



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาคผนวก ก

การคำนวณหาพื้นที่แปลงเพาะปลูกในแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS: Geographic Information System) การหาระยะทางและเวลาการเดินทาง จากตำแหน่งต้นทางไปยังตำแหน่งปลายทางโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เชื่อมโยงกับ Google Earth และ การคำนวณหาตำแหน่งที่ตั้งคลังเก็บย่อย

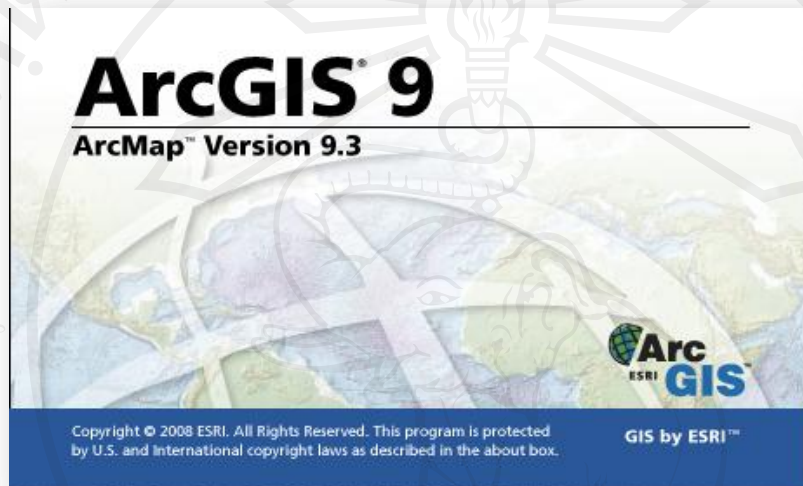
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

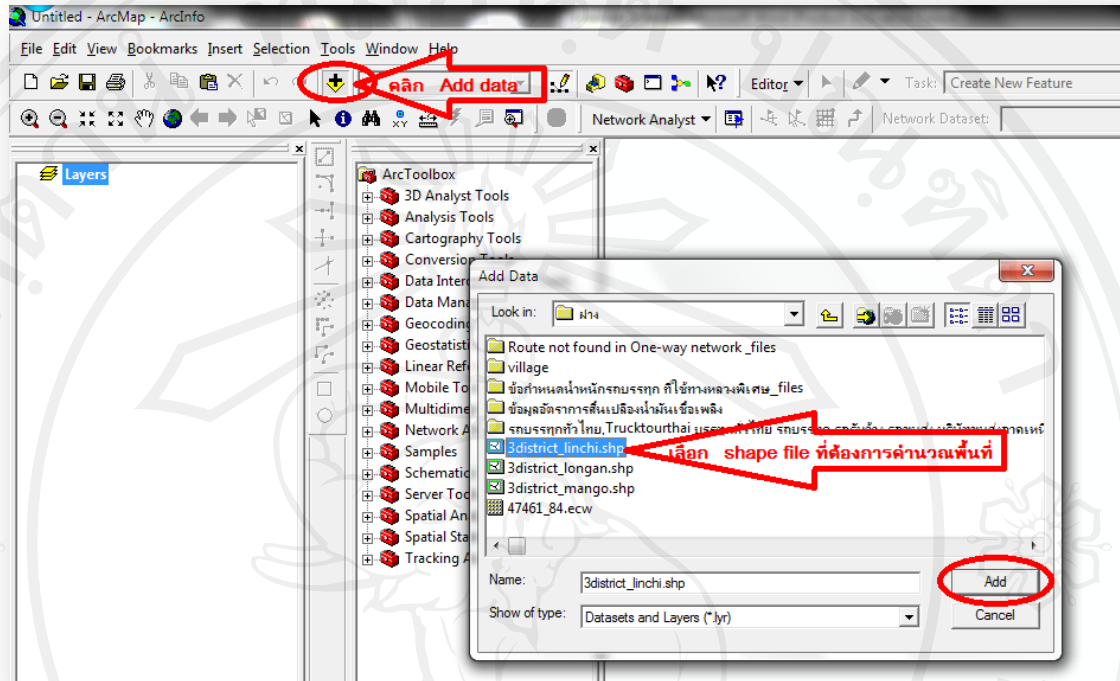
ก.1 การคำนวณหาพื้นที่แปลงเพาะปลูกในแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ตัวอย่างการคำนวณหาพื้นที่แปลงเพาะปลูกสำหรับพืช ลิ้นจี่ในเขต 3 อำเภอ แสดงดังนี้

1. เปิดโปรแกรม ArcGIS 9

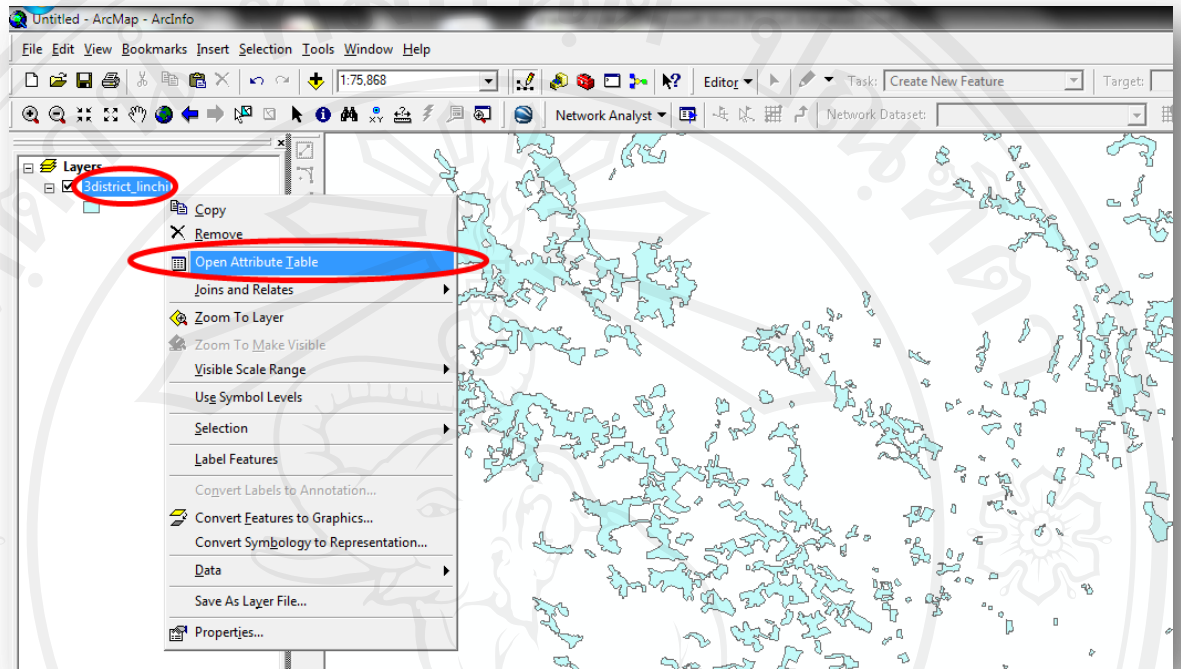


2. เลือก add data → เลือก file ชื่อ 3 district_linchi.shp* → Add

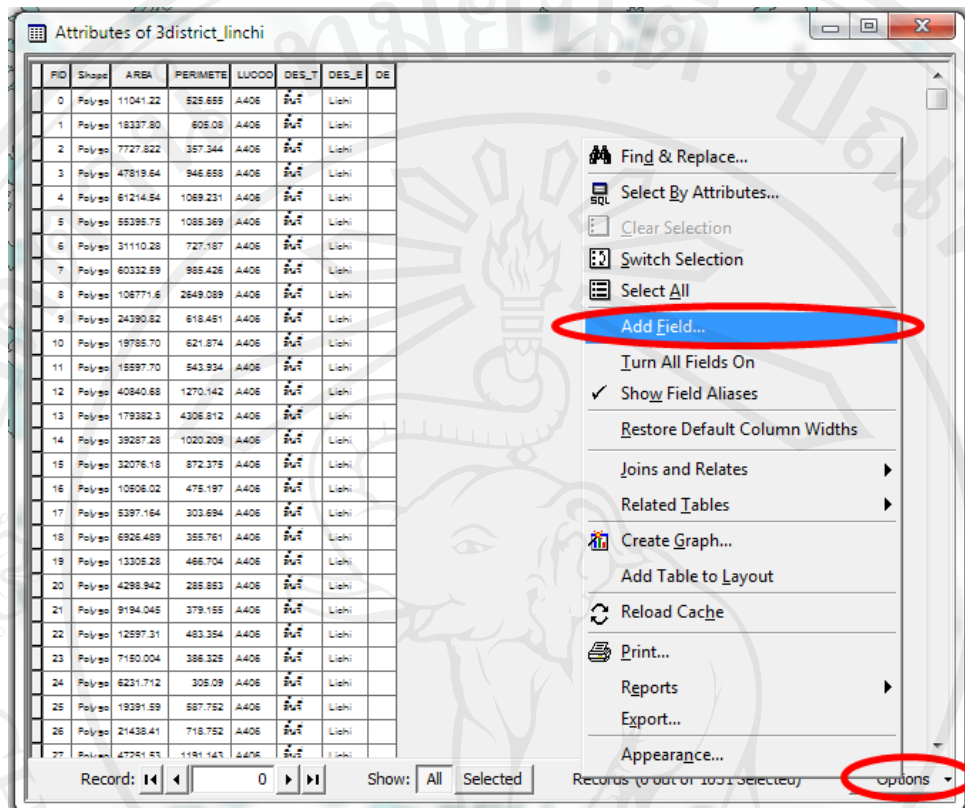


*เป็น file ข้อมูลที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกของพืชแต่ละชนิดครอบคลุม 3 อำเภอ (ที่เลือกเป็นลันจี)

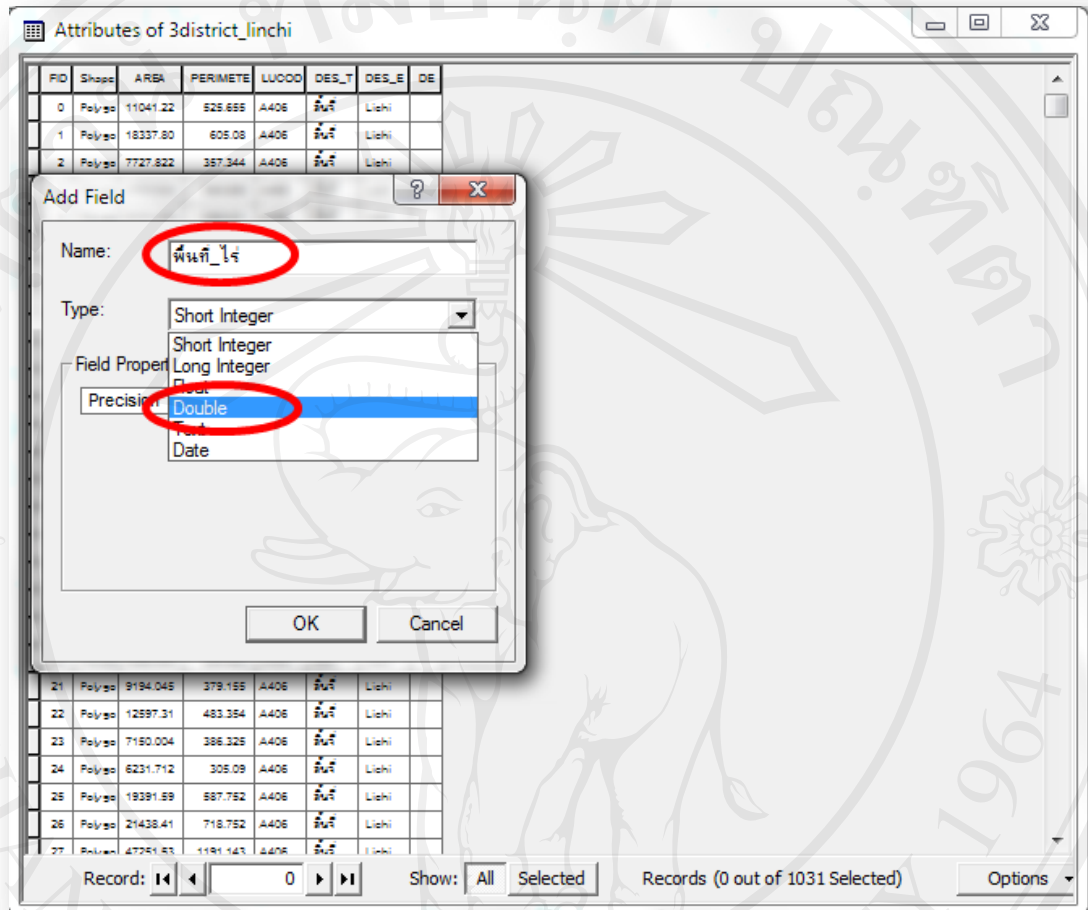
3. คลิกขวา ที่ชื่อ file → เลือก Open Attribute Table



4.เลือก Option → Add field



5. ตั้งชื่อ ข้อมูลจะต้องการคำนวณ → เลือก Double → OK



6. คลิกขวานคอลัมน์ชื่อ พื้นที่_ไร่ → เลือก calculate Geometry

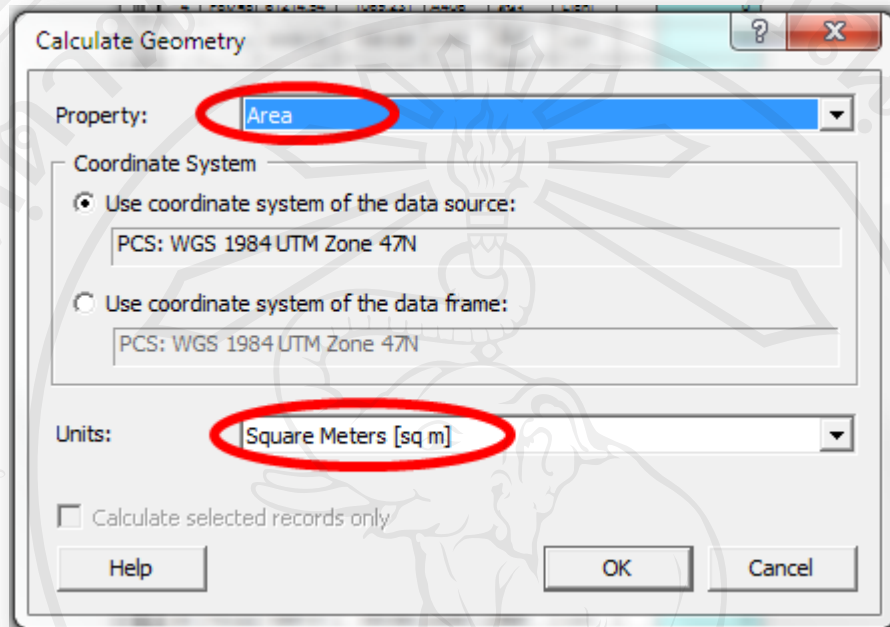
Attributes of 3district_linchi

FID	Shape	AREA	PERIMETE	LUCOD	DES_T	DES_E	DE	พื้นที่_ไร่
0	Polygo	11041.22	525.655	A406	สันติ	Lichi		
1	Polygo	18337.80	605.08	A406	สันติ	Lichi		
2	Polygo	7727.822	357.344	A406	สันติ	Lichi		
3	Polygo	47819.64	946.658	A406	สันติ	Lichi		
4	Polygo	61214.54	1069.231	A406	สันติ	Lichi		
5	Polygo	55395.75	1085.369	A406	สันติ	Lichi		
6	Polygo	31110.28	727.187	A406	สันติ	Lichi		
7	Polygo	60332.59	985.426	A406	สันติ	Lichi		
8	Polygo	106771.6	2649.089	A406	สันติ	Lichi		
9	Polygo	24390.82	618.451	A406	สันติ	Lichi		
10	Polygo	19785.70	621.874	A406	สันติ	Lichi		
11	Polygo	15597.70	543.934	A406	สันติ	Lichi		
12	Polygo	40840.68	1270.142	A406	สันติ	Lichi		
13	Polygo	179382.3	4306.812	A406	สันติ	Lichi		
14	Polygo	39287.28	1020.209	A406	สันติ	Lichi		
15	Polygo	32076.18	872.375	A406	สันติ	Lichi		
16	Polygo	10506.02	475.197	A406	สันติ	Lichi		

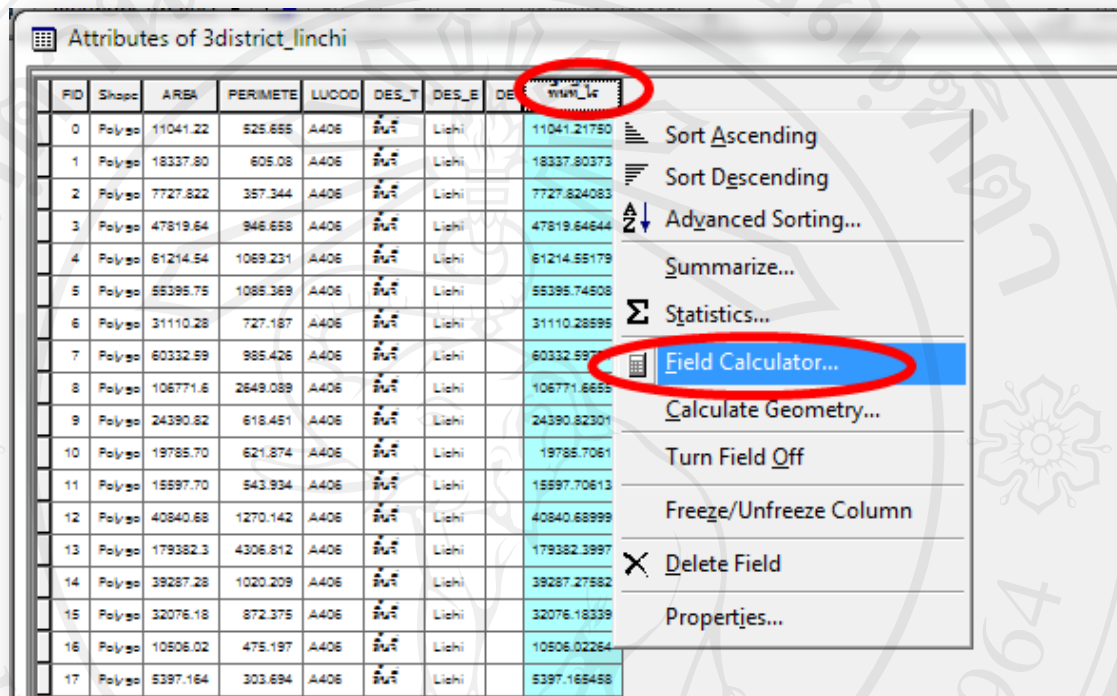
Right-click context menu options:

- Sort Ascending
- Sort Descending
- Advanced Sorting...
- Summarize...
- Statistics...
- Field Calculator...
- Calculate Geometry...**
- Turn Field Off
- Freeze/Unfreeze Column
- Delete Field
- Properties...

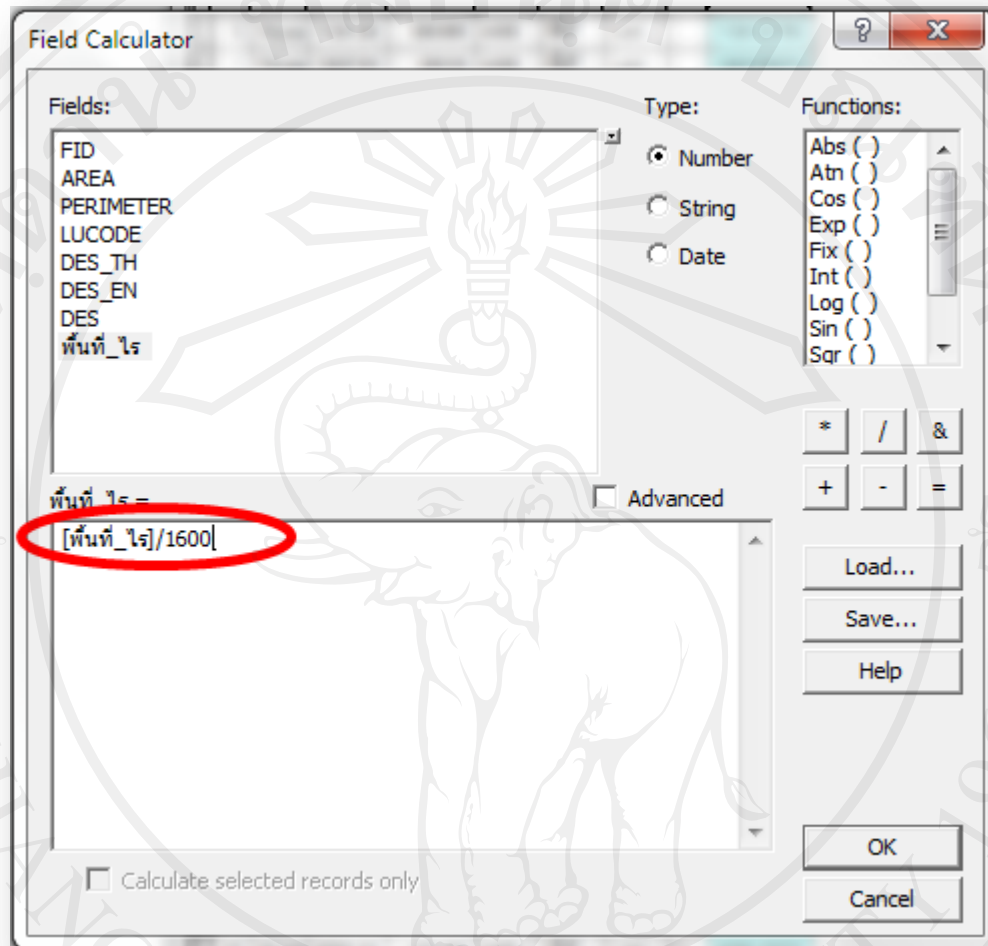
7. เลือก Property และ Units ดังภาพ ระบบจะทำการคำนวณพื้นที่แปลงปลูกครั้งแต่ละแปลง และแสดงผลในหน่วย ตารางเมตร



8. ทำการแปลงหน่วยเป็นไร่ เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่อไป โดยการคลิก
ขวา บนคอลัมน์ ชื่อ พื้นที่_ไร่ → เลือก Field Calculator



9. แปลงหน่วยตารางเมตร เป็นไร่ โดยการหาร 1,600 ดังภาพ → OK



10. จะได้ผลการคำนวณพื้นที่เพาะปลูกถั่วลิสงในหน่วยไร่ ทั้งหมด 1,031 แปลง

FID	Shape	AREA	PERIMETE	LUOCO	DES_T	DES_E	DE	ไร่
0	Polygo	11041.22	525.655	A406	สันติ	Lieth		6.900761
1	Polygo	18337.80	605.08	A406	สันติ	Lieth		11.461127
2	Polygo	7727.822	357.344	A406	สันติ	Lieth		4.82989
3	Polygo	47819.64	946.658	A406	สันติ	Lieth		29.897279
4	Polygo	61214.54	1069.231	A406	สันติ	Lieth		38.299096
5	Polygo	55395.75	1085.369	A406	สันติ	Lieth		34.622341
6	Polygo	31110.28	727.187	A406	สันติ	Lieth		19.443929
7	Polygo	60332.59	985.426	A406	สันติ	Lieth		37.707873
8	Polygo	106771.6	2649.089	A406	สันติ	Lieth		66.732291
9	Polygo	24390.82	615.451	A406	สันติ	Lieth		15.244264
10	Polygo	19785.70	621.874	A406	สันติ	Lieth		12.266066
11	Polygo	15597.70	543.934	A406	สันติ	Lieth		9.748866
12	Polygo	40840.68	1270.142	A406	สันติ	Lieth		25.525431
13	Polygo	179382.3	4306.812	A406	สันติ	Lieth		112.114
14	Polygo	39287.28	1020.209	A406	สันติ	Lieth		24.954547
15	Polygo	32076.18	872.375	A406	สันติ	Lieth		20.047615
16	Polygo	10506.02	475.197	A406	สันติ	Lieth		6.666264
17	Polygo	5397.164	303.694	A406	สันติ	Lieth		3.373228
18	Polygo	6926.489	355.761	A406	สันติ	Lieth		4.329055
19	Polygo	13305.28	466.704	A406	สันติ	Lieth		8.215802
20	Polygo	4298.942	285.853	A406	สันติ	Lieth		2.896839
21	Polygo	9194.045	379.155	A406	สันติ	Lieth		5.74628
22	Polygo	12597.31	483.354	A406	สันติ	Lieth		7.873325
23	Polygo	7150.004	386.325	A406	สันติ	Lieth		4.468754
24	Polygo	6231.712	305.09	A406	สันติ	Lieth		3.894821
25	Polygo	19391.59	587.752	A406	สันติ	Lieth		12.119752
26	Polygo	21438.41	718.752	A406	สันติ	Lieth		13.399009
27	Polygo	47251.57	1191.147	A406	สันติ	Lieth		29.572211

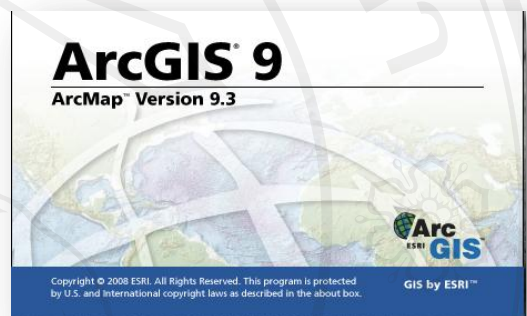
11. สำหรับการคำนวณหาพื้นที่ในแต่ละแปลงเพาะปลูกของพืชมะม่วง และลำไย ให้ทำเช่นเดียวกัน ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึง ขั้นตอนี่ 10

ข้อมูลที่ได้จากArcGIS จะแสดงรายละเอียดเบื้องต้นของแปลงเพาะปลูกพืชแต่ละชนิด ได้แก่ ชื่อแปลง เขตอำเภอ ชนิดพืช พิกัดตำแหน่งแปลง ขนาดพื้นที่ของแต่ละแปลง จากนั้นจะทำการหาระยะทาง และเวลาในการเดินทางจากแต่ละแปลง ทั้งหมด 1,757 แปลง ไปยังโรงแยกขยะ ด้วย Google Earth

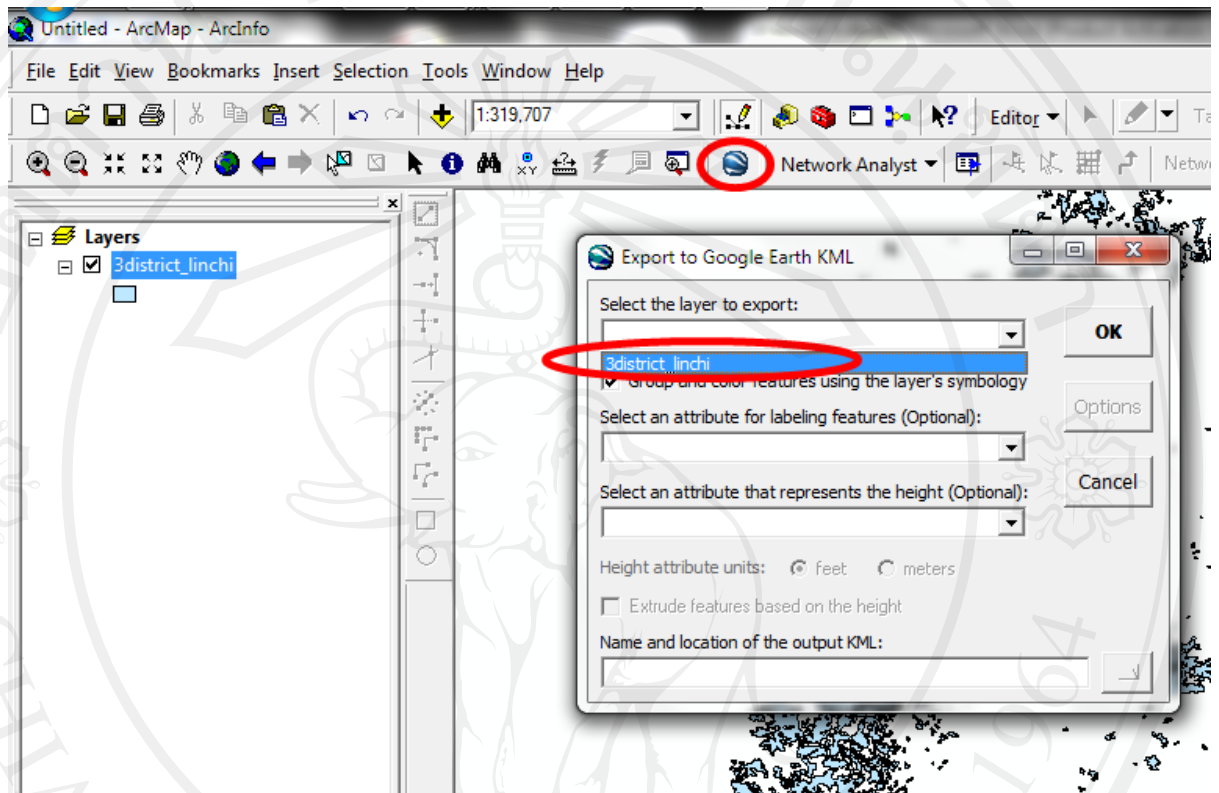
ก.2 การหาระยะทางและเวลาการเดินทาง จากตำแหน่งต้นทางไปยังตำแหน่งปลายทางโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เชื่อมโยงกับ Google Earth

ตัวอย่างการหาระยะทางและเวลาการเดินทาง จากแปลงเพาะปลูก(ต้นทาง) ไปยัง โรงแยกขยะ (ปลายทาง)สำหรับพืช ลิ้นจี่ ในเขต 3 อำเภอ แสดงดังนี้

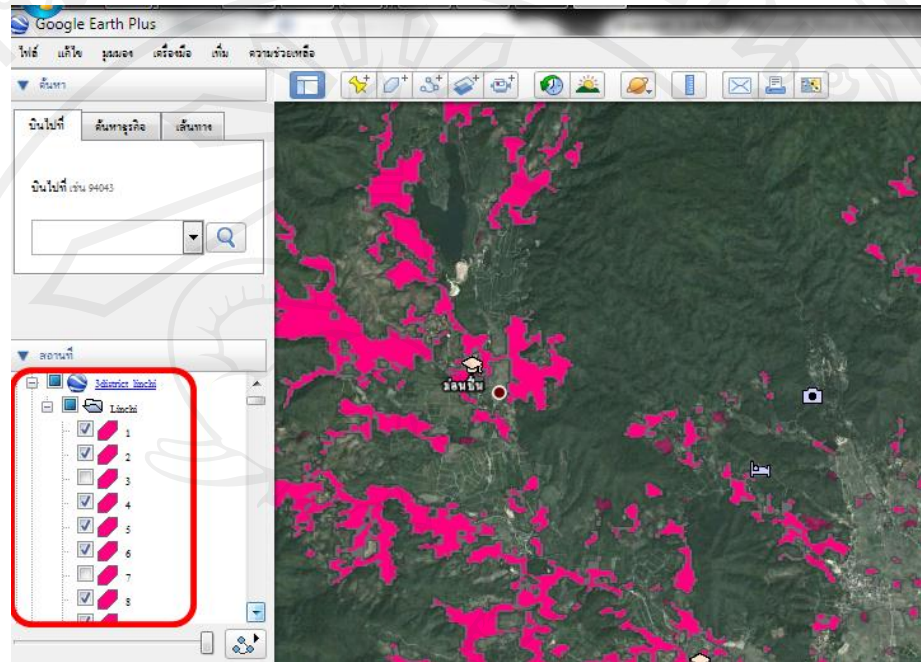
1. เปิดโปรแกรม Google Earth และ ArcGIS



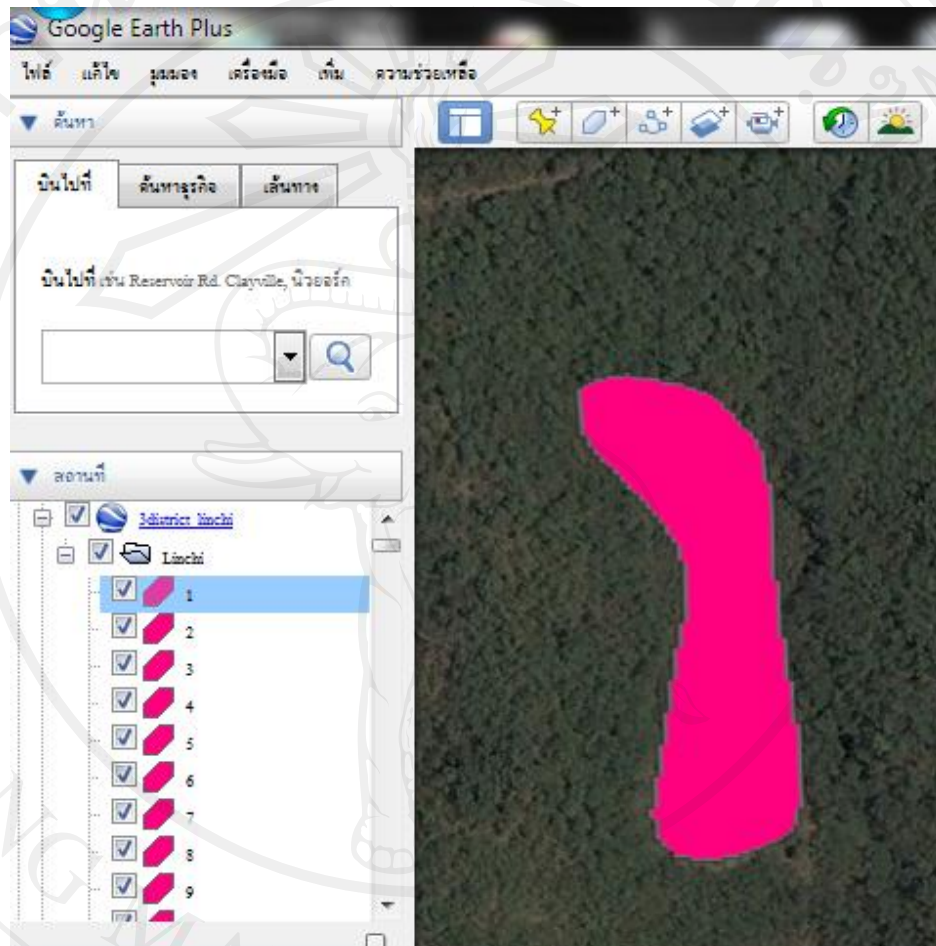
2. ไปที่โปรแกรม ArcGIS → เลือกสัญลักษณ์ Export to KML → เลือกชื่อ file ดังภาพ → OK



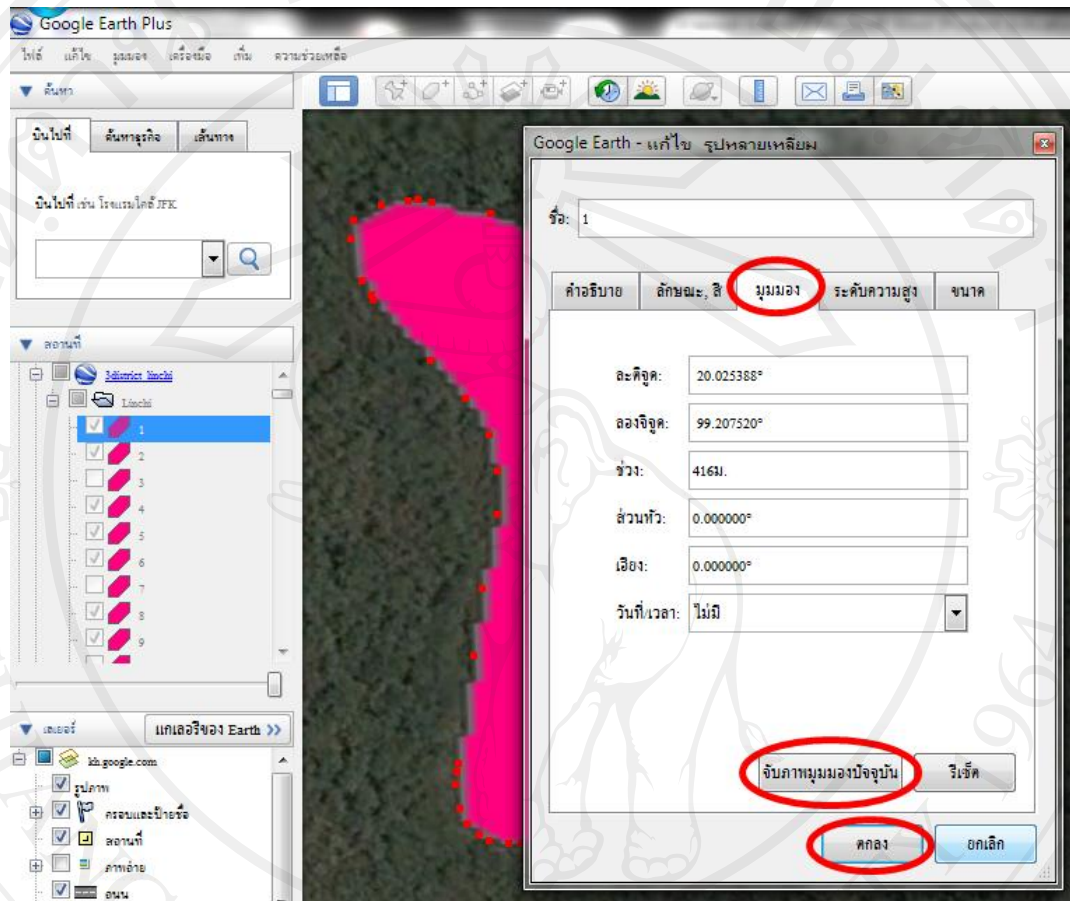
3. ระบบจากการเชื่อมโยงข้อมูลจาก ArcGIS ไปยัง Google Earth ดังภาพ โดยจะแสดงภาพแปลงเพาะปลูกที่ดินบนแผนที่ทางด้านขวามือ และรายการชื่อแปลงทั้งหมด ตั้งแต่แปลงที่ 1 จนถึงแปลงที่ 1,031 ทางด้านซ้ายมือ



4. หาดำแหน่งพิกัดของแปลงเพาะปลูกที่ละแปลง โดยการdouble click เลือกแปลงที่ด้านซ้าย เริ่มจากแปลงที่ 1 จะปรากฏภาพแปลงเพาะปลูกชิ้นที่แปลงที่ 1 บนแผนที่ด้านขวามือ ดังภาพ



5. คลิกขวาที่ตำแหน่งใดก็ได้บนแปลงในแผนที่ → คุณสมบัติ → มุมมอง → จับภาพมุมมองปัจจุบัน



6. ระบบจะคำนวณหาพิกัด ละติจูด และ ลองจิจูด โดยอัตโนมัติ ซึ่งจากพิกัดที่ได้จะทำการบันทึกไว้ใน Microsoft Excel เพื่อนำไปหาระยะทางและเวลาเดินทางจากแปลงเพาะปลูกไปยังโรงแยกขยะในขั้นตอนถัดไป ซึ่งสำหรับพืชประเภทลิ้นจี่ มีทั้งหมด 1,031 ข้อมูล มะม่วง 255 ข้อมูล และลำไย 482 ข้อมูล

Google Earth - แก้วไข รูปหลายเหลี่ยม

ชื่อ: 1

ค่าอธิบาย ลักษณะ, สี มุมมอง ระดับความสูง ขนาด

ละติจูด: 20.025388°

ลองจิจูด: 99.207520°

สูง: 416ม.

ส่วนหัว: 0.000000°

เอียง: 0.000000°

วันที่/เวลา: ไม่มี

จับภาพมุมมองปัจจุบัน รีเซต

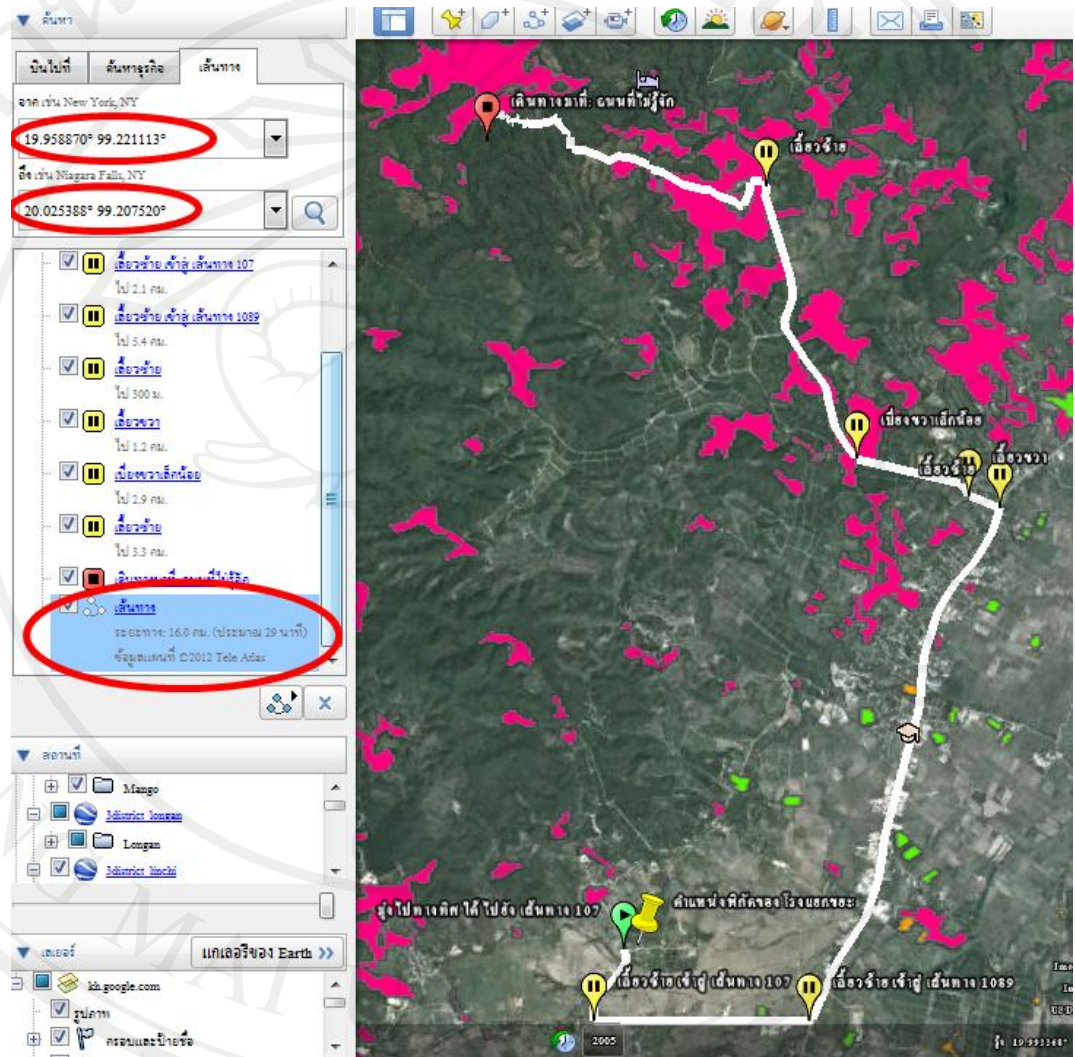
ตกลง ยกเลิก

7. หาดำเนินการปักของแปลงเพาะปลูกที่เหลือโดยเริ่มทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 6 ซึ่งปักที่ได้ทำการบันทึกใน file excel แสดงตัวอย่างดังภาพ

A	B	C	D	E
ลำดับ	อำเภอ	พืช	แปลงที่	พิกัด
0	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	1	20.025388°, 99.207520°
1	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	2	20.053451°, 99.197735°
2	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	3	20.049192°, 99.165979°
3	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	4	20.046201°, 99.198454°
4	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	5	20.029674° 99.176780°
5	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	6	20.025305° 99.200555°
6	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	7	20.025082° 99.180358°
7	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	8	20.030457° 99.182118°
8	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	9	19.994906° 99.202146°
9	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	10	20.007054° 99.170412°
10	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	11	20.046811° 99.203506°
11	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	12	20.022993° 99.204708°
12	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	13	20.022821° 99.192864°
13	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	14	20.018272° 99.194619°
14	แม่เมาะ	ลิ้นจี่	15	20.011191° 99.198539°
15	ฝาง	ลิ้นจี่	16	19.988649° 99.173214°
16	ฝาง	ลิ้นจี่	17	19.985820° 99.174673°
17	ฝาง	ลิ้นจี่	18	19.938744° 99.166735°
18	ฝาง	ลิ้นจี่	19	19.924969° 99.153686°
19	ฝาง	ลิ้นจี่	20	19.922903° 99.160848°
20	ฝาง	ลิ้นจี่	21	19.918568° 99.162102°
21	ฝาง	ลิ้นจี่	22	19.918135° 99.151791°
22	ฝาง	ลิ้นจี่	23	19.884039° 99.168466°
23	ฝาง	ลิ้นจี่	24	19.803673° 99.109475°
24	ฝาง	ลิ้นจี่	25	19.793200° 99.154916°
25	ฝาง	ลิ้นจี่	26	20.042378° 99.135108°
26	ฝาง	ลิ้นจี่	27	20.029080° 99.118822°

8. หาระยะทางและเวลาเดินทางจากแปลงเพาะปลูกไปยังโรงพยาบาลฯ โดยเลือก เส้นทาง →
กรอกพิกัดแปลงเพาะปลูก → กรอกพิกัดโรงพยาบาล → เริ่มการค้นหา

โดยที่เราทราบพิกัดของโรงพยาบาลฯ คือ ละติจูด 19.958870° ลองจิจูด 99.221113°



จากภาพ ระบบจะแสดงผลการค้นหาเส้นทางและเวลาในการเดินทาง ด้านซ้ายมือ ดังนี้
ระยะทางจากแปลงเพาะปลูกถึงที่ 1 คือ 16 กิโลเมตร ใช้เวลา 29 นาที

ซึ่งระยะทางและเวลาเดินทางจากแปลงเพาะปลูกไปยังโรงแยกขยะ จะนำไปใส่ในตารางดัง
แสดงตามภาพ

A	B	C	D	E	F	G	H
ลำดับ	อำเภอ	พืช	แปลงที่	พิกัด	ระยะทาง(km)	ระยะเวลา (min)	ไร่ GIS
0	แม่อาย	ลิ้นจี่	1	20.025388°, 99.207520°	16	29	6.90
1	แม่อาย	ลิ้นจี่	2	20.053451°, 99.197735°	23.4	53	11.46
2	แม่อาย	ลิ้นจี่	3	20.049192°, 99.165979°	17.7	41	4.83
3	แม่อาย	ลิ้นจี่	4	20.046201°, 99.198454°	23.1	53	29.89
4	แม่อาย	ลิ้นจี่	5	20.029674°, 99.176780°	15.7	36	38.26
5	แม่อาย	ลิ้นจี่	6	20.025305°, 99.200555°	11.8	21	34.62
6	แม่อาย	ลิ้นจี่	7	20.025082°, 99.180358°	16.2	37	19.44
7	แม่อาย	ลิ้นจี่	8	20.030457°, 99.182118°	16.8	38	37.71
8	แม่อาย	ลิ้นจี่	9	19.994906°, 99.202146°	7.2	17	66.73
9	แม่อาย	ลิ้นจี่	10	20.007054°, 99.170412°	10.7	24	15.24
10	แม่อาย	ลิ้นจี่	11	20.046811°, 99.203506°	19.2	37	12.37
11	แม่อาย	ลิ้นจี่	12	20.022993°, 99.204708°	11.8	27	9.75
12	แม่อาย	ลิ้นจี่	13	20.022821°, 99.192864°	11.9	27	25.53
13	แม่อาย	ลิ้นจี่	14	20.018272°, 99.194619°	11.4	26	112.11
14	แม่อาย	ลิ้นจี่	15	20.011191°, 99.198539°	10.8	25	24.55
15	ฝาง	ลิ้นจี่	16	19.988649°, 99.173214°	8.7	18	20.05
16	ฝาง	ลิ้นจี่	17	19.985820°, 99.174673°	7.9	16	6.57
17	ฝาง	ลิ้นจี่	18	19.938744°, 99.166735°	11	19	3.37
18	ฝาง	ลิ้นจี่	19	19.924969°, 99.153686°	12.5	21	4.33
19	ฝาง	ลิ้นจี่	20	19.922903°, 99.160848°	11.3	18	8.32
20	ฝาง	ลิ้นจี่	21	19.918568°, 99.162102°	10.6	16	2.69
21	ฝาง	ลิ้นจี่	22	19.918135°, 99.151791°	11.5	18	5.75
22	ฝาง	ลิ้นจี่	23	19.884039°, 99.168466°	13	21	7.87
23	ฝาง	ลิ้นจี่	24	19.803673°, 99.109475°	28.3	36	4.47
24	ฝาง	ลิ้นจี่	25	19.793200°, 99.154916°	22.8	28	3.89
25	ฝาง	ลิ้นจี่	26	20.042378°, 99.135108°	17.6	40	12.12
26	ฝาง	ลิ้นจี่	27	20.029080°, 99.118822°	31.2	59	13.40

9. หาระยะทางและเวลาเดินทางจากแปลงเพาะปลูกไปยังโรงแยกขยะของแปลงพืชที่เหลือซึ่ง
สำหรับพืชชนิดลิ้นจี่ มี 1,031 ข้อมูล มะม่วง 244 ข้อมูล และลำไย 482 ข้อมูล รวมทั้งหมด
1,757 ข้อมูล
โดยทำซ้ำในขั้นตอนที่ 8

ก.3 การกำหนดตำแหน่งที่ตั้งคลังเก็บย่อย

1. เปิดโปรแกรมแปลงหน่วยจาก link :

<http://boulter.com/gps/#%2019.973209%B0%2099.185850%B0%20>

2. แปลงหน่วยพิกัดของโรงแยกขยะและแปลงเพาะปลูกพืชทั้ง 3 ชนิด จากหน่วย degree ให้เป็นหน่วย UTM เพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณด้วยหลักการ Center of Gravity โดยกรอกข้อมูลพิกัดลงในช่อง Enter coordinates → Convert and Map ดังภาพ โดยจะแสดงให้เห็นผลการแปลงหน่วยพิกัดให้อยู่ในหน่วย UTM คือ X = 521704 และ Y = 2214304

GPS Coordinate Converter, Maps and Info

The screenshot shows the 'GPS Coordinate Converter, Maps and Info' website. The 'Enter coordinates' field contains '20.025388°, 99.207520°'. Below it, the 'Convert and Map' button is highlighted. The results are displayed in three sections: Decimal Degrees (WGS84), Degrees, Minutes & Seconds, and GPS. The UTM section shows the coordinates X = 521704 and Y = 2214304. A map on the right shows the location on a satellite view.

Decimal Degrees (WGS84)	
Latitude	Longitude
20.025388	99.20752

Degrees, Minutes & Seconds	
Latitude	Longitude
N20 01 31	E99 12 27

GPS	
Latitude	Longitude
N 20 01.523	E 99 12.451

UTM	
X	Y
521704	2214304

3. นำค่าพิกัดในหน่วย UTM ที่ได้ ป้อนเข้าสู่โปรแกรม Microsoft Excel และ ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 สำหรับแปลงที่เหลือ

E	F	G	M	N	T	U
รพทแต่ละประเภท	http://boulter.com/gps/#%2019.973209%B0%2099.185850%B0%20					พิกัด
ชนิดพืช	แปลงที่	พิกัด	ปริมาณขนส่งจริง(ตัน/แปลง) Wi	ระยะทางจริง(km)	Xi	Yi
สิ้นจี้	1	20.025388° 99.207520°	2.00	16	521704	2214326
มะม่วง	1	19.919655° 99.169815°	4.00	10.9	517773	2202599
ลำไย	2	19.849364° 99.189524°	2.00	17.6	519844	2194823
ลำไย	3	19.848477° 99.183609°	2.00	15.1	519225	2194724
ลำไย	5	19.843217° 99.190251°	2.00	18.1	519921	2194143
มะม่วง	5	19.889835° 99.184231°	4.00	11	519285	2199301
สิ้นจี้	5	20.029674° 99.176780°	14.00	15.7	518489	2214775
ลำไย	6	19.839241° 99.175316°	4.00	16.4	518358	2193701
สิ้นจี้	6	20.025305° 99.200555°	14.00	11.8	520976	2214294
มะม่วง	7	19.876384° 99.195211°	2.00	11.2	520436	2197814
สิ้นจี้	7	20.025082° 99.180358°	6.00	16.2	518863	2214267
มะม่วง	8	19.875323° 99.153488°	2.00	17.8	516068	2197692
สิ้นจี้	8	20.030457° 99.182118°	14.00	16.8	519047	2214862

4. คำนวณหาค่าแห่งพิกัดของคลังเก็บย่อยด้วย สมการที่ 3.17 $X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$ และ

สมการที่ 3.18 $Y = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$ ดังแสดงในภาพ

E	F	G	M	N	T	U	V	W	X	Y
รพทแต่ละประเภท	http://boulter.com/gps/#%2019.973209%B0%2099.185850%B0%20					พิกัด				
ชนิดพืช	แปลงที่	พิกัด	ปริมาณขนส่งจริง(ตัน/แปลง) Wi	ระยะทางจริง(km)	Xi	Yi	เวลา	XWi	YWi	
201	สิ้นจี้	1	20.025388° 99.207520°	2.00	16	521704	2214326	29	1043408	4428652
202	มะม่วง	1	19.919655° 99.169815°	4.00	10.9	517773	2202599	17	2071092	8810396
203	ลำไย	2	19.849364° 99.189524°	2.00	17.6	519844	2194823	25	1039688	4389646
204	ลำไย	3	19.848477° 99.183609°	2.00	15.1	519225	2194724	21	1038450	4389448
205	ลำไย	5	19.843217° 99.190251°	2.00	18.1	519921	2194143	26	1039842	4388286
206	มะม่วง	5	19.889835° 99.184231°	4.00	11	519285	2199301	16	2077140	8797204
207	สิ้นจี้	5	20.029674° 99.176780°	14.00	15.7	518489	2214775	36	7258846	31006850
208	ลำไย	6	19.839241° 99.175316°	4.00	16.4	518358	2193701	21	2073432	8774804
209	สิ้นจี้	6	20.025305° 99.200555°	14.00	11.8	520976	2214294	21	7293664	31000116
210	มะม่วง	7	19.876384° 99.195211°	2.00	11.2	520436	2197814	15	1040872	4395628
211	สิ้นจี้	7	20.025082° 99.180358°	6.00	16.2	518863	2214267	37	3113178	13285602
212	มะม่วง	8	19.875323° 99.153488°	2.00	17.8	516068	2197692	27	1032136	4395384
รวม	สิ้นจี้	8	20.030457° 99.182118°	14.00	16.8	519047	2214862	28	7266656	31000000



	E	F	M	T	U	V	W	X	Y
1	รพทแต่ละประเภท					พิกัดโรงแยกข	523136	2206945	
2	ชนิดพืช	แปลงที่	ปริมาณขนส่งจริง(ตัน/แปลง) Wi	Xi	Yi	เวลา		XWi	YWi
201	ลิ้นจี่	1	2.00	521704	2214326	29		1043408	4428652
202	มะม่วง	1	4.00	517773	2202599	17		2071092	8810396
203	ลำไย	2	2.00	519844	2194823	25		1039688	4389646
204	ลำไย	3	2.00	519225	2194724	21		1038450	4389448
205	ลำไย	5	2.00	519921	2194143	26		1039842	4388286
206	มะม่วง	5	4.00	519285	2199301	16		2077140	8797204
207	ลิ้นจี่	5	14.00	518489	2214775	36		7258846	31006850
208	ลำไย	6	4.00	518358	2193701	21		2073432	8774804
209	ลิ้นจี่	6	14.00	520976	2214294	21		7293664	31000116
210	มะม่วง	7	2.00	520436	2197814	15		1040872	4395628
211	ลิ้นจี่	7	6.00	518863	2214267	37		3113178	13285602
212	มะม่วง	8	2.00	516068	2197692	27		1032136	4395384
213	ลำไย	8	14.00	516047	2214853	28		7255558	31008058

644	ลิ้นจี่	881	2.00	521840	2213581	23		1043680	4427162
645	ลิ้นจี่	884	30.00	533685	2208990	35		16010550	66269700
646	ลิ้นจี่	893	10.00	521972	2198908	16		5219720	21989080
647	ลิ้นจี่	914	18.00	522072	2200077	15		9397296	39601386
648	ลิ้นจี่	916	20.00	522923	2194425	23		10458460	43888500
649	ลิ้นจี่	917	2.00	525102	2194241	27		1050204	4388482
650	ลิ้นจี่	919	14.00	522616	2192427	24		7316624	30693978
651	ลิ้นจี่	922	2.00	522159	2195968	24		1044318	4391936
652	ลิ้นจี่	924	4.00	526282	2198335	28		2105128	8793340
653	ลิ้นจี่	925	8.00	525298	2198996	25		4202384	17591968
654	ลิ้นจี่	926	18.00	524844	2198165	25		9447192	39566970
655	ลิ้นจี่	929	12.00	523427	2194061	23		6281124	26328732
656	ลิ้นจี่	930	4.00	523784	2194032	25		2095136	8776128
657	ลิ้นจี่	1015	108.00	529450	2215260	22		57180600	2.39E+08
658	ลิ้นจี่	1016	64.00	531507	2216565	26		34016448	1.42E+08
659	ลิ้นจี่	1017	134.00	532078	2216373	27		71298452	2.97E+08
660	ลิ้นจี่	1023	6.00	521736	2216567	37		3130416	13299402
661	ลิ้นจี่	1024	20.00	521765	2216198	34		10435300	44323960
662	ลิ้นจี่	1025	226.00	521642	2215203	30		117891002	5.01E+08
663			9,882.00				Sum	5147452260	2.18E+10
664			$\sum W_i$					$\sum XW_i$	$\sum YW_i$
665									
666				x			520892		
667				y			2206324		
668									
669				เท่ากับ			19.953283°	99.199663°	

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

5. สำหรับการคำนวณหาค่าแฉ่งค้งเก็บยอยที่ 2 ให้เริ่มทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 4



ภาคผนวก ข

การประเมินศักยภาพเชิงปริมาณของชีวมวลไม้พื้น และการกำหนดขอบเขตพื้นที่จัดหาชีวมวล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข.1 การประเมินศักยภาพเชิงปริมาณของชีวมวลไม้พื้น

1. คำนวณหาจำนวนต้นต่อไร่ในการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิด

ตารางที่ ข.1.1 แสดงข้อมูลพื้นที่ ที่ใช้ในการปลูกพืชแต่ละชนิด

ชนิดพืช	พื้นที่ในการเพาะปลูก (m ² / ต้น)	พื้นที่ใน 1 ไร่ (m ² /ไร่)
ลำไย	80	1,600
มะม่วง	36	1,600
ลิ้นจี่	64	1,600

ตัวอย่างการคำนวณหาจำนวนต้นที่ปลูกได้ของพืชแต่ละชนิดใน 1 ไร่ แสดงดังต่อไปนี้

ตัวอย่างสำหรับ พืชลำไย

ในการปลูกลำไย 1 ต้น ใช้พื้นที่ 80 m² คิดเป็น $80/1,600 = 0.05$ ไร่

ดังนั้น พื้นที่ 1 ไร่ จะสามารถปลูกลำไยได้ $1/(0.05) = 20$ ต้น

ผลลัพธ์ที่ได้ และรายละเอียดข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณ แสดงในโปรแกรม Microsoft excel ชื่อ ภาคนวนก ข ใน spreadsheet ชื่อ ชีวมวลจากการตัดแต่งกิ่ง

F	G	H	I	J
ลำไย	ท้าวไป 8*10 เมตร	http://it.doa.go.th/vichakan/r		
	ไร่ 8*10 เมตร	http://www.oae.go.th/fruit/in		
	1600 ตร.ม.มี	1	ไร่	
	80 ตร.ม. มี	0.05	ไร่	
	ลำไย 1ไร่ มี	20	ตัน	
มะม่วง	นิยม 4*4 เมตร	http://www.phtnet.org/poster		
	ท้าวไป 6-8เมตร	http://it.doa.go.th/vichakan/r		
	ไร่ 6*6 เมตร			
	1600 ตร.ม.มี	1	ไร่	
	36 ตร.ม. มี	0.02	ไร่	
	มะม่วง 1 ไร่ มี	44	ตัน	
ลิ้นจี่	ท้าวไป 8-10 เมตร	http://www.eto.ku.ac.th/new		
	ไร่ 8*8 เมตร ± 64 ตร.ม.			
	1600 ตร.ม.มี	1	ไร่	
	64 ตร.ม. มี	0.04	ไร่	
	ลิ้นจี่ 1 ไร่ มี	25	ตัน	

2. คำนวณหาปริมาณเศษกิ่งไม้ที่ได้จากการตัดแต่งกิ่งของพืชแต่ละชนิด

รายละเอียดข้อมูลที่น่ามาใช้ในการคำนวณ แสดงในโปรแกรม Microsoft excel ชื่อ ภาคผนวก ข ใน spreadsheet ชื่อ ชีวมวลจากการตัดแต่งกิ่ง

A	B	C	D
ไม้ที่ได้จากการตัดแต่งกิ่ง(kg./tree)			
อายุ(ปี)	ลำไย	มะม่วง	ลิ้นจี่
7	3.93		
8		8.605	
12			8.02
14		5.63	
14		5.73	
15	26.85		
17			20.95
20		7.74	17.40
20			20.1
21		20.62	
35			15.04
sum	30.78	48.33	81.51
Avg	15.39	9.67	16.30

<http://www.tropentag.de/2007/abstracts/full/387.pdf>

ตารางที่ ข.1.2 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณไม้ที่ได้จากการตัดแต่งกิ่ง

ชนิดพืช	ปริมาณเฉลี่ยของเศษไม้จากการตัดแต่งกิ่ง (kg./ต้น)	จำนวนต้นต่อไร่ (ต้น/ไร่)
ลำไย	15.39	20
มะม่วง	9.67	44
ลิ้นจี่	16.30	25

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณเศษกิ่งไม้ที่ได้จากการตัดแต่งกิ่งของพืชแต่ละชนิด แสดงดังต่อไปนี้
พืชลำไย

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณเศษกิ่งที่ได้จากการตัดแต่งกิ่ง} &= (15.39 \times 20)/1,000 \\ &= 0.31 \text{ ต้น/ไร่}\end{aligned}$$

จะได้ผลการคำนวณดังแสดงในตารางที่ ข.1.3

ตารางที่ ข.1.3 แสดงปริมาณเศษไม้ที่ได้จากการตัดแต่งกิ่ง

ชนิดพืช	ปริมาณเศษไม้จากการตัดแต่งกิ่ง (ต้น/ไร่)
ลำไย	0.31
มะม่วง	0.43
ลิ้นจี่	0.41

3. คำนวณหาชีวมวลไม้ในเขตพื้นที่ศึกษา 3 อำเภอ ของจังหวัดเชียงใหม่ จำนวนทั้งหมด 1,757

แปลง ด้วยสมการที่ 3.1 $P_r = A_r \times R_r$ เมื่อ

P_r คือ ปริมาณชีวมวลไม้ของแต่ละแปลง (ตัน)

A_r คือ ปริมาณพื้นที่เพาะปลูกพืชของแต่ละแปลง (ไร่)

R_r คือ เศษกิ่งไม้ (ตัน/ไร่)

จะได้ผลการคำนวณของปริมาณเศษไม้จากการตัดแต่งกิ่งของพืชแต่ละชนิด ดังภาพ

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	O
1	ยกข้อมูลศักยภาพไม่พื้นอำเภอฝาง						A_r	P_r	R_r	
2	อำเภอ	ชนิดพืช	แปลงที่	พิกัด	ระยะทาง(กม.)	เวลา(น.)	พื้นที่ปลูก(ไร่)	ปริมาณชีวมวลไม้ของแต่ละแปลง(ตัน/แปลง/ปี)	เศษกึ่ง (ton/ไร่)	
3	ฝาง	มะม่วง	1	19.919655° 99.169815°	10.9	17	11.6	4.93	ลำไย	0.31
4	ฝาง	มะม่วง	2	19.910505° 99.175793°	8.7	12	18.36	7.81	มะม่วง	0.43
5	ฝาง	มะม่วง	3	19.906721° 99.171320°	9.7	15	8.58	3.65	ลิ้นจี่	0.41
6	ฝาง	มะม่วง	4	19.891651° 99.185519°	10.8	16	3.16	1.34		
7	ฝาง	มะม่วง	5	19.889835° 99.184231°	11	16	13.69	5.82		
8	ฝาง	มะม่วง	6	19.884143° 99.199124°	10.2	14	3.61	1.54		
9	ฝาง	มะม่วง	7	19.876384° 99.195211°	11.2	15	5.87	2.50		
10	ฝาง	มะม่วง	8	19.875323° 99.153488°	17.8	27	5.27	2.24		
11	ฝาง	มะม่วง	9	19.861322° 99.185401°	13.7	18	10.07	4.28		
12	ฝาง	มะม่วง	10	19.837310° 99.188440°	18	25	10.06	4.28		
13	ฝาง	มะม่วง	11	19.837262° 99.132092°	23.6	29	5	2.13		
14	ฝาง	มะม่วง	12	19.768724° 99.115235°	29.8	39	11.15	4.74		

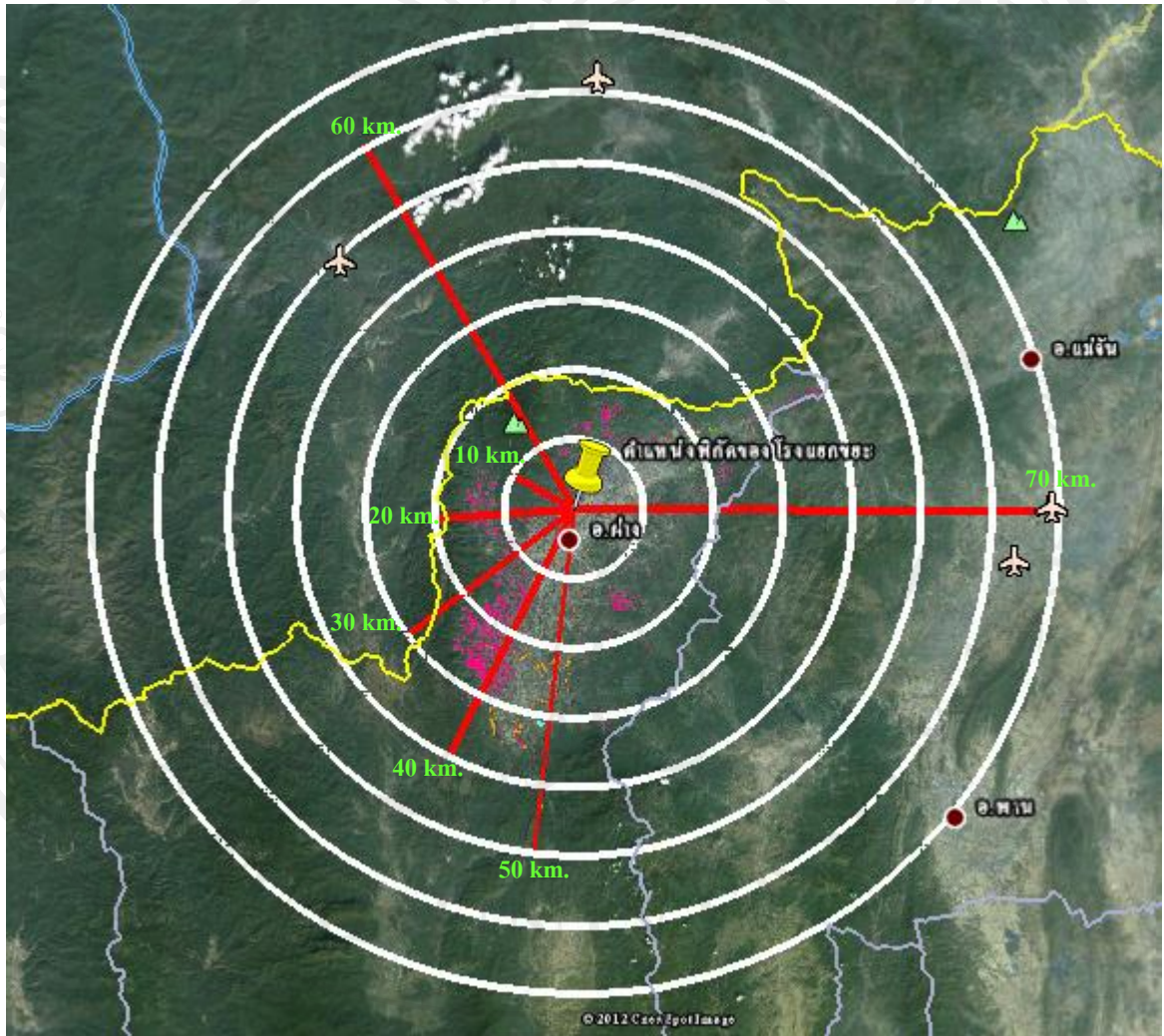
H	I	J	O
A_r	P_r	R_r	
พื้นที่ปลูก(ไร่)	ปริมาณชีวมวลไม้ของแต่ละแปลง(ตัน/แปลง/ปี)	เศษกึ่ง (ton/ไร่)	
11.6	4.93	ลำไย	0.31
18.36	7.81	มะม่วง	0.43
8.58	3.65	ลิ้นจี่	0.41
3.16	1.34		
13.69	5.82		
3.61	1.54		
5.87	2.50		
5.27	2.24		
10.07	4.28		
10.06	4.28		
5	2.13		
11 15	4 74		

$$P_r = A_r \times R_r$$

รายละเอียดและ ผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมด แสดงในโปรแกรม Microsoft Excel ชื่อ ภาคผนวก ข

ใน spread sheet ชื่อ ตารางศักยภาพฝาง ตารางศักยภาพแม่ข่าย และตารางศักยภาพไชยปราการ

4. ทำการประเมินศักยภาพชีวมวลในเขตอำเภอ ฝาง แม่ฮาย และไชยปราการ โดยจัดกลุ่มแปลงที่อยู่ห่างจากโรงแยกขยะ 0 ถึง 10, 10 ถึง 20, 20 ถึง 30 และเพิ่มขึ้นช่วงละ 10 km. จนกระทั่งสิ้นสุดที่ 70 กิโลเมตร ซึ่งยังอยู่ในเขต 3 อำเภอ จากนั้นหาผลรวมของปริมาณชีวมวลไม้พินจากทุกแปลง เพาะปลูกในแต่ละช่วงรัศมี แสดงผลดังภาพ



โดยรายละเอียดผลการคำนวณแสดงใน โปรแกรม Microsoft Excel ชื่อ ภาคผนวก ข ใน spread sheet ชื่อ รัศมี 0-10 ถึง รัศมี 60-70

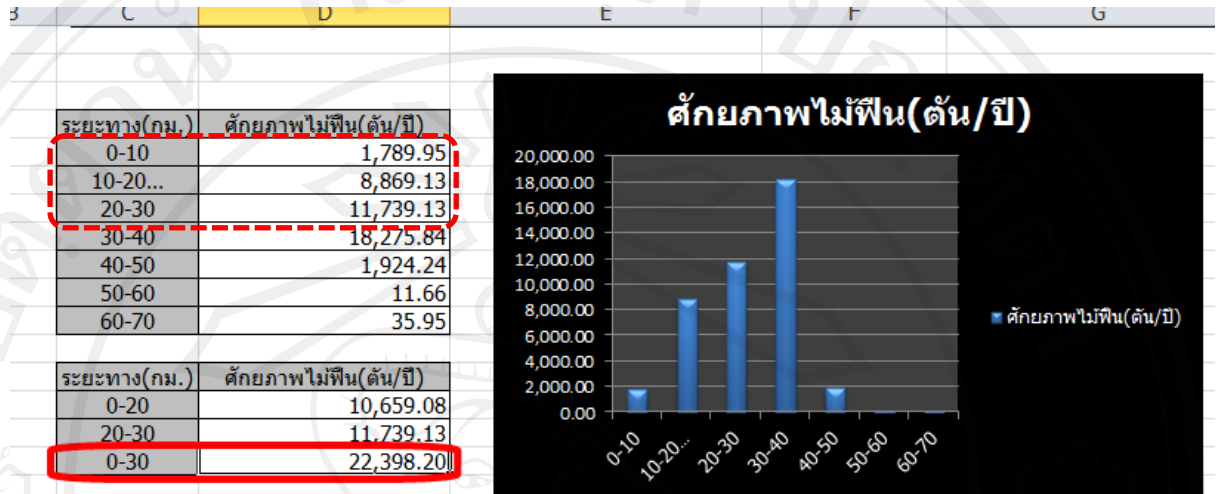
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ตารางแยกระยะทางของพืชทุกชนิด							
2	ลำดับ	อำเภอ	ชนิดพืช	แปลงที่	พิกัด	ระยะทาง(กม.)	พื้นที่ปลูก(ไร่)	จำนวนไม้พิน(ต้น/แปลง/ปี)
3	1	ฝาง	มะม่วง	2	19.910509	8.7	18.36	7.81
4	2	ฝาง	มะม่วง	3	19.90672	9.7	8.58	3.65
5	13	ฝาง	มะม่วง	14	19.890669	9.5	3.32	1.41
6	14	ฝาง	มะม่วง	15	19.911260	7.9	2.41	1.02
7	15	ฝาง	มะม่วง	16	19.93289	9.1	3.79	1.61
8	16	ฝาง	มะม่วง	17	19.93228	9.3	8.06	3.43
9	20	ฝาง	มะม่วง	21	19.91437	8.4	7.56	3.21
10	21	ฝาง	มะม่วง	22	19.91521	8.5	10.8	4.59
11	22	ฝาง	มะม่วง	23	19.91707	8.1	6.20	2.00

179	647	แม่เอย	ลิ้นจี่	648	7133° 99.2	9	12.13	4.94
180	778	แม่เอย	ลิ้นจี่	779	4319° 99.2	9.4	19.22	7.83
181	817	แม่เอย	ลิ้นจี่	818	5967° 99.2	7.6	4.74	1.93
182	818	แม่เอย	ลิ้นจี่	819	3156° 99.2	8	6.91	2.82
183	819	แม่เอย	ลิ้นจี่	820	4847° 99.2	8.3	26.36	10.74
184	842	แม่เอย	ลิ้นจี่	843	3577° 99.2	9	94.58	38.55
185	849	แม่เอย	ลิ้นจี่	850	4024° 99.2	5	11.54	4.70
186	850	แม่เอย	ลิ้นจี่	851	0569° 99.2	2.1	6.49	2.64
187	852	แม่เอย	ลิ้นจี่	853	4540° 99.2	5.3	20.90	8.52
188	853	แม่เอย	ลิ้นจี่	854	5730° 99.2	5.5	4.14	1.69
189	854	แม่เอย	ลิ้นจี่	855	7060° 99.2	10	30.91	12.60
190	863	แม่เอย	ลิ้นจี่	864	9486° 99.2	7.9	6.62	2.70
191	877	แม่เอย	ลิ้นจี่	878	7276° 99.2	6.6	9.89	4.03
192	888	แม่เอย	ลิ้นจี่	889	2259° 99.2	3	5.98	2.44
193	977	แม่เอย	ลิ้นจี่	978	0190° 99.2	5.1	57.85	23.58
194	978	แม่เอย	ลิ้นจี่	979	7279° 99.2	7.7	13.35	5.44
195	979	แม่เอย	ลิ้นจี่	980	2275° 99.2	8.5	8.57	3.49
196	980	แม่เอย	ลิ้นจี่	981	5646° 99.2	9.5	15.69	6.39
197	981	แม่เอย	ลิ้นจี่	982	4888° 99.2	8.1	25.82	10.52
198	982	แม่เอย	ลิ้นจี่	983	1773° 99.2	7.8	197.80	80.61
199	1013	แม่เอย	ลิ้นจี่	1014	3030° 99.2	10	169.58	69.11
200	1020	แม่เอย	ลิ้นจี่	1021	2292° 99.2	8.4	10.73	4.37
201					sum	0-10 km. ช่วงรัศมี 0 >= 10	4,430.39	1,789.95 ปริมาณเขี้ยวผลไม้พิน(ต้น/ปี)
202								
203								
204								

สรุปศักยภาพพืชแต่ละชนิด รัศมี 0-10 รัศมี 10-20 รัศมี 20-30 รัศมี 30-40 รัศมี 40-50 รัศมี 50-60 รัศมี 60-70

Ready

5. หาผลรวมของปริมาณชีวมวลไม้พื้จากทุกแปลงเพาะปลูกในแต่ละช่วงรัศมีที่เหลือ ได้ผลดังแสดงใน spread sheet ชื่อ “ตารางแยกระยะทางรวมพืช”



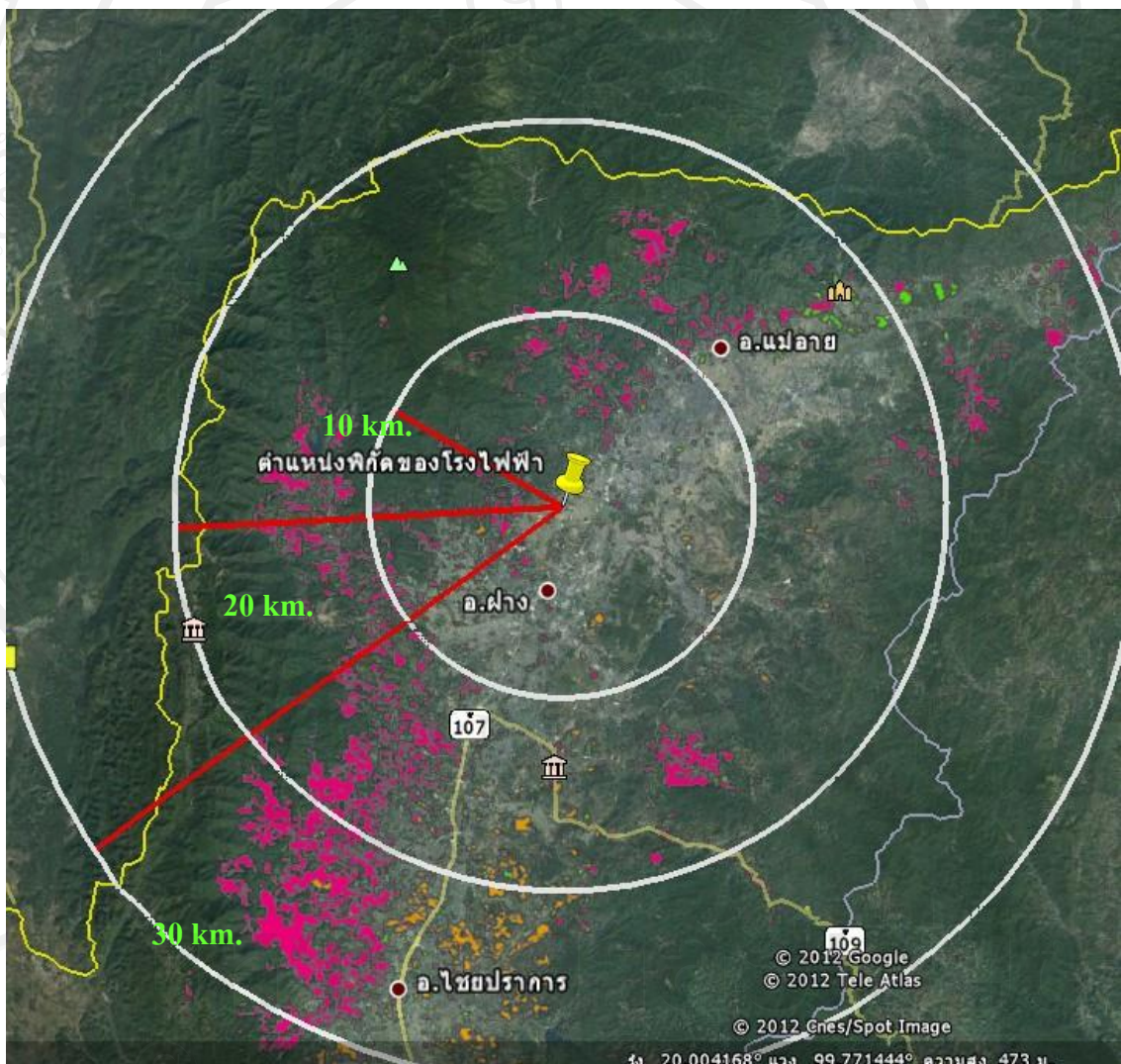
(นำข้อมูลมาจากแผนที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ปี พ.ศ. 2551 : กรมพัฒนาที่ดิน)

ข.2 การกำหนดขอบเขตพื้นที่จัดหาชีวมวลที่ป้อนเข้าสู่โรงแยกขยะ

หลังจากทราบศักยภาพเชิงปริมาณของชีวมวลเศษไม้ในแปลงเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิดแล้ว จึงทำการวิเคราะห์หาแหล่งชีวมวลที่มีศักยภาพเพียงพอต่อปริมาณที่ต้องส่งให้กับโรงแยกขยะคือ 9,125 ตัน/ปี ซึ่งจะกำหนดค่าเพื่อเป็น 2 เท่า หรือไม่ต่ำกว่า 20,000 ตัน/ปี โดยเริ่มจากการหาปริมาณชีวมวลรวมทุกแปลงในเขตรัศมีห่างจากโรงแยกขยะ 0-10 กิโลเมตร 10-20 กิโลเมตร ไปเรื่อยๆจนถึง 70 กิโลเมตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณชีวมวลรวมที่ได้จากแต่ละช่วงรัศมีแล้ว พบว่าในช่วงรัศมี 0-10 กิโลเมตร 10-20 กิโลเมตร และ 20-30 กิโลเมตร มีปริมาณชีวมวลรวมกันไม่ต่ำกว่า 20,000 ตัน/ปี ดังนั้นจึงกำหนดพื้นที่ศึกษาในช่วงรัศมีห่างจากโรงแยกขยะ ไม่เกิน 30 กิโลเมตร สรุปดังตารางที่ ก.2.1

ตารางที่ ข.2.1 ศักยภาพชีวมวลไม้ที่สามารถนำมาผลิตเชื้อเพลิงได้

รัศมีระยะห่างจากโรงแยกขยะ (km.)	จำนวนแปลง (แปลง)	ปริมาณกิ่งไม้ (ตัน/ปี)
0 – 10	198	1,789
10 – 20	587	8,869
20 – 30	467	11,739
รวม	1,252	22,397





ภาคผนวก ค

การประเมินต้นทุนและปริมาณการใช้พลังงานในระบบโลจิสติกส์ และการวิเคราะห์ความไว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค.1 การประเมินต้นทุนและปริมาณการใช้พลังงานในระบบโลจิสติกส์

ค.1.1 การประเมินต้นทุนในระบบโลจิสติกส์

กรณีไม่มีคลังจัดเก็บชีวมวล

1. หาจำนวนรอบขนส่งชีวมวลของรถบรรทุก

หลังจากกำหนดเขตพื้นที่ศึกษาแล้ว จึงทำการคำนวณหาจำนวนรอบขนส่งชีวมวลด้วยรถบรรทุก 3 ชนิด คือ รถบรรทุก 4 ล้อ 6 ล้อ และ 10 ล้อ ด้วยสมการที่ 3.2 โดยจะแสดงตัวอย่างการคำนวณดังนี้

ตารางที่ ค.1.1 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณหาจำนวนรอบขนส่งชีวมวลจากลำไยในแปลงที่ 38

ชนิดรถบรรทุก	น้ำหนักไม้ทั้งหมดบนรถบรรทุก (ตัน) W_w	น้ำหนักที่รถบรรทุกสามารถบรรทุกได้ (ตัน/รอบ) W_l
4 ล้อ	25.16	2
6 ล้อ	25.16	11
10 ล้อ	25.16	20

แสดงตัวอย่างการคำนวณหาจำนวนรอบขนส่งชีวมวลจากลำไยในแปลงที่ 38 ดังนี้

$$\text{จากสมการ} \quad N = \frac{W_w}{W_l}$$

$$\text{จะได้ว่า} \quad N = 25.16/2$$

$$N = 12.58$$

$$\text{ดังนั้น} \quad N = 12 \text{ รอบ}$$

ได้ผลดังแสดงในตารางที่ ค.1.2

ตารางที่ ค.1.2 แสดงผลการคำนวณหาจำนวนรอบขนส่งชีวมวลเต็มคันรถ

ชนิด รถบรรทุก	จำนวนรอบขนส่งชีวมวล (รอบ)	จำนวนรอบขนส่งชีวมวลเต็มคันรถ (รอบ)
4 ล้อ	12.58	12
6 ล้อ	2.29	2
10 ล้อ	1.26	1

ผลการคำนวณทั้งหมดแสดงใน File excel ชื่อ ภาคผนวก ค

เมื่อคำนวณในลักษณะเดียวกัน จนกระทั่งครบทั้งหมด 1,252 แปลงแล้ว ข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปนั้น จะเลือกแปลงเพาะปลูกที่มีปริมาณเพียงพอที่จะขนส่งได้เต็มคันรถ สำหรับรถบรรทุกแต่ละชนิดเท่านั้น หากมีรอบที่บรรทุกไม่เต็มคันรถ ก็จะทำการตัดออกให้เหลือเพียงรอบที่สามารถบรรทุกได้เต็มคันรถเท่านั้น จะได้ผลการคำนวณทั้งหมดแสดงใน File excel ชื่อ “ภาคผนวก ค”

ภาพ ค.1.1 แสดงผลการคำนวณจำนวนรอบขนส่งชีวมวล

1	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	ทุกแปลงประเภท							กรณีขนส่งด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ บรรทุกได้ 2 ตัน		เต็มคันรถ
3	ลำดับ	อำเภอ	ชนิดพืช	แปลงที่	พิกัด	ระยะทาง(กม.)	พื้นที่ปลูก(ไร่)	จำนวนไม่พิน(ตัน/แปลง/ไร่)	จำนวนรอบขนส่ง(รอบ/แปลง/ไร่)	จำนวนรอบขนส่งจริง
53	411	แม่เอย	ลิ้นจี่	412	5072° 99.1	6.6	4.95	2.02	1.01	1.00
54	555	แม่เอย	ลิ้นจี่	556	5207° 99.2	6.9	5.15	2.10	1.05	1.00
55	646	แม่เอย	ลิ้นจี่	647	3877° 99.2	7.5	5.15	2.10	1.05	1.00
56	162	ฝาง	ลิ้นจี่	163	1764° 99.1	8.3	5.17	2.11	1.05	1.00
57	104	ฝาง	ลิ้นจี่	105	3380° 99.2	2.1	5.22	2.13	1.06	1.00
58	34	ฝาง	มะม่วง	35	5811° 99.1	8.2	5.1	2.17	1.08	1.00
59	205	แม่เอย	มะม่วง	206	5010° 99.2	8.8	5.11	2.17	1.09	1.00
60	349	แม่เอย	ลำไย	350	3506° 99.2	7.6	7.18	2.21	1.11	1.00
61	182	ฝาง	ลิ้นจี่	183	5071° 99.1	3.1	5.51	2.25	1.12	1.00
62	401	ฝาง	ลิ้นจี่	402	5234° 99.2	6.1	5.73	2.34	1.17	1.00
63	360	แม่เอย	ลำไย	361	1037° 99.2	6.5	7.59	2.34	1.17	1.00
64	365	แม่เอย	ลำไย	366	3107° 99.2	6.7	7.63	2.35	1.17	1.00
65	94	แม่เอย	มะม่วง	95	5807° 99.2	7.2	5.53	2.35	1.18	1.00
66	92	แม่เอย	มะม่วง	93	4814° 99.2	9.6	5.64	2.40	1.20	1.00
67	888	แม่เอย	ลิ้นจี่	889	2259° 99.2	3	5.98	2.44	1.22	1.00
68	93	แม่เอย	มะม่วง	94	3043° 99.2	7	5.8	2.47	1.23	1.00
69	364	แม่เอย	ลำไย	365	0947° 99.2	9.3	8.29	2.55	1.28	1.00

J	K	L
กรณีขนส่งด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ บรรทุกได้ 2 ตัน		เต็มคันรถ
จำนวนไม้พื้น(ตัน/แปลง/ไร่)	จำนวนรอบขนส่ง(รอบ/แปลง/ไร่)	จำนวนรอบขนส่งจริง
2.02	1.01	1.00
2.10	1.05	1.00
2.10	1.05	1.00
2.11	1.05	1.00
2.13	1.06	1.00
2.17	1.08	1.00
2.17	1.09	1.00
2.21	1.11	1.00
2.25	1.12	1.00
2.34	1.17	1.00
2.34	1.17	1.00
2.35	1.17	1.00
2.35	1.18	1.00
2.40	1.20	1.00
2.44	1.22	1.00
2.47	1.23	1.00
2.55	1.28	1.00
2.58	1.29	1.00
2.64	1.32	1.00
2.64	1.32	1.00
2.68	1.34	1.00
รวม	รวม	รวม

2. การหาปริมาณขนส่งชีวมวลด้วยรถบรรทุกแต่ละชนิด

จากสมการที่ 3.3 คำนวณหาปริมาณขนส่งชีวมวลด้วยรถบรรทุกแต่ละชนิด ดังแสดงในตัวอย่าง ต่อไปนี้

$$\text{จากสมการ} \quad U = N \times W_l$$

$$\text{จะได้ว่า} \quad U = 12 \times 2$$

$$\text{ดังนั้น} \quad U = 24 \text{ ตัน}$$

ผลการคำนวณหาปริมาณของขนส่งชีวมวลด้วยรถบรรทุกแต่ละชนิด แสดงใน File excel ชื่อ “ภาคผนวก ก”

3. การคำนวณหาต้นทุนในจัดหาชีวมวลเศษไม้

การคำนวณหาต้นทุนในการจัดหาชีวมวลเศษไม้ ประกอบไปด้วย ต้นทุนของชีวมวลเศษไม้ และต้นทุนในการจ้างแรงงานเพื่อขนถ่าย โดยต้นทุนของชีวมวลเศษไม้ คำนวณได้จากสมการที่ 3.4

$$LC = L_A \times LN \times T_l \quad (3.4)$$

$$BC = U \times B_A \quad (3.5)$$

เมื่อ

LC	คือ	ค่าแรงงาน	(บาท)
L_A	คือ	ค่าแรงงานต่อวัน	(บาท/วัน)
BC	คือ	ต้นทุนจัดซื้อไม้ฟืน	(บาท)
B_A	คือ	ค่าไม้ฟืนต่อตัน	(บาท/ตัน)
U	คือ	ปริมาณวัตถุดิบที่ขนส่ง	(ตัน)
LN	คือ	จำนวนแรงงาน	(คน)
T_l	คือ	เวลารวมที่ใช้ในกิจกรรมขนส่งจากต้นทางไปยังปลายทาง	(ชั่วโมง)

โดยที่ ค่าแรงงาน คือ 300 บาท/วัน ชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน คิดเป็น 37.5 บาทต่อชั่วโมง

ค่าไม้ฟืน คือ 300 บาท/ตัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ ค.1.3

ตารางที่ ค.1.3 แสดงผลการคำนวณหาต้นทุนค่าจ้างแรงงานในการขนถ่ายชีวมวล

ชนิด รถบรรทุก	ราคาแรงงานต่อ ชั่วโมง (บาท/ ชั่วโมง) L_A	จำนวน แรงงาน (คน) LN	เวลาทั้งหมดใน การขนถ่าย (ชั่วโมง) T_l	ค่าแรงงานใน การขนถ่าย (บาท) LC	ค่าแรงงานในการขน ถ่ายต่อตัน (บาท/ตัน) LC / U
4 ล้อ	37.50	2	6,985.47	523,910.03	24.74
6 ล้อ	37.50	4	1,790.54	268,581.00	15.82
10 ล้อ	37.50	6	804.69	181,054.13	12.04

จากสมการที่ 3.5 ได้ผลการคำนวณหาต้นทุนค่าจ้างแรงงานในการขนถ่ายชีวมวล ดังแสดงในตาราง ค.1.4

ตารางที่ ค.1.4 แสดงผลการคำนวณหาต้นทุนในการจัดซื้อไม้ฟืน

ชนิด รถบรรทุก	น้ำหนักบรรทุก (ตัน)	ปริมาณที่ขนส่งมา จัดเก็บ (ตัน) U	ค่าไม้ฟืน (บาท/ตัน)	ต้นทุนจัดซื้อไม้ฟืน (บาท)
4 ล้อ	2	21,176	300	6,352,800
6 ล้อ	11	16,973	300	5,091,900
10 ล้อ	20	15,040	300	4,512,000

ผลรวมต้นทุนในการจัดหาชีวมวลเศษไม้ได้จากผลรวมในตารางที่ ค.1.3 และ ค.1.4 โดยแสดงผลในตารางที่ ค.1.5

ตารางที่ ค.1.5 แสดงผลการคำนวณต้นทุนในการจัดหาชีวมวลเศษไม้

ชนิด รถบรรทุก	ต้นทุนจัดซื้อ ไม้ฟืน (บาท) BC	ค่าแรงงานในการ ขนถ่าย (บาท) LC	ต้นทุนในการจัดหา ชีวมวลเศษไม้ (บาท) $= (BC + LC)$	ต้นทุนในการจัดหา ชีวมวลเศษไม้ (บาท/ตัน) $(BC + LC) / U$
4 ล้อ	6,352,800	523,910.03	6,876,710	324.74
6 ล้อ	5,091,900	268,581.00	5,360,481	315.82
10 ล้อ	4,512,000	181,054.13	4,693,054	312.04

4. การคำนวณหาต้นทุนการขนส่ง

คำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกิจกรรมขนส่งชีวมวล ซึ่งจะประกอบไปด้วย ค่าจ้างแรงงาน ค่าเช่ายานพาหนะ และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง โดยจะเปรียบเทียบระบบการขนส่งชีวมวลของรถบรรทุกแต่ละชนิดได้แก่ รถบรรทุก 4 ล้อ, รถบรรทุก 6 ล้อ, รถบรรทุก 10 ล้อ และพิจารณาในส่วน of ต้นทุน เพื่อวิเคราะห์หาระบบขนส่งที่เหมาะสมที่สุด โดยสมการที่ใช้คำนวณ แสดงดังต่อไปนี้

- การคำนวณหาค่าแรงงานในการขับรถขนส่ง

จากสมการที่ 3.4 ผลการคำนวณหาค่าแรงงานในการขับรถขนส่งแสดงดังตารางที่ ค.1.6

ตารางที่ ค.1.6 แสดงผลการคำนวณหาค่าแรงงานในการขับรถขนส่ง

ชนิดรถบรรทุก	ราคาแรงงาน (บาท/ ชั่วโมง) L_A	เวลาทั้งหมดในการขน ถ่าย (ชั่วโมง) T_l	ค่าแรงงานในการขับรถ ขนส่ง (บาท) LC
4 ล้อ	37.50	6985.46	261,955
6 ล้อ	37.50	1790.54	67,145
10 ล้อ	37.50	804.685	30,175

- การคำนวณค่าเช่ายานพาหนะ

จากสมการที่ 3.8

$$C_t = C_l + C_f + LC \quad (3.6)$$

$$C_l = T_l \times C_r \quad (3.8)$$

$$C_f = \left(\frac{D}{F_r}\right) \times F \quad (3.9)$$

เมื่อ

C_t คือ ต้นทุนรวมขนส่งจากต้นทางไปยังปลายทาง (บาท)

C_l คือ ค่าเช่ารถบรรทุกจากต้นทางไปยังปลายทาง (บาท)

C_f คือ ค่าเชื้อเพลิงรถบรรทุกจากต้นทางไปยังปลายทาง (บาท)

LC คือ ค่าแรงงาน (บาท)

C_e คือ ต้นทุนค่าขนส่งต่อหน่วยจากต้นทางไปยังปลายทาง (บาท/ตัน)

U คือ ปริมาณวัตถุดิบที่ขนส่ง (ตัน)

T_l คือ เวลารวมที่ใช้ในกิจกรรมขนส่งจากต้นทางไปยังปลายทาง (ชั่วโมง)

C_r คือ ค่าเช่ารถบรรทุก (บาท/ชั่วโมง)

D คือ ระยะทางขนส่งทั้งหมดรวมไป-กลับ (กิโลเมตร)

F คือ ราคาเชื้อเพลิง (บาท/ลิตร)

F_r คือ อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลเมตร/ลิตร)

ผลการคำนวณหาค่าเช่ายานพาหนะแสดงดังตารางที่ ค.1.7

ตารางที่ ค.1.7 แสดงผลการคำนวณหาค่าเช่ายานพาหนะ

ชนิด รถบรรทุก	ค่าเช่ายานพาหนะ (บาท/ ชั่วโมง) C_r	เวลาทั้งหมดในการขน ถ่าย (ชั่วโมง) T_l	ต้นทุนค่าเช่ายานพาหนะ (บาท) C_l
4 ล้อ	250	6,985.46	1,746,366
6 ล้อ	312.5	1,790.54	559,543
10 ล้อ	625	804.685	502,928

- การคำนวณหาค่าเชื้อเพลิงดีเซล

จากสมการที่ 3.9 ผลคำนวณหาค่าเชื้อเพลิงดีเซลแสดงดังตารางที่ ค.1.8

ตารางที่ ค.1.8 แสดงผลคำนวณหาค่าเชื้อเพลิงดีเซล

ชนิด รถบรรทุก	ราคาเชื้อเพลิง ดีเซล (บาท/ลิตร) F	ระยะทางขนส่ง ทั้งหมด (km.) D	อัตราสิ้นเปลือง เชื้อเพลิง (km./ลิตร) F_r	ค่าเชื้อเพลิง ดีเซล (บาท) C_f
4 ล้อ	31.13	276,490	8.68	991,607
6 ล้อ	31.13	61,142	7.20	264,355
10 ล้อ	31.13	25,721	3.07	260,813

- การคำนวณหาต้นทุนรวมขนส่งจากต้นทางไปยังปลายทาง

จากสมการที่ 3.6 ผลคำนวณหาต้นทุนรวมขนส่งจากต้นทางไปยังปลายทางแสดงดังตารางที่ ค.1.9

ตารางที่ ค.1.9 แสดงผลการคำนวณหาต้นทุนรวมขนส่งจากต้นทางไปยังปลายทาง

ชนิด รถบรรทุก	ค่าแรงงานในการขับ รถขนส่ง (บาท) LC	ต้นทุนค่าเช่า ยานพาหนะ (บาท) C_l	ค่าเชื้อเพลิง ดีเซล (บาท) C_f	ต้นทุนรวม ขนส่ง (บาท) C_t
4 ล้อ	261,955	1,746,366	991,607	2,999,929
6 ล้อ	67,145	559,543	264,355	891,044
10 ล้อ	30,175	502,928	260,813	793,917

5. การคำนวณหาค่าก่อสร้างโกดังเก็บชีวมวล

- ตัวอย่างการคำนวณหาค่าก่อสร้างโกดังเก็บชีวมวล

ดอกเบี้ยเงินกู้แท้จริง = ดอกเบี้ยเงินกู้ (MLR) ภายในประเทศ-อัตราเงินเฟ้อ

$$= 7.6 - 1.2$$

$$= 6.4$$

จากสูตรคำนวณเงินงวดผ่อนชำระเงินกู้ต่อเดือน

เงินงวดรายเดือน = วงเงินกู้ x ตัวเลขในตารางค่าคงที่ช่องอัตราดอกเบี้ยแถวตั้ง (i) ที่ตรงกับช่อง
ระยะเวลากู้แถวนอน (n)

เมื่อขนส่งด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ จะได้ว่า

$$\text{เงินงวดรายปี} = 137,344,000 \times 0.0062553 \times 12$$

$$= 10,309,535 \text{ บาท/ปี}$$

ดังนั้น ค่าก่อสร้างโกดัง ต่อหน่วย = $10,309,535 / 21,176$

$$= 486.85 \text{ บาท/ตัน/ปี}$$

ได้ผลการคำนวณทั้งหมด แสดงดังตารางที่ ค.1.10

ตารางที่ ค.1.10 แสดงผลการคำนวณค่าก่อสร้างโกดังเก็บชีวมวล

ชนิดรถบรรทุก	จำนวนไม้พิน (ตัน)	ค่าสร้างโกดัง (บาท)	เงินผ่อนค่าสร้าง โกดัง (บาท/ปี)	เงินผ่อน (บาท/ ตัน/ปี)
4 ล้อ	21,176	137,344,000	10,309,535	486.85
6 ล้อ	16,973	109,620,000	8,228,472	484.80
10 ล้อ	15,040	97,440,000	7,314,197	486.32

- การคำนวณหาค่าเช่าที่ดิน

ค่าเช่าที่ดิน (บาท) = (ราคาเช่าที่ดิน (บาท/ไร่/ปี) x พื้นที่เช่าที่ดิน (ไร่)) / จำนวนไม้พิน(ตัน)

ตัวอย่างการคำนวณค่าเช่าที่ดิน สำหรับรถบรรทุก 4 ล้อ

$$\text{ค่าเช่าที่ดิน (บาท)} = (3000 \text{ (บาท/ไร่/ปี)} \times 74 \text{ (ไร่)}) / 21,176 \text{ (ตัน)}$$

$$= 10.48 \text{ (บาท/ตัน/ปี)}$$

ตารางที่ ค.1.11 แสดงผลการคำนวณหาค่าเช่าที่ดิน

ชนิดรถบรรทุก	ราคาเช่าที่ดิน (บาท/ไร่/ปี)	พื้นที่เช่าที่ดิน (ไร่)	ค่าเช่าที่ดิน (บาท)	ค่าเช่าที่ดิน (บาท/ตัน/ปี)
4 ล้อ	3000	74	222,000	10.48
6 ล้อ	3000	59.06	177,187.05	10.44
10 ล้อ	3000	52.50	157,500	10.47

- การคำนวณค่าจัดเก็บชีวมวล

ค่าใช้จ่ายในส่วนของการจัดเก็บชีวมวล จะกำหนดให้เป็น 5% ของค่าก่อสร้างโกดัง แสดงผลการคำนวณดังตารางที่ ค.1.12

ตารางที่ ค.1.12 แสดงผลการคำนวณค่าจัดเก็บชีวมวล

ชนิดรถบรรทุก	จำนวนไม้ฟืน (ตัน)	เงินผ่อนค่าก่อสร้างโกดัง (บาท/ปี)	ค่าจัดเก็บชีวมวล (บาท/ปี)	ค่าจัดเก็บชีวมวล (บาท/ตัน/ปี)
4 ล้อ	21,176	10,309,535	515,476.75	24.34
6 ล้อ	16,973	8,228,472	411,423.59	24.24
10 ล้อ	15,040	7,314,197	365,709.86	24.32

- การคำนวณค่าใช้จ่ายรวมในการก่อสร้างและจัดเก็บ

ตารางที่ ค.1.13 แสดงผลการคำนวณค่าใช้จ่ายรวมในการก่อสร้างและจัดเก็บ

ชนิดรถบรรทุก	ค่าสร้างโกดัง (บาท/ปี)	ค่าจัดเก็บชีวมวล (บาท/ปี)	ค่าเช่าที่ดิน (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายรวมในการก่อสร้าง (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายรวมในการก่อสร้างและจัดเก็บ (บาท/ตัน/ปี)
4 ล้อ	10,309,535	515,476.75	222,000	11,047,012	521.68
6 ล้อ	8,228,472	411,423.59	177,187.05	8,817,083	519.48
10 ล้อ	7,314,197	365,709.86	157,500	7,837,407	521.10

6. การคำนวณหาต้นทุนรวม

จากสมการที่ 3.13

$$TC = FC + VC_1 + VC_2 \quad (3.13)$$

$$FC = HC + MC \quad (3.14)$$

$$VC_1 = LC + BC + C_l + C_f \quad (3.15)$$

$$VC_2 = LC + C_l + C_f \quad (3.16)$$

เมื่อ

TC	คือ	ต้นทุนรวม	(บาท)
FC	คือ	ต้นทุนคงที่	(บาท)
VC_1	คือ	ต้นทุนผันแปร	(บาท)
VC_2	คือ	ต้นทุนผันแปร(กรณีมีคลังเก็บย่อย)	(บาท)
HC	คือ	ค่าก่อสร้างคลังเก็บย่อย	(บาท)
LC	คือ	ค่าแรงงาน	(บาท)
BC	คือ	ค่าวัสดุคิ	(บาท)
MC	คือ	ค่าการเก็บรักษา	(บาท)
C_l	คือ	ค่าเช่ารถบรรทุกจากคันทางไปยังปลายทาง	(บาท)
C_f	คือ	ค่าเชื้อเพลิงรถบรรทุกจากคันทางไปยังปลายทาง	(บาท)

ผลการคำนวณหาต้นทุนรวม แสดงผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ ค.1.14

ตารางที่ ค.1.14 แสดงผลการคำนวณหาต้นทุนรวม

ชนิดรถบรรทุก	ค่าจัดหาชีว มวล (บาท) $LC + BC$	ค่าขนส่ง (บาท) $LC + C_l + C_f$	ค่าก่อสร้างและ จัดเก็บ (บาท) $HC + MC$	ต้นทุนรวม (บาท) TC	ต้นทุนรวม ต่อหน่วย (บาท/ตัน/ปี)
4 ล้อ	6,876,710	2,999,929	11,047,012	20,923,651	988
6 ล้อ	5,360,481	891,044	8,817,083	15,068,608	888
10 ล้อ	4,693,054	793,917	7,837,407	13,324,378	886

ค.1.2 การประเมินปริมาณการใช้พลังงานในระบบโลจิสติกส์

1. คำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานในกิจกรรมโลจิสติกส์

จากสมการที่ 3.19

$$E = \left(\frac{D}{F_r} \right) \times H \quad (3.19)$$

เมื่อ

 E คือ พลังงานที่ใช้ไปของรถบรรทุกจากแหล่งชีวมวลไปยังโรงแยกขยะ (เมกะจูล) D คือ ระยะทางขนส่งทั้งหมดรวมไป-กลับจากแหล่งชีวมวลไปยังโรงแยกขยะ (กิโลเมตร) H คือ ค่าความร้อนของน้ำมันดีเซล (เมกะจูล/ลิตร) F_r คือ อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลเมตร/ลิตร)

จะได้ผลการคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานในกิจกรรมโลจิสติกส์ดังแสดงในตารางที่ ค.1.15

ตารางที่ ค.1.15 แสดงผลการคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานในกิจกรรมโลจิสติกส์

ชนิดรถบรรทุก	ค่าความร้อน ดีเซล (เมกะ จูล/ลิตร) H	อัตรา สิ้นเปลือง เชื้อเพลิง (km./ลิตร) F_r	ระยะทาง ขนส่งทั้งหมด (Km.) D	ปริมาณการ ใช้พลังงาน (เมกะจูล) E	ปริมาณการ ใช้พลังงาน ต่อหน่วย (เม กะจูล/ตัน)
4 ล้อ	36.42	8.68	276,491	1,160,114	54.78
6 ล้อ	36.42	7.2	61,142	306,278	18.22
10 ล้อ	36.42	3.07	25,721	305,134	20.29

ค.2 การวิเคราะห์ความไว

คำนวณหาต้นทุนรวมที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อตัวแปรราคาชีวมวล ค่าแรงงาน และราคาเชื้อเพลิง เพิ่มขึ้น 40% โดยกำหนดให้ ราคาของตัวแปรแต่ละชนิดเพิ่มขึ้น 40% และกำหนดให้ตัวแปรอื่นมีค่าคงที่ จากนั้นจึงคำนวณหาราคาต้นทุนรวมหลังการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร เพื่อเปรียบเทียบกับราคาต้นทุนรวมก่อนการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร ว่า ราคาต้นทุนรวมมีการเปลี่ยนแปลงไปที่เปอร์เซ็นต์ โดยตารางเปรียบเทียบผลต่างแสดงแสดงดังภาพ ค.2.1 ค.2.2 และ ค.

2.3

ภาพ ค.2.1 แสดงผลการวิเคราะห์ความไว เมื่อราคาข้าวมวลเพิ่มขึ้น 40%

ยานพาหนะ	รถบรรทุก 4 ล้อ			รถบรรทุก 6 ล้อ			รถบรรทุก 10 ล้อ		
	0	เพิ่มขึ้น 40%	ความต่าง %	0	เพิ่มขึ้น 40%	ความต่าง %	0	เพิ่มขึ้น 40%	ความต่าง %
	ต้นทุนรวม(บาท/ตัน)								
กิจกรรม									
ค่าจัดหาข้าวมวล	324.74	444.74	0.27	315.82	435.82	0.28	312.04	432.04	0.28
ค่าขนส่ง	141.67	146.61	0.03	52.50	54.08	0.03	52.79	53.59	0.01
ค่าก่อสร้างโกดังและจัดเก็บ	522	522	0.00	519	519	0.00	521	521	0.00
ต้นทุนรวมต่อหน่วย	988.41	1,113.36	11.22	887.32	1,008.90	12.05	885.83	1,006.63	12.00

ภาพ ค.2.2 แสดงผลการวิเคราะห์ความไว เมื่อราคาเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 40%

ยานพาหนะ	รถบรรทุก 4 ล้อ			รถบรรทุก 6 ล้อ			รถบรรทุก 10 ล้อ		
	0	เพิ่มขึ้น 40%	ความต่าง %	0	เพิ่มขึ้น 40%	ความต่าง %	0	เพิ่มขึ้น 40%	ความต่าง %
	ต้นทุนรวม(บาท/ตัน)								
กิจกรรม									
ค่าจัดหาข้าวมวล	324.74	324.74	0.00	315.82	315.82	0.00	312.04	312.04	0.00
ค่าขนส่ง	141.67	160.40	0.12	52.50	58.73	0.11	52.79	59.72	0.12
ค่าก่อสร้างโกดังและจัดเก็บ	522	522	0.00	519	519	0.00	521	521	0.00
ต้นทุนรวมต่อหน่วย	988.41	1,007.14	1.86	887.32	893.55	0.70	885.83	892.76	0.78

ภาพ ก.2.3 แสดงผลการวิเคราะห์ความไว เมื่อราคาแรงงานเพิ่มขึ้น 40%

ยานพาหนะ	รถบรรทุก 4 ล้อ			รถบรรทุก 6 ล้อ			รถบรรทุก 10 ล้อ		
	0	เพิ่มขึ้น 40%	ความต่าง %	0	เพิ่มขึ้น 40%	ความต่าง %	0	เพิ่มขึ้น 40%	ความต่าง %
	ต้นทุนรวม(บาท/ตัน)								
กิจกรรม									
ค่าจัดหาขีวมวล	324.74	334.64	0.03	315.82	322.15	0.02	312.04	316.85	0.02
ค่าขนส่ง	141.67	146.61	0.03	52.50	54.08	0.03	52.79	53.59	0.01
ค่าก่อสร้างโกดังและจัดเก็บ	522	522	0.00	519	519	0.00	521	521	0.00
ต้นทุนรวมต่อหน่วย	988.41	1,003.25	1.48	887.32	895.23	0.88	885.83	891.44	0.63

โดยรายละเอียดการคำนวณและผลลัพธ์ทั้งหมดแสดงใน โปรแกรม Microsoft excel ชื่อ “Model1 ไม่มีคลังเก็บย่อย” ใน spread sheet ชื่อ “ต้นทุน, พลังงาน, ความไว”

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

กรณีมีคลังเก็บย่อย

สำหรับการประเมินต้นทุนและปริมาณการใช้พลังงานในระบบโลจิสติกส์ และการวิเคราะห์ความไวในกรณีมีคลังเก็บย่อยนั้น จะมีขั้นตอนการคำนวณคล้ายคลึงกับกรณีไม่มีคลังเก็บย่อย แต่จะมีขั้นตอนที่เพิ่มขึ้นคือ

1. การหาตำแหน่งโกดังเก็บชีวมวลโดยใช้วิธีการหาศูนย์กลางของการขนส่ง (Center of Gravity) ซึ่งรายละเอียดการคำนวณได้อธิบายไว้ในภาคผนวก ก หัวข้อ ก.3 การคำนวณหาตำแหน่งที่ตั้งคลังเก็บย่อย
2. ในส่วนของการขนส่งจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 การขนส่งชีวมวลจากแหล่งชีวมวลไปยังคลังเก็บย่อยด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ ช่วงที่ 2 การขนส่งชีวมวลจากคลังเก็บย่อยไปยังโรงแยกขยะด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ หรือ 10 ล้อ เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการเปรียบเทียบการขนส่งกรณีนี้ใน 2 รูปแบบ คือ 1. ใช้รถบรรทุก 4 ล้อ ขนส่งชีวมวลจากแหล่งชีวมวลไปยังคลังเก็บย่อย และใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ขนส่งชีวมวลจากคลังเก็บย่อยไปยังโรงแยกขยะ เปรียบเทียบกับ 2. ใช้รถบรรทุก 4 ล้อ ขนส่งชีวมวลจากแหล่งชีวมวลไปยังคลังเก็บย่อย และใช้รถบรรทุก 10 ล้อ ขนส่งชีวมวลจากคลังเก็บย่อยไปยังโรงแยกขยะ เปรียบเทียบกับ ดังนั้นในการหาจำนวนรอบและปริมาณขนส่งชีวมวลของรถบรรทุกสำหรับการขนส่งช่วงที่ 1 จะคำนวณด้วยขนาดบรรทุกของรถบรรทุก 4 ล้อ เท่านั้น จากนั้นจึงคำนวณหาจำนวนรอบขนส่งชีวมวลสำหรับการขนส่งช่วงที่ 2 ด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ และ 10 ล้อ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณในขั้นตอนต่อไป
3. การก่อสร้างคลังเก็บย่อย จะคิดค่าก่อสร้าง 2 คลัง คือ คลังที่ 1 อยู่ในช่วงรัศมี 0-20 กิโลเมตร และ คลังที่ 2 อยู่ในช่วงรัศมี 20-30 กิโลเมตร ในขณะที่กรณีไม่มีคลังเก็บย่อยนั้น จะมีการสร้างคลังเก็บชีวมวล 1 คลัง ที่ตำแหน่งที่ตั้งโรงแยกขยะ

โดยรายละเอียดและผลการคำนวณสำหรับกรณีมีคลังเก็บย่อยจะแสดงในโปรแกรม Microsoft excel ชื่อ “Model2 มีคลังเก็บย่อย”



ภาคผนวก ง

ที่มาของข้อมูลที่ใช้ในป้อนในแบบจำลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลทางการเกษตร

ไม้ฟืนที่ได้จากการตัดแต่งกิ่งของพืช

คำนวณหาค่าเฉลี่ยจากกราฟแท่งดังภาพ แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปป้อนเข้าแบบจำลองในขั้นตอนต่อไป โดยจะแสดงรายละเอียดการคำนวณค่าเฉลี่ยในโปรแกรม Microsoft Excel ชื่อ “ภาคผนวก ข” ใน spreadsheet ชื่อ “ชีวมวลจากการตัดแต่งกิ่ง”

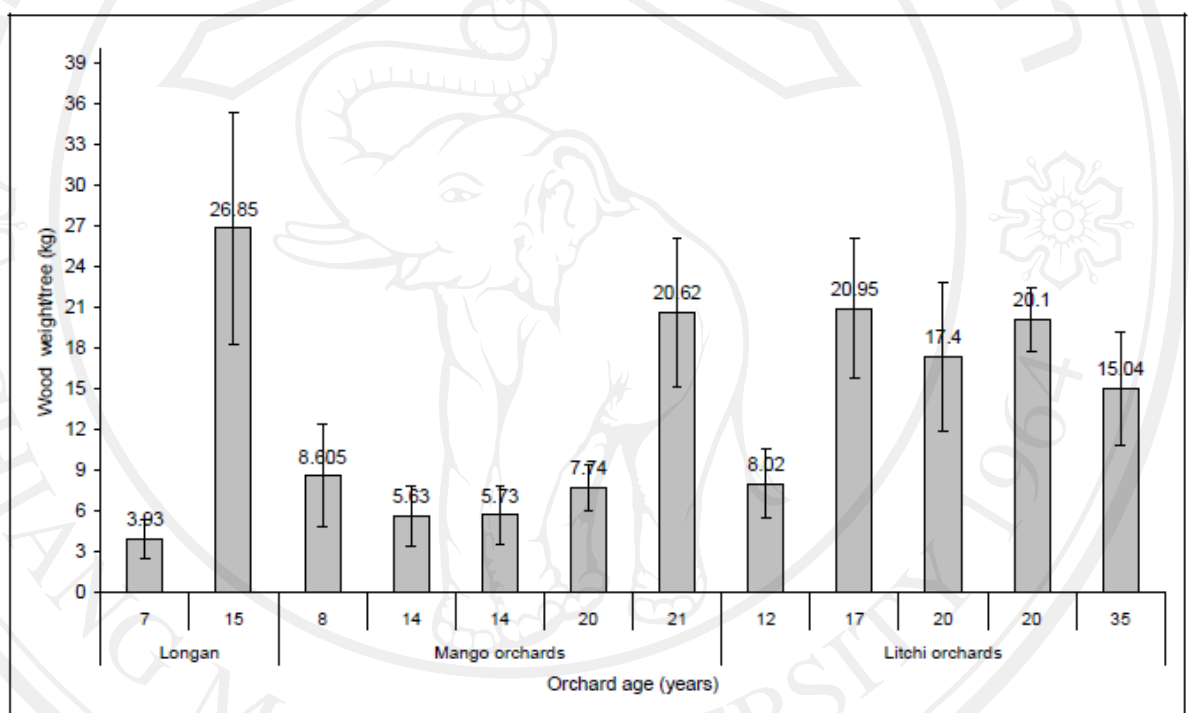


Figure 1: Measured pruning wood generated per tree in 2007

<http://www.tropentag.de/2007/abstracts/full/387.pdf>

ที่มา : Availability and Potential of Local Biomass Resources as Fuel for Drying of Tropical

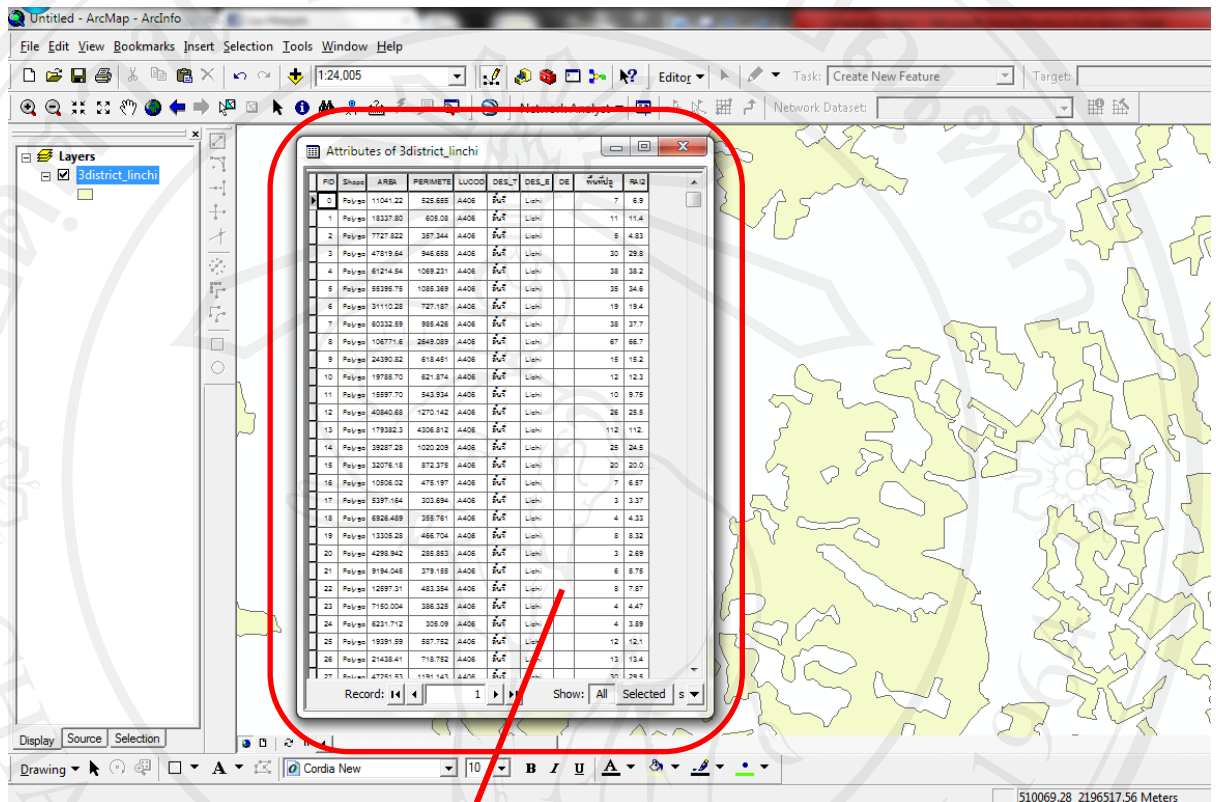
Fruits in Northern Thailand, Marcus Nagle และคณะ

ข้อมูลแผนที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS: Geographic Information System)

จากสถานีพัฒนาที่ดิน เชียงใหม่

ข้อมูลแผนที่เพาะปลูกพืชของ อำเภอ ฝาง แม่สาย และไชยปราการ ปี 2551 ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบ Shape File  แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับ จำนวนพื้นที่เพาะปลูก ตำแหน่ง และประเภท

ของพืชที่เพาะปลูกในแต่ละแปลงโดยจะสามารถเปิด File ประเภทนี้ได้ด้วยโปรแกรม ArcGIS 9 โดยลักษณะของข้อมูลเมื่อเปิดโปรแกรม จะแสดงดังภาพ



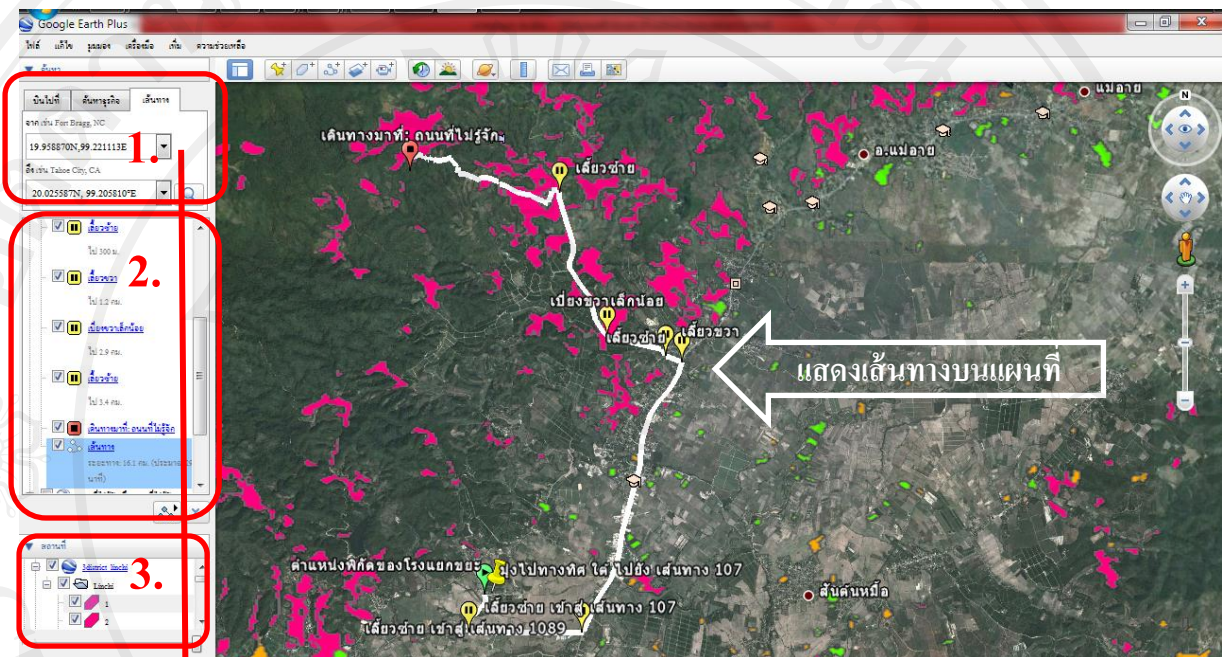
Attributes of 3district_linchi

FID	Shape	AREA	PERIMETE	LUCOD	DES_T	DES_E	DE	พื้นที่ปลูก	RA12
0	Polygo	11041.22	525.655	A406	ลิ้นจี่	Lichi		7	6.9
1	Polygo	18337.80	605.08	A406	ลิ้นจี่	Lichi		11	11.4
2	Polygo	7727.822	357.344	A406	ลิ้นจี่	Lichi		5	4.83
3	Polygo	47819.64	946.658	A406	ลิ้นจี่	Lichi		30	29.8
4	Polygo	61214.54	1069.231	A406	ลิ้นจี่	Lichi		38	38.2
5	Polygo	55395.75	1085.369	A406	ลิ้นจี่	Lichi		35	34.6
6	Polygo	31110.28	727.187	A406	ลิ้นจี่	Lichi		19	19.4
7	Polygo	60332.59	985.426	A406	ลิ้นจี่	Lichi		38	37.7
8	Polygo	106771.6	2649.089	A406	ลิ้นจี่	Lichi		67	66.7
9	Polygo	24390.82	618.451	A406	ลิ้นจี่	Lichi		15	15.2
10	Polygo	19785.70	621.874	A406	ลิ้นจี่	Lichi		12	12.3

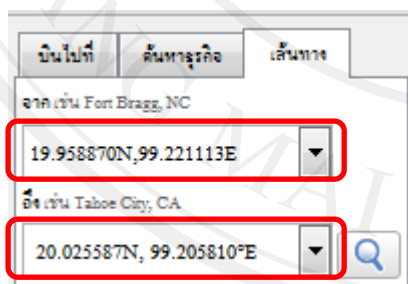
ในส่วนของ โปรแกรม ArcGIS และ ข้อมูล Shape File ของพืชแต่ละชนิด แสดงไว้ในแผ่น CD-ROM

ข้อมูลระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากต้นทางไปยังปลายทาง

ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Google Earth



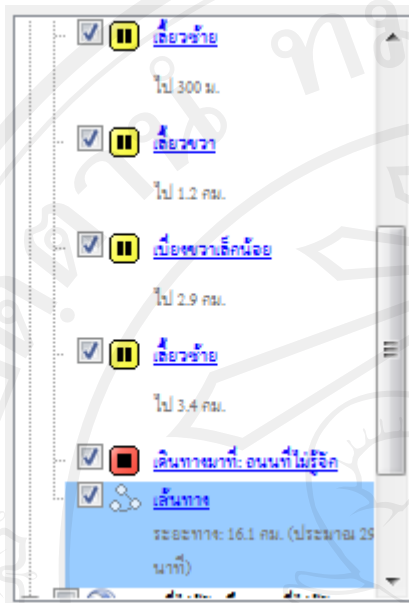
1. ช่องกรอกพิกัดของจุดต้นทางและปลายทางที่ต้องการค้นหาเส้นทาง



พิกัดของ โรงแยกขยะ

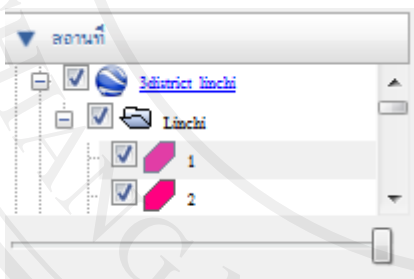
พิกัดแปลงเพาะปลูกพืช

2. ช่องแสดงผลการคำนวณระยะทางและเวลาในการเดินทาง



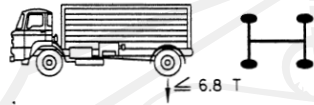
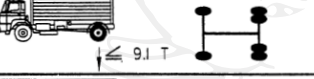
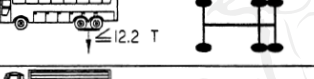
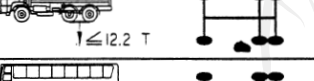
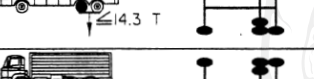
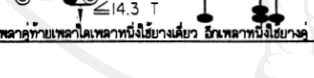
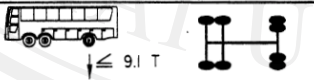
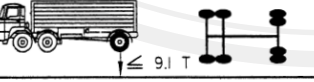
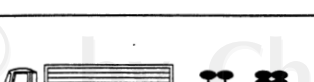
ช่องแสดงรายละเอียดการเดินทาง

3. ช่องแสดงสัญลักษณ์ของชนิดพืชในแต่ละแปลงเพาะปลูก



ข้อมูลข้อกำหนดน้ำหนักบรรทุกยานพาหนะ

สำนักงานควบคุมน้ำหนักยานพาหนะ กรมทางหลวง หมวด 1 (ส่วนที่ 1)

น้ำหนักบรรทุกทุกที่อนุมัติให้วิ่งบนทางหลวง (ทางหลวงสัมปทานและทางยกระดับ)				
ข้อ..... (ตามประเภทฯ)	ชนิดขบวน (Vehicle Class)	น้ำหนักของเพลาท้าย หรือเพลาคู่ท้ายไม่เกิน (ตัน)	น้ำหนักรวม ไม่เกิน (ตัน)	
1		2เพลา 4ล้อ ยาง 4เส้น	6.8	8.5
2		2เพลา 4ล้อ ยาง 6เส้น บนส่งผู้โดยสาร	9.1	—
		2เพลา 4ล้อ ยาง 6เส้น	9.1	12
3		3เพลา 6ล้อ ยาง 6เส้น บนส่งผู้โดยสาร	12.2	—
		3เพลา 6ล้อ ยาง 6เส้น	12.2	15.3
4		3เพลา 6ล้อ ยาง 8เส้น บนส่งผู้โดยสาร	14.3	—
	 เพลาคู่ท้ายเพลาหน้าเพลาท่างึงอย่างเดียว ยางเพลาท่างึงอย่างใด	3เพลา 6ล้อ ยาง 8เส้น	14.3	18.3
5		3เพลา 6ล้อ ยาง 10เส้น	16.4	21
6		3เพลา 6ล้อ ยาง 8เส้น บนส่งผู้โดยสาร	9.1	—
		3เพลา 6ล้อ ยาง 8เส้น	9.1	14
7		4เพลา 8ล้อ ยาง 8เส้น	12.2	18.8
8		4เพลา 8ล้อ ยาง 12เส้น	16.4	25.2



สายเคเบิล

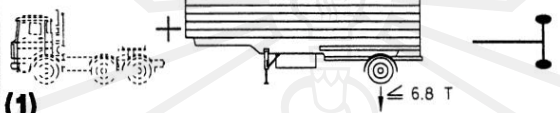
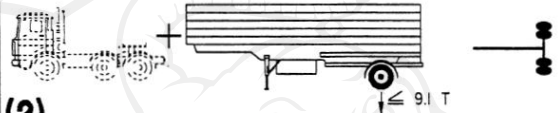
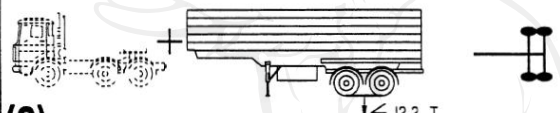
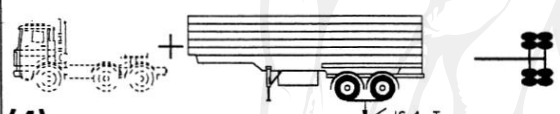
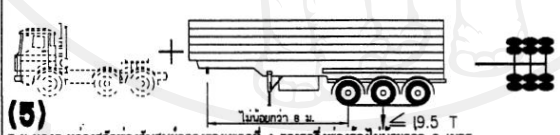


สายคู่

ฉบับสมบูรณ์

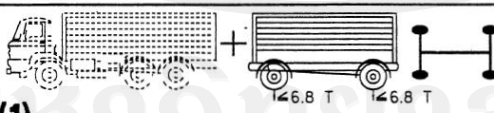
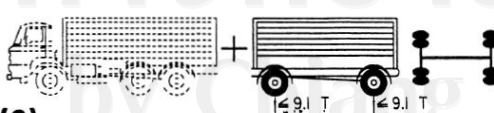
สำนักงานควบคุมน้ำหนักรถบรรทุก กรมทางหลวง

หมวด 1 (ส่วนที่ 2)

น้ำหนักบรรทุกทุกที่อนุมัติให้วิ่งบนทางหลวง (ทางหลวงสัมปทานและทางยกระดับ)			
จำนวน (ตามประเภท)	ชนิดรถกึ่งพ่วง (SEMI TRAILER)	น้ำหนักเพลาไม่เกิน (ตัน)	น้ำหนักบรรทุก (ตัน)
9	(1) 	เพลาเดี่ยว ขางเดี่ยว	6.8
	(2) 	เพลาเดี่ยว ขางคู่	9.1
	(3) 	เพลาคู่ ขางเดี่ยว	12.2
	(4) 	เพลาคู่ ขางคู่	16.4
	(5) 	3 เพลา ขางคู่	19.5

หมายเหตุ ตัวรถลากจูงแต่ละประเภทในข้อ 1-8 (ส่วนที่ 1) เมื่อประกอบกับตัวรถกึ่งพ่วง (SEMI-TRAILER) แล้วต้องมีน้ำหนักลงเพลาหรือน้ำหนักรถบรรทุกรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้

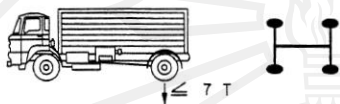
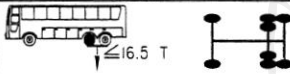
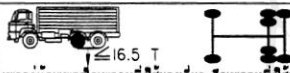
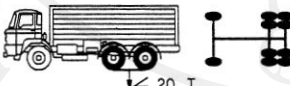
หมวด 1 (ส่วนที่ 3)

จำนวน (ตามประเภท)	ชนิดรถพ่วง (FULL TRAILER)	น้ำหนักเพลาไม่เกิน (ตัน)	น้ำหนักบรรทุก (ตัน)
10	(1) 	เพลาหน้าและเพลาท้าย เป็นเพลาเดี่ยวไขว้ขางเดี่ยว	13.6
	(2) 	เพลาหน้าและเพลาท้าย เป็นเพลาเดี่ยวไขว้ขางคู่	18.2

หมายเหตุ ตัวรถลากจูงแต่ละประเภทในข้อ 1-8 (ส่วนที่ 1) เมื่อประกอบกับตัวรถพ่วง (FULL TRAILER) แล้วต้องมีน้ำหนักลงเพลาหรือ

น้ำหนักบรรทุกรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้

สำนักงานควบคุมน้ำหนักรถยนต์ กรมทางหลวง หมวด 2 (ส่วนที่ 1)

น้ำหนักบรรทุกทุกที่อนุมัติให้วิ่งบนทางหลวง (ทางหลวงพิเศษและทางหลวงแผ่นดิน)				
ข้อ..... (ตามประกาศฯ)	ชนิดขบวนรถ (Vehicle Class)	น้ำหนักของเพลาท้าย หรือเพลาคู่ท้ายไม่เกิน (ตัน)	น้ำหนักรวม ไม่เกิน (ตัน)	
11	 2เพลลา 4ล้อ ขาง 4เส้น $\leq 7 \text{ T}$	7	9.5	
12	 $\leq 11 \text{ T}$	2เพลลา 4ล้อ ขาง 6เส้น ขนส่งผู้โดยสาร	11	
	 $\leq 11 \text{ T}$	2เพลลา 4ล้อ ขาง 6เส้น	15	
13	 $\leq 13 \text{ T}$	3เพลลา 6ล้อ ขาง 6เส้น ขนส่งผู้โดยสาร	13	
	 $\leq 13 \text{ T}$	3เพลลา 6ล้อ ขาง 6เส้น	18	
14	 $\leq 16.5 \text{ T}$	3เพลลา 6ล้อ ขาง 8เส้น ขนส่งผู้โดยสาร	16.5	
	 $\leq 16.5 \text{ T}$ เพลาคู่ท้ายและเพลาลำหน้าเป็นแบบยาว ยาวเพลาลำหน้าไม่น้อยกว่า 3 เมตร	3เพลลา 6ล้อ ขาง 8เส้น	21.5	
15	 $\leq 20 \text{ T}$	3เพลลา 6ล้อ ขาง 10เส้น	25	
16	 $\leq 11 \text{ T}$	3เพลลา 6ล้อ ขาง 8เส้น ขนส่งผู้โดยสาร	11	
	 $\leq 11 \text{ T}$	3เพลลา 6ล้อ ขาง 8เส้น	21	
17	 $\leq 13 \text{ T}$	4เพลลา 8ล้อ ขาง 8เส้น	23	
18	 $\leq 20 \text{ T}$	4เพลลา 8ล้อ ขาง 12เส้น	30	



⊙ ขางเดี่ยว

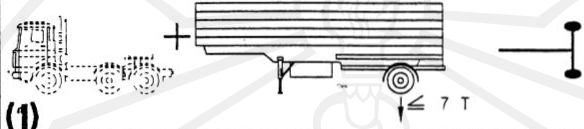
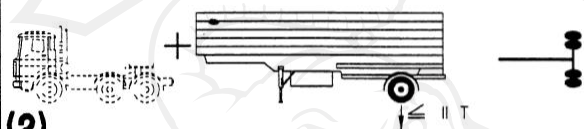
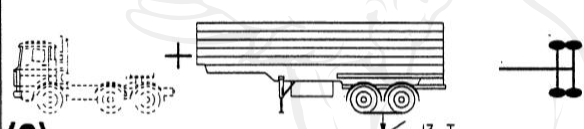
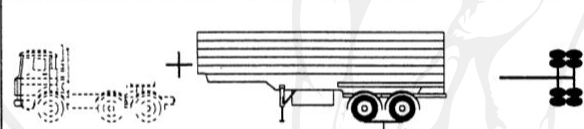
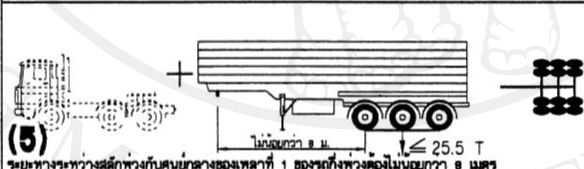


⊙ ขางคู่

ฉบับสมบูรณ์

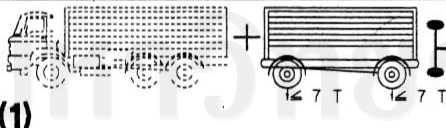
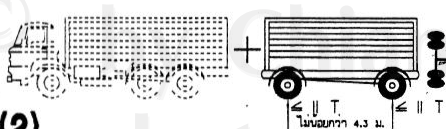
สำนักงานควบคุมน้ำหนักยานพาหนะ กรมทางหลวง

หมวด 2 (ส่วนที่ 2)

น้ำหนักบรรทุกทุกที่อนุมัติให้วิ่งบนทางหลวง (ทางหลวงพิเศษและทางหลวงแผ่นดิน)			
จำนวนรถบรรทุก (ตามประเภท)	ชนิดรถกึ่งพ่วง (SEMI TRAILER)	น้ำหนักสูงสุดเพลาไม่เกิน (ตัน)	
19	(1) 	เพลาเดียว ขางเดียว	7
	(2) 	เพลาเดียว ขางคู่	11
	(3) 	เพลาคู่ ขางเดียว	13
	(4) 	เพลาคู่ ขางคู่	20
	(5) 	3 เพลา ขางคู่	25.5

หมายเหตุ ตัวรถลากจูงแต่ละประเภทในข้อ 11-18 (ส่วนที่ 1) เมื่อประกอบกับตัวรถกึ่งพ่วง (SEMI-TRAILER) แล้วต้องมีน้ำหนักสูงสุดเพลาหรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้

หมวด 2 (ส่วนที่ 3)

จำนวนรถบรรทุก (ตามประเภท)	ชนิดรถพ่วง (FULL TRAILER)	น้ำหนักสูงสุดเพลาไม่เกิน (ตัน)	น้ำหนักรวม (ตัน)
20	(1) 	เพลาหน้าและเพลาท้าย เป็นเพลาเดี่ยวไข้ขางเดียว	14
	(2) 	เพลาหน้าและเพลาท้าย เป็นเพลาเดี่ยวไข้ขางคู่	22

หมายเหตุ ตัวรถลากจูงแต่ละประเภทในข้อ 11-18 (ส่วนที่ 1) เมื่อประกอบกับตัวรถพ่วง (FULL TRAILER) แล้วต้องมีน้ำหนักสูงสุดเพลาหรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้

อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

รถบรรทุก 4 ล้อ 8.68 กิโลเมตร/ลิตร

รถบรรทุก 6 ล้อ 7.2 กิโลเมตร/ลิตร

จาก มอก. (MEPS)

รถบรรทุก 10 ล้อ 3.07 กิโลเมตร/ลิตร

จาก กรมควบคุมมลพิษ

ข้อกำหนดความเร็วรถ

รถบรรทุก 4 ล้อ คือ 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง

6 ล้อ คือ 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง

10 ล้อ คือ 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง

จาก พรบ.จราจรทางบก พ.ศ.2522)

ข้อมูลเกี่ยวกับการขนส่งชีวมวล

ค่าน้ำมันดีเซล 31.13 บาท/ลิตร ณ วันที่ 9 มกราคม 2555

จาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

http://www.eppo.go.th/retail_prices.html

ข้อมูลเกี่ยวกับค่าก่อสร้างโกดัง

ราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร พ.ศ.2554 กำหนดโดยสมาคมผู้ประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย

เลข ที่	รายการประเภททรัพย์สิน ที่กำหนดราคามาตรฐาน (ราคา บาท/ตารางเมตร)	ราคาที่ใช้ในปี 2553			ราคาที่ใช้ในปี 2554			อายุ อาคาร (ปี)	ค่า เสื่อม /ปี	หมายเหตุ
		ต่ำ	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	ปานกลาง	สูง			
1	บ้านเดี่ยวไม่ขึ้นเดียว	9,300	10,800	12,200	9,600	11,200	12,500	20	5%	ก
2	บ้านเดี่ยวไม้ 2 ชั้น	8,100	10,200	11,700	8,300	10,500	12,100	20	5%	ก
3	บ้านเดี่ยวไม้ ใต้ถุนสูง (ประเมินเฉพาะชั้นบน)	11,700	12,400	13,600	12,100	12,700	14,000	20	5%	ก
4	บ้านครึ่งตึกครึ่งไม้	7,800	9,400	10,800	8,000	9,700	11,000	25	4%	ก
5	บ้านเดี่ยวตึกชั้นเดียว	10,400	11,800	13,400	10,700	12,200	13,900	50	2%	ข
6	บ้านเดี่ยวตึก 2-3 ชั้น	9,500	11,000	13,400	9,800	11,400	13,900	50	2%	ข
7	บ้านแฝดชั้นเดียว	8,700	10,400	11,800	9,000	10,700	12,200	50	2%	ข
8	บ้านแฝด 2-3 ชั้น	7,900	9,100	10,400	8,200	9,500	10,700	50	2%	ข
9	ทาวน์เฮาส์ชั้นเดียว	7,000	8,500	9,200	7,300	8,800	9,600	50	2%	ข
10	ทาวน์เฮาส์ 2-3 ชั้น กว้าง 4 เมตร	6,900	8,300	9,900	7,200	8,600	10,200	50	2%	ข
11	ทาวน์เฮาส์ 2-3 ชั้น กว้าง 5-6 ม. ไม่มีเสากลาง	8,400	9,900	11,300	8,700	10,200	11,700	50	2%	ข
12	ทาวน์เฮาส์ 2-3 ชั้น กว้าง 5-6 ม. มีเสากลาง	7,300	8,600	10,400	7,600	8,900	10,700	50	2%	ข
13	ห้องแถวไม้ 1-2 ชั้น	5,400	6,700		5,500	6,900		20	5%	ก
14	อาคารพาณิชย์ชั้นเดียว	5,400	6,000	6,900	5,600	6,200	7,200	50	2%	ข
15	อาคารพาณิชย์ 2-3 ชั้น	6,100	7,200	8,400	6,300	7,500	8,700	50	2%	ข
16	อาคารพาณิชย์ 4-5 ชั้น	5,900	6,900	7,900	6,100	7,200	8,200	50	2%	ข
17	อาคารพักอาศัยไม่เกิน 5 ชั้น	9,700	12,100	13,700	10,000	12,500	14,200	50	2%	ข
18	อาคารพักอาศัย 6-15 ชั้น*	11,600	15,600	18,600	12,100	16,300	19,400	50	2%	ข
19	อาคารพักอาศัย 16-25 ชั้น	15,500	19,200	24,800	16,200	20,100	26,000	50	2%	ข
20	อาคารพักอาศัย 26-35 ชั้น	17,100	21,700	27,800	17,900	22,700	29,200	50	2%	ข
21	อาคารธุรกิจสูง <23 เมตร		15,700	18,900		16,400	19,700	50	2%	ข
22	อาคารธุรกิจสูง >23 เมตรแต่ไม่เกิน 20 ชั้น		17,900	22,600		18,800	23,700	50	2%	ข
23	อาคารธุรกิจ 21-35 ชั้น		23,200	31,100		24,300	32,500	50	2%	ข
24	อาคารสรรพสินค้าที่สูงไม่เกิน 3 ชั้น		15,000	17,300		15,700	18,200	50	2%	ข
25	ศูนย์การค้าสูง 4 ชั้นขึ้นไป		20,500	25,300		21,500	26,500	50	2%	ข
26	อาคารจอดรถ ส่วนบนดิน	8,700	9,400		9,300	10,100		50	2%	ข
27	อาคารจอดรถ ส่วนใต้ดิน (1-2 ชั้น)		15,700			16,800		50	2%	ข
28	อาคารจอดรถ ส่วนใต้ดิน (3-4 ชั้น)		25,100			26,900		50	2%	ข
29	โกดัง-โรงงานทั่วไป	5,600	6,900		5,800	7,200		30	3%	ข
30	สนามเทนนิส: 1 สนาม		1,540,000			1,650,000		ไม่กำหนดไว้		
31	สนามเทนนิส: 3 สนามติดกัน		1,280,000			1,370,000		ไม่กำหนดไว้		

จาก:สมาคมผู้ประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย

<http://www.thaiappraisal.org/thai/value/value.php>

ข้อมูลเกี่ยวกับค่าความร้อน

ค่าความร้อนของน้ำมันดีเซล 36.42 เมกะจูล/ลิตร

จาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นางสาวเกศมณี สิงห์เวชสกุล

วัน เดือน ปี เกิด

8 พฤษภาคม 2528

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น

จากโรงเรียนพระหฤทัย

จังหวัด เชียงใหม่

ปีการศึกษา 2543

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย

จากโรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย แผนกมัธยม

จังหวัด เชียงใหม่

ปีการศึกษา 2546

สำเร็จการศึกษาวិชากรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved