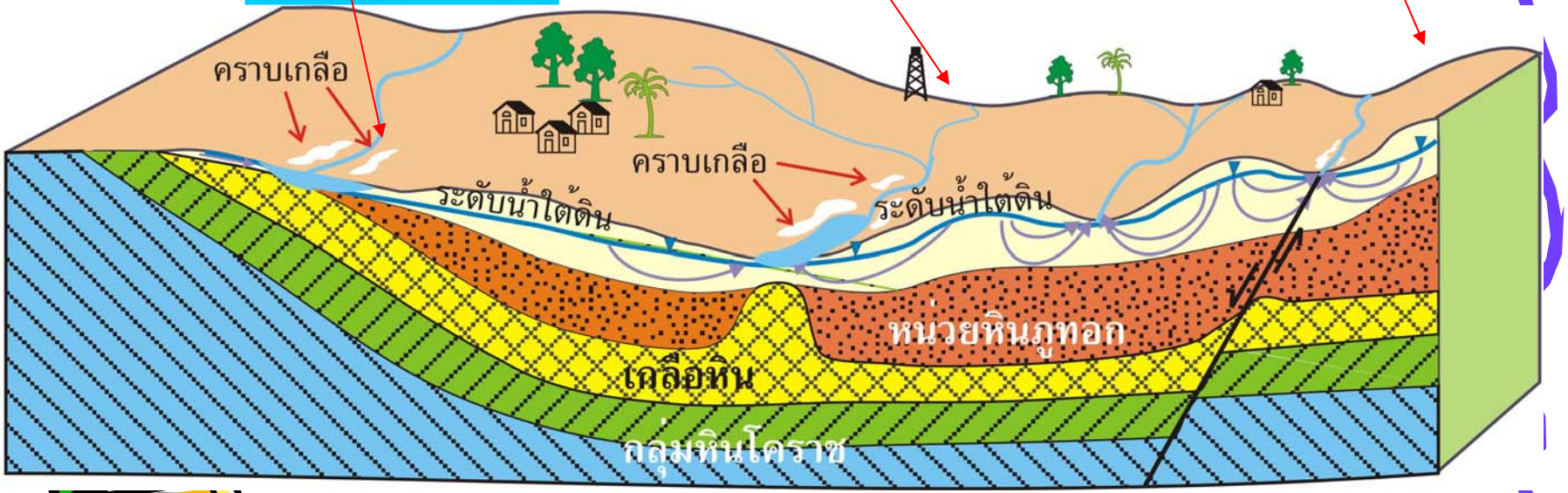
ระยะห่างของท่อระบายน้ำเพื่อควบคุมดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

นายสิทธิพันธ์ บานเย็น

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมดินและน้ำ

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ลักษณะการเกิดดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



ปัญหาจากดินเค็มที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กลุ่มผลกระทบซึ่งสำรวจโดยใช้คราบเกลือเป็นเกณฑ์

- บริเวณที่มีผลกระทบจากเกลือมากที่สุด พบคราบเกลือบนผิวดิน > 50 % ของพื้นที่
- บริเวณที่มีผลกระทบจากเกลือมาก พบคราบเกลือบนผิวดิน 10 - 50 % ของพื้นที่
- บริเวณที่มีผลกระทบจากเกลือปานกลาง พบคราบเกลือบนผิวดิน 1 - 10 % ของพื้นที่
- บริเวณที่มีผลกระทบจากเกลือเล็กน้อย พบคราบเกลือบนผิวดิน < 1 % ของพื้นที่
- บริเวณที่สูงที่มีชั้นหินเกลือรองรับอยู่ข้างล่าง
- บริเวณที่ไม่มีผลกระทบจากคราบเกลือ
- พื้นที่ภูเขา
- แหล่งน้ำ

บริเวณที่พบคราบเกลือ > 50 %
มีพื้นที่ 105,000 ไร่

บริเวณที่พบคราบเกลือ 10 - 50 %
มีพื้นที่ 225,000 ไร่

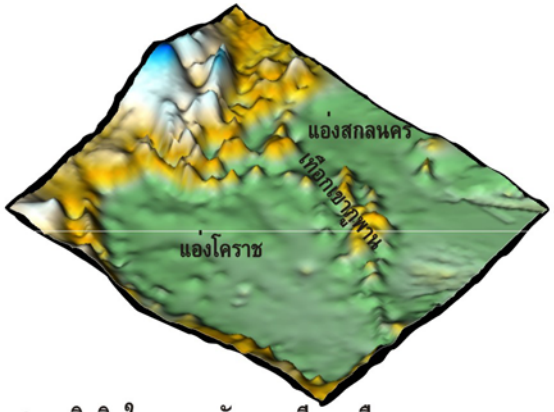
บริเวณที่พบคราบเกลือ 1 - 10 %
มีพื้นที่ 3,824,000 ไร่

สำรวจและจัดทำแผนที่โดย
ส่วนมาตรฐานการสำรวจจำแนกดินและที่ดิน
สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน
กรมพัฒนาที่ดิน 2547

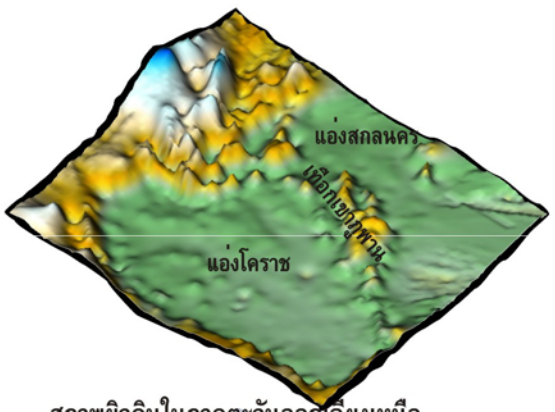
การจัดแบ่งชั้นปริมาณคราบเกลือบนผิวดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การจัดแบ่งชั้นปริมาณคราบเกลือบนผิวดิน	เนื้อที่ (ไร่)	ร้อยละ
พบคราบเกลือบนผิวดิน > 50 %	104,019	0.10
พบคราบเกลือบนผิวดิน 10 - 50 %	228,232	0.22
พบคราบเกลือบนผิวดิน 1 - 10 %	3,836,342	3.63
พบคราบเกลือบนผิวดิน < 1 %	26,927,687	25.51
บริเวณสูงมีชั้นหินเกลือรองรับอยู่ข้างล่าง	20,549,221	19.47
บริเวณที่ไม่มีผลกระทบจากคราบเกลือ	42,524,729	40.29
บริเวณพื้นที่ทำเกลือ	1,096	0.001
พื้นที่ภูเขาและแหล่ง	11,362,574	10.76
รวมทั้งหมด	105,553,963	100

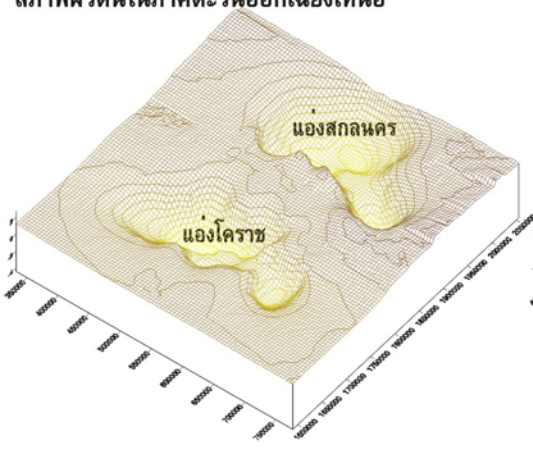
กรมพัฒนาที่ดิน, 2547



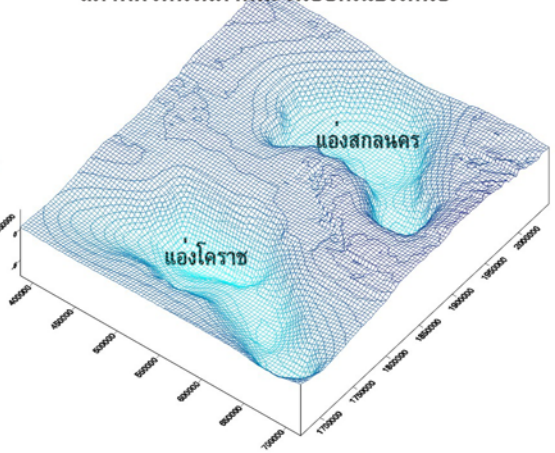
สภาพผิวดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



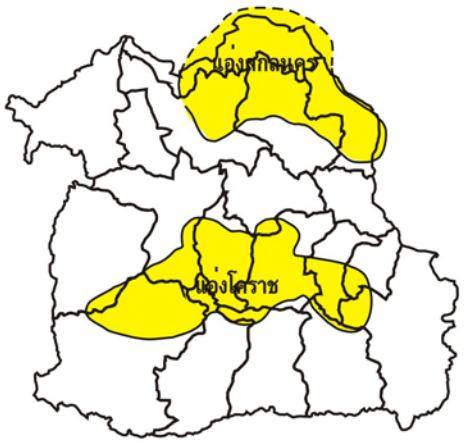
สภาพผิวดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



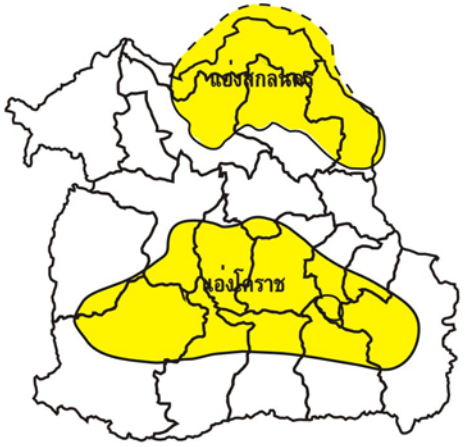
สภาพผิวบนของเกลือหินถ้าไม่มีการปูดเป็นรูปโดม



