9. เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

ฉลอง เกิดพิทักษ์. "การไหลในทางน้ำเปิด" ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, มิถุนายน 2525

นิวัตต์ ดารานันทน์. "เอกสารบันทึกการสอนวิชา Erosion & Sediment Transportation" คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531

วีระ เวชติวงศ์ "เอกสารประกอบการบรรยาย หลักสูตรการวางโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ รุ่นที่ 2, ลำดับที่ 11 การตรวจวัดตะกอนในแม่น้ำลำธาร, อ่างเก็บน้ำและวิธีการป้องกันแก้ไขการตะกอนในอ่างเก็บน้ำ" กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน, พฤษภาคม 2529

วีระพล แต้สมบัติ. "เอกสารประกอบการสอน วิชาอุทกวิทยาประยุกต์ (Applied Hydrology)" ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัจจะ เสถบุตร. "การไหลในทางน้ำเปิด" ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, มิถุนายน 2528

สวัสดิ์ ลู่ชัยชนะ "การศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอนในรางน้ำเปิด โดยใช้ทรายที่มีขนาดและการเรียงเม็ดที่กำหนดให้เป็นวัสดุท้องน้ำ" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530

สุรีย์ สอนสมบูรณ์. "วิธีตรวจวัดตะกอนในน้ำ" กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน

ภาษาอังกฤษ

Ackers, P., and white, W.R., "Sediment Transport : New Approach and Analysis," Journal of the Hydraulics Division, ASCE, HY11 1973

Ali, S.M., and Albertson, M.L., "Some Aspects of Roungness in Alluvial Channel." Colorado State University, Dept. Civil Eng. pub., No. CER 56 SAM16, Fort Collins., 1956

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bogardi, J., "sediment Transport in Alluvial Streams." Akademiai kiado, Budapest, 1974

Chow, Ven Te, "Open Channel Hydraulics." McGraw - Hill, USA, 1959

Daranadana, N., "A Preliminary Study of the Effect of Gradation of Bed Material on Flow Phenomena in Alluvial Channels." Ph.D. Dissertation, Colorado State University, Fort Coolins, 1962

Einstein, H.A., "The Bed - Load Function for Sediment Transporttation in Open Channel Flows." U.S. Soil Conservation Service, Technical Bulletin No. 1026, p. 41 ,September, 1950

Engelund F., and Hansen, E., "A mongraph on sediment Transprot," Teknisk Forlag, Copenhagen, Demmark 1967

Gilbert, G.K., "The Transportation of Debris by Runing Water." U.S. Geological Survey Professional Paper 86, 263 p., 1914

Graf; W.H., "Hydraulies of Sediment Transport." McGraw - Hill Book Company, 1971

Khuhapinant, O., "Relationship Between the Bed and Suspended Loads in the Transprotation of Sediment." Master Thesis, AIT, 1966

Meyer-Peter, E., and Muller, R., "Formulars for bed-Load Transported." International Association for Hydraulic Structures Research, Transactions, Second meetion, June 7-9, 1948

Rijn L. C. VAN, "Computation of Bed-Load Concentration and Bed-Load Transport" Delft Hydraulics Laboratory,Research Report S 487-I, Delft, The Netherlands Mar 1985

Shields, A., "Application of Similarity Principles and Turbulence Research to Bed-Load Movement", p.42,1936

Simons, D.B., and Richardson, E.V., "Studies of Flow in Alluvial Channels, Basic Data form Flume Experiments." U.S. Geological Survey, Colorado University, Fort Collins, No. CER 61 EVR 31, p.41,1961

Simon, D.B Richardson, E.V., and Albertson, M.L., "Flume Studies Using Medium Sand (0.45 mm.), Studies of Flow in Alluvial Channels." U.S. Geological Survey, Water- Supply Paper No.1498-A 1961

Streeter, V.L., 'Fluid Mechanies." Fourth edition, McGraw-Hill, 1966

Vanoni, V.A., Brook, N.H., "Laboratiory Studies of the Roughess and Suspended Load of Alluvial Streams." Report no. E-68, California institute of Technology, Sedimentation Laboratory, pasadena, Califiornia, 127 p., December, 1957

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก.1 แสดงค่าผลการปรับค่า (Calibrated) แผ่น Orifice meter โดยใช้ Pitot tube

