

# การกำจัดน้ำทิ้งด้วยระบบ Land Treatment

พัชรี หอวิจิตร\*

## บทคัดย่อ

Land Treatment เป็นระบบการกำจัดน้ำทิ้งโดยมีพืชและดินเป็นตัวกำจัดความโสโครกในน้ำทิ้ง ระบบนี้ใช้กำจัดน้ำทิ้งที่ผ่านระบบกำจัดอื่นมาก่อนหรือในบางกรณีอาจใช้กำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมได้ Land Treatment มี ๓ วิธี คือ Slow Rate, Overland Flow และ Rapid Infiltration ระบบนี้จะให้ผลของการกำจัดน้ำทิ้งดี สิ้นค่าใช้จ่ายในการกำจัดน้อย และให้ผลพลอยได้จากการหมุนเวียนน้ำมาใช้ใหม่ และการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้สูงขึ้น แต่จะต้องใช้พื้นที่สำหรับระบบกำจัดมาก Land Treatment เป็นวิธีกำจัดน้ำทิ้งที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

## ๑. บทนำ

ในปัจจุบันวิวัฒนาการการกำจัดน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน และจากโรงงานอุตสาหกรรมได้ก้าวหน้าไปมาก กล่าวคือ ได้มีการค้นคว้าวิจัยหาวิธีการกำจัดน้ำทิ้งด้วยวิธีใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นและให้มีประสิทธิภาพในการกำจัดดีขึ้น น้ำที่ผ่านจากระบบกำจัดแล้วจะนำไปทิ้งได้ ๓ วิธี คือ ทิ้งลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ ได้แก่ แม่น้ำ, ลำคลอง บึง บ่อ ทะเลสาบ ฯลฯ วิธีหนึ่ง ทิ้งสู่พื้นดินหรือที่เรียกว่า Land Treatment อีกวิธีหนึ่ง ส่วนวิธีสุดท้ายคือการให้ซึมผ่านชั้นทรายพร้อม ๆ กับที่ปล่อยให้น้ำระเหยสู่อากาศ ซึ่งจะใช้วิธีนี้ได้เฉพาะในพื้นที่ที่เป็นทรายและแห้งแล้งเท่านั้น เช่น ในบริเวณทะเลทราย เป็นต้น ใน ๓ วิธีที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ วิธีที่นิยมใช้มากที่สุดคือวิธีแรก ซึ่งเป็นการทิ้งสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ เพราะเป็นวิธีที่สะดวกที่สุด แต่การใช้วิธีนี้ยังคงมีข้อจำกัด เช่น ในพื้นที่บางแห่งอาจไม่มีแหล่งน้ำซึ่งจะรับน้ำทิ้งจากระบบกำจัดได้ นอกจากนี้ยังได้มีการค้นพบแล้วว่าการใช้วิธีนี้อาจทำให้เกิดปัญหาของสภาพแวดล้อมได้อีกมากมายทีเดียว ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้หันมาสนใจเริ่มต้นค้นคว้าวิจัยวิธีการที่ ๒ หรือ Land Treatment กันมากขึ้น

อันที่จริงวิธีการนี้ไม่ใช่วิธีการใหม่ในสาขาวิศวกรรมสุขาภิบาล จากหลักฐานต่าง ๆ พบว่าวิธีนี้เคยใช้มาตั้งแต่สมัยกรีกโบราณ และใช้กันแพร่หลายมากที่สุดในราวศตวรรษที่ ๑๙ ในแถบยุโรป แต่วิธีกำจัดน้ำทิ้งแบบ Land Treatment นี้จะต้องใช้เนื้อที่มากและประกอบกับในเวลาต่อมาเมืองต้องขยายเนื้อที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้เลิกนิยมใช้วิธีนี้และหันไปค้นคว้าหาวิธีใหม่ ถึงอย่างไรก็ตามวิธีที่ค้นคว้าขึ้นใหม่นี้ยังคงมีปัญหาในการทิ้งน้ำซึ่งผ่านระบบกำจัดแล้ว ดังนั้นจึงได้มีการค้นคว้าเกี่ยวกับ Land Treatment ใหม่เพื่อวิวัฒนาการให้วิธีนี้มีประโยชน์มากขึ้นกว่าเดิม วิธีการนี้นอกจากจะใช้ในการกำจัดน้ำทิ้งจากระบบกำจัดน้ำทิ้งแล้วในบางครั้งอาจใช้เป็นการกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรง ในบทความนี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีการกำจัดแบบ Land Treatment เพราะวิธีนี้เหมาะที่จะใช้กับสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของเรามาก

## ๒. วิธีในการกำจัดน้ำทิ้งแบบ Land Treatment

Land Treatment เป็นวิธีกำจัดน้ำทิ้งโดยใช้ดินและพืชเป็นตัวกำจัดความโสโครกที่มีอยู่ในน้ำทิ้ง โดยวิธีนี้จะทำให้เกิดผลพลอยได้นอกจากการกำจัดความโสโครกในน้ำทิ้งอีกหลายประการเช่น การหมุนเวียนน้ำมาใช้ใหม่และการใช้ในโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งเป็นอาหารพืช ซึ่งเป็นการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

\* อาจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Land Treatment มีหลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่ใช้กันมากมี 3 วิธี คือ

1. Spray irrigation หรือ Slow rate; น้ำทิ้ง ถูกปล่อยไปตามร่องน้ำ และส่วนหนึ่งไหลซึมไปตามพื้นดิน ดังแสดงในภาพที่ 1 (a) ส่วนภาพที่ 1 (b) และ 1 (c) แสดงระบบ Land Treatment แบบ Slow rate ซึ่งนิยมใช้ 2 แบบ คือ แบบร่องน้ำ (surface) และแบบหัวฉีด (sprinkler) โดยวิธี Slow rate นี้ สิ่งโสโครกในน้ำทิ้งบางส่วนจะถูกกำจัดโดยพืชดูดซึมไปเป็นอาหาร บางส่วนจะถูกเปลี่ยนสภาพให้เป็นสารที่ปราศจากอันตรายอยู่ภายในดิน และบางส่วนจะยังคงเก็บอยู่ในสภาพเดิมภายในดิน ส่วนน้ำจะซึมผ่านชั้นดินไปเป็นน้ำใต้ดิน ในขณะที่บางส่วนจะไหลผ่านไบบนดิน บางส่วนถูกดูดโดยพืช และบางส่วนระเหยไปในอากาศ

2. Overland flow; น้ำทิ้งจะถูกปล่อยให้ไหลไปตามพื้นดินที่ปลูกพืชไว้ และมีความลาดเอียงสู่ร่องน้ำ การไหลของน้ำแสดงในภาพที่ 2 (a) และระบบที่ใช้โดยทั่วไปของ Overland flow แสดงในภาพที่ 2 (b) ปริมาณของน้ำที่ซึมสู่ใต้ดิน (percolation) ในภาพที่ 2 (a) มีไม่มากนักเพราะลักษณะของพื้นดินที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดแบบนี้เป็นประเภทที่ไม่ดูดซึมน้ำ โดยวิธีนี้ถึงแม้ว่าดินจะไม่ได้ทำหน้าที่กรองน้ำ แต่ประสิทธิภาพในการกำจัดยังคงสูง ทั้งนี้เพราะน้ำทิ้งจะถูกกำจัดโดยแสงอุลตราไวโอเล็ตจากพระอาทิตย์, การออกซิเดชัน, การระเหยของน้ำ และจุลินทรีย์ในดิน

