เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงภาษาไทย

เกษม เพชรเกตุ (2522) : "การจำแนกดินด้วยตา", การทดลองกลศาสตร์ของดิน บทที่ หน้า 7-8.

ชลประทาน, กรม. กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา. (2519) "คลองส่งน้ำ". ปัญหา Hydraulics ต่ออาคารชลประทาน, กันยายน, หน้า 3-5.

ชลประทาน, กรม. (2523) : โครงการชลประทานที่สร้างเสร็จแล้วจนถึงปีงบประมาณ 2522 และกำลังก่อสร้างปี 2523, กรุงเทพฯ , พิมพ์ที่งานเผยแพร่และการพิมพ์

คณะกรรมการประเมินผล โครงการสร้างงานในชนบท (2524) : รายงานประเมินผลโครงการสร้างงานในชนบท พ.ศ. 2523 , มกราคม, 29 หน้า.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2520) : ข้อมูลสภาพดินบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง, ข้อมูล วสท. 1001-20 , สหมิตรการพิมพ์, 92 หน้า.

สง่า ตั้งชวาล (2523) : "การกัดกร่อนของแม่น้ำลำธาร", ธรณีวิศวกรรมพื้นฐาน, ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 131-143.

สุเทพ ติงศภัทย์ (2521) : "การวัดปริมาณการไหลของน้ำ", คู่มืออุทกวิทยาสำหรับงานชลประทาน, จัดพิมพ์โดย สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านเทคนิคระหว่างประเทศ, หน้า 169-181.

สำนักงบประมาณ, กองประเมินผลและรายงาน (2523) : ประมวลผลการดำเนินงาน โครงการสร้างงานในชนบท พ.ศ. 2523 ธันวาคม, 105 หน้า.

สำนักนายกรัฐมนตรี (2523) : ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยโครงการสร้างงานในชนบท พ.ศ. 2523. 27 หน้า.

เอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษ

Blench, T. (1957) : Regime Behavior of Canals and Rivers, Butterworts Scientific Publications, London, 132 pages.

Carstens, M.R. (1966) : "An analytical and experimental study of bed ripples under water waves", Quart. Repts. 8 and 9, Georgia Inst. of Tech., School of Civil Engineering, Atlanta.

Carter, A.C. (1953) : "Critical tractive force on channel side slopes", U.S. Bureau of Reclamation, Hydr. Rep., Hyd-336 (February).

Chien, N. (1954) : "The present status of research on sediment Transport", Procs. Am. Soc. Civil Engrs., vol. 80.

Christensen, B.A. (1973) : "Design of scour free channels on mild slopes", Sediment Transport Proceeding, International Syposium on River Mechanics, Asian Institute of Technology, Bangkok Thailand, Vol. 1

Chow, V.T. (1959) : "Design of channels for uniform flow", Open-Channel Hydraulics, Chapter 7, International Student Edition, McGraw-Hill Book Co., pp. 157-179.

Davis, Kalvin. V., and Sorensen, Kenneth. E. (1969) : "Canals and conduits", Handbook of Applied Hydraulics by Davis and Sorensen, Section 7, 3rd edition, McGraw-Hill Book Co., New York.

Encyclopedia Americana (1977) : "Panama Canal", vol. 21, pp. 235, "Suez Canal", vol. 25, pp. 845-846, Encyclopedia Americana, International Edition.

Etcheverrry, B.A. (1916) :"The conveyance of water", Irrigation Practice and Engineering, McGraw-Hill Book Co., New York, vol. 2, pp. 57.

Fortier, S., and Scobey, F.C. (1926) : "Permissible canal velocities", Trans. Am. Soc. of Civil Engrs., vol. 89, pp. 940-956.

Forchheimer, P. (1914) : "Hydraulik", 1st ed. (2nd ed., 1924, and 3rd ed., 1930), Teubner, Leipzig/Berlin.

Garbrecht, G. (1961) : Erfahrungswerte uber zulassigen stromungsgeschwin digkeiten in Flussen and Kanalen, Wasser and Borden, vol. 5.

Gessler, J. (1971) : "Begining and ceasing of sediment motion", River Mechanics, Chpt. 7, Edited and Pub. by H.W. Shen, Fort Collins, Colorado, vol. I.

Graf, H.W. (1971) : "Scour criteria and related problems", "The regime concept", "Cohesive-material channels", Hydraulics of Sediment Transport, Chpt. 6, 10 and 12, McGraw-Hill Book Co., New York.

Haynie, R.M., and Simons, D.B. (1968) : "Design of stable channels in alluvial materials", Jour. of the Hydr. Div., ASCE, HY 6, pp. 1399-1420, (November).

Helley, E.J. (1969) : "Field Measurement of the initiation of large bed particle motion in Blue Creek", U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 562-G.

Henderson, F.M. (1970) : "The stable channel", Open Channel Flow, McMillan Series in Civil Engineering, New York, pp. 448-463.

Hjulstrom, F. (1935) : "The morphological activity of rivers as illustrated by rivers fyris", Bull. Geol. Inst. Uppsala, vol. 25 (Chpt. 3).

Hughes, William C. (1980) : "Scour velocity in emphermeral channels", Jour. of the Hydr. Div., ASCE, HY 9, pp. 1435-1441, (September).

Jarocki, P. (1963) : "A study of sediment", translated from Polish (1957), Nat. Sci. Found. and U.S. Dept. of Inst., Washington, D.C.

Kennedy, R.G. (1895) : "The prevention of silting in irrigation canals", Procs., Inst. of Civil Engrs., London, vol. 119, pp. 281-290.

Kinori, B.Z. (1970) : "Scour and tractive force", "The permissible velocity", "Stable", Mannual of Surface Drainage Engineering, Elsevier Publishing Co., vol. 1, pp. 74-96.

Kraatz, D.B. (1977) : "Determining the need for lining", Irrigation Canal Lining, Chpt. 1, FAO. Land and Water Development, Weries No. 1.

Kramer, H. (1935) : "Sand mixtures and sand movement in fluid models", Trans., Am. Soc. of Civil Engrs., vol. 100.

Lacey, G. (1937) : "Stable channels in erodible material", Trans., Am. Soc. of Civil Engrs., vol. 102, (A Discussion).

Lacey, G. (1958) : "Flow in alluvial channels with sandy mobile beds", Proc. Inst. Civil Engrs., vol. 9, pp. 145.

Lane, E.W. (1937) : "Stable channels in erodible material", Trans., Am. Soc. Civil Engrs., vol. 120, pp. 123-142.

Lane, E.W. (1955) : "Design of stable channels", Trans., Am. Soc. Civil Engrs., vol. 120, pp. 1234-1260.

Leliavsky, S. (1955) : "An introduction to fluvial hydraulics", Constable, London.

Lindley, E.S. (1919) : "Regime channels", Proceeding, Punjab Eng. Congress., pp. 63.

Leighly, J.B. (1932) : "Toward a theory of the morphologic significance of turbulence in the flow of water in stream, University of California, Publications in Geography, vol. 6, no. 1, pp. 1-22, Berkeley.

Linsley, R.K., and Franzini, J.B. (1955) : "Seepage rates from unlined canals", Element of Hydraulics Engineering, McGraw-Hill Book Co., New York.

Linsley, R.K., Kohler, M.A., and Paulhus, J.H.H. (1975) : "Stream flow", Hydrology for Engineers, 2nd ed., International student ed., McGraw-Hill Book Co., pp. 107-123.

Mahmood, M., and Shen, H.W. (1971) : "Regime concept of sediment-transporting canals and rivers", River Mechanics, Chpt. 30, Edited and Published by H.W. Shen, fort Collins, Colorado U.S.A., vol. II.

Mavis, F.T., Liu, T., and Soneck, E., (1937) : "The transportation of detritus by flowing water, Univ. of Iowa, Studies in Engineering, No. 314.

Mayer-Peter, E., and Muller, R. (1948) : "Formulas for bed-load transport", Proceedings, III Cong. IAHR, Stockholm, pp. 39-64.

Mirtskhulava, T.E. (*) : "Studies on permissible velocities for soil and facing", (* No date available).

Neil, C.R. (1967) : "Mean velocity criterion for scour of coarse uniform material", IAHR, 12th Congress, Fort Collins, Colorado.

Olsen, O.J., and Florey, Q.L. (1952) : "Sedimentation studies in open Channels, Boundary Shear and velocity distribution by membrance analogy, anclytical and finite-difference method", received by D. McHenry and R.E. Glover, U.S. Bureau of Rechavation, laboratory Report, No. Sp. - 34, Aug. 5 (compliers)

Overbeek, H.J. (1980) : "Initial of motion", "Design of stable, line channel", Lecture Notes on Erosion and Sedimentation (Course no. WR 12), Asian Inst. of Tech., Bangkok Thailand, pp. 27-38, pp. 122-123.

Partheniades, E. (1971) : "Erosion and deposition of cohesive materials", River Mechanics, chpt. 25, Edited and Published by H.W. Shen, Fort Collins, Colorado U.S.A., vol. II.

Raudkivi, A.J. (1976) : "Stable channel design", Loose Boundary Hydraulics, chpt. 8, 2nd ed., Pergamon Press, Oxford.

Rogers, Franklyn. C., and Thomas, A.R. (1969) : "Regime canals", Handbook of Applied Hydraulics by Davis and Sorensen, Sect. 6, 3rd ed., McGraw-Hill Book Co., New York.

Royal Irrigation Department of the Kingdom of Thailand (1952) : "Hydraulics" Recommended Practice for the Design of Canal System, Part L, vol. IV.

Sarma, S.V.K. (1973) : "Stable channels in aluvial material", Sediment Transporting Proceeding, International Syposium on River Mechanics, Asian Inst. of Tech., Bangkok Thailand, vol. 1, (9-12 January).

Schulits, S., and Hill, R.D. (1968) : "Bed load formulas, Part A. A selection of bed load formulas", The Pennsylvania State University, College of Eng., University Park, Pennsylvania.

Sellin, R.H.J. (1969) : "Flow in erodible material", Flow in Channels, chpt. 5 McMillan Engineering Hydraulics Series.

Shen, H.W. (1971) : "Stability of alluvial channels", River Mechanics", Chapter 16, Edited and Published by H.W. Shen, Fort Collins, Colorado U.S.A., vol. I, 33 pages.

Shields, A. (1936) : "Anwendung der Achnlichkeitsmechanik und Turbulenz forschung auf die Geschiebewegung", Mitleilung Preussischen Versuchanstalt Wesser, Erd, Schiffbau, Berlin, No. 26 (in German)

Simons, D.B. (1957) : "Theory and design of stable channels in alluvial material", Ph.D. disertation, Department of Civil Engineering, Colorado State University, Fort Collins.

Simons, D.B. and Senturk, F. (1977) : "Beginning of motion and design of stable channels", Sediment Transport Technology, Chpt. 7, Water Resouces Publications, Fort Collins, Colorado, U.S.A. pp. 394-496.

Simons, D.B., and Albertson, M.L. (1963) : "Uniform water conveyance in alluvial material", Trans., Am. Soc. Civil Engrs., vol. 128/1.

Singhal, R.P. (1968) : "Design of irrigation canals and silt theories", A Text-Book on Irrigation Engineering, Chpt. 11, fifth ed., A singhal Publication-India, pp. 223-244.

Stevens, M.A., and Simons, D.B. (1971) : "Stability analysis for coarse granular material on slopes", River Mechanics, Chpt. 17, Edited and Published by H.W. Shen, Fort Collins, Colorado U.S.A., vol. 1., 27 pages.

Sundborg, A. (1956) : "The River Klaraven, A study of fluvial processes", Bullentin No. 52, Inst. of Hydraulics, Roy. Inst. of Tech., Stockhom, Sweden.

Terrel, Pete. W., and Borland, Whitney. M. (1958) : "Design of stable canals and channels in erodible material", Trans., Am. Soc. Civil Engrs., vol. 123, pp. 101-115.

Tiffany, J.B., and Bentzel, C.B. (1935) : "Sand mixtures and sand movement in fluvial models", A discussion, Trans., Am. Soc. Civil Engrs., vol. 100.

U.S.S.R. (1936) : "Standard for permissible non-eroding velocities", Bureau of the Metheodology of the Hydro-Enogo Plan, Gidrotekhnicheskoye Stroitel'stvo, Obedinenoe Nauchno-Tekhnicheskoe Izdatel'stvo, Moscow, (May).

Vanoni, V.A., and Brookes, N.H., and Kennedy, J.F. (1960) : "Principles of channel stability", "Regime of channels", Lecture Notes on Sediment Transportation and Channel Stability, Chpt. 9, 10, App. 10A, W.M. Keek Lab., of Hydr. and Water Res., Calif. Inst. of Tech., Report No. KH-R-1, Pasadena, Calif.

Vanoni, V.A. (1975) : "Sediment transport mechanics", "Sediment control method" Sedimentation Engineering, ASCE, Mannual and Reports on Engineering Practice, No. 54, New York.

Varshenney, R.S., and Gupta, S.C., and Gupta, R.L. (1979) : "Design of channel on regime concept", "Tractive force theory and sediment Transport", Theory and Design of Irrigation Structure, Chpt. 7, 8, Channels & Tubewells, vol. 1.

White, C.M. (1940) : "The equilibrium of grains on the bed of a stream", Proc. Roy. Soc. London, vol. 174A.

ภาคผนวก

ก. เครื่องมือวัดกระแสน้ำ Current Meter แบบ Price

ข. ตารางข้อมูลคลองและแผนที่โครงการรังสิตเหนือและรังสิตใต้

ค. ตารางการจำแนกชนิดของดิน

ง. ตารางสมการความต้านทานของการไหล (flow resistance formulas) และตารางค่า Manning "n"

จ. ตารางค่าความสูญเสียเนื่องจากความซึมผ่านของน้ำ (seepage losses) ในคลอง

ฉ. ตัวอย่างการออกแบบคลองไม่ดาดโดยวิธีการต่าง ๆ

ช. ตารางเปรียบเทียบหน่วย

ภาคผนวก ก

เครื่องมือวัดความเร็วของกระแสน้ำ Current meter แบบ Price

เครื่องวัดกระแสน้ำแบบของ Price (Price current meter)

Price meter เป็นเครื่องมือวัดกระแสน้ำแบบธรรมดามากและใช้กันทั่วไป ประกอบด้วยลูกกรวย (conical cups) 6 ถ้วย หมุนรอบแกนในแนวดิ่ง มีกลไกที่เปลี่ยนจำนวนรอบที่ลูกถ้วยหมุนไปเป็นความเร็วของกระแสน้ำ ส่วนประกอบที่หมุนได้ของเครื่อง ๆ นั้นจะมีกลไกให้เกิดสัญญาณเสียง 1 ครั้ง เมื่อหมุนครบจำนวนที่ตั้งไว้ในแต่ละครั้ง (สำหรับเครื่องที่ใช้ 5 รอบต่อครั้ง) กลไกเกิดเสียงสัญญาณจะเป็นลักษณะวงจรไฟฟ้า โดยมีกล่องตัวสัมผัส (contact chamber or contact box) เป็นตัวเปิดปิดวงจร เมื่อลูกถ้วยหมุนครบจำนวนรอบที่ตั้งไว้

การวัดกระแสน้ำในลำน้ำที่ลึกมาก จะใช้แขวนเครื่องมือด้วยลวดสลิงและถ่วงเครื่องมือด้วยตุ้มน้ำหนัก (sounding weight) หางของเครื่องวัด (tail vane) จะคอยรักษาให้เครื่องวัดหันหน้าไปทางกระแสน้ำ และทุ่นน้ำหนักจะเป็นตัวรักษาให้เครื่องวัดกระแสและลวดสลิงอยู่ในแนวดิ่งเท่าที่จะเป็นได้ สำหรับลำน้ำลึกและไหลเร็วลูกดิ่งทุ่นน้ำหนักจะไหลไปตามน้ำดังในรูปที่ ก-3 ต้องทำการปรับค่าของความลึกที่วัดได้เพื่อให้ค่าความลึกที่ถูกต้อง ค่าปรับแก้ตามตารางที่ ก-1 สำหรับการวัดกระแสน้ำในลำน้ำตื้นเราจะใช้ท่อนเหล็ก (rod) ต่อกับเครื่องวัดแล้วลงไปยืนวัดในน้ำ

ในรูปที่ ก-3 ลูกดิ่งหรือลูกตอ ถูกหย่อนลงไปจนถึงก้นแม่น้ำอย่างช้า ๆ การหาความลึกของน้ำ bc ทำได้ดังนี้คือ: สมมุติว่าก้นแม่น้ำอยู่ในแนวราบ ให้นำค่า ae และ (ef - bc) ไปลบออกจากความยาวของสายสลิง af ค่า ae และ (ef - bc) ต่างขึ้นอยู่กับค่าของมุม θ

$$ae = ab \sec \theta \qquad \text{.....(ก-1)}$$

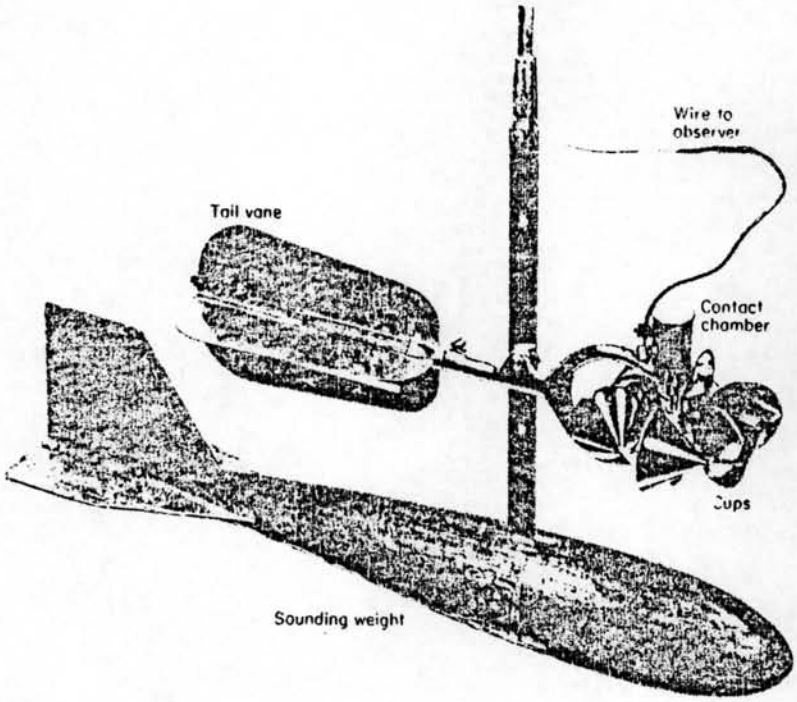
ผลต่างระหว่างค่า ef และความลึกของน้ำ bc ก็หาได้จากประสบการณ์ซึ่งเท่ากับ $k \times ef$ ตารางที่ ก-1 แสดงค่าตัวเลขที่ใช้ในการปรับแก้ความลึกซึ่งจัดทำโดย Dr. F.C. Schnchong

