

คู่มือ / คำแนะนำ

การออกแบบ และก่อสร้างชั้นบันไดดินแบบเก็บกักน้ำ สำหรับการเพาะปลูกข้าวนาดำในพื้นที่ลาดชัน (Bench terrace ; Level and retention type)



ภาพจาก : DWSC, China 2000

ภายใต้โครงการ เอกสาร/ตำราเกี่ยวกับการจัดการความเสื่อมโทรมของที่ดิน เผยแพร่
ทาง ระบบอินเทอร์เน็ตของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

โดย

พิพัฒน์ ไทยกล้า	ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการความเสื่อมโทรมของที่ดิน
วินัย อักษรพันธ์	วิศวกรชำนาญการพิเศษ กองช่าง
ชินพัฒนธนา สุขวิบูลย์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ผู้อำนวยการส่วนวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำ สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน
สถาพร ใจอารีย์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ผู้อำนวยการส่วนวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเสื่อมโทรม สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน
รุ่ง บุญพาเกิด	ผู้อำนวยการสถานีพัฒนาที่ดิน จังหวัดพิษณุโลก
ปัญญา เจริญยุทธ	วิศวกรชำนาญการ กองช่าง

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พฤศจิกายน 2553

คู่มือ / คำแนะนำ
การออกแบบ และก่อสร้างขั้นบันไดดินแบบเก็บกักน้ำ
สำหรับการเพาะปลูกข้าวนาดำในพื้นที่ลาดชัน
(Bench terrace ; Level and retention type)



ภายใต้โครงการ เอกสาร/ตำราเกี่ยวกับการจัดการความเสื่อมโทรมของที่ดิน เผยแพร่ทางระบบอินเทอร์เน็ตของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

คณะผู้ดำเนินการ

พิพัฒน์ ไทยกล้า	ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการความเสื่อมโทรมของที่ดิน มือถือ. 08-704-43631
วินัย อักษรพันธ์	วิศวกรชำนาญการพิเศษ กองช่าง มือถือ. 08-159-91454
ชินพัฒนธนา สุขวิบูลย์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ผู้อำนวยการส่วนวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำ สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน มือถือ. 08-920-55727
ดร.สถาพร ใจอารีย์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ผู้อำนวยการส่วนวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเสื่อมโทรม สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน มือถือ. 08-989-12441
รุ่ง บุญพาเกิด	ผู้อำนวยการสถานีพัฒนาที่ดิน จังหวัดพิษณุโลก มือถือ. 08-196-24913
ปัญญา เจริญยุทธ	วิศวกรชำนาญการ กองช่าง มือถือ. 08-168-04369

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พฤศจิกายน 2553

(I)

คำนำ

กรมพัฒนาที่ดินมีหน้าที่หลักที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง คือการป้องกันรักษาทรัพยากรดินและพื้นที่เพาะปลูกไม่ให้เสื่อมโทรม ให้สามารถใช้ประโยชน์ที่ดินได้คุ้มค่าต่อการลงทุนอย่างยั่งยืน โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม

ตั้งแต่ตั้งกรมพัฒนาที่ดิน เมื่อปี 2506 จนถึงปัจจุบัน กรมพัฒนาที่ดินได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ทดลอง วิจัย จนมีผลงานที่สามารถออกมาเป็นคำแนะนำหรือคู่มือแก่เกษตรกรและผู้สนใจเป็นระยะๆ ตลอดมาในรูปของเอกสารเผยแพร่เป็นรูปเล่ม แผ่นพับ โปสเตอร์ ตลอดจนรายการทางวิทยุและโทรทัศน์ แต่ปัญหาที่พบก็คือปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของเกษตรกร ครู อาจารย์ นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจที่มีจำนวนมาก และมีแนวโน้มว่ามากขึ้นทุกปีไม่มีที่สิ้นสุด นอกจากนั้นยังพบว่า เอกสารที่เผยแพร่ออกไป บางส่วนยังไม่ถึงบุคคลเป้าหมายอย่างแท้จริง หรือไม่ตรงกับเวลาที่ต้องการใช้จริงๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเดินทางของเกษตรกร นิสิต นักศึกษา ครู อาจารย์ และผู้สนใจต้องเดินทางไปติดต่อของเอกสารจากหน่วยงานของกรมพัฒนาที่ดิน ไม่ว่าจะในส่วนภูมิภาคหรือกรุงเทพฯ ก็ตาม นอกจากจะต้องเสียเวลา เสียค่ารถและค่าใช้จ่ายแล้ว ยังเสี่ยงที่ไม่ได้รับเอกสารและคำแนะนำตามที่ต้องการอีกด้วย เนื่องจากเอกสารที่ต้องการ แจกไปหมดแล้ว และเมื่อสงสัยหรือต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมจากเอกสาร ส่วนใหญ่ก็ไม่รู้จะถามใครที่จะตอบคำถามได้อย่างละเอียดทันที กว่าที่จะตามหาคนเขียนได้ต้องเสียเวลา

ปัจจุบันการเผยแพร่คำแนะนำหรือคู่มือต่างๆ ทางอินเทอร์เน็ตนับว่าสะดวก รวดเร็วและสามารถเข้าถึงผู้ต้องการได้ทุกสถานที่ ทุกเวลา ไม่ว่าบุคคลนั้นจะอยู่ส่วนไหนของประเทศไทยหรือของโลกไม่ว่าในเมืองหรือป่าเขา เกาะแก่ง ที่การสื่อสารไปถึงและไม่ว่าเวลาเช้า กลางวัน เย็น กลางคืน ดึกตื่นแคไหนก็ตาม

ดังนั้น กรมพัฒนาที่ดินจึงจัดทำโครงการเผยแพร่องค์ความรู้ คู่มือ คำแนะนำต่างๆ ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของกรมพัฒนาที่ดินขึ้นมา เอกสารคำแนะนำ/คู่มือ เรื่อง การออกแบบและก่อสร้างชั้นบันไดดินแบบเก็บกักน้ำ สำหรับการเพาะปลูกข้าวนาดำในพื้นที่ลาดชัน ในพื้นที่ที่มีความลาดชันฉบับนี้ เป็นผลงานหนึ่งภายใต้โครงการเอกสาร/ตำรา เกี่ยวกับการจัดการความเสื่อมโทรมของที่ดิน เผยแพร่ทางระบบอินเทอร์เน็ตของกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อให้บริการแก่ผู้สนใจมากกว่าที่ผ่านมาก็คือ มีเบอร์มือถือของคณะผู้จัดทำไว้ด้วย ผู้ที่สนใจสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้โดยตรงจากคณะผู้เขียน หวังว่าเอกสารฉบับนี้จะมีประโยชน์แก่ผู้สนใจไม่ว่าเป็นเกษตรกร ครู อาจารย์ นิสิต นักศึกษา ตลอดจนนักวิชาการทั่วไป



(นายจรรยา ยกถาวร)
รองอธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน ด้านวิชาการ
ประธานคณะกรรมการวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน

(II)

สารบัญ

	หน้า
1. สภาพปัญหาอันเป็นที่มาของ คู่มือ/ คำแนะนำฉบับนี้	1
2. วัตถุประสงค์	2
3. อรรถประโยชน์และประโยชน์ใช้สอยของชั้นบันไดดิน สำหรับปลูกข้าวนาดำ	2
4. ข้อกำหนดและเงื่อนไขในการดำเนินงานจัดทำชั้นบันไดดิน สำหรับปลูกข้าวนาดำ	6
5. องค์ประกอบของชั้นบันไดดินสำหรับปลูกข้าวนาดำ	7
6. แบบแปลนภาพตัวขวางของชั้นบันไดดินสำหรับปลูกข้าวนาดำ	9
7. การออกแบบ ชั้นบันไดดินสำหรับปลูกข้าวนาดำ	10
8. การปฏิบัติที่จำเป็นและสิ่งที่ต้องคำนึงสำหรับดำเนินงาน	11
9. การจัดการและดูแลรักษาสิ่งก่อสร้าง	15
10. การคำนวณปริมาณดินซุดและดินถม	15
11. การคำนวณค่าจ้างแรงงาน สำหรับการก่อสร้าง	15
12. การคำนวณระยะเวลาการก่อสร้าง	15
13. ตัวอย่างการคำนวณค่าปริมาณดินซุด ดินถม ค่าจ้างแรงงานและระยะเวลาก่อสร้าง	15
เอกสารอ้างอิง	27

(III)

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของชั้นบันไดดิน (W) ระยะห่างของจุด กลางชั้นบันไดดิน 2 ชั้นต่อกัน (VI) หน่วยเมตร ความกว้างของพื้นที่ราบ ในชั้นบันไดแต่ละชั้น (d) หน่วยเป็นเมตร พื้นที่หน้าตัดของชั้นบันได (A) หน่วยเป็นตารางเมตร และปริมาณดินตัด-ดินถม (V) หน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรเมตรต่อไร่ของชั้นบันไดสำหรับปลูกข้าวนาดำ	19
ตารางที่ 2 ปริมาณดินขุด และดินถม สำหรับการก่อสร้างชั้นบันไดดินแบบเก็บกักน้ำ ได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)	21
ตารางที่ 3 ราคางาน ของการก่อสร้างชั้นบันไดดินแบบเก็บกักน้ำได้ (บาทต่อไร่)	22
ตารางที่ 4 เวลาทำงานในการจัดเตรียมพื้นที่ปลูกข้าวแบบชั้นบันไดดิน (แรงคน หน่วยเป็นวัน, เครื่องจักรหน่วยเป็นชั่วโมง)	23
ตารางที่ 5 การคำนวณปริมาณดินขุดและดินเกลี่ยสำหรับการก่อสร้างชั้นบันไดดิน แบบพื้นที่ราบที่สามารถเก็บกักน้ำได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)	24
ตารางที่ 6 เวลาทำงานในการจัดเตรียมพื้นที่ปลูกข้าวแบบชั้นบันไดดิน (บาทต่อไร่)	26

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ภาพปก เป็นภาพชั้นบันไดดินในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน	หน้าปก
ภาพที่ 2 ภาพเขาหัวโล้น	2
ภาพที่ 3 การทำนาข้าวแบบชั้นบันได	3
ภาพที่ 4 ลุงปู่บนชั้นบันได	3
ภาพที่ 5 การสร้างสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ บนชั้นบันไดดินบนพื้นที่ที่มีความลาดสูง	4
ภาพที่ 6 ชั้นบันไดดินที่สามารถเก็บกักน้ำหรือระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้ง่ายและสะดวก	4
ภาพที่ 7 ระบบชลประทานบนพื้นที่ภูเขาที่ประกอบด้วยอ่างเก็บน้ำ	5
ภาพที่ 8 คลองส่งน้ำของระบบชลประทานบนพื้นที่ภูเขา	5
ภาพที่ 9 ถนน และระบบชลประทานบนพื้นที่สูงชัน	6
ภาพที่ 10 การทำนาแบบชั้นบันไดแบบต่อเนื่องทั้งหมด	6
ภาพที่ 11 การทำนาข้าวแบบชั้นบันไดดินบนพื้นที่ที่มีความลาดชันแม้เพียงเล็กน้อย	7
ภาพที่ 12 ชั้นบันไดดินแบบระดับที่สามารถเก็บกักน้ำไว้ทำนาได้	8
ภาพที่ 13 ชั้นบันไดดินขนาดใหญ่ ผนังด้านข้างเป็นหินก่อ ปลูกพืชข้าว และพืชเศรษฐกิจได้	8
ภาพที่ 14 ชั้นบันไดดินขนาดใหญ่ ผนังด้านข้างเป็นหินก่อ ปลูกพืชข้าว และพืชเศรษฐกิจราคาแพงได้	8
ภาพที่ 15 ชั้นบันไดดินที่สามารถใช้เพาะปลูกข้าวนาดำ หรือเปลี่ยนปลูกพืชไร่ก็ได้	9
ภาพที่ 16 แบบแปลนการปักไม้ในแนวระดับ	11
ภาพที่ 17 การก่อสร้างชั้นบันไดดิน	12
ภาพที่ 18 การเตรียมพื้นที่ก่อนก่อสร้างชั้นบันไดดิน	12
ภาพที่ 19 ชั้นบันไดดินในพื้นที่ที่มีก้อนหินมากพอที่จะนำมาสร้างเป็นผนังด้านข้างของชั้นบันไดดินได้	12
ภาพที่ 20 กรณีเพื่อความสะดวกในการก่อสร้างการสร้างชั้นบันไดดินที่เริ่มต้นจากแนวสูงสุดของพื้นที่ที่เป็นแนวแรกและดำเนินการแนวล่างถัดลงไปต่อกันเรื่อยๆ	13
ภาพที่ 21 กรณีต้องการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของหน้าดินไว้การสร้างชั้นบันไดดินที่เริ่มต้นจากแนวต่ำสุดของพื้นที่ที่เป็นแนวแรก และดำเนินการแนวสูงถัดขึ้นมาเรื่อยๆ จนถึงจุดสูงสุดของเนิน	13

(V)

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 22 ชั้นบันไดดินที่มีความลาดเอียง ตลอดจนการลดระดับสู่ทางระบายน้ำ	14
ภาพที่ 23 แสดงการปลูกหญ้าแฝก เพื่อป้องกันการพังทลายของชั้นบันไดดิน	14

คู่มือ / คำแนะนำ

การออกแบบ และก่อสร้างชั้นบันไดดินแบบเก็บกักน้ำ

สำหรับการเพาะปลูกข้าวนาดำในพื้นที่ลาดชัน

(Bench terrace ; Level and retention type)