สภาพผิวบนของหมวดหินที่รองใต้เกลือหิน

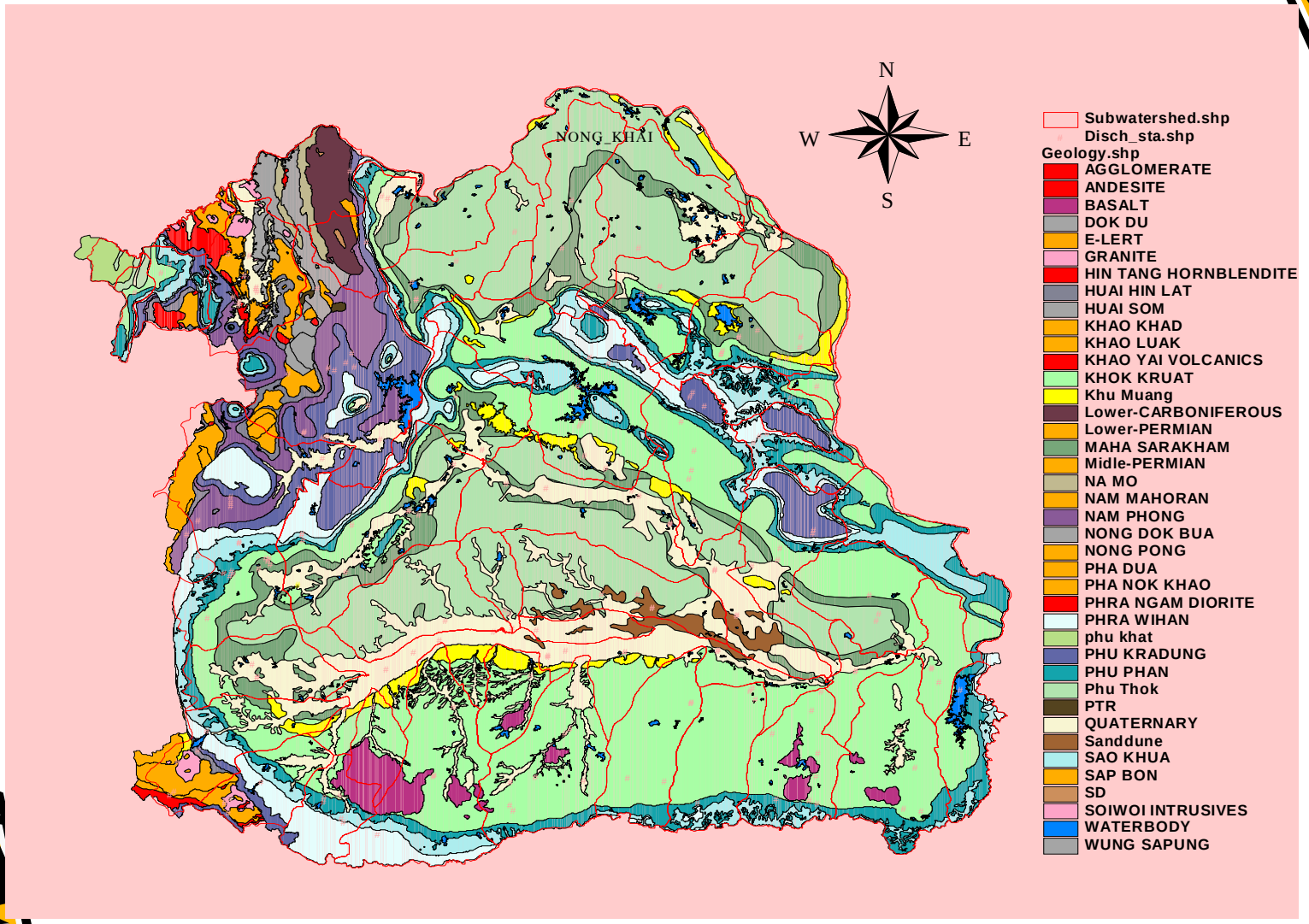


ขอบเขตของผิวบนของเกลือหินบนและขอบเขตจังหวัด



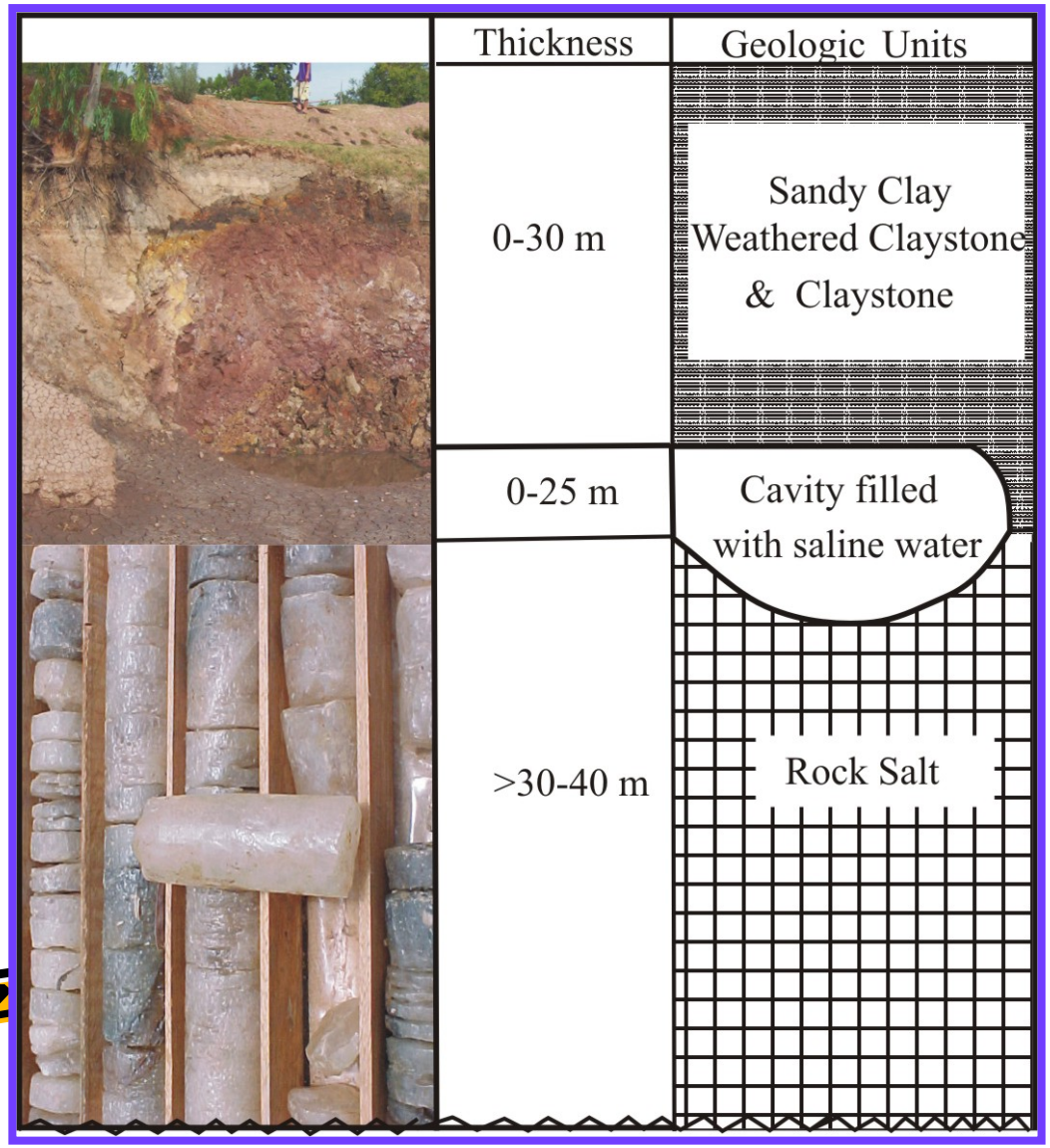
ขอบเขตของผิวบนของชั้นหินที่รองรับเกลือหินและขอบเขตจังหวัด

ลักษณะธรณีวิทยา



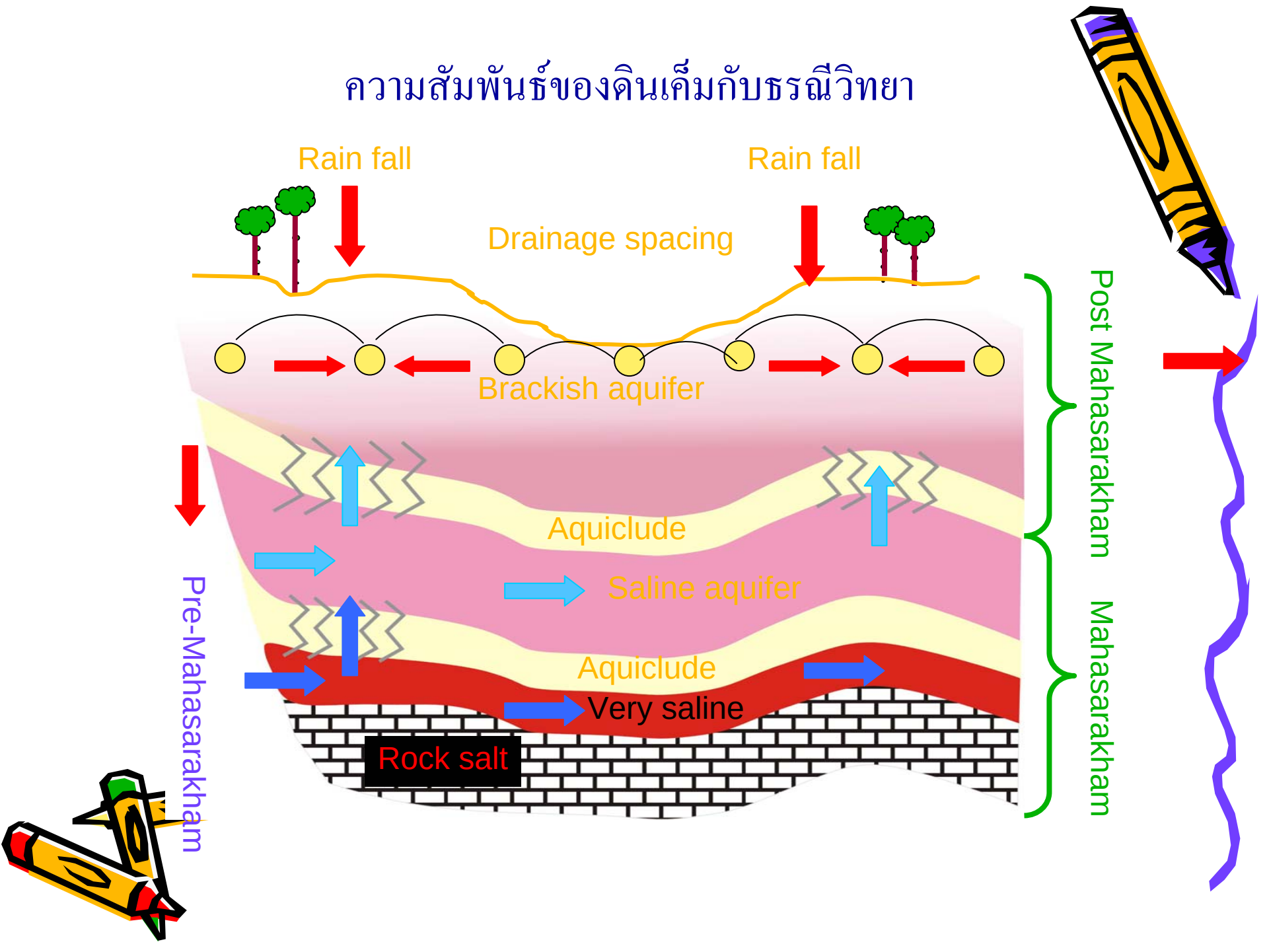
หมวดหินมหาสารคาม (Mahasarakham Formation : KTms)