ตัวอย่างเช่น สมมุติว่า

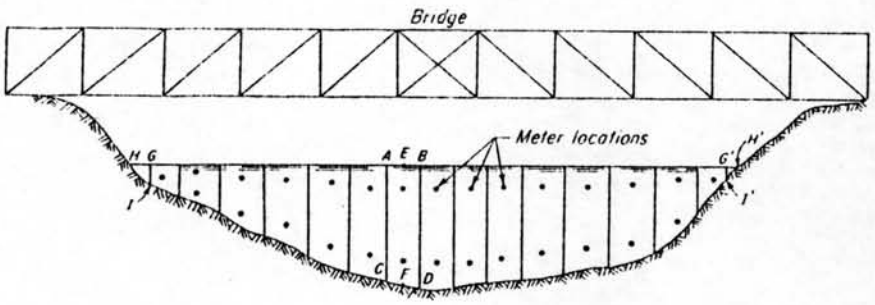
$$\underline{ab} = 5 \text{ ม.} \times 1.1326 = 5.66 \text{ ม.}$$

$$\underline{ef} = 9 \text{ ม.} - 5.66 \text{ ม.} = 3.34 \text{ ม.}$$

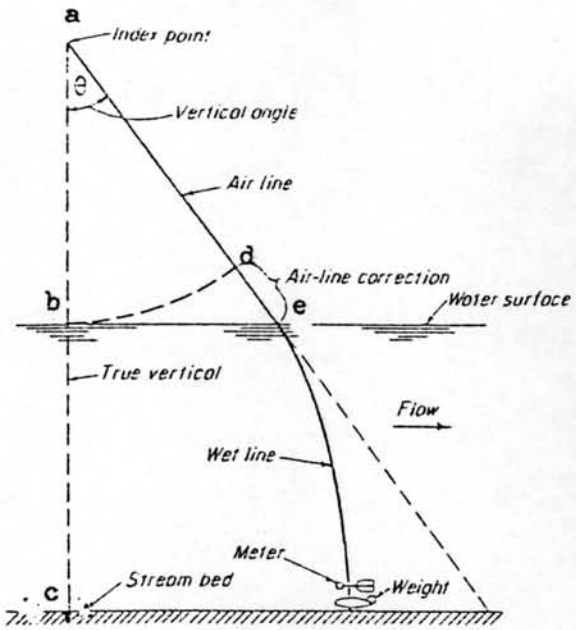
$$\underline{bc} = 3.34 - 0.0408 \times 3.34 = 3.204 \text{ ม.}$$



รูปที่ ก-1 แสดงเครื่องมือวัดกระแสน้ำ Current Meter แบบ Price พร้อมทั้งทุ่นน้ำหนัก (Sounding Weight)



รูปที่ ก-2 แสดงจุดตำแหน่ง ในการใช้เครื่องมือวัดกระแสน้ำ Current Meter ทำการวัด



รูปที่ ก–3 แสดงการเบี่ยงเบน ของเส้นทิ้งวัดกระแสน้ำจากแนวดิ่ง เนื่องจากการไหลของน้ำ

ตารางที่ ก–1 แสดงค่าปรับแก้ความลึกโดย Schnehong
[สุเทพย์ ติงศภัทย์ (2521)]

θ	sec θ	K	θ	sec θ	K
4	1.0024	0.0006	22	1.0785	0.0248
6	1.0055	0016	24	1.0946	.0296
8	1.0098	0032	26	1.1126	.0350
10	1.0154	0050	28	1.1326	.0408
12	1.0223	.0072	30	1.1547	.0472
14	1.0306	0098	32	1.1792	0544
16	1.0403	0128	34	1.2062	.0620
18	1.0515	.0164	36	1.2361	.0698
20	1.0642	.0204			

การตรวจสอบการหมุนของถ้วยรูปกรวยทำโดย การนำส่วนประกอบนี้ไปติดกับรถและจุ่มอยู่ในน้ำนิ่งแล้วให้รถวิ่งด้วยความเร็วคงที่ จากการตรวจสอบนี้ก็สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ของความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของการไหลของน้ำ, V กับจำนวนรอบหมุนของถ้วย, N ได้

$$V = a + bN \qquad \text{.....(n-2)}$$

V : ความเร็วของกระแสน้ำ (ฟุต/วินาที หรือ เมตร/วินาที)

N : จำนวนรอบที่หมุนไปใน เวลาที่กำหนด

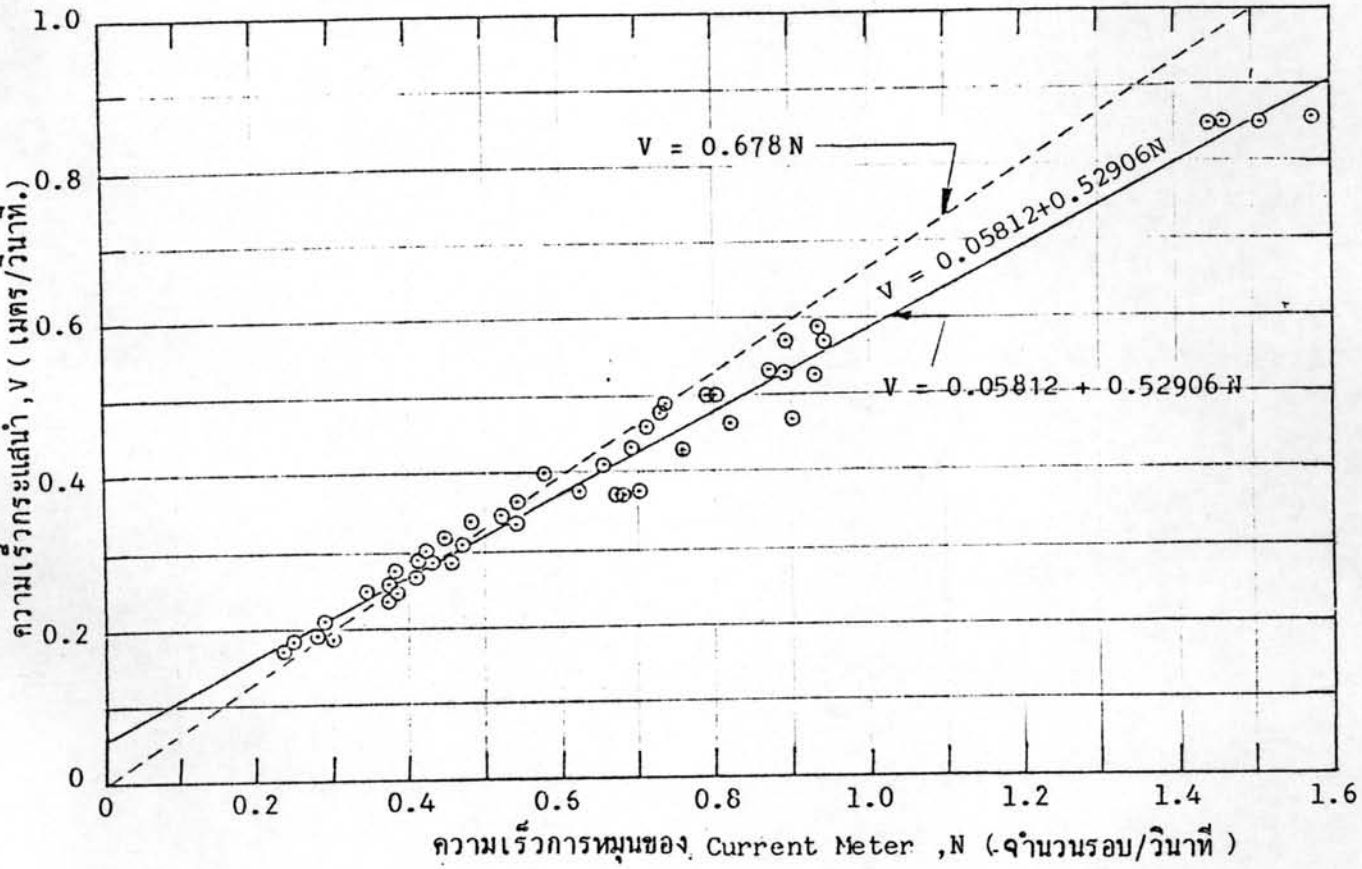
a และ b : ค่าคงที่หรือตัวสัมประสิทธิ์ที่หาได้จากการตรวจสอบ

เครื่องมือวัดกระแสน้ำ Current Meter ที่ใช้ได้รับความอนุเคราะห์จากห้องปฏิบัติการชลศาสตร์ วิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา และได้รับความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจากห้องทดลองวิจัยชลศาสตร์ กรมชลประทาน ปากเกร็ด ผลของการตรวจสอบดังแสดงในรูปที่ ก-4

<u>การวัดแระแสน้ำโดยใช้ Price current meter</u>

การสำรวจรูปตัดขวาง (cross section) ของลำน้ำโดยการหยั่งวัดเป็นจุด ๆ นั้น ระยะยิ่งแคบขึ้นมากเท่าใด ผลการสำรวจก็จะถูกต้องแม่นยำมากขึ้น แต่ความจำเป็นที่จะหลีกเลี่ยงการใช้เวลามากเกินไป ระยะห่างของแนวหยั่งหาความลึกของน้ำและระยะห่างของแนวตั้งวัดกระแสน้ำจึงมีเกณฑ์อย่างคร่าว ๆ ของระยะห่างดังในตารางที่ ก-2 [สุเทพ ติงศภัทย์ (2521)] หรือระยะแต่ละหน้าตัดย่อยในแนวดิ่งนั้นควรจะมีปริมาณการไหลไม่เกิน 10 เปอร์เซนต์ ของปริมาณการไหลทั้งหมด [Linsley et al. (1975)] ขึ้นอยู่กับความกว้างของลำน้ำนั้น

การวัดปริมาณการไหลของน้ำ (discharge) ต้องพิจารณาจุดวัดความเร็วที่เพียงพอดังกล่าวมาแล้ว แล้วนำไปคำนวณหาความเร็วเฉลี่ย (average velocity) ในลำน้ำนั้น ปริมาณการไหลของน้ำทั้งหมดจะเท่ากับพื้นที่หน้าตัดคูณด้วยความเร็วเฉลี่ย



รูปที่ ก-4 แสดงความสัมพันธ์ ความเร็วการไหลของกระแสน้ำ กับ ความเร็วการหมุนของ Current Meter เปรียบเทียบความสัมพันธ์ที่ปรับแก้(เส้นทึบ) กับ ความสัมพันธ์เดิม(เส้นไข่ปลา)

การกระจายความเร็วการไหลในแนวดิ่ง (velocity distribution) ส่วนมากแล้วจะมีลักษณะเป็นรูป พาราโบลา (parabola) ดังรูปที่ ก-5 จากความเร็วประมาณศูนย์ที่ก้นคลองจนกระทั่งถึงความเร็วสูงสุดที่จุดใกล้ผิวน้ำ

โดยทั่วไปจากการทดสอบในสนามส่วนมาก ค่าความเร็วเฉลี่ยของความเร็วที่จุดความลึก 20 เปอร์เซนต์และ 80 % ของความลึกทั้งหมด จะโดยประมาณฝกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยปานกลางของความเร็วในแนวดิ่ง (mean velocity) รูปที่ ก-5 แสดงตำแหน่งของจุดวัดความเร็วกระแสน้ำ โดยมีวิธีวัดจุดเดียว (เมื่อน้ำลึกน้อยกว่า 60 ซม.) วิธีวัด 2 จุดและ 3 จุด ซึ่งขึ้นอยู่กับความลึกของน้ำ

<u>การหาความเร็วการไหลเฉลี่ยในแนวดิ่ง</u>

1. วัดความลึกของการไหลโดยการหยั่ง แบ่งพื้นที่หน้าตัดทั้งหมดออกเป็นหน้าตัดย่อยดังในรูปที่ ก-2 ตามหลักการดังกล่าวมาแล้ว

2. วัดความเร็วการไหลตามจุดและแนววัดความเร็วดังรูป ก-5 และที่ความลึก 20 และ 80 เปอร์เซนต์ ของความลึกทั้งหมดในแต่ละแนวหยั่งตามลำดับ (สำหรับที่ความลึกตื้น ๆ ใกล้ฝั่ง เราวัดที่ความลึก 60 เปอร์เซนต์ของความลึกทั้งหมด)

<u>การคำนวณปริมาณการไหลทั้งหมด</u>

1. คำนวณความเร็วการไหลเฉลี่ยในแต่ละหน้าตัดย่อย โดยเฉลี่ยค่าความเร็วที่ 20 และ 80 เปอร์เซนต์ ของความลึกทั้งหมดในหน้าตัดย่อยนั้น

2. คูณค่าความเร็วการไหลเฉลี่ยในแต่ละหน้าตัดย่อยกับพื้นที่แต่ละหน้าตัดย่อย ดังในรูปที่ ก-6 และสมการที่ ก-1 และ ก-2

3. ปริมาณการไหลทั้งหมดคือ ค่าผลรวมของปริมาณการไหลแต่ละหน้าตัดย่อยที่ได้จากข้อ 2

จากรูปที่ ก-6 ให้ b เป็นความกว้างของระยะห่างของแนวหยั่งหาความลึกของน้ำที่พื้นที่รูปตัดขวางและปริมาณน้ำหาได้ดังนี้

$$F_d = 2 \times b \times \frac{c + 2d + e}{4} \qquad \text{.....(ก-3)}$$

$$Q_d = F_d \times V_d \qquad \text{.....(ก-4)}$$

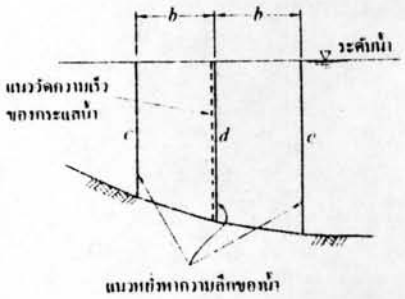
ในเมื่อ F_d : พื้นที่รูปตัดขวางระหว่างแนวหยั่งความลึกของน้ำ c และ e

c, d, และ e : ความลึกของน้ำที่แนวต่าง ๆ

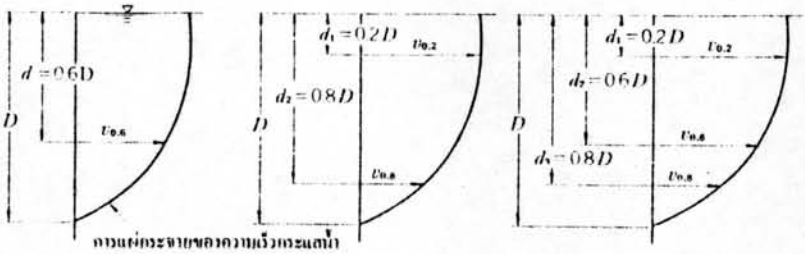
V_d : ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำตรงแนว d

ตารางที่ ก-2 เกณฑ์ของระยะห่างของแนวหยั่งหาความลึกของน้ำและของแนววัดความเร็วของกระแสน้ำ

ความกว้างของผิวน้ำ B (ม.)	ระยะห่างของแนวหยั่งหาความลึกของน้ำ (ม.)	ระยะห่างของแนววัดความเร็วของกระแสน้ำ (ม.)
น้อยกว่า 10	$0.1B - 0.15B$	
10 – 20	1	2
20 – 40	2	4
40 – 60	3	6
60 – 80	4	8
80 – 100	5	10
100 – 150	6	12
150 – 200	10	20
มากกว่า 200	15	30



รูปที่ ก-6 แนววัดความลึกและความเร็ว



(ก) วิธีวัดที่จุดเดียว $v_m = v_{0.6}$

(ข) วิธีวัด 2 จุด $v_m = \frac{1}{2}(v_{0.2} + v_{0.8})$

(ค) วิธีวัด 3 จุด $v_m = \frac{1}{4}(v_{0.2} + 2v_{0.6} + v_{0.8})$

v_m : ความเร็วเฉลี่ย

รูปที่ ก-5 แสดงตำแหน่งจุดวัดความเร็วกระแสน้ำและการคำนวณหาความเร็วเฉลี่ย

ภาคผนวก ข

ตารางข้อมูลคลอง

แผนที่โครงการรังสิตเหนือและโครงการรังสิตใต้

ตารางที่ ข–1 ตารางแสดงผลการวัดปริมาณการไหลของน้ำโดยใช้ Price Current Meter
(คลอง ระพีพัฒน์แยกตก กม.ที่ 13+250)