1. สภาพปัญหาอันเป็นที่มาของคู่มือ/ คำแนะนำนี้

การเพาะปลูกพืชบนพื้นที่สูงชันเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดปัญหามากมายหลายประการ ได้แก่ (1) การเกิดความเสื่อมโทรมของพื้นที่ที่ใช้เพาะปลูก อันมีสาเหตุมาจากการชะล้างพังทลายของดินที่มีน้ำฝนและน้ำไหลบ่าเป็นตัวการ (2) การจัดการเพาะปลูกส่วนใหญ่ส่งเสริมให้เกิดการเสื่อมโทรมของที่ดินอย่างรุนแรงและรวดเร็ว อาทิ การไถเตรียมดิน การปลูก และพรวนดินแบบขึ้นลงตามความลาดเท เป็นต้น ทำให้พื้นที่ที่ได้จากการเปิดป่าใหม่ๆ จะให้ผลผลิตสูงอย่างคุ้มค่าต่อการลงทุนเพียงแค่มิเกิน 10 ปีเท่านั้น อันเนื่องมาจากปัญหาความเสื่อมโทรมของที่ดินอย่างรุนแรง จนต้องทิ้งร้างหรือคล้ายที่เกิดขึ้นในอดีต (3) เกิดปัญหาการบุกรุกป่าขึ้นใหม่เรื่อยๆ อย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด จนป่าไม้ของประเทศเหลือน้อยลงไปทุกทีๆ (4) พื้นที่ที่ถูกทิ้งร้างดังกล่าวมาแล้ว พืชพรรณตามธรรมชาติขึ้นได้ยาก กลายเป็นพื้นที่ว่างเปล่าไม่มีพืชพรรณและสิ่งคลุมดินก็จะเกิดการชะล้างพังทลายของดินรุนแรงและกว้างขวางยิ่งๆ ขึ้นไปอีก จนหลายพื้นที่กลายเป็นพื้นที่ดินตื้น หินโผล่ จนถูกขนานนามว่า ภูเขาหัวโล้นโดยทั่วไป

การทำการเพาะปลูกในพื้นที่สูงชันนอกจากจะก่อปัญหาตามที่กล่าวมานี้ ยังเป็นปัญหาใหญ่ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อมมากมาย อาทิ เป็นแหล่งผลิตตะกอนดิน หิน กรวด ทราย ที่น้ำไหลบ่าพัดพามาที่บ่ออ่างทางน้ำ แหล่งน้ำทั้งทางธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น เรือกสวน ไร่นา ปศุสัตว์ ที่อยู่อาศัยของราษฎรในพื้นที่ราบและในเมือง การที่พื้นที่สูง ต้นน้ำลำธารไม่มีสิ่งปกคลุมดิน ทำให้ปริมาณน้ำไหลบ่าจากน้ำฝนที่ตกแต่ละครั้งที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล ตัวอย่างเช่น พื้นที่ที่มีความลาดชัน 10-30 เปอร์เซ็นต์ ถ้ามีป่าไม้ปกคลุมอยู่ ปริมาณน้ำไหลบ่าแต่ละครั้งจะเท่ากับ 30-60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำฝนที่ตกแต่ละครั้งเท่านั้น แต่พื้นที่เดียวกันนี้เมื่อถูกบุกรุกโค่นป่านำมาใช้เป็นที่เพาะปลูก ปริมาณน้ำไหลบ่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 52-82 เปอร์เซ็นต์ของน้ำฝนที่ตกแต่ละครั้ง และถ้าถูกทิ้งร้างว่างเปล่าไม่มีสิ่งปกคลุมดินใดๆ ปริมาณน้ำไหลบ่าจะเพิ่มขึ้นเป็นเกือบ 90 เปอร์เซ็นต์ และนี่คือสิ่งที่เป็นการตอบว่าทำไมฝนตกเท่าๆ กับในอดีต ทำไมในอดีตน้ำไม่ท่วม แต่ปีนี้ น้ำจึงท่วมอย่างรุนแรง

แม้จะรู้ว่าการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ภูเขาสูง เป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดปัญหามากมาย รวมทั้งบางพื้นที่เป็นสิ่งผิดกฎหมายแต่ก็หลีกเลี่ยงไม่ได้และเป็นข้อยกเว้น เนื่องจากบนพื้นที่ภูเขาสูงหลายแห่งเป็นที่อยู่อาศัยของประชาชนที่เรียกว่า “ชาวเขา” ซึ่งมีหลายเผ่าพันธุ์ในประเทศไทย ชาวเขาเหล่านี้กำเนิดและเจริญเติบโตบนพื้นที่ภูเขาสูงมาตั้งแต่ครั้งบรรพบุรุษและสืบลูกหลานกันต่อๆ มาหลายชั่วอายุคน การจะย้ายคนเหล่านี้มาไว้ในพื้นที่ราบทั้งหมดเป็นไปได้ยาก เพราะความเคยชินและการยอมรับ ดังนั้นสิ่งหนึ่งที่รัฐบาลหรือส่วนราชการควรทำคือการทำอะไรที่จะให้ผู้ที่ทำกินในพื้นที่ภูเขาสูงเหล่านี้ ให้สามารถใช้เพาะปลูกพืชได้ตลอดไป โดยไม่เสื่อมโทรมได้ง่ายจนต้องทิ้งร้างและ

ย้ายที่ทำกินบุกรุกป่าเข้าไปอีก รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม จากตัวอย่างจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน การจัดสร้างพื้นที่เพาะปลูกแบบขั้นบันไดดินเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูงชัน ให้สามารถใช้ได้เป็นร้อย ๆ ปี ชั่วลูก ชั่วหลาน ไม่ต้องทิ้งร้างและบุกรุกป่าต่อไป เหตุผลความจำเป็นดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นที่มาของคู่มือ/ คำแนะนำฉบับนี้

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อใช้เป็นพื้นที่ปลูกข้าวนาดำในพื้นที่ที่มีความลาดเทเล็กน้อยจนกระทั่งมีความลาดชันสูง

2.2 เพื่อป้องกันแก้ไขการชะล้างพังทลายของดินที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อพื้นที่เพาะปลูกและสิ่งแวดล้อม

2.3 เพื่อแก้ปัญหาหรือยับยั้งการบุกรุกป่าที่ประชาชนที่อาศัยอยู่บนพื้นที่ภูเขา ให้สามารถใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างยั่งยืน ไม่เสื่อมโทรมจนต้องบุกรุกป่า นำพื้นที่มาเพาะปลูกใหม่ ๆ แทนพื้นที่เก่าที่เสื่อมโทรมและทิ้งร้างว่างเปล่าเป็นภูเขาหัวโล้นอย่างปัจจุบัน

3. อรรถประโยชน์หรือประโยชน์ใช้สอย

3.1 สามารถป้องกัน แก้ไข ปัญหาการเสื่อมโทรมของดิน อันมีสาเหตุมาจากการไหลบ่าของน้ำ การชะล้างพังทลายของดิน การสูญเสียน้ำดิน และธาตุอาหารพืช ในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด ทำให้สามารถใช้เพาะปลูกได้อย่างยั่งยืนไม่ต้องละทิ้งหรือปล่อยให้เป็นที่ว่างเปล่าแล้วบุกรุก ถางป่าเอาพื้นที่มาเพาะปลูกใหม่ ๆ แล้วก็เกิดเสื่อมโทรมเหมือนเดิมจนกลายเป็นพื้นที่เขาหัวโล้นทั่วไปหมดทั้งเขาเหมือนที่เกิดขึ้นในอดีตและปัจจุบันในหลายพื้นที่ในประเทศไทยและหลายประเทศทั่วโลก



ภาพที่ 2 ภาพเขาหัวโล้น

3.2 สามารถใช้พื้นที่เพาะปลูกข้าวนาได้ ในพื้นที่ที่มีความลาดตั้งแต่เล็กน้อยจนกระทั่งพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ถ้าเนื้อดินเป็นดินเหนียวเก็บกักน้ำได้ หรืออาจใช้ปลูกพืชผัก ไม้ดอกไม้ประดับ พืชไร่ หรือไม้ผลบางชนิด คล้ายกับการปลูกพืชบนพื้นที่ราบ



ภาพจาก : www.pixpros.net/forum/

ภาพที่ 3 การทำนาข้าวแบบขั้นบันได

3.3 การปรับพื้นที่ให้เป็นขั้นบันไดดินจะทำให้การดำเนินการทุกกิจกรรมไม่ว่าการไถเตรียมพื้นที่ การใส่ปุ๋ย การตกแต่งกิ่งทรงพุ่มหรือการค้ำยันกิ่ง การเก็บเกี่ยวผลผลิต การขนส่งปุ๋ย วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือทางการเกษตร เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน ดังภาพข้างล่าง



ภาพจาก : สุวิมล พุทธจรรยาวงศ์ สนง.พด.เขต 6 กรมพัฒนาที่ดิน

ภาพที่ 4 ถุงปุ๋ยบนขั้นบันได

3.4 เป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิตของที่ดินเพื่อการเกษตรกรให้สูงขึ้น กล่าวคือ นอกจากใช้เป็นพื้นที่เพาะปลูกแล้วยังสามารถสร้างที่พักหรือบ้านเรือน โรงเรือนต่างๆ อาทิ โรงเก็บพัสดุ อุปกรณ์ วัสดุการเกษตรต่างๆ ยุ้งฉาง รวมทั้งกรีนเฮาส์ โรงเพาะเห็ดและโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้ด้วย



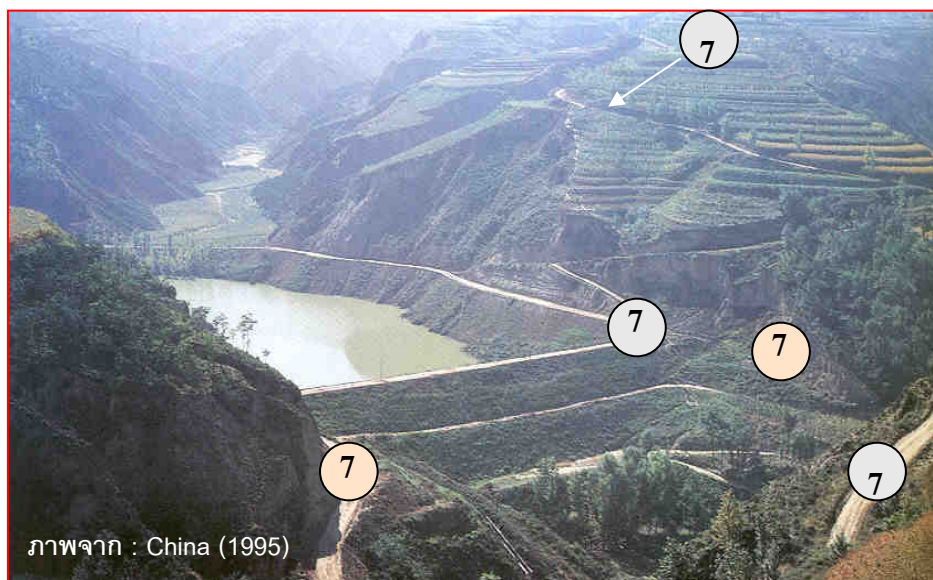
ภาพที่ 5 การสร้างสิ่งก่อสร้างต่างๆ บนชั้นบันไดดินบนพื้นที่ที่มีความลาดเทสูง

3.5 สามารถเก็บกักน้ำหรือระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้ง่ายและสะดวก เนื่องจากแต่ละชั้นของชั้นบันไดมีทั้งคันกันน้ำขอบแปลง และทางระบายปล่อยออกสู่ทางระบายน้ำธรรมชาติ หรือทางระบายน้ำหลักที่สร้างขึ้นมาอย่างเหมาะสมในพื้นที่



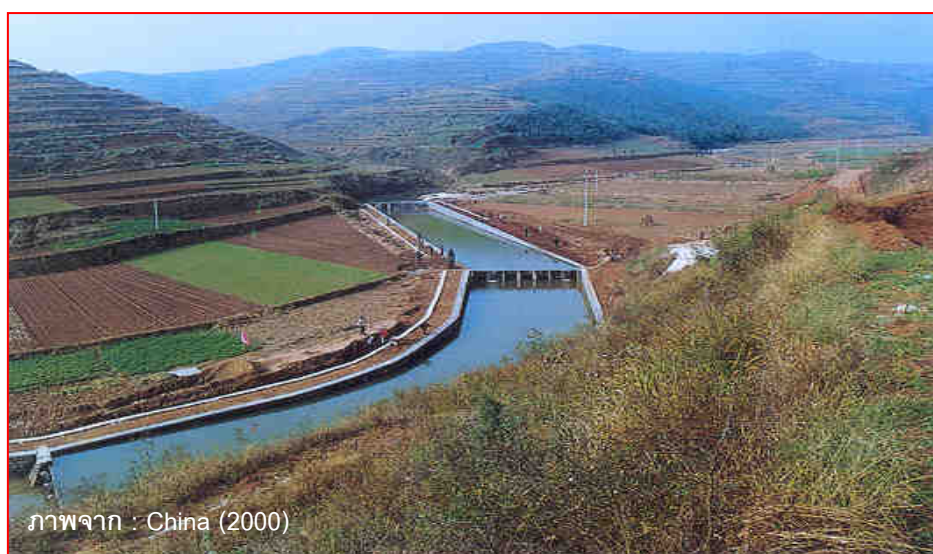
ภาพที่ 6 ชั้นบันไดดินที่สามารถเก็บกักน้ำหรือระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้ง่ายและสะดวก เนื่องจากแต่ละชั้นของชั้นบันไดมีทั้งคันดินกั้นน้ำและทางระบายออกสู่ทางระบายน้ำธรรมชาติ

3.6 สามารถจัดสร้างระบบรวบรวมน้ำส่วนเกินในฤดูฝนจากพื้นที่แต่ละชั้นบันไดไปเก็บรวบรวมแล้วนำน้ำกลับมาใช้ได้ยามฝนทิ้งช่วงและในฤดูแล้ง ทำให้สามารถใช้พื้นที่นั้นทำนาได้หลายครั้ง รวมทั้งการปลูกข้าวสลับพืชไร่หรือพืชผักหรือไม้ดอกไม้ประดับ แม้กระทั่งไม้ผลที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงได้ตลอดทั้งปี



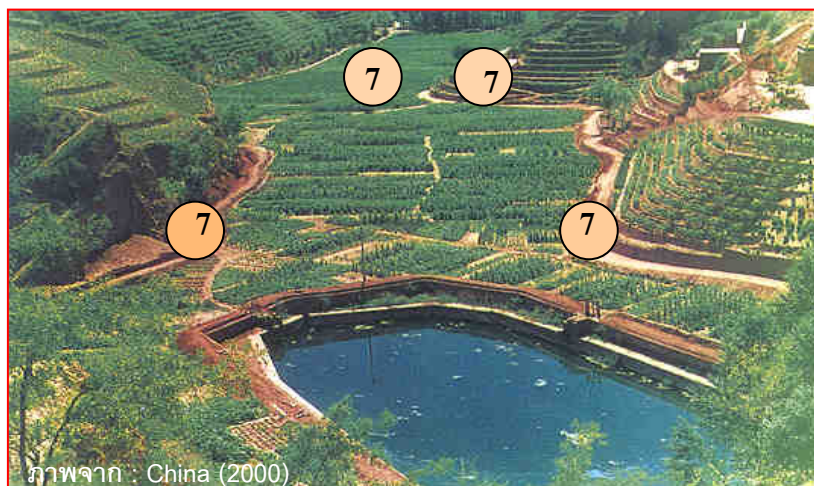
ภาพที่ 7 ระบบชลประทานบนพื้นที่ภูเขาที่ประกอบด้วยอ่างเก็บน้ำ

3.7 สามารถควบคุมการไหลบ่าของน้ำบนพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงวิธีการหนึ่ง แม้จะต้องลงทุนสูงในระยะแรก แต่ในระยะยาวสามารถใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างยั่งยืนและกว้างขวาง



ภาพที่ 8 คลองส่งน้ำของระบบชลประทานบนพื้นที่ภูเขา

3.8 ทำให้การบริหารและจัดการเพาะปลูกข้าวนาดำหรือพืชเศรษฐกิจที่มีราคาแพงอื่นๆ ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงๆ สะดวกขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการขนส่งวัสดุ อุปกรณ์หรือเครื่องจักร เครื่องมือ ที่จำเป็นต้องใช้ในเพาะปลูกเข้าสู่แปลง หรือการขนส่งผลผลิตออกสู่ตลาดรับซื้อ โดยผ่านทางลำเลียงในพื้นที่ ดังภาพข้างล่าง



ภาพที่ 9 ถนนและระบบชลประทานบนพื้นที่สูงชัน

3.9 ประโยชน์ทางอ้อม ถ้าการทำนาแบบขั้นบันไดแบบนี้เป็นการทำแบบต่อเนื่องทั้งหมด จะก่อให้เกิดทัศนียภาพที่มีความงดงามมาก จนสามารถจัดทำเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่นักท่องเที่ยวเกือบทั่วโลกชื่นชอบและนิยมไปเที่ยวดู ดังเช่นที่ประเทศฟิลิปปินส์และที่ประเทศจีน ตามภาพที่ปรากฏข้างล่าง



ภาพที่ 10 การทำนาแบบขั้นบันไดแบบต่อเนื่องทั้งหมด

4. ข้อกำหนดและเงื่อนไขที่ใช้ในการดำเนินงาน

4.1 ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง แต่ต้องการปลูกข้าวนาดำจะทำขั้นบันไดดินแบบนี้ ดินจำเป็นต้องเป็นดินเหนียวและมีความลึกพอสมควร น่าจะลึกตั้งแต่ 1 เมตรขึ้นไป ดังภาพข้างบน ถ้าดินยิ่งลึกยิ่งสามารถทำขั้นบันไดได้กว้างขึ้นเท่านั้น ถ้าดินตื้นยังมีขีดจำกัดในการทำขั้นบันได ซึ่งความกว้างของขั้นบันไดจะมากขึ้นเพียงใดขึ้นกับความลึกของดินและความลาดชันของพื้นที่ ดังภาพข้างบน ดังภาพที่ 10

4.2 ในพื้นที่ที่มีความลาดชันแม่เพียงเล็กน้อย ถ้าต้องการปลูกข้าวนาดำก็จำเป็นต้องจัดเตรียมพื้นที่ตามต้นแบบดังกล่าวมานี้เช่นกัน ในทำนองเดียวกันก็สามารถใช้พื้นที่ดังกล่าวในการเพาะปลูกพืชผัก ไม้ดอกไม้ประดับ หรือแม้กระทั่งไม้ผล ดังภาพข้างล่าง



ภาพจาก : พิพัฒน์ ไทยกกล้า

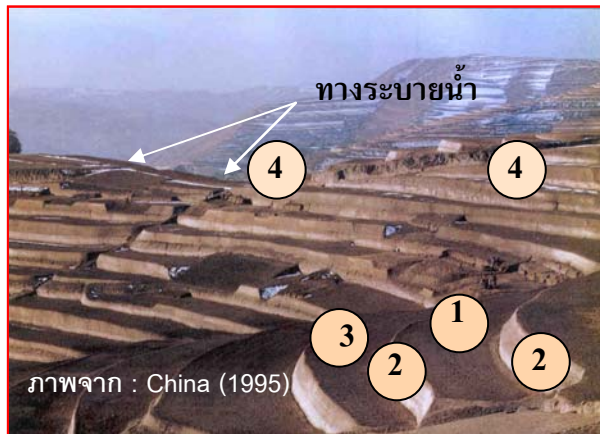
ภาพที่ 11 การทำนาข้าวแบบขั้นบันไดดินบนพื้นที่ที่มีความลาดชันแม่เพียงเล็กน้อย

5. องค์ประกอบของขั้นบันไดดินสำหรับปลูกข้าวนาดำ ประกอบด้วย

(ดูภาพด้านล่างและหน้าต่อไป)

- หมายเลขที่ ① ตัวขั้นบันไดดินที่ใช้สำหรับปลูกข้าวนาดำหรือพืชเศรษฐกิจชนิดต่างๆ มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบเรียบระดับเดียวกันตลอดทั้งผืน แต่ควรลดระดับตามความยาวของขั้นบันไดสู่ทางระบายน้ำทางปลายสุดของขั้นบันได 0.01 เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับลดระดับ 10 เซนติเมตรต่อความยาวของขั้นบันได 100 เมตร เพื่อสามารถระบายน้ำออกได้ ดังภาพที่ 12, 13 และ 15
- หมายเลขที่ ② ผนังด้านข้างของขั้นบันไดดินแต่ละขั้นถือเป็นส่วนสูงของขั้นบันไดดิน แต่ละขั้นต้องมีปลูกหญ้าคลุมดินกันพัง ดังภาพที่ 12 และ 15
- หมายเลขที่ ③ คันดินกั้นน้ำตรงขอบของขั้นบันไดดินตามแนวยาว สามารถใช้เป็นทางเดินเท้าได้ด้วย ดังภาพที่ 6, 13 และ 14
- หมายเลขที่ ④ ทางระบายน้ำ เพื่อระบายน้ำออกจากพื้นที่ขั้นบันไดดินลงสู่ทางระบายน้ำในพื้นที่ ซึ่งอาจเป็นทางระบายน้ำตามธรรมชาติหรือสร้างขึ้น ดังภาพที่ 12
- หมายเลขที่ ⑤ หญ้าแฝกตัดสั้น หรือหญ้าแพรง หรือหญ้ารูซี่หรือสวาซีแลนด์หรืออื่นๆ ที่ปลูกปกคลุมด้านข้างของผนังขั้นบันไดดิน ดังภาพที่ 15
- หมายเลขที่ ⑥ ผนังขั้นบันไดทำด้วยหินก่อ ดังภาพที่ 14, 18 และ 19
- หมายเลขที่ ⑦ ถนนเชื่อมโยงในพื้นที่ทำการเกษตรบนพื้นที่สูงชัน (Access Road) ดังภาพที่ 5, 7 และ 9

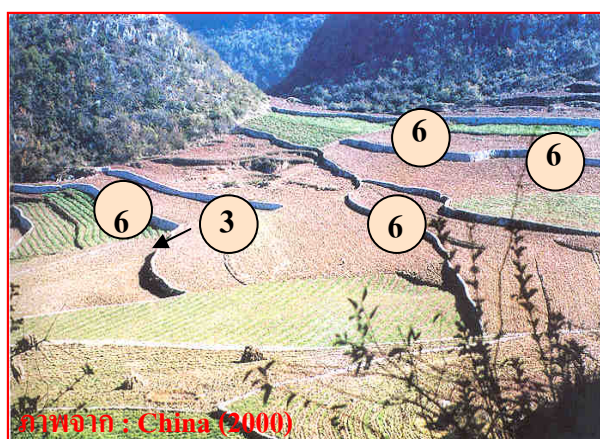
ภาพแสดงชิ้นส่วนขององค์ประกอบของชั้นบันไดดินแบบระดับที่สามารถเก็บกักน้ำได้



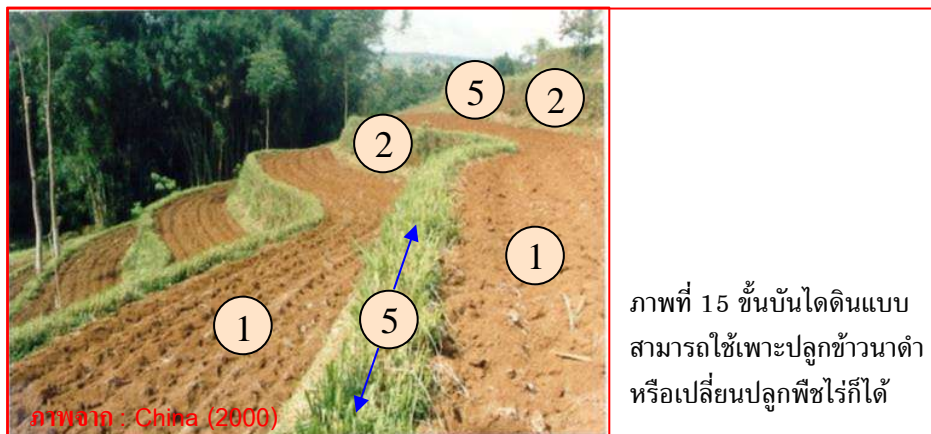
ภาพที่ 12 ชั้นบันไดดินแบบระดับที่สามารถเก็บกักน้ำไว้ทำนาได้



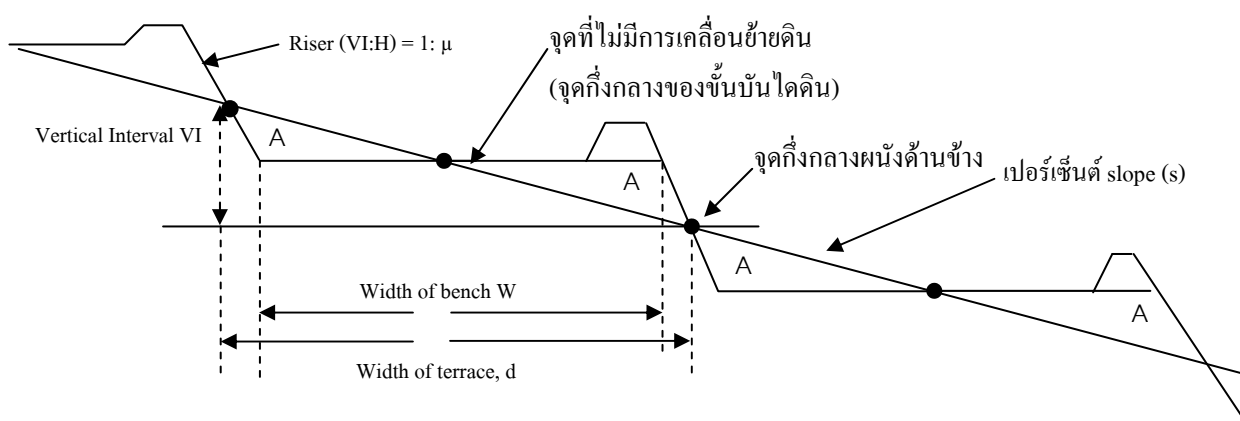
ภาพที่ 13 ชั้นบันไดดินขนาดใหญ่ผนังด้านข้างเป็นหินก่อปลูกพืชข้าวและพืชเศรษฐกิจได้



ภาพที่ 14 ชั้นบันไดดินผนังด้านข้างเป็นหินก่อปลูกพืชข้าวและพืชเศรษฐกิจราคาแพงได้



6. แบบแปลนภาพตัดขวางของชั้นบันไดดินแบบเก็บกักน้ำ



$$VI = \frac{w \cdot s}{100 - s \cdot \mu}, \quad d = W + \frac{VI}{2} = \frac{100VI}{s}, \quad A = \frac{W \cdot VI}{8}, \quad V = \frac{A \times 100^2}{d}, \quad \frac{1}{\mu} = \frac{1}{0.5}$$

$$V = \frac{A \times 100^2}{d} \text{ ลบ.ม./เฮกตาร์ หรือเท่ากับ } \frac{A \times 100^2}{6.25d} \text{ ลบ.ม./ไร่}$$

เครื่องหมายของสัญลักษณ์

A หมายถึง พื้นที่หน้าตัดที่เป็นพื้นที่ดินขุดและดินถมของชั้นบันไดดินแต่ละชั้น มีหน่วยเป็นตารางเมตร

V หมายถึง ปริมาตรดินขุด ซึ่งอนุมาณให้เท่ากับดินถมของชั้นบันไดดิน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อไร่

VI คือ Vertical Interval หมายถึง ความแตกต่างของความสูงระหว่างจุดกึ่งกลางของชั้นบันไดดิน 2 ชั้นที่ติดต่อกัน มีหน่วยเป็นเมตร

W คือ Width of bench หมายถึง ความกว้างของชั้นบันไดดินที่ใช้เป็นพื้นที่เพาะปลูก มีหน่วยเป็นเมตร

d คือ Width of terrace หมายถึง ความกว้างของชั้นบันไดดินทั้งหมดที่รวมความกว้างของพื้นที่เพาะปลูก และผนังด้านข้างเข้าด้วยกัน มีหน่วยเป็นเมตร

7. การออกแบบ

7.1 ความกว้างของชั้นบันไดดินมีความกว้างตั้งแต่ 1 ถึง 15 เมตร ขึ้นกับตัวแปรหลายตัว อาทิเช่น ความลาดชันของพื้นที่ ความลึกของดิน ระยะห่างของแถวพีชที่ปลูกตลอดจนความเหมาะสมต่อเครื่องจักรที่ใช้

7.2 อัตราส่วนโดยเฉลี่ยของพื้นผิวดินด้านข้างเท่ากับ 1:0.5 (ความสูง : ความกว้างด้านฐานของผนังด้านข้าง) แต่อัตราส่วนนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามชนิดของเนื้อดิน และขึ้นอยู่กับชนิดของผนังด้านข้างที่สร้างขึ้นว่าทำด้วยอะไร ปกติทั่วไปอัตราส่วนนี้จะใช้กับผนังที่เป็นดินปลูกคลุมด้วยหญ้า

7.3 ระยะห่างตามแนวตั้งระหว่างชั้นบันไดดิน ควรจะคำนวณโดยสูตรข้างล่างนี้

$$VI = \frac{W \cdot s}{100 - s \cdot \mu} = \frac{W \cdot s / \mu}{100 / \mu - s} = \frac{d \cdot s}{100}$$

