



เทคนิคการศึกษาและวิเคราะห์สังคมพืช

วันอังคารที่ 7 มีนาคม 2560

ณ ห้องประชุม 301 อาคารกริต สามะพุทธิ

ชิงชัย วิริยะบัญชา

นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ

สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช



การมองงานวิจัยในภาพรวม





จะมองจากมุมด้านใด?





จะมองจากมุมด้านใด?

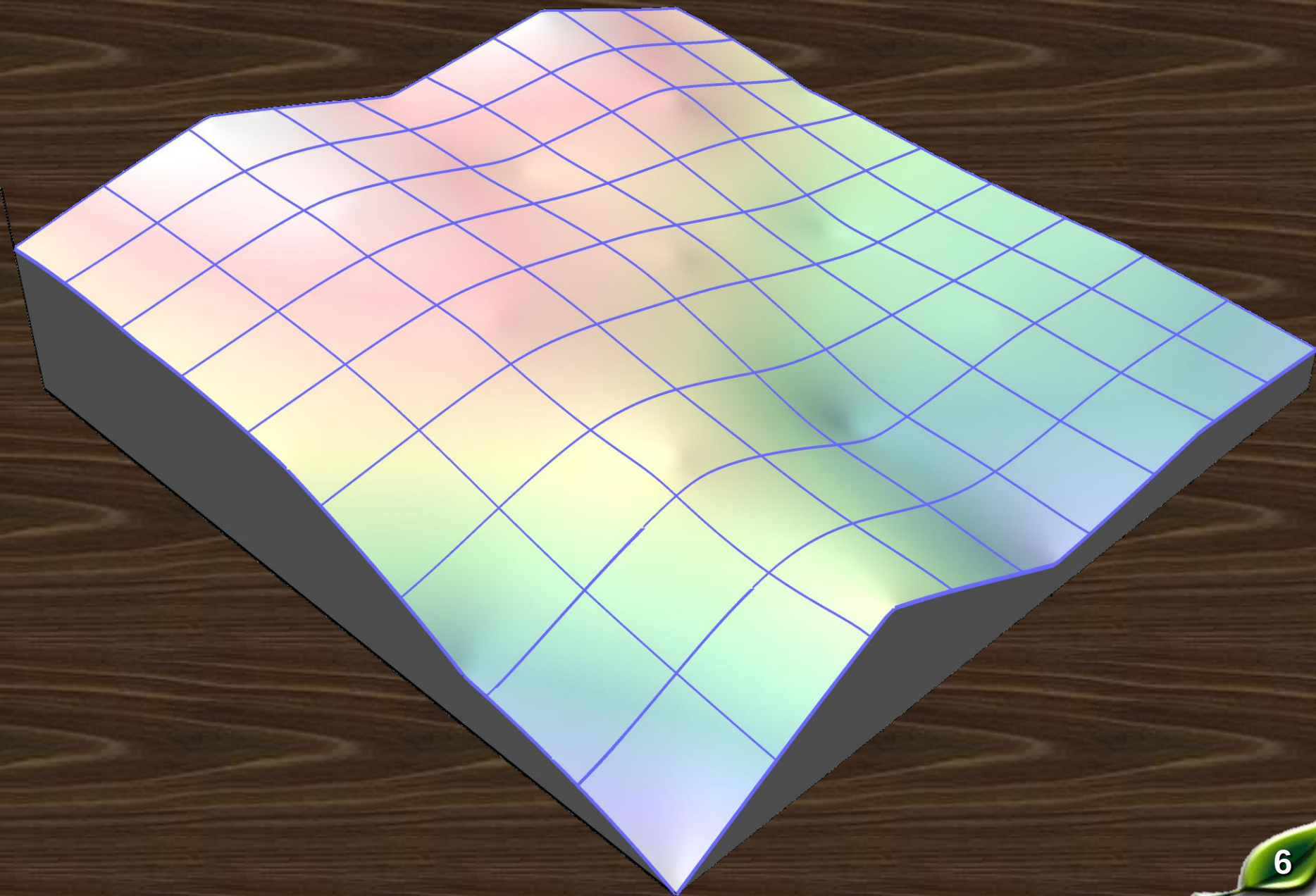




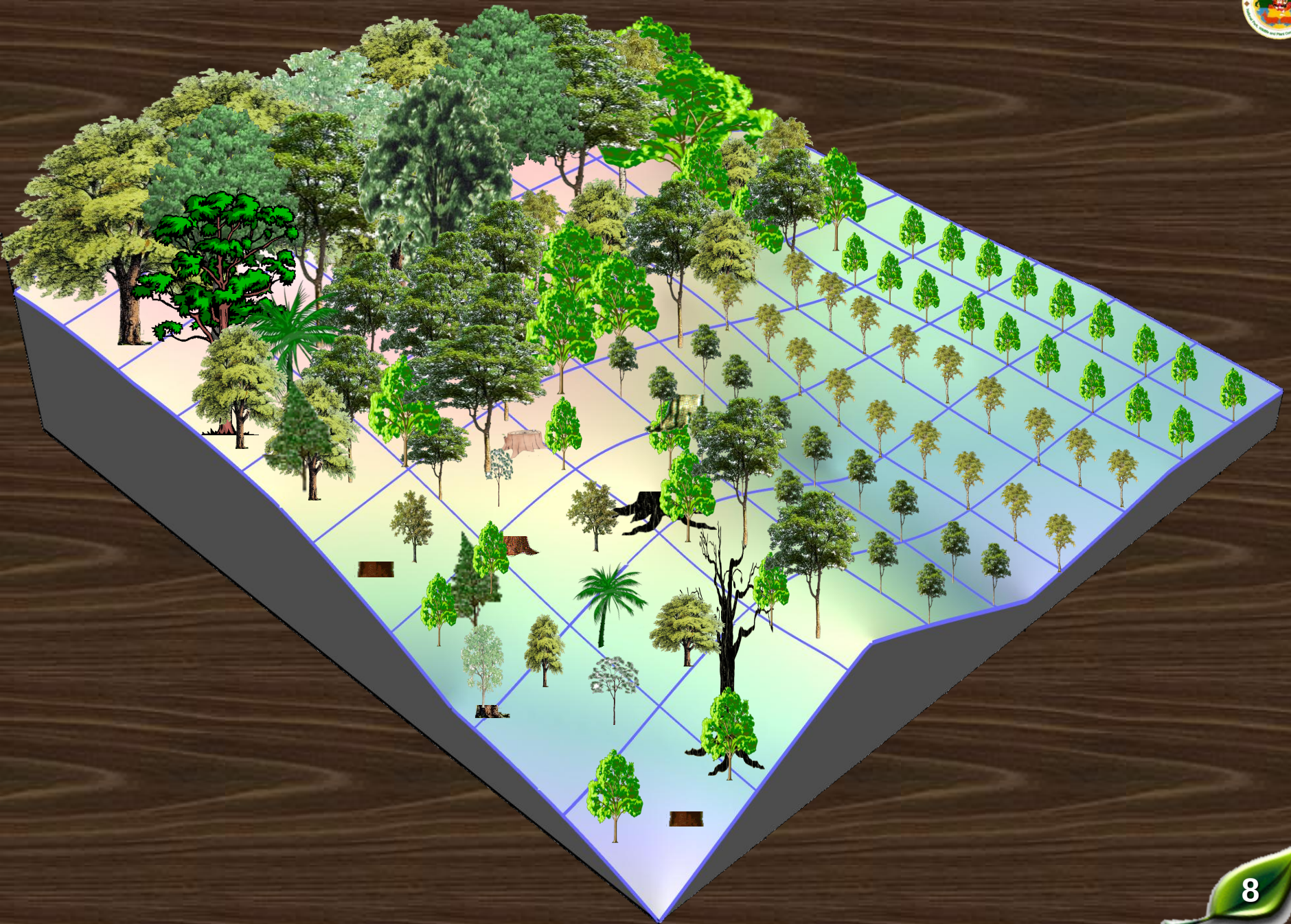
อะไรที่ว่ายากหรือง่าย?

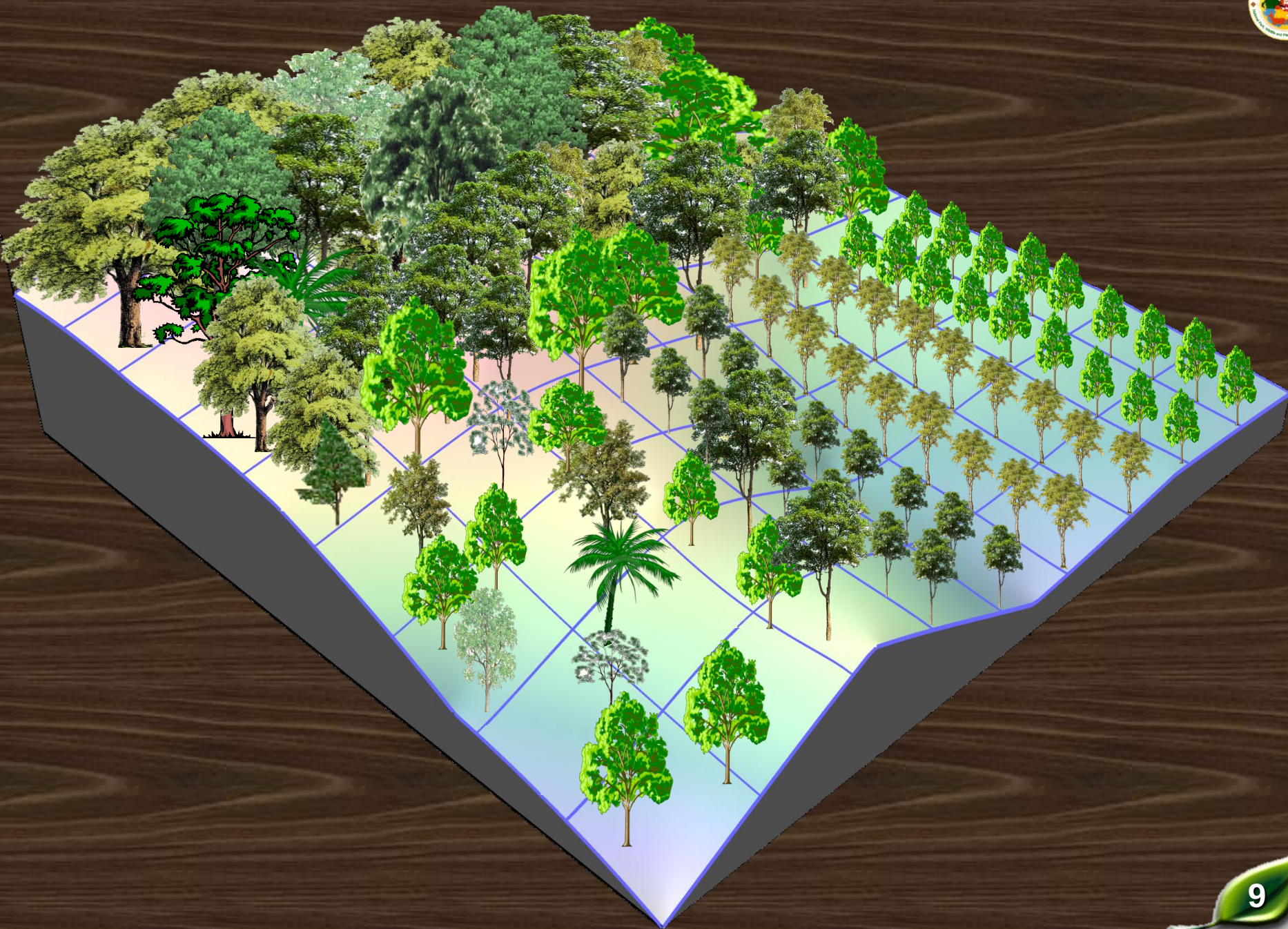
ของที่ว่าง่ายๆ อาจไม่ง่ายอย่างที่คิด

ของที่ว่ายากๆ ก็ไม่ใช่จะยากเสมอไป











การวางแผนตัวอย่างเพื่อทำการศึกษา



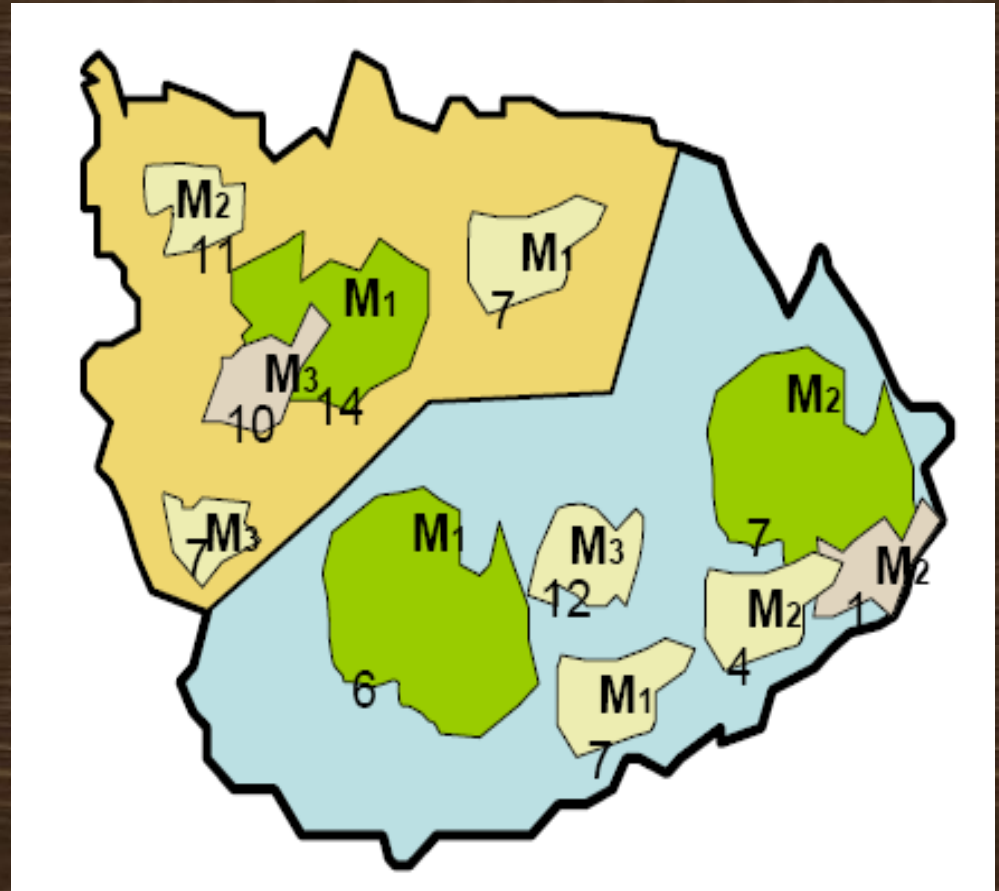
วางแผนตัวอย่างแบบ
systematic sampling



วางแผนตัวอย่างแบบ
stratified sampling

การวางแผนตัวอย่างแบบแบ่งเป็นกลุ่ม

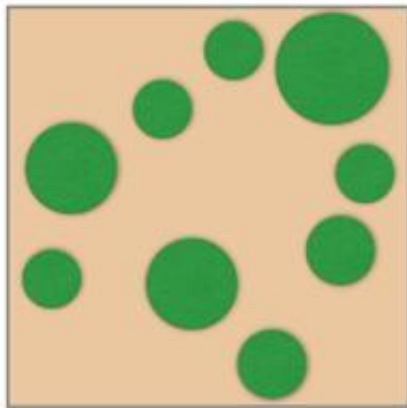
- Allows to obtain a certain precision of estimations at a lower cost than without stratification
- Steps:
 - Divide heterogeneous population into homogenous groups
 - Apply monitoring (sampling and calculations) to each strata and compile results at the end



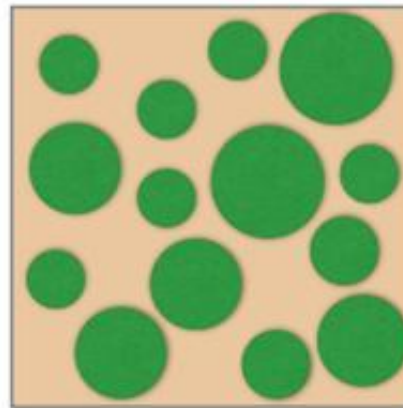
Source : Forests and Climate Change Toolbox
<http://www.cifor.cgiar.org/fctoolbox/>

การวางแผนแปลงตัวอย่างแบบแบ่งเป็นกลุ่ม

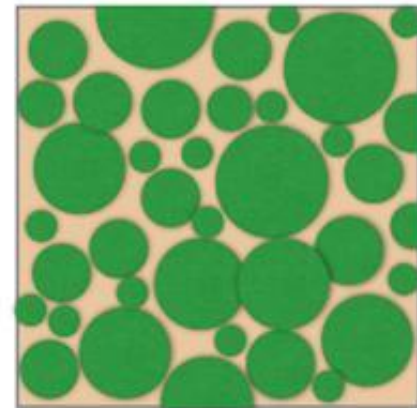
The biomass relationship is driven by density



Lower biomass



Higher biomass



Saturated
(even though even
higher biomass)



จำนวนของแปลงตัวอย่าง

For a single-stratum project:

$$n = \frac{(N \times s)^2}{\frac{N^2 \times E^2}{t^2} + N \times s^2}$$

Where:

E = allowable error or the desired half-width of the confidence interval. Calculated by multiplying the mean carbon stock by the desired precision (that is, mean carbon stock $\times$ 0.1, for 10 per cent precision, or 0.2 for 20 per cent precision),

t = the sample statistic from the t -distribution for the 95 per cent confidence level. t is usually set at 2 as sample size is unknown at this stage,

N_h = number of sampling units for stratum h (= area of stratum in hectares or area of the plot in hectares),

n = number of sampling units in the population ($n = \sum N_h$)

s_h = standard deviation of stratum h .

Source : Timothy Pearson, Sarah Walker and Sandra Brown, 2005 , Sourcebook for Land Use, Land-Use Change and Forestry Project.



จำนวนของแปลงตัวอย่าง

Single-stratum project

Area	= 5,000 ha
Plot size	= 0.08 ha
Mean stock	= 101.6 t C/ha
Standard deviation	= 27.1 t C/ha
N	= 5,000/0.08 = 62,500
Desired precision	= 10 %
E	= 101.6 x 0.1 = 10.16

$$n = \frac{(62,500 \times 27.1)^2}{\frac{62,500^2 \times 10.16^2}{2^2} + 62,500 \times 27.1^2}$$
$$= 29 \text{ plots}$$

Source : Timothy Pearson, Sarah Walker and Sandra Brown, 2005 ,
Sourcebook for Land Use, Land-Use Change and Forestry
Project.



จำนวนของแปลงตัวอย่าง

For three strata:

	Stratum 1	Stratum 2	Stratum 3	Total
Area (ha)	3,400	900	700	5,000
Plot size	0.08	0.08	0.08	0.08
Mean carbon density (t C/ha)	126.6	76.0	102.2	101.6
Standard deviation	26.2	14.0	8.2	27.1
N	3,400/0.08 = 42,500	900/0.08 = 11,250	700/0.08 = 8,750	5,000/0.08 = 62,500
Desired precision (%)				10
E				101.6 x 0.1 = 10.16

$$n = \frac{\frac{62,500^2 \times 10.16^2}{2^2} + (42,500 \times 26.2^2) + (11,250 \times 14.0^2) + (8,750 \times 8.2^2)}{((42,500 \times 26.2) + (11,250 \times 14) + (8,750 \times 8.2))^2}$$

= 18 plots

Source : Timothy Pearson, Sarah Walker and Sandra Brown, 2005 ,
Sourcebook for Land Use, Land-Use Change and Forestry
Project.



รูปแบบและขนาดของแปลงตัวอย่าง

Stem Diameter	Circular Plot	Square Plot
[†] < 5cm dbh	1m	2m x 2m
5–20cm dbh	4m	7m x 7m
20–50cm dbh	14m	25m x 25m
> 50cm dbh	20m	35m x 35m

Source : Timothy Pearson, Sarah Walker and Sandra Brown, 2005 ,
Sourcebook for Land Use, Land-Use Change and Forestry
Project.





รูปแบบและขนาดของแปลงตัวอย่าง

พื้นที่ 0.1 ha

จะมีรัศมี 17.84 m

จะมีเส้นรอบรูป 112.09 m

พื้นที่ 0.1 ha

จะมีด้านกว้าง 31.62 m

จะมีเส้นรอบรูป 126.48 m

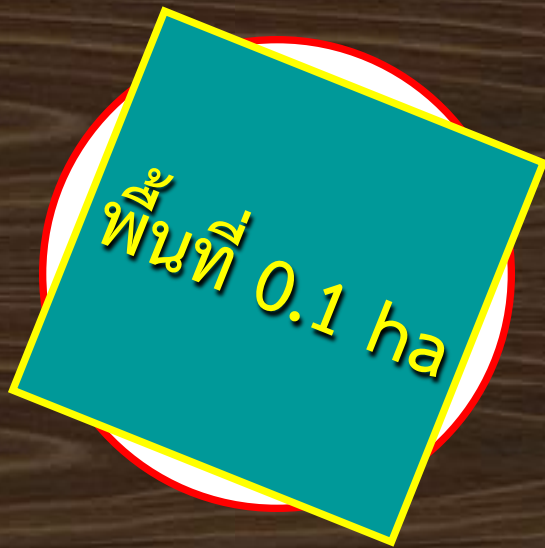
วงกลมจะมีเส้นรอบรูปน้อยกว่าสี่เหลี่ยม 14.39 m



รูปแบบและขนาดของแปลงตัวอย่าง

จะมีรัศมี 17.84 m

จะมีเส้นรอบรูป 112.09 m



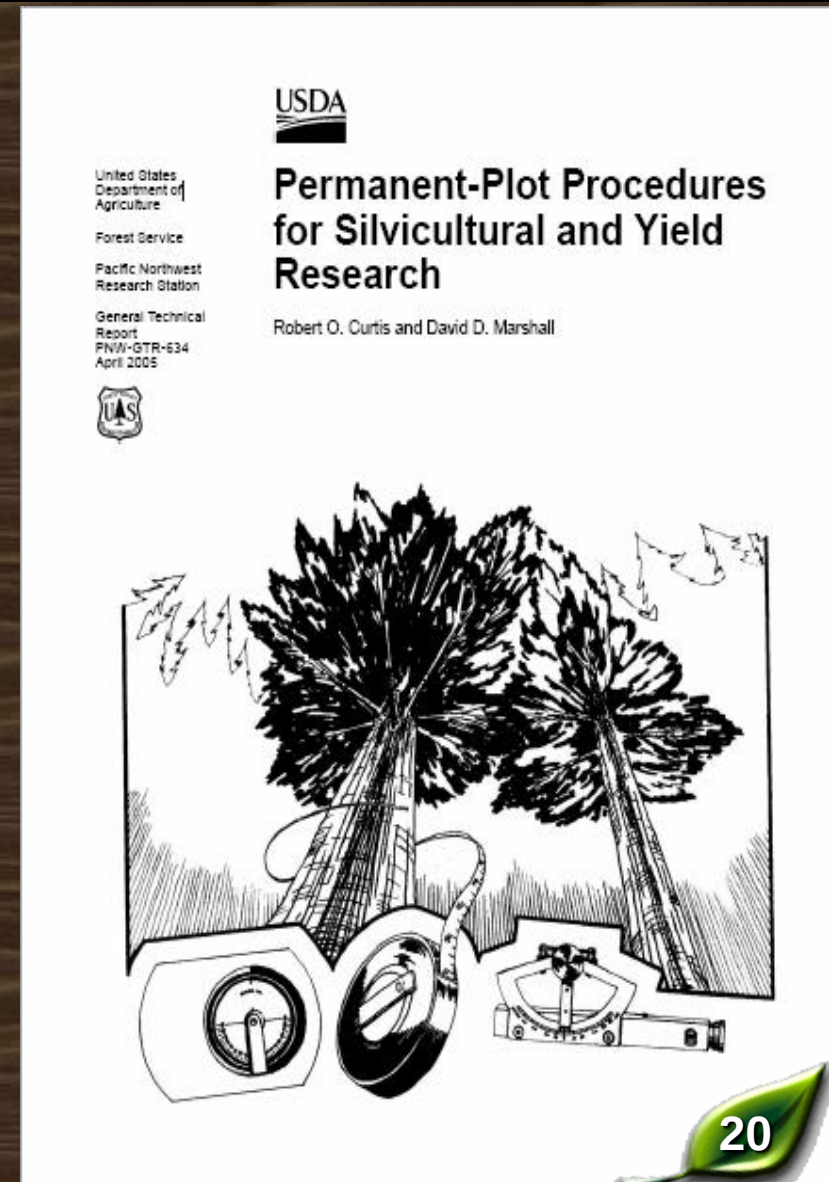
จะมีด้านกว้าง 31.62 m

จะมีเส้นรอบรูป 126.48 m

วงกลมจะมีเส้นรอบรูปน้อยกว่าสี่เหลี่ยม 14.39 m

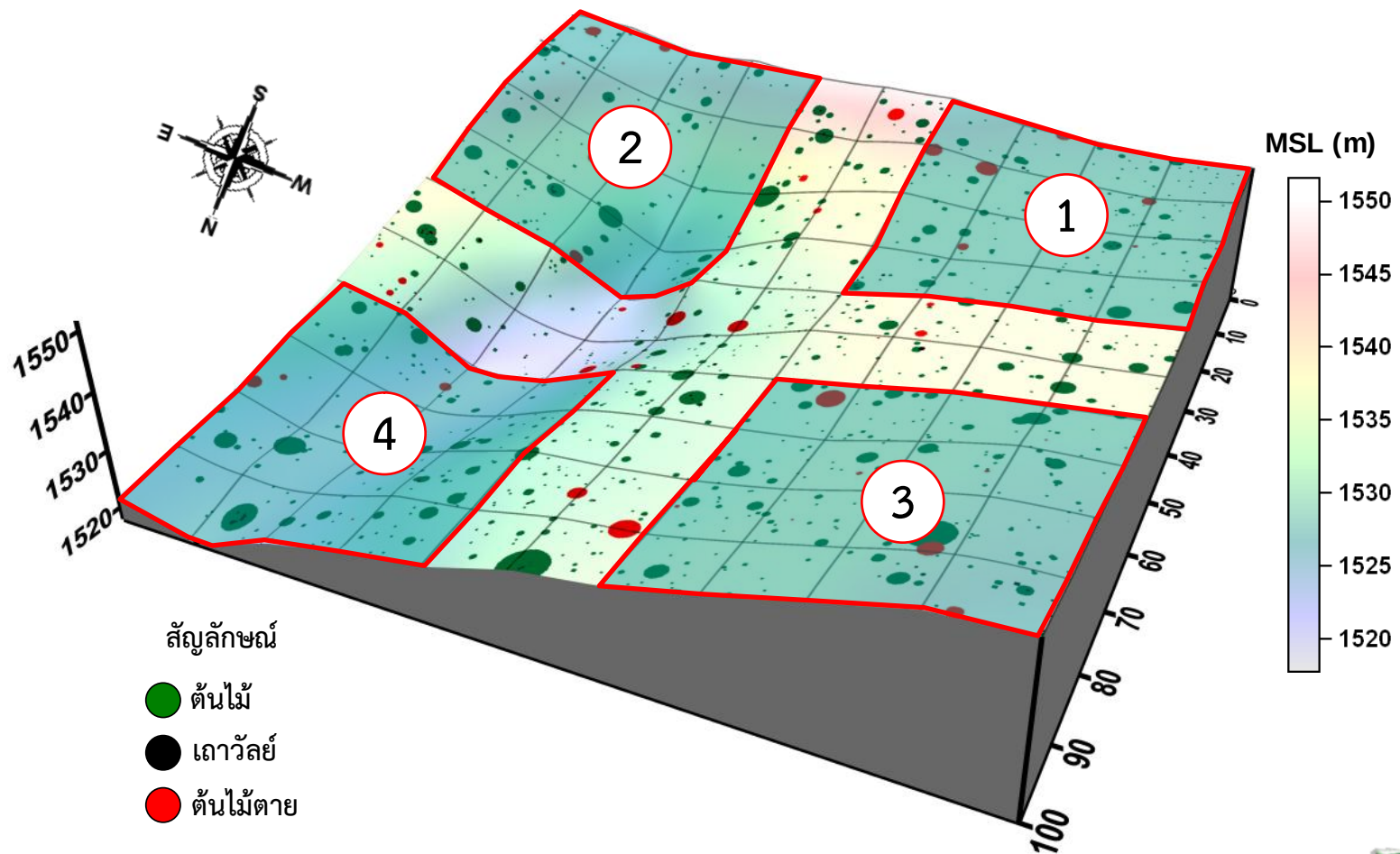
รูปแบบและขนาดของแปลงตัวอย่าง

1. The square plot is generally the most useful and convenient for research studies.
2. Early U.S. investigators commonly recommended plot sizes that would include at least 100 stems
3. Vuokila (1965) compared coefficients of variation for alternate plot sizes and recommended a size in hectares equal to $0.01 \times (\text{dominant height in meters})$



รูปแบบและขนาดของแปลงตัวอย่าง

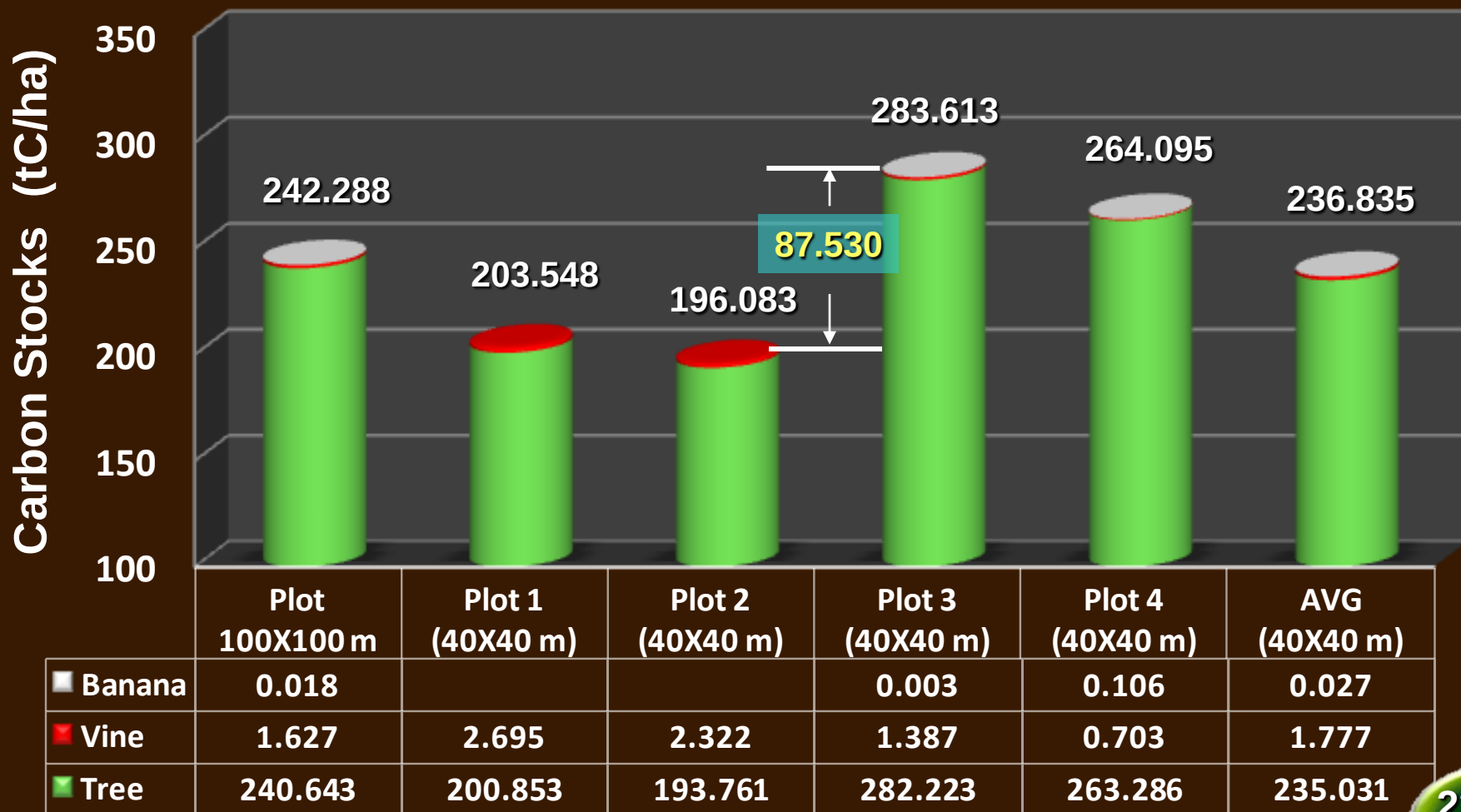
ตำแหน่งการกระจายและขนาดความโตของต้นไม้ เถาวัลย์ และไม้ตาย
อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่





รูปแบบและขนาดของแปลงตัวอย่าง

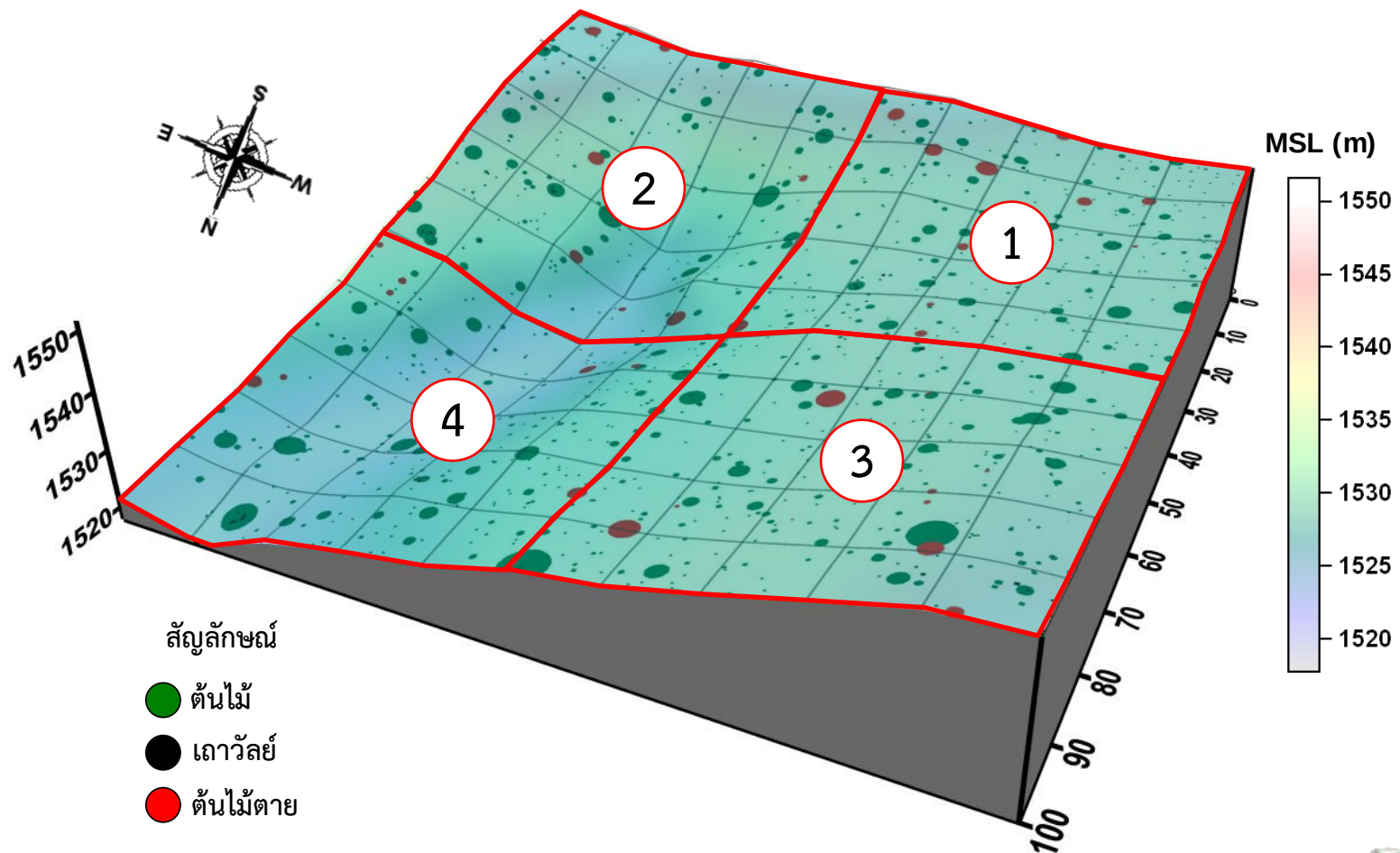
Aboveground carbon stock in various plots size





รูปแบบและขนาดของแปลงตัวอย่าง

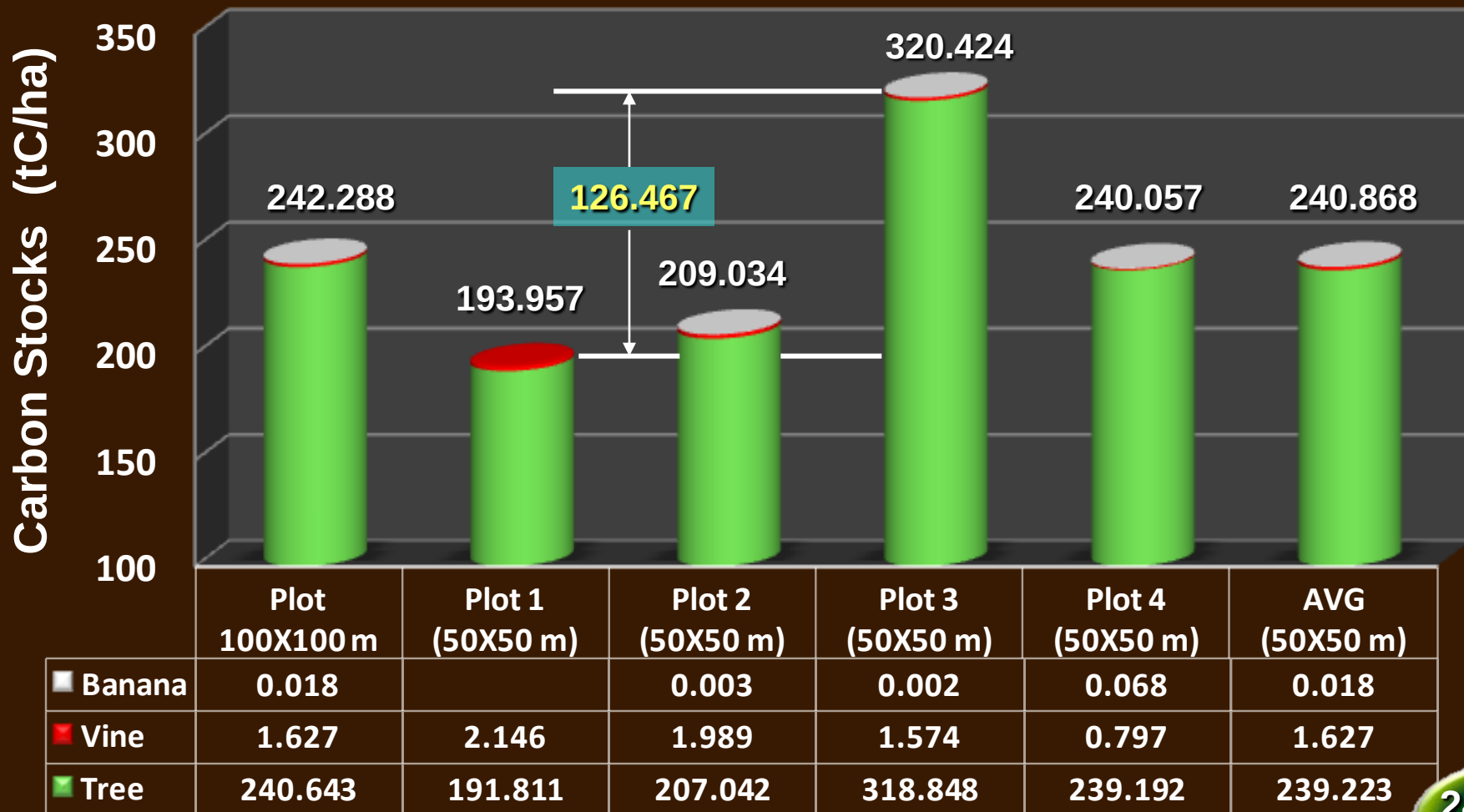
ตำแหน่งการกระจายและขนาดความโตของต้นไม้ เถาวัลย์ และไม้ตาย
อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่



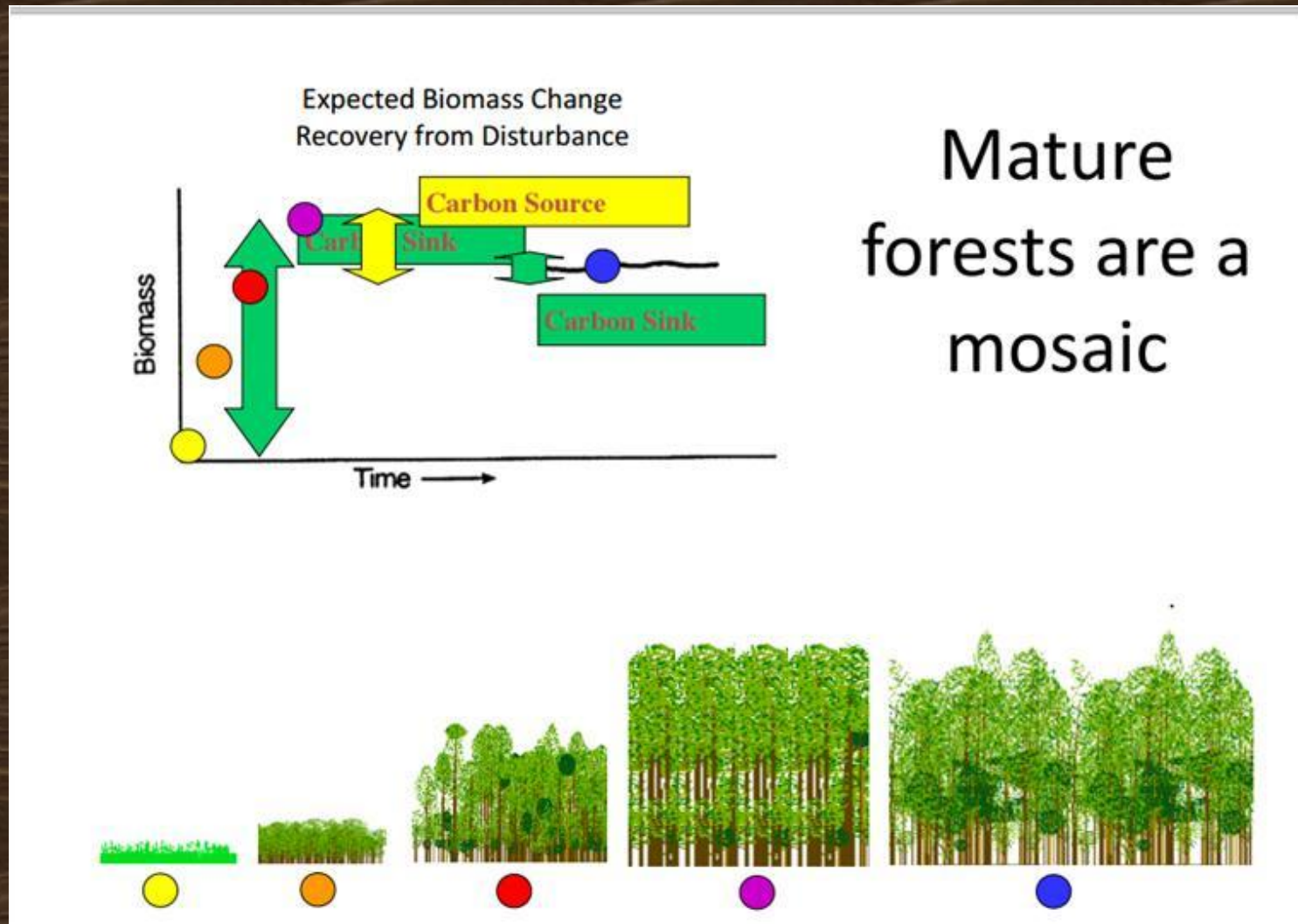


รูปแบบและขนาดของแปลงตัวอย่าง

Aboveground carbon stock in various plots size

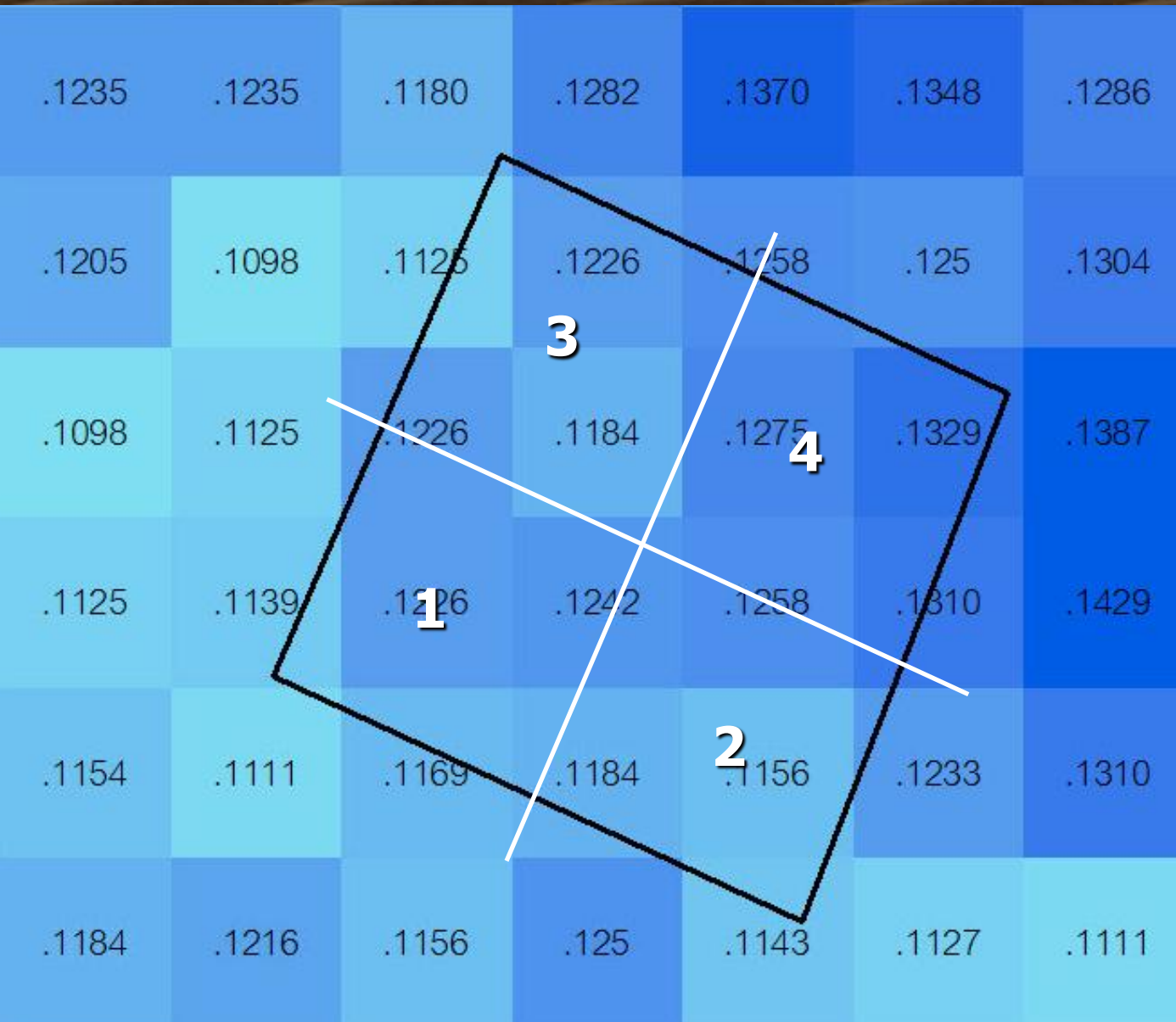


ป่าธรรมชาติมีลักษณะเป็นโมเสค





ป่าธรรมชาติมีลักษณะเป็นโมเสค



ภาพจากดาวเทียม

Landsat

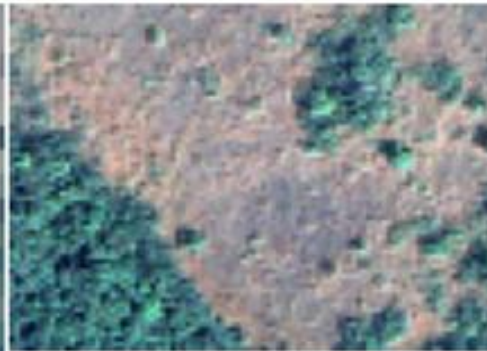
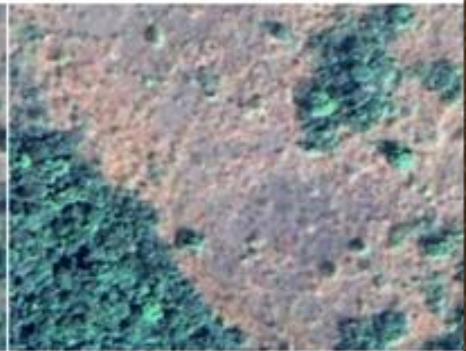
วันที่ 18 มค. 58

NDMI

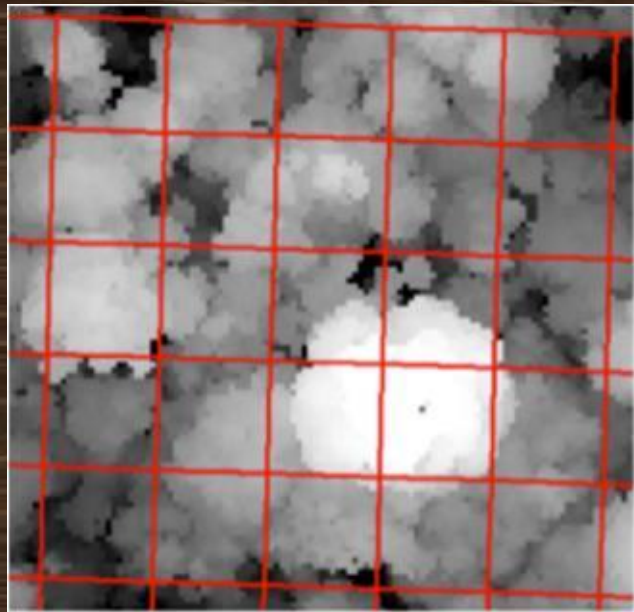
(Normalized
Difference
Moisture
Index)

Optical – coarse resolution

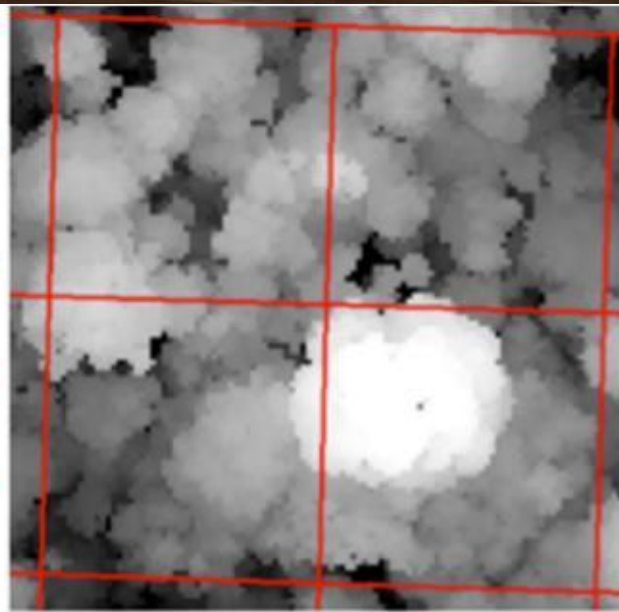
e.g. MODIS, SPOT-VGT, AVHRR, MERIS...

MODIS (500 m)	Landsat (30 m)	ASTER (15 m)	QuickBird (1 m)
			
Daily	~40 days	~60 days	on demand
Free	Free	Low cost	Prohibitively Expensive

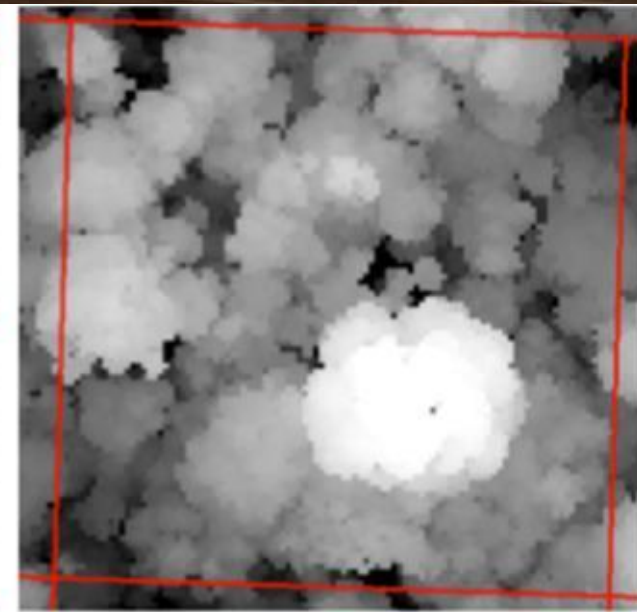
Optical – coarse resolution



6X6 m



15X15 m

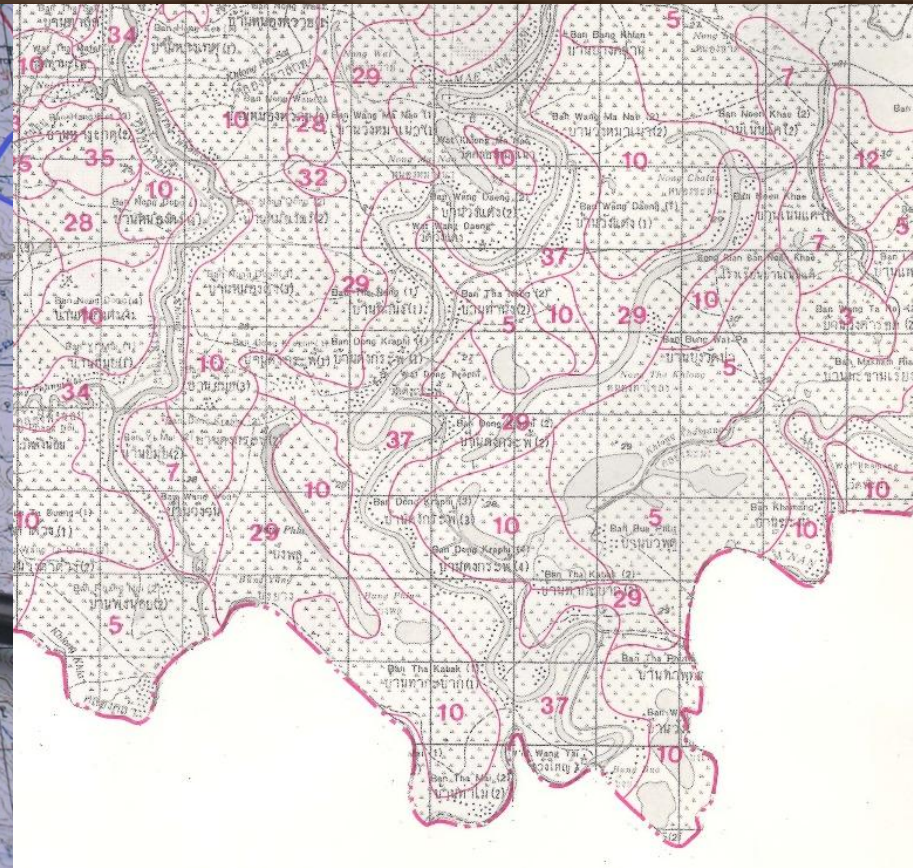


30X30 m

เทคนิคการวาง แปลงตัวอย่างถาวร



การคัดเลือกพื้นที่

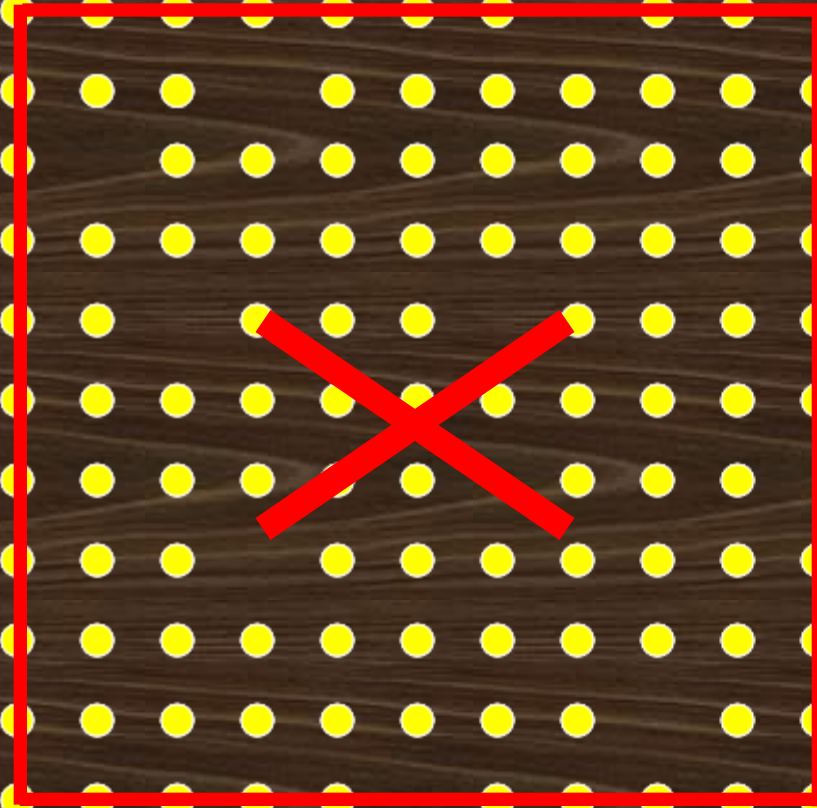




การคัดเลือกพื้นที่



การคัดเลือกพื้นที่





การคัดเลือกพื้นที่

OK



การคัดเลือกพื้นที่





การคัดเลือกพื้นที่

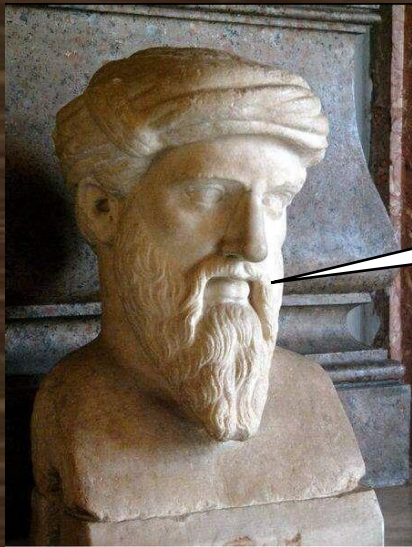


การวางแผนตัวอย่าง



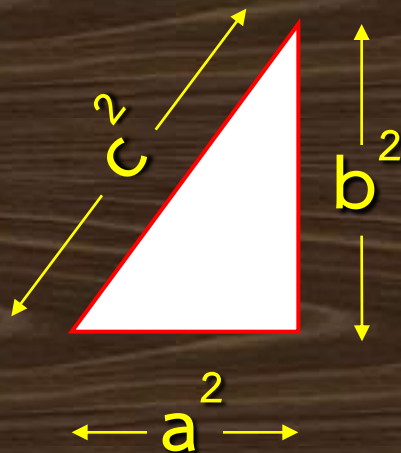
การวางแปลนตัวอย่าง

Pythagoras

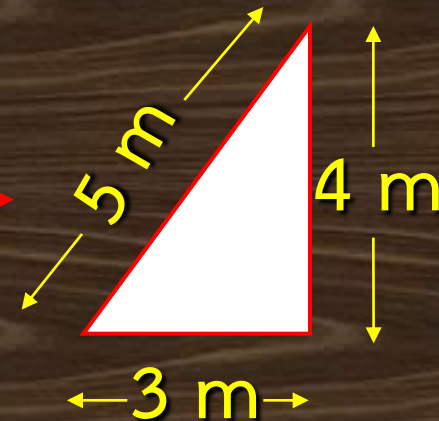


582 - 507 BC

ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

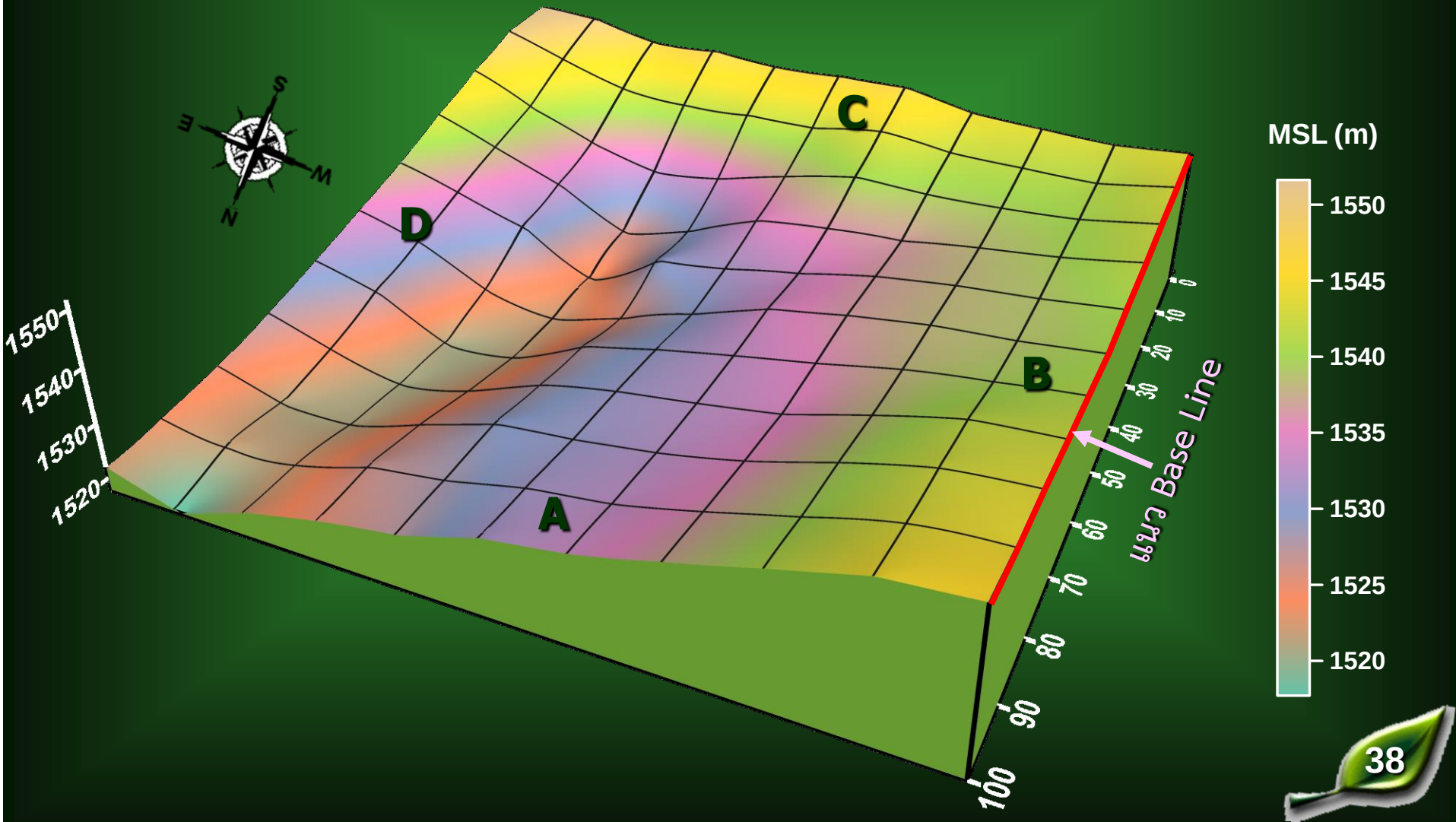


$$a^2 + b^2 = c^2 \rightarrow$$

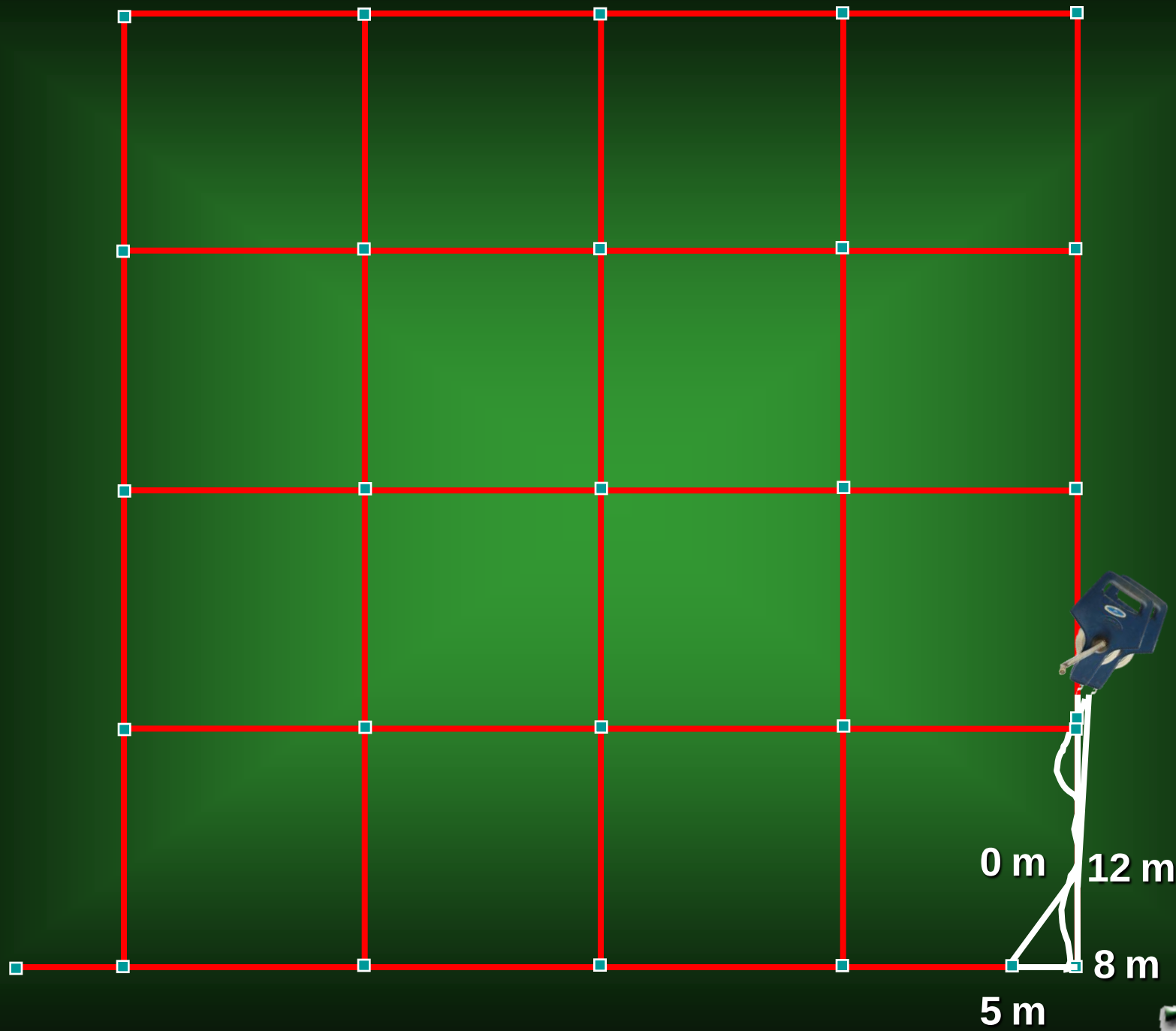




ลักษณะความลาดชันของพื้นที่ เพื่อกำหนดแนว Base Line อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่



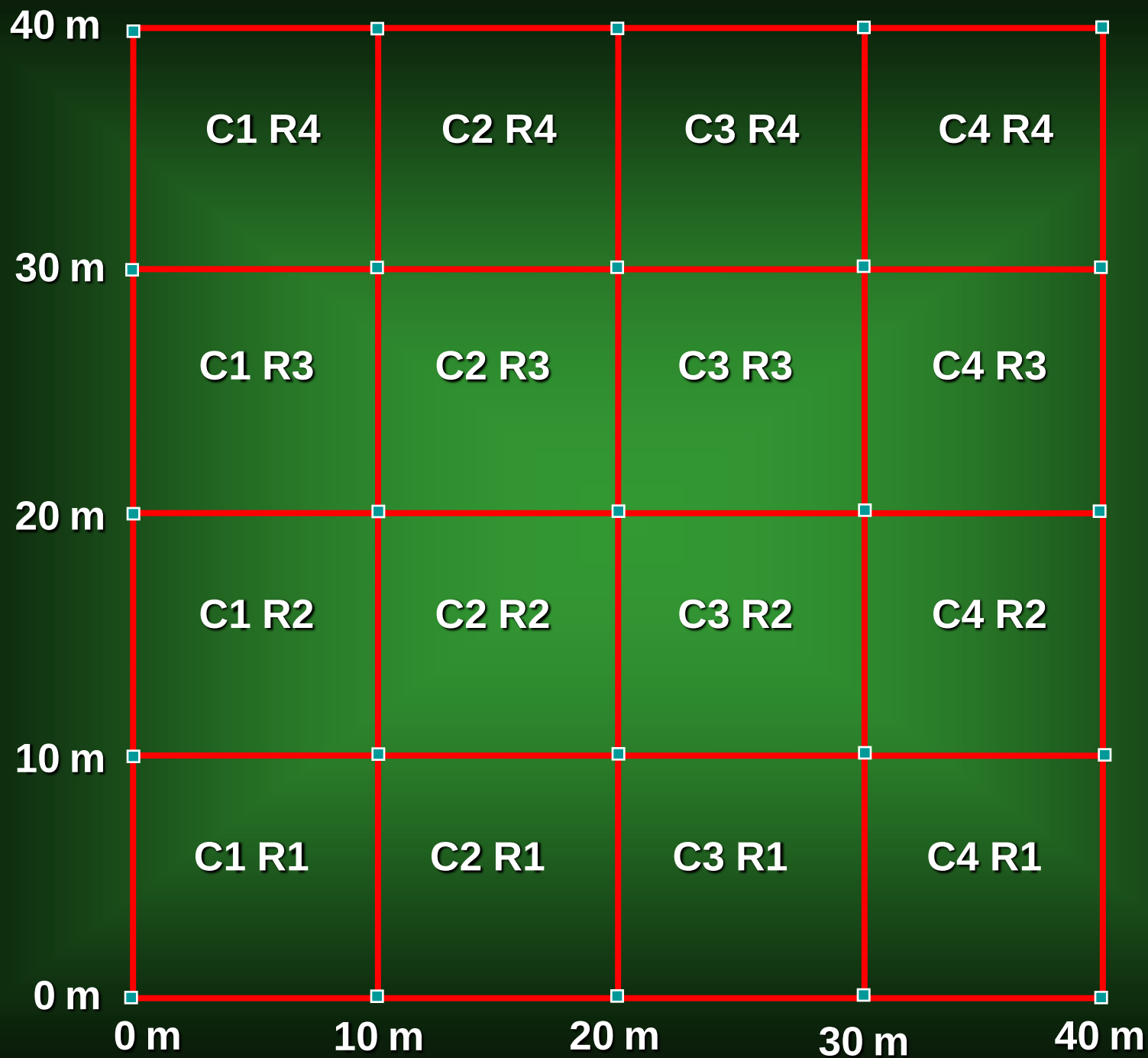




การวางแผนตัวอย่าง









สิ่งที่ห้ามพลาดในการวางแผนตัวอย่าง

- เส้น Base Line ที่แน่นอน
- แนวการออกจากที่แม่นยำ
- เทปวัดระยะต้องได้ระดับ
- การอ่านระยะต้องถูกต้อง

การเก็บข้อมูล ในแปลงตัวอย่าง



การวัดความลาดชันของพื้นที่

- การใช้ GPS เพื่อวัดระดับความสูงของพื้นที่
- การถ่ายระดับของพื้นที่
- ใช้โปรแกรม Surfer 9 ในการคำนวณ

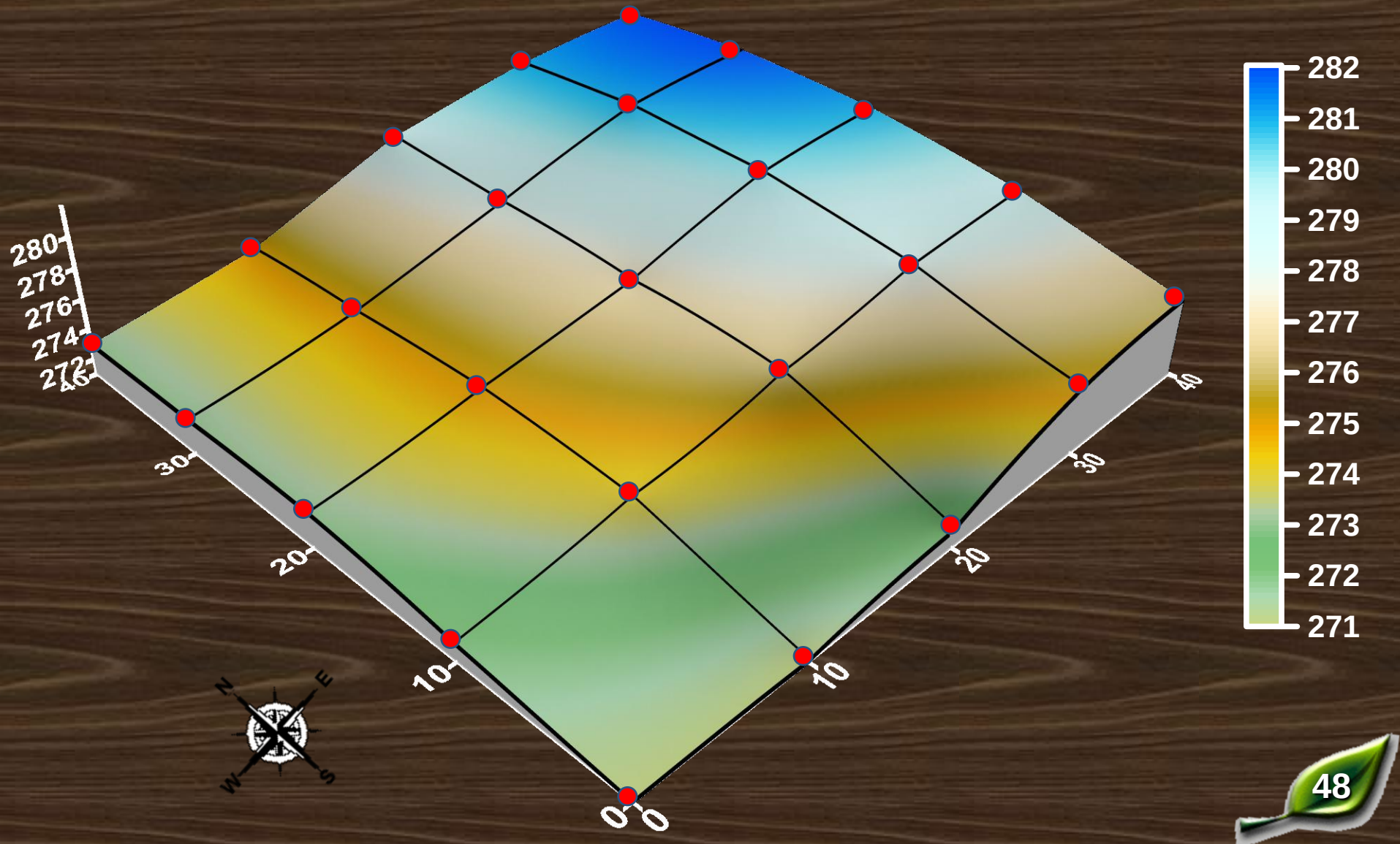


การวัดความลาดชันของพื้นที่





การวัดความลาดชันของพื้นที่

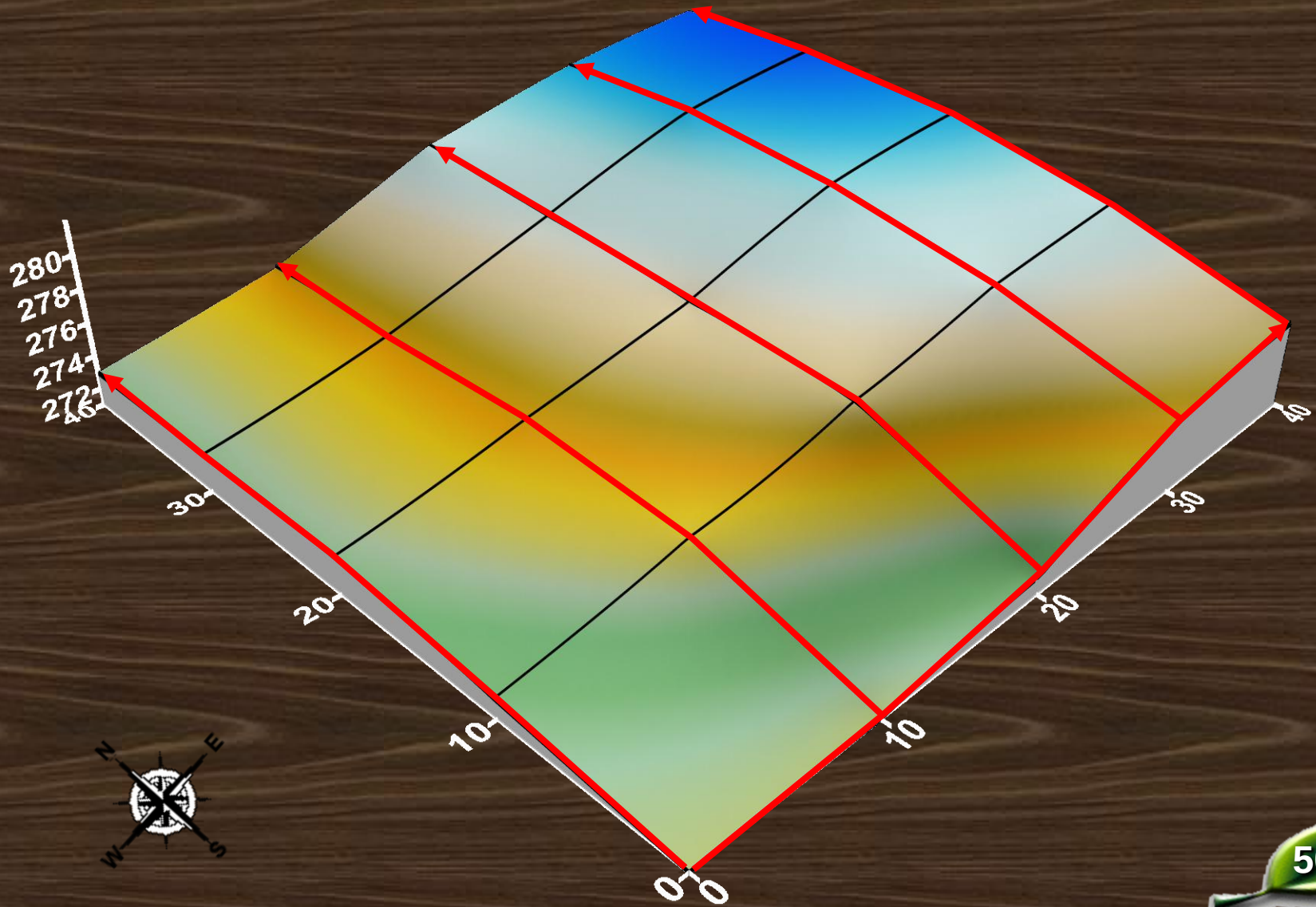


การวัดความลาดชันของพื้นที่



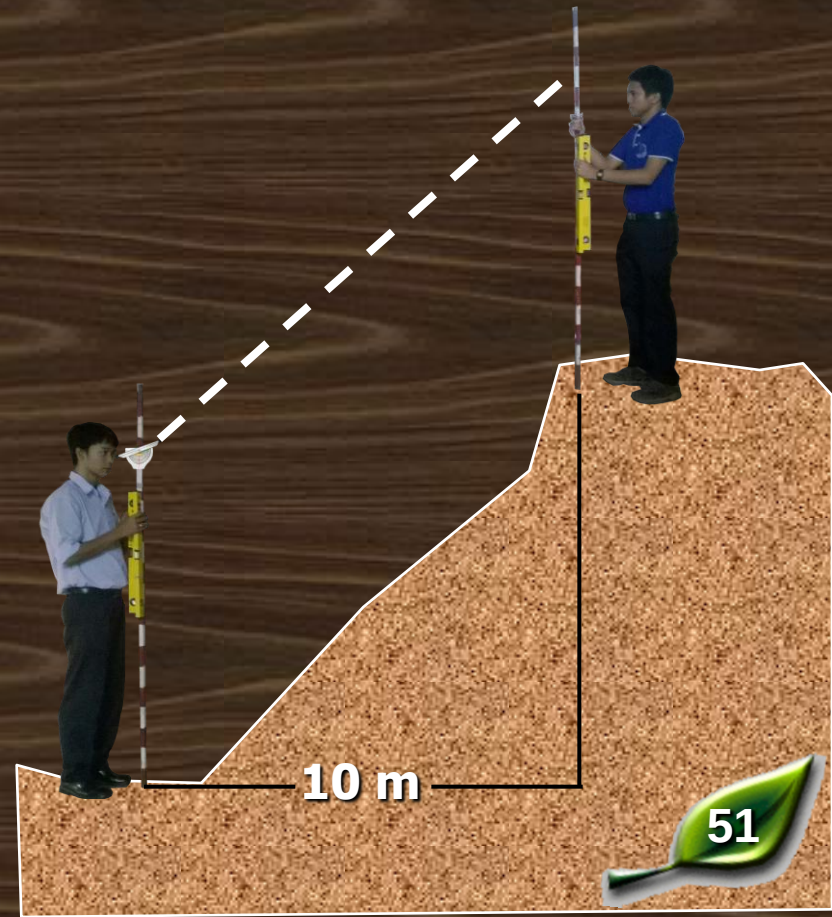
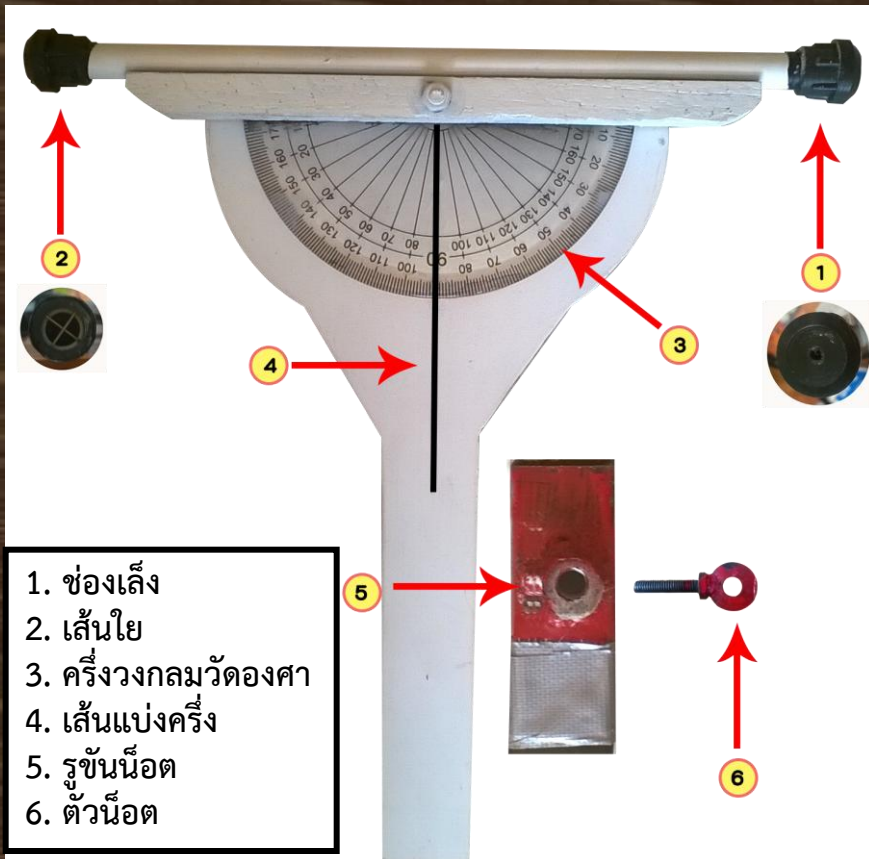


การวัดความลาดชันของพื้นที่



การวัดความลาดชันของพื้นที่

ทำระดับสภาพพื้นที่โดยเครื่อง Clinometer อย่างง่าย



การวัดความลาดชันของพื้นที่





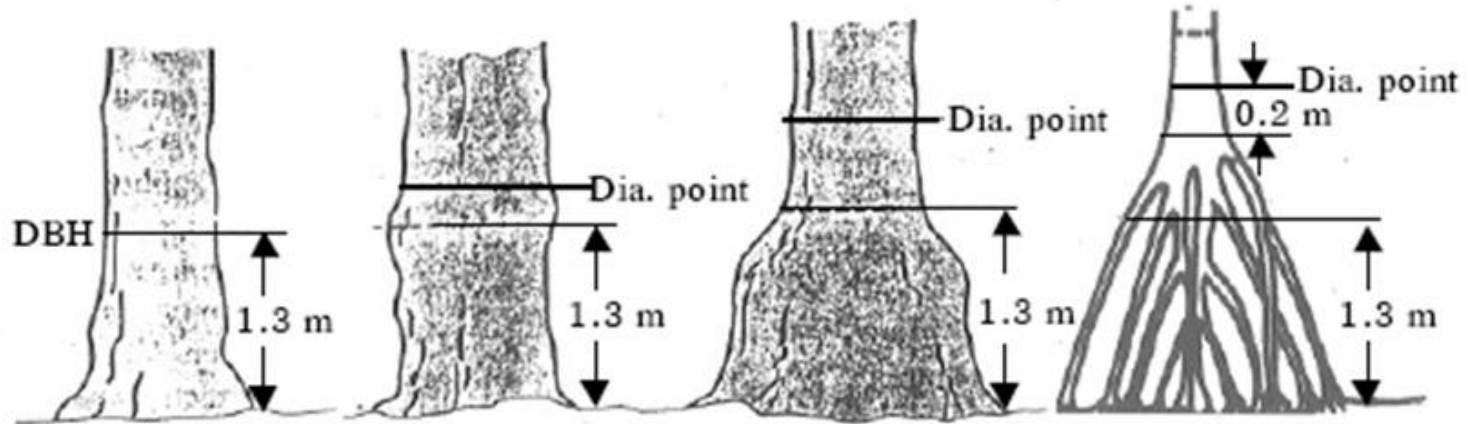
การวัดขนาดความโตของต้นไม้



การวัดขนาดความโตของต้นไม้



การวัดขนาดความโตของต้นไม้

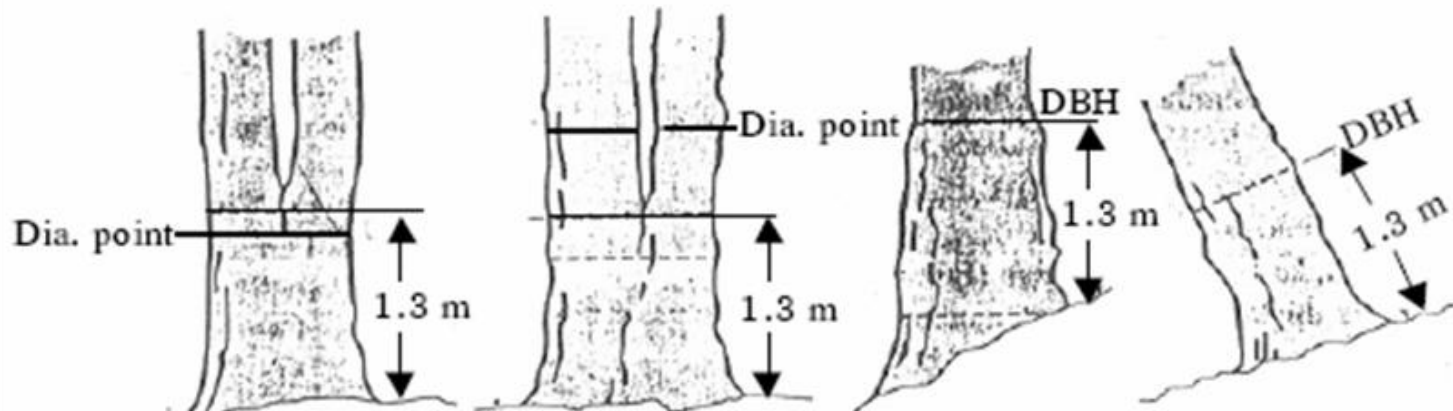


1. ต้นไม้ปกติ

2. ต้นไม้มีปุ่มตา

3. ต้นไม้มีพูพอน

4. ต้นไม้มีรากอากาศ



5. ต้นไม้สองนางวัดต่ำ

6. ต้นไม้สองนางวัดสูง

7. ต้นไม้บนที่ลาดชัน

8. ต้นไม้ที่ลำต้นเอน

การวัดขนาดความโตของต้นไม้



การวัดขนาดความโตของต้นไม้



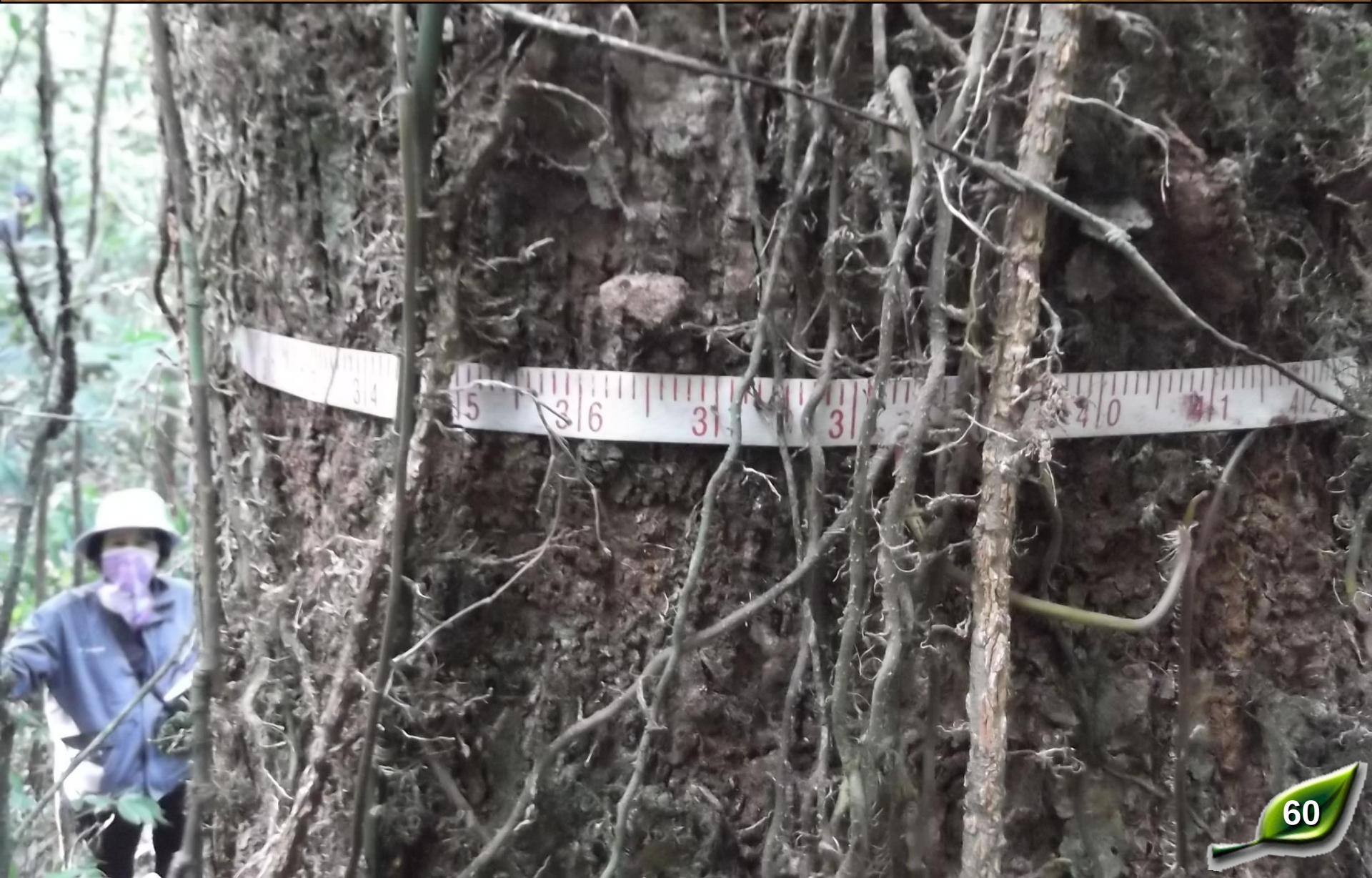
การวัดขนาดความโตของต้นไม้



การวัดขนาดความโตของต้นไม้



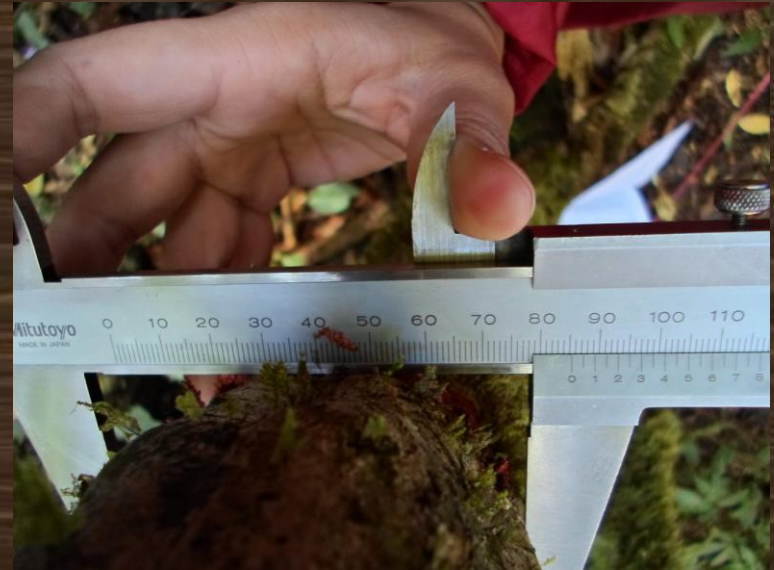
การวัดขนาดความโตของต้นไม้



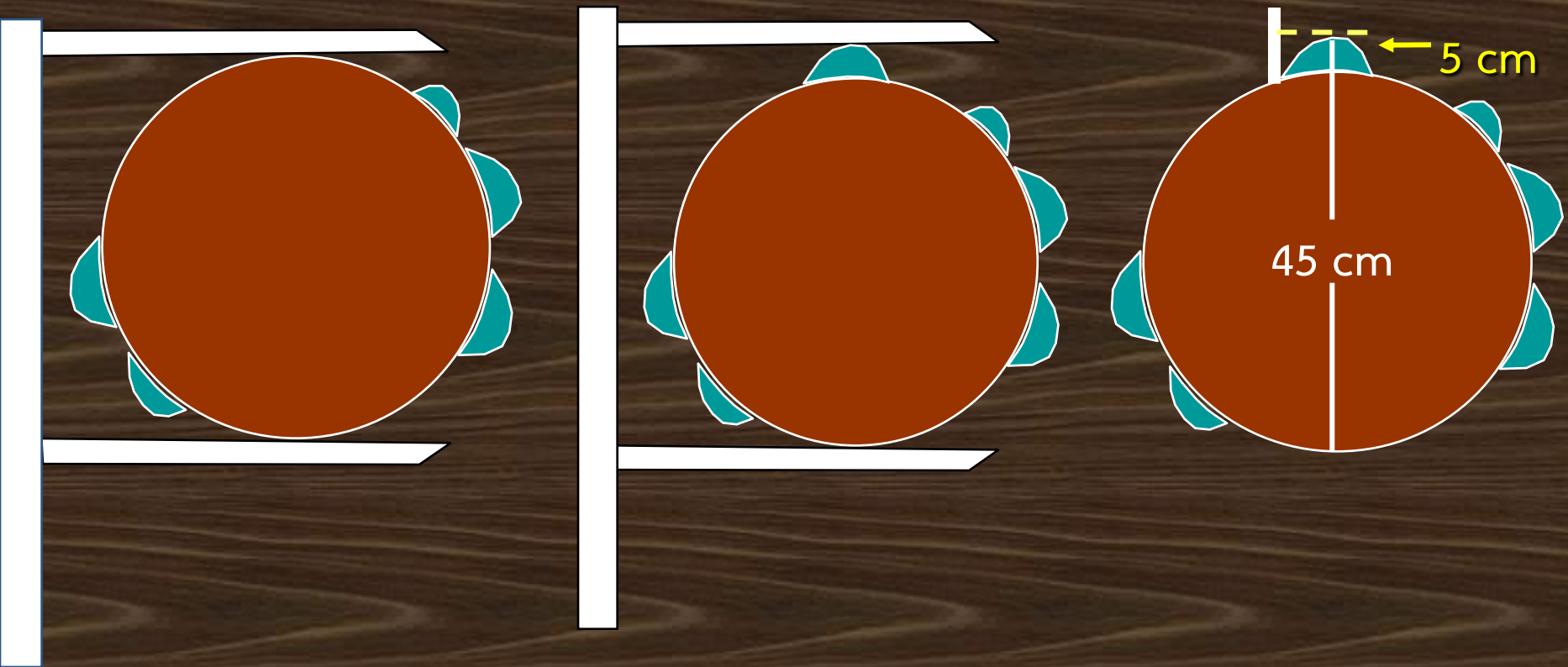
การวัดขนาดความโตของต้นไม้



การวัดขนาดความโตของต้นไม้



การวัดขนาดความโตของต้นไม้



การวัดขนาดความโตของต้นไม้



การวัดขนาดความโตของต้นไม้



$$\text{DBH} = 3.75 \text{ cm}$$

$$\text{BA} = \pi \text{ DBH}^2 / 4$$

$$\text{BA} = 11.04 \text{ cm}^2$$

การวัดขนาดความโตของต้นไม้



DBH กว้าง = 5.0 cm

DBH หนา = 1.4 cm

$$BA = 7.0 \text{ cm}^2$$

DBH เฉลี่ย = 3.2 cm

$$BA = \pi DBH^2/4$$

$$BA = 8.04 \text{ cm}^2$$



การวัดขนาดความโตของต้นไม้



การวัดขนาดความโตของต้นไม้



Quadratic mean

$$DBH_Q = \sqrt{DBH_1^2 + DBH_2^2}$$

$$DBH_1 = 15 \text{ cm}$$

$$DBH_2 = 8 \text{ cm}$$

$$DBH_Q = 17 \text{ cm}$$

~~$$DBH_Q = 11.5 \text{ cm}$$~~

~~$$BA_Q = 226.98 \text{ cm}^2$$~~

การวัดขนาดความโตของต้นไม้





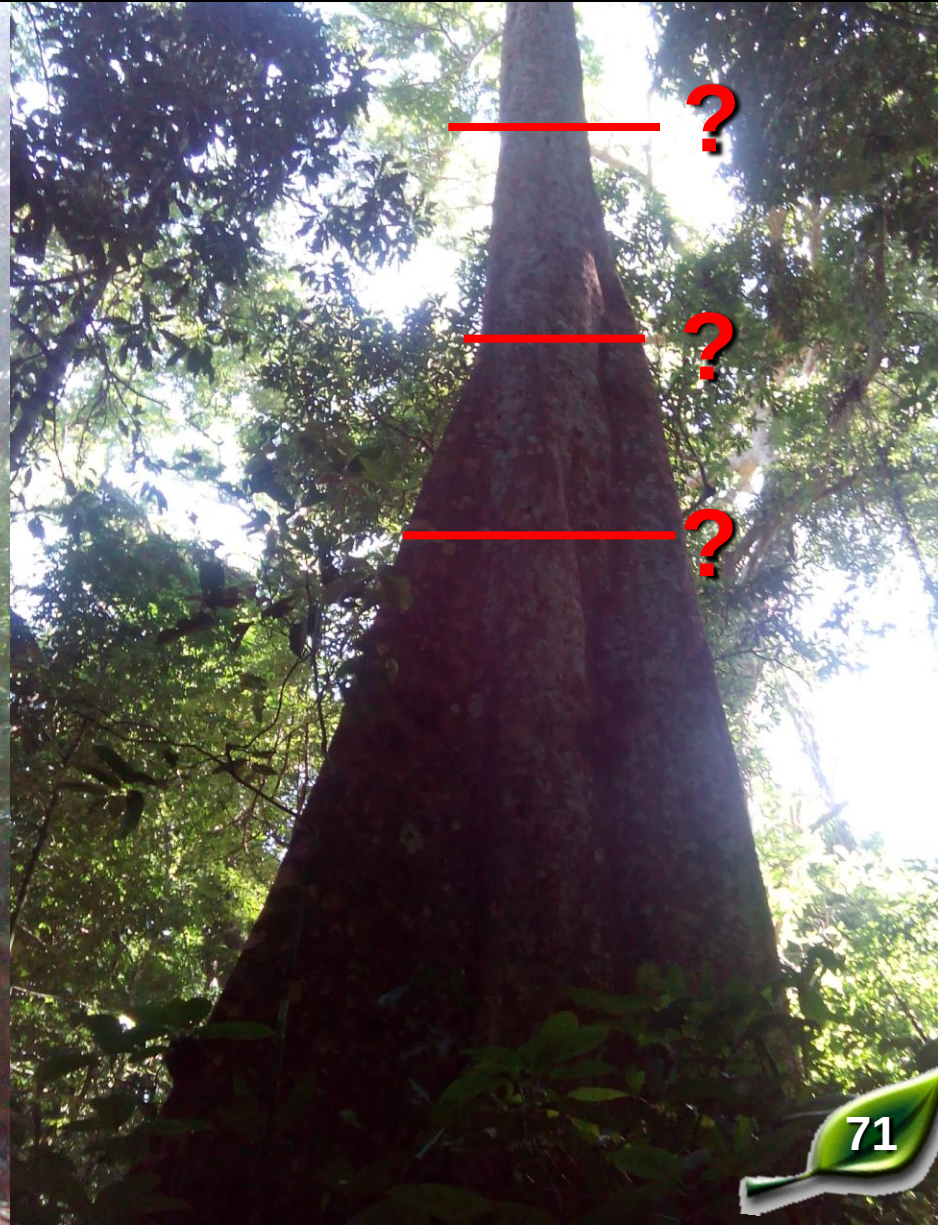
การวัดขนาดความโตของต้นไม้

No	นางที่	ชนิด	9 ก.ค.58	
			DBH (cm)	Ht (m)
210	1	ไทร	21.336	29.6
210	2	ไทร	20.574	-
210	3	ไทร	32.766	-
210	4	ไทร	13.462	-
210	5	ไทร	15.24	-
210	6	ไทร	12.192	-
210	7	ไทร	7.62	-
210	8	ไทร	12.954	-
210	9	ไทร	35.306	-
210	10	ไทร	4.572	-
210	11	ไทร	14.224	-
210	12	ไทร	6.096	-
210	13	ไทร	16.256	-
210	14	ไทร	20.828	-

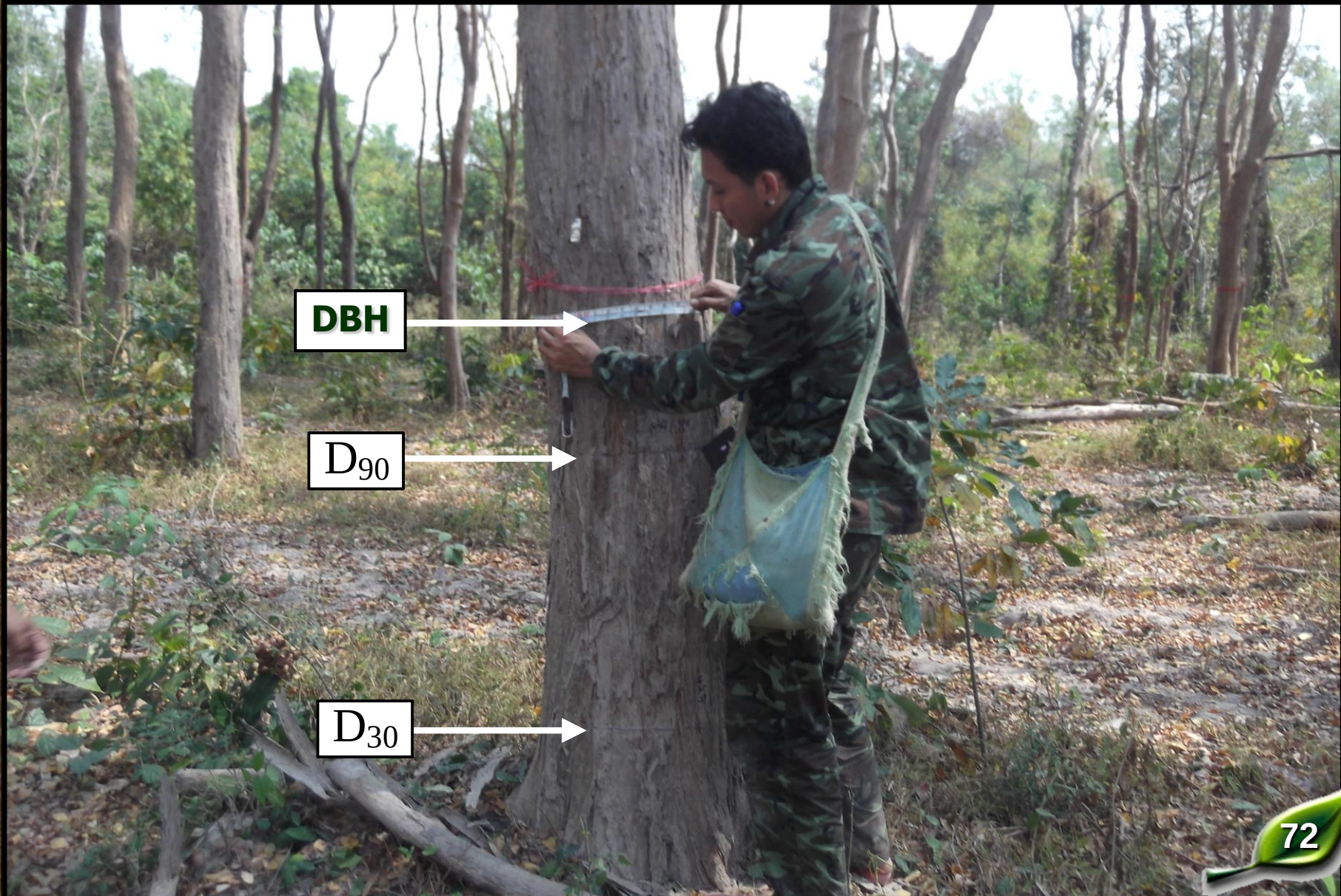
$$DBH_Q = \text{SQRT}(D1^2 + D2^2 + \dots + D14^2)$$

$$DBH_Q = 70.3 \text{ cm}$$

การวัดขนาดความโตของต้นไม้



การวัดขนาดความโตของต้นไม้





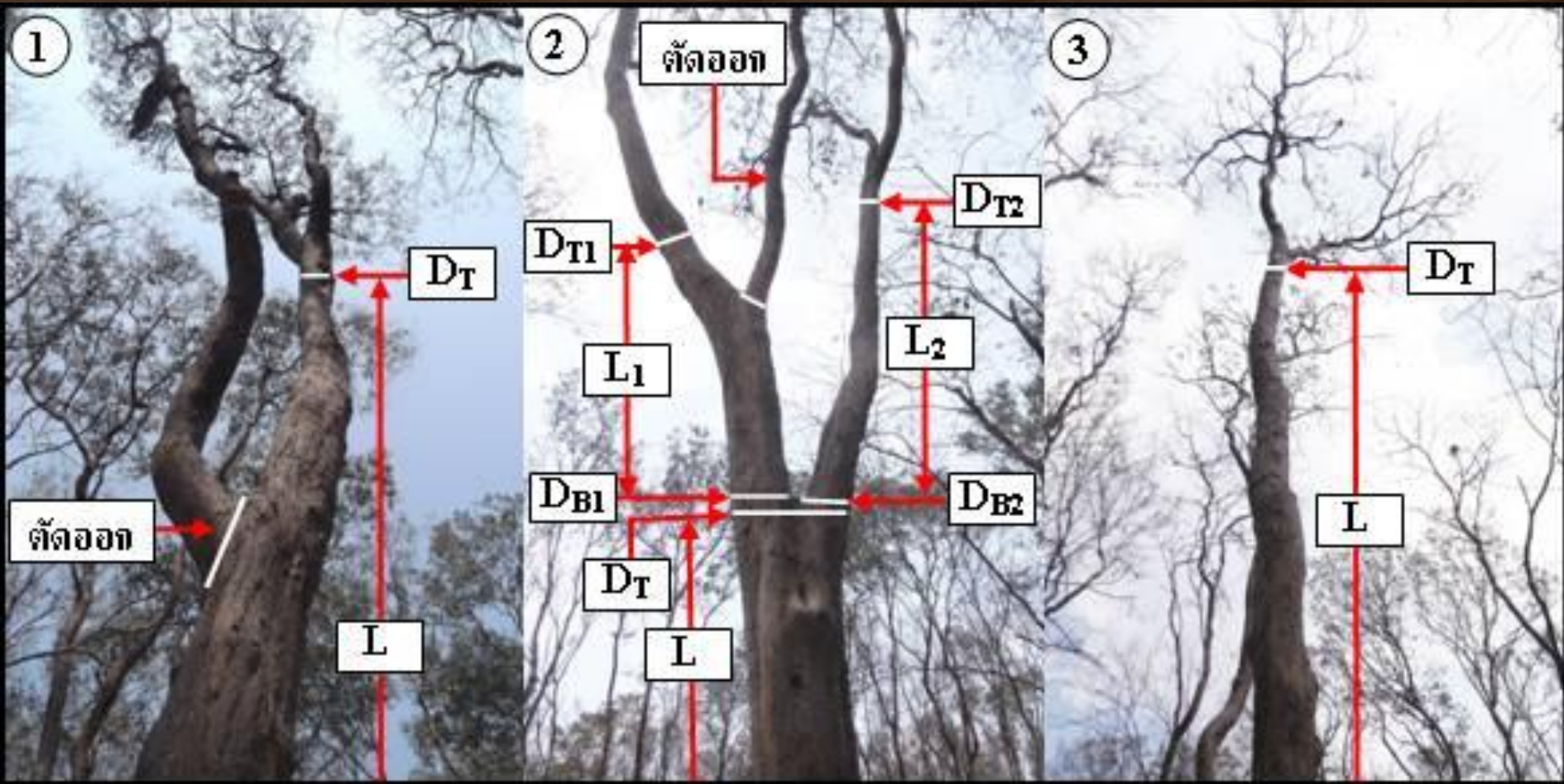
การวัดขนาดความโตของต้นไม้

D_T 

-  D_T

-  ค่าที่วัด

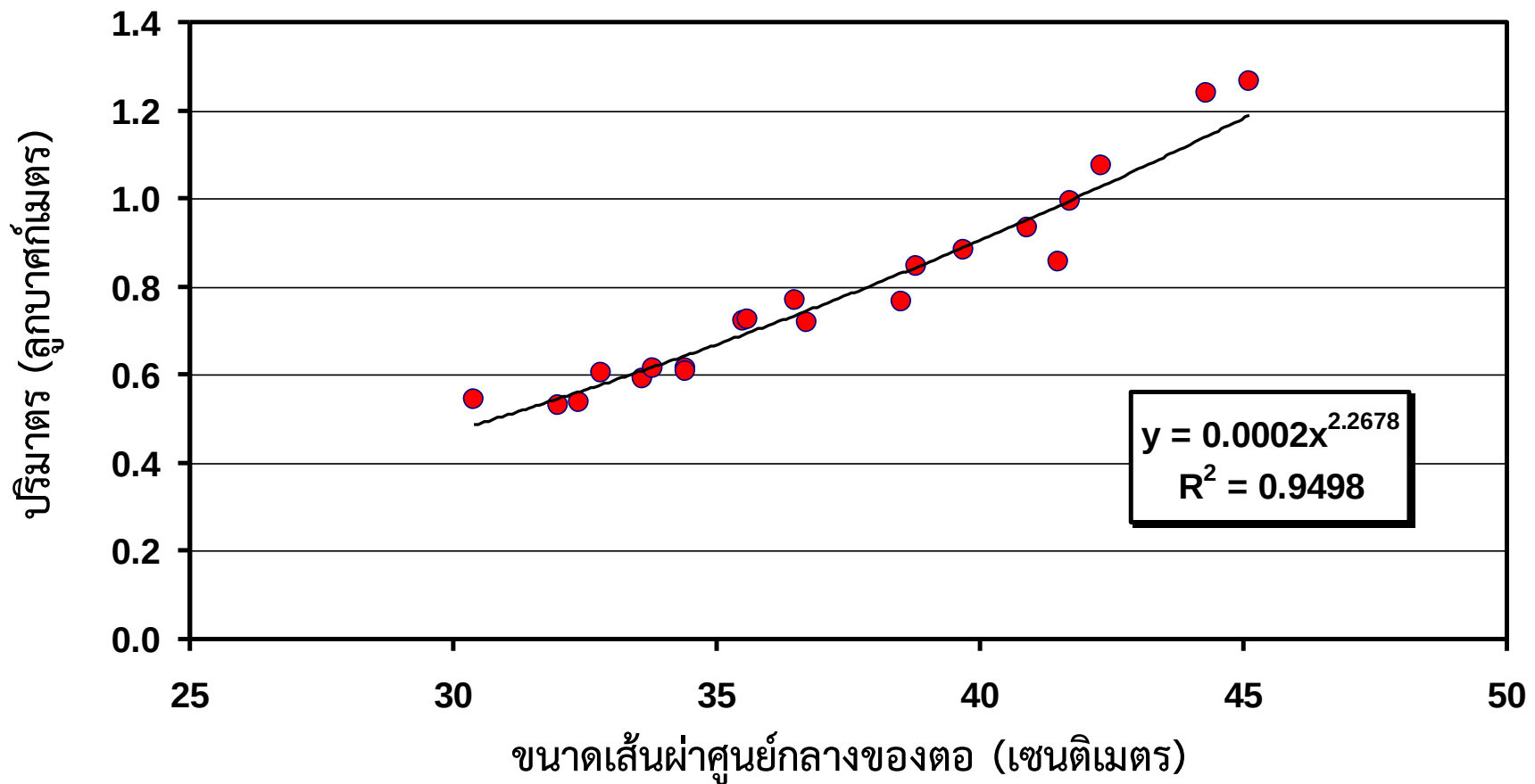
การวัดขนาดความโตของต้นไม้





การวัดขนาดความโตของต้นไม้

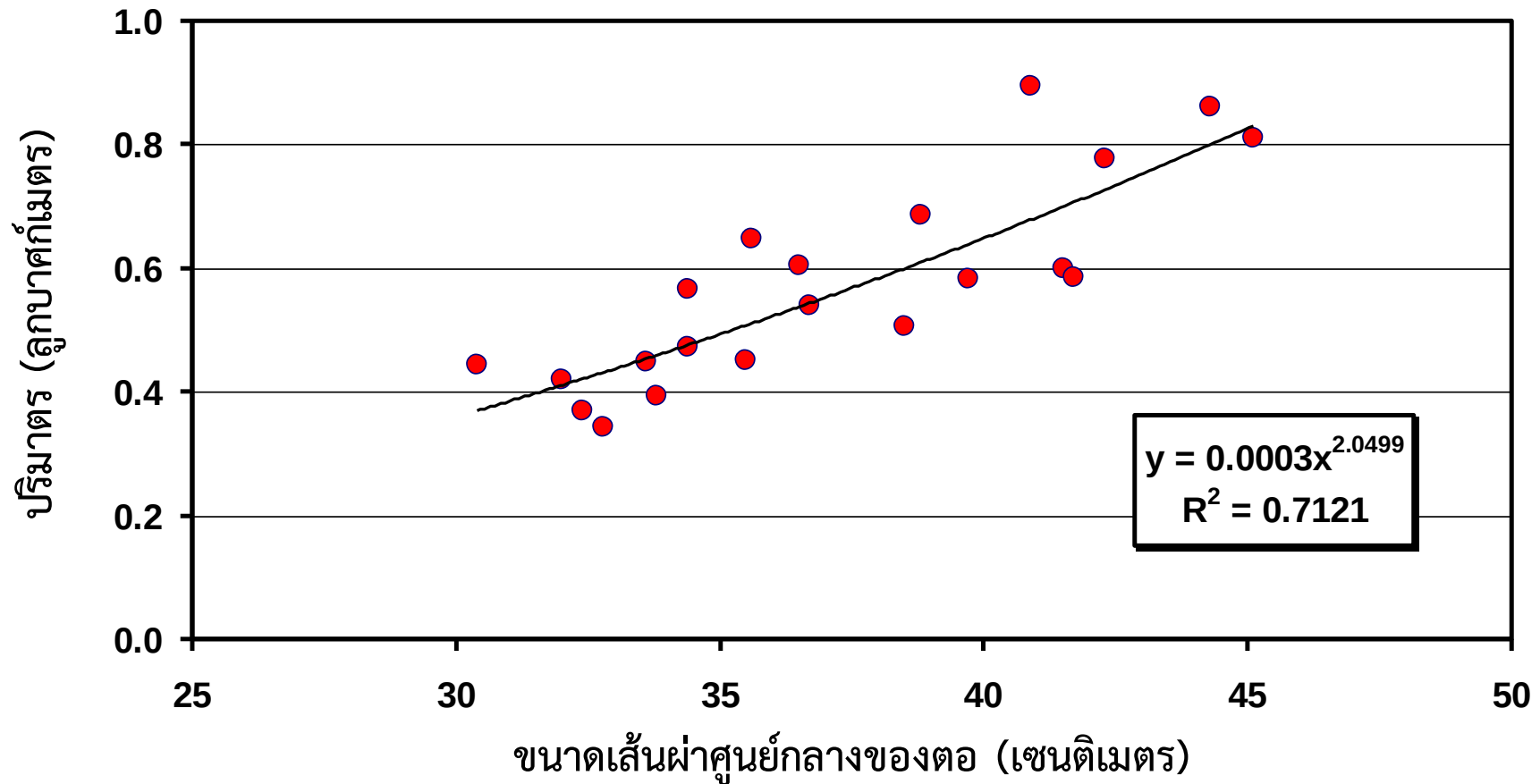
ปริมาตรไม้ทั้งหมด ที่ระดับความสูงของตอ 30 เซนติเมตร





การวัดขนาดความโตของต้นไม้

ปริมาตรไม้ท่อนที่ถูกนำออกไป ที่ระดับความสูงของตอ 30 เซนติเมตร



การวัดขนาดความโตของต้นไม้



การวัดขนาดความโตของต้นไม้



การวัดขนาดความโตของต้นไม้



การวัดขนาดความโตของต้นไม้



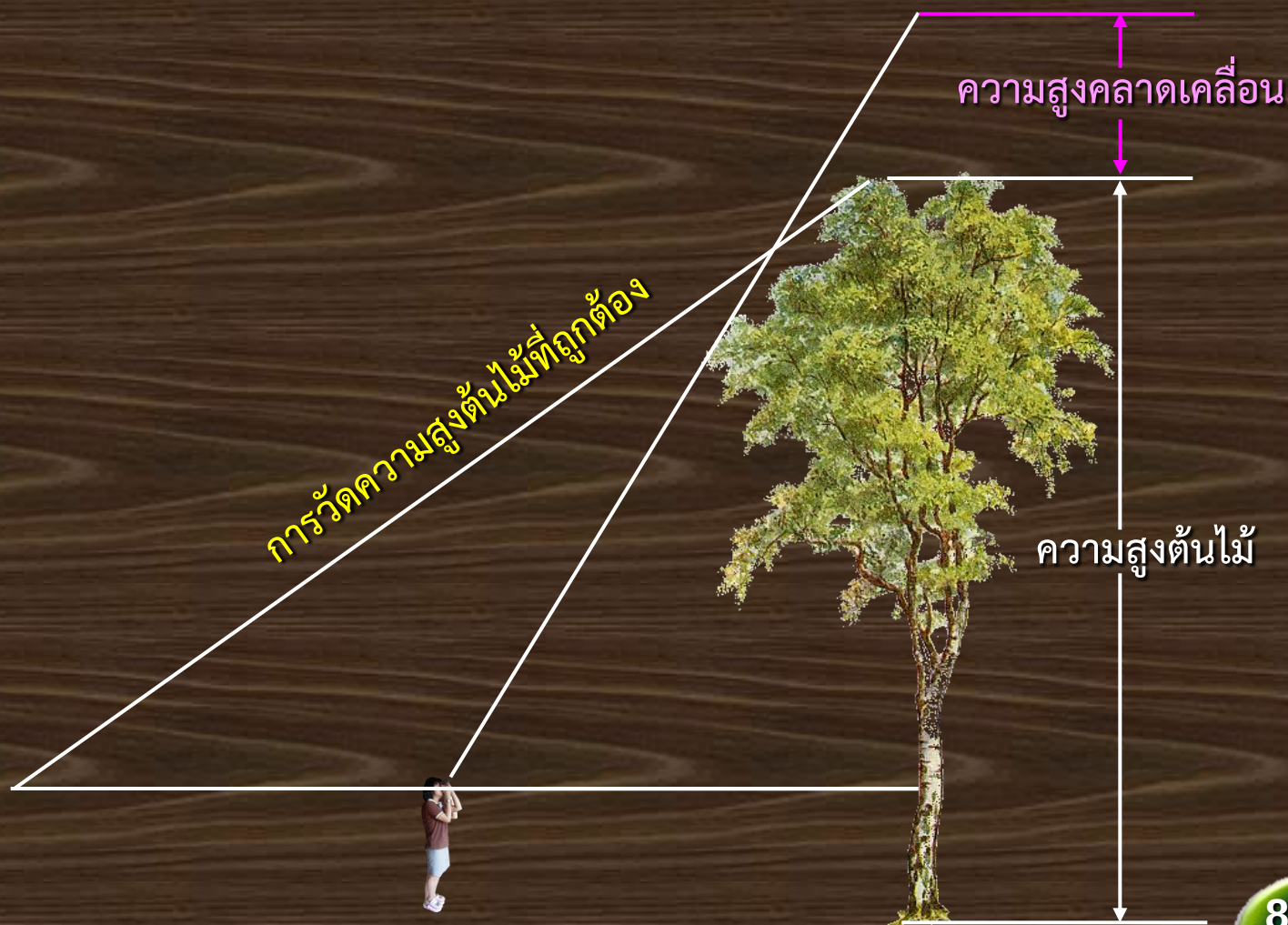
การวัดขนาดความโตของต้นไม้



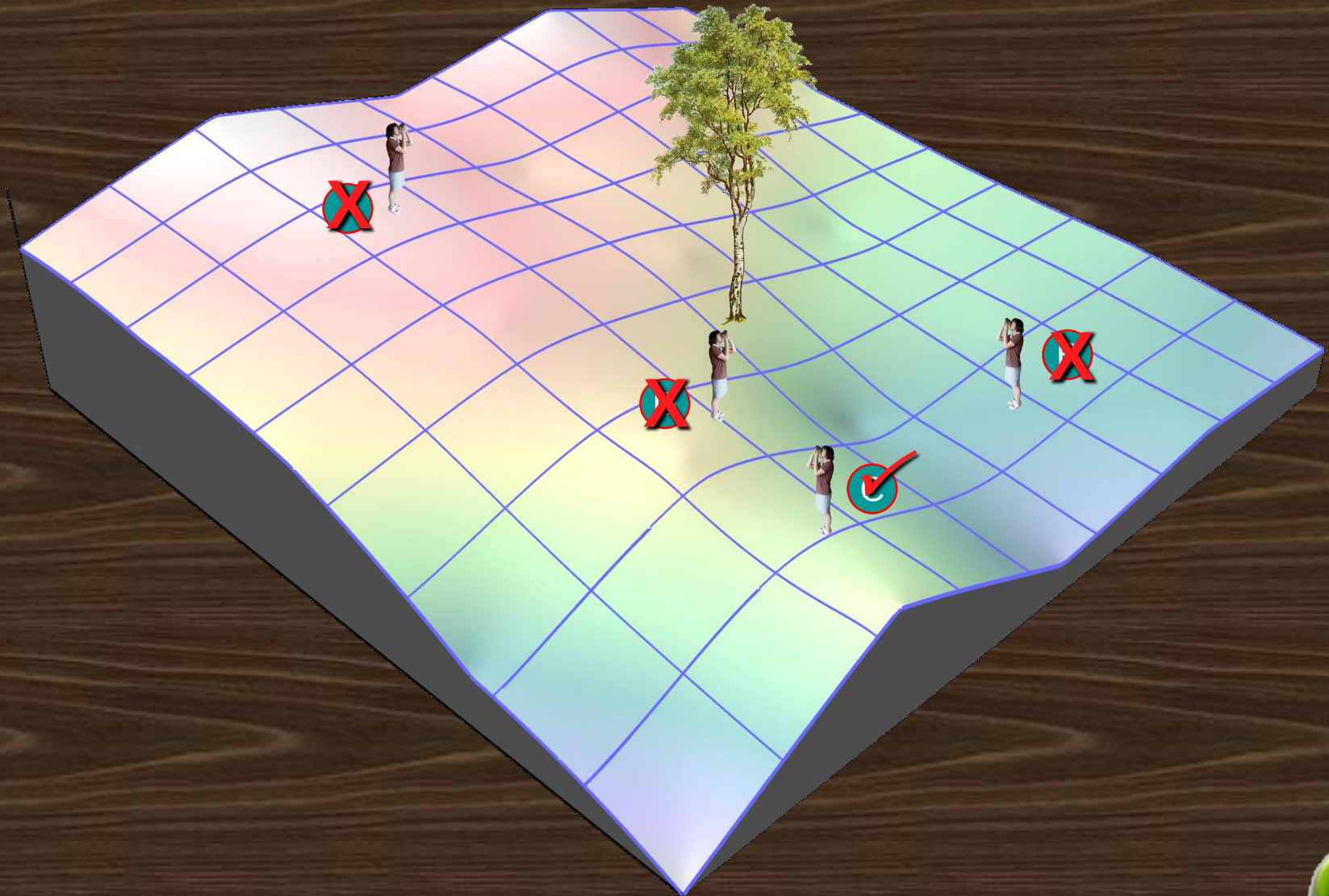
การวัดความสูงของต้นไม้



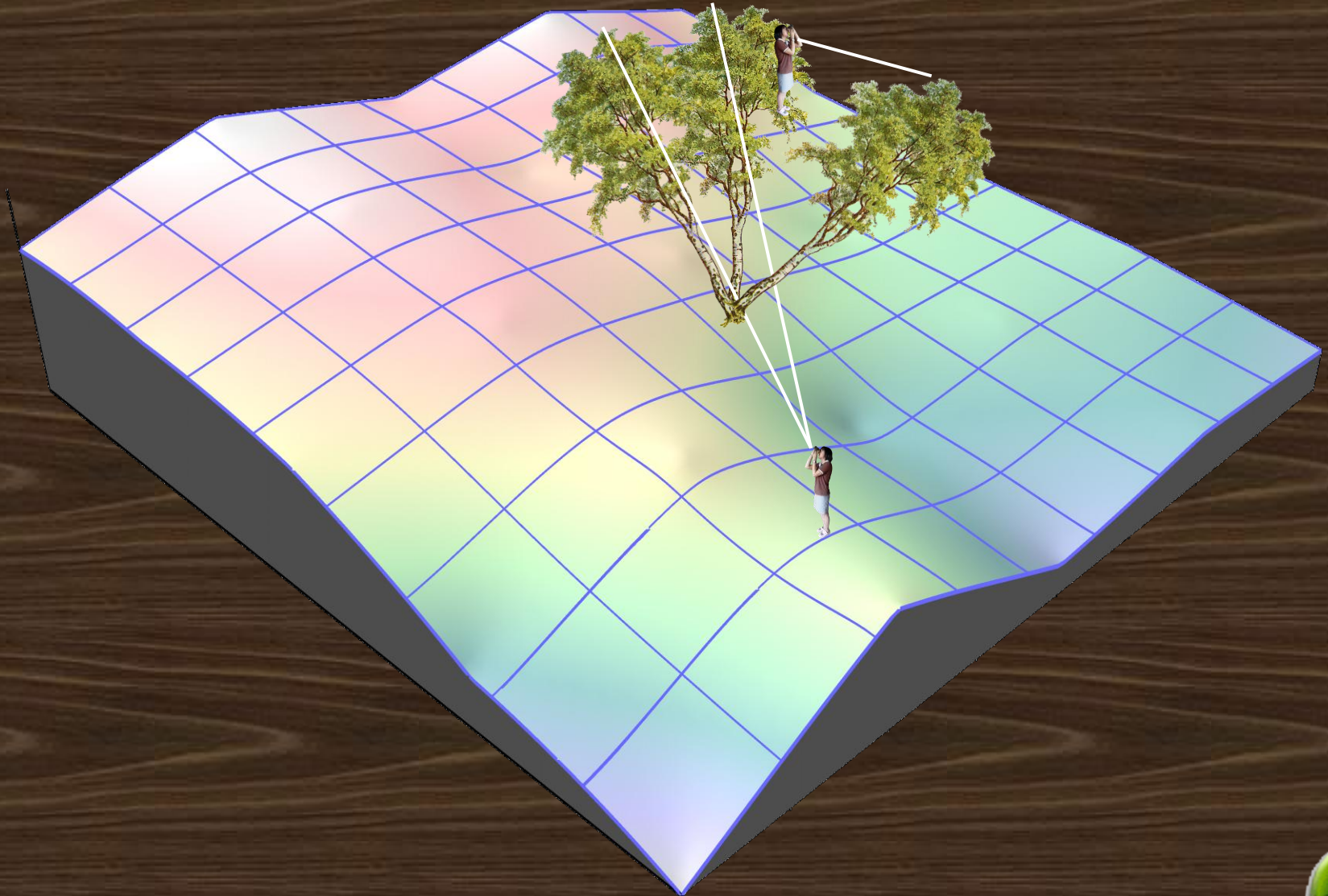
การวัดความสูงของต้นไม้



การวัดความสูงของต้นไม้

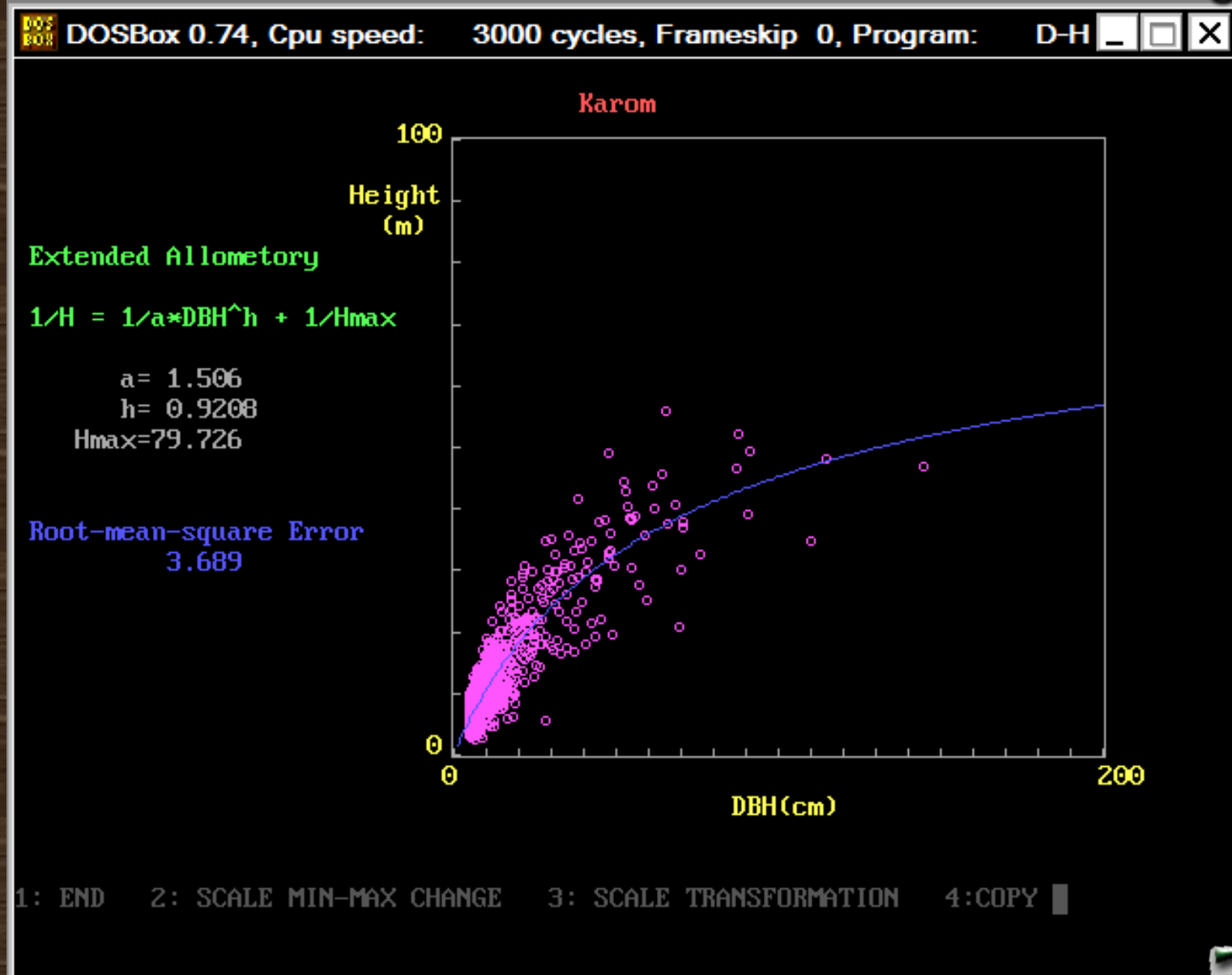


การวัดความสูงของต้นไม้





ความสัมพันธ์ระหว่างความโต-ความสูง





เมื่อทำถูกต้อง-แม่นยำ จะได้ข้อมูลแบบนี้







การวิเคราะห์พลวัตของป่า

Forest Dynamics

$$\text{อัตราการตาย} = (\ln N - \ln S)/t$$

$$\text{อัตราการเกิด} = (\ln S+R - \ln S)/t$$

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต} = (dbh_2 - dbh_1)/t$$

โดยที่ N = จำนวนต้นในการวัดข้อมูลครั้งแรก

S = จำนวนต้นที่รอดตายในช่วงระยะเวลา t

R = จำนวนต้นที่เกิดใหม่ในช่วงระยะเวลา t

dbh_1 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นไม้ในการวัดครั้งที่ 1

dbh_2 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นไม้ในการวัดครั้งที่ 2





การวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ Species Composition

● Importance Value, IV

$$\text{Relative density (\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นของพืชชนิดนั้นทั้งหมด}}{\text{จำนวนต้นของพืชทุกชนิดรวมกัน}} \times 100$$

$$\text{Relative frequency (\%)} = \frac{\text{จำนวนแปลงย่อยที่พบพืชชนิดนั้น}}{\text{ผลรวมของแปลงย่อยที่ศึกษาทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{Relative dominance (\%)} = \frac{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพืชชนิดนั้น}}{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพืชทุกชนิด}} \times 100$$

$$\text{IV} = \text{Relative density} + \text{Relative frequency} + \text{Relative dominance}$$



การวิเคราะห์ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ Species Diversity

Simpson's Index

$$D = \sum_{i=1}^S \frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

โดยที่ D = Simpson's index

n_i = จำนวนต้นของพรรณไม้แต่ละชนิด

N = จำนวนต้นไม้ทั้งหมดในแปลง

S = จำนวนชนิดพันธุ์ทั้งหมดในแปลงที่ศึกษา



การวิเคราะห์ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ Species Diversity

● Shannon-wiener Index

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i \log_2 P_i)$$

โดยที่ H = Shannon-Wiener index

P_i = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นของพันธุ์ไม้ชนิดหนึ่ง
ต่อจำนวนต้นของไม้ทั้งหมด

S = จำนวนชนิดพันธุ์ทั้งหมดในแปลงที่ศึกษา



การวิเคราะห์ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ Species Diversity

● Fisher's Index

$$\alpha = \frac{S}{\ln (1 + N/\alpha)}$$

โดยที่ α = Fisher's Index

S = จำนวนชนิดพันธุ์ทั้งหมดในแปลงที่ศึกษา

N = จำนวนต้นไม้อทั้งหมดในแปลง



การวิเคราะห์ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ Species Diversity

เอกสารฝึกอบรมหลักสูตร

การวิเคราะห์ข้อมูล จากตัวแปร ในแปลงตัวอย่างถาวร

สมบูรณ์ กิตติประยูร
ธิงชัย วิริยะบัญชา
นรินทร์ จรูญรัตนพิตร



ส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช
http://fro_research.dnp.go.th/

18-22 สิงหาคม 2557
ณ ศูนย์ฝึกอบรมที่ 2 (เขาใหญ่) จ.นครนายก



การวิเคราะห์ผลผลิตปฐมภูมิสุทธิ Net Primary Production (NPP)

$$\Delta NPP = \Delta B + \Delta L + \Delta G$$

โดยที่ ΔNPP = ปริมาณผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิของหมู่ไม้
ในช่วงเวลา t_1 ถึง t_2

ΔB = ปริมาณมวลชีวภาพที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา
 t_1 ถึง t_2

ΔL = ปริมาณมวลชีวภาพที่สูญเสียไปเนื่องจากการตาย
หรือร่วงหล่นเป็นซากพืชในช่วงเวลา t_1 ถึง t_2

ΔG = ปริมาณมวลชีวภาพที่สูญหายไปเนื่องจากถูกสัตว์
กัดกินในช่วงเวลา t_1 ถึง t_2



การวิเคราะห์ผลผลิตปฐมภูมิทั้งหมด

Gross Primary Production (GPP)

$$\Delta GPP = \Delta NPP + \Delta R$$

โดยที่ ΔGPP = ปริมาณผลผลิตขั้นปฐมภูมিরวมของหมู่ไม้
ในช่วงเวลา t_1 ถึง t_2

ΔNPP = ปริมาณผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิของหมู่ไม้
ในช่วงเวลา t_1 ถึง t_2

ΔR = ปริมาณการสูญเสียอินทรีย์วัตถุไป โดยการหายใจ
ของหมู่ไม้ในช่วงเวลา t_1 ถึง t_2

การศึกษาสมการมวลชีวภาพของต้นไม้ชนิดต่างๆ

Allometric Equation



$$Y = a X^b$$

โดยที่ Y = มวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และราก (kg)
ปริมาตรของลำต้น (m^3)
 X = ตัวแปรอิสระ เช่น $DBH^2 \cdot Ht$ ($cm^2 \cdot m$) หรือ
 DBH^2 (cm^2) หรือ DBH (cm)
 a, b = ค่าคงที่



การศึกษาอัตราการย่อยสลายของซากพืช

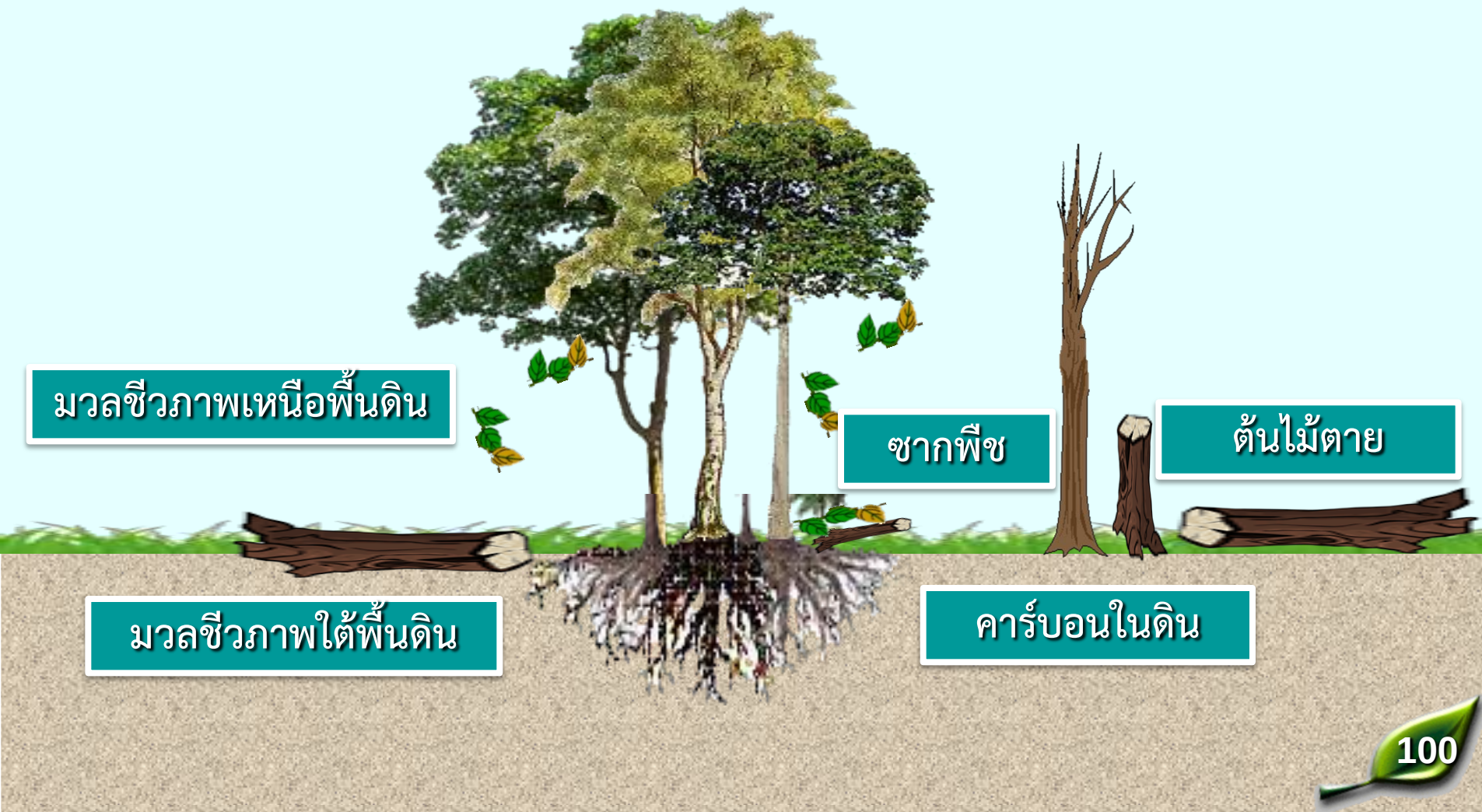
Litter Decomposition

$$x/x_0 = e^{-kt}$$

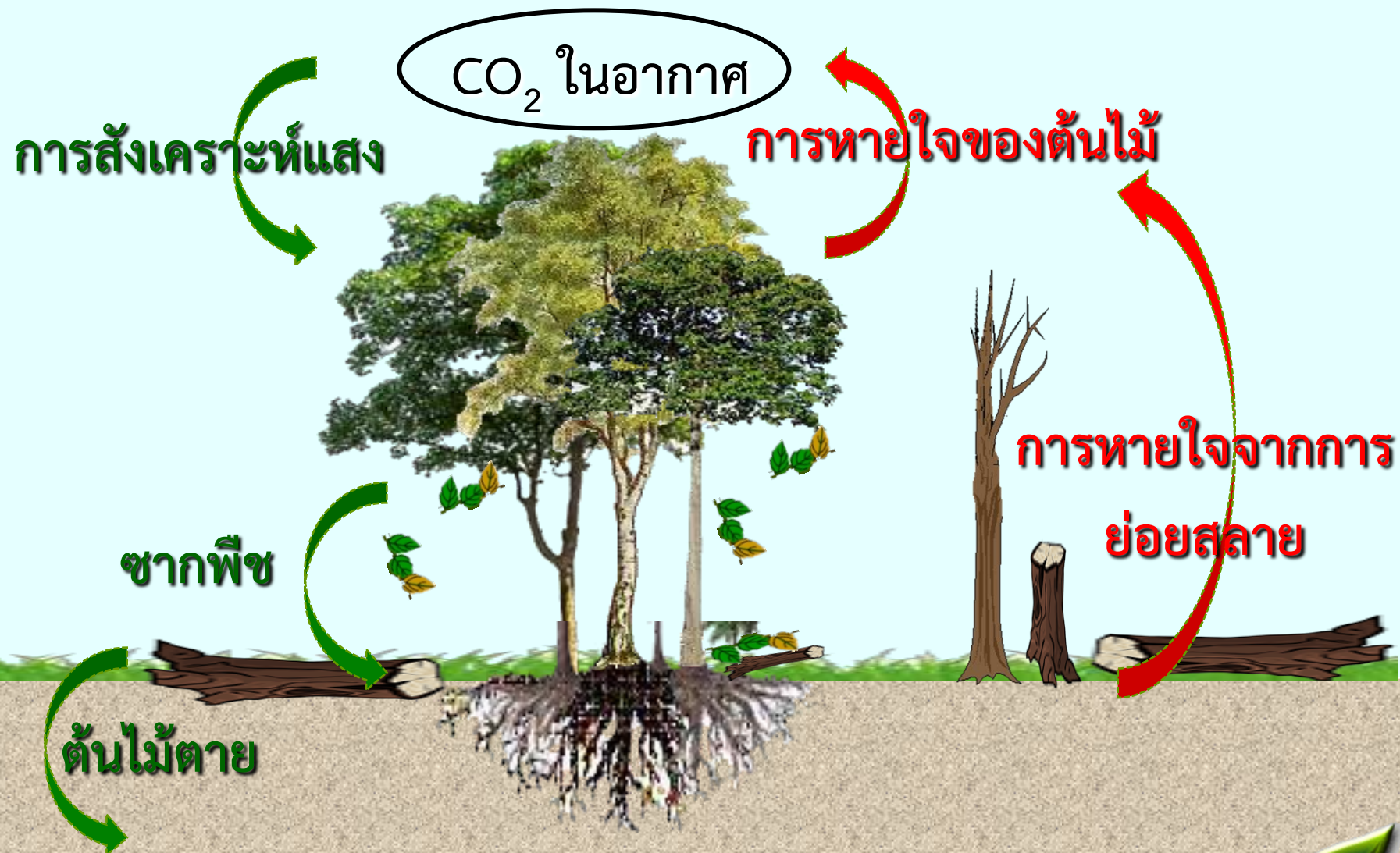
หรือ $k = -[\ln(x/x_0)]/t$

โดยที่ x_0 = น้ำหนักแห้งของซากใบพืชเมื่อเริ่มสลายตัว
 x = น้ำหนักแห้งของซากที่เวลา t
 t = เวลาที่ใช้ในการสลายซึ่งนิยมใช้เป็นปี

Carbon pools IPCC GPG (2003)



Carbon Flux



มवलชีวภาพ เหนือ-ใต้ พื้นดิน



สมการที่ใช้คำนวณมวลชีวภาพ

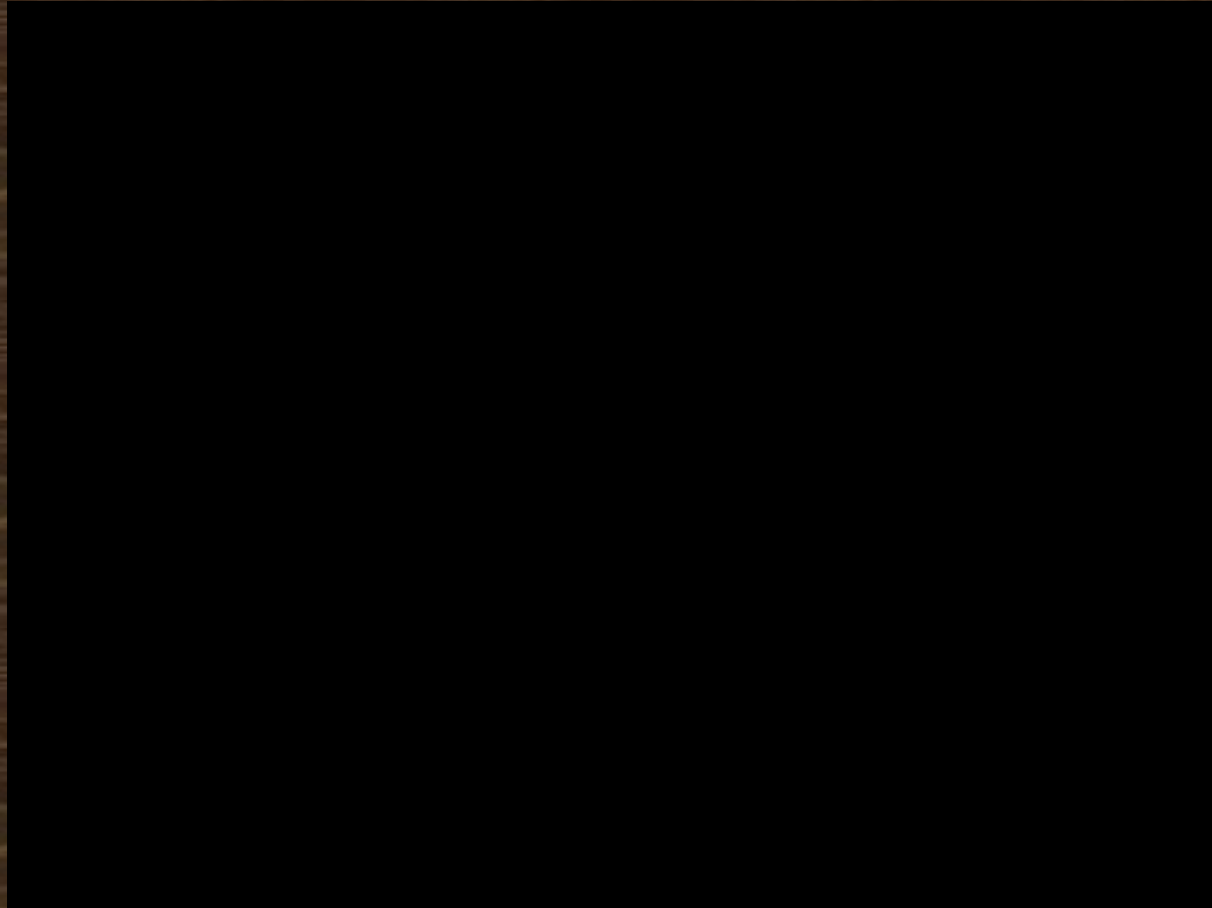
- ใช้สมการจากการศึกษาเอง
- ใช้สมการของคนอื่นที่ศึกษามาแล้ว

การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน





การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน





การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

● กล้วยปามี DBH มากที่สุด คือ 20.2 cm สูง 5.87 m จะมี :
น้ำหนักแห้งรวมทั้งหมด 12.088 kg
ปริมาตรลำต้นรวมทั้งหมด 0.148 m³

น้ำหนักแห้ง		น้ำหนักสด	
ลำต้น	6.620 kg	ลำต้น	107.700 kg
ใบ+ก้านใบ	5.009 kg	ใบ+ก้านใบ	21.734 kg
ก้านเครือ	0.151 kg	ก้านเครือ	2.520 kg
ปลี	0.075 kg	ปลี	0.885 kg
ผล	0.233 kg	ผล	3.540 kg
รวมทั้งหมด	12.088 kg	รวมทั้งหมด	136.379 kg

การศึกษามวลชีวภาพใต้พื้นดิน



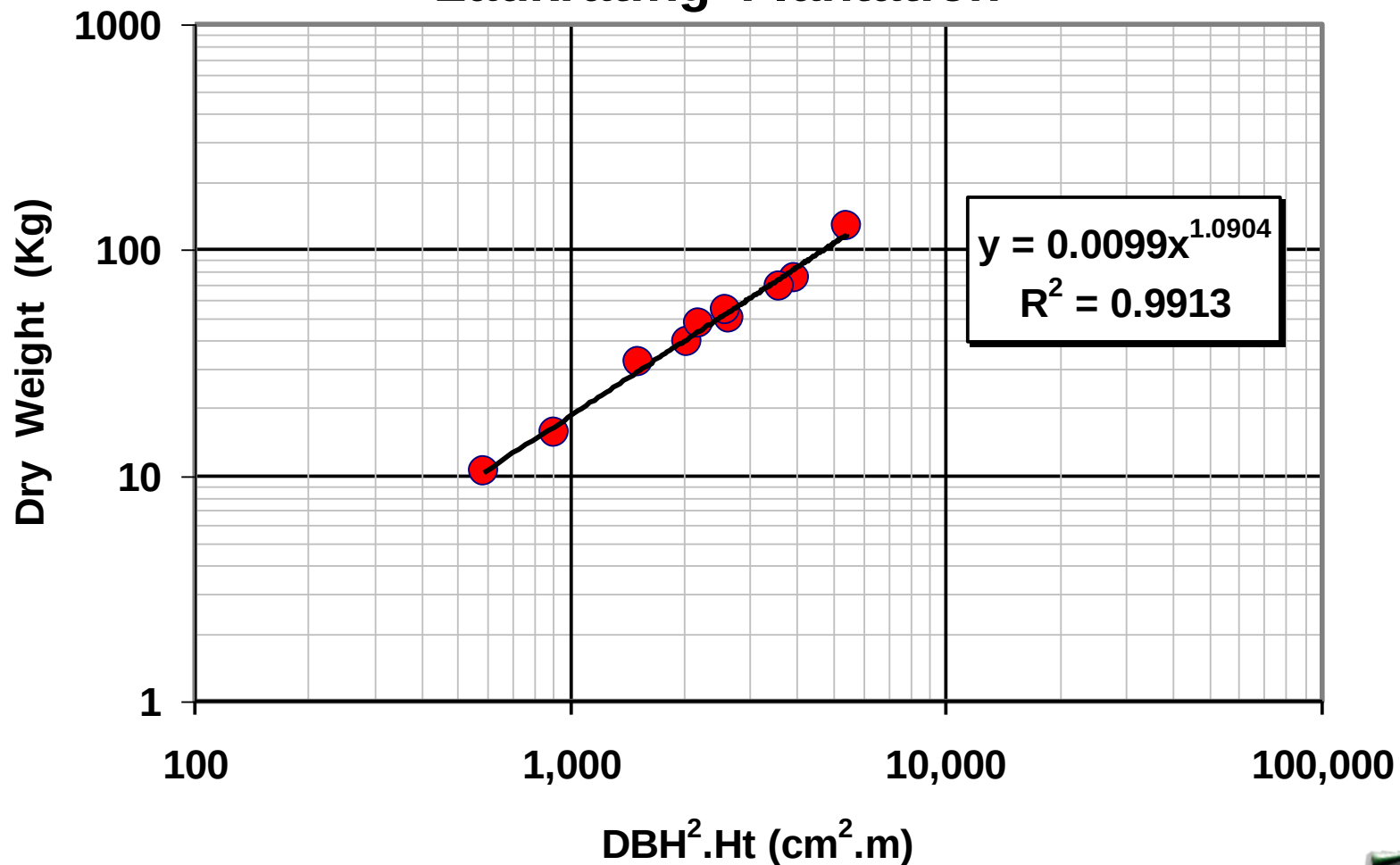
การศึกษามวลชีวภาพใต้พื้นดิน





สมการมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของกระถินเทพา

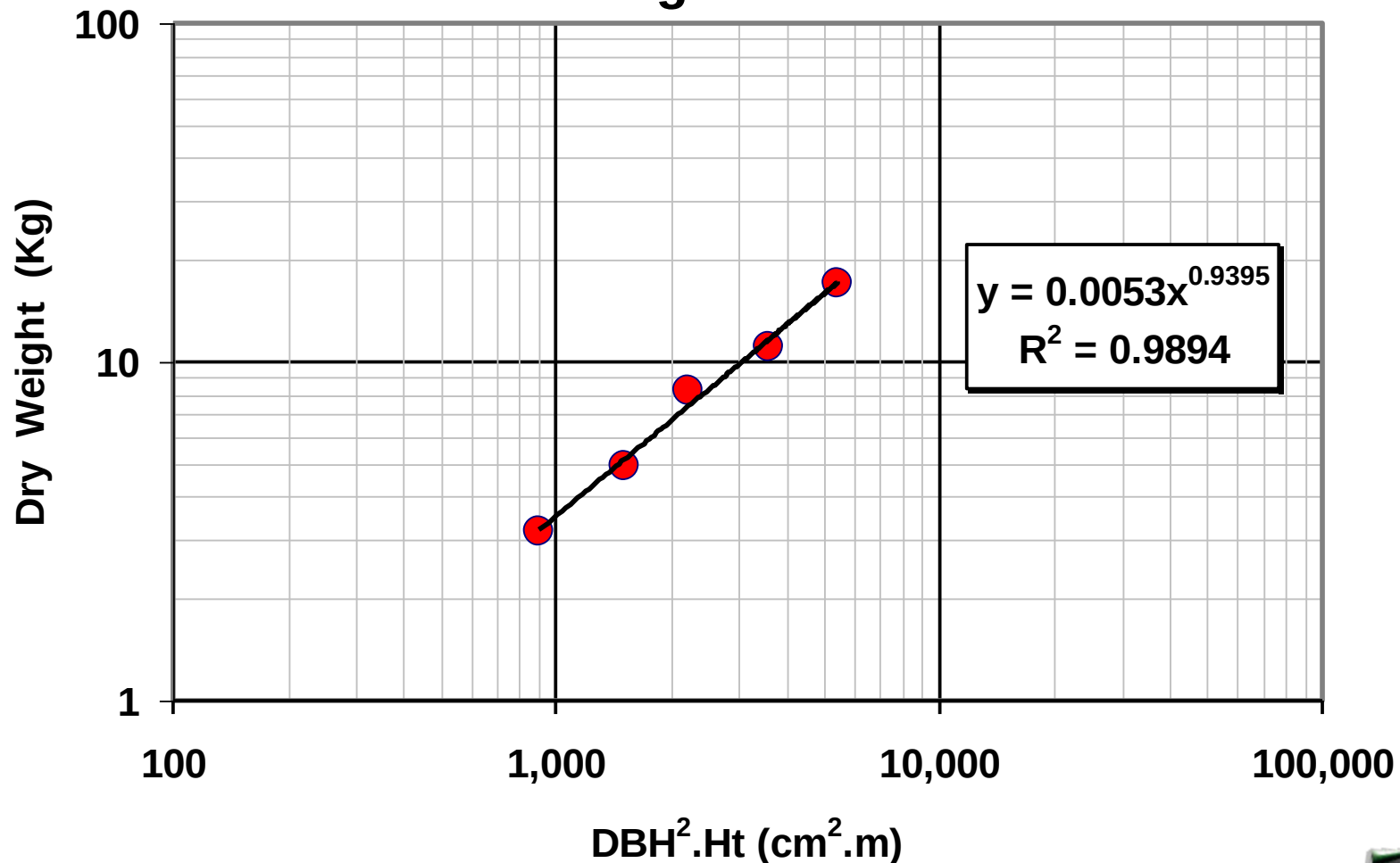
Above-ground Biomass of *Acacia mangium* (age 5 years-old spacing 3X3 m) Ladkrating Plantation





สมการมวลชีวภาพใต้พื้นดินของกระถินเทพา

Root Biomass of *Acacia mangium*
(age 5 years-old spacing 3X3 m)
Ladkrating Plantation





สมการแอลโลเมตริกที่ศึกษามาแล้ว

ใช้สมการของคนอื่นที่ศึกษามาแล้ว

เอกสาร “Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand” Ogawa *et al.* (1965)

เอกสาร “The primary production of tropical forests in Thailand” Ogino *et al.* (1967)

เอกสาร “Forest : Felling, Burning and Regeneration. In Shifting cultivation. An experiment at Nam Phrom, Thailand and its implications for upland farming in the monsoon Tropics” Tsutsumi *et al.* (1983)



สมการแอลโลเมตริกที่ศึกษามาแล้ว

ชนิดป่า/ชนิดไม้	สมการ	R ²	จำนวน ต้น	DBH มากที่สุด	ที่มา
ไม้ใหญ่ในป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ	$W_s = 0.0396 (D^2H)^{0.9326}$	-	119	≈ 90 cm	Ogawa <i>et al.</i> (1965)
	$W_b = 0.003487 (D^2H)^{1.027}$	-	45	-	
	$W_l = (28.0/W_{tc} + 0.025)^{-1}$	-	45	-	
ไม้ใหญ่ในป่าดิบชื้น	$W_s = 0.0396 (D^2H)^{0.9326}$	-	119	≈ 90 cm	Ogawa <i>et al.</i> (1965)
	$W_b = 0.006002 (D^2H)^{1.027}$	-	74	-	
	$W_l = (18.0/W_{tc} + 0.025)^{-1}$	-	74	-	
	$W_r = 0.0264 (D^2H)^{0.775}$	-	3	-	
ไม้ใหญ่ในป่าเต็งรัง	$AGB = 0.0569 (D^2H)^{0.9071}$	0.9833	25	23 cm	ดัดแปลงข้อมูลจาก
ไม้ใหญ่ในป่าดิบแล้ง	$AGB = 0.0888 (D^2H)^{0.8513}$	0.9456	37	33.5 cm	Ogino <i>et al.</i> (1967)
ไม้ใหญ่ในป่าดิบแล้ง	$W_s = 0.0509 (D^2H)^{0.919}$	0.978	60	≈ 60 cm	Tsutsumi <i>et al.</i> (1967)
	$W_b = 0.00893 (D^2H)^{0.977}$	0.890	60	-	



สมการแอลโลเมตริกที่ศึกษามาแล้ว

ชนิดป่า/ชนิดไม้	สมการ	R ²	จำนวน ต้น	DBH มากที่สุด	ที่มา
เถาว์วัลย์ที่มีเนื้อไม้	$AGB = 0.8622 (D)^{2.0210}$	0.9533	26	18.1 cm	ชิงชัย และคณะ (2554)
ไผ่ไร่	$AGB = 0.24255 (D^2)^{1.0951}$	0.9343	16	-	Kutintara <i>et al.</i> (1995)
ไผ่บงดำ	$AGB = 0.49522 (D^2)^{0.8726}$	0.9682	10	-	
ไผ่ข้าวหลาม	$AGB = 0.17446 (D^2)^{1.0437}$	0.9908	10	-	
ไผ่รวก	$AGB = 0.22187 (D)^{2.2749}$	0.9130	50	-	Suwannapinunt (1983)
กล้วย	$AGB = 0.0098 (D)^{2.2750}$	0.9887	15	20.2 cm	ชิงชัย และคณะ (2560)
ไม้หนุมในป่าดิบแล้ง	$Ws = 0.0702 (D^2H)^{0.8737}$	0.9625	-	4.5 cm	ธิติ และชลธิดา (2547)
	$Wb = 0.0093 (D^2H)^{0.9403}$	0.8850	-	-	
	$WL = 0.0244 (D^2H)^{1.0517}$	0.8981	-	-	

โดยที่ D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (cm) H = ความสูงของต้นไม้ถึงปลายยอด (m)

Ws = มวลชีวภาพส่วนของลำต้น (kg) Wb = มวลชีวภาพส่วนของกิ่ง (kg) WL = มวลชีวภาพส่วนของใบ (kg)

AGB = มวลชีวภาพส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน (kg) Wr = มวลชีวภาพส่วนของกราก (kg) Wtc = Ws+Wb (kg)



การเลือกสมการที่เหมาะสม

Equation	Species	R ²	Height for DBH/BA (cm) ^a	Diameter range (cm)	Source
$Y = 0.153 \cdot \text{DBH}^{2.382}$	<i>Tectona grandis</i> ^b	0.98	130	10-59	1
$Y = 0.0908 \cdot \text{DBH}^{2.575}$	<i>Tectona grandis</i> ^c	0.98	130	17-45	2
$Y = 0.0103 \cdot \text{DBH}^{2.993}$	<i>Bombacopsis quinatum</i> ^d	0.97	130	14-46	3
$Y = 1.22 \cdot \text{DBH}^2 \cdot \text{HT} \cdot 0.01$	<i>Eucalyptus sp.</i> ^e	0.97	130	1-31	4
$Y = 0.08859 \cdot \text{DBH}^{2.235}$	<i>Pinus pinaster</i> ^f	0.98	10	0-47	5
$Y = 0.97 + 0.078 \cdot \text{BA} - 0.00094 \cdot \text{BA}^2 + 0.0000064 \cdot \text{BA}^3$	<i>Bactris gasipaes</i> ^g	0.98	100	2-12	6
$Y = -3.9 + 0.23 \cdot \text{BA} + 0.0015 \cdot \text{BA}^2$	<i>Theobroma grandiflora</i> ^g	0.93	30	6-18	6
$Y = -3.84 + 0.528 \cdot \text{BA} + 0.001 \cdot \text{BA}^2$	<i>Hevea brasiliensis</i> ^g	0.99	150	6-20	6
$Y = -6.64 + 0.279 \cdot \text{BA} + 0.000514 \cdot \text{BA}^2$	<i>Citrus sinensis</i> ^g	0.94	30	8-17	6
$Y = -18.1 + 0.663 \cdot \text{BA} + 0.000384 \cdot \text{BA}^2$	<i>Bertholletia excelsa</i> ^g	0.99	130	8-26	6

Where

Y = aboveground dry matter, kg (tree)⁻¹

DBH = diameter, cm

HT = total height of the tree, meters

BA = basal area, cm²

^a Height for DBH/BA is height above ground where diameter or basal area was measured, cm

^b 87 individuals at ages of 5-47 years.

^c 9 individuals at age of 20 years.

^d 17 individuals at ages of 10-26 years.

^e Pooled values for 458 individuals of *Eucalyptus ovata*, *E. saligna*, *E. globulus* and *E. nites* at ages of 2-5 years.

^f 148 individuals at ages of 1-47 years.

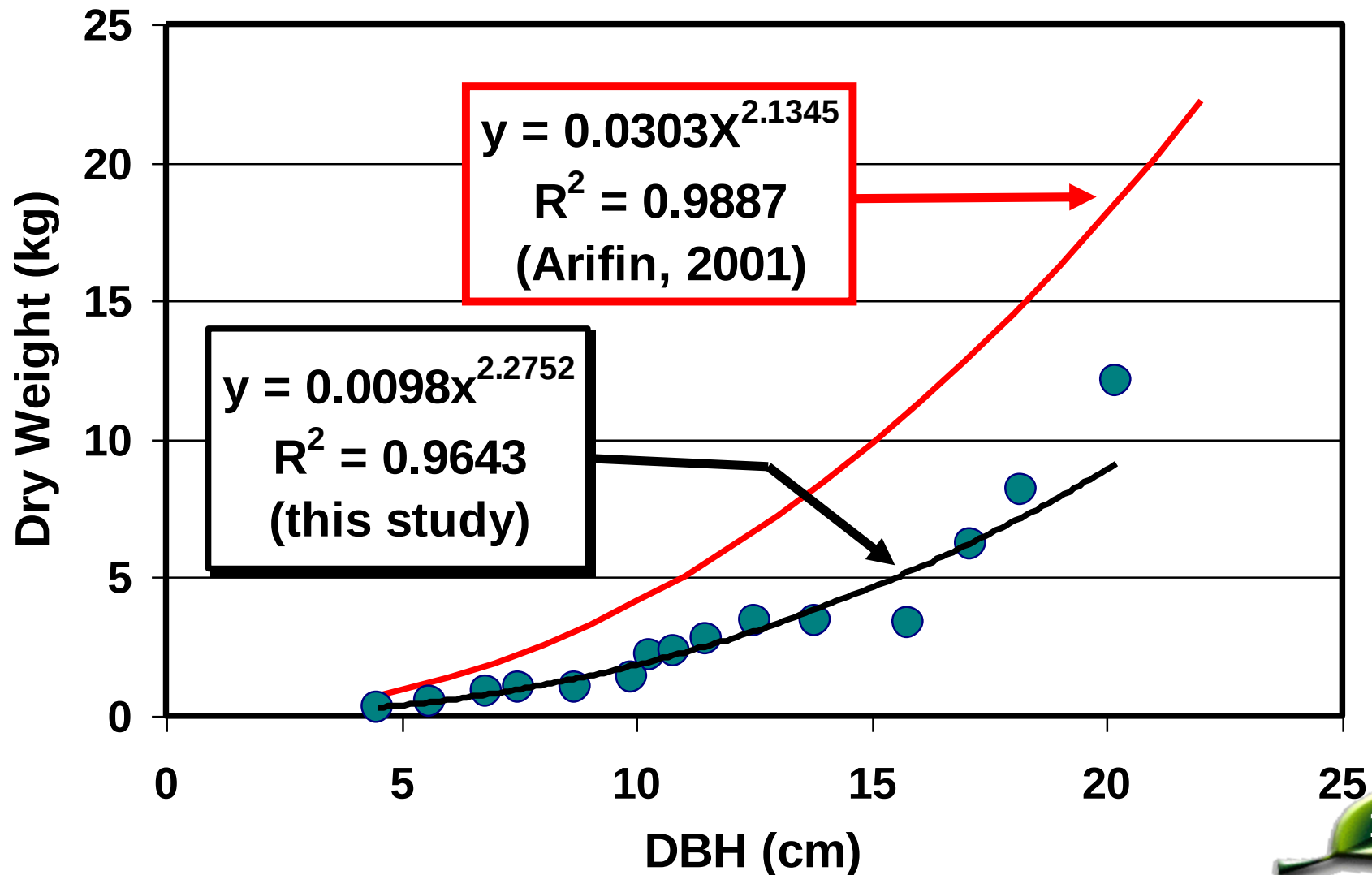
^g 7-10 individuals at age of 7 years.

Sources: (1) Pérez and Kanninen, 2003; (2) Kraenzel *et al.*, 2003; (3) Pérez and Kanninen, 2002; (4) Senelwa and Sims, 1998; (5) Ritson and Sochacki, 2003; (6) Schroth *et al.*, 2002.



การเลือกสมการที่เหมาะสม

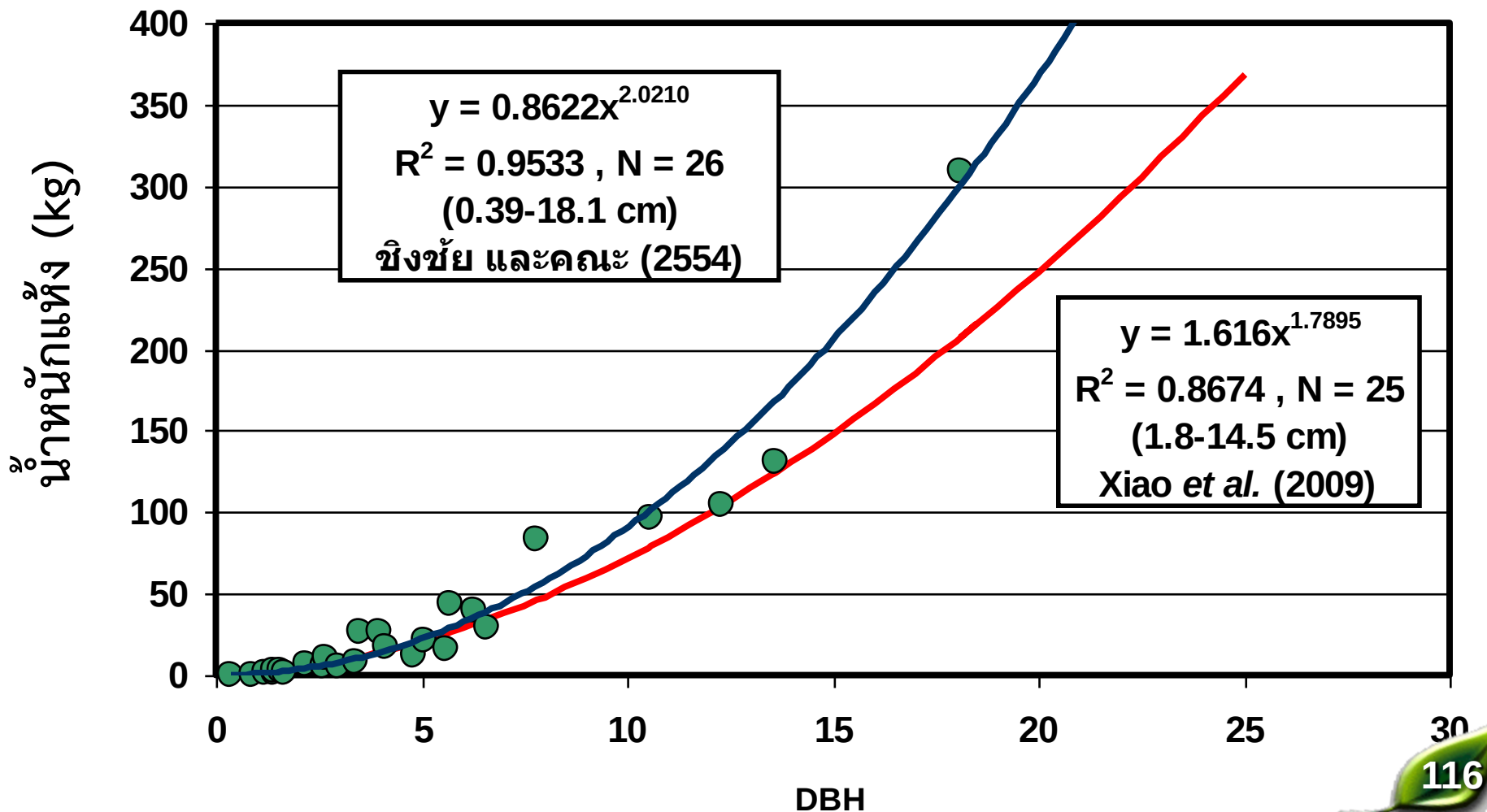
Above-ground Biomass of *Musa acumilata*





การเลือกสมการที่เหมาะสม

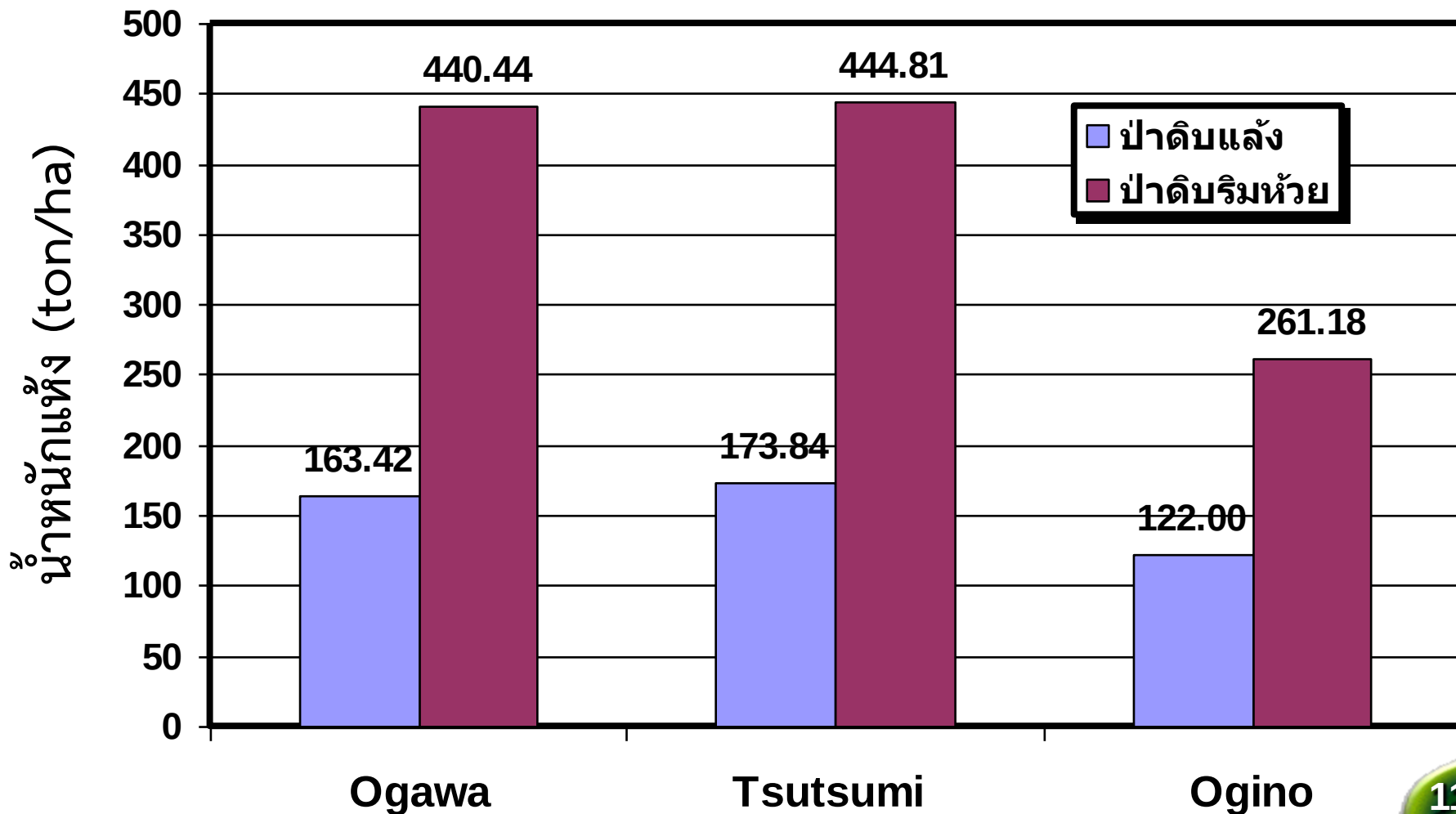
มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของเถาว์วัลย์





การเลือกสมการที่เหมาะสม

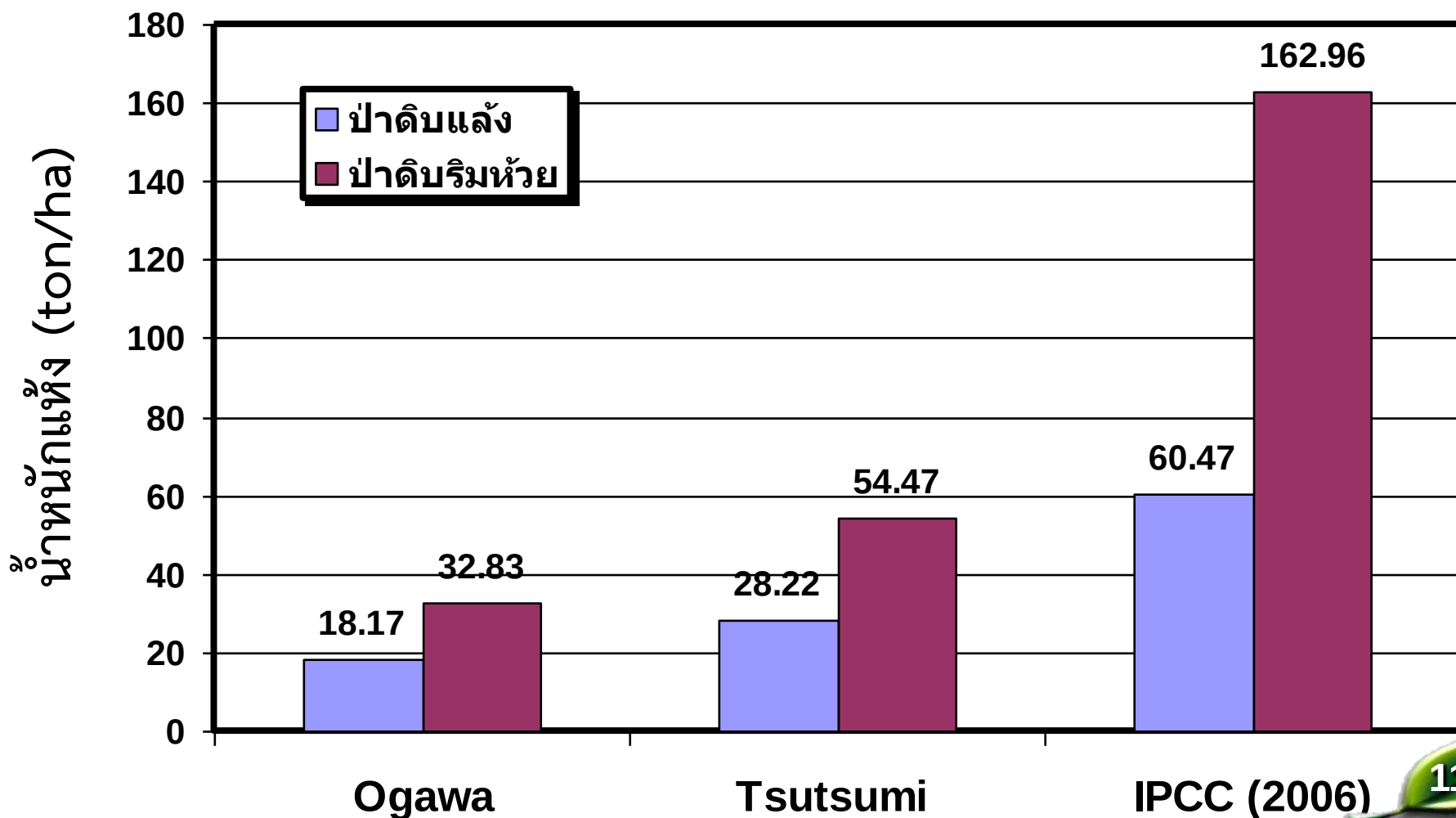
มวลชีวภาพเหนือพื้นดินจากแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 1 ไร่





การเลือกสมการที่เหมาะสม

มวลชีวภาพใต้พื้นดินจากแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 1 ไร่







การประมาณมูลชีวภาพของไม้ตาย

● ไม้ยืนต้นตาย

● ไม้ล้มขอนนอนไพร

ต้นไม้ยืนต้นตาย



ต้นไม้ยืนต้นตาย

DBH = 30 cm Ht = 18.5 m



Tsutsumi *et al.* (1983)

Ws (kg)	Wb (kg)	Wl (kg)	AGB (kg)
178.5	164.3	9.3	178.5

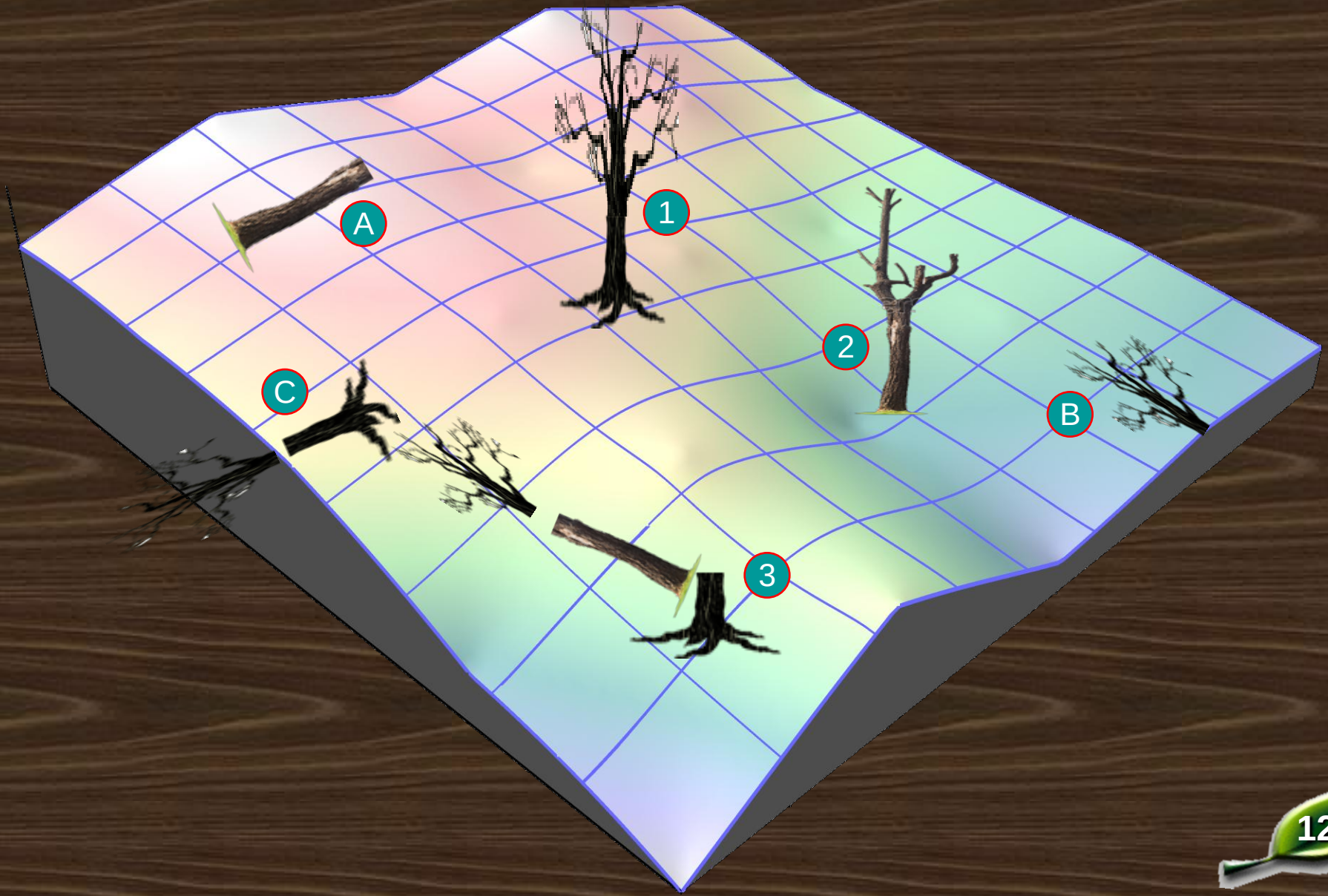
ไม้ล้มขนอนไพร



ไม้ล้มขนอนไพร



การเก็บข้อมูลไม้ล้มขนอนไพร

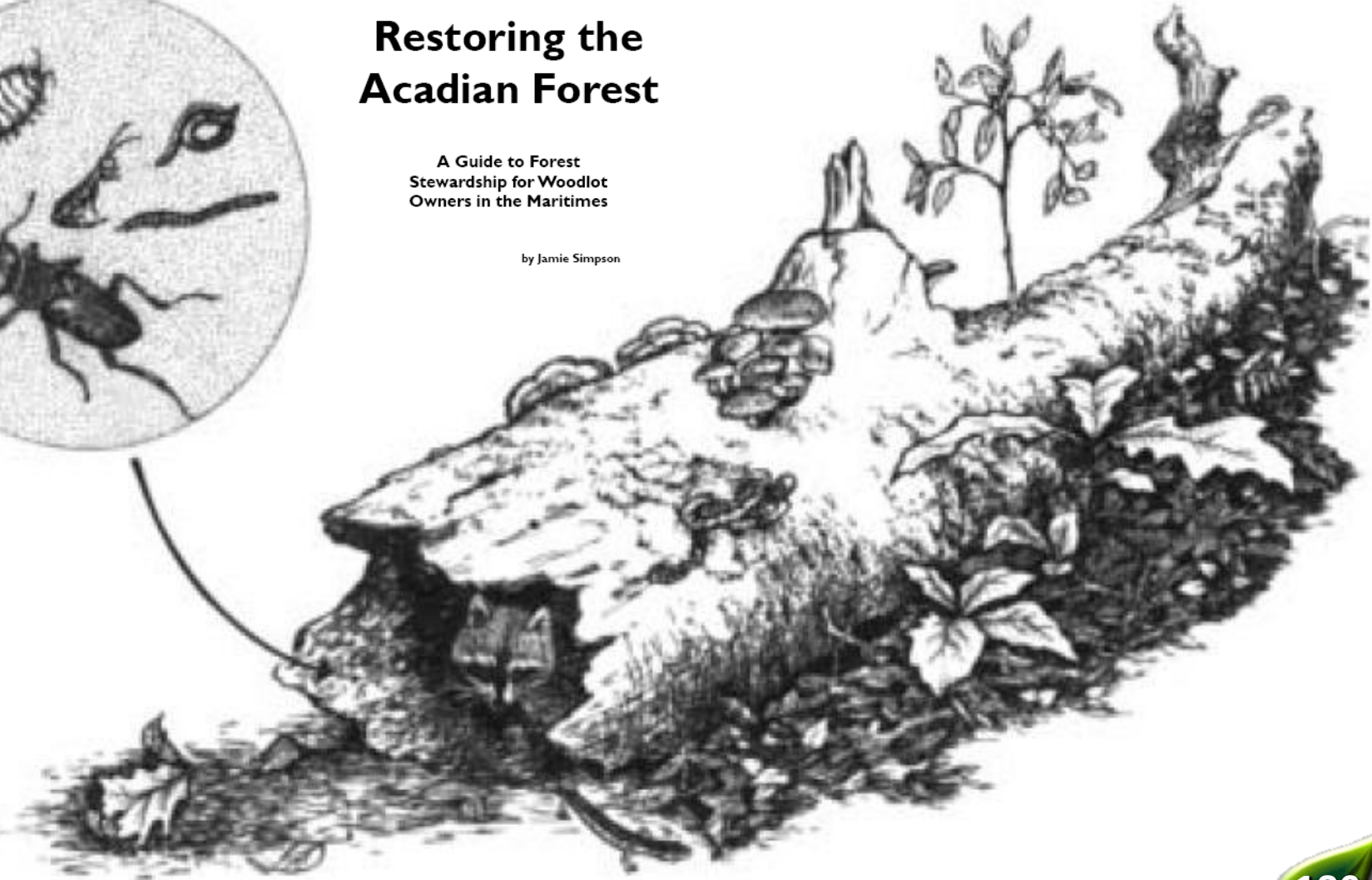


การเก็บข้อมูลไม้ล้มขอนนอนไพร

Restoring the Acadian Forest

A Guide to Forest
Stewardship for Woodlot
Owners in the Maritimes

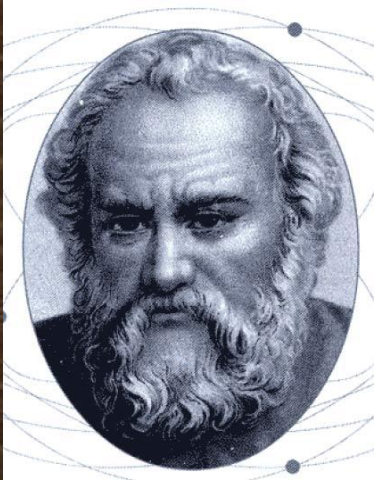
by Jamie Simpson



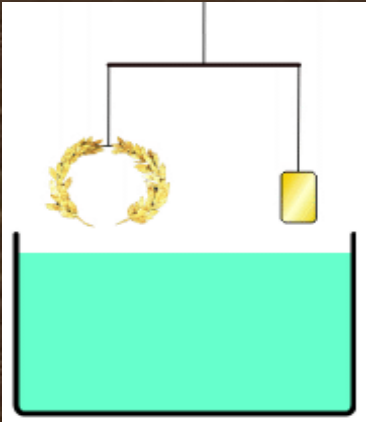


การหา Basic Wood Density

Archimedes



287 - 212 BC



$$D = \frac{M}{V}$$

โดยที่ D = Density (g/cm^3)

M = Mass (g)

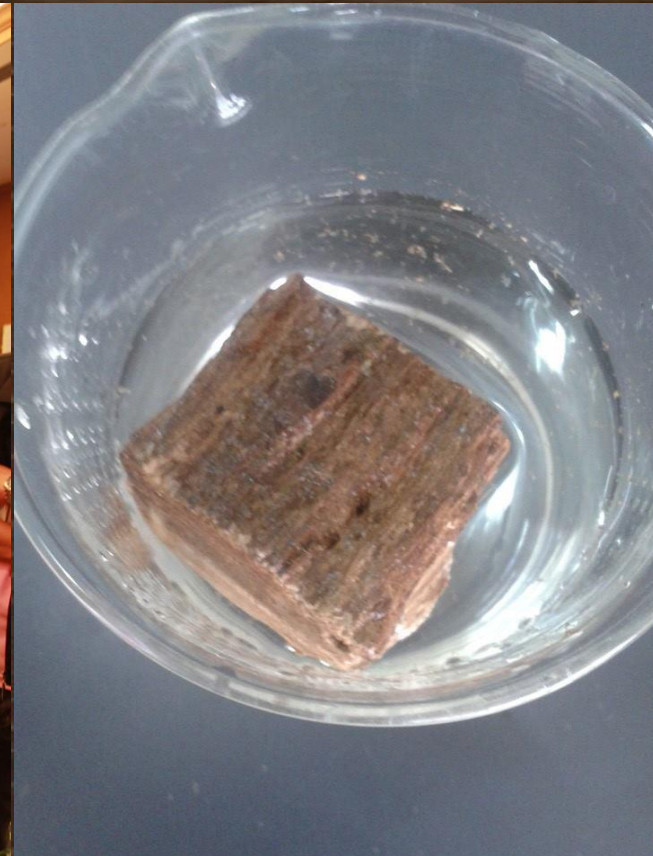
V = Volume (cm^3)

Basic Wood Density = $\frac{\text{Oven Dry Weight}}{\text{Green Volume}}$

การหา Basic Wood Density



การหา Basic Wood Density





การหามวลชีวภาพของไม้ล้มขนอนนอนไพร

$$Ws = \pi D^2 * L * \rho / 40$$

โดยที่ Ws = มวลชีวภาพของลำต้น (kg)

D = ขนาดความโตเฉลี่ยด้านโคนและปลาย (cm)

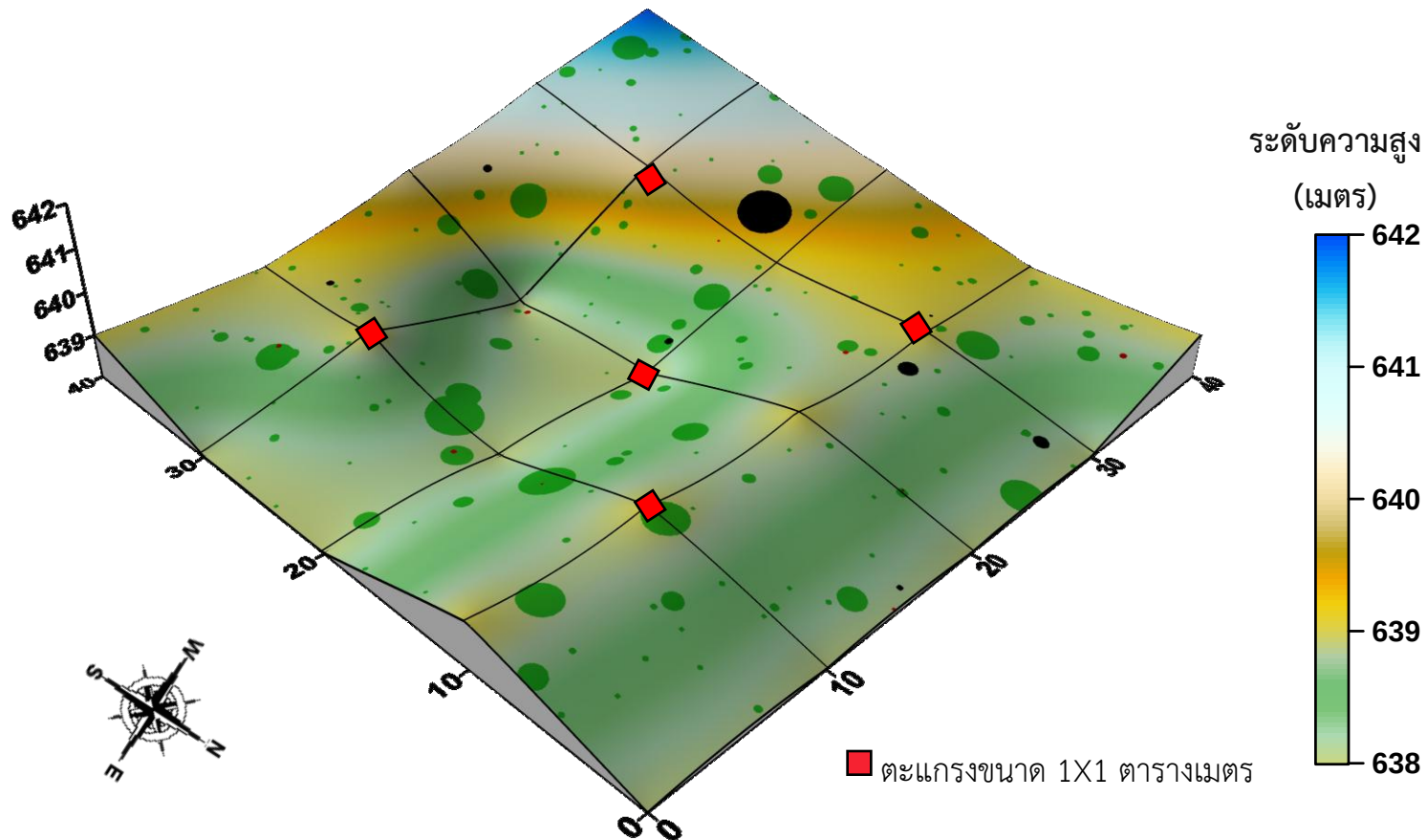
L = ความยาวของลำต้นที่อยู่ในแปลงตัวอย่าง (m)

ρ = ความหนาแน่นของเนื้อไม้ (Wood density) (g/cm^3)

ซากพืชที่ร่วงหล่น

จำนวนและตำแหน่งที่ตั้งตะแกรง

ความลาดชันของพื้นที่จากแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 40X40 m
แสดงจำนวนและตำแหน่งที่ตั้งของตะแกรง





ตะแกรงสำหรับกรองรับซากพืช



29.10.2010 14:12



ตะแกรงสำหรับรองรับซากพืช







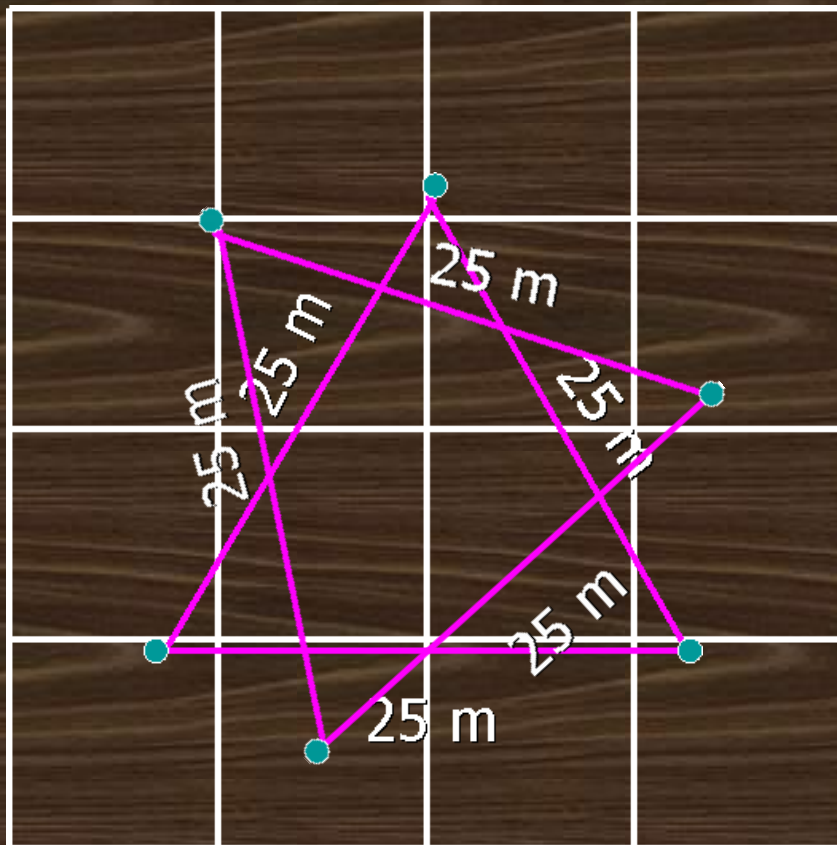
เทคนิคการเก็บตัวอย่างดิน

● เก็บตามระดับความลึก

● เก็บตามชั้นหน้าตัดดิน

เก็บตามระดับความลึก

- เก็บดินด้วย Auger แปลงละ 3 จุด ห่างกัน 25 m ในรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า



- เก็บตามระดับความลึก

0-15 cm

15-30 cm

30-50 cm

- นำดินที่ระดับความลึกเดียวกันทั้ง 3 จุด มาผสมคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วสุ่มตัวอย่างดิน น้ำหนักดินประมาณ 0.5 kg

เก็บตามระดับความลึก



เก็บความหนาแน่นของดิน



เก็บตามชั้นหน้าตัดดิน





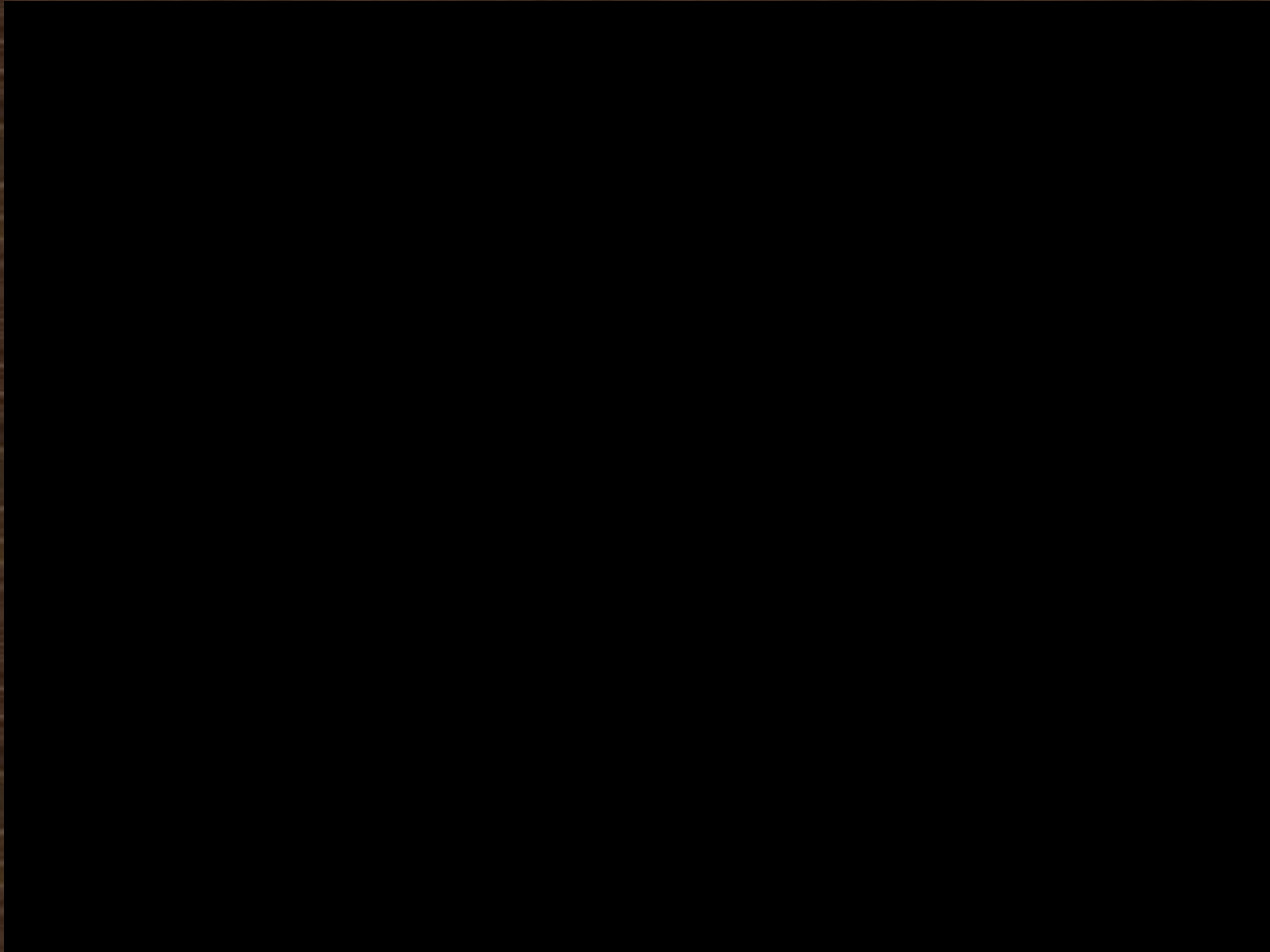


ศึกษาการย่อยสลายของซากพืช





ศึกษาการย่อยสลายของซากพืช



ศึกษาการย่อยสลายของซากพืช



ศึกษาการย่อยสลายของซากพืช

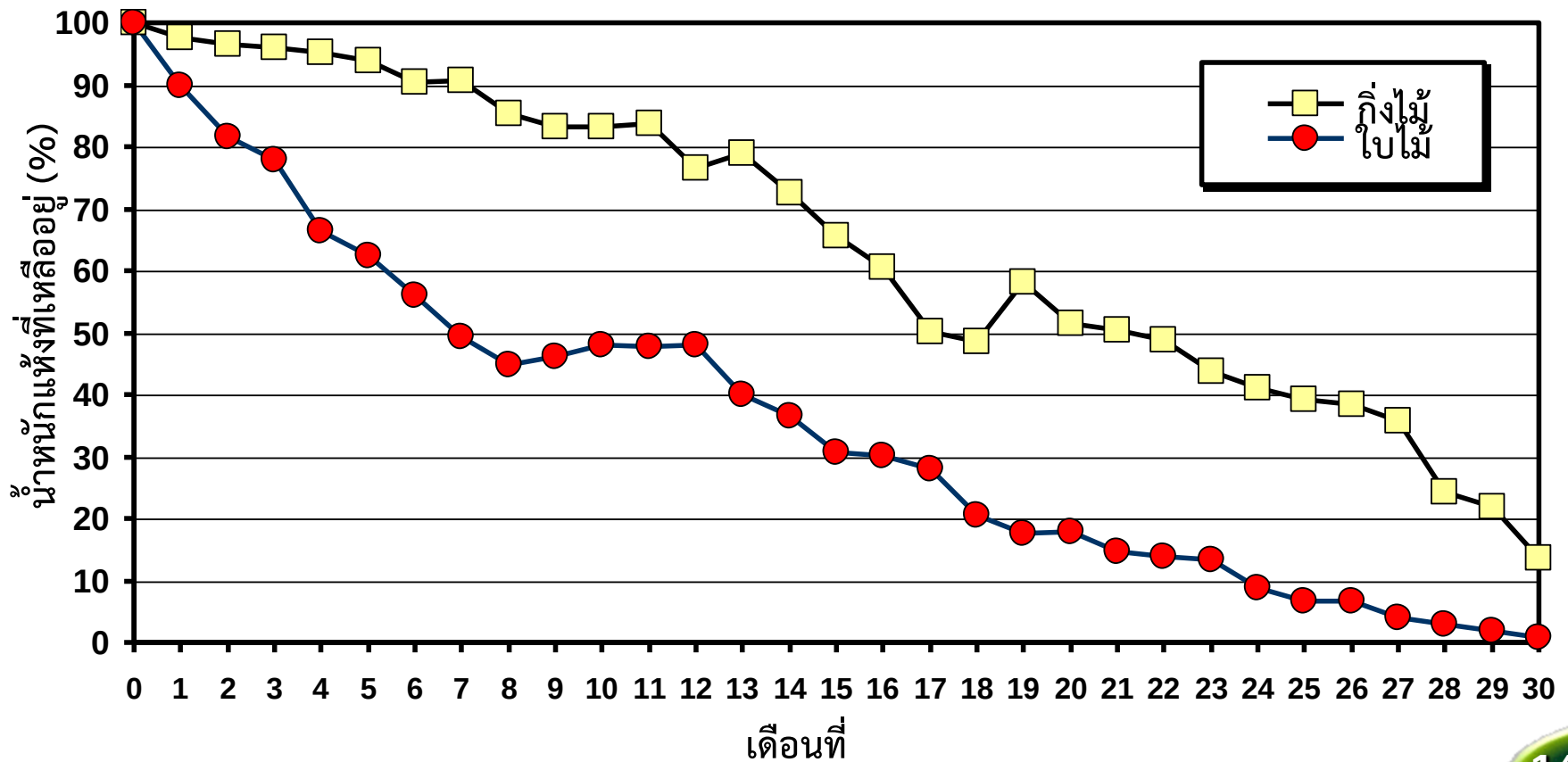




ศึกษาการย่อยสลายของซากพืช

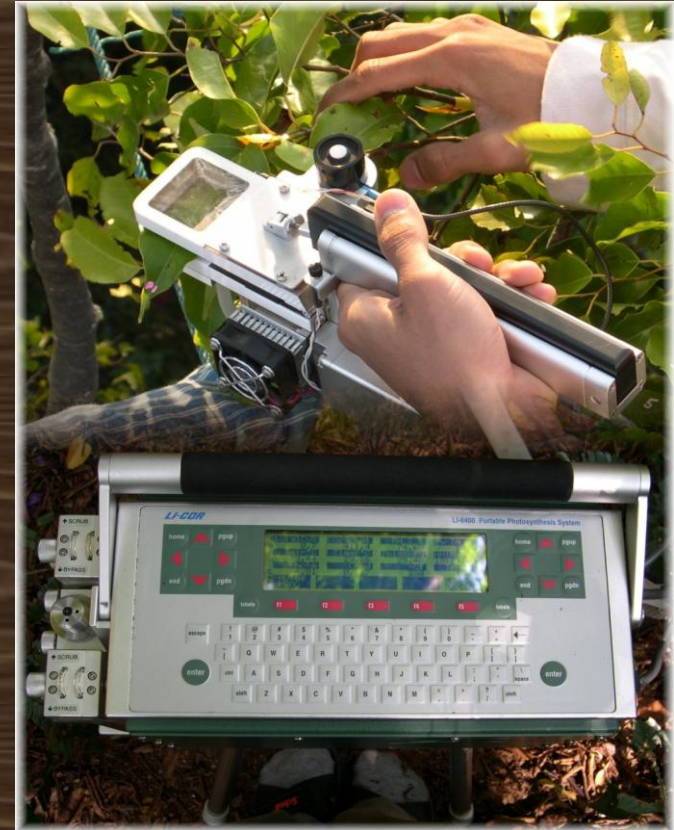
เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่เหลืออยู่ในแต่ละเดือนตลอด

ระยะเวลาการย่อยสลาย 30 เดือน





การสังเคราะห์แสง



... Portable Photosynthesis System
with Standard Chamber ...

การสังเคราะห์แสง



... Chlorophyll Meter SPAD-502 ...

การสังเคราะห์แสง



... Portable Photosynthesis System
with Light Source ...

การหายใจ จากการย่อยสลาย

การหายใจจากการย่อยสลาย

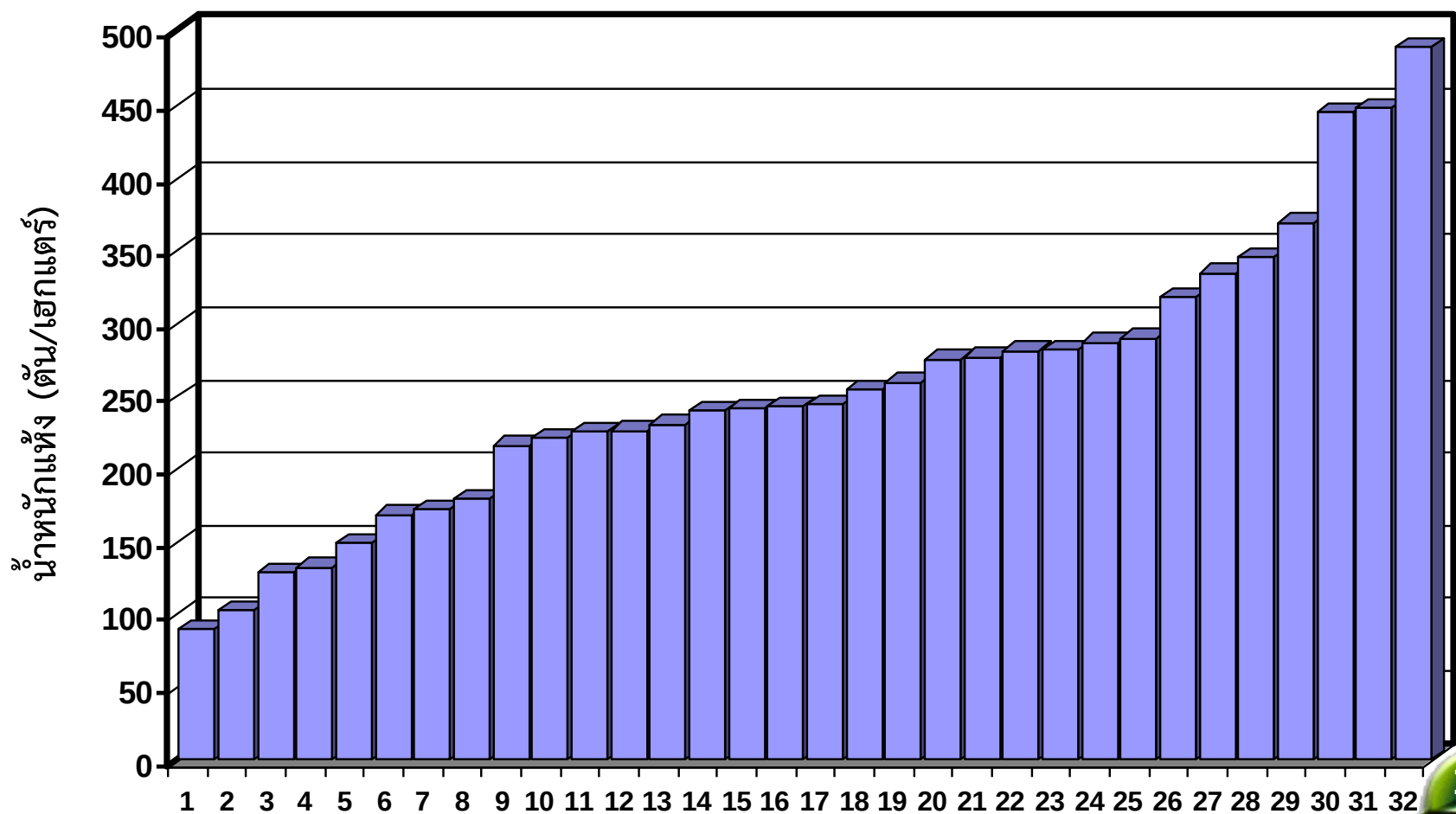






ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับมวลชีวภาพ

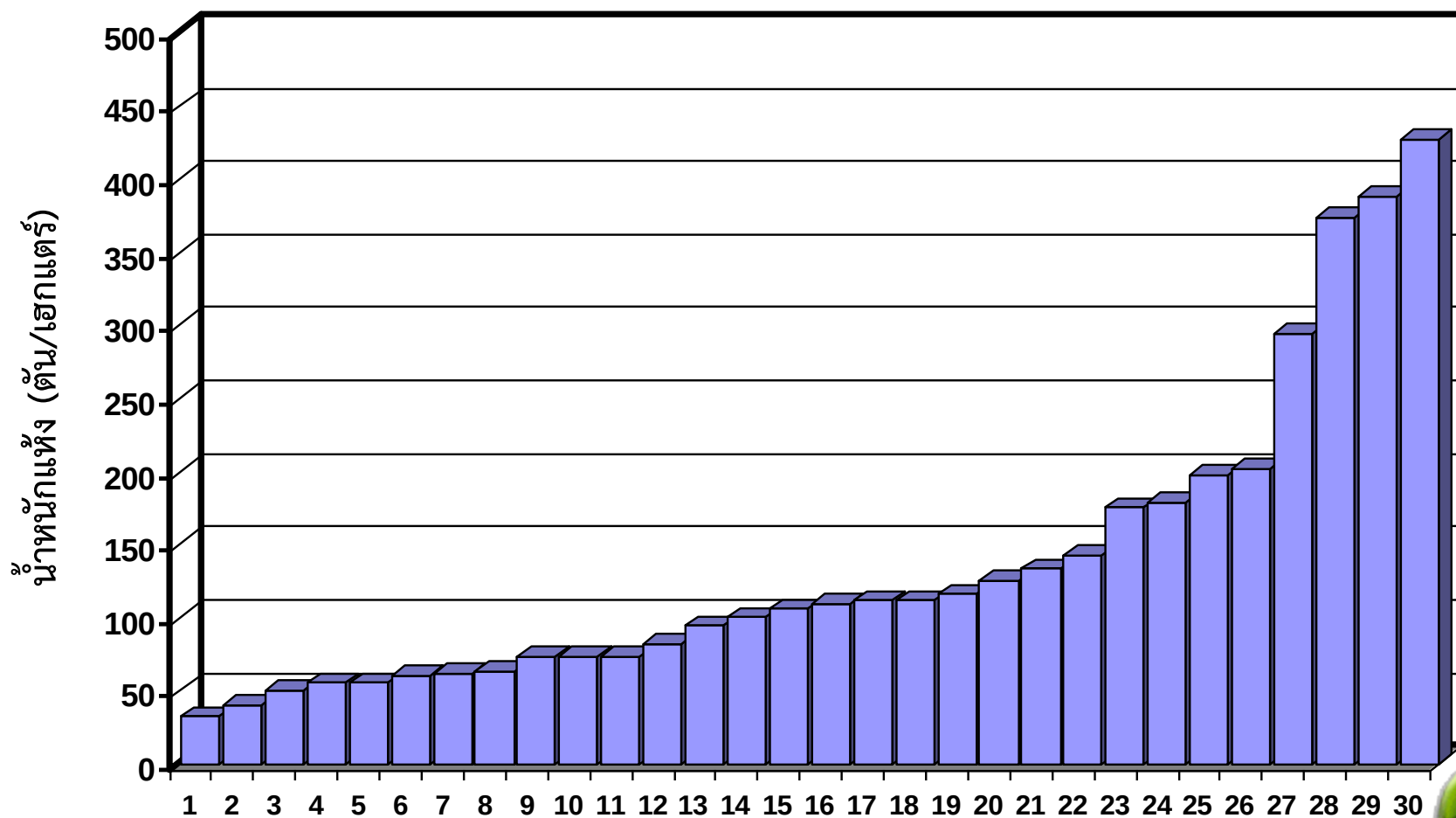
มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดของป่าไม่ผลัดใบ
ในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย



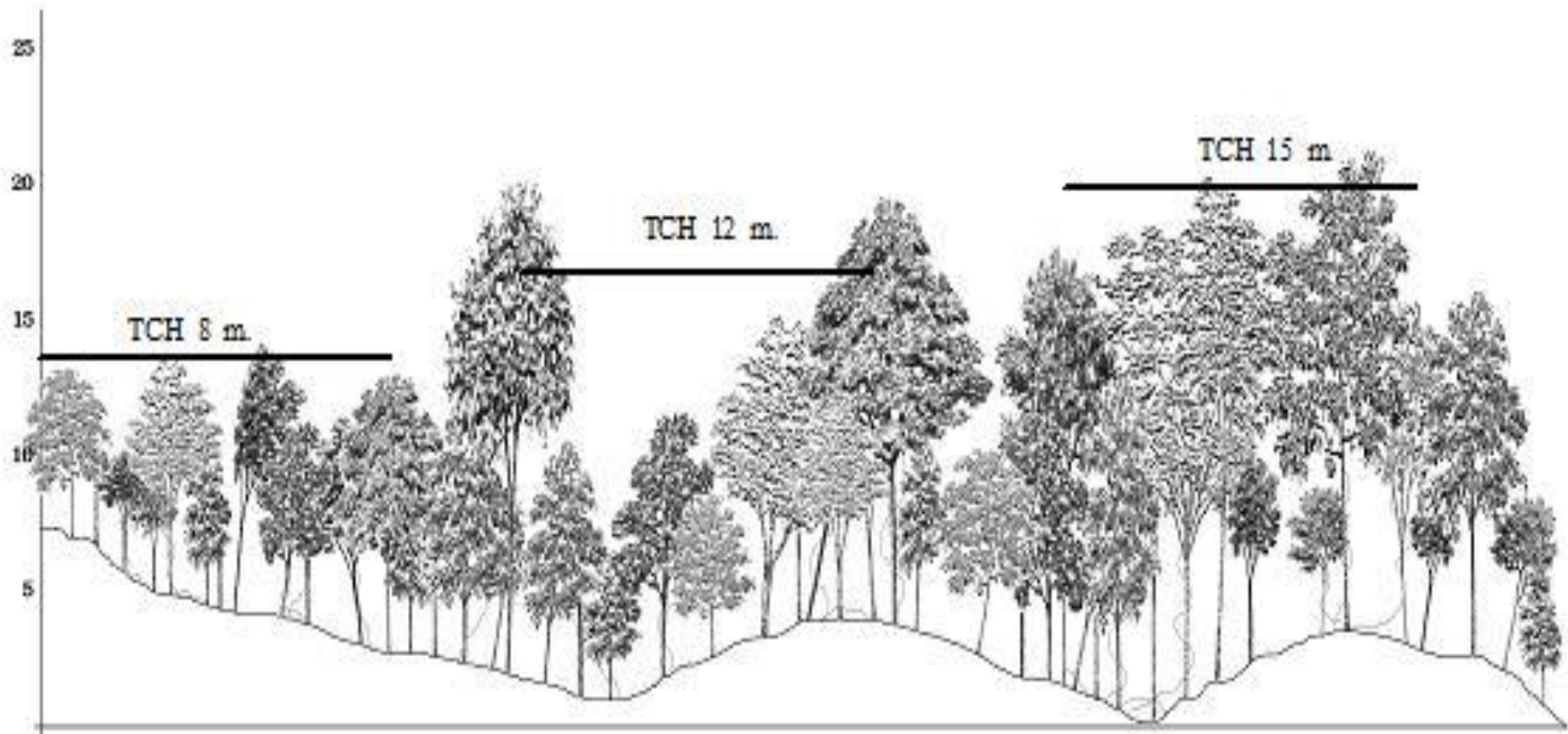


ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับมวลชีวภาพ

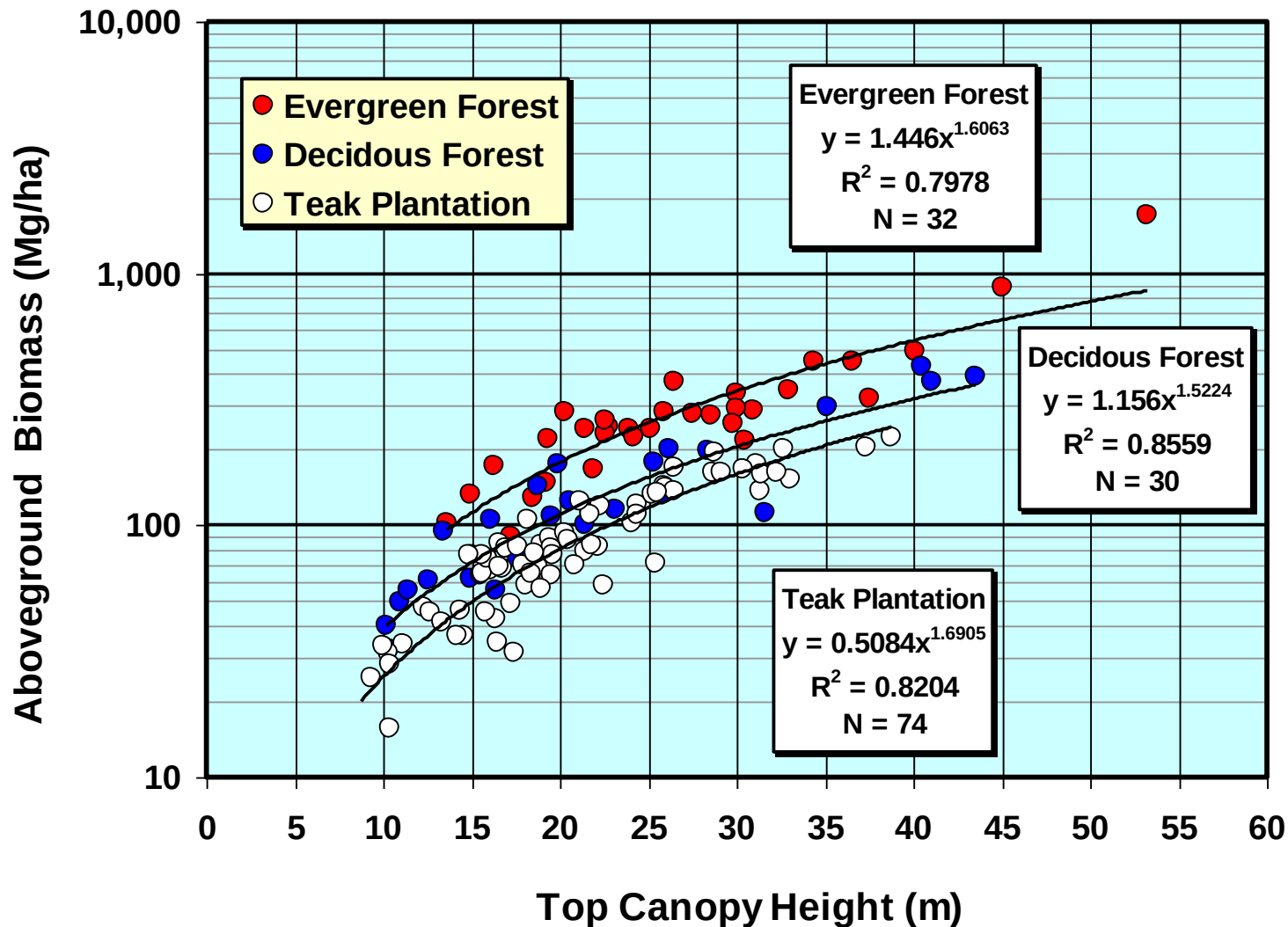
มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดของป่าผลัดใบ
ในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย



ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับมวลชีวภาพ



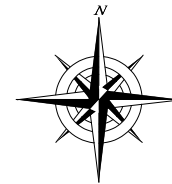
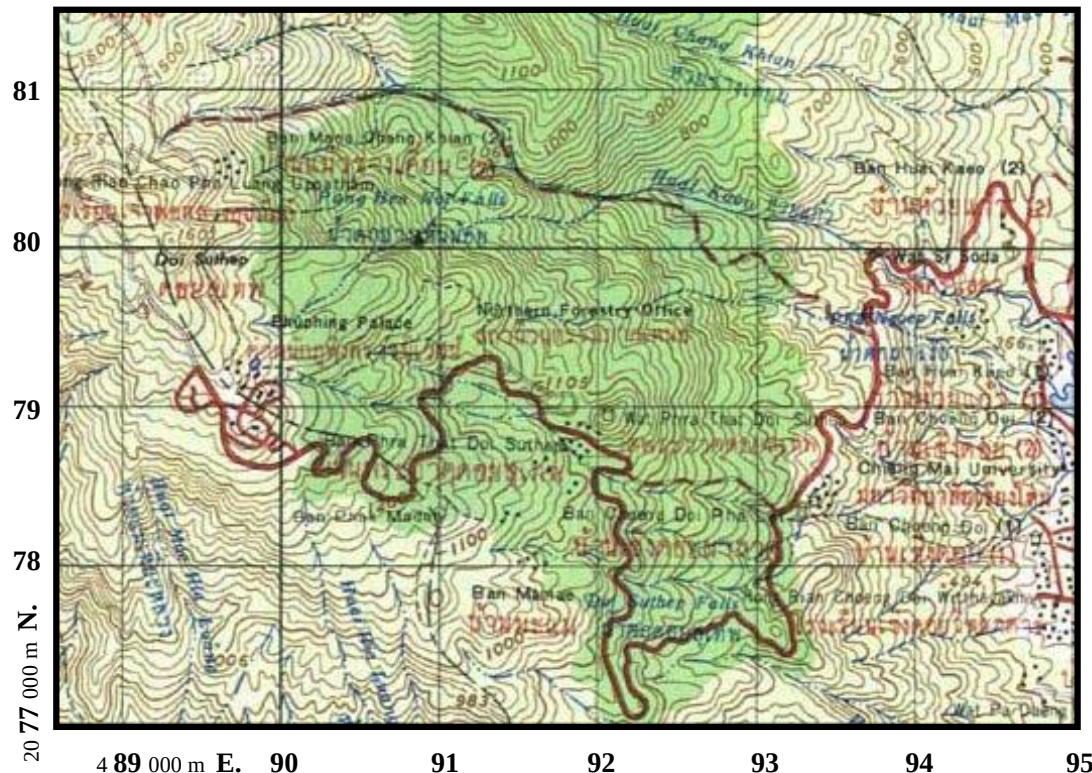
ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับมวลชีวภาพ





ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับมวลชีวภาพ

Topographic Map of the Test Site at Doi Suthep-pui National Park, Chiang Mai



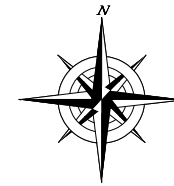
Topographic map
scale 1 : 50,000

0 km 1 km 2 km

Map sheet 4746 I , series L7017

ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับมวลชีวภาพ

Aerial Photograph Map of the Test Site at Doi Suthep-pui National Park, Chiang Mai



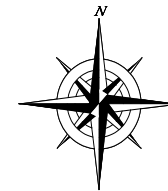
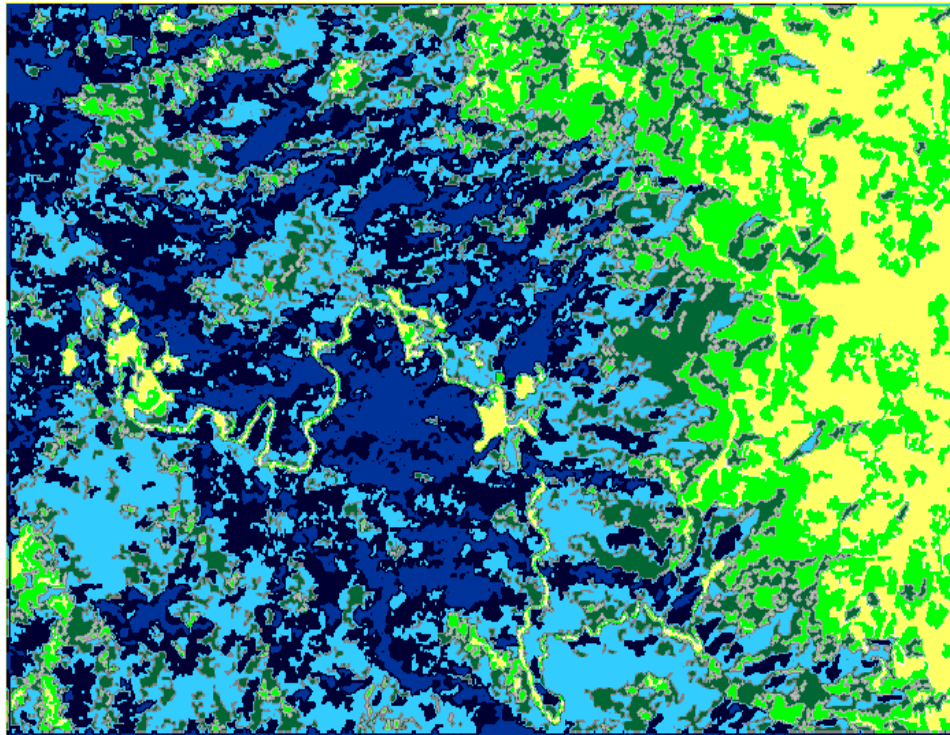
**Aerial photograph
scale 1 : 50,000**

0 km 1 km 2 km

Date : 1995.12.16



ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับมวลชีวภาพ



Vegetation map
scale 1 : 50,000

0 km 1 km 2 km

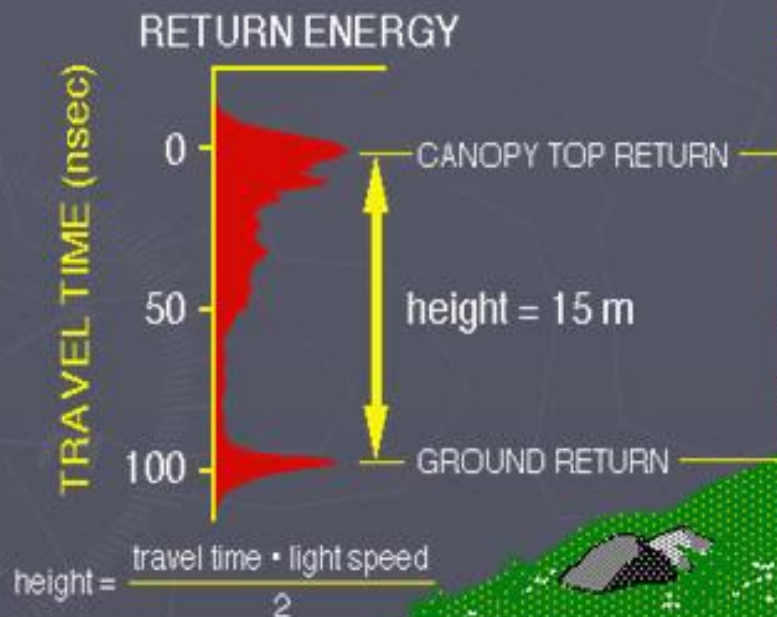
		Canopy height (m)	Biomass density (Mg/ha)	Carbon storage (Mg/ha)
Evergreen forests	Tall dense forests	30 - 45	340 - 670	170 - 335
	Closed forests	20 - 30	180 - 340	90 - 170
	Secondary forest Open forests	10 - 20	60 - 180	30 - 90
Deciduous forests	Closed forests	15 - 25	80 - 180	40 - 90
	Secondary forests	10 - 15	40 - 80	20 - 40
	Forest fallow Agricultural land None forested land	< 10	< 40	< 20

ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับมวลชีวภาพ

Laser Measurements of Forest Canopy

Required to map the 3-D structure of canopies

RETURN PULSE WAVEFORM



CROSS-TRACK LASER PULSES

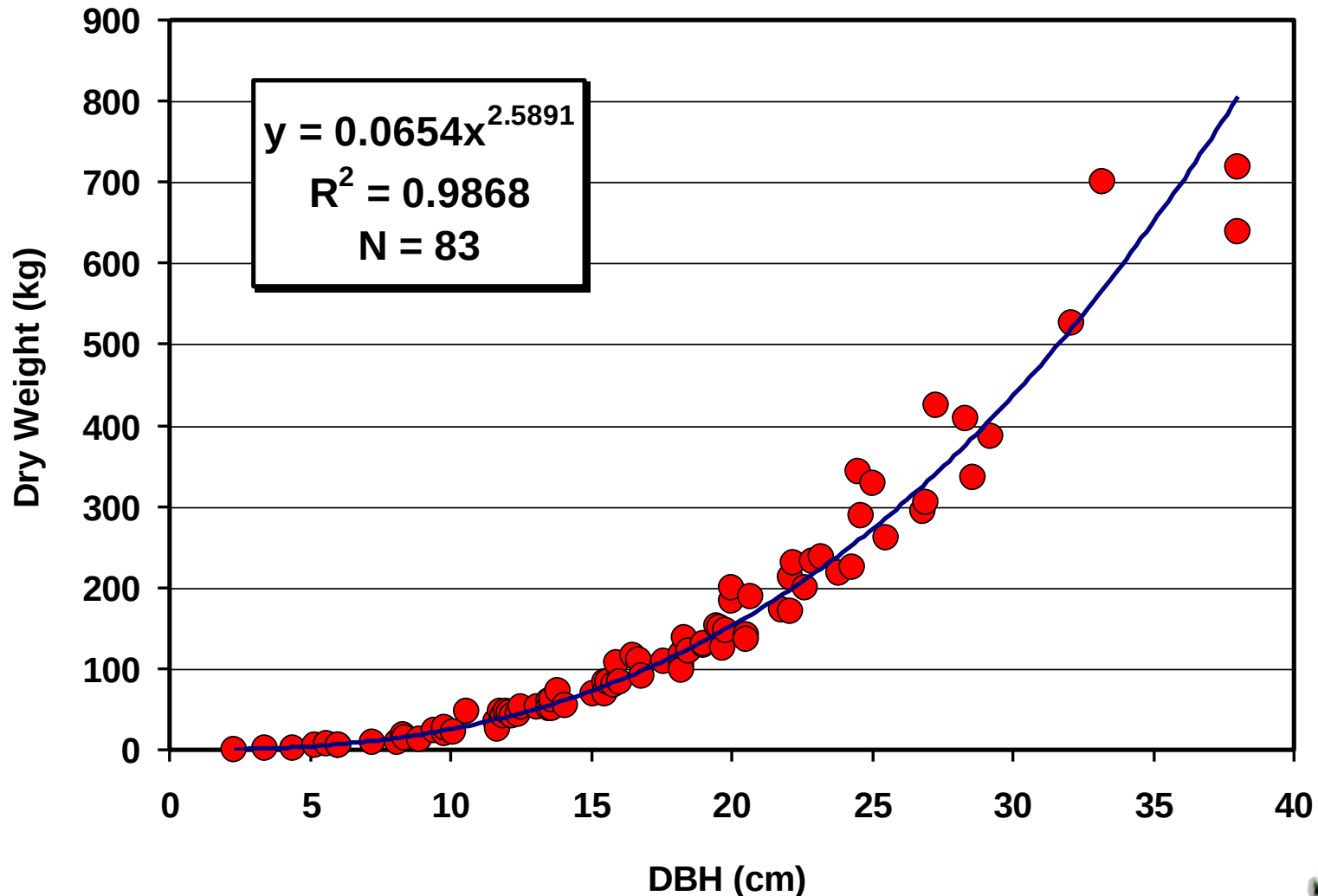






Regression Analysis

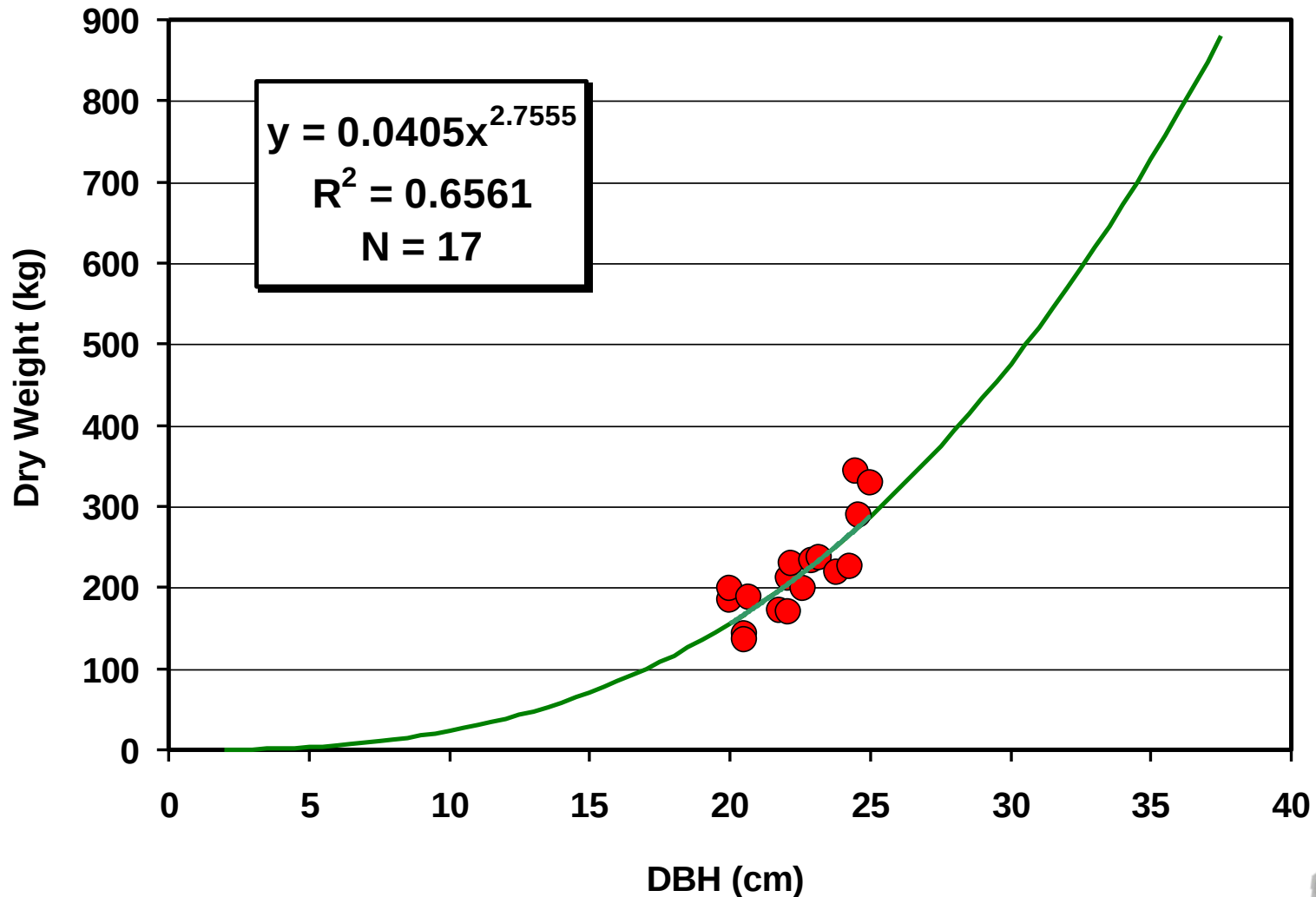
Above-ground Biomass of Teak in Thailand
(DBH 2.3 - 38.0 cm)





Regression Analysis

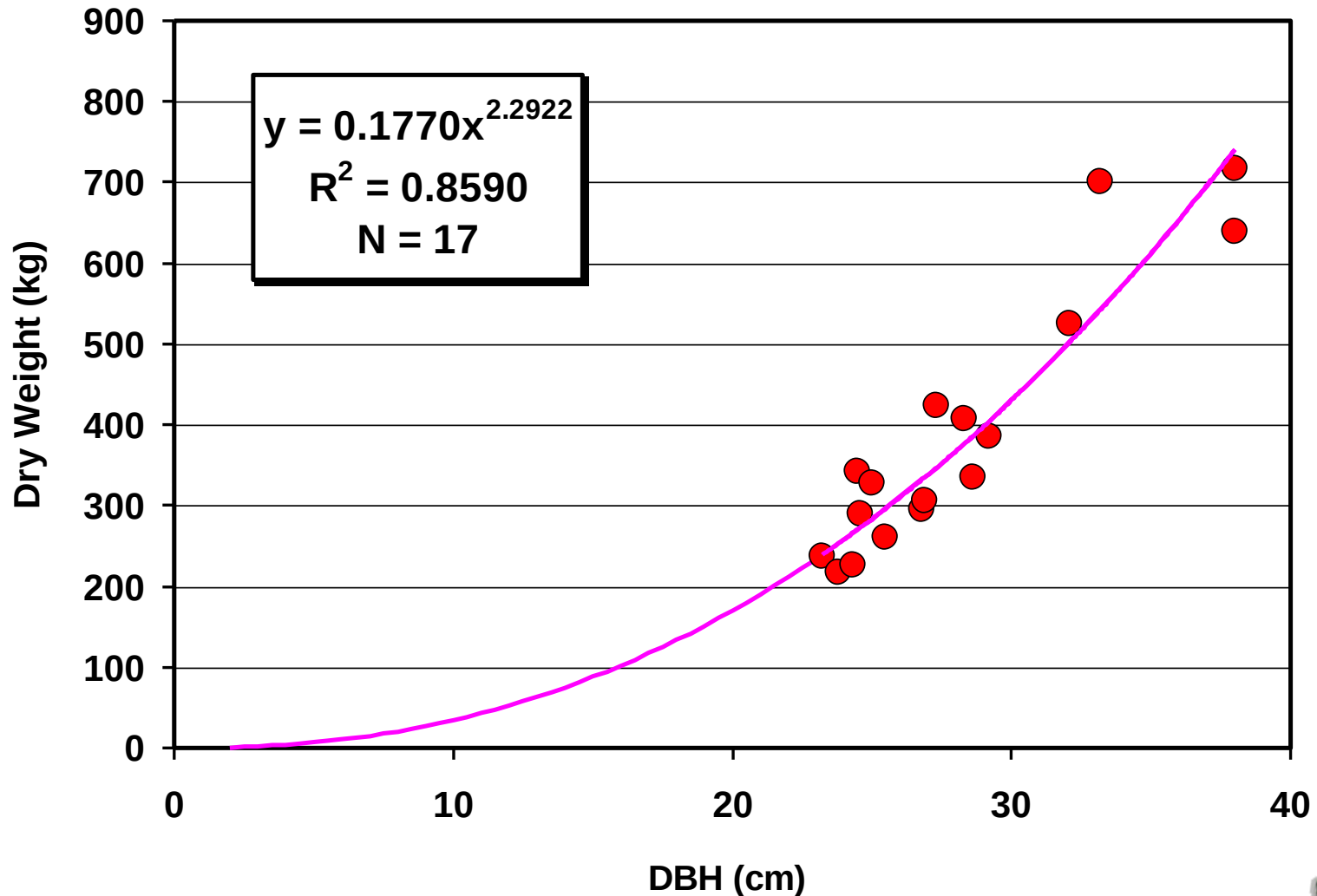
Above-ground Biomass of Teak in Thailand (DBH 20.0 - 25.0 cm)





Regression Analysis

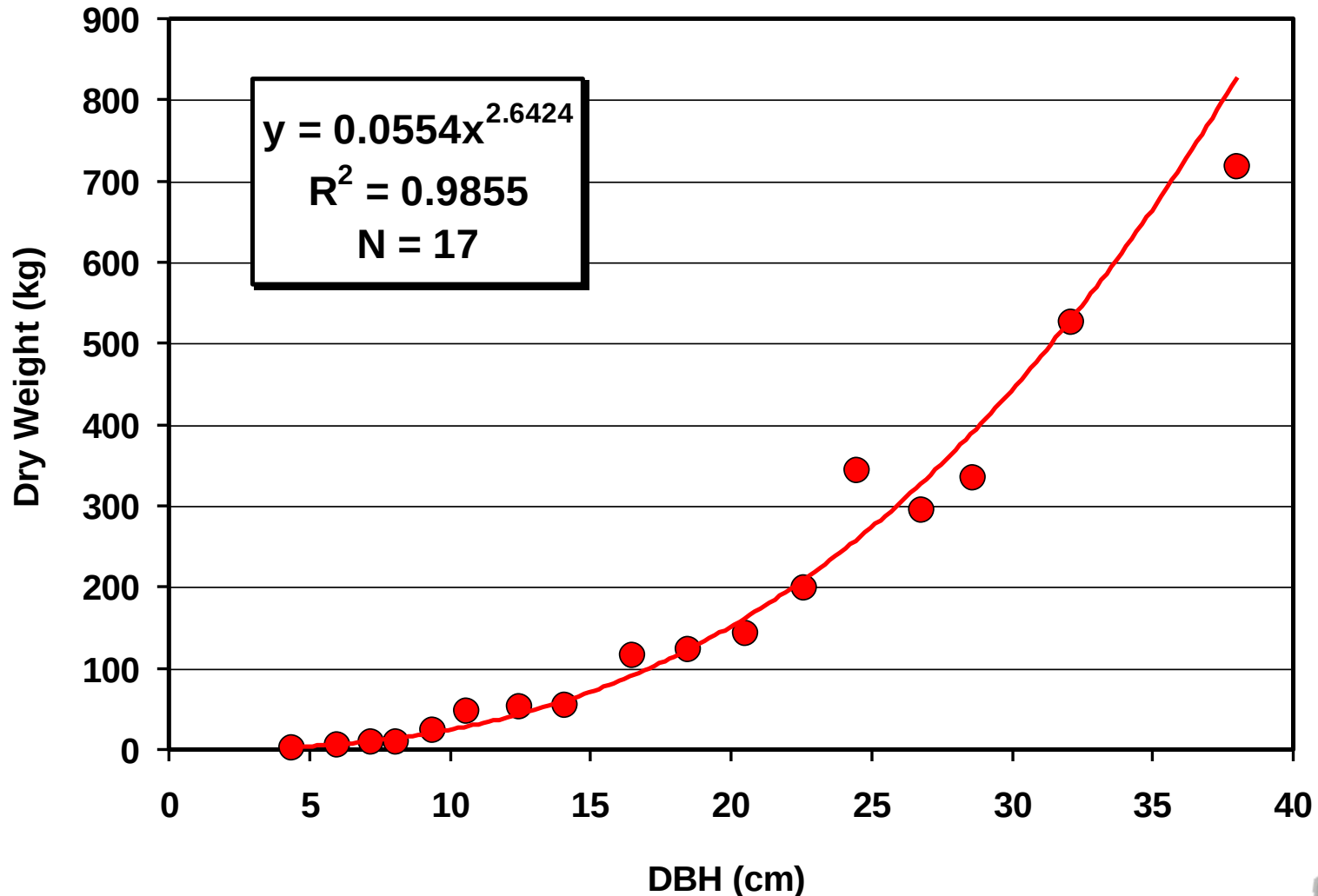
Above-ground Biomass of Teak in Thailand
(DBH 23.2 - 38.0 cm)





Regression Analysis

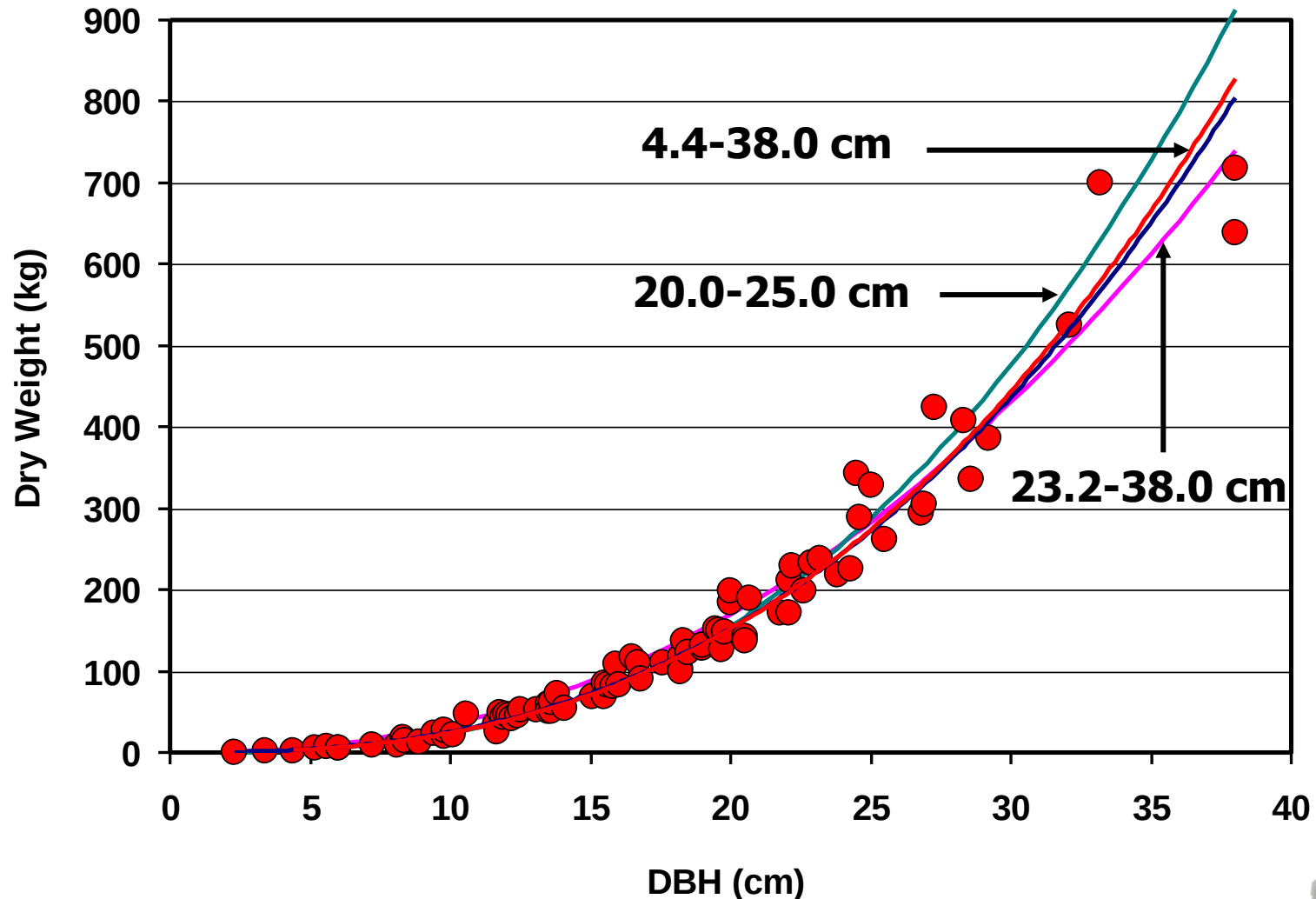
**Above-ground Biomass of Teak in Thailand
(DBH 4.4 - 38.0 cm)**





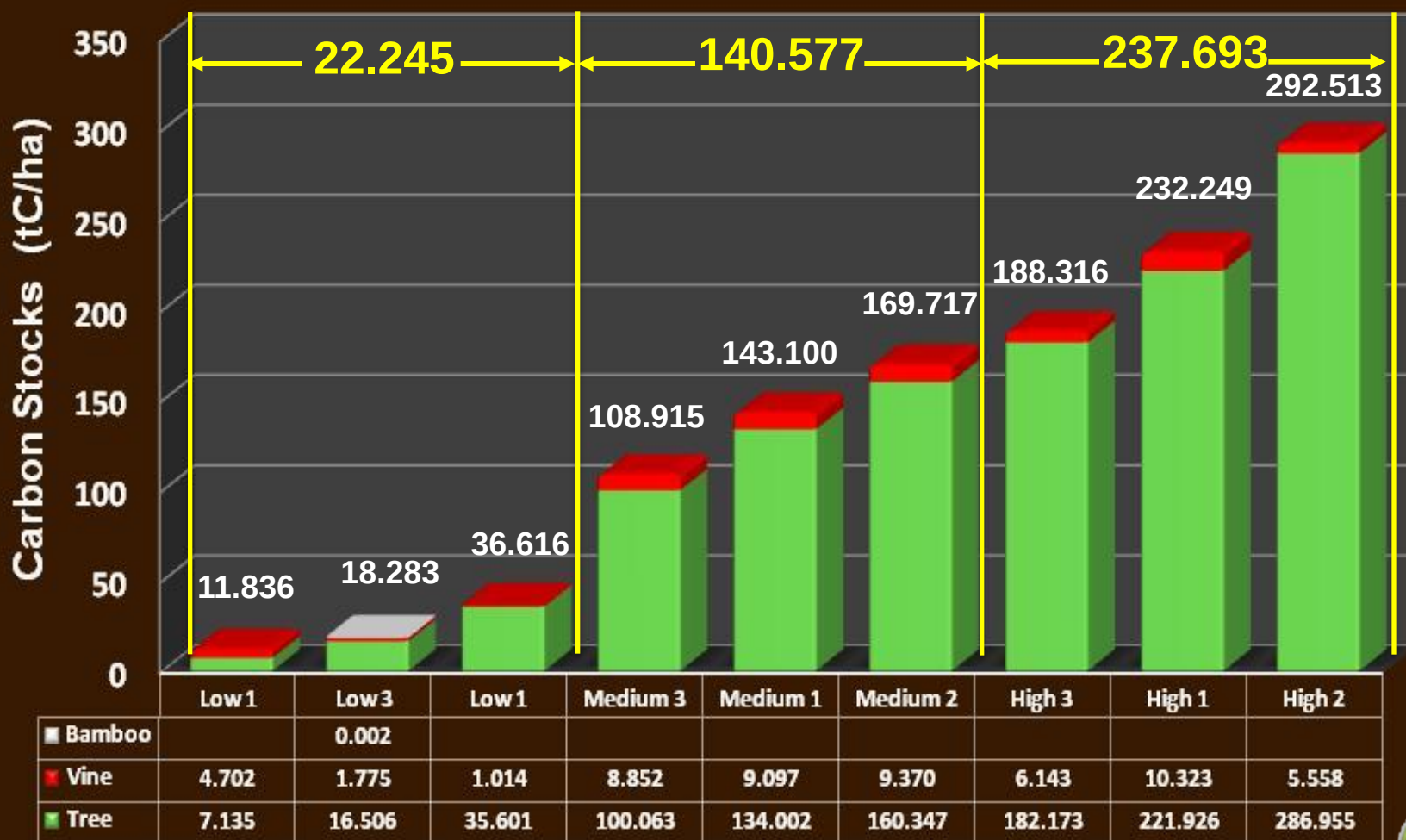
Regression Analysis

Above-ground Biomass of Teak in Thailand



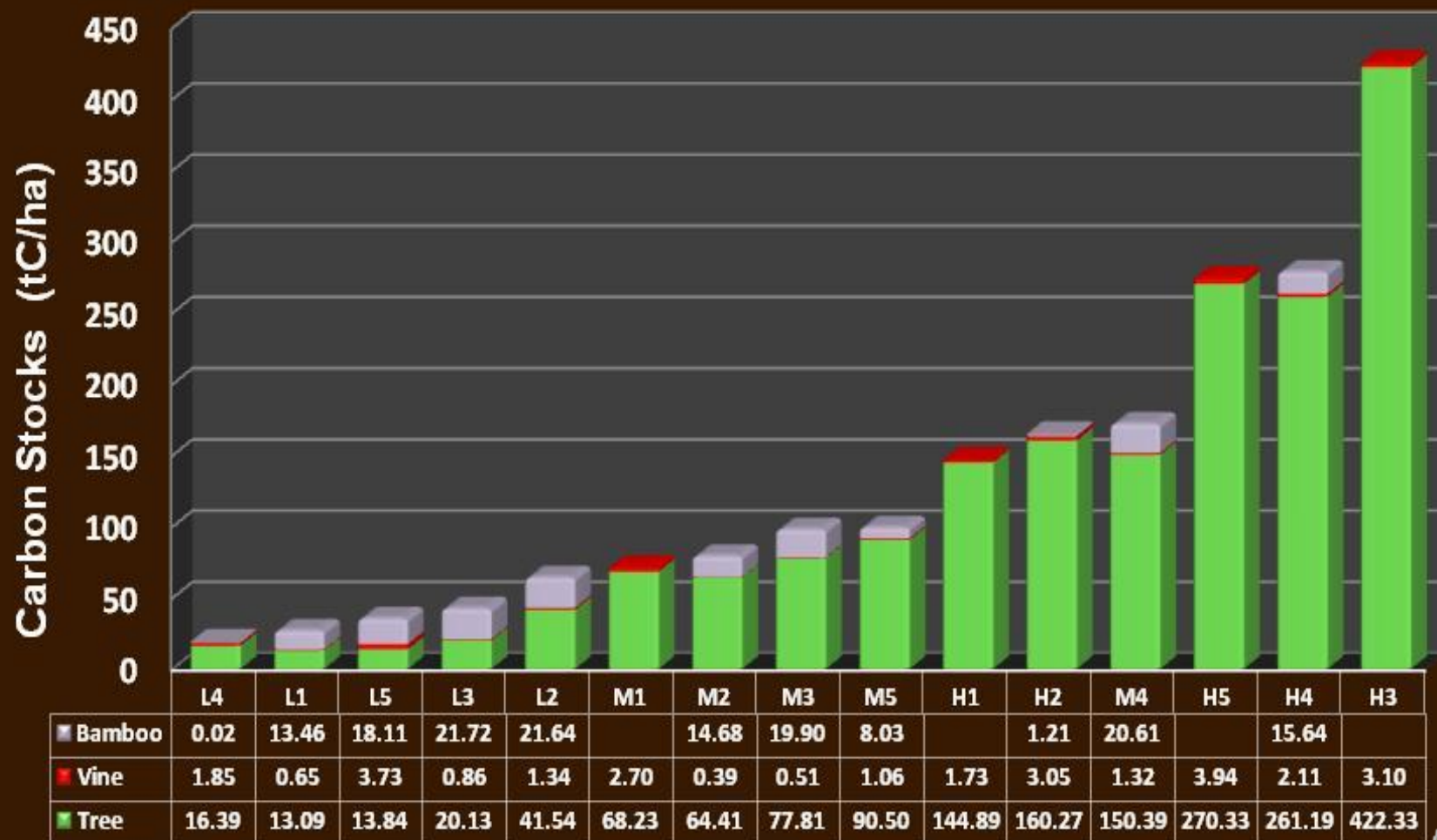
ป่าดิบแล้ง

Aboveground carbon stock in Chanthaburi



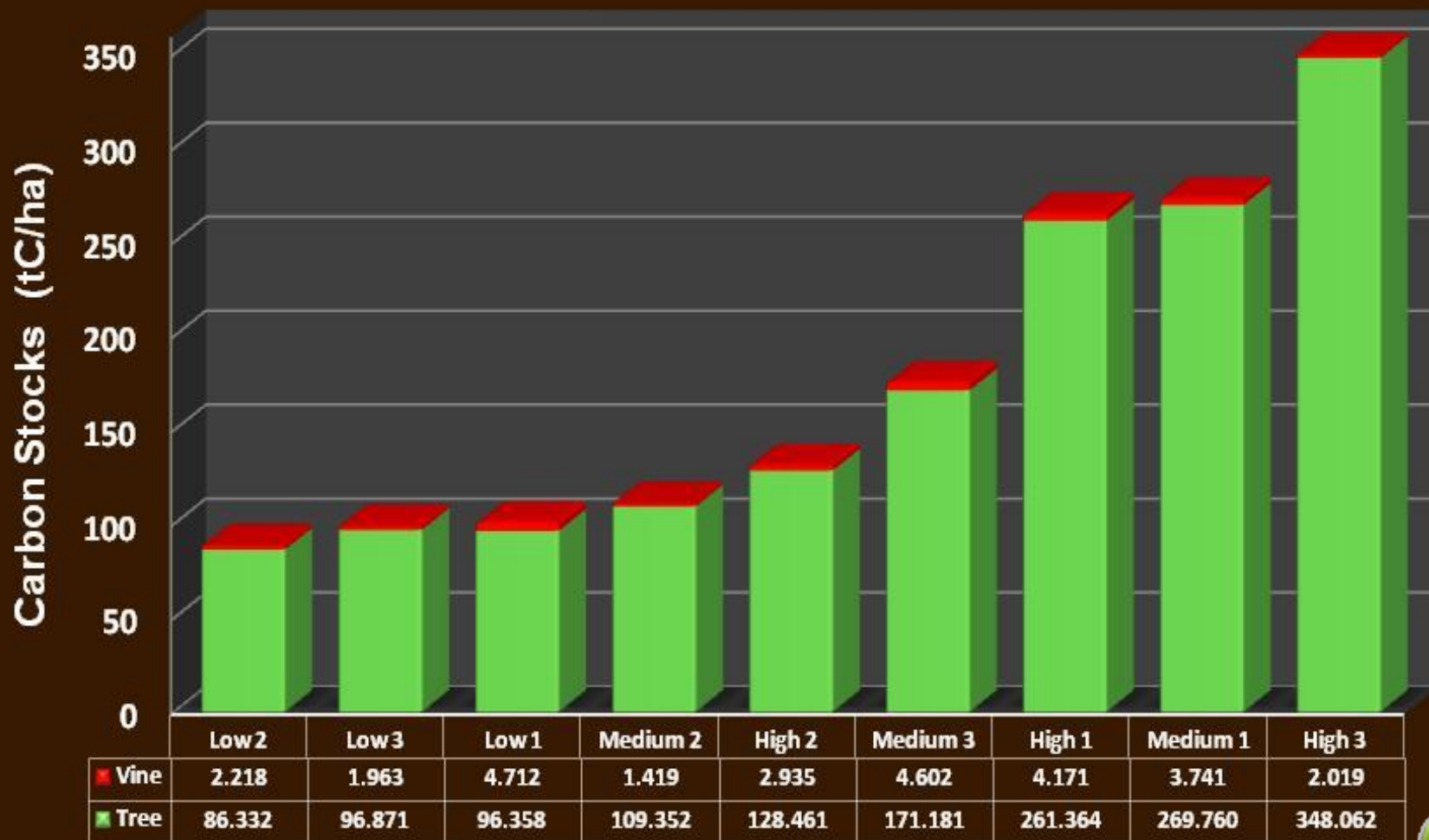
ป่าดิบแล้ง

Aboveground carbon stock in Tak



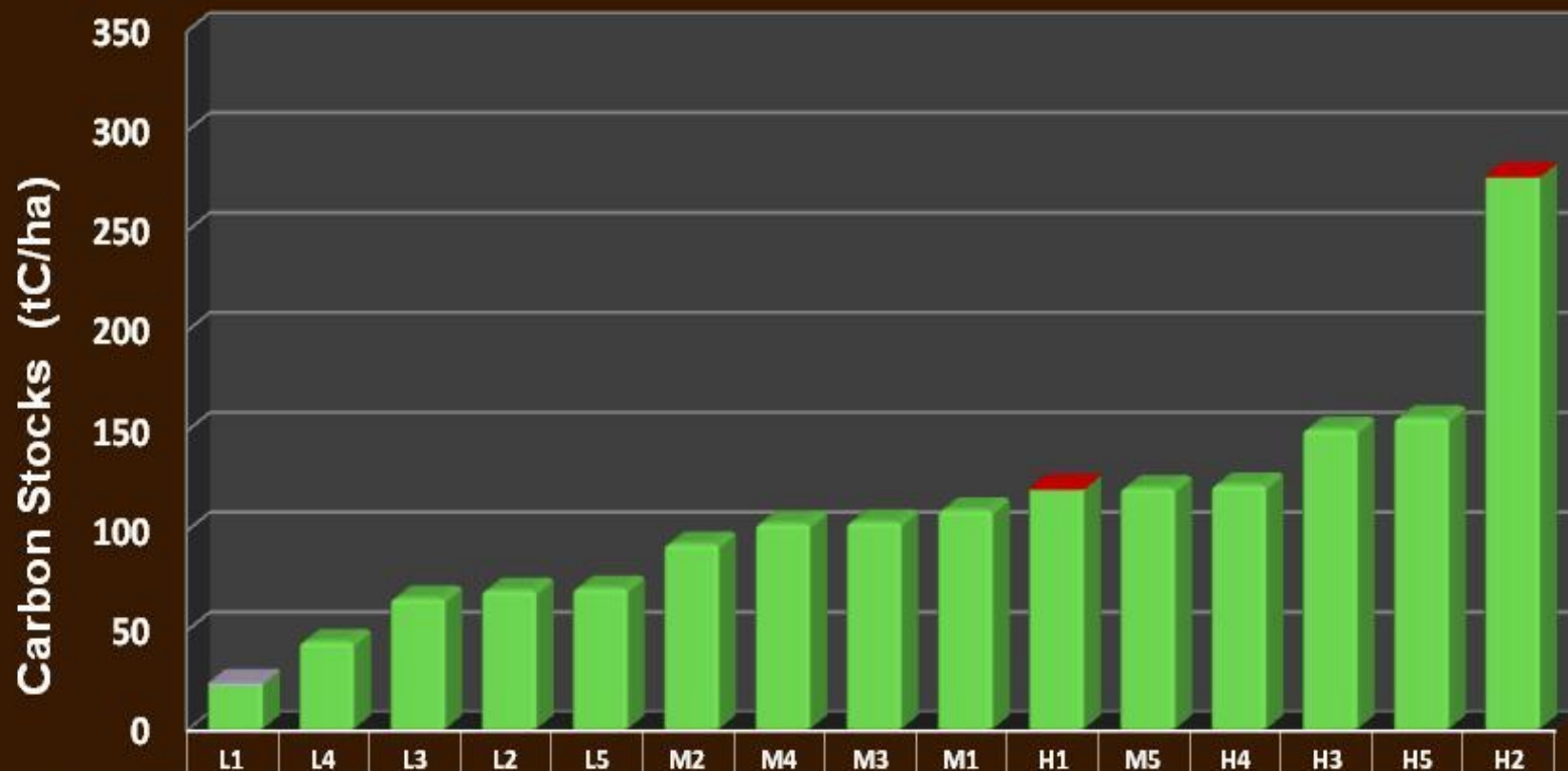
ป่าดิบชื้น

Aboveground carbon stock in Songkhla



ป่าดิบชื้น

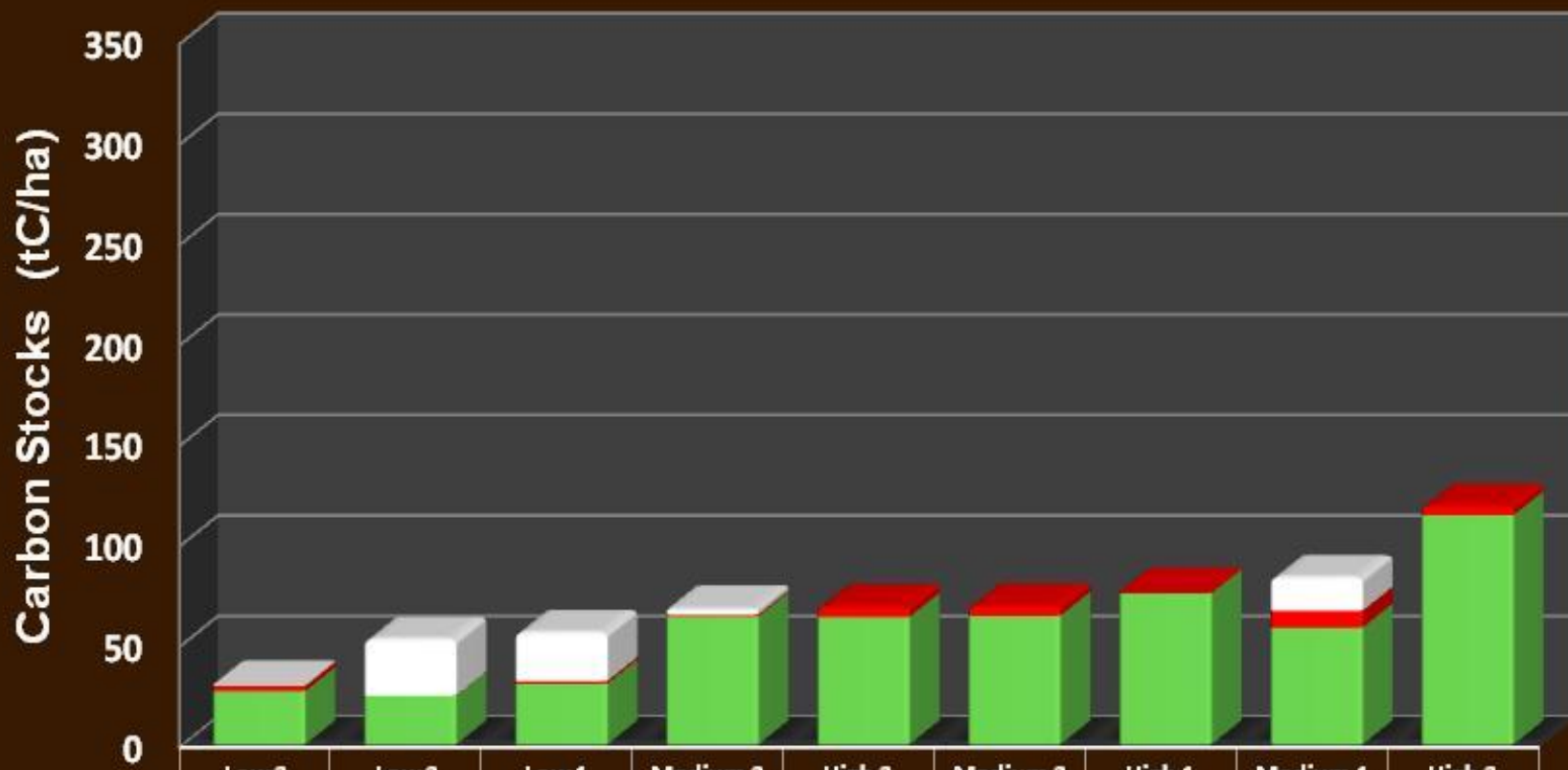
Aboveground carbon stock in Nakon Si Thammarat



	L1	L4	L3	L2	L5	M2	M4	M3	M1	H1	M5	H4	H3	H5	H2
Bamboo	1.13														
Vine										0.41					0.06
Tree	21.77	43.89	65.59	69.65	70.66	92.73	102.96	103.75	109.80	119.68	120.84	122.32	150.19	155.84	276.11

ป่าเบญจพรรณ

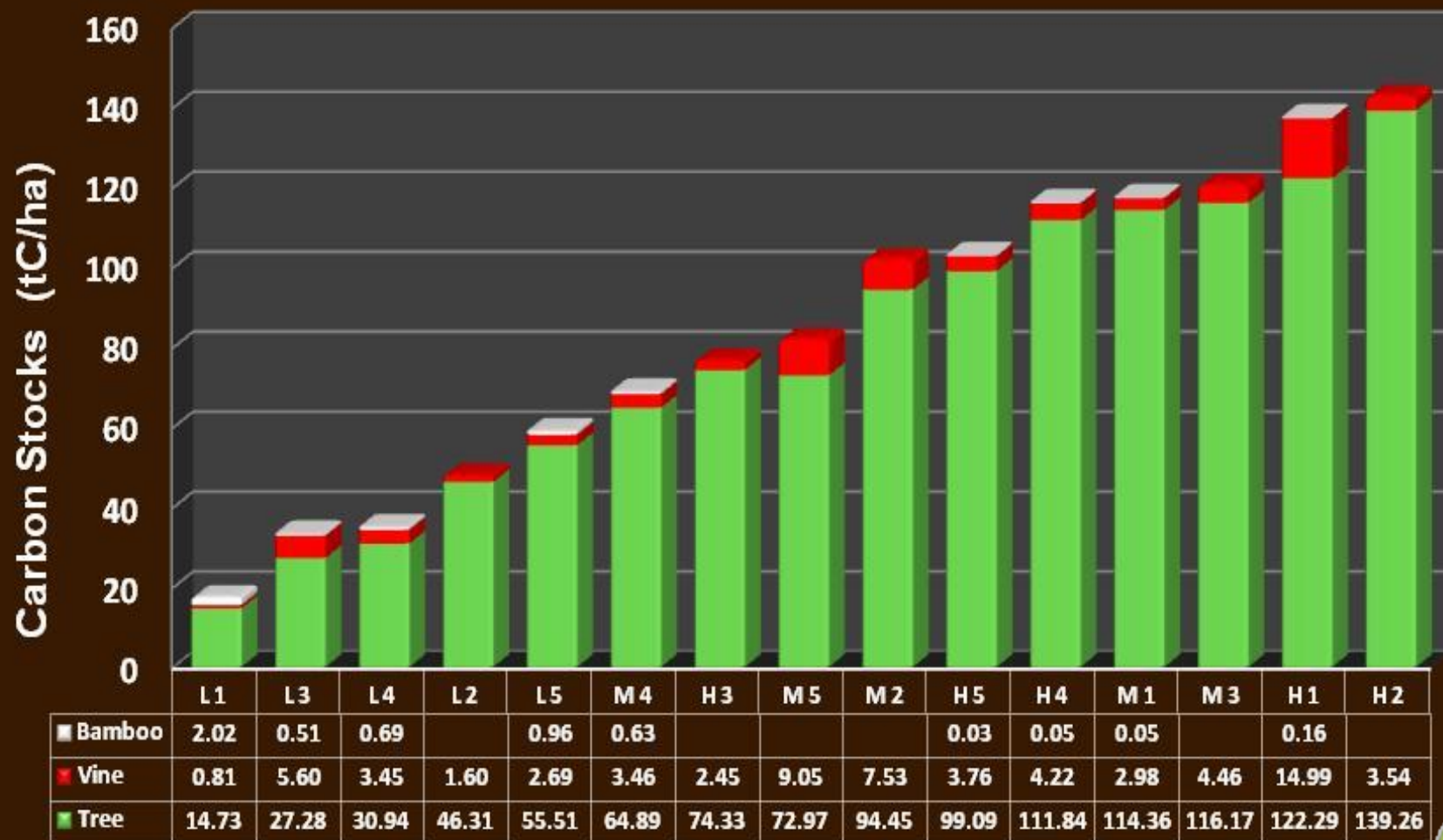
Aboveground carbon stock in Kanchanaburi



	Low2	Low3	Low1	Medium2	High2	Medium3	High1	Medium1	High3
■ Bamboo	0.143	27.924	24.146	2.909				16.558	
■ Vine	2.542	0.149	1.341	0.884	4.905	4.573	0.127	8.400	4.261
■ Tree	26.618	24.263	30.227	63.751	63.426	64.124	75.283	58.138	114.134

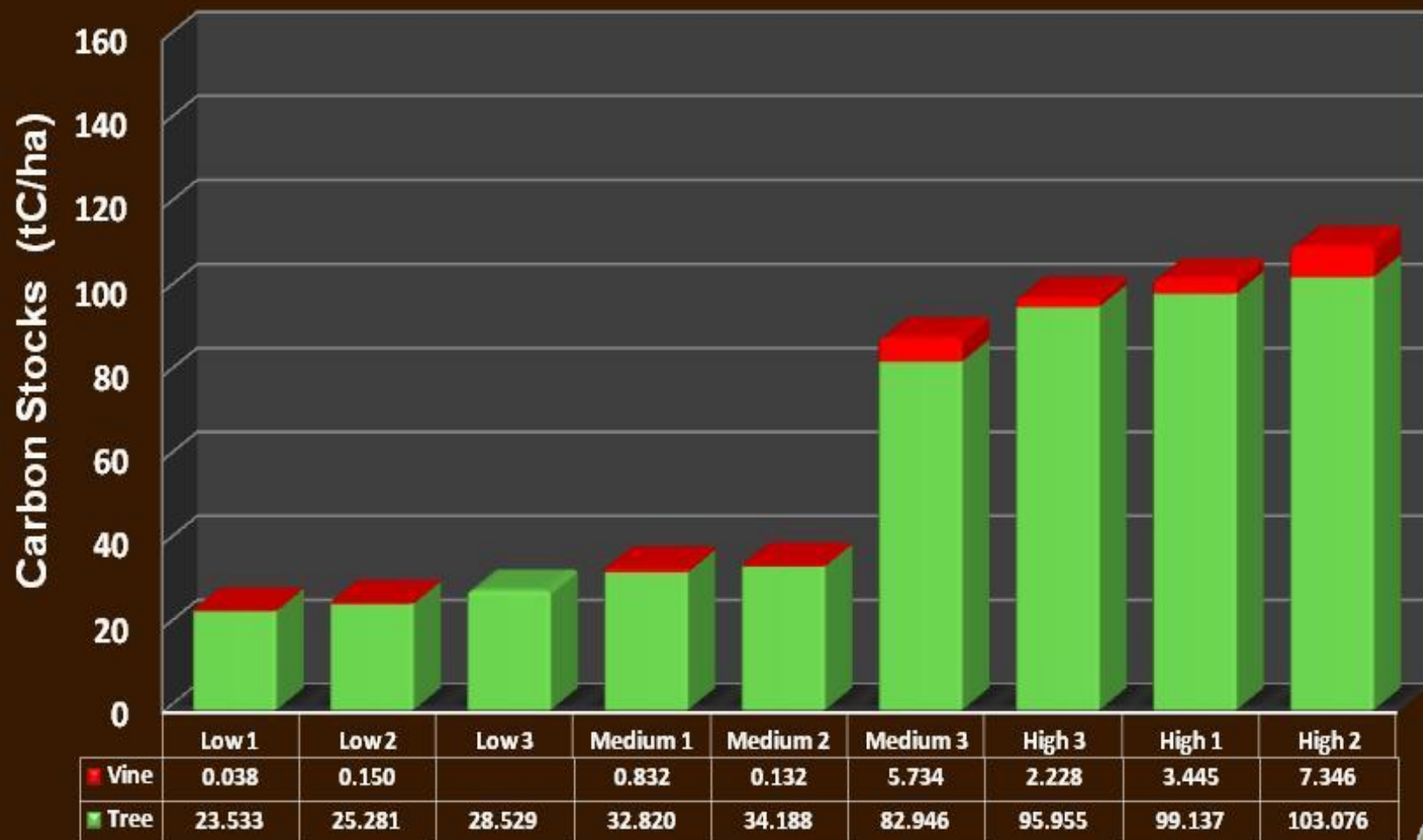
ป่าเบญจพรรณ

Aboveground carbon stock in Chiang Dao, Chiang Mai



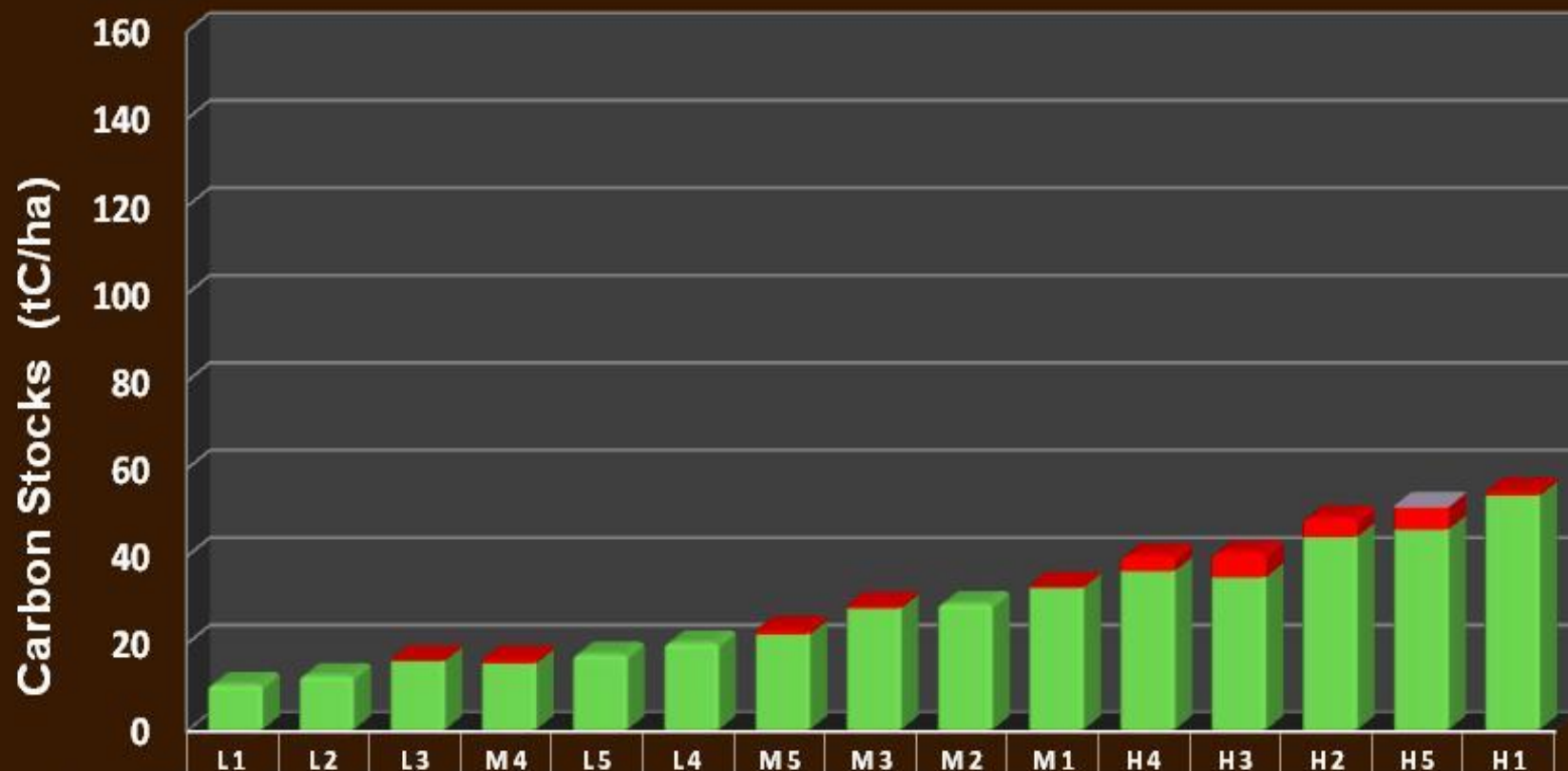
ป่าเต็งรัง

Aboveground carbon stock in Inthanon, Chiang Mai



ป่าเต็งรัง

Aboveground carbon stock in Ubon Ratchathani

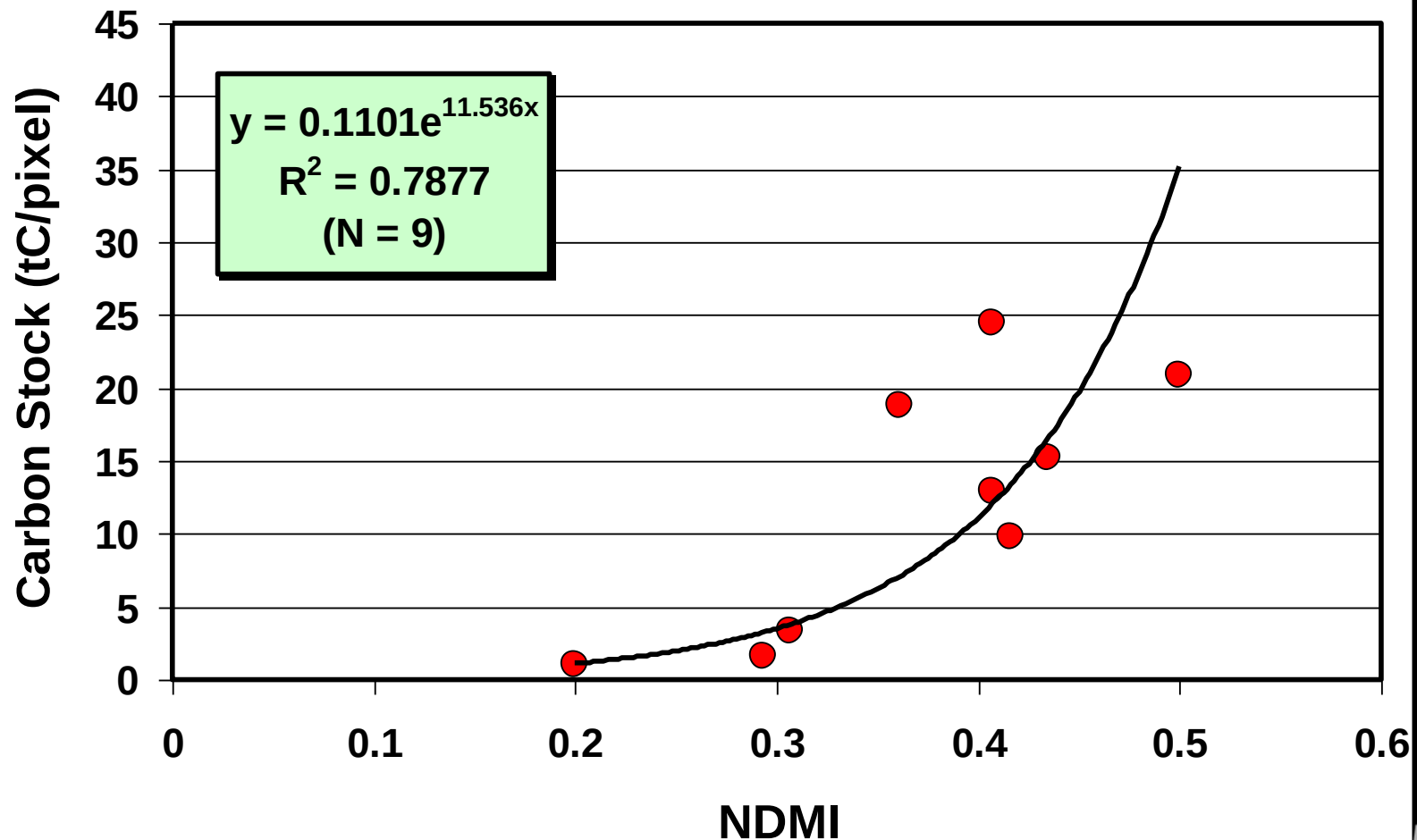


	L1	L2	L3	M4	L5	L4	M5	M3	M2	M1	H4	H3	H2	H5	H1
Bamboo														0.01	
Vine			0.03	0.89			0.94	0.56		0.14	3.42	5.50	4.27	5.05	0.97
Tree	10.36	12.39	15.72	15.16	17.28	19.88	21.81	27.73	28.86	32.47	36.28	34.87	44.10	45.80	53.53



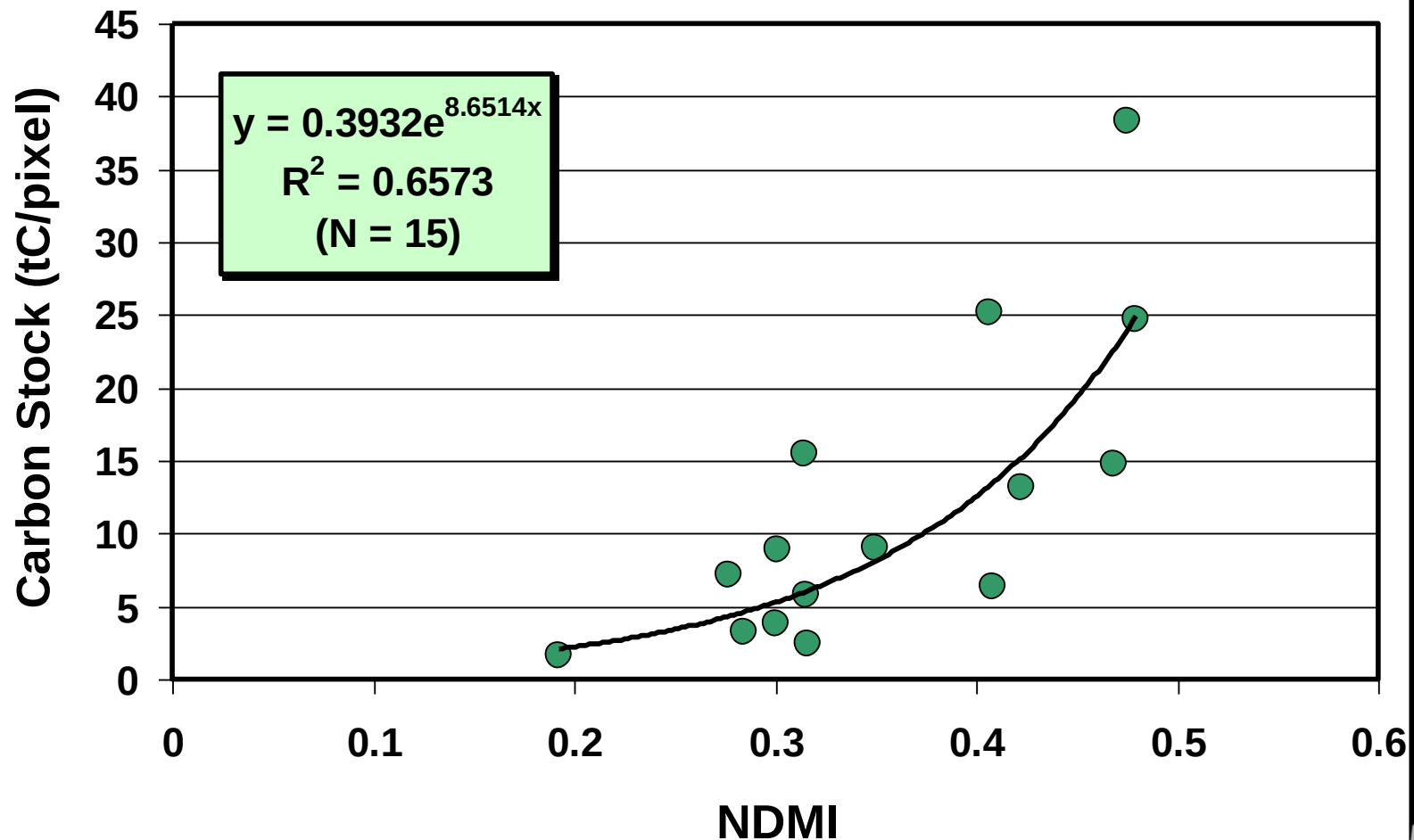
การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

Carbon Stock of Evergreen Forest in Chanthaburi Province



การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

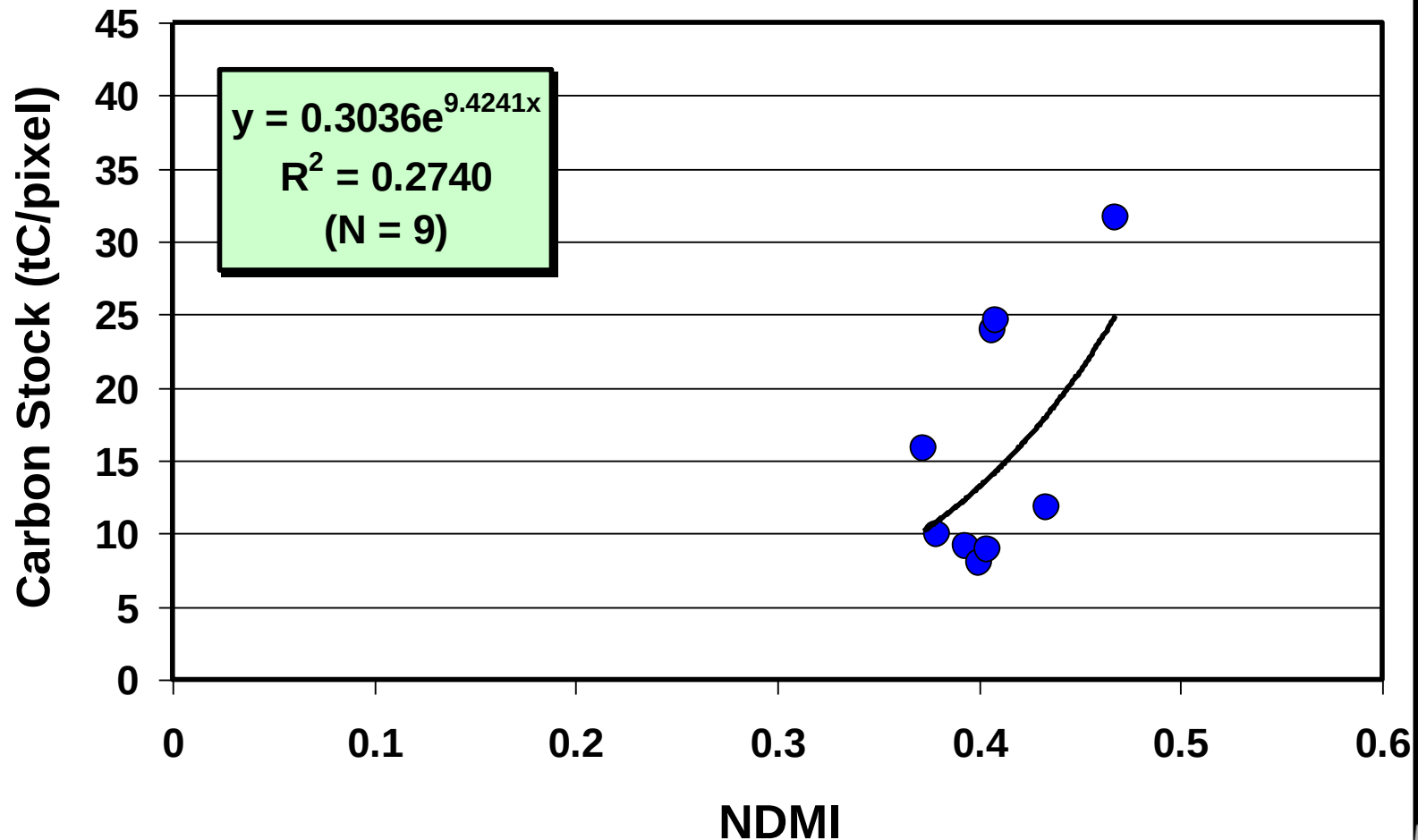
Carbon Stock of Evergreen Forest in Tak Province





การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

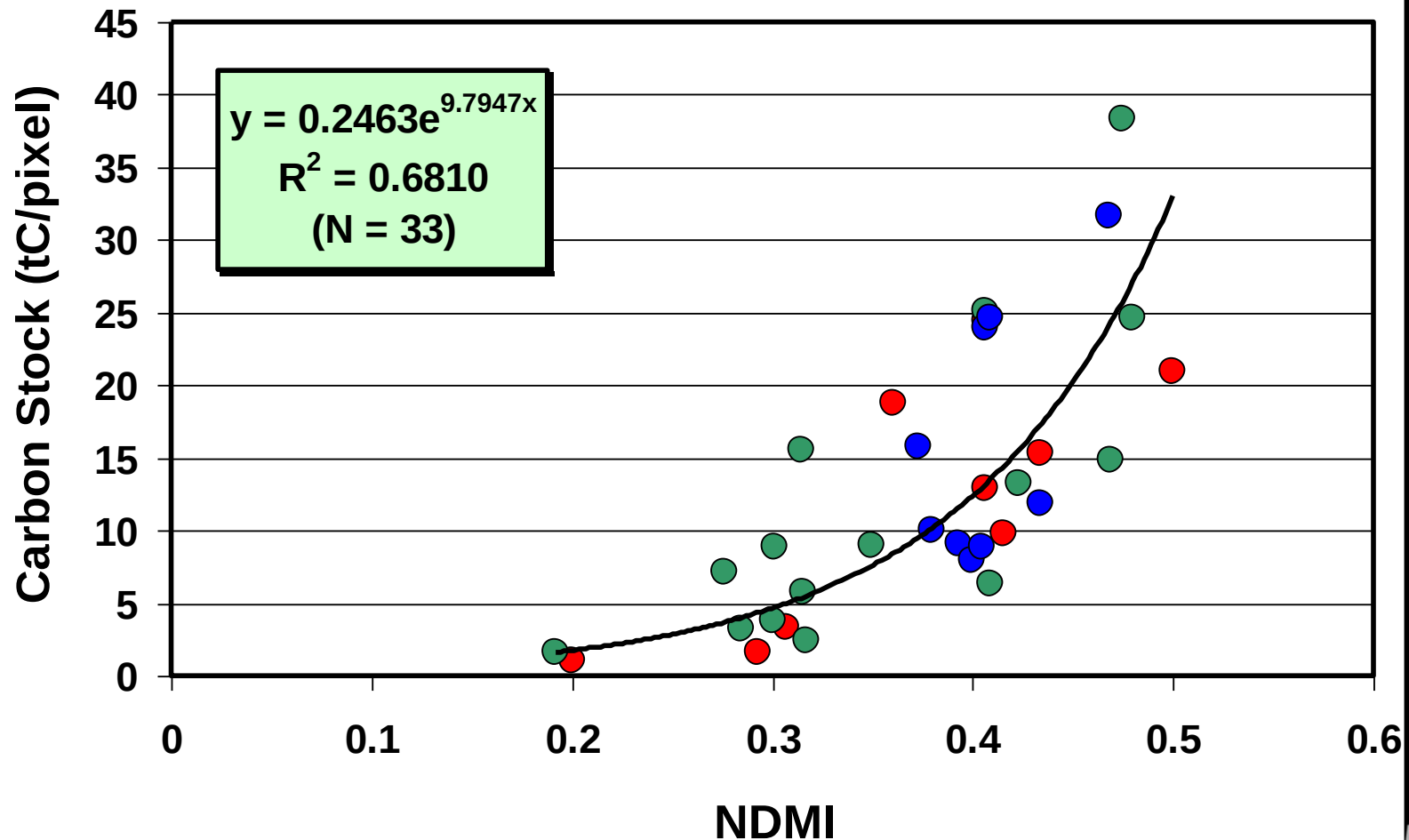
Carbon Stock of Evergreen Forest in Phatthalung Province





การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

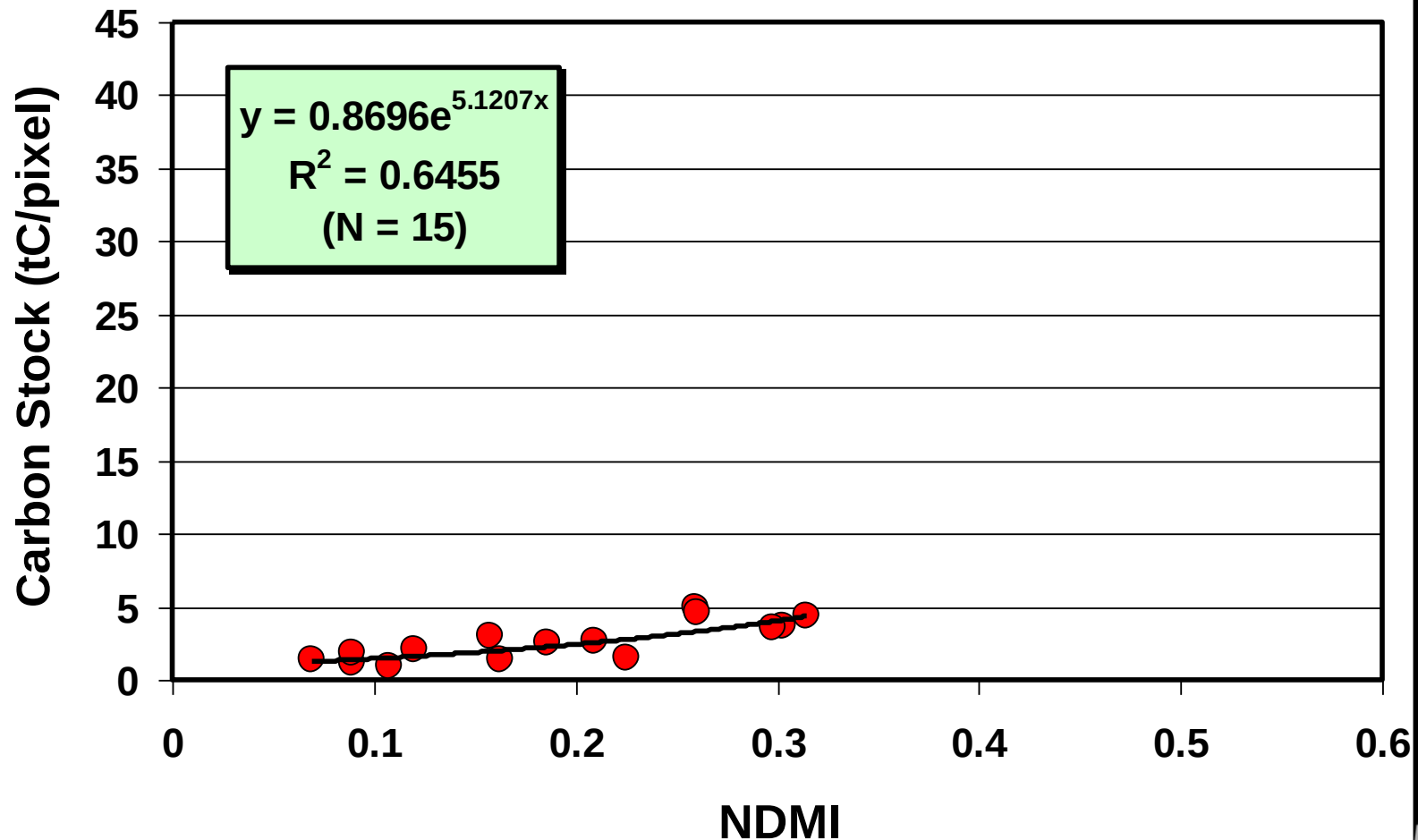
Carbon Stock of Evergreen Forest in Three Provinces





การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

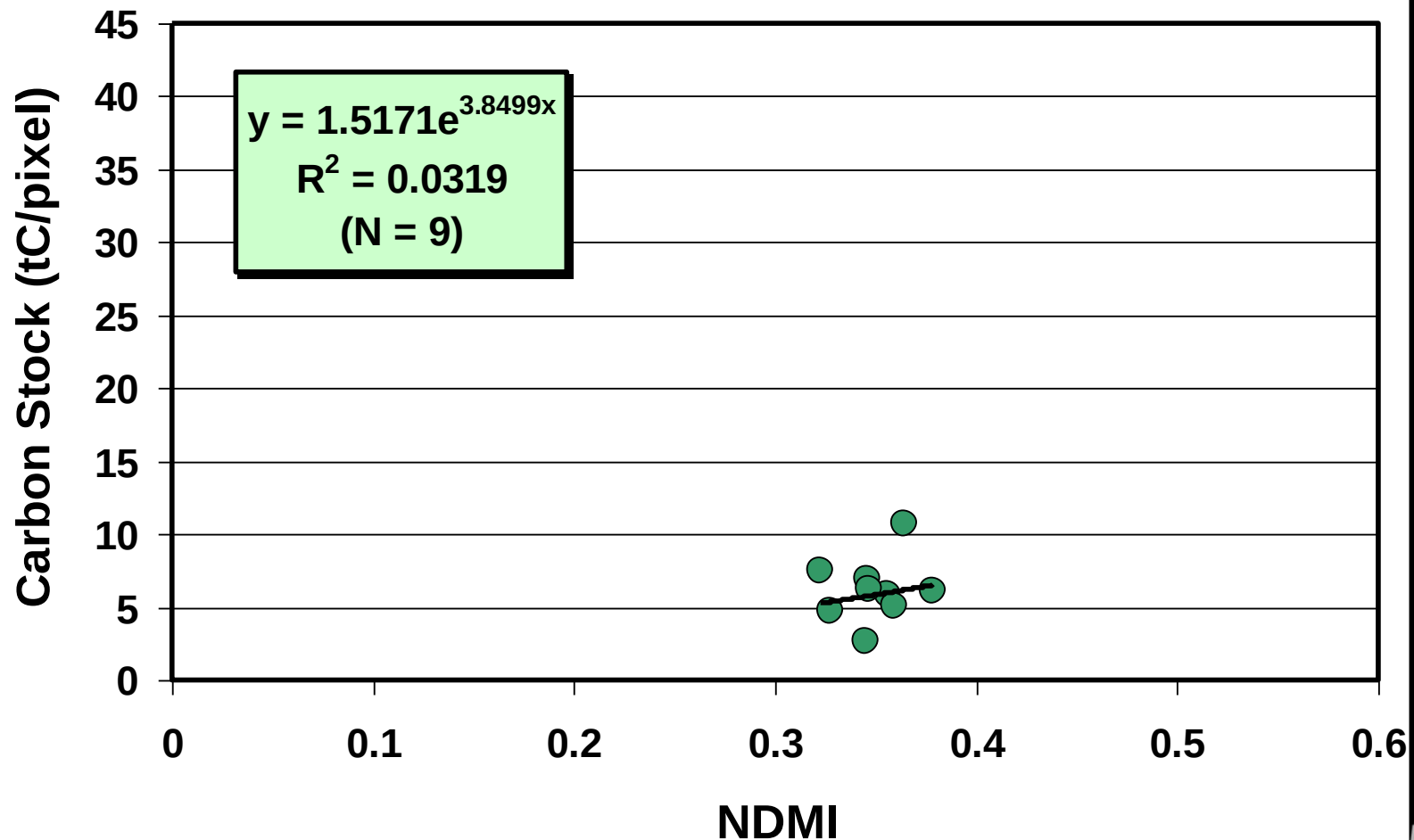
Carbon Stock of Deciduous Forest in Ubon Ratchathani Province





การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

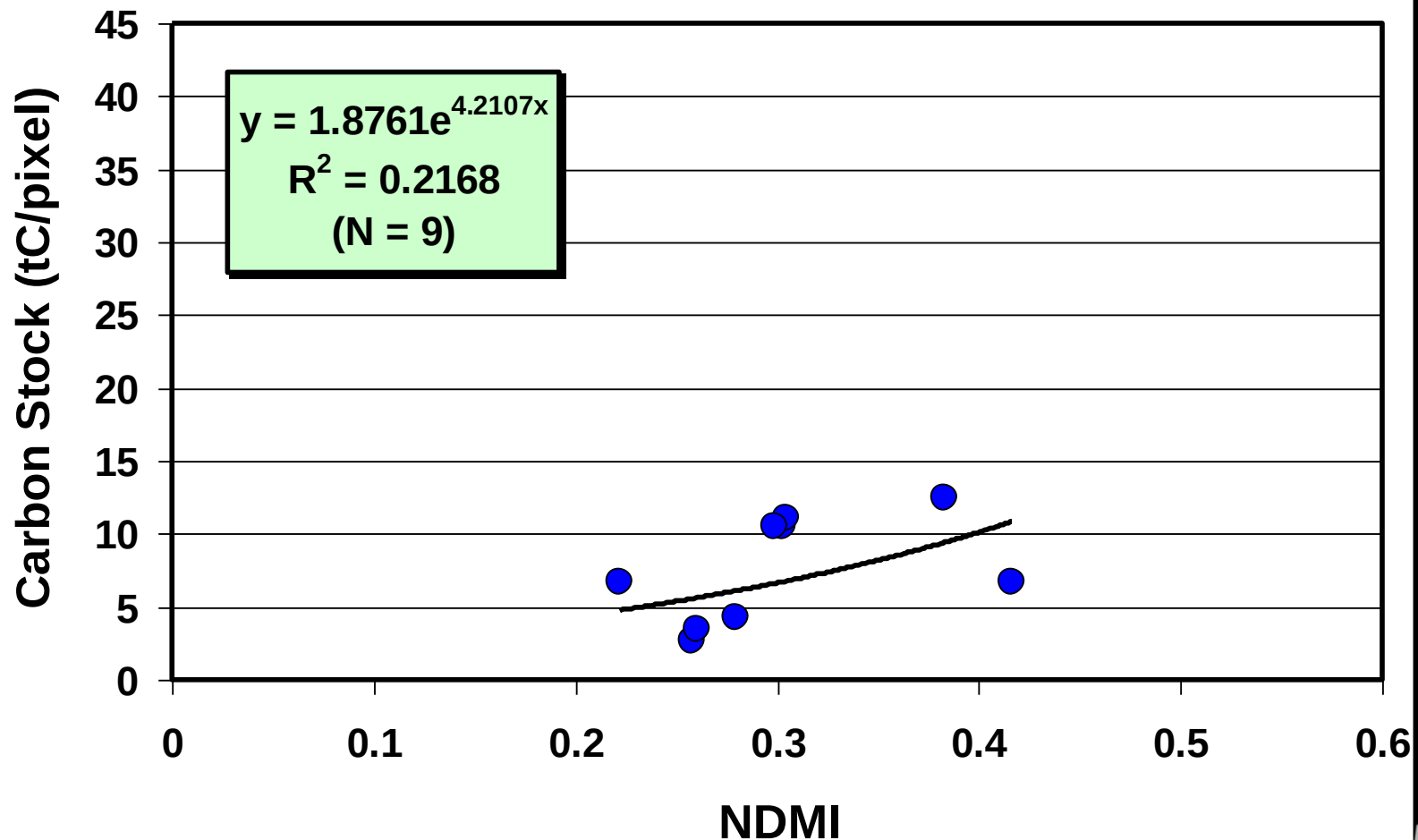
Carbon Stock of Deciduous Forest in Kanchanaburi Province





การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

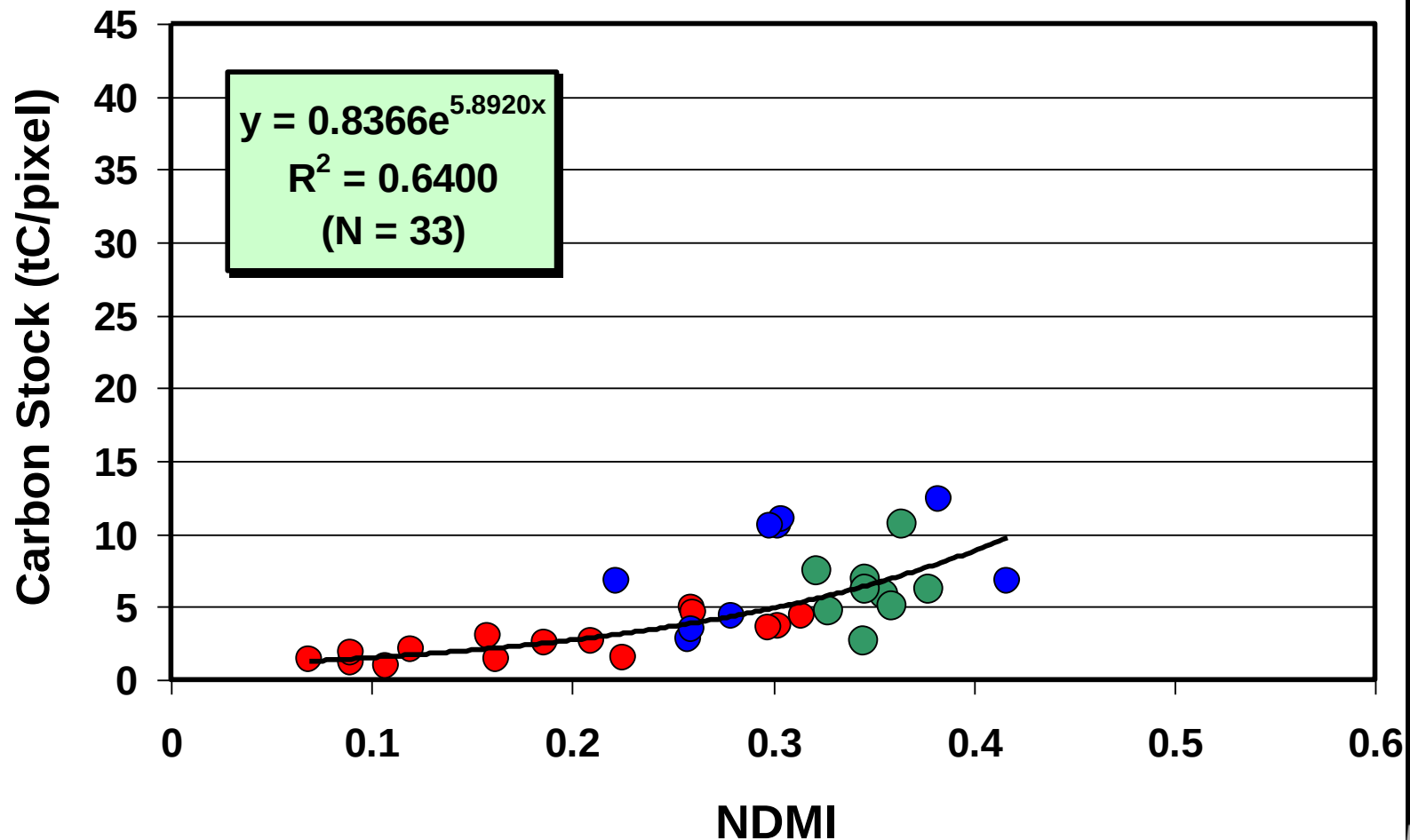
Carbon Stock of Deciduous Forest in Chiang Mai Province





การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

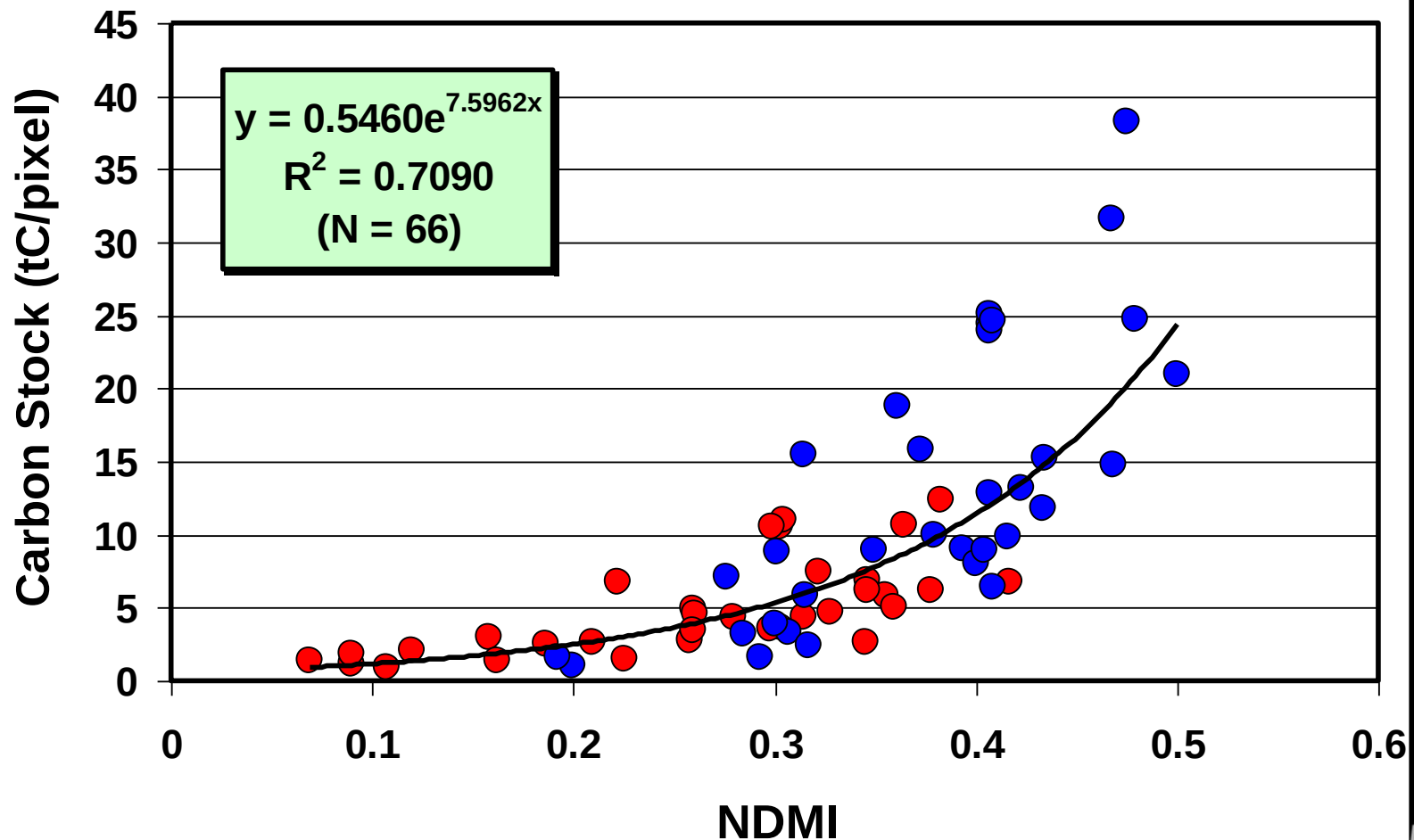
Carbon Stock of Deciduous Forest in Three Provinces





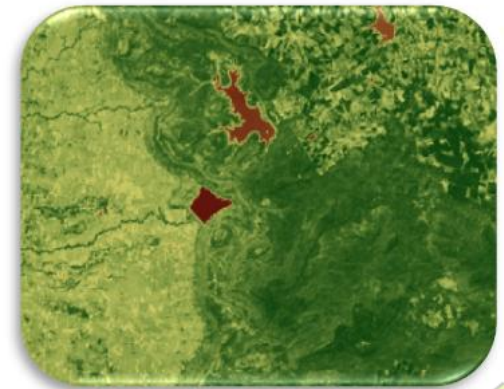
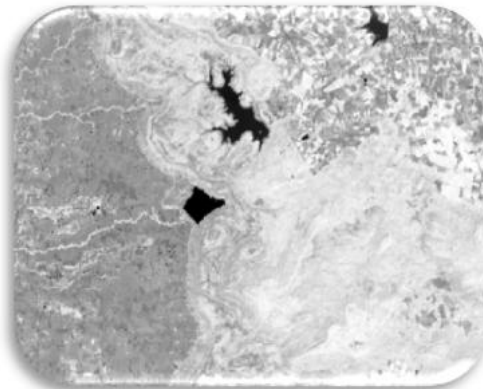
การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

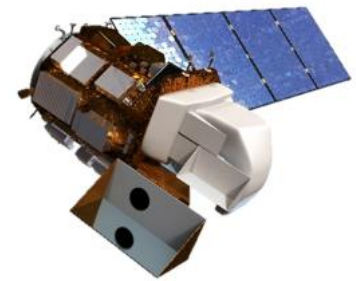
Carbon Stock of Deciduous and Evergreen Forest





การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง
ค่าดัชนีพืชพรรณและความหนาแน่น
ค่าดัชนีพืชพรรณและปริมาตร
ค่าดัชนีพืชพรรณและมวลชีวภาพ
จากภาพถ่ายเทียม Landsat 8 และแปลงสำรวจของ ITTO
ปี พ.ศ. 2556 และ ปี พ.ศ. 2557





อุปกรณ์

- ภาพดาวเทียม Landsat 8 ระบบบันทึกภาพ OLI แถบความถี่ที่ 1 2 3 4 5 7 และ 9
- ข้อมูลแปลงสำรวจทรัพยากรป่าไม้ สฟอ. อส. ปี พ.ศ. 2555 (742 แปลง) 2556 (574 แปลง) และ 2558 (236 แปลง)
 - Density (no./rai)
 - Volumn (cu.m./rai)
 - Biomass (ton/rai)
- ดัชนีพืชพรรณ
 - NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)
 - GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index)
 - TVI (Transformed Vegetation Index)

ittpot_55_56_57 - Excel

FILE HOME INSERT PAGE LAYOUT FORMULAS DATA REVIEW VIEW ACROBAT

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing

C18 : 20 ก.ค. 2557

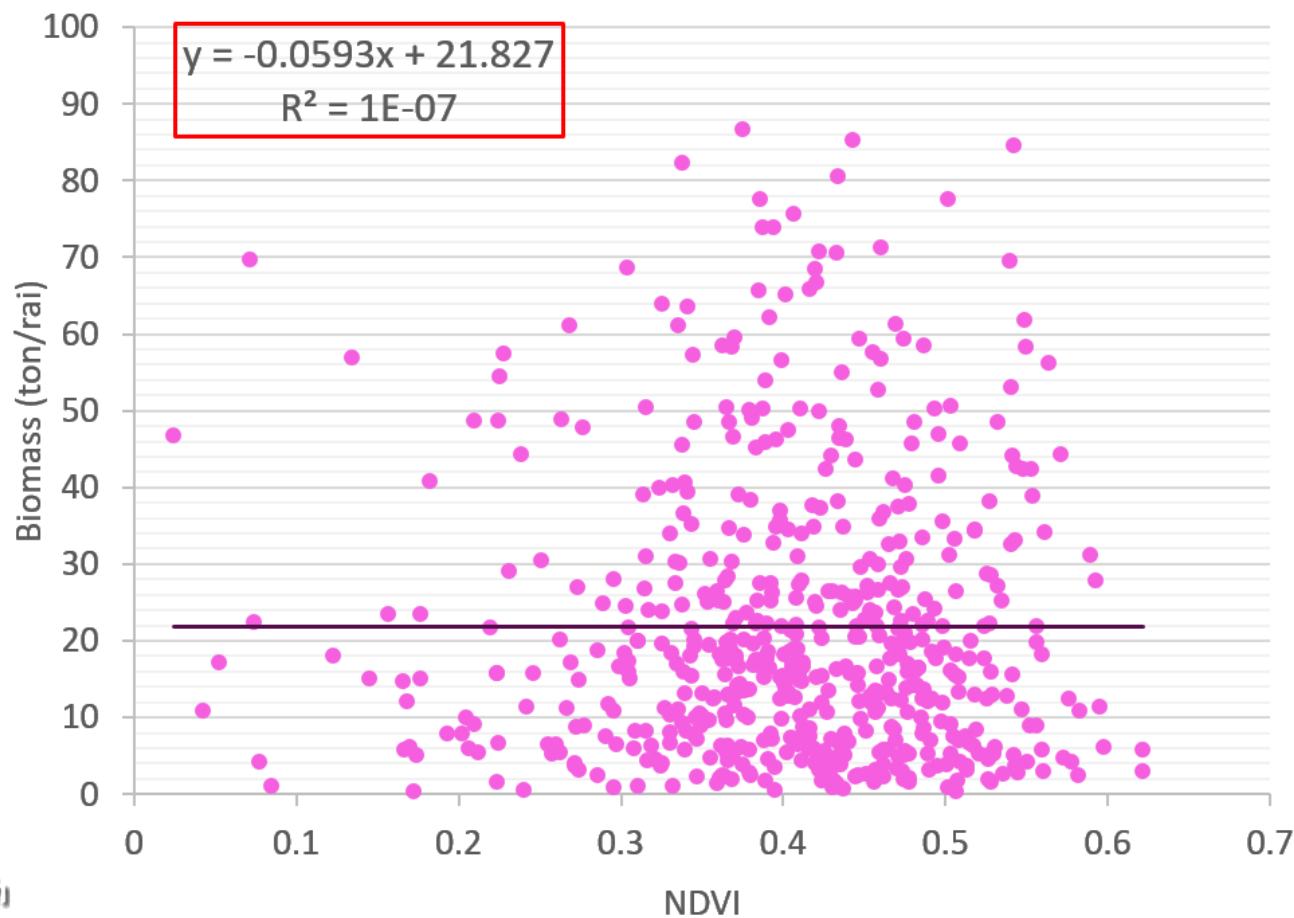
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
	No.	ClusterID	tDate	Zone	Easting	Northing	Density (no./rai)	Volumn (cu.m./rai)	Biomass (ton/rai)	landuseType	Ty
1	1	474696661593803	16 ก.พ. 2557	47	469666	1593803	52.8000	7.6697	6.9250	121	ป่าเบญจ
2	2	474696661598803	15 ก.พ. 2557	47	469666	1598803	40.0000	28.2938	21.9286	121	ป่าเบญจ
3	3	474721661593803	14 ก.พ. 2557	47	472166	1593803	56.0000	12.8792	9.3629	121	ป่าเบญจ
4	4	474721661596303	18 ก.พ. 2557	47	472166	1596303	36.8000	33.5553	28.2233	121	ป่าเบญจ
5	5	474746661591303	17 พ.ค. 2557	47	474666	1591303	57.6000	18.0597	15.7951	121	ป่าเบญจ
6	6	474746661593803	17 ก.พ. 2557	47	474666	1593803	30.4000	7.8152	6.3837	121	ป่าเบญจ
7	7	474796661066300	28 เม.ย. 2557	47	479666	1066300	67.2000	23.1464	22.0592	111	ป่าดิบชื้น
8	8	474896661191301	10 ก.พ. 2557	47	489666	1191301	57.6000	21.6874	25.6927	111	ป่าดิบชื้น
9	9	474896661581303	27 ก.พ. 2557	47	489666	1581303	14.4000	12.9614	12.7562	121	ป่าเบญจ
10	10	474921661591303	4 ก.ค. 2557	47	492166	1591303	44.8000	11.8151	9.9584	121	ป่าเบญจ
11	11	474921661593803	5 ก.ค. 2557	47	492166	1593803	97.6000	7.7660	7.7435	121	ป่าเบญจ
12	12	474946661588803	23 ก.ค. 2557	47	494666	1588803	51.2000	20.8539	17.7802	121	ป่าเบญจ
13	13	474946661591303	21 ก.ค. 2557	47	494666	1591303	169.6000	20.0937	25.2801	112	ป่าดิบแล้ง
14	14	474946661593803	6 ก.ค. 2557	47	494666	1593803	59.2000	16.3323	13.8398	121	ป่าเบญจ
15	15	474946661596303	6 ก.ค. 2557	47	494666	1596303	17.6000	12.3987	9.9379	121	ป่าเบญจ
16	16	474971661586303	3 ต.ค. 2557	47	497166	1586303	32.0000	1.6811	1.3121	121	ป่าเบญจ
17	17	474971661591303	20 ก.ค. 2557	47	497166	1591303	6.4000	0.0709	2.2815	121	ป่าเบญจ
18	18	474971661596303	26 ต.ค. 2557	47	497166	1596303	9.6000	149.4134	56.9275	121	ป่าเบญจ
19	19	474971661598803	5 ต.ค. 2557	47	497166	1598803	65.6000	17.5764	14.4115	121	ป่าเบญจ
20	20	474996661583803	6 ก.พ. 2557	47	499666	1583803	169.6000	14.2947	15.6029	112	ป่าดิบแล้ง

งานปี2555 งานปี2556 งานปี2557 สูตร

READY 110 %

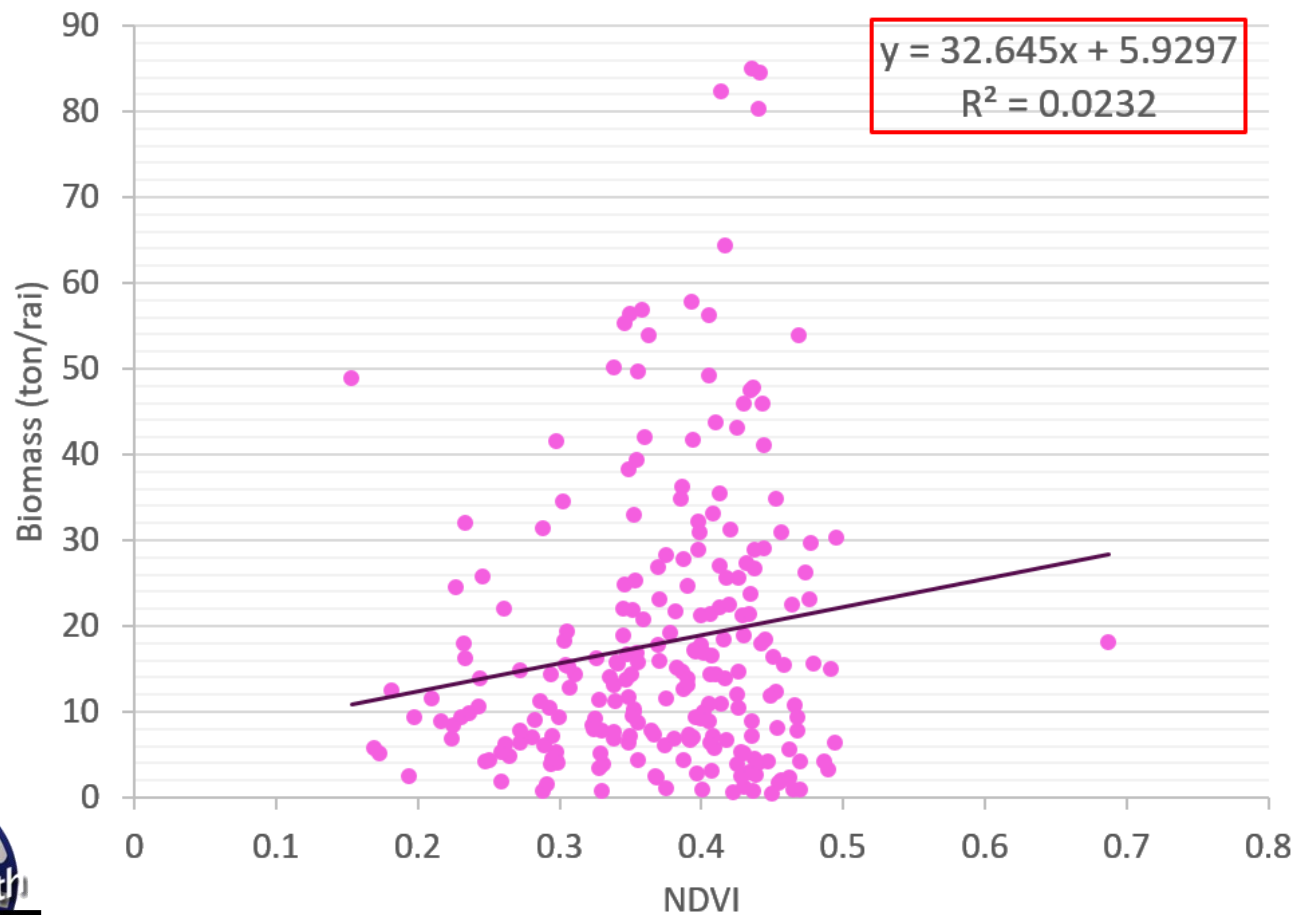


ค่า NDVI และมวลชีวภาพ ปี พ.ศ. 2556





ค่า NDVI และมวลชีวภาพ ปี พ.ศ. 2557



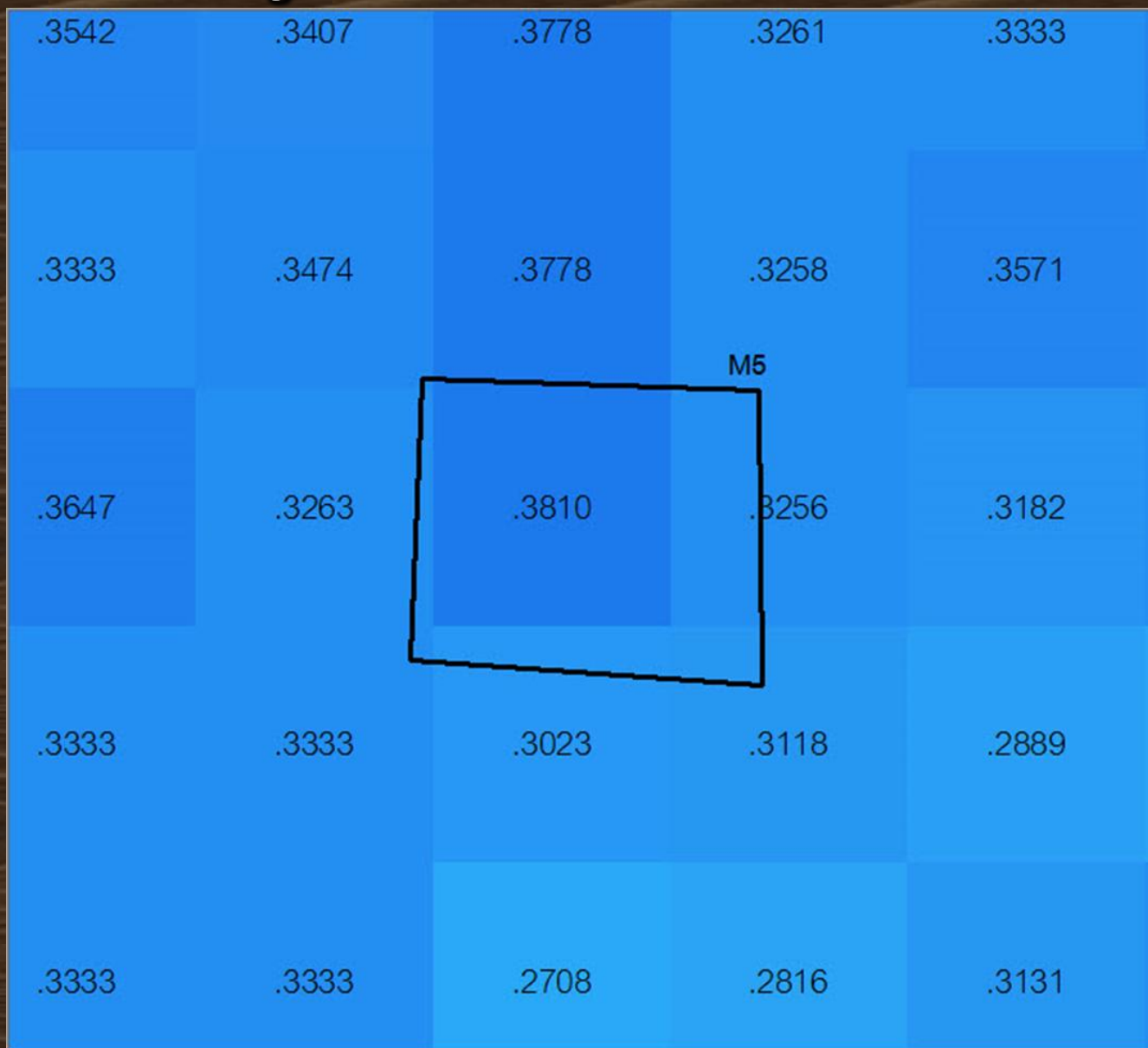
FREE



ปัญหาที่ทำให้ข้อมูล
มีความคลาดเคลื่อนสูง

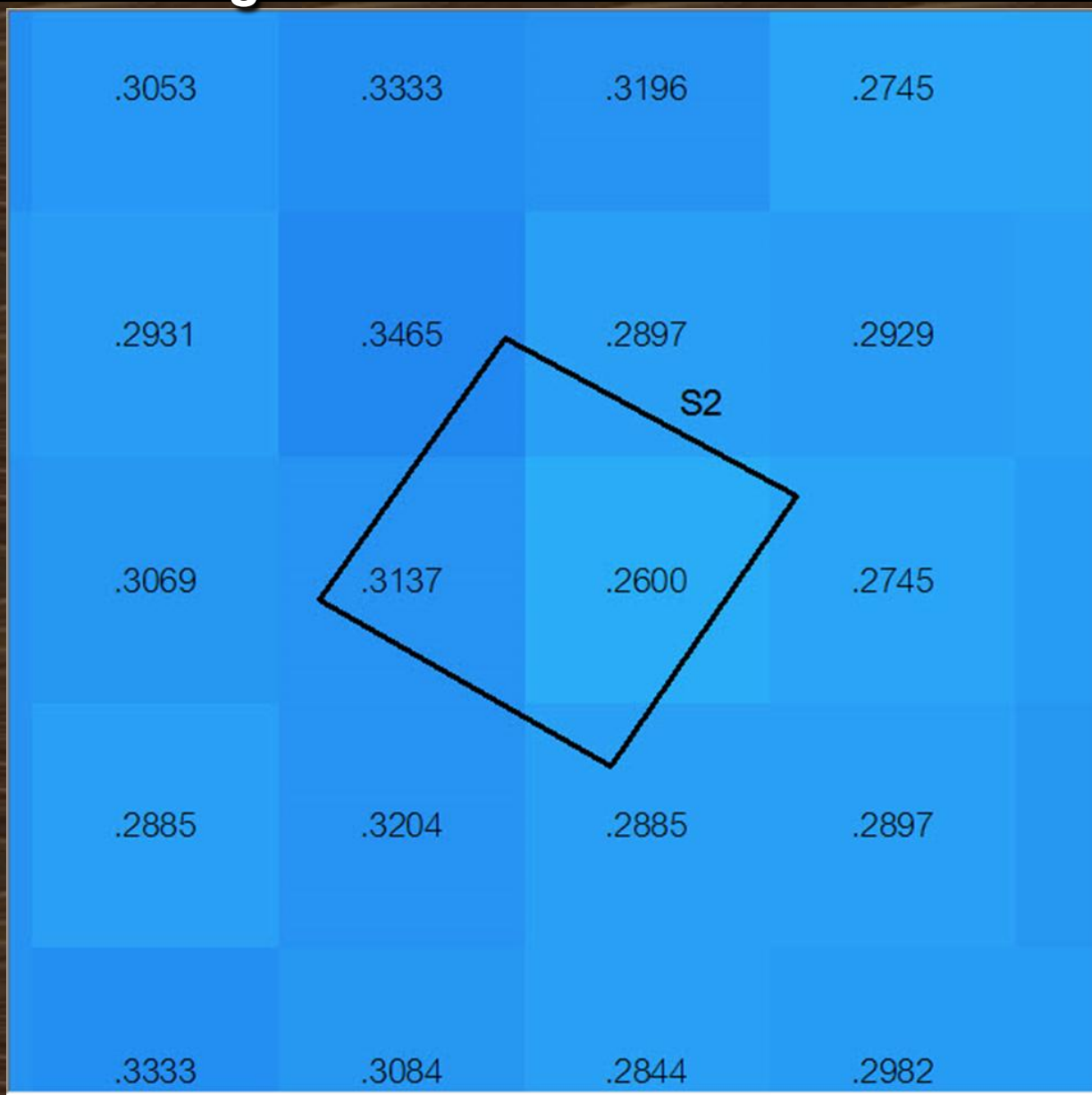


ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม



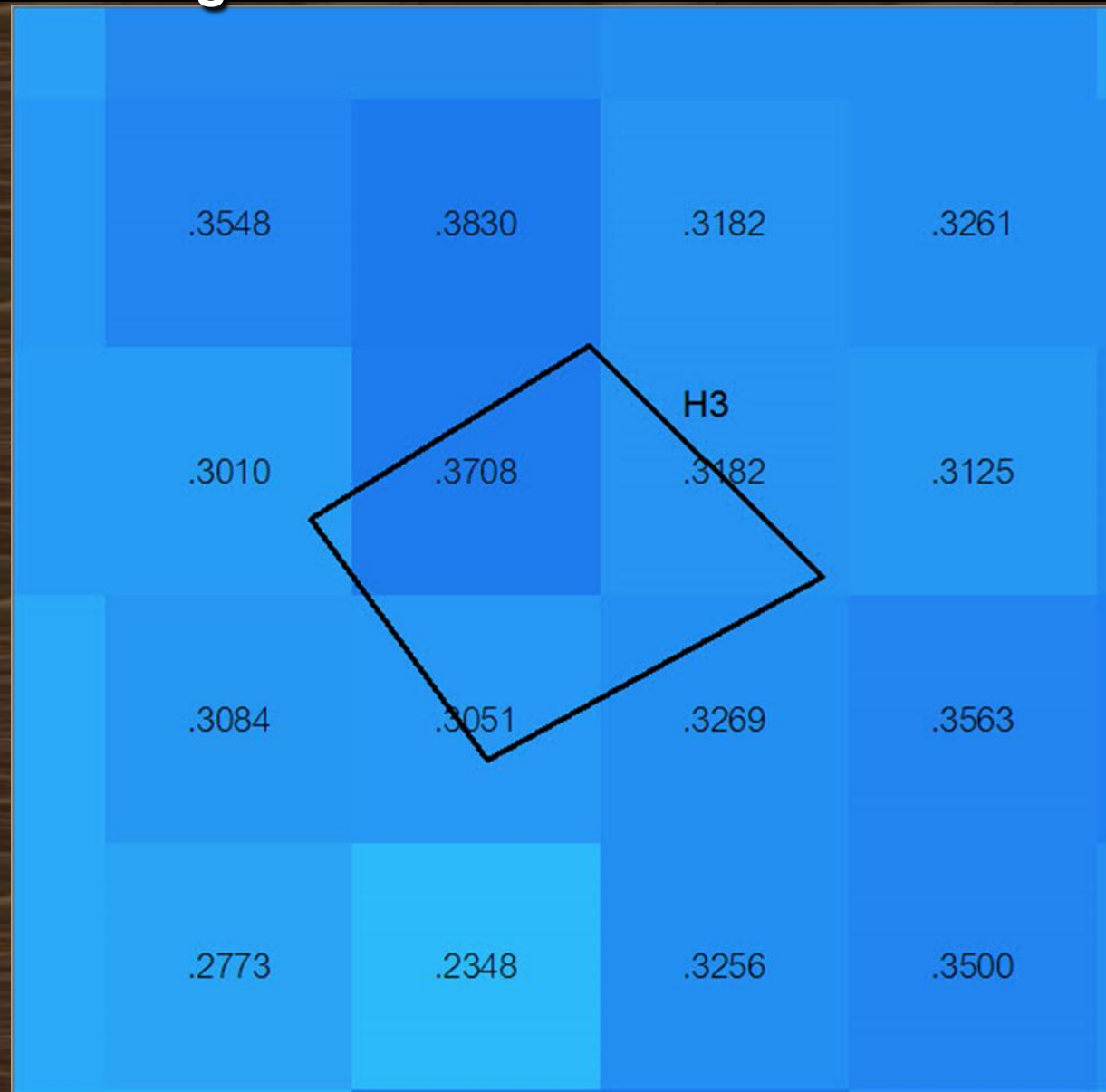


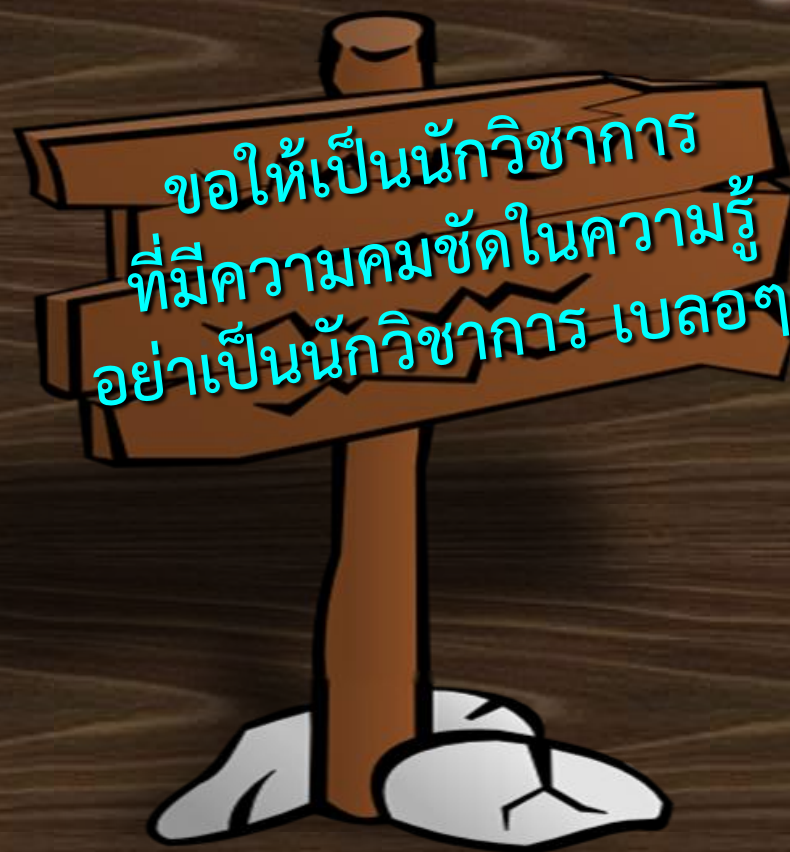
ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม





ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม





ขอให้แก่นักวิชาการ
ที่มีความคมชัดในความรู้
อย่าแก่นักวิชาการ เปล่อย



ข้อซักถามและ
ความคิดเห็น