TEST No	hp (cm.)	hp (cm.)	hp (cm.)	Ave.hp (cm.)	Velocity V,(mps.)	Depth (m.)	Area,A (sq.m.)	Discharge Q,(cms.)	Discharge Q,(cfs.)	Diff.of CCl4, (inches)
1	0.75	0.70	0.65	0.70	0.384	0.242	0.145	0.053	1.888	4.8
2	0.95	0.95	0.95	0.95	0.424	0.263	0.158	0.067	2.362	7.8
3	1.00	1.00	1.05	1.00	0.435	0.283	0.158	0.069	2.423	8.0
4	1.20	1.20	1.25	1.20	0.477	0.277	0.166	0.079	2.790	10.5
5	1.90	1.90	1.90	1.90	0.600	0.310	0.186	0.112	3.937	22.2
6	2.00	1.90	1.80	1.90	0.600	0.310	0.186	0.112	3.937	21.0
7	2.00	2.10	1.90	2.00	0.615	0.318	0.191	0.117	4.144	22.5
8	1.45	1.45	1.45	1.45	0.524	0.340	0.204	0.107	3.772	18.2
9	2.00	2.20	2.10	2.10	0.630	0.342	0.205	0.138	4.882	32.0
10	2.35	2.30	2.25	2.30	0.660	0.333	0.200	0.132	4.653	28.5
11	2.40	2.40	2.40	2.40	0.674	0.342	0.205	0.138	4.882	32.0
12	2.50	2.60	2.40	2.50	0.688	0.345	0.207	0.142	5.028	33.5
13	1.90	1.90	1.90	1.90	0.600	0.310	0.186	0.112	3.937	22.5
14	1.40	1.60	1.50	1.50	0.533	0.282	0.169	0.090	3.182	14.5
15	0.90	1.10	0.85	0.95	0.424	0.283	0.158	0.067	2.362	7.5
16	0.90	1.10	0.85	0.95	0.424	0.283	0.158	0.067	2.362	7.5
17	0.40	0.40	0.40	0.40	0.275	0.210	0.126	0.035	1.224	3.0
18	0.30	0.30	0.30	0.30	0.238	0.198	0.119	0.028	0.999	1.4
19	0.75	0.85	0.80	0.80	0.388	0.345	0.207	0.081	2.843	11.0
20	0.95	1.10	0.95	1.00	0.435	0.357	0.214	0.093	3.280	15.2
21	1.00	1.20	1.10	1.10	0.456	0.362	0.217	0.099	3.488	16.0
22	1.20	1.30	1.10	1.20	0.477	0.371	0.223	0.106	3.745	18.0
23	1.15	1.25	1.20	1.20	0.477	0.373	0.224	0.107	3.765	18.4

ตาราง ก.1 แสดงค่าผลการปรับค่า (Calibrated) แผ่น Orifice meter โดยใช้ Pitot tube (ต่อ)