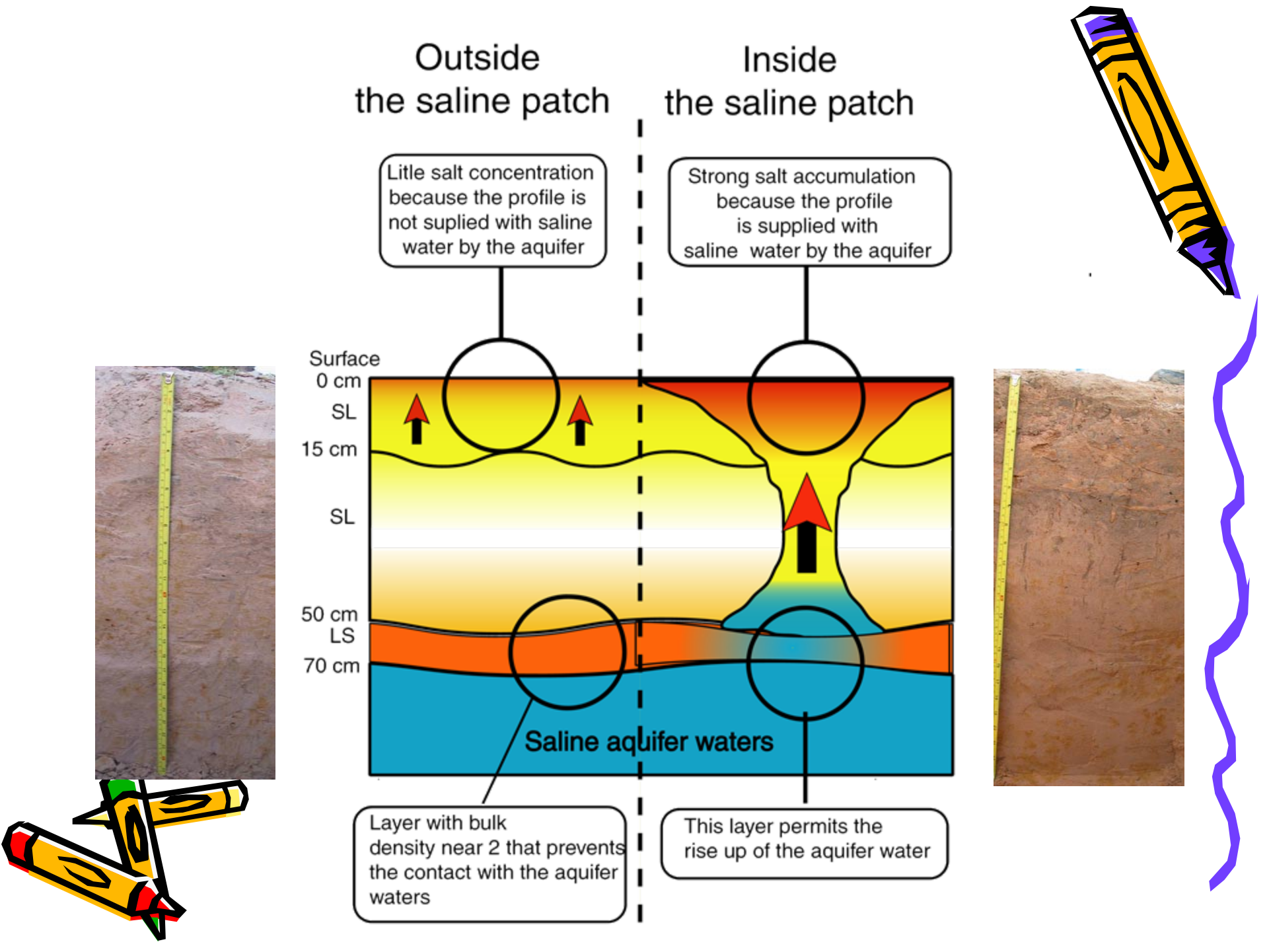
ประกอบด้วยหินโคลนและ หินเกลือมีแร่เฮไลต์เป็นหลัก



- คิดเป็นร้อยละ 9 ของพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ความสัมพันธ์ของดินเค็มกับธรณีวิทยา

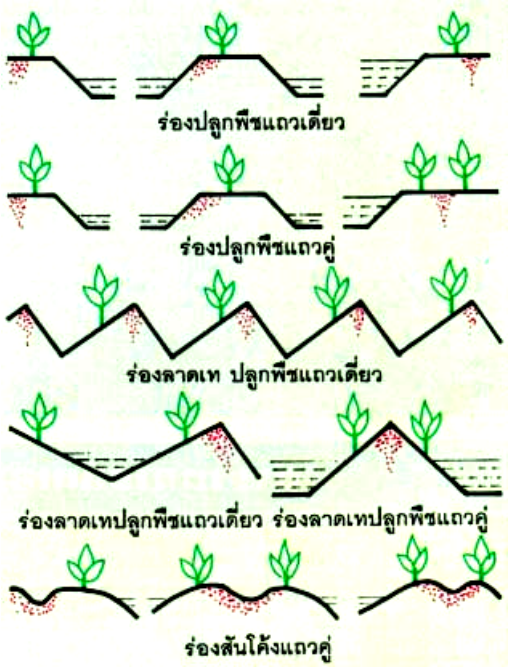



Outside
the saline patch
Inside
the saline patch
Litle salt concentration because the profile is not suplied with saline water by the aquifer
Strong salt accumulation because the profile is supplied with saline water by the aquifer
Surface
0 cm
SL
15 cm
SL
50 cm
LS
70 cm
Saline aquifer waters
Layer with bulk density near 2 that prevents the contact with the aquifer waters
This layer permits the rise up of the aquifer water

การแพร่กระจายของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

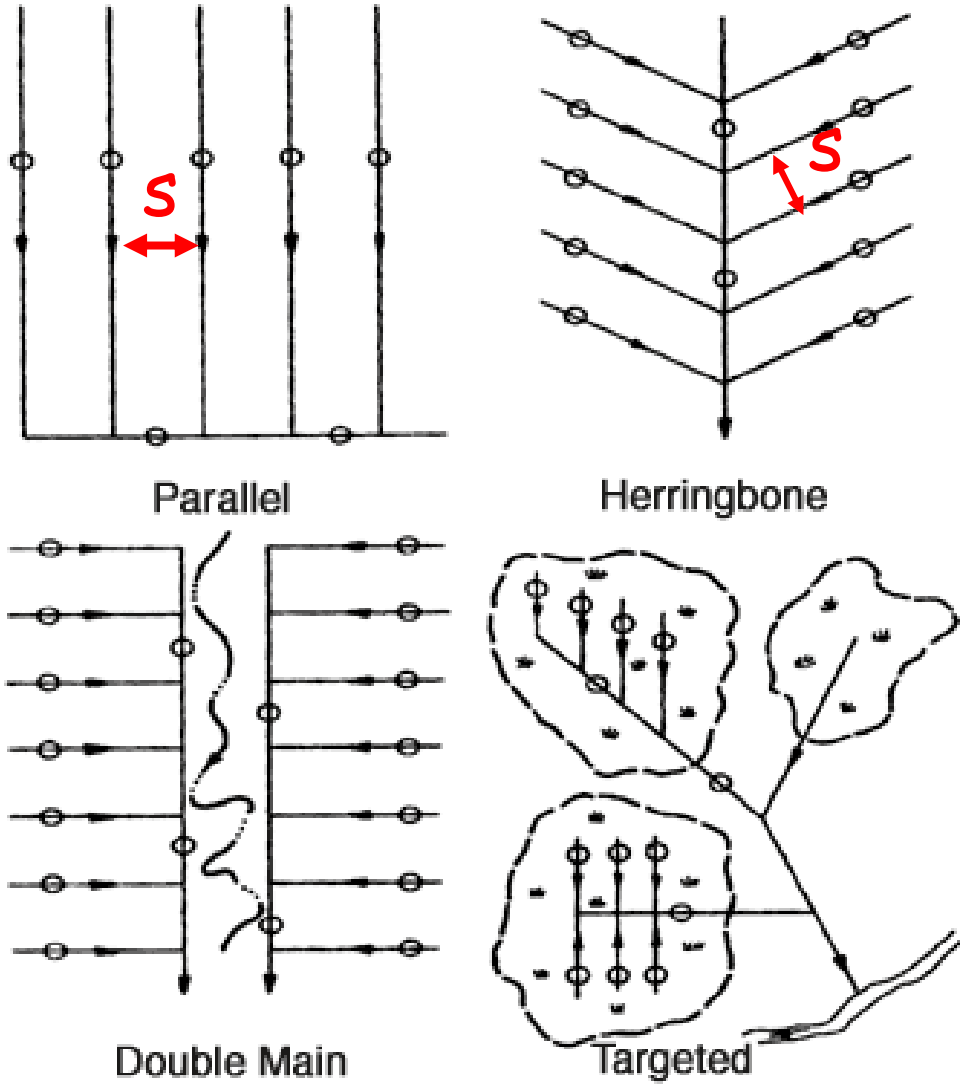
การแก้ไขปัญหาดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

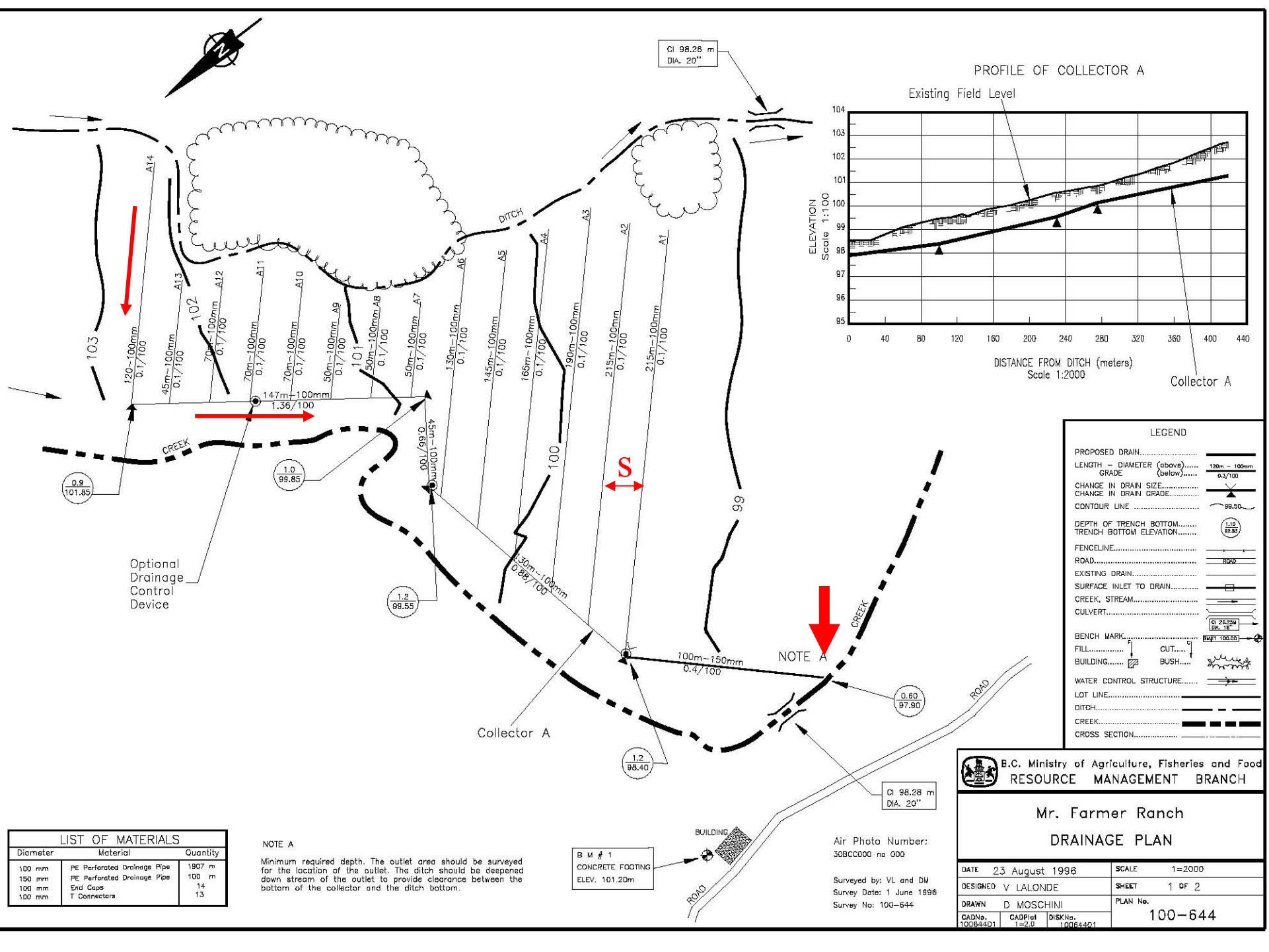
วิธีพืช



วิธีกล

การคำนวณหาระยะห่างของท่อระบายน้ำเพื่อควบคุมดินเค็ม





PROFILE OF COLLECTOR A

LEGEND

- PROPOSED DRAIN
- LENGTH – DIAMETER (above) / GRADE (below) — 120m – 100mm, 0.3/100
- CHANGE IN DRAIN SIZE / CHANGE IN DRAIN GRADE
- CONTOUR LINE — 99.50
- DEPTH OF TRENCH BOTTOM / TRENCH BOTTOM ELEVATION — 1.10, 88.83
- FENCELINE
- ROAD — ROAD
- EXISTING DRAIN
- SURFACE INLET TO DRAIN
- CREEK, STREAM
- CULVERT
- BENCH MARK — CI 26.254 DIA. 18", BMP1 100.00
- FILL / CUT
- BUILDING / BUSH
- WATER CONTROL STRUCTURE
- LOT LINE
- DITCH
- CREEK
- CROSS SECTION

LIST OF MATERIALS

Diameter	Material	Quantity
100 mm	PE Perforated Drainage Pipe	1907 m
150 mm	PE Perforated Drainage Pipe	100 m
100 mm	End Caps	14
100 mm	T Connectors	13

NOTE A

Minimum required depth. The outlet area should be surveyed for the location of the outlet. The ditch should be deepened down stream of the outlet to provide clearance between the bottom of the collector and the ditch bottom.

Air Photo Number:
30BCC000 no 000

Surveyed by: VL and DM
Survey Date: 1 June 1996
Survey No: 100-644

B.C. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food
RESOURCE MANAGEMENT BRANCH

Mr. Farmer Ranch

DRAINAGE PLAN

DATE	23 August 1996	SCALE	1=2000
DESIGNED	V LALONDE	SHEET	1 OF 2
DRAWN	D MOSCHINI	PLAN No.	100-644
CADNo. 100644D1	CADPlot 1=2.0	DISKNo. 100644D1	

ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

1. การหาความลึกของท่อระบายน้ำใต้ดิน

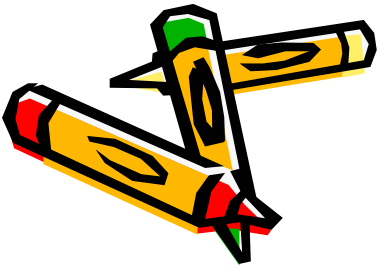
    1.1 ความลึกของรากพืช

    1.2 ค่าเฮดทางชลศาสตร์

2 การหาระยะห่างของท่อระบายน้ำใต้ดิน

    2.1 สภาวะการไหลแบบคงตัว

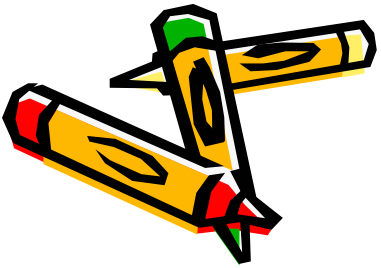
    2.2 สภาวะการไหลแบบไม่คงตัว



ความลึกของรากพืช

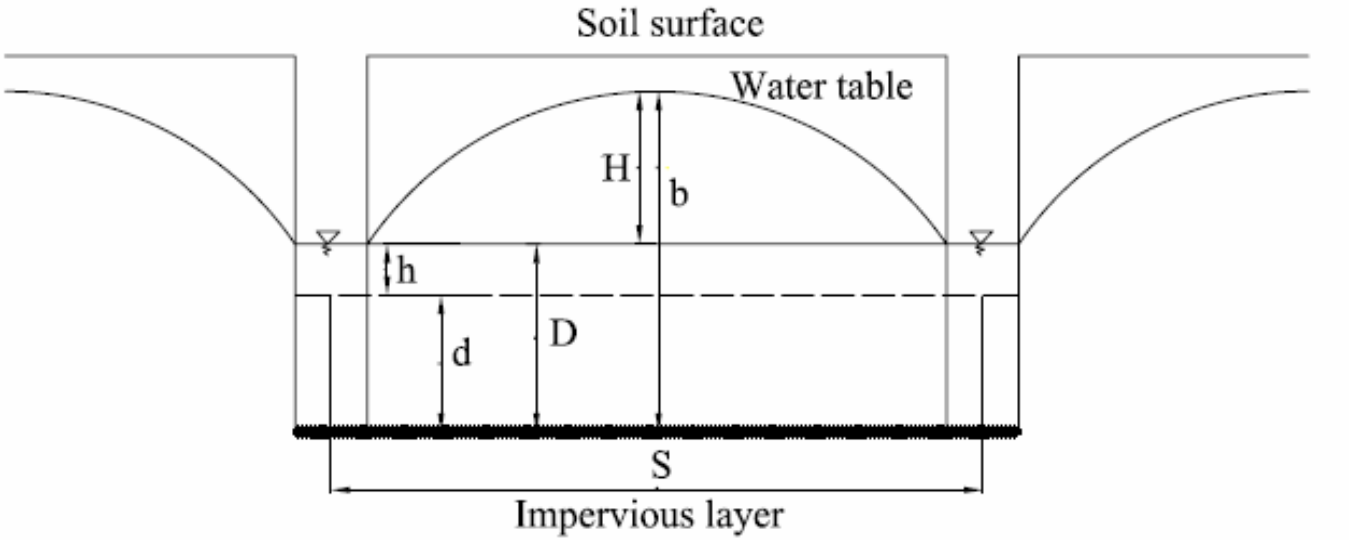
ความลึกของรากพืชจะผันแปรตามอายุและระยะเวลาที่พืชมีการเจริญเติบโต (Active growth) ซึ่งความลึกของรากพืชมีค่าเฉลี่ยโดยประมาณ 30 - 45 เซนติเมตร ต่อระยะเวลาที่พืชมีการเจริญเติบโตหนึ่งเดือน

(เกรียงศักดิ์, 2527)



2 การหาระยะห่างของท่อระบายน้ำใต้ดิน

2.1 สภาวะการไหลแบบคงตัว



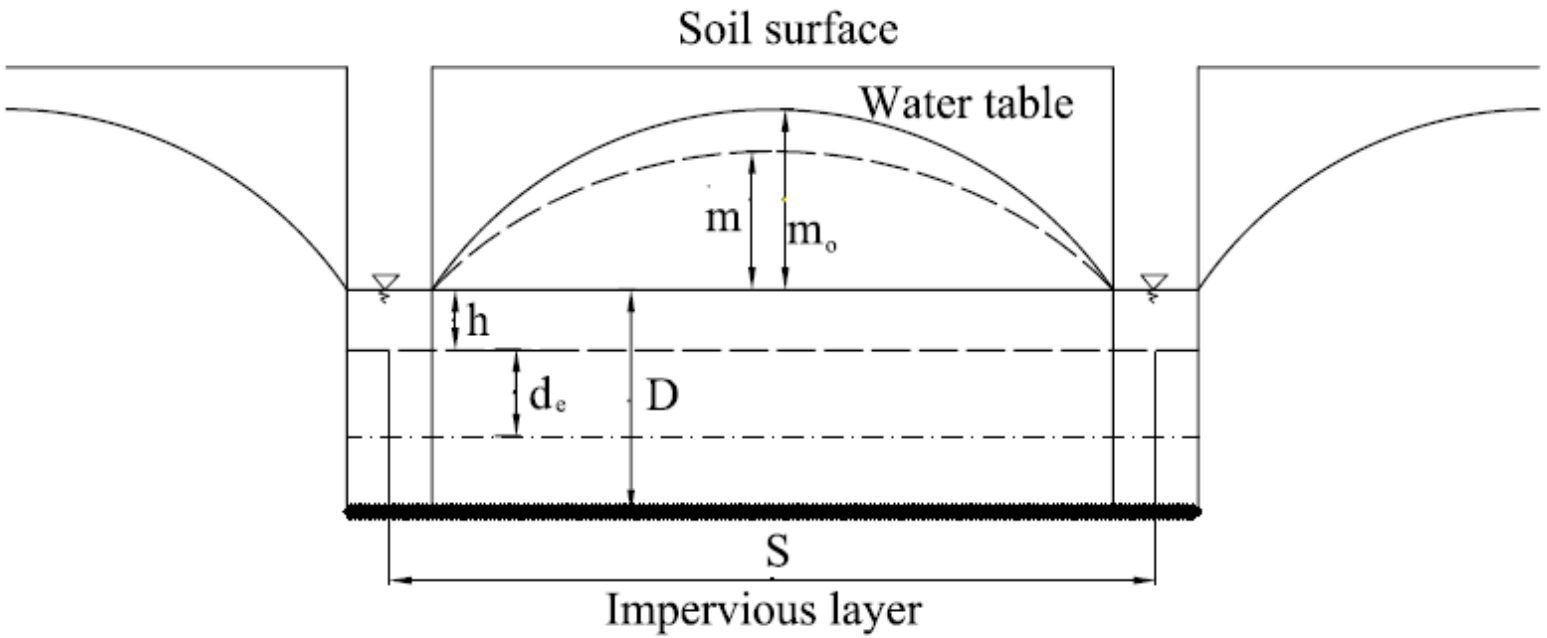
$$S^2 = \frac{4K(H^2 + 2dH)}{i}$$

เมื่อ K = ค่าสภาพนำชลศาสตร์ (hydraulic conductivity) มีหน่วยเป็น (m/day)

H = เฮดทางชลศาสตร์ (Hydraulic head) มีหน่วยเป็น (m)

i = อัตราการตกของฝน (rainfall intensity) หรือ อัตราการให้น้ำชลประทาน (irrigation rate) มีหน่วยเป็น (m/day)

2.2 สภาวะการไหลแบบไม่คงตัว



$$S^2 = \frac{9\,K\,t\,d_e/\mu}{\ln[m_0(2d_e+m)] - \ln[m(2d_e+m)]}$$

3. วิธีการ ข้อมูล และผลการศึกษา

3.1 การวิเคราะห์ขนาดของเม็ดดิน

3.1.1 โดยวิธีร่อนด้วยตะแกรง (Sieve analysis หรือ Mechanical analysis)

3.1.2 โดยวิธีตกตะกอน (Hydrometer analysis)

สร้างกราฟการกระจายตัวของเม็ดดิน

หาปริมาณเนื้อดินหรือสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ดินทราย ดินทรายแป้ง และดินเหนียว

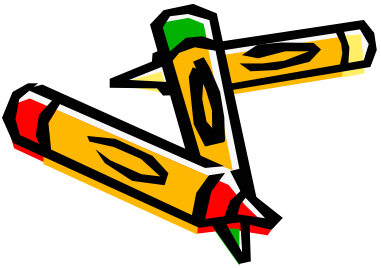
ทราบเนื้อดินหรือสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ดินทราย ดินทรายแป้ง และดินเหนียว

ทฤษฎีการระบายน้ำระบบการไหลแบบคงตัวและแบบไม่คงตัว

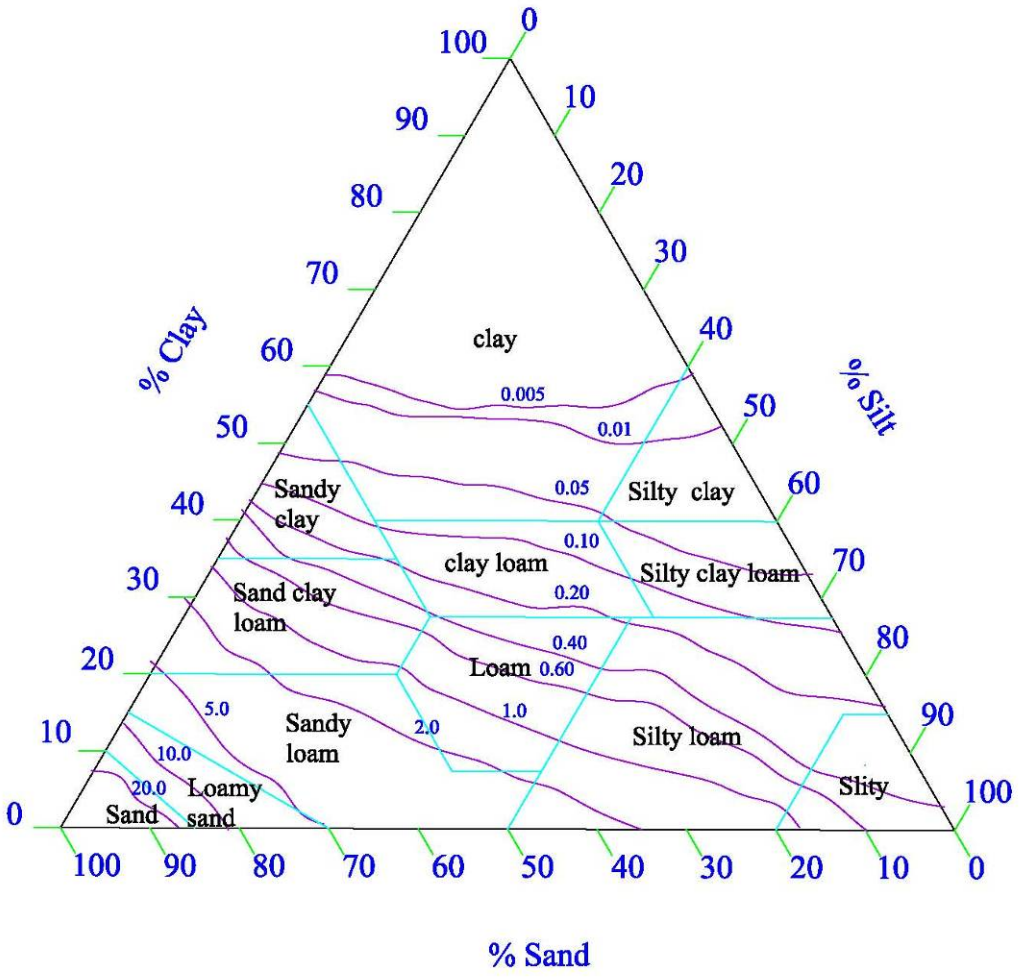
การคำนวณค่าระยะห่างของระบบระบายน้ำได้ถูกต้องจะช่วยประหยัด
ค่าก่อสร้างระบบระบายน้ำได้มาก

คำนวณค่าสำเร็จรูปโดยใช้วิธี pedo transfer function ไว้ในตารางสามเหลี่ยมจำแนกดิน

สามารถอ่านค่าระยะห่างของท่อระบายน้ำได้เลย



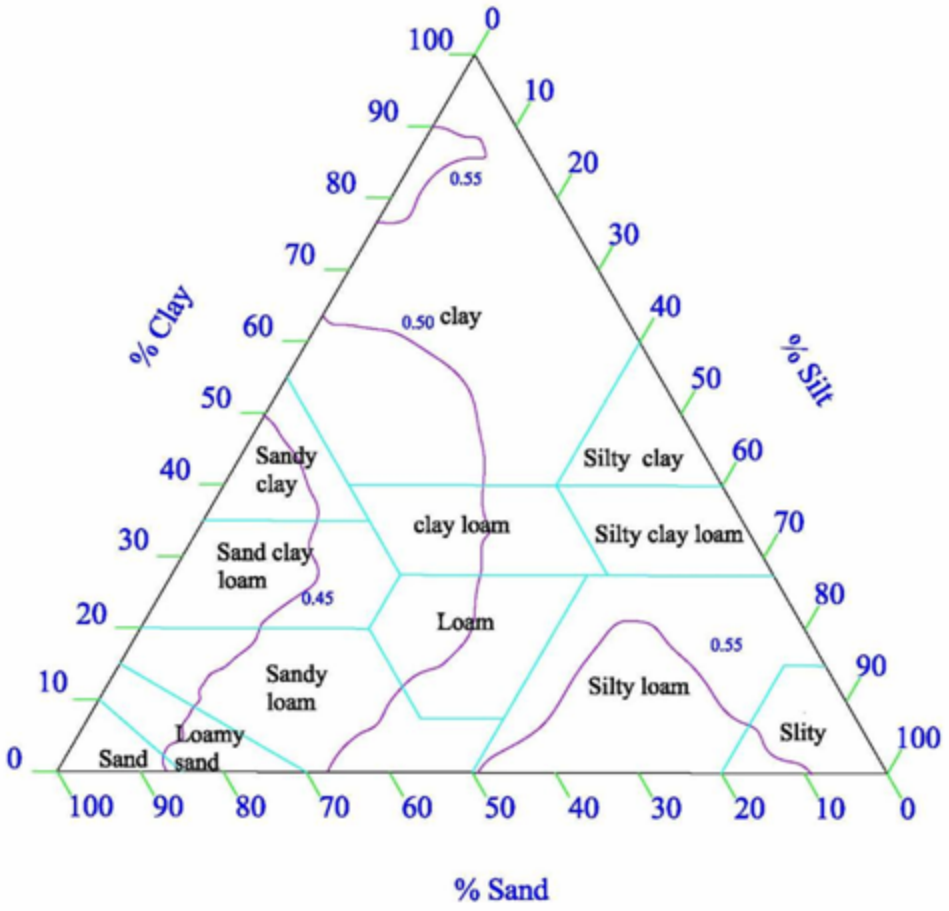
3.2 การหาค่าสภาพนำชลศาสตร์ของดินที่อิ่มตัว



ภาพที่ 3 ค่าสภาพนำชลศาสตร์ในหน่วย cm / hr หาได้จากสามเหลี่ยมจำแนกดิน

(Rawls and Brakensick, 1985)

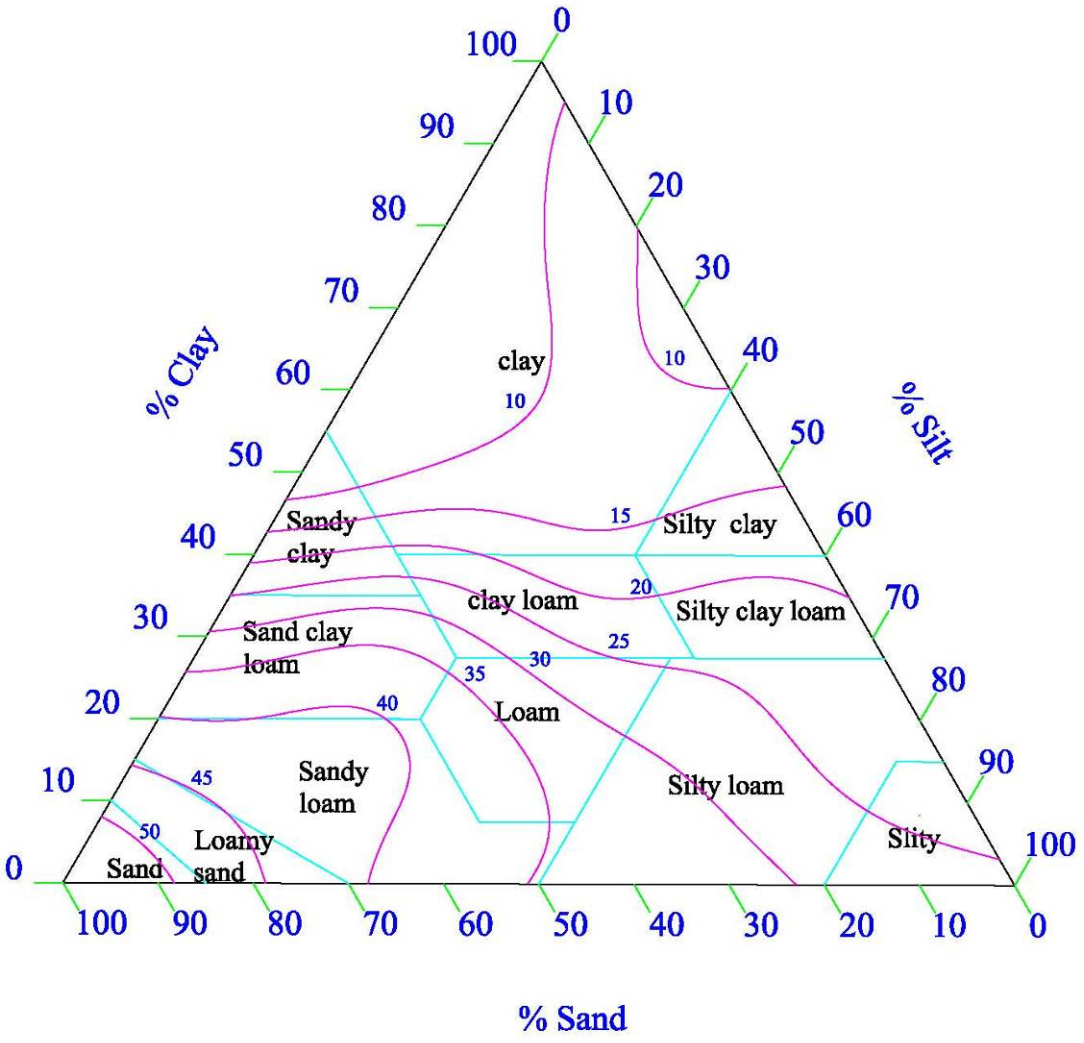
3.3 การหาความพรุนรวม



ภาพที่ 3.7 ค่าความพรุนรวม หาได้จากสามเหลี่ยมจำแนกดิน

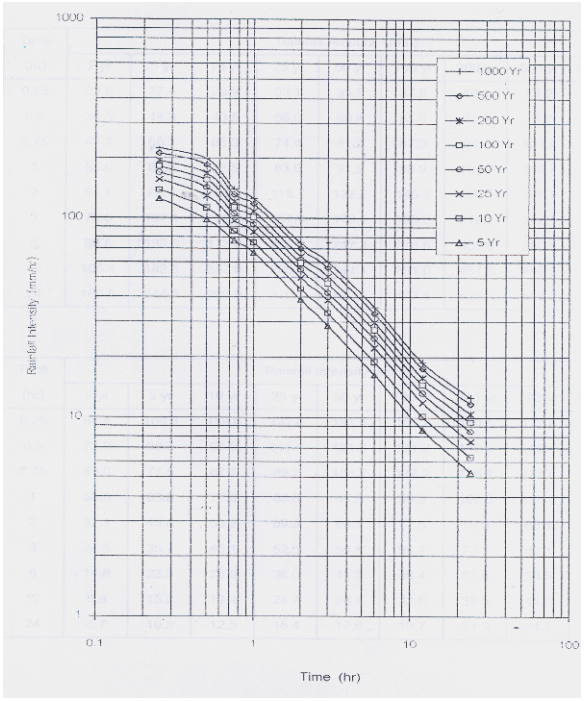
(Rawls Brakensick and Soni, 1987)

3.4 การหาค่าแฟกเตอร์ปรับแก้ความพรุนเพื่อหาสัมประสิทธิ์ความพรุนยังผลของดิน

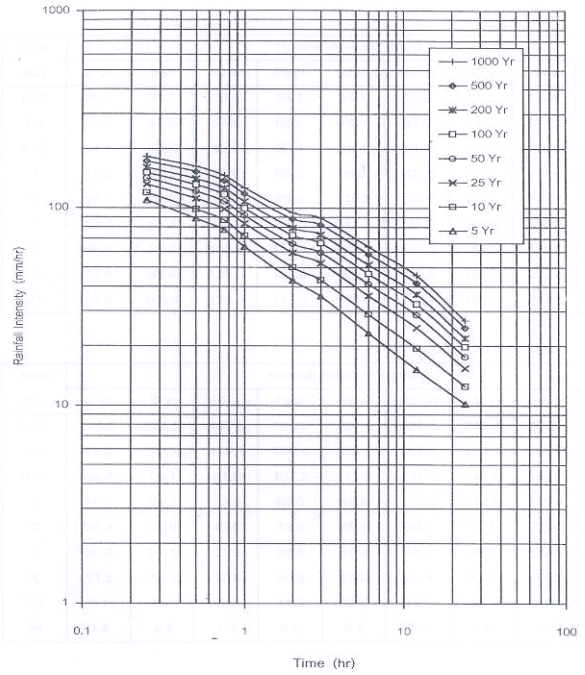


ภาพที่ 3.7 ค่าแฟกเตอร์ปรับแก้ความพรุนเพื่อหาสัมประสิทธิ์ความพรุนยังผลของดิน

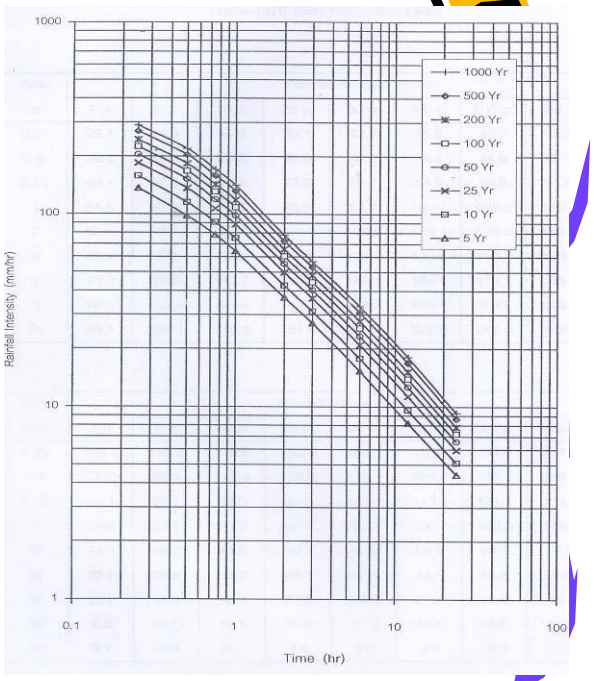
3.5 อัตราการตกของฝนจากความสัมพันธ์ความเข้ม-ช่วงเวลา-ความถี่ (IDF-Curve)



ภาพที่ 4 IDF-Curve ของฝน ในจังหวัดขอนแก่น



ภาพที่ 5 IDF-Curve ของฝน ในจังหวัดนครพนม



ภาพที่ 6 IDF-Curve ของฝน ในจังหวัดนครราชสีมา

(พิสิษฐ์, 2542)

3.3 ความลึกและระยะห่างท่อระบายน้ำใต้ดินในสภาวะการไหลแบบคงตัว

*** พารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ

* ค่าสภาพนำชลศาสตร์ (Hydraulic Conductivity, K)

* อัตราการตกของฝนจากความสัมพันธ์ความเข้ม - ช่วงเวลา – ความถี่ (Rainfall intensity, i)

*** กำหนดค่าเพื่อใช้ในการคำนวณ

* ค่าเฮดทางชลศาสตร์ (Hydraulic head, H) → 1 เมตร

* ท่อระบายน้ำถึงชั้นทึบน้ำ (Effective depth,de) → 8.2 เมตร

ชั้นทึบน้ำ (Impervious layer, d) → 10 เมตร

ความลึกรากพืช (Root zone ,R) → 0.8 เมตร

ตัวอย่างการคำนวณหาระยะห่างของท่อระบายน้ำใต้ดินในสภาวะการไหลแบบคงตัว

Sand	=	90 %	เนื้อดิน } Sand = ดินทราย
Silt	=	5 %	
Clay	=	5 %	

จากกราฟการหาค่าสภาพนำชลศาสตร์ในหน่วย cm/hr จากสามเหลี่ยมจำแนกเนื้อดินซึ่งดัดแปลงจาก Rawls and Brakensick (1985) โดยใช้สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ดินทรายกับดินเหนียว

พบว่า ค่าสภาพนำชลศาสตร์ (Hydraulic Conductivity, K) → = 25 cm/hr

= 6 m/day

ค่าเฮดทางชลศาสตร์ (Hydraulic head, H) → = 1 m

ท่อระบายน้ำถึงชั้นแน่นทึบ (Impervious layer, d) → = 8.2 m

อัตราการตกของฝนจากความสัมพันธ์ความเข้ม - ช่วงเวลา - ความถี่ ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในคาบกลับ 5 ปี ของจังหวัดขอนแก่น (Rainfall intensity, i) → = 5.3 mm / hr

= 0.1272 m/day

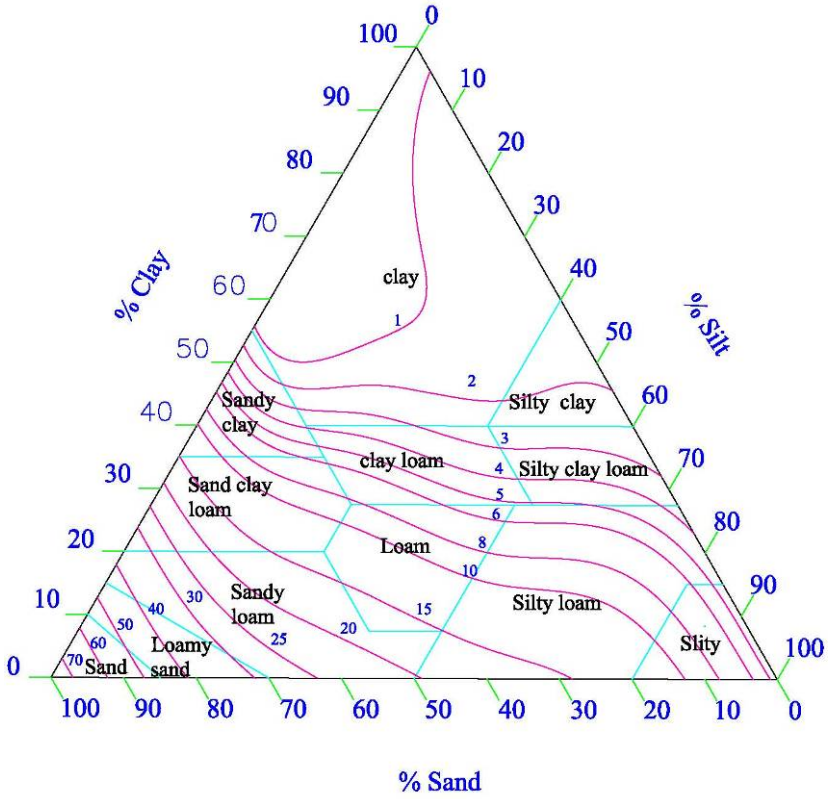
แทนค่าในสมการ Hooghoudt

$$S^2 = \frac{4K(H^2 + 2dH)}{i}$$

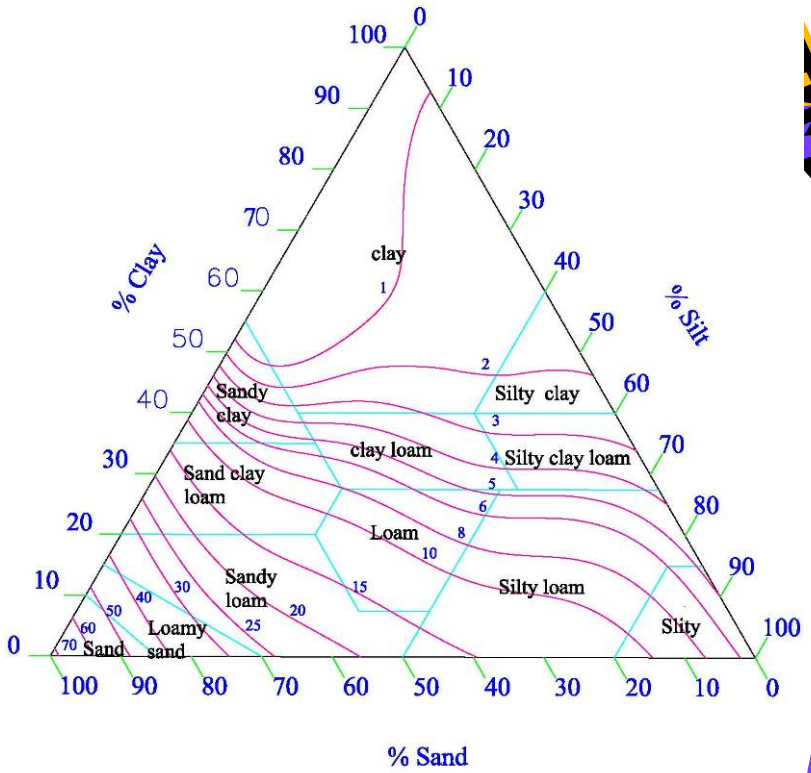
$$S^2 = \frac{4 \times 6(1^2 + (2 \times 8.2 \times 1))}{0.1272}$$

S = 57 เมตร

ผลการคำนวณระยะห่างท่อระบายน้ำใต้ดินในสภาวะการไหลแบบคงตัว

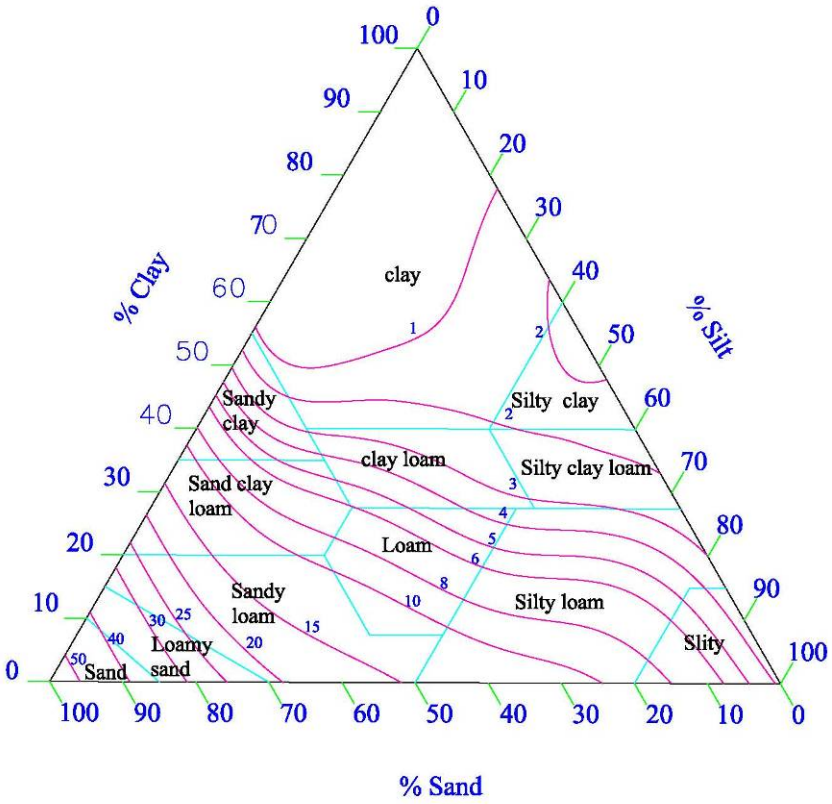


ภาพที่ 7 ระยะห่างของท่อระบายน้ำ สำหรับ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 5 ปี ของจังหวัดขอนแก่น

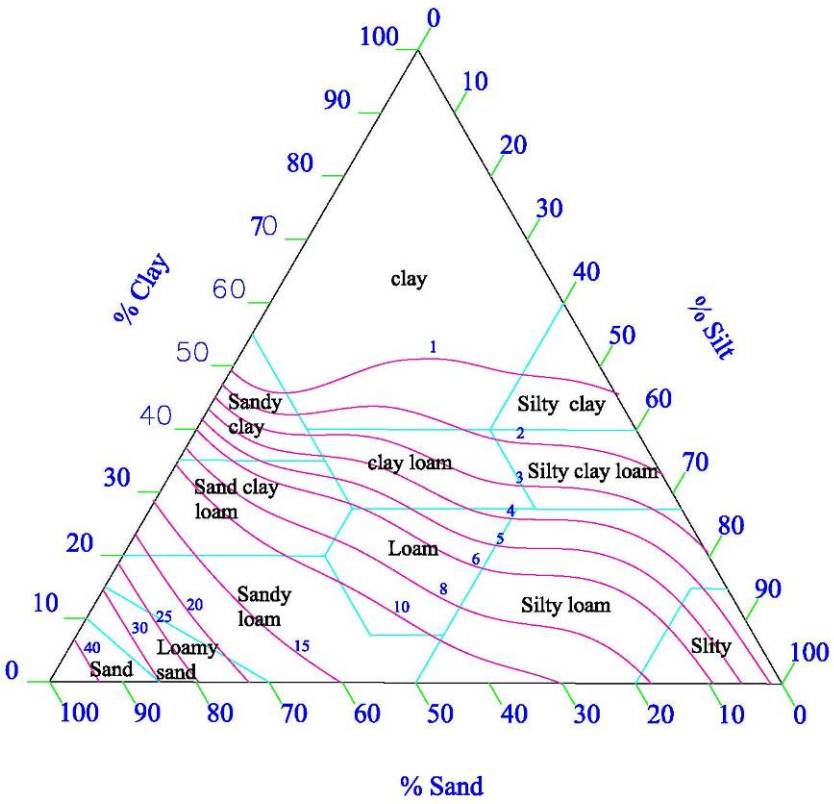


ภาพที่ 8 ระยะห่างของท่อระบายน้ำ สำหรับ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 10 ปี ของจังหวัดขอนแก่น

ผลการคำนวณระยะห่างท่อระบายน้ำใต้ดินในสภาวะการไหลแบบคงที่

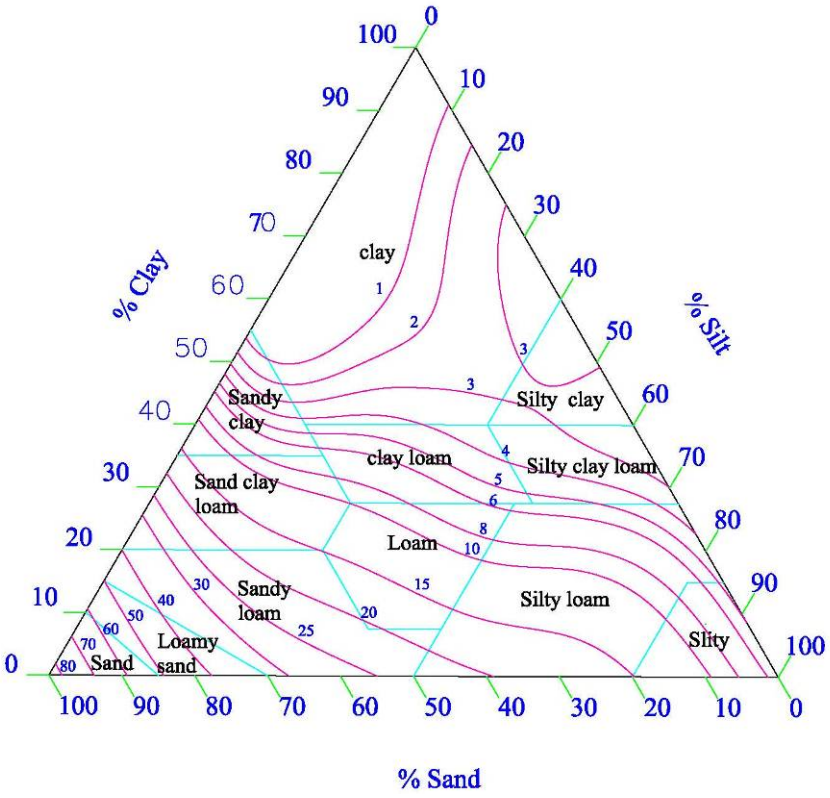


ภาพที่ 9 ระยะห่างของท่อระบายน้ำ สำหรับ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 5 ปี ของจังหวัดนครพนม

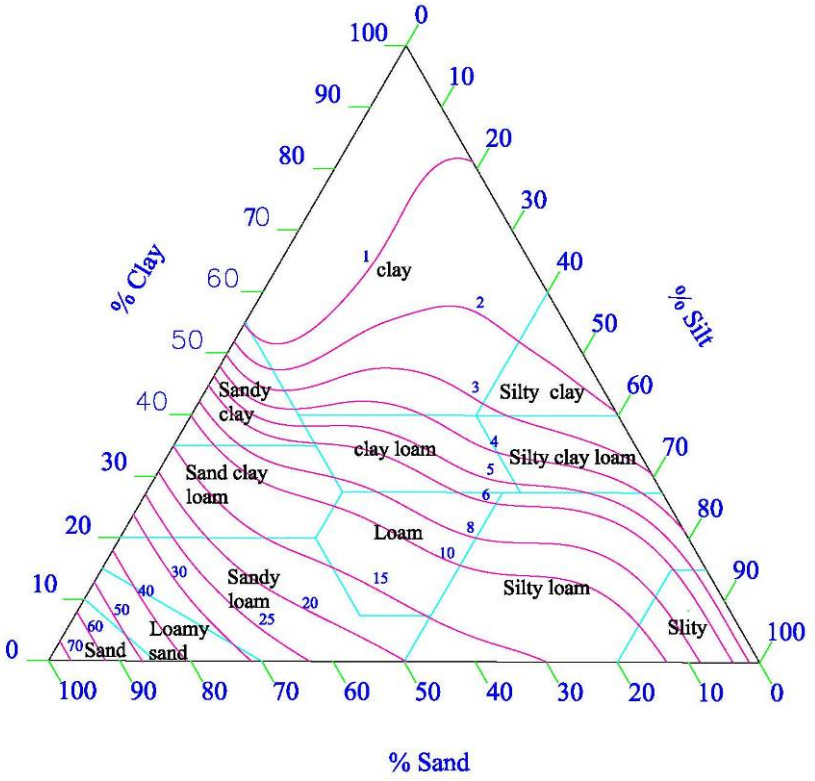


ภาพที่ 10 ระยะห่างของท่อระบายน้ำ สำหรับ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 10 ปี ของจังหวัดนครพนม

ผลการคำนวณระยะห่างท่อระบายน้ำใต้ดินในสภาวะการไหลแบบคงที่



ภาพที่ 11 ระยะห่างของท่อระบายน้ำ สำหรับ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 5 ปี ของจังหวัดนครราชสีมา



ภาพที่ 12 ระยะห่างของท่อระบายน้ำ สำหรับ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 10 ปี ของจังหวัดนครราชสีมา

3.3 ความลึกและระยะห่างท่อระบายน้ำใต้ดินในสภาวะการไหลแบบไม่คงตัว

*** พารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ

* ค่าสภาพนำชลศาสตร์ (Hydraulic Conductivity, K)

* ค่าความพรุนรวม (total porosity, f) → * ค่าความพรุนยังผล (effective porosity, μ)

* ชั้นทึบน้ำ (D)เทียบกับ Spacing (S) → * ค่าความลึกยังผล (Effective depth, de)

*** กำหนดค่าเพื่อใช้ในการคำนวณ

* ระดับความสูงของผิวน้ำใต้ดินเริ่มต้น (m_0) → 1.8 เมตร

* ระดับความสูงของผิวน้ำใต้ดินจากระดับท่อระบายน้ำที่ระยะกึ่งกลางระหว่างท่อระบายน้ำ

m → 1 เมตร

* เวลาของระดับน้ำใต้ดินลดจาก m_0 ถึง m (t) → 1 วัน

ตัวอย่างการคำนวณหาระยะห่างของท่อระบายน้ำใต้ดินในสภาวะการไหลแบบไม่คงตัว

Sand = 30 %

Silt = 35 %

Clay = 35 %

Clay loam = ดินร่วนปนเหนียว

ค่าสภาพนำชลศาสตร์ จากสามเหลี่ยมจำแนกเนื้อดิน = 0.15 cm/hr

= 0.036 m/day

ค่าความพรุนรวม(total porosity) = 0.5

เพื่อหาสัมประสิทธิ์ความพรุนยังผล (effective porosity)

ของดินร่วนปนเหนียวคิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ของความพรุนรวม = 0.1

ความลึกจากผิวดินถึงชั้นแน่นทึบ (Impervious layer, d) = 10 m

เมื่อนำมาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างท่อระบายน้ำใต้ดินกับความลึกของชั้นแน่นทึบจากกราฟ Hooghoudt

Equivalent depth พบว่าความลึกยังผล (Equivalent layer ,de) = 1.7 m

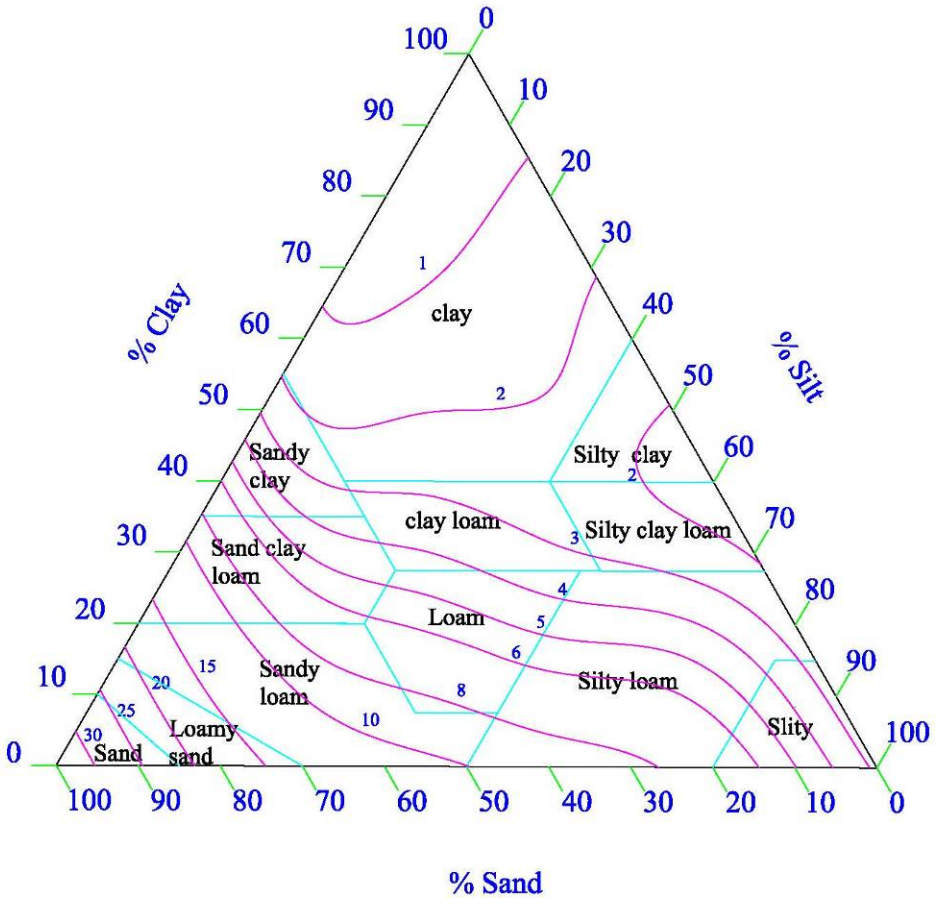
แทนค่าในสามการ Van Schilfgaarde

$$S = \left[\frac{9K + d_e}{\mu \left[\ln\left[m_o \left(2d_e + m \right) \right] - \ln\left[m \left(2d_e + m \right) \right] \right]} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$S = \left[\frac{9 \times 0.036 \times 1 \times 1.7}{0.1 \left[\ln\left[1.8 \left((2 \times 1.7) + 1 \right) \right] - \ln\left[1 \left((2 \times 1.7) + 1 \right) \right] \right]} \right]^{\frac{1}{2}}$$

S = 3 เมตร

ผลการคำนวณระยะห่างท่อระบายน้ำใต้ดินในสภาวะการไหลแบบไม่คงตัว

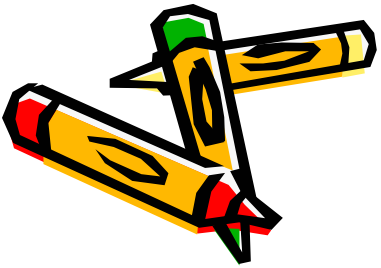


ภาพที่ 15 ระยะห่างท่อระบายน้ำในสภาวะการไหลแบบไม่คงตัว ในระยะเวลาการระบายน้ำ 1 วัน

4. สรุป

1. ระยะห่างของท่อระบายน้ำเพื่อควบคุมและป้องกันดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แสดงในรูปของสามเหลี่ยมจำแนกดินทั้ง กรณีการไหลแบบคงตัวและไม่คงตัว สำหรับการไหลแบบคงตัวได้ใช้ข้อมูลฝนขนาดช่วงเวลาการตก 24 ชั่วโมงที่คาบการกลับ 5 และ 10 ปี ของจังหวัดขอนแก่น จังหวัดนครพนม และจังหวัดนครราชสีมา

2. การศึกษานี้ได้เสนอวิธีการคำนวณระยะห่างของท่อระบายน้ำใต้ดินสำหรับการไหลทั้งแบบคงตัวและแบบไม่คงตัว เพื่อใช้สำหรับกรณีหาระยะห่างของท่อระบายน้ำใต้ดิน ในพื้นที่อื่นหรือเมื่อลักษณะของชั้นดินที่มีลักษณะไม่เหมือนกับในการศึกษาครั้งนี้



5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น