QPE/QPF for hydrology applications and flood forecasting

Siriluk Chumchean

Department of Civil Engineering
Mahanakorn University of Technology

Typhoon Committee Roving Seminar 2011, Malaysia (20-23 September 2011)

Contents

1. Investigation of Z-R relationship for different types of rain clouds
2. Application of radar data for runoff estimation
3. Bangkok flood forecasting project
4. 2010 Nakorn Ratchasima Floods, Thailand
5. 2011 Brisbane Floods, Australia
6. Other radar applications
   - Use of radar for evaluating effectiveness of cloud seeding activities

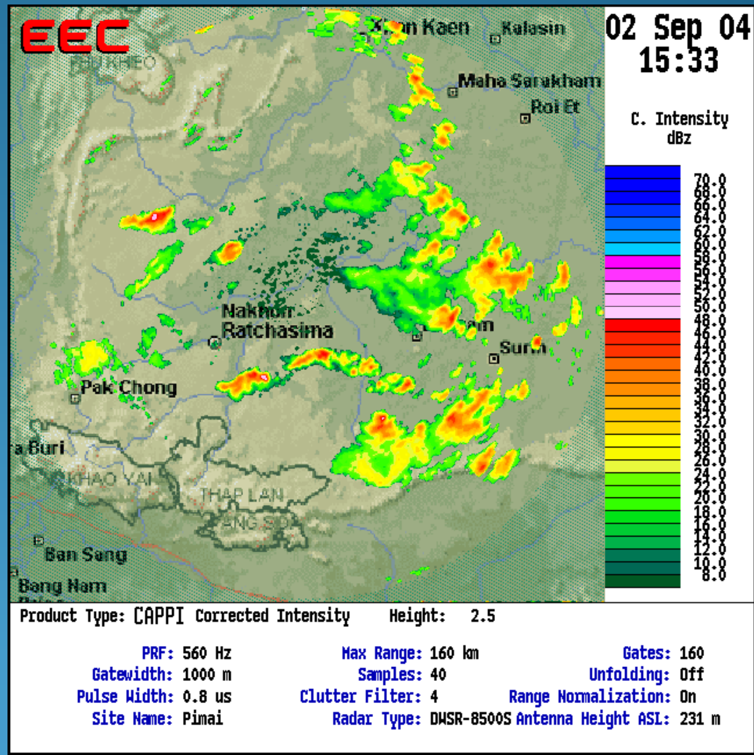
Investigation of Z-R relationships for different types of rain-clouds

Chumchean, S. [1], **P. Aungsuratana** [2], **A. Khommuang** [1] **and R. Hanchoowong** [3]

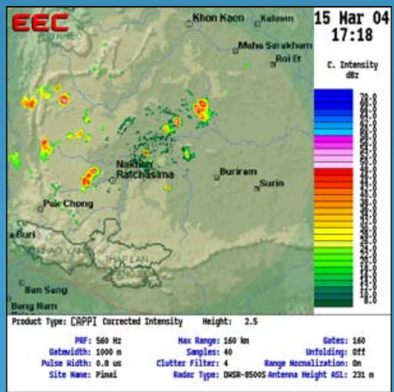
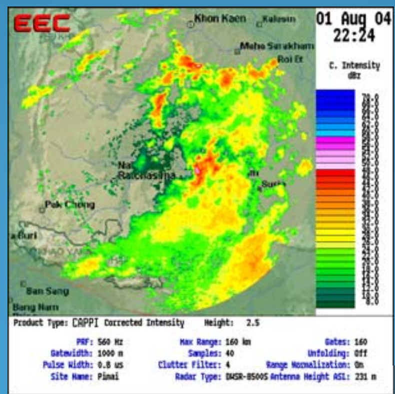
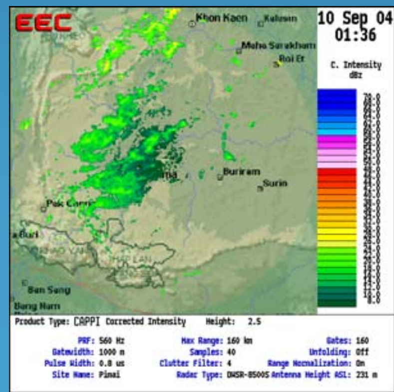
[1] Department of Civil Engineering, Mahanakorn University of Technology, Thailand
[2] Bureau of Royal Rainmaking and Agricultural Aviation, Thailand
[3] Department of Civil Engineering, Thammasat University, Thailand

Using radar CAPPI to explain characteristics of a rain-cloud

- ✓ Raining area
- ✓ Velocity
- ✓ Life cycle
- ✓ Spatial variation of rainfall
- ✓ Average reflectivity



Horizontal characteristic of rain-cloud

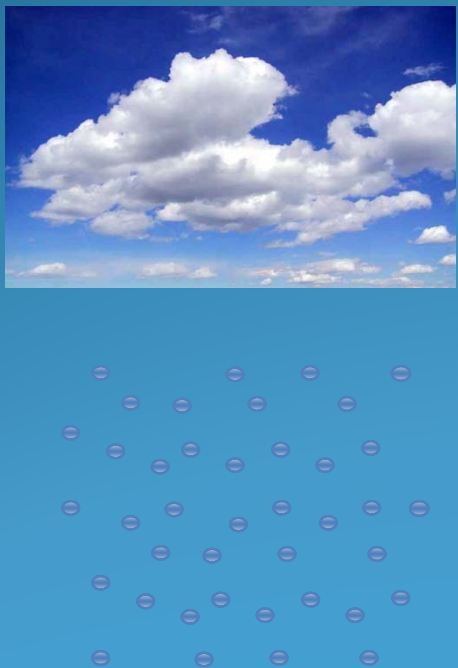
Cumulus (Cu)	Cumulonimbus (Cb)	Nimbostratus (Ns)
		
		

Radar CAPPI images

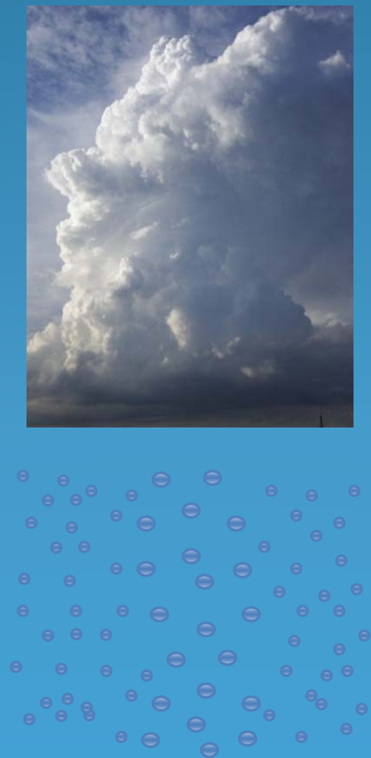
Z-R relationship for each rain-cloud

Parameters '*a*' and '*b*' varies on rain drop size distribution.

Cumulus



Cumulonimbus

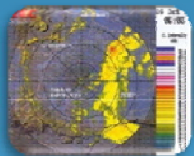


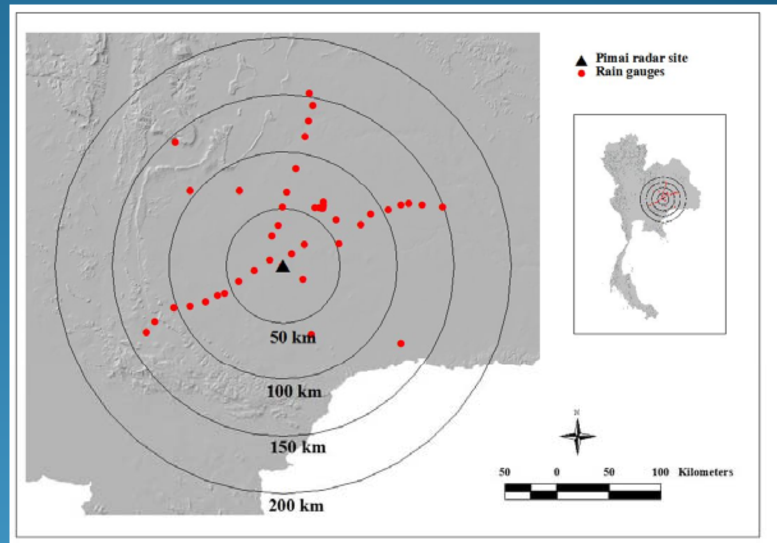
Nimbostratus

Objectives

- To study physical characteristics and dynamics of rainfall events that arise from different rain-cloud types.
- To propose a classification criteria for classifying type of rainfall event.
- To estimate a suitable *Z-R* relationship for each rain-cloud type.
- To evaluate rainfall intensity, rainfall amount and raining area of rainfall events that arise from different cloud types during summer and rainy seasons.

Data - Pimai radar, Nakorn Ratchasima

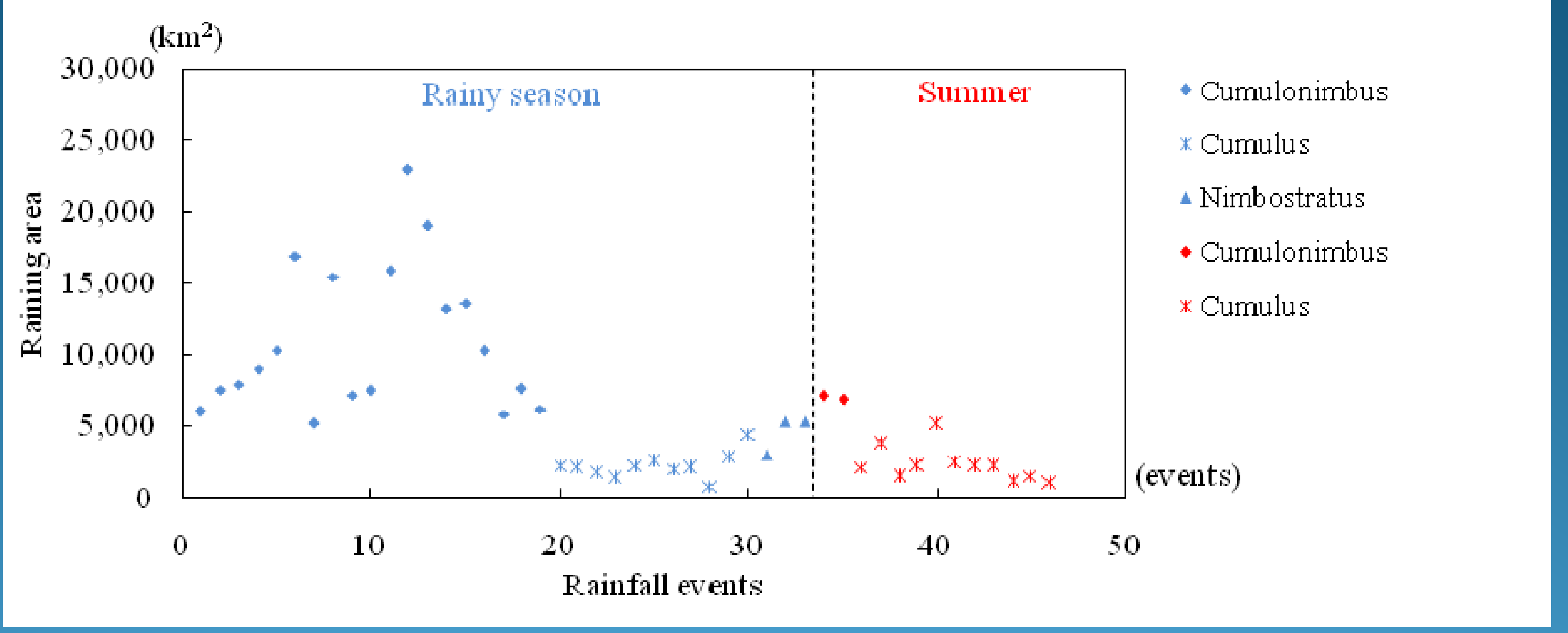




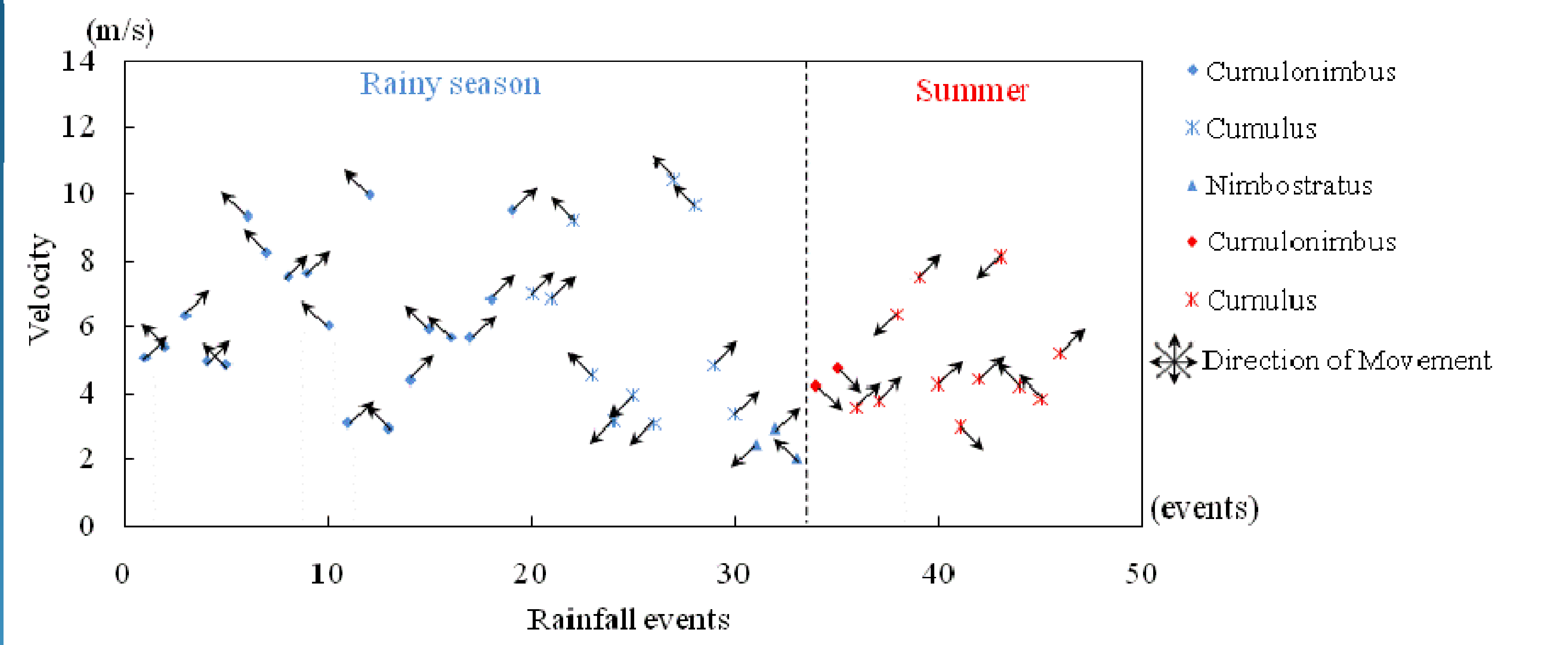
54 rainfall events recorded from Pimai radar during 2003-2005

50 automatic rain gauges

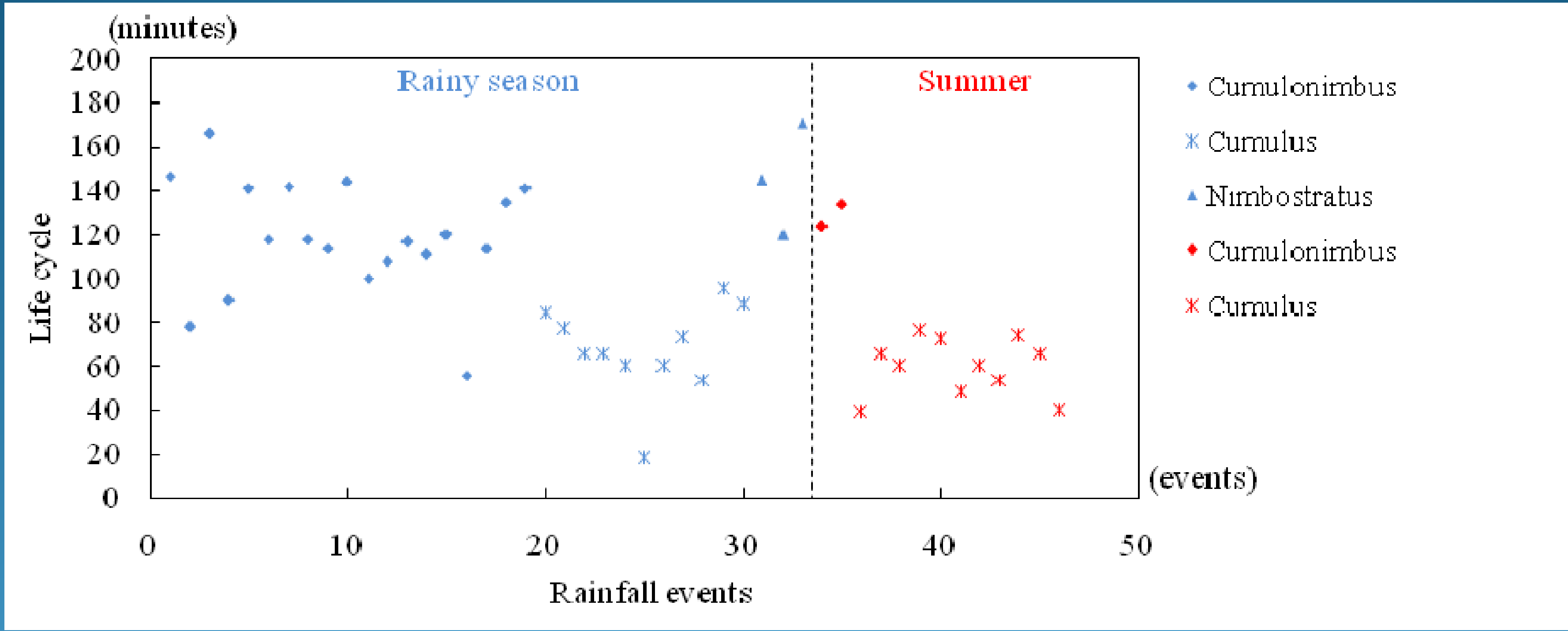
Average raining area of a rain-cloud



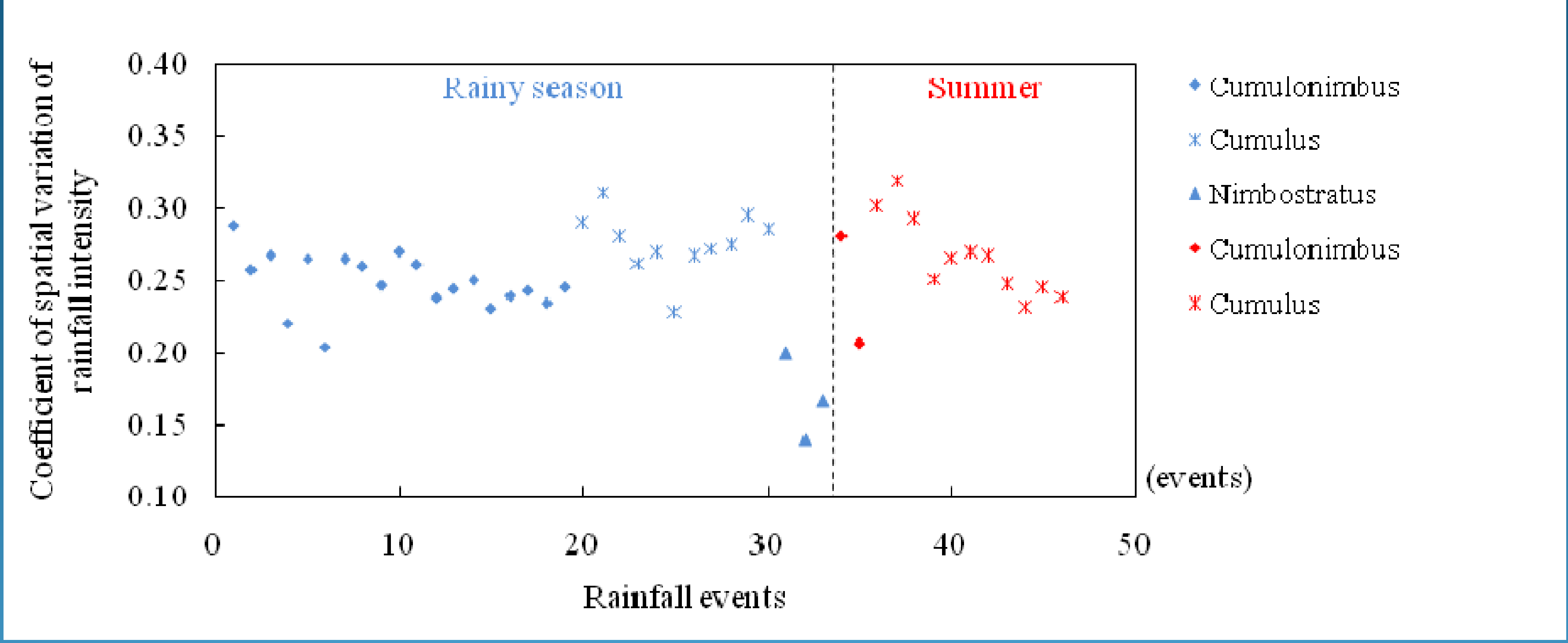
Velocity of a rain-cloud



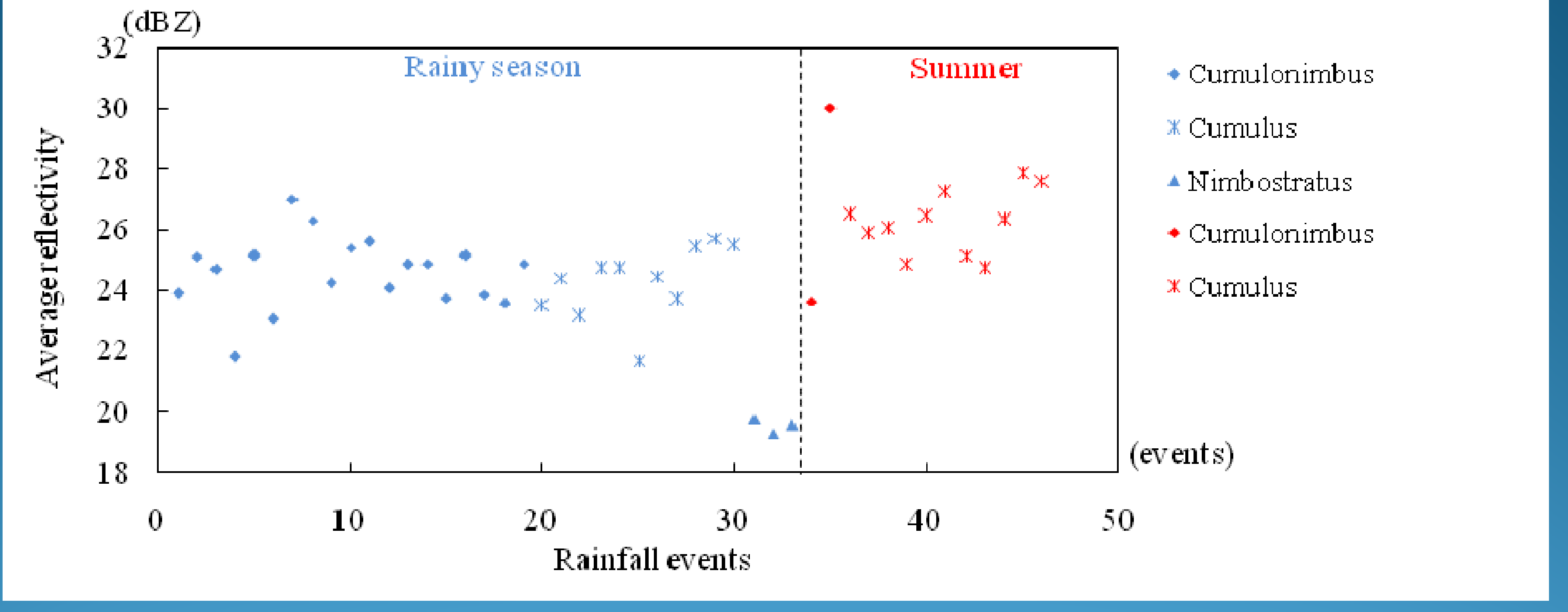
Life cycle of a rain-cloud



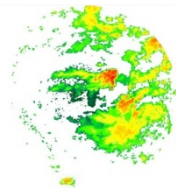
Coefficient of spatial variation of a rain-cloud



Average reflectivity of a rain-cloud

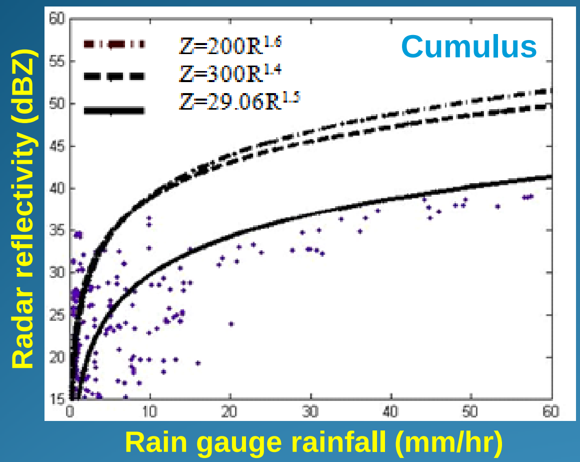


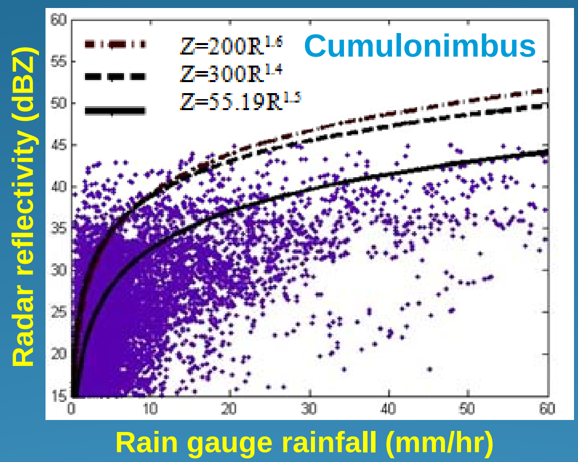
Proposed criteria for classifying type of a rainfall event

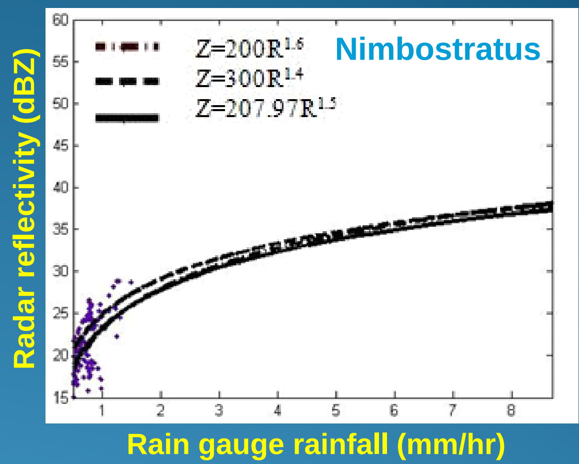
No.	Rain-cloud type / Classification criteria	Cumulus 	Cumulonimbus 	Nimbostratus 
1.	Raining area : (km^2)	< 5,200	≥ 5,200	≥ 3,000
2.	Velocity : (m/s)	≥ 3	≥ 3	< 3
3.	Life cycle : (minutes)	< 100	≥ 100	≥ 120
4.	Coefficient of spatial variation of rainfall intensity	> 0.23	> 0.20	≤ 0.20
5.	Average reflectivity values : (dBZ)	> 23	≥ 21	< 21

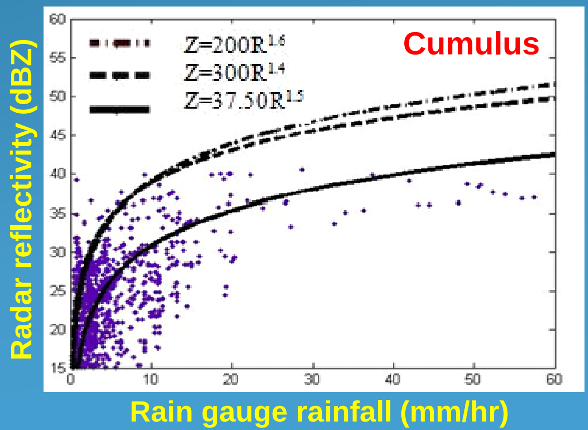
The proposed classification criteria were used to classify type of the validated 8 events correctly about 83%.

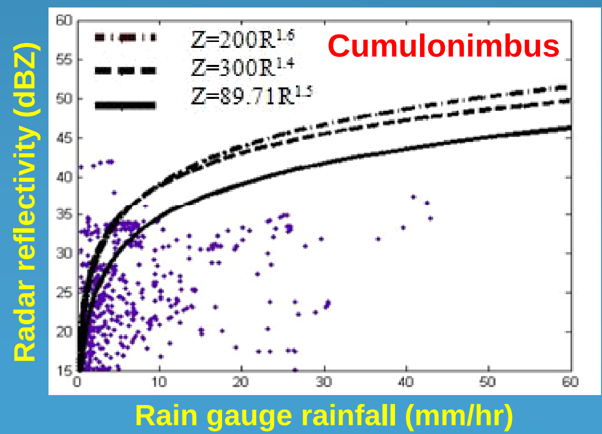
Z-R relationship of each type of rain-cloud (Calibration)









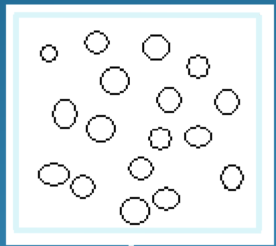


Z-R relationship of each type of rain-cloud

- **Rainy season**

Cumulus

$Z=29R^{1.5}$

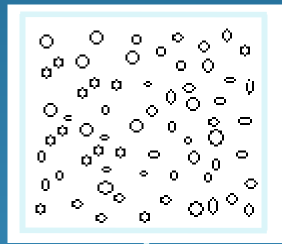


Z = 30 dBZ

R = 10.58 mm/h

Cumulonimbus

$Z=55R^{1.5}$

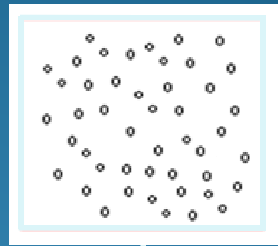


Z = 30 dBZ

R = 6.90 mm/h

Nimbostratus

$Z=208R^{1.5}$



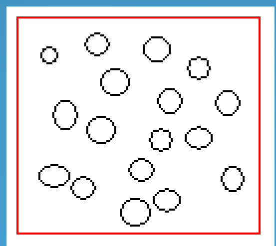
Z = 30 dBZ

R = 2.85 mm/h

- **Summer**

Cumulus

$Z=38R^{1.5}$

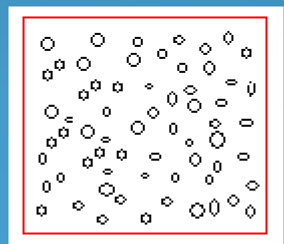


Z = 30 dBZ

R = 8.93 mm/h

Cumulonimbus

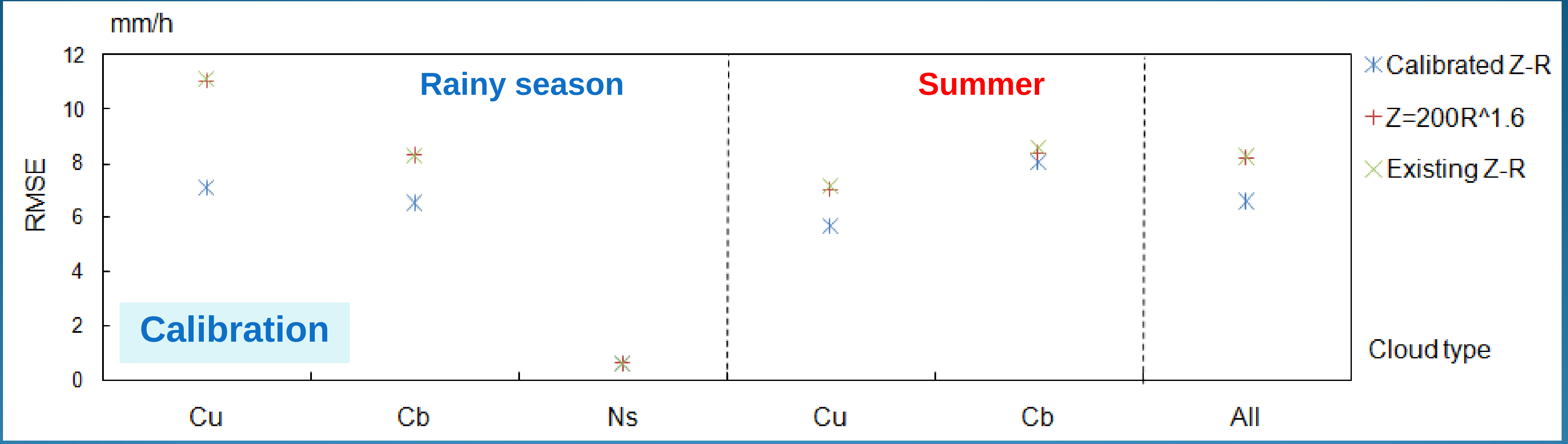
$Z=90R^{1.5}$

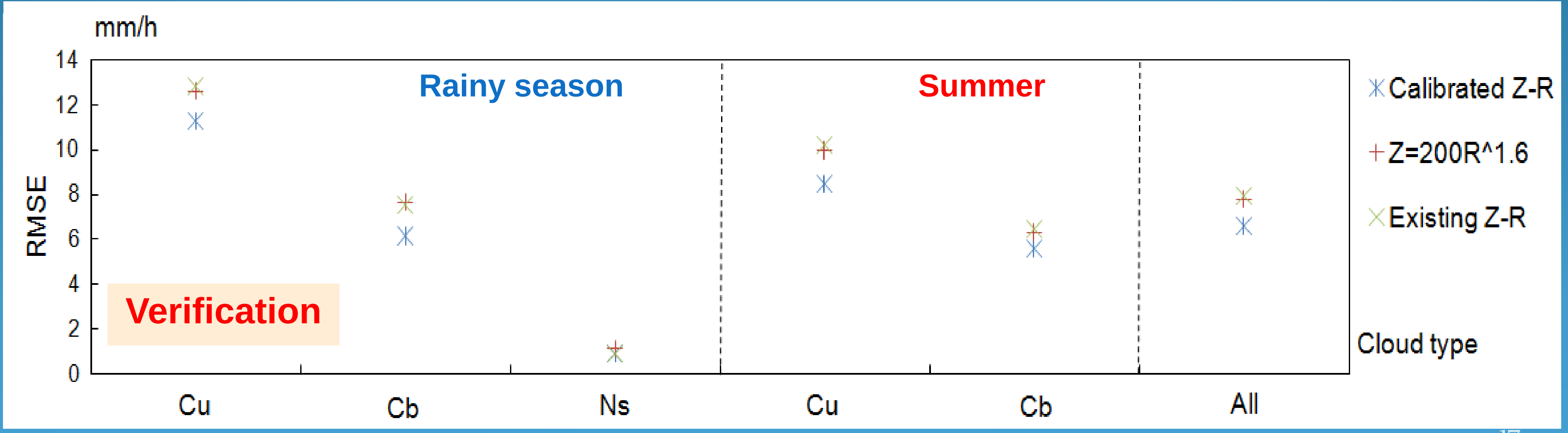


Z = 30 dBZ

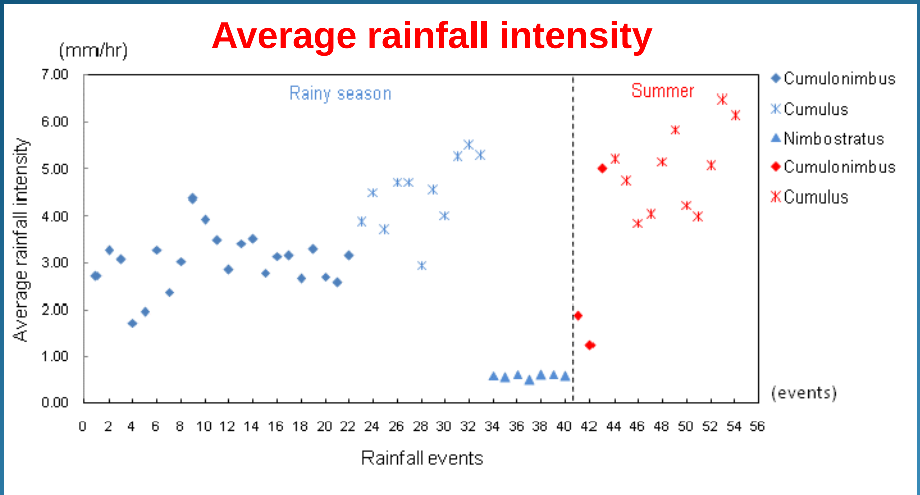
R = 4.99 mm/h

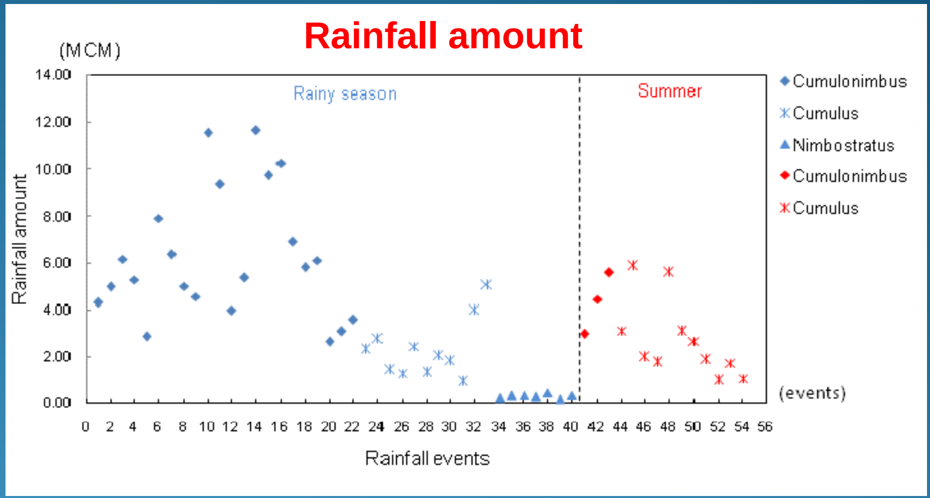
RMSE obtained by using different *Z-R* relationships

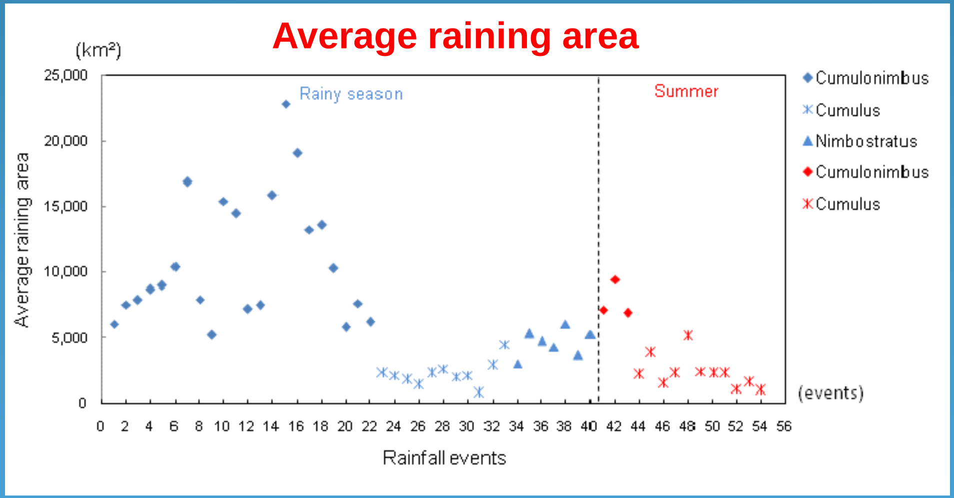




Evaluating of radar rainfall using the proposed *Z-R* relationships







Conclusions

- The classification parameters to classify a rainfall event consists of raining area, average velocity, life cycle, coefficient of spatial variation of rainfall intensity and average reflectivity value of a rainfall event.

- The proposed classification criteria can identify rain-cloud type of the validated rainfall events correctly by 83%.

- The ***'a'*** parameters of the proposed *Z-R* relationships of Cu, Cb and Ns rain-clouds were increased respectively, if ***b*** parameter was fixed.

- Using the proposed *Z-R* relationship of each rain-cloud type to estimate radar rainfall gave more accurate rainfall data than $Z=300R^{1.4}$ and $Z=200R^{1.6}$.

- Rainfall amount, rainfall intensity and raining area of rainfall events calculated from the proposed *Z-R* relationship of each rain-cloud type were corresponding to their physical characteristics.

Acknowledgements

- The Bureau of Royal Rainmaking and Agricultural Aviation (Thailand) for funding support by grant No. 11/2551 and providing the radar and rain gauge data used in this study.

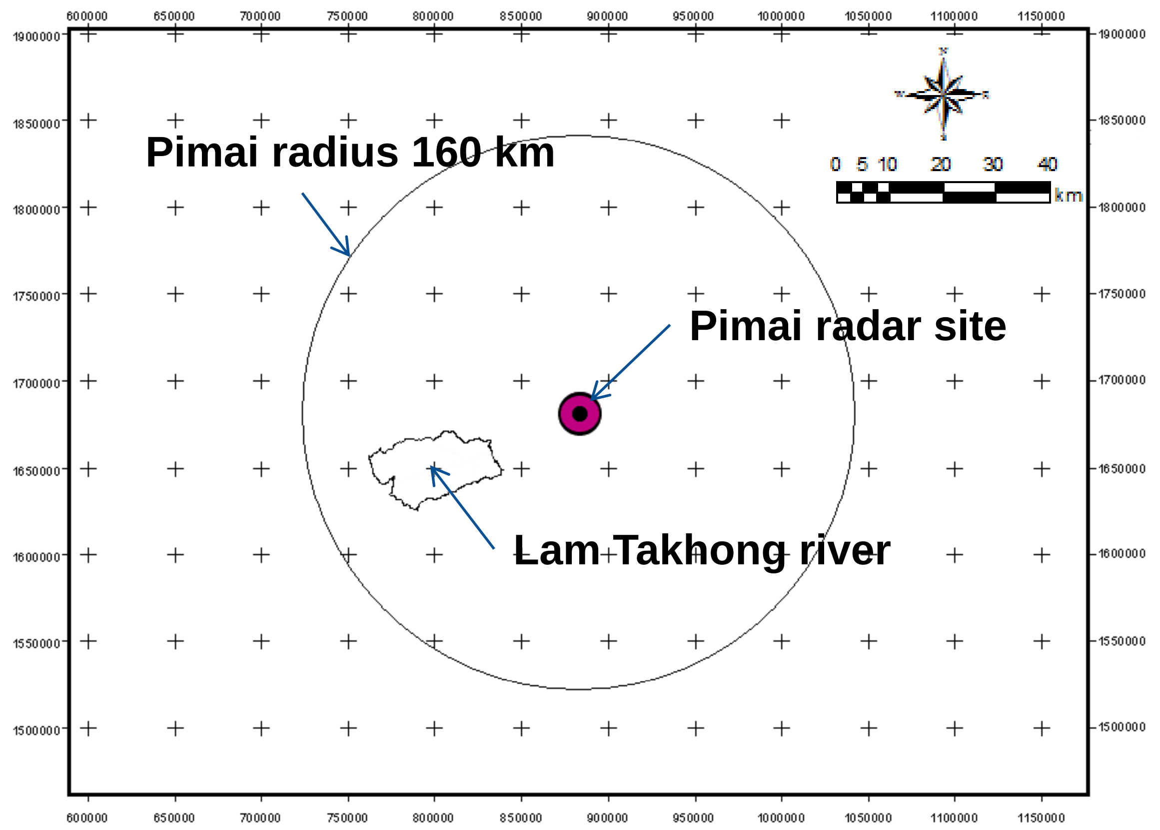
- Mahanakorn University of Technology, Bangkok, Thailand.

Application of Weather Radar Data for Runoff Estimation Case Study : Lam Thakong Basin

C. Wuttisak and S. Chumchean

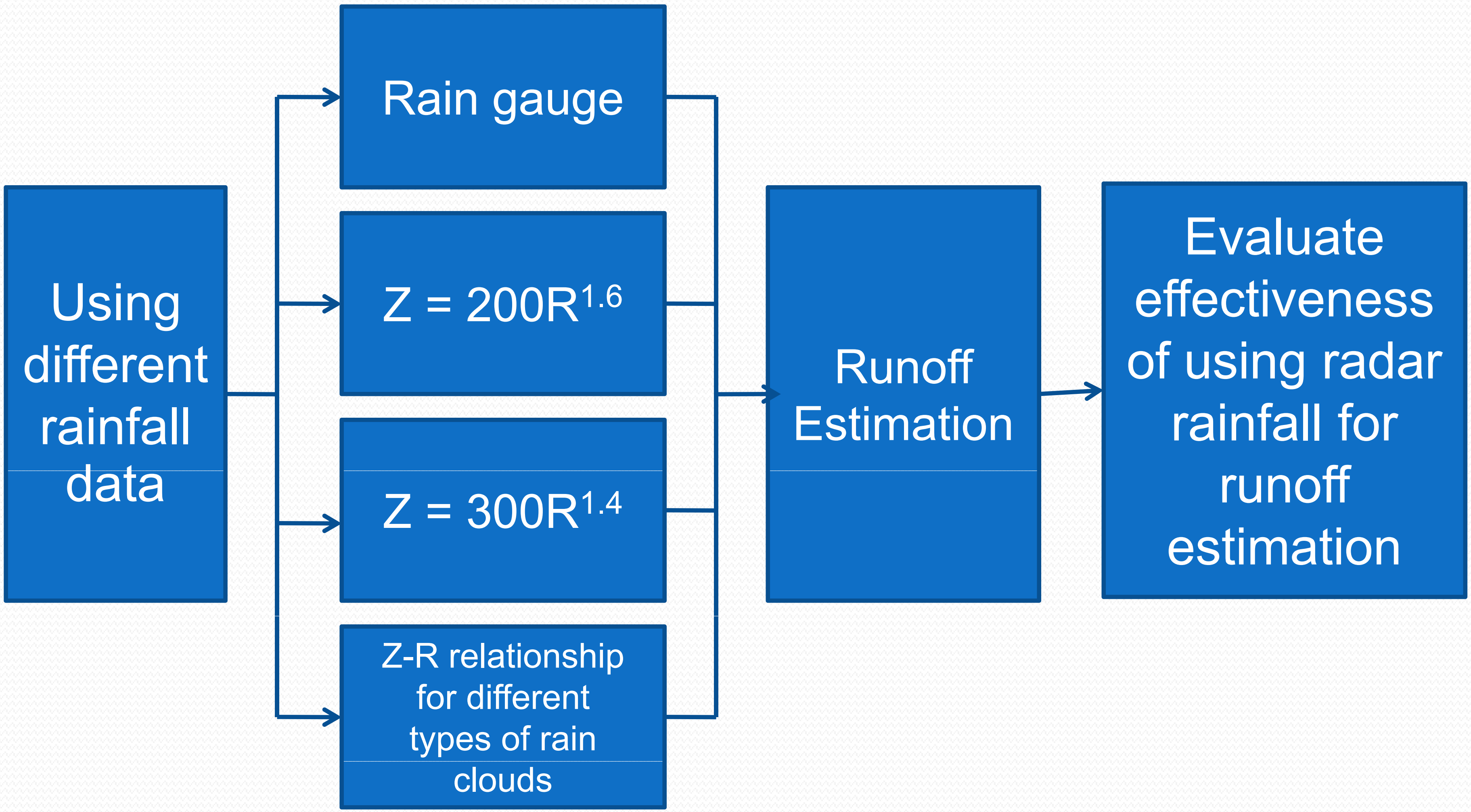
[1] Department of Civil Engineering, Mahanakorn University of Technology, THAILAND

Study area

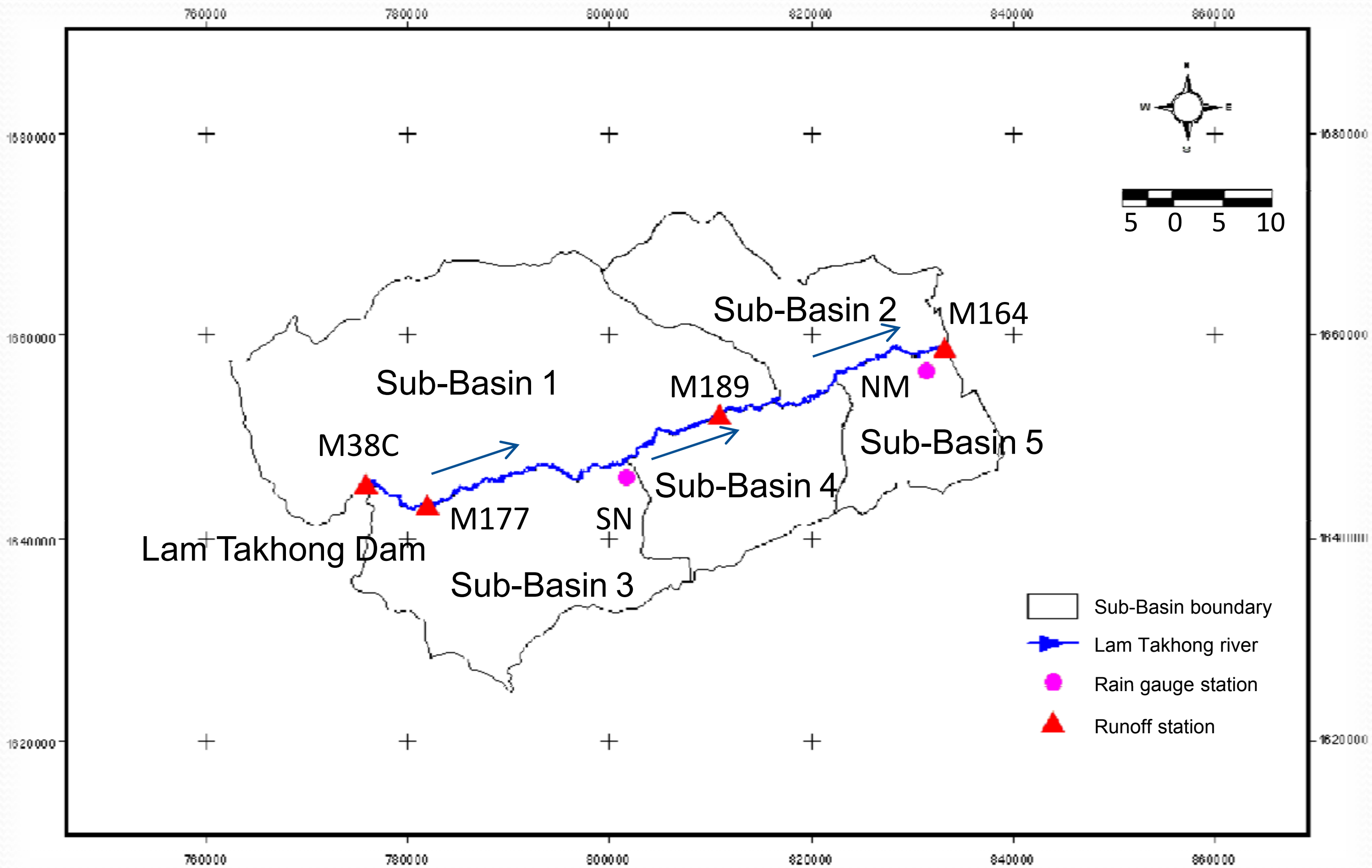


- ✓ Located inside the Pimai radius
- ✓ Rainfall and stream flow stations
- ✓ Basin area around 2,180 km^2

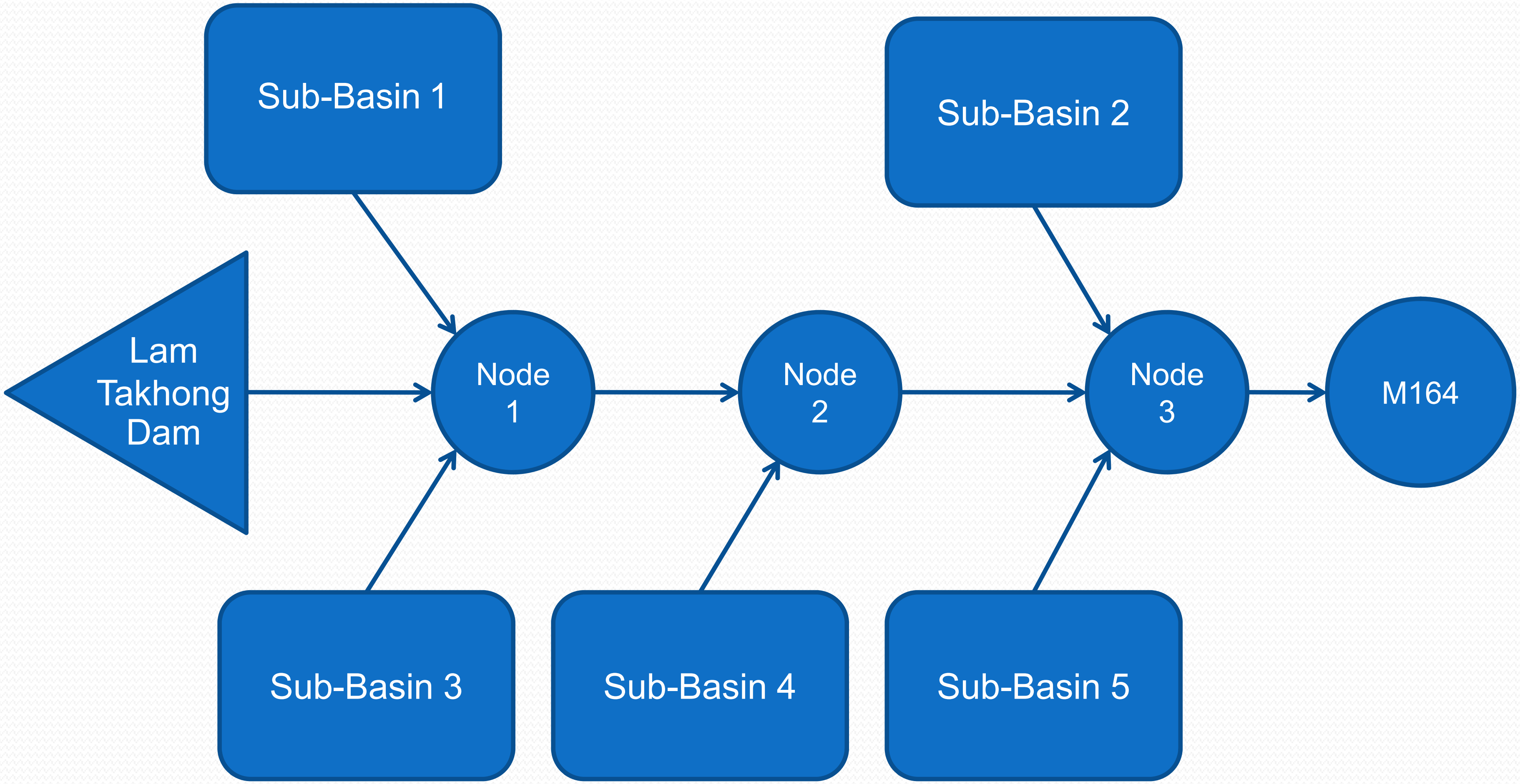
Methodology



Sub-Basin Classification



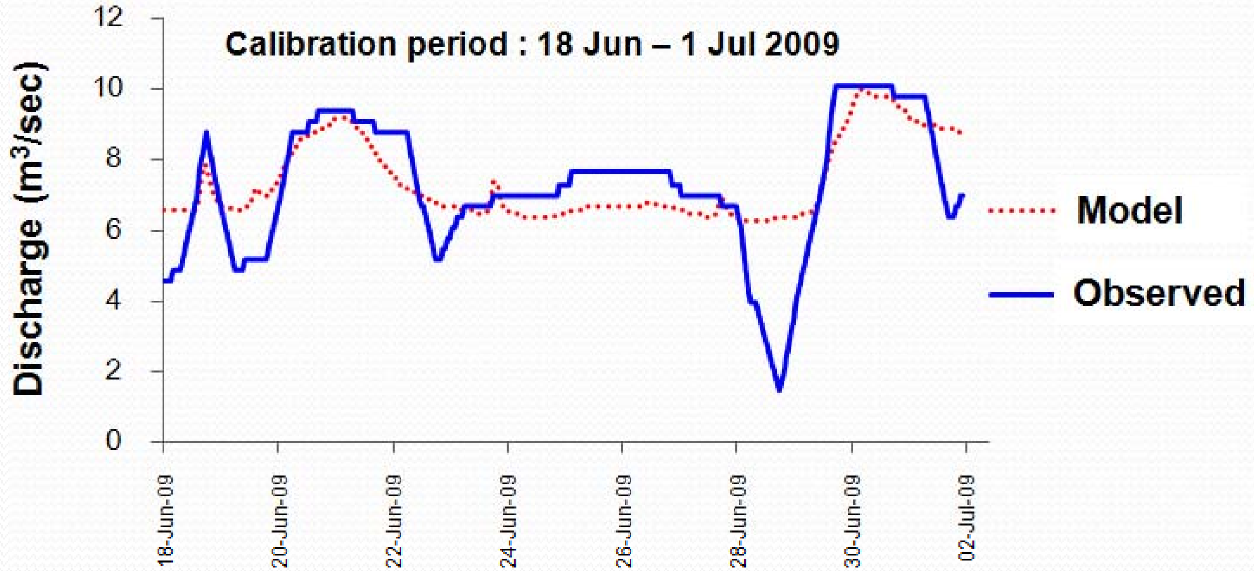
Schematic flow direction for HEC-HMS

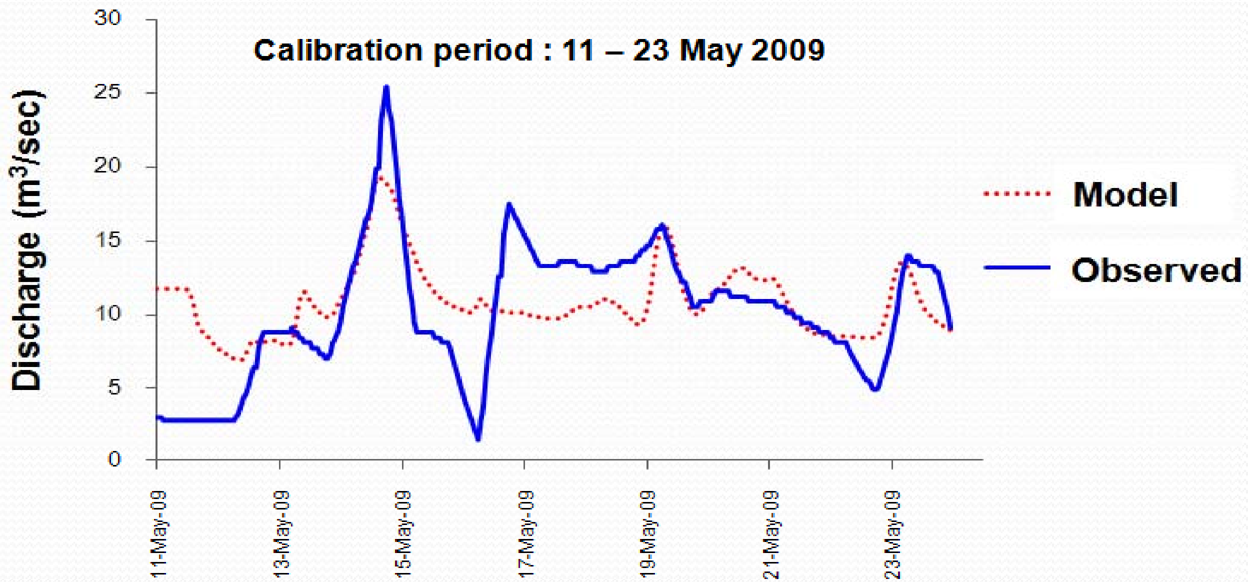


Parameter calibration

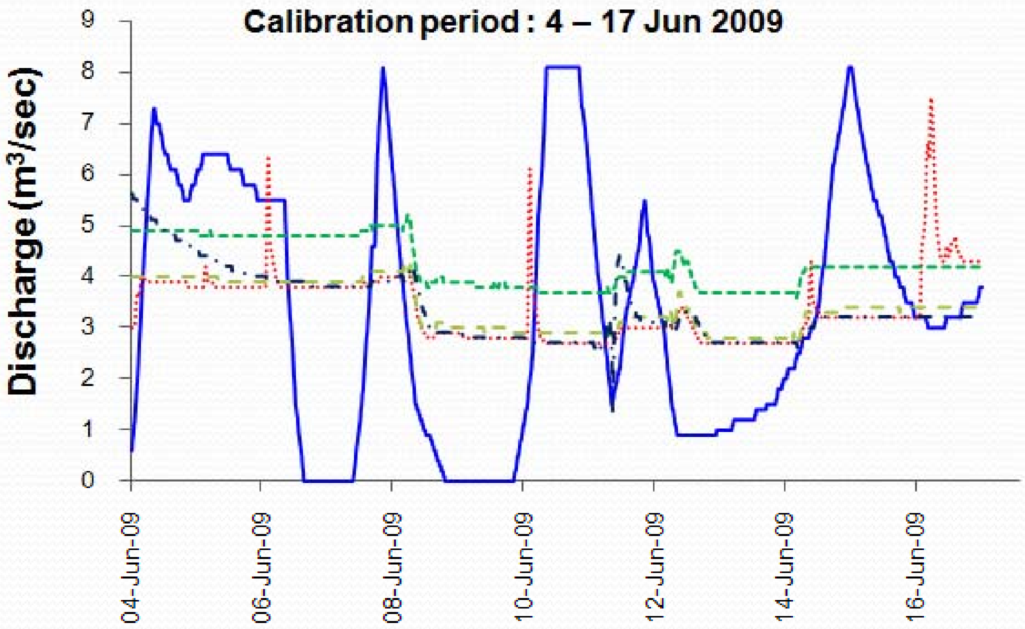
Component of Model	Method	Parameter
Loss of runoff	The SCS curve number	Initial abstraction
		Curve number
		Impervious
Surface flow	The SCS Unit hydrograph	SCS Lag
		Recession constant
Base flow	Exponential recession	Base flow Initial flow
		Base flow threshold flow
Runoff	Muskingum	Muskingum K
		Muskingum X
		Number of steps

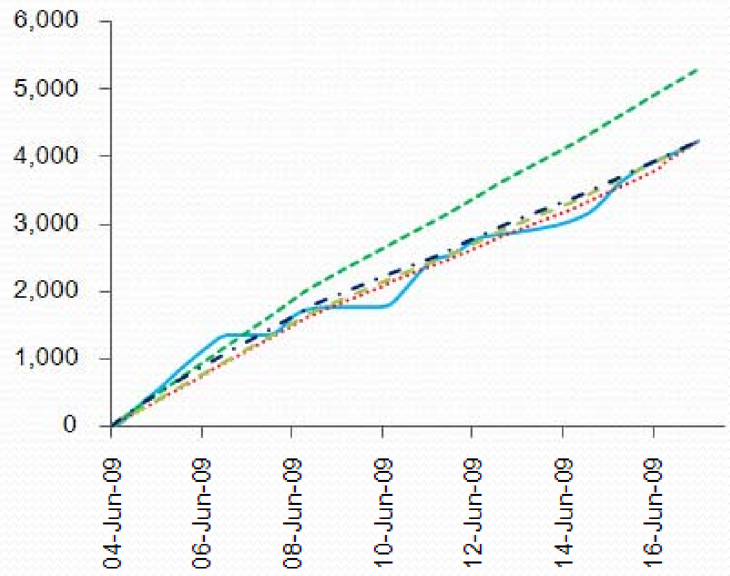
Calibration Results





Calibration results (Cont.)

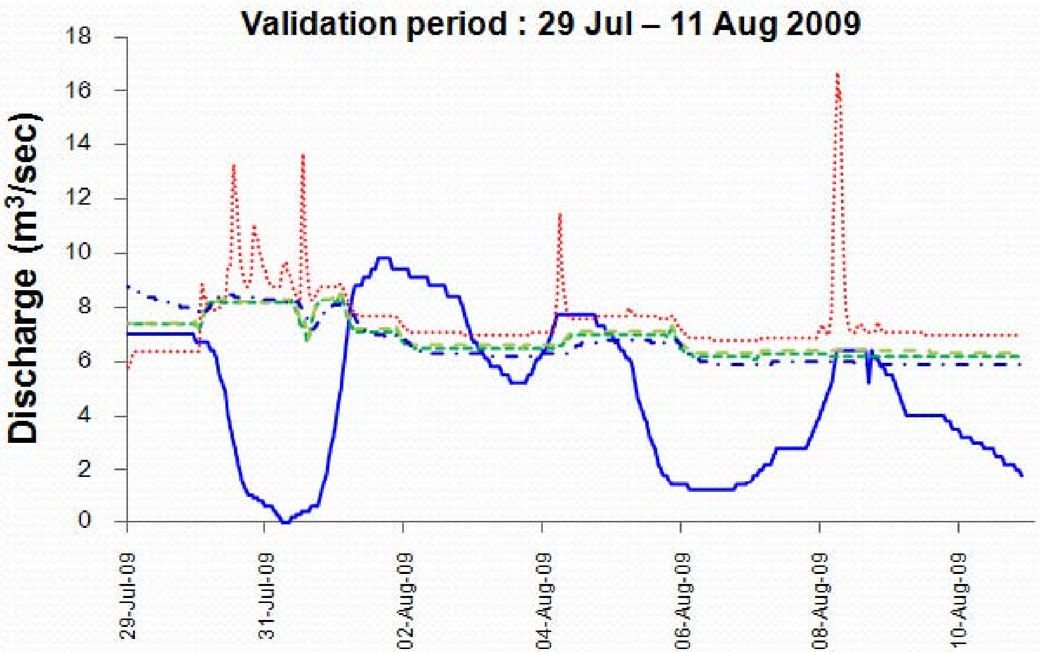


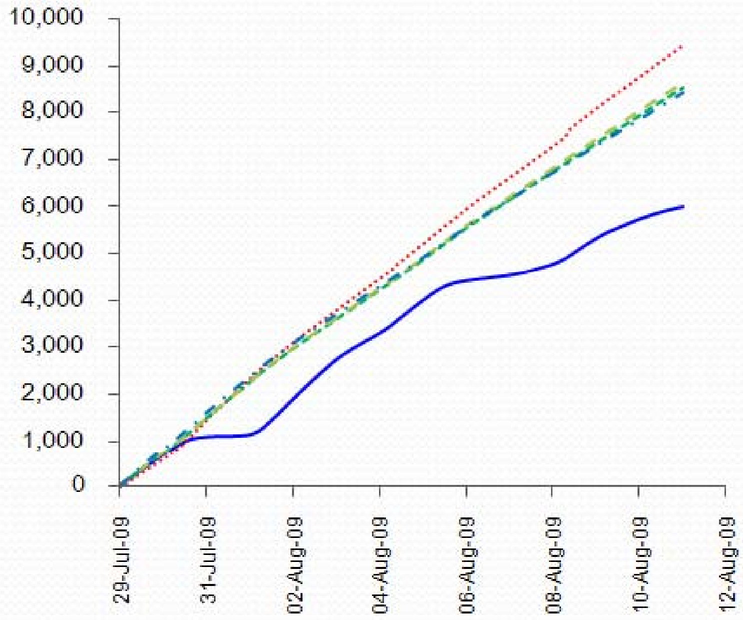


- Observed
- Rain gauge
- $Z = 200R^{1.6}$
- $Z = 300R^{1.4}$
- Z-R relationship for different types of rain clouds

Rain	RMSE (m^3/sec)	Percent Error (%)
Rain gauge	2.48	0.08
$Z = 200R^{1.6}$	2.54	0.24
$Z = 300R^{1.4}$	2.42	0.10
Z-R relationship for different types of rain clouds	2.41	0.07

Application to rainfall–runoff model





Observed

Rain gauge

Z = 200R$^{1.6}$

Z = 300R$^{1.4}$

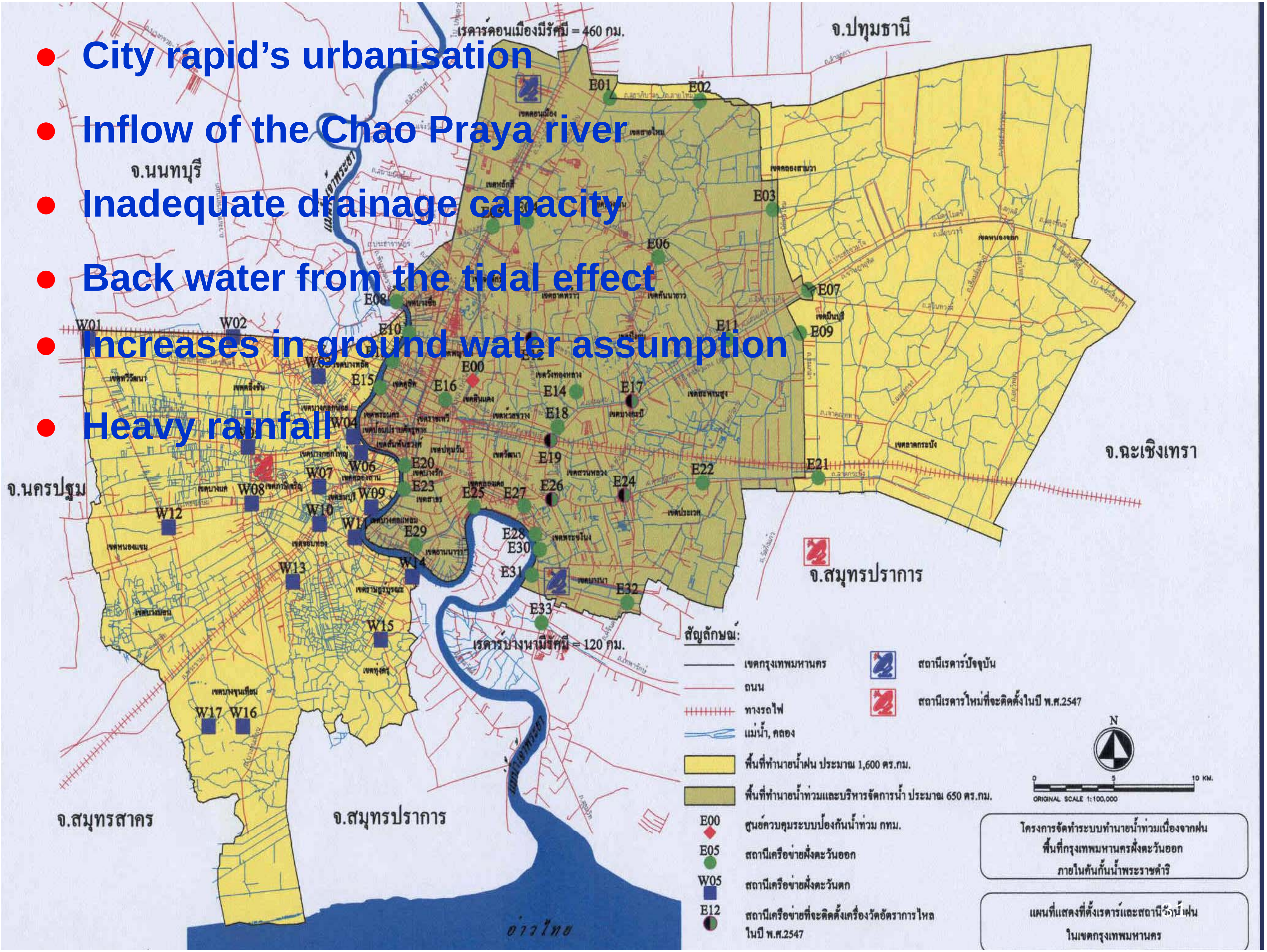
Z-R relationship for different types of rain clouds

Rain	RMSE (m^3/sec)	Percent Error (%)
Rain gauge	3.60	57.20
Z = 200R$^{1.6}$	3.50	42.33
Z = 300R$^{1.4}$	3.54	44.15
Z-R relationship for different types of rain clouds	3.45	40.46

Bangkok Flood Forecasting System

Siriluk Chumchean
Mahanakorn University of Technology, Bangkok, Thailand
Thomas Einfalt
Hydro & meteo GmbH& Co. KG, GBR
Kannika Pahonepipat
Asdecon Corporation Co., Ltd., Thailand

- City rapid's urbanisation
- Inflow of the Chao Praya river
- Inadequate drainage capacity
- Back water from the tidal effect
- Increases in ground water assumption
- Heavy rainfall



Flooding in Bangkok 1983


Flooding in Bangkok 1983

Flooding in Bangkok 1995

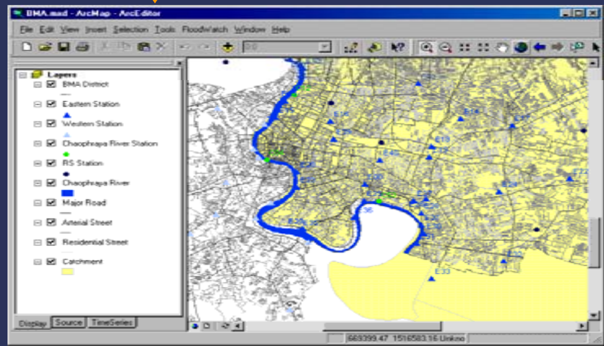
Objectives of the project

- To integrate information from rain gauges, hydrometric stations, radar measurements, and NWP results for forecasting of rainfall over **12- hour ahead**
- To forecast rainfall over Bangkok area with **60%** accuracy within 3 hour forecast horizontal
- To predict water levels within **5 cm** accuracy by updating the forecast water levels every hour

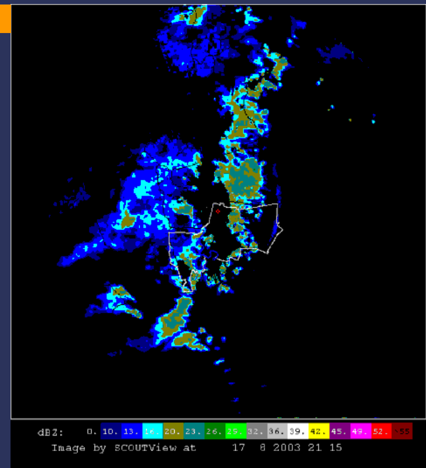
Department of Drainage and Sewerage (DDS)
Bangkok Metropolitan Administration (BMA)

FLOOD FORECASTING AND MANAGEMENT SYSTEM

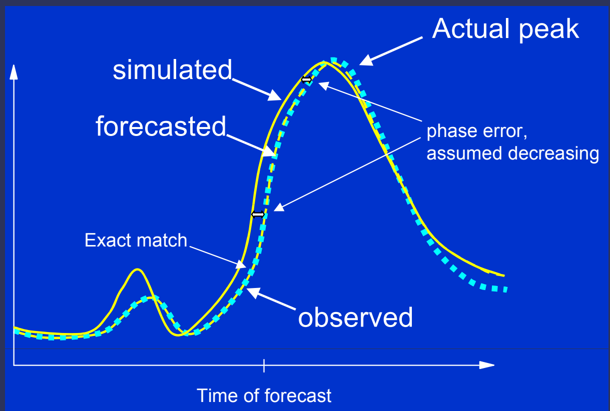
REAL TIME TELEMETRY



FLOOD WATCH



SCOUT RAINFALL FORECAST



MIKE 11

DISSEMINATION

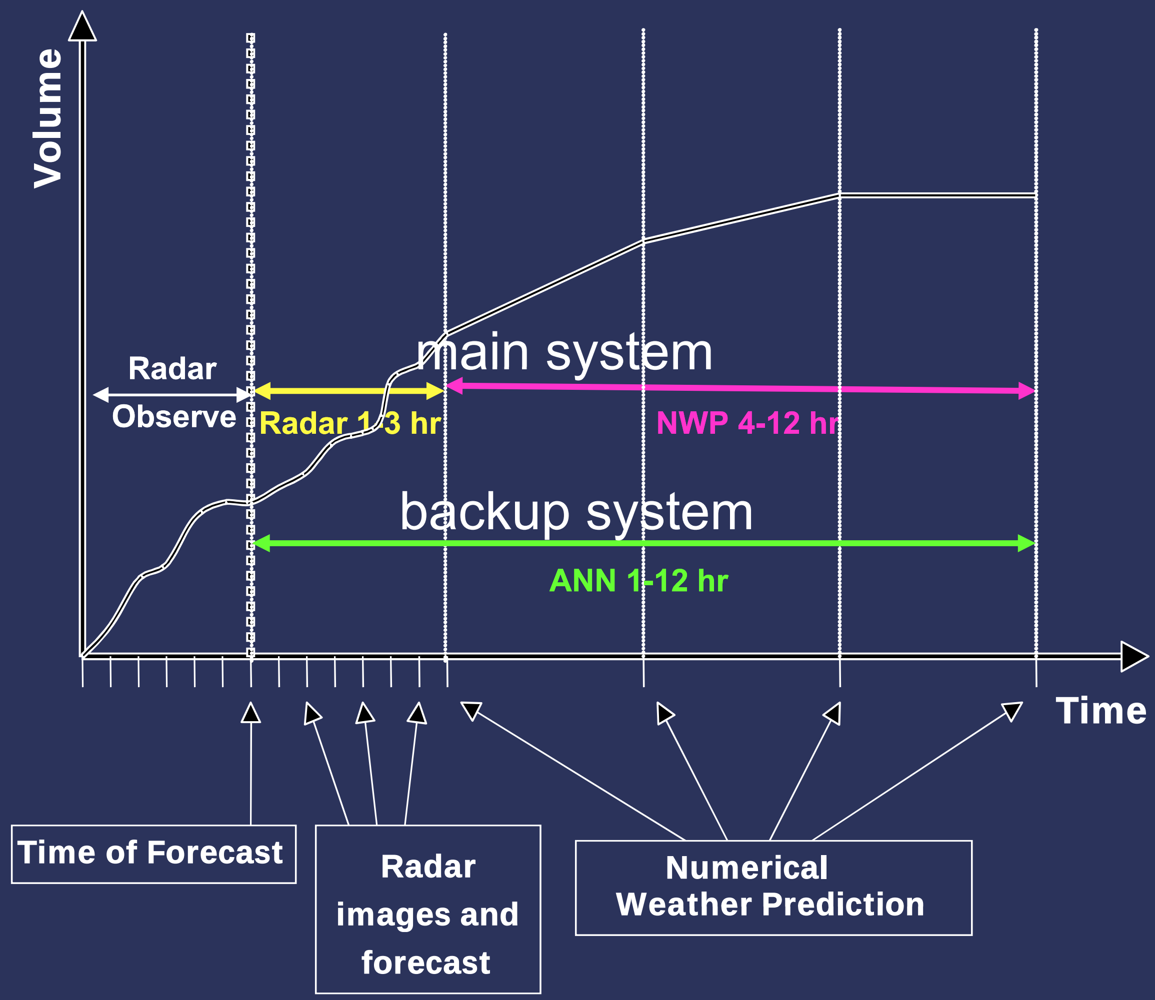
MIKE 11 GIS FLOOD MAPPING

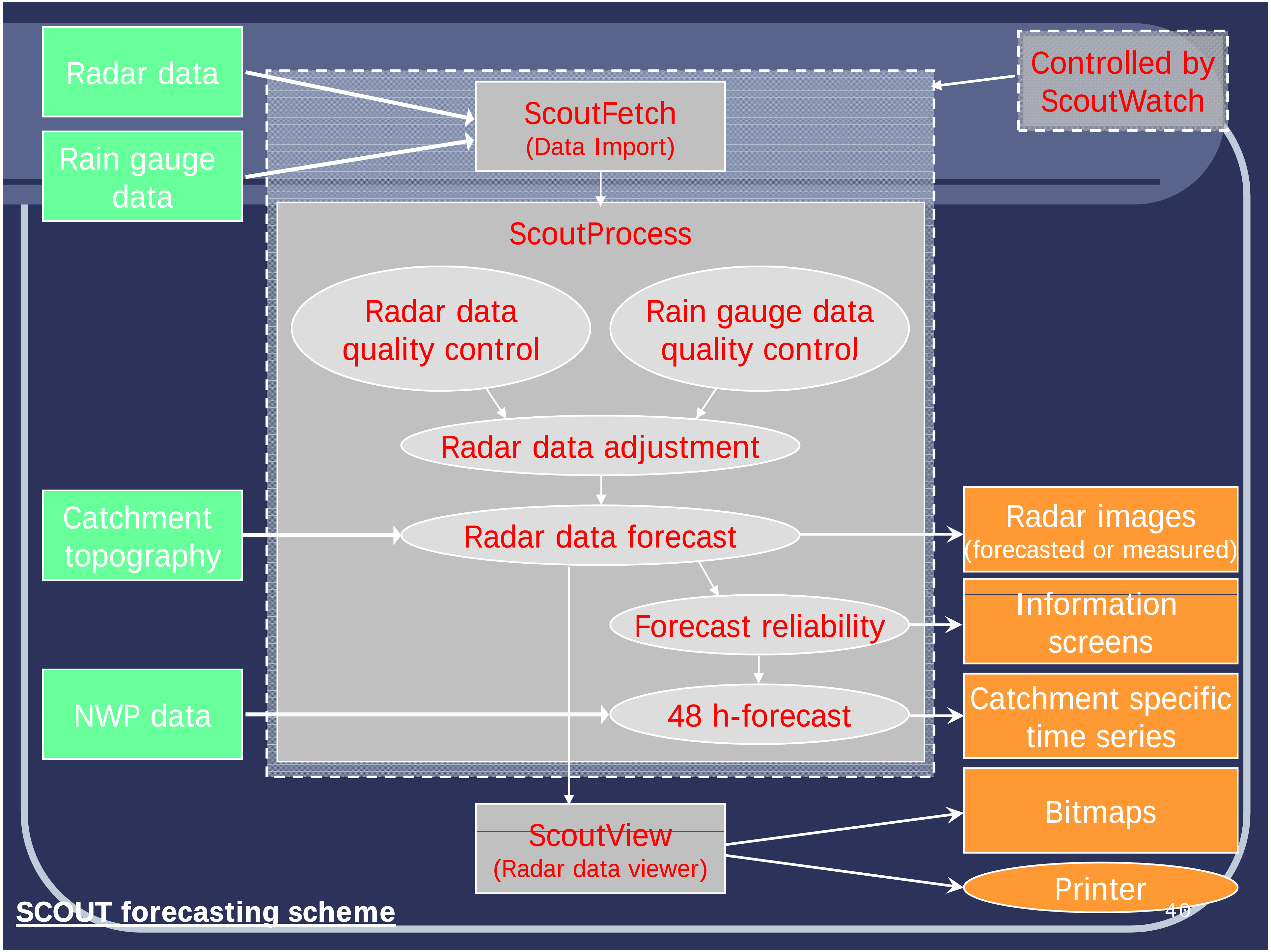
BKK Rainfall Forecasting System

Objectives of rainfall forecasting system

- Prepare rainfall information for the FLOODWATCH water level forecast
- Prepare rainfall information for the web
- Provide warning information in real time

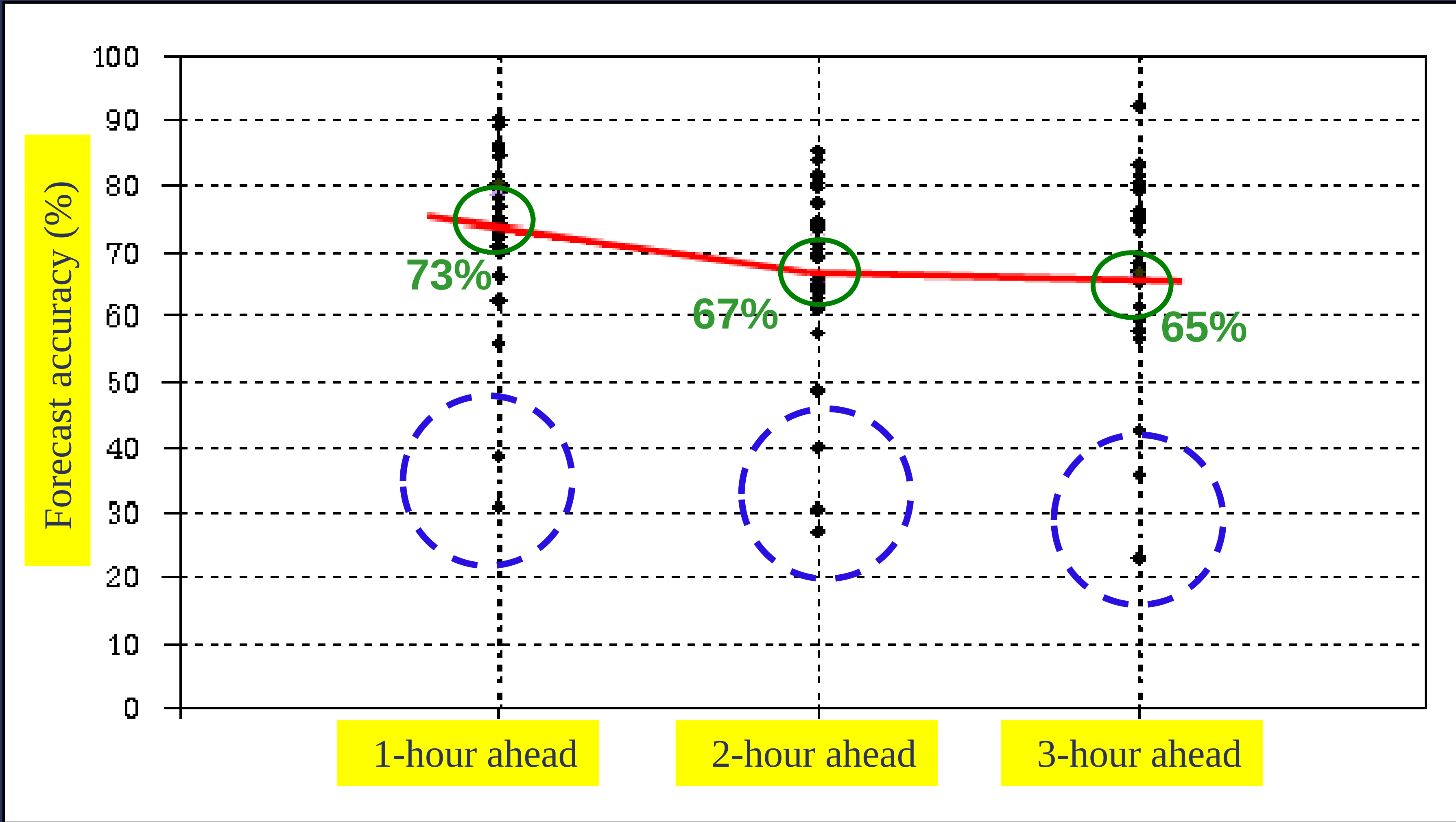
Forecast combination





SCOUT forecasting scheme

Results (30 events)



Forecast combination (4-12 hours)

Thailand NWP model: prediction every 12 hours, 1 hour time step

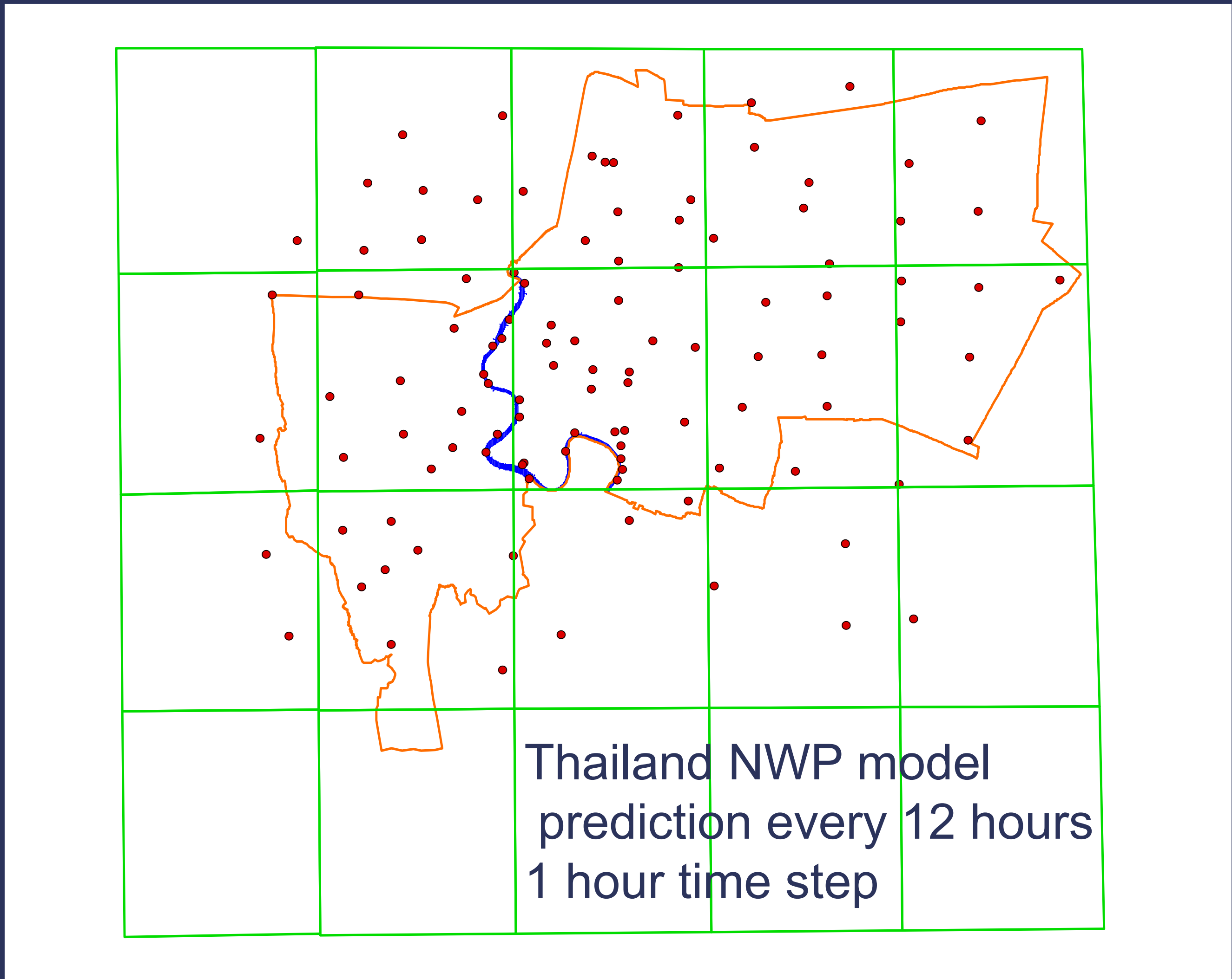
now

UTC time

	hour 1	hour 2	hour 3	hour 4	hour 5	hour 6	hour 7	hour 8	hour 9	hour 10	hour 11	hour 12		hour 48
NWP rainfall forecasts	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	→	60 min
Don Muang radar measurements	30 min 30 min	30 min 30 min	30 min 30 min	30 min 30 min	30 min 30 min	30 min 30 min	60 min	60 min	60 min					

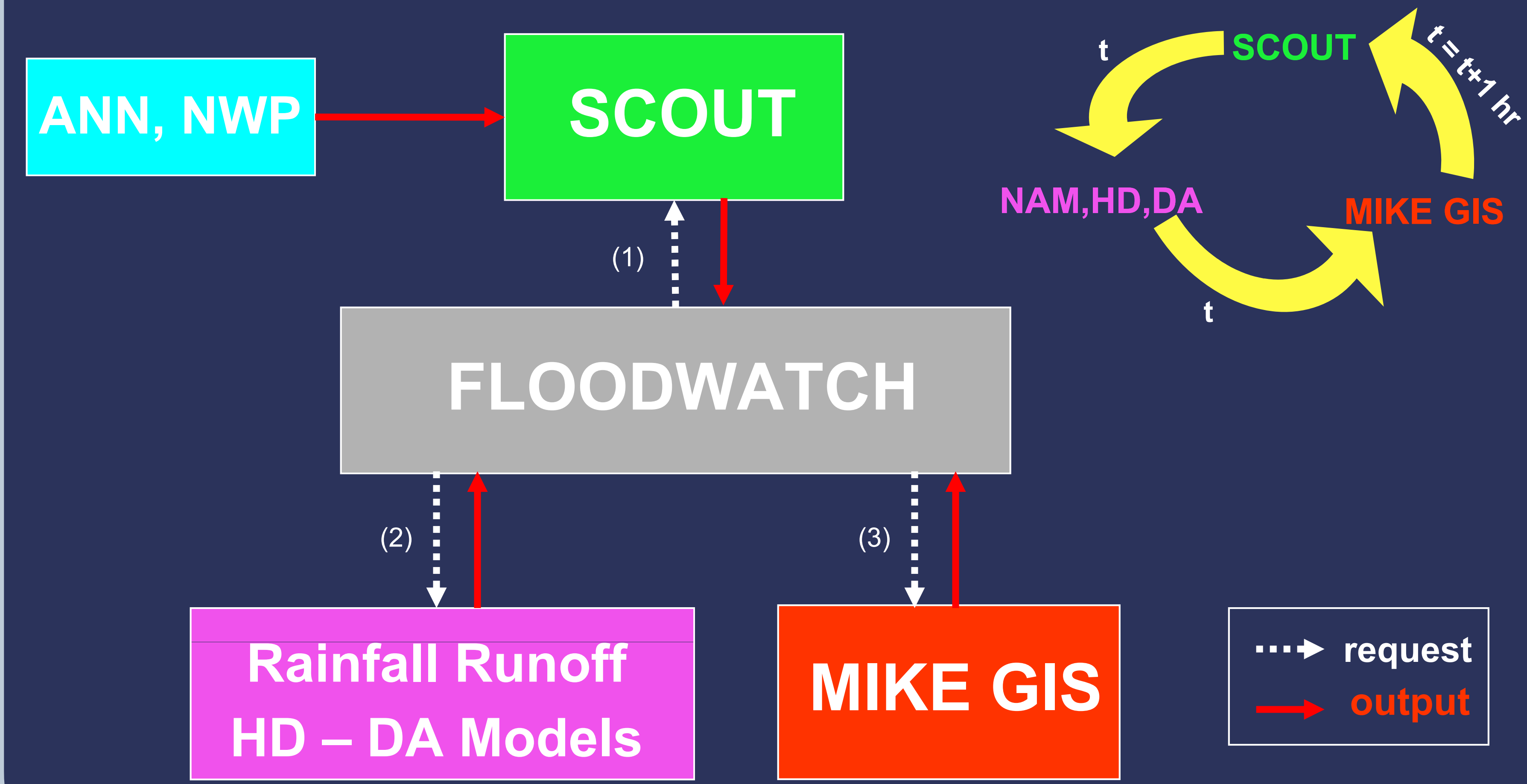
42 hours

Rainfall forecast for 4-12 hr using NWP result

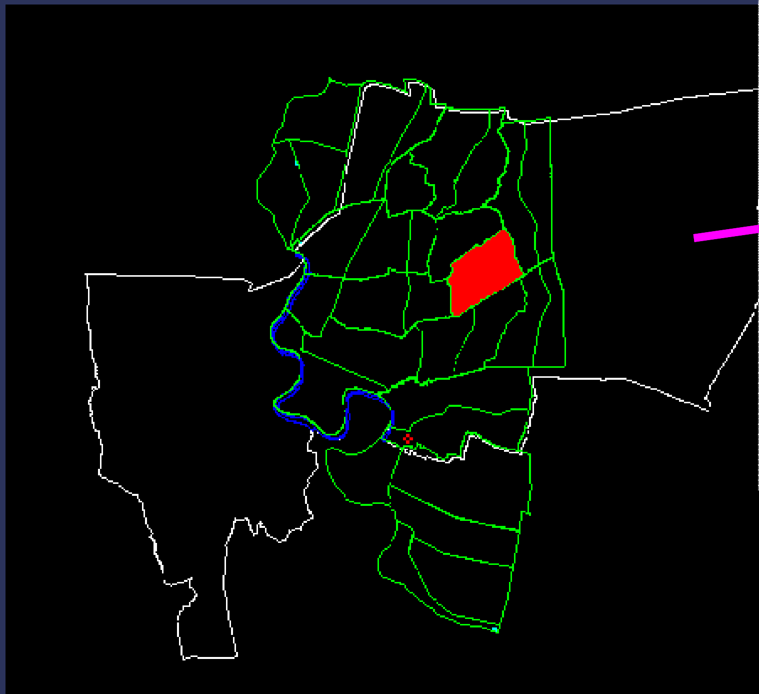


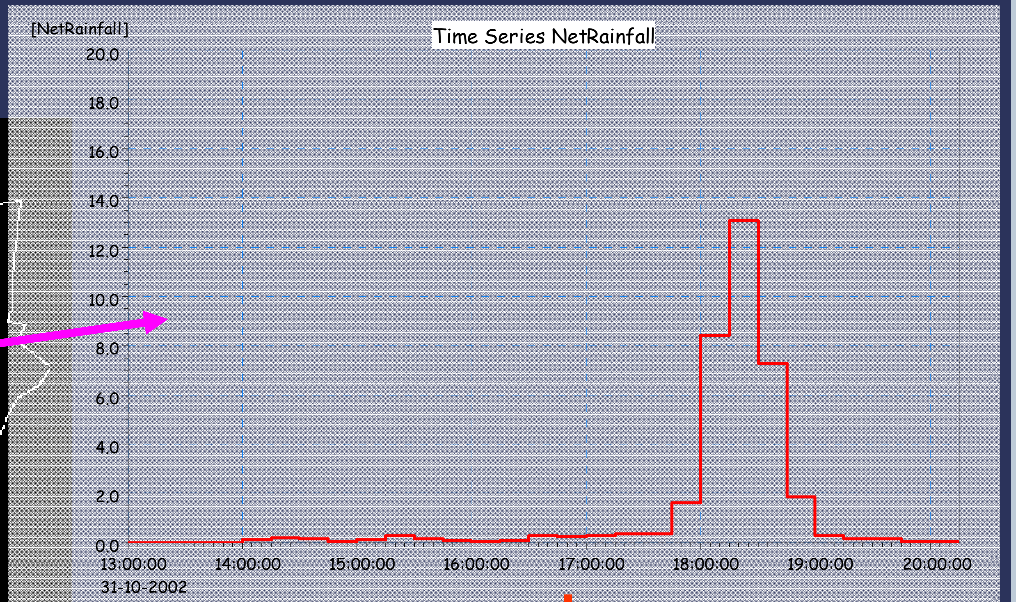
Application of rainfall forecast for flood forecasting

Flood forecasting system



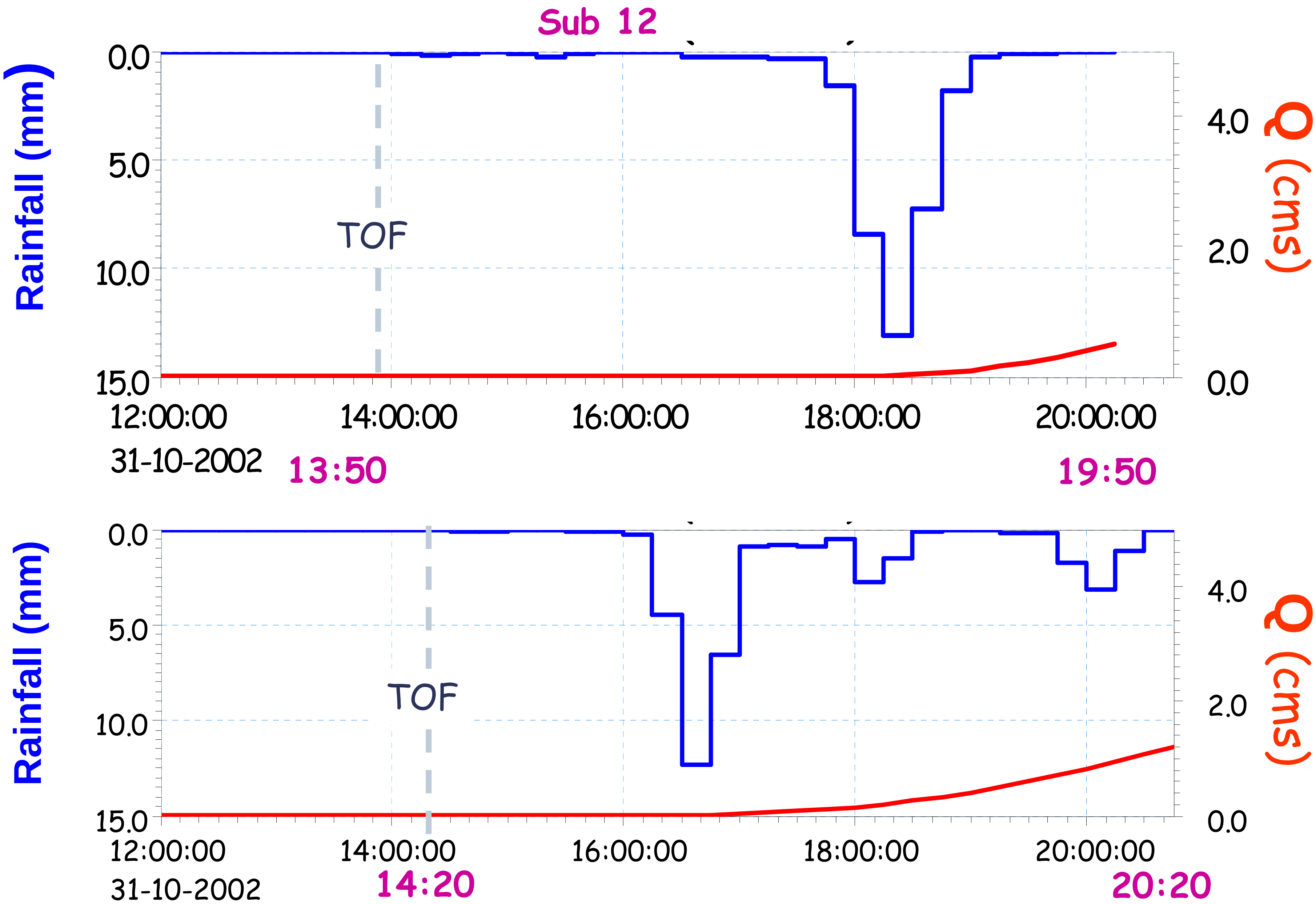
Rainfall forecast time series of each sub-catchment



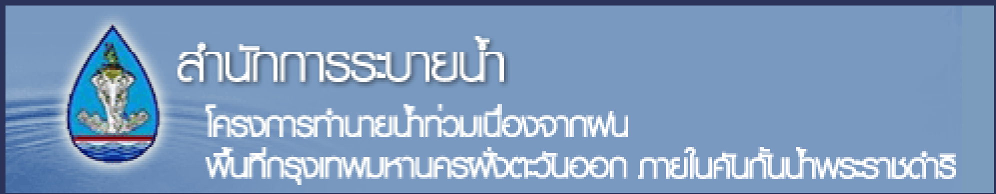


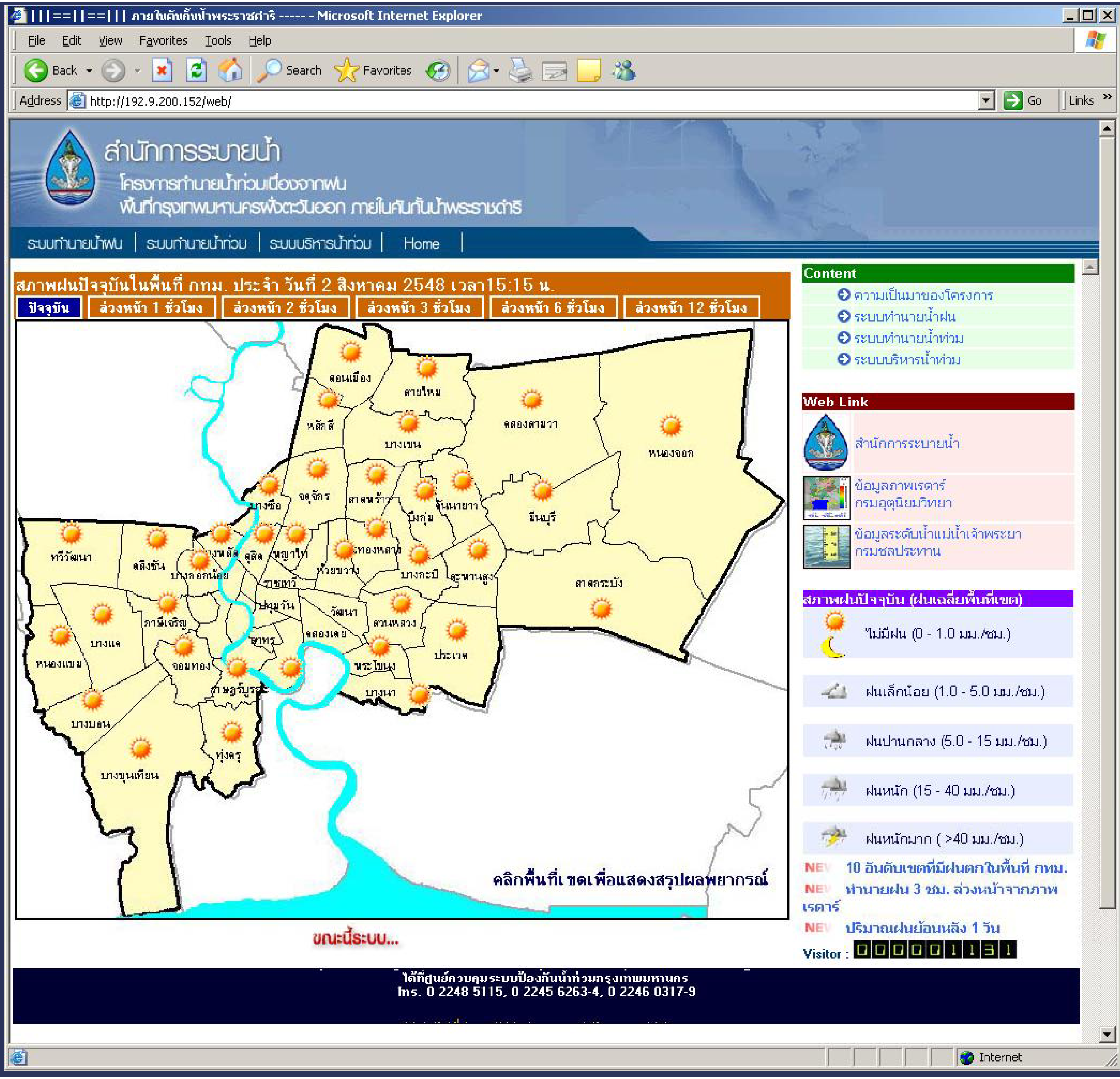
Send forecast time series to Hydrological Model

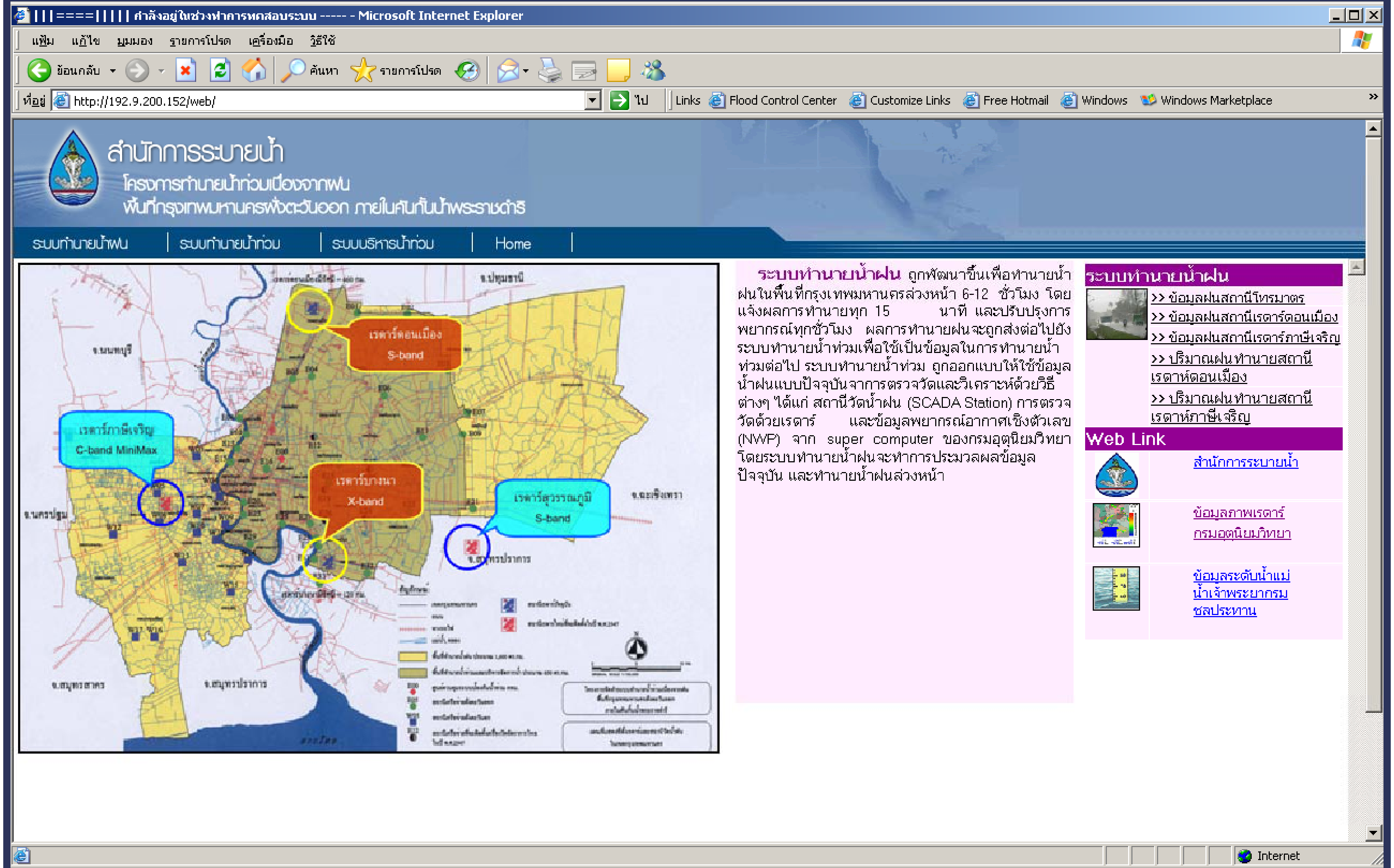
Rainfall-Runoff Module



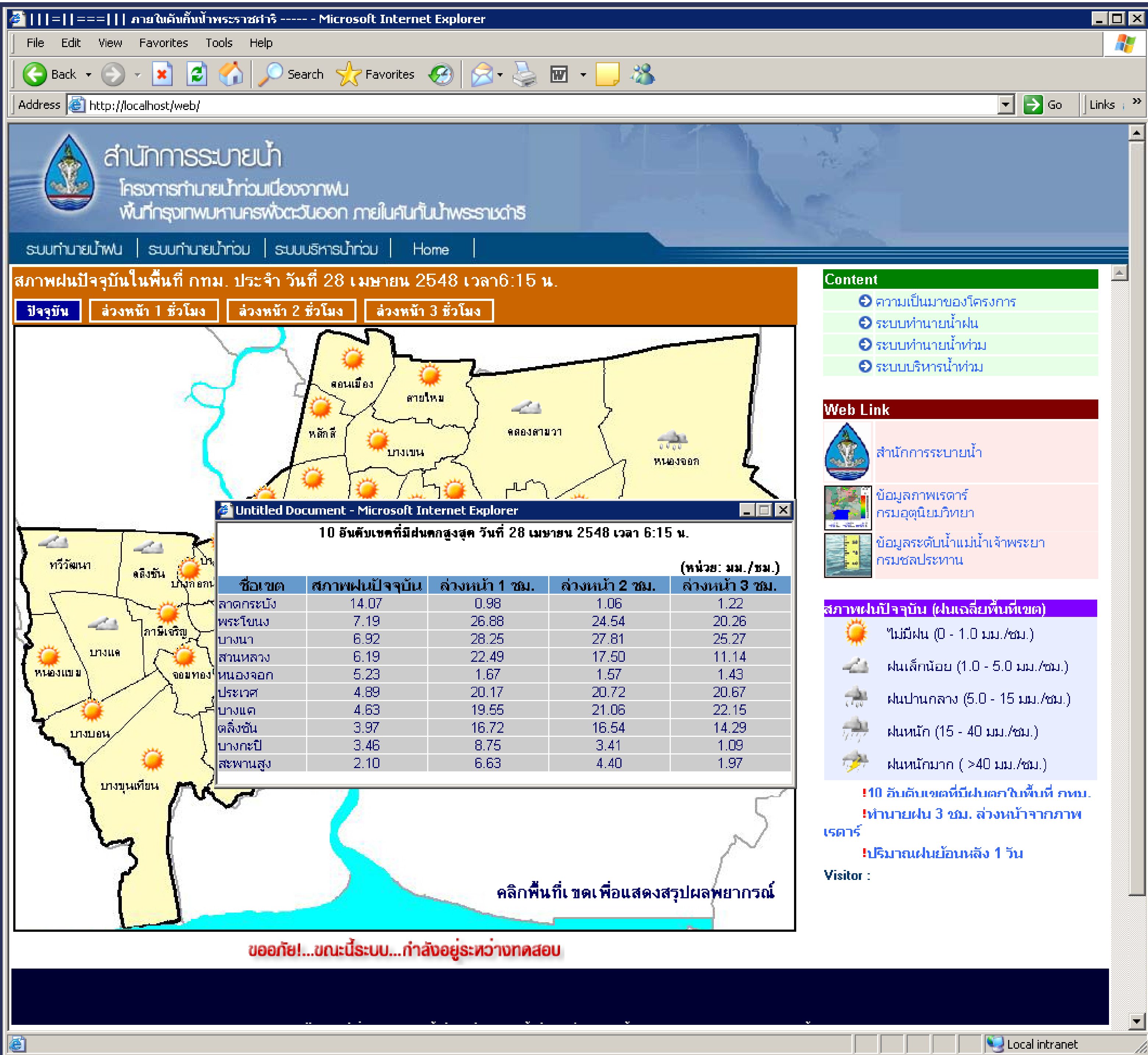
Rainfall information on Web-site




Microsoft Internet Explorer
File Edit View Favorites Tools Help
Back Search Favorites
Address http://192.9.200.152/web/
Go Links
สำนักการระบายน้ำ
โครงการทำนายน้ำท่วมเนื่องจากฝน
พื้นที่กรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก ภายในคันกั้นน้ำพระราชดำริ
ระบบทำนายน้ำฝน | ระบบทำนายน้ำท่วม | ระบบบริหารน้ำท่วม | Home
สภาพฝนปัจจุบันในพื้นที่ กทม. ประจำ วันที่ 2 สิงหาคม 2548 เวลา15:15 น.
ปัจจุบัน
ล่วงหน้า 1 ชั่วโมง
ล่วงหน้า 2 ชั่วโมง
ล่วงหน้า 3 ชั่วโมง
ล่วงหน้า 6 ชั่วโมง
ล่วงหน้า 12 ชั่วโมง
ดอนเมือง
สายไหม
หลักสี่
บางเขน
คลองสามวา
หนองจอก
มีนบุรี
ลาดกระบัง
ทวีวัฒนา
ตลิ่งชัน
บางกอกน้อย
ภาษีเจริญ
บางแค
หนองแขม
จอมทอง
บางบอน
บางขุนเทียน
ทุ่งครุ
ราษฎร์บูรณะ
ประเวศ
สวนหลวง
พระโขนง
บางนา
คลองเตย
วัฒนา
ปทุมวัน
บางกะปิ
ลาดพร้าว
บึงกุ่ม
จตุจักร
ดุสิต
พญาไท
ราชเทวี
ห้วยขวาง
สาทร
คลิกพื้นที่เขตเพื่อแสดงสรุปผลพยากรณ์
ขณะนี้ระบบ...
Content
ความเป็นมาของโครงการ
ระบบทำนายน้ำฝน
ระบบทำนายน้ำท่วม
ระบบบริหารน้ำท่วม
Web Link
สำนักการระบายน้ำ
ข้อมูลภาพเรดาร์ กรมอุตุนิยมวิทยา
ข้อมูลระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา กรมชลประทาน
สภาพฝนปัจจุบัน (ฝนเฉลี่ยพื้นที่เขต)
ไม่มีฝน (0 - 1.0 มม./ชม.)
ฝนเล็กน้อย (1.0 - 5.0 มม./ชม.)
ฝนปานกลาง (5.0 - 15 มม./ชม.)
ฝนหนัก (15 - 40 มม./ชม.)
ฝนหนักมาก (>40 มม./ชม.)
10 อันดับเขตที่มีฝนตกในพื้นที่ กทม.
ทำนายฝน 3 ชม. ล่วงหน้าจากภาพเรดาร์
ปริมาณฝนย้อนหลัง 1 วัน
Visitor : 000001131
ได้ที่ศูนย์ควบคุมระบบป้องกันน้ำท่วมกรุงเทพมหานคร
โทร. 0 2248 5115, 0 2245 6263-4, 0 2246 0317-9
Internet



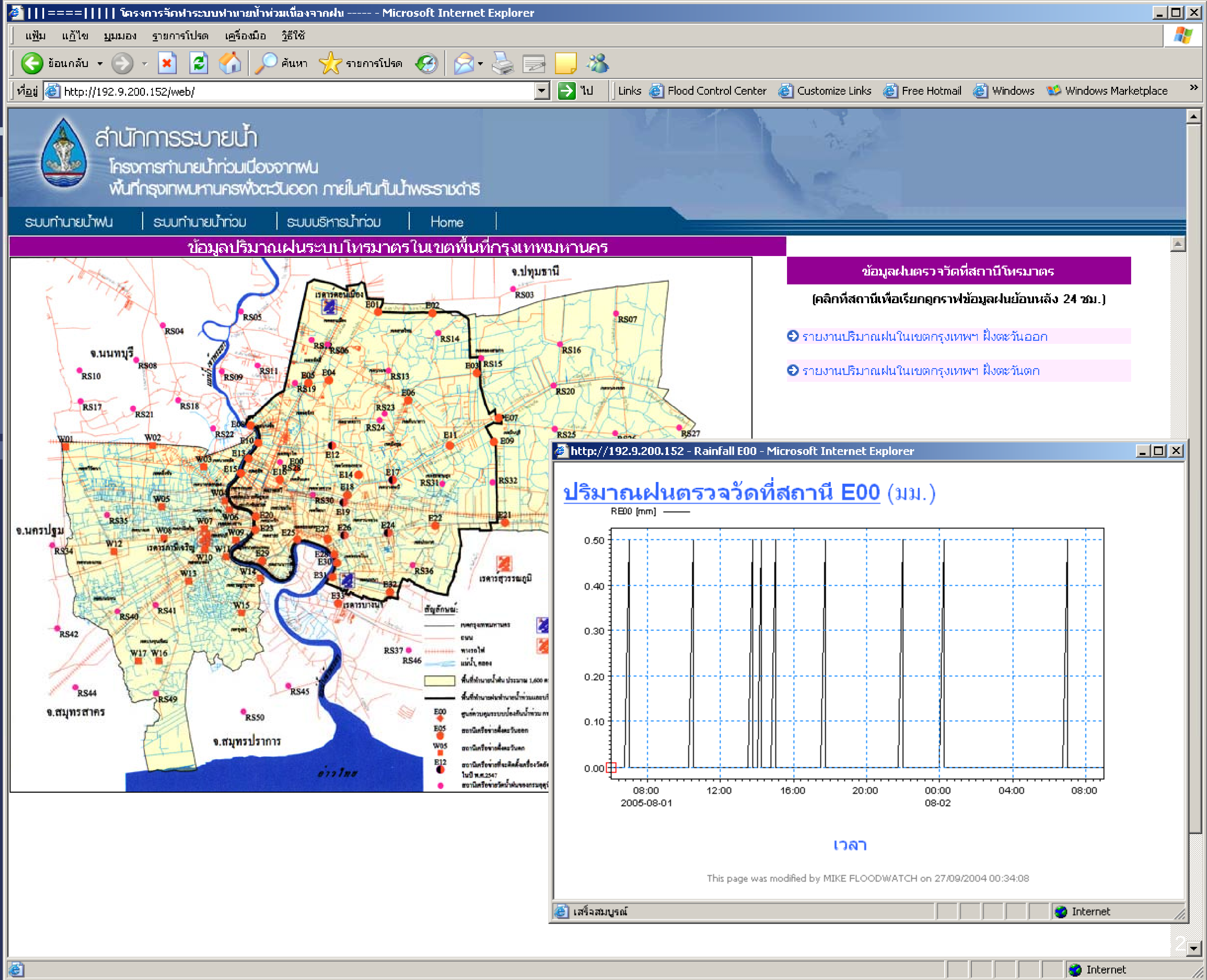
|||====|||| กำลังอยู่ในช่วงทำการทดสอบระบบ ----- - Microsoft Internet Explorer
แฟ้ม แก้ไข มุมมอง รายการโปรด เครื่องมือ วิธีใช้
ย้อนกลับ ค้นหา รายการโปรด
ที่อยู่ http://192.9.200.152/web/ ไป
Links Flood Control Center Customize Links Free Hotmail Windows Windows Marketplace
สำนักการระบายน้ำ
โครงการทำนายน้ำท่วมเนื่องจากฝน
พื้นที่กรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก ภายในคันกั้นน้ำพระราชดำริ
ระบบทำนายน้ำฝน
ระบบทำนายน้ำท่วม
ระบบบริหารน้ำท่วม
Home
เรดาร์ดอนเมือง S-band
เรดาร์ภาษีเจริญ C-band MiniMax
เรดาร์บางนา X-band
เรดาร์สุวรรณภูมิ S-band
จ.ปทุมธานี
จ.นนทบุรี
จ.นครปฐม
จ.ฉะเชิงเทรา
จ.สมุทรสาคร
จ.สมุทรปราการ
ระบบทำนายน้ำฝน ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อทำนายน้ำฝนในพื้นที่กรุงเทพมหานครล่วงหน้า 6-12 ชั่วโมง โดยแจ้งผลการทำนายทุก 15 นาที และปรับปรุงการพยากรณ์ทุกชั่วโมง ผลการทำนายฝนจะถูกส่งต่อไปยังระบบทำนายน้ำท่วมเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำนายน้ำท่วมต่อไป ระบบทำนายน้ำท่วม ถูกออกแบบให้ใช้ข้อมูลน้ำฝนแบบปัจจุบันจากการตรวจวัดและวิเคราะห์ด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ สถานีวัดน้ำฝน (SCADA Station) การตรวจวัดด้วยเรดาร์ และข้อมูลพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข (NWP) จาก super computer ของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยระบบทำนายน้ำฝนจะทำการประมวลผลข้อมูลปัจจุบัน และทำนายน้ำฝนล่วงหน้า
ระบบทำนายน้ำฝน
>> ข้อมูลฝนสถานีโทรมาตร
>> ข้อมูลฝนสถานีเรดาร์ดอนเมือง
>> ข้อมูลฝนสถานีเรดาร์ภาษีเจริญ
>> ปริมาณฝนทำนายสถานีเรดาห์ดอนเมือง
>> ปริมาณฝนทำนายสถานีเรดาห์ภาษีเจริญ
Web Link
สำนักการระบายน้ำ
ข้อมูลภาพเรดาร์ กรมอุตุนิยมวิทยา
ข้อมูลระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยากรมชลประทาน
Internet



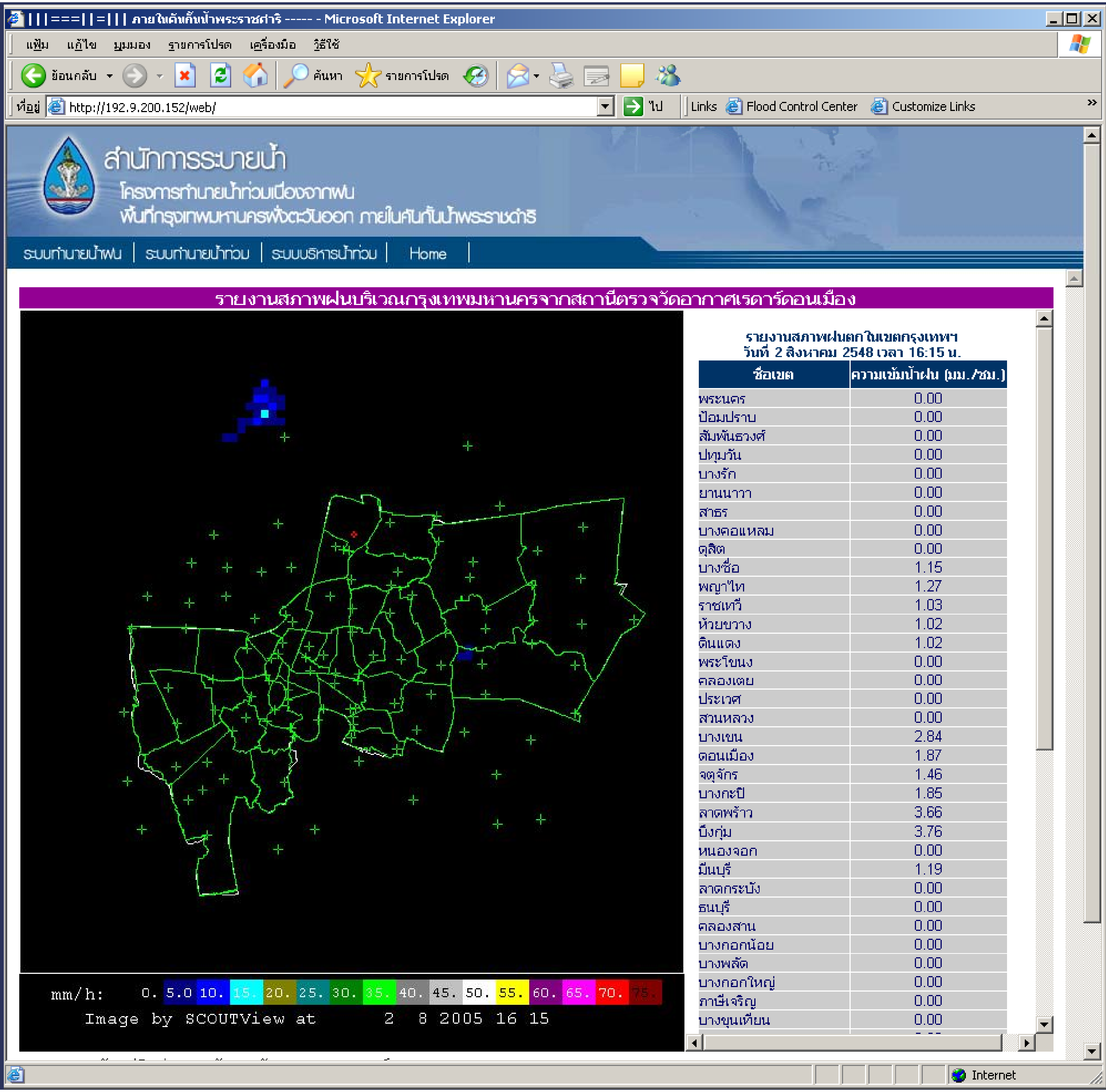
10 อันดับเขตที่มีฝนตกสูงสุด วันที่ 28 เมษายน 2548 เวลา 6:15 น.

(หน่วย: มม./ชม.)

ชื่อเขต	สภาพฝนปัจจุบัน	ล่วงหน้า 1 ชม.	ล่วงหน้า 2 ชม.	ล่วงหน้า 3 ชม.
ลาดกระบัง	14.07	0.98	1.06	1.22
พระโขนง	7.19	26.88	24.54	20.26
บางนา	6.92	28.25	27.81	25.27
สวนหลวง	6.19	22.49	17.50	11.14
หนองจอก	5.23	1.67	1.57	1.43
ประเวศ	4.89	20.17	20.72	20.67
บางแค	4.63	19.55	21.06	22.15
ตลิ่งชัน	3.97	16.72	16.54	14.29
บางกะปิ	3.46	8.75	3.41	1.09
สะพานสูง	2.10	6.63	4.40	1.97



|||====||||| โครงการจัดทำระบบทำนายน้ำท่วมเนื่องจากฝน ----- - Microsoft Internet Explorer
http://192.9.200.152/web/
Links Flood Control Center Customize Links Free Hotmail Windows Windows Marketplace
สำนักการระบายน้ำ
โครงการทำนายน้ำท่วมเนื่องจากฝน
พื้นที่กรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก ภายในคันกั้นน้ำพระราชดำริ
ระบบทำนายน้ำฝน
ระบบทำนายน้ำท่วม
ระบบบริหารน้ำท่วม
Home
ข้อมูลปริมาณฝนระบบโทรมาตรในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร
ข้อมูลฝนตรวจวัดที่สถานีโทรมาตร
(คลิกที่สถานีเพื่อเรียกดูกราฟข้อมูลฝนย้อนหลัง 24 ชม.)
รายงานปริมาณฝนในเขตกรุงเทพฯ ฝั่งตะวันออก
รายงานปริมาณฝนในเขตกรุงเทพฯ ฝั่งตะวันตก
จ.ปทุมธานี
จ.นนทบุรี
จ.นครปฐม
จ.สมุทรสาคร
จ.สมุทรปราการ
http://192.9.200.152 - Rainfall E00 - Microsoft Internet Explorer
ปริมาณฝนตรวจวัดที่สถานี E00 (มม.)
RE00 [mm]
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
08:00
2005-08-01
12:00
16:00
20:00
00:00
08-02
04:00
08:00
เวลา
This page was modified by MIKE FLOODWATCH on 27/09/2004 00:34:08
เสร็จสมบูรณ์
Internet



รายงานสภาพฝนตกในเขตกรุงเทพฯ
วันที่ 2 สิงหาคม 2548 เวลา 16:15 น.

ชื่อเขต	ความเข้มน้ำฝน (มม./ชม.)
พระนคร	0.00
ป้อมปราบ	0.00
สัมพันธวงศ์	0.00
ปทุมวัน	0.00
บางรัก	0.00
ยานนาวา	0.00
สาธร	0.00
บางคอแหลม	0.00
ดุสิต	0.00
บางซื่อ	1.15
พญาไท	1.27
ราชเทวี	1.03
ห้วยขวาง	1.02
ดินแดง	1.02
พระโขนง	0.00
คลองเตย	0.00
ประเวศ	0.00
สวนหลวง	0.00
บางเขน	2.84
ดอนเมือง	1.87
จตุจักร	1.46
บางกะปิ	1.85
ลาดพร้าว	3.66
บึงกุ่ม	3.76
หนองจอก	0.00
มีนบุรี	1.19
ลาดกระบัง	0.00
ธนบุรี	0.00
คลองสาน	0.00
บางกอกน้อย	0.00
บางพลัด	0.00
บางกอกใหญ่	0.00
ภาษีเจริญ	0.00
บางขุนเทียน	0.00

|||=||===||| ภายในคันกั้นน้ำพระราชดำริ ----- - Microsoft Internet Explorer

http://192.9.200.152/web/

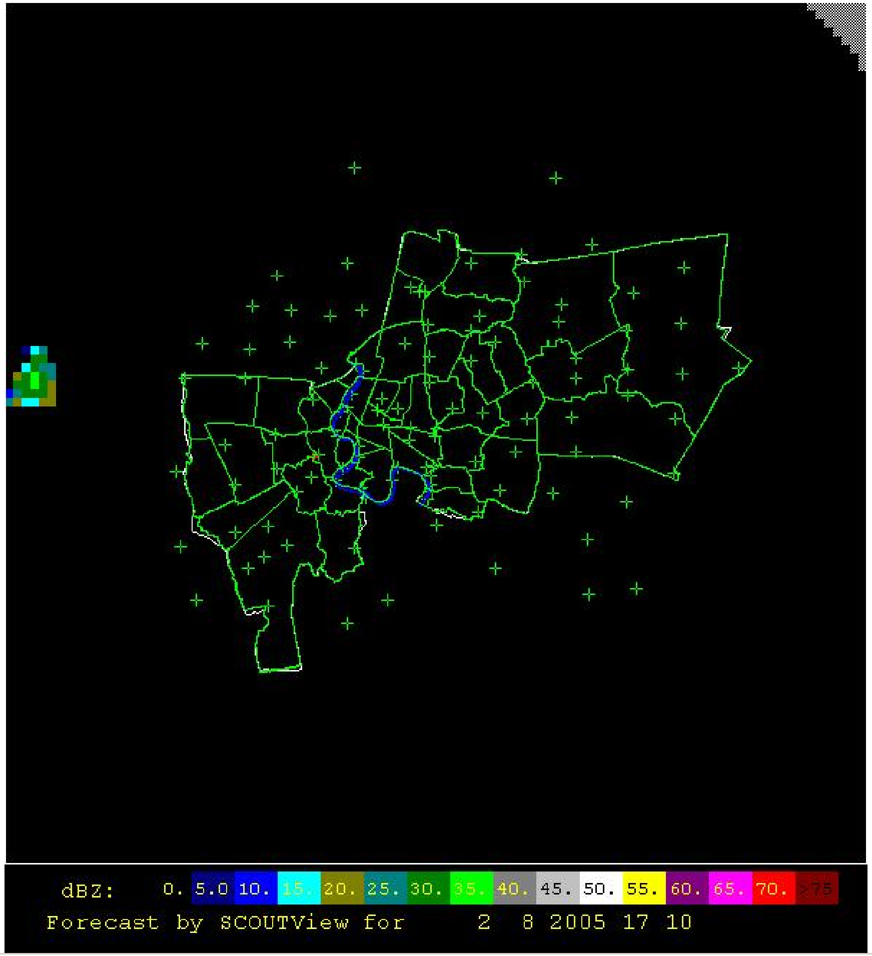
สำนักการระบายน้ำ

โครงการทำนายน้ำท่วมเนื่องจากฝน

พื้นที่กรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก ภายในคันกั้นน้ำพระราชดำริ

ระบบทำนายน้ำฝน | ระบบทำนายน้ำท่วม | ระบบบริหารน้ำท่วม | Home

ภาพแสดงผลการทำนายสภาพฝนตกในเขตกรุงเทพฯ: ชั่วโมงที่ 1 | ชั่วโมงที่ 2 | ชั่วโมงที่ 3

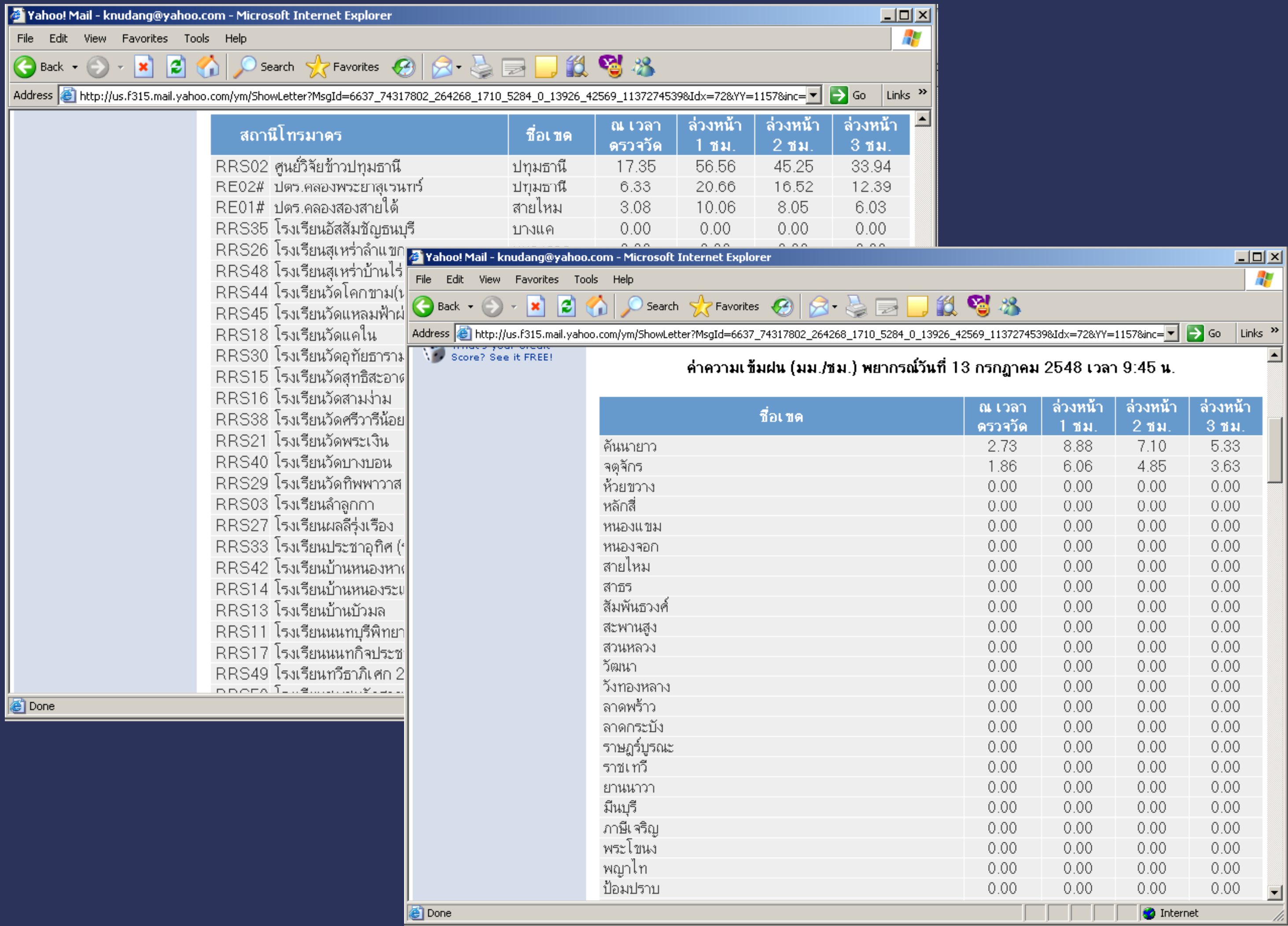


รายงานการทำนายสภาพฝนตกในเขตกรุงเทพฯ
วันที่ 2 สิงหาคม 2548 เวลา 16:10 น.

ชื่อเขต	ล่วงหน้า 1 ชม.	ล่วงหน้า 2 ชม.	ล่วงหน้า 3 ชม.
พระนคร	0.00	0.00	0.00
ป้อมปราบ	0.00	0.00	0.00
สัมพันธวงศ์	0.00	0.00	0.00
ปทุมวัน	0.00	0.00	0.00
บางรัก	0.00	0.00	0.00
ยานนาวา	0.00	0.00	0.00
สาธร	0.00	0.00	0.00
บางคอแหลม	0.00	0.00	0.00
ดุสิต	0.00	0.00	0.00
บางซื่อ	0.00	0.00	0.00
พญาไท	0.00	0.00	0.00
ราชเทวี	0.00	0.00	0.00
ห้วยขวาง	0.00	0.00	0.00
ดินแดง	0.00	0.00	0.00
พระโขนง	0.00	0.00	0.00
คลองเตย	0.00	0.00	0.00
ประเวศ	0.00	0.00	0.00
สวนหลวง	0.00	0.00	0.00
บางเขน	0.00	0.00	0.00
ดอนเมือง	0.00	0.00	0.00
จตุจักร	0.00	0.00	0.00
บางกะปิ	0.00	0.00	0.00
ลาดพร้าว	0.00	0.00	0.00
บึงกุ่ม	0.00	0.00	0.00
หนองจอก	0.00	0.00	0.00
มีนบุรี	0.00	0.00	0.00
ลาดกระบัง	0.00	0.00	0.00
ธนบุรี	0.00	0.00	0.00
คลองสาน	0.00	0.00	0.00
บางกอกน้อย	0.00	0.00	0.00
บางพลัด	0.00	0.00	0.00
บางกอกใหญ่	0.00	0.00	0.00
ภาษีเจริญ	0.00	0.00	0.00
บางขุนเทียน	0.00	0.00	0.00
จอมทอง	0.00	0.00	0.00

Applet b started

Sending warning email



สถานีโทรมาตร		ชื่อเขต	ณ เวลาตรวจวัด	ล่วงหน้า 1 ชม.	ล่วงหน้า 2 ชม.	ล่วงหน้า 3 ชม.
RRS02	ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี	ปทุมธานี	17.35	56.56	45.25	33.94
RE02#	ปตร.คลองพระยาสุเรนทร์	ปทุมธานี	6.33	20.66	16.52	12.39
RE01#	ปตร.คลองสองสายใต้	สายไหม	3.08	10.06	8.05	6.03
RRS35	โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี	บางแค	0.00	0.00	0.00	0.00
RRS26	โรงเรียนสุเหร่าลำแขก					
RRS48	โรงเรียนสุเหร่าบ้านไร่					
RRS44	โรงเรียนวัดโคกขาม(					
RRS45	โรงเรียนวัดแหลมฟ้าผ่					
RRS18	โรงเรียนวัดแคใน					
RRS30	โรงเรียนวัดอุทัยธาราม					
RRS15	โรงเรียนวัดสุทธิสะอาด					
RRS16	โรงเรียนวัดสามง่าม					
RRS38	โรงเรียนวัดศรีวารีน้อย					
RRS21	โรงเรียนวัดพระเงิน					
RRS40	โรงเรียนวัดบางบอน					
RRS29	โรงเรียนวัดทิพพาวาส					
RRS03	โรงเรียนลำลูกกา					
RRS27	โรงเรียนผลลีรุ่งเรือง					
RRS33	โรงเรียนประชาอุทิศ (					
RRS42	โรงเรียนบ้านหนองหา					
RRS14	โรงเรียนบ้านหนองระแ					
RRS13	โรงเรียนบ้านบัวมล					
RRS11	โรงเรียนนนทบุรีพิทยา					
RRS17	โรงเรียนนนทกิจประช					
RRS49	โรงเรียนทวีธาภิเศก 2					

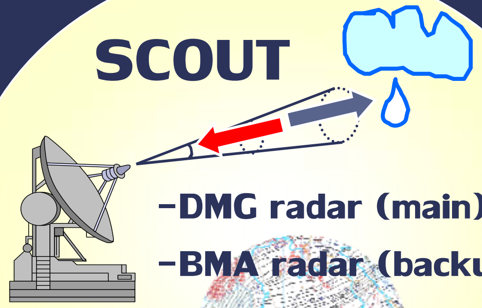
ค่าความเข้มฝน (มม./ชม.) พยากรณ์วันที่ 13 กรกฎาคม 2548 เวลา 9:45 น.

ชื่อเขต	ณ เวลาตรวจวัด	ล่วงหน้า 1 ชม.	ล่วงหน้า 2 ชม.	ล่วงหน้า 3 ชม.
คันนายาว	2.73	8.88	7.10	5.33
จตุจักร	1.86	6.06	4.85	3.63
ห้วยขวาง	0.00	0.00	0.00	0.00
หลักสี่	0.00	0.00	0.00	0.00
หนองแขม	0.00	0.00	0.00	0.00
หนองจอก	0.00	0.00	0.00	0.00
สายไหม	0.00	0.00	0.00	0.00
สาธร	0.00	0.00	0.00	0.00
สัมพันธวงศ์	0.00	0.00	0.00	0.00
สะพานสูง	0.00	0.00	0.00	0.00
สวนหลวง	0.00	0.00	0.00	0.00
วัฒนา	0.00	0.00	0.00	0.00
วังทองหลาง	0.00	0.00	0.00	0.00
ลาดพร้าว	0.00	0.00	0.00	0.00
ลาดกระบัง	0.00	0.00	0.00	0.00
ราษฎร์บูรณะ	0.00	0.00	0.00	0.00
ราชเทวี	0.00	0.00	0.00	0.00
ยานนาวา	0.00	0.00	0.00	0.00
มีนบุรี	0.00	0.00	0.00	0.00
ภาษีเจริญ	0.00	0.00	0.00	0.00
พระโขนง	0.00	0.00	0.00	0.00
พญาไท	0.00	0.00	0.00	0.00
ป้อมปราบ	0.00	0.00	0.00	0.00

Conclusion

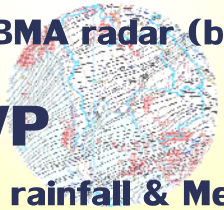
Main system

SCOUT



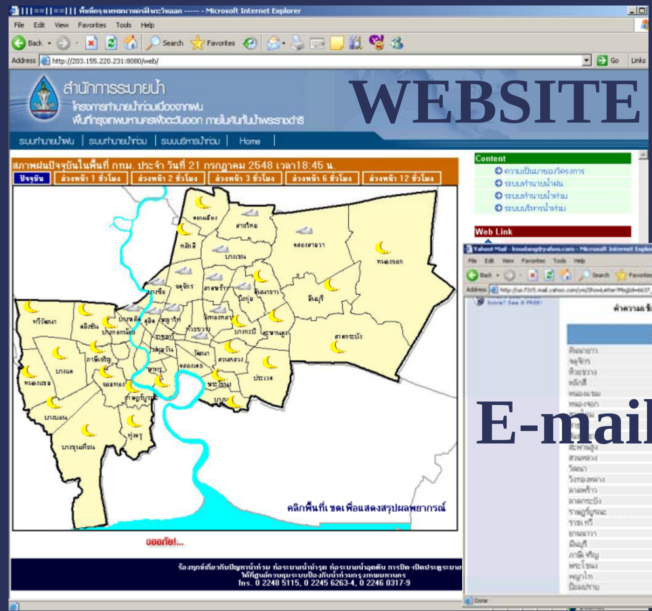
- DMG radar (main)
- BMA radar (backup)

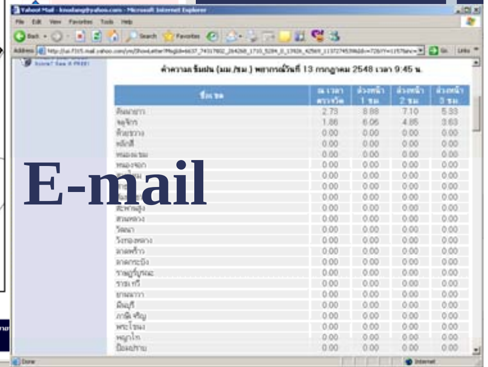
NWP



- rainfall & Met.

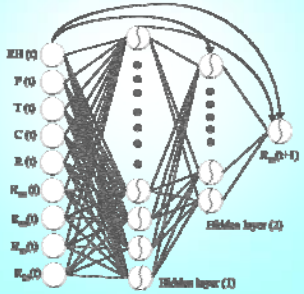
1-12 hour forecast





ANN

- rain & Met.



1-12 hour forecast

Backup system

Acknowledgement

