

## เอกสารอ้างอิง

1. Hammitt. G.M. II, "Thickness Requirements for Unsurfaced Roads and Airfields; Bare Base Support" Technical Report S-70-5, July 1970, The U.S Army Engineer Waterways Experiment Station, CE, Vicksburg, Miss.
2. Ladd D.M., Barber V.C., "Design of Unsurfaced Soil Facilities for Operations of C-54 Aircraft" Miscellaneous Paper S-71-27, December 1971, The U.S Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Miss.
3. Yoder E.J. and Witczak M.W., "Principle of Pavement Design" Second Edition, John Willey and Sons. Inc., New York, U.S.A., 1975.
4. Thickness Design, Full-Depth Asphalt Pavement Structures for Highways and Streets, The Asphalt Institute, Manual Series No. 1 (MS-1), August 1970.
5. Highway Design in Developing Countries, Proceedings of Seminar V P129, Summer Annual Meeting, University of Warwick, England, July 1975.
6. Highway Design in Developing Countries, Proceedings of Seminar G P164, Summer Annual Meeting, University of Warwick, England, July 1978.
7. Croney David, "The Design and Performance of Road Pavements" Department of the Environment, Department of Transport, Transport and Road Research Laboratory, London, 1977.

8. Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Sciences, "Low-Volume Roads: Second International Conference" Transportation Research Record 702, Washington, D.C., August 20-23, 1979 (National Academy of Sciences)
9. นิพนธ์ วัฒนันท์ และ เสกศักดิ์ วัฒนสุขชัย "วิวัฒนาการของโครงสร้างทางหลวงในประเทศไทย" จดหมายเหตุมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 มิถุนายน-กรกฎาคม 2525 หน้า 5-55.
10. การสัมมนาเรื่องถนนราคาถูกในชนบท สมาคมทางหลวงแห่งประเทศไทย 16-17 กุมภาพันธ์ 2521 โรงแรมอินทรา กรุงเทพมหานคร
11. สุภร ศิริคุรุรัตน์ "การประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการออกแบบพื้นผิวจราจรแบบยืดหยุ่น" วิทยานิพนธ์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522.
12. Transportation and Road Research Laboratory" A guide to the structural design of bitumen-surfaced roads in tropical and sub-tropical countries" Road Note 31, 1977 HMSO
13. Transportation Research Board National Academy of Science "Structural Design of Low-Volume Roads" Synthesis 4, 1982.
14. สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง "การสำรวจน้ำหนักบรรทุกบนทางหลวงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" 2523.
15. ศักดา บุญศิริ "หลักการหาความหนาของถนน" งานวิชาการฉบับที่ วว.19/2515 ตุลาคม 2515 กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง
16. Finnish Road Association, "Finnish Innovations in Gravel Road Maintenance" TIE JA LIIKENNE, 5B/1983 ISSN 0355-7855.

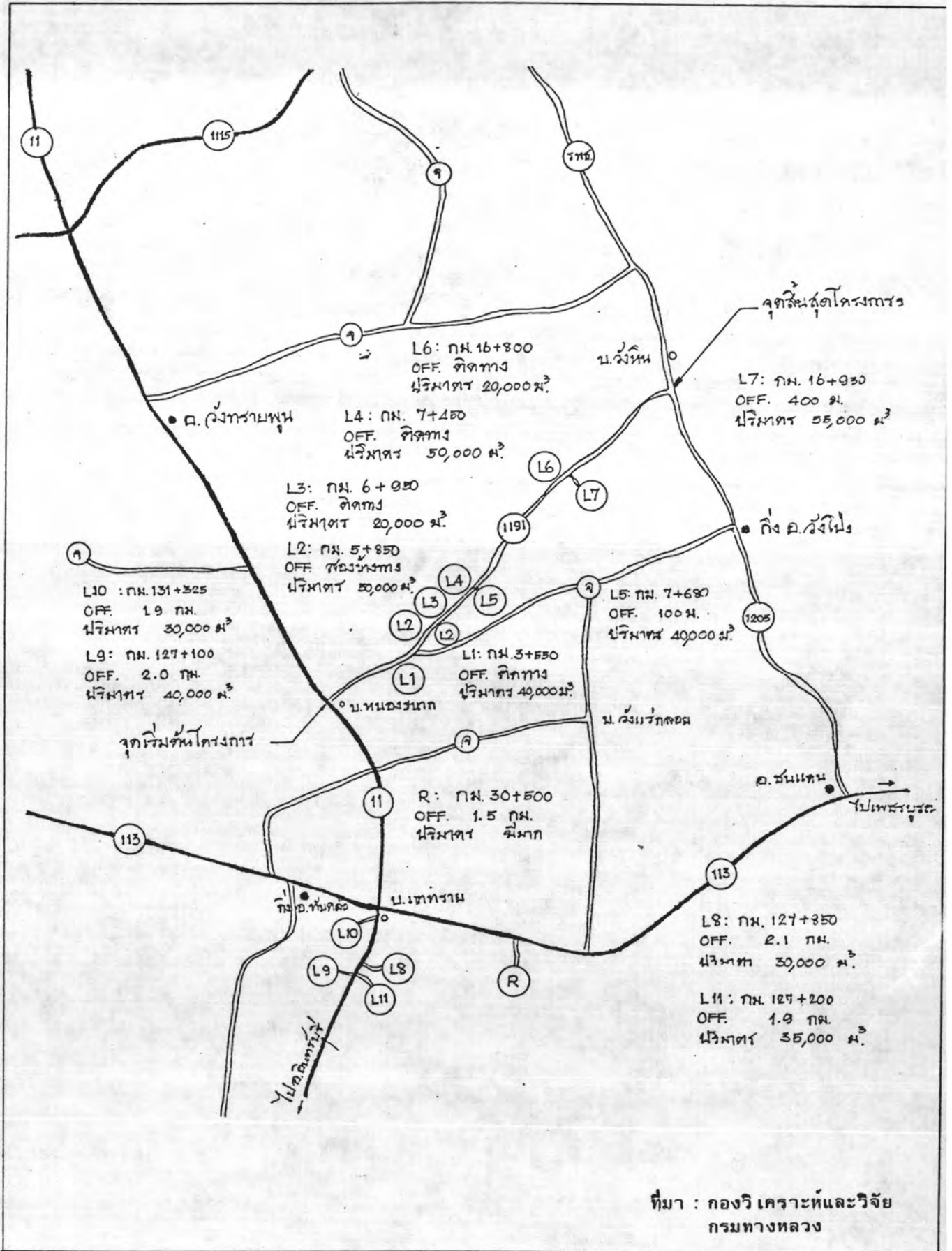
17. Rolt, J., "An Investigation into Road Deterioration in Kenya",  
Proceedings, Low-Volume Roads, Transportation Research  
Board, Special Report 160, Washington, D.C., 1975.
18. กองสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง "สัมมนาวิชาการงานออกแบบทาง" 6-27 ส.ค  
2527
19. ขจิต บัวจิตติ "ลมฟ้าอากาศของทวีปต่าง ๆ" กรมอุตุนิยมวิทยา 20 สิงหาคม 2513
20. กรมอุตุนิยมวิทยา "ภูมิอากาศแห่งประเทศไทย" มิถุนายน 2520
21. The U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, CE,  
"Relationship Between Tire Pressure and Marginal-  
Road Deterioration, Pilot Test," Miscellaneous  
Paper No. 4-220, May 1957, Vicksburg, Miss.
22. Burns, C.D. and Mc Call, J.L., Jr., "Evaluation of  
Load-Distributing Capability of T 17 Membrane  
in Road Construction," Miscellaneous Paper  
S-68-10. July 1968, The U.S. Army Engineer  
Waterways Experiment Station, CE, Vicksburg,  
Miss.
23. Thompson, A.B. and Burns, C.D., "Criteria for Designing  
Runways to be Surfaced with Landing Mat and  
Membrane-Type Materials," Technical Report  
No. 3-539, Apr 1960, The U.S. Army Engineer  
Waterways Experiment Station, CE, Vicksburg,  
Miss.
24. Kozan, G.R., Brabston, W.N., and Stouffer, J.D.,  
"Investigation of a Proprietary Material  
for Soil Stabilization" The U.S. Army

Engineer Waterways Experiment Station, CE,  
Vicksburg, Miss.

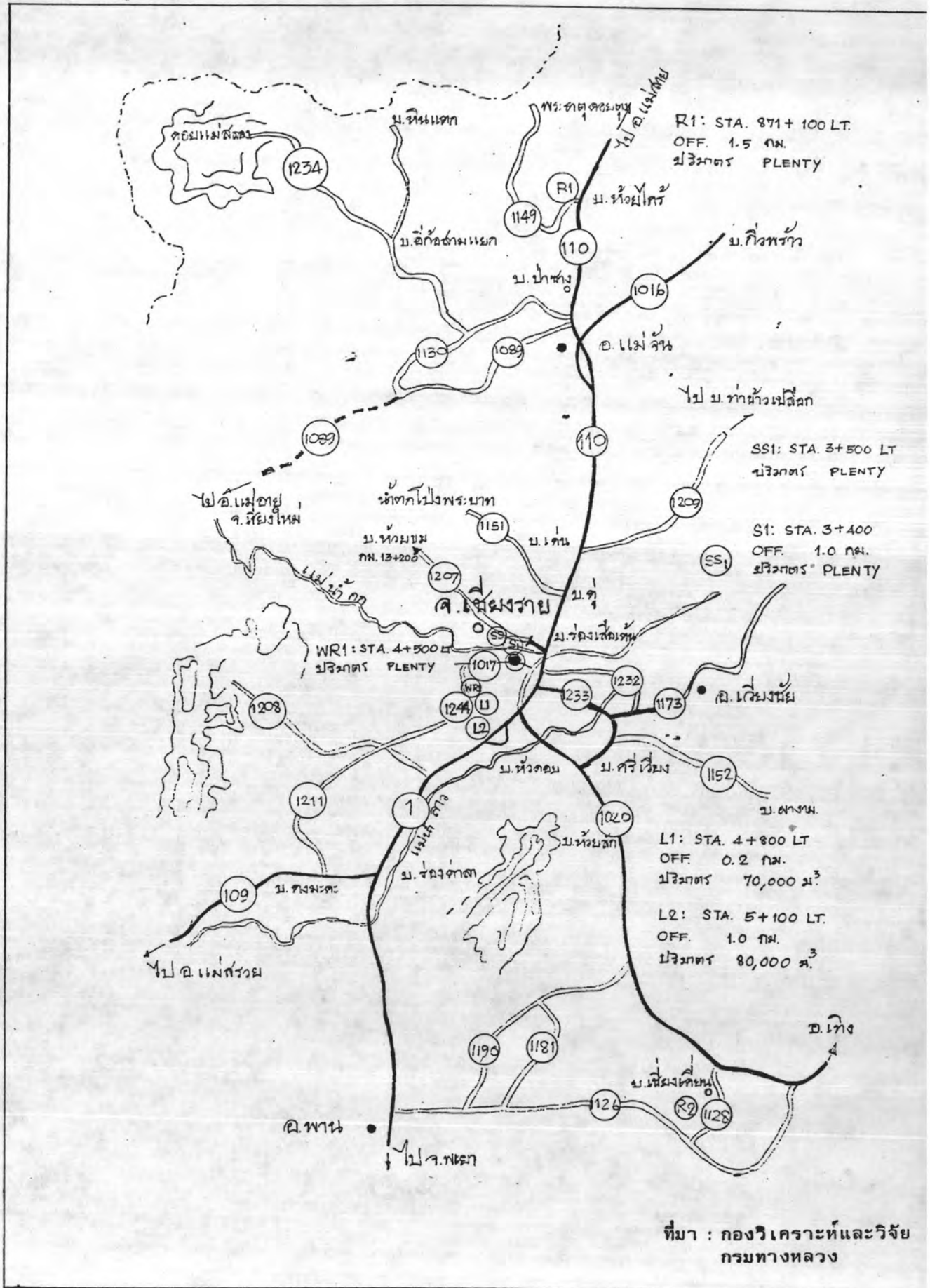
25. Ladd, D.M. and Ulery, H.H., Jr., "Aircraft Ground Flotation Investigation; Part 1, Basic Report," technical Documentary Report AAFDL-TDR-66-43, Aug 1967, Air Force Flight Dynamics Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio.
26. Ahlvin, R.G., "Developing a Set of CBR Design Curves," Instruction Report No. 4, Nov 1959, The U.S Army Engineer Waterways Experiment Station, CE, Vicksburg, Miss.
27. สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง "ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีทางหลวงจังหวัด" ประจำปี 2524-30.
28. ยงยุทธ บ่อมเย็น, ชาลิต สุขวารณ "การพิจารณาประเภทและน้ำหนักของรถบรรทุกหนักสำหรับการออกแบบโครงสร้างถนน" จัดหมายเหตุทางหลวงกรมทางหลวง รวมเล่มปีที่ 3
29. ตีเรก ลาวัญศิริ , บุญสม เลิศหิรัญวงศ์ "การประยุกต์ทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติในงานวิศวกรรมโยธา" ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีนาคม 2526

ภาคผนวก ก

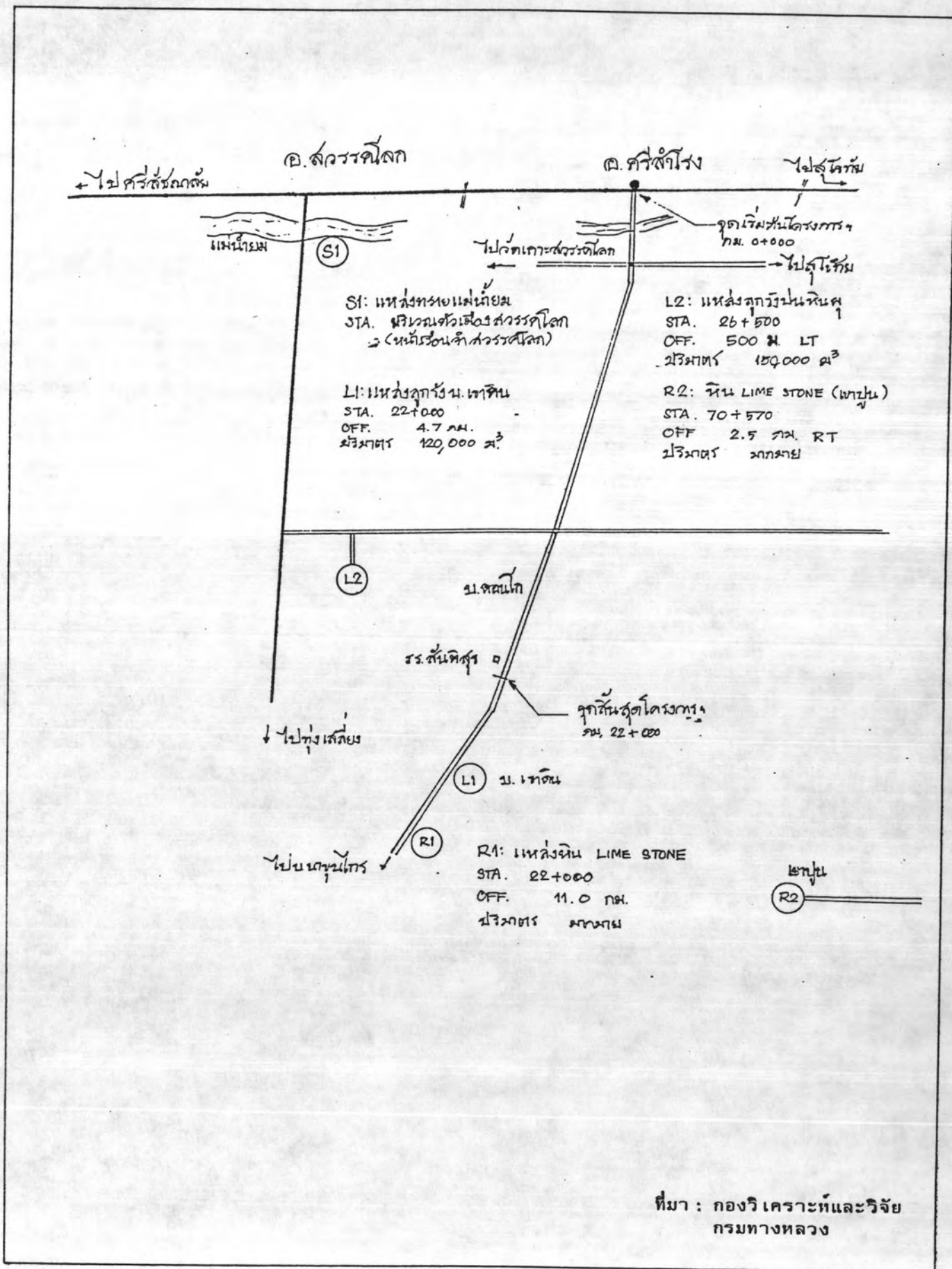
แผนที่แหล่งวัสดุของทางสายต่าง ๆ (กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง)



รูปที่ ก1 แผนที่แหล่งวัสดุ ทางหลวงหมายเลข 1191 บ.หนองขนาท - บ.วังหิน



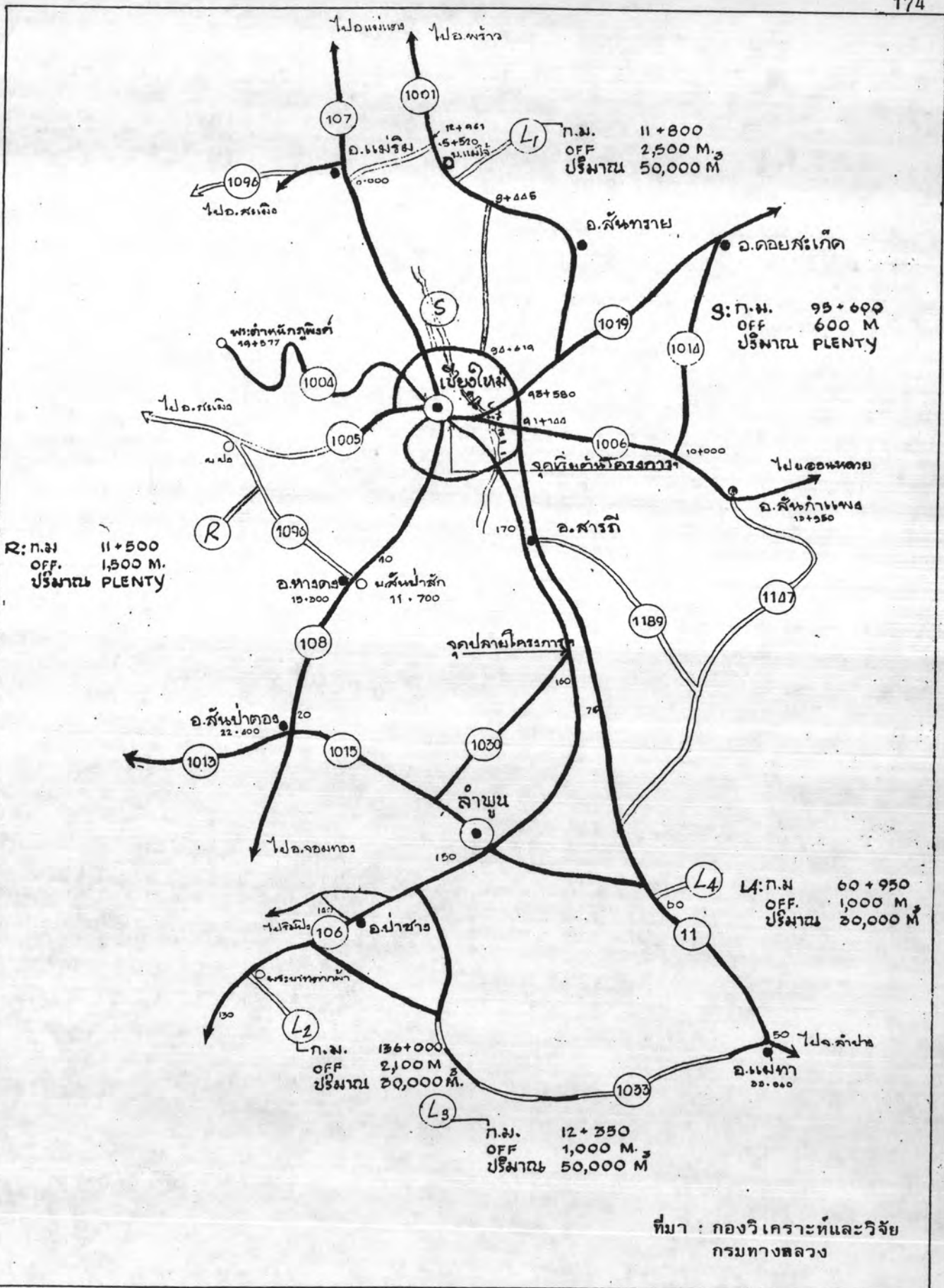
รูปที่ ก2 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 1270 แยกทางหลวงหมายเลข 110(บ.เสือเต้น)-  
บ.ห้วยชม



ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง

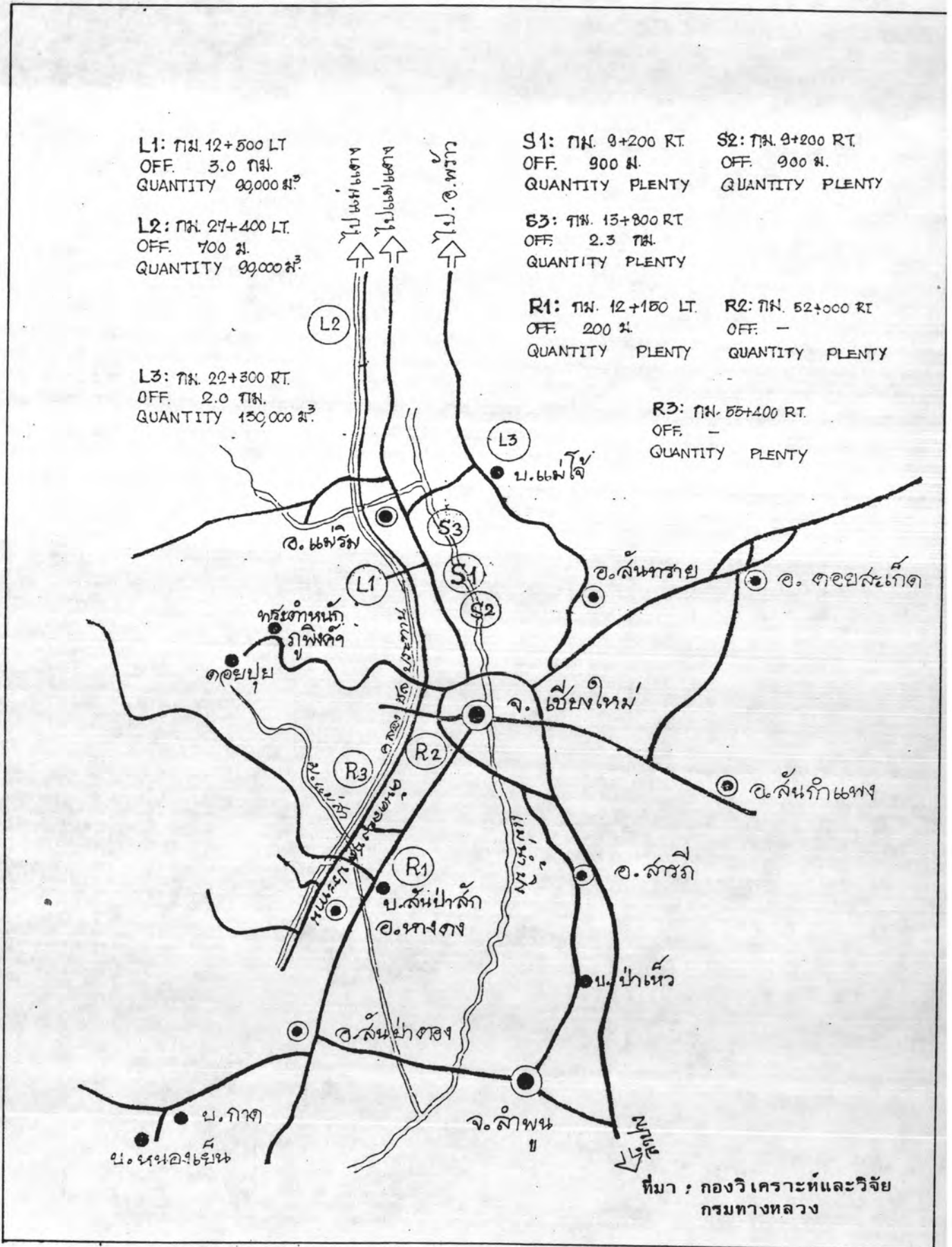
รูปที่ ก3 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 1056 อ.ศรีสำโรง - คอนโก





ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง

รูปที่ ก4 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข แยกไปริมบึง - เชียงใหม่



รูปที่ ก5 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 107 เชียงใหม่ - แม่ริม

L1: กม. 680+150  
OFF. 0.3 กม.  
ปริมาตร 60,000 ม<sup>3</sup>

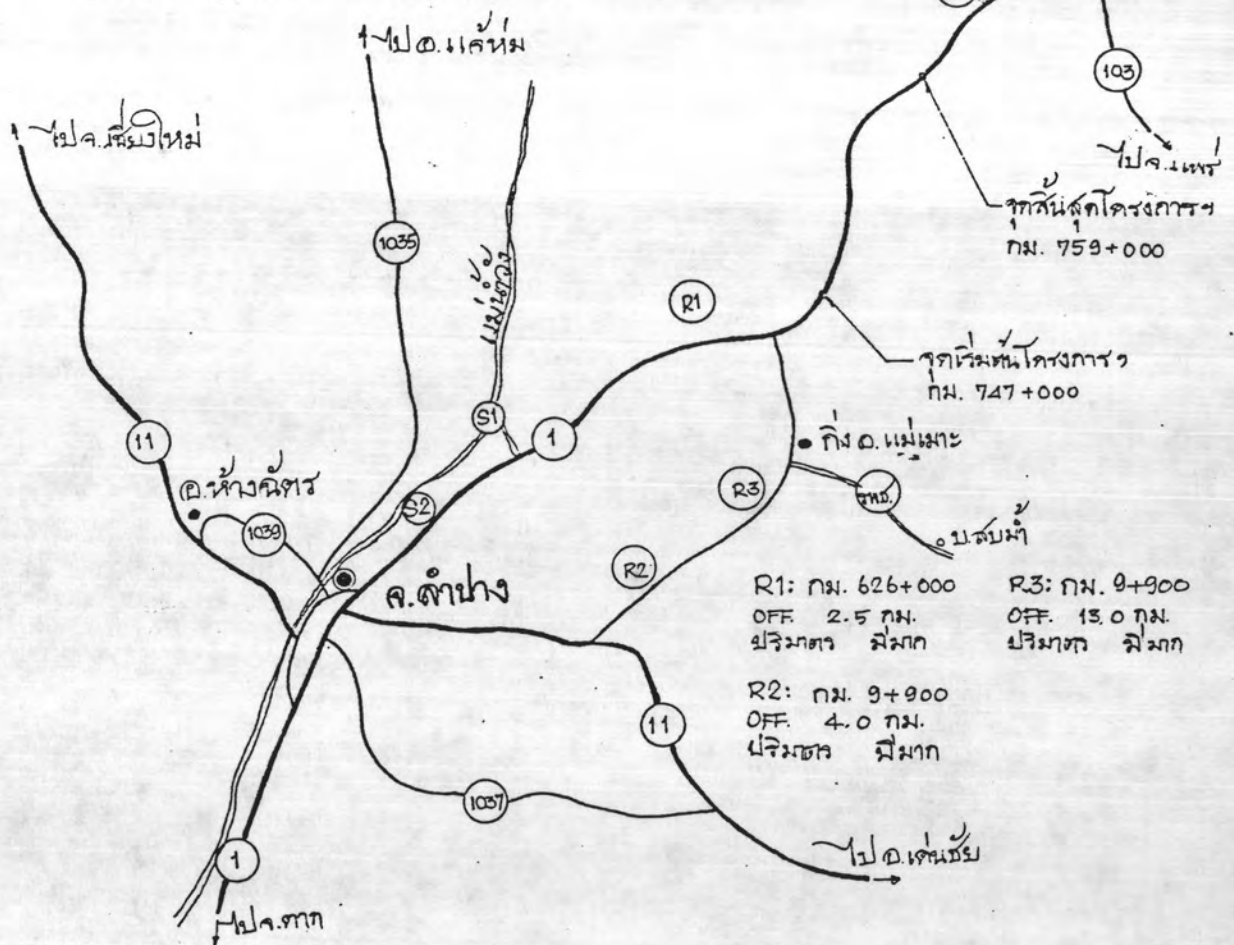
L2: กม. 679+700  
OFF. 5.2 กม.  
ปริมาตร 20,000 ม<sup>3</sup>

L3: กม. 684+350  
OFF. 1.2 กม.  
ปริมาตร 20,000 ม<sup>3</sup>

L4: กม. 675+150  
OFF. 1.0 กม.  
ปริมาตร 15,000 ม<sup>3</sup>

S1: กม. 617+300  
OFF. 2.6 กม.  
ปริมาตร มีตลอดลำน้ำ

S2: กม. 608+500  
OFF. 0.2 กม.  
ปริมาตร มีตลอดลำน้ำ



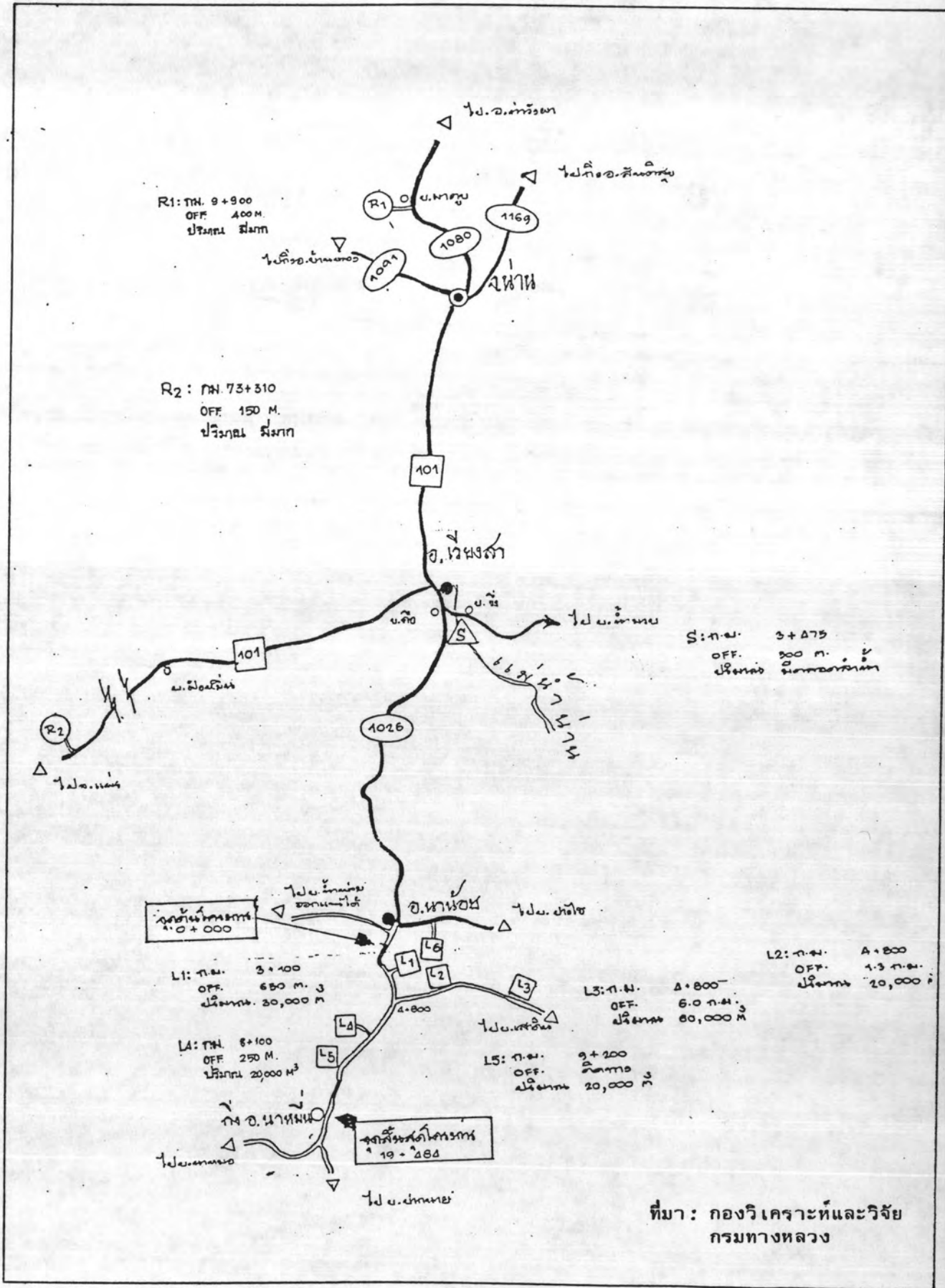
R1: กม. 626+000  
OFF. 2.5 กม.  
ปริมาตร มีมาก

R2: กม. 9+900  
OFF. 4.0 กม.  
ปริมาตร มีมาก

R3: กม. 9+900  
OFF. 13.0 กม.  
ปริมาตร มีมาก

ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง

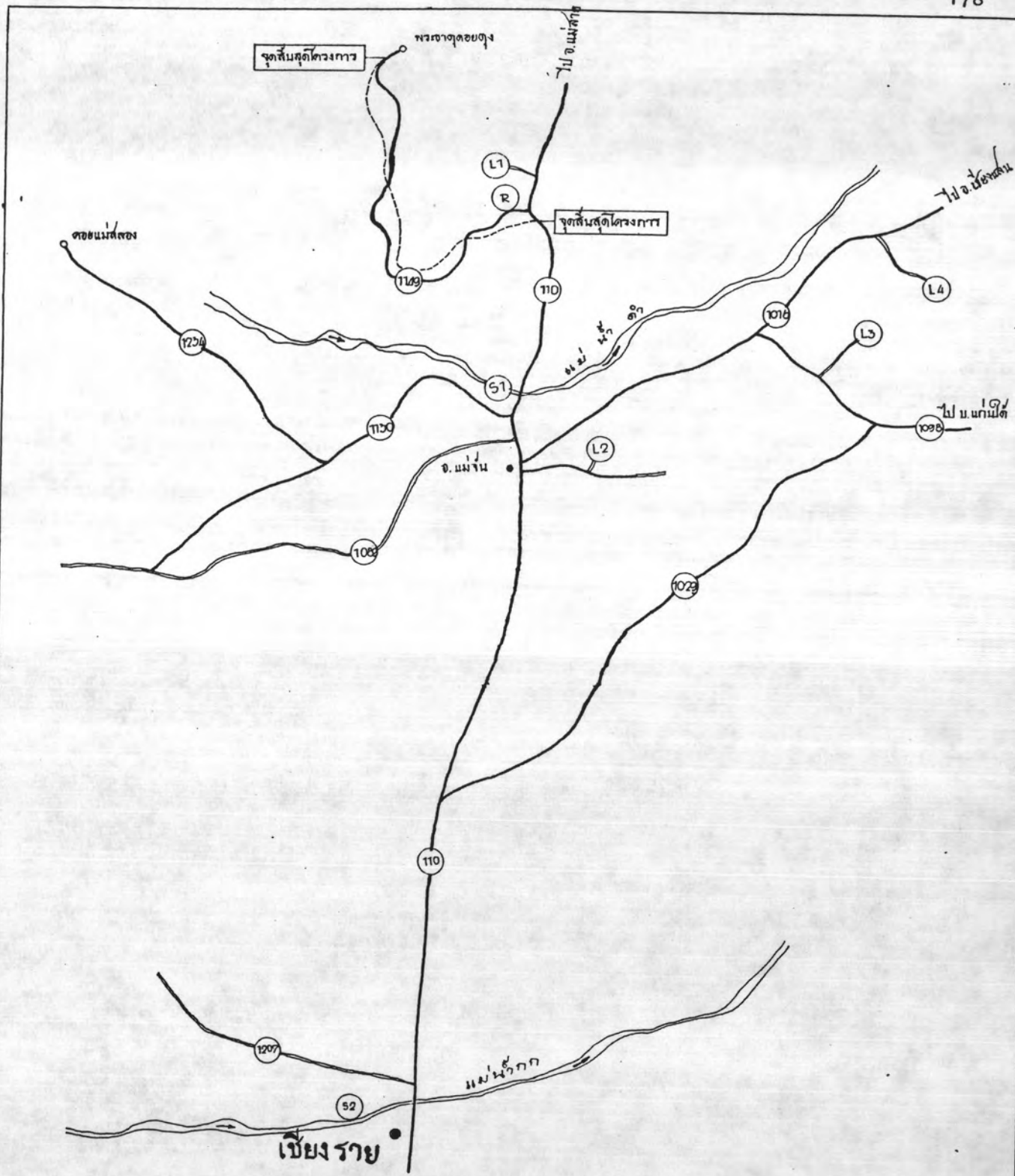
รูปที่ ก6 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 1 ลำปาง - อ.งาว



รูปที่ ก7 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข

อ.น่าน้อย - อ.นาทม

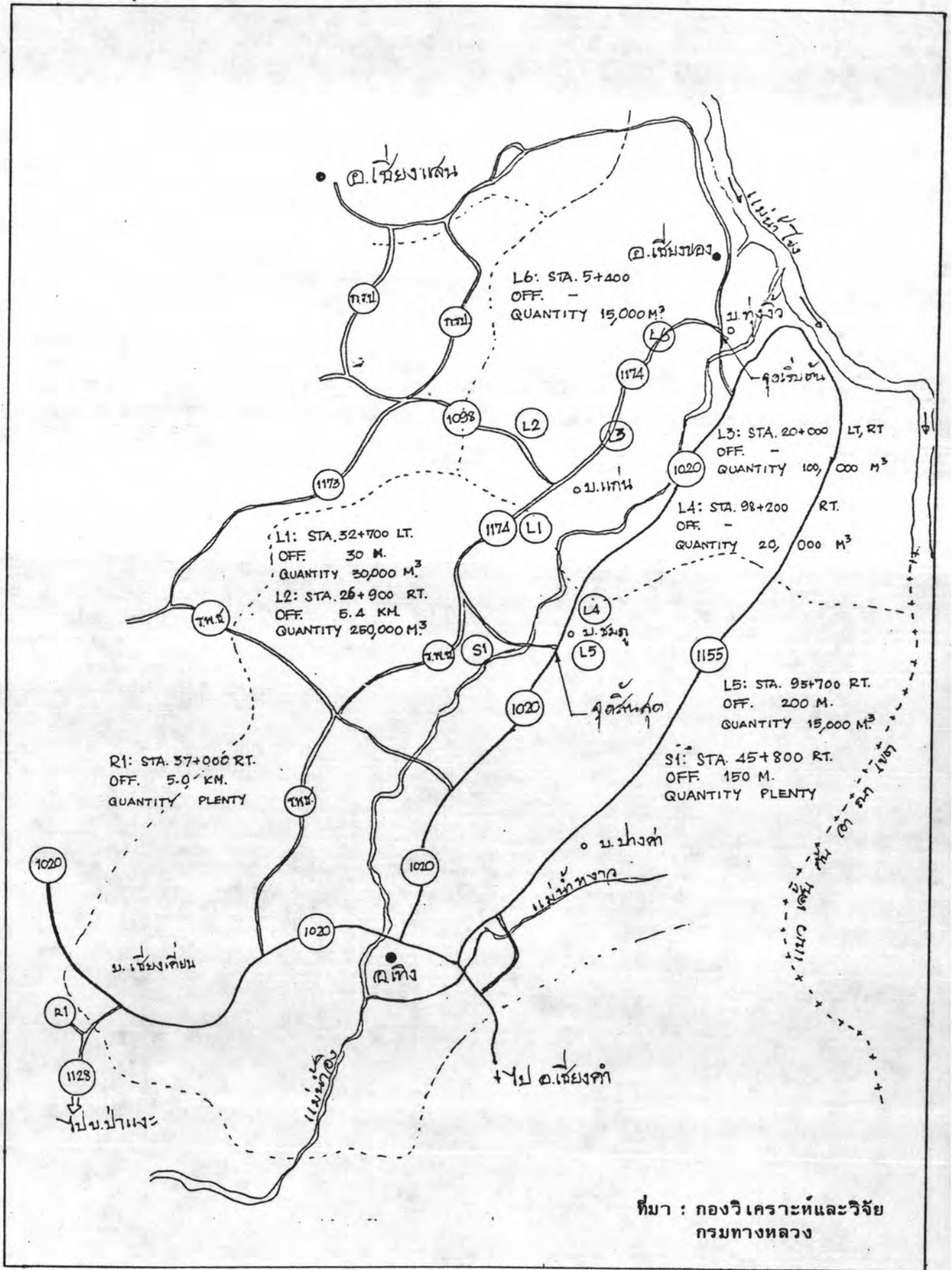
ที่มา: กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง



- (L1) กม. 878 + 200  
OFF. 2.6 KM.  
ปริมาณ 25,000 ม<sup>3</sup>
- (L2) กม. 856 + 000  
OFF. 1.5 KM.  
ปริมาณ ม<sup>3</sup>
- (L3) กม. 2 + 390  
OFF. 2.7 KM.  
ปริมาณ 50,000 ม<sup>3</sup>
- (L4) กม. 17 + 950  
OFF. 2.9 KM.  
ปริมาณ 60,000 ม<sup>3</sup>
- (R) กม. 1 + 500  
OFF. ดัดเขตกทาง  
ปริมาณ มีมาก ม<sup>3</sup>
- (S1) กม. 865 + 200  
OFF. 0.1 KM.  
ปริมาณ มีตลอดลำน้ำ
- (S2) กม. 0 + 900  
OFF. 0.65 KM.  
ปริมาณ มีตลอดลำน้ำ

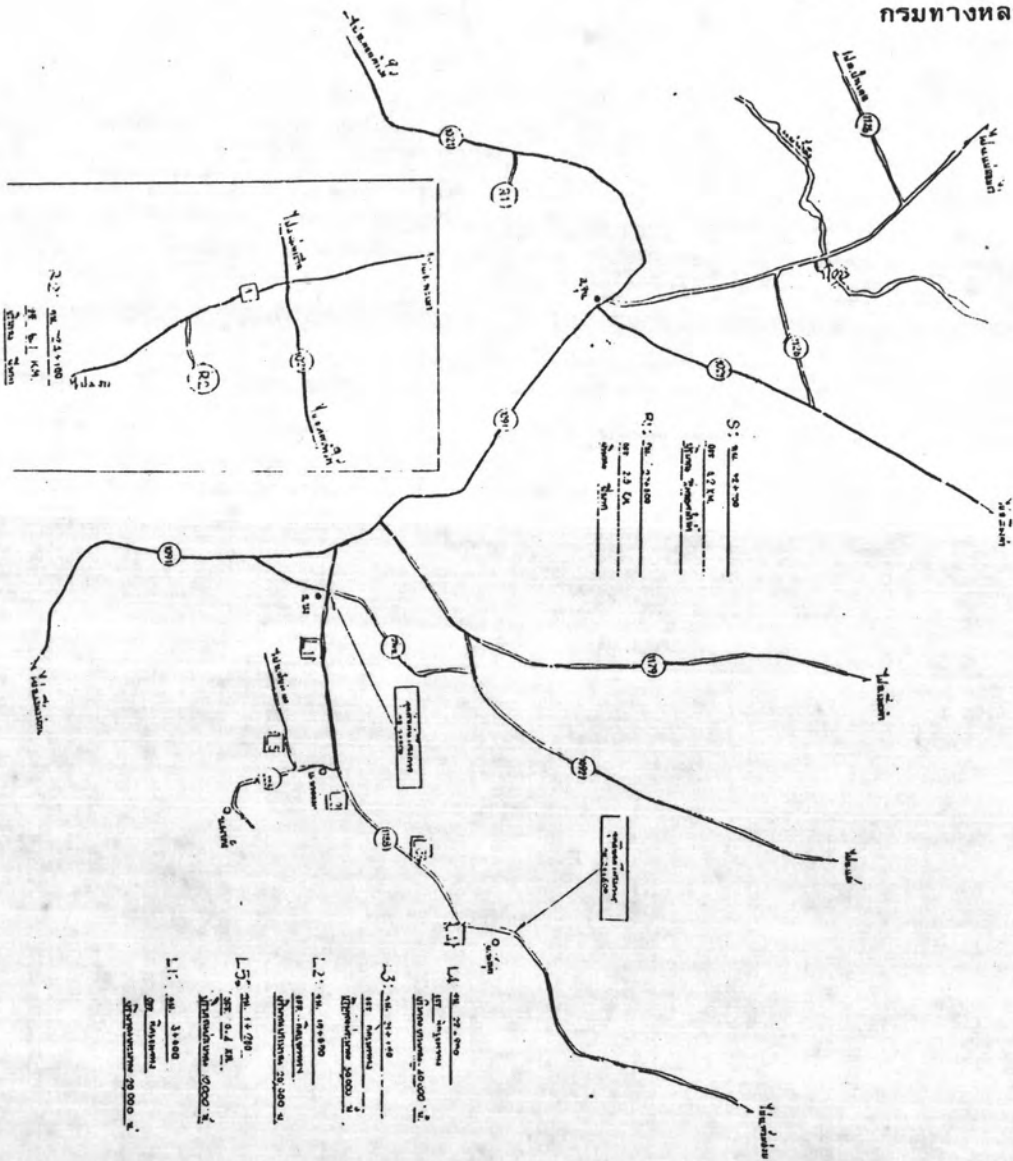
ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง

รูปที่ ก8 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 1149 ห้วยไคร้ - พระธาตุคุดอยสูง

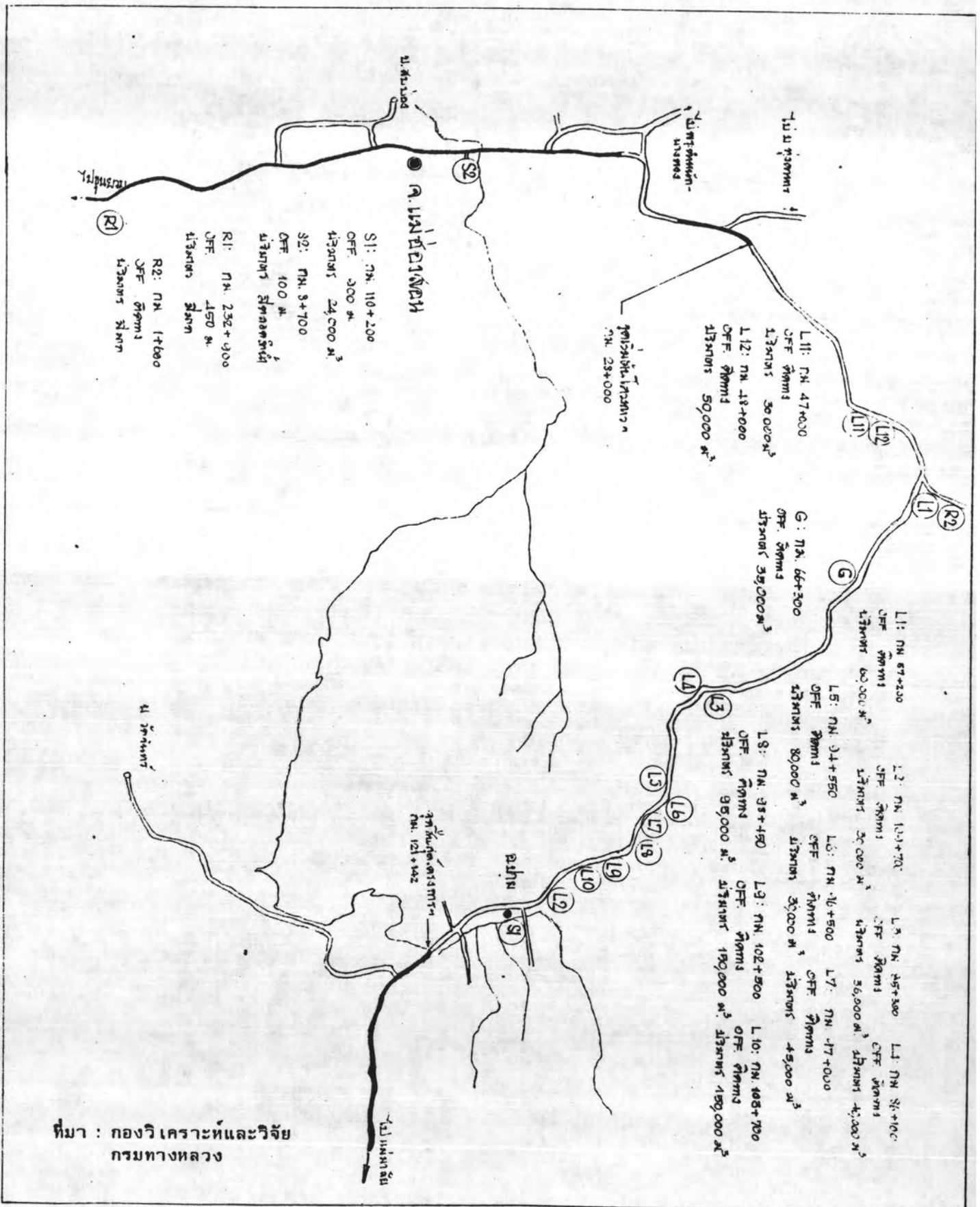


รูปที่ ก9 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 1174 บ.ทุ่งจิว -บ.ขมภู

ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง

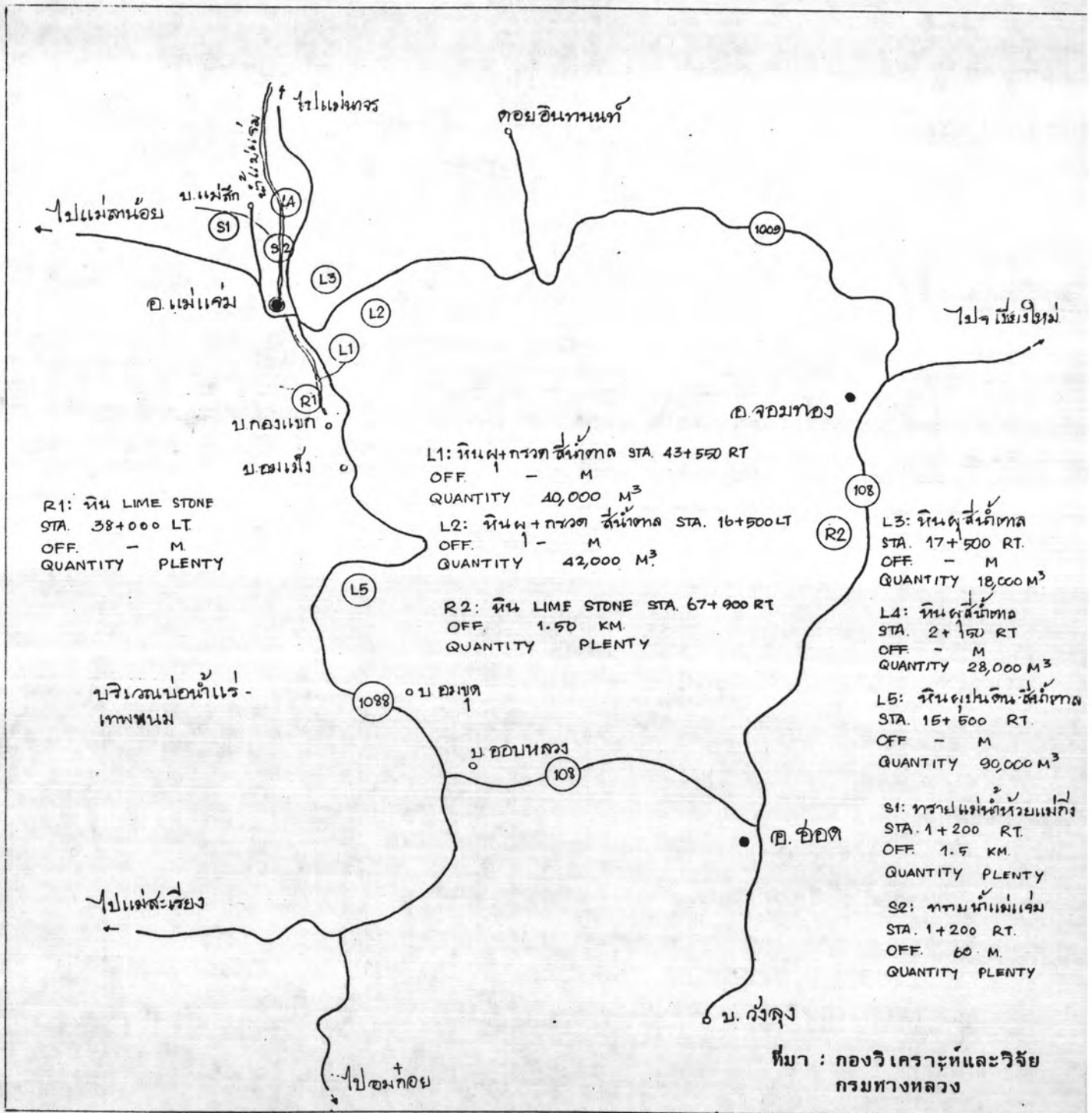


รูปที่ ก10 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวง 1188 อ.ปง - บ.น้ำปุก



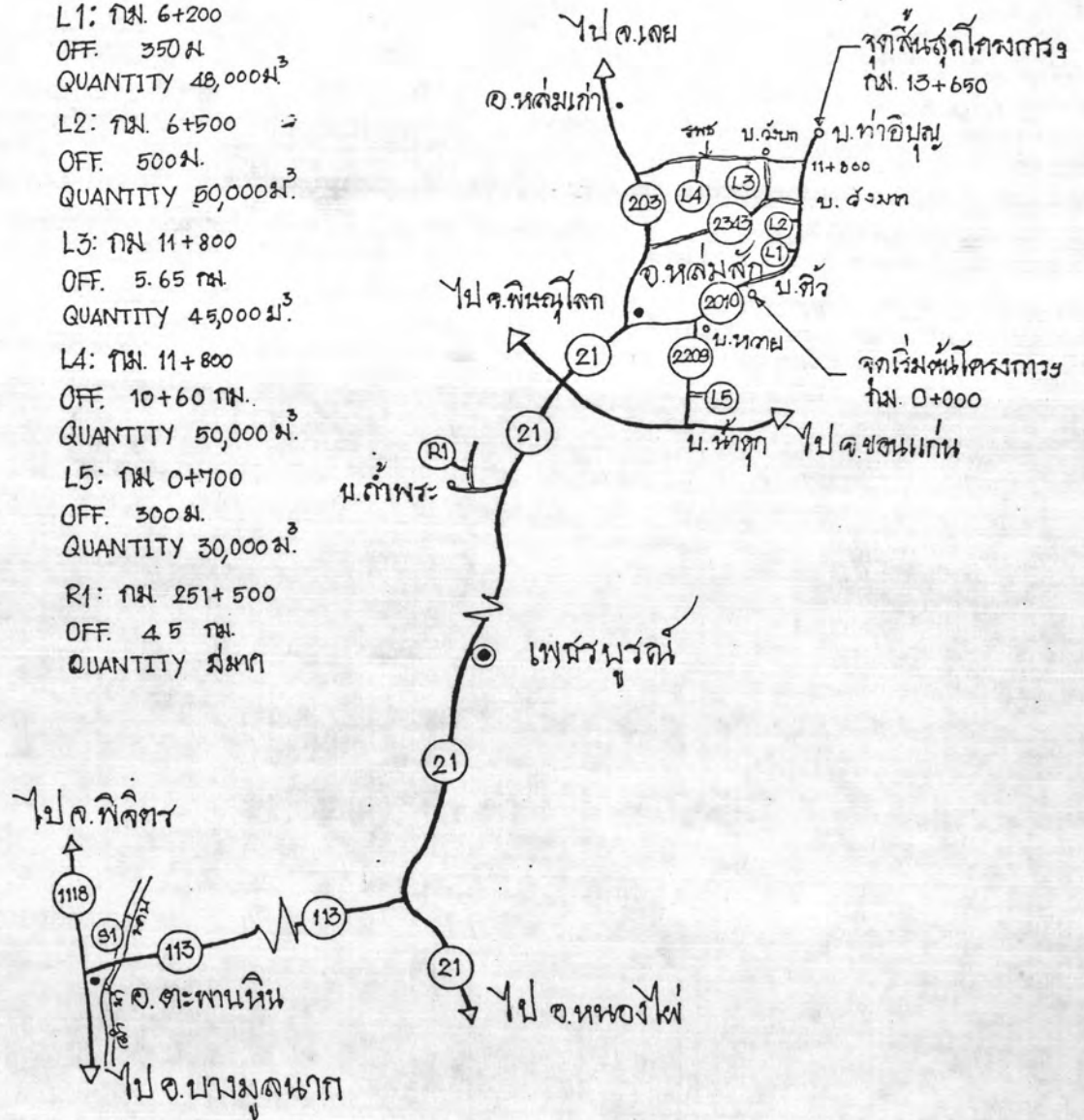
รูปที่ ก11 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข - แม่มาลัย - อ.ปาย





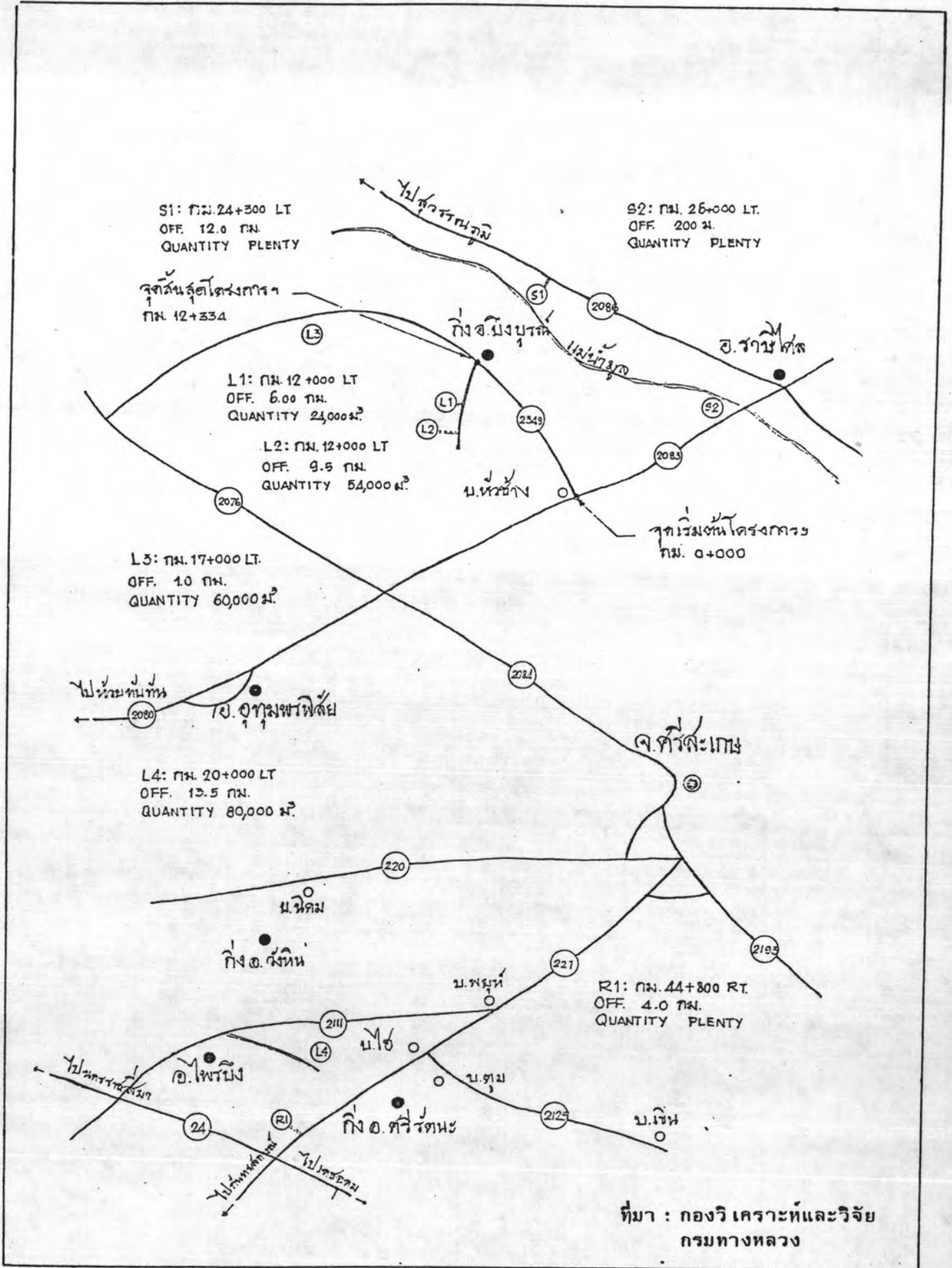
รูปที่ ก12 แผนที่แหล่งวัสดุ ทางหลวงหมายเลข 1088 - แยกทางหลวงหมายเลข 108 - อ.แม่แจ่ม

- L1: กม. 6+200  
OFF. 350 ม.  
QUANTITY 48,000 ม.<sup>3</sup>
- L2: กม. 6+500  
OFF. 500 ม.  
QUANTITY 50,000 ม.<sup>3</sup>
- L3: กม. 11+800  
OFF. 5.65 กม.  
QUANTITY 45,000 ม.<sup>3</sup>
- L4: กม. 11+800  
OFF. 10+60 กม.  
QUANTITY 50,000 ม.<sup>3</sup>
- L5: กม. 0+700  
OFF. 300 ม.  
QUANTITY 30,000 ม.<sup>3</sup>
- R1: กม. 251+500  
OFF. 45 กม.  
QUANTITY มีมาก



ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง

รูปที่ ก13 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 2010 บ. ตี๋ - บ. ทำอึบปยุ

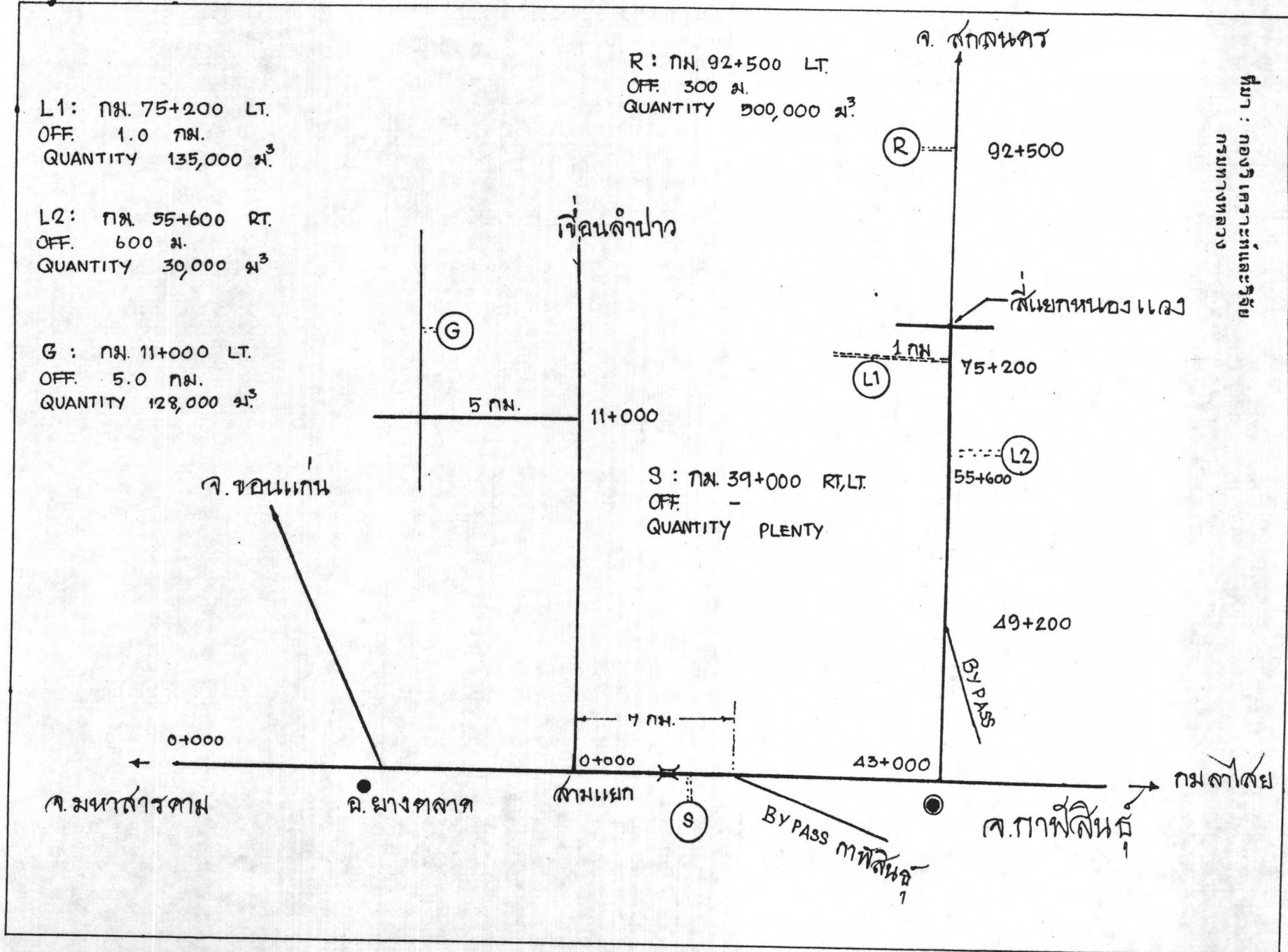


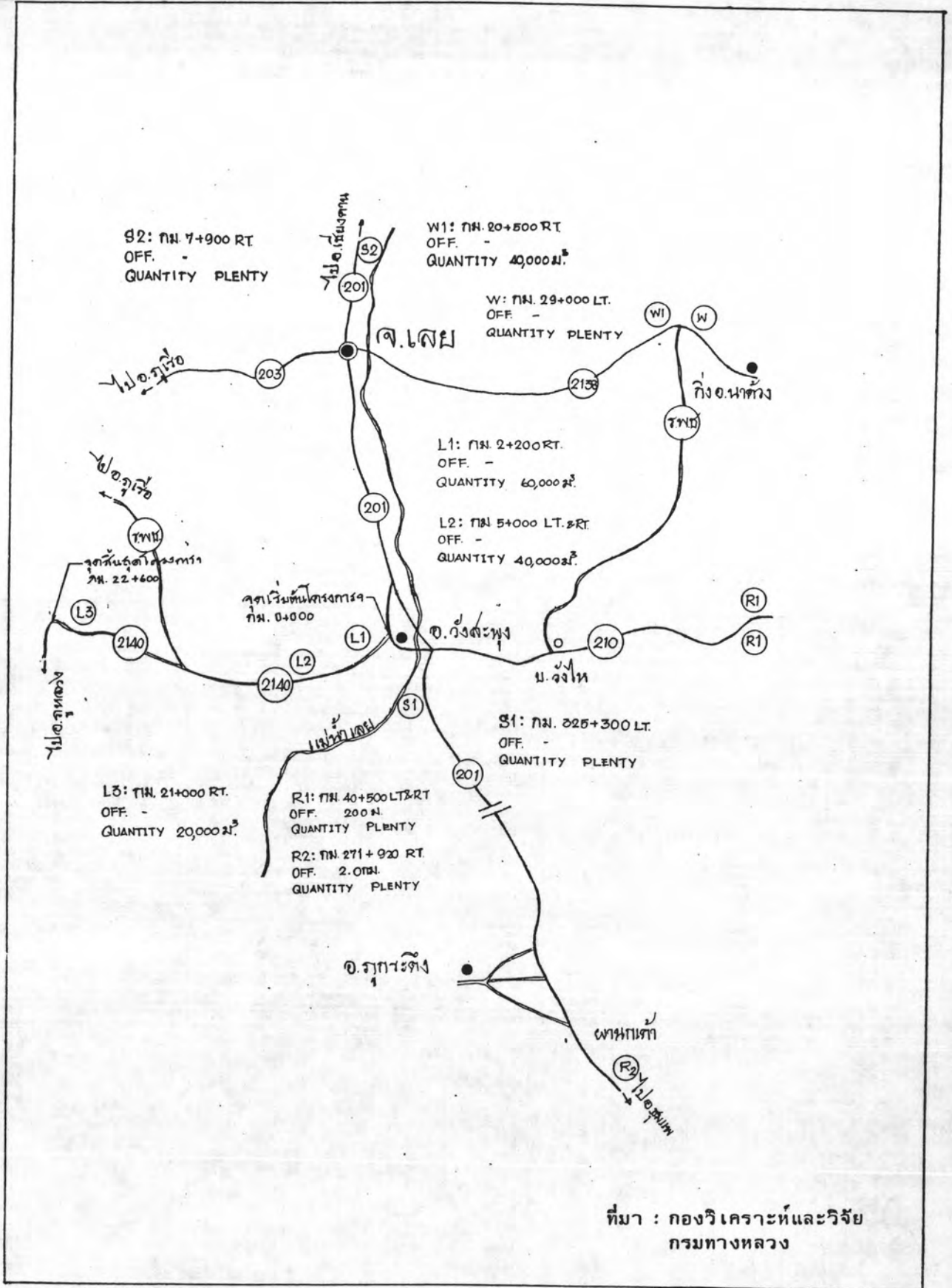
ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง

รูปที่ ก14 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 3249 บ.ตัวช้าง กิ่งอ.บึงบอระเพ็ด

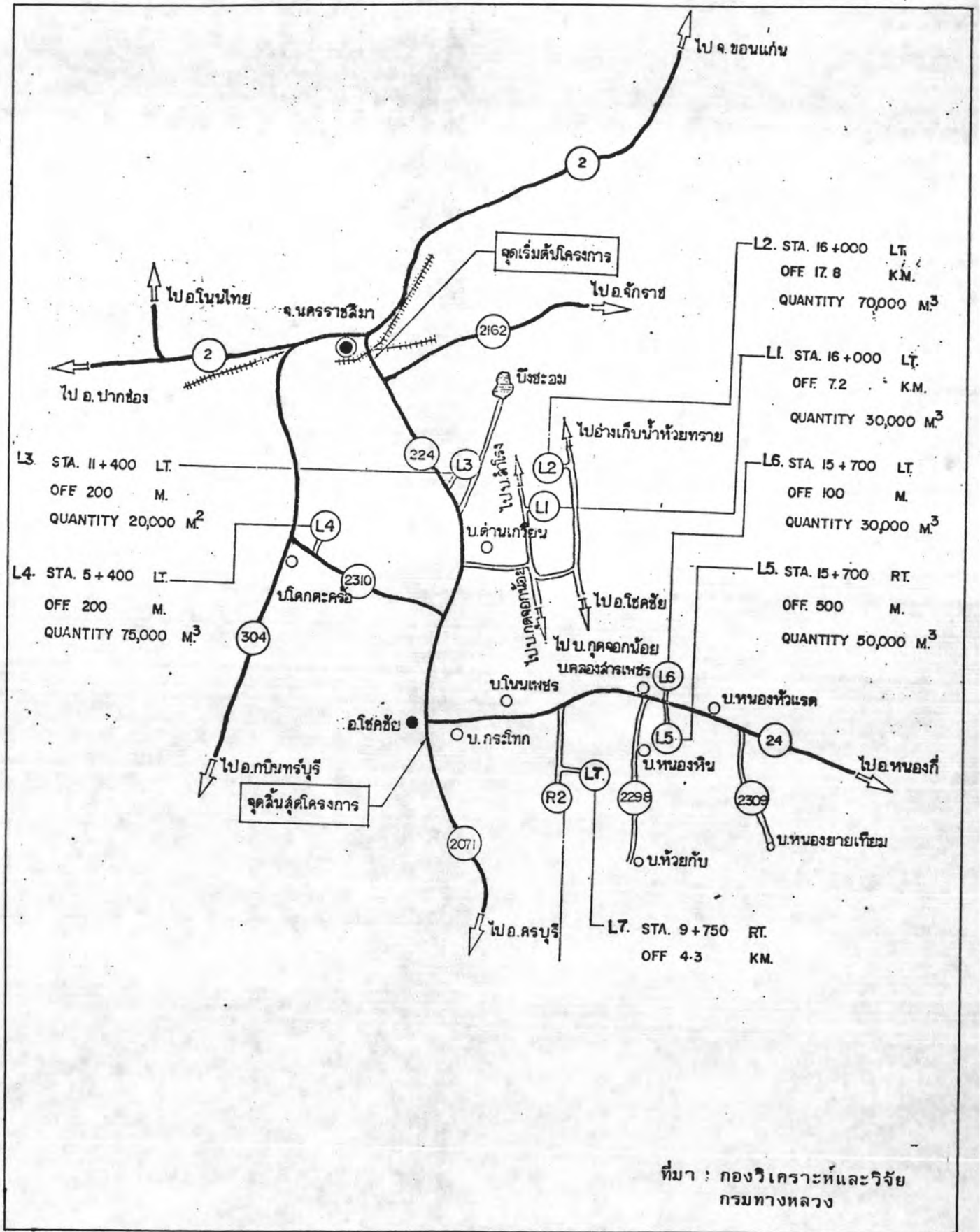
รูปที่ 15 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข

ทางเลี้ยวเมืองกาฬสินธุ์



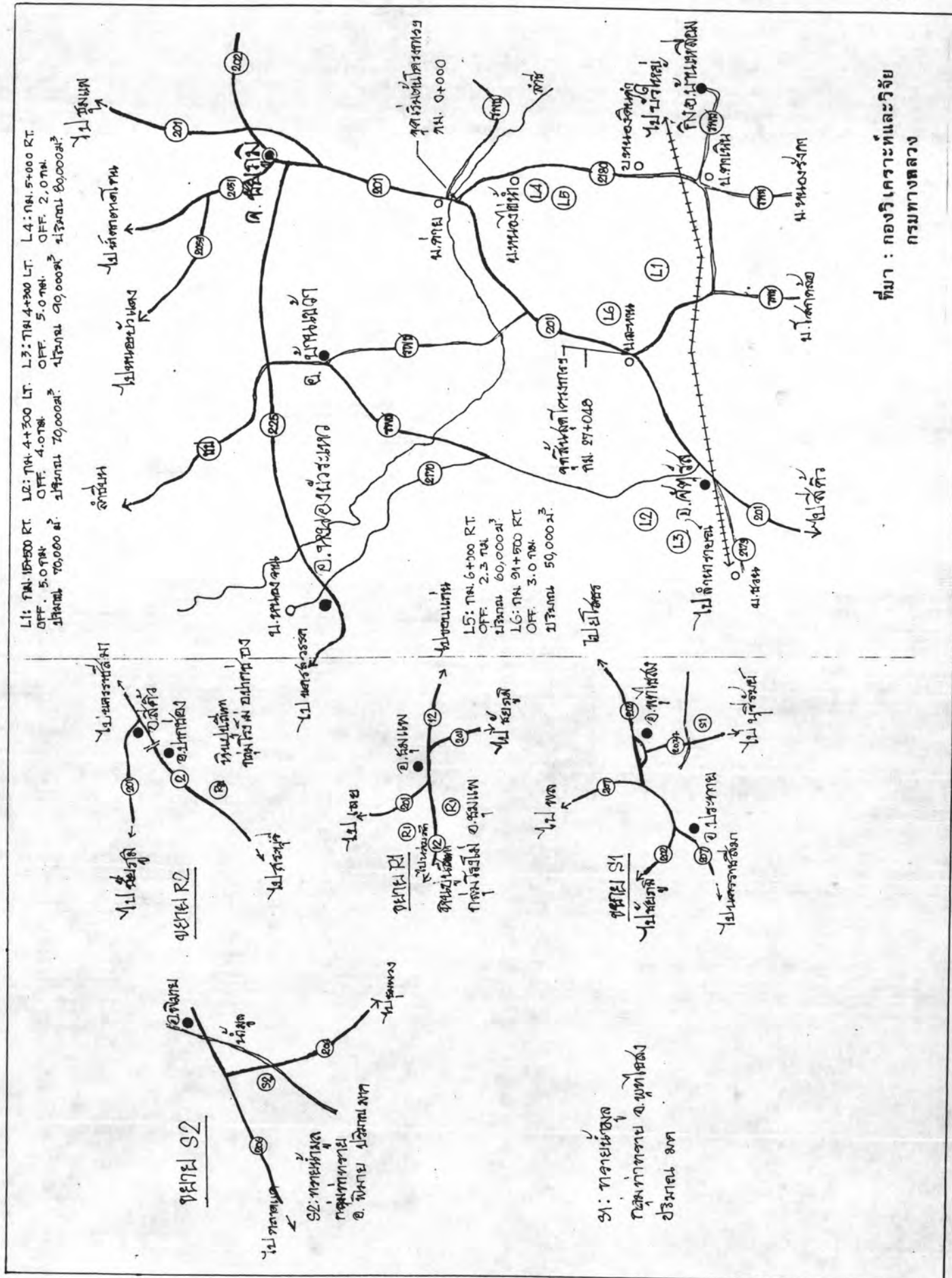


รูปที่ ก16 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 2140 อ.วังสะพุง - บ.นาขำแซง - บ.นาหลวง



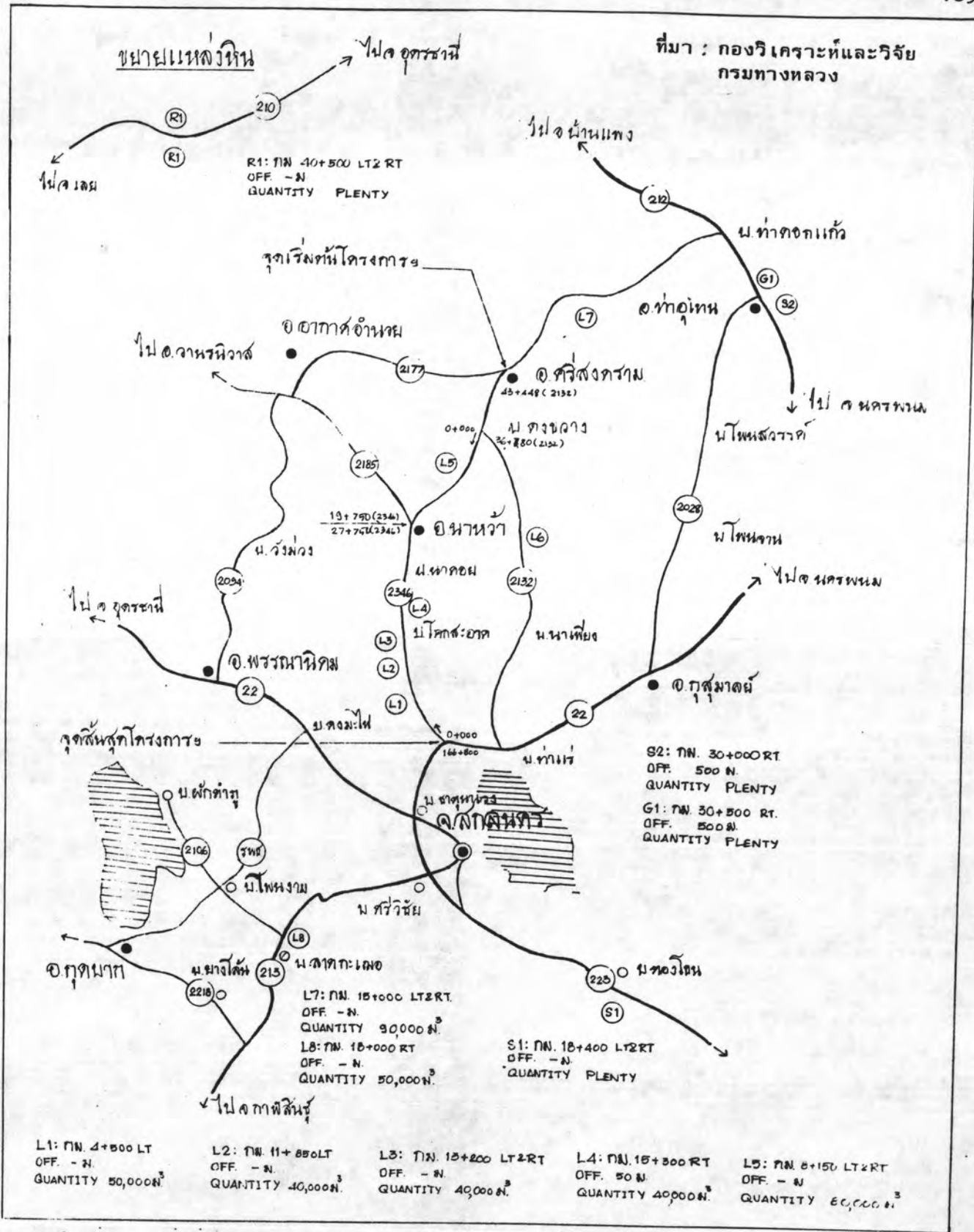
ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง

รูปที่ ก17 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 224 นครราชสีมา - อ. โชคชัย



ที่มา : กองวิเคาระห์และวิจัย กรมทางหลวง

รูปที่ ก18 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 2180 บ.ค้าย - บ.คาเนิน - บ.ละทาน



รูปที่ ก19 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 2346 อ.ศรีสังกราม - อ.นาหว้า - บ.น้ำคอกแก้ว - บ.ท่าแร่ - บ.หนองจอก - บ.หนองโพธิ์ - บ.ตอหิน - บ.น้ำคอกแก้ว - บ.ท่าแร่ - บ.หนองจอก - บ.หนองโพธิ์ - บ.ตอหิน - บ.น้ำคอกแก้ว - บ.ท่าแร่ - บ.หนองจอก - บ.หนองโพธิ์ - บ.ตอหิน

L1: 7W. 4+500 LT OFF. - N. QUANTITY 50,000 <sup>3</sup>	L2: 7W. 11+850 LT OFF. - N. QUANTITY 40,000 <sup>3</sup>	L3: 7W. 15+200 LT & RT OFF. - N. QUANTITY 40,000 <sup>3</sup>	L4: 7W. 15+300 RT OFF. 50 M. QUANTITY 40,000 <sup>3</sup>	L5: 7W. 8+150 LT & RT OFF. - N. QUANTITY 50,000 <sup>3</sup>
---	--	---	---	--

S2: 7W. 30+000 RT  
OFF. 500 M.  
QUANTITY PLENTY

G1: 7W. 30+500 RT.  
OFF. 500 M.  
QUANTITY PLENTY

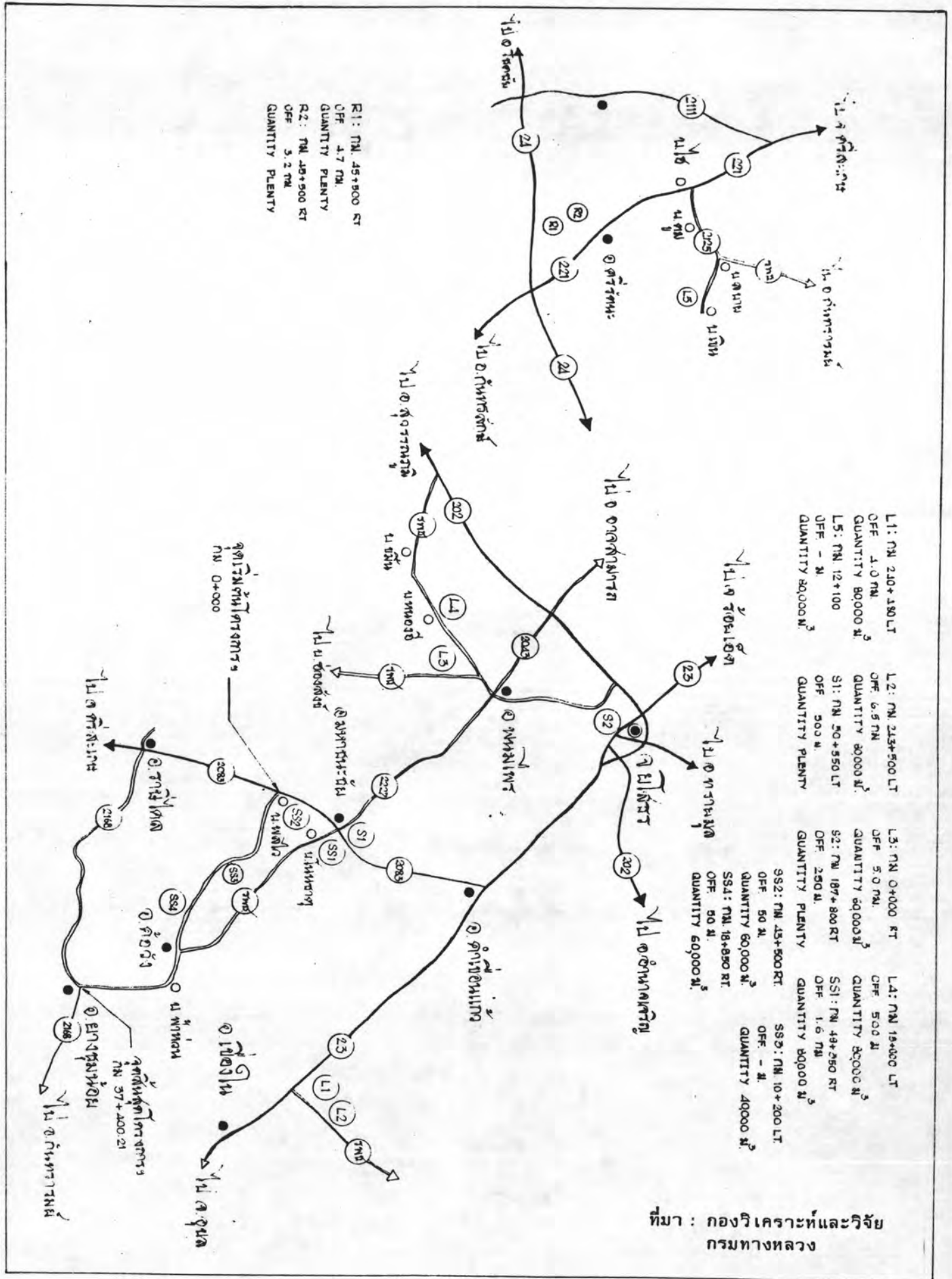
L7: 7W. 15+000 LT & RT  
OFF. - N.  
QUANTITY 90,000<sup>3</sup>

L8: 7W. 18+000 RT  
OFF. - N.  
QUANTITY 50,000<sup>3</sup>

S1: 7W. 18+400 LT & RT  
OFF. - N.  
QUANTITY PLENTY

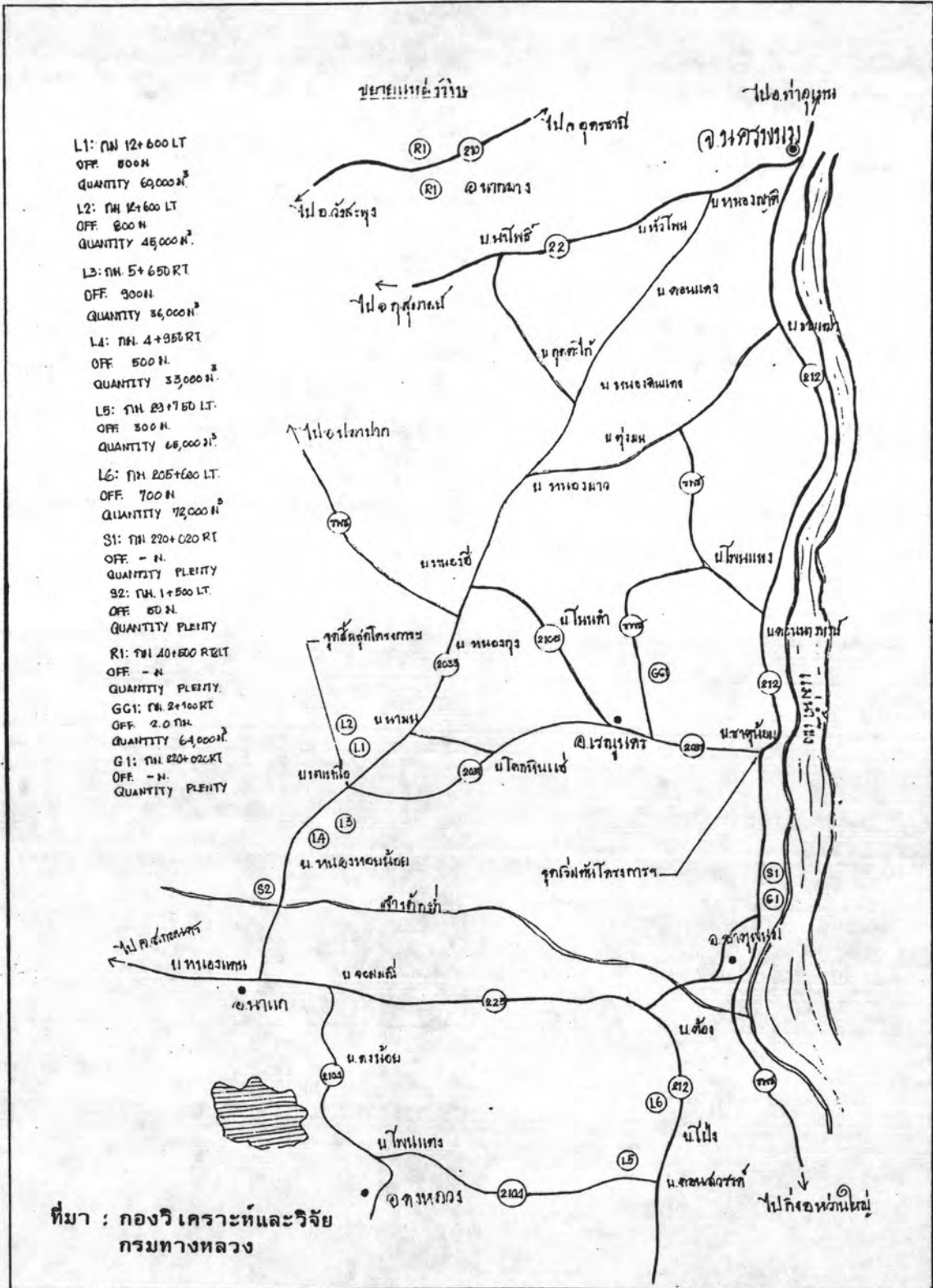
R1: 7W. 40+500 LT & RT  
OFF. - N.  
QUANTITY PLENTY





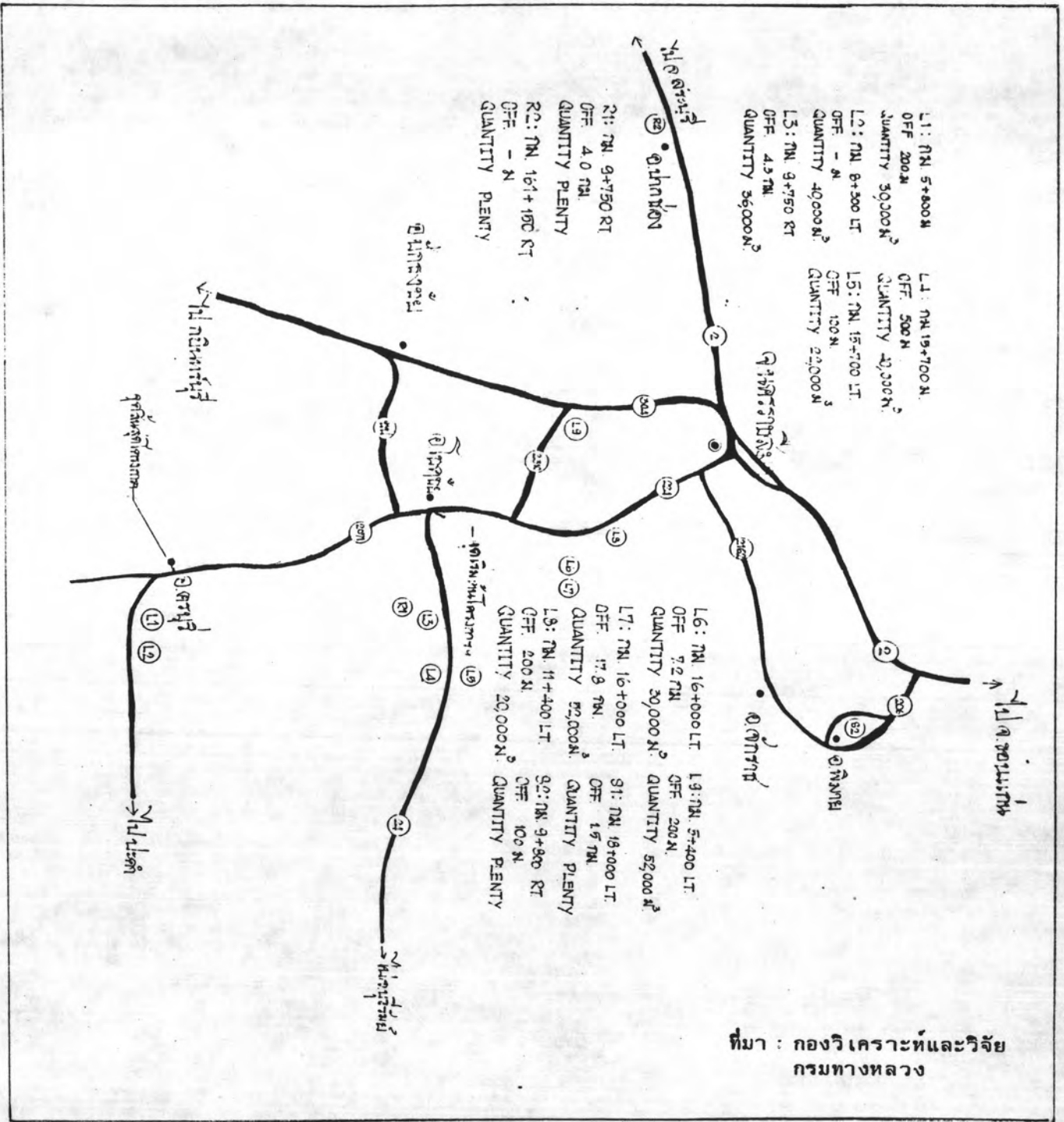
ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง

รูปที่ ก20 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข - บ.พลไว - อ.บางขุ่มน้อย



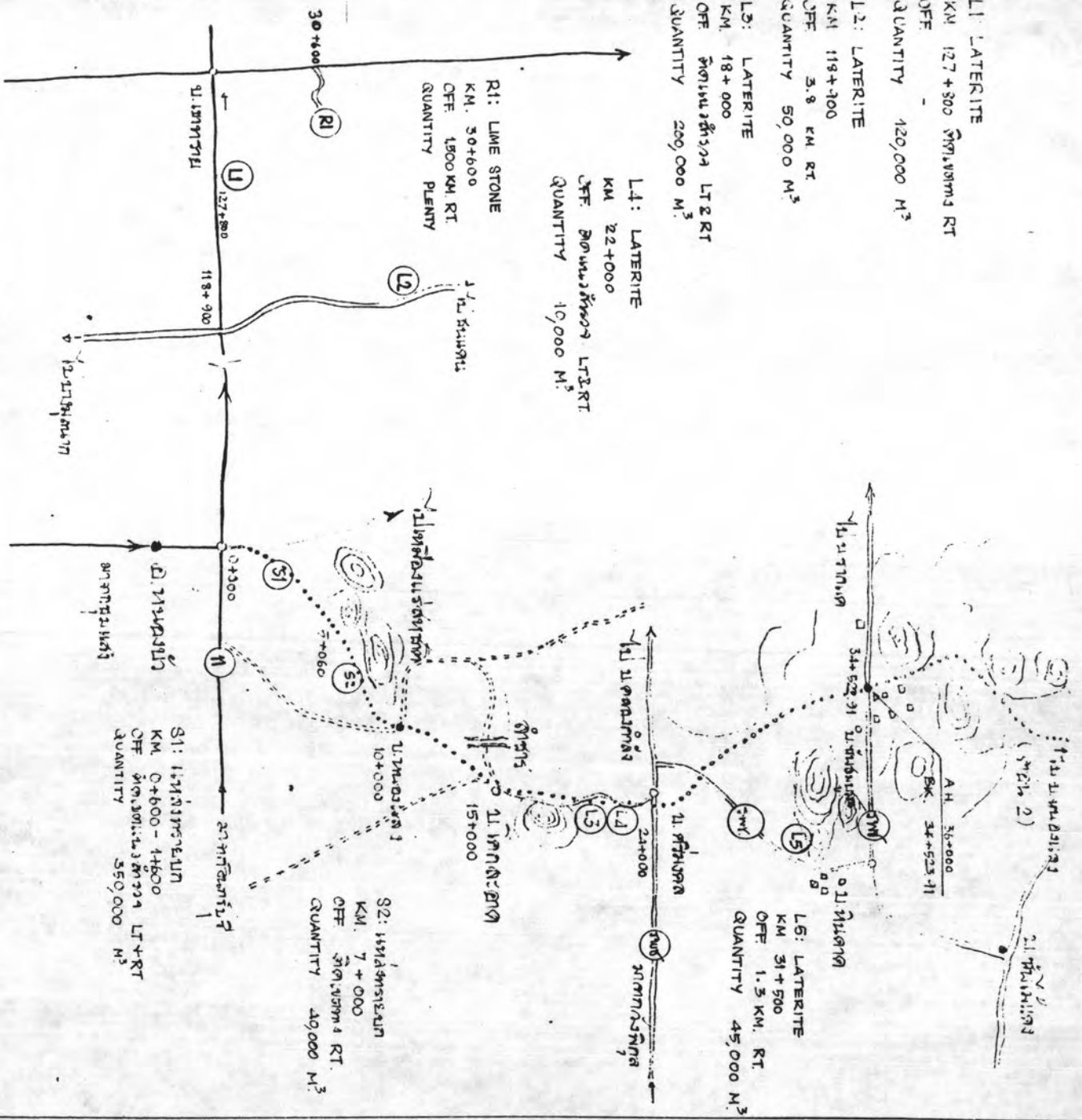
รูปที่ ก21 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 2031

แยกทางหลวงหมายเลข 212 (บ.ธาตุน้อย) - บ.นาเหนือ

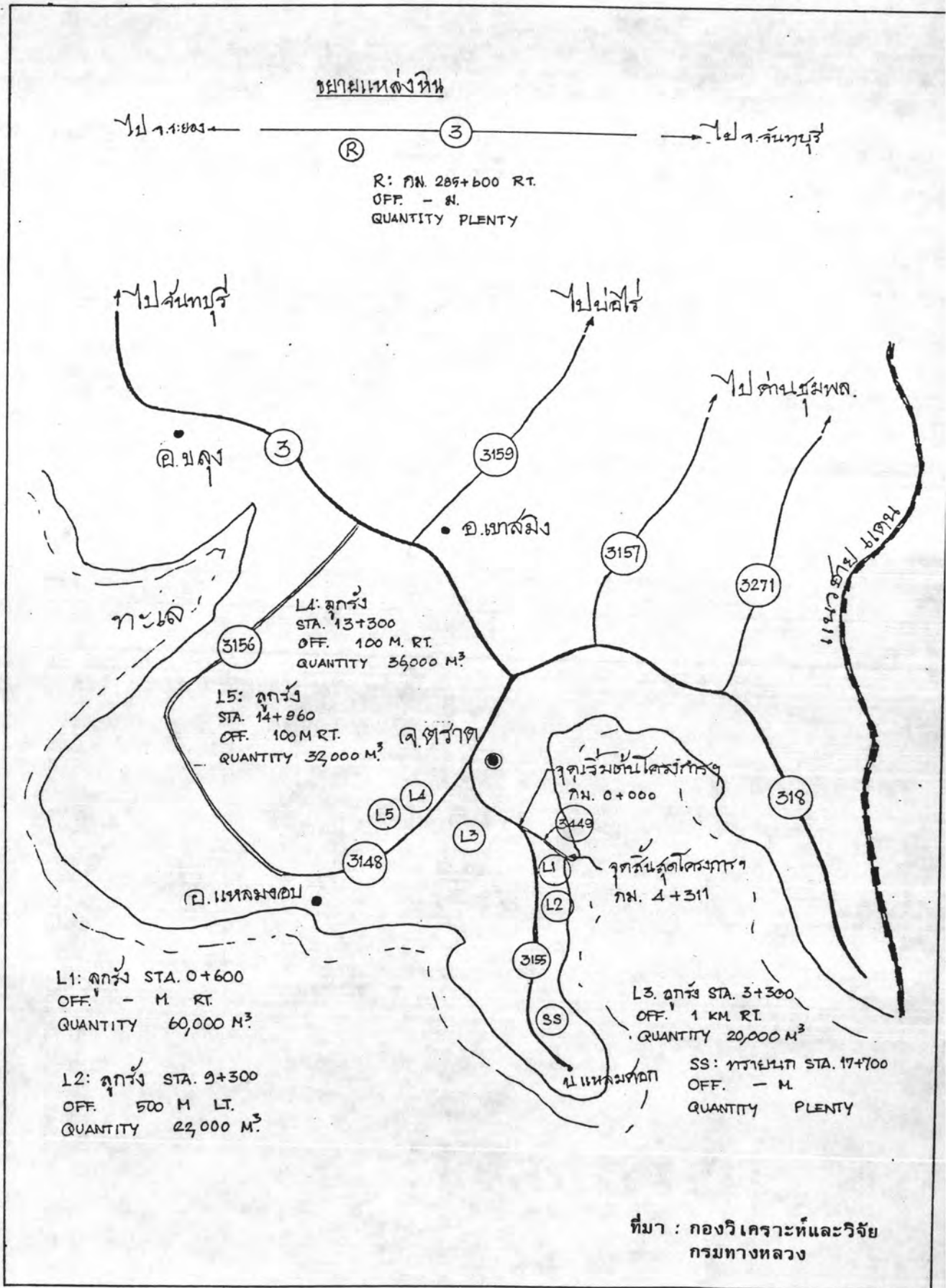


รูปที่ ก22 แผนที่แหล่งวัดคูดทางหลวงหมายเลข 2071 อ.โคกชัย - อ.นครบุรี

ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง

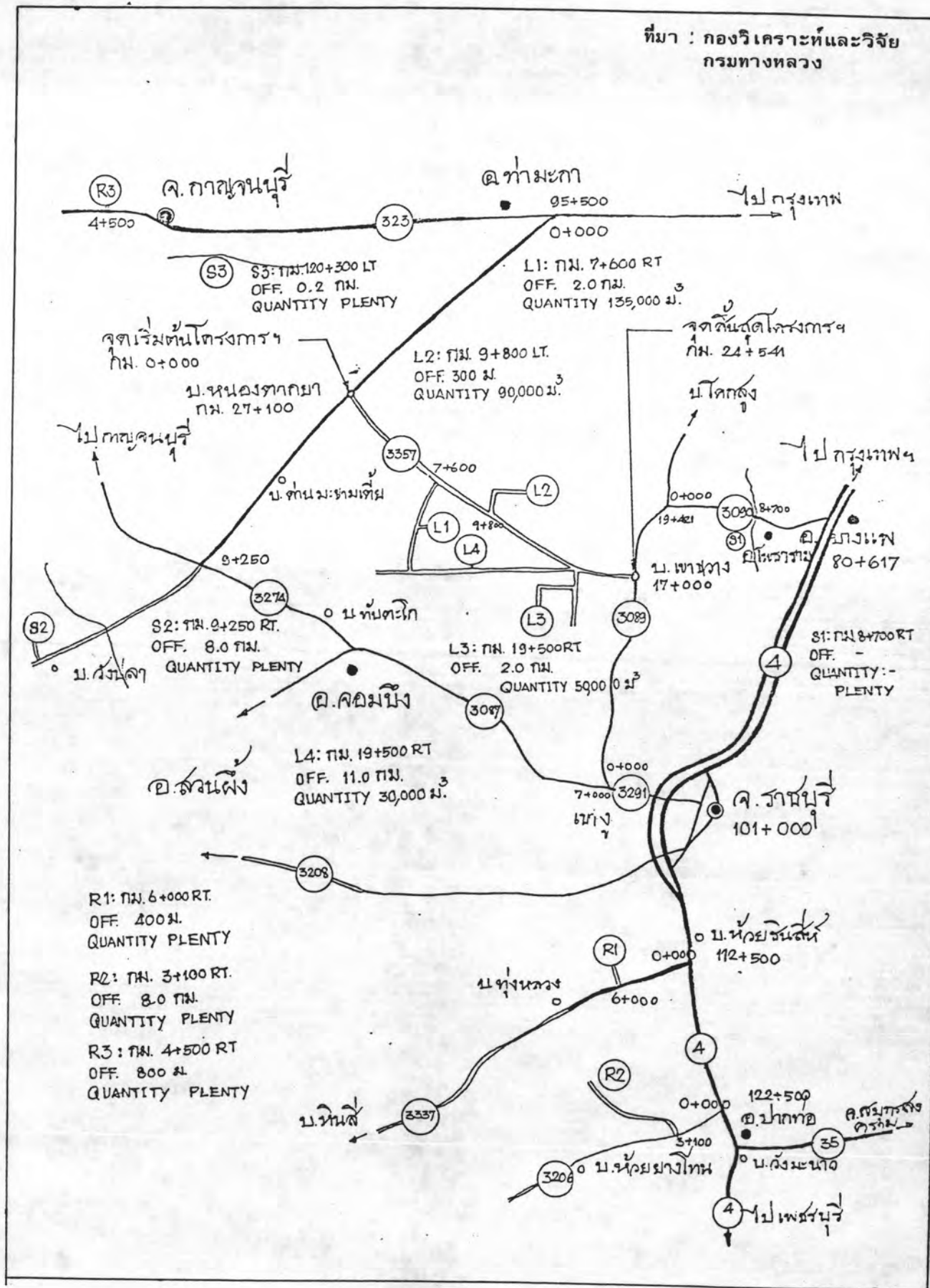


รูปที่ ก23 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 2184 อ.หนองบัว - บ.ชัยสมบูรณ์

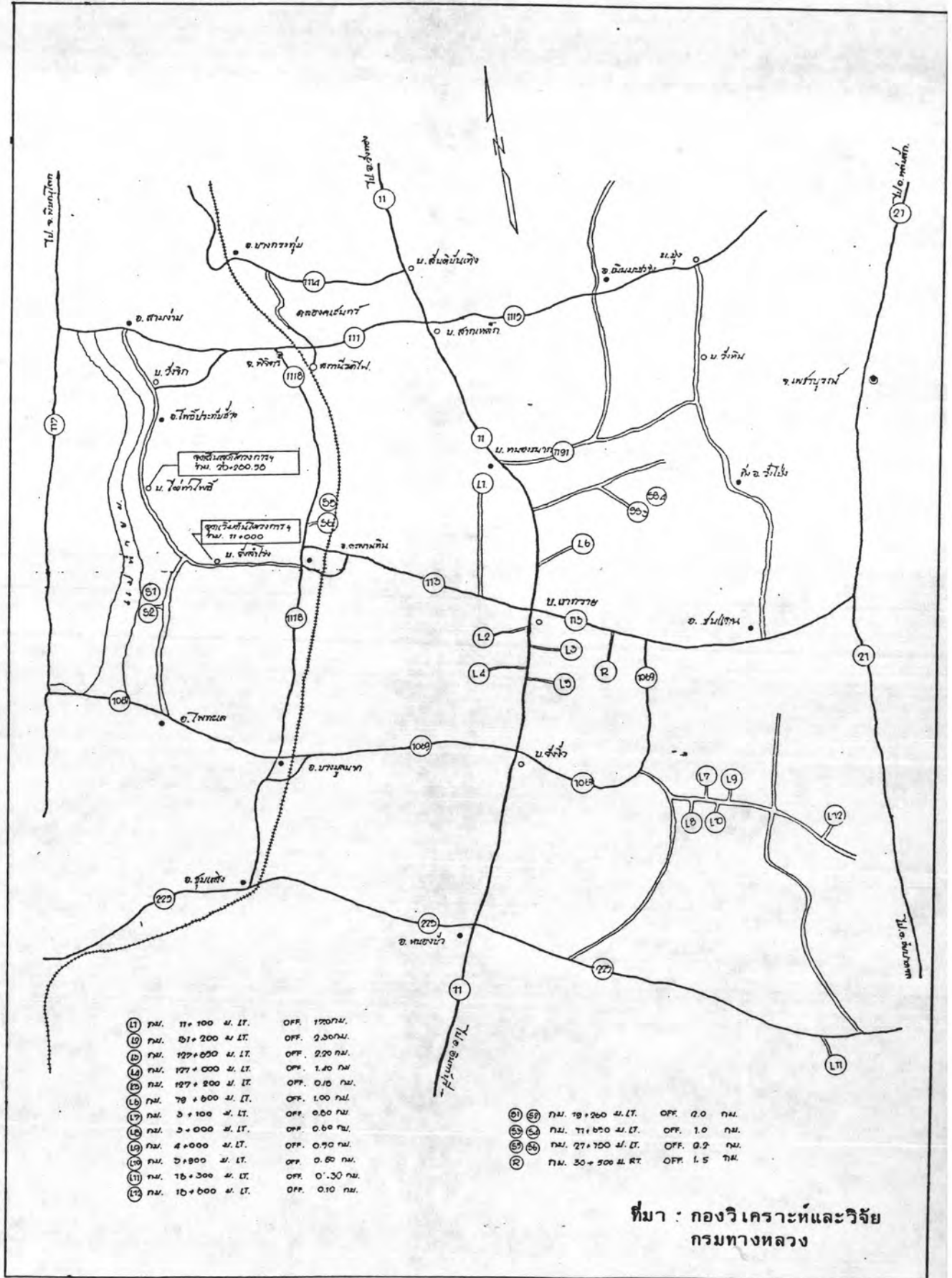


รูปที่ ก24 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 3449 แลลมโพธิ์ - เกาะนุ

ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง



รูปที่ ก25 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 3357 บ.หนองตากยา -บ. เขาขวาง



(T1)	กม. 11 + 100 ม. LT.	OFF. 1.70 กม.
(L1)	กม. 151 + 200 ม. LT.	OFF. 2.30 กม.
(L2)	กม. 177 + 020 ม. LT.	OFF. 2.20 กม.
(L3)	กม. 177 + 000 ม. LT.	OFF. 1.40 กม.
(L4)	กม. 197 + 200 ม. LT.	OFF. 0.10 กม.
(L5)	กม. 78 + 000 ม. LT.	OFF. 1.00 กม.
(L6)	กม. 3 + 100 ม. LT.	OFF. 0.50 กม.
(L7)	กม. 3 + 000 ม. LT.	OFF. 0.60 กม.
(L8)	กม. 4 + 000 ม. LT.	OFF. 0.50 กม.
(L9)	กม. 3 + 800 ม. LT.	OFF. 0.50 กม.
(L10)	กม. 15 + 300 ม. LT.	OFF. 0.30 กม.
(L11)	กม. 15 + 000 ม. LT.	OFF. 0.10 กม.

(S1)	กม. 19 + 260 ม. LT.	OFF. 0.0 กม.
(S2)	กม. 11 + 620 ม. LT.	OFF. 1.0 กม.
(S3)	กม. 27 + 100 ม. LT.	OFF. 0.2 กม.
(R)	กม. 30 + 500 ม. RT.	OFF. 1.5 กม.

ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง

รูปที่ ก26 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข

อ. ตะพานหิน - บ. วังสำโรง - บ. ไม้เท้าโพธิ์

L1: กน. 46+500 LT. OFF. 400 ม. QUANTITY 20,000 ม.<sup>3</sup>  
 L2: กน. 46+500 RT. OFF. 100 ม. QUANTITY 20,000 ม.<sup>3</sup>

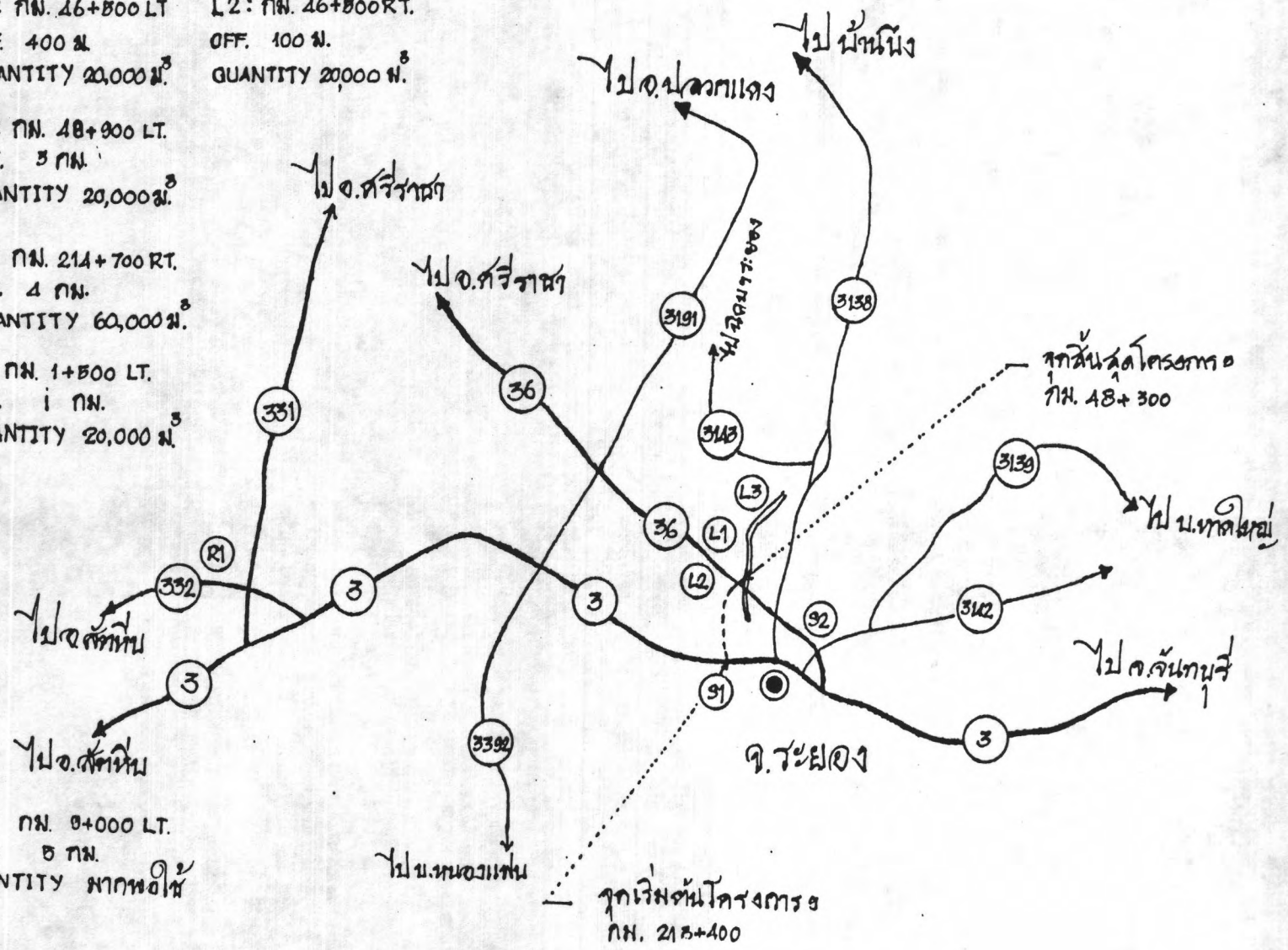
L3: กน. 48+900 LT. OFF. 3 กน. QUANTITY 20,000 ม.<sup>3</sup>

S1: กน. 214+700 RT. OFF. 4 กน. QUANTITY 60,000 ม.<sup>3</sup>

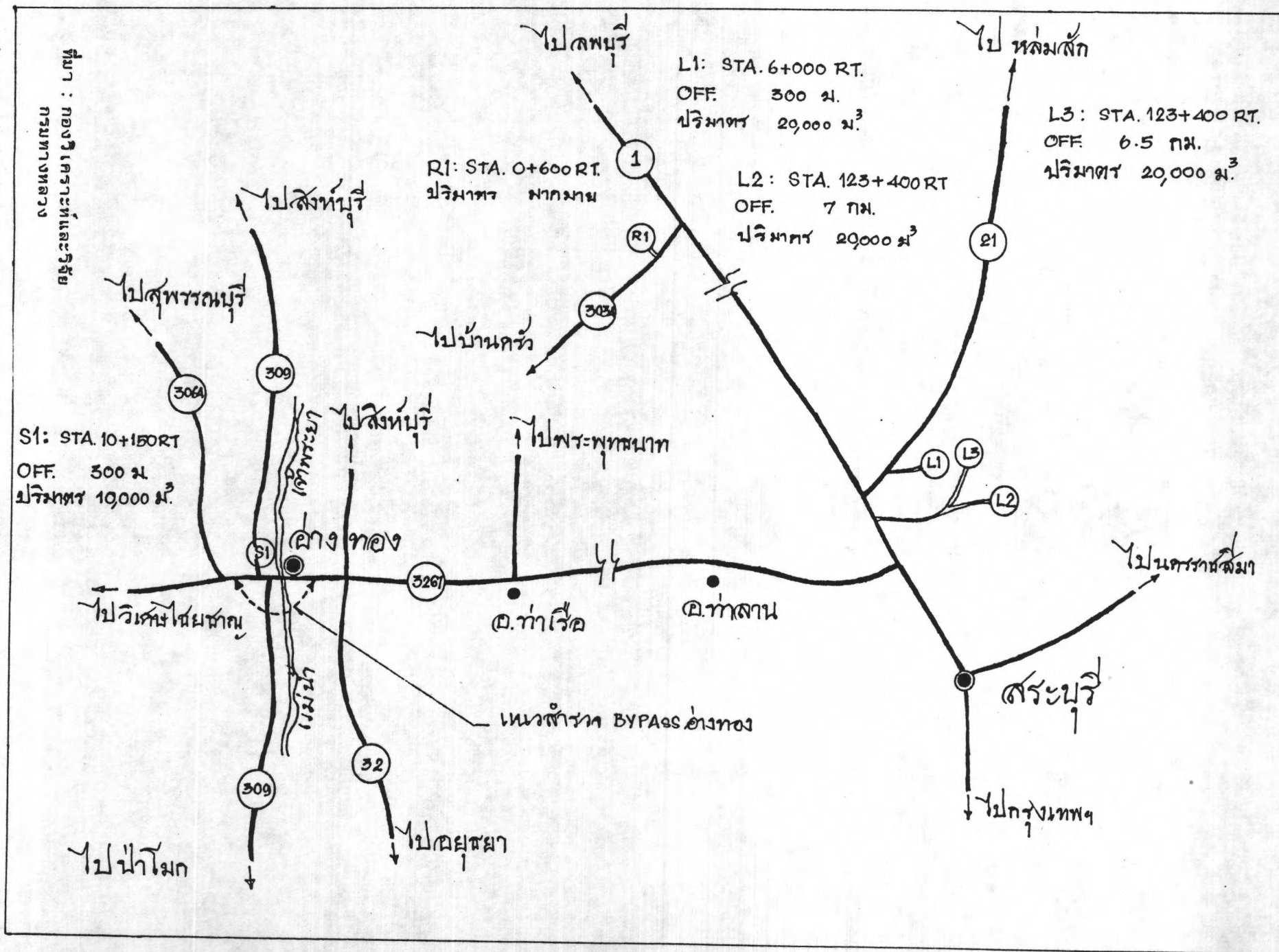
S2: กน. 1+500 LT. OFF. 1 กน. QUANTITY 20,000 ม.<sup>3</sup>

R1: กน. 8+000 LT. OFF. 8 กน. QUANTITY มากพอใช้

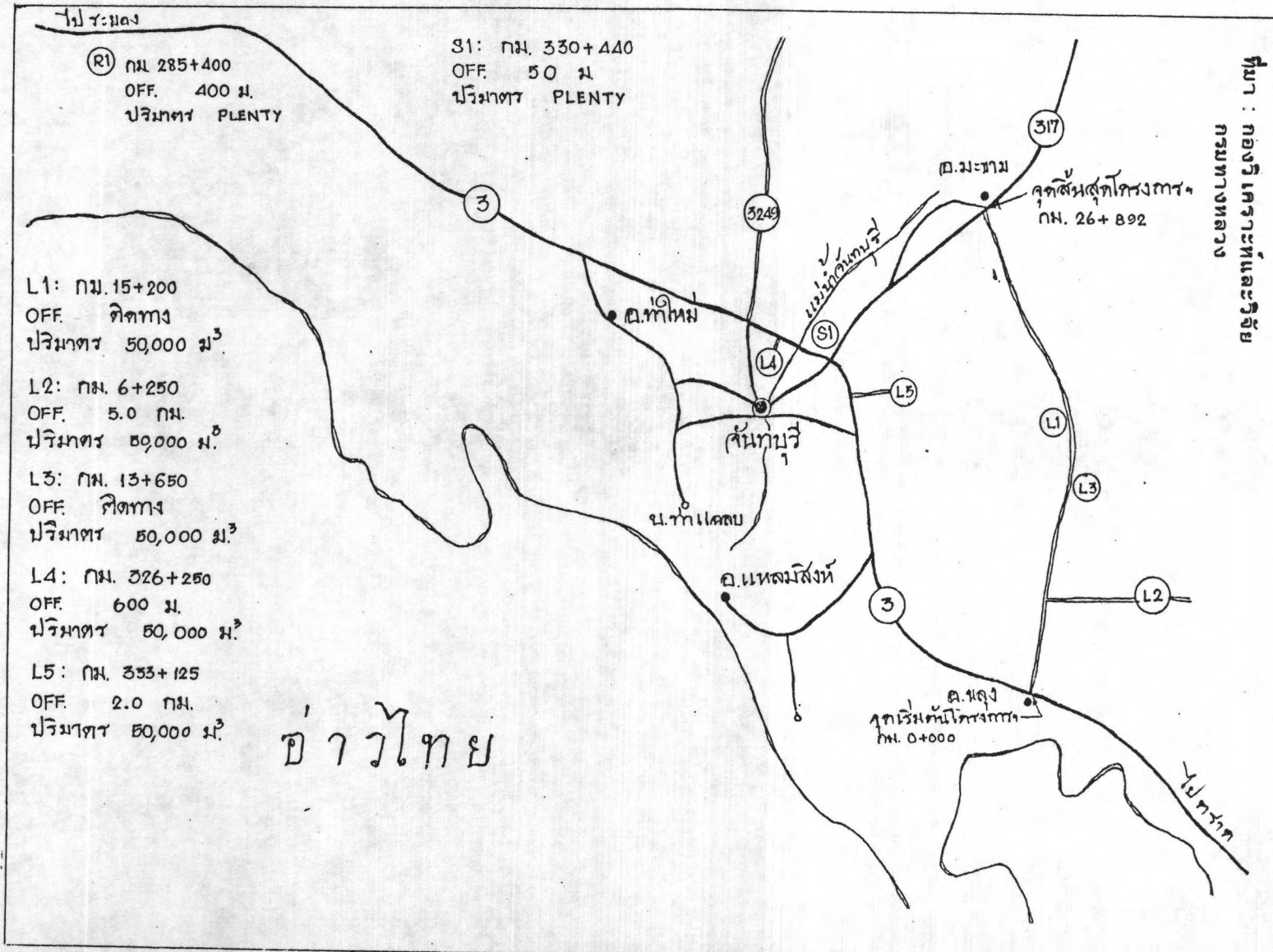
ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง

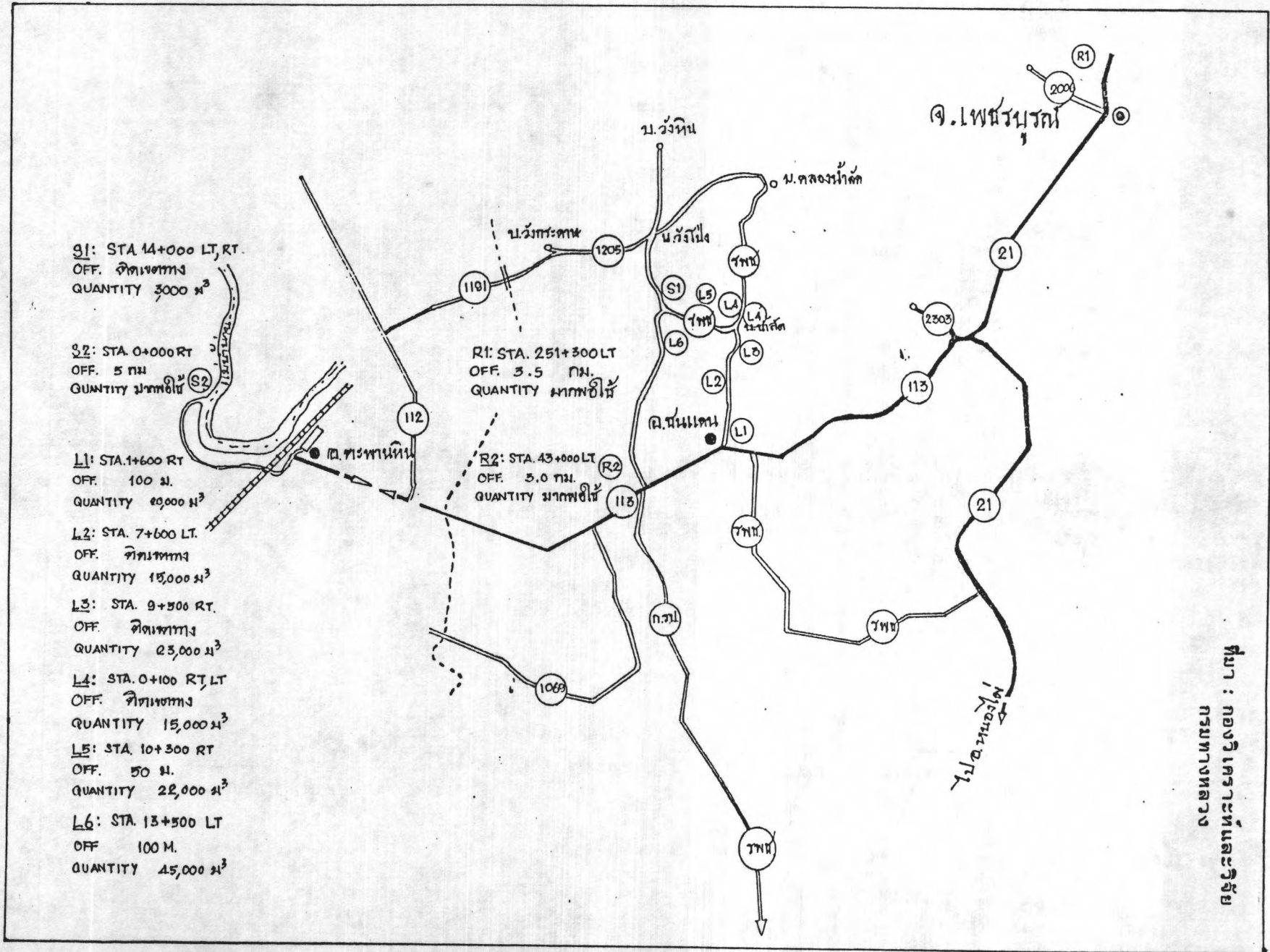




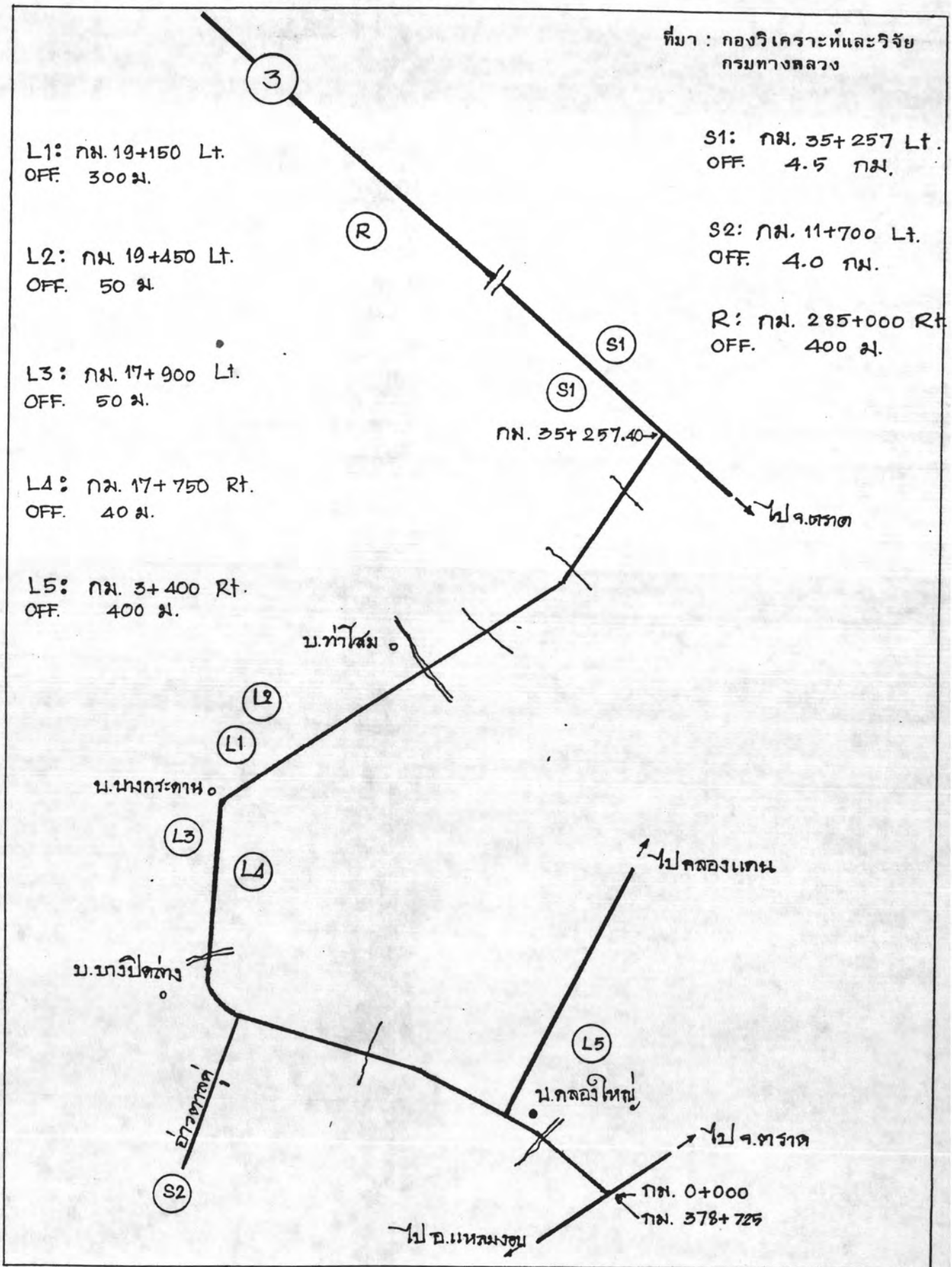


รูปที่ ก29 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 3277 อ.ชลิ่ง - อ.มะขาม

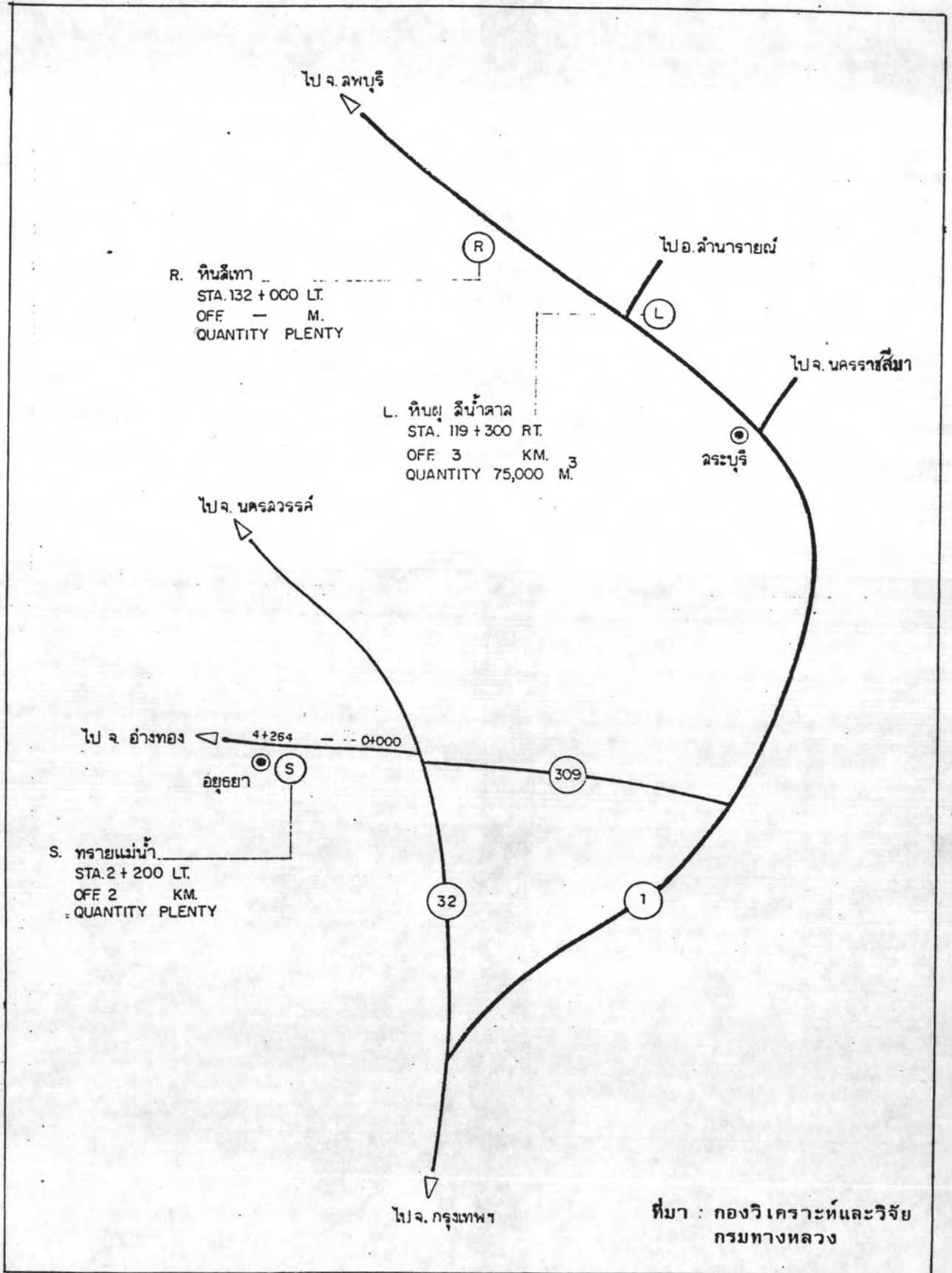




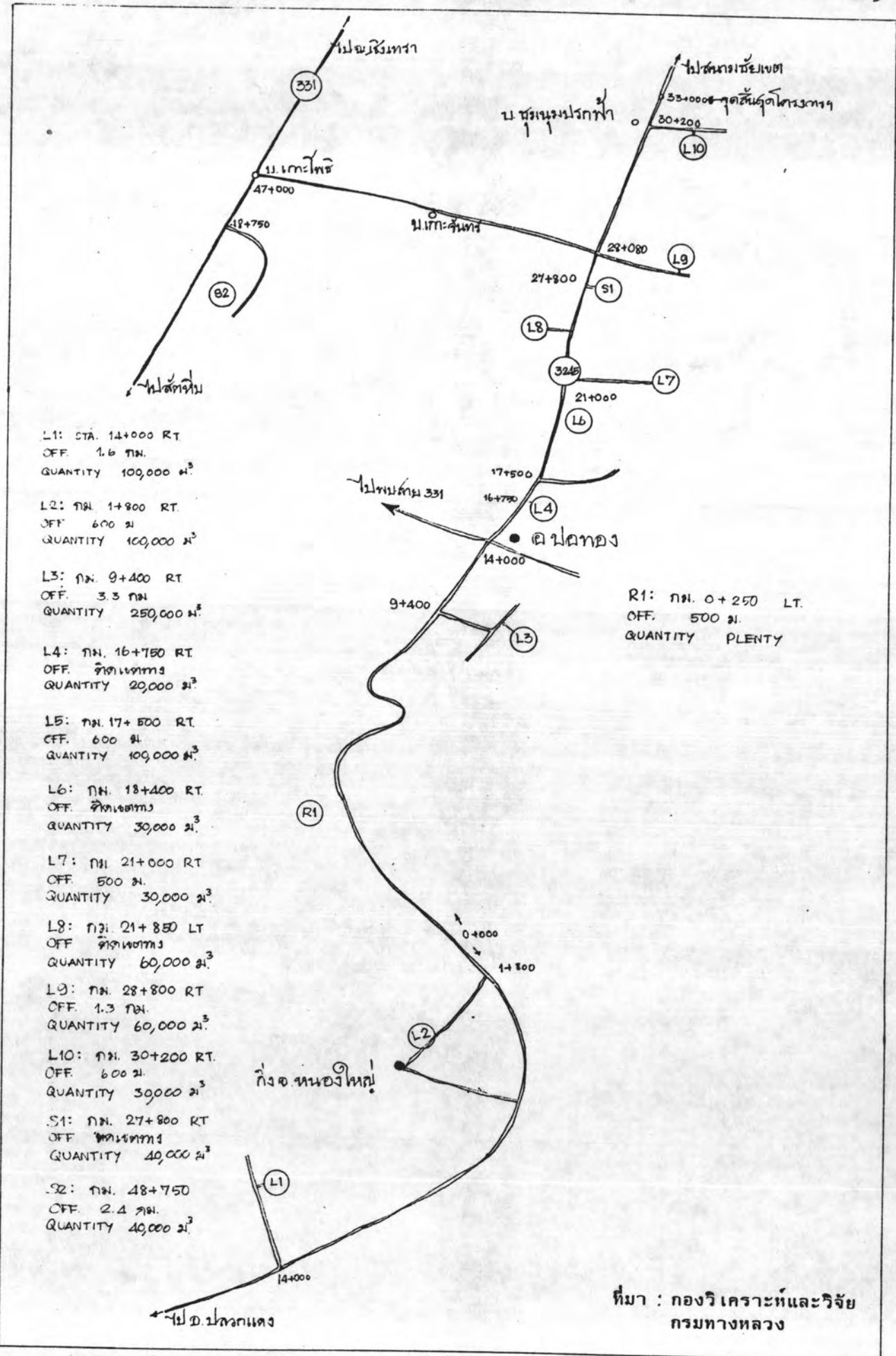
ที่มา : กองวิเคราะหฺและวิจัย กรมทางหลวง



รูปที่ ก31 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 3156 แหลมงอบ - บางกระดาน - ท่าจอด



รูปที่ ก๓๒ แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข ๓๐๙ แยกทางหลวงหมายเลข ๓๒ - อยุธยา



L1: STA. 14+000 RT.  
OFF. 1.6 กม.  
QUANTITY 100,000 ม.<sup>3</sup>

L2: กม. 1+800 RT.  
OFF. 600 ม.  
QUANTITY 100,000 ม.<sup>3</sup>

L3: กม. 9+400 RT.  
OFF. 3.3 กม.  
QUANTITY 250,000 ม.<sup>3</sup>

L4: กม. 16+750 RT.  
OFF. ฝั่งตะวันตก  
QUANTITY 20,000 ม.<sup>3</sup>

L5: กม. 17+500 RT.  
OFF. 600 ม.  
QUANTITY 100,000 ม.<sup>3</sup>

L6: กม. 18+400 RT.  
OFF. ฝั่งตะวันตก  
QUANTITY 30,000 ม.<sup>3</sup>

L7: กม. 21+000 RT.  
OFF. 500 ม.  
QUANTITY 30,000 ม.<sup>3</sup>

L8: กม. 21+850 LT.  
OFF. ฝั่งตะวันตก  
QUANTITY 60,000 ม.<sup>3</sup>

L9: กม. 28+800 RT.  
OFF. 1.3 กม.  
QUANTITY 60,000 ม.<sup>3</sup>

L10: กม. 30+200 RT.  
OFF. 600 ม.  
QUANTITY 30,000 ม.<sup>3</sup>

S1: กม. 27+800 RT.  
OFF. ฝั่งตะวันตก  
QUANTITY 40,000 ม.<sup>3</sup>

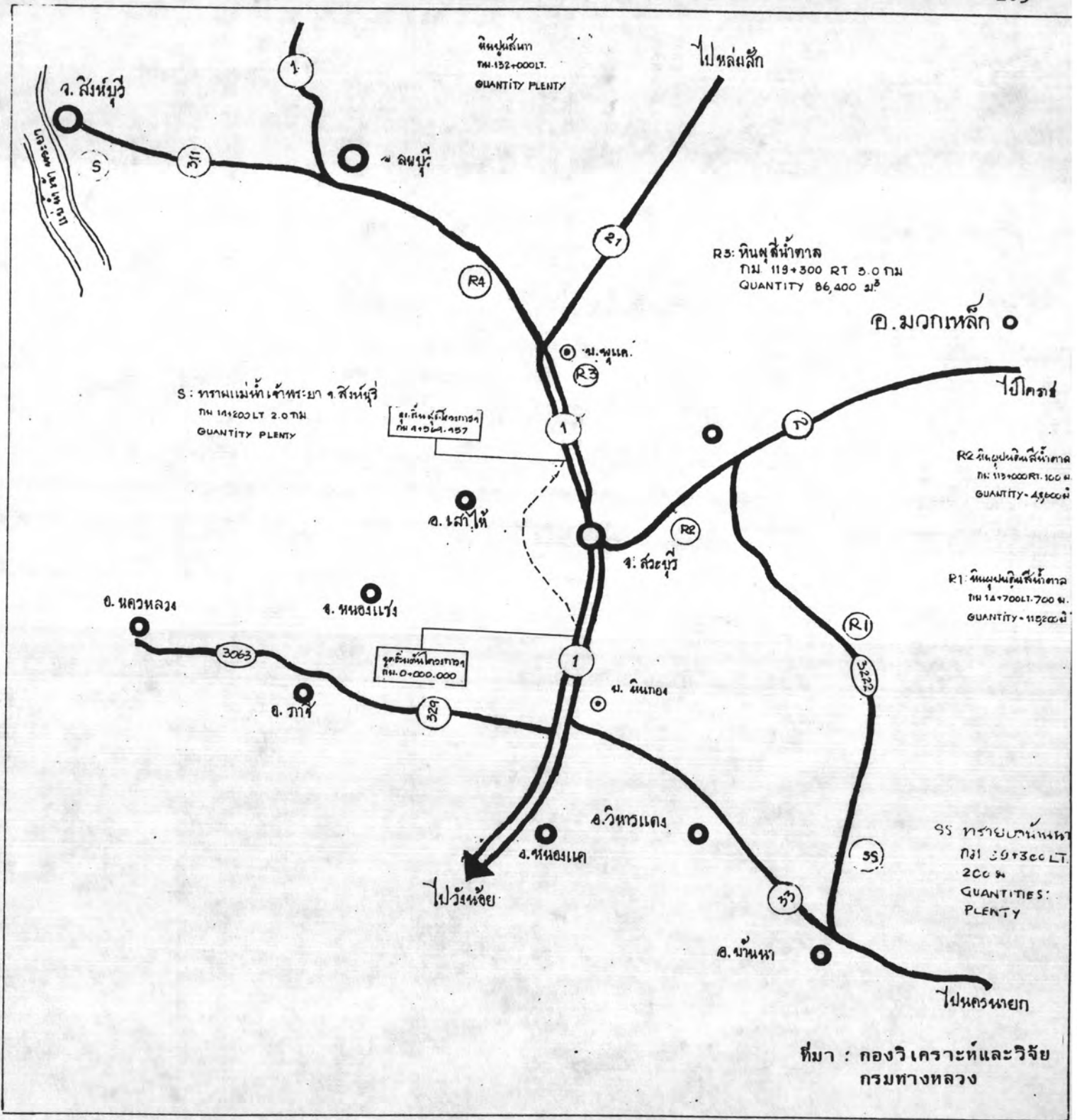
S2: กม. 48+750  
OFF. 2.4 กม.  
QUANTITY 40,000 ม.<sup>3</sup>

R1: กม. 0+250 LT.  
OFF. 500 ม.  
QUANTITY PLENTY

ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง

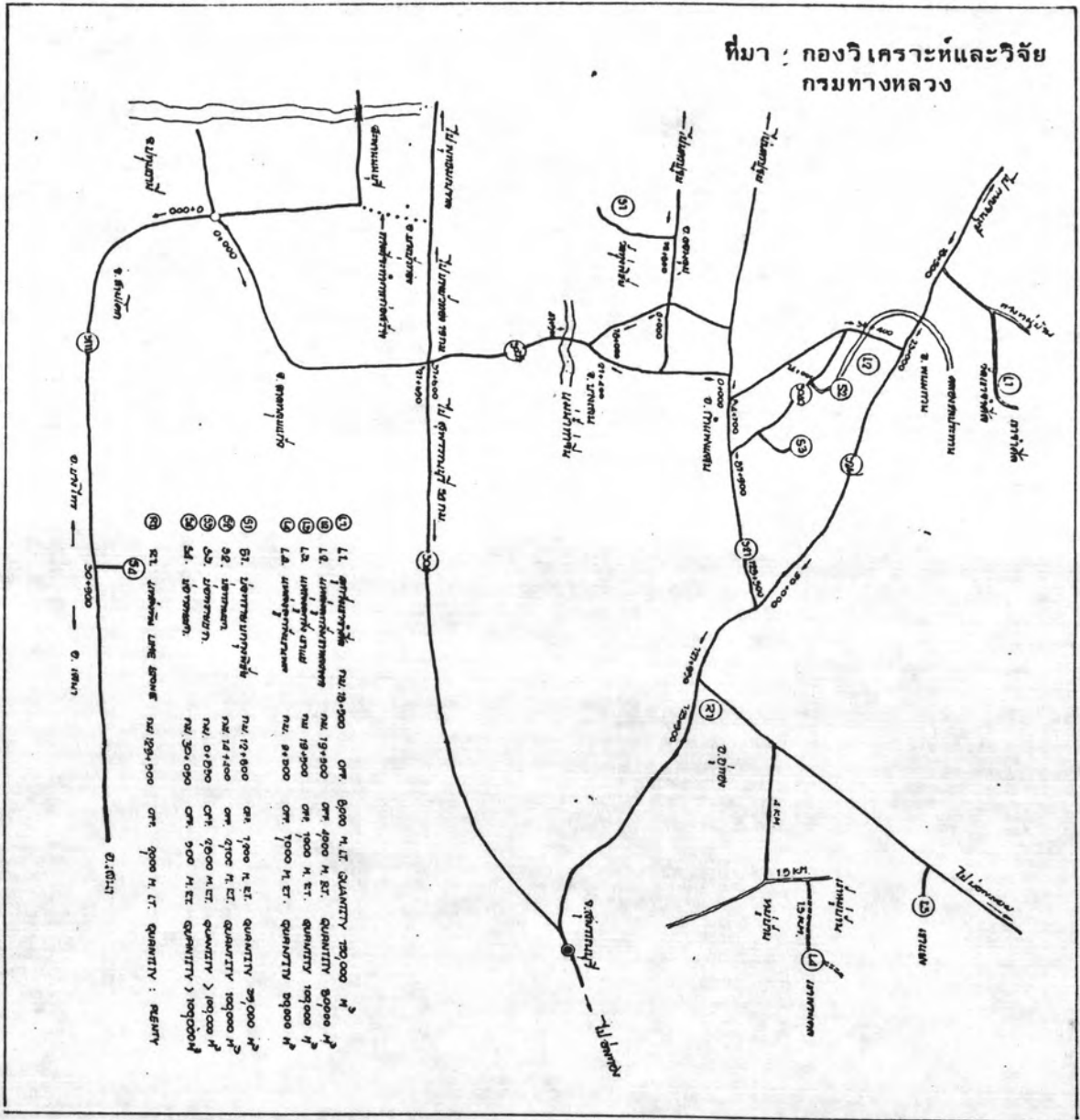
รูปที่ ก33 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 3245 กิ่งอ.หนองใหญ่ - บ.ชุมชนปรกฟ้า



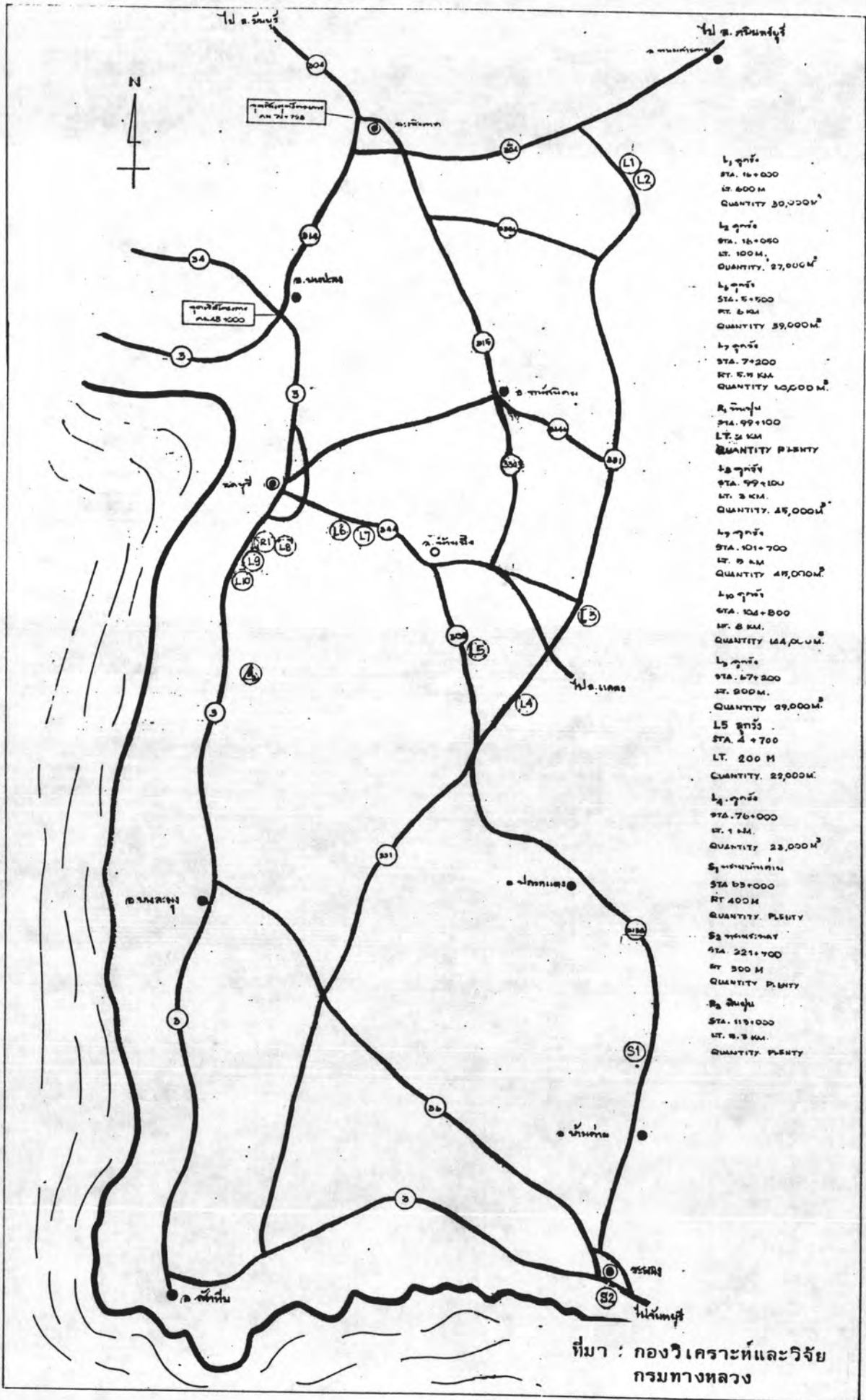


รูปที่ 35 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข - ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี





รูปที่ ๓๖ แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข - นนทบุรี - บางบัวทอง



รูปที่ 37 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 314 อ.บางปะกง - ฉะเชิงเทรา

L1: กม. 6+400 RT.  
OFF. 1.0 กม.  
QUANTITY 200,000 ม.<sup>3</sup>

L2: กม. 0+000  
OFF. -  
QUANTITY 150,000 ม.<sup>3</sup>

L3: กม. 0+000 LT.  
OFF. -  
QUANTITY 30,000 ม.<sup>3</sup>

L4: กม. 13+400 RT.  
OFF. 150 ม.  
QUANTITY 250,000 ม.<sup>3</sup>

L5: กม. 2+500 RT.  
OFF. 1.7 กม.  
QUANTITY 80,000 ม.<sup>3</sup>

L6: กม. 5+200 RT.  
OFF. 2.6 กม.  
QUANTITY 90,000 ม.<sup>3</sup>

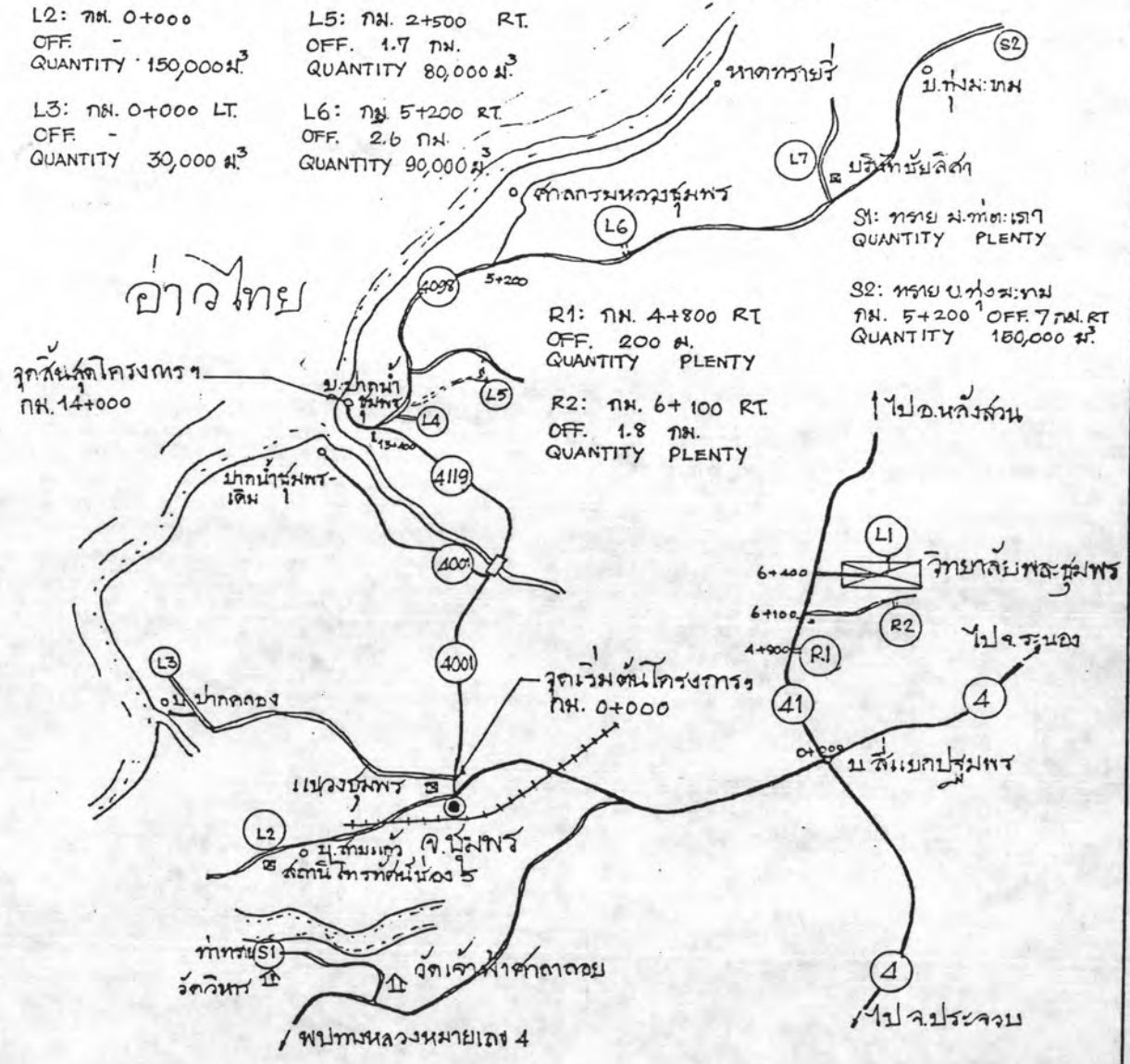
L7: กม. 5+200 RT.  
OFF. 4.0 กม.  
QUANTITY 200,000 ม.<sup>3</sup>

R1: กม. 4+800 RT.  
OFF. 200 ม.  
QUANTITY PLENTY

R2: กม. 6+100 RT.  
OFF. 1.8 กม.  
QUANTITY PLENTY

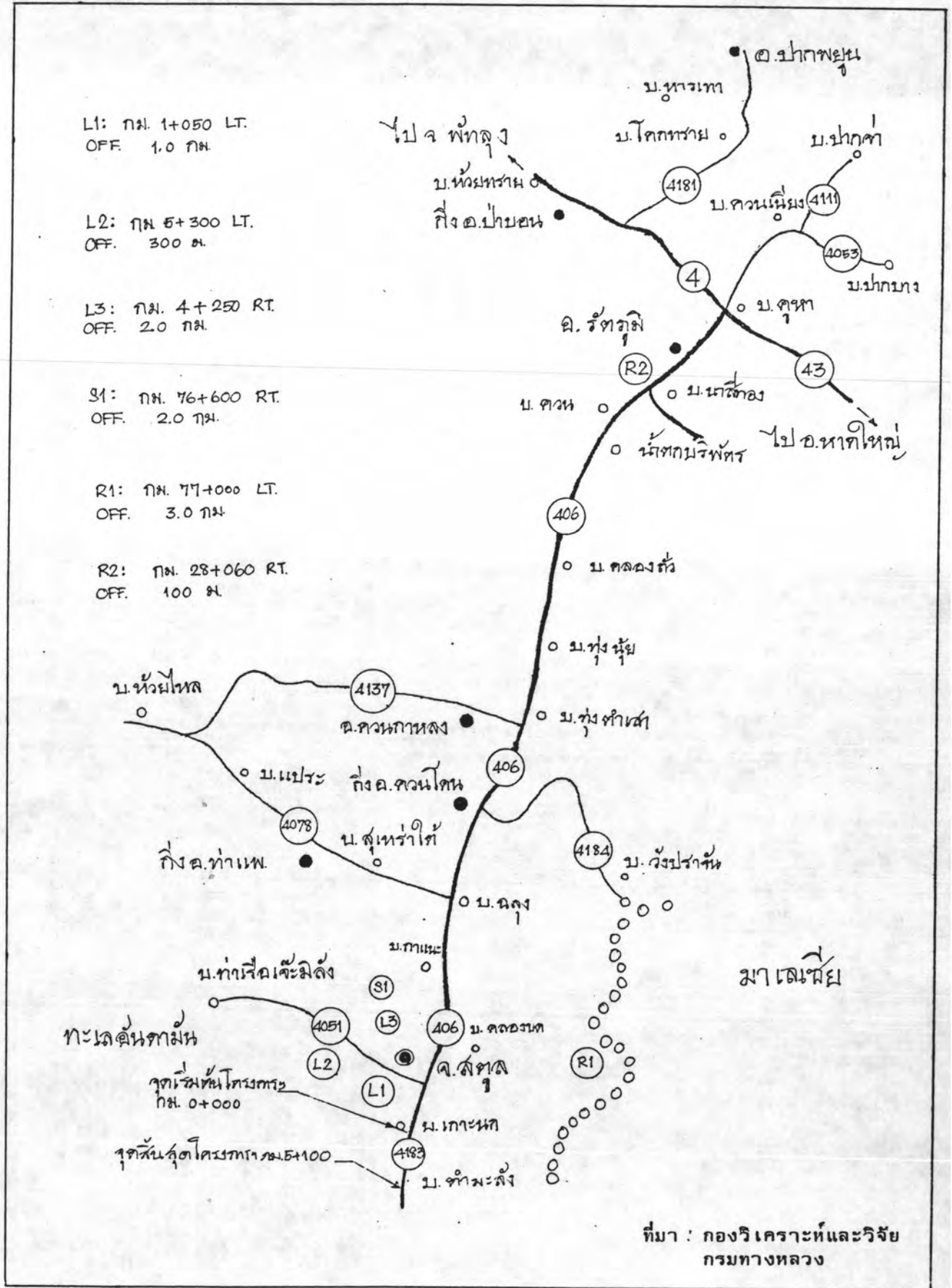
S1: ทอด ม.ท่าต.เตา  
QUANTITY PLENTY

S2: ทอด บ.ท่าต.เตา  
กม. 5+200 OFF. 7 กม. RT  
QUANTITY 150,000 ม.<sup>3</sup>

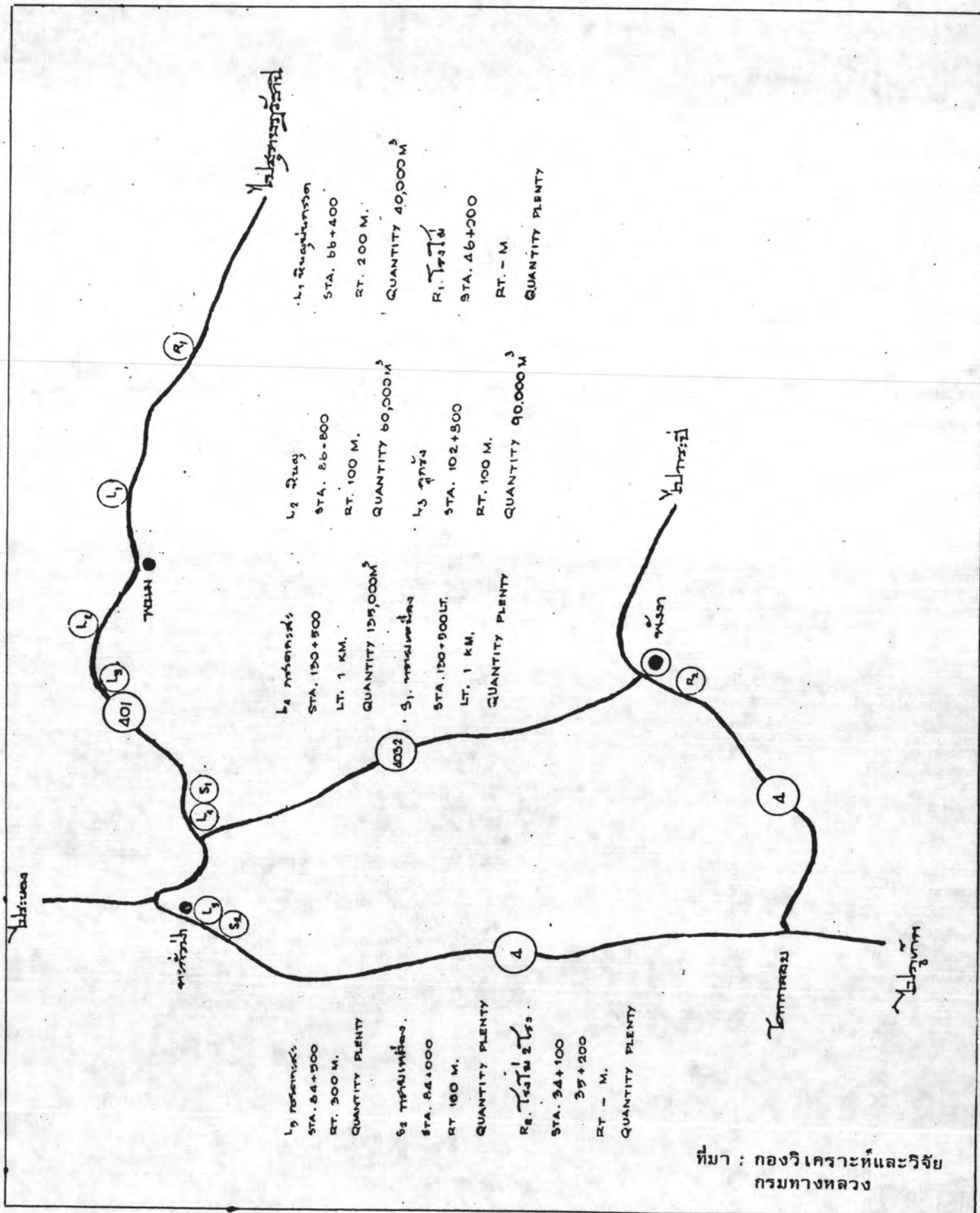


ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง

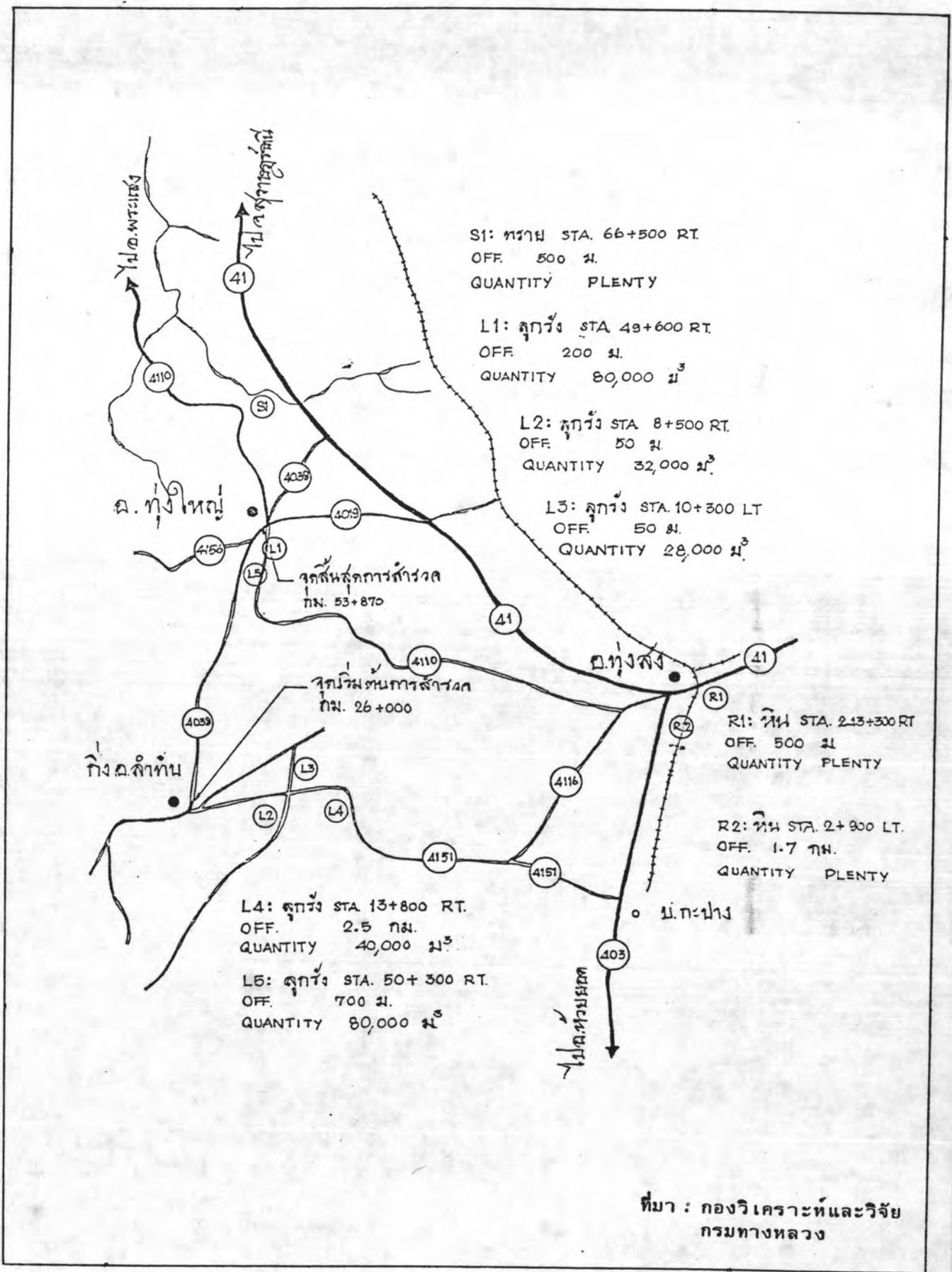
รูปที่ 38 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 4001, 4119 ชุมพร - บ.ปากน้ำชุมพร



รูปที่ 39 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 406, 4183 สดูล - ท่าเรือเกาะนก - บ.ท่ามะดิ่ง



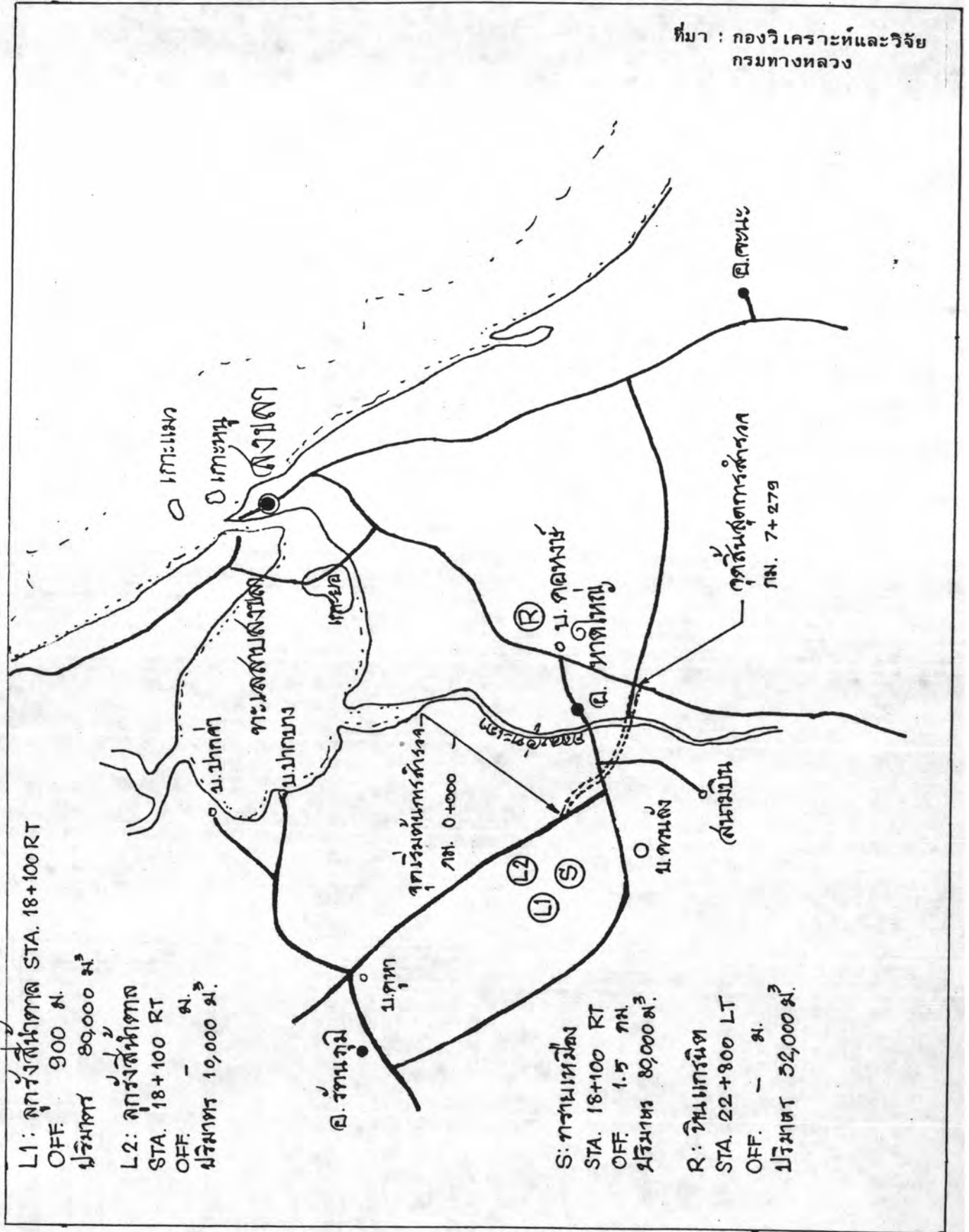
รูปที่ ก40 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 401 สุราษฎร์ธานี - อ.ตะกั่วป่า



ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง

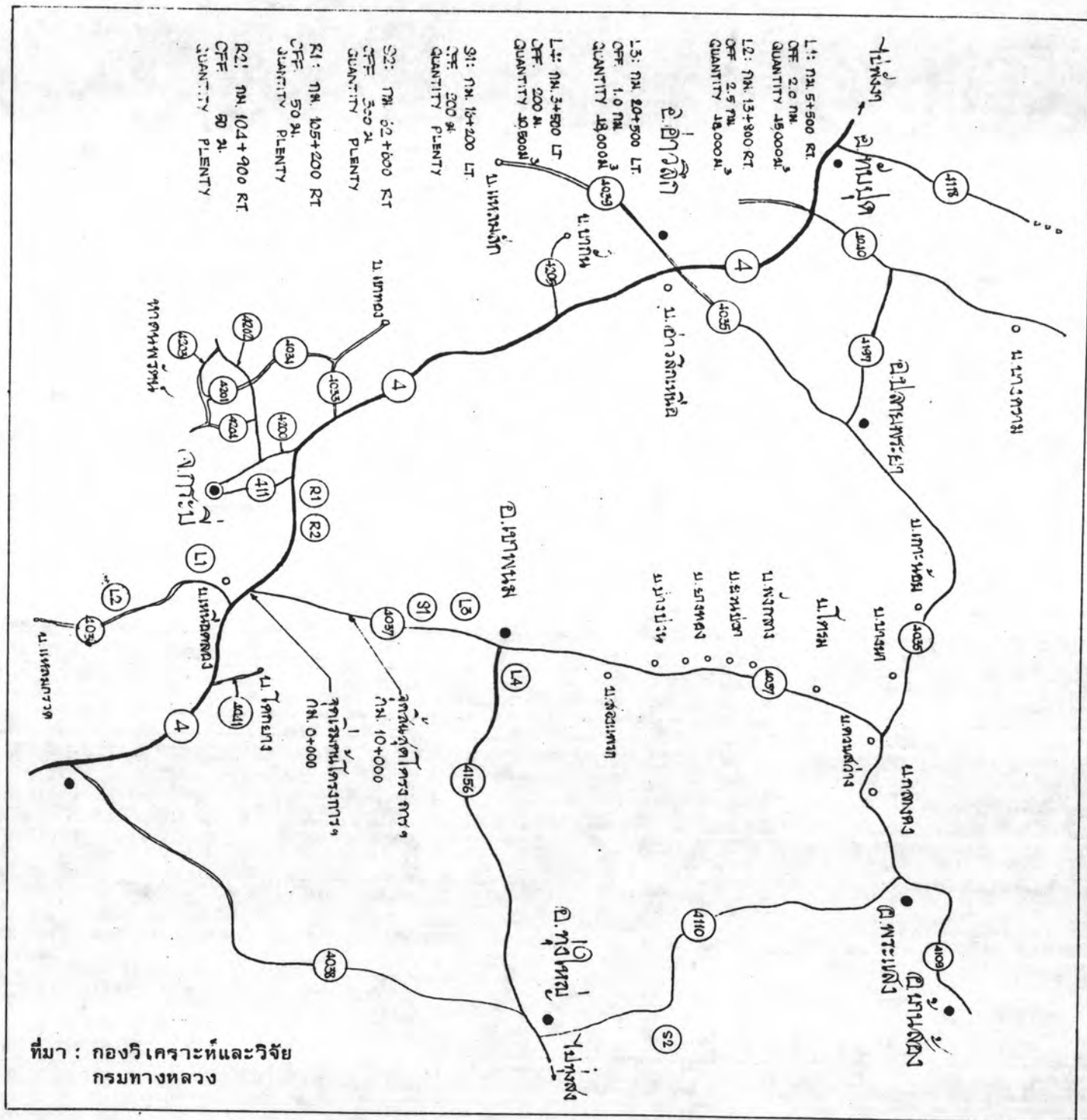
รูปที่ ก41 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 4038 กิ่งอ.ลำทับ - อ.ทุ่งใหญ่

ที่มา : กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง



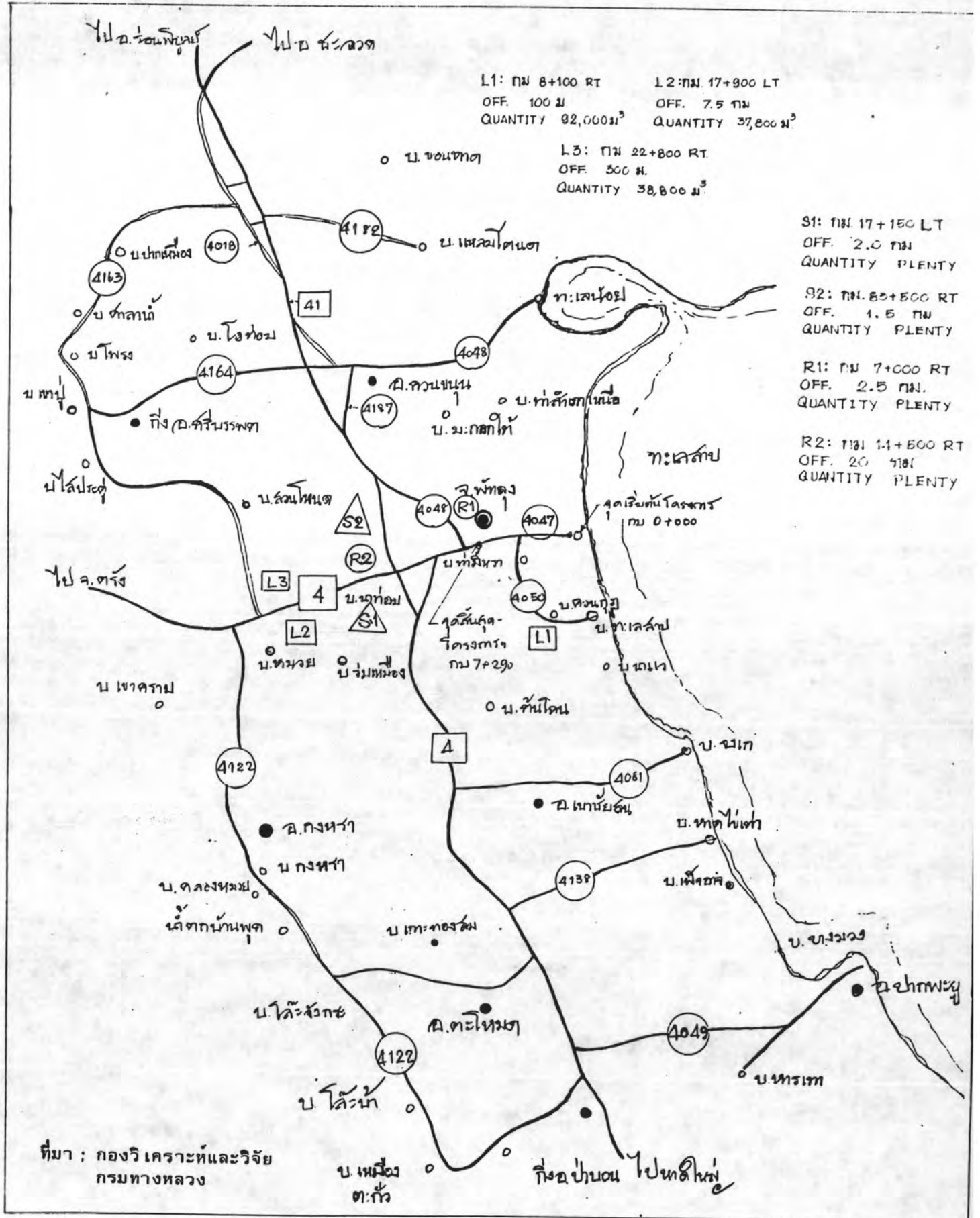
รูปที่ ก42 แผนที่แหล่งวัสดุ ทางหลวงหมายเลข

ทางเลี่ยงเมืองหาดใหญ่



รูปที่ ก43 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 4037 บ.เหนือคลอง - อ.เขาพนม





รูปที่ ก44 แผนที่แหล่งวัสดุทางหลวงหมายเลข 4047 ที่ตลุง - ลำปาง



ภาคผนวก ข

ช่วงเวลาการลาดยางถนนที่มีรถน้อย

### ช่วงเวลาการลาดยางถนนที่มีรถน้อย

ในหัวข้อนี้พิจารณาด้านเศรษฐกิจในส่วนของการยกระดับมาตรฐานถนนกรวด ซึ่งปกติเป็นถนนที่มักจะมีการผ่านน้อย โดยศึกษาการเลือกระยะเวลาก่อสร้างเป็นพิวลาดยางเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสม ซึ่ง Anil S. Bhandari และ Kumares C. Sinha ได้ใช้วิธี Break-Even Analysis และศึกษาการเลือกระยะเวลาในการก่อสร้างในลักษณะของค่าเสียโอกาสการลงทุน (opportunity cost of capital) ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมากสำหรับประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลาย เพราะประเทศเหล่านี้มักจะประสบกับปัญหาการขาดแคลนงบประมาณและค่าเสียโอกาสการลงทุนมีระดับค่อนข้างสูง Anil S. Bhandari และ Kumares C. Sinha ได้พัฒนาวิธีการง่าย ๆ ในการพิจารณาถึง break-even year และ optimal year ของการพิจารณาลาดยางถนนกรวด

โดยทั่ว ๆ ไปแล้วถนนกรวดสามารถรองรับปริมาณจราจรต่ำ ๆ ได้ อย่างไรก็ดีตาม เมื่อปริมาณจราจรเพิ่มขึ้นค่าบำรุงรักษาถนนและค่าใช้จ่ายในการเดินทางก็เพิ่มสูงขึ้นด้วย จึงจำเป็นต้องพิจารณาว่าเมื่อไหร่จึงจะเหมาะสมที่จะทำการลาดยางถนนกรวด ซึ่งความเหมาะสมทางเศรษฐกิจจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีผลทำให้ค่าบำรุงรักษาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางลดลงในระดับค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างลาดยาง และได้ใช้วิธี Break-Even Analysis มาประยุกต์ใช้ในกรณีนี้ เพื่อที่จะหา cut-off volume ที่มากพอที่จะทำให้การลาดยางคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ cut-off volume นี้บางทีเรียกว่า break-even volume ซึ่งเป็นปริมาณจราจรต่ำสุดที่ทำให้ค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value) เมื่อมีการลาดยางมีค่าเป็นศูนย์ ในกรณีที่หากมีโครงการอื่นที่มีความเหมาะสมกว่า และแข่งขันเงินจำนวนเดียวกันนี้ วิธี Break-Even Analysis ไม่ถือว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ภายใต้สถานการณ์เช่นนี้ จะเป็นการเหมาะสมกว่าถ้าหากจะเลื่อนโครงการลาดยางออกไปให้เลยช่วงเวลาที่เกิด break-even volume ขึ้นจนกระทั่งถึงเวลาที่ค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าสูงสุด ถ้าค่าเสียโอกาสการลงทุนอย่างน้อยที่สุดเท่ากับอัตราส่วนลด และผลตอบแทนสุทธิรายปีเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอที่เวลาต่างกันแล้ว ค่าปัจจุบันสุทธิจะมีค่าสูงสุด ถ้าหากทำการลาดยางในปีที่ผลตอบแทนปีแรกเท่ากับค่าเสียโอกาสการลงทุน ปริมาณจราจรที่จุดนี้เรียกว่า optimal volume

ดังนั้นส่วนใหญ่แล้ว เมื่อปริมาณจราจรพื้นฐานต่ำ แต่มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามเวลา มีความเป็นไปได้ที่จะลงทุนก่อสร้างเป็นพิวลาดยาง ณ เวลานั้นที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่า การลาดยางก่อนปีที่มีปริมาณจราจรจะถึง optimal volume ก็หมายความว่า จะเป็นช่วงเวลา

ก่อนที่จะเกิดผลตอบแทนสูงสุด แต่ถ้าทำการลาดยางหลังปีที่ เป็น optimal volume ก็จะต้องสูญเสียโอกาสที่จะได้รับผลตอบแทนสูงสุด ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1 ส่วนบนของรูปนี้แสดงกระแสการเพิ่มขึ้นของผลตอบแทนสุทธิรายปีอันเกิดจากการลาดยาง โดยสมมติเริ่มต้นปีที่  $n'$  ผลตอบแทนสุทธิของการลาดยางในปีอื่น ๆ จะเท่ากัน ยกเว้นในปีก่อนการลาดยาง ผลตอบแทนสุทธิมีค่าเป็นศูนย์ ยกตัวอย่างเช่น ผลตอบแทนสุทธิจากการลาดยางในปีที่เป็น break-even year ( $n_{be}$ ) และปีที่ เป็น optimal year ( $n_{opt}$ ) จะสัมพันธ์กับเส้นระหว่างจุด  $on_{be}$  pq และ  $on_{opt}$  q ตามลำดับ ส่วนล่างของรูปที่ 1 แสดงถึงค่าปัจจุบันสุทธิของทั้งโครงการ โดยทราบปีก่อสร้างเป็นลาดยาง จุด  $n_{be}$  และ  $n_{opt}$  เป็นจุดที่ค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นศูนย์ และสูงสุดตามลำดับ

### อายุออกแบบของถนน ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและผลตอบแทน

#### อายุออกแบบถนน

เพื่อที่จะให้การประเมินผลโครงการสัมฤทธิ์ผลจำเป็นที่จะต้องรู้ช่วงเวลาสิ้นสุดของการประเมิน สำหรับถนนส่วนใหญ่แล้วอายุออกแบบของถนนจะอยู่ในช่วงระหว่าง 15-40 ปี อย่างไรก็ตาม เมื่อถนนที่สร้างใหม่นั้นจะหมดอายุการใช้งานแล้วก็ทำการบูรณะปรับปรุงเสริมความแข็งแรงให้แก่ถนนเพื่อยืดอายุการใช้งานออกไปอีก ซึ่งโครงการส่วนใหญ่แล้วมักจะโครงการใหญ่และโครงการ overlay เมื่อถึงจุดที่ระดับการบริการของถนนต่ำลงจนถึงขีดที่ใช้ไม่ได้ ภายใต้สมมุติฐานนี้ผลตอบแทนเกิดขึ้นมากมาย อายุบริการของถนนเป็นฟังก์ชันกับมาตรฐานการออกแบบ และปริมาณจราจร และคุณภาพของวัสดุที่ใช้ ในหัวข้อนี้ไม่ได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านี้ แต่ได้สมมุติว่ามีการวางแผนที่จะทำการก่อสร้างใหม่ตามแนวทางเดิมในอนาคต

#### ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและผลตอบแทน

ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างหลักของงานทาง ประกอบไปด้วย ค่าก่อสร้าง ค่าบำรุงรักษาปกติ ค่าก่อสร้างใหม่ในอนาคต และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง สำหรับค่าก่อสร้าง สมมุติให้เกิดขึ้นเฉพาะในปีแรกของการก่อสร้าง ส่วนค่าบำรุงรักษาปกติกำหนดให้เกิดขึ้นที่ปลายปีของแต่ละปี และสมมุติให้มีค่าคงที่ ค่าก่อสร้างใหม่ที่วางแผนไว้ว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตทุกระยะ N ปี โดย N สมมุติว่ามีค่าใกล้เคียงกับอายุของถนน

ค่าใช้จ่ายในการเดินทางจะเป็นฟังก์ชันกับประเภทของรถและปริมาณของรถแต่ละประเภท ดังนั้นจึงคำนวณโดยใช้ weight average unit cost per vehicle mile ดังนี้

$$C = \sum_{i=1}^K c_i P_i \quad (1)$$

เมื่อ  $C$  = average cost per veh-km (0.6 veh-mile), for all vehicle types,

$C_i$  = unit operating cost of the  $i^{\text{th}}$  vehicle type, per km (0.6 mile)

$P_i$  = fraction of total traffic that is of type  $i$

$K$  = number of different vehicle types in the traffic mix

สมมติว่า weighted average cost มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา แต่มีค่าแตกต่างกันตามชนิดของผิวทาง (paved หรือ gravel surface) และสมมติว่าอัตราเพิ่มของการจราจรสำหรับรถทุกประเภทมีค่าเท่ากัน

ผลตอบแทนจากการลาดยางถนนกรวดส่วนใหญ่ประกอบด้วยส่วนลดของค่าใช้จ่ายในการเดินทางและค่าบำรุงปกติ การประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเหมือนกับ การประเมินทั่ว ๆ ไป กระแสการหมุนเวียนของค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนจะต้องปรับค่าเพื่อที่จะสะท้อนถึงค่าของเงินในระยะนั้น ๆ โดยเลือกใช้อัตราส่วนลดที่เหมาะสม สำหรับการศึกษานี้จะใช้ค่าเสียโอกาสของเงินทุนแทนค่าอัตราส่วนลด

### การวิเคราะห์

#### คำจำกัดความของตัวแปรต่าง ๆ

การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับถนนกรวด ซึ่งพิจารณาลาดยางมีดังนี้

$Q_0$  = volume of traffic in the base year, in vehicles per day

$m, m'$  = uniform equivalent annual routine maintenance costs per km, before and after paving, respectively

$c, c'$  = weighted average operating costs per veh-km on gravel and paved surfaces, respectively

- $C$  = fixed construction costs per km of paving  
 $N$  = frequency of major rehabilitation, in years  
 $R$  = cost of rehabilitation, in dollars per km  
 $i$  = opportunity cost of capital  
 $r$  = traffic growth rate per annum (generally less than  $i$ )

ให้  $n$  เป็นปีที่ลาดยางบนถนนกรวด ค่าปัจจุบัน (P.V.) ของค่าใช้จ่ายต่อกิโลเมตรของส่วนต่าง ๆ หาได้ดังนี้

$$\text{P.V. ของค่าก่อสร้าง} = \frac{1}{(1+i)^n} \cdot C \dots\dots (2)$$

$$\text{P.V. ของค่า rehabilitation} = \frac{1}{(1+i)^n} \cdot \frac{R}{(1+i)^n - 1} \dots\dots (3)$$

$$\text{P.V. ของส่วนที่ประหยัดได้จากค่าบำรุงรักษา} = \frac{1}{(1+i)^n} \cdot \frac{(m-m')}{i} \dots\dots (4)$$

$$\text{P.V. ของส่วนที่ประหยัดได้ของค่าเดินทาง} = \frac{1}{(1+i)^n} \cdot \frac{Q_n \cdot 365(c-c')}{1-r} \cdot \frac{1+r}{1-r} \dots\dots (5)$$

โดย  $r < i$

เมื่อ  $Q_n = Q_0 (1+r)^n$  = volume of traffic in year  $n$   
 $\frac{1+r}{1-r}$  = the discount factor for present value of a geometric series with growth rate " $r$ " and discount rate  $i$ , over an indefinite period (for  $r < i$ )

ค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของการลาดยางบนถนนกรวดเป็นดังนี้

$$\text{NPV} = \frac{1}{(1+i)^n} \left[ \frac{Q_n \cdot 365(c-c')}{1-r} + \frac{(m-m')}{i} - C - \frac{R}{(1+i)^n - 1} \right] \dots\dots (6)$$



Break-even analysis

ถ้ากำหนดให้  $n$  เป็น break-even year แล้ว break-even volume ( $Q_{be}$ ) หาได้โดยให้ NPV เท่ากับศูนย์ ดังนั้นจะได้

$$Q_{be} \left[ 365 \frac{(c-c')}{1-r} + \frac{(m-m')}{i} \right] = C + \frac{R}{(1+i)^n - 1}$$

$$Q_{be} = \frac{C + \frac{R}{(1+i)^n - 1} + \frac{(m-m')}{i}}{365 \frac{(c-c')}{1-r} + \frac{(m-m')}{i}} \dots\dots\dots(7)$$

ถ้าปริมาณจราจรปีฐาน  $Q_0$  (base year volume) น้อยกว่า  $Q_{be}$   $n_{be}$  (break-even year) หาได้ดังนี้

$$Q_{be} = Q_0 (1+r)^{n_{be}} \quad Q_0 (1+r)$$

$$n_{be} = \frac{\log_2 (Q_{be}/Q_0)}{\log_2 (1+r)} \quad \text{โดย } Q_0 < Q_{be}$$

.....( 8 )

ปีที่เหมาะสมสำหรับการลาดยาง

ปีที่เหมาะสมสำหรับการลาดยางบนถนนกรวด เกิดขึ้นเมื่อ NPV จากสมการที่ 6 มีค่าสูงสุด อย่างไรก็ตาม ในรูปที่ 1 ค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าสูงสุดเมื่อผลตอบแทนสุทธิในปีที่ทำการลาดยางมีค่าเท่ากับศูนย์ กรณีที่จะทำให้ค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าสูงสุดได้นั้น ผลตอบแทนสุทธิจะต้องมีค่าเพิ่มขึ้นตามเวลา นั่นคือ ส่วนประหยัดของค่าเดินทางและอัตราเพิ่มของการจราจรจะต้องไม่เป็นลบ

ผลตอบแทนสุทธิในปีแรกหลังจากที่ทำการลาดยางเป็นดังนี้

$$Q_n \left[ 365 \frac{(c-c')}{1-r} + \frac{(m-m')}{i} \right] - Ci - \frac{Ri}{(1+i)^n - 1} \dots\dots\dots(9)$$



ถ้าจะหา optimal volume ( $Q_{opt}$ ) แทนค่า  $Q_n$  ด้วย  $Q_{opt}$  ลงในนิพจน์ข้างบนแล้วให้เท่ากับศูนย์ จะได้

$$Q_{opt} \left[ 365 (c-c') + (m-m') - Ci - \frac{Ri}{(1+i)^n - 1} \right] = 0$$

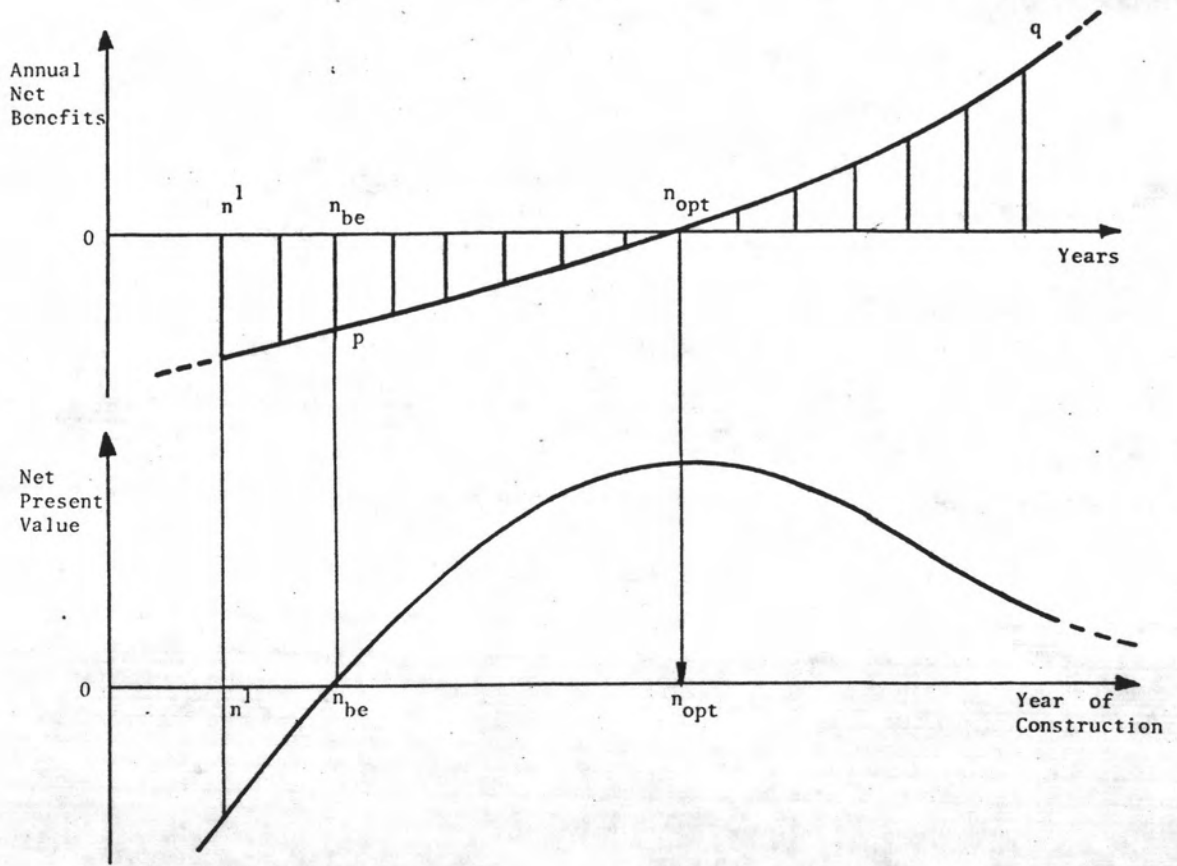
ดังนั้น

$$Q_{opt} = \frac{Ci + \frac{Ri}{(1+i)^n - 1} - (m-m')}{365 (c-c')} \quad \dots\dots\dots (10)$$

ในการทำงานเดียวกันกับการหาค่า  $n_{opt}$  จะได้

$$n_{opt} = \frac{\log_{1+i} (Q_{opt}/Q_0)}{\log_{1+i} (1+r)} \quad \text{เมื่อ } Q_0 < Q_{opt} \quad \dots\dots\dots (11)$$

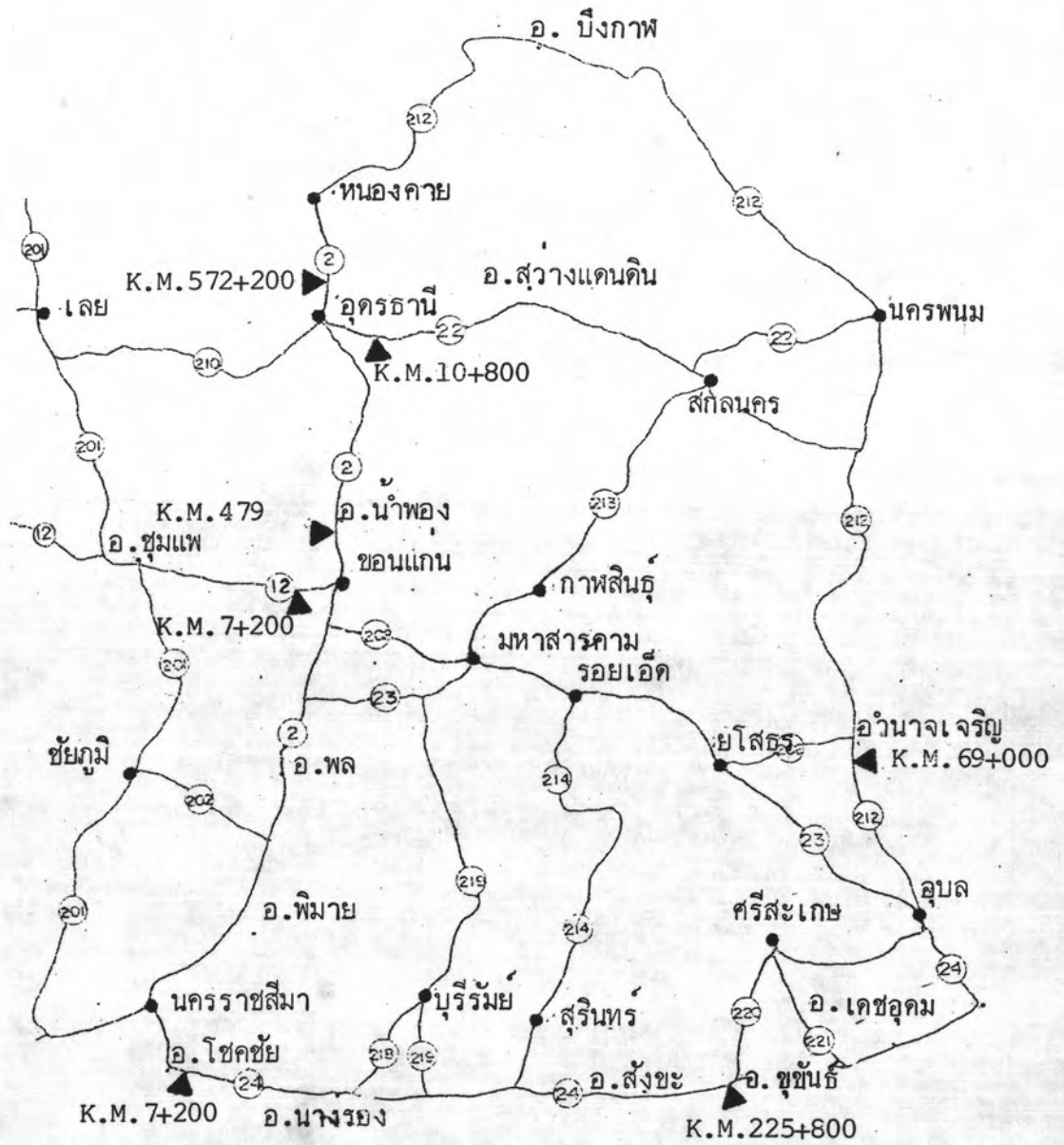
ค่า  $n_{opt}$  และ  $Q_{opt}$  ที่หาได้จากสมการ (8) และ (11) จะปัดให้เป็นจำนวนเต็ม เพื่อให้สอดคล้องกับการสมมติที่ว่าค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นที่ปลายปี



รูปที่ 1 Net Present Value as a Function of the Year of Construction

ภาคผนวก ค

การสำรวจน้ำหนักบรรทุกบนทางหลวงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ  
(สำนักงานวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง 2523)<sup>14</sup>



รูปที่ 2 แผนที่แสดงจุดสำรวจน้ำหนักรถบรรทุกทุกบนทางหลวง พ.ศ 2523

▲ จุดสำรวจ

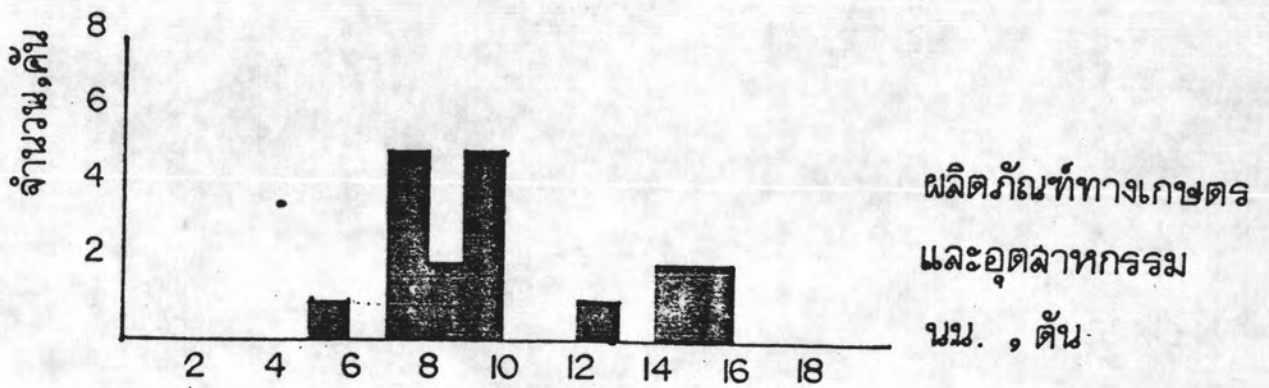
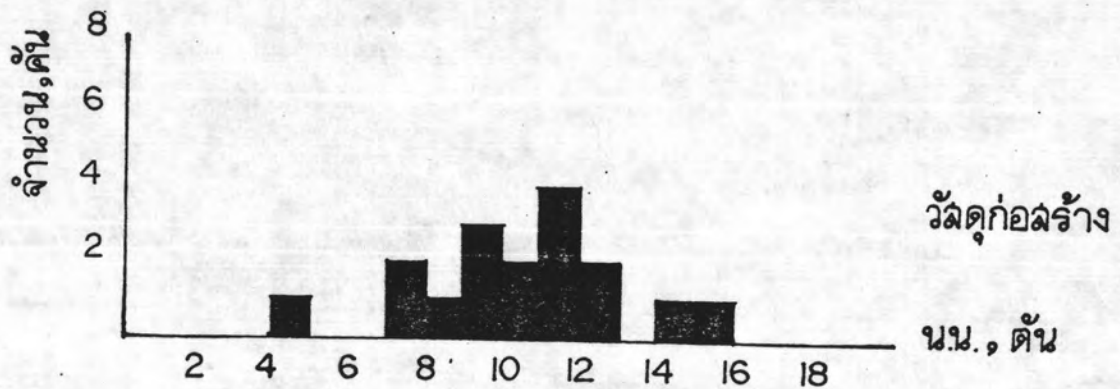
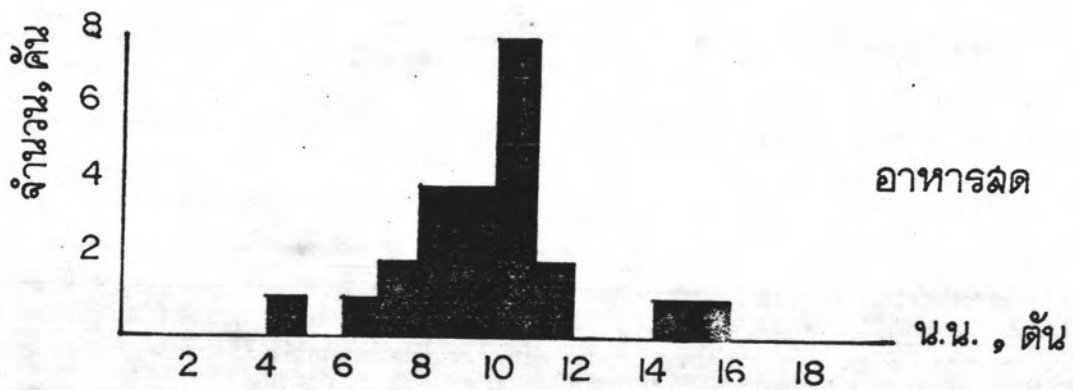
รูปที่ 3

รถบรรทุก 2 เพลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 3 มีค. 23 เวลา 8.00 น. ทางหลวงหมายเลข 2

ถึง วันที่ 4 มีค. 23 เวลา 8.00 น. กม. 479 + 000



ที่มา : สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

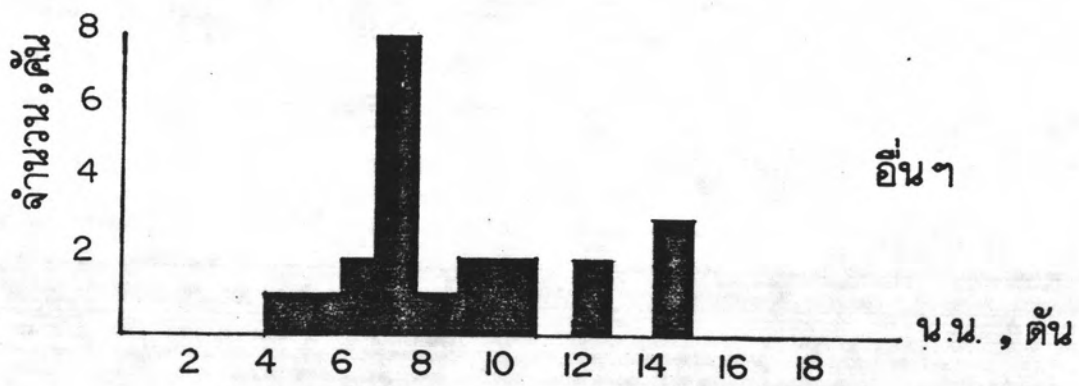
## รูปที่ 3 (ต่อ)

รถบรรทุก 2 เพลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 3 มีค. 23 เวลา 8.00 น. ทางหลวงหมายเลข 2

ถึง วันที่ 4 มีค. 23 เวลา 8.00 น. กม. 479 + 000



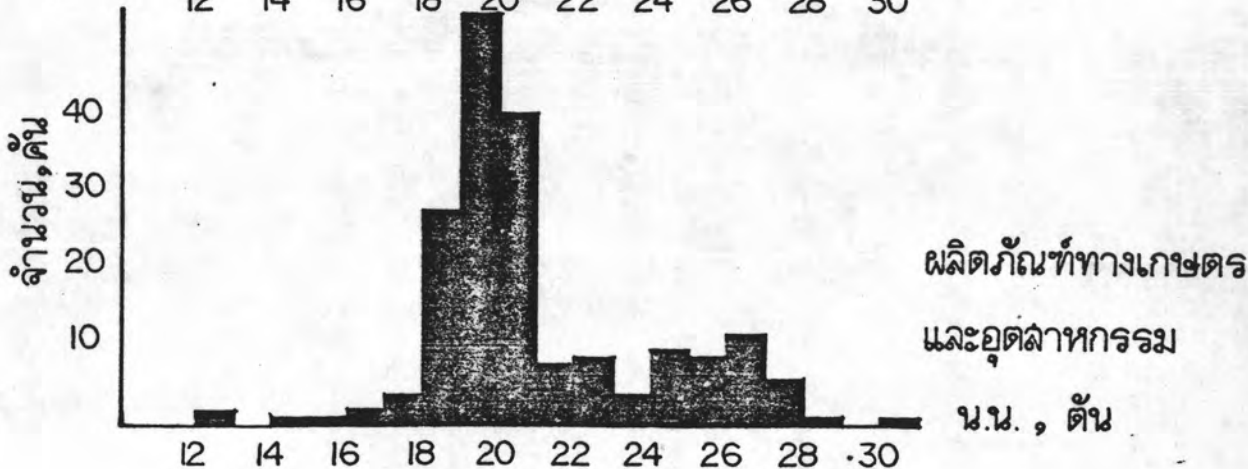
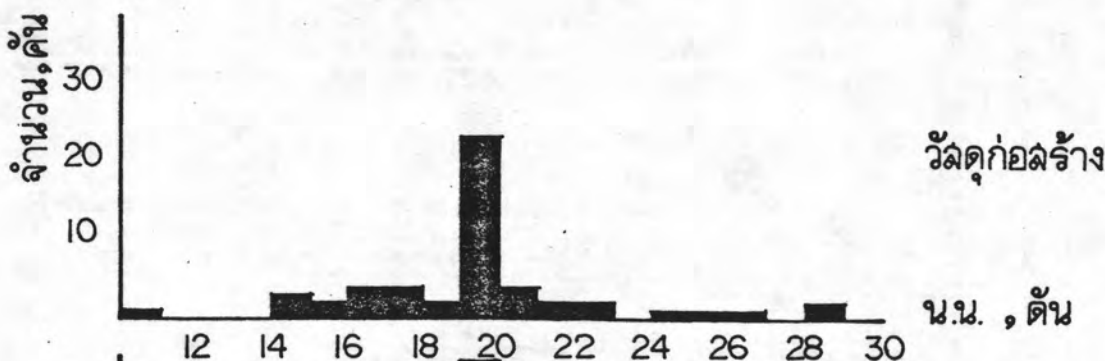
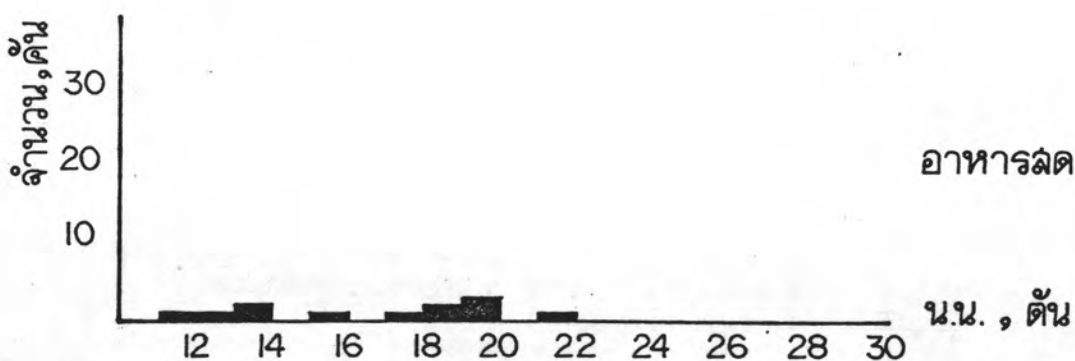
หมายเหตุ ไม่รวมรถเปล่าซึ่งมี 224 คัน

รูปที่ 4

รถบรรทุก 3 เพลา 10 ล้อ

การกระจายของน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 3 มีค. 23 เวลา 8.00 น. ทางหลวงหมายเลข 2  
ถึง วันที่ 4 มีค. 23 เวลา 8.00 น. ก.ม. 479 + 000



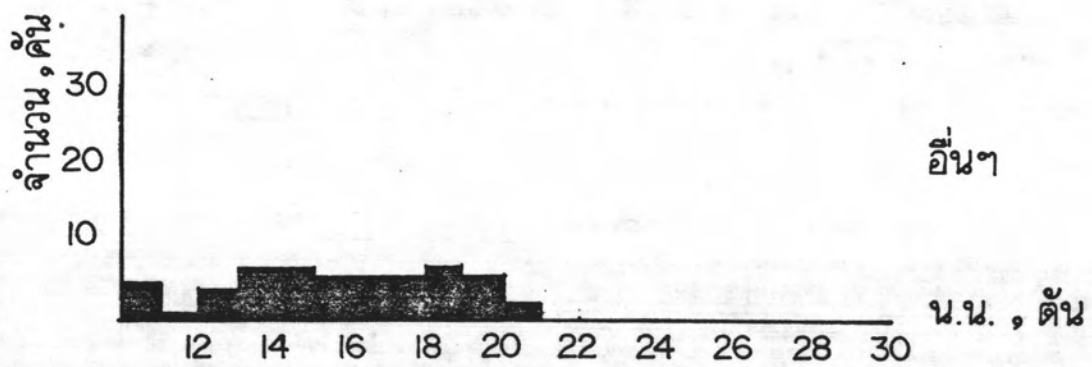
ที่มา : สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

## รูปที่ 4 (ต่อ)

รถบรรทุก 3 เพลา 10 ล้อ

การกระจายของน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 3 มีค. 23 เวลา 8.00 น. ทางหลวงหมายเลข 2  
ถึง วันที่ 4 มีค. 23 เวลา 8.00 น กม. 479 + 000



หมายเหตุ ไม่รวมรถเปล่าซึ่งมี 123 คัน

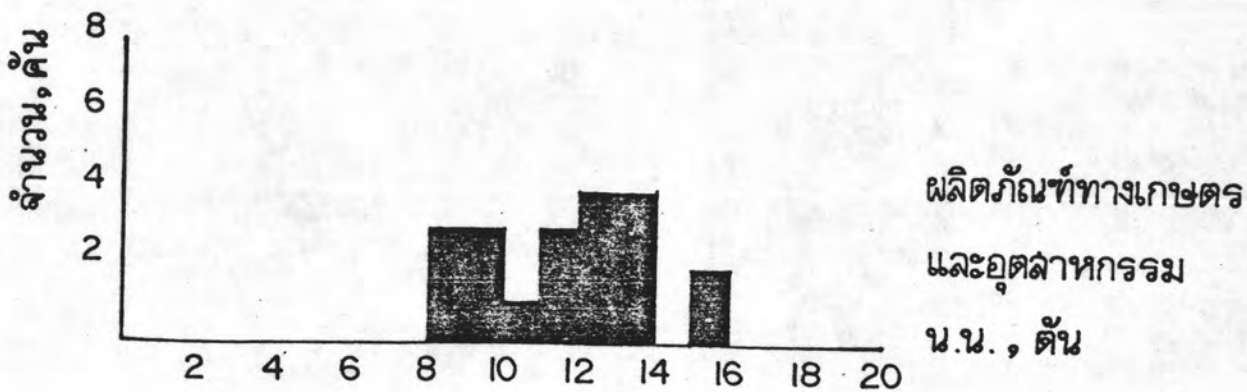
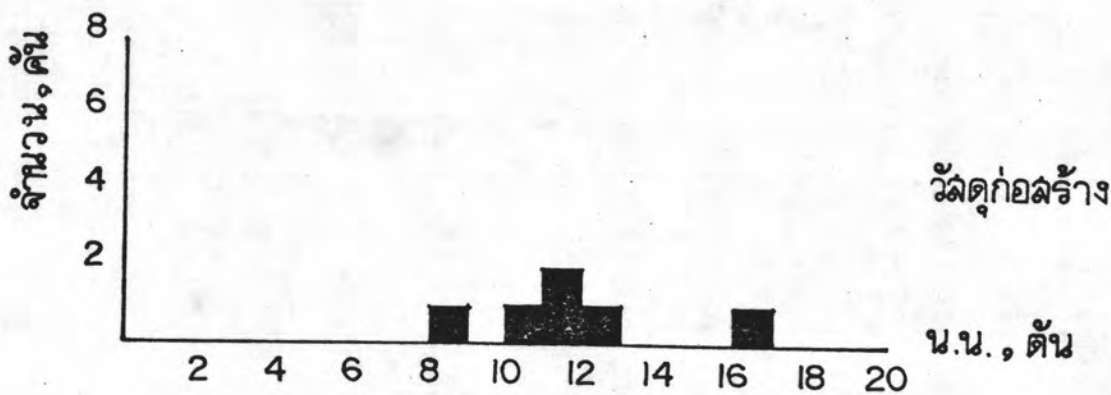
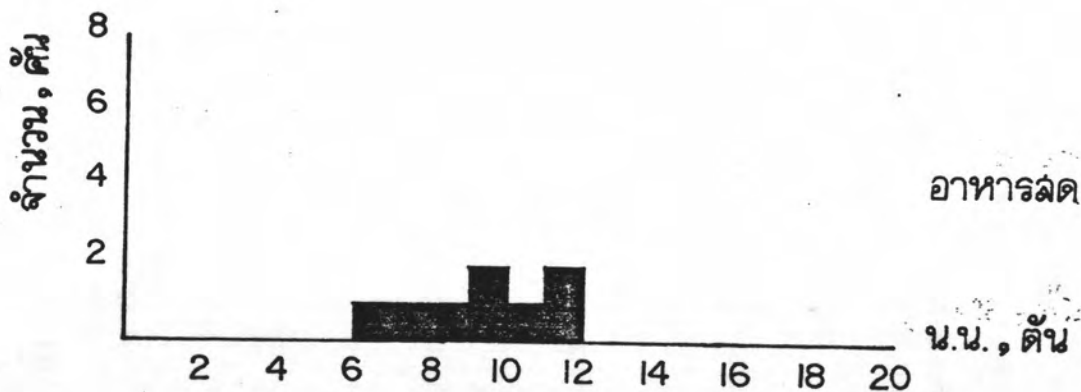


รูปที่ 5

รถบรรทุก 2 เพลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 9 มี.ค. 23 เวลา 8.00 น. ทางหลวงหมายเลข 2  
ถึง วันที่ 10 มี.ค. 23 เวลา 8.00 น. กม. 572 + 200



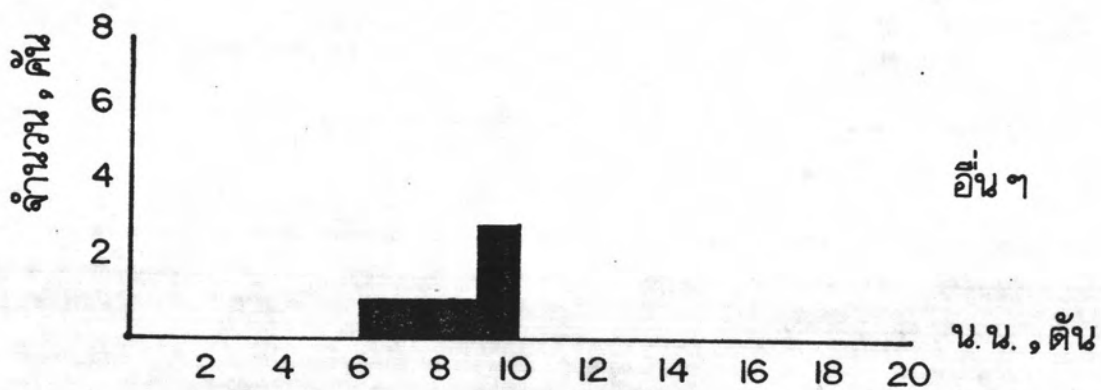
ที่มา : สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

## รูปที่ 5 (ต่อ)

รถบรรทุก 2 เพลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 9 มี.ค. 23 เวลา 8.00 น. ทางหลวงหมายเลข 2  
ถึง วันที่ 10 มี.ค. 23 เวลา 8.00 น. กม. 572 + 200



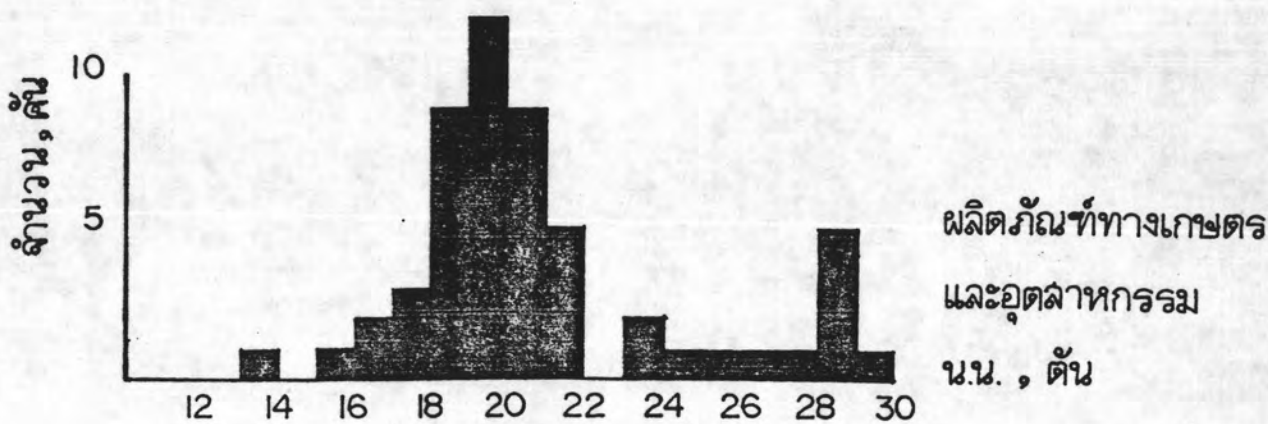
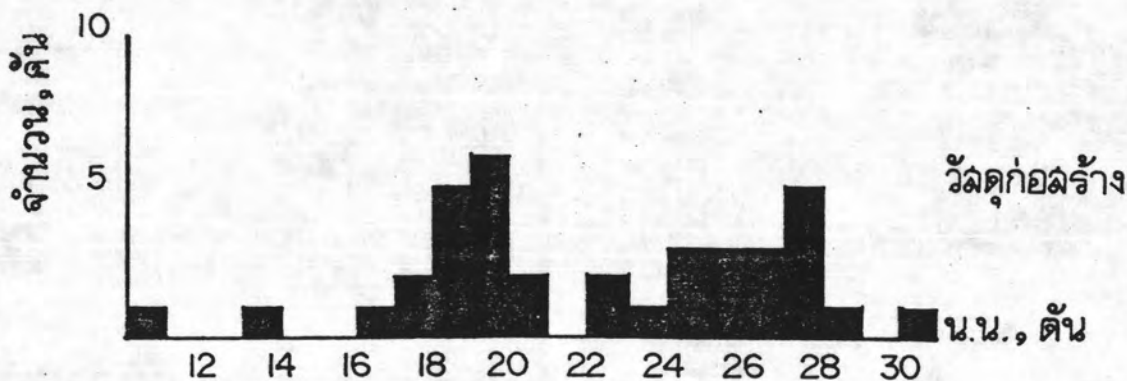
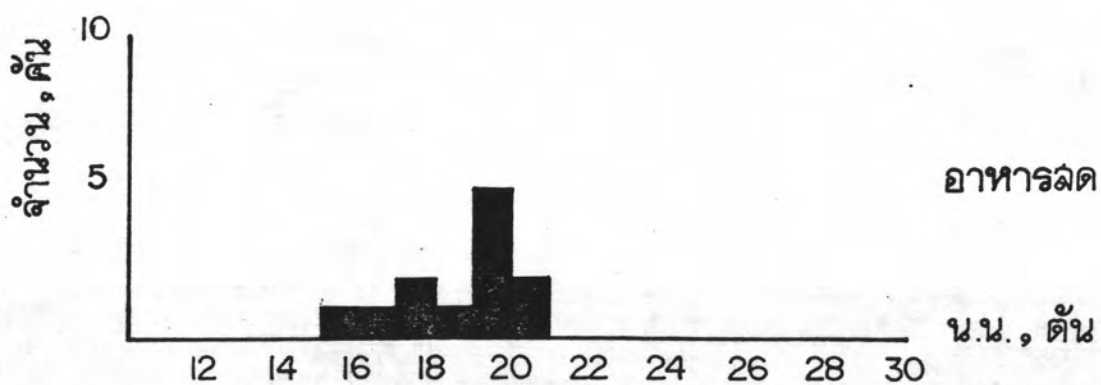
หมายเหตุ ไม่รวมรถเปล่าซึ่งมี 216 คัน

รูปที่ 6

รถบรรทุก 3 เพลลา 10 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 9 มี.ค. 23 เวลา 8.00 น. ทางหลวงหมายเลข 2  
ถึง วันที่ 10 มี.ค. 23 เวลา 8.00 น. กม. 572 + 200



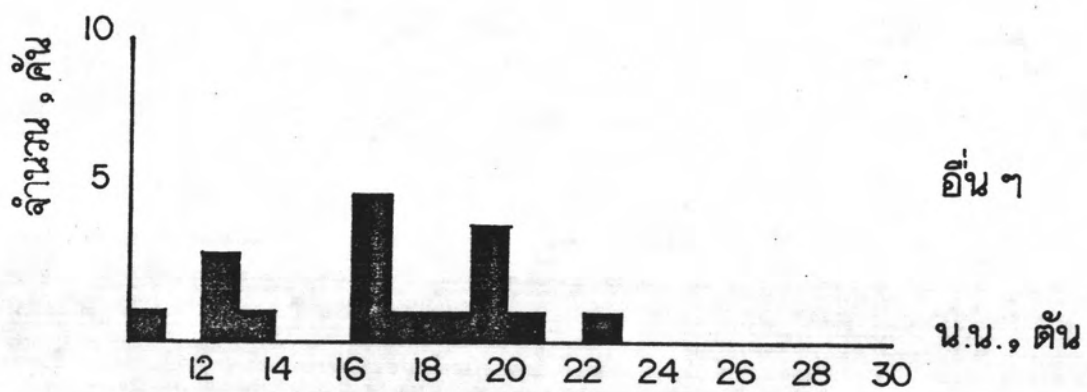
ที่มา: สำนักวิศวกรรมจราจร  
กรมทางหลวง

## รูปที่ 6 (ต่อ)

รถบรรทุก 3 เพลา 10 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 9 มี.ค. 23 เวลา 8.00 น. ทางหลวงหมายเลข 2  
ถึง วันที่ 10 มี.ค. 23 เวลา 8.00 น. กม. 572 + 200



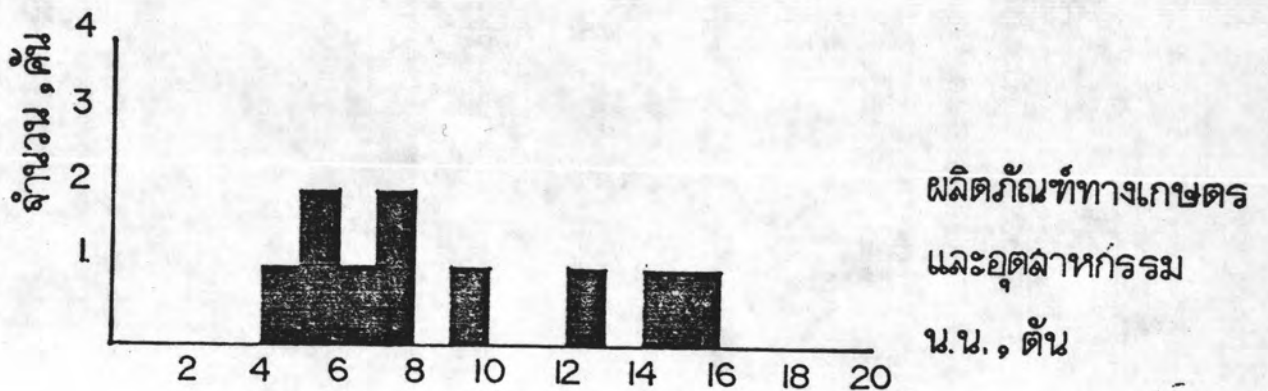
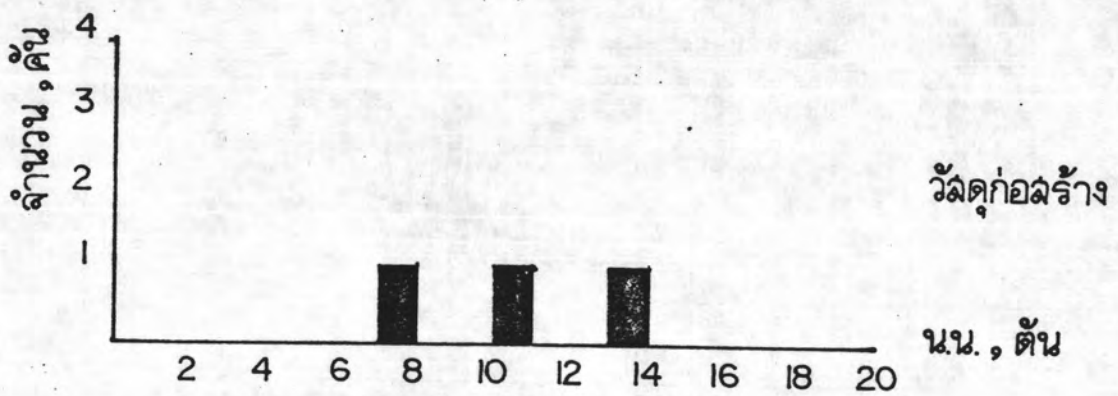
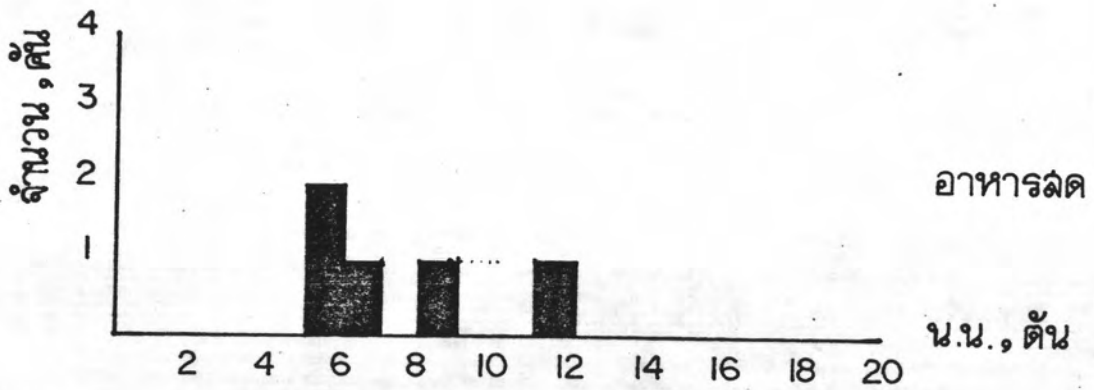
หมายเหตุ ไม่รวมรถเปล่าซึ่งมี 151 คัน

รูปที่ 7

รถบรรทุก 2 เพลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 29 กพ.23 เวลา 6.00 น. ทางหลวงหมายเลข 12  
ถึง วันที่ 1 มีค.23 เวลา 6.00 น. กม. 8+000



ที่มา : สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

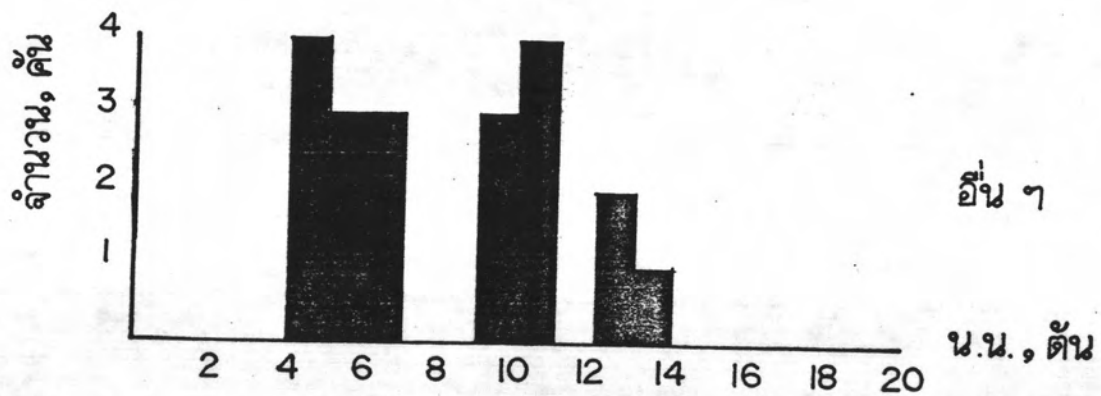
## รูปที่ 7 (ต่อ)

รถบรรทุก 2 เพลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 29 กพ. 23 เวลา 6.00 น. ทางหลวงหมายเลข 12

ถึง วันที่ 1 มีค. 23 เวลา 6.00 น. กม. 8+000

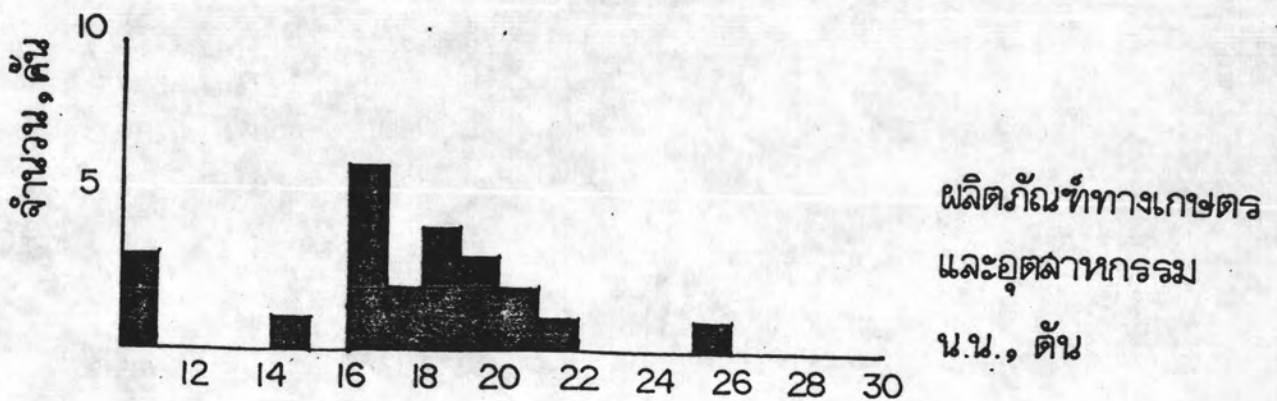
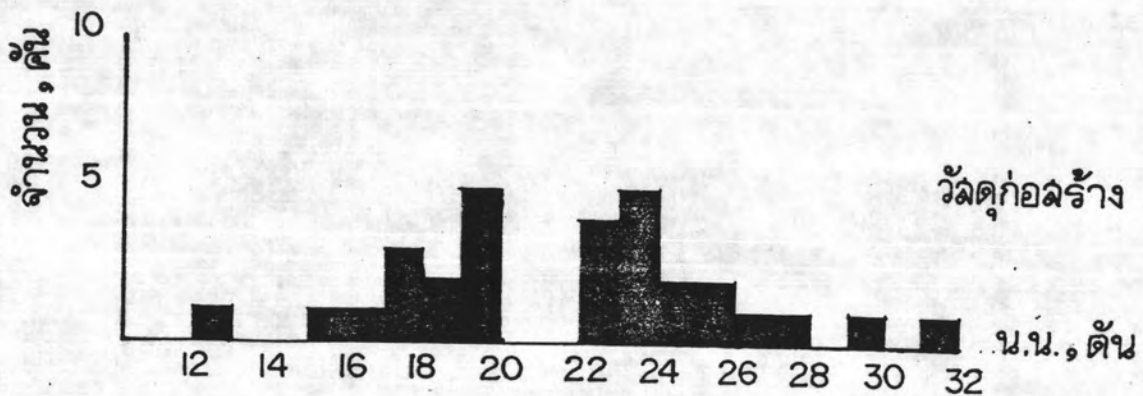
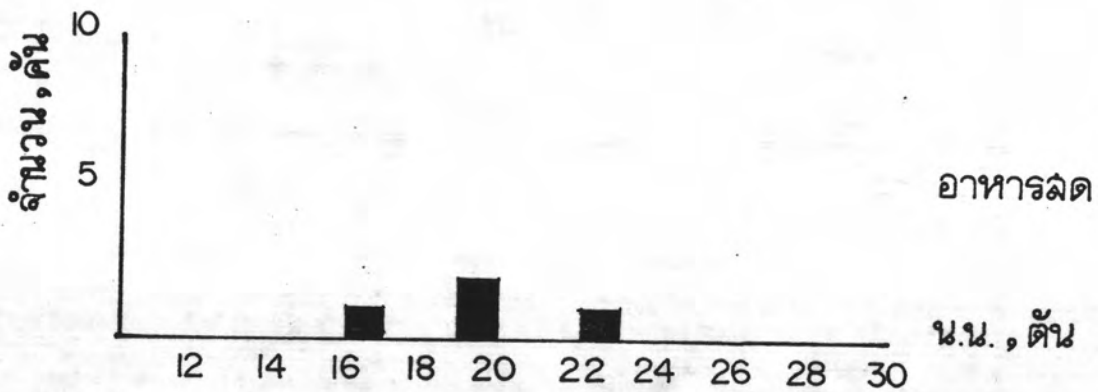


หมายเหตุ ไม่รวมรถเปล่าซึ่งมี 235 คัน

รถบรรทุก 3 เพลา 10 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 29 กพ. 23 เวลา 6.00 น. ทางหลวงหมายเลข 12  
ถึง วันที่ 1 มีค. 23 เวลา 6.00 น. กม. 8+000



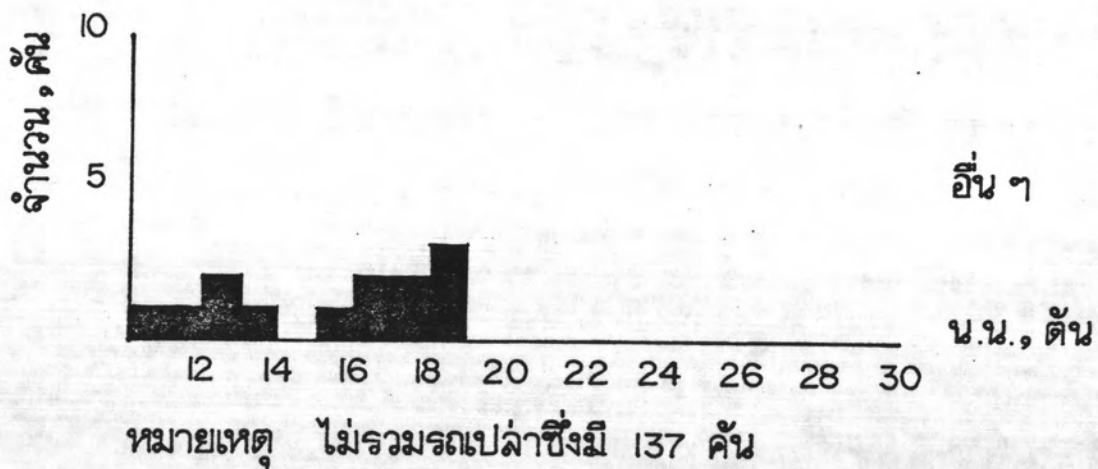
ที่มา : สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

## รูปที่ 8 (ต่อ)

รถบรรทุก 3 เพลา 10 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 29 กพ. 23 เวลา 6.00 น. ทางหลวงหมายเลข 12  
ถึง วันที่ 1 มีค. 23 เวลา 6.00 น. กม. 8+000





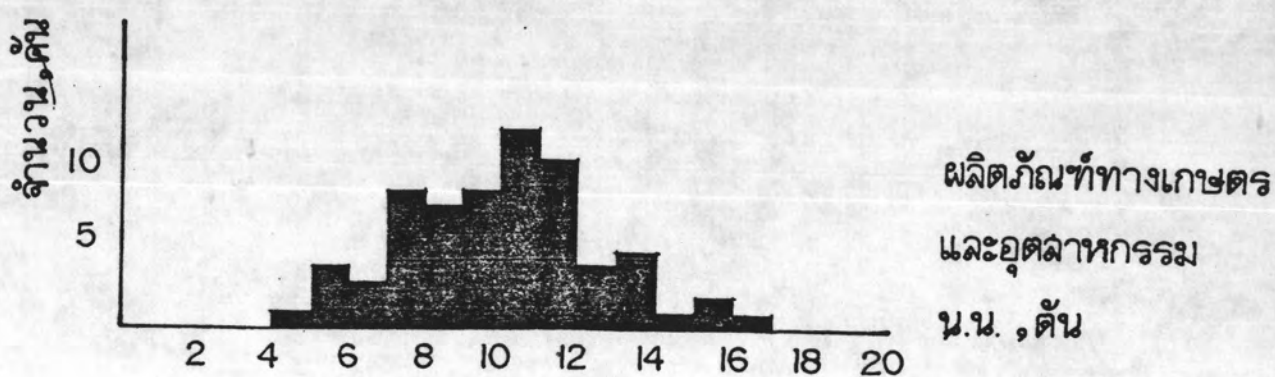
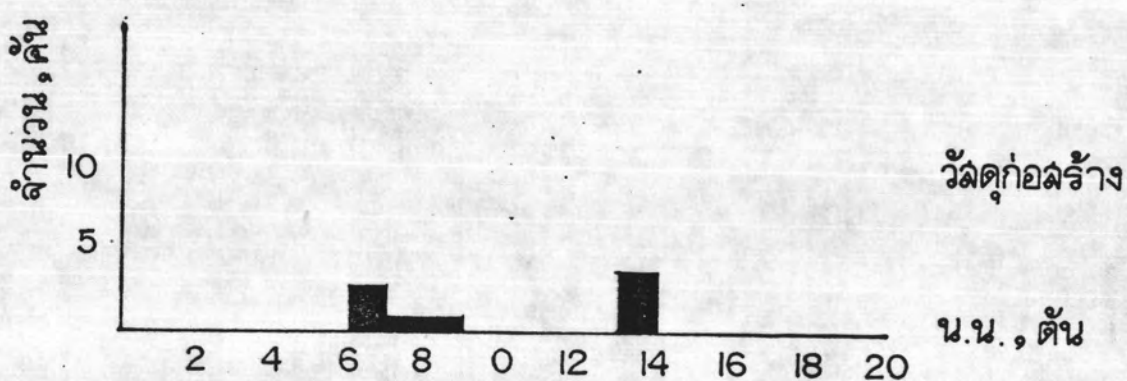
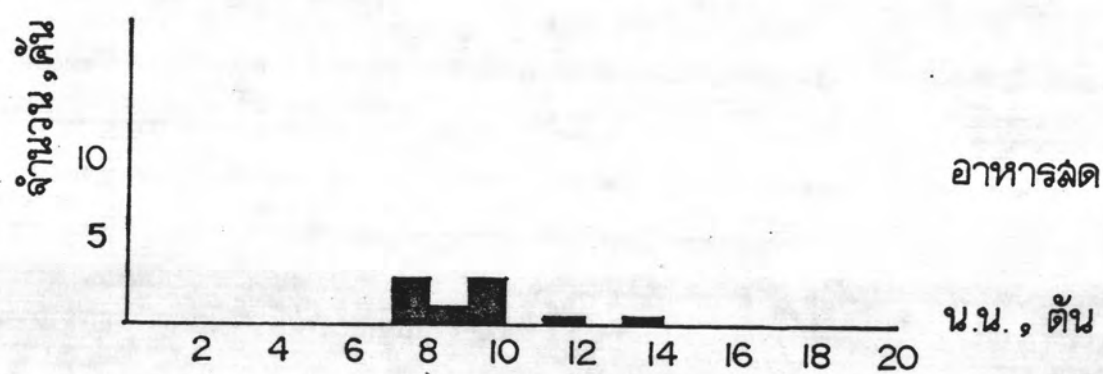
## รูปที่ 9

รถบรรทุก 2 เฟลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 6 มีค.23 เวลา 8.00 น. ทางหลวงหมายเลข 22

ถึง วันที่ 7 มีค.23 เวลา 8.00 น. กม. 10+800

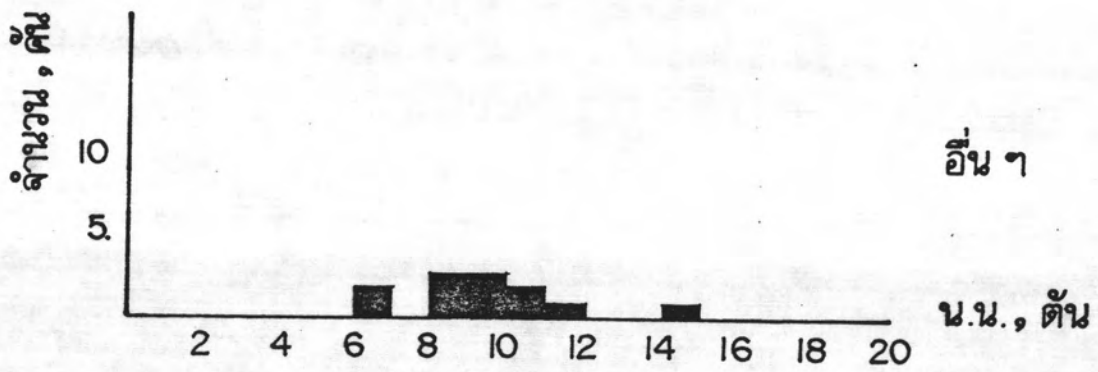
ที่มา : สำนักวิศวกรรมจราจร  
กรมทางหลวง

รูปที่ 9 (ต่อ)

รถบรรทุก 2 เพลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 6 มีค. 23 เวลา 8.00 น. ทางหลวงหมายเลข 22  
 ถึง วันที่ 7 มีค. 23 เวลา 8.00 น. กม. 10+800



หมายเหตุ ไม่รวมรถเปล่าซึ่งมี 320 คัน

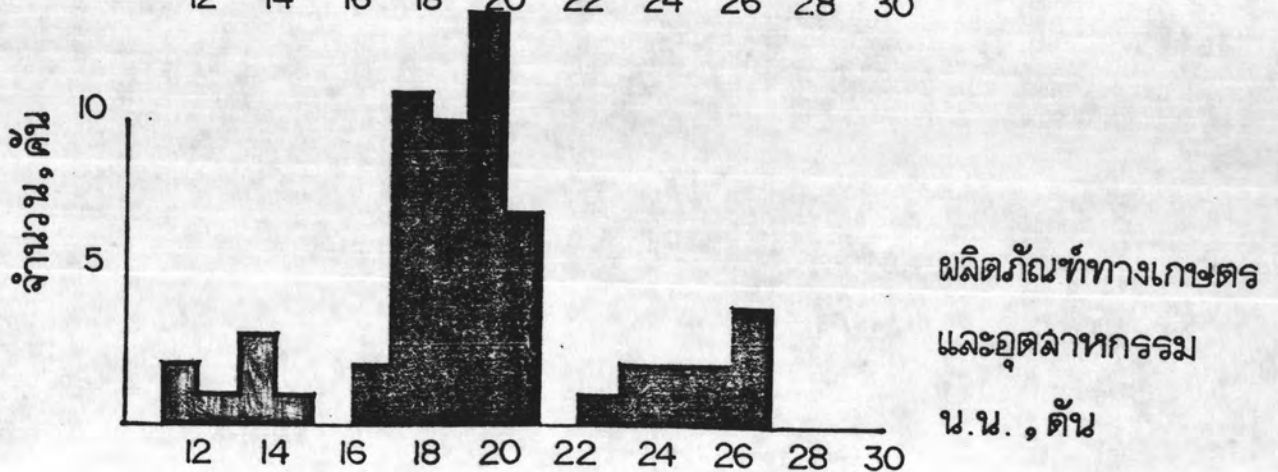
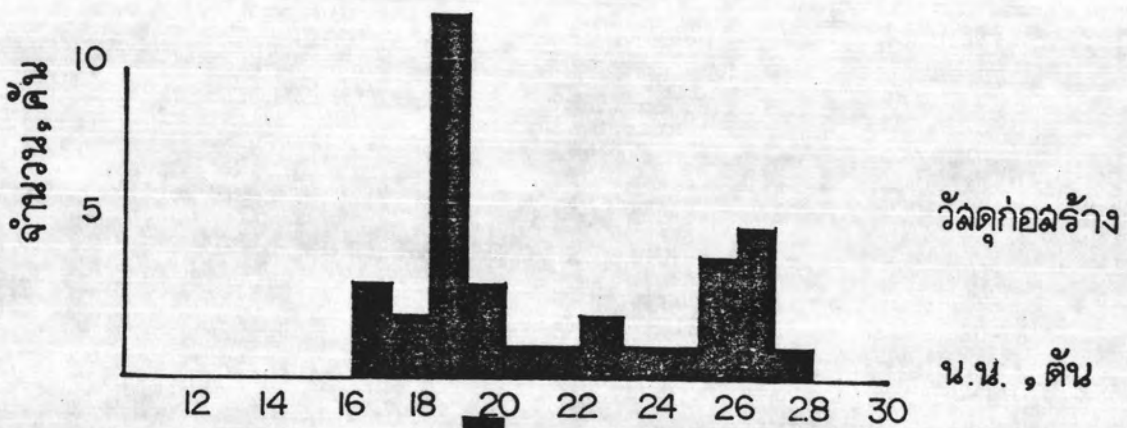
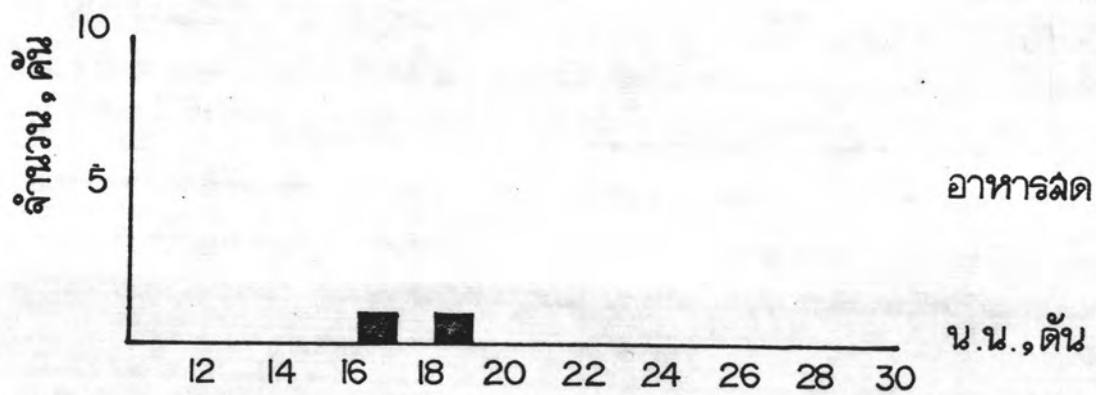
รูปที่ 10

รถบรรทุก 3 เพลา 10 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 6 มีค.23 เวลา 8.00 น. ทางหลวงหมายเลข 22

ถึง วันที่ 7 มีค.23 เวลา 8.00 น. กม. 10 + 800



ที่มา : สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

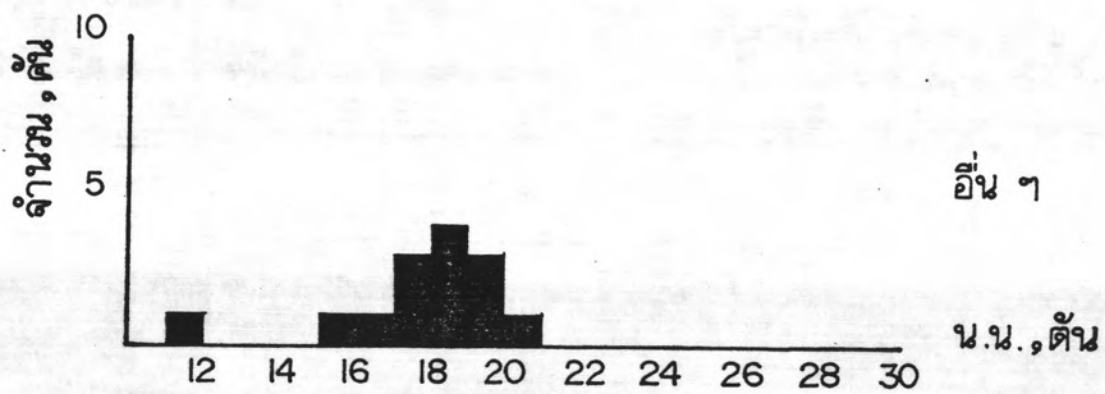
## รูปที่ 10 (ต่อ)

รถบรรทุก. 3 เพลา 10 ล้อ

การกระจายน้ำหนักกรรม ตามประเภทสินค้า

เวลาลำรวจ วันที่ 6 มีค.23 เวลา 8.00 น. ทางหลวงหมายเลข 22

ถึง วันที่ 7 มีค.23 เวลา 8.00 น. กม. 10 + 800



หมายเหตุ ไม่รวมรถเปล่าซึ่งมี 104 คัน

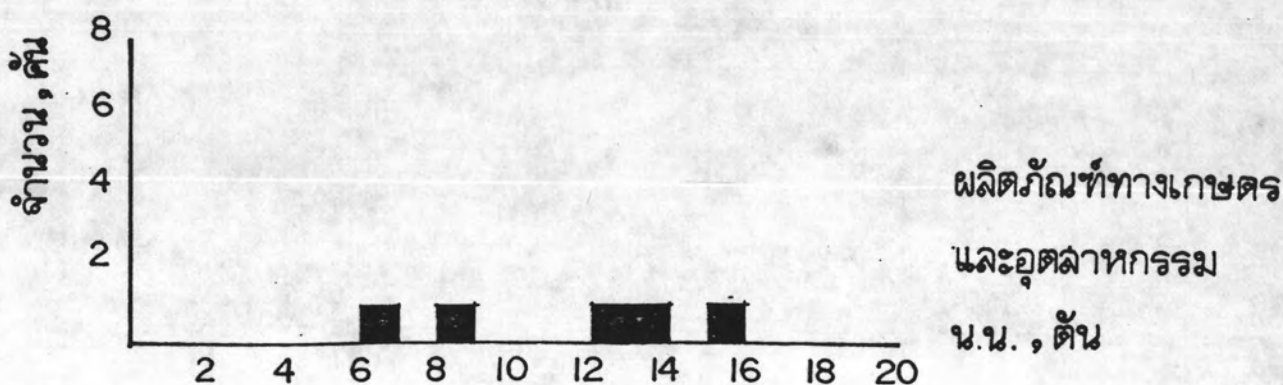
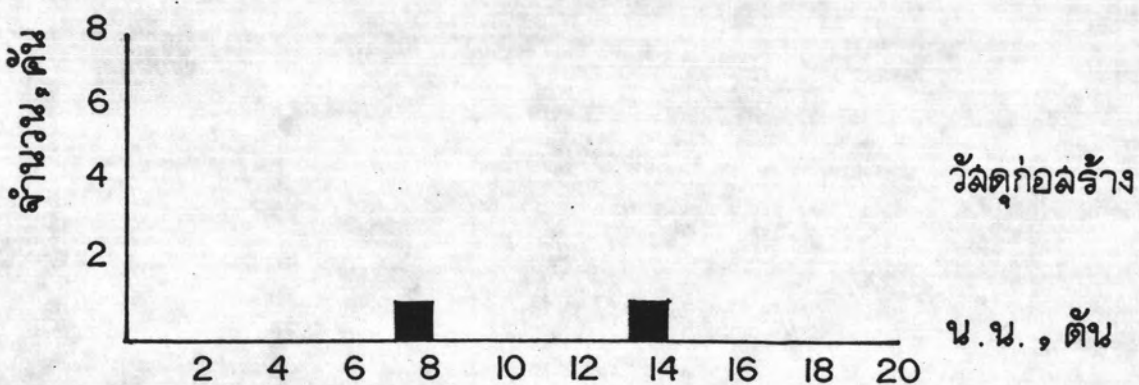
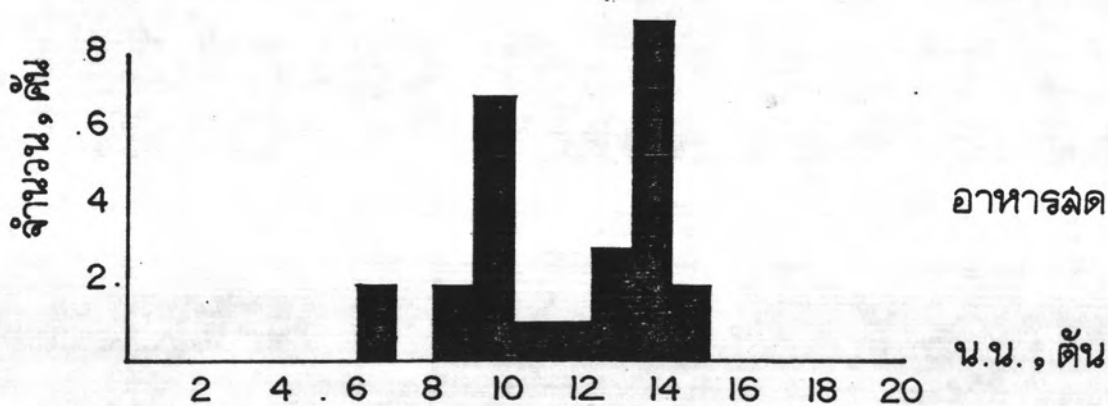
รูปที่ 11

รถบรรทุก 2 เฟลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 22 มีค.23 เวลา 6.00 น. ทางหลวงหมายเลข 24

ถึง วันที่ 23 มีค.23 เวลา 6.00 น. กม. 6 + 500



ที่มา : สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

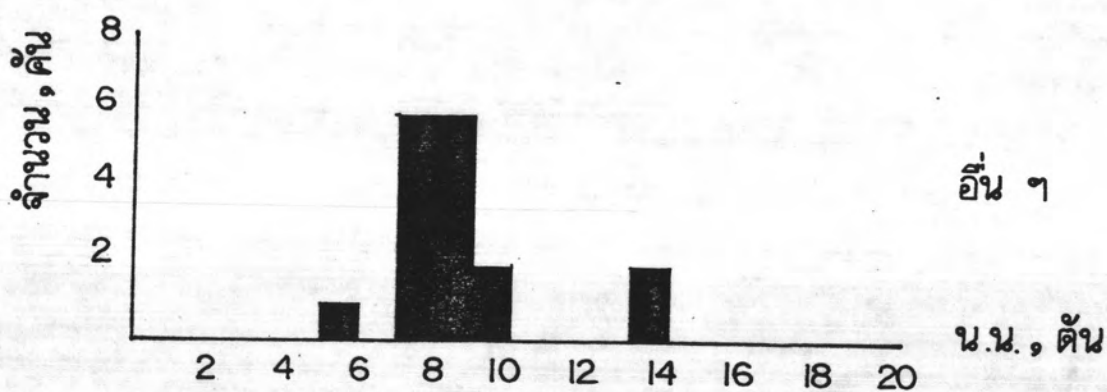
รูปที่ 11 (ต่อ)

รถบรรทุก 2 เพลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักกรรม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 22 มีค. 23 เวลา 6.00 น. ทางหลวงหมายเลข 24

ถึง วันที่ 23 มีค. 23 เวลา 6.00 น. กม. 6 + 500



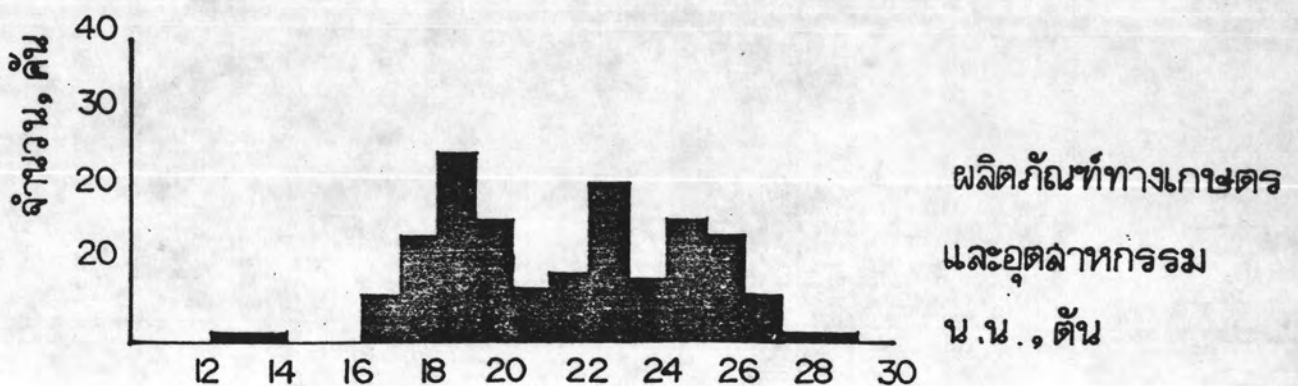
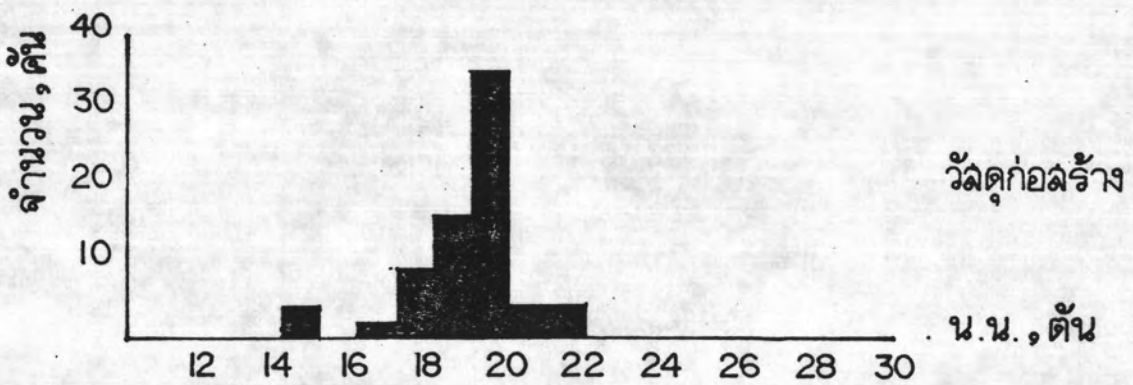
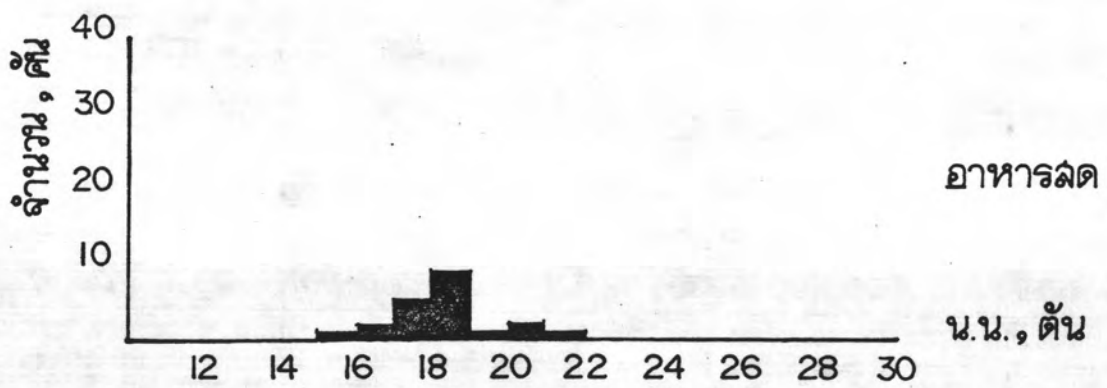
หมายเหตุ ไม่รวมรถเปล่าซึ่งมี 286 คัน

รูปที่ 12

รถบรรทุก 3 เพลา 10 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 22 มีค.23 เวลา 6.00 น. ทางหลวงหมายเลข 24  
ถึง วันที่ 23 มีค.23 เวลา 6.00 น. กม. 6+500



ที่มา : สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

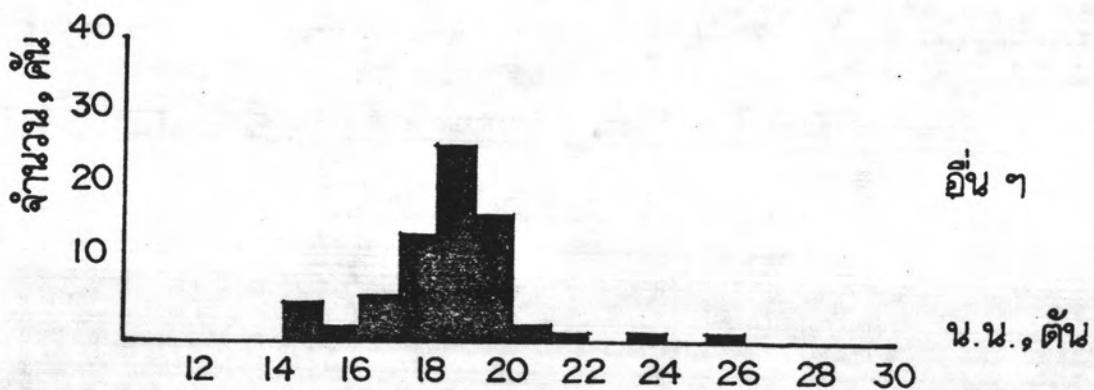
รูปที่ 12 (ต่อ)

รถบรรทุก 3 เพลา 10 ล้อ

การกระจายน้ำหนักกรรม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 22 มีค.23 เวลา 6.00 น. ทางหลวงหมายเลข 24

ถึง วันที่ 23 มีค.23 เวลา 6.00 น. กม. 6+500



หมายเหตุ ไม่รวมรถเปล่าซึ่งมี 376 คัน



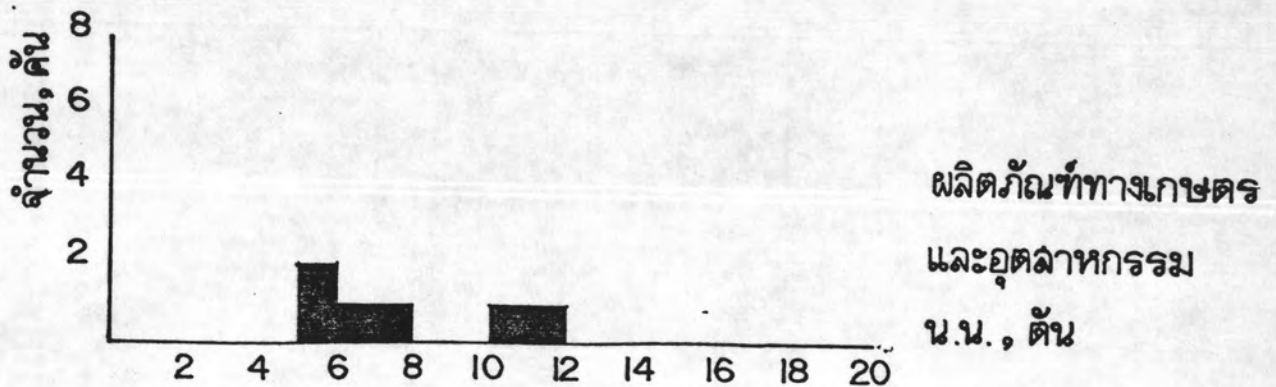
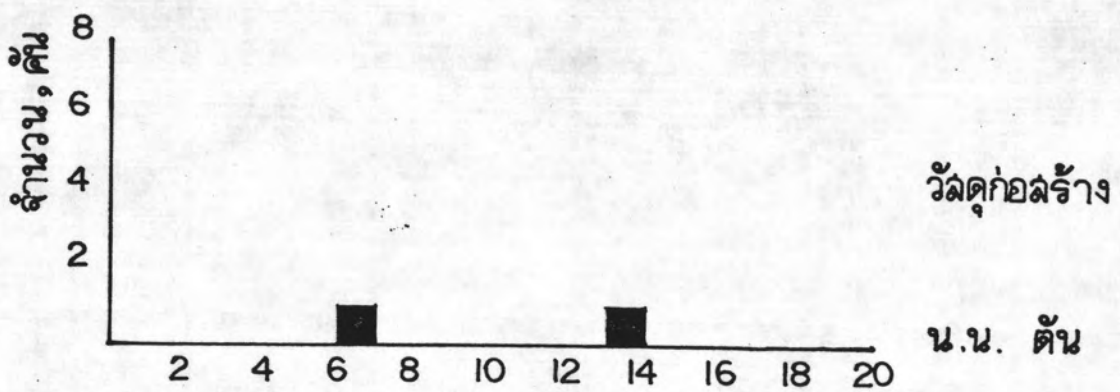
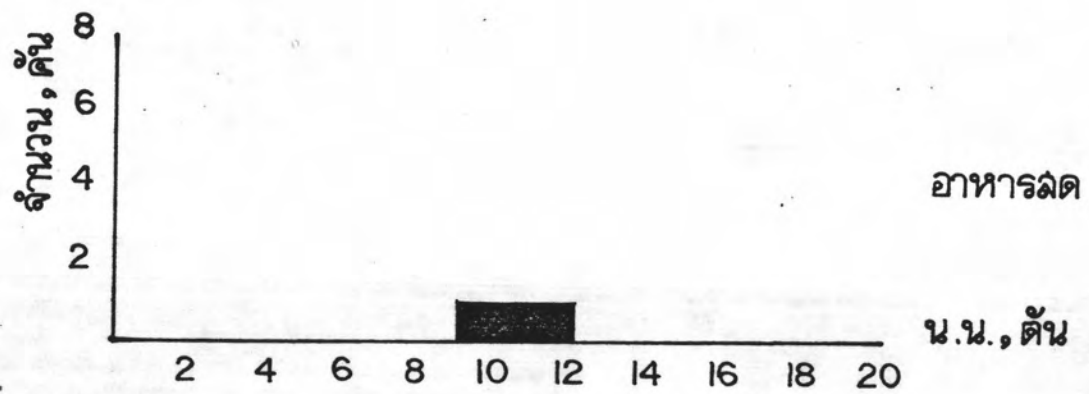
รูปที่ 13

รถบรรทุก 2 เพลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาลำรวจ วันที่ 16 มีค 23 เวลา 7.00 น. ทางหลวงหมายเลข 24

ถึง วันที่ 17 มีค. 23 เวลา 7.00 น. กม. 225 + 800



ที่มา : สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

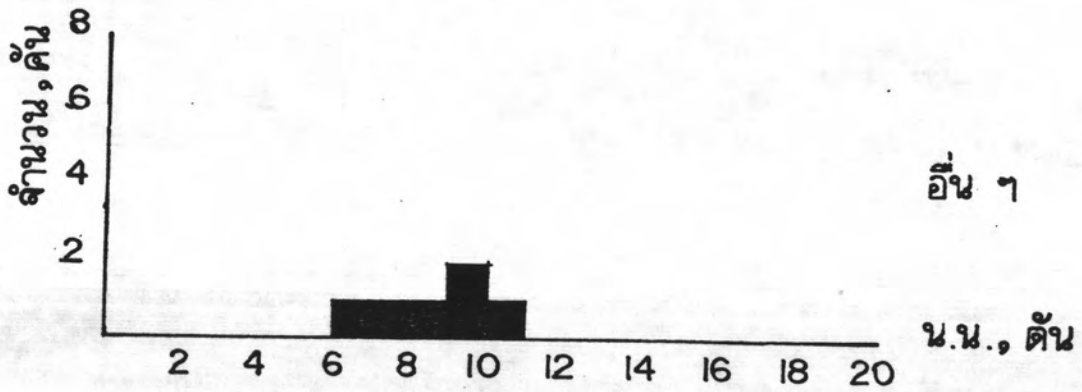
รูปที่ 13 (ต่อ)

รถบรรทุก 2 เพลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 16 มีค.23 เวลา 7.00 น. ทางหลวงหมายเลข 24

ถึง วันที่ 17 มีค.23 เวลา 7.00 น. กม. 225 + 800



หมายเหตุ ไม่รวมรถเปล่าซึ่งมี 47 คัน

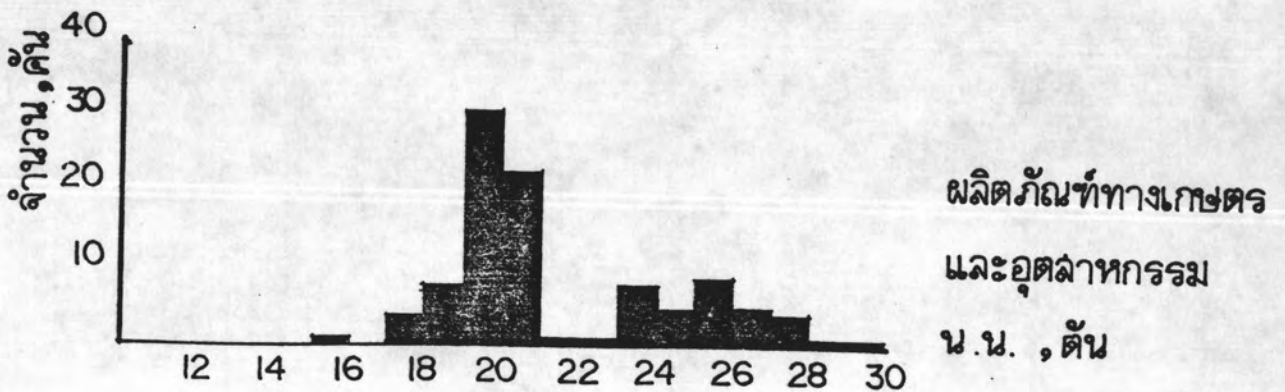
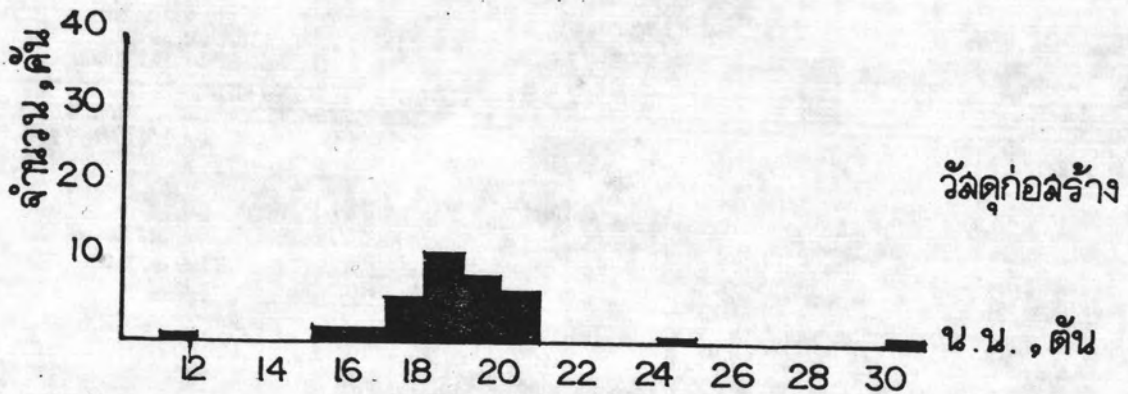
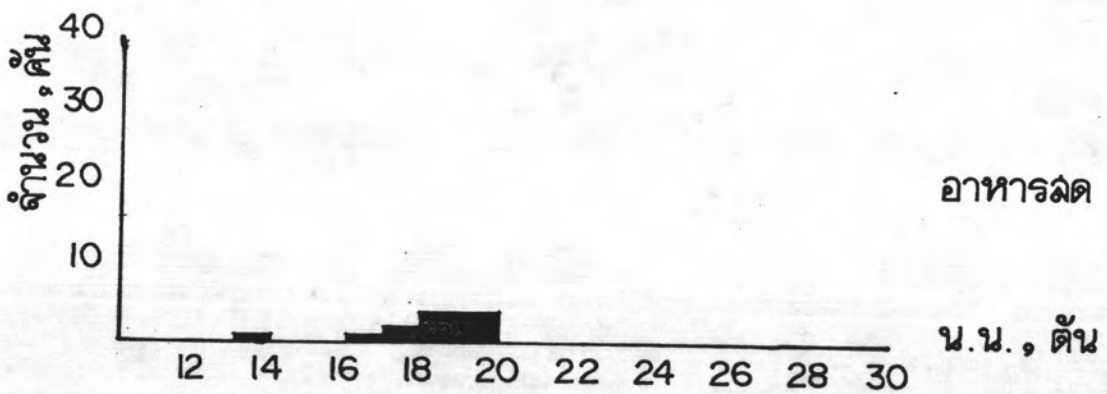
รูปที่ 14

รถบรรทุก 3 เพลา 10 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 16 มีค.23 เวลา 7.00 น. ทางหลวงหมายเลข 24

ถึง วันที่ 17 มีค.23 เวลา 7.00 น. กม. 225 + 800



ที่มา: สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

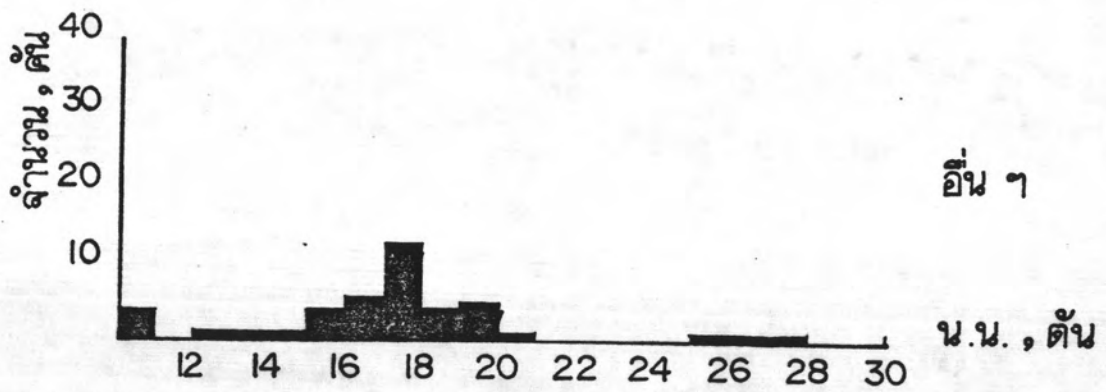
รูปที่ 14 (ต่อ)

รถบรรทุก 3 เพลา 10 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 16 มีค.23 เวลา 7.00 น. ทางหลวงหมายเลข 24

ถึง วันที่ 17 มีค.23 เวลา 7.00 น. กม. 225 + 800



หมายเหตุ ไม่รวมรถเปล่าซึ่งมี 63 คัน

อื่น ๆ

น.น., ตัน

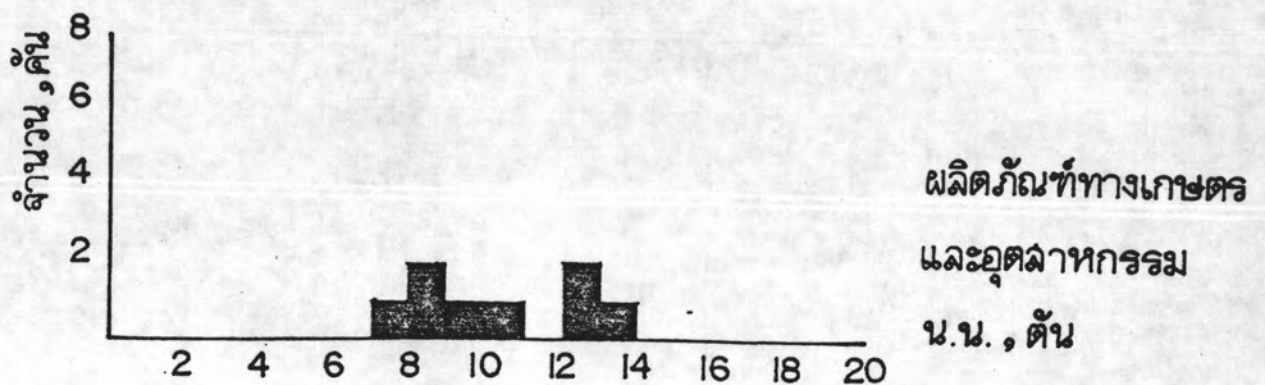
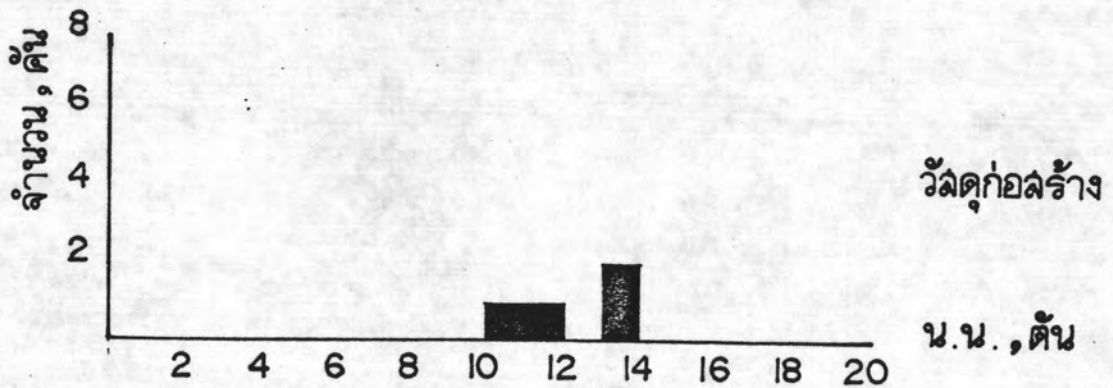
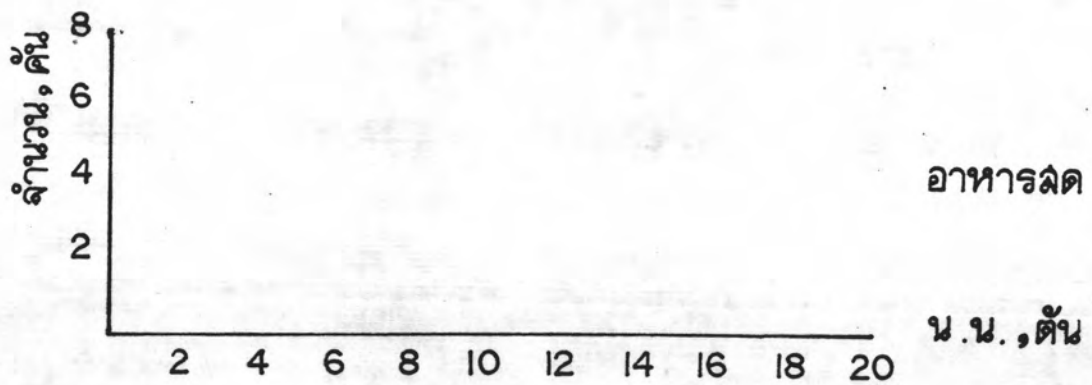
รูปที่ 15

รถบรรทุก 2 เฟลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 14 มีค.23 เวลา 7.00 น. ทางหลวงหมายเลข 212

ถึง วันที่ 14 มีค.23 เวลา 19.00 น. กม. 68+800



ที่มา : สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

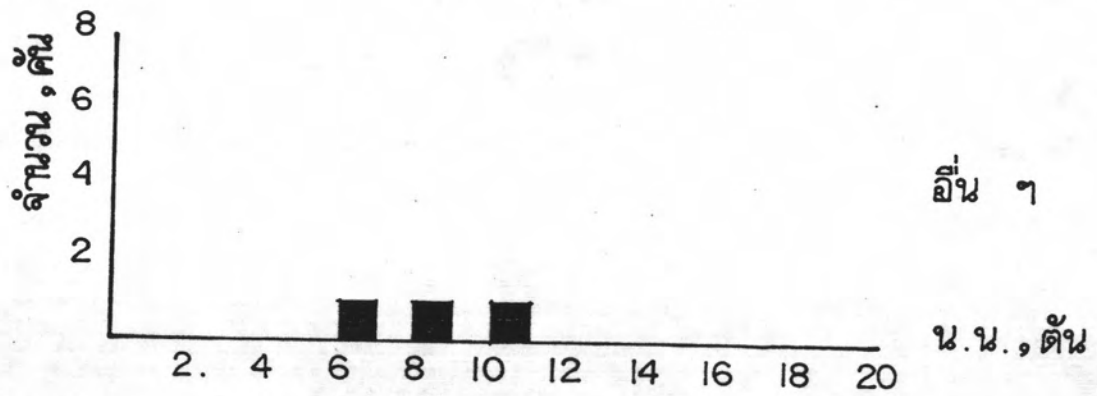
รูปที่ 15 (ต่อ)

รถบรรทุก 2 เพลา 6 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 14 มี.ค. 23 เวลา 7.00 น. ทางหลวงหมายเลข 212

ถึง วันที่ 14 มี.ค. 23 เวลา 19.00 น. กม. 68 + 800



หมายเหตุ ไม่รวมรถเปล่าซึ่งมี 47 คัน

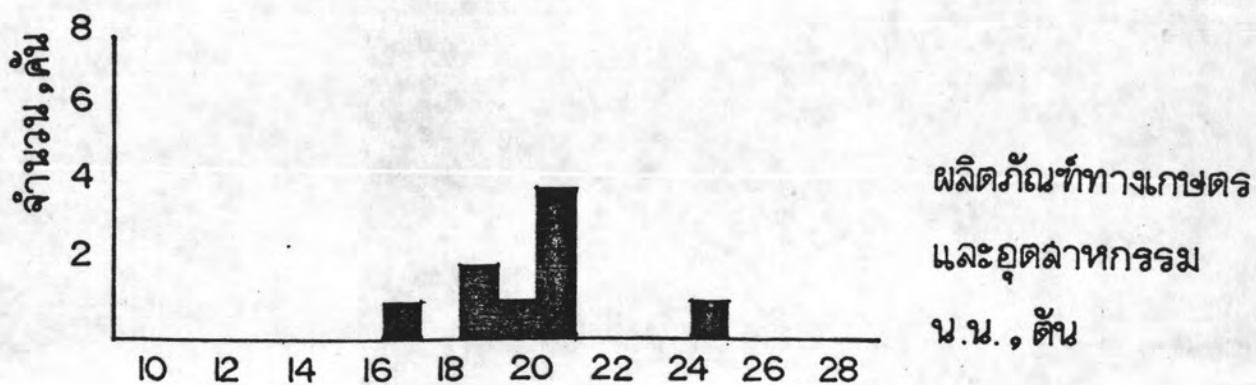
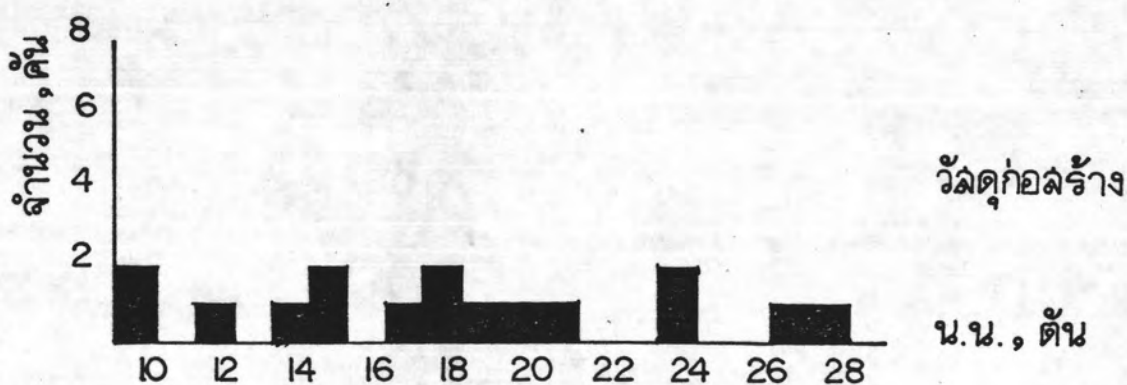
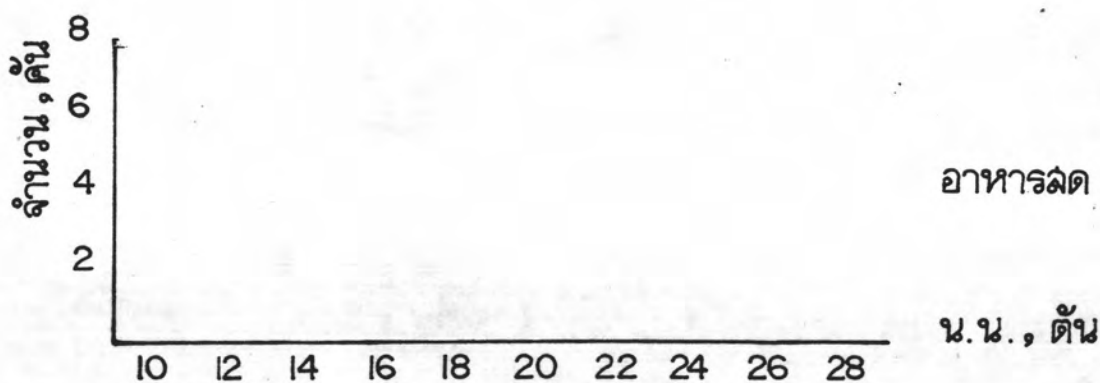
รูปที่ 16

รถบรรทุก 3 เพลา 10 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 14 มีค.23 เวลา 7.00 น. ทางหลวงหมายเลข 212

ถึง วันที่ 14 มีค.23 เวลา 19.00 น. กม. 68+800



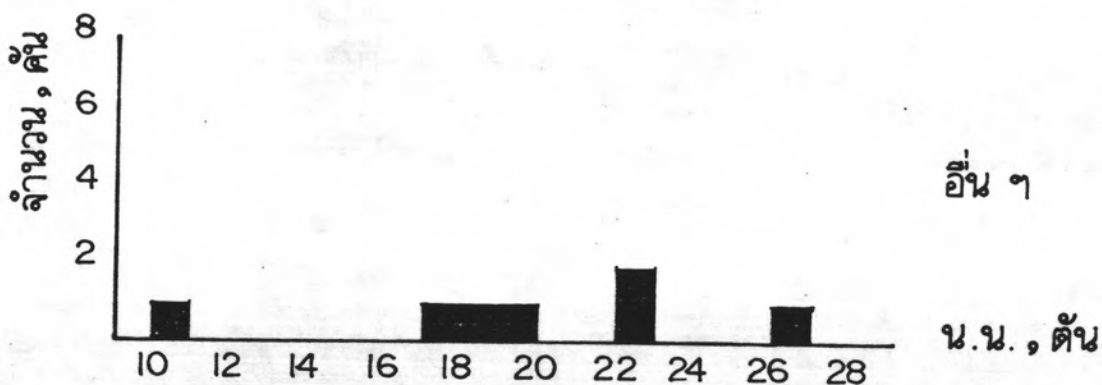
ที่มา : สำนักวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

รูปที่ 16 (ต่อ)

รถบรรทุก 3 เพลา 10 ล้อ

การกระจายน้ำหนักรวม ตามประเภทสินค้า

เวลาสำรวจ วันที่ 14 มีค. 23 เวลา 7.00 น. ทางหลวงหมายเลข 212  
ถึง วันที่ 14 มีค. 23 เวลา 19.00 น. กม. 68 + 800



หมายเหตุ ไม่รวมรถเปล่าซึ่งมี 39 คัน



ภาคผนวก ง

ข้อมูลจากการศึกษาทดลองของ The U.S. Engineer Waterways  
Experiment Station (WES)

ตารางที่ ๑

Summary of Traffic Test Data, Lane 1

15,000-lb, Single-Wheel Load; 20.00-20, 20-Ply Aircraft Tire

Tire Contact Pressure = 119 psi

Item	Cover Thickness in.	Rated CBR		Traffic Coverage	Deformation from 10-ft Straightedge In. (Transverse)		1-Pass Rut Depth in.		Drawbar Pull			Average Deflection in.		Remarks		
		Cover	Subgrade		Max	Avg	Max	Avg	Peak lb	Rolling lb	% of Load	Total	Elastic			
4	6	9.0	3.2	0	--	--	0.50	0.48	1250	850	5.65	0.9	0.5			
				10	2.19	1.97	--	--	--	--	--	--	--	--		
				16	2.44	2.14	--	--	--	--	--	--	--	--		
				22	2.94	2.75	--	--	--	--	--	--	--	--		
				26	4.06	3.84	--	--	--	--	--	--	--	--		
				32	5.88	4.91	--	--	1600	1000	6.67	0.6	0.5		Failed after 26 coverages Traffic continued for 6 post- failure coverages	
3	12	7.5	3.5	0	--	--	0.50	0.30	1200	800	5.35	0.6	0.3			
				10	1.43	1.16	--	--	--	--	--	--	--	--		
				16	1.88	1.52	--	--	--	--	--	--	--	--		
				26	2.75	2.02	--	--	--	--	--	--	--	--		
				32	3.13	2.47	--	--	--	--	--	--	--	--		
				38	4.00	3.00	--	--	1200	800	5.35	0.7	0.5		Failed after 38 coverages at sta 0+60 to 0+75	
2	18	8.1	3.2	48	5.25	3.60	--	--	1600	1200	8.00	1.8	0.6			
				48	2.75	2.44	--	--	--	--	--	--	--	--		Unfailed at sta 0+75 to 0+90
				0	--	--	0.40	0.37	1200	700	4.65	0.7	0.3			
				10	1.25	1.04	--	--	--	--	--	--	--	--		
				16	1.31	1.12	--	--	--	--	--	--	--	--		
				26	1.75	1.47	--	--	--	--	--	--	--	--		
1	24	9.0	3.7	32	2.00	1.75	--	--	1050	750	5.00	0.4	0.3			
				48	2.13	1.88	--	--	1200	900	6.00	0.8	0.3			
				70	3.50	2.92	--	--	--	--	--	--	--	--		
				80	3.63	3.10	--	--	--	--	--	--	--	--		
				88	3.75	3.48	--	--	--	--	--	--	1.0	0.8		Failed after 88 coverages
				0	--	--	0.60	0.50	1200	700	4.65	0.7	0.2			
1	24	7.6	3.2	10	1.81	1.55	--	--	--	--	--	--	--			
				16	1.31	1.13	--	--	--	--	--	--	--	--		
				26	1.81	1.52	--	--	--	--	--	--	--	--		
				32	1.75	1.53	--	--	1250	850	5.65	0.3	0.0			
				48	2.13	1.82	--	--	1200	800	5.35	1.5	0.3			
				70	3.00	2.57	--	--	--	--	--	--	--	--		
				80	3.25	2.53	--	--	--	--	--	--	--	--		
				88	4.00	2.97	--	--	--	--	--	--	0.5	0.3		Failed after 88 coverages

ทราฟฟิก ๖๒<sup>๑</sup>

Summary of CBR, Water Content, and Density Data. Lane 1

Test Item	No. of Traffic Coverages	Depth in.	CBR	Water Content %	Dry Density pcf	Cover Thickness in.	Remarks
4	0	Surface	9.0	21.9	101.1	6	
		6	2.9	27.3	94.4		
		12	4.2	25.8	95.6		
		18	2.4	27.3	93.2		
4	26	Surface	9.0	21.3	103.6		
		6	3.6	26.3	96.0		
		12	2.7	25.8	97.1		
3	0	Surface	8.0	24.0	99.6	12	
		6	9.0	21.3	103.1		
		12	2.4	27.2	94.4		
		18	2.9	27.2	93.9		
		24	2.6	26.4	95.3		
3	38	Surface	6.7	22.7	102.1	12	Sta 0+00 to 0+75
		6	5.7	23.0	100.7		
		12	5.7	24.3	98.7		
		18	3.2	28.4	92.6		
3	48	Surface	7.3	21.9	103.0	12	Sta 0+75 to 0+90
		6	8.0	22.3	103.0		
		12	8.7	22.5	101.5		
		18	4.2	25.9	95.7		
2	0	Surface	7.0	22.5	101.0	18	
		6	9.0	21.8	102.0		
		12	11.0	21.3	103.0		
		18	2.6	27.7	93.4		
		24	2.3	28.8	91.4		
		30	3.0	24.9	96.2		
		36	3.1	25.2	96.1		
2	88	Surface	8.0	22.9	100.7		
		6	7.0	22.0	102.0		
		12	12.0	20.1	103.2		
		18	10.0	21.9	101.2		
		24	5.1	26.5	95.8		
		30	4.3	26.7	93.2		
1	0	Surface	7.0	22.6	98.7	24	
		6	9.0	21.6	100.6		
		12	9.0	20.7	102.2		
		18	12.0	21.9	102.2		
		24	1.9	27.8	91.8		
		30	2.7	28.7	91.3		
		36	3.1	26.7	93.7		
1	88	Surface	5.8	24.9	98.7		
		6	7.0	22.4	102.4		
		12	8.0	21.3	103.6		
		18	13.0	21.0	102.6		
		24	8.0	21.3	105.5		
		30	3.7	26.0	95.2		



ตารางที่ ๖4<sup>1</sup>

Summary of CBR, Water Content, and Density Data, Lane 2

Test Item	No. of Traffic Coverages	Depth in.	CBR	Water Content %	Dry Density pcf	Cover Thickness in.	Remarks	
4	0	Surface	9.0	21.9	101.1	6		
		6	2.9	27.3	94.4			
		12	4.2	25.8	96.6			
		18	2.4	27.3	93.2			
4	10	Surface	12.0	20.7	105.2			
		6	4.6	24.9	98.3			
		12	3.5	26.6	95.6			
3	0	Surface	8.0	24.0	99.6	12		
		6	9.0	21.3	103.1			
		12	2.4	27.2	94.4			
		18	2.9	27.2	93.9			
		24	2.6	26.4	95.3			
3	38	Surface	6.0	23.4	100.9	12	Sta 0+60 to 0+74	
		6	7.0	21.6	102.9			
		12	3.4	25.3	97.3			
	82	Surface	10.0	21.2	104.0	12	Sta 0+74 to 0+90	
		6	11.0	20.4	105.5			
		12	3.3	25.8	95.8			
		18	3.0	25.2	95.6			
2	0	Surface	7.0	22.5	101.1	18		
		6	9.0	21.8	102.0			
		12	11.0	21.3	103.0			
		18	2.6	27.7	93.4			
		24	2.3	28.8	91.4			
		30	3.0	24.9	96.2			
	50		Surface	6.0	24.0	100.0		
			6	8.0	21.4	104.1		
			12	8.0	22.6	101.6		
			18	3.3	27.6	93.5		
1	0	Surface	7.0	22.6	93.7	24		
		6	9.0	21.6	100.6			
		12	9.0	20.7	102.2			
		18	12.0	21.9	102.2			
		24	1.9	27.8	91.8			
		30	2.7	28.6	91.3			
		36	3.1	26.7	93.7			
		116		Surface	8.0			24.4
	6			9.0	20.8	104.1		
	12			12.0	20.1	103.4		
	18			10.0	20.9	101.9		
	24			4.2	26.8	95.4		
	30			3.3	27.6	93.9		
			36	3.5	27.0	94.1		

# ตารางที่ ๖๕<sup>๑</sup>

Summary of Traffic Test Data, Lane 3  
40,000-lb, Single-Wheel Load; 25.00-28, 30-PLY Aircraft Tire  
Tire Contact Pressure = 77 psi

Item	Cover Thickness in.	Rated CBR		Traffic Coverages	Deformation from 10-ft Straightedge in. (Transverse)		1-Pass Rut Depth in.		Drawbar Pull			Average Deflection in.		Remarks
		Cover	Subgrade		Max	Avg	Max	Avg	Peak lb	Rolling lb	% of Load	Total	Elastic	
4	6	10	3.4	0	--	--	1.50	1.03	4200	3000	6.75	1.60	1.00	Failed after 6 coverages
				6	6.40	4.75	--	--	5200	4900	12.20	3.30	1.10	
				30	2.83	2.29	--	--	--	--	--	--	--	
3	12	11	3.7	0	--	--	0.30	0.25	800	600	1.50	0.70	0.50	Failed after 40 coverages
				6	1.00	1.00	--	--	1250	950	2.40	1.20	0.70	
				30	2.83	2.29	--	--	--	--	--	--	--	
2	18	9.3	3.4	0	--	--	0.10	0.10	800	600	1.50	0.40	0.40	Failed after 240 coverages
				6	0.50	0.48	--	--	1350	900	2.30	0.50	0.30	
				30	0.83	0.75	--	--	--	--	--	--	--	
				40	1.25	1.02	--	--	1100	850	2.00	0.40	0.40	
				100	2.15	1.72	--	--	--	--	--	--	--	
				140	2.33	2.22	--	--	--	--	--	--	--	
				180	3.25	2.84	--	--	--	--	--	--	--	
240	4.00	3.75	--	--	2600	2350	5.20	0.90	0.80					
1	24	11	4.4	0	--	--	0.10	0.10	500	400	1.00	0.10	0.10	Did not fail--traffic discontinued after 500 coverages
				6	0.50	0.40	--	--	1000	800	2.00	0.30	0.20	
				30	0.63	0.50	--	--	--	--	--	--	--	
				40	0.60	0.66	--	--	900	800	2.00	0.30	0.30	
				100	1.00	0.91	--	--	--	--	--	--	--	
				140	1.25	1.04	--	--	--	--	--	--	--	
				180	1.13	1.07	--	--	--	--	--	--	--	
				240	1.37	1.16	--	--	1700	1300	3.30	0.20	0.20	
				340	1.35	1.22	--	--	--	--	--	--	--	
				440	1.38	1.20	--	--	--	--	--	--	--	
500	1.33	1.28	--	--	--	--	--	--	--					

ตารางที่ ๖<sup>1</sup>

Summary of CBR, Water Content, and Density Data, Lane 3

Test Item	No. of Traffic Coverages	Depth in.	CBR	Water Content %	Dry Density pcf	Cover Thickness in.		
4	0	Surface	10.0	21.8	102.3	6		
		6	2.7	27.2	93.2			
		12	3.8	25.7	95.1			
		18	3.8	25.6	93.7			
	6	Surface	10.0	20.6	103.5			
		6	3.8	24.9	97.4			
		12	3.1	26.5	95.5			
	3	0	Surface	9.0	23.3		99.9	12
			6	13.0	20.5		105.0	
			12	2.1	27.5		91.1	
18			4.7	26.0	96.4			
24			1.8	29.4	90.4			
48		Surface	10.0	22.4	102.3			
		6	10.0	21.5	100.1			
		12	3.4	26.3	95.8			
		18	4.9	25.6	96.5			
2		0	Surface	9.0	23.6	98.6	18	
			6	10.0	21.0	101.7		
			12	10.0	19.8	103.6		
			18	2.3	28.8	91.4		
			24	2.6	27.7	93.4		
	30		3.6	24.1	89.9			
	36		5.6	24.9	94.9			
	240	Surface	9.0	22.5	102.4			
		6	10.0	20.7	104.3			
		12	8.0	22.0	101.3			
		18	4.3	26.1	96.8			
		24	3.6	26.5	95.6			
		30	4.1	26.0	96.5			
		1	0	Surface	9.0	23.7		99.4
6	11.0			20.2	100.4			
12	8.0			21.9	102.3			
18	11.0			19.1	99.3			
24	2.3			26.4	93.9			
30	4.0			27.2	94.1			
36	4.3			27.5	92.2			
500	Surface		9.0	21.7	103.7			
	6		12.0	19.9	105.2			
	12		14.0	19.8	105.8			
	18		11.0	19.8	100.4			
	24		10.0	23.4	99.6			
	30		5.0	25.7	94.1			
	36		4.5	27.2	93.9			

# ตารางที่ ๗<sup>1</sup>

Summary of Traffic Test Data, Lane 4  
40,000-lb. Single-wheel Load; 20.00-20, 20-Ply Aircraft Tire  
Tire Contact Pressure = 64 psi

Item	Cover Thickness in.	Rated CBR		Traffic Coverages	Deformation from 10-ft. Straightedge in. (Transverse)		I-Base Roll Depth in.		Drawbar Pull			Average Deflection in.		Remarks	
		Cover	Subgrade		Max	Avg	Max	Avg	Rolling			Total	Elastic		
									10pk 1b	1b	% of Load				
4	6	9.0	3.7	0	--	--	0.7	0.5	3800	2300	5.75	0.5	0.3	Failed after 2 coverages	
				4	2.37	1.66	--	--	--	--	--	--	--		--
				8	4.50	3.47	--	--	4700	3300	8.25	2.6	1.1		
3	12	11	2.9	0	--	--	0.5	0.4	3100	1600	4.00	0.5	0.2	Failed after 86 coverages	
				8	1.63	1.16	--	--	3100	2300	5.75	--	--		
				26	2.63	1.89	--	--	--	--	--	--	--		
				36	3.88	2.44	--	--	--	--	--	--	--		
				46	5.38	3.54	--	--	4600	3600	9.00	1.8	0.8		
2	18	9.7	3.6	0	--	--	0.2	0.2	2500	1300	3.25	0.4	0.3	Failed after 140 coverages	
				8	0.88	0.82	--	--	2700	1800	4.50	--	--		
				26	1.00	0.94	--	--	--	--	--	--	--		
				36	2.00	1.57	--	--	--	--	--	--	--		
				46	2.13	1.81	--	--	3800	2600	6.50	0.7	0.7		
				74	2.50	2.10	--	--	--	--	--	--	--		
				100	3.25	2.82	--	--	--	--	--	--	--		
				110	3.50	2.78	--	--	--	--	--	--	--		
				120	3.35	2.91	--	--	--	--	--	--	--		
				140	3.75	3.25	--	--	3500	3000	7.50	1.5	0.2		
				1	24	9.7	4.3	0	--	--	0.4	0.2	2700		1300
8	0.50	0.50	--					--	2600	1600	4.00	--	--		
26	1.00	0.69	--					--	--	--	--	--	--		
36	0.75	0.53	--					--	--	--	--	--	--		
46	0.88	0.69	--					--	3200	2200	5.50	0.3	0.2		
74	1.13	0.91	--					--	--	--	--	--	--		
100	1.50	1.22	--					--	--	--	--	--	--		
110	1.38	1.17	--					--	--	--	--	--	--		
120	1.50	1.16	--					--	--	--	--	--	--		
140	1.75	1.32	--					--	3400	2300	5.75	0.5	0.3		
200	1.88	1.02	--					--	--	--	--	--	--		
300	2.13	1.72	--					--	--	--	--	--	--		
400	3.00*	2.25	--					--	--	--	--	--	--		
500	3.75*	2.97	--					--	2600	1500	3.75	0.4	0.2		

\* Influenced by load machine stops and starts.



การวางที่ ๖8<sup>1</sup>

## Summary of CBR, Water Content, and Density Data, Lane 4

Test Item	No. of Traffic Coverages	Depth in.	CBR	Water Content %	Dry Density pcf	Cover Thickness in.		
4	0	Surface	10.0	21.8	102.3	6		
		6	2.7	27.2	93.2			
		12	3.8	25.7	95.1			
		18	3.8	25.6	93.7			
	8	Surface	8.0	22.5	102.4			
		6	3.9	26.0	95.9			
		12	4.2	25.6	97.0			
3	0	Surface	9.0	23.3	99.9	12		
		6	13.0	20.5	105.0			
		12	2.1	27.5	91.1			
		18	4.7	26.0	95.4			
		24	1.8	29.4	90.6			
	46	Surface	8.0	23.7	100.7			
		6	11.0	20.1	106.7			
		12	3.2	26.6	94.6			
		18	2.8	27.0	93.9			
		24	3.1	27.2	94.5			
	2	0	Surface	9.0	23.6		98.1	18
			6	10.0	21.0		101.7	
			12	10.0	19.8		103.6	
			18	2.3	26.8		91.4	
			24	2.6	27.7		93.4	
			30	3.6	24.1		89.9	
36			5.6	24.9	94.9			
140		Surface	8.0	23.4	100.8			
		6	10.0	21.3	104.3			
		12	11.0	20.8	104.7			
		18	5.2	25.8	96.9			
		24	3.9	26.9	95.3			
		30	4.6	26.3	93.8			
1		0	Surface	9.0	23.7	99.4	24	
			6	11.0	20.2	100.4		
	12		8.0	21.9	102.3			
	18		11.0	19.1	99.3			
	24		2.3	26.4	93.9			
	30		4.0	27.2	94.1			
	36		4.3	27.5	92.2			
	500	Surface	8.0	21.9	103.0			
		6	10.0	20.3	104.2			
		12	12.0	21.0	104.8			
		18	13.0	21.2	102.3			
		24	6.0	25.7	97.1			
		30	5.0	25.8	94.5			
		36	4.9	27.5	92.0			



ตารางที่ 10<sup>1</sup>

Summary of CBR, Water Content, and Density Data. Lane 5

Test Item	No. of Traffic Coverages	Depth in.	CBR	Water Content %	Dry Density pcf	Cover Thickness in.		
4	0	Surface	13.0	19.7	104.6	6		
		6	5.6	23.7	94.7			
		12	3.9	25.8	95.1			
		18	4.8	25.2	95.1			
	4	Surface	9.0	20.2	95.9			
		6	4.0	25.6	95.9			
		12	3.7	25.9	95.3			
		18	4.2	25.7	94.9			
	3	0	Surface	8.0	21.9		100.4	12
			6	9.0	21.6		102.2	
			12	3.7	25.4		93.1	
			18	2.6	28.7		91.5	
6		Surface	15.0	20.8	105.5			
		6	13.0	20.6	103.6			
		12	8.0	21.6	93.0			
		18	4.5	25.5	95.1			
2		0	Surface	10.0	20.9	103.7	18	
			6	11.0	19.7	97.7		
			12	10.0	21.7	95.8		
			18	2.9	27.0	92.5		
	24		4.2	25.0	95.7			
	30		4.0	25.9	91.9			
	44	Surface	14.0	18.4	105.6			
		6	17.0	20.1	105.6			
		12	13.0	21.7	102.6			
		18	9.0	24.9	95.6			
		24	5.0	29.2	95.9			
		30	5.0	26.7	94.6			
1	0	Surface	8.0	22.7	100.3	24		
		6	10.0	20.9	101.5			
		12	9.0	19.5	95.0			
		18	12.0	18.1	98.3			
		24	3.5	25.4	95.7			
		30	4.1	25.7	97.7			
	44	Surface	9.0	19.8	105.4			
		6	16.0	19.7	105.6			
		12	14.0	21.0	102.2			
		18	11.0	20.8	99.2			
		24	12.0	19.3	100.5			
		30	4.3	26.4	94.5			
36	Surface	9.0	19.8	105.4				
	6	16.0	19.7	105.6				
	12	14.0	21.0	102.2				
36	18	11.0	20.8	99.2				
	24	12.0	19.3	100.5				
	30	4.3	26.4	94.5				
36	30	4.3	26.4	94.5				
	36	4.0	27.3	92.4				
	36	4.0	27.3	92.4				

# ตารางที่ ง11

## Summary of Traffic Test Data, Lane 6

40,000-lb, Single-Wheel Load; 20.00-20, 20-Ply Aircraft Tire

Tire Contact Pressure = 102 psi

Item	Cover Thickness in.	Rated CBR		Traffic Coverages	Deformation from 10-ft Straightedge in. (Transverse)		1-Pass Rut Depth in.		Drawbar Pull			Average Deflection in.		Remarks	
		Cover	Subgrade		Max	Avg	Max	Avg	Peak lb	Rolling lb	% of Load	Total	Elastic		
4	6	13	3.5	0	--	--	1.7	1.37	4200	3750	9.40	2.1	0.7		
				6	3.50	2.63	--	--	--	--	--	--	--	--	
				8	5.50	3.90	--	--	6600	5200	13.00	2.1	0.8	Failed after 8 coverages	
3	12	12	4.0	0	--	--	0.7	0.57	2650	1900	4.75	0.7	0.5		
				8	1.87	1.65	--	--	3600	2500	5.25	1.1	0.5		
				36	4.37	3.78	--	--	4200	3000	7.50	1.1	0.6	Failed after 36 coverages	
2	18	11	4.7	0	--	--	0.4	0.30	2800	1650	4.10	0.5	0.1		
				8	1.50	1.31	--	--	2500	1800	4.50	0.5	0.2		
				36	3.37	2.28	--	--	2600	1900	4.75	0.6	0.4		
				60	2.93	2.47	--	--	--	--	--	--	--	--	
				80	3.25	2.81	--	--	--	--	--	--	--	--	
				100	3.75	3.20	--	--	4600	3500	8.75	0.7	0.4	Failed after 100 coverages	
1	24	11	5.1	0	--	--	1.2	0.60	2600	1800	4.50	0.7	0.3		
				8	1.00	0.88	--	--	2350	1700	4.30	0.4	0.2		
				36	1.88	1.53	--	--	3000	1800	4.50	0.5	0.3		
				60	2.25	1.65	--	--	--	--	--	--	--	--	
				80	2.25	2.04	--	--	--	--	--	--	--	--	
				100	2.93	2.57	--	--	4400	3300	8.25	0.5	0.3		
				120	3.00	2.66	--	--	--	--	--	--	--	--	
				140	3.00	2.75	--	--	--	--	--	--	--	--	
160	4.00	3.25	--	--	4600	3300	8.25	1.0	0.2	Failed after 160 coverages					

การทางที่ ๖๑๒<sup>๑</sup>

## Summary of CBR, Water Content, and Density Data, Lane 6

Test Item	No. of Traffic Coverages	Depth in.	CBR	Water Content %	Dry Density pcf	Cover Thickness in.			
4	0	Surface	10.0	21.2	100.1	6			
		6	4.3	24.3	96.8				
		12	3.0	26.6	91.8				
		18	3.3	26.0	94.4				
	8	Surface	16.0	19.7	104.9				
		6	6.0	23.4	99.1				
		12	3.2	26.1	92.8				
		18	3.9	27.4	94.0				
3	0	Surface	11.0	20.3	102.1	12			
		6	9.0	20.1	102.6				
		12	3.7	26.2	95.1				
		18	4.1	26.2	93.0				
		24	3.8	29.0	94.7				
	36	Surface	17.0	18.3	105.3				
		6	11.0	19.6	103.4				
		12	6.0	23.0	95.1				
		18	4.7	24.7	95.7				
		24	3.5	25.8	93.8				
	2	0	Surface	11.0	20.6		100.7	18	
			6	8.0	20.6		98.3		
12			10.0	20.1	95.2				
18			4.2	26.1	93.2				
24			4.7	25.9	96.3				
30			3.5	28.2	93.6				
100		Surface	12.0	19.3	105.3				
		6	16.0	19.3	105.7				
		12	11.0	20.3	104.6				
		18	6.0	23.0	95.3				
		24	4.6	25.9	94.9				
		30	6.0	26.3	94.5				
		1	0	Surface	10.0	20.7	102.1		24
				6	10.0	20.8	103.2		
12	8.0			19.9	95.9				
18	11.0			19.7	102.8				
24	3.5			27.4	93.9				
160	Surface		11.0	20.5	103.3				
	6		11.0	19.4	102.9				
	12		16.0	19.8	103.3				
	18		13.0	19.3	103.5				
	24		6.0	22.1	97.4				
		30	6.0	26.1	96.2				
		35	5.0	27.3	91.5				

การางที่ ๖13<sup>1</sup>

Summary of Traffic Test Data, Lane 7

80,000-lb, 4-wheel Abreast, Spacings 30 in., 33 in., 30 in.

Tire Contact Pressure = 106 psi

Item	Cover Thickness in.	Rated CBR		Traffic Coverages	Deformation from 10-ft Straightedge in. (Transverse)		1-Pass Rut Depth in.		Drawbar Pull			Average Deflection in.		Remarks
		Cover	Subgrade		Max	Avg	Max	Avg	Peak lb	Rolling lb	% of Load	Total	Elastic	
4	6	10	3.7	0	--	--	0.9	0.70	7,400	5000	6.2	1.4	0.9	Failed after 3 coverages
				3	3.25	3.02	--	--	10,600	9000	11.2	1.4	0.7	
				3	--	--	0.4	0.40	2,900	1925	2.4	0.9	0.3	
				3	0.87	0.78	--	--	3,900	3200	4.0	0.2	0.1	
3	12	10	4.3	30	2.00	1.88	--	--	--	--	--	--	--	Failed after 90 coverages
				50	2.13	1.97	--	--	--	--	--	--	--	
				70	2.88	2.50	--	--	--	--	--	--	--	
				90	3.75	3.38	--	--	6,250	5100	6.4	1.5	0.8	
				0	--	--	0.4	0.32	2,450	1600	2.0	0.7	0.3	
				3	--	--	--	--	4,300	3000	3.8	--	--	
				30	1.50	1.31	--	--	--	--	--	--	--	
				70	1.75	1.57	--	--	--	--	--	--	--	
				90	2.13	1.77	--	--	5,350	4300	5.5	1.4	0.6	
				120	2.50	2.23	--	--	--	--	--	--	--	
2	18	10	4.1	150	2.23	2.20	--	--	--	--	--	--	--	Failed after 240 coverages
				180	2.63	2.47	--	--	--	--	--	--	--	
				210	3.25	2.78	--	--	--	--	--	--	--	
				240	3.63	3.16	--	--	6,450	4300	5.5	0.4	0.3	
				0	--	--	0.5	0.40	2,700	1900	2.3	0.6	0.4	
				3	--	--	--	--	4,000	2800	--	--	--	
				30	1.88	1.57	--	--	--	--	--	--	--	
				70	2.25	1.66	--	--	--	--	--	--	--	
				90	2.32	1.74	--	--	4,900	3350	4.2	0.5	0.3	
				120	2.50	2.07	--	--	--	--	--	--	--	
				150	2.13	1.94	--	--	--	--	--	--	--	
				180	2.00	2.00	--	--	--	--	--	--	--	
1	24	11	4.4	210	2.25	2.16	--	--	--	--	--	--	--	Failed after 290 coverages
				240	2.88	2.72	--	--	--	--	--	--	--	
				270	2.75	2.50	--	--	--	--	--	--	--	
				290	3.88	3.52	--	--	6,500	4075	5.1	0.3	0.1	
				0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
				3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
				30	1.88	1.57	--	--	--	--	--	--	--	
				70	2.25	1.66	--	--	--	--	--	--	--	

ตารางที่ ๑๔<sup>๑</sup>

Summary of CBR, Water Content, and Density Data, Lane 7

Test Item	No. of Traffic Coverages	Depth in.	CBR	Water Content %	Dry Density pcf	Cover Thickness in.		
4	0	Surface	10.0	21.2	100.1	6		
		6	4.3	24.3	96.8			
		12	3.0	26.6	91.8			
		18	3.3	26.0	94.4			
	3	Surface	10.0	20.6	103.4			
		6	5.0	25.2	94.7			
		12	3.9	25.9	94.7			
		18	3.3	28.0	94.8			
	3	0	Surface	11.0	20.3		100.2	12
			6	9.0	20.1		102.6	
			12	3.7	26.2		95.1	
			18	4.1	26.2		93.0	
24			3.8	29.0	94.7			
90		Surface	10.0	19.9	105.2			
		6	11.0	20.2	105.0			
		12	5.3	24.2	96.2			
		18	4.4	25.6	95.2			
		24	4.6	26.6	96.0			
2		0	Surface	11.0	20.6	100.7	18	
			6	8.0	20.6	98.3		
			12	10.0	20.1	98.2		
			18	4.2	26.1	93.2		
			24	4.7	25.9	96.3		
			30	3.5	28.2	93.6		
	240	Surface	8.0	20.8	103.2			
		6	15.0	18.9	106.8			
		12	8.0	22.3	101.0			
		18	4.1	26.1	95.5			
		24	4.7	25.6	96.2			
	1	0	Surface	10.0	20.7	102.1		24
			6	10.0	20.8	103.2		
			12	8.0	19.9	96.9		
			18	11.0	19.7	102.8		
			24	3.5	27.4	93.9		
30			5.4	25.3	96.1			
36			5.0	26.9	93.6			
290			Surface	9.0	19.9	103.7		
		6	14.0	19.0	105.8			
		12	13.0	21.3	102.6			
		18	11.0	20.8	101.4			
		24	3.7	26.2	94.6			
		30	4.1	27.0	91.3			
		36	4.7	29.1	92.7			

# ตารางที่ 115<sup>1</sup>

Summary of Traffic Test Data, Lane 6  
25,000-lb, Single-Wheel Load; 20.00-20, 20-Fly Aircraft Tire  
Tire Contact Pressure = 100 psi

Item	Cover Thickness in.	Rated CBR		Traffic Coverages	Deformation from 10-ft Straight- edge, in. (Cover Material)		Average Deflection in.		Remarks
		Cover	Subgrade		Max	Avg	Total	Elastic	
5	9	13	2.3	0	--	--	1.3*	0.7*	Failed after 24 coverages
				10	2.25	2.06	0.6**	0.3**	
				24	5.50	4.69			
4	12	14	2.2	0	--	--	1.3*	0.7*	Failed after 48 coverages
				10	2.25	1.81	0.9**	0.4**	
				24					
				30					
				40					
				48	6.00	4.75			
3	15	18	2.7	0			0.5*	0.3*	Failed after 328 coverages. Soil added to ruts at failure to facilitate continued testing of items 1 and 2
				48			0.3**	0.0**	
				60					
				100					
				150	3.00	2.38			
				176			1.2*	1.1*	
				190	3.00	2.63			
				240	3.25	2.94			
				300	4.00	3.56			
				328	4.25	4.06	0.7**	0.3**	
				2	16	17	2.9	0	
248	2.50	2.19	0.1**					0.1**	
300	3.00	2.69							
328	3.00	2.81							
380	3.25	2.65							
536	3.25	2.65							
600	3.50	3.00							
650	3.75	3.25							
698	4.25	4.00							
1	21	17	2.6					0	
				248	1.00	1.00	0.2**	0.0**	
				536	1.75	1.50			
				600	1.75	1.53			
				650	1.75	1.69			
				698	1.75	1.63			
				750	2.00	1.56			
				800	2.00	1.66			
				850	2.00	1.69			
				900	2.00	1.75	0.1**	0.1**	
				950	2.00	1.81			
				1000	2.00	1.88			

\* Obtained using an 16-in. pin for reference.  
\*\* Obtained using a 30-in. pin for reference.



ตารางที่ 16<sup>1</sup>Summary of CBR, Water Content, and Density Data, Lane 8

<u>Test Item</u>	<u>No. of Traffic Coverages</u>	<u>Depth in.</u>	<u>CBR</u>	<u>Water Content %</u>	<u>Dry Density pcf</u>	<u>Cover Thickness in.</u>
5	24	Surface	13.5	23.6	98.9	9
		4	13.0	23.4	96.5	
		9	2.6	30.8	87.9	
		15	1.9	33.0	85.0	
4	48	Surface	13.5	22.3	38.0	12
		6	14.5	21.6	96.3	
		12	2.3	32.4	86.3	
		18	2.0	32.8	85.3	
3	328	Surface	19.5	21.9	101.5	15
		4	19.5	21.9	97.8	
		9	15.0	21.9	93.6	
		15	2.7	32.7	85.2	
		21	2.6	32.3	84.9	
2	698	Surface	22.5	20.9	99.7	18
		6	17.5	21.6	95.2	
		12	11.0	22.2	89.1	
		18	3.1	30.8	88.1	
		24	2.6	31.9	85.4	
1	1000	Surface	22.5	21.5	99.3	21
		6	17.0	21.2	96.3	
		11	16.5	22.1	94.5	
		16	13.5	23.2	92.3	
		21	3.0	31.8	85.3	
		27	2.3	31.9	85.4	

การางที่ ๓๑๗<sup>๑</sup>

Summary of Traffic Test Data, Lane 9  
 40,000-lb, Single-Wheel Load; 20.00-20, 20-Ply Aircraft Tire  
 Tire Contact Pressure = 100 psi

Item	Cover Thickness in.	Rated CFR		Traffic Coverages	Deformation from 10-ft Straight- edge, in. (Cover Material)		Average Deflection in.*		Remarks
		Cover	Subgrade		Max	Avg	Total	Elastic	
5	9	13	2.2	0			1.6*	1.4*	
							1.4**	0.6**	
				4	3.16	2.87	--	--	
4	12	12	2.6	6	4.00	3.56	1.1**	0.7**	Failed after 6 coverages
							1.3*	1.1*	
				6	3.87	3.47	1.1**	0.8**	Failed after 6 coverages
3	15	15	2.4	0			1.0*	0.9*	
							0.8**	0.4**	
				20	2.25	2.06			
				40	2.75	2.48			
				60	3.50	2.83			
2	18	15	2.9	80	5.00	3.95	1.2*	0.7*	Failed after 80 coverages
							0.7*	0.6*	
							0.4**	0.1**	
				20	2.75	2.12			
				40	3.25	2.43			
1	21	14	2.6	60	4.00	3.00			
				80	4.00	3.31			
				110	4.50	3.62	0.3*	0.2*	Failed after 110 coverages
							0.5*	0.4*	
							0.3**	0.2**	
				110	2.25	1.87			
				130	2.36	2.13			
				150	2.50	2.13			
				200	2.75	2.38	0.2*	0.2*	
				250	2.75	2.44			
				300	3.00	2.69			
				350	3.00	2.81			
				400	3.00	2.81			
				450	3.00	2.67			
				500	3.00	2.87			
550	3.00	2.91							
600	3.50	3.00							
636			0.6*	0.6*					
700	3.50	3.25			Failed after 700 coverages				

\* Obtained using a 10-in. pin for reference.  
 \*\* Obtained using a 10-in. pin for reference.

ตารางที่ 18<sup>1</sup>Summary of CBR, Water Content, and Density Data. Lane 9

<u>Test Item</u>	<u>No. of Traffic Coverages</u>	<u>Depth in.</u>	<u>CBR</u>	<u>Water Content %</u>	<u>Dry Density tcf</u>	<u>Cover Thickness in.</u>
5	6	Surface	12.5	23.7	97.8	9
		4	14.0	23.6	95.4	
		9	2.4	31.2	86.4	
		15	1.9	33.5	83.9	
4	6	Surface	14.0	22.8	98.2	12
		6	10.0	22.2	95.1	
		12	2.6	31.9	85.9	
		18	2.5	32.5	85.0	
3	80	Surface	15.5	22.0	99.9	15
		4	16.5	21.3	97.8	
		9	12.5	21.8	94.9	
		15	2.6	31.5	86.2	
		21	2.2	31.5	86.0	
2	110	Surface	18.5	21.7	98.2	18
		6	16.5	21.4	93.5	
		12	10.0	22.1	86.4	
		18	3.1	30.8	88.1	
		24	2.7	31.3	86.8	
1	700	Surface	23.0	21.2	101.3	21
		6	12.0	21.9	98.9	
		11	12.0	23.3	97.7	
		16	9.5	--	--	
		21	3.6	31.4	88.5	
		27	2.6	32.1	86.9	

# ตารางที่ ๑๑<sup>๑</sup>

Summary of Traffic Test Data, Lane 10  
 10,000-lb, Single-Wheel Load: 75.00-28, 30-Fly Aircraft Tire  
 Tire Contact Pressure = 100 psi

Item	Cover Thickness in.	Rated CBR		Traffic Coverages	Deformation from 10-ft Straight- edge, in. (Cover Material)		Average Deflection in.*		Remarks
		Cover	Subgrade		Max	Avg	Total	Elastic	
5	9	12	2.4	0			1.8	1.2	Failed after 6 coverages. Traffic continued for 4 postfailure coverages
				6	3.25	3.13	2.6	1.8	
				10	6.50	5.62			
4	12	13	2.3	0			1.4	0.9	Failed after 20 coverages
				6	2.50	2.13	1.1	1.2	
				20	3.25	3.25			
3	15	16	2.2	0			0.7	0.5	Failed after 62 coverages. Soil added to ruts at failure to facilitate continued testing of items 1 and 2
				20	1.75	1.75	1.2	1.3	
				40	3.00	2.75			
				62	3.25	3.06			
2	18	14	2.9	0			0.6	0.5	
				50	2.25	2.06			
				100	2.25	2.13			
				150	2.25	2.20			
				170	2.25	2.25			
				170	2.50	2.50			
				160	2.75	2.62			
				180	3.00	2.75			
				200	3.00	2.61			
				220	3.00	2.87			
2	18	14	2.9	260	3.00	2.94	0.9	0.8	Failed after 360 coverages
				280	3.12	3.08			
				300	3.25	3.20			
				320	3.25	3.08			
				340	3.50	3.31			
				360	3.62	3.50			
1	21	17	2.1	0			0.5	0.2	Did not fail. Traffic discontinued after 750 coverages
				360	1.75	1.75	0.7	0.7	
				360					
				400	1.87	1.78			
				400	2.00	1.88			
				500	2.12	1.90			
				500	2.25	2.08			
				500	2.25	2.09			
				600	2.25	2.13			
				690	2.50	2.22			
750	2.50	2.31							

\* Obtained using a 48-in. pin for reference.

ตารางที่ 20<sup>1</sup>Summary of CBR, Water Content, and Density Data, Lane 10

Test Item	No. of Traffic Coverages	Depth in.	CBR	Water Content %	Dry Density pcf	Cover Thickness in.
5	6	Surface	10.5	24.3	98.7	9
		4	13.0	23.7	97.4	
		9	2.8	31.1	88.4	
		15	1.9	33.6	85.3	
4	20	Surface	12.0	22.0	98.3	12
		6	14.0	21.8	97.4	
		12	2.4	31.9	87.4	
		18	2.2	32.6	86.3	
3	62	Surface	16.0	21.8	101.9	15
		4	17.5	21.2	98.8	
		9	14.5	21.6	96.2	
		15	2.1	32.6	85.9	
		21	2.1	32.3	85.1	
2	360	Surface	19.0	20.9	101.5	18
		6	16.0	21.1	97.6	
		12	13.0	21.5	94.1	
		18	3.2	30.7	89.0	
		24	2.6	31.9	85.5	
1	750	Surface	21.5	21.8	101.6	21
		6	16.0	21.9	97.9	
		11	16.0	22.6	97.2	
		16	15.0	23.4	95.4	
		21	2.8	32.2	86.7	
		27	2.0	33.0	85.8	

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างการออกแบบโครงสร้างทางถนนชนิดไม่ลาดผิวในประเทศไทย

### ตัวอย่างการออกแบบโครงสร้างทางถนนชนิดไม่ลาดผิวในประเทศไทย

ในการออกแบบถนนโครงสร้างทางถนนชนิดไม่ลาดผิวสำหรับประเทศไทยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ก. หาจำนวนของยานยนต์ที่มีน้ำหนักรวม 5-10 ตัน 10-25 ตัน และที่มีน้ำหนักรวมมากกว่า 25 ตัน (มีหน่วย คันต่อวัน)
- ข. ใช้รูปที่ 6.6 แปลงยานยนต์ที่มีน้ำหนักรวมขนาดต่าง ๆ เหล่านี้ให้เป็นจำนวนเที่ยวที่เทียบเท่าน้ำหนักเพลามาตรฐาน แล้วรวมเป็นค่าเดียว ค่าที่ได้นี้จะ เป็นจำนวนเที่ยวใน 1 ปี ถ้าต้องการออกแบบมากกว่า 1 ปี ก็เอาจำนวนปีมาคูณ
- ค. จากข้อ ข. จะได้เป็นค่า N เมื่อได้ค่า N และรู้ค่า CBR ของ subgrade นำไปพลอตในรูปที่ 6.7 เพื่อหาความหนาของโครงสร้างทางถนนชนิดไม่ลาดผิวได้

ตัวอย่าง ต้องการออกแบบความหนาของโครงสร้างทางถนนชนิดไม่ลาดผิวของทางสายหนึ่ง ซึ่งมีค่า CBR ของ subgrade เท่ากับ 3% มีปริมาณจราจรที่มีน้ำหนักรวมต่าง ๆ ดังนี้

ยานยนต์ที่มีน้ำหนักรวม 5-10 ตัน มี 100 คัน/วัน

ยานยนต์ที่มีน้ำหนักรวม 10-25 ตัน มี 50 คัน/วัน

ยานยนต์ที่มีน้ำหนักรวมมากกว่า 25 ตัน มี 20 คัน/วัน

การออกแบบ

กำหนดอายุบริการของถนน 3 ปี

จากรูปที่ 6.6 ที่จำนวนยานยนต์น้ำหนักรวม 5-10 ตัน 100 คัน/วัน

จะได้ จำนวนเที่ยวเทียบเท่าเพลามาตรฐานเท่ากับ 15,000 เที่ยว/ปี

ที่จำนวนยานยนต์น้ำหนักรวม 10-25 ตัน 50 คัน/วัน จะได้จำนวนเที่ยว

เทียบเท่าเพลามาตรฐานเท่ากับ 42,000 เที่ยว/ปี ที่จำนวนยานยนต์

น้ำหนักรวมมากกว่า 25 ตัน 20 คัน/วัน จะได้จำนวนเที่ยวเทียบเท่า

เพลามาตรฐานเท่ากับ 44,000 เที่ยว/ปี

รวมจำนวนเที่ยวจากรถทั้งสามขนาดได้ 101,000 เที่ยว/ปี

จำนวนเที่ยวเทียบเท่าเพลามาตรฐานตลอดอายุของสายทาง

=  $3 \times 101,000$  เที่ยว

= 303,000 เที่ยว

จากรูปที่ 6.7 ที่ subgrade CBR = 3%    N = 303,000 เทีย  
จะให้ความหนาของโครงสร้างทาง = 33.2 ซม.  
34 ซม.





## ประวัติ

เกิดเมื่อปี พ.ศ.2501 ที่จังหวัดเลย สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์  
จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เมื่อปี 2524 ปัจจุบันทำงานอยู่ที่กรมทางหลวง