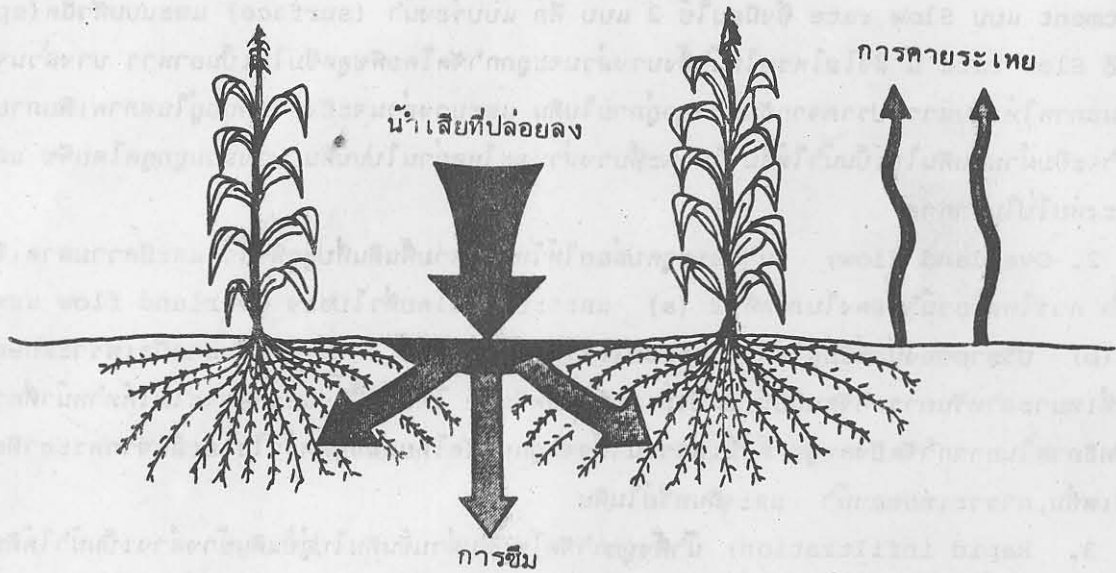
3. Rapid infiltration; น้ำทิ้งถูกกำจัดโดยซึมผ่านชั้นดินไปสู่ชั้นดินข้างล่างเป็นน้ำใต้ดิน ดังนั้นลักษณะของดินซึ่งเหมาะสำหรับการกำจัดโดยวิธีนี้ต้องมีดินทรายซึ่งน้ำสามารถซึมผ่านได้ดี ลักษณะการไหลของน้ำแบบ Rapid infiltration แสดงในภาพที่ 3 (a) ส่วนของน้ำที่ซึมเป็นน้ำใต้ดิน สำหรับวิธีนี้จะมากกว่าวิธีอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมาก และจะมีเป็นส่วนน้อยเท่านั้นที่ถูกดูดใช้โดยพืชหรือระเหยไปในอากาศ ดังนั้นในบางครั้งจึงได้มีการหมุนเวียนน้ำใต้ดินกลับขึ้นมาใช้ใหม่โดยวิธีวางท่อใต้ดิน (underdrains) หรือขุดบ่อ (wells) ดังแสดงในภาพที่ 3 (b) และ 3 (c)

### 3. สรุปและวิจารณ์

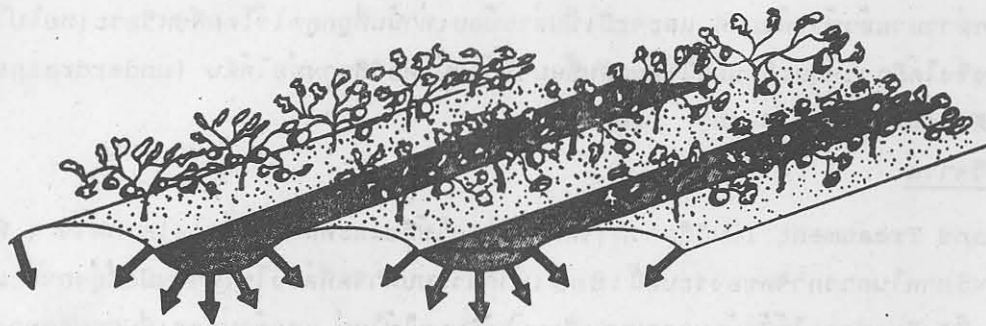
Land Treatment เป็นวิธีการกำจัดน้ำทิ้งโดยใช้พืชและดินกำจัดสิ่งโสโครกต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการในน้ำทิ้ง ประสิทธิภาพในการกำจัดของระบบนี้ เทียบเท่ากับระบบกำจัดที่ต้องใช้เครื่องมือที่ยุ่งยาก และทันสมัยทีเดียว นอกจากนี้ยังมีผลพลอยได้ทั้งด้านการหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่ และด้านการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอีก คุณภาพของน้ำที่ผ่านการกำจัดด้วยระบบ Land Treatment ทั้ง 3 วิธี สรุปไว้ในตารางที่ 1 ส่วนตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบของค่าและลักษณะที่ใช้ในการออกแบบของวิธีทั้ง 3 และตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบของลักษณะพื้นดินที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวิธีของ Land Treatment

ภาพที่ 1

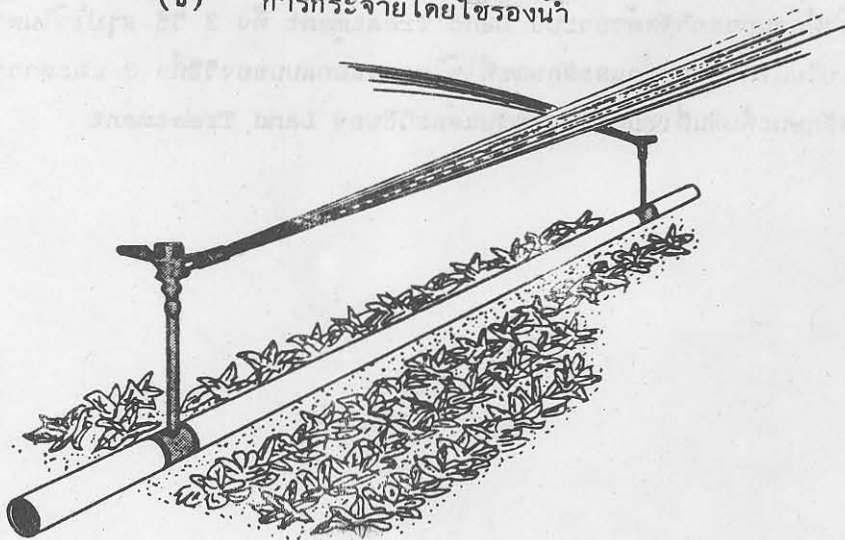
การพอกตามผิวแบบอัตราซ้ำ



(a) เส้นทางการซึม



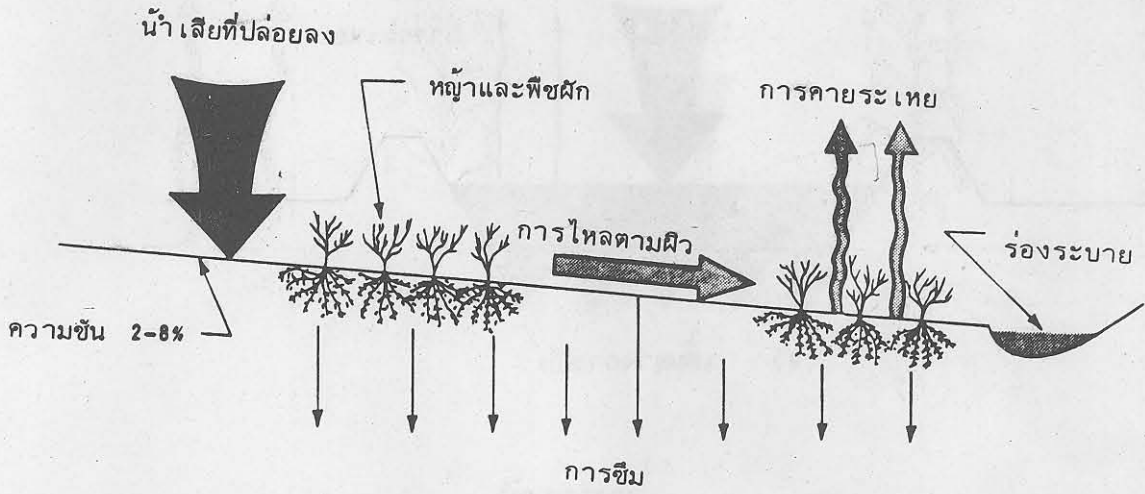
(b) การกระจายโดยใช้ร่องน้ำ



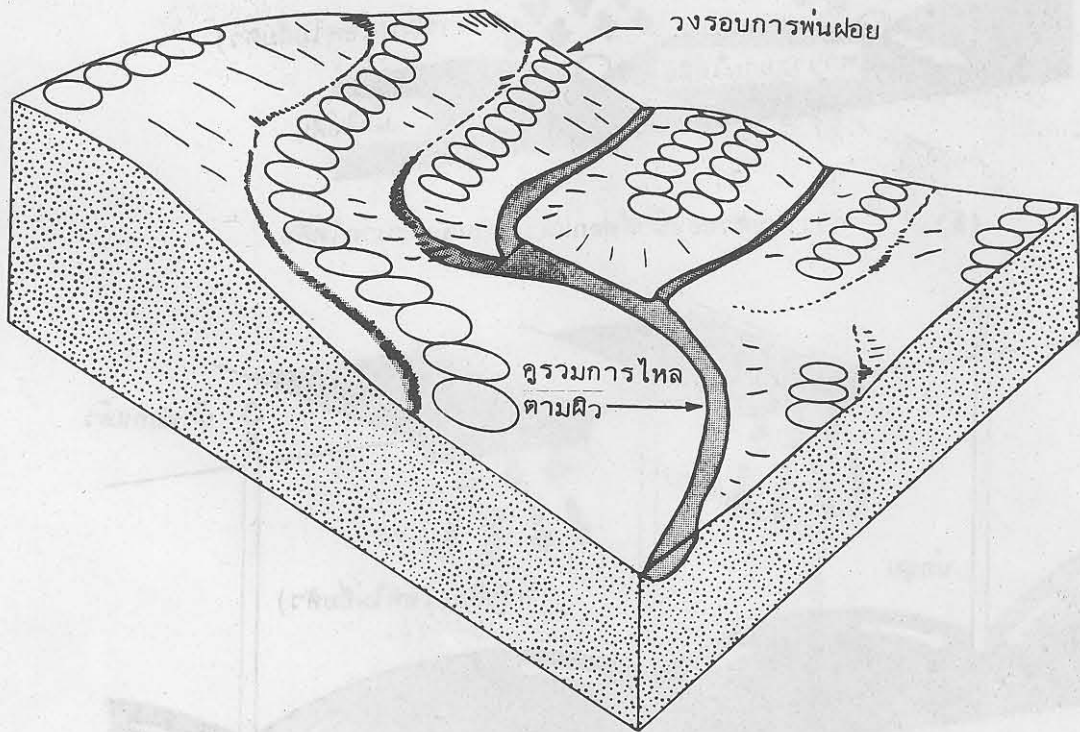
(c) การกระจายโดยการพ่นฝอย

ภาพที่ 2

ลักษณะการไหลตามผิว



(a) เส้นทางการไหล

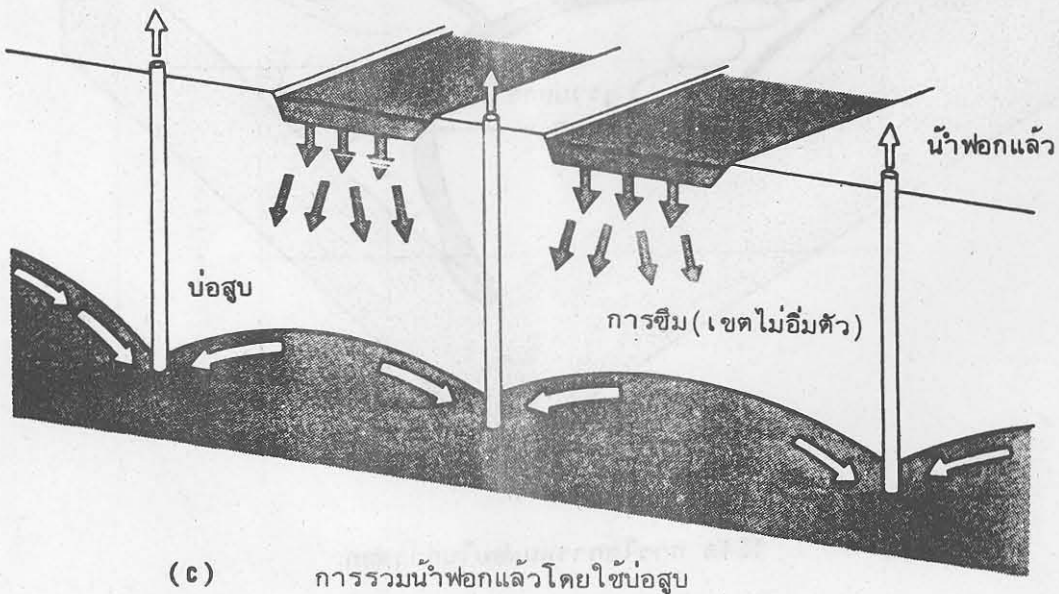
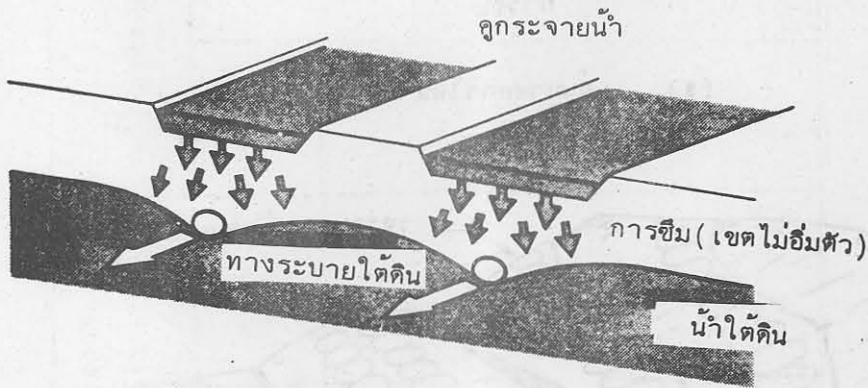
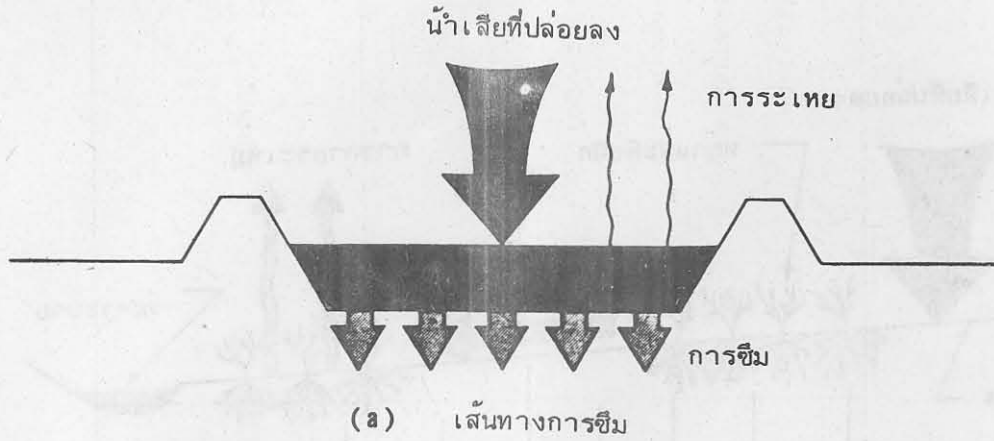


(b) วิธีจัด การใช้การผันผอยในการพอก



ภาพที่ 3

การซึมลงเร็ว



ตารางที่ 1 คุณภาพของน้ำจากระบบกำจัดแบบ Land Treatment

คุณสมบัติ	Slow rate (1)		Rapid Infiltration (2)		Overland flow (3)	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด
BOD	<2	<5	2	<5	10	<15
Suspended Solids	<1	<5	2	<5	10	<20
แอมโมเนียไนโตรเจน	<0.5	<2	0.5	<2	0.8	<2
ไนโตรเจนทั้งหมด	3	<8	10	<20	3	<5
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.1	<0.3	1	<5	4	<6

- (1) น้ำที่ผ่านระบบกำจัดแล้ว ซึมผ่านชั้นดินลึก 5 ฟุต (1.5 ม.)
- (2) น้ำที่ผ่านระบบกำจัดแล้ว ซึมผ่านชั้นดินลึก 15 ฟุต (4.5 ม.)
- (3) น้ำที่มาจากอาคารบ้านเรือน ซึ่งไหลตามผิวดิน เป็นระยะทางมากกว่า 150 ฟุต (45 ม.)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะและค่าที่ใช้ในการออกแบบสำหรับระบบกำจัดแบบ Land treatment

ค่าและลักษณะ	Slow Rate	Rapid Infiltration	Overland Flow
เทคนิคในการระบายน้ำทิ้งสู่ดิน	Sprinkler หรือ surface	surface	sprinkler หรือ surface
อัตราการระบายน้ำทิ้งต่อปี, ฟุต	2 ถึง 20	20 ถึง 560	10 ถึง 70
พื้นที่ที่ต้องการสำหรับอัตราการไหลของน้ำทิ้ง 1 mgd, เอเคอร์	56 ถึง 560	2 ถึง 56	16 ถึง 110
อัตราการระบายน้ำทิ้งต่อสัปดาห์, นิ้ว	0.5 ถึง 4	4 ถึง 120	2.5 ถึง 6 (1)
วิธีกำจัดน้ำทิ้ง เบื้องต้นก่อน เข้าสู่ระบบ Land Treatment	การตกตะกอนขั้นต้น	การตกตะกอนขั้นต้น	ผ่านตะแกรงและบ่อดักหินทราย
ลักษณะที่น้ำทิ้งถูกกำจัด	ถูกดูดซึมโดยพืชและซึมสู่ใต้ดิน	ส่วนใหญ่ซึมสู่ชั้นใต้ดิน	ไหลไปบนดินและถูกดูดซึมโดยพืช และมีบางส่วนที่ซึมสู่ใต้ดิน
พืชไร่ เพื่อช่วยกำจัดความโสโครก	ต้องการ	ไม่จำเป็น	ต้องการ

(1) ช่วงของอัตราการระบายที่ใช้สำหรับน้ำทิ้งที่ผ่านตะแกรงเท่านั้น  
 (2) ช่วงของอัตราการระบายที่ใช้สำหรับน้ำทิ้งที่ผ่านการเก็บกักในบ่อ (Lagoon) และการกำจัดขั้นที่ (secondary treatment) แล้ว

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบลักษณะของดินที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดแบบ Land Treatment

ลักษณะ	Slow Rate	Rapid Infiltration	Overland Flow
ความลาดชัน	น้อยกว่า 20% สำหรับพื้นที่ปลูกพืช น้อยกว่า 40% สำหรับพื้นที่ไม่ปลูกพืช	ไม่มีความสำคัญ : ความชันมากจะต้องการพื้นที่มากขึ้น	2 ถึง 8%
การดูดซึมน้ำของดิน	ปานกลาง	เร็ว (ทราย, ดินปนทราย)	ช้า (ดินเหนียว)
ความลึกของชั้นน้ำใต้ดิน	2 ถึง 3 ฟุต	10 ฟุต (อาจตื้นกว่านี้ได้ถ้ามีระบบระบายน้ำใต้ดิน)	ไม่มีความสำคัญ



การกำจัดน้ำทิ้งด้วยระบบ Land Treatment นี้เมื่อเปรียบเทียบกับกำจัดด้วยระบบที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน (Convention Treatment) จะพบว่า มีข้อดีและข้อเสียอยู่หลายประการ คือ

1. ประสิทธิภาพในการกำจัด : น้ำทิ้งที่ผ่านการกำจัดด้วยระบบทั้ง 2 จะมีคุณภาพที่ใกล้เคียงกันและสามารถใช้เป็นน้ำดิบสำหรับน้ำเพื่อบริโภคได้

2. ค่าใช้จ่าย : ค่าลงทุนขั้นต้นในการก่อสร้างของระบบ Land Treatment มากพอ ๆ กับระบบทั่วไปซึ่งรวมถึงการกำจัดขั้นที่ 3 (Tertiary) ส่วนค่าใช้จ่ายในการกำจัดของระบบ Land Treatment จะต่ำกว่า 50% ทั้งนี้ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ ไม่จำเป็นต้องใช้สารเคมี และไม่มีตะกอน (sludge) ที่จะต้องกำจัดต่อไป

3. พื้นที่ : Land Treatment ต้องการพื้นที่มากสำหรับวิธี Slow rate และ Overland flow ซึ่งในบางแห่ง เช่น บริเวณที่ใกล้ตัวเมืองราคาที่ดินจะสูงมาก ดังนั้นจึงไม่คุ้มที่จะลงทุน

4. ผลพลอยได้อื่น ๆ : Land Treatment จะให้ผลพลอยได้อื่น ๆ อีกว่า เช่น การหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่, การรักษาสภาพของแหล่งน้ำ และการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรโดยพืชจะดูดซึมธาตุบางชนิดที่จำเป็นจากน้ำทิ้งเป็นอาหาร

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด จะเห็นว่า Land Treatment เป็นระบบกำจัดน้ำทิ้งที่เหมาะสมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของเรา ทั้งสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ เพราะภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นดินแดนซึ่งค่อนข้างแห้งแล้ง มีแม่น้ำ ลำธารไม่มากนัก ถ้าจะใช้ระบบกำจัดแบบทั่วไปในบางแห่งจะประสบปัญหาเรื่องหาแหล่งรับน้ำที่ผ่านระบบกำจัดแล้วไม่ได้ โรงงานบางแห่งจึงตั้งน้ำออกสู่ริมถนน ซึ่งอาจทำให้ถนนทรุดได้ นอกจากนี้พื้นดินในภาคนี้ยังแห้งแล้ง มักขาดแคลนน้ำที่จะใช้ในการทำไร่ ทำนา ถ้าใช้ Land Treatment จะได้น้ำมาใช้ในการเกษตร ทั้งยังช่วยให้ผลผลิตทางการเกษตรดีกว่าใช้น้ำจากแม่น้ำลำคลองอีก ดังนั้นเจ้าหน้าที่ของทางราชการซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องจึงน่าจะพิจารณาถึงระบบกำจัดแบบ Land Treatment และแนะนำให้เจ้าของกิจการโรงงาน หรือ ผู้ออกแบบระบบกำจัดน้ำทิ้งของโรงงานในแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือต่อไป

#### 4. เอกสารอ้างอิง

1. Pound, C.E. and Crites, R.W. Wastewater Treatment and Reuse by Land Application, Volume I and II. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. August 1973.

2. Process Design Manual for Land Treatment of Municipal Wastewater. Environmental Protection Agency, Office of Water Program Operations. October 1977.

3. Evaluation of Land Application Systems. Environmental Protection Agency, Office of Water Program Operations. March 1975.

4. Kneeland, A.G. Jr. Land Treatment of Municipal Sewage. Civil Engineering - ASCE. September 1973.