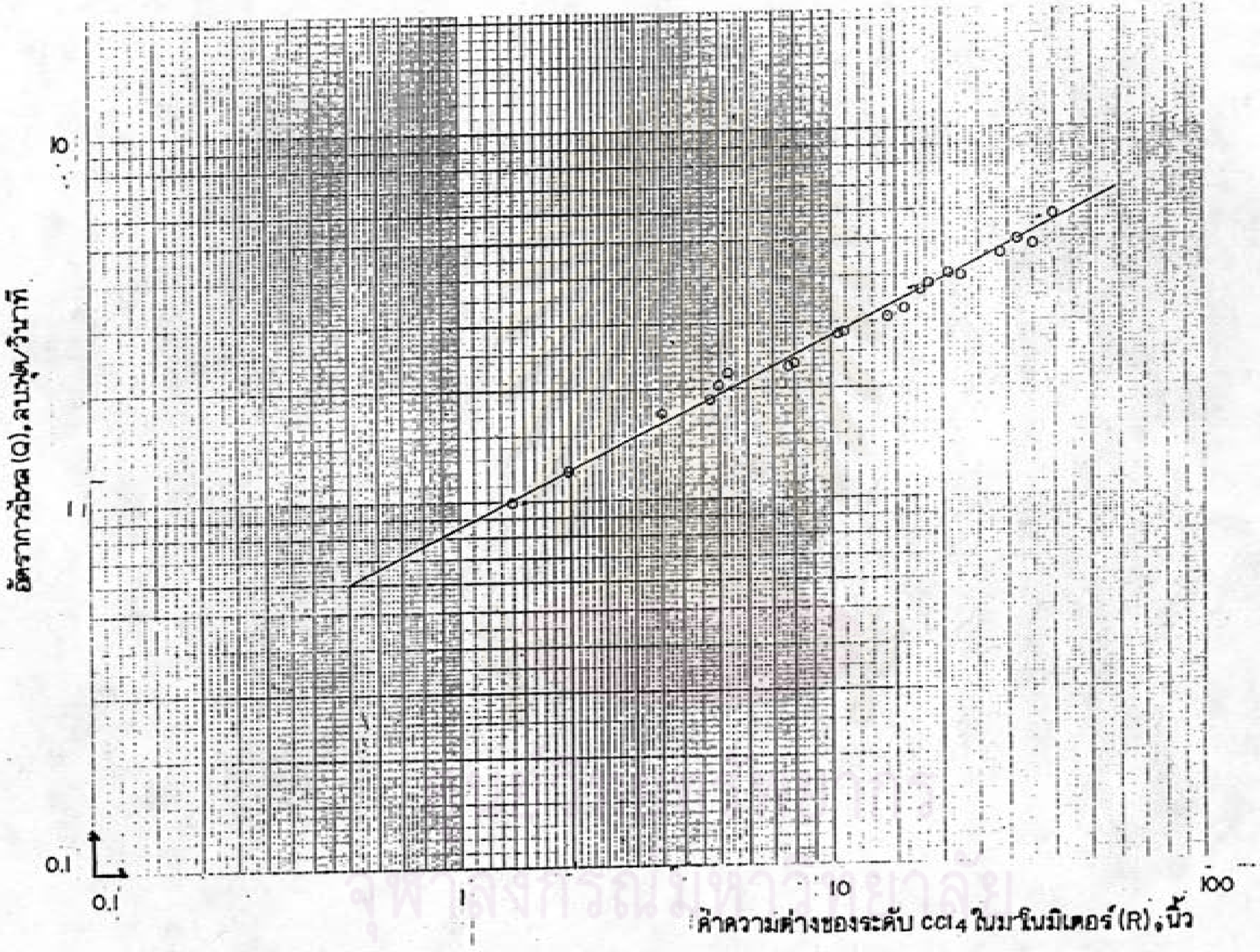
TEST No	hp (cm.)	hp (cm.)	hp (cm.)	Ave.hp (cm.)	Velocity V,(mps.)	Depth (m.)	Area,A (sq.m.)	Discharge Q,(cms.)	Discharge Q,(cfs.)	Diff.of CC14 (inches)
24	1.35	1.50	1.35	1.40	0.515	0.378	0.227	0.117	4.121	23.0
25	1.50	1.60	1.40	1.50	0.533	0.387	0.232	0.124	4.387	24.5
26	1.50	1.70	1.60	1.60	0.550	0.400	0.240	0.132	4.662	29.0
27	1.70	1.80	1.60	1.70	0.567	0.406	0.244	0.138	4.878	35.0
28	1.75	1.90	1.75	1.80	0.584	0.410	0.246	0.144	5.069	34.0
29	1.95	2.00	1.90	1.95	0.607	0.414	0.248	0.151	5.327	41.0
30	1.10	1.20	1.00	1.10	0.456	0.358	0.215	0.098	3.460	17.7
31	0.80	1.00	0.90	0.90	0.413	0.349	0.209	0.086	3.015	14.0
32	0.70	0.70	0.70	0.70	0.364	0.333	0.200	0.073	2.567	8.5
33	0.65	0.70	0.60	0.65	0.351	0.326	0.196	0.069	2.422	8.0
34	0.50	0.60	0.55	0.55	0.323	0.319	0.191	0.629	2.180	5.2
35	0.40	0.60	0.50	0.50	0.308	0.310	0.186	0.057	2.020	5.0
36	0.30	0.50	0.40	0.40	0.275	0.300	0.810	0.050	1.748	3.5

Remark : 1. $V = 0.435*(hp)^{0.5}$

2. $Q = V*A$

3. Average width of flume = 0.599 m. (1.968 ft.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.1 กราฟแสดงผลการปรับค่า (Calibarted) แผ่น Orifice โดยใช้ Pilot Tube

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลกระทบเนื่องจากผนังด้านข้าง (Side Wall Effect)