ระยะจากฝั่งซ้าย, เมตร.	ความลึกจุดหยั่ง, เมตร.	จุดระยะความลึกจากผิวน้ำ, เมตร.			ความเร็วของกระแสน้ำที่จุดระยะทำการวัด เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)			ความเร็วเฉลี่ย เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)	พื้นที่หน้าตัด เมตร^2	ปริมาณการไหล ลบ.ม/วินาที (ลบ.ฟ/วินาที)
		$d_{0.2}$	$d_{0.6}$	$d_{0.8}$	$v_{0.2}$	$v_{0.6}$	$v_{0.8}$			
0+25	0.00	-	-	-	-	-	-	-		-
1	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1.07	0.215	-	0.86	0.305(1.00)	-	0.314(1.03)	0.31(1.015)	2.07	0.641(22.83)
3	1.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1.60	0.320	-	1.28	0.396(1.30)	-	0.375(1.23)	0.39(1.264)	3.23	1.247(47.26)
5	1.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	2.30	0.460	-	1.84	0.399(1.31)	-	0.358(1.17)	0.38(1.241)	4.58	1.736(66.52)
7	2.61	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	2.68	0.536	-	2.144	0.352(1.15)	-	0.332(1.09)	0.34(1.122)	5.35	1.830(68.49)
9	2.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	2.77	0.555	-	2.220	0.347(1.14)	-	0.302(1.99)	0.33(1.064)	5.53	1.800(66.04)
11	2.79	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	2.81	0.562	-	2.248	0.455(1.49)	-	0.337(1.10)	0.40(1.300)	5.61	2.222(85.70)
13	2.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	2.64	0.528	-	2.112	0.329(1.08)	-	0.323(1.06)	0.33(1.069)	5.20	1.695(60.98)
15	2.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1.86	0.372	-	1.488	0.382(1.25)	-	0.347(1.14)	0.37(1.196)	3.79	1.383(52.39)
17	1.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1.30	0.260	-	1.040	0.375(1.23)	-	0.262(1.86)	0.32(1.045)	2.52	0.804(34.97)
19	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	0.44	0.088	-	0.352	0.290(0.95)	-	0.257(0.84)	0.27(0.895)	1.12	0.306(10.72)
21	0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21.5	0.00	-	-	-	-	-	-	-	0.11	-
									39.3	13.664(482.17)

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) คลอง ระพีพัฒน์แยกตก กม.ที่ 15+500)

ระยะจากฝั่งซ้าย, เมตร.	ความลึกจุดหยั่ง, เมตร	จุดระยะความลึกจากผิวน้ำ, เมตร			ความเร็วของกระแสน้ำที่จุดระยะทำการวัด เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)			ความเร็วเฉลี่ย เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)	พื้นที่หน้าตัด เมตร^2	ปริมาณการไหล ลบ.ม/วินาที (ลบ.ฟ/วินาที)
		$d_{0.2}$	$d_{0.6}$	$d_{0.8}$	$v_{0.2}$	$v_{0.6}$	$v_{0.8}$			
0	0.00	-	-	-	-	0	-	0	0.315	0
1	0.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1.01	-	0.606	-	-	0.155(0.51)	-	0.155(0.510)	1.985	0.309
3	1.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1.65	0.330	-	1.320	0.231(0.76)	-	0.229(0.75)	0.230(0.755)	3.380	0.778
5	2.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	2.51	0.502	-	2.008	0.264(0.87)	-	0.236(0.78)	0.252(0.825)	4.975	1.251
7	2.79	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	2.80	0.560	-	2.240	0.273(0.89)	-	0.253(0.83)	0.262(0.860)	5.600	1.468
9	2.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	2.90	0.580	-	2.320	0.282(0.92)	-	0.256(0.84)	0.268(0.880)	5.795	1.555
11	2.98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	2.91	0.596	-	2.328	0.287(0.94)	-	0.253(0.83)	0.270(0.885)	5.845	1.577
13	2.89	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	2.83	0.566	-	2.264	0.277(0.91)	-	0.256(0.84)	0.267(0.875	5.680	1.515
15	2.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	2.80	0.560	-	2.240	0.271(0.89)	-	0.243(0.80)	0.258(0.845)	5.420	1.396
17	2.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	2.10	0.420	-	1.680	0.238(0.78)	-	0.253(0.83)	0.245(0.805)	4.125	1.012
19	1.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1.53	0.306	-	1.224	0.229(0.75)	-	0.220(0.72)	0.224(0.735)	3.055	0.685
21	1.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	0.91	0.182	-	0.728	0.173(0.57)	-	0.176(0.58)	0.175(0.575)	1.795	0.315
23	0.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	0.42	-	0.257	-	-	-	-	0	0.785	0
25	0.21	-	-	-	-	0	-	-	-	-
25+50		0	-	-	-	0	-	0	0.105	0
									48.86	11.841(417.84)

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) (คลอง ระพีพัฒน์แยกตก กม.ที่ 16+100)

ระยะจากฝั่งซ้าย, เมตร.	ความลึกจุดทยัง, เมตร	จุดระยะความลึกจากผิวน้ำ, เมตร.			ความเร็วของกระแสน้ำที่จุดระยะทำการวัด เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)			ความเร็วเฉลี่ย เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)	พื้นที่หน้าตัด เมตร^2	ปริมาณการไหล ลบ.ม/วินาที (ลบ.ฟ/วินาที)
		$d_{0.2}$	$d_{0.6}$	$d_{0.8}$	$v_{0.2}$	$v_{0.6}$	$v_{0.8}$			
0	0.00	-	-	-	-	0	-	0	0.190	0
1	0.38	-	-	-	-		-			
2	0.67	-	0.402	-	-	0.154(0.51)	-	0.154(0.510)	1.315	0.203
3	0.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1.24	0.254	-	1.016	0.190(0.62)	-	0.176(0.58)	0.183(0.600)	2.450	0.448
5	1.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1.40	0.280	-	1.120	0.247(0.81)	-	0.214(0.70)	0.231(0.756)	2.825	0.653
7	1.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1.55	0.310	-	1.240	0.270(0.88)	-	0.243(0.80)	0.257(0.841)	3.020	0.776
9	1.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1.40	0.280	-	1.120	0.243(0.80)	-	0.223(0.73)	0.233(0.764)	2.890	0.673
11	1.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	1.49	0.298	-	1.192	0.247(0.81)	-	0.243(0.80)	0.245(0.804)	2.975	0.729
13	1.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	1.49	0.298	-	1.192	0.279(0.91)	-	0.223(0.73)	0.251(0.823)	2.965	0.744
15	1.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1.48	0.296	-	1.184	0.247(0.81)	-	0.192(0.63)	0.270(0.720)	2.995	0.659
17	1.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1.60	0.320	-	1.260	0.226(0.74)	-	0.154(0.51)	0.190(0.623)	3.155	0.599
19	1.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1.52	0.304	-	1.216	0.190(0.62)	-	0.186(0.61)	0.188(0.617)	2.920	0.549
21	1.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	0.84	0.168	0.504	0.672	-	0.146(0.48)	-	0.146(0.480)	1.690	0.246
23	0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23+90	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.203	0.0
									29.69	6.279(221.6)

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) (คลอง ระพีพัฒน์แยกตก กม.ที่ 16+500)

ระยะจากฝั่งซ้าย, เมตร.	ความลึกจุดหยั่ง, เมตร.	จุดระยะความลึกจากผิวน้ำ, เมตร.			ความเร็วของกระแสน้ำที่จุดระยะทำการวัด เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)			ความเร็วเฉลี่ย เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)	พื้นที่หน้าตัด เมตร^2	ปริมาณการไหล ลบ.ม/วินาที (ลบ.ฟ/วินาที)
		$d_{0.2}$	$d_{0.6}$	$d_{0.8}$	$v_{0.2}$	$v_{0.6}$	$v_{0.8}$			
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0.61	-	-	-	-	-	-	-	0.305	-
2	1.01	-	0.606	-	-	0.095(0.31)	-	0.095(0.310)	1.930	0.182
3	1.23	-	-	-	-	0.095(0.31)	-	-	-	-
4	1.35	0.27	-	1.080	0.139(0.46)	-	0.120(0.39)	0.130(0.425)	2.675	0.347
5	1.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1.59	0.318	-	1.272	0.218(0.72)	-	0.204(0.67)	0.212(0.695)	3.125	0.662
7	1.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1.73	0.346	-	1.384	0.287(0.94)	-	0.253(0.83)	0.270(0.885)	3.465	0.935
9	1.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1.87	0.374	-	1.496	0.357(1.17)	-	0.329(1.08)	0.342(1.125)	3.695	1.257
11	1.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	1.89	0.378	-	1.512	0.357(1.17)	-	0.327(1.07)	0.341(1.120)	3.715	1.259
13	1.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	2.05	0.410	-	1.640	0.369(1.21)	-	0.351(1.15)	0.360(1.180)	4.015	1.444
15	2.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	2.20	0.440	-	1.760	0.369(1.21)	-	0.341(1.12)	0.355(1.165)	4.315	1.533
17	2.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	2.15	0.43	-	1.720	0.381(1.25)	-	0.357(1.17)	0.369(1.210)	4.270	1.575
19	2.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	2.05	0.41	-	1.640	0.363(1.19)	-	0.351(1.15)	0.357(1.170)	4.120	1.470
21	2.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	1.90	0.38	-	1.520	0.357(1.17)	-	0.318(1.04)	0.337(1.105)	3.890	1.311
23	1.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	2.01	0.402	-	1.608	0.265(0.87)	-	0.256(0.84)	0.261(0.855)	3.980	1.037
25	1.98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	1.81	0.362	-	1.448	0.229(0.75)	-	0.220(0.72)	0.224(0.735)	3.660	0.820
27	1.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	1.25	0.25	-	1.000	0.137(0.45)	-	0.122(0.40)	0.130(0.425)	2.580	0.334
29	0.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	0.55	-	0.330	-	-	0.095(0.31)	-	0.095(0.310)	1.235	0.117
31	0.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	0.215	-
									51.19	14.303(504.72)

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) (คลอง ระพีพัฒน์แยกตก กม.ที่ 19+700)

ระยะจากฝั่งซ้าย, เมตร.	ความลึกจุดทยัง, เมตร.	จุดระยะความลึกจากผิวน้ำ, เมตร.			ความเร็วของกระแสน้ำที่จุดระยะทำการวัด เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)			ความเร็วเฉลี่ย เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)	พื้นที่หน้าตัด เมตร^2	ปริมาณการไหล ลบ.ม/วินาที (ลบ.ฟ/วินาที)
		$d_{0.2}$	$d_{0.6}$	$d_{0.8}$	$v_{0.2}$	$v_{0.6}$	$v_{0.8}$			
0 50	0.00	-	-	-	-	0	-	0	0.075	0
1	0.30	-	-	-	-		-			
2	0.63	-	0.378	-	-	0.103(0.34)	-	0.103(0.340)	1.210	0.125
3	0.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1.19	0.238	-	0.952	0.156(0.51)	-	0.146(0.48)	0.151(0.495)	2.410	0.364
5	1.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1.86	0.372	-	1.488	0.165(0.54)	-	0.154(0.51)	0.160(0.525)	3.670	0.587
7	2.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	2.10	0.42	-	1.680	0.198(0.65)	-	0.177(0.58)	0.188(0.615)	4.235	0.794
9	2.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	2.29	0.458	-	1.832	0.250(0.82)	-	0.183(0.60)	0.216(0.710)	4.585	0.992
11	2.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	2.44	0.488	-	1.952	0.254(0.83)	-	0.168(0.55)	0.210(0.690)	4.815	1.013
13	2.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	2.36	0.472	-	1.888	0.225(0.74)	-	0.198(0.65)	0.212(0.695)	4.635	0.982
15	2.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	2.03	0.432	-	1.624	0.198(0.65)	-	0.154(0.51)	0.177(0.580)	4.040	0.714
17	1.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1.12	0.224	-	0.896	0.168(0.55)	-	0.143(0.47)	0.155(0.510)	2.640	0.410
19	1.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	0.75	-	0.450	-	-	0.118(0.39)	-	0.118(0.390)	1.540	0.182
21	0.40	-	-	-	-	0	-	0	0.200	0
22	0.00	-	-	-	-		-			
									34.06	6.163(217.48)

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) (คลอง ระพีพัฒน์แยกตก กม.ที่ 21+700)

ระยะจากฝั่งซ้าย, เมตร.	ความลึกจุดหยั่ง, เมตร.	จุดระยะความลึกจากผิวน้ำ, เมตร.			ความเร็วของกระแสน้ำที่จุดระยะทำการวัด เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)			ความเร็วเฉลี่ย เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)	พื้นที่หน้าตัด เมตร^2	ปริมาณการไหล ลบ.ม/วินาที (ลบ.ฟ/วินาที)
		$d_{0.2}$	$d_{0.6}$	$d_{0.8}$	$v_{0.2}$	$v_{0.6}$	$v_{0.8}$			
0+50	0.0	-	-	-	-	-	-	-	0.063	0
1	0.25	-	-	-	-	-	-	-		
2	0.55	0.110	0.330	0.440	-	0.096(0.31)	-	0.096(0.310)	1.035	0.099
3	0.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1.19	0.238	-	0.952	0.234(0.77)	-	0.137(0.45)	0.186(0.601)	2.330	0.433
5	1.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1.81	0.362	-	1.448	0.182(0.60)	-	0.177(0.58)	0.180(0.590)	3.515	0.635
7	1.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1.85	0.370	-	1.480	0.205(0.67)	-	0.193(0.63)	0.180(0.655)	3.705	0.740
9	1.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1.84	0.368	-	1.472	0.244(0.80)	-	0.193(0.63)	0.219(0.717)	3.705	0.811
11	1.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	1.86	0.372	-	1.488	0.226(0.74)	-	0.190(0.62)	0.208(0.682)	3.720	0.774
13	1.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	1.83	0.366	-	1.464	0.197(0.65)	-	0.188(0.62)	0.193(0.631)	3.650	0.704
15	1.79	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1.66	0.332	-	1.328	0.180(0.59)	-	0.156(0.51)	0.168(0.551)	3.280	0.551
17	1.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1.14	0.228	-	0.912	0.134(0.44)	-	0.096(0.31)	0.115(0.377)	2.220	0.255
19	0.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	0.54	0.108	0.324	0.432	-	0.096(0.31)	-	0.096(0.310)	0.749	0.072
20+46	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
									27.97	5.071(178.94)

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) (คลอง ระพีพัฒน์แยกตก กม.ที่ 23+400)

ระยะจากฝั่งซ้าย, เมตร.	ความลึกจุดหยั่ง, เมตร	จุดระยะความลึกจากผิวน้ำ, เมตร.			ความเร็วของกระแสน้ำที่จุดระยะทำการจัด เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)			ความเร็วเฉลี่ย เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)	พื้นที่หน้าตัด เมตร^2	ปริมาณการไหล ลบ.ม/วินาที (ลบ.ฟ/วินาที)
		$d_{0.2}$	$d_{0.6}$	$d_{0.8}$	$v_{0.2}$	$v_{0.6}$	$v_{0.8}$			
0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0.23	-	-	-	-	0	-	0	0.058	0
2	0.57	0.114	0.342	0.456	-	0.096(0.31)	-	0.096(0.310)	1.065	0.102
3	0.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0.92	0.184	-	0.736	0.103(0.33)	-	0.096(0.32)	0.098(0.125)	1.850	0.184
5	1.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1.48	0.296	-	1.184	0.146(0.48)	-	0.124(0.41)	0.135(0.443)	2.855	0.385
7	1.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1.80	0.360	-	1.184	0.156(0.51)	-	0.135(0.44)	0.146(0.479)	3.570	0.519
9	1.89	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1.90	0.380	-	1.520	0.193(0.63)	-	0.162(0.53)	0.178(0.582)	3.845	0.684
11	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	1.90	0.380	-	1.520	0.197(0.65)	-	0.162(0.53)	0.180(0.589)	3.850	0.693
13	1.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	1.88	0.376	-	1.504	0.186(0.61)	-	0.156(0.51)	0.171(0.560)	3.730	0.638
15	1.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1.69	0.338	-	1.352	0.168(0.55)	-	0.135(0.44)	0.152(0.497)	3.330	0.506
17	1.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1.12	0.224	-	0.896	0.114(0.38)	-	0.105(0.35)	0.110(0.361)	2.170	0.238
19	0.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	0	0	-	-	-	0	-	0	0.310	0
									26.61	3.949(139.42)

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) (คลอง ระบายที่ 9 กม.ที่ 2+000)

ระยะจากฝั่งซ้าย, เมตร.	ความลึกจุดหยั่ง, เมตร.	จุดระยะความลึกจากผิวน้ำ, เมตร.			ความเร็วของกระแสน้ำที่จุดระยะทำการวัด เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)			ความเร็วเฉลี่ย, เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)	พื้นที่หน้าตัด เมตร^2	ปริมาณการไหล ลบ.ม/วินาที (ลบ.ฟ/วินาที)
		$d_{0.2}$	$d_{0.6}$	$d_{0.8}$	$v_{0.2}$	$v_{0.6}$	$v_{0.8}$			
0+25	0.0	-	-	-	-	0	-	0	0.023	0
1	0.18	-	-	-	-		-			
2	0.46	-	0.276	-	0	0	0	0	0.850	0
3	0.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0.75	0.150	0.450	0.600	-	0.096(0.31)	-	0.096(0.310)	1.475	0.142
5	0.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0.90	0.180	-	0.720	0.151(0.50)	-	0.124(0.46)	0.138(0.451)	1.855	0.255
7	1.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1.16	0.232	-	0.928	0.205(0.67)	-	0.140(0.47)	0.173(0.566)	2.305	0.399
9	1.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1.34	0.268	-	1.072	0.247(0.81)	-	0.208(0.68)	0.228(0.746)	2.690	0.613
11	1.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	1.66	0.332	-	1.328	0.254(0.83)	-	0.211(0.70)	0.233(0.763)	3.225	0.751
13	1.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	1.57	0.314	-	1.256	0.254(0.83)	-	0.211(0.70)	0.233(0.763)	3.120	0.727
15	1.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1.32	0.264	-	1.056	0.244(0.80)	-	0.202(0.66)	0.223(0.731)	2.640	0.589
17	1.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1.11	0.222	-	0.888	0.156(0.51)	-	0.134(0.44)	0.145(0.476)	2.190	0.318
19	0.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	0.89	0.178	0.534	0.712	-	0.124(0.41)	-	0.124(0.410)	1.770	0.219
21	0.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	0.78	-	0.468	-	-	0.096(0.31)	-	0.096(0.310)	1.540	0.148
23	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24+50	0.0	-	0.306	-	-	0	-	0	0.375	0
									24.06	4.161(146.8)

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) (คลอง ระบายที่ 11 กม.ที่ 7+000)

ระยะจากฝั่งซ้าย, เมตร.	ความลึกจุดหยั่ง, เมตร.	จุดระยะความลึกจากผิวน้ำ, เมตร			ความเร็วของกระแสน้ำที่จุดระยะทำการวัด เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)			ความเร็วเฉลี่ย เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)	พื้นที่หน้าตัด เมตร^2	ปริมาณการไหล ลบ.ม/วินาที (ลบ.ฟ/วินาที)
		$d_{0.2}$	$d_{0.6}$	$d_{0.8}$	$v_{0.2}$	$v_{0.6}$	$v_{0.8}$			
0	0.0	-	-	-	0	-	-	0	0.33	0
1	0.66	-	-	-	-		-			
2	0.86	-	0.516	-	-	0.096(0.31)	-	0.096(0.310)	1.840	0.177
3	1.30	-	-	-	-	-	-	-		-
4	1.34	0.268	-	1.072	0.114(0.38)	-	0.108(0.35)	0.111(0.364)	2.820	0.313
5	1.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1.94	0.388	-	1.552	0.151(0.59)	-	0.128(0.39)	0.136(0.444)	3.780	0.514
7	2.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	2.22	0.444	-	1.776	0.180(0.59)	-	0.146(0.48)	0.165(0.535)	4.385	0.715
9	2.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	2.34	0.468	-	1.872	0.193(0.63)	-	0.158(0.52)	0.176(0.576)	4.695	0.826
11	2.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	2.46	0.492	-	1.968	0.205(0.67)	-	0.168(0.55)	0.187(0.612)	4.900	0.916
13	2.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	2.45	0.490	-	1.960	0.205(0.67)	-	0.164(0.54)	0.185(0.605)	4.900	0.907
15	2.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	2.40	0.480	-	1.920	0.188(0.62)	-	0.177(0.58)	0.183(0.599)	4.760	0.871
17	2.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	2.14	0.428	-	1.712	0.168(0.55)	-	0.151(0.50)	0.160(0.523)	4.210	0.674
19	1.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1.50	0.300	-	1.200	0.124(0.41)	-	0.108(0.35)	0.116(0.380)	3.035	0.352
21	1.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	0.92	0.184	0.552	0.736	-	0.108(0.35)	-	0.108(0.350)	1.820	0.197
23	0.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	0.07	-	-	-	-	-	-	-	0.371	0
24+34	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
									41.84	6.464

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) (คลอง ระยายที่ 13 กม.ที่ 1+000)

ระยะจากฝั่งซ้าย, เมตร.	ความลึกจุดหยั่ง, เมตร.	จุดระยะความลึกจากผิวน้ำ, เมตร.			ความเร็วของกระแสน้ำที่จุดระยะทำการวัด เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)			ความเร็วเฉลี่ย, เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)	พื้นที่หน้าตัด เมตร^2	ปริมาณการไหล ลบ.ม/วินาที (ลบ.ฟ/วินาที)
		$d_{0.2}$	$d_{0.6}$	$d_{0.6}$	$v_{0.2}$	$v_{0.6}$	$v_{0.8}$			
0+25	0	-	-	-	-	-	-	-	0.034	0
1	0.27	-	-	-	-	-	-	-		
2	0.43	-	0.258	-	-	0.120(0.39)	-	0.120(0.390)	0.935	0.112
3	0.74	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0.97	0.194	-	0.776	0.171(0.56)	-	0.154(0.51)	0.163(0.533)	1.910	0.312
5	1.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1.28	0.256	-	1.024	0.195(0.64)	-	0.173(0.57)	0.184(0.604)	2.450	0.451
7	1.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1.31	0.262	-	1.048	0.197(0.65)	-	0.171(0.56)	0.184(0.604)	2.665	0.490
9	1.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1.56	0.312	-	1.248	0.208(0.68)	-	0.182(0.60)	0.195(0.640)	3.150	0.614
11	1.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	1.69	0.338	-	1.352	0.205(0.67)	-	0.178(0.59)	0.192(0.628)	3.410	0.655
13	1.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	1.73	0.346	-	1.384	0.208(0.68)	-	0.195(0.64)	0.202(0.661)	3.435	0.694
15	1.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1.52	0.304	-	1.216	0.208(0.68)	-	0.188(0.62)	0.198(0.649)	3.080	0.610
17	1.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1.35	0.27	-	1.080	0.195(0.64)	-	0.162(0.53)	0.179(0.585)	2.705	0.484
19	1.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1.12	0.224	-	0.896	0.151(0.50)	-	0.118(0.39)	0.135(0.441)	2.295	0.310
21	1.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	1.25	0.250	-	1.000	0.124(0.41)	-	0.108(0.35)	0.116(0.380)	2.360	0.274
23	1.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	0.83	0.166	-	0.664	-	0.105(0.35)	-	0.105(0.350)	1.550	0.163
25	0.35	-	-	-	-	-	-	-	0.070	0.0
25+40	0.0	-	-	-	-	-	-	-		
									30.05	5.169(182.4)

ตารางที่ ข-2 แสดงตัวแปรการไหลของคลองต่างๆ จากการวัดและสำรวจ (คลองในโครงการชลประทานรังสิตเหนือ และรังสิตใต้)

คลอง	กม. ที่	A เมตร^2	T เมตร(ฟุต)	P เมตร(ฟุต)	R = A/P เมตร(ฟุต)	d เมตร(ฟุต)	W = A/d เมตร(ฟุต)	Q ลบ.ม/วินาที (ลบ.ฟ/วินาที)	V เมตร/วินาที (ฟุต/วินาที)	$\frac{1}{S}$	$R^2S\times10^{-4}$ (1×10^{-3})	n
ระพีพัฒน์แยกคก	13+250	39.36	22.0(72.16)	23.8(78.06)	1.66(5.45)	2.75(9.02)	14.31(46.95)	13.66(482.17)	0.348(1.140)	5.0×10^{-5}	1.380(1.485)	0.028
ระพีพัฒน์แยกคก	15+500	48.87	25.5(83.64)	26.5(86.92)	1.84(6.05)	2.80(9.18)	17.45(57.24)	11.84(417.84)	0.242(0.795)	4.0×10^{-5}	1.360(1.464)	0.039
ระพีพัฒน์แยกคก	16+100	29.69	24.0(78.72)	24.5(80.36)	1.21(3.98)	1.50(4.92)	17.79(64.93)	6.28(221.57)	0.211(0.694)	4.0×10^{-5}	0.589(0.634)	0.034
ระพีพัฒน์แยกคก	16+500	51.34	32.0(104.9)	33.0(108.2)	1.56(5.10)	2.10(6.90)	24.44(80.18)	14.30(504.72)	0.279(0.916)	4.0×10^{-5}	0.966(1.040)	0.030
ระพีพัฒน์แยกคก	19.700	34.06	21.5(70.52)	22.5(73.80)	1.51(4.96)	2.25(7.38)	15.14(49.64)	6.16(217.48)	0.181(0.594)	3.0×10^{-5}	0.684(0.738)	0.039
ระพีพัฒน์แยกคก	21+700	27.97	20.0(56.60)	21.0(68.88)	1.33(4.36)	1.80(5.90)	15.54(50.97)	5.07(178.94)	0.181(0.595)	3.0×10^{-5}	0.531(0.570)	0.037
ระพีพัฒน์แยกคก	23+400	26.61	19.5(63.96)	20.5(67.24)	1.30(4.26)	1.80(5.90)	14.78(48.49)	3.95(139.42)	0.148(0.467)	2.8×10^{-5}	0.483(0.510)	0.039
ค.ระบายน้ำที่ 9	2+000	24.06	24.5(80.36)	25.0(82.00)	0.96(3.16)	1.50(4.92)	16.04(52.61)	4.16(146.80)	0.173(0.567)	3.3×10^{-5}	0.309(0.333)	0.032
ค.ระบายน้ำที่ 11	7+000	41.84	24.3(79.70)	26.0(85.28)	1.61(5.28)	2.40(7.87)	17.43(57.18)	6.46(228.03)	0.154(0.507)	2.5×10^{-5}	0.648(0.697)	0.044
ค.ระบายน้ำที่ 13	1+000	30.05	24.7(81.02)	25.8(84.62)	1.16(3.82)	1.60(5.25)	18.78(61.60)	5.17(182.40)	0.172(0.564)	3.3×10^{-5}	0.466(0.501)	0.037

ตารางที่ ข-3 แสดงค่าตัวแปรที่แต่ละหน้าตัดของคลองต่าง ๆ

ชื่อคลอง	กม. ที่	A เมตร^2	T เมตร (ฟุต)	P เมตร (ฟุต)	R = A/P เมตร (ฟุต)	d เมตร (ฟุต)	W = A/d เมตร (ฟุต)
ระพีพัฒน์แยก	11+000	97.2	38.5(109.70)	36.0(118.10)	2.70(8.86)	4.0(13.12)	24.30(79.70)
คก(2522)	11+500	105.5	32.5(106.60)	35.6(114.80)	3.01(9.89)	3.9(12.79)	27.05(88.75)
	12+000	91.5	39.0(127.92)	41.0(134.48)	2.23(7.32)	3.7(12.14)	24.73(81.10)
	12+500	70.0	32.0(104.96)	34.0(111.52)	2.06(6.75)	3.3(10.80)	21.20(69.58)
	13+000	83.0	31.7(103.98)	34.0(111.52)	2.44(8.00)	3.7(12.10)	22.43(73.58)
	13+500	79.6	30.8(101.02)	32.8(107.58)	2.43(7.96)	3.6(11.81)	22.11(72.52)
	14+000	70.6	26.4(86.59)	29.2(95.78)	2.42(7.93)	3.7(12.14)	19.08(62.59)
	14+500	68.4	28.2(92.50)	30.0(98.40)	2.28(7.48)	3.8(12.46)	18.00(59.04)
	15+000	61.8	22.7(74.46)	25.2(82.66)	2.45(8.06)	3.8(12.46)	16.26(53.34)
	15+500	87.0	34.5(113.16)	37.2(122.02)	2.34(7.67)	3.4(11.15)	25.59(83.93)
	16+000	80.6	33.5(109.88)	35.0(114.80)	2.30(7.55)	3.9(12.79)	20.67(67.29)
	16+500	57.3	27.6(90.53)	29.3(96.10)	1.96(6.41)	2.9(9.51)	19.76(64.81)
	17+000	88.0	33.0(108.20)	35.0(114.80)	2.51(8.25)	3.7(12.14)	23.78(78.01)
	17+500	77.0	26.5(86.92)	29.5(96.76)	2.61(8.56)	3.6(11.81)	21.39(70.12)
	18+000	74.0	28.2(92.50)	30.8(101.02)	2.40(7.88)	3.7(12.14)	20.00(65.50)
	18+500	70.6	26.7(87.58)	28.0(91.84)	2.52(8.24)	4.0(13.12)	17.65(57.89)
	19+000	74.5	29.5(96.76)	32.2(106.62)	2.31(7.59)	3.9(12.79)	19.10(62.66)
	19+500	74.5	30.0(98.40)	32.0(104.96)	2.33(7.64)	3.9(12.14)	20.14(66.04)
	20+000	75.5	32.8(107.60)	34.0(111.52)	2.22(7.28)	3.5(11.48)	21.57(70.75)
	20+500	72.6	32.3(105.94)	34.0(111.52)	2.13(7.00)	3.3(10.82)	22.00(72.16)
	21+000	71.0	32.9(107.90)	34.2(112.18)	2.08(6.81)	3.3(10.81)	21.52(70.57)
	21+500	44.0	32.6(106.93)	34.0(111.52)	2.18(7.14)	3.5(11.48)	21.14(69.35)
	22+000	73.1	34.0(111.52)	35.5(116.44)	2.06(6.75)	3.2(10.50)	22.84(74.93)
	23+000	58.0	28.5(93.48)	30.5(100.04)	1.90(6.24)	3.3(10.82)	17.52(57.65)
	24+000	56.5	30.8(101.02)	32.5(106.60)	2.02(6.61)	3.5(11.48)	18.71(61.40)
	24+200	59.0	25.5(83.64)	27.0(88.56)	2.81(7.71)	3.2(10.50)	18.44(60.48)
	24+900	64.5	29.0(95.12)	31.0(101.68)	2.08(6.32)	3.4(11.15)	18.97(62.22)
	25+000	59.5	29.0(95.12)	30.0(98.40)	1.97(6.45)	3.3(10.82)	17.88(58.64)
	25+500	59.0	32.2(105.62)	33.5(106.88)	1.76(5.76)	3.0(9.84)	19.67(64.51)

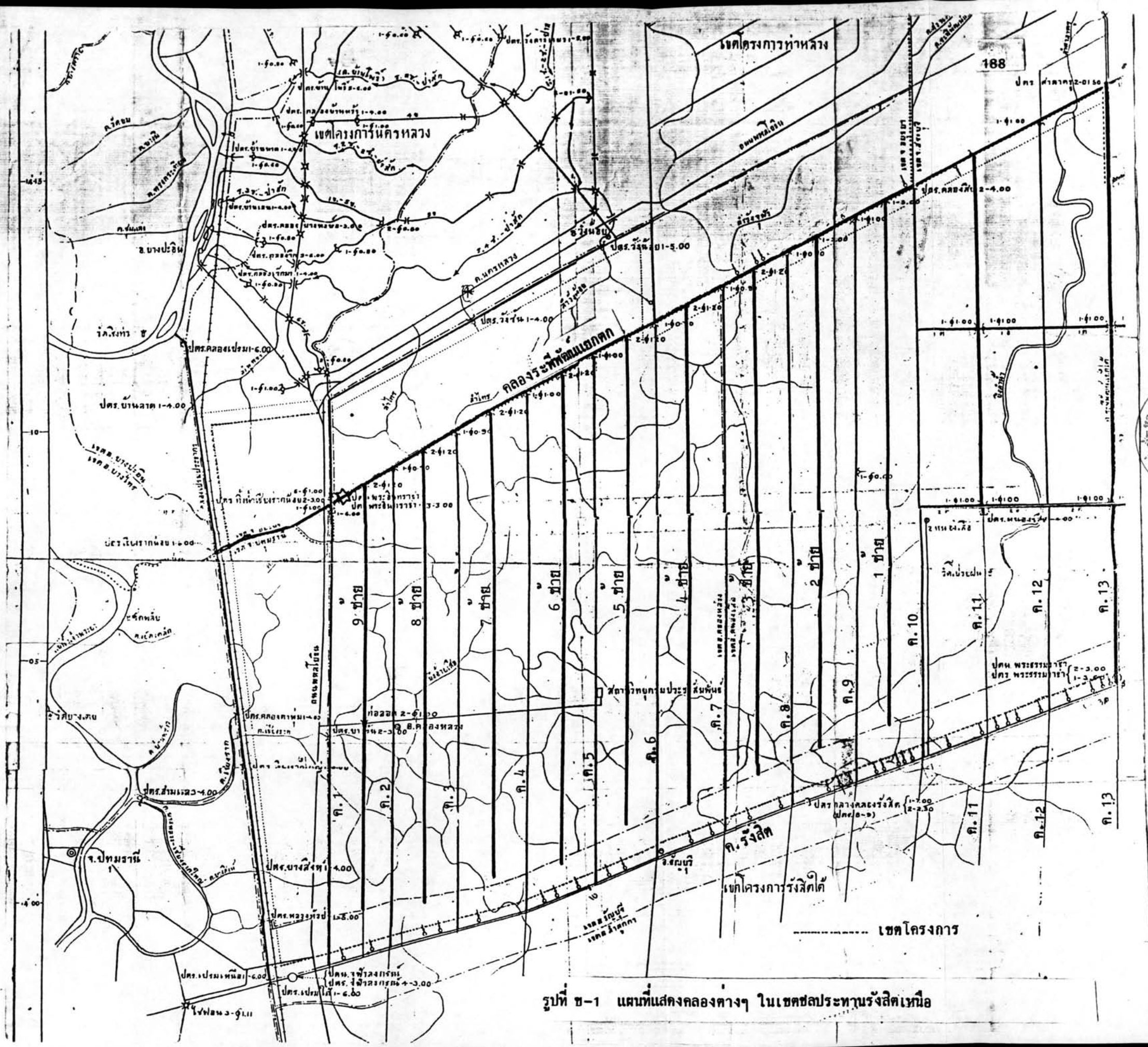
ชื่อคลอง	กม. ที่	A เมตร^2	T เมตร (ฟุต)	P เมตร (ฟุต)	R = A/P เมตร (ฟุต)	d เมตร (ฟุต)	W = A/d เมตร (ฟุต)
ระบายน้ำแยก-คก(2522)	26+000	71.8	35.8(117.42)	37.0(121.36)	1.94(6.36)	3.0(9.84)	23.93(78.50)
	26+500	58.2	29.0(95.20)	30.5(100.00)	1.91(6.26)	3.1(10.17)	18.77(61.58)
	27+000	60.0	30.8(101.00)	32.0(104.96)	1.88(6.15)	2.8(9.18)	21.43(70.30)
	28+000	66.2	34.1(111.85)	35,0(114.80)	1.89(6.20)	2.7(8.86)	24.52(80.40)
	29+000	76.0	37.8(123.98)	39.5(129.60)	1.92(6.31)	2.8(9.18)	27.14(89.03)
	30+000	64.4	32.6(106.90)	34.0(111.52)	1.89(6.21)	2.8(9.18)	23.00(75.40)
	31+000	63.9	29.8(97.74)	31.5(103.32)	2.03(6.65)	2.9(9.51)	22.03(72.27)
	32+000	65.5	32.0(104.96)	33.5(109.88)	1.96(6.41)	2.9(9.51)	22.59(74.08)
	33+000	71.3	33.8(110.86)	36.0(118.08)	1.98(6.50)	2.9(9.51)	24.59(80.64)
	33+500	72.6	32.7(105.62)	34.2(112.18)	2.12(6.96)	3.0(9.84)	24.20(79.38)
	34+000	67.0	31.6(103.65)	33.5(109.88)	2.00(6.56)	2.8(9.18)	23.93(78.49)
	34+500	68.5	32.5(106.60)	34.0(111.52)	2.01(6.61)	2.8(9.18)	24.46(80.24)
	35+000	68.0	33.5(109.88)	35.0(114.80)	1.94(6.37)	2.8(9.18)	24.29(79.66)
	35+800	61.7	30.0(98.40)	31.5(103.32)	1.96(6.42)	3.0(9.84)	20.57(67.46)
ระบายน้ำแยก คก(2506)	17+000	84.5	34.3(112.50)	36.0(118.10)	2.35(7.69)	3.5(11.48)	24.14(79.20)
	17+500	72.0	26.5(86.90)	28.3(92.80)			
	18+000	78.5	33.2(108.90)	35.0(114.80)	2.24(7.36)	3.3(10.82)	23.80(78.00)
	18+500	77.7	29.2(95.80)	31.2(102.30)	2.49(8.17)	4.0(13.12)	19.40(63.70)
	19+000	82.8	34.8(114.10)	36.3(119.10)	2.28(7.48)	3.6(11.81)	23.00(75.40)
ระบายน้ำแยก-คก(2497)	23+000	47.5	27.5(90.20)	29.0(95.12)	1.64(5.37)	2.1(6.89)	22.62(74.19)
	23+800	42.5	27.5(90.20)	28.7(94.14)	1.48(4.86)	2.2(7.22)	19.32(63.36)
	24+050	38.5	28.0(91.84)	29.0(95.12)	1.33(4.35)	2.2(7.22)	17.50(57.40)
	24+550	45.5	27.5(90.20)	28.3(92.84)	1.61(5.27)	2.2(7.22)	20.68(67.84)
	25+050	45.3	27.7(90.86)	29.0(95.12)	1.56(5.12)	2.2(7.22)	20.59(67.54)
รังสิต	25+000	97.0	58.5(191.90)	60.0(196.80)	1.62(5.30)	2.5(8.20)	38.80(127.30)
	26+000	102.0	60.0(196.80)	61.0(200.10)	1.67(5.48)	2.5(8.20)	40.80(133.80)
	27+000	102.0	58.0(190.00)	60.0(196.80)	1.70(5.58)	2.5(8.20)	40.80(133.80)
	28+000	94.0	50.2(154.60)	51.2(167.90)	1.89(6.21)	2.5(8.20)	38.80(127.30)
	29+000	97.0	54.5(178.80)	55.5(182.00)	1.75(5.70)	2.5(8.20)	38.80(127.30)
	30+000	88.0	44.8(146.90)	46.2(151.50)	1.90(6.25)	2.5(8.20)	35.20(115.50)

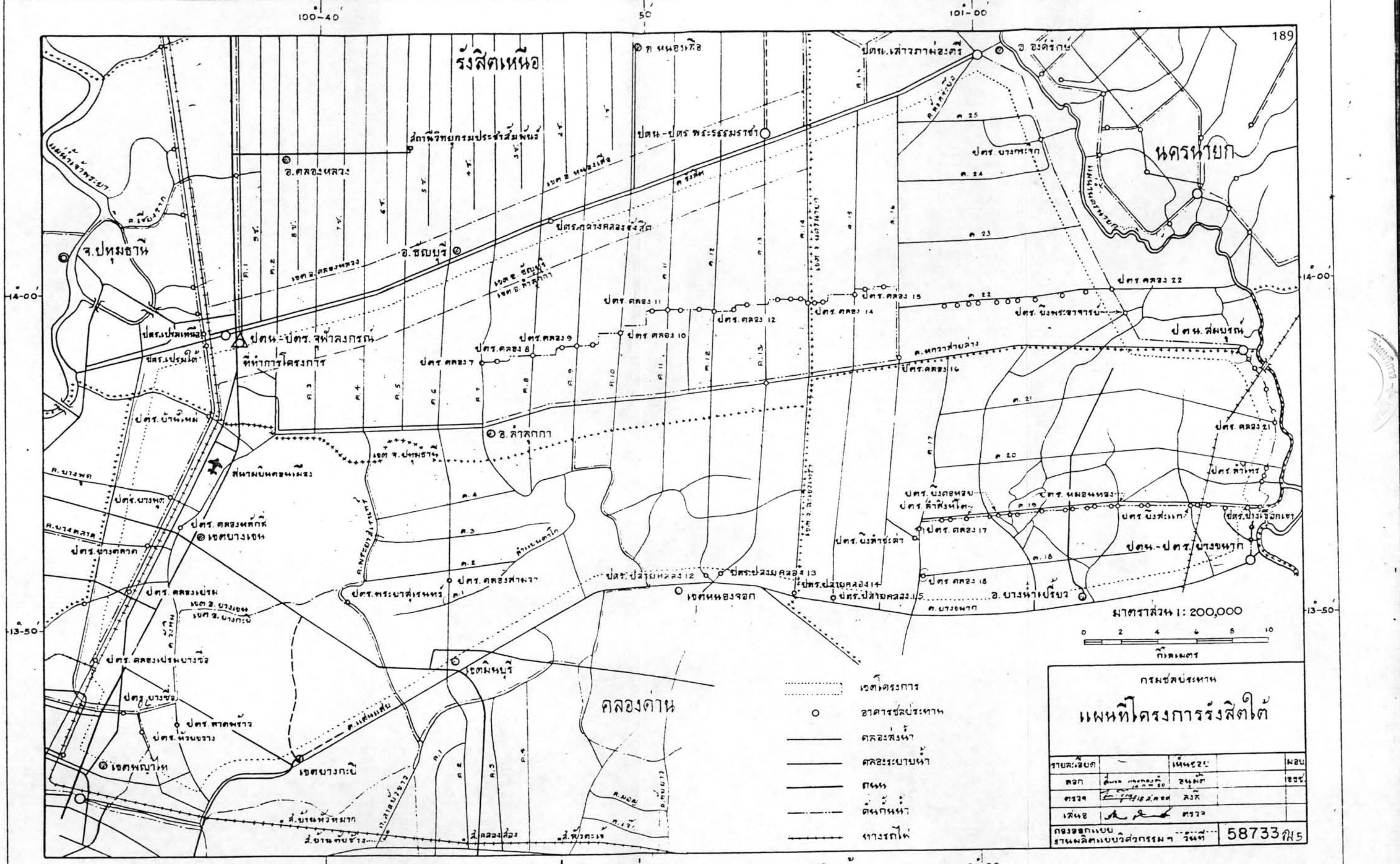
ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

ชื่อคลอง	กม. ที่	A เมตร^2	T เมตร (ฟุต)	P เมตร (ฟุต)	R = A/P เมตร (ฟุต)	d เมตร (ฟุต)	W = A/d เมตร (ฟุต)
เปรมประชากร (2520)	13+000	35.3	20.7(67.90)	22.1(72.50)	1.60(5.24)	2.0(6.56)	17.60(57.90)
	13+400	34.5	21.0(68.90)	22.1(72.50)	1.56(5.12)	2.0(6.56)	17.25(56.60)
	21+500	43.8	27.2(89.20)	29.0(95.10)	1.51(4.95)	2.0(6.56)	21.90(71.83)
	21+700	30.5	22.5(73.80)	23.2(76.10)	1.31(4.31)	1.8(5.90)	16.94(55.60)
	21+900	39.4	27.4(89.90)	28.3(92.80)	1.39(4.57)	1.9(6.23)	20.70(68.00)
	22+100	50.9	26.8(87.90)	29.0(95.10)	1.76(5.76)	3.0(9.84)	16.97(55.65)
พระยาสุเรนทร์ (2523)	0+200	53.0	25.7(84.30)	27.5(90.20)	1.93(6.32)	2.8(9.18)	18.93(62.10)
	0+400	44.7	19.8(64.90)	22.0(72.20)	2.03(6.66)	2.8(9.18)	15.96(52.36)
	0+600	49.7	22.8(74.80)	24.3(79.70)	2.05(6.71)	2.7(8.86)	18.41(60.40)
	1+000	48.5	21.8(71.50)	22.5(73.80)	2.15(7.07)	2.6(8.53)	18.65(61.20)
	2+400	26.5	17.2(56.40)	18.0(59.00)	1.93(6.32)	2.8(9.18)	9.46(31.00)
	2+600	21.5	17.2(56.40)	18.0(59.00)	1.19(3.92)	1.8(5.90)	11.94(39.20)
	2+700	28.9	19.0(62.30)	20.6(65.60)	1.61(5.27)	2.1(6.89)	13.76(45.10)
	3+400	27.2	22.0(72.20)	23.0(75.40)	1.18(3.88)	1.9(6.23)	14.31(46.96)
	3+600	25.6	21.5(70.50)	22.0(72.20)	1.16(3.82)	1.7(5.58)	15.01(49.40)
ส่งน้ำ 6 ข้าย ระพีพัฒน์ แยกคก (2518)	6+000	12.5	14.0(45.90)	14.6(47.90)	0.86(2.81)	1.0(3.28)	12.50(41.00)
	6+400	12.5	14.0(45.90)	15.0(49.20)	0.83(2.73)	1.0(3.28)	12.50(41.00)
	9+000	11.4	12.8(41.98)	13.2(43.30)	0.86(2.81)	1.0(3.28)	11.40(37.40)
ระบายที่ 4 (2517)	0+000	44.7	24.9(85.70)	26.0(85.30)	1.70(5.60)	2.5(8.20)	17.90(58.70)
	0+100	50.4	26.1(85.61)	27.0(88.60)	1.87(6.10)	2.5(8.20)	20.20(66.10)
	0+200	48.0	26.5(86.90)	27.7(90.90)	1.73(5.68)	2.5(8.20)	19.20(62.98)
	0+300	34.9	23.9(78.40)	22.6(74.10)	1.46(4.79)	2.5(8.20)	13.96(45.80)
	0+400	35.0	20.8(68.20)	19.5(63.96)	1.68(5.52)	2.4(7.87)	14.58(47.82)
	0+500	39.0	21.7(74.80)	22.8(74.80)	1.70(5.60)	2.5(8.20)	15.60(51.20)
	0+600	43.3	25.5(83.60)	26.3(86.30)	1.64(5.40)	2.4(7.87)	18.04(59.17)
	0+700	42.7	27.8(91.20)	28.7(94.10)	1.66(5.45)	2.4(7.87)	17.79(58.35)

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

ชื่อคลอง	กม. ที่	A เมตร^2	T เมตร (ฟุต)	P เมตร (ฟุต)	R = A/P เมตร (ฟุต)	d เมตร (ฟุต)	W = A/d เมตร (ฟุต)
สงน้ำ 4 ข. ระพีพัฒน์ แยกกก (2518)	0+000	15.0	11.5(37.70)	12.0(39.40)	1.08(3.55)	1.5(4.80)	8.67(28.40)
	0+200	13.3	13.0(42.60)	14.0(45.90)	0.95(3.12)	1.2(3.94)	11.08(36.40)
	0+500	14.5	14.5(47.60)	15.0(49.20)	0.97(3.17)	1.3(4.62)	11.15(36.58)
	0+800	12.4	12.6(41.30)	13.0(42.60)	0.95(3.13)	1.3(4.26)	9.54(31.30)
	1+000	13.3	13.2(43.30)	14.0(45.90)	0.95(3.13)	1.2(3.94)	11.08(36.40)
	1+500	10.5	12.5(41.00)	12.1(39.70)	0.87(2.85)	1.2(3.94)	8.75(28.70)
	2+000	11.0	14.8(48.50)	15.2(49.90)	0.72(2.37)	1.2(3.77)	9.57(31.40)
	2+500	8.0	11.2(36.70)	11.8(38.70)	0.68(2.22)	1.1(3.60)	7.27(23.85)
	3+000	10.5	13.5(44.30)	14.0(45.90)	0.75(2.46)	1.1(3.60)	9.54(31.30)
	3+500	6.5	10.7(35.10)	11.2(36.70)	0.58(1.90)	1.0(3.28)	6.50(21.32)


เขตโครงการท่าหลวง
เขตโครงการรังสิตเหนือ
เขตโครงการรังสิตใต้
คลองระพีพัฒนแยกตก
ค.รังสิต
ค.1
ค.2
ค.3
ค.4
ค.5
ค.6
ค.7
ค.8
ค.9
ค.10
ค.11
ค.12
ค.13
9 ซ้าย
8 ซ้าย
7 ซ้าย
6 ซ้าย
5 ซ้าย
4 ซ้าย
3 ซ้าย
2 ซ้าย
1 ซ้าย
ต.บางปะอิน
ต.บางเดื่อ
ต.บางกระบือ
ต.ประชาธิปัตย์
ต.บึงยี่โถ
ต.ลำลูกกา
ต.คลองสาม
ต.คลองหนึ่ง
ต.คลองสี่
ต.คลองห้า
ต.คลองหก
ต.คลองเจ็ด
ต.คูบางหลวง
ต.ประชาธิปัตย์
ต.บึงยี่โถ
ต.ลำลูกกา
ต.คลองสาม
ต.คลองหนึ่ง
ต.คลองสี่
ต.คลองห้า
ต.คลองหก
ต.คลองเจ็ด
ต.คูบางหลวง
อ.บางปะอิน
อ.ปทุมธานี
อ.ธัญบุรี
อ.ลำลูกกา
จ.ปทุมธานี
จ.ฉะเชิงเทรา
ปตร.ท่าหลวง
ปตร.คลองเปรมฯ
ปตร.บ้านลาด
ปตร.คลองสี่ห้า
ปตร.คลองหก
ปตร.คลองเจ็ด
ปตร.คลองสาม
ปตร.คลองหนึ่ง
ปตร.คลองสี่
ปตร.คลองห้า
ปตร.บางสิงห์
ปตร.หลวงพ่อ
ปตร.เปรมเหนือ
ปตร.เปรมใต้
ปตร.พระธรรมาราชา
ปตร.กลางคลองรังสิต
ปตน.ราชพัสดุกรมประชาสงเคราะห์
ปตน.ราชพัสดุกรมธนารักษ์
สถานีวิทยุกรมประชาสัมพันธ์
ท่อลอด 2-ช.100
ไซฟอน 3-ช.1.11
ถนนพหลโยธิน
ถนนรังสิต-นครนายก
ทางรถไฟสายเหนือ
ทางรถไฟสายตะวันออก
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 32
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 346
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3111
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3195
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3196
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3197
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3198
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3199
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3200
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3201
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3202
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3203
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3204
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3205
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3206
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3207
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3208
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3209
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3210
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3211
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3212
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3213
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3214
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข



รูปที่ ข–2 แผนที่แสดงคลองในเขตชลประทานรังสิตใต้

ภาคผนวก ค

ตารางการจำแนกชนิดของดิน

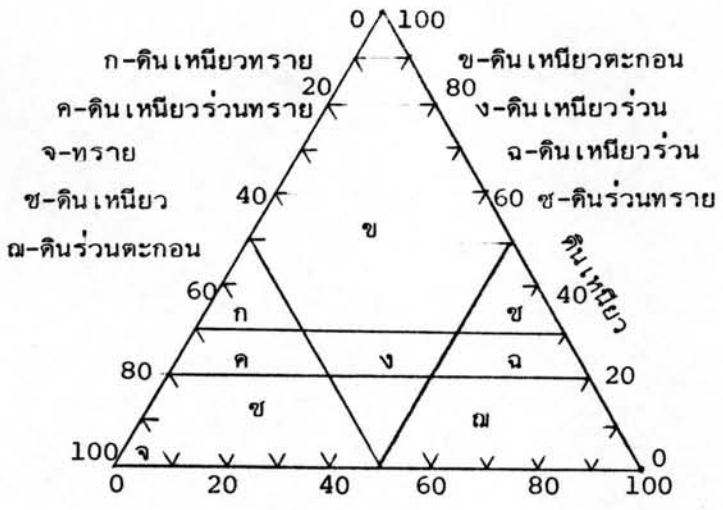
ตารางที่ ค-1 ตารางการจำแนกขนาดของดิน [ข้อมูลสภาพดินลุ่มแม่น้ำ เจ้าพระยาตอนล่าง (2520)]

	75.0	19.0	4.75	2	0.425	0.075 มม.
	3"	$\frac{3}{4}$"	#4	#10	#40	#200 U.S. Standard sieve

Unifined soil classif.	กรวดโต (Cobbles)	กรวด (Gravel)		ทราย (sand)			ดินตะกอน หรือดิน เหนียว (Silt or Clay)					
		หยาบ (coarse)	ละเอียด (fine)	หยาบ (coarse)	ปานกลาง (medium)	ละเอียด (fine)						
AASHo classif.	กรวดโต (Boulders)	กรวด (Gravel)			ทราย (sand)		ดินตะกอน (Silt)	ดิน เหนียว (Clay)				
		หยาบ (coarse)	ปานกลาง (medium	ละเอียด (fine)	หยาบ (coarse)	ละเอียด (fine)						
ASTM classif.	กรวด (Gravel)			ทราย (Sand)		ดินตะกอน (Silt)	ดิน เหนียว (Clay)					
				หยาบ (coarse)	ละเอียด (fine)							
FAA classif.	กรวด (Gravel)			ทราย (Sand)		ดินตะกอน (Silt)	ดิน เหนียว (Clay)					
				หยาบ (coarse)	ละเอียด (fine							
U.S. Dept. of Agri.	กรวดโต (Cobbles)	กรวด (Gravel)		ทราย (Sand)						ดินตะกอน (Silt)	ดิน เหนียว (Clay)	
		หยาบ (coarse)	ละเอียด (fine)	หยาบมาก	หยาบ	ปานกลาง	ละเอียด	ละเอียดมาก				

ตารางที่ ค-2 การจำแนกชนิดของเนื้อดิน [สงำ ตั้งชวาล (2523)]

ชนิดเนื้อดิน	% ทราย	% ดินตะกอน	% ดินเหนียว
ดินทราย (sand)	80	10	10
ดินร่วนทราย (sand loam)	65	20	15
ดินเหนียวร่วน (clay loam)	$33\frac{1}{3}$	$33\frac{1}{3}$	$33\frac{1}{3}$
ดินร่วน (loam)	40	40	20
ดินเหนียวตะกอน (silty clay)	10	45	45
ดินร่วนตะกอน (silty loam)	17	70	13
ดินเหนียว (clay)	10	10	80



รูปที่ ค-1 การจำแนกของดินโดยอาศัยรูปสามเหลี่ยมความสัมพันธ์ของ U.S. Bureau of Soils.

ตารางที่ ค-3 ตารางการจำแนกขนาดของดิน [สงำ ตั้งชวาล (2523)]

ขนาดเม็ดดินหรือขนาดตะกอน	มาตราส่วนของเวนโวธ	มาตราส่วนของแอทเทเบิร์ก	มาตราส่วนของเอ เอส ที เอ็ม
กรวด (pobble or gravel)	(เส้นผ่าศูนย์กลางเป็น มม.) มากกว่า 2 มม.	(เส้นผ่าศูนย์กลางเป็น มม.) มากกว่า 2 มม.	(เส้นผ่าศูนย์กลางเป็น มม.) มากกว่า 2 มม.
ทราย (sand)	หยาบมาก 1-2 หยาบ $\frac{1}{2}$ - 1 ปานกลาง $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ ละเอียด $\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$ ละเอียดมาก $\frac{1}{16}$ - $\frac{1}{8}$	หยาบ 0.6 - 2 ปานกลาง 0.2 - 0.6 ละเอียด 0.06 - 0.2	หยาบ 0.25 - 2 ละเอียด 0.05 - 0.25
ดินตะกอน (silt)	$\frac{1}{16}$ - $\frac{1}{256}$	หยาบ 0.02 - 0.06 ปานกลาง 0.006-0.02 ละเอียด 0.002-0.006	
ดินเหนียว (clay)	น้อยกว่า $\frac{1}{256}$	น้อยกว่า 0.002	น้อยกว่า 0.005

หมายเหตุ มาตราส่วนของเวนโวธ (Wentworth) ใช้ในทางธรณีวิทยา ส่วนมาตราส่วนของแอทเทอเบิร์ก (Atteberg) และของ เอ เอส ที เอ็ม (A.S.T.M. - American Standard Testing Materials) ใช้ในทางวิศวกรรม ถ้าหากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดินหรือตะกอนน้อยกว่า 0.001 มม. จะเรียกว่า คอลลอยด์ (colloid)

ภาคผนวก ง

สรุปสมการต้านทานการไหล (Flow resistance formulas)

ค่าสัมประสิทธิ์ความผิด 'n' ของสมการ Manning

ตารางที่ ง-1 สูตรและสมการความต้านทานการไหล (Flow resistance formulae)

[Simons & Senturk (1977)]

เจ้าของ	ปี ค.ศ.	สูตรและสมการความต้านทานการไหล	ระบบมาตรา
1. Chezy	1769	$V = \frac{C}{\sqrt{g}}\sqrt{gRS_e} = C'\sqrt{gRS_e}$	(D)
2. Manning	1889	$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S_e^{1/2}$	(M)
		$V = \frac{1.486}{n} R^{2/3} S_e^{1/2}$	(E)
3. Kennedy	1895	$V = a_1 d^{b_1}$	(E)
		a^1 range from 0.39-0.84	
		b_1 range from 0.52-0.73	
4. Lindley	1919	$V = 0.95\ d^{0.57}$	(E)
		$V = 0.57\ B^{0.36}$	(E)
		$B = 3.8\ d^{1.61}$	(E)
5. Khannag	1920	$V = 0.0216\ RS$	(E)
6. Beleida	1921	$V = 0.02808\ RS$	(E)
7. Strickler-Meyer-Peter	1923-48	$n = \frac{D^{1/6}}{21.1}$	(N)
		$n = \frac{D^{1/6}}{26}$	(M)
8. Malokal	1921	$V = 0.046\ RS$	(E)
9. Prandtl	1926	$\frac{V}{V_*} = 8.5+5.75 \log \frac{y}{k_s}$ (for rough walled pipe)	(D)
10. Lacey	1929-1958	$V = 1.15\ f^{1/2} R S^{1/2}$ $V = 0.794\ Q^{1/6} f^{1/3}$	(E)
		$R = 0.7805 \frac{V^2}{f}$ $R = 0.4725 Q^{1/3} f^{1/3}$	(E)

หมายเหตุ M = หน่วยในระบบเมตริก

E = หน่วยในระบบอังกฤษ

D = ไม่มีหน่วย

ตาราง ง-1 (ต่อ)

เจ้าของ	ปี ค.ศ.	สูตรและสมการความต้านทานการไหล	ระบบมาตรา
		$A = 3.8 \frac{V^5}{f}$ $\quad A = 1.26\, Q^{5/6} f^{1/3}$	(E)
		$P = \frac{3.8\, V^3}{0.7035 f}$ $\quad P = (\frac{8}{3})\, Q^{1/2}$	(E)
		$S = 0.00044 \frac{f^2}{V}$ $\quad S = 0.00055 \frac{f^{5/3}}{R^{1/6}}$	(E)
11. Bose	1936	$V = 1.12\, R^{1/2}$	(E)
		$S = \frac{2.09 \times 10^{3} x d^{0.86}}{Q^{0.21}}$	(E)
		$P = 2.8\, Q^{1/2}$	(E)
		$R = 0.47\, Q^{1/3}$	(E)
12. Colebrook and White	1937	$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.74 - 2 \log (\frac{k}{r} + \frac{18.7}{R_e \sqrt{f}})$	(D)
		f = friction factor of Darcy-Weisbach	
		$R_e = Vr/\nu$, r = radius of the pipe	
		k = effective roughness of walls	
13. Darcy-Weisbach	1938	For $\frac{k_s V_*}{\nu} > 70$, $\frac{1}{\sqrt{f}} = C \log (a \frac{R}{k_s})$	(D)
		For $\frac{k_s V_*}{\nu} < 5$, $\frac{1}{\sqrt{f}} = C \log (R_e \frac{\sqrt{f}}{b})$	(D)
		For $5 \leqslant \frac{k_s V_*}{\nu} \leqslant 70$, $\frac{1}{\sqrt{f}} = C \log (a \frac{R}{k_s} + R_e \frac{\sqrt{f}}{b})$	(D)
		(For the value of e,a,b, see table)	
14. Malhotra	1939-40	$V = 18.18\, R^{0.632} S^{0.343}$	(E)
15. Blench	1939-60	$V = (F_b F_s Q)^{1/6}$	(E)
		$B = (F_b \frac{Q}{F_s})^{1/2}$	(E)
		$d = (F_s \frac{Q}{F_b})^{1/3}$	(E)

ตาราง ง-1 (ต่อ)

เจ้าของ	ปี ค.ศ.	สูตรและสมการความต้านทานการไหล	ระบบมาตรา
		$S = F_b^{5/6} F_s^{1/12} / (1 + \frac{c}{233}) K Q^{1/6}$	(E)
		$F_b = \frac{V^2}{d}$, $F_s = \frac{V^3}{B}$, $K = 3.63 \frac{g}{\nu^{1/4}}$	
16. Mostmov	1949	$C = 22 \log \frac{R_e}{C} - 13.4$ Smooth flow	(M)
		$C = 22 \log \frac{R}{k_s} + \frac{9.5}{R+1.5}$ Rough flow	(M)
17. Einstein	1950	$\frac{V}{V_*} = 6.25 + 5.75 \log \frac{R}{k_s} x$	(D)
		$k_s = D_{65} V'_* = \sqrt{gR'S}$	
18. Powel	1950	$\frac{C}{\sqrt{g}} = 7.4 \log \frac{R_e}{c/\sqrt{g}} - 1.13$ Smooth flow	(D)
		$\frac{C}{\sqrt{g}} = 7.4 \log \frac{R}{\varepsilon}$ Rough flow	(D)
19. Altshul	1952	$\frac{C}{\sqrt{g}} - 5.10 \log \left[\frac{R_e}{R \frac{k}{D} + 7.0} \right]$	(D)
20. Lane and Carlson	1953	$n = \frac{D_{75}}{29.3}$	(E)
21. Leliavsky	1955	$V = TR^{0.85} S^{0.72}$	
		$T = 147 + 3.92 (z - 10)^{0.383}$	(E)
22. Ning Chien	1955	$\frac{V^2}{R} = C (\frac{q_t}{q})^{1/2} (R^{1/2}S)^{2/3} = C (\frac{q_t}{q})^{1/6}$	(E)
23. Sayre and Albertson	1957-63	$\frac{C}{\sqrt{g}} = 6.06 \log \frac{R_e}{C/\sqrt{g}} + 1.2$ Smooth flow	(D)
		$\frac{C}{\sqrt{g}} = 6.06 \log \frac{d}{x}$	(D)
		x = the roughness parameter	

ตาราง ง-1 (ต่อ)

เจ้าของ	ปี ค.ศ.	สูตรและสมการความต้านทานการไหล	ระบบมาตรา
24. Inglish-Lacey	1958	$W_s \alpha Q^{1/2} I^{1/4} / g^{1/4} m^{1/4}$	(E)
		$A \alpha Q^{5/6} I^{-1/12}$	(E)
		$S \alpha Q^{-1/6} I^{5/12} g^{1/12} m^{5/12}$	(E)
		$V \alpha g^{1/2} d S / E_m^{1/2}$	(E)
		$V^3 / W_s \alpha g^{3/2} m^{1/2}$	
		$V / g d \alpha I^{1/2}$	
25. Liu and Hwang	1959	$V = C_a R_b^x S^y$	(E)
26. Kansoh	1960	$V = 0.56\ d^{0.64}$	(E)
		$V = 0.36\ d^{0.64}$	(M)
		$B = 2.383\ R^{1/2}$	
		$d = 0.531\ Q^{0.361}$ for sand beds	
		$d = 0.305\ Q^{0.361}$ for coarse non cohesive materials.	
27. Ghaleb	1960	$V = 284\ d^{0.727}$	(M)
28. Jareki	1960	$V_b = 0.645\ d^{4/9}$ fine materials	
		$V_b = 0.518\ d^{1/2}$ coarse materials	
		V_b = competent bottom velocity	

ตาราง ง-1 (ต่อ)

เจ้าของ	ปี ค.ศ.	สูตรและสมการความต้านทานการไหล	ระบบมาตรา
29. Koloseus and Davidian	1961	$\frac{C}{\sqrt{g}} = 5.66 \log \left(\frac{0.56\ \nu^{-0.9}\ F}{k_s}\right)$	(D)
30. Tracey and Lester	1961	$\frac{C}{\sqrt{g}} = 5.75 \log \left(\frac{R_e}{C/g}\right) + 2.38$ for $0.14 < F_r < 3.96$	(D)
31. Sethna	1962	$V = \frac{66.5}{0.1}\sqrt{RS}$, bed material moving	(M)
		$V = \frac{2525}{0.2} RS$, bed material not moving	(M)
		$S = 0.52\ f^{0.6}/R^{0.2}$	(E)
		$f = \frac{G/L}{8.95\ m^{0.2}}$	(M)
		G/L = gr/lt of silt charge	
32. W. Shen	1962	$\frac{V''_*}{V} = 0.03 + 0.11 \log \frac{\psi'}{\nu}$ for $\frac{wD}{\nu}$ 100	(D)
		$\frac{V''_*}{V} = 0.064 - 0.0909 \log \frac{\psi'}{\nu}$ for $\frac{wD}{\nu}$ 100	(D)
		$\psi' = \frac{\gamma RS}{\gamma'_s D_{50}}$	
33. Ahmad and Rehman	1963	$S = K_2\ f^{5/3}/R^{1/6}$, $K_2 = 0.45 \times 10^{-3}$ to 0.7×10^{-3}	(E)
		$S = K_3\ f^{5/3}/q^{1/3}$, $K_3 = 0.35$–0.42, $f - K_4\sqrt{d}$	(E)
		$K_4 = 1.1 - 3.0$, $K_4 = 1.9$, $b = K_1 Q^{1/2}$	
		$K_1 = 2.67 - 3.90$ as $Q/Q_o = 1 - 0.4$	
34. Mirajgavker and Charles	1963	$\frac{C}{\sqrt{g}} = 5.28 \log \frac{d}{x} + 1.72$	(D)

ตาราง ง-1 (ต่อ)

เจ้าของ	ปี ค.ศ.	สูตรและสมการความต้านทานการไหล	ระบบมาตรา
35. Albertson and Simons	1964	$\frac{v - V}{V} \frac{C}{\sqrt{g}} = 5.66 \log \frac{y}{y_o} + 2.49$	(D)
		v = local velocity y_o = total depth	
		y = depth corresponding to v	
36. Simons and Richardson	1967	1. For plane bed $\frac{C}{\sqrt{g}} = 5.9 \log \frac{d}{D_{85}} + 5.44$	(E)
		2. For plane bed with motion	
		$\frac{C}{\sqrt{g}} = 7.4 \log \frac{e}{D_{85}}$	(E)
		3. For fipples $\frac{C}{\sqrt{g}} = (7.66 - \frac{0.3}{V_*})$	
		$\log d + \frac{0.13}{V_*} + 11$	(E)
		4. For dunes and antidunes	
		$\frac{C}{\sqrt{g}} = 7.4 \log \frac{d}{D_{85}} \quad 1 - \frac{\Delta SR}{SR}$	(E)
		For determination of ΔRS cf. Fig.	
37. Senturk	1967-1973	1. For plane bed with sediment motion	
		$\frac{V}{V_*} = 6 - 2 \log C + 6.5 \log \frac{R}{D_{65}}$	(D)
		2. For skin friction $\frac{V}{V_*} = 6 + 6.5 \log \frac{R}{D_{65}}$	(D)
		3. For rupples	
		$\frac{V}{V_*} = -52 + 2.5 \log C + 18 \log \frac{R''}{D_{65}}$	(D)

ตาราง ง-1 (ต่อ)

เจ้าของ	ปี ค.ศ.	สูตรและสมการความต้านทานการไหล	ระบบมาตรา
		4. For dunes	
		$\frac{V}{V_*} = 48 - \log C - 11 \log \frac{R''}{D_{65}}$	(D)
		$C = \frac{(w_{65} D_{65}/\nu)^2}{S} \frac{D_{65}}{D_{35}} \gamma's$	(D)

ตารางที่ ง-2 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ "n" ของ Manning สำหรับคลองที่ไม่มีการดาด (Manning's coefficient of roughness (n) for unlines canals) [Kraatz (1977)]

ลักษณะวัสดุผิวคลอง	ค่าของ n
คลองธรรมชาติผิวราบเรียบ, ไม่มีวัชพืช, เป็นแนวโค้งน้อย (Natural earth canals, free from weed growth, little curvature)	0.020
คลองขนาดเล็กในสภาวะที่ดี (Small canals in good condition)	0.025
คลองดินที่มีวัชพืชในน้ำ (Earth canals with considerable aquatic weed growth)	0.030-0.035
คลองดินที่มีวัชพืชในน้ำขึ้นหนา (Earth canals with thick aquatic weed growth)	0.040-0.050
คลองที่เป็นหิน (Rock canals)	
- คลองสายใหญ่ (main canals)	0.030-0.035
- คลองเล็ก (small canals)	0.035-0.040
- คลองเรียบและสม่ำเสมอ (smooth and uniform)	0.025-0.040
- คลองไม่สม่ำเสมอและไม่ราบเรียบ (jagged and irregular)	0.035-0.050

ตารางที่ ง-3 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ"n" [Chow (1959)]

ชนิดของคลองและลักษณะ	ต่ำสุด	ปกติ	สูงสุด
คลองขุดหรือตัก			
ก. เป็นดิน, ตรงและสม่ำเสมอ (Earth, straight and uniform)			
1. เกลี้ยง, หินที่เสร็จ (Clean, recently completed)	0.016	0.018	0.020
2. เกลี้ยง, หลังจากระยะหนึ่ง (Clean, after weathering)	0.018	0.022	0.025
3. กรวด, ขนาดหน้าตัดสม่ำเสมอ, เกลี้ยง (Gravel, uniform section, clean)	0.022	0.025	0.030
4. มีหญ้าสั้น ๆ และวัชพืชนิดหน่อย (With short grass, few weeds)	0.022	0.027	0.033
ข. เป็นดิน, ไม่ตรงและไม่สม่ำเสมอ (Earth, winding and sluggish)			
1. ไม่มีพืชขึ้น (No vegetation)	0.023	0.025	0.030
2. มีหญ้าและวัชพืชบ้างนิดหน่อย (Grass, some weeds)	0.025	0.030	0.033
3. วัชพืชหนาแน่นหรือพวกพืชใต้น้ำในคลองลึก (Dense weeds or aquatic plants in deep channels)	0.030	0.035	0.040
4. ท้องคลองเป็นดินและข้างคลองเป็นพวกเศษหิน (Earth bottom and rubble sides)	0.028	0.030	0.035
5. ท้องคลองเป็นพวกหินและฝั่งคลองมีวัชพืช (Stony bottom and weedy banks)	0.025	0.035	0.040
6. ท้องคลองเป็นพวกกรวดและฝั่งคลองไม่มีวัชพืช (Cobble bottom and clean sides)	0.030	0.040	0.050

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ชนิดของคลองและลักษณะ	ต่ำสุด	ปกติ	สูงสุด
ค. ขุดตักตามแนวลาด (Dragline-excavated or dredge)			
1. ไม่มีพืชขึ้น (No vegetation)	0.025	0.028	0.033
2. มีพืชเป็นพุ่มบางเบาบนฝั่ง (Light brush on banks)	0.035	0.050	0.060
ง. ขุดตักในพวกหิน (Rock cuts)			
1. เรียบและสม่ำเสมอ (Smooth and uniform)	0.025	0.035	0.040
2. ไม่เรียบและไม่สม่ำเสมอ (Jagged and irregular)	0.035	0.040	0.050
จ. คลองไม่มีการบำรุงรักษา, ไม่มีการตัดรื้อวัชพืชเป็นพุ่ม (Channels not maintained, weeds and brush uncut)			
1. วัชพืชหนาแน่น, สูงเท่ากับความลึกน้ำ (Dense weeds, high as flow depth)	0.050	0.080	0.120
2. ท้องคลองเกลี้ยง, มีพุ่มวัชพืชขึ้นข้าง ๆ (Clean bottom, brush on sides)	0.040	0.050	0.080
3. เหมือนกัน, ภาวะการไหลสูงสุด (Same, highest stage of flow)	0.045	0.070	0.110
4. พุ่มวัชพืชหนาแน่น, ภาวะการไหลสูง (Dense brush, high stage)	0.080	0.100	0.140

ภาคผนวก จ

ตารางค่าความสูญเสียของน้ำเนื่องจากการรั่วซึม

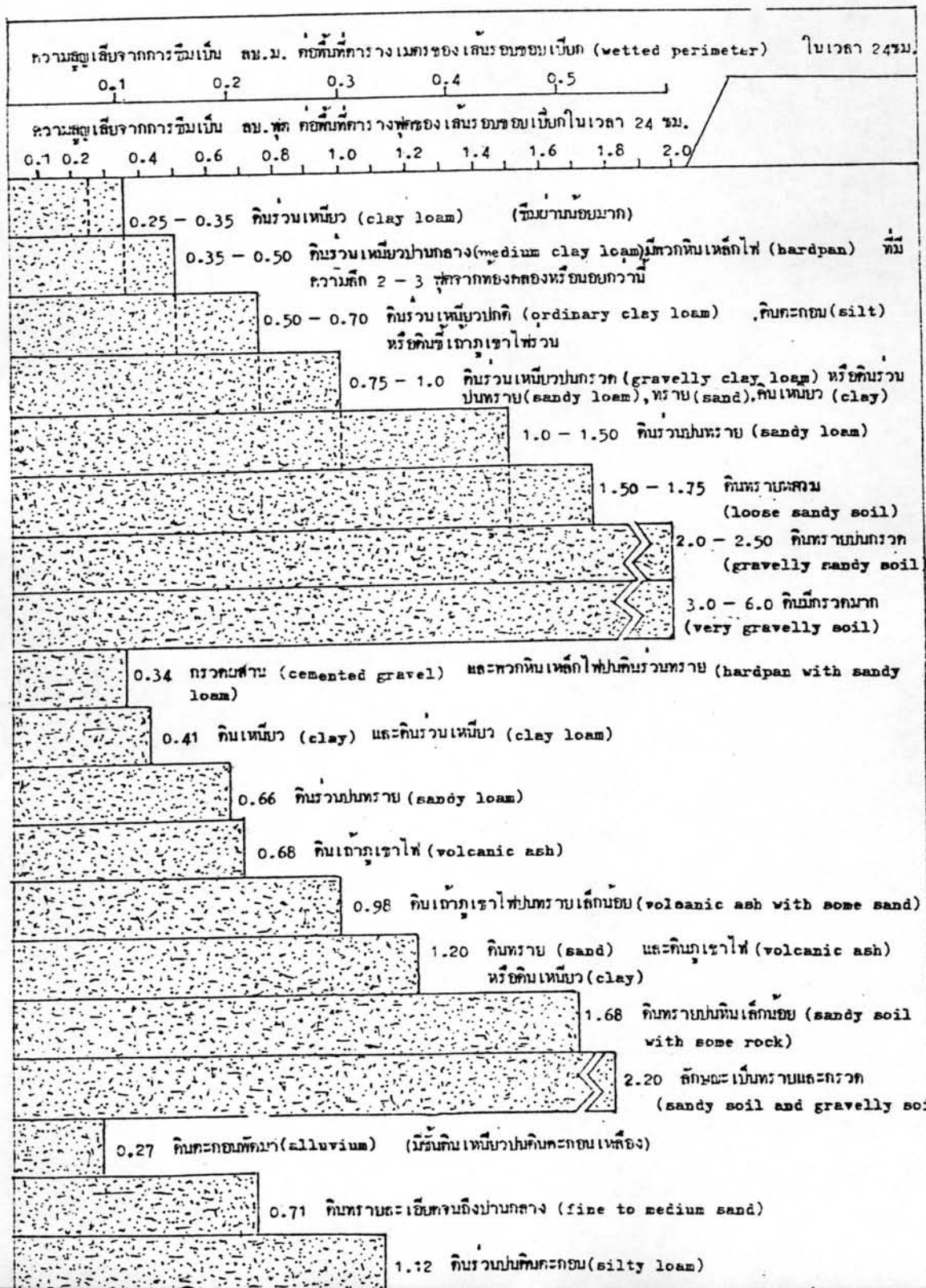
ตาราง จ-1

อัตราการรั่วซึมของน้ำสำหรับคลองที่ไม่มีการดาด (seepage rates from unlined canal) [Linsley (1955)]

วัสดุ	อัตราการรั่วซึม (ลบ.ฟุต/ตารางฟุต/วัน)
ดินเหนียวร่วน (Clay loam)	0.15 - 0.75
ดินร่วนปนทราย (Sandy loam)	1.0 - 1.5
ดินทรายหลวม (Loose sandy soils)	1.5 - 2.0
ดินปนกรวด (Gravelly soils)	3.0 - 6.0

ตารางที่ จ-2 ความสูญเสียเนื่องจากการรั่วซึมสำหรับคลองที่ไม่มีการคาด

(seepage losses for unlined canal) [Kraatz (1977)]



ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างการออกแบบคลองด้วยวิธีการต่าง ๆ

ตัวอย่างปัญหา (การออกแบบคลองเสถียรภาพโดยวิธีการกำหนดความเร็วสูงสุดของการไหลที่ยอมให้) กำหนด

- ปริมาณการไหล (Q) = 10 ลบ./วินาที
- ลักษณะของวัสดุเดิมเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam)
- ลักษณะของน้ำในคลองไม่มีตะกอนคอลลอยดัล (noncolloidal silt)
- ค่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง D_{50}ของวัสดุท้องคลอง = 2.5 มม.
- หน่วยน้ำหนักของวัสดุ (γ_s) = 2.7 ตัน/ลบ.ม.
- อัตราเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง (g) = 10 ม./วินาที^{2} = 32 ฟุต/วินาที^{2}
- ค่ามุมผลัก (angle of repose, ϕ) = 30^o
- ค่ามุมความลาดเอียงท้องคลอง (α) = 0.034 องศา
- ความลาดเอียงท้องคลอง (S) = 0.0006

การแก้ปัญหา

1) พิจารณาหาค่าความเร็วสูงสุดของการไหลที่ยอมให้โดยความคิดของบุคคลต่าง ๆ จากตารางที่ 3-2 และสมการที่ 3-3, 3-4

จากตารางที่ 3-2; V_{per} = 0.53 ม./วินาที = 1.75 ฟุต/วินาที (Fortier & Scobey)

จากสมการที่ 3-3; $V_b = \frac{1}{2}(2.5)^{4/9}\sqrt{1.7} = 0.979$ ฟุต/วินาที = 0.298 เมตร/วินาที (Mavis, et al.)

จากสมการที่ 3-4; $V_b = \sqrt{1.7 \times 32 \frac{2.5}{25.4 \times 12} \times 3.61(0.577 \times 0.99 - 0)} = 0.95$ ฟุต/วินาที

= 0.289 เมตร/วินาที (Carstes)

ค่าความเร็วการไหลโดย Mavis et al. และของ Carstens จะเป็นค่าความเร็วการไหลที่ท้องคลอง ซึ่งในการเปรียบเทียบค่าความเร็วการไหลที่ได้กับจากวิธีของ Fortier & Scobey จะต้องทราบค่าความลึกการไหล (d) ก่อน

2) ใช้ V_{per} = 0.53 ม./วินาที (Fortier & Scobey)

$$A = \frac{10}{0.53} = 18.87 \quad ม^2.$$

3) จากตารางที่ 3-14 เลือกค่า Z = 1.5

4) จากสมการ b/d = 4 - Z ประมาณค่า b/d ค่าแนะนำโดย U.S.B.R.)

$$b/d = 4 - 1.5 = 2.5$$

และ

$$b = 2.5d$$

5) แก้สมการ $b = 2.5d$ และ $(b + 1.5d)d = 18.87$

ได้ b = 5.43 เมตร, d = 2.17 เมตร

6) ตรวจสอบผลจากสมการ 3-6 และ 3-7

จากสมการ 3-6; $V_{per} = \sqrt{1.7 \times 32 \times 0.008 \times (\frac{0.008}{2.17 \times 3.28})^{-0.02}} \times 2.5$ (Neil)

= 2.05 ฟุต/วินาที = 0.625 เมตร/วินาที

จากสมการ 3-7

จะได้ $n = 1 + \frac{0.0025}{0.00005 + 0.3 \times 0.0025} = 4.125$

$$V_{per} = (\log \frac{2.17 \times 88}{0.0025}) \sqrt{\frac{20}{0.44 \times 4.125}} (1.7) 0.0025$$

= 0.84 เมตร/วินาที (Mirtskhulava)

จากสมการของ Mirtskhulava จะได้ค่าค่อนข้างจะอนุรักษ์มาก (Conseruative)

สำหรับ d = 2.17 เมตร และ V = 0.53 เมตร/วินาที

ค่าของ V จะเป็นค่าที่ความลึก 0.6d จากผิวน้ำ

จากสมการ $\frac{V}{V_*} = 8.5 + 5.75 \log \frac{(1-0.6)2.17}{0.0025}$

$V_* = 0.0229$

$V = 0.53$ เมตร/วินาที

ใช้ V_* ความเร็วที่ d = D_{50} เมตร จากท้องคลอง

$V_b = 8.5\ V_* = 0.1947$ ม./วินาที

$= 0.639$ ฟุต/วินาที

สมการของ Mavis และสมการของ Carsten ให้ค่าของ V_b สูงกว่า 0.64 ฟุต/วินาที

7) ใช้สมการของ Manning และเลือกค่า n = 0.028 สำหรับดินร่วนปนทราย

$10 = \frac{18.27}{0.028} R^{2/3} 0.0006^{1/2}$

$R = 0.48$ เมตร

8) พิจารณาค่า b และ d สำหรับหน้าตัดคลองสี่เหลี่ยมคางหมู

$R = 0.48$ เมตร และ $A = 18.87$ $ม^2$.

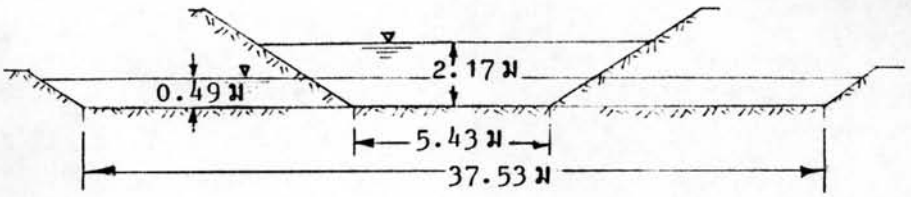
$A = (b+1.5d)d = 18.87$

$R = \frac{18.87}{b+d2\sqrt{1+Z^2}} = 0.48$ เมตร

เพราะฉะนั้นได้ b = 37.53 เมตร

d = 0.49 เมตร

จะเห็นได้ว่าขนาดหน้าตัดของคลองที่ได้มีความแตกต่างกัน



ดังนั้น ปัญหาการออกแบบคลองจึงต้องอาศัยประสบการณ์และการตัดสินใจของผู้ออกแบบประกอบถึงความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติอีกด้วย

ตัวอย่างปัญหา (ออกแบบคลองโดยใช้ทฤษฎีแรงเฉือน)

ออกแบบคลองเสถียรภาพ

- กำหนดปริมาณการไหลของน้ำ (Q) = 1.45 ลบ.ม./วินาที
- ลักษณะของวัสดุประกอบคลองเป็นพวกกรวดละเอียด (fine gravel)

D_{35} = 0.7 ซม., D_{50} = 1.2 ซม., D_{65} = 1.8 ซม., D_{75} = 1.9 ซม.

D_{85} = 1.95 ซม., และ D_{90} = 2.00 ซม.

- γ_s = 2.7 ตัน/ม^3, g = 9.81 เมตร/วินาที^{2}, S = 0.0006, n = 0.022

การแก้ปัญหา

1) จากรูป 3-26 สามารถประมาณค่าของมุมผลัก (ϕ) ได้ = 36^o

ถ้าวัสดุนี้พิจารณาในลักษณะเป็นมุมฉาก ดังนั้น

$$\tan 36^o = 0.727$$

จากค่าของมุมผลักนี้จะให้ค่าของ Z = 1.38

สำหรับการออกแบบ เลือกค่า Z = 1.5 ค่าของ $\theta = 33.69^o$

2) ค่าของหน่วยแรงฉุดลากวิกฤติบนลาดฝั่งคลอง พิจารณาจากรูป 3-11

สมมติค่า b/d = 3.5

$$\tau = 0.778Sd = 0.77x0.0006d = 4.62x10^{-4}d$$

3) คำนวณหาสัมประสิทธิ์ K จากสมการ 3-9

$$K = \cos\theta\sqrt{1-\frac{\tan^2\theta}{\tan^2\phi}} = 0.33$$

4) พิจารณาค่าหน่วยแรงฉุดลากวิกฤติจากรูป 3-24

$$\tau_c = 0.9 \quad \text{กก./ม}^2$$

5) คำนวณค่าหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้บนลาดฝั่งคลอง

$$\tau_{ss} = 0.33 \times 0.9 = 0.297 \sim 0.3 \quad \text{กก./ม}^2$$

6) สำหรับสภาวะเริ่มเคลื่อนที่

$$0.3 = 4.62 \times 10^{-4} d$$

และ $$d = \frac{0.3}{4.62 \times 10^{-4} \times 10^{3}} = 0.649 \sim 0.65 \quad \text{เมตร}$$

7) ความกว้างท้องคลอง

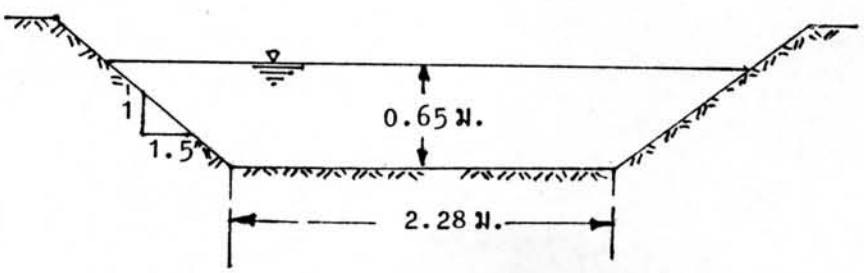
$$b = 3.5 \times 0.65 = 2.275 \; 2.28 \quad \text{เมตร}$$

8) จากสมการ Manning หาปริมาณน้ำ

$$Q = \frac{2.12}{0.022} \times 0.60 \times 0.0245 = 1.42 \text{ ลบ.ม/วินาที}$$

เมื่อ $A = (b+1.5d)d = 2.12$ ม^2. และ $R = 0.46$ ม.

9) ถ้าต้องการความถูกต้องมากขึ้น ก็ปรับค่าอัตราส่วน b/d และคำนวณหาใหม่ จนกระทั่งค่า $Q = 1.45$ ลบ.ม/วินาที



ตัวอย่างปัญหา (ออกแบบคลองโดยวิธีความเร็วการไหลที่ยอมให้และทฤษฎีแรงเฉือน)

ออกแบบหน้าตัดคลองเสถียรภาพ

กำหนด
- ปริมาณการไหลของน้ำ (Q) = 5 ลบ.ม/วินาที
- ความลาดเอียงท้องคลอง (S) = 0.005
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง D_{50} = 2.54 ซม.
- น้ำหนักจำเพาะของวัสดุ (γ_s) = 2.68 ตัน/ม^3.
- ความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง (g) = 9.81 เมตร/วินาที^{2}
- ความหนืดจลศาสตร์ (ν) = 10^{-6} เมตร^2/วินาที
- ค่าสัมประสิทธิ์ความฝืดของ Manning (n) = 0.023

สภาพการไหลมีตะกอน ลักษณะดินธรรมชาติ ลักษณะเป็นดินร่วนคละจนถึงกรวด ไม่มีพวกวัสดุคอลลอยดัลปน

การแก้ปัญหา

แนวความคิดที่ 1 วิธีการของความเร็วสูงสุดที่ยอมให้

1) พิจารณาค่า V_{per} = 1.52 เมตร/วินาที จากตารางที่ 3-2 (Fortier & Scobey)

2) พิจารณาค่าความเร็วสูงสุดของการไหลที่ยอมให้ จากสมการ 3-3 และ 3-4

ใช้ความสัมพันธ์ของ Mavis (สมการ 3-3)

$$V_b = \frac{1}{2}(25.4)^{4/9}\sqrt{1.68} = 2.7289\sim2.73 \text{ ฟุต/วินาที} = 0.83 \text{ เมตร/วินาที}$$

ใช้ความสัมพันธ์ของ Carstens (สมการ 3-4)

$$V_b = \sqrt{g\frac{1}{12} \times 1.68\times3.61 (\tan \phi \cos\alpha - \sin \alpha)}$$

จากรูป 3-26

ϕ = 35° สำหรับวัสดุมีลักษณะกลมมาก

θ = 33.69° ค่า Z = 1.5

S = tan α = 0.005 และ α = 0.28647

ดังนั้น $V_b = 32.2 \times \frac{1}{12} \times 1.68 \times 3.61 (0.70 \times 0.99 - 0.005)$

= 3.36 ฟุต/วินาที = 1.02 เมตร/วินาที

ค่าของสองค่านี้เป็นความเร็วการไหลที่ท้องคลอง ค่าเหล่านี้ควรตรวจสอบหลังจากทราบค่าความเร็วเฉลี่ยการไหล

3) พิจารณาค่า A

$A = \frac{Q}{V} = \frac{5}{1.52} = 3.289$ เมตร^2

4) เลือกค่า n = 0.023

5) พิจารณาค่า R จากสมการ Manning

$1.52 = \frac{1}{0.023} R^{2/3} (0.005)^{1/2}$ และ R = 0.3476 เมตร

6) สำหรับพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

R = 0.3478 เมตร, A = 3.289 เมตร^2 และ $Z = \frac{1}{1.5}$ เมตร

พิจารณาค่า b และ d

b = 8.09 ม., d = 0.3797 ม.

7) พิจารณาสมการ 3-6 (Niel)

$$V_{per} = \sqrt{1.68x329.2x\frac{1}{12} x2.5(\frac{0.3048}{12x0.3476})^{-0.2}}$$

$$= 4.36 \text{ ฟุต/วินาที} \quad = 1.3296 \text{ เมตร/วินาที}$$

ใช้สมการของ Mirtshkulava สมการ 3-7

$$n = 1+ \frac{0.0254}{0.00005+0.3x0.0254} = 4.31$$

$$V_{per} = (\log \frac{8.8x0.3797}{0.0254}) \sqrt{\frac{2x9.81}{0.44x4.31} 1.68x0.0254}$$

$$= 1.408 \text{ เมตร/วินาที}$$

คำนวณหาค่าความเร็วการไหลที่ท้องคลอง สมมติว่า $k_s = 0.0254$

$$\frac{1.52}{V_*} = 8.5+5.75 \log \frac{0.3797}{6} x \frac{1}{0.0254}$$

แล้ว $V_* = 0.1410$ และ

$$V_b = 0.1410x8.5 = 1.198 \text{ เมตร/วินาที} = 3.93 \text{ ฟุต/วินาที}$$

ค่าของ V_b ที่ได้นี้ประมาณใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากสมการของ Carsten แต่สูงกว่าค่าที่ได้จากสมการ Mavis

ความเร็วสูงสุดของการไหลที่ยอมให้

1)	Mavis	V_b = 0.83 ม./วินาที	= 2.73 ฟุต/วินาที
2)	Carstens	V_b = 1.02 ม./วินาที	= 3.36 ฟุต/วินาที
3)	Fortier and Scobey	V = 1.52 ม./วินาที	= 4.99 ฟุต/วินาที
4)	Neil	V = 1.33 ม./วินาที	= 4.36 ฟุต/วินาที
5)	Mirtshkulava	V = 1.41 ม./วินาที	= 4.62 ฟุต/วินาที

ค่าความเร็วการไหลเฉลี่ยปานกลาง, V_m = 1.52 เมตร/วินาที

แนวความคิดที่ 2 วิธีการของหน่วยแรงเฉือนวิกฤติ

1) คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ K จากสมการ 3-8 หรือจากรูป 3-12

$$K = \cos(33.69)\sqrt{1 - \frac{\tan^2 33.69}{\tan^2 35}} = 0.254$$

2) พิจารณาค่าแรงเฉือนวิกฤติ จากรูป 3-24 (Lane)

$$\tau_c = 2.2 \quad \text{กก./ม}^2$$

3) คำนวนหาค่าแรงเฉือนที่ยอมให้บนลาดฝั่งคลอง

$$\tau_{ss} = 2.2 \times 0.254 = 0.5588 \simeq 0.56 \quad \text{กก./ม}^2$$

4) สำหรับในสภาวะการเริ่มเคลื่อนที่ของวัสดุ

$$\tau = 0.798\gamma SR = 4R \quad \text{กก./ม}^2$$

$$4R = 0.56$$

$$R = 0.14 \text{ เมตร}$$

5) พิจารณาค่า A และ P

จากสมการ Manning $Q = \frac{A}{0.023}(0.14)^{2/3}(0.005)^{1/2} = 5$ ลบ.ม/วินาที

$A = 6.0$ ตารางเมตร

$P = 43$ เมตร

6) พิจารณาหน้าตัดของคลอง

$$(b + 1.5d)d = 6$$

$$b + 3.61d = 43$$

b = 42.5 เมตร

d = 0.15 เมตร

รวมผล	d	b	V
วิธีการของความเร็วการไหลสูงสุดที่ยอมให้	0.38 ม.	8.09 ม.	1.52 ม./วินาที
วิธีการของแรงเฉือนวิกฤติ	0.15 ม.	42.5 ม.	0.83 ม./วินาที

<u>ตัวอย่างปัญหา</u> (การออกแบบคลองโดยใช้ทฤษฎี Regime ของ Lacey)

กำหนด

- Q = 11,000 ลบ.ฟุต/วินาที = 312 ลบ.ม/วินาที
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวัสดุโดยเฉลี่ย 0.23 มม.
- เลือกใช้ค่า $z = \frac{1}{2}$

<u>แก้ปัญหา</u>

1) พิจารณาค่าองค์ประกอบตะกอน (silt factor, f) จากสมการ 3-34

$f = 1.59 \times 0.23 = 0.76$

ค่า f ที่ได้เป็นค่าต่ำสุด จากประสบการณ์ควรใช้ค่า f = 0.89

2) พิจารณาหาค่าเส้นรอบขอบเปียก (wetted perimeter, P) จากสมการ3-31

$P = \frac{8}{3} \times 104.9 = 280$ ฟุต

3) พิจารณาความลาดเอียงท้องคลอง (S) จากสมการ 3-37

$S = \frac{0.55 \times 10^{-3} \times 0.823}{4.72} = 9.59 \times 10^{-5}$

4) พิจารณาค่ารัศมีชลศาสตร์ (R) จากสมการ 3-40

$R = 0.4725 \frac{(11000)^{1/3}}{(0.89)} = 10.9$

5) พิจารณาค่าพื้นที่หน้าตัดเปียก (wetted area, A) จากสมการ 3-31, 3-40

$A = 1.26 \times 11000^{5/6} / 0.89^{1/3} = 3055$ ตารางฟุต

6) พิจารณาค่าความเร็วการไหล

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{11000}{3500} = 3.60 \text{ ฟุต/วินาที}$$

7) พิจารณาขนาดหน้าตัดสี่เหลี่ยมคางหมู

$$bd + \frac{1}{2} d^2 = 3500$$

$$b + 2\sqrt{1.25}\, d = 280$$

ได้ $b = 254$ ฟุต, $d = 11.6$ ฟุต

8) พิจารณาขนาดความกว้างบน

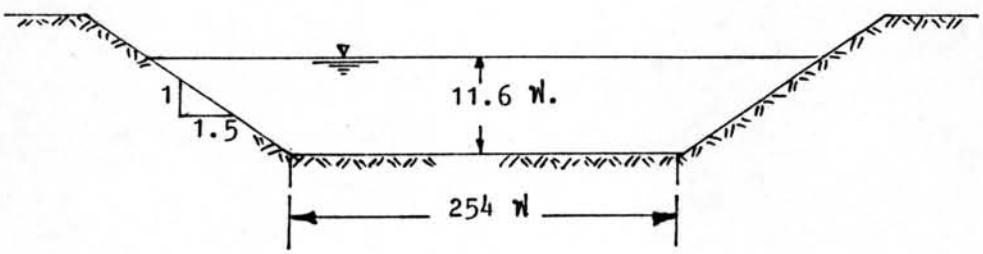
$$T = 254 + 11.6 = 365.6 \simeq 266 \text{ ฟุต}$$

9) พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความฝืดของ Manning (n)

$$n = \frac{1.49}{V} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$n = \frac{1.49}{3.60} (10.9)^{2/3} \times (0.0959) \times 10^{-3}) = 0.0199$$

$$\sim 0.02$$



ตัวอย่างการออกแบบคลอง (จากผลการศึกษาที่ได้)

กำหนด Q = 15 ลบ.ม/วินาที

ลักษณะดิน เป็นพวกดิน เหนียว

จากรูป 5-1 (ก), P = 28.44 ม.

5-2 (ก), R = 1.76 ม.

$A = PR = 28.44 \times 1.76 = 50.05$ เมตร^2

$V = Q/A = 15/50.05 = 0.30$ เมตร/วินาที

จากรูป 5-3 ; $R^2S = 1.67 \times 10^{-4}$

$S = 5.39 \times 10^{-5}$ (1:18,000)

จากรูป 5-4 ; W = 19.0 เมตร

จากรูป 5-5 ; d = 2.60 เมตร

กำหนด side slope = 1.5:1 สำหรับดินพวกดิน เหนียว (ตาราง 5-1)

b = 15.0 เมตร

T = 22.8 เมตร

กรณีพิจารณาค่า T จากรูป 5-6 ; ได้ T = 27.0 เมตร b = 11 เมตร

side slope 3:1

ตัวอย่าง หลักการในการออกแบบคลองดินของกรมชลประทาน

ข้อพิจารณาทั่วไป

ก. ในการคำนวณหา V ของกระแสน้ำในคลอง ใช้สูตรของ Manning คือ

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

R = Hydraulic radius

n = roughness coefficient; S = slope

ข. ควรคำนวณค่า n คือ ตามค่าที่กำหนดไว้ใน Hydraulic and Excavation tables ของ CPSBR คำนึงถึงสภาพของคลองดินที่ถูกใช้งานไปนาน ๆ มีค่าดังนี้คือ

1. คลองที่มี b < 5.00 ม. ควรใช้ n = 0.025

2. คลองที่มี 9.00> b > 5.00 ม. ควรใช้ n = 0.0225

3. คลองที่มี b > 9.00 ม. ควรใช้ n = 0.020

ค. ค่า SS.

1. ถ้า d < 2.50 และเป็นดินเหนียว SS. = $1:1\frac{1}{2}$

2. ถ้า d > 2.50 เป็นดินเหนียวปนทราย SS. = 1:2

หลักการทั่ว ๆ ไป ในการออกแบบคลองดิน

1. b/d อยู่ระหว่าง 2 ถึง 8 ขึ้นอยู่กับขนาดของคลอง

ถ้าคลองเล็ก b/d ประมาณ 2

ถ้าคลองมีความจุ 250-350 $ม^3$/วินาที ประมาณ 7-8

2. การกำหนดรัศมีความโค้งของคลอง

คลองขนาดเล็ก (ประมาณ 0.5 ม^3/วินาที) R ≃ 3T

(T = ความกว้างของผิวน้ำ)

คลองขนาดใหญ่ (70 ม^3/วินาที ขึ้นไป R ≃ 7T

3. อัตราเร็วของน้ำในคลอง

ความเร็วที่จะไม่เกิดการกัดเซาะหรือตกตะกอนตามสูตรของ Kennedy

$$V_s = 0.625\ CD^{0.64}$$

(ใช้ในคลองที่ขุดผ่านไปบนดินที่มีลักษณะเดียวกับตะกอนที่ปนมากับน้ำ)

V_s = ความเร็วที่ไม่ทำให้เกิดการกัดเซาะ

D = Depth

C = ค่า Coefficient ขึ้นกับลักษณะตะกอนที่ปนมามีค่าดังนี้คือ

a) fine, light, sandy soil = 0.84

b) Coarse, light, sandy soil = 0.92

c) sandy, loamy silt = 1.01

d) coarse silt or hard soil debris = 1.09

ในกรณีที่เป็นน้ำใส

$$V_s = 0.552\ CD^{0.50}$$

ลักษณะดิน	V_s น้ำใส	V_s มีตะกอน
Fine sand, Colloidal	0.45	0.76
Sandy loam non Colloidal	0.55	0.76
Silt loam, non Coll,	0.61	0.92
Alluvial silts, non Coll.	0.61	1.07
Ordinary firm loam	0.76	1.07
Stiff clay, very coll.	1.14	1.52
Alluvial silt, Coll.	1.14	1.52
Shales and hard-pans	1.83	1.83

ค่าแนะนำของอัตราส่วนความกว้างท้องคลองต่อความลึกของการไหล (b/d) โดยบุคคลต่าง ๆ

(1) U.S.B.R. จาก Simon & Senturk (1971)

$d = 0.5 \sqrt{A}$

(A = พื้นที่หน้าตัดเป็นตารางฟุต)

$b/d = 4 - Z$

(Z = ค่าความลาดเอียงฝั่งคลอง)

(2) Irrigation Service Procedure, India Simon & Senturk (1971)

$d = \sqrt{A}/3$

$b/d = 3 - Z$

(3) Davis & Sarensen (1969)

$$d = \sqrt{\frac{A}{b/d + Z}}$$

(4) กรมชลประทาน

b/d อยู่ระหว่าง 2 - 8

b/d ≃ 2 สำหรับคลองขนาดเล็ก

b/d ≃ 7 - 8 สำหรับคลองขนาดใหญ่มาก (ปริมาณการไหลของน้ำ 750 - 350 ลบ.เมตร/วินาที)

ภาคผนวก ช

ตารางเปรียบเทียบหน่วย

ตารางเปลี่ยนหน่วย

จากหน่วย	เป็นหน่วย	คูณด้วย
เอเคอร์	เฮกตาร์	0.4047
เอเคอร์	ตารางฟุต	43,560.0
เอเคอร์	ตารางเมตร	4,047.0
เอเคอร์	ตารางไมล์	1.562×10^{-3}
เอเคอร์-ฟุต	ลูกบาศก์ฟุต	43,560.0
เอเคอร์-ฟุต	แกลลอน	3.259×10^{5}
อังสตรอม	เมตร	1×10^{-10}
ลูกบาศก์ฟุต	ลูกบาศก์เมตร	0.02832
ลูกบาศก์ฟุต	แกลลอน	7.48052
ลูกบาศก์ฟุต	ลิตร	28.32
ลูกบาศก์ฟุต/วินาที	แกลลอน-นาที	448.831
ฟุต	เซนติเมตร	30.48
ฟุต	เมตร	0.3048
ฟุต/วินาที	ไมล์/ชั่วโมง	0.6818
แกลลอน	ลิตร	3.785
แกลลอน	ลูกบาศก์ฟุต	0.1337
แกลลอน	ลูกบาศก์เมตร	3.785×10^{-3}
กรัม	ปอนด์	2.205×10^{-3}
กรัม	ออนซ์	0.03527
กรัม/ลิตร	ส่วน/ล้าน	1,000.0
กิโลกรัม	ปอนด์	2.205
กิโลกรัม	ตัน	2.842×10^{-4}
กิโลกรัม	ตัน	1.102×10^{-3}

จากหน่วย	เป็นหน่วย	คูณด้วย
กิโลเมตร	ฟุต	32,810.0
กิโลเมตร	ไมล์	0.6214
ลิตร	ลูกบาศก์ฟุต	0.03531
ลิตร	ลูกบาศก์เมตร	0.001
ลิตร	แกลลอน	0.2642
เมตร	ฟุต	3.281
เมตร/วินาที	กิโลเมตร/ชั่วโมง	3.6
เมตร/วินาที	ไมล์/ชั่วโมง	2.237
ตารางฟุต	ตารางเมตร	0.09290

รายการค่าใช้จ่ายในการทำวิทยานิพนธ์

1.	ค่าถ่ายเอกสาร	
	- เอกสารประกอบการศึกษาต่าง ๆ (จากห้องสมุด AIT, กรมชลประทาน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ฯลฯ)	2,000.- บาท
2.	ค่าเดินทาง	
	- สำรวจสภาพตัวอย่างคลองในโครงการสร้างงานในชนบท (จังหวัดขอนแก่น, มหาสารคาม, บุรีรัมย์, ฉะเชิงเทรา, ปทุมธานี, นครปฐม ฯลฯ)	5,000.- บาท
	- สำรวจเลือกตัวอย่างคลองเพื่อทำการศึกษา (จังหวัด กาญจนบุรี, ปทุมธานี, อยุธยา ฯลฯ)	1,500.- บาท
3.	ค่าอุปกรณ์ใช้วัดสำรวจ	
	- เรือ	2,000.- บาท
	- ลวดสลิง, เชือก, หมุดเหล็ก ฯลฯ	1,000.- บาท
	- ค่าจ้างแรงงาน, ค่ายานพาหนะ	5,000.- บาท
	- อุปกรณ์เบ็ดเตล็ด (ฟิลม์รูป, Slide, กระดาษ ฯลฯ)	2,000.- บาท
4.	ค่าทำเล่มวิทยานิพนธ์	
	- ค่าพิมพ์ต้นฉบับ	2,500.- บาท
	- ค่าถ่ายเอกสารทำรูปเล่ม (รวม offset รูป)	8,000.- บาท
	- เบ็ดเตล็ด	1,000.- บาท
	รวมทั้งสิ้นเป็นเงิน	30,000.- บาท

(สามหมื่นบาทถ้วน)

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นายเสรี จันทร์โยธา

วุฒิการศึกษา จบ มศ. 5 จากโรงเรียนเตรียมอุดม พ.ศ. 2518

สำเร็จ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปี พ.ศ. 2522

เข้าศึกษาในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2522

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย