหตุผลอื่น ๆ แต่โดยทั่วไปแล้ว ก๊อกสาธารณะแต่ละแบบจะมีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

2.1.1 พื้นฐาน (Platform)

ควรจะออกแบบให้มีขนาดความกว้าง และความยาวเพียงพอที่จะให้ผู้ใช้น้ำเดินเข้ามาเปิดปิดก๊อกได้อย่างสะดวก ซึ่งตามปกติควรจะมีความกว้างออกจากก๊อกโดยรอบประมาณ

1.00 ม. (WHO,1979) วัสดุที่ใช้ทำนั้นต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักผู้ที่เดินเข้ามาภายในบริเวณได้โดยไม่แตกร้าว ซึ่งอาจจะทำเป็นแบบพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือเรียงอิฐหรือหินแล้วยาแนวด้วยปูนทราย หรือวิธีอื่น ๆ ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้พื้นฐานที่แข็งแรงและป้องกันไม่ให้น้ำซึมผ่านลงไปในดินได้ พื้นฐานนี้ควรยกพื้นให้สูงจากระดับดินเดิมประมาณ 10 ซม. (WHO,1979) และออกแบบให้มีความลาด (slope) ไปทางด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้าน เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำขังอยู่บนพื้นหรือออกแบบให้สามารถระบายน้ำออกไปจากบริเวณ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น หรือไหลลงสู่ที่ระบายสาธารณะหรือขุดเป็นร่องให้น้ำซึมลงไปใต้ดินได้

ค่าระดับความลาดของพื้นฐานหรือรางระบายน้ำนั้นควรจะอยู่ระหว่าง 2–5 % (WHO,1979) และขนาดของรางระบายน้ำออกจากพื้นฐาน บริเวณทางควรจะมีขนาดความกว้างประมาณ 20 ซม. (WHO,1979) ส่วนการขุดเป็นร่องให้น้ำซึมนั้น ควรขุดให้มีพื้นที่หน้าตัดประมาณ 0.5 ตร.ม. โดยขุดลึกประมาณ 80 ซม. แล้วใส่กรวดหรือหินเพื่อให้น้ำซึมผ่านลงไปในดินได้ ความยาวของร่องขึ้นอยู่กับลักษณะของดิน เช่น ถ้าเป็นดินเหนียวการดูดซึมไม่ดีก็จะต้องขุดร่องให้ยาวขึ้น แต่ถ้าดินมีลักษณะเป็นดินทรายก็สามารถทำร่องระยะสั้น ๆ ได้ (WHO,1979) กอกสาธารณะทุกแบบควรที่จะมีระบบการระบายน้ำออกจากสถานที่ เพราะถ้าไม่มีทางระบายน้ำ น้ำก็จะเจิ่งนองอยู่บนพื้นฐานทำให้เฉอะแฉะไม่สะดวกในการใช้ และยังเป็นสถานที่ไม่น่าดูอีกด้วย (Wagner and Lanoix,1959).

2.1.2 <u>โครงสร้างสำหรับรองรับท่อ</u> (Supporting structure)

เป็นส่วนสำหรับรองรับท่อหรือยึดท่อให้แข็งแรงและปลอดภัยจากแรงกระแทกจากภายนอก วิธีป้องกันที่ดีคือ ฝังท่อไว้ในเสาซึ่งทำด้วยคอนกรีตหรือก่ออิฐซึ่งมีขนาด 0.30 ม.x 0.30 ม. ขึ้นไป (WHO,1979) โครงสร้างส่วนนี้ยังสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับก๊อกได้โดยการทำโครงสร้างให้สูงเหนือก๊อกขึ้นมาอีก 10 ซม. (WHO,1979)

2.1.3 <u>แท่นรองภาชนะใส่น้ำ</u> (Raised stand)

เป็นส่วนของโครงสร้างซึ่งสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นที่รองรับ หรือวางภาชนะใส่ น้ำแบบต่าง ๆ ที่ผู้ใช้น้ำ ไม่ว่าจะเป็นเด็กหรือผู้ใหญ่นำมาเพื่อใช้ใส่น้ำ แท่นรองนี้จะตั้งอยู่ข้างล่างตรงกับ

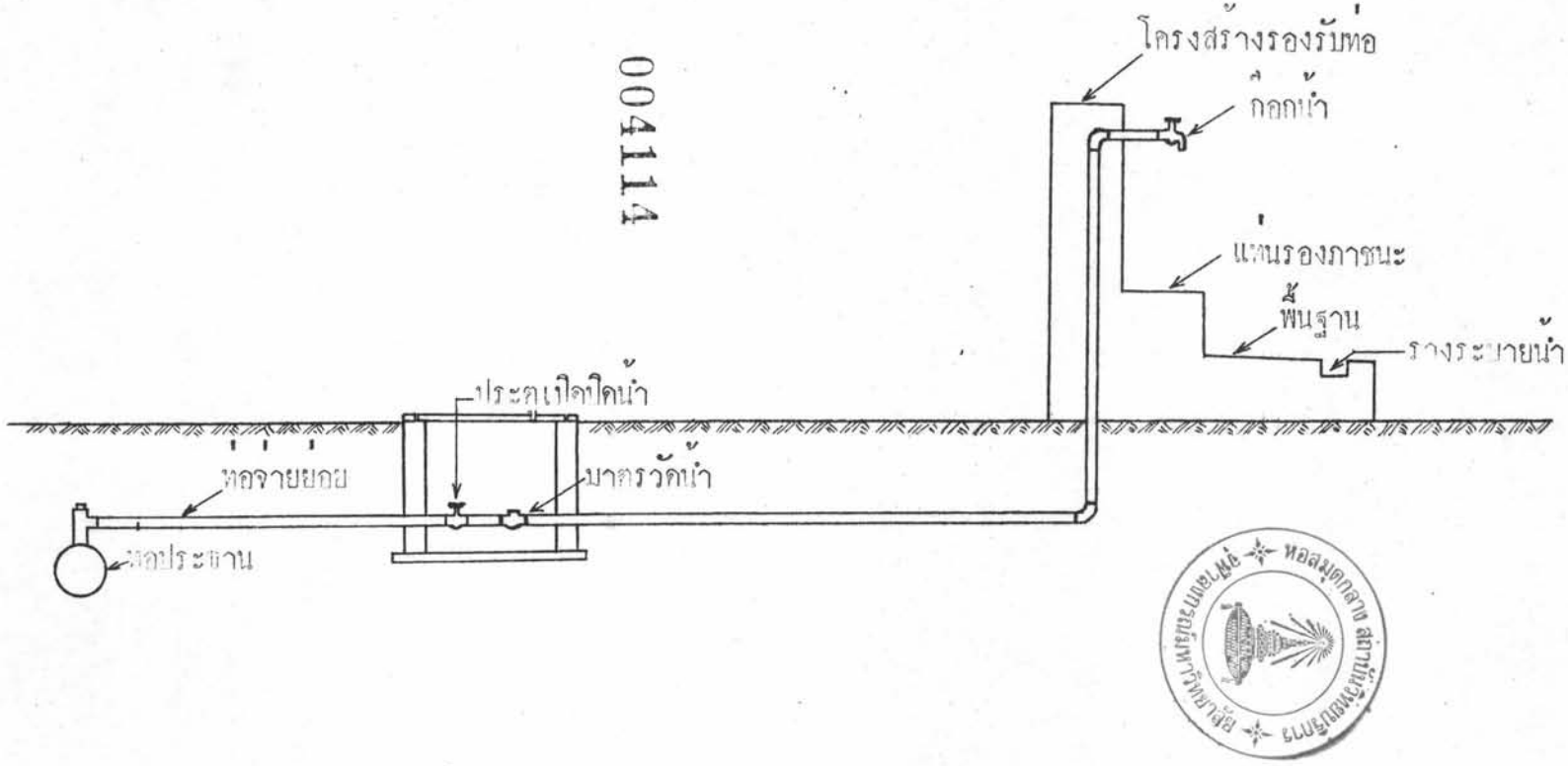
ตำแหน่งของก๊อก ซึ่งสามารถตั้งภาชนะใส่น้ำบนแท่นรองนี้แล้วสามารถเปิดก๊อกให้น้ำไหลลงสู่ภาชนะได้อย่างพอเหมาะ วัสดุที่ใช้ทำแท่นรองนี้อาจเป็นชนิดเดียวกันกับที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับท่อ (supporting structure) หรือพื้นฐาน (platform) โดยทำเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กก่ออิฐหรือเรียงหินยาแนวด้วยปูนทราย ให้เหมือนกันเพื่อความแข็งแรงหรือต่อเนื่องเป็นเนื้อเดียวกัน หรือบางทีอาจทำด้วยวัสดุอื่น ๆ เช่น ตะแกรงเหล็กหรือโลหะอื่น ๆ (metal grating) แล้วแต่ความเหมาะสม

การกำหนดความสูงของแท่นรองภาชนะนี้จะต้องมีการศึกษาถึงสภาพของสังคม วัฒนธรรม และประเพณีของชุมชนนั้น ๆ ก่อน เพื่อจะได้ทราบถึงลักษณะของภาชนะที่ใช้รองน้ำ เช่น คนโทใส่น้ำทำด้วยดินเผา ภาชนะใส่น้ำทำด้วยทองเหลือง ปีบ ถังแบบมีหูหิ้ว หรือภาชนะที่ใช้ในครัวเรือน เป็นต้น และวิธีการลำเลียงน้ำไปใช้แบบต่าง ๆ เช่น โดยการแบกภาชนะบนหัว แบกบนบ่า แบกใส่หลัง ใช้มือถือหรือหิ้วไป ใช้ไม้คานสอดแล้วหาบไป เป็นต้น ปกติที่วางภาชนะควรออกแบบให้สามารถวางภาชนะได้พร้อมกันหลาย ๆ ใบ และควรจะมีระดับต่ำกว่าตำแหน่งที่จะใช้หิ้วหรือแบกไปเล็กน้อย เพื่อจะได้ไม่สิ้นเปลืองแรงงานในการยกขึ้นสูงเกินไป (Wagner and Lancix,1959) เช่น ถ้านำน้ำไปโดยการแบกภาชนะขึ้นบนบ่า แท่นรองก็ควรมีระดับอยู่สูงกว่าพื้นขึ้นไปอีก 0.9–1.0 ม. (WHO,1979) และถ้าผู้ใช้น้ำเป็นเด็กแท่นรองก็อาจจะอยู่สูงจากพื้นขึ้นไปเพียง 0.5 ม. ก็พอเป็นต้น (WHO,1979) ส่วนความสูงของก๊อกนั้นก็ขึ้นอยู่กับระดับบนสุดของภาชนะที่ใช้ใส่น้ำ เมื่อวางอยู่บนพื้นแท่นรองรับแล้ว ซึ่งไม่ควรมีระยะความสูงห่างจากก๊อกเกินกว่า 0.50 ม. (WHO,1979) ทั้งนี้เพื่อป้องกันการหกหล่น หรือการกระเซ็นของน้ำออกจากภาชนะใส่น้ำ เป็นต้น

2.1.4 ท่อจ่ายย่อยหรือท่อบริการ (Service pipe)

ท่อจ่ายน้ำที่ใช้กันโดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือ ท่อเหล็กอาบสังกะสี (galvanized steel pipe) และท่อ พี.วี.ซี. (polyvinylchloride) การใช้ท่อ พี.วี.ซี. ควรจะได้มีการพิจารณาเลือกใช้ให้ถูกวิธี เพราะอาจก่อให้เกิดความเสียหายได้ง่าย เมื่อมีอุบัติเหตุหรือถูกแรงกระแทกอย่างรุนแรง จึงไม่สมควรใช้ในที่กลางแจ้ง หรือบริเวณที่ต้องถูกแดดเผาตลอดทั้งวันโดยไม่

004114



หอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของก๊อกสาธารณะโดยทั่วไป

มีส่วนห่อหุ้มหรือปกปิด (WHO,1979) ท่อจ่ายน้ำแบบอื่นที่สามารถเลือกใช้ได้ คือ ท่อเหล็ก (steel pipe) ท่อเหล็กหล่อ (spun iron pipe) ท่อซีเมนต์ใยหิน (asbestos cement pipe) และท่อโพลีทีน (polythene) เป็นต้น (Mann and Williamson, 1973) ส่วนการเลือกใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อนั้นขึ้นอยู่กับข้อกำหนด และองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ปริมาณน้ำที่ต้องการจ่ายให้ผู้ใช้น้ำ ชนิดของก๊อก จำนวนก๊อกที่ติดตั้งในแต่ละจุด และความดันของน้ำ เป็นต้น ตามปกติที่ใช้กันโดยทั่วไปขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อจ่ายย่อยควรอยู่ระหว่าง 12 มม. ($\frac{1}{2}$ นิ้ว) ถึง 36 มม. ($1\frac{1}{2}$ นิ้ว) (WHO,1979)

2.1.5 <u>ประตูน้ำและมาตรวัดน้ำ</u> (Main valve or Stopcock and Watermeter)

ประตูน้ำติดตั้งไว้สำหรับเปิดปิด เพื่อควบคุมปริมาณน้ำที่จะไหลจากท่อประธานเข้าสู่ท่อจ่ายย่อย โดยเฉพาะในเวลาที่มีความจำเป็นต้องปิดน้ำไม่ให้ไหล เพื่อการซ่อมแซมก๊อกน้ำที่ชำรุด หรือเพื่อการควบคุมไม่ให้มีการใช้น้ำในเวลาที่กำหนด เป็นต้น ดังนั้นจึงควรที่จะติดตั้งประตูน้ำไว้ในกล่องหรือที่มิดชิดซึ่งสามารถปิดล็อคได้เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้

มาตรวัดน้ำ มีไว้สำหรับเป็นตัววัดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อจ่ายย่อยออกสู่ก๊อกน้ำเพื่อนำไปใช้ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการทราบปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียไป ในกรณีที่ปริมาณน้ำที่จ่ายให้กับปริมาณน้ำที่ผู้ใช้น้ำนำไปใช้มีค่าแตกต่างกัน นอกจากนั้นยังมีประโยชน์สำหรับนำตัวเลขที่แสดงปริมาณการใช้น้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ ไปเป็นแนวทางในการคาดคะเนและคิดคำนวณปริมาณการใช้น้ำที่ควรจะเป็นไปในอนาคต เพื่อการติดตั้งก๊อกสาธารณะเพิ่มขึ้นให้เพียงพอกับความต้องการ และที่สำคัญคือ การใช้มาตรวัดน้ำหาข้อมูลปริมาณการใช้น้ำ เพื่อเป็นหลักฐานสำหรับการเรียกเก็บเงินค่าน้ำต่อไป ดังนั้น การติดตั้งมาตรวัดน้ำก็ควรที่จะติดตั้งไว้ในกล่องหรือที่มิดชิด ซึ่งสามารถปิดล็อคได้ เช่นกัน (WHO,1979)

2.1.6 <u>ก๊อกน้ำหรือที่เปิดปิดน้ำแบบต่าง ๆ</u> (Flow control menchanism)

ก๊อกน้ำหรือที่เปิดปิดน้ำสามารถเลือกใช้ได้หลายแบบ แต่ควรจะเป็นแบบที่

สะดวกแก่การใช้งานและง่ายต่อการซ่อมแซมบำรุงรักษา เช่น ก๊อกแบบใช้มือหมุนเป็นที่เปิดปิดน้ำ ส่วนแบบอื่น ๆ ที่มีใช้กันมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน คือ ball or plug valve tap, spring-loaded or gravity operated taps, volumetric or delayed-closing valves, เป็นต้น (WHO,1979) การติดตั้งก๊อกที่ถูกวิธีควรจะมีการยื่นก๊อกน้ำออกมา เพื่อให้น้ำที่ออกจากก๊อกไหลลงภาชนะได้ง่ายโดยไม่ต้องเอียงภาชนะเข้าไปหาก๊อกน้ำ (Wagner and Lanoix,1959)

2.1.7 <u>ส่วนประกอบอื่น</u> ๆ

การออกแบบติดตั้งก๊อกสาธารณะในชุมชนใด ๆ จะต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้น้ำและสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ ดังนั้น ก๊อกสาธารณะของชุมชนบางแห่งอาจจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์หรือมีส่วนประกอบอื่น ๆ เพิ่มเติมขึ้นมา เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมดูแลหรือใช้ประโยชน์ในการเก็บค่าน้ำ เป็นต้น หรือบางแห่งอาจจะต้องมีการก่อสร้างรั้วรอบขอบชิด หรือทำเป็นห้องล็อคกุญแจไว้ในเวลาที่ไม่มีผู้ควบคุมดูแล มีการทำขอบที่พื้นฐานให้สูงขึ้นอีก 20 ซม. (WHO,1979) เพื่อป้องกันไม่ให้รถเข้ามาในบริเวณ หรือก่อกำแพงสูงประมาณ 80 ซม. (WHO,1979) และวางลูกกรงเหล็กตรงช่องทางเข้าเพื่อป้องกันไม่ให้วัว ควาย เข้ามาในบริเวณ เป็นต้น

2.2 <u>การพิจารณาหาข้อมูลเพื่อการออกแบบ</u>

เมื่อได้มีการตกลงใจที่จะนำวิธีการติดตั้งก๊อกสาธารณะมาใช้สำหรับจ่ายน้ำให้แก่ชุมชนใด ๆ แล้ว ขั้นตอนที่จะเริ่มดำเนินการต่อไปก็คือ การจัดหาข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบซึ่งจะต้องทราบรายละเอียดต่าง ๆ ให้มากที่สุด เพื่อจะได้เลือกใช้แบบและชนิดของก๊อกสาธารณะให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและตรงกับความต้องการของประชาชนผู้ใช้น้ำในชุมชนนั้น ๆ อีกทั้งเป็นการป้องกันปัญหาบางอย่างที่อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากการออกแบบที่ผิดพลาดในภายหลัง

หลักการจ่ายน้ำมาสู่ก๊อกสาธารณะก็คล้ายคลึงกับระบบจ่ายน้ำโดยทั่วไป กล่าวคือ มีการนำน้ำมาจากแหล่งน้ำดิบ ซึ่งอาจจะมีการนำมาผ่านขั้นตอนของระบบการทำน้ำให้สะอาด หรือไม่มีแล้วแต่ความจำเป็น จากนั้นน้ำก็จะถูกส่งมาตามท่อจ่ายน้ำมาสู่ก๊อกสาธารณะตามจุดต่าง ๆ ซึ่งระบบการ

วางท่อจ่ายน้ำนั้นสามารถเลือกใช้ได้ 2 แบบ คือ ต่อท่อเป็นแบบแยกออกเป็นกิ่งก้าน สาขา (branches) โดยมีจุดปลายสุดของแนวท่อเป็นที่ติดตั้งก๊อกสาธารณะหรือเป็นจุดปิดตาย(dead end) ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นแบบระบบการวางท่อจ่ายน้ำเป็นแบบต่อเนื่องกันเป็นวงจร (loops) ซึ่งมีทิศทางการไหลของน้ำวนเวียนอยู่ในท่อในทิศทางที่กำหนดให้โดยไม่มีจุด dead end จากการออกแบบพบว่าการออกแบบเป็นแบบ branches สามารถทำได้ง่ายกว่าและมีราคาถูกกว่าแบบ loops แต่ก็มีจุดอ่อนตรงที่ว่าถ้าเกิดมีการชำรุดเสียหายเกิดขึ้นกับแนวท่อประธานแล้ว จะทำให้ผู้ที่อยู่ในบริเวณแนวท่อปลายทางเดือดร้อน เนื่องจากไม่มีน้ำใช้ (WHO,1979)

ก๊อกสาธารณะที่ติดตั้งส่วนใหญ่ จะต่อมาจากท่อจ่ายย่อยซึ่งต่อแยกออกมาจากท่อประธานอีกทีหนึ่ง เพื่อสะดวกในการติดตั้งก๊อกและส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น ประตูน้ำ มาตรวัดน้ำ เพื่อจะใช้วัดปริมาณการใช้น้ำเฉพาะที่จุดนั้น ๆ

อัตราการจ่ายน้ำให้แก่ก๊อกสาธารณะแต่ละจุด (Q_{max}) เป็นแฟคเตอร์ (factor) ที่สำคัญที่จะต้องทราบก่อน เพื่อที่จะนำไปใช้ในการคำนวณ การไหลของน้ำตลอดจนการหาขนาดของท่อจ่ายน้ำ ขนาดของก๊อก และจำนวนก๊อกที่เหมาะสมต่อไป แต่ก่อนที่จะหาอัตราการไหลของน้ำที่จะจ่ายให้แก่ก๊อกสาธารณะแต่ละจุดได้ จำเป็นต้องทราบข้อมูลต่าง ๆ เช่น จำนวนประชากรที่จะใช้น้ำ อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อคนต่อวัน แฟคเตอร์แสดงช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำสูงสุด (peak factor) จำนวนจุดจ่ายน้ำสาธารณะ แฟคเตอร์แสดงปริมาณน้ำที่สูญเสียไป (waste factor) แฟคเตอร์แสดงประสิทธิภาพในการจ่ายน้ำจากก๊อก (efficiency factor) จึงสามารถคำนวณหาปริมาณน้ำได้จากสมการ (WHO,1979)

$$Q_{max} = N \times \frac{1}{S} \times \frac{Cd}{24} \times P \times \frac{1}{1-w} \times \frac{1}{f} \quad \text{.....(2.1)}$$

เมื่อ Q_{max} = อัตราการไหลของน้ำสูงสุดที่จะจ่ายให้แก่ก๊อกสาธารณะแต่ละจุด

N = จำนวนประชากรที่จะใช้น้ำ

S = จำนวนก๊อกสาธารณะที่ติดตั้งเป็นจุดจ่ายน้ำ

Cd = อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อคนต่อวัน

P = แฟคเตอร์แสดงช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำสูงสุด (peak factor)

w = แฟคเตอร์แสดงปริมาณน้ำที่สูญเสียไป (waste factor)

f = แฟคเตอร์แสดงประสิทธิภาพในการจ่ายน้ำจากก๊อก (efficiency factor)

การพิจารณาหาข้อมูลและแฟคเตอร์ต่าง ๆ เหล่านี้ สามารถหามาได้จากสภาพความเป็นจริงโดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชุมชนแต่ละแห่ง ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดและวิธีการหาข้อมูลดังต่อไปนี้

2.2.1 <u>จำนวนประชากรที่จะใช้น้ำ</u>

สามารถจะคำนวณหาได้เมื่อทราบจำนวนประชากรที่มีอยู่ในปัจจุบัน อัตราการเพิ่มของประชากร และระยะเวลาที่จะทำการจ่ายน้ำให้ได้(design period) แล้วนำมาหาจากสมการ (WHO,1979)

$$N = N_o \times (1 + r)^T \quad \text{.....(2.2)}$$

เมื่อ N คือ จำนวนประชากรที่จะใช้น้ำในช่วงเวลาที่กำหนด

N_o คือ จำนวนประชากรที่มีอยู่ในขณะนั้นก่อนที่จะออกแบบ ซึ่งสามารถหามาได้จากการสำรวจนับจำนวนที่มีอยู่จริง ๆ ในบริเวณพื้นที่ที่จะจ่ายน้ำให้นี้ หรืออาจจะหาได้จากวิธีประมาณการก็ได้

r คือ อัตราการเพิ่มของประชากรในแต่ละปี ซึ่งอาจจะหามาได้จากสถิติที่มีอยู่ในพื้นที่หรือเมืองนั้น ๆ แต่ถ้าไม่มีสถิติเก่า ๆ อยู่เลย ก็อาจจะเทียบกับพื้นที่หรือเมืองอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน หรือถ้าจำเป็นก็อาจจะใช้ตัวเลขเดียวกับอัตราการเพิ่มของประชากรของประเทศนั้นเลยก็ได้

T คือ ระยะเวลาที่คิดว่าจะจ่ายน้ำให้ใช้ได้ (design period) ซึ่งโดยทั่วไปจะออกแบบให้มีการจ่ายน้ำได้พอเพียงในระยะเวลา 10 ปี (WHO,1979)

และมีหลายแห่งออกแบบให้ใช้ได้นานถึง 15–20 ปี (WHO, 1979) แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับสภาพของเศรษฐกิจและเทคนิคการออกแบบสำหรับท้องที่แต่ละแห่งเป็นสำคัญด้วย เทอม $(1+r)^{T}$ สามารถนำมากำหนดขึ้นเป็นแฟคเตอร์แสดงอัตราการเพิ่มของประชากร (growth factor) เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณโดยสามารถทำเป็นตารางแสดงค่า growth factor ที่ระยะเวลา (T) และอัตราการเพิ่มของประชากร (r) ต่าง ๆ กัน โดยปกติค่า growth factor ที่ใช้งานจะอยู่ระหว่าง 1.0–1.6 (WHO, 1979)

ตารางที่ 2.1 แสดงค่า growth factor ที่อัตราการเพิ่มของประชากรและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

ระยะเวลาจ่ายน้ำ (T) ปี	อัตราการเพิ่มของประชากรในแต่ละปี (r) %					
	0	2	3	4	5	10
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.16	1.22	1.27	1.61
10	1.00	1.22	1.34	1.48	1.63	2.59
15	1.00	1.35	1.56	1.80	2.08	4.18
20	1.00	1.45	1.81	2.19	1.65	6.83

2.2.2 <u>อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อคน</u>

อัตราการใช้น้ำที่ก๊อกสาธารณะ จะอยู่ระหว่าง 20–60 ลิตรต่อคนต่อวัน (WHO, 1979) การหาตัวเลขที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการออกแบบก๊อกสาธารณะนั้น จะต้องมีการศึกษาถึงลักษณะนิสัยการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำอย่างละเอียด โดยเฉพาะในชุมชนที่ไม่เคยมีการติดตั้งก๊อกสาธารณะให้ใช้มาก่อน หรืออาจจะต้องคำนึงถึงการใช้น้ำเพื่อประโยชน์อย่างอื่นนอกเหนือจากการอุปโภคและบริโภค เช่น การเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาถึงความต้องการในการใช้น้ำใน

อนาคต เพื่อสามารถจัดหาน้ำให้พอกับความต้องการอย่างน้อยเป็นเวลา 10 ปี ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าว อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อคนย่อยมีแนวโน้มที่จะต้องสูงขึ้นอีกด้วย (WHO,1979)

2.2.3 แฟคเตอร์แสดงช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำสูงสุด (Peak factor)

แฟคเตอร์แสดงช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำสูงสุด (peak factor) จะเป็นตัวเลขแสดงค่าอัตราส่วนระหว่างการใช้น้ำในช่วงที่สูงสุดต่อการใช้น้ำในช่วงปกติ อัตราการใช้น้ำในช่วงสูงสุดอาจจะมีปริมาณสูงถึง 5 เท่า ของอัตราการใช้น้ำในช่วงธรรมดา (Mann and Williamson,1973) ค่า peak factor ที่ใช้ในการออกแบบจะอยู่ระหว่าง 2–4 (WHO,1979) ในบางครั้งอาจสูงขึ้นเป็น 2–6 (WHO,1979) ตัวเลขที่ได้มานี้ เป็นการประมาณการมาจากสมการ (WHO,1979)

$$P = 24/t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.3)$$

เมื่อ P = peak factor

t = จำนวนของชั่วโมงที่มีการใช้น้ำสูงสุด ซึ่งปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 4–12 ชั่วโมงต่อ 1 วัน

ค่า peak factor นี้จะมีผลโดยตรงต่อการหาค่าปริมาณน้ำสูงสุดที่จะจ่ายให้แก่ครอบครัวสาธารณะ (Q_{max}) ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาถึงลักษณะของการใช้น้ำในท้องถิ่นหรือชุมชนนั้น ๆ อย่างละเอียด เพื่อจะได้ค่าที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

2.2.4 จำนวนครอบครัวสาธารณะ

จำนวนครอบครัวสาธารณะที่จะติดตั้งเป็นจุดจ่ายน้ำ สามารถพิจารณาได้จากหลักเกณฑ์ 2 อย่าง คือ ระยะทางที่ผู้ใช้น้ำจะต้องเดินมายังจุดจ่ายน้ำ และจำนวนผู้ใช้น้ำสูงสุดที่จะใช้น้ำต่อ 1 ครอบครัว ซึ่งข้อกำหนดดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่จะได้มาจากการตกลงกันเกี่ยวกับการให้บริการระหว่างผู้ออกแบบ

กับผู้ใช้น้ำเองโดยตรง แต่ยังมีการระบุขอบเขตการให้บริการได้ดังนี้

ก. ระยะทางเดินสูงสุด ปกติจะมีการกำหนดระยะทางที่ผู้ใช้น้ำจะต้องเดินมายังจุดจ่ายน้ำ เป็นระยะทางสูงสุดไม่เกิน 200 ม. (WHO,1979) ซึ่งตัวเลขดังกล่าวก็ยังสามารถปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและความเหมาะสมของแต่ละท้องที่ด้วย เช่น บริเวณที่มีผู้คนอยู่กันอย่างหนาแน่น อาจจะกำหนดระยะทางสูงสุดไว้ไม่เกิน 100 เมตร หรือในบริเวณที่มีผู้คนอยู่กันอย่างเบาบางหรืออยู่ห่าง ๆ กัน ระยะทางสูงสุดอาจจะเพิ่มขึ้นเป็น 500 ม. เป็นต้น (WHO,1979) การหาจำนวนก๊อกวิธีนี้สามารถคำนวณหาได้จากสมการ (WHO,1979)

$$S = A/\pi R^2 \quad \text{.......................................(2.4)}$$

เมื่อ S = จำนวนก๊อกสาธารณะที่จะติดตั้งเป็นจุดจ่ายน้ำ

A = พื้นที่ทั้งหมดที่ครอบคลุมบริเวณที่จะจ่ายน้ำ หน่วยเป็นตารางเมตร (ตร.ม.)

R = รัศมีในการเดินไปเอาน้ำ หน่วยเป็นเมตร (ม.)

π = 3.14

อย่างไรก็ตามในบริเวณที่มีผู้คนอยู่กันอย่างหนาแน่น การกำหนดระยะทางเดินสูงสุดอาจจะได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร กล่าวคือ อาจทำให้มีจำนวนผู้ใช้น้ำที่จุดจ่ายน้ำแต่ละจุดมากเกินไป ดังนั้น จึงอาจจะใช้วิธีการกำหนดจำนวนผู้ใช้น้ำในแต่ละจุดจ่ายน้ำมาเพื่อพิจารณาเปรียบเทียบกันต่อไป

ข. จำนวนผู้ใช้น้ำสูงสุดที่จุดจ่ายน้ำ โดยทั่วไปจะกำหนดให้ผู้ใช้น้ำสูงสุดแต่ละจุดจ่ายน้ำอยู่ระหว่าง 100–250 คน และสูงสุดไม่เกิน 500 คน หรือถ้าคิดเป็นจำนวนผู้ใช้น้ำต่อ 1 ก๊อก จะอยู่ระหว่าง 25–125 คน (WHO,1979) ซึ่งการใช้ข้อกำหนดนี้ยังต้องคำนึงถึงปริมาณการจ่ายน้ำสูงสุดที่ก๊อกสาธารณะจะจ่ายให้ได้ และช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำสูงสุด (peak hour) ด้วย

เมื่อสามารถหาจำนวนของก๊อกสาธารณะที่จะติดตั้งตามจุดจ่ายน้ำได้แล้ว แต่พบว่ายังมีจำนวนของผู้ใช้น้ำในแต่ละจุดจ่ายอยู่มากเกินกว่าข้อกำหนด ซึ่งทำให้มีจำนวนผู้ใช้น้ำต่อ 1 ก๊อกมากเกินไป ดังนั้น จึงต้องมีการติดตั้งจำนวนก๊อกในแต่ละจุดจ่ายเพิ่มขึ้น ให้เพียงพอกับความต้องการ

แต่ก็ยังมีข้อกำหนดไว้อีกว่าควรจะมีก๊อกอยู่ในบริเวณจุดจ่ายน้ำแต่ละจุดไม่เกิน 4 ก๊อก ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ใช้น้ำอยู่ในบริเวณก๊อกสาธารณะแต่ละจุดมากเกินไป และถ้าหากมีการเพิ่มจำนวนก๊อกขึ้นมาแล้ว ยังทำให้มีจำนวนผู้ใช้น้ำต่อ 1 ก๊อกมากไปอีก ก็ควรจะมีการพิจารณาจัดหาจุดจ่ายน้ำเพิ่มขึ้นในบริเวณใกล้เคียง (WHO,1979)

การหาจำนวนก๊อกสาธารณะโดยวิธีกล่าวมานี้เป็นวิธีการที่ให้ผลออกมาพอใช้ได้แต่ในทางปฏิบัติเพื่อที่จะให้ได้ผลที่ถูกต้องจริง ๆ การนำข้อมูลที่ได้มาจากสถานที่หรือชุมชนนั้น ๆ โดยตรง ไม่ว่าจะเป็นแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศจริง ๆ หรือจำนวนผู้ใช้น้ำในแต่ละจุดจ่ายจริง ๆ ย่อมจะทำให้สามารถกำหนดสถานที่ติดตั้งก๊อกสาธารณะ จำนวนจุดจ่ายน้ำ และจำนวนก๊อกในแต่ละจุดจ่ายน้ำได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น (WHO,1979)

2.2.5 <u>แฟคเตอร์แสดงปริมาณน้ำที่สูญเสียไป</u> (Waste factor)

แฟคเตอร์แสดงปริมาณน้ำที่สูญเสียไป เป็นตัวเลขแสดงถึงการสูญเสียน้ำไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการรองน้ำใส่ภาชนะอย่างไม่ระมัดระวัง มีการหกหล่นขณะทำการยกภาชนะใส่น้ำอย่างรวดเร็ว หรือ จากสาเหตุอื่น ๆ เช่น ชนิดของก๊อก และลักษณะการใช้งานที่ไม่ถูกต้องทำให้น้ำรั่วไหลได้ ความสูงของก๊อกจากที่รองรับภาชนะ ความดันของน้ำการขาดการควบคุมดูแลผู้ใช้น้ำ เป็นต้น โดยปกติค่า Waste factor นี้จะอยู่ระหว่าง 0.1-0.4 (WHO,1979) ซึ่งแสดงว่า 10-40 % ของน้ำที่จ่ายออกจากก๊อกสาธารณะจะต้องสูญเสีย หรือหกหล่นไป ในบางครั้งพบว่าน้ำที่สูญเสียไปจากการไม่ระมัดระวังตรวจตราซ่อมแซมจุดที่รั่วไหลมีปริมาณสูงถึง 75 % ของน้ำที่จ่ายให้ (Wagner and Lanoix,1959) ค่า waste factor นี้อาจจะหามาได้จากการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำที่ ผู้ใช้น้ำนำไปใช้จริง กับปริมาณน้ำที่จ่ายออกสู่ก๊อกสาธารณะ ซึ่งเป็นการสูญเสียของน้ำหลังจากที่น้ำได้ถูกปล่อยออกจากก๊อกแล้วจริง ๆ ไม่นับถึงส่วนอื่น ๆ ที่อาจจะเกิดการสูญเสียขึ้นได้ เช่น เกิดการรั่วซึม เนื่องจากความเสียหายที่เกิดขึ้นกับแนวท่อประธานหรือท่อจ่ายย่อย เพราะไม่ได้เป็นน้ำที่ออกมาจากก๊อก การสูญเสียของน้ำ เนื่องจากการเดินท่อหรือต่อท่อไม่ดี ทำให้น้ำรั่วไหลออกจากบริเวณที่เป็นข้อต่อหรือของอพบว่า

มีค่าปริมาณ 25 % ของปริมาณน้ำที่จ่ายให้ทั้งหมด (Mann and Williamson,1973) นอกจากนั้นยังต้องมีการพิจารณากันก่อนว่าน้ำที่ใช้สำหรับการล้างถ้วยชาม หรือภาชนะต่าง ๆ ตลอดจนน้ำที่มีการนำไปทำความสะอาดหรือชำระร่างกายในบริเวณก๊อกสาธารณะ นั้น จะนำมาคิดเป็นปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียหรือหกหล่นด้วย หรือ เป็นปริมาณน้ำที่ได้คิดให้เป็นอัตราการใช้น้ำต่อคนไว้แล้ว ดังนั้น จะเห็นว่าค่า waste factor มีความสำคัญในการคำนวณหาค่าปริมาณการจ่ายน้ำสูงสุด (Q_{max}) จึงต้องมีการพิจารณานำข้อมูลที่ถูกต้องจริง ๆ มาใช้ในการกำหนดค่าที่แน่นอนต่อไป

2.2.6 <u>แฟคเตอร์แสดงประสิทธิภาพในการจ่ายน้ำจากก๊อก</u> (Efficiency factor)

แฟคเตอร์แสดงประสิทธิภาพในการจ่ายน้ำจากก๊อกน้ำ จะต้องนำมาคิดในการคำนวณหาค่า Q_{max} ด้วย เนื่องจากในทางทฤษฎีจะคิดว่าการจ่ายน้ำออกจากก๊อกในขณะใดๆ นั้น ก๊อกน้ำจะเปิดอย่างเต็มที่และความดันของน้ำที่จ่ายให้คงที่ตลอดเวลา ซึ่งในทางปฏิบัติจริง ๆ จะไม่เป็นเช่นนั้น เนื่องจากมีการเปิดปิดก๊อกบ่อย ๆ และความดันของน้ำที่จ่ายจะไม่คงที่ตลอดเวลา ดังนั้น จึงต้องมีการคิดค่า efficiency factor ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของก๊อกที่ใช้งาน เช่น ก๊อกชนิดมีมือจับคันโยกเปิดปิดในแนวราบ (ball valve or rapid closing tap) จะกำหนดให้มีค่า efficiency factor เท่ากับ 1.00 ก๊อกธรรมดา (ordinary screw tap) มีค่าระหว่าง 0.8-0.9 ก๊อกแบบใช้มือกด (spring-loaded tap) มีค่า 0.7 เป็นต้น (WHO,1979)

2.3 <u>หลักการคำนวณเพื่อออกแบบก๊อกสาธารณะ</u>

เมื่อสามารถหาปริมาณน้ำสูงสุดที่จะจ่ายให้แก่ก๊อกสาธารณะแต่ละจุด (Q_{max}) ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่จะจ่ายออกจากก๊อกจริง ๆ ได้แล้ว ก็สามารถนำค่า Q_{max} นี้มาคำนวณหาขนาดของท่อจ่ายน้ำและจำนวนก๊อกที่เหมาะสมสำหรับก๊อกสาธารณะแต่ละจุดต่อไป โดยการพิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ (components and parameters) ซึ่งจะต้องคำนึงถึง เพื่อใช้ในการคำนวณและออกแบบก๊อกสาธารณะ ดังต่อไปนี้

2.3.1 มาตรวัดน้ำ (Watermeter)

ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้สำหรับวัดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อจ่ายน้ำย่อยหรือท่อบริการ (service pipe) เพื่อออกสู่ถนนสาธารณะ ซึ่งอาจจะมีการติดตั้งหรือไม่ติดตั้งแล้วแต่ข้อกำหนดของผู้ออกแบบ ในกรณีที่มีการติดตั้งมาตรวัดน้ำ ก็จะต้องมีการคำนึงถึงระดับน้ำที่สูญเสีย (head loss) อันเนื่องมาจากการที่น้ำต้องไหลผ่านมาตรวัดน้ำ ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าได้จากสมการ (WHO,1979)

$$H_{wm} = 10 \left(\frac{Q}{q_{spec}} \right)^2 \quad \text{.....(2.5)}$$

เมื่อ H_{wm} = ระดับน้ำที่สูญเสียเนื่องจากการติดตั้งมาตรวัดน้ำ (head loss watermeter) หน่วยเป็น mhw (meter head of water)

Q หรือ Q_{max} = อัตราการไหลของน้ำที่จะจ่ายให้ (flow rate) หน่วยเป็น ลบ.ม./วินาที

q_{spec} = อัตราการไหลของน้ำที่กำหนดให้ไหลออกได้จากมาตรวัดน้ำนั้น ๆ (specific flow rate of the equipment) หน่วยเป็น ลบ.ม./วินาที

ค่า q_{spec} สามารถหามาได้จากขนาดและคุณสมบัติของมาตรวัดน้ำที่จะติดตั้ง ซึ่งมาตรวัดน้ำโดยทั่วไปจะกำหนดค่าของอัตราการไหลของน้ำ ที่สามารถไหลผ่านไปได้ที่ความดันของระดับน้ำ (pressure head) สูง 10 เมตร ตัวอย่าง เช่น มาตรวัดน้ำขนาด 3 ลบ.ม. ก็จะสามารถปล่อยน้ำที่ความดันของน้ำสูง 10 เมตร ได้ในอัตราสูงสุด 3 ลบ.ม./ชม. เป็นต้น ในการกำหนดขนาดของมาตรวัดน้ำควรจะเลือกใช้ขนาดของมาตรวัดน้ำที่มีคุณสมบัติสามารถปล่อยน้ำให้ไหลผ่านได้มากกว่าอัตราการไหลของน้ำที่จะถูกจ่ายออกมาจริง ๆ (Q หรือ Q_{max}) เนื่องจากถ้าเลือกใช้ขนาดพอดีกับปริมาณน้ำที่จะต้องปล่อยแล้ว มาตรวัดน้ำอาจจะชำรุดเสียหายได้เร็วกว่าที่ควรหรือทำให้ค่าที่อ่านได้ไม่เที่ยงตรง โดยปกติควรกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำที่จะจ่ายออกจริง ๆ อยู่ระหว่าง 50-80 % ของอัตราการไหลของน้ำที่กำหนดให้ไหลออกได้จากมาตรวัดน้ำนั้น ๆ (WHO,1979)

2.3.2 ขนาดและวัสดุที่ใช้เป็นท่อจ่ายน้ำ

ขนาดและวัสดุที่ใช้เป็นท่อจ่ายน้ำจะมีผลโดยตรงต่อลักษณะการไหลของน้ำทั้งที่เป็น

ท่อจ่ายประธานและท่อจ่ายย่อย เมื่อได้มีการกำหนดขนาดและวัสดุที่จะใช้เป็นท่อจ่ายน้ำใด ๆ แล้ว จะต้องคิดคำนวณหาค่า hydraulic gradient ที่เกิดขึ้นจากการเลือกใช้ขนาดและวัสดุนั้น ๆ ค่า hydraulic gradient จะเป็นค่าที่แสดงระดับน้ำที่สูญเสียไปต่อความยาวท่อ 1 เมตร ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ (WHO,1979)

$$i = \lambda \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad \text{.....(2.6)}$$

เมื่อ i = ระดับน้ำที่สูญเสียไปต่อความยาวท่อ 1 เมตร (hydraulic gradient) หน่วยเป็น ม./ม.

$$\lambda = \frac{0.25}{\left(\log \frac{3.7\,D}{K}\right)^2}$$

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ หน่วยเป็น เมตร

V = ความเร็วในการไหลของน้ำในท่อ หน่วยเป็น ม./วินาที

$$= \frac{4\,Q}{\pi D^2}$$

Q = อัตราการไหลของน้ำที่จะจ่ายให้ หน่วยเป็น ลบ.ม./วินาที

g = สัมประสิทธิแรงโน้มถ่วง (coefficient of gravity) หน่วยเป็น ม./วินาที

K = สัมประสิทธิความหยาบของผิวท่อ (pipe roughness coefficient) หน่วยเป็น เมตร

การออกแบบโดยทั่วไปจะกำหนดให้ความเร็วในการไหลของน้ำในท่อจ่ายน้ำอยู่ระหว่าง 0.5-2 เมตรต่อวินาที (WHO,1979) จากการพิจารณาลักษณะการไหลของน้ำพบว่าระดับน้ำที่สูญเสียจะมีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มขนาดของท่อให้ใหญ่ขึ้น ดังนั้นสำหรับชุมชนที่มีเงินทุนอุดหนุนดี จึงควรจะเลือกใช้ท่อขนาดใหญ่ เพราะสามารถลดปัญหาเนื่องจากความดันของน้ำในท่อจ่ายน้ำไม่พอ หรือในกรณีที่มีการใช้น้ำจำนวนมากอย่างคาดไม่ถึง เป็นต้น แต่ถ้าจะคิดในแง่ของการประหยัดแล้วการเลือกใช้ท่อขนาดที่

เล็กที่สุด ซึ่งสามารถจ่ายน้ำให้ได้ตามปริมาณและความดันที่ต้องการจะเป็นการประหยัดกว่า (WHO,1979)

วัสดุที่นิยมใช้เป็นท่อจ่ายน้ำ โดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือ ท่อเหล็กอาบสังกะสี (galvanized steel pipe) และท่อ พี.วี.ซี. (polyvinylchloride) ซึ่งกำหนดให้มีค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบของผิวท่อ (roughness coefficient) สำหรับท่อเหล็กอาบสังกะสีเป็น 0.001 และสำหรับท่อ พี.วี.ซี. เป็น 0.0001 (WHO,1979)

2.3.3 <u>ความยาวของท่อจ่ายย่อย</u>

ความยาวของท่อจ่ายย่อย ที่จะนำไปคำนวณหาค่าระดับน้ำที่สูญเสียจะต้องคิดความยาวของท่อ ตั้งแต่จุดที่ต่อแยกออกมาจากแนวท่อประธานจนถึงจุดที่จะปล่อยออกสู่ก๊อก และเป็นความยาวที่วัดไปตามแนวท่อที่จะต้องมีความลาดเอียงหรือหักเลี้ยวไปตามการออกแบบให้ สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศ ซึ่งย่อมจะต้องยาวกว่าระยะห่างจริง ๆ ที่วัดจากจุดต่อจากท่อประธานถึงตำแหน่งของก๊อกเมื่อวัดในแนวราบ ดังนั้น วิธีที่จะลดค่าระดับน้ำที่สูญเสีย ที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากความยาวของท่อจึงควรพิจารณาออกแบบเพื่อวางท่อจ่ายย่อยนี้ให้ได้แนวตรงที่สุด เพื่อที่จะได้ระยะทางที่สั้นที่สุด

ค่าระดับน้ำที่สูญเสีย ที่เกิดขึ้นเนื่องจากความยาวจากของท่อนี้สามารถคำนวณหาได้จากสมการ (WHO,1979)

$$H_{pipe} = i \cdot L \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.7)$$

เมื่อ H_{pipe} = ระดับน้ำที่สูญเสีย เนื่องจากความยาวของท่อจ่ายย่อยมี หน่วยเป็น mhw.

i = ระดับน้ำที่สูญเสียที่เกิดขึ้นต่อความยาวของท่อ 1 เมตร (hydraulic gradient) หน่วยเป็น ม./ม.

L = ความยาวของท่อจ่ายย่อย หน่วยเป็น เมตร

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.4 <u>ค่าระดับน้ำที่จ่ายให้ได้จริง</u> (Available head)

ค่าระดับน้ำที่จ่ายให้ได้จริง นี้เป็นค่าความดันของระดับน้ำที่ถูกจ่ายออกมาจากก๊อกจริง ๆ ซึ่งหาได้จากค่าความดันของระดับน้ำในท่อประธานตรงจุดที่ต่อท่อจ่ายย่อยออกมาแล้วหักลบด้วยค่าระดับน้ำที่สูญเสีย ทั้งหมดที่เกิดขึ้นเนื่องจากการไหลของน้ำผ่านมาตรวัดน้ำ และผ่านความยาวท่อจ่ายย่อย ซึ่งสามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์กันได้ดังสมการ (WHO,1979)

$$H_{total} = H_{pipe} + H_{watermeter} \quad \text{.....(2.8)}$$

เมื่อ H_{total} = ระดับน้ำที่สูญเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นระหว่างจุดที่ต่อแยกจากท่อประธานมาถึงจุดที่ออกจากก๊อก หน่วยเป็น mhw.

H_{pipe} = ระดับน้ำที่สูญเสียที่เกิดขึ้นจากความยาวของท่อจ่ายย่อยมี หน่วยเป็น mhw.

$H_{watermeter}$ = ระดับน้ำที่สูญเสียที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งมาตรวัดน้ำ หน่วยเป็น mhw.

ดังนั้น ค่าระดับน้ำที่จ่ายให้จริงสามารถจะหาได้จากสมการ (WHO,1979)

$$H_{tap} = H_{main} - H_{total} \quad \text{.....(2.9)}$$

เมื่อ H_{tap} = ค่าระดับน้ำที่จ่ายออกจากก๊อกได้จริง หน่วยเป็น mhw.

H_{main} = ค่าความดันของระดับน้ำในท่อประธานตรงจุดที่ต่อออกมาสู่ท่อจ่ายย่อย หน่วยเป็น mhw.

H_{total} = ค่าระดับน้ำที่สูญเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นระหว่างจุดที่ต่อแยกจากท่อประธานมาถึงจุดที่ออกจากก๊อก หน่วยเป็น mhw.

ค่าความดันของระดับน้ำของท่อประธานตรงจุดที่ต่อออกมาสู่ท่อจ่ายย่อย (H_{main}) นี้สามารถวัดได้โดยการอ่านจากเกจ์วัดความดัน (pressure gauge) ซึ่งติดตั้งอยู่ที่ท่อจ่ายน้ำ หรือในกรณีที่ไม่มีการติดตั้งเกจ์วัดความดันก็อาจจะใช้วิธีการคำนวณหาค่าความดันของระดับน้ำโดย

พิจารณาข้อมูลจากโครงข่ายการวางระบบจ่ายน้ำ (distribution network) โดยทั่วไปจะกำหนดค่าความดันของระดับน้ำในท่อประธานที่ใช้ในการออกแบบ (H_{main}) อยู่ระหว่าง 5–20 mhw. และเพื่อเป็นการป้องกันการรั่วไหลซึ่งอาจจะเกิดขึ้นกับท่อจ่ายน้ำ ควรจะพิจารณาเลือกใช้ค่าความดันของระดับน้ำไม่เกิน 10 mhw. (WHO,1979)

2.3.5 ขนาดและชนิดของก๊อกน้ำ

การเลือกใช้ขนาดและชนิดของก๊อกแบบใด ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำที่ต้องการให้จ่ายออกจากก๊อกและความสามารถในการจ่ายน้ำให้ได้ของก๊อกแบบต่าง ๆ โดยทั่วไปก๊อกขนาดต่าง ๆ จะระบุอัตราการไหลของน้ำออกจากก๊อกที่ความดันของระดับน้ำ (pressure head) 10 mhw. เช่น ก๊อกธรรมดาขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว สามารถจ่ายน้ำได้ 800 ลิตร/ชม. ที่ความดันของระดับน้ำ 10 mhw. หรือก๊อกขนาด $\frac{3}{4}$ นิ้ว สามารถจ่ายน้ำได้ 1500 ลิตร/ชม. ที่ความดันของระดับน้ำ 10 mhw. เป็นต้น (WHO,1979) แต่เนื่องจากค่าความดันของระดับน้ำที่จะจ่ายออกจากก๊อกได้จริง ๆ (H_{tap} or available head) มีค่ามากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของค่าระดับน้ำที่สูญเสีย ทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากท่อจ่ายน้ำ (H_{total}) จึงได้มีการกำหนดขึ้นมาด้วยว่าค่าความดันของระดับน้ำ ซึ่งออกจากก๊อกที่เหมาะสมควรจะอยู่ระหว่าง 4–10 mhw. (WHO,1979)

ดังนั้น จึงต้องมีการคิดอัตราการไหลของน้ำจากก๊อกขนาดต่าง ๆ ที่ความดันของระดับน้ำต่าง ๆ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ (WHO,1979)

$$Q_{tap} = q_{spec}\sqrt{\frac{H_{tap}}{10}} \quad \text{.....(2.10)}$$

เมื่อ Q_{tap} = อัตราการไหลของน้ำที่ออกจากก๊อกที่มีความดันของระดับน้ำที่ออกจากก๊อกจริง ๆ (H_{tap}) หน่วยเป็น ลบ.ม/วินาที

q_{spec} = อัตราการไหลของน้ำที่ออกจากก๊อกที่มีความดันของระดับน้ำ 10 mhw. หน่วยเป็น ลบ.ม/วินาที

H_{tap} = ค่าความดันของระดับน้ำที่จะจ่ายออกจากได้จริง ๆ หน่วยเป็น mhw.

จากนั้นก็สามารถนำค่า Q_{tap} ไปคำนวณหาจำนวนก๊อกที่เหมาะสมต่อไป

2.3.6 <u>จำนวนก๊อกน้ำ</u>

จำนวนก๊อกน้ำที่จะคิดตั้งที่ก๊อกสาธารณะแต่ละจุด สามารถหาได้จากสมการ (WHO,1979)

$$T = \frac{Q_{req}}{Q_{tap}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.11)$$

เมื่อ T =จำนวนก๊อกน้ำ (tap) ที่ก๊อกสาธารณะแต่ละจุด

Q_{req} หรือQ_{max} =อัตราการไหลของน้ำที่ต้องการให้จ่ายออกจากก๊อกสาธารณะ หน่วยเป็น ลบ.ม/วินาที

Q_{tap} =อัตราการไหลของน้ำที่ออกจากก๊อกที่ความดันของระดับน้ำที่ออกจากก๊อกจริง หน่วยเป็น ลบ.ม/วินาที

ก๊อกน้ำที่ทำการติดตั้งโดยทั่วไปแล้วไม่ควรจะให้มีจำนวนก๊อกเกิน 4 ก๊อก ในแต่ละจุดจ่าย (WHO, 1979) แต่ถ้าจำนวนก๊อกที่คำนวณออกมาได้มากกว่า 4 ก๊อก ก็ต้องมีการพิจารณาปรับขนาดและชนิดของก๊อกให้สอดคล้องกันต่อไป