เมื่อ VI คือ ระยะห่างในแนวตั้ง (เมตร) ระหว่างจุดกึ่งกลางของผนังชั้นบันไดดิน 2 ชั้น

s คือ ความลาดชัน Slope (เปอร์เซ็นต์)

W คือ ความกว้างของพื้นที่ราบ (เมตร)

d คือ ความกว้างของชั้นบันไดดิน ทั้งส่วนที่เป็นพื้นที่ราบและผนังด้านข้างรวมกัน (เมตร)

μ คือ ระยะแนวนอนต่อความสูง 1 เมตรของผนังดินด้านข้างที่สร้างขึ้น

(อัตราส่วนระยะแนวตั้ง : ระยะแนวนอน = 1: μ ส่วนใหญ่เท่ากับ 1:0.5)

7.4 ความกว้างของชั้นบันไดดินถูกกำหนดให้เหมาะสมสำหรับการปลูกพีชและการใช้เครื่องจักรกลในการก่อสร้างและดำเนินการเพาะปลูก โดยใช้สูตรดังนี้

$$d = \frac{100VI}{S} = W + VI \cdot \mu \quad (\text{แนวระดับ}) \text{ เมตร}$$

ถ้าใช้ค่า $\mu = 0.5$ ดังนั้น $d = W + 0.5 VI$

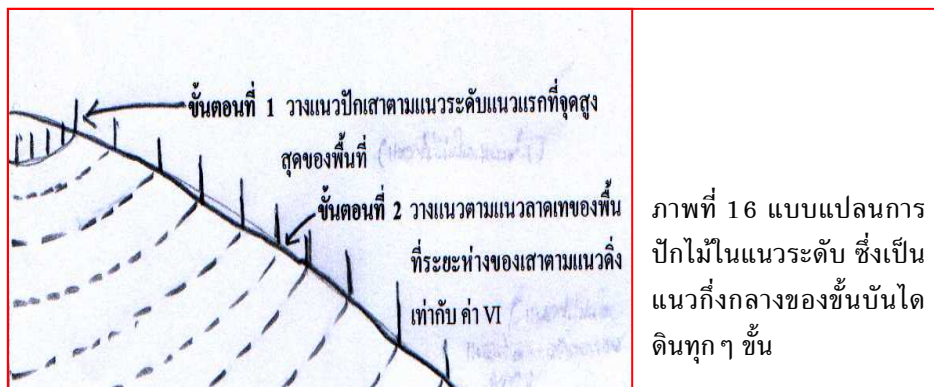
7.5 คันดินกั้นน้ำที่สร้างขึ้นที่ขอบนอกของชั้นบันไดดินควรสูง 20 เซนติเมตร และมีความกว้างด้านบน 20 เซนติเมตร เช่นกัน (เท่ากับคันนาในพื้นที่ราบ)

7.6 ที่ปลายของชั้นบันไดดินที่ติดกับทางระบายน้ำควรเจาะคันดินกั้นน้ำเป็นทางระบายน้ำลึก 20 เซนติเมตร กว้าง 20 เซนติเมตร พร้อมประตูปิดเปิดน้ำเพื่อการเก็บกักและระบายน้ำ ในชั้นบันไดสู่ทางระบายน้ำ หรือคำนวณจากปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน

7.7 ความยาวของชั้นบันไดดิน ถ้าลดระดับไปทางเดียวไม่ควรยาวเกิน 100 เมตร ถ้าความยาวมากกว่านี้ ควรทำการลดระดับไปทั้งสองด้าน (ให้น้ำไหลออกได้ทั้งสองด้าน)

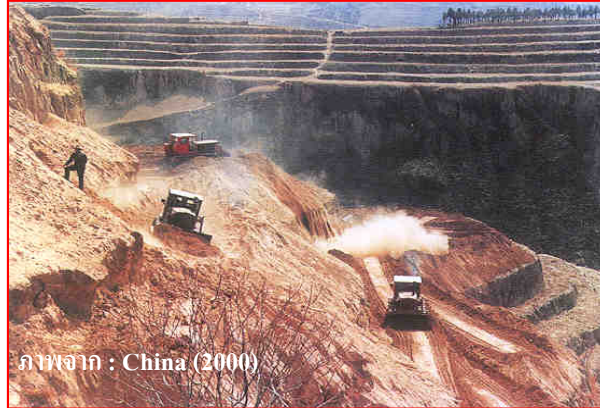
8. การปฏิบัติที่จำเป็นและสิ่งที่ต้องคำนึงสำหรับดำเนินงาน

- 8.1 ต้องมีการสำรวจพื้นที่อย่างละเอียด โดยจัดทำเป็นแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ดิน แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่ต้องมีรายละเอียดเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ ความลาดชัน ความลึกของดิน เนื้อดิน เปอร์เซ็นต์ของหินที่ปนอยู่ในดิน การชะล้างพังทลายของดิน และพื้นที่ระบายน้ำตามธรรมชาติ เป็นต้น แล้วจึงทำการกำหนดชนิดของชั้นบันไดดินโดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการปลูกพืช ชนิดของเครื่องจักรกลที่จะใช้งาน แล้วจึงเริ่มทำการออกแบบ
- 8.2 ถ้าในพื้นที่นั้นมีก้อนหินมากพอที่จะนำมาสร้างเป็นผนังด้านข้างของชั้นบันไดดินได้ออกแบบชั้นบันไดดินให้เป็นชนิดหินก่อ
- 8.3 ขั้นตอนการดำเนินการเพื่อให้เป็นไปตามแบบ ดังต่อไปนี้
- (1) ชั้นแรกเลือกพื้นที่ที่ความลาดชันของพื้นที่สม่ำเสมอตั้งแต่จุดสูงสุดของพื้นที่จนถึงจุดต่ำสุดของพื้นที่ เพื่อใช้เป็นแนวหลักแนวแรกของการเริ่มต้นดำเนินการวางผังการก่อสร้าง
 - (2) ปักแนวไม้ ในแนวชั้น - ลงตามความลาดชัน โดยระยะห่างระหว่างไม้ที่ปักเท่ากับระยะห่างของชั้นบันไดดินตามค่า VI ที่ออกแบบไว้ จุดปักไม้คือจุดกึ่งกลางของบันไดดิน
 - (3) ปักไม้ในแนวระดับ โดยทำที่จุดสูงสุดของพื้นที่แนวแรก โดยระยะห่างของไม้ที่ปักควรห่างกัน 5 ถึง 10 เมตร เมื่อปักไม้แนวระดับแรกเรียบร้อยแล้วก็ดำเนินต่อไปในแนวชั้นลงเป็นแนวที่สอง โดยระยะห่างของแนวไม้ที่ปักในแนวอนั้นนี้แต่ละต้นห่างกันเท่ากับ ค่า VI ของชั้นบันไดที่คำนวณได้จากแนวหลักตามแนวชั้นลงปักไม้ตามระดับให้ครบทุกหลักตามภาพข้างล่าง แนวไม้ตามระดับทุกแนว คือแนวกึ่งกลางของชั้นบันไดแต่ละชั้น



- (4) การก่อสร้างชั้นบันไดดินทำที่แนวไม้ที่ปักไว้ตามแนวระดับทุกแนว โดยทำตามรายละเอียดที่ออกแบบไว้ การลดระดับต่ำสุดของชั้นบันไดดินสู่ทางระบายน้ำควรจะให้ใกล้เคียงแนวระดับที่ทำไว้ในแต่ละแนว ความกว้างของชั้นบันไดดินอาจกว้างมากน้อยไม่เท่ากัน แต่ต้องอยู่ในระดับสูง (ระดับน้ำเท่ากันตลอดตามความยาวของชั้นบันได เพื่อสะดวกในการใช้เครื่องจักรกลในการดำเนินงาน เพื่อที่จะทำให้การดำเนินงานเร็วขึ้น ควรจะวางแนวชั้นบันไดแต่ละแนวไว้ในแผน

ที่ก่อนเป็นเบื้องต้น) หลังจากปักแนวระดับหมดพื้นที่แล้ว ควรมีการตัดแนวระดับที่ทำไว้ไม่ให้มีจุดหักศอกควรตัดให้เป็นรูปโค้งเพื่อสะดวกในการดำเนินการก่อสร้าง และการดำเนินการเพาะปลูกภายหลัง ในช่วงต่อระหว่างชั้นบันไดดินกับทางระบายน้ำควรมีการจัดวางแนวไม้ที่ปักอย่างรอบคอบ



ภาพที่ 17 การก่อสร้าง
ชั้นบันไดดิน

- (5) ก่อนการก่อสร้าง ควรเก็บเศษวัสดุ กิ่งไม้ต่างๆ หิน หญ้า และอื่นๆ ที่ผิวดินออกให้หมด ในกรณีที่มีก้อนหินมาก นำก้อนหินมาก่อเรียงกันไปตามแนวของชั้นบันไดดินที่วางไว้ เพื่อเป็นขอบของชั้นบันไดดินจนเต็มผิวหน้าของผนังชั้นบันไดดินแล้วทำการก่อสร้างชั้นบันไดดินจนเสร็จตลอดแนว



ภาพที่ 18 การก่อสร้าง
ชั้นบันไดดินที่มีก้อนหินมาก
ควรเอาหินมาทำกำแพงของ
ชั้นบันไดและควรเริ่มต้นจาก
แนวสูงสุดก่อนเป็นแนวแรก
แล้วค่อยๆ ทำแนวถัดลงมา



ภาพที่ 19 ชั้นบันไดดินใน
พื้นที่ที่มีก้อนหินมาก
พอที่จะนำมาสร้างเป็นผนัง
ด้านข้างของชั้นบันไดดินได้

- 8.4 โดยปกติทั่วไปการสร้างขั้นบันไดดินควรเริ่มต้นจากแนวสูงสุดของพื้นที่ที่เป็นแนวแรก และดำเนินการแนวล่างถัดลงไปต่อ ๆ กันเรื่อย ๆ ซึ่งการดำเนินการแบบนี้ จะง่ายและสะดวกในการดำเนินงาน และสามารถหลีกเลี่ยงความเสียหายอันพึงเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากฝนตกหนักในการดำเนินการก่อสร้าง การก่อสร้างขั้นบันไดแต่ละชั้นควรสร้างโดยยึดแนวระดับที่ปักไว้เป็นหลักในการดำเนินการ (แนวระดับที่วางไว้ก็คือแนวของขั้นบันไดดินที่จะทำการก่อสร้างนั่นเอง) จากนั้นทำการขุดดินจากส่วนบนของเส้นแนวมาถมลงบนส่วนใต้ของเส้นระดับ การอัดดินให้แน่นควรทำเมื่อขยายความกว้างออกไปทุกๆ 30 เซนติเมตร ถ้าการก่อสร้าง ใช้เครื่องจักรกล อาทิเช่น ไซรด์ Bulldozer ผนังด้านข้างของขั้นบันไดดินต้องทำการตกแต่งด้วยแรงงานคนอีกครั้ง



ภาพจาก : China (1995)

ภาพที่ 20 กรณีเพื่อความสะดวกในการก่อสร้างการสร้างขั้นบันไดดิน เริ่มต้นจากแนวสูงสุดของพื้นที่ที่เป็นแนวแรกและดำเนินการแนวล่างถัดลงไปต่อ ๆ กันเรื่อย ๆ

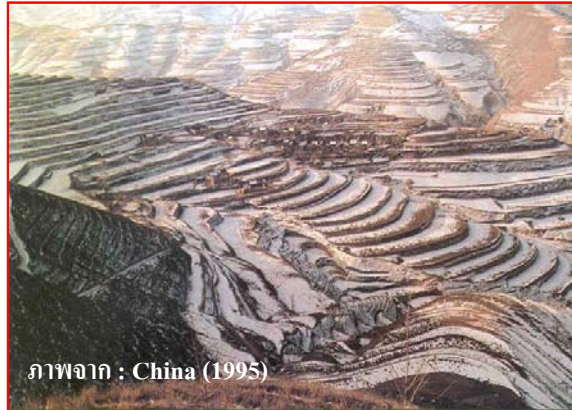
- 8.5 แต่ในกรณีที่การก่อสร้างขั้นบันไดดิน คำนึงถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นหลักใหญ่ในการดำเนินงาน คือ มีการนำหน้าดินข้างบนแนวก่อสร้างมาเกลี่ยกลบชั้นบันไดดิน และในกรณีที่ผนังด้านข้างของขั้นบันไดดินทำด้วยก้อนหิน การก่อสร้างขั้นบันไดดินแนวแรกควรเริ่มต้นจากแนวต่ำสุดของพื้นที่ไล่ขึ้นไปสู่แนวถัดไปที่สูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงจุดสูงสุดของเนิน



ภาพจาก : China (2000)

ภาพที่ 21 กรณีต้องการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของหน้าดินไว้การสร้างขั้นบันไดดินที่เริ่มต้นจากแนวต่ำสุดของพื้นที่ที่เป็นแนวแรก และดำเนินการแนวสูงถัดขึ้นมาเรื่อยๆ จนถึงจุดสูงสุดของเนิน

- 8.6 ระหว่างการก่อสร้างควรทำการตรวจสอบว่าได้ดำเนินการตามแบบแปลนที่วางไว้
ทุกอย่างหรือไม่ ไม่ว่าจะความกว้างของชั้นบันไดดิน ความลาดเอียงของผนังด้านข้าง
ความลาดเอียงของพื้นผิวชั้นบันไดดิน ตลอดจนการลดระดับสู่ทางระบายน้ำ เป็นต้น
ถ้ามีอะไรผิดแบบที่วางไว้ต้องทำการแก้ไขทันที



ภาพจาก : China (1995)

ภาพที่ 22 ชั้นบันไดดินที่มี
ความลาดเอียง ตลอดจนการ
ลดระดับสู่ทางระบายน้ำ

- 8.7 วิธีการเคลื่อนย้ายหน้าดินไปเกลี่ยกลบในชั้นบันไดดิน มี 2 วิธี คือ

- (1) วิธีแรก กรณีก่อสร้างจากแนวต่ำสุดขึ้นมาหลังจากก่อสร้างชั้นบันไดดินชั้นแรก
เรียบร้อยแล้ว นำหน้าดินจากแนวชั้นบันไดถัดไปมาเกลี่ยกลบบนผิวจนทั่ว และ
เมื่อการก่อสร้างชั้นบันไดที่สองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็นำหน้าดินจากแนวก่อสร้างแนว
ที่ถัดไป (แนวที่สาม) มาเกลี่ยกลบจนทั่ว ทำแบบนี้เรื่อยๆ จนเสร็จหมดพื้นที่
- (2) วิธีที่สอง แบ่งการดำเนินการในแต่ละแนวที่จะทำการก่อสร้างออกเป็นช่วง ๆ
ก่อนการก่อสร้างปาดหน้าดินไปกองรวมไว้ในที่ยังไม่ได้ก่อสร้างนั้น เมื่อก่อสร้าง
ส่วนนั้นเสร็จแล้วก็นำเอาหน้าดินที่กองไว้ไปเกลี่ยกลบให้เต็มผิวดินและเลื่อน
การดำเนินการก่อสร้างไปเป็นช่วง ๆ ถัดไปจนเสร็จตลอดแนว

- 8.8 ถ้าไม่มีก้อนหินเพื่อทำผนังชั้นบันไดดิน ควรรับปลูกหญ้าที่ผนังด้านข้างทันทีที่
ดำเนินการเสร็จ และบำรุงรักษาให้หญ้าขึ้นแผ่กระจายยึดผิวดินด้านข้างให้แน่นหนา
โดยเร็ว หญ้าที่แนะนำสำหรับประเทศไทย ได้แก่ หญ้าแฝก หญ้าบาเฮีย หญ้ารูซี่ หญ้า
นวลน้อย หรือ หญ้าสวาซีแลนด์ เป็นต้น



ภาพจากไทย : อาทิตย์ สุขเกษม

ภาพที่ 23 แสดงการปลูกหญ้า
แฝก เพื่อป้องกันการพังทลาย
ของชั้นบันไดดิน

9. การจัดการและดูแลรักษาสิ่งก่อสร้าง

- 9.1 หลังการก่อสร้างชั้นบันไดดินเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรมีการขุดดินในส่วนที่ดินถูกขุดไปถมยังด้านปลายของชั้นบันไดดิน โดยการขุดให้ลึกขวางแนวลาดเทและใส่สารหรือวัสดุปรับปรุงบำรุงดิน อาทิเช่น ปูนขาว ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยเคมี เท่าที่จำเป็น
- 9.2 ชั้นบันไดดินที่ก่อสร้างขึ้นและการเพาะปลูกพืชควรดำเนินการอย่างระมัดระวัง ถ้าเกิดการพังทลายในส่วนใดต้องรีบซ่อมแซมทันทีทันใด
- 9.3 หน้าที่ปลูกบนผนังด้านข้างของชั้นบันไดดินต้องดูแลรักษา ต้องมีการตัดเพื่อให้ขยายแผ่ปกคลุมดินให้แน่นหนา

10. การคำนวณปริมาณดินขุดและถมดิน สามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

ปริมาณดินขุด และปริมาณดินถมสามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ใช้} \quad V = \frac{A \times 100^2}{d} \quad \text{โดย} \quad \frac{1}{\mu} = \frac{1}{0.5}$$

โดยความลาดเอียงของผนังด้านข้างของชั้นบันได (ความสูง : พื้นราบ) = 1 : 0.5

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ในสูตรข้างบน กล่าวมาแล้วให้ย้อนกลับไปทบทวนดูข้อ 6 เพื่อให้การปฏิบัติเป็นไปด้วยสะดวก ดังนั้น จากสูตรข้างบนทำเป็นตาราง ดังตารางที่ 1 ด้านหลัง ซึ่งดัดแปลงมาจากปริมาณดินขุดและถม จากตารางของ Sheng (1977)

11. การคำนวณค่างานสำหรับการก่อสร้าง

จากหมวดงานดินของสำนัก กบปี 2551 ดังนี้

- 11.1 โดยใช้แรงคน ขึ้นกับค่าแรงแต่ละพื้นที่เฉลี่ยวันละ 210 บาทต่อคน ขุดดินได้ 1.68 ลูกบาศก์เมตร ต่อวันต่อคน ดังนั้นค่าแรงคนขุด เท่ากับ 125 บาทต่อลูกบาศก์เมตร
- 11.2 โดยใช้เครื่องจักรกล อิงราคาน้ำมัน ดังนั้น ค่างานดินขุดเฉลี่ยเท่ากับ 25 บาทต่อลูกบาศก์เมตรโดยประมาณ

12 การคำนวณระยะเวลาการก่อสร้างชั้นบันไดดิน

- 12.1 ถ้าใช้แรงงานคน คิดประสิทธิภาพของคน 1 คน ขุดดินได้ 1.68 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
 - 12.2 ถ้าใช้เครื่องจักร คิดประสิทธิภาพการทำงาน ขุดดินได้ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
 - 1.3 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณดินตัด-ดินถม ค่าจ้างแรงงานสำหรับดำเนินงานและระยะเวลาดำเนินงาน เมื่อต้องการสร้างชั้นบันไดดินแบบเก็บกักน้ำได้
- ตัวอย่างที่ 1 ถ้าเกษตรกรมีพื้นที่ขนาด 10 ไร่ ความลาดเทของพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 20 องศา หรือเท่ากับ 36.4 เปอร์เซ็นต์ เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว ความลึกของดินก่อนพบ ชั้นหินเท่ากับ 200 เซนติเมตร ถ้าเกษตรกรต้องการปลูกข้าวนาดำ จะต้องลงทุนในการก่อสร้างชั้นบันไดดิน เป็นเงินเท่าไร? ใช้เวลาดำเนินการกี่วัน โดยต้องการขอเปรียบเทียบระหว่างการใช้แรงงานคนขุดกับเครื่องจักรกลในการดำเนินงานว่าแตกต่างกันหรือไม่? อย่างไร?

วิธีการดำเนินการหาคำตอบ ใช้ตารางที่ 1 ด้านหลัง เป็นเครื่องมือหาคำตอบ

ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาความเป็นไปได้ของขนาดความกว้างชั้นบันไดดินแบบระดับเก็บกักน้ำ เพื่อการเพาะปลูกข้าวนาดำ โดยใช้ตารางที่ 1 ช่อง W(m) ซึ่งหมายถึงความกว้างของชั้นบันไดดินตามแนวตั้งของตารางที่มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 15 เมตร และใช้ช่อง \emptyset ^(๐) ซึ่งหมายถึง ความลาดเทของพื้นที่จากตัวอย่างพื้นที่ลาดเท 20 องศา โดยยึดหลักเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

หลักเกณฑ์ที่ 1 ความกว้างของชั้นบันไดจะถูกจำกัดด้วยความลึกของดิน กล่าวคือ ค่า VI ต้องมากกว่าความลึกของดินลบด้วย 100 เซนติเมตร เพื่อให้ดินตรงบริเวณด้านในสุดของชั้นบันไดลึกพอสำหรับรากพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ แต่ถ้าเป็นข้าว นาดำอาจใช้ค่าความลึกของดินสำหรับรากพืชเท่ากับ 50 เซนติเมตร ก็ได้ แต่ถ้าใช้ 100 เซนติเมตร จะเหมาะสมที่สุด ค่า VI ของชั้นบันได คือค่าความแตกต่างของระดับความสูงตามแนวตั้งของชั้นบันไดดินแต่ละชั้น หรือมีค่าเท่ากับ ความสูงของผนังชั้นบันไดดินในแต่ละชั้นนั่นเอง

หลักเกณฑ์ที่ 2 ความกว้างของชั้นบันไดดินที่เป็นไปได้ (ช่องที่ 1 แถวตั้ง) ขึ้นกับความลึกของค่า VI ที่มีค่าต่ำกว่าความลึกของดิน (200 เซนติเมตร) ลบด้วย 100 เซนติเมตร เหลือ 100 เซนติเมตร

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น เมื่อใช้ตารางที่ 1 ได้ความกว้างของชั้นบันไดดินที่เป็นไปได้ มี 4 ขนาด ได้แก่

ทางเลือกที่ 1 ถ้าต้องการชั้นบันไดดินกว้าง 1 เมตร จะได้ค่า VI = 0.445 เมตร

ทางเลือกที่ 2 ถ้าต้องการชั้นบันไดดินกว้าง 1.5 เมตร จะได้ค่า VI = 0.667 เมตร

ทางเลือกที่ 3 ถ้าต้องการชั้นบันไดดินกว้าง 2 เมตร จะได้ค่า VI = 0.890 เมตร หรือ 89 เซนติเมตร

ทางเลือกที่ 4 ถ้าต้องการทำชั้นบันไดดินกว้าง 2.5 เมตร จะได้ค่า VI = 1.112 เมตร ถ้าใช้ขนาดนี้ตอนในสุดของชั้นบันไดดินจะเหลือดินลึกเพียง 89 เซนติเมตร อาจตื่นเกินไปที่จะเปลี่ยนพื้นที่นี้ไปใช้เพาะปลูกไม้ผลที่มีราคาแพงให้ผลตอบแทนสูงกว่าการปลูกข้าว ตามสภาวะของเศรษฐกิจและสังคมที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณดินซุด ดินถม ของแต่ละทางเลือก โดยใช้ตารางที่ 1 หรือ 2 ผลดังต่อไปนี้

ทางเลือกที่ 1 ชั้นบันไดดินกว้าง 1 เมตร ปริมาณดินซุดและดินถมเท่ากับ 72.8 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (ค่า V จากตารางที่ 1 หรือ 2)

ทางเลือกที่ 2 ชั้นบันไดดินกว้าง 1.5 เมตร ปริมาณดินซุดและดินถมเท่ากับ 109.2 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (ค่า V จากตารางที่ 1 หรือ 2)

ทางเลือกที่ 3 ชั้นบันไดดินกว้าง 2 เมตร ปริมาณดินซุดและดินถมเท่ากับ 145.6 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (ค่า V จากตารางที่ 1 หรือ 2)

ทางเลือกที่ 4 ชั้นบันไดดินกว้าง 2.5 เมตร ปริมาณดินซุดและดินถมเท่ากับ 181.9 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (ค่า V จากตารางที่ 1 หรือ 2)

ขั้นตอนที่ 3 การคิดค่างานสำหรับดินตัดดินถม ก. โดยใช้ตารางที่ 3 ด้านหลัง ได้ผลดังนี้

ทางเลือกที่ 1 ความกว้างของชั้นบันไดดิน 1 เมตร ความเอียงพื้นที่ 20 องศา หรือ

Slope 36.4 เปอร์เซนต์

ถ้าใช้แรงคน 9,100 บาทต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 91,000 บาท

ถ้าใช้เครื่องจักรกล 1,820 บาทต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 18,200 บาท

ใช้แรงคนแพงกว่าเครื่องจักร 7,280 บาทต่อไร่ 10 ไร่ เท่ากับ 72,800 บาท

ทางเลือกที่ 2 ความกว้างของชั้นบันไดดิน 1.5 เมตร ความเอียงพื้นที่ 20 องศา หรือ

Slope 36.4 เปอร์เซนต์

ถ้าใช้แรงคน 13,650 บาทต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 136,500 บาท

ถ้าใช้เครื่องจักรกล 2,730 บาทต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 27,300 บาท

ใช้แรงคนแพงกว่าเครื่องจักร 10,920 บาทต่อไร่ 10 ไร่ เท่ากับ 109,200 บาท

ทางเลือกที่ 3 ความกว้างของชั้นบันไดดิน 2 เมตร ความเอียงพื้นที่ 20 องศา หรือ

Slope 36.4 เปอร์เซนต์

ถ้าใช้แรงคน 18,200 บาทต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 182,000 บาท

ถ้าใช้เครื่องจักรกล 3,640 บาทต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 36,400 บาท

ใช้แรงคนแพงกว่าเครื่องจักร 14,560 บาทต่อไร่ 10 ไร่ เท่ากับ 145,600 บาท

ทางเลือกที่ 4 ความกว้างของชั้นบันไดดิน 2.5 เมตร ความเอียงพื้นที่ 20 องศา หรือ

Slope 36.4 เปอร์เซนต์

ถ้าใช้แรงคน 22,738 บาทต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 227,380 บาท

ถ้าใช้เครื่องจักรกล 4,548 บาทต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 45,480 บาท

ใช้แรงคนแพงกว่าเครื่องจักร 18,190 บาทต่อไร่ 10 ไร่ เท่ากับ 181,900 บาท

ขั้นตอนที่ 4 การคิดเวลาทำงาน (ดำเนินการก่อสร้างชั้นบันไดดิน) ใช้ตารางที่ 4 ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 ความกว้างของชั้นบันไดดิน 1 เมตร ความเอียงพื้นที่ 20 องศา หรือ

Slope 36.4 เปอร์เซนต์

ถ้าใช้แรงคนใช้เวลา 43.33 วันต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 433.33 วัน

ถ้าใช้เครื่องจักรกลใช้เวลา 0.73 ชั่วโมงต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 7.3 ชั่วโมง

ทางเลือกที่ 2 ความกว้างของชั้นบันไดดิน 1.5 เมตร ความเอียงพื้นที่ 20 องศา หรือ

Slope 36.4 เปอร์เซนต์

ถ้าใช้แรงคนใช้เวลา 65 วันต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 650 วัน

ถ้าใช้เครื่องจักรกลใช้เวลา 1.09 ชั่วโมงต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 10.9 ชั่วโมง

ทางเลือกที่ 3 ความกว้างของชั้นบันไดดิน 2 เมตร ความเอียงพื้นที่ 20 องศา หรือ Slope 36.4 เปอร์เซนต์

ถ้าใช้แรงคนใช้เวลา 86.67 วันต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 866.7 วัน

ถ้าใช้เครื่องจักรกลใช้เวลา 1.46 ชั่วโมงต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 14.6 ชั่วโมง

ทางเลือกที่ 4 ความกว้างของชั้นบันไดดิน 2.5 เมตร ความเอียงพื้นที่ 20 องศา หรือ Slope 36.4 เปอร์เซนต์

ถ้าใช้แรงคนใช้เวลา 108.27 วันต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 1082.7 วัน

ถ้าใช้เครื่องจักรกลใช้เวลา 1.82 ชั่วโมงต่อไร่ พื้นที่ 10 ไร่ เท่ากับ 18.2 ชั่วโมง

ตัวอย่างที่ 2 ถ้านาย ก. มีพื้นที่ 10 ไร่ ในโครงการพัฒนาพื้นที่ ตำบลเขาวิเศษ อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง ความลาดเทของพื้นที่ เท่ากับ 20 เปอร์เซนต์ ดินลึก 5 เมตร ต้องการทำชั้นบันไดดิน จะได้ความกว้างของชั้นบันไดดินเท่าใด จำนวนชั้นบันได เท่ากับ กี่ชั้นต่อไร่ และค่าก่อสร้างและใช้เวลาก่อสร้าง เท่าใด

คำตอบ จากตารางที่ 5 ของกองช่าง กรมพัฒนาที่ดิน (2546)

ใช้ชื่อ ง Slope = 20 เปอร์เซนต์

- จะทำชั้นบันไดดินได้กว้างเท่ากับ 12 เมตร จำนวน 3 ชั้นต่อไร่
- ปริมาณดินขุดดินถมเท่ากับ 432 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่
- ค่าก่อสร้าง ถ้าใช้แรงคน เท่ากับ 28,080 บาทต่อไร่
พื้นที่ 10 ไร่ = 280,800 บาท
ถ้าใช้เครื่องจักรกล เท่ากับ 5,465 บาทต่อไร่
พื้นที่ 10 ไร่ = 54,650 บาท
- ระยะเวลาก่อสร้าง ใช้ตารางที่ 6 ได้ดังนี้
ถ้าใช้แรงคน เท่ากับ 257.14 วัน
ถ้าใช้เครื่องจักรกล เท่ากับ 4.32 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของชั้นบันไดดิน (W) ระยะห่างของจุดกลางชั้นบันไดดิน 2 ชั้นต่อกัน (VI) หน่วยเมตร ความกว้างของพื้นที่ราบในชั้นบันไดแต่ละชั้น (d) หน่วยเป็นเมตร พื้นที่หน้าตัดของชั้นบันได (A) หน่วยเป็นตารางเมตร และปริมาตรดินตัด-ดินถม (V) หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรเมตรต่อไร่ของชั้นบันไดสำหรับปลูกข้าวนาดำ (Sheng, 1977)

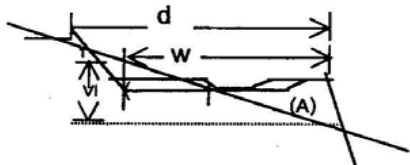
W(m)	∅ (°)	*																												
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	S (%)	3.49	5.24	6.99	8.75	10.51	12.28	11.05	15.84	17.63	19.44	21.26	23.09	24.93	26.8	26.7	30.57	32.49	34.4	36.4	38.39	40.4	42.45	44.52	46.63	48.77	50.95	53.17	55.43	57.74
1.00	VI (m)	0.036	0.054	0.072	0.092	0.111	0.131	0.151	0.172	0.193	0.215	0.238	0.261	0.285	0.310	0.34	0.361	0.388	0.416	0.445	0.475	0.506	0.539	0.573	0.608	0.645	0.684	0.724	0.767	0.812
	d (m)	1.02	*1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.17	1.18	1.19	1.21	1.22	1.24	1.25	1.27	1.29	1.30	1.32	1.34	1.36	1.38	1.46
	A (m ²)	0.004	0.007	0.009	0.011	0.014	0.016	0.019	0.022	0.024	0.027	0.030	0.033	0.036	0.039	0.04	0.045	0.049	0.052	0.056	0.059	0.063	0.067	0.072	0.076	0.081	0.085	0.091	0.096	0.101
	V (m ³)	7.0	10.5	14.0	17.5	21.0	24.5	28.1	31.7	35.6	39.3	42.5	46.2	49.9	53.6	57.3	61.1	65.0	68.9	72.8	76.7	81.0	84.9	89.0	93.3	97.4	101.9	106.3	110.9	115.5
1.50	VI	0.054	0.081	0.109	0.137	0.166	0.196	0.227	0.258	0.290	0.323	0.357	0.392	0.427	0.464	0.5	0.541	0.582	0.624	0.667	0.712	0.759	0.808	0.859	0.912	0.967	1.025	1.086	1.150	1.217
	d	1.53	1.54	1.55	1.57	1.58	1.60	1.61	1.63	1.65	1.66	1.68	1.70	1.71	1.73	1.75	1.77	1.79	1.81	1.83	1.86	1.88	1.90	1.93	1.96	1.98	2.01	2.04	2.08	2.11
	A	0.010	0.015	0.020	0.026	0.031	0.037	0.043	0.048	0.054	0.061	0.067	0.073	0.080	0.087	0.09	0.102	0.109	0.117	0.125	0.133	0.142	0.152	0.161	0.171	0.181	0.192	0.204	0.216	0.228
	V	10.5	15.7	20.9	26.3	31.5	36.8	42.1	47.5	53.4	58.9	63.8	69.3	74.8	80.4	84.0	91.7	97.5	103.3	109.2	115.1	121.5	127.3	133.6	139.9	146.1	152.8	159.5	166.2	173.3
2.00	VI	0.071	0.108	0.145	0.183	0.222	0.262	0.302	0.344	0.387	0.431	0.476	0.522	0.570	0.619	0.67	0.722	0.776	0.832	0.890	0.949	1.013	1.078	1.145	1.216	1.290	1.367	1.448	1.534	1.624
	d	2.04	2.05	2.07	2.09	2.11	2.13	2.15	2.17	2.19	2.22	2.24	2.26	2.29	2.31	2.33	2.36	2.39	2.42	2.45	2.47	2.51	2.54	2.57	2.61	2.65	2.68	2.72	2.77	2.81
	A	0.018	0.027	0.036	0.046	0.056	0.065	0.076	0.086	0.097	0.107	0.119	0.131	0.142	0.155	0.17	0.180	0.194	0.208	0.222	0.237	0.253	0.269	0.286	0.304	0.322	0.342	0.362	0.383	0.406
	V	14.0	21.0	27.9	35.0	42.0	49.1	56.2	63.3	70.4	77.5	84.6	91.7	98.8	105.9	113.0	120.1	127.2	134.3	141.4	148.5	155.6	162.7	169.8	176.9	184.0	191.1	198.2	205.3	212.4
2.50	VI	0.089	0.135	0.181	0.229	0.277	0.327	0.378	0.430	0.483	0.538	0.595	0.653	0.712	0.774	0.837	0.902	0.970	1.040	1.112	1.186	1.266	1.347	1.432	1.520	1.612	1.709	1.811	1.917	2.029
	d	2.55	2.57	2.59	2.61	2.64	2.66	2.69	2.72	2.74	2.77	2.8	2.83	2.86	2.89	2.92	2.95	2.99	3.02	3.06	3.09	3.13	3.17	3.22	3.26	3.31	3.35	3.41	3.46	3.51
	A	0.028	0.042	0.057	0.071	0.087	0.102	0.118	0.134	0.151	0.168	0.187	0.204	0.223	0.242	0.26	0.282	0.303	0.325	0.348	0.371	0.396	0.421	0.447	0.475	0.504	0.534	0.566	0.599	0.634
	V	17.5	26.2	34.9	43.7	52.5	61.4	70.2	79.2	89.0	103.0	106.3	115.4	124.7	134.0	143.3	152.8	162.4	172.2	181.9	191.7	202.4	212.3	222.6	233.1	243.5	254.7	265.9	277.1	288.6
3.00	VI	0.106	0.161	0.217	0.275	0.333	0.392	0.453	0.516	0.580	0.646	0.714	0.783	0.854	0.928	1.004	1.083	1.163	1.248	1.335	1.424	1.519	1.617	1.718	1.820	1.935	2.051	2.173	2.300	2.435
	d	3.05	3.08	3.11	3.14	3.17	3.20	3.23	3.26	3.29	3.32	3.36	3.39	3.43	3.46	3.50	3.54	3.58	3.62	3.67	3.71	3.76	3.81	3.86	3.91	3.97	4.03	4.09	4.15	4.22
	A	0.040	0.061	0.081	0.103	0.125	0.147	0.170	0.194	0.218	0.242	0.268	0.294	0.320	0.348	0.38	0.406	0.437	0.468	0.500	0.537	0.57	0.293	0.644	0.684	0.726	0.769	0.815	0.863	0.914
	V	20.9	31.4	41.9	52.5	63.0	73.7	84.3	95.0	106.8	117.8	127.6	138.5	149.6	160.8	172.0	183.4	194.9	206.6	218.4	230.1	242.9	254.7	267.0	279.8	292.2	305.8	319.0	332.6	346.4
4.00	VI	0.142	0.215	0.289	0.366	0.444	0.523	0.604	0.688	0.773	0.861	0.952	1.044	1.139	1.238	1.339	1.444	1.551	1.664	1.780	1.898	2.025	2.156	2.291	2.432	2.580	2.734	2.897	3.067	3.247
	d	4.07	4.11	4.14	4.18	4.22	4.26	4.30	4.34	4.39	4.43	4.48	4.52	4.57	4.62	4.67	4.72	4.78	4.83	4.89	4.95	5.01	5.08	5.15	5.22	5.29	5.37	5.45	5.53	5.62
	A	0.071	0.108	0.145	0.183	0.222	0.262	0.302	0.344	0.387	0.431	0.476	0.522	0.570	0.619	0.67	0.722	0.776	0.832	0.890	0.949	1.012	1.078	1.145	1.216	1.290	1.367	1.448	1.534	1.624
	V	27.9	41.9	55.9	70.0	84.1	98.2	112.4	126.7	142.4	157.1	170.1	184.6	199.5	214.4	229.3	244.5	259.8	275.4	291.2	306.9	323.8	339.5	356.2	373.1	389.6	407.7	425.4	443.5	461.9
5.00	VI	0.178	0.269	0.362	0.458	0.555	0.654	0.756	0.860	0.967	1.077	1.189	1.305	1.424	1.547	1.673	1.805	1.939	2.080	2.225	2.373	2.532	2.694	2.864	3.041	3.225	3.418	3.621	3.834	4.059
	d	5.09	5.13	5.18	5.23	5.28	5.33	5.38	5.43	5.48	5.04	5.59	5.65	5.71	5.77	5.84	5.90	5.97	6.04	6.11	6.19	6.27	6.35	6.43	6.52	6.61	6.71	6.81	6.92	7.03
	A	0.111	0.168	0.226	0.286	0.347	0.409	0.472	0.538	0.604	0.673	0.743	0.816	0.890	0.967	1.046	1.128	1.213	1.300	1.390	1.483	1.582	1.684	1.790	1.900	2.016	2.137	2.263	2.396	2.538
	V	34.9	52.4	69.8	87.5	105.1	122.8	140.5	158.4	177.9	196.3	212.6	230.9	249.3	268.0	286.7	305.8	324.8	344.3	364.0	383.5	403.0	424.5	445.1	466.4	487.0	509.4	531.7	554.2	577.4

ตารางที่ 1 (ต่อ)

* ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

W(m)	∅ (°)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	S (%)	3.49	5.24	6.99	8.75	10.51	12.28	11.05	15.84	17.63	19.44	21.26	23.09	24.93	26.8	26.7	30.57	32.49	34.4	36.4	38.39	40.4	42.45	44.52	46.63	48.77	50.95	53.17	55.43	57.74
6.00	VI	0.213	0.323	0.434	0.549	0.665	0.785	0.907	1.032	1.160	1.292	1.427	1.566	1.709	1.857	2.008	2.165	2.327	2.495	2.670	2.847	3.078	3.233	3.436	3.648	3.869	4.102	4.345	4.601	4.871
	d	6.11	6.16	6.22	6.27	6.33	6.39	6.45	6.52	6.58	6.65	6.71	6.78	6.85	6.93	7.00	7.08	7.16	7.25	7.34	7.42	7.54	7.62	7.72	7.82	7.93	8.05	8.17	8.30	8.44
	A	0.160	0.242	0.326	0.412	0.499	0.589	0.680	0.774	0.870	0.969	1.071	1.175	1.282	1.393	1.506	1.624	1.746	1.872	2.002	2.135	2.278	2.425	2.577	2.736	2.902	3.077	3.259	3.451	3.654
	V	41.9	62.9	83.8	105.0	124.5	147.3	168.6	190.1	213.6	235.5	255.2	277.1	299.2	321.6	344.0	366.7	389.8	413.1	436.8	460.2	485.9	509.4	534.2	559.5	584.3	611.4	638.1	665.1	693.0
7.00	VI	0.248	0.377	0.504	0.641	0.776	0.916	1.058	1.204	1.353	1.507	1.665	1.827	1.994	2.166	2.343	2.526	2.715	2.911	3.115	3.322	3.544	3.772	4.009	4.257	4.514	4.785	5.069	5.368	5.683
	d	7.13	7.19	7.25	7.32	7.39	7.46	7.53	7.60	7.67	7.75	7.83	7.91	8.00	8.08	8.17	8.26	8.36	8.46	8.56	8.66	8.77	8.88	9.00	9.13	9.26	9.39	9.53	9.68	9.84
	A	0.218	0.330	0.443	0.560	0.679	0.801	0.926	1.054	1.184	1.319	1.457	1.599	1.744	1.896	2.050	2.210	2.377	2.548	2.724	2.906	3.101	3.301	3.507	3.724	3.950	4.188	4.436	4.697	4.974
	V	48.9	73.3	97.7	122.5	147.1	171.8	196.6	221.8	249.1	274.9	297.6	323.2	349.0	375.2	401.4	428.0	454.7	485.0	509.6	537.0	566.9	594.2	623.2	652.8	681.8	712.0	744.3	776.2	808.3
8.00	VI	0.284	0.430	0.579	0.732	0.887	1.046	1.209	1.376	1.546	1.723	1.903	2.088	2.278	2.476	2.677	2.886	3.102	3.327	3.560	3.795	4.050	4.311	4.582	4.865	5.159	5.469	5.794	6.134	6.494
	d	8.14	8.22	8.29	8.37	8.44	8.52	8.60	8.69	8.77	8.86	8.95	9.04	9.14	9.24	9.34	9.44	9.55	9.66	9.78	9.90	10.03	10.16	10.29	10.43	10.58	10.73	10.90	11.07	11.25
	A	0.284	0.43	0.579	0.732	0.887	1.046	1.209	1.376	1.546	1.723	1.903	2.088	2.278	2.476	2.677	2.886	3.104	3.328	3.558	3.795	4.050	4.244	4.581	4.789	5.079	5.469	5.794	6.134	6.496
	V	55.8	83.8	111.7	140.0	168.2	196.5	224.8	253.4	284.8	314.1	340.2	369.4	398.9	428.8	458.7	489.1	519.7	550.9	582.4	613.6	647.8	679.2	712.3	746.1	777.9	815.2	850.7	886.9	923.8
10.00	VI	0.355	0.538	0.723	0.915	1.109	1.308	1.511	1.720	1.933	2.153	2.379	2.610	2.848	3.095	3.347	3.609	3.878	4.159	4.450	4.745	5.063	5.389	5.727	6.081	6.449	6.836	7.242	7.669	8.118
	d	10.18	10.27	10.36	10.46	10.55	10.65	10.76	10.86	10.97	11.08	11.19	11.31	11.42	11.48	11.7	11.80	11.94	12.08	12.23	12.37	12.53	12.69	12.86	13.04	13.22	13.42	13.62	13.83	14.06
	A	0.444	0.673	0.904	1.114	1.386	1.635	1.889	2.150	2.416	2.692	2.974	3.263	3.560	3.868	4.183	4.510	4.850	5.200	5.560	5.931	6.328	6.736	7.158	7.601	8.062	8.546	9.053	9.585	10.15
	V	69.8	104.8	139.6	175.0	210.1	245.6	281.0	316.8	356.0	392.6	425.3	461.8	498.6	535.8	573.4	611.4	649.8	688.6	728.0	767.0	809.8	849.0	890.4	932.6	973.9	1,019.0	1,063.4	1,108.6	1,154.9
12.00	VI	0.426	0.646	0.868	1.098	1.331	1.569	1.813	2.064	2.320	2.584	2.855	3.132	3.418	3.714	4.016	4.331	4.654	4.991	5.340	5.694	6.076	6.407	6.872	7.297	7.739	8.203	8.690	9.202	9.741
	d	12.22	12.32	12.43	12.5	12.67	12.78	12.91	13.03	13.16	13.29	13.43	13.57	13.71	13.86	14.01	14.17	14.33	14.50	14.67	14.85	15.04	15.23	15.43	15.65	15.87	16.10	16.43	16.60	16.87
	A	0.639	0.968	1.302	1.647	1.996	2.354	2.720	3.096	3.479	3.876	4.282	4.699	5.126	5.570	6.024	6.494	6.984	7.488	8.006	8.539	9.112	9.700	10.31	10.95	11.61	12.31	13.04	13.80	14.62
	V	83.8	125.7	167.5	210.1	252.2	294.7	337.1	380.2	427.2	471.2	510.2	554.1	598.4	643.0	688.0	733.6	779.7	826.2	873.6	920.5	971.7	1,018.7	1,068.5	1,119.2	1,168.8	1,222.9	1,276.2	1,330.2	1,385.8
15.00	VI	0.532	0.807	1.085	1.373	1.664	1.962	2.267	2.580	2.900	3.230	3.568	3.916	4.272	4.642	5.020	5.414	5.817	6.239	6.675	7.118	7.595	8.084	8.591	9.122	9.674	10.254	10.863	11.502	12.177
	d	15.27	15.40	15.54	15.69	15.83	15.98	16.13	16.29	16.45	16.62	16.78	16.91	17.14	17.32	17.5	17.71	17.91	18.12	18.34	18.56	18.80	19.04	19.3	19.56	19.84	20.13	20.43	20.75	21.09
	A	0.999	1.513	2.035	2.573	3.119	3.679	4.249	4.838	5.437	6.056	6.691	7.342	8.010	8.704	9.413	10.15	10.91	11.70	12.51	13.34	14.24	15.16	16.11	17.1	18.14	19.23	20.37	21.51	22.84
	V	104.7	157.2	209.4	262.6	315.2	368.3	421.4	475.2	533.9	589.0	649.8	712.6	777.8	843.8	911.8	977.1	1,044.6	1,114.6	1,187.0	1,261.8	1,339.0	1,418.6	1,500.6	1,585.0	1,671.8	1,761.0	1,852.6	1,946.8	2,043.7

$$VI = \frac{W.S.}{100 - S.u.} \quad d = \frac{W + VI}{2} = \frac{100 VI}{S} \quad A = \frac{W.VI}{8} \quad V = \frac{A \times 100^2}{d} \quad \frac{1}{u} = \frac{1}{0.5}$$



- ค่า VI คือ ความแตกต่างด้านความสูงของชั้นบันไดดินแต่ละชั้น ในแนวดิ่ง (เมตร)
- ค่า W คือ ความกว้างของตัวชั้นบันไดดินแต่ละชั้น (เมตร)
- ค่า d คือ ความกว้างของชั้นบันไดดินและผนังด้านข้าง รวมกัน (เมตร)
- * ค่า A คือ พื้นที่หน้าตัดของส่วนดินตัดของชั้นบันได หน่วยเป็นตารางเมตร

- * ค่า V คือ ปริมาณดินขุด ดินถม มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อไร่
- * ค่า S คือ ความลาดเทของพื้นที่ มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์
- * ค่า ∅ คือ ความลาดเทของพื้นที่ มีหน่วยเป็น องศา

ตารางที่ 2 ปริมาณดินขุด และดินถม สำหรับการก่อสร้างชั้นบันไดดินแบบเก็บกักน้ำได้ (ลูกบาศก์ เมตรต่อไร่)

*

W(m)	Ø องศา	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	S (%)	3.5	5.2	7.0	8.8	10.5	12.3	11.1	15.8	17.6	19.4	21.3	23.1	24.9	26.8	26.7	30.6	32.5	34.4	36.4	38.4	40.4	42.5	44.5	46.6	48.8	51.0	53.2	55.4	57.7
1.00	V (ลบ.ม.)	7.0	10.5	14.0	17.5	21.0	24.5	28.1	31.7	35.6	39.3	42.5	46.2	49.9	53.6	57.3	61.1	65.0	68.9	72.8	76.7	81.0	84.9	89.0	93.3	97.4	101.9	106.3	110.9	115.5
1.50	V	10.5	15.7	20.9	26.3	31.5	36.8	42.1	47.5	53.4	58.9	63.8	69.3	74.8	80.4	84.0	91.7	97.5	103.3	109.2	115.1	121.5	127.3	133.6	139.9	146.1	152.8	159.5	166.2	173.3
2.00	V	14.0	21.0	27.9	35.0	42.0	49.1	56.2	63.6	71.2	78.5	85.0	92.4	99.7	107.2	114.7	122.3	129.9	137.7	145.6	153.4	161.9	169.8	178.1	186.6	194.7	203.8	212.6	221.8	231.4
2.50	V	17.5	26.2	34.9	43.7	52.5	61.4	70.2	79.2	89.0	103.0	106.3	115.4	124.7	134.0	143.3	152.8	162.4	172.2	181.9	191.7	202.4	212.3	222.6	233.1	243.5	254.7	265.9	277.1	288.6
3.00	V	20.9	31.4	41.9	52.5	63.0	73.7	84.3	95.0	106.8	117.8	127.6	138.5	149.6	160.8	172.0	183.4	194.9	206.6	218.4	230.1	242.9	254.7	267.0	279.8	292.2	305.8	319.0	332.6	346.4
4.00	V	27.9	41.9	55.9	70.0	84.1	98.2	112.4	126.7	142.4	157.1	170.1	184.6	199.5	214.4	229.3	244.5	259.8	275.4	291.2	306.9	323.8	339.5	356.2	373.1	389.6	407.7	425.4	443.5	461.9
5.00	V	34.9	52.4	69.8	87.5	105.1	122.8	140.5	158.4	177.9	196.3	212.6	230.9	249.3	268.0	286.7	305.8	324.8	344.3	364.0	383.5	405.0	424.5	445.1	466.4	487.0	509.4	531.7	554.2	577.4
6.00	V	41.9	62.9	83.8	105.0	124.5	147.3	168.6	190.1	213.6	235.5	255.2	277.1	299.2	321.6	344.0	366.7	389.8	413.1	436.8	460.2	485.9	509.4	534.2	559.5	584.3	611.4	638.1	665.1	693.0
7.00	V	48.9	73.3	97.7	122.5	147.1	171.8	196.6	221.8	249.1	274.9	297.6	323.2	349.0	375.2	401.4	428.0	454.7	485.0	509.6	537.0	566.9	594.2	623.2	651.8	681.8	712.0	744.3	776.2	808.3
8.00	V	55.8	83.8	111.7	140.0	168.2	196.5	224.8	253.4	284.8	314.1	340.2	369.4	398.9	428.8	458.7	489.1	519.7	550.9	582.4	613.6	647.8	679.2	712.3	746.1	777.9	815.2	850.7	886.9	923.8
10.00	V	69.8	104.8	139.6	175.0	210.1	245.6	281.0	316.8	356.0	392.6	425.3	461.8	498.6	535.8	573.4	611.4	649.8	688.6	728.0	767.0	809.8	849.0	890.4	932.6	973.9	1,019.0	1,063.4	1,108.6	1,154.9
12.00	V	83.8	125.7	167.5	210.1	252.2	294.7	337.1	380.2	427.2	471.2	510.2	554.1	598.4	643.0	688.0	733.6	779.7	826.2	873.6	920.5	971.7	1,018.7	1,068.5	1,119.2	1,168.8	1,222.9	1,276.2	1,330.2	1,385.8
15.00	V	104.7	157.2	209.4	262.6	315.2	368.3	421.4	475.2	533.9	589.0	589.8	692.6	747.8	803.8	860.2	917.1	974.6	1,033.0	1,092.0	1,150.6	1,204.6	1,273.4	1,335.5	1,399.0	1,461.0	1,528.5	1,595.0	1,662.9	1,732.2

- หมายเหตุ : 1. ช่อง Ø ของหัวตารางตามแนวนอน คือค่าความลาดเทของพื้นที่ทำมุมกับแนวราบขนาดแตกต่างกัน หน่วยเป็นองศา
 2. ช่อง S (เปอร์เซ็นต์) ของหัวตารางตามแนวนอน คือค่าความลาดเทของพื้นที่ในรูปของ Slope ที่ระดับต่างๆ กัน หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
 3. ค่า V คือปริมาณดินขุด-ดินถม เมื่อความกว้างของชั้นบันไดดินและความลาดเทของพื้นที่แตกต่างกัน หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อไร่
 4. ช่อง W (m) ของหัวตารางตามแนวตั้ง คือค่าความกว้างของชั้นบันไดดินขนาดต่างๆ หน่วยเป็นเมตร

ตารางที่ 4 เวลาทำงาน ในการจัดเตรียมพื้นที่ปลูกข้าวแบบขั้นบันไดดิน (แรงคน หน่วยเป็นวัน, เครื่องจักร หน่วยเป็นชั่วโมง) *

W(m)	$\phi^{(o)}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	S (%)	3.49	5.24	6.99	8.75	10.51	12.28	11.05	15.84	17.63	19.44	21.26	23.09	24.93	26.8	26.67	30.57	32.49	34.4	36.4	38.39	40.4	42.45	44.52	46.63	48.77	50.95	53.17	55.43	57.74
1.00	แรงคน	4.17	6.25	8.33	10.42	12.50	14.58	16.73	18.87	21.19	23.39	25.30	27.50	29.70	31.90	34.11	36.37	38.69	41.01	43.33	45.65	48.21	50.54	52.98	55.54	57.98	60.65	63.27	66.01	68.75
	เครื่องจักร	0.07	0.11	0.14	0.18	0.21	0.25	0.28	0.32	0.36	0.39	0.43	0.46	0.50	0.54	0.57	0.61	0.65	0.69	0.73	0.77	0.81	0.85	0.89	0.93	0.97	1.02	1.06	1.11	1.16
1.50	แรงคน	6.25	9.35	12.44	15.65	18.75	21.90	25.06	28.27	31.79	35.06	37.98	41.25	44.52	47.86	32.14	54.58	58.04	61.49	65.00	68.51	72.32	75.77	79.52	83.27	86.96	90.95	94.94	98.93	103.15
	เครื่องจักร	0.11	0.16	0.21	0.26	0.32	0.37	0.42	0.48	0.53	0.59	0.64	0.69	0.75	0.80	0.54	0.92	0.98	1.03	1.09	1.15	1.22	1.27	1.34	1.40	1.46	1.53	1.60	1.66	1.73
2.00	แรงคน	8.33	12.50	16.61	20.83	25.00	29.23	33.45	34.29	42.38	46.73	50.60	55.00	59.35	63.81	68.27	72.80	77.32	81.96	86.67	91.31	96.37	101.07	106.01	111.07	115.89	121.31	126.55	132.02	137.74
	เครื่องจักร	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.58	0.71	0.79	0.85	0.92	1.00	1.07	1.15	1.22	1.30	1.38	1.46	1.53	1.62	1.70	1.78	1.87	1.95	2.04	2.13	2.22	2.31
2.50	แรงคน	10.42	15.60	20.77	26.01	31.26	36.55	41.79	47.14	52.98	61.31	63.27	68.69	74.23	79.76	85.30	90.95	96.67	102.50	108.27	114.11	120.48	126.37	132.50	138.75	144.94	151.61	158.27	164.94	171.79
	เครื่องจักร	0.18	0.26	0.35	0.44	0.53	0.61	0.70	0.79	0.89	1.03	1.06	1.15	1.25	1.34	1.43	1.53	1.62	1.72	1.82	1.92	2.02	2.12	2.23	2.33	2.44	2.55	2.66	2.77	2.89
3.00	แรงคน	12.44	18.69	24.94	31.25	37.50	43.87	50.18	56.55	63.57	70.12	75.95	82.44	89.05	95.71	102.38	109.17	116.01	122.98	130.00	136.96	144.58	151.61	158.93	166.55	173.93	182.02	189.88	197.98	206.19
	เครื่องจักร	0.21	0.31	0.42	0.53	0.63	0.74	0.84	0.95	1.07	1.18	1.28	1.39	1.50	1.61	1.72	1.83	1.95	2.07	2.18	2.30	2.43	2.55	2.67	2.80	2.92	3.06	3.19	3.33	3.46
4.00	แรงคน	16.61	24.94	33.27	41.67	50.06	58.45	66.90	75.42	84.76	93.51	101.25	109.88	118.75	127.62	136.49	145.54	154.64	163.93	173.33	182.68	192.74	202.08	212.02	222.08	231.90	242.68	253.21	263.99	274.94
	เครื่องจักร	0.28	0.42	0.56	0.70	0.84	0.98	1.12	1.27	1.42	1.57	1.70	1.85	2.00	2.14	2.29	2.45	2.60	2.75	2.91	3.07	3.24	3.40	3.56	3.73	3.90	4.08	4.25	4.44	4.62
5.00	แรงคน	20.77	31.19	41.55	52.08	62.56	73.10	83.63	94.29	105.89	116.85	126.55	137.44	148.39	159.52	170.65	182.02	193.33	204.94	216.67	228.27	241.07	252.68	264.94	277.62	289.88	303.21	316.49	329.88	343.69
	เครื่องจักร	0.35	0.52	0.70	0.88	1.05	1.23	1.41	1.58	1.78	1.96	2.13	2.31	2.49	2.68	2.87	3.06	3.25	3.44	3.64	3.84	4.05	4.25	4.45	4.66	4.87	5.09	5.32	5.54	5.77
6.00	แรงคน	24.94	37.44	49.88	62.50	74.11	87.68	100.36	113.15	127.14	140.18	151.90	164.94	178.10	191.43	204.76	218.27	232.02	245.89	260.00	273.93	289.23	303.21	317.98	333.04	353.75	363.93	379.82	395.89	412.50
	เครื่องจักร	0.42	0.63	0.84	1.05	1.25	1.47	1.69	1.90	2.14	2.36	2.55	2.77	2.99	3.22	3.44	3.67	3.90	4.13	4.37	4.60	4.86	5.09	5.34	5.60	5.94	6.11	6.38	6.65	6.93
7.00	แรงคน	29.11	43.63	58.15	72.92	87.56	102.26	117.02	132.02	148.27	163.63	177.14	192.38	207.74	223.33	238.93	254.76	270.65	288.69	303.33	319.64	337.44	353.69	370.95	402.86	405.83	423.81	443.04	462.02	481.13
	เครื่องจักร	0.49	0.73	0.98	1.23	1.47	1.72	1.97	2.22	2.49	2.75	2.98	3.23	3.49	3.75	4.01	4.28	4.55	4.85	5.10	5.37	5.67	5.94	6.23	6.73	6.82	7.12	7.44	7.76	8.08
8.00	แรงคน	33.21	49.88	66.49	83.33	100.12	116.96	133.81	150.83	169.52	186.96	202.50	219.88	237.44	255.24	273.04	291.13	309.35	327.92	346.67	365.24	385.60	404.29	423.99	444.11	463.04	485.24	506.37	527.92	549.88
	เครื่องจักร	0.56	0.84	1.12	1.40	1.68	1.97	2.25	2.53	2.85	3.14	3.40	3.69	3.99	4.29	4.59	4.89	5.20	5.51	5.82	6.14	6.48	6.79	7.12	7.46	7.78	8.15	8.51	8.87	9.24
10.00	แรงคน	41.55	62.38	83.10	104.17	125.06	146.19	167.26	188.57	211.90	233.69	253.15	274.88	296.79	318.93	341.31	363.93	386.79	409.88	433.33	456.55	482.02	505.36	530.00	555.12	579.70	606.55	632.98	659.88	687.44
	เครื่องจักร	0.70	1.05	1.40	1.75	2.10	2.46	2.81	3.17	3.56	3.93	4.25	4.62	4.99	5.36	5.73	6.11	6.50	6.89	7.28	7.67	8.10	8.49	8.90	9.33	9.74	10.19	10.63	11.09	11.55
12.00	แรงคน	49.88	74.82	99.70	125.06	150.12	175.42	200.65	226.31	254.29	280.48	303.69	329.82	356.19	382.74	409.52	436.67	464.11	491.79	520.00	547.92	578.39	606.37	636.01	666.19	695.71	727.92	759.64	791.79	824.88
	เครื่องจักร	0.84	1.26	1.68	2.10	2.52	2.95	3.37	3.80	4.27	4.71	5.10	5.54	5.98	6.43	6.88	7.34	7.80	8.26	8.74	9.21	9.72	10.19	10.69	11.19	11.69	12.23	12.76	13.30	13.86
15.00	แรงคน	62.32	93.57	124.64	156.31	187.62	219.23	250.83	282.86	317.80	350.60	351.07	412.26	445.12	478.45	512.02	545.89	580.12	614.88	650.00	684.88	717.02	757.98	794.94	832.74	869.64	909.82	949.40	989.82	1,031.07
	เครื่องจักร	1.05	1.57	2.09	2.63	3.15	3.68	4.21	4.75	5.34	5.89	5.90	6.93	7.48	8.04	8.60	9.17	9.75	10.33	10.92	11.51	12.05	12.73	13.36	13.99	14.61	15.29	15.95	16.63	17.32

หมายเหตุ : 1. เครื่องจักรกล ประสิทธิภาพในการขุดและถมดินทำชั้นบันไดดิน เท่ากับ 100เมตร ต่อชั่วโมง
 2. แรงคน ประสิทธิภาพในการขุดและถมดินทำชั้นบันไดดิน เท่ากับ 0.28 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
 คน 1 คน ทำงานวันละ 6 ชั่วโมง ดังนั้น คน 1 คนใน 1 วัน ทำงานได้ 1.68 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

3. การจ้างแรงงาน โดยทั่วไปของประเทศไทย
 3.1 ค่าแรงคน จ้างเป็น จำนวนคนต่อวัน
 3.2 ค่าจ้างเครื่องจักรกล จ้างเป็น ชั่วโมง

ตารางที่ 5 การคำนวณปริมาณดินขุดและดินเกลี่ยสำหรับการก่อสร้างชั้นบันไดดินแบบพื้นราบที่สามารถเก็บกักน้ำได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) (จากกองช่าง กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

Slope (สเปอร์เซ็นต์)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
VI(m)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
W(m)	50.00	30.00	23.33	20.00	18.00	16.67	15.71	15.00	14.44	14.00	13.64	13.33	13.08	12.86
จำนวนชั้นบันไดดินต่อไร่	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
V _{cut} (m ³) ต่อไร่	125	90	163.333	160.000	162.000	166.667	259.286	270.000	281.667	294.000	306.818	320.000	333.462	347.143
ค่าก่อสร้าง(คนงาน)	8,125	5,850	10,617	10,400	10,530	10,833	16,854	17,550	18,308	19,110	19,943	20,800	21,675	22,564
ค่าก่อสร้าง(เครื่องจักร)	1,581	1,139	2,066	2,024	2,049	2,108	3,280	3,416	3,563	3,719	3,881	4,048	4,218	4,391

*

Slope (สเปอร์เซ็นต์)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
VI(m)	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1	3.2
W(m)	12.67	12.50	12.35	12.22	12.11	12.00	11.90	11.82	11.74	11.67	11.60	11.54	11.48	11.43
จำนวนชั้นบันไดดินต่อไร่	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
V _{cut} (m ³) ต่อไร่	361	375	389.118	403.333	417.632	432.000	446.429	460.909	475.435	490.000	504.600	519.231	533.889	731.429
ค่าก่อสร้าง(คนงาน)	23,465	24,375	25,293	26,217	27,146	28,080	29,018	29,959	30,903	31,850	32,799	33,750	34,703	47,543
ค่าก่อสร้าง(เครื่องจักร)	4,567	4,744	4,922	5,102	5,283	5,465	5,647	5,831	6,014	6,199	6,383	6,568	6,754	9,253

หมายเหตุ S = ความลาดชันSlope (เปอร์เซ็นต์)

VI = ระยะห่างในแนวดิ่งระหว่างจุดกึ่งกลางของผนังชั้นบันไดดิน 2 ชั้น (เมตร)

W = ความกว้างพื้นที่ราบ (เมตร)

V_{cut} = ปริมาตรดินขุดซึ่งอนุมาณให้เท่ากับดินถมของชั้นบันไดดิน(ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) ค่า S และค่า VI จากรายงาน งานสำรวจศึกษาเพื่อกำหนดแผนพัฒนาและออกแบบโครงการพัฒนาพื้นที่ ตำบลเขาวีเศษ อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ความลาดเท เปอร์เซ็นต์	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
VI(m)	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
W(m)	11.38	11.33	11.29	11.25	11.21	11.18	11.14	11.11	11.08	11.05	11.03	11.00	10.98	10.95
จำนวนชั้นบันไดดินต่อไร่	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
V _{cut} (m ³) ต่อไร่	751.034	770.667	790.323	810.000	829.697	849.412	869.143	888.889	908.649	928.421	948.205	968.000	987.805	1007.619
ค่าก่อสร้าง(คนงาน)	48,817	50,093	51,371	52,650	53,930	55,212	56,494	57,778	59,062	60,347	61,633	62,920	64,207	65,495
ค่าก่อสร้าง(เครื่องจักร)	9,501	9,749	9,998	10,247	10,496	10,745	10,995	11,244	11,494	11,745	11,995	12,245	12,496	12,746

ความลาดเท เปอร์เซ็นต์	43	44	45	46	47	48	49	50						
VI(m)	4.7	4.8	4.9	5	5.1	5.2	5.3	5.4						
W(m)	10.93	10.91	10.89	10.87	10.85	10.83	10.82	10.80						
จำนวนชั้นบันไดดินต่อไร่	4	4	4	4	4	4	4	4						
V _{cut} (m ³) ต่อไร่	1027.44	1047.27	1067.11	1086.96	1106.81	1126.67	1146.53	1166.40						
ค่าก่อสร้าง(คนงาน)	66,784	68,073	69,362	70,652	71,943	73,233	74,524	75,816						
ค่าก่อสร้าง(เครื่องจักร)	12,997	13,248	13,499	13,750	14,001	14,252	14,504	14,755						

หมายเหตุ S = ความลาดชันSlope (เปอร์เซ็นต์)

VI = ระยะห่างในแนวดิ่งระหว่างจุดกึ่งกลางของผนังชั้นบันไดดิน 2 ชั้น (เมตร)

W = ความกว้างพื้นที่ราบ (เมตร)

V_{cut} = ปริมาตรดินขุดซึ่งอนุมาณให้เท่ากับดินถมของชั้นบันไดดิน(ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) ค่า S และค่า VI จากรายงาน งานสำรวจศึกษา เพื่อกำหนดแผนพัฒนาและออกแบบโครงการพัฒนาพื้นที่ ตำบลเขาวิเศษ อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง

ตารางที่ 6 เวลาทำงานในการจัดเตรียมพื้นที่ปลูกข้าวแบบขั้นบันไดดิน (บาทต่อไร่)

*

S (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
W(m)	50.00	30.00	23.33	20.00	18.00	16.67	15.71	15.00	14.44	14.00	13.64	13.33	13.08	12.86	12.67	12.50	12.35	12.22	12.11	12.00	11.90	11.82	11.74	11.67	11.60
V (ม ³ ต่อไร่)	125.00	90.00	163.33	160.00	162.00	166.67	259.29	270.00	281.67	294.00	306.82	320.00	333.46	347.14	361.00	375.00	389.12	403.33	417.63	432.00	446.43	460.91	475.43	490.00	504.60
แรงคน	74.40	53.57	97.22	95.24	96.43	99.21	154.34	160.71	167.66	175.00	182.63	190.48	198.49	206.63	214.88	223.21	231.62	240.08	248.59	257.14	265.73	274.35	283.00	291.67	300.36
เครื่องจักร	1.25	0.90	1.63	1.60	1.62	1.67	2.59	2.70	2.82	2.94	3.07	3.20	3.33	3.47	3.61	3.75	3.89	4.03	4.18	4.32	4.46	4.61	4.75	4.90	5.05

S (%)	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
W(m)	11.54	11.48	11.43	11.38	11.33	11.29	11.25	11.21	11.18	11.14	11.11	11.08	11.05	11.03	11.00	10.98	10.95	10.93	10.91	10.89	10.87	10.85	10.83	10.82	10.80
V (ม ³ ต่อไร่)	519.23	533.89	731.43	751.03	770.67	790.32	810.00	829.70	849.41	869.14	888.89	908.65	928.42	948.21	968.00	987.80	1,007.62	1,027.44	1,047.27	1,067.11	1,086.96	1,106.81	1,126.67	1,146.53	1,166.40
แรงคน	309.07	317.79	435.37	447.04	458.73	470.43	482.14	493.87	505.60	517.35	529.10	540.86	552.63	564.41	576.19	587.98	599.77	611.57	623.38	635.19	647.00	658.81	670.63	682.46	694.29
เครื่องจักร	5.19	5.34	7.31	7.51	7.71	7.90	8.10	8.30	8.49	8.69	8.89	9.09	9.28	9.48	9.68	9.88	10.08	10.27	10.47	10.67	10.87	11.07	11.27	11.47	11.66

- หมายเหตุ : 1. ถ้าใช้คนขุด ประสิทธิภาพการทำงานเท่ากับ 1.68 ลูกบาศก์เมตรต่อวันต่อคน
 2. ถ้าใช้เครื่องจักร ประสิทธิภาพการทำงานเท่ากับ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

เอกสารอ้างอิง

พิพัฒน์ ไทยกล้า. 2550. ความเสื่อมโทรมของที่ดิน และการจัดการแก้ไข. สำนักวิจัยและ
พัฒนาการจัดการที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พิพัฒน์ ไทยกล้า. วินัย อักษรพันธ์. ชาดิชาย พูนพาณิชย์. 2549. ต้นแบบขั้นบันไดดินเพื่อ
การเพาะปลูกพืชในพื้นที่สูงชัน. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Chinese Soil and Water Conservation Society 1975 Soil Conservation Handbook Council of
Agriculture, ROC, Taiwan Provincial Soil and Water Conservation Bureau China, 207 pp.

Swaify - El, S.A, Dangler, E.W. and Armstrong, C.L. 1983. Soil Erosion by Water in The
Tropics. HITAHR, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of
Hawaii. 173 pp.

FFTC, 1995. Soil Conservation Handbook, Food and Fertilizer Technology Center for The Asian and Pacific
Region, Taipei, Taiwan, FFTC Book Series No.11.

Minitor of Water Resource. 2000. A Great Cause for Centuries – 50 Years in Water and Soil
Conservation in China Department of Water and Soil Conservation Ministry of Water
Resources, People’s Republic of China. 117 pp.

Chines Soil and Water Conservation Society, 1995 Water and soil Conservation in a substructure
for sustained development (to the Pictorial “Water and Soil Conservation work of the Seven
Large Rivet Valleys in China) Zhu Dengquan Minister, Water Resources. Republic of China.
207 pp.

Republic of China. 1977. Soil Conservation Hand book. Agriculture Building, 14 Wen Chow
Street, Taipei Taiwan, Republic of China 87 pp.

Sheng, T.C. 1989. Soil Conservation for Small Farmers in the Humid Tropics. Food and
Agriculture Organization of the United Nations , Rome. 104 pp.

WOCAT/FAO. 2000. World Overview of Conservation Approadies and Technologies. CDE WOCAT,
Land and Water Digital Media Series 9 Hailerstrasse 12 CH-3012 Berne Switzerland, E-mail
WOCAT @ giub. Unibe.ch /www. wocat. net.