

**โครงงานวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ**

|  |
| --- |
| **ชื่อโครงงานภาษาไทย**  **Title in English**  **คำนำหน้า ชื่อ นามสกุล รหัสนิสิต** |

**คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

**พ.ศ.** **xxxx**

โครงงานวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

เรื่อง

ชื่อโครงงานภาษาไทย

Title in English

โดย

คำนำหน้า ชื่อ นามสกุล รหัสนิสิต

เสนอ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ทรัพยากรน้ำ)

พ.ศ. xxxx

ชื่อ นามสกุล, ชื่อ นามสกุล, ชื่อ นามสกุล และ ชื่อ นามสกุล xxxx: ชื่อโครงงานภาษาไทย ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ทรัพยากรน้ำ) ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลัก: ตำแหน่ง ชื่อ นามสกุลที่ปรึกษา X หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย

คำสำคัญ: x, x, x, x

Name, Name, Name and Name xxxx: title in English. Bachelor of Engineering (Civil-Water Resources Engineering), Department of Water Resources Engineering.   
Thesis Advisor: Advisor’s Name X pages.

Abstract in English

**Keywords:** channel bifurcation, groundwater flow field, seepage erosion.

**กิตติกรรมประกาศ**

ชื่อ นามสกุล

เดือน ปี พ.ศ.

**สารบัญ**

**หน้า**

สารบัญ (1)

สารบัญตาราง (2)

สารบัญภาพ (3)

คำนำ 1

วัตถุประสงค์ 2

การตรวจเอกสาร 3

อุปกรณ์และวิธีการ 26 อุปกรณ์ 26

วิธีการ 26

ผลและวิจารณ์ 34

สรุปและข้อเสนอแนะ 44

สรุป 44 ข้อเสนอแนะ 45

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 46

ภาคผนวก 48

ภาคผนวก ก xxxx 49

ภาคผนวก ข xxxx 59

ภาคผนวก ค xxxx 78

**สารบัญตาราง**

**ตารางที่ หน้า**

1 xxx 19

2 xxx 34

3 xxx 42

**ตารางผนวกที่**

ก1 xxx 50

ก2 xxx 51

**สารบัญภาพ**

**ภาพที่ หน้า**

1 xxx 5

2 xxx 6

**ชื่อโครงการภาษาไทย**

**Title in English**

**คำนำ**

**วัตถุประสงค์**

**ขอบเขตการศึกษา**

**การตรวจเอกสาร**

**ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

1.1.1

1.1.2

**โปรแกรมที่ใช้ในการศึกษา**

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

**อุปกรณ์และวิธีการ**

**อุปกรณ์**

1.

2.

3.

**วิธีการ**

**ภาพที่ xx**

**ที่มา:** Pornprommin et al. (2009)

จากกฎของดาร์ซี (Darcy’s law) อัตราการไหลต่อหนึ่งหน่วยความกว้าง (q) สามารถหาได้จากสมการ

 (1)

ที่สภาวะสมดุล (steady state) อัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลเทียบกับระยะทางมีค่าเป็นศูนย์

 (2)

สามารถคำนวณการไหลน้ำใต้ดินโดยใช้สมการของ Dupuit-Forchheimer ได้ดังสมการต่อไปนี้

 (3)

เมื่อ  = ทิศทางเดียวกับการไหลน้ำใต้ดิน

 = ทิศทางด้านข้างการไหลน้ำใต้ดิน

 = ความลึกน้ำใต้ดิน

 = อัตราการเพิ่มขึ้น (+) หรือ ลดลง (-) ของน้ำใต้ดิน

 = อัตราการซึมผ่านต่อหน่วยพื้นที่

**  = ค่าความพรุน

 = ความลาดชันของชั้นดิน

 = เวลา

**ถ้าผลต่างของ hnew กับ h   
ต่างกันน้อยมาก**

**ป้อนข้อมูลขอบเขต และ แหล่งจ่ายน้ำ  
(จากต้นน้ำ หรือ น้ำฝน)**

**ป้อนข้อมูล Geometry ของร่องน้ำและที่รับน้ำ**

**นำค่า h มาคำนวณความเร็ว u และ v**

**a**

**เริ่มต้น**

**สิ้นสุด**

**คำนวณหาความลึกน้ำใหม่ (hnew)จากสมการการไหลน้ำใต้ดิน**

**นำค่าความเร็ว u และ v มาคำนวณอัตราการไหล q**

**No**

**Yes**

**สมมติความลึกน้ำตั้งต้น, h0**

**ภาพที่ 16** ผังขั้นตอนการคำนวณอัตราการไหลน้ำใต้ดิน

**ผลและวิจารณ์**

การจำลองเชิงตัวเลขของพัฒนาการเกิดร่องน้ำเนื่องจากการกัดเซาะจากการไหลซึม ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการจำลองสนามการไหลน้ำใต้ดินโดยใช้วิธีผลต่างสืบเนื่อง และแบ่งกรณีศึกษาทั้งหมด 144 กรณี โดยสามารถสรุปกรณีต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** สรุปกรณีศึกษา

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ตัวแปร | m | H/h | b/B (%) | l/L (%) | S(%) |
| กรณีศึกษา | 1, 2, 3, 4 | 10, 15, R | 10, 20 ,50 | 50 , 75 | 0, 3 |
| รวม | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 144 กรณี | | | | |

**หมายเหตุ:** 

 คือ ตัวแปรที่ใช้กำหนดขนาดของมุมที่ฐานของหัวร่องน้ำ, arccot(m)

 คือ ความลึกน้ำใต้ดินด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ตามลำดับ

 คือ อัตราการเติมน้ำ (+) หรือปล่อยน้ำ (-) ของน้ำใต้ดิน

 คือ ความกว้างของพื้นที่รับน้ำและร่องน้ำ ตามลำดับ

 คือ ความยาวของพื้นที่รับน้ำและร่องน้ำ ตามลำดับ

 คือ ความลาดชันของชั้นดิน

1. **อิทธิพลของมุมของหัวร่องน้ำ, arccot(m)**

**ภาพที่ 18** อิทธิพลของมุมของหัวร่องน้ำ ต่อ q/qc ของ H/h=10, b/B=50, l/L=50 และ S=0

**ภาพที่ 19** อิทธิพลของมุมของหัวร่องน้ำ ต่อ q/qc ของ H/h=R, b/B=50, l/L=50 และ S=0

**สรุปและข้อเสนอแนะ**

**สรุป**

**ข้อเสนอแนะ**

**เอกสารและสิ่งอ้างอิง**

เกษม จันทร์แก้ว. 2539. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ.** ภาควิชาอนุรักษ์วิทยาคณะวนศาสตร์   
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชลเมธ มงคลศิลป์ 2550. **การศึกษาพฤติกรรมการไหลซึมของน้ำลอดใต้ผนังทึบน้ำด้วยแบบจำลองทางกายภาพและแบบจำลองเชิงตัวเลข.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พีรพล แก้วนนท์. 2555. **การเกิดร่องน้ำเนื่องจากการกัดเซาะด้วยการไหลซึมแบบสามมิติ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรากร ไม้เรียง. 2524. **วิศวกรรมเขื่อนดิน.** ครั้งที่ 2. ไลบรารี่นาย, กรุงเทพฯ.

Bendient,P.B., W.C.Huber and B.E. Vieux. 2008. **Hydrology and Floodplain Analysis,** Chapter8, p.795. Prentice Hall, New Jersey.

Chu-Agor, M., G. A. Fox, R. M. Cancienne and G. V. Wilson. 2008. **Seepage caused tension failures and erosion undercutting of hillslopes.** *J.Hydrology.* Vol. 359, JSCE,   
pp. 247-259.

Devauchelle, O., Petroff, P., Seybold, H. F., & Rothman, D. H. 2012. **Ramification of stream networks.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 109, 20,832–20,836.

Darcy,H. 1856. **Les Fontaines publiques de la ville de Dijon,** Paris.

Das,B.M. 1990. **Advances Soil Mechanic.** McGraw-Hill, Singapore.

Hans,S. 2007. **Groundwater.** Groundwater. U.S. Geological Survey, The United States.

Howard,A.D. and C.F.McLaneIII. 1998. Erosion of cohesionless sediment by groundwater seepage. **Water Resources Research** 10 (24): 1659-1674.

Michael Berhanu, A. Petroff, O. Devauchelle, A. Kudrolli and Daniel H. Rothman. 2012. Shape and dynamics of seepage erosion in a horizontal granular bed. Physical Review E 86, 041304.

Pelletier, J. D., & Perron, J. T. 2012. Analytic solution for the morphology of a soil-mantled valley undergoing steady headward growth: Validation using case studies in southeastern Arizona. **Journal of Geophysical Research,** 117: F02018.

Pornprommin, A. and N. Izumi. 2008. Experimental study of channelization by seepage erosion. **Journal of Applied Mechanics,** 11: 709-717.

Pornprommin, Takei, Wubneh, and Izumi. 2009. Numerical simulation of channelization by seepage erosion. **Journal of Applied Mechanics,** 12: 1-8.

Pornprommin A., Takei Y., Wubneh A.M., and Izumi N. 2010.Channel inception in cohesionless sediment by seepage erosion. **Journal of Hydro-environment Research*,*** 3: 232-238.

Pornprommin, A., Izumi, N., & Parker, G. 2017. Initiation of channel head bifurcation by overland flow. **Journal of Geophysical Research: Earth Surface,** 122: 2348–2369.

Thaisiam W., Kaewnon P. and Pornprommin A. 2018. Experiment of channelization due to seepage erosion. **International Journal of GEOMATE,** 14(46): 137-142.

**ภาคผนวก**

**ภาคผนวก ก**

ตารางแสดงผลคำนวณการไหลน้ำใต้ดิน

**ตารางผนวกที่ ก1** ผลคำนวณอัตราการไหลผ่านหัวร่องน้ำของกรณีแหล่งจ่ายน้ำมาจากต้นน้ำ (H/h)   
 โดย b/B=50 และ l/L=50

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Case | qmax | | | |
| qc | ql | qc-ql | ql/qc |
| 1-10-50-50-0 | 1.236 | 0.306 | 0.930 | 0.247 |
| 2-10-50-50-0 | 0.767 | 0.401 | 0.366 | 0.523 |
| 3-10-50-50-0 | 0.595 | 0.481 | 0.114 | 0.809 |
| 4-10-50-50-0 | 0.508 | 0.530 | -0.021 | 1.042 |
| 1-10-50-50-3 | 1.351 | 0.304 | 1.047 | 0.225 |
| 2-10-50-50-3 | 0.993 | 0.563 | 0.430 | 0.567 |
| 3-10-50-50-3 | 0.897 | 0.771 | 0.126 | 0.860 |
| 4-10-50-50-3 | 0.879 | 0.954 | -0.075 | 1.086 |
| 1-15-50-50-0 | 2.961 | 0.692 | 2.269 | 0.234 |
| 2-15-50-50-0 | 1.842 | 0.947 | 0.895 | 0.514 |
| 3-15-50-50-0 | 1.416 | 1.131 | 0.285 | 0.799 |
| 4-15-50-50-0 | 1.197 | 1.238 | -0.041 | 1.034 |
| 1-15-50-50-3 | 3.145 | 0.681 | 2.464 | 0.216 |
| 2-15-50-50-3 | 2.209 | 1.210 | 0.999 | 0.548 |
| 3-15-50-50-3 | 1.907 | 1.600 | 0.307 | 0.839 |
| 4-15-50-50-3 | 1.796 | 1.923 | -0.127 | 1.070 |

**ภาคผนวก ข**

อิทธิพลของมุมของหัวร่องน้ำ ต่อ q/qc

**ภาพผนวกที่ ข1** อิทธิพลของมุมของหัวร่องน้ำ ต่อ q/qc ของ H/h=10, b/B=50, l/L=50 และ S=0

**ภาพผนวกที่ ข2** อิทธิพลของมุมของหัวร่องน้ำ ต่อ q/qc ของ H/h=10, b/B=50, l/L=50 และ S=3