

**LESSON LEARNED FROM DAMS
AGAINST**

JAPAN

CHINA

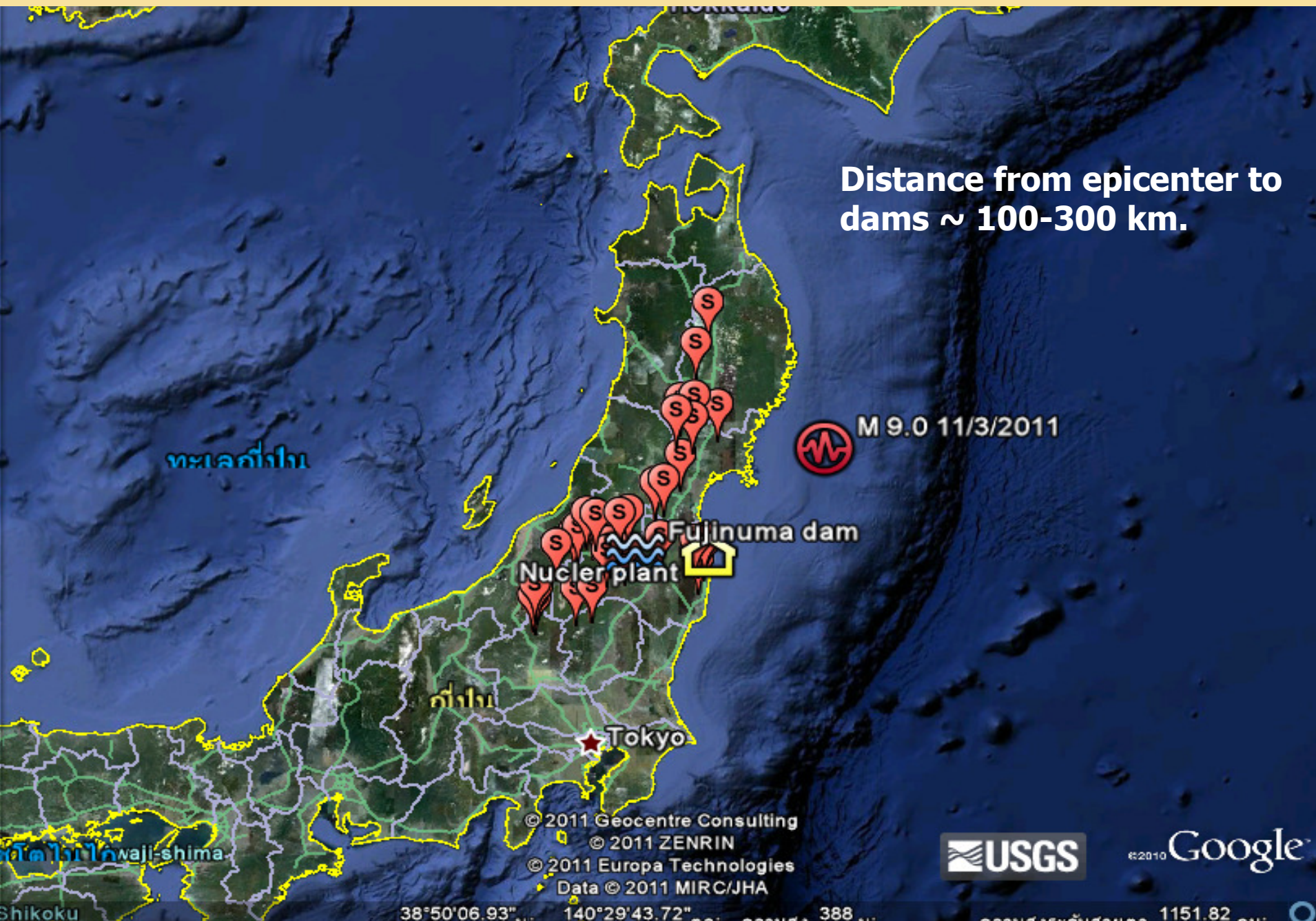
CHILE

HAITI

NEW ZEALAND

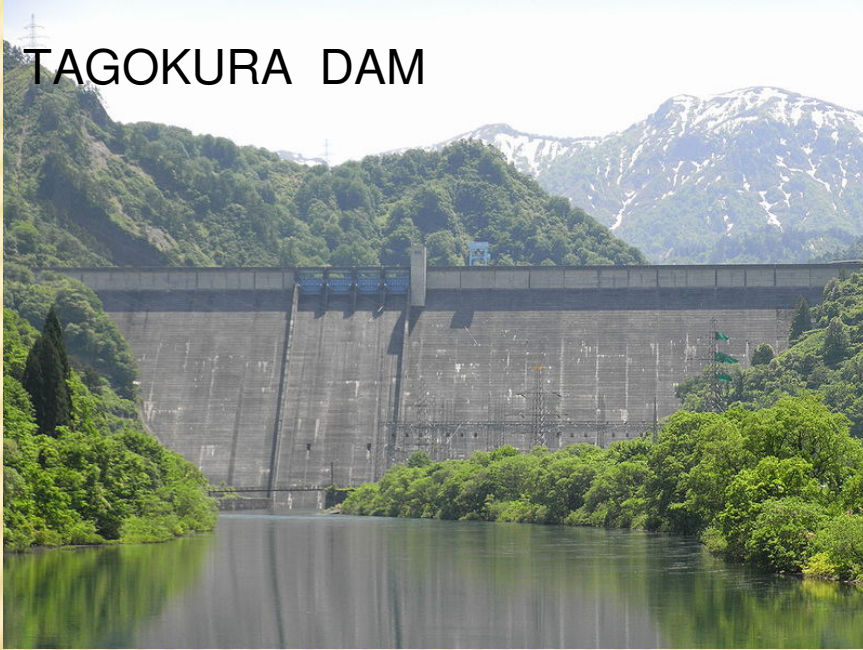
EARTHQUAKE

Location of Dams in Miyagi and Fukushima Prefecture



EXAMPLE OF MULTIPURPOSE DAM IN FUKUSHIMA

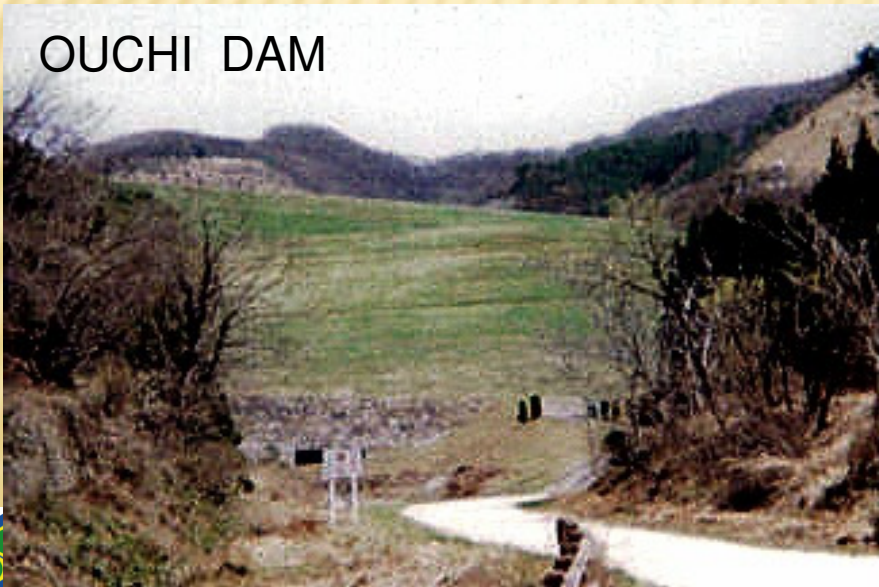
TAGOKURA DAM



HATORI DAM



OUCHI DAM



SHINMIYAGAWA DAM



Power for that happiness

EXAMPLE OF REGULATING DAM IN FUKUSHIMA

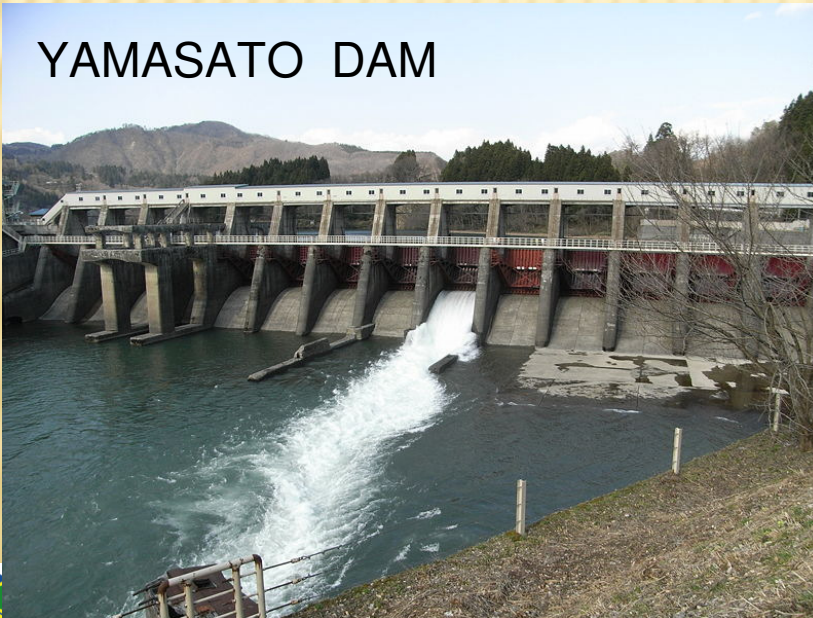
ASAHI DAM



KAMINOJIRI DAM



YAMASATO DAM



UWADA DAM



Civil Maintenance Division



Power for Thai Happiness

Cracking on Dam Crest from 2008 Sichuan Earthquake, CHINA



Civil Maintenance Division

AT

Power for Thai Happiness

Cracking on Asphalt Concrete Face Rock Fill Dam from 1994 Northridge Earthquake, USA



FUJINUMA DAM – ARIAL VIEW



Country	Japan
Locale	Sukagawa City
Coordinates	  37°18'07"N 140°11'41"E
Status	Failed
Opening date	1949
Demolition date	March 12, 2011
Owner(s)	Coastal Reclamation Hanakawa Kou District
Reservoir	
Creates	Fujinuma Reservoir
Capacity	1,504,000 m ³ (1,219 acre-ft)
Catchment area	8.8 km ² (3 sq mi)
Surface area	20 ha (2,152,782 sq ft)



ฝ่ายบำรุงรักษาโยธา
พัฒนาคน พัฒนางาน เพื่อบริการที่เป็นเลิศ
Civil Maintenance Division



EGAT

Power for Thai Happiness

FUJINUMA DAM – DOWNSTREAM SLOPE

Dam and spillways

Type of dam	Embankment
Height	17.5 m (57 ft)
Length	133 m (436 ft)
Volume	99,000 m ³ (3,496,152 cu ft)
Impounds	Abukuma River



It is 62 years old before failed by quake. That means it was constructed by old design.



ฝ่ายบำรุงรักษาโยธา

พัฒนาคคน พัฒนางาน เพื่อบริการที่เป็นเลิศ
Civil Maintenance Division



EGAT

Power for Thai Happiness

Only four high dams of deferent types with height more than 100m are located in the quake-hit area

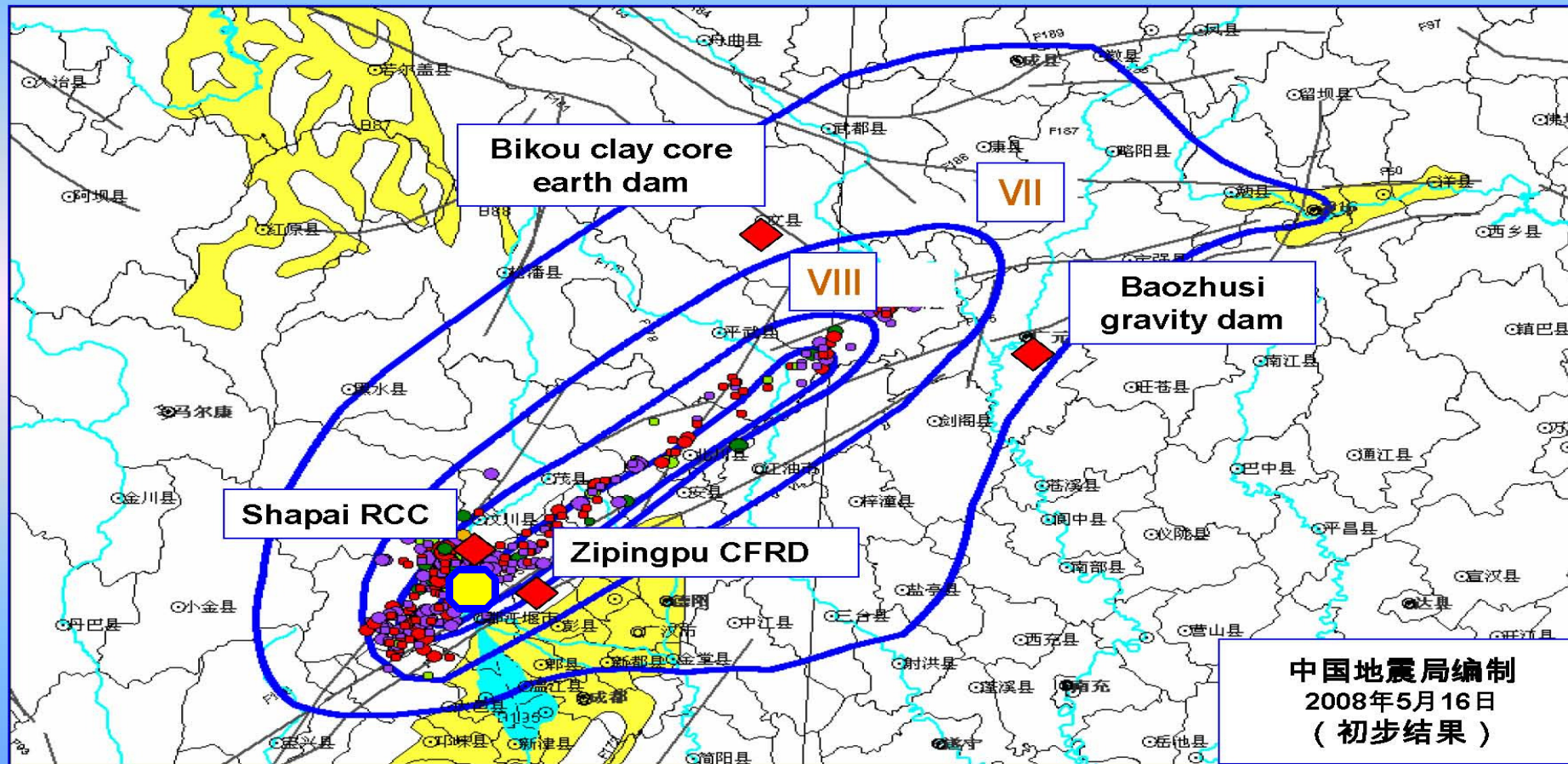




Figure 10 Satellite Image of Zipingpu CFRD before the quake



Figure 13 Rupture of the parapet wall



Figure 16 Undestroyed surface waterstop system



Figure 11 Dam crest of Zipingpu CFRD after the quake



Figure 14 Settlement and loose rockfill on downstream slope



Figure 17 Damaged gate chamber structure of spillway tunnel



Figure 15 Rupture of upstream face slab



Figure 12 Collapsed banisters and the crack of downstream crest

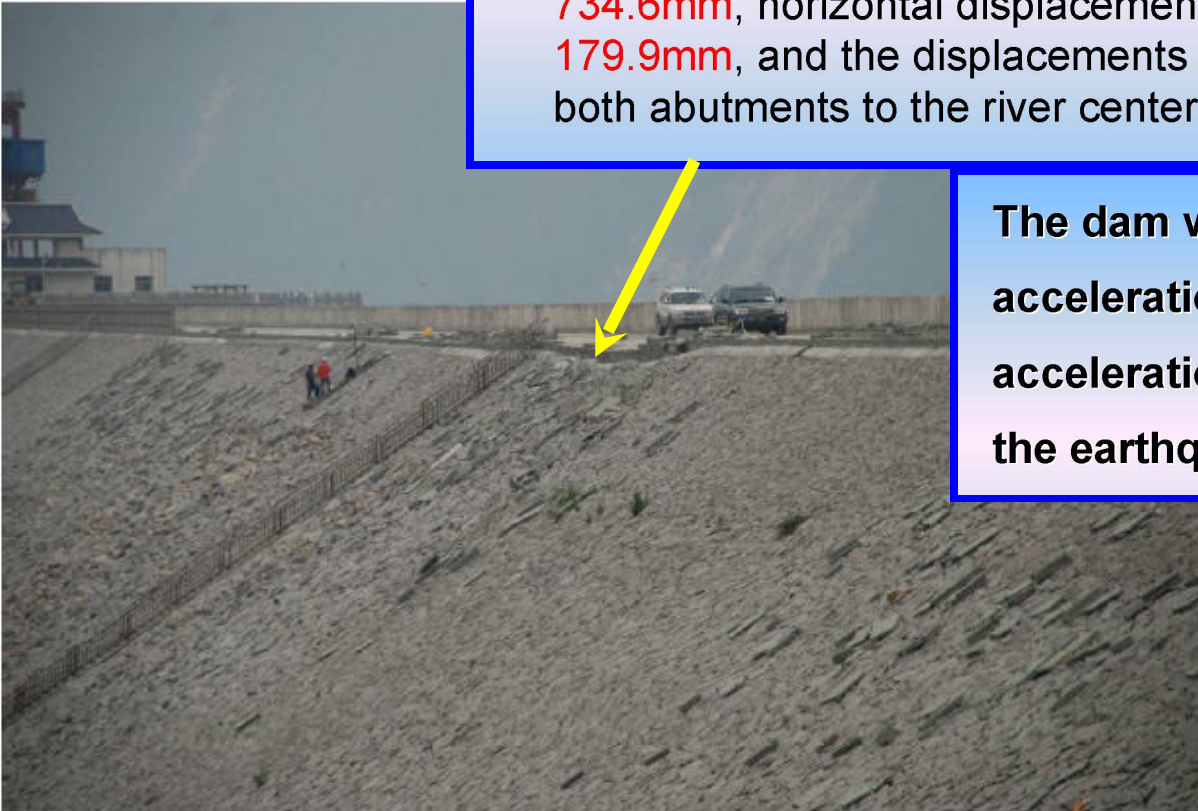
สิ่งปลูกสร้างที่ได้รับการ
ออกแบบทางวิศวกรรม
เสียหาย แต่ไม่พังทลาย

Zipingpu dam

เกิดความเสียหายขึ้นเล็กน้อย

The Zipingpu CFRD is **structurally stable and safe**.

During the earthquake, the measured acceleration at dam crest is **2.0g**. After the earthquake, the observed displacements at dam crest are: maximum settlement of **734.6mm**, horizontal displacement to downstream side of **179.9mm**, and the displacements along dam axis (from both abutments to the river center) **10.16mm**.

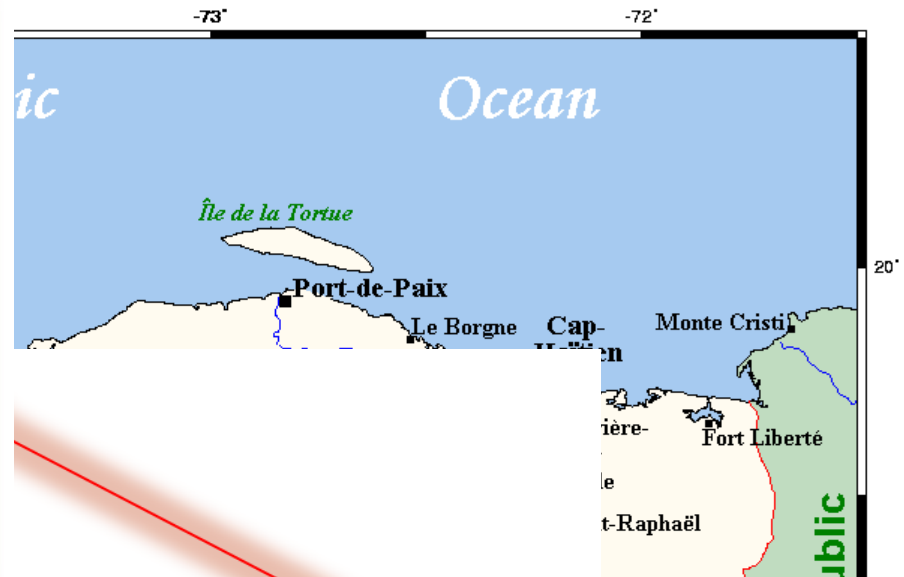


The dam was designed with an acceleration of 0.260g while the acceleration at crest recorded during the earthquake overtook 2g.

View of the 40cm subsidence of the dam core and the additional damages that were caused. In the background, large scale landslides that developed on the reservoir slopes can be seen.
31° 02' 08.97'' N – 103° 34' 26.01'' E

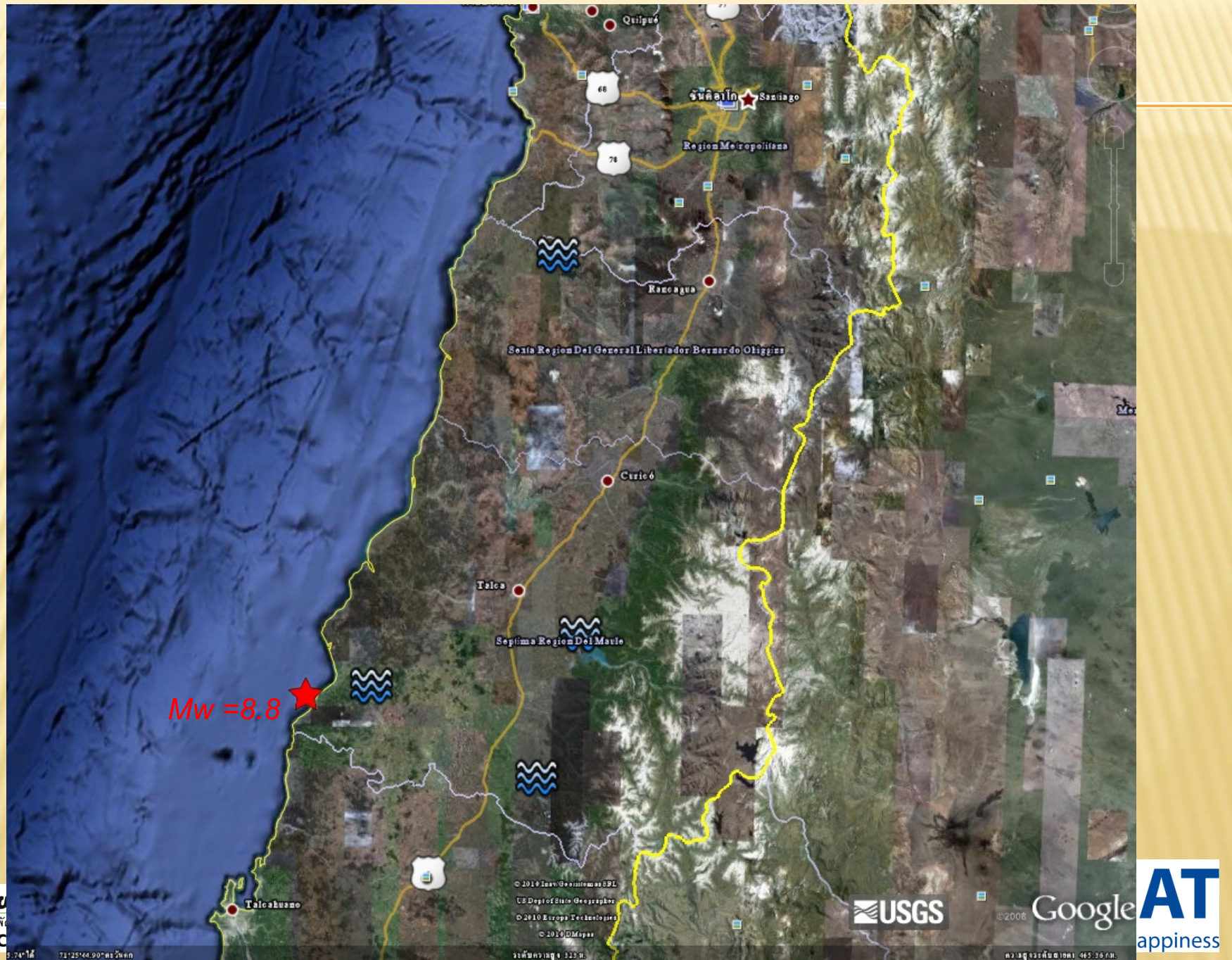
230,000 people had died
250,000 residences had collapsed
30,000 commercial buildings had collapsed





ไม่พบว่าสื่่อมวลชนรายงานเขื่อน *Peligre* ที่ห่างศูนย์กลาง 50 กม. เสีย
หาย

ตำแหน่งเขื่อนที่อยู่ใกล้บริเวณแผ่นดินไหวชิลี ขนาด 8.8



Lliu Lliu : $A_{HorMax} = 0.217g$

$D_{epicenter} = 393 \text{ Km}$; $H = 18 \text{ m}$



+ Colbún: $A_{HorMax} = 0.447g$

$D_{epicenter} = 183 \text{ Km}$; $H = 116 \text{ m}$



Convento Viejo : $A_1 Hor Max = 0.49g$

$A_2 Hor Max = 0.50g$

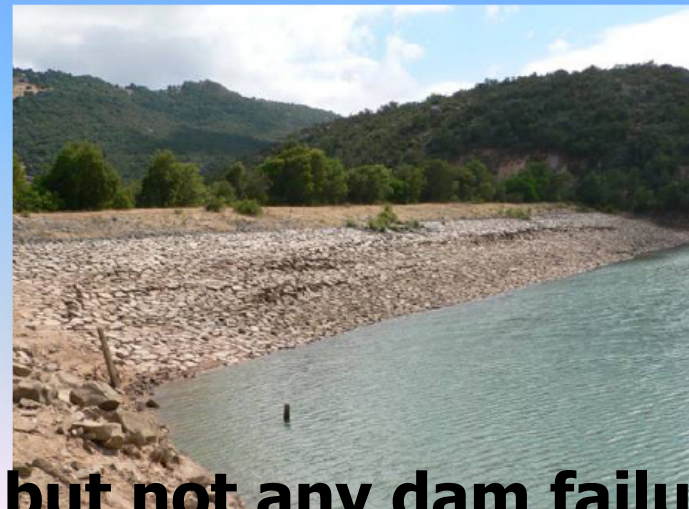
$A_3 Hor Max = 0.44g$

$D_{epicenter} = 251 \text{ Km}$; $H = 38 \text{ m}$



Lolol : $A_{HorMax} = 0.371g$

$D_{epicenter} = 225 \text{ Km}$; $H = 29.5 \text{ m}$



There are some damage on dams but not any dam failure

There were no any report on dams failure



ข้อมูลแผนที่ ©2011 Google, Whereis(R), Sensis Pty Ltd - ข้อกำหนดใน

WHY ARE DAMS SAFE FROM

EARTHQUAKE ?

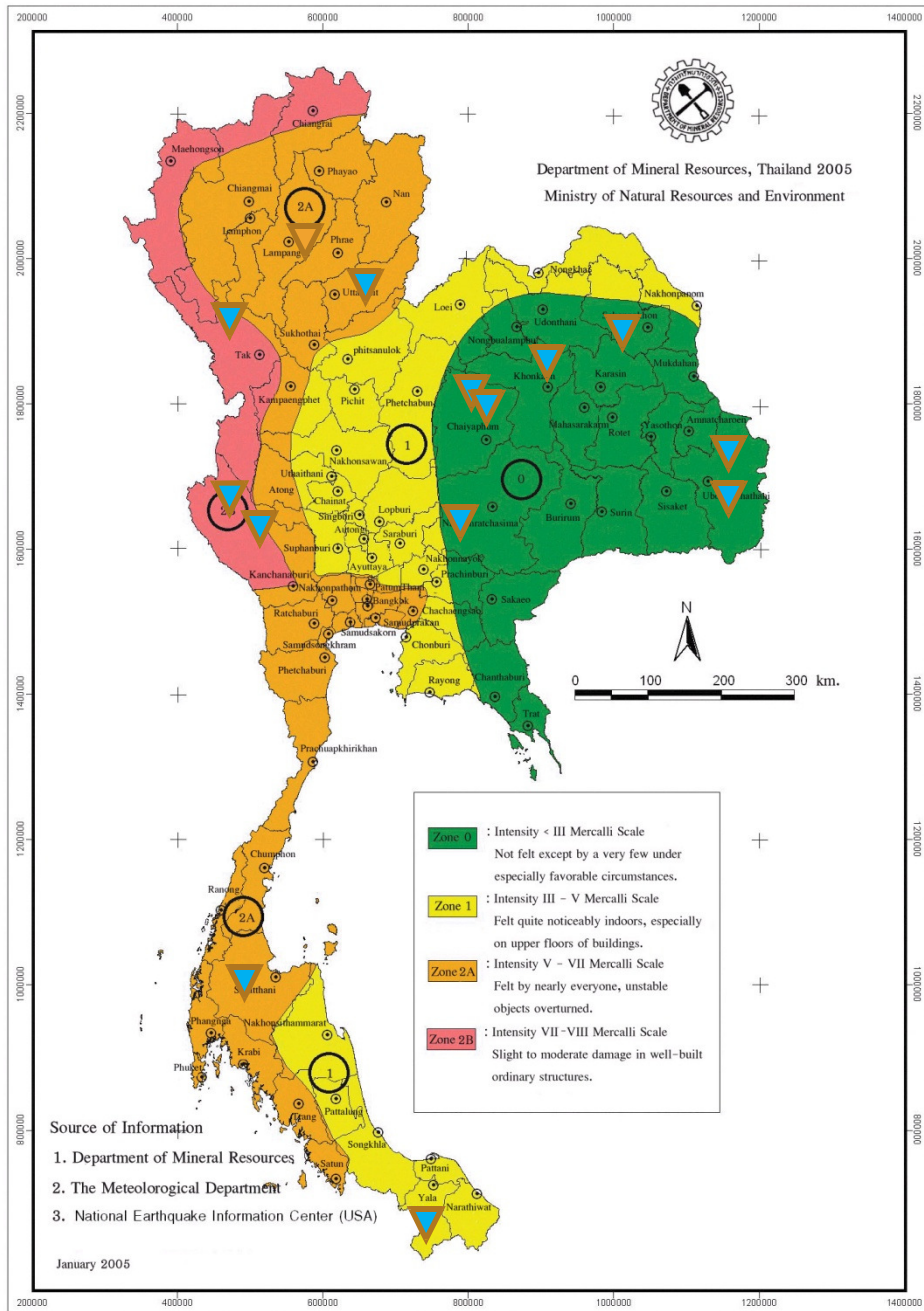




วัสดุหินหรือหินที่ใช้ก่อสร้างตัวเขื่อนมีการยืดหยุ่นและให้ตัวดี

เขื่อนตั้งอยู่บนฐานรากที่เป็นหินแข็ง จึงไม่ได้รับผลกระทบจากการ
ขยายแรงแผ่นดินไหวของฐานรากที่เป็นดินอ่อน

Seismic Hazard Map of Thailand



Location of EGAT's Dams Related to Seismic Zone

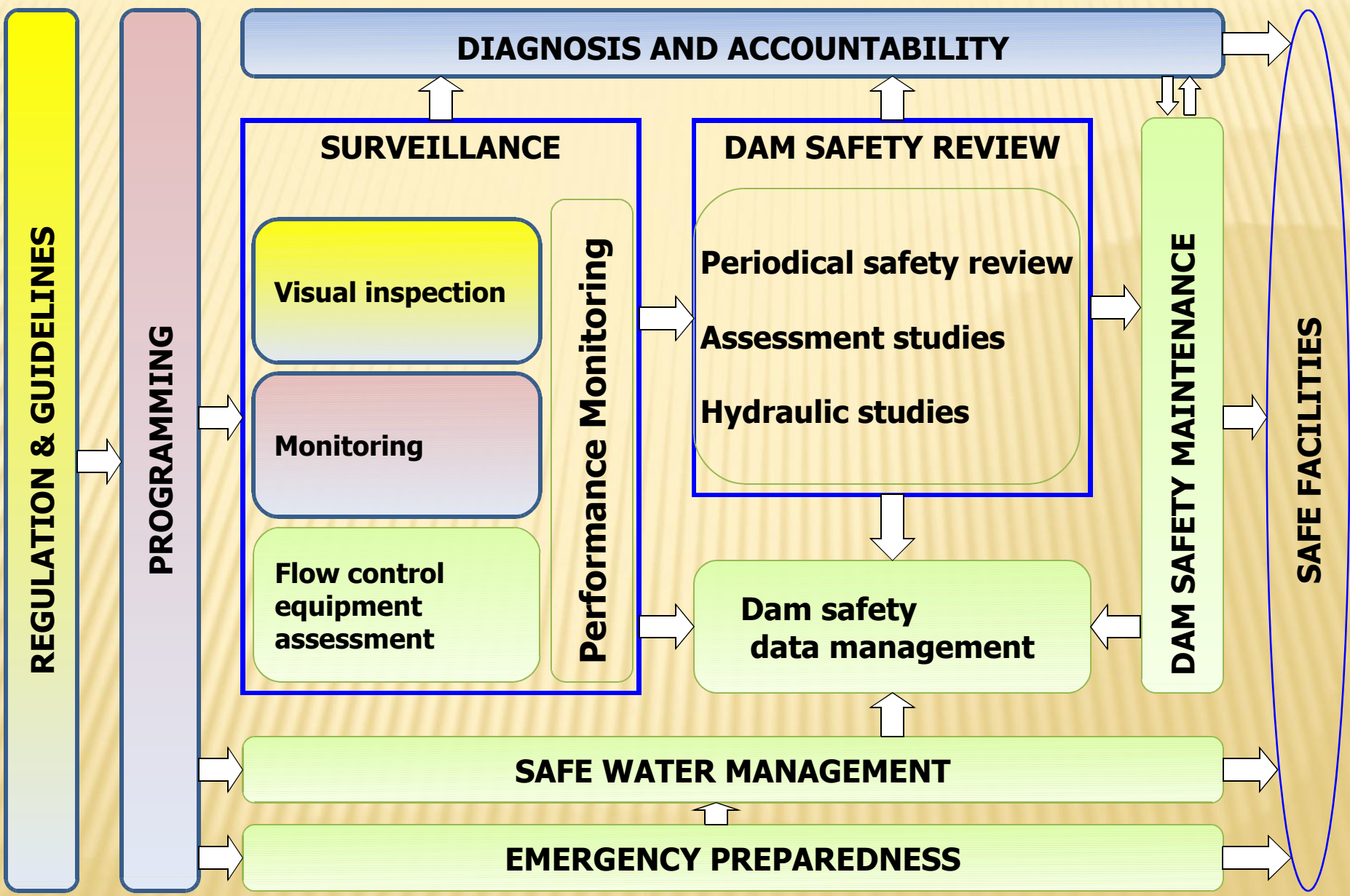
 Large Dam of EGAT

Zone 0 : Intensity < III Mercalli Scale
Not felt except by a very few under especially favorable circumstances.

Zone 1 : Intensity III - V Mercalli Scale
Felt quite noticeably indoors, especially on upper floors of buildings.

Zone 2A : Intensity V - VII Mercalli Scale
Felt by nearly everyone, unstable objects overturned.

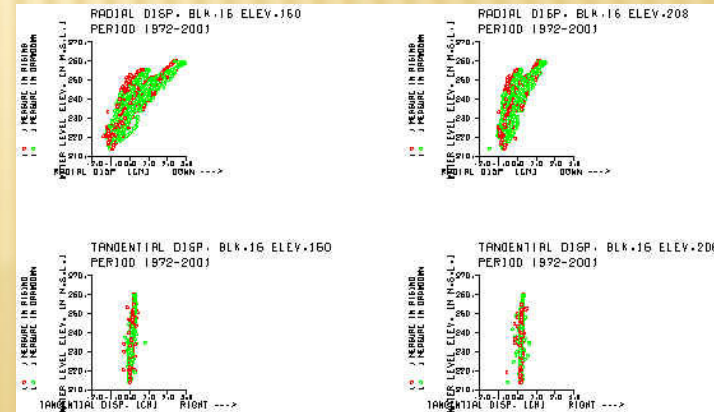
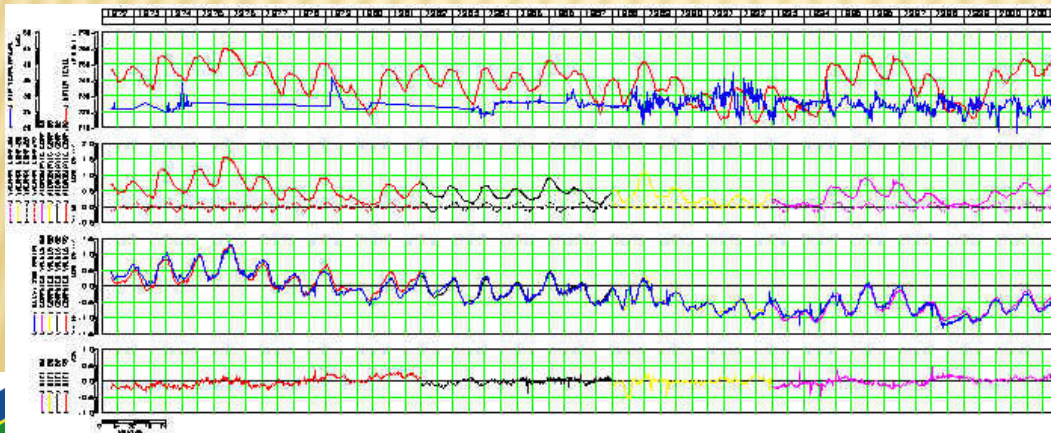
Zone 2B : Intensity VII - VIII Mercalli Scale
Slight to moderate damage in well-built ordinary structures.



DAM MONITORING PROGRAM

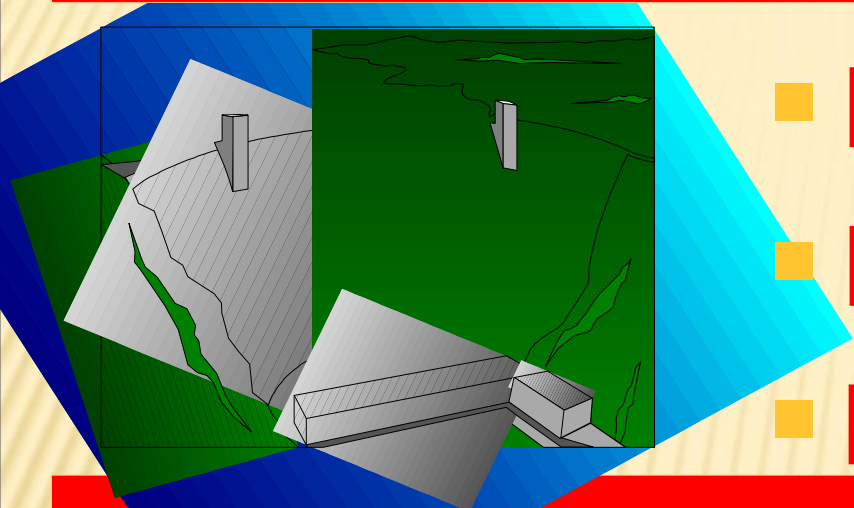


- Instrumentation Data collection
- Database
- Analyses all data to know dam behavior
- Evaluate dam performance

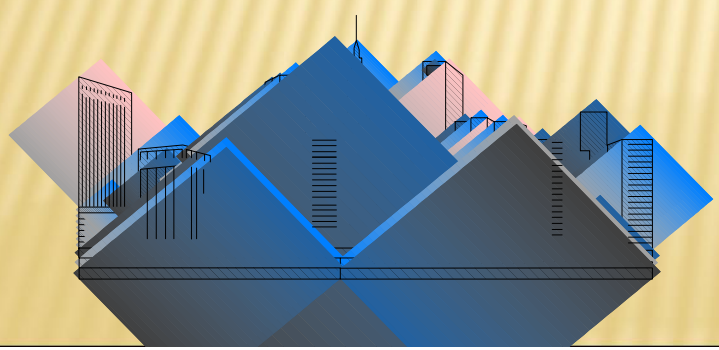


Power for Thai Happiness

DAM OWNER'S RESPONSIBILITY

- 
- **Detection**
 - **Decision-making**
 - **Notification**

DOWNSTREAM AUTHORITY'S RESPONSIBILITY

- 
- **Warning**
 - **Evacuation**

EGAT'S SEISMIC INSTRUMENTATION

Seismograph

to measure earthquake magnitude
and epicenter



Accelerograph

to measure ground acceleration
cause by earthquake



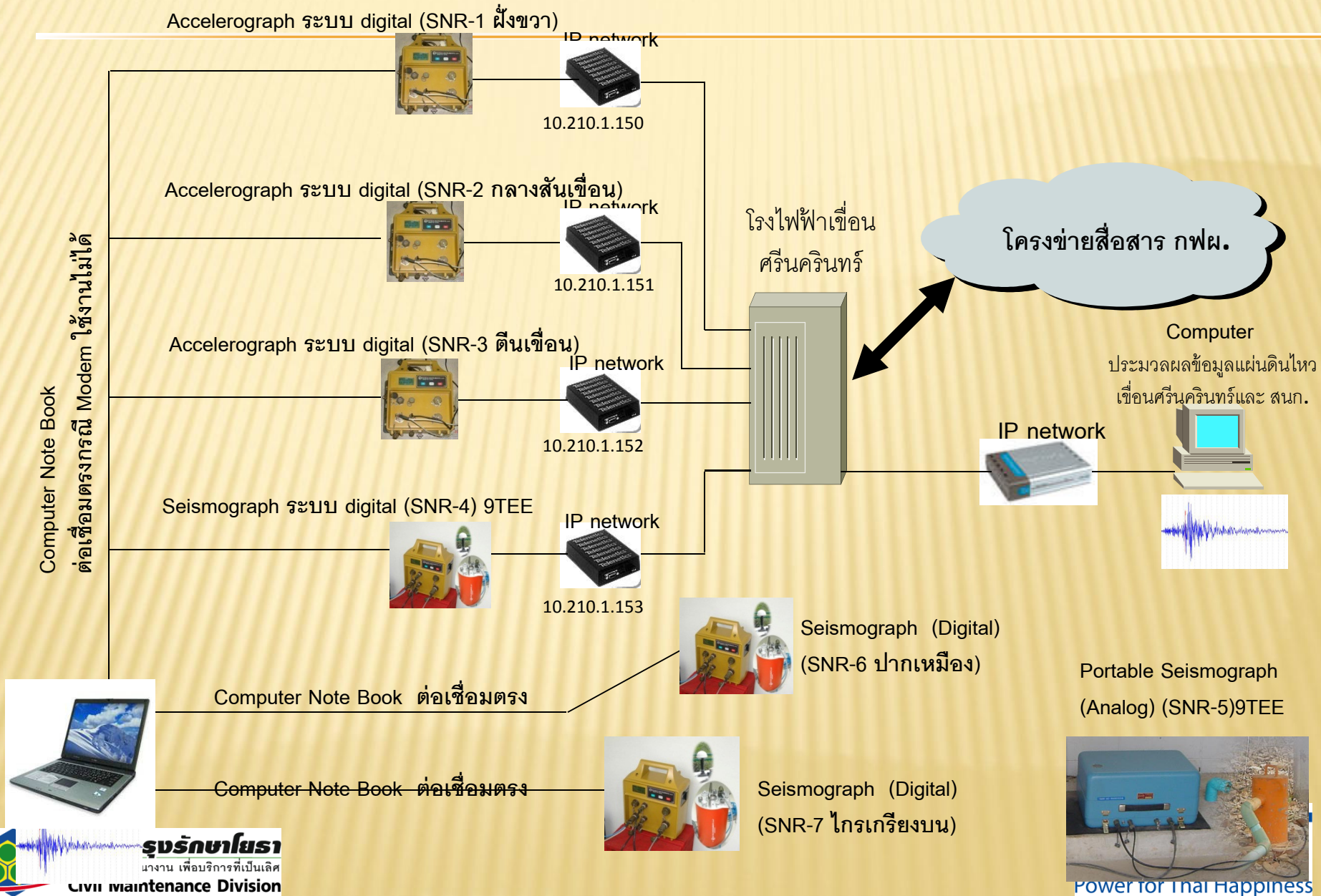
Digital Seismograph around SNR & VRK reservoir



Accerelograph at Srinagarind Dam



Seismic Monitoring Network of Srinagarind Dam



Power for Thai Happiness

MOLUCCA SEA
วันที่ 18 มี.ค. 2550 เวลา 00:42 น.
ขนาด 5.7 ริคเตอร์

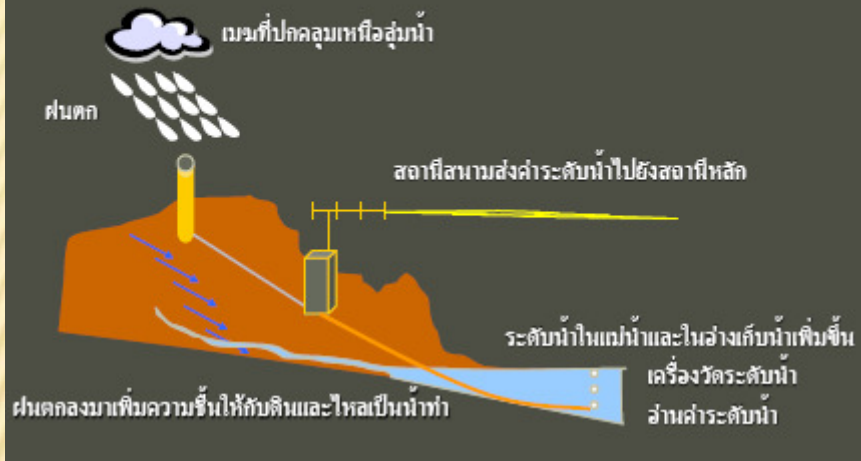
EQ information were sent via SMS

ขนาด
จุดศูนย์กลางแผ่น
วันที่
ละติจูด
ลองจิจูด
ความลึกจากระดับผิวดิน
เพิ่มเติม

รายงานแผ่นดินไหว 1 สบ

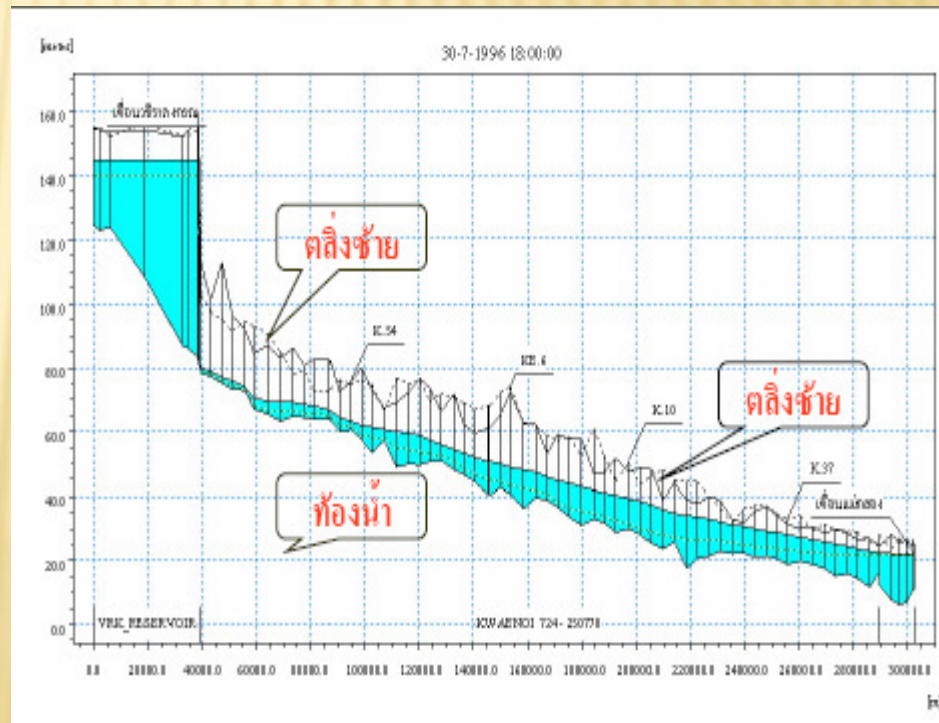
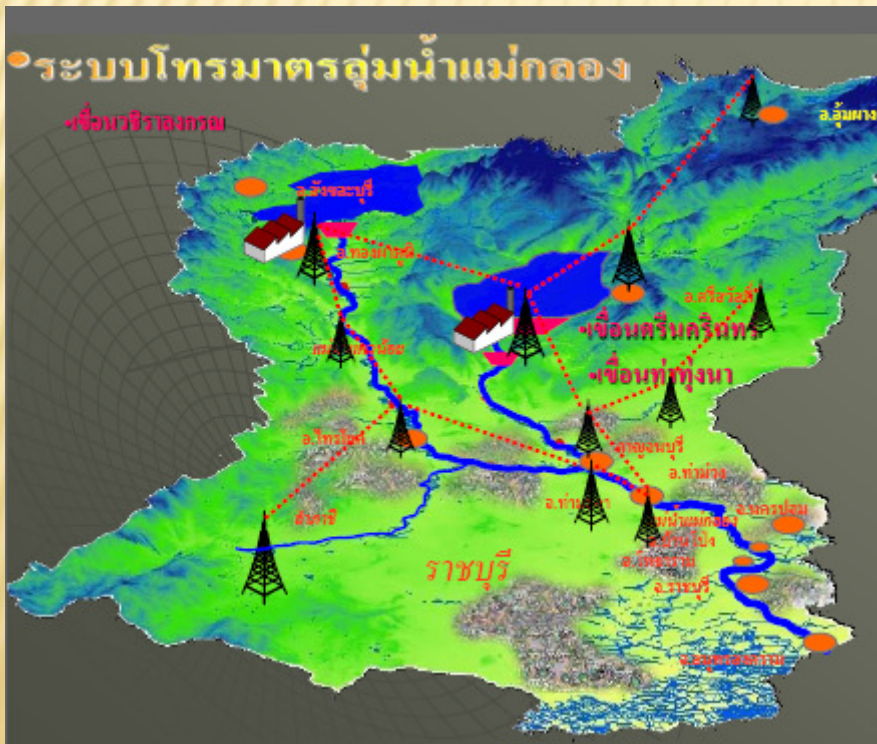
ลึกจาก	หมาย
--------	------

สถานีวัดระดับน้ำ



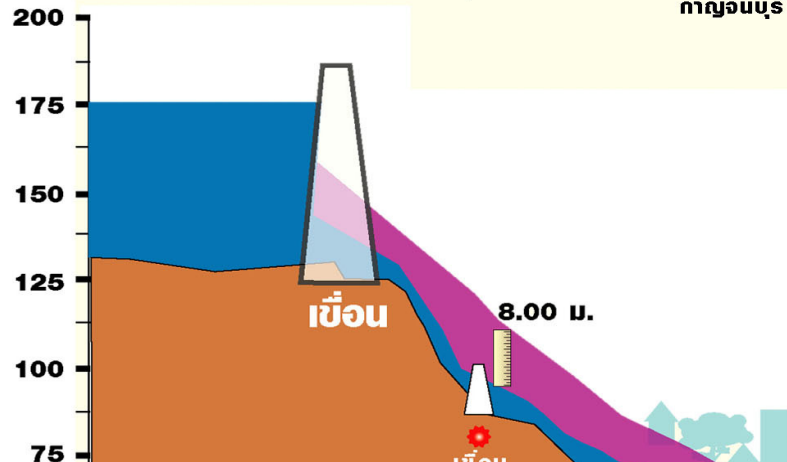
Flood Warning System

**Flood Monitoring
Networks in Mae Klong
Basin Kanchanaburi
consist of 19 Hydro-
Meteorological station
were installed.**





สูงจากระดับน้ำทะเล
(ม.รทก)



ระดับน้ำสูงสุด
ระดับน้ำในแม่น้ำ

EMERGENCY PREPAREDNESS PLAN



น้ำเคลื่อนที่ถึง



ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

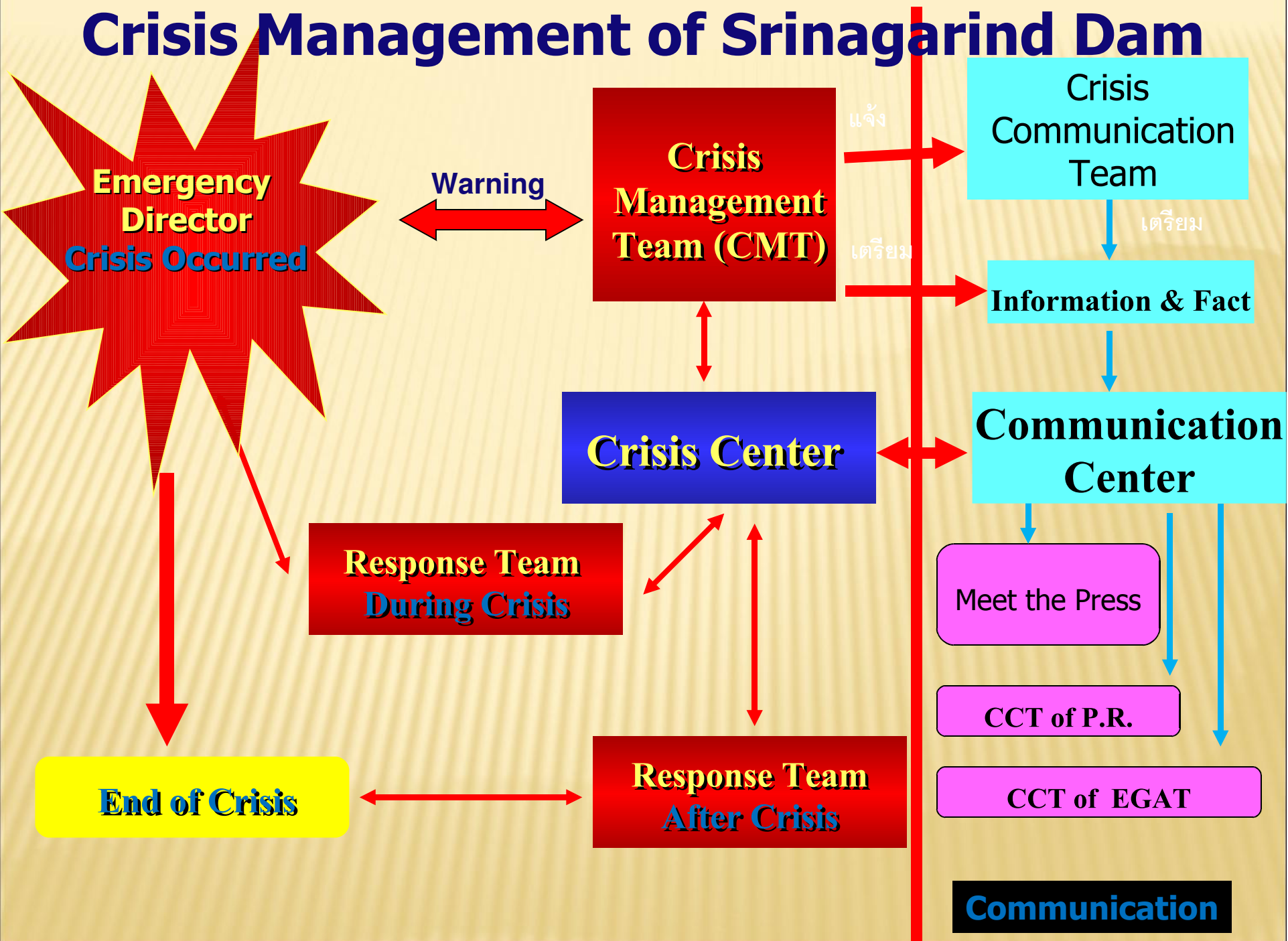


ฝ่ายบำรุงรักษาโยธา
พัฒนาคคน พัฒนางาน เพื่อบริการที่เป็นเลิศ
Civil Maintenance Division



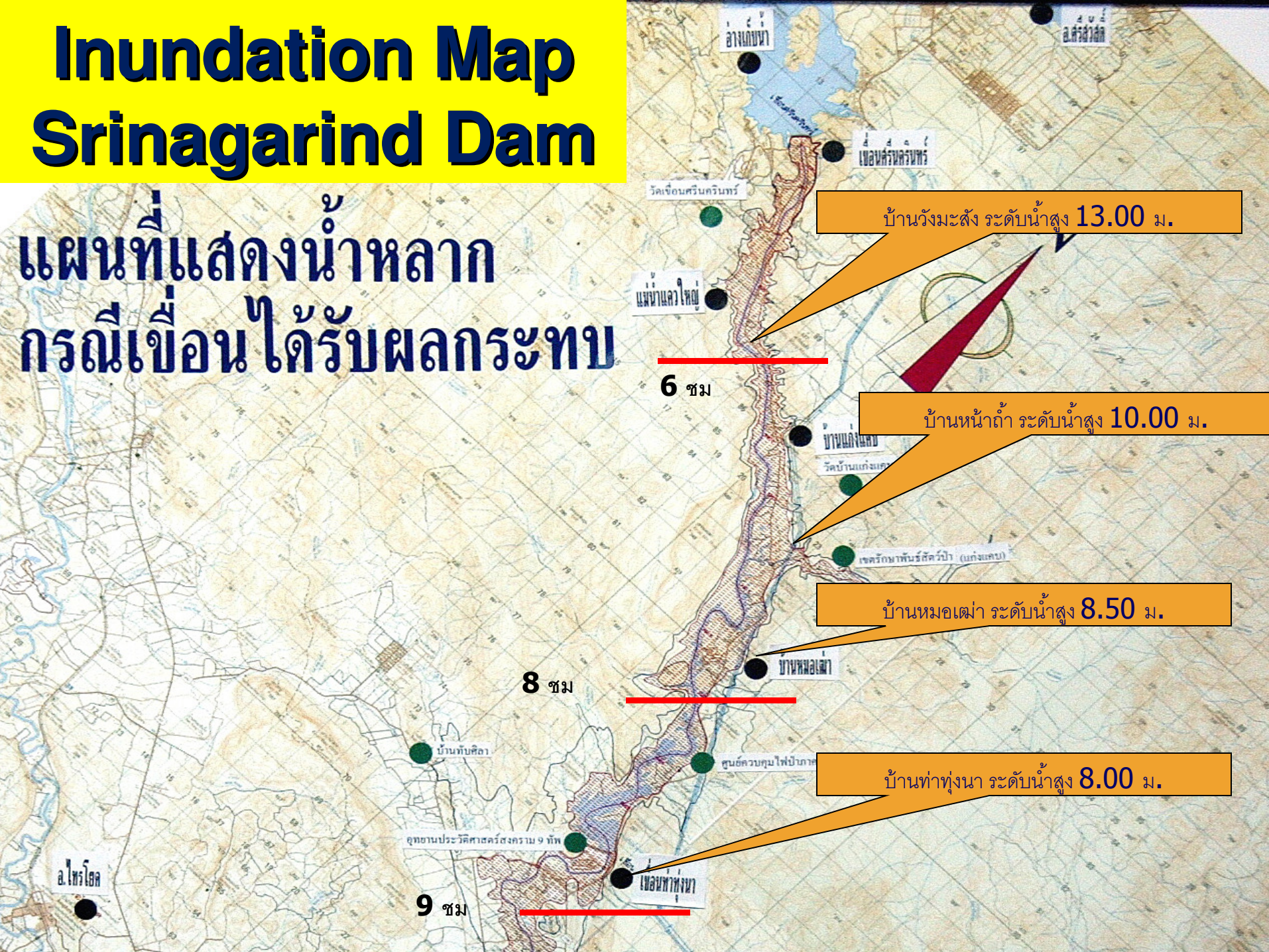
EGAT
Power for Thai Happiness

Crisis Management of Srinagarind Dam



Inundation Map Srinagarind Dam

แผนที่แสดงน้ำหลาก
กรณีเขื่อนได้รับผลกระทบ



สะพานแม่น้ำแคว ระดับน้ำสูง 2.5 ม.

14 ชม

สำนักป้องกันภัยจังหวัด ระดับน้ำสูง 4.00 ม.

15 ชม

ศาลากลางจังหวัด ระดับน้ำสูง 3.20 ม.

สะพานด่านมะขามเตี้ย ระดับน้ำสูง 2.50 ม.

แยกท่าล้อ ระดับน้ำสูง 4.00 ม.

16 ชม

เขื่อนแม่กลอง ระดับน้ำสูง 1.50 ม.

อำเภอท่าม่วง ระดับน้ำสูง 6.00 ม.

อำเภอรังษาลา ระดับน้ำสูง 4.00 ม.

17 ชม

21 ชม

18 ชม

บ้านท่าสาร ระดับน้ำสูง 1.50 ม.

บ้านท่าเรือ

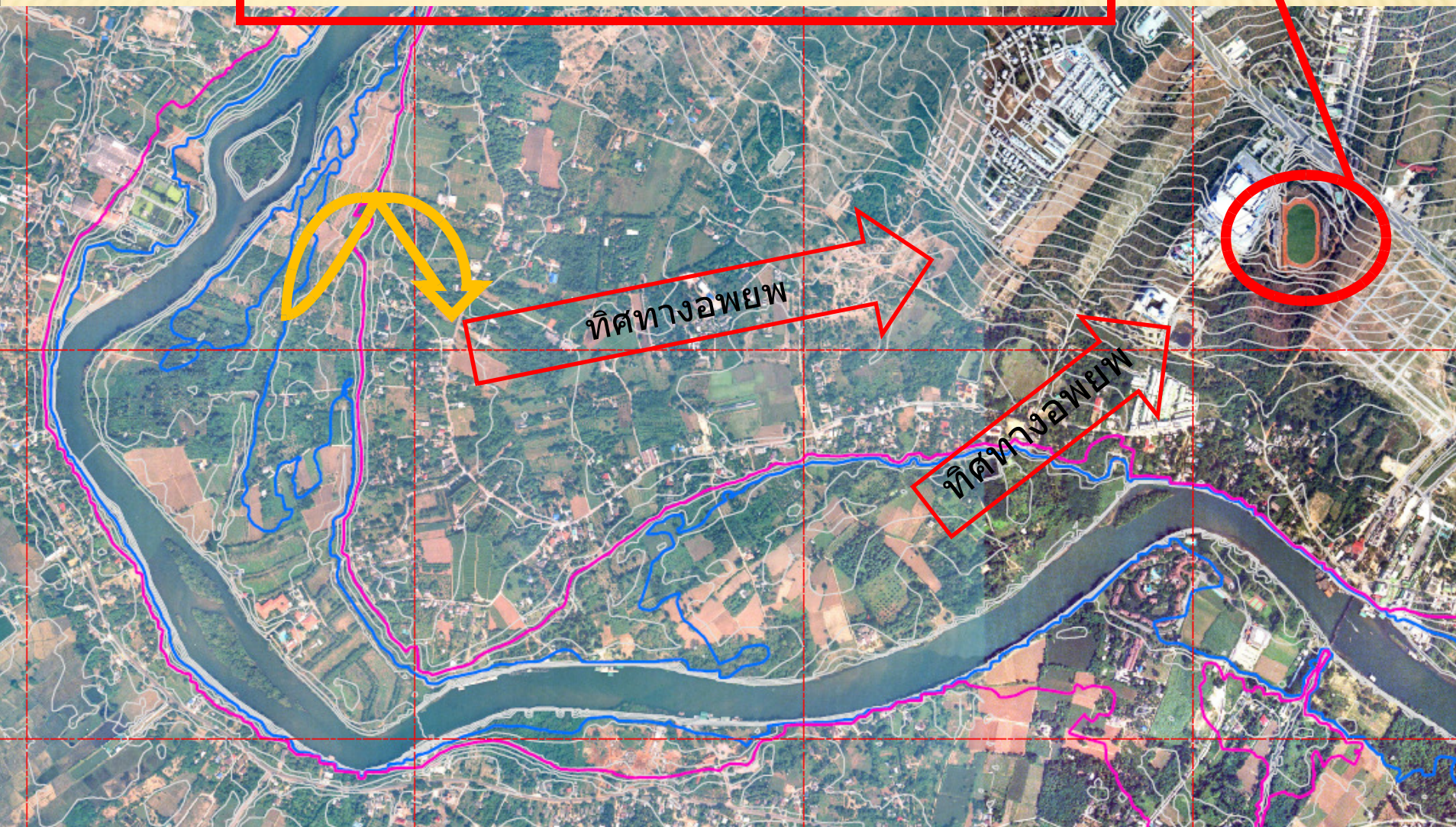
INUNDATION MAP
SRINAGARIND DAM
KHWAE YAI & MAE KLONG
RIVER

SRINAGARIND HYDRO POWER PLANT

Topography map Scale 1:50,000

Inundation Map Srinagarind Dam

ศูนย์ช่วยเหลือฯ สนามกีฬาการบิน



Evacuation Map - Srinagarind Dam

Srinagarind Dam

Location of 5 Warning Towers Downstream of Srinagarind Dam



Warning Tower Exercise



การเสวนา แผ่นดินไหว 8.9 และสึนามิ 11 มีนาคม 2011

บทเรียนจากญี่ปุ่นสู่การเตรียมพร้อมของไทย

**We confident our dams will
safe from earthquake**

THANK YOU

นาย วีรชัย ไชยสระแก้ว

**ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายบำรุงรักษาโยธา
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย**

ลำดับเหตุการณ์ FUKUSHIMA DAIICHI #1

11 มีนาคม- 2.46 PM	เครื่องปฏิกรณ์ #1,2,3 หยุดทำงานอัตโนมัติ เนื่องจากแผ่นดินไหว เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินทำงานเพื่อจ่ายไฟให้กับระบบระบายความร้อนแกนเครื่องปฏิกรณ์
11 มีนาคม- 3.42 PM	เกิดสึนามิ ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินสำหรับผลิตไฟฟ้าสำรองเสียหาย ทำให้ระบบระบายความร้อนไม่ทำงาน
11 มีนาคม- 4.00 PM	NISA ตั้งศูนย์การเตรียมการภาวะฉุกเฉิน
11 มีนาคม- 7.30 PM	นายกรัฐมนตรีประกาศภาวะฉุกเฉินทางนิวเคลียร์สำหรับโรงไฟฟ้า Fukushima Daiichi
11 มีนาคม –9.23 PM	อพยพประชาชนในรัศมี 3 กม. และในรัศมี 10 กม. ให้อยู่ในที่พักอาศัย
12 มีนาคม –4.00 AM	ความดันเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 840 kPa ในอาคารคลุมเครื่องปฏิกรณ์ (ออกแบบไว้ 400 kPa)
12 มีนาคม –5.44 AM	อพยพประชาชนในรัศมี 10 กม.
12 มีนาคม – 9.07 AM	ปล่อยไอน้ำเพื่อระบายความดัน
12 มีนาคม – 3.36 PM	เกิดระเบิดจากไฮโดรเจนทำให้อาคารภายนอกเครื่องปฏิกรณ์ได้รับความเสียหาย มีผู้ได้รับบาดเจ็บ 4 คน
12 มีนาคม – 6.25 PM	อพยพประชาชนในรัศมี 20 กม.
12 มีนาคม – 8.20 PM	ฉีดน้ำทะเลและกรดบอริกเข้าเครื่องปฏิกรณ์
13-23 มีนาคม	ฉีดน้ำทะเลเข้าเครื่องปฏิกรณ์
22 มีนาคม	เชื่อมต่อไฟฟ้าจากภายนอกเข้าสู่ระบบแล้วเสร็จและอยู่ระหว่างการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการระบายความร้อน

ลำดับเหตุการณ์ FUKUSHIMA DAIICHI #3

11 มีนาคม 2.46 PM	•เครื่องปฏิกรณ์หยุดทำงานอัตโนมัติ เนื่องจากแผ่นดินไหว เครื่องกำเนิดไฟฟ้าถูกเงินทำงานเพื่อจ่ายไฟให้กับระบบระบายความร้อนแกนเครื่องปฏิกรณ์
11 มีนาคม 3.42 PM	•เกิดสึนามิ •มีการระบายความร้อนด้วย High Pressure Core Injection System
13 มีนาคม –5.58 AM	ระบบระบายความร้อนหยุดทำงาน
13 มีนาคม –9.20 AM	ปล่อยไอน้ำเพื่อระบายความดัน
13 มีนาคม –1.12 PM	ฉีดน้ำทะเลและกรดบอริกเข้าเครื่องปฏิกรณ์
14 มีนาคม–6.10AM	ความดันเพิ่มสูงขึ้น ในอาคารคลุมเครื่องปฏิกรณ์
14 มีนาคม–11.01AM	เกิดระเบิดจากไฮโดรเจน ทำให้อาคารคลุมเครื่องปฏิกรณ์ได้รับความเสียหาย มีผู้ได้รับบาดเจ็บ 11 คน
17 มีนาคม–9.48AM ถึงเวลานี้	ใช้น้ำทะเลและการฉีดน้ำจากระดับเพลิงให้กับบ่อเชื้อเพลิงใช้แล้วเป็นระยะๆ
22 มีนาคม	เชื่อมต่อไฟฟ้าจากภายนอกเข้าสู่ระบบแล้วเสร็จและอยู่ระหว่างการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการระบายความร้อน

ลำดับเหตุการณ์ FUKUSHIMA DAIICHI #2

11 มีนาคม 2.46 PM	เครื่องปฏิกรณ์ #1,2,3 หยุดทำงานอัตโนมัติ เนื่องจากแผ่นดินไหว เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินทำงานเพื่อจ่ายไฟให้กับระบบระบายความร้อนแกนเครื่องปฏิกรณ์
11 มีนาคม 3.42 PM	- เกิดสึนามิ ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินสำหรับผลิตไฟฟ้าสำรองเสียหาย - มีการระบายความร้อนด้วย Reactor Core Isolation Cooling System
14 มีนาคม – 1:25 PM	ระดับน้ำในเครื่องปฏิกรณ์ลดลงเนื่องจากระบบระบายความร้อนหยุดทำงาน หลังจากเกิดระเบิดที่เครื่องปฏิกรณ์ #3
14 มีนาคม – 4.34 PM	ฉีดน้ำทะเลและกรดบอริกเข้าเครื่องปฏิกรณ์
14 มีนาคม–10.50 PM	ความดันเพิ่มสูงขึ้น ในอาคารคลุมเครื่องปฏิกรณ์
15 มีนาคม –0.00 AM	ปล่อยอากาศเพื่อระบายความดัน
15 มีนาคม - 6.20 AM	เกิดระเบิดจากไฮโดรเจน คาดว่าSuppression Pool (ป้อนระบายความดัน) ได้รับความเสียหาย
20 มีนาคม -3.05 PM	เติมน้ำทะเลเข้าบ่อเชื้อเพลิงใช้แล้ว
22 มีนาคม	เชื่อมต่อไฟฟ้าจากภายนอกเข้าสู่ระบบแล้วเสร็จและอยู่ระหว่างการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการระบายความร้อน

ลำดับเหตุการณ์ FUKUSHIMA DAIICHI #4

11 มีนาคม 2.46 PM	•เครื่องปฏิกรณ์หมายเลข 4 หยุดเดินเครื่องเพื่อการบำรุงรักษาประจำปี ในขณะที่เกิดแผ่นดินไหว
14 มีนาคม –4.08 AM	อุณหภูมิน้ำในบ่อเก็บเชื้อเพลิงใช้แล้วเพิ่มขึ้น
15 มีนาคม –9.38 AM	เกิดระเบิดไฮโดรเจนและไฟไหม้บริเวณบ่อเชื้อเพลิงใช้แล้วโดยดับได้ในเวลาต่อมา
15 มีนาคม–10.22AM	วัดระดับรังสีได้ 400 มิลลิซีเวิร์ตต่อชั่วโมง
15 มีนาคม–11.00AM	ประกาศให้ประชาชนในรัศมี 20-30 กม. อยู่ในที่พักอาศัย
16 มีนาคม –5.45 AM	ไฟไหม้ และดับได้
20 มีนาคม –8.20 AM	เติมน้ำในบ่อเชื้อเพลิงใช้แล้วโดยใช้รถดับเพลิง
22 มีนาคม	เชื่อมต่อไฟฟ้าจากภายนอกเข้าสู่ระบบแล้วเสร็จและอยู่ระหว่างการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการระบายความร้อน

ลำดับเหตุการณ์ Fukushima Daiichi #5, #6

11 มีนาคม 2.46 PM	•เครื่องปฏิกรณ์หมายเลข 5 และ 6 หยุดเดินเครื่องเพื่อการบำรุงรักษาประจำปี ในช่วงที่เกิดแผ่นดินไหว
15 มีนาคม	อุณหภูมิน้ำในบ่อเก็บเชื้อเพลิงใช้แล้วเพิ่มขึ้น
18 มีนาคม	ทำช่องระบายอากาศบนหลังคาเพื่อป้องกันการระเบิดของไฮโดรเจน
19 มีนาคม – เช้า	สามารถจ่ายไฟเข้าระบบระบายความร้อนได้
20 มีนาคม – 3.00 AM	อุณหภูมิน้ำในบ่อเชื้อเพลิงใช้แล้วลดลง อยู่ในระดับปลอดภัย