การทดลองในรางทดลองจะมีพื้นที่ขอบเขตเปียก ซึ่งประกอบด้วยวัสดุที่แตกต่างจากวัสดุท้องน้ำ ทรายซึ่งปกคลุมท้องน้ำจะมีความขรุขระกว่าผนังข้างที่ทำด้วยกระจก และจะมี shear stress ที่สูงกว่าจะมีอยู่ 2 ทฤษฎีที่เสนอสำหรับปรับข้อมูลที่ได้จาก รางทดลองที่จะกำจัดผลกระทบเนื่องจากผนังด้านข้างคือ Einstein (1942) และวิธีของ Johnson ซึ่งปรับปรุงเพิ่มเติมโดย Vanoni และ Brooks (1957)วิธีเหล่านี้จะแบ่งพื้นที่หน้าตัดการไหลเป็นส่วนที่มีอิทธิพลโดยด้านข้างและส่วนที่อยู่จุดกึ่งกลางราง ซึ่งจะไม่มีอิทธิพลโดยด้านข้างและจะมีอิทธิพลโดยพื้นทรายสิ่งแตกต่างที่เห็นเด่นชัดระหว่าง 2 วิธีคือ วิธีของ Einstein จะอยู่บนพื้นฐานของ Manning's equation ขณะที่ Johnson-Brooks ใช้ Darcy-Weisbach's equation โดยใช้สมมุติฐานที่ว่าค่าความเร็วเฉลี่ยและเส้นพลังงานจะเหมือนกันสำหรับ A_bและ A_w และการใช้ประโยชน์ของ Darcy-Weisbach

ในการใช้ผลกระทบเนื่องจากผนังด้านข้างจะพิจารณาจาก ค่าอัตราส่วนระหว่างความกว้างกับความลึกต้องน้อยกว่า 5 (B/D <5) โดยมีค่าดังต่อไปนี้

S = slope of the Energy line

ν = Kinematic viscosity

g = acceleration of gravity

V = mean velocity in

A = cross-sectional area

P = wetted perimeter

R = A/P hydraulic radius

$V_* = (gRS)^{1/2}$ = shear velocity

$f = 8\left(\frac{V_*}{V}\right)^2$ = Darcy-Weisbach friction factor for the channel

R = Reynolds number

D = Depth of the flow

B = ความกว้างของรางทดลอง

τ_o = shear stress

<u>สมมุติฐาน</u>

1. พื้นที่หน้าตัดแบ่งออกเป็น 2 ส่วน : หนึ่งผลิต shear ที่พื้น, ที่เหลือบนผนังกระจก, ค่า shear = 0 จะเกิดที่ขอบเขตซึ่งแบ่งระหว่าง ผนังกระจกกับท้องทราย

2. ความเร็วในส่วนของผนังกระจก เท่ากับ ความเร็วในส่วนท้องทราย

3. กฎสำหรับ R_e, V_*, f, R สามารถนำไปใช้ประโยชน์กับหน้าตัดอื่นที่เป็นรางทดลองรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

4. ความขรุขระของผนังและท้องน้ำจะเป็นเอกพันธ์ (เนื้อเดียวกัน) ถึงแม้มันจะแตกต่างกัน

$$\frac{R_{ew}}{f_w} = \frac{R_e}{f} \qquad \text{---------------------(1)}$$

$$f_b = f + \frac{2D}{B}(f - f_w) \qquad \text{---------------------(2)}$$

$$\frac{\tau_b}{\tau_o} = \frac{R_b}{R} = \frac{f_b}{f} \qquad \text{---------------------(3)}$$

$$\frac{\tau_w}{\tau_o} = \frac{R_w}{R} = \frac{f_w}{f} \qquad \text{---------------------(4)}$$

ขั้นตอนสำหรับการแก้ผลกระทบเนื่องจากผนังด้านข้างในรางทดลองรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ขั้นตอนที่ 1</u>

คำนวณค่ารัศมีชลศาสตร์ของรางน้ำ

$$R = \frac{A}{P} = \frac{BD}{B + 2D}$$

<u>ขั้นตอนที่ 2</u>

ค่าความเร็วเฉือน V_* พิจารณาจาก

$$V_* = \sqrt{gRS}$$

<u>ขั้นตอนที่ 3</u>

Darcy-weisbach friction factor ของรางทดลองคำนวณจาก

$$f = 8\left(\frac{V_*}{V}\right)^2$$

<u>ขั้นตอนที่ 4</u>

คำนวณค่า Reynolds number ของการไหลจาก

$$R_e = \frac{4VR}{\nu}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ขั้นตอนที่ 5</u>

แฟคเตอร์ความเสียดทานของผนังด้านข้างหาได้จาก

1. คำนวณ $\frac{R_{ew}}{f_w} = \frac{R_e}{f}$

2. จากรูปที่ นำมาคำนวณหาค่า f_w

<u>ขั้นตอนที่ 6</u>

แฟคเตอร์ความเสียดทานของท้องน้ำ หาได้จาก

$$f_b = f + \frac{2D}{B}(f-f_w)$$

<u>ขั้นตอนที่ 7</u>

รัศมีชลศาสตร์ของท้องน้ำ R_b (shear stress) ที่ท้องน้ำพิจารณาได้จากสมการ (4)

$$\frac{\tau_b}{\tau_o} , \frac{R_w}{R} = \frac{f_w}{f}$$

<u>ขั้นตอนที่ 8</u>

รัศมีชลศาสตร์ของผนัง R_w (shear stress) ที่กำแพงคำนวณจาก

$$\frac{\tau_w}{\tau_o} = \frac{R_w}{R} = \frac{f_w}{f}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค.1 ผลการคำนวณค่า d_m ของทรายท้องน้ำขนาดเม็ดเฉลี่ย 0.35 มม.
(σ = 1.66)

Size Range (mm)	Representative Size, D (ft)	Representative Size, d (mm)	%P	d*p
0.0625-0.0750	2.246×10^{-4}	0.0685	2.60	0.1781
0.0750-0.1490	3.468×10^{-4}	0.1057	9.07	0.9587
0.1490-0.2970	6.901×10^{-4}	0.2104	35.91	7.5560
0.2970-0.4200	1.1585×10^{-3}	0.3532	17.22	6.0820
0.4200-0.5900	1.6328×10^{-3}	0.4978	32.75	16.3020
0.5900-1.1900	2.9123×10^{-3}	0.8879	1.34	1.1890
1.1900-2.0000	5.0601×10^{-3}	1.5427	0.71	1.0950
2.0000-4.7600	1.0121×10^{-2}	3.0854	0.40	1.2340

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค.2 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูล (Data file) ของทรายขนาดเม็ดเฉลี่ย 0.35 มม.
(σ = 1.66)

Run No.	ρ_s	ρ_w	h		D_{35}	D_{50}	D_{90}	V	Slope	D_m	B	ν $\times 10^{-6}$
1	2.65	1.00	0.15	0.07	0.28	0.35	0.60	0.3505	2.06×10^{-4}	0.35	0.60	0.877
2	2.65	1.00	0.15	0.09	0.28	0.35	0.60	0.5121	3.04×10^{-4}	0.35	0.60	0.857
3	2.65	1.00	0.15	0.11	0.28	0.35	0.60	0.5561	5.09×10^{-4}	0.35	0.60	0.877
4	2.65	1.00	0.15	0.11	0.28	0.35	0.60	0.5358	6.07×10^{-4}	0.35	0.60	0.867
5	2.65	1.00	0.15	0.10	0.28	0.35	0.60	0.6669	8.01×10^{-4}	0.35	0.60	0.877
6	2.65	1.00	0.15	0.09	0.28	0.35	0.60	0.9013	1.12×10^{-3}	0.35	0.60	0.857
7	2.65	1.00	0.16	0.12	0.28	0.35	0.60	0.8260	1.73×10^{-3}	0.35	0.60	0.877
8	2.65	1.00	0.16	0.14	0.28	0.35	0.60	0.6017	1.82×10^{-3}	0.35	0.60	0.866
9	2.65	1.00	0.15	0.12	0.28	0.35	0.60	0.9851	2.71×10^{-3}	0.35	0.60	0.866
10	2.65	1.00	0.15	0.11	0.28	0.35	0.60	1.3036	3.42×10^{-3}	0.35	0.60	0.849
11	2.65	1.00	0.15	0.11	0.28	0.35	0.60	1.4451	4.53×10^{-3}	0.35	0.60	0.857
12	2.65	1.00	0.15	0.12	0.28	0.35	0.60	1.2460	5.22×10^{-3}	0.35	0.60	0.877
13	2.65	1.00	0.16	0.13	0.28	0.35	0.60	1.3762	6.62×10^{-3}	0.35	0.60	0.877
14	2.65	1.00	0.15	0.12	0.28	0.35	0.60	1.4920	7.54×10^{-3}	0.35	0.60	0.867
15	2.65	1.00	0.15	0.13	0.28	0.35	0.60	1.4100	8.83×10^{-3}	0.35	0.60	0.857

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
DECLARE SUB VAN (PS!, PW!, H!, D50!, D90!, UBAR!, S!, DM!, B!, NEW!)
DECLARE SUB ACKER (PS!, PW!, H!, D50!, UBAR!, S!, DM!, B!, NEW!)
DECLARE SUB ENGELUND (PS!, PW!, H!, D50!, UBAR!, S!, DM!, B!, NEW!)
DECLARE SUB MEYER (PS!, PW!, H!, D90!, UBAR!, S!, DM!, B!, NEW!)
DIM SHARED PS!
CLS
FOR NOD = 1 TO 15
READ PS!, PW!, H!, D35!, D50!, D90!, UBAR!, S!, DM!, B!, NEW!
CALL MEYER(PS!, PW!, H!, D90!, UBAR!, S!, DM, B!, NEW!)
CALL ENGELUND(PS!, PW!, H!, D50!, UBAR!, S!, DM, B!, NEW!)
CALL ACKER(PS!, PW!, H!, D35!, UBAR!, S!, DM, B!, NEW!)
CALL VAN(PS!, PW!, H!, D50!, D90!, UBAR!, S!, DM, B!, NEW!)
DATA 2.65,1,0.07,.28,.35,0.60,0.3505,.000206,0.35,0.60,0.877
DATA 2.65,1,0.09,.28,.35,0.60,0.5121,.000304,0.35,0.60,0.857
DATA 2.65,1,0.11,.28,.35,0.60,0.5861,.000509,0.35,0.60,0.877
DATA 2.65,1,0.11,.28,.35,0.60,0.5358,.000607,0.35,0.60,0.867
DATA 2.65,1,0.10,.28,.35,0.60,0.6669,.000801,0.35,0.60,0.877
DATA 2.65,1,0.09,.28,.35,0.60,0.9013,.001120,0.35,0.60,0.857
DATA 2.65,1,0.12,.28,.35,0.60,0.8260,.001730,0.35,0.60,0.877
DATA 2.65,1,0.14,.28,.35,0.60,0.6017,.001820,0.35,0.60,0.866
DATA 2.65,1,0.12,.28,.35,0.60,0.9851,.002710,0.35,0.60,0.855
DATA 2.65,1,0.11,.28,.35,0.60,1.3036,.003420,0.35,0.60,0.849
DATA 2.65,1,0.11,.28,.35,0.60,1.4451,.004530,0.35,0.60,0.857
DATA 2.65,1,0.12,.28,.35,0.60,1.2460,.005220,0.35,0.60,0.877
DATA 2.65,1,0.13,.28,.35,0.60,1.3762,.006620,0.35,0.60,0.887
DATA 2.65,1,0.12,.28,.35,0.60,1.4920,.007540,0.35,0.60,0.867
DATA 2.65,1,0.13,.28,.35,0.60,1.4100,.008830,0.35,0.60,0.857
NEXT

SUB ACKER (PS!, PW!, H!, D35!, UBAR!, S!, DM!, B!, NEW!)
DEL! = (PS! - PW!) / PW!
DSTAR! = 10 * D35! * (DEL! * 9.81 / NEW! ^ 2) ^ (1 / 3)
IF DSTAR! > 60 THEN
USTAR! = SQR(9.81 * H! * S!)
USTARD! = USTAR!
N! = 0: M! = 1.5: A! = .17: C! = .025
ELSE
USTARD! = UBAR! / (5.64 * LOG(H! * 10000 / D35!) / LOG(10!))
N! = 1! - .56 * LOG(DSTAR!) / LOG(10!)
A! = .14 + .23 / SQR(DSTAR!)
M! = 1.34 + 9.66 / DSTAR!
USTAR! = SQR(9.81 * H! * S!)
C! = 10 ^ (2.86 * LOG(DSTAR!) / LOG(10!) - (LOG(DSTAR!) / LOG(10!)) ^ 2 - 3.53
END IF
FGR! = USTAR! ^ N! * (USTARD!) ^ (1 - N!) / (DEL! * 9.81 * D35! / 1000) ^ .5
FGA! = FGR! / A!

IF FGA! < 1 THEN
FGA! = 1
```

```
ELSE
SETA! = (FGA! - 1) ^ M! * C!
END IF
QSV! = B! * SETA! * UBAR! * D35! * (UBAR! / USTAR!) ^ N! / 1000
QB! = 86400 * QSV! * PS!

PRINT QB!;
LPRINT QB!;

END SUB


SUB ENGELUND (PS!, PW!, H!, D50!, UBAR!, S!, DM, B!, NEW!)
DEL! = (PS! - PW!) / PW!
C! = UBAR! / SQR(H! * S!)
F! = 2 * 9.81 / (C ^ 2)
FREE! = S * H * 1000 / (DEL! * D50!)
SETA! = .1 * FREE! ^ 2.5 / F!
QSV! = B! * SETA * (D50! / 1000) ^ 1.5 * SQR(DEL * 9.81)
QB! = 86400 * QSV! * PS!
PRINT QB!;
LPRINT QB!;
END SUB

SUB MEYER (PS!, PW!, H!, D90!, UBAR!, S!, DM!, B!, NEW!)
DEL! = (PS! - PW!) / PW!
CDAS! = 18 * (LOG(12000 * H! / D90!) / LOG(10!))
C! = UBAR! / SQR(H! * S!)
M! = (C! / CDAS!) ^ 1.5
FREE! = M! * H! * S! / (DEL! * DM! / 1000)
IF FREE! <= .047 THEN FREE! = .047
SETA! = (4 * FREE! - ((.188))) ^ 1.5
QSV! = B! * SETA! * (DM! / 1000) ^ 1.5 * SQR(9.81 * DEL!)
QB! = 86400 * QSV! * PS!
PRINT QB!;
LPRINT QB!;
END SUB

SUB VAN (PS!, PW!, H!, D50!, D90!, UBAR!, S!, DM, B!, NEW!)
DEL! = (PS! - PW!) / PW!
DSTAR! = 10 * D50! * (DEL! * 9.81 / NEW! ^ 2) ^ (1 / 3)
IF DSTAR! <= 4 THEN
USTARC! = .24 / DSTAR!
ELSEIF DSTAR! > 4 AND DSTAR! <= 10 THEN
USTARC! = .14 / (DSTAR! ^ .64)
ELSEIF DSTAR! > 10 AND DSTAR! <= 20 THEN
USTARC! = 0.04 / DSTAR ^ .1
ELSEIF DSTAR > 20 AND DSTAR <= 150 THEN
USTARC! = DSTAR! ^ .29 * .013
```

```
ELSEIF DSTAR! > 150 THEN
USTARC! = .055
END IF
VSTARC! = USTARC! * DEL * 9.81 * D50! / 1000
CDAS! = 18 * LOG(4000 * H! / D90!) / LOG(10!)
USTARD! = 9.81 ^ .5 * UBAR! / CDAS!
T! = (USTARD! ^ 2 - VSTARC!) / VSTARC!
IF T! < 0 THEN T! = 0
QSV! = (.053 * T! ^ 2.1 * B! * SQR(DEL! * 9.81) * (D50! / 1000) ^ 1.5 / DSTAR!
QB! = 86400 * QSV! * PS!
PRINT QB!
LPRINT QB!
END SUB
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมการการเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำ (Run No 14 $D_x = 0.35$ mm)

1. สมการ Meyer-Peter & Muller

$$\Delta = (\rho_s - \rho_w)/\rho_w = \frac{2.65-1.0}{1.0} \doteq 1.65$$

$$C' = 18 \log \frac{12h}{D_{90}}$$

$$= 18 \log \left[\frac{12000.0.12}{0.60}\right] = 60.844$$

$$C = \frac{\overline{U}}{(hs)^{0.5}} = \frac{1.4920}{(0.12 \times 7.54 \times 10^{-3})^{0.5}} = 49.73$$

$$\mu = (C/C')^{3/2} = \left[\frac{49.73}{60.84}\right]^{1.5} = 0.74$$

$$\phi = \frac{\mu hs}{\left(\frac{\Delta D}{1000}\right)} = \frac{0.74 \times 0.12 \times 7.54}{1.65 \times 0.35}$$

$$\phi = 1.158$$

ถ้า $\phi < 0.047$ แล้ว $\phi = 0.047$

$$\psi = (4\phi - 0.188)^{1.5}$$

$$= (4 \times 1.158 - 0.188)^{1.5} = 9.37$$

$$q_{sv} = B\psi\left[D^{3/2}(g\Delta)^{1/2}\right]$$

$$= 0.60 * \left[\frac{0.35}{1000}\right]^{1.5} X\ 9.37\ X\ (9.81\ X\ 1.65)^{0.5}$$

$$= 1.481 \times 10^{-4}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$q_b = 86400\ \rho_s\ q_{sv}$$

$$= 86400 * 2.65 * 1.481 \times 10^{-4}$$

$$= 33.91 \text{ ton} /_{day}$$ Ans

2. สมการ ENGELUND AND HANSEN

$$\Delta = (\rho_s - \rho_w)/\rho_w = 1.65$$

$$C = \frac{\bar{U}}{(hs)^{0.5}} = 49.73$$

$$f = \frac{2g}{C^2} = \frac{2 \times 9.81}{(49.73)^2} = 0.007933$$

$$\Phi = \frac{hs*1000}{(\Delta D_{50})} = \frac{0.12 * 7.54 \times 10^{-3} \times 1000}{(1.65 \times 0.35)}$$

$$= 1.56$$

$$\Psi = 0.1 f^{-1} \Phi^{2.5}$$

$$= \frac{0.1\ (1.56)^{2.5}}{0.007933} = 38.73$$

$$q_{sv} = B\Psi\left[D^{3/2}(g\Delta)^{1/2}\right]$$

$$= 0.60 * 38.73 * \left[\frac{0.35}{1000}\right]^{1.5} (1.65 * 9.81)^{0.5}$$

$$= 6.12 * 10^{-4}$$

$$q_b = 86400\ \rho_s\ q_{sv}$$

$$= 140.17 \text{ ton}/_{day}$$ Ams

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. สมการ Ackers and white

$\Delta = (\rho_s - \rho_w)/\rho_w \quad = 1.65$

$$D_* = 10\, D_{35}\left[\frac{(\Delta g)}{\nu^2}\right]^{1/3}$$

$$= 10 * 0.28 \left[\frac{1.65 * 9.81}{0.867^2}\right]^{0.3}$$

$$= 7.7305 \quad < 60$$

$$U_* = (ghs)^{0.5} \quad = \quad (9.81 \times 0.12 * 7.54 \times 10^{-3})^{0.5} \quad = \quad 0.094$$

$$U_*' = \bar{U} / \left[5.64 \log \left[\frac{h * 1000}{D_{35}}\right]\right]$$

$$U_*' = \frac{1.4920}{\left(5.64 \text{ Log } \frac{0.12 * 1000}{0.28}\right)} \quad = 0.100$$

$$N \quad = 1.0 - 0.56 \log D_*$$

$$= 1.0 - 0.56 \log (7.7305) = 0.5026$$

$$A \quad = \quad 0.14 + \frac{0.23}{D_*^{0.5}} \quad = 0.223$$

$$M \quad = 1.34 + \frac{9.66}{D_*} \quad = 2.589$$

$$F_{gr} = \frac{(0.094)^{0.5026} \quad (0.100)^{1-0.5026}}{\left[\frac{1.65 \times 9.81 \times D_{35}}{1000}\right]^{0.5}}$$

$$= 1.229$$

$$F_{ga} = \frac{F_{gr}}{A} \quad = \frac{1.229}{0.223} \quad = 5.513$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\psi = C * (F_{gr} - 1)^{n}$$

$$C = 10^{[2.86 \log 7.7305 - (\log 7.7305)^2 - 3.53]}$$

$$C = 10^{[2.5402 - 0.7889 - 3.53]} = 10^{-1.7785}$$

$$= 0.01665$$

$$\psi = 0.01665\ (5.513 - 1)^{2.520} \quad = 0.82$$

$$q_{sv} = B\psi \left[D^{3/2} (g\Delta)^{1/2} \right]$$

$$= 8.2477 \times 10^{-4}$$

$$q_b = 86400\ \rho_s\ q_{sv}$$

$$q_b = 86400 * 2.65 * 8.2477 \times 10^{-4} = 188.83$$

4. สมการ Van Rijn

$$\Delta = (\rho_s - \rho_w)/\rho_w \quad = 1.65$$

$$D_* = 10 * D_{50} \left[\frac{\Delta g}{\nu^2} \right]^{1/3}$$

$$10 * 0.35 \left[\frac{1.65 * 9.81}{0.867^2} \right]^{0.3}$$

$$= 9.73$$

$$4 < D_* < 10 \quad U_{*,cr} = \frac{0.14}{D_*^{0.64}} = 0.0326$$

$$U_{*,cr} = \frac{U_{*,cr}\ \Delta\ g\ D_{50}}{1000} = 1.849 \times 10^{-4}$$

$$C' = 18 \log \frac{4000 * 0.12}{0.60} = 52.25$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$U_* = \frac{g^{0.5}\,\overline{U}}{C'} = 0.0894$$

$$T = \frac{(U_*)^2 - U_{*,cr}}{U_{*,cr}} = \frac{(0.0894)^2 - 1.844 \times 10^{-4}}{1.844.10^{-4}}$$

$$= 42.26$$

$$q_{sv} = \frac{0.53\, T^{2.1}\, B(\Delta\sigma)^{0.5}}{D_*^{0.3}} \left[\frac{D_{50}}{1000}\right]^{1.5} = 0.001099$$

$$q_b = 86400\, \rho_s\, q_{sv}$$

$$= 251.72 \text{ ton}/_{day}$$ <u>Ans</u>

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นายนัฐวุฒิ สนั่นพานิช
ที่อยู่	88/1 ซอยวิทยาลัยครูเพชรบุรี เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400 โทร.2166792
เกิด	25 กันยายน 2509
การศึกษา	พ.ศ.2531 สำเร็จการศึกษา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ.2531 เริ่มเข้าศึกษาหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
การทำงาน	พ.ศ.2533 ตำแหน่งวิศวกรโครงการ บริษัท ประมวลพัฒนาการ จำกัด ตั้งแต่ มีนาคม 2533 - พฤษภาคม 2534

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย