บทที่ 4

การทดสอบประสิทธิภาพการเตือนภัยโดยค่า API

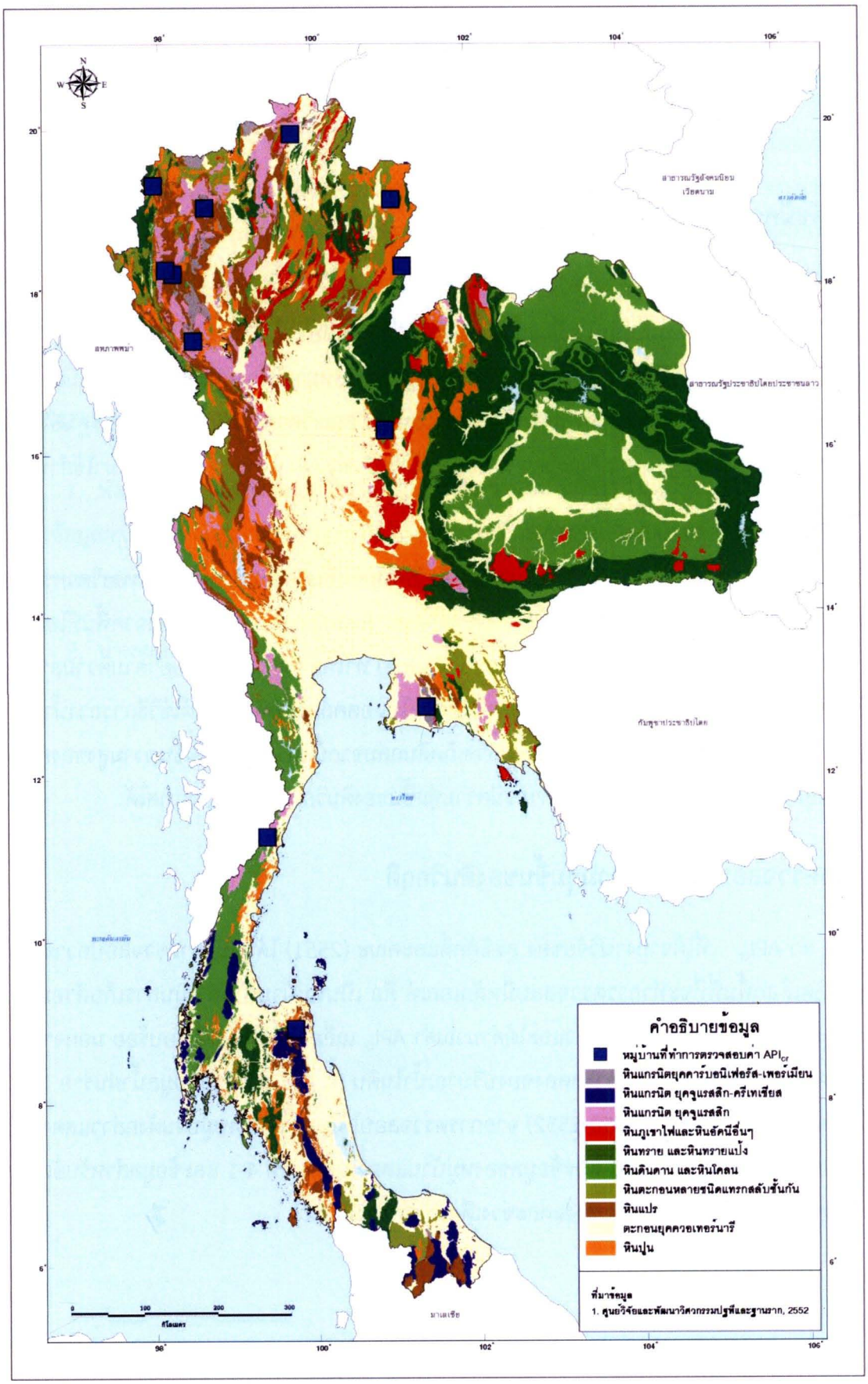
4.1 ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API)

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มีการศึกษาค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API) อันบ่งบอกถึงค่าความชื้นที่ดินเก็บกักไว้เนื่องน้ำฝนตกและมีการเปลี่ยนแปลงตามการระเหยของน้ำ ภายใต้โครงการการกำหนดค่าดัชนีวัดความชุ่มชื้นของดิน (API) โดยมอบหมายให้กรมทรัพยากรน้ำดำเนินโครงการดังกล่าวร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ร่วมกับ ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก คณะวิศวกรรมศาสตร์ ดังนั้นค่า API ดังกล่าวจึงได้ถูกนำมาใช้สำหรับการเตือนภัยด้านดินถล่มในเชิงพื้นที่ด้วย

วรวัชร์ (2552) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤติโดยวิธีทางวิศวกรรมปฐพีด้วยความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆ ของดิน (Soil Phase Relationship) และเนื่องจากพื้นที่โอกาสเกิดธรณีพิบัติภัยนั้นมีความลาดชันที่หลากหลาย (Multi Slope) ทำให้ค่า API_{cr} มีหลายค่าตามความลาดชันในพื้นที่นั้นๆ การพิจารณาค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤติให้สอดคล้องกับพื้นที่จึงได้ใช้วิธีการถ่วงน้ำหนักค่า API_{cr} กับความถี่ของค่าความลาดชันในพื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มจากนั้นสร้างเป็นเส้นชั้นความสูงของค่า API_{cr} เพื่อแบ่งกลุ่มพื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มด้วยค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤติของทั้งประเทศได้

4.2 การตรวจสอบค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤติ

ค่า API_{cr} ที่ได้จากงานวิจัยของ สุทธิศักดิ์และคณะ (2551) ได้ถูกนำมาตรวจสอบความถูกต้อง ทั้งนี้การคัดเลือกพื้นที่ที่จะทำการตรวจสอบมีหลักเกณฑ์ คือ เป็นหมู่บ้านที่ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างและทดสอบคุณสมบัติดินทางวิศวกรรมแล้วและได้คำนวณค่า API_{cr} เฉลี่ยในพื้นที่เป็นที่เรียบร้อย นอกจากนั้นยังต้องเป็นหมู่บ้านที่มีค่าอัตราส่วนการลดลงของปริมาณน้ำในดิน (k_{t-1}) รวมถึงมีข้อมูลน้ำฝนราย 15 นาที ต่อเนื่องตลอด 2 ปี ที่ผ่านมา (2550-2552) จากการตรวจสอบได้โดยตำแหน่งหมู่บ้านดังกล่าวแสดงในแผนที่ธรณีวิทยา ดังแสดงในรูปที่ 4-1 และข้อมูลของหมู่บ้านแสดงในตารางที่ 4-1 และข้อมูลสำหรับอัตราส่วนการลดลงของปริมาณน้ำในดิน (k_t) ของแต่ละช่วงเดือนดังตารางที่ 4-2



รูปที่ 4-1 ตำแหน่งหมู่บ้านที่ทำการตรวจสอบค่า API_{Cr}

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลหมู่บ้านเสี่ยงภัย 12 หมู่บ้าน (กรมทรัพยากรน้ำ, 2548)

ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ธรณีวิทยา	API_{cr} (mm)	K_{t-1}	เหตุการณ์ดินถล่ม
1	บ้านรวมมิตร	แม่ยาว	เมือง	เชียงราย	หินแกรนิต, หินแกรโนไดออไรต์	1122	0.6584	-
2	บ้านห้วยหล่อดูก	แม่ตื่น	อมก๋อย	เชียงใหม่	กรวด และทราย	1091	0.7771	-
3	บ้านสำนักเนียน	เขาน้อย	สิชล	นครศรีธรรมราช	หินทราย, ควอรตไซต์, หินดินดาน และหินฟิลไลต์	996	0.6253	-
4	บ้านคลองลอย	ร่อนทอง	บางสะพาน	ประจวบคีรีขันธ์	หินแกรนิต	1047	0.6484	-
5	บ้านโป่งเจ็ดหัว	พุทธบาท	ชนแดน	เพชรบูรณ์	หินทัฟ, หินกรวดเหลี่ยม, หินไรอไลต์ และ หินแอนดีไซต์	978	0.6190	-
6	บ้านปางตอง	โป่งสา	ปาย	แม่ฮ่องสอน	หินแกรนิต	743	0.7157	-
7	บ้านแม่โถหลวง	บ่อสลี	ฮอด	เชียงใหม่	หินทราย	734	0.6453	-
8	บ้านฮากไม้เหนือ	ป่าแป๋	แม่สะเรียง	แม่ฮ่องสอน	หินแกรนิต, หินแกรโนไดออไรต์	1048	0.7030	มี
9	บ้านสบสอย	ปางหมู	เมือง	แม่ฮ่องสอน	หินทราย, หินดินดาน, หินเชิร์ต และหินกรวดมน	1060	0.8343	-
10	บ้านคลองขนุน	หนองบัว	บ้านค่าย	ระยอง	กรวด, ทราย, ทรายแป้ง และดินเหนียว	855	0.6497	-
11	บ้านผาเวียง	ภูคา	ปัว	น่าน	หินดินดาน, หินทราย และหินทรายแป้ง	1036	0.7442	-
12	บ้านห้วยไผ่	บ่อเบี้ย	บ้านโคก	อุตรดิตถ์	หินดินดาน, หินทราย และหินทรายแป้ง	656	0.6942	-

ตารางที่ 4-2 ข้อมูลอัตราส่วนการลดลงของปริมาณน้ำในดิน (k_t) ของหมู่บ้านเสี่ยงภัย 12 หมู่บ้าน (กรมทรัพยากรน้ำ, 2548)

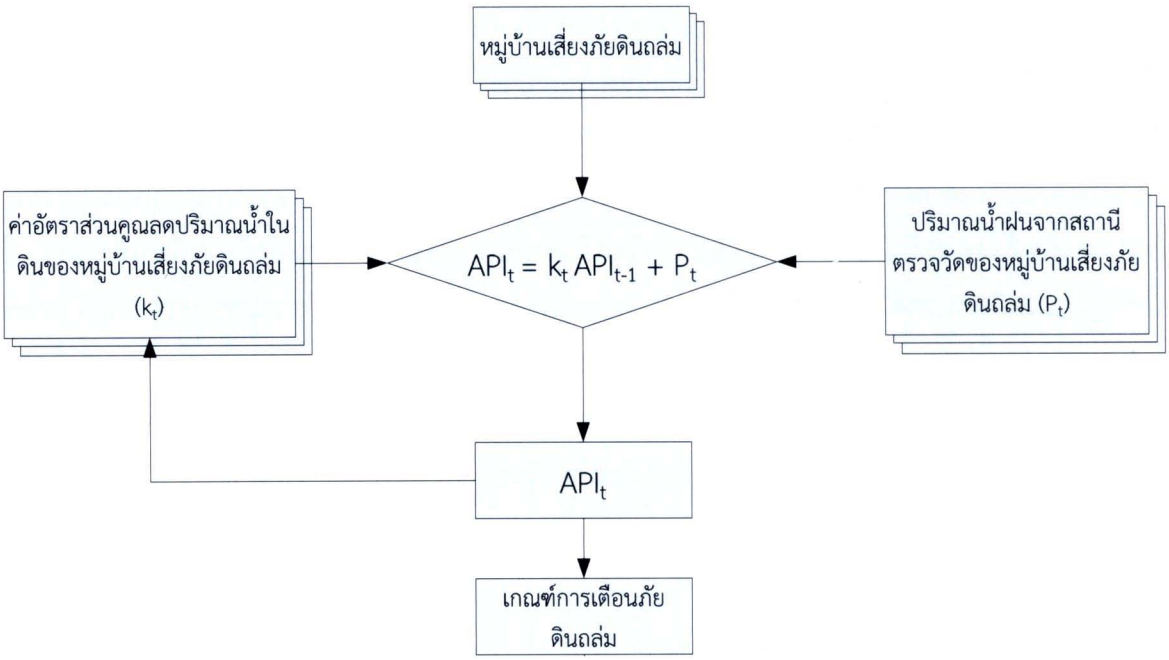
ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	Kt														
					JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Ann.	Min.	Max.
1	บ้านรวมมิตร	แม่ยาว	เมือง	เชียงราย	0.74	0.70	0.61	0.57	0.59	0.62	0.64	0.65	0.65	0.66	0.72	0.75	0.66	0.57	0.75
2	บ้านห้วยหล่อดูก	แม่ตื่น	อมก๋อย	เชียงใหม่	0.75	0.75	0.71	0.72	0.76	0.81	0.83	0.84	0.83	0.79	0.77	0.76	0.78	071	0.84
3	บ้านสำนักเนียน	เขาน้อย	สิชล	นครศรีฯ	0.64	0.63	0.57	0.58	0.60	0.60	0.61	0.61	0.64	0.65	0.68	0.67	0.63	0.57	0.68
4	บ้านคลองลอย	ร่อนทอง	บางสะพาน	ประจวบฯ	0.64	0.63	0.54	0.56	0.63	0.70	0.65	0.69	0.67	0.72	0.70	0.65	0.65	0.54	0.72
5	บ้านโป่งเจ็ดหัว	พุทธบาท	ชนแดน	เพชรบูรณ์	0.62	0.60	0.51	0.51	0.56	0.64	0.66	0.68	0.70	0.66	0.64	0.65	0.62	0.51	0.70
6	บ้านปางตอง	โป่งสา	ปาย	แม่ฮ่องสอน	0.72	0.71	0.64	0.62	0.67	0.75	0.76	0.78	0.75	0.73	0.74	0.73	0.72	0.62	0.78
7	บ้านแม่โถหลวง	บ่อสลี	ฮอด	เชียงใหม่	0.72	0.68	0.58	0.54	0.57	0.62	0.64	0.66	0.66	0.65	0.70	0.73	0.65	0.54	0.73
8	บ้านฮากไม้เหนือ	ป่าแป๋	แม่สะเรียง	แม่ฮ่องสอน	0.75	0.73	0.64	0.60	0.63	0.71	0.72	0.73	0.72	0.71	0.74	0.77	0.70	0.60	0.77
9	บ้านสบสอย	ปางหมู	เมือง	แม่ฮ่องสอน	0.84	0.83	0.79	0.79	0.81	0.84	0.87	0.87	0.86	0.83	0.85	0.85	0.83	0.79	0.87
10	บ้านคลองขนุน	หนองบัว	บ้านค่าย	ระยอง	0.62	0.64	0.60	0.62	0.65	0.68	0.66	0.67	0.70	0.68	0.65	0.62	0.65	0.60	0.70
11	บ้านผาเวียง	ภูคา	ปัว	น่าน	0.79	0.75	0.66	0.63	0.68	0.74	0.76	0.78	0.78	0.77	0.79	0.80	0.74	0.63	0.80
12	บ้านห้วยไผ่	บ่อเบี้ย	บ้านโคก	อุตรดิตถ์	0.75	0.71	0.61	0.58	0.64	0.71	0.71	0.70	0.72	0.71	0.74	0.75	0.69	0.58	0.75

ทั้งนี้ข้อมูลน้ำฝนย้อนหลังได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักวิจัยพัฒนาและอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ โดยมีรายละเอียดของข้อมูลน้ำฝนแสดงในตารางที่ 4-3 ทั้งนี้คณะผู้วิจัยจะได้นำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ตรวจสอบความถูกต้อง โดยค่า API_{cr} ที่ได้ทำการวิเคราะห์จากงานวิจัยก่อนหน้านี้มีสมมุติฐานว่าปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ ณ เวลาใดๆ (P_t) จะไหลซึมลงสู่ชั้นดินทั้งหมด ซึ่งเป็นสมมุติฐานที่ไม่สมจริงเนื่องจากน้ำฝนอาจติดค้างตามต้นไม้หรือไหลเป็นน้ำผิวดินได้ ดังนั้นค่า API_t ที่วิเคราะห์ได้อาจมีค่าเกิน API_{cr} ที่วิเคราะห์ได้ แต่ในขณะเดียวกันสมมุติฐานของการคำนวณค่า API_{cr} กำหนดให้ความชื้นสะสมวิกฤติ (mm) ได้จากการสมมุติว่าความชื้น ณ ระนาบการพิบัติ มีค่าคงที่กระจายสม่ำเสมอตลอดความหนาของชั้นดินวิกฤติ ซึ่งอาจส่งผลให้ค่า API_{cr} มากกว่าหรือน้อยกว่าความเป็นจริงได้ ดังนั้นโดยสรุปแล้วค่า API_t อาจมีโอกาสเกินค่า API_{cr} ได้ในกรณีที่ฝนตกหนักและต่อเนื่อง โดยเหตุการณ์จริงอาจไม่เกิดการพิบัติของลาดชัน (เนื่องจากเกิดเป็นน้ำผิวดินมากกว่า) รูปที่ 4-2 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบค่า API_{cr} และรูปที่ 4-3 แสดงหลักการที่จะใช้ในการตรวจสอบค่า API_{cr}

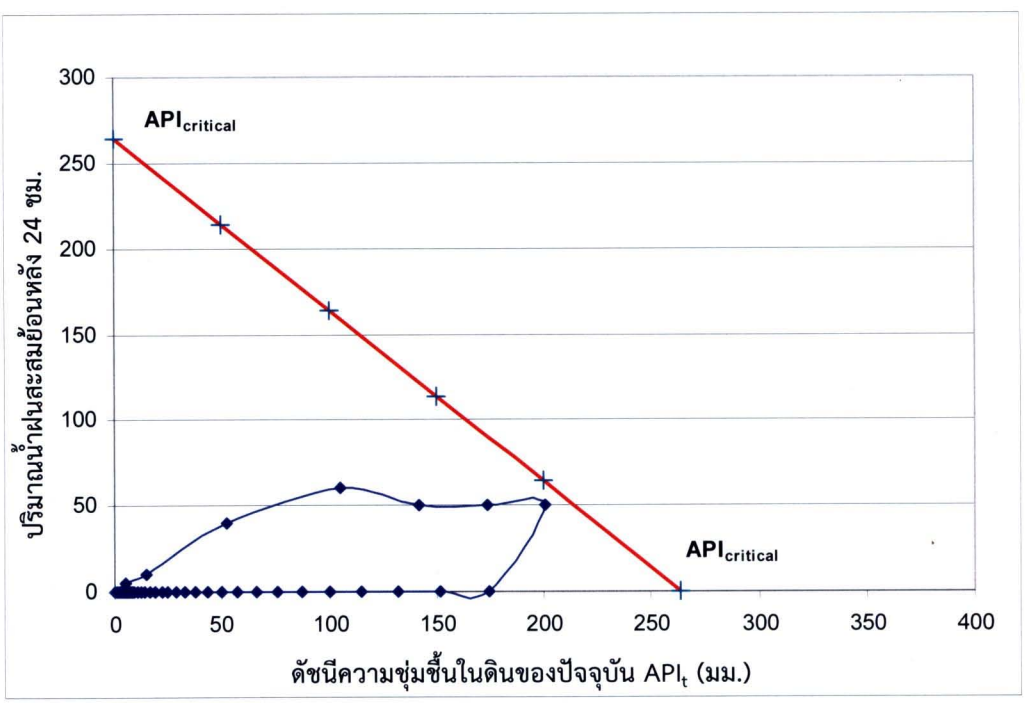
ตารางที่ 4-3 ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝน 12 หมู่บ้าน

ลำดับ	บ้าน	รหัสสถานีวัดน้ำฝน	พิกัด		ระยะเวลาข้อมูล	เก็บข้อมูลทุกๆ
			X	Y		
1	บ้านรวมมิตร	STN0008	575700	2210900	2 ปี 9 เดือน	15 นาที
2	บ้านห้วยหล่อดูก	STN0039	442600	1925700	7 เดือน	15 นาที
3	บ้านสำนักเนียน	STN0066	577400	987500	7 เดือน	15 นาที
4	บ้านคลองลอย	STN0094	540000	1248500	1 ปี 2 เดือน	15 นาที
5	บ้านโป่งเจ็ดหัว	STN0107	703500	1802700	9 เดือน	15 นาที
6	บ้านปางตอง	STN0116	458900	2106900	7 เดือน	15 นาที
7	บ้านแม่โถหลวง	STN0118	415100	2016600	7 เดือน	15 นาที
8	บ้านฮากไม้เหนือ	STN0126	403000	2023600	7 เดือน	15 นาที
9	บ้านสบสอย	STN0130	389264	2137446	10 เดือน	15 นาที
10	บ้านคลองขนุน	STN0138	757600	1426400	7 เดือน	15 นาที
11	บ้านผาเวียง	STN0169	711800	2118800	1 ปี 7 เดือน	15 นาที
12	บ้านห้วยไผ่	STN0189	723300	2024800	7 เดือน	15 นาที

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2548)



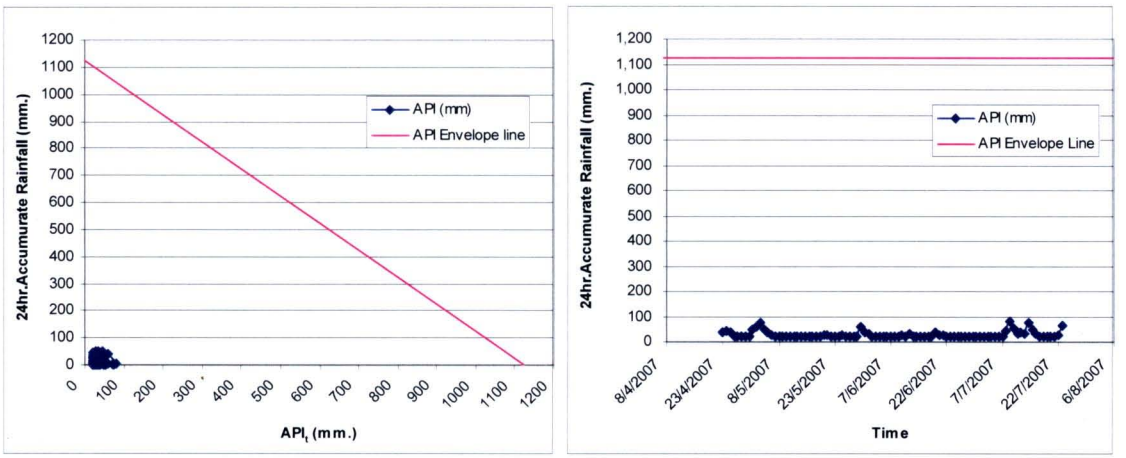
รูปที่ 4-2 ขั้นตอนการตรวจสอบค่า API_{cr}



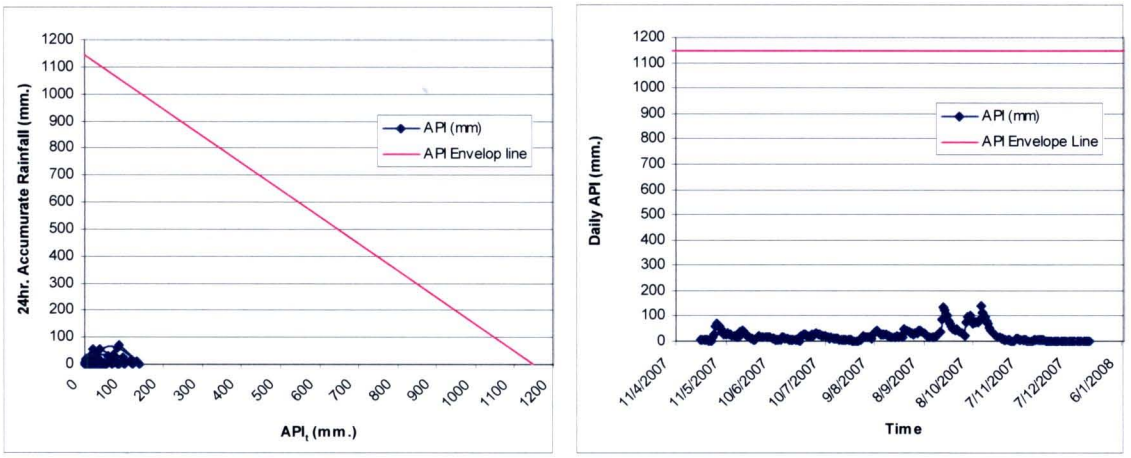
รูปที่ 4-3 หลักการในการตรวจสอบค่า API_{cr}

ผลการตรวจสอบค่าถูกต้องของค่าดัชนีความอุ้มน้ำวิกฤติของดินสำหรับดินถล่มของหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่มนั้น โดยใช้สมการความสัมพันธ์ $API_t=k_tAPI_{t-1}+P_t$ จากนั้นนำผลที่ได้มาสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำฝนสะสม 24 ชั่วโมงย้อนหลังกับค่าดัชนีความอุ้มน้ำของดินปัจจุบันในรอบ 24 ชั่วโมง โดยพิจารณาข้อมูลทุกๆ 15 นาที ตามรูปที่ 4-4 ถึง 4-16 สำหรับเส้นดัชนีความอุ้มน้ำของดินวิกฤติ หรือ

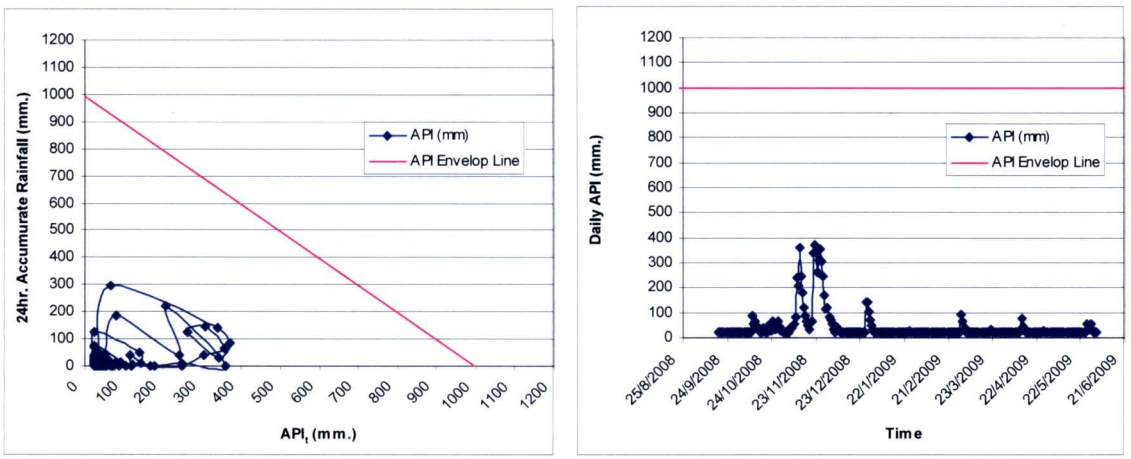
API Critical Envelope Line ที่แสดงในกราฟความสัมพันธ์ได้มาจากผลการศึกษาของ สุทธิศักดิ์และคณะ (2551)



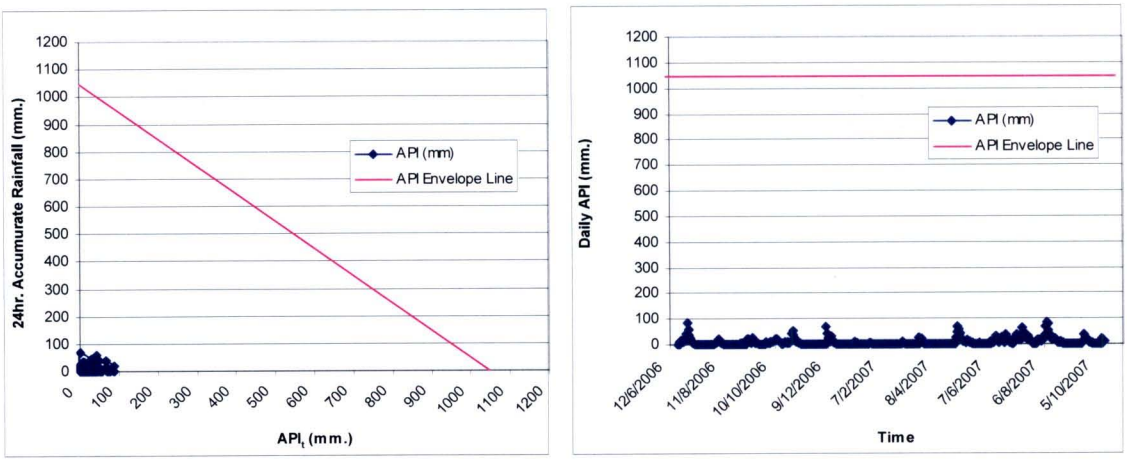
รูปที่ 4-4 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.รวมมิตร ต.แม่ยาว อ.เมือง จ.เชียงราย



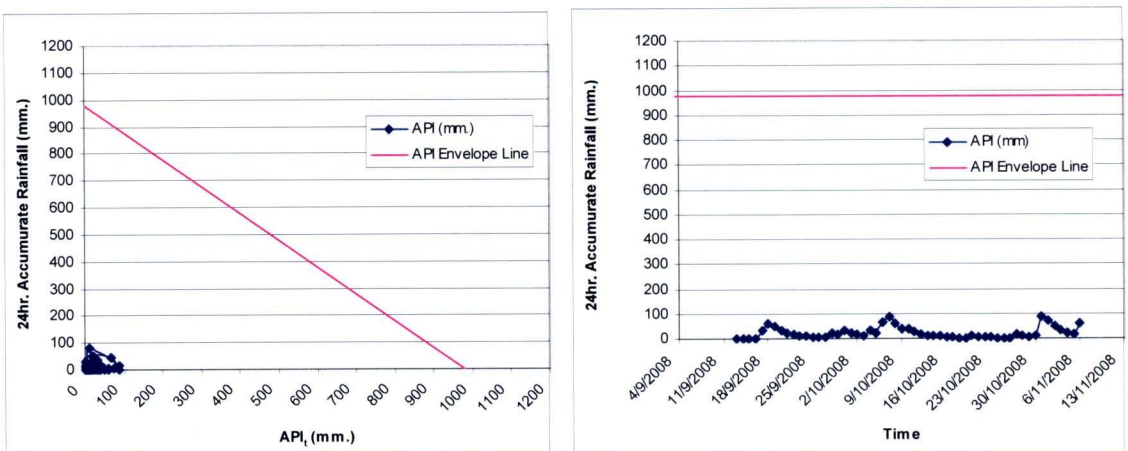
รูปที่ 4-5 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.ห้วยหล่อดูก ต.แม่ตื่น อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่



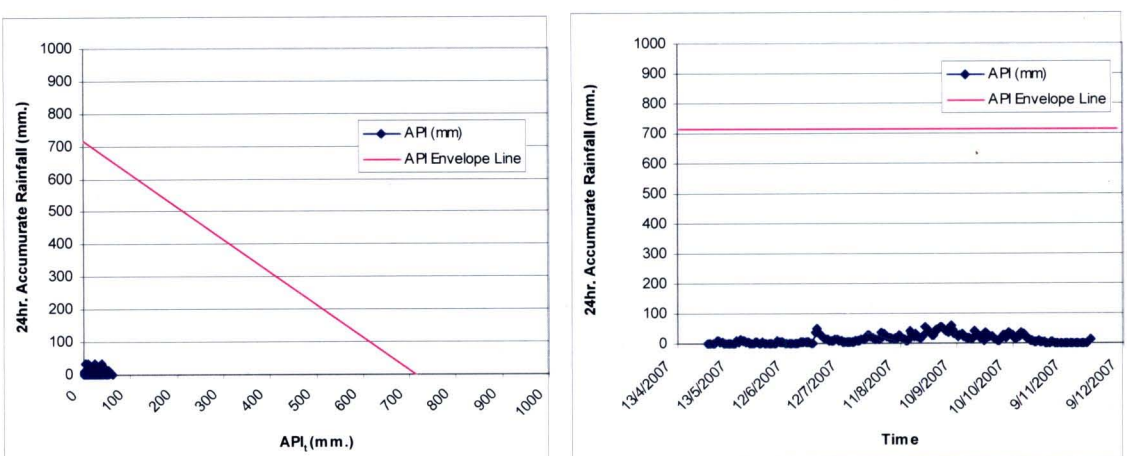
รูปที่ 4-6 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.สำนักเนียน ต.เขาน้อย อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช



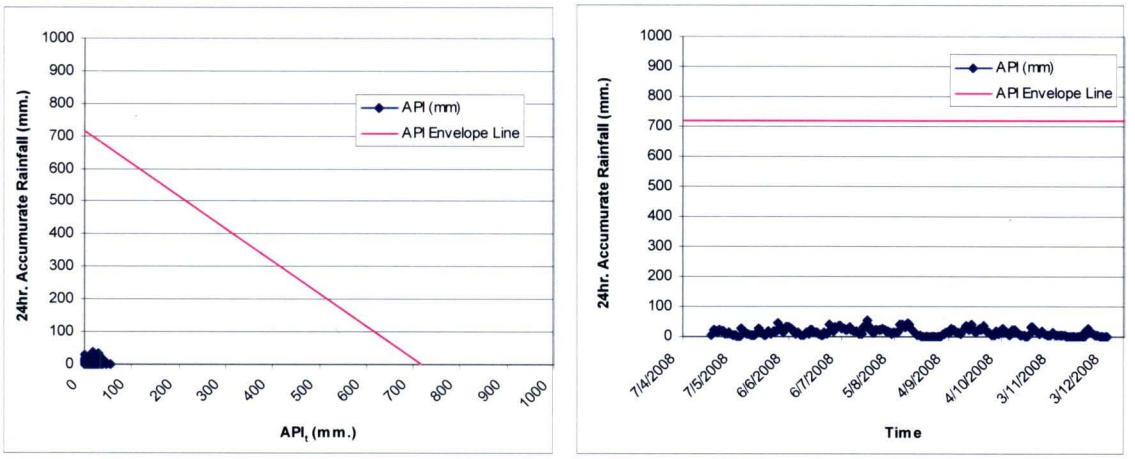
รูปที่ 4-7 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.คลองลอย ต.ร่อนทอง อ.บางสะพาน จ.ประจวบคีรีขันธ์



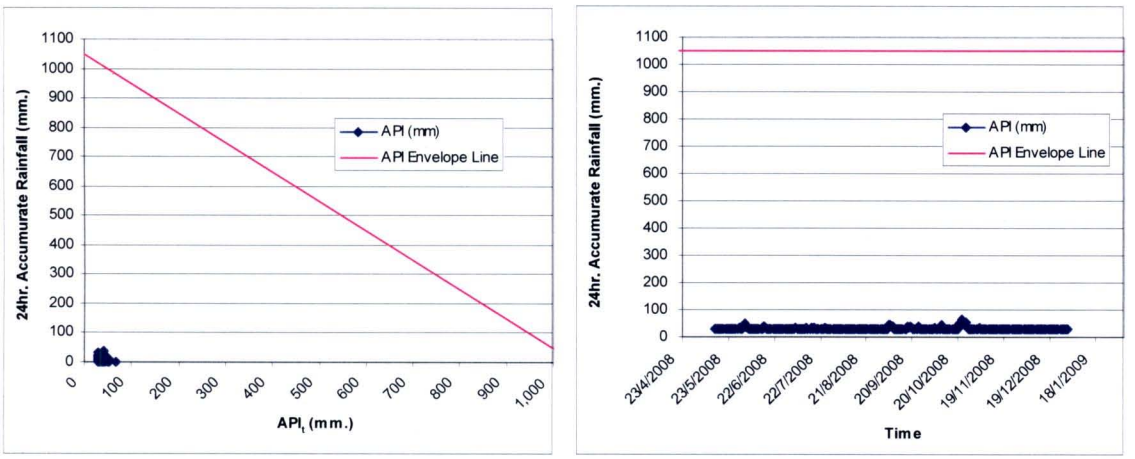
รูปที่ 4-8 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.โป่งเจ็ดหัว ต.พุทธบาท อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์



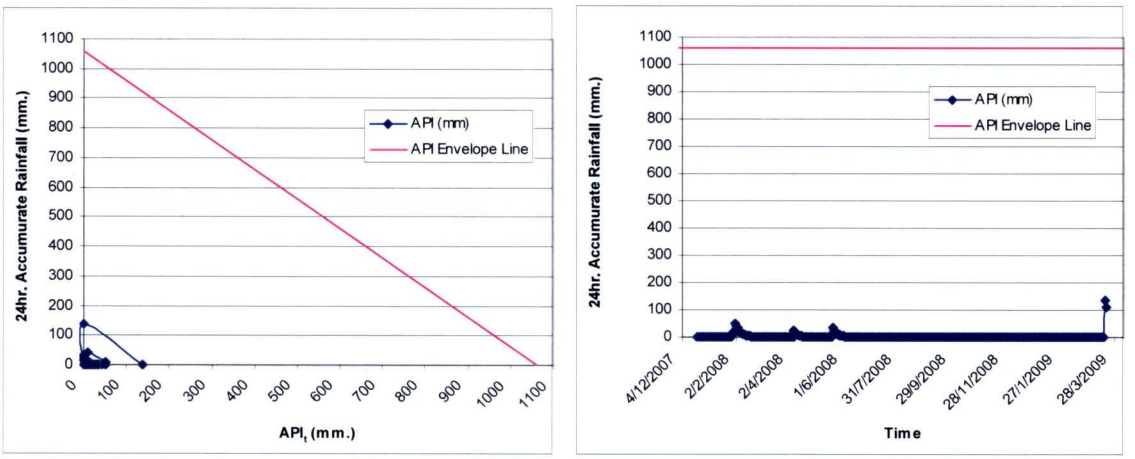
รูปที่ 4-9 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.ปางตอง ต.โป่งสา อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน



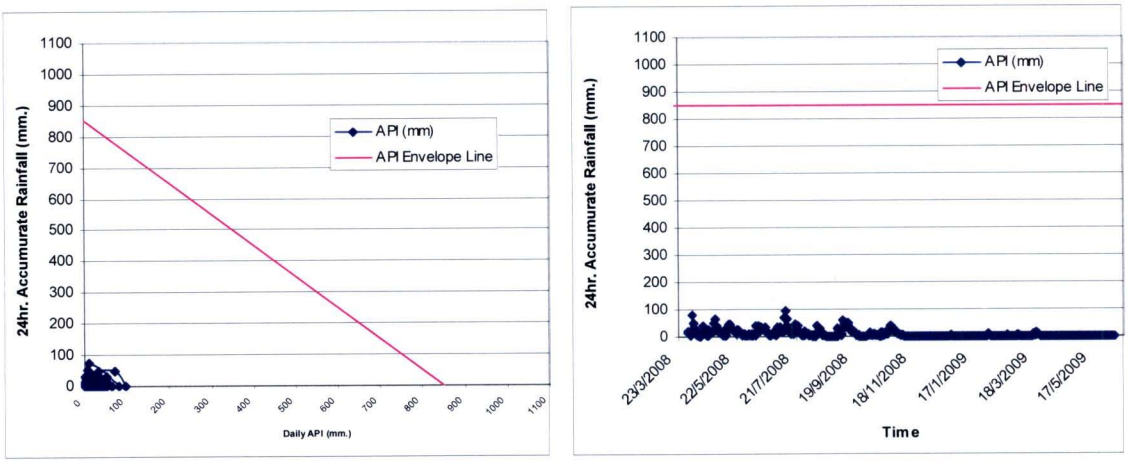
รูปที่ 4-10 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.แม่โถหลวง ต.บ่อสลี อ.ฮอด จ.เชียงใหม่



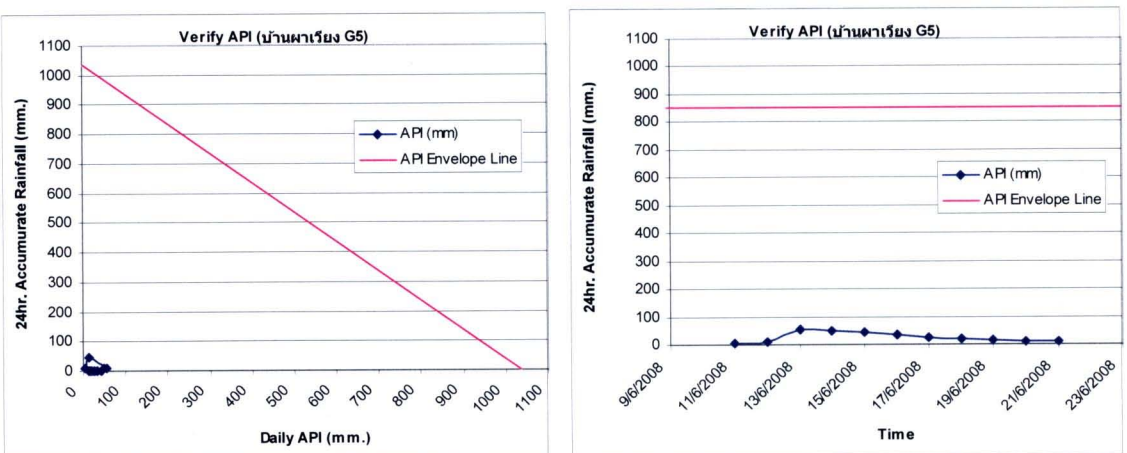
รูปที่ 4-11 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.ฮากไม้เหนือ ต.ป่าแป๋ อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน



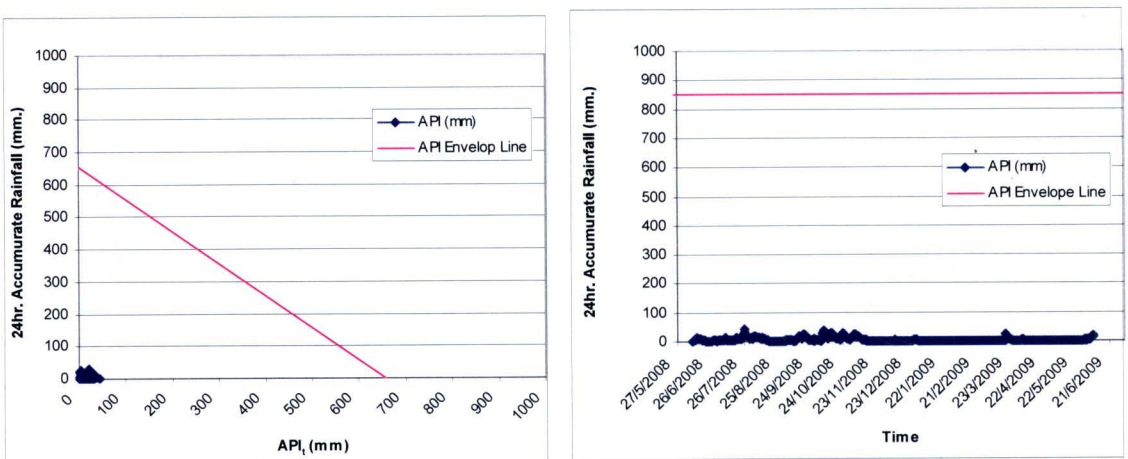
รูปที่ 4-12 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.สบสอย ต.ปางหมู อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน



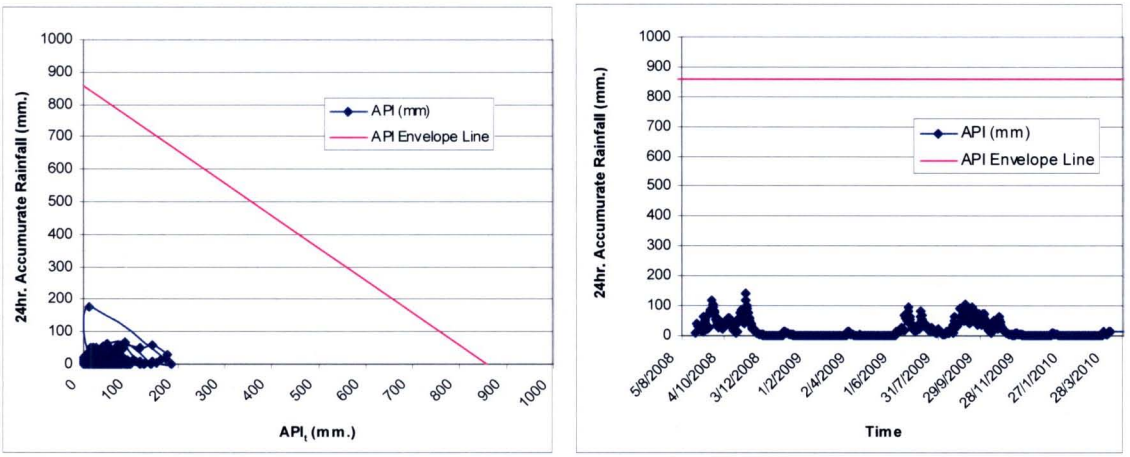
รูปที่ 4-13 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.คลองขนุน ต.หนองบัว ต.บ้านค่าย จ.ระยอง



รูปที่ 4-14 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.ผาเวียง ต.ภูคา อ.ปัว จ.น่าน



รูปที่ 4-15 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.ห้วยไผ่ ต.บ่อเบี้ย อ.บ้านโคก จ.อุตรดิตถ์



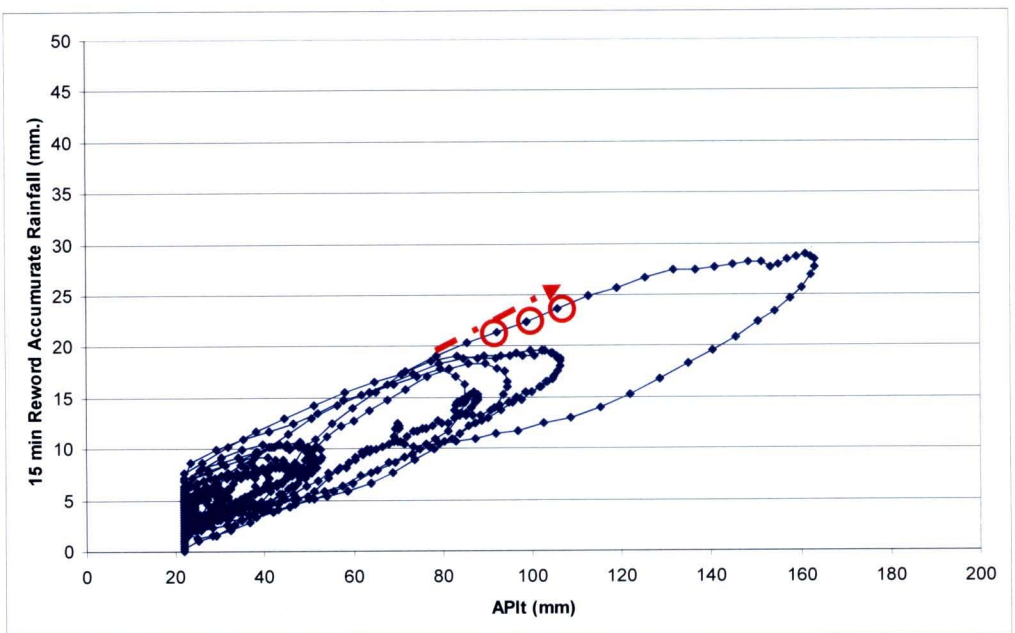
รูปที่ 4-16 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.แม่พูล ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์

โดยหลักแล้วค่า API_t กับ API_{cr} ไม่เกี่ยวข้องกันเพราะ API_t พิจารณาจากความหนาดิน 10 ซม. ในลักษณะการคิดน้ำท่าแต่ API_{cr} พิจารณาจากความหนาการพิบัติจาก Slope Failure ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พิจารณาถึงการคำนวณการไหลซึมลงสู่ชั้นดินด้านล่างเพิ่มเติมเพื่อศึกษาค่าเสถียรภาพของลาดดิน ณ เวลาใดๆ ดังจะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นจะเห็นว่าค่า API_t อยู่ห่างจาก API Envelope Line ค่อนข้างมาก อาจเนื่องมากจากการวิเคราะห์หาค่า API_{cr} (สุทธิศักดิ์และคณะ,2551) บนสมมุติฐานของการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดชัน โดยกำหนดให้ความชื้นสะสมในมวลดินกระจายสม่ำเสมอทั่วทั้งหน้าตัดการวิเคราะห์ ดังนั้น จากความชื้นสะสมที่ทำให้อัตราส่วนความปลอดภัยของลาดชันมีค่าเท่ากับ 1.0 ในแต่ละความหนาชั้นดินและความลาดชันต่างๆ นำไปคำนวณค่า API_{cr} เฉลี่ยตามร้อยละของพื้นที่ความลาดชัน เพื่อหาค่า API_{cr} ตัวแทนของพื้นที่นั้นๆ ด้วยเหตุนี้อาจส่งผลให้ค่า API_{cr} มีค่าสูง และอีกประการหนึ่งที่ส่งผลให้ค่า API_t อยู่ห่างจาก API Envelope Line ค่อนข้างมาก คือ k_t ซึ่งเป็นพจน์ของการคูณลดปริมาณน้ำสะสมในมวลดิน ค่าดังกล่าวนั้นคำนึงถึงการระเหยของน้ำในดินเป็นสำคัญ แต่ในความเป็นจริงแล้ว น้ำบางส่วนสามารถไหลซึมลงไปในดินระดับลึกได้ และหลังจากฝนหยุดตกหรือทิ้งช่วงไป ความชื้นที่เกิดจากน้ำส่วนที่ไหลซึมลงไปในดินนั้นยังคงค้างอยู่ในโพรงหรือช่องว่างระหว่างเม็ดดิน หากนำค่า API_t ที่คำนวณได้ไปใช้สำหรับการเตือนภัยดินถล่มเลยอาจจะยังไม่เหมาะสมมากนัก เพื่อให้ได้ค่าที่มีความถูกต้องแม่นยำและเหมาะสมต่อการใช้เตือนภัยด้านดินถล่มต่อไป

จากผลการตรวจสอบที่ผ่านมา คณะผู้วิจัยฯ สังเกตเห็นว่า ถึงแม้ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน ณ เวลาใดๆ ที่คำนวณได้ตามกราฟของการเปลี่ยนแปลงของค่า API_t ที่มีการเปลี่ยนแปลงให้เห็นอย่างชัดเจน และมีค่า API_t ค่อนข้างสูง และหากมีค่าเกินกว่าเกณฑ์ของค่าวิกฤติ (API_{cr}) ที่ดินยอมรับได้จนเกิดการพิบัติขึ้น ช่วงเวลาสำหรับการเตือนภัยจากข้อมูลดังกล่าวนั้นไม่สามารถที่จะแจ้งเตือนภัยได้ทัน เนื่องจากข้อมูลน้ำฝนที่นำมาคำนวณเป็นข้อมูลราย 24 ชั่วโมง การเปลี่ยนแปลงจึงมีลักษณะอย่างกะทันหัน ดังนั้น

คณะผู้วิจัยฯมีแนวคิดประยุกต์ใช้ค่า API_t สำหรับการเตือนภัยดินถล่มให้สามารถมีช่วงเวลาของการจัดการกับภัยดินถล่มได้ทันท่วงทีและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยทดลองใช้ข้อมูลน้ำฝนที่เก็บจากสถานีวัดน้ำฝนจากการติดตั้งเพิ่มเติมในพื้นที่หลังโรงเรียนบ้านดอนแก้ว ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์ ซึ่งมีข้อมูลน้ำฝนอย่างละเอียดทุกๆ 1 นาที ตั้งแต่วันที่ 24 มิถุนายน 2553 จนถึงปัจจุบัน นำมาคำนวณค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินจากแบบจำลอง โดยคำนวณจากค่าน้ำฝนสะสมย้อนหลังทุก 15 นาที ตัวอย่างการวิเคราะห์ดังรูปที่ 4-17



รูปที่ 4-17 การเปลี่ยนแปลงของค่า API_t จากข้อมูลน้ำฝนสะสมย้อนหลัง 15 นาที สถานีวัดน้ำฝนหลังโรงเรียนบ้านดอนแก้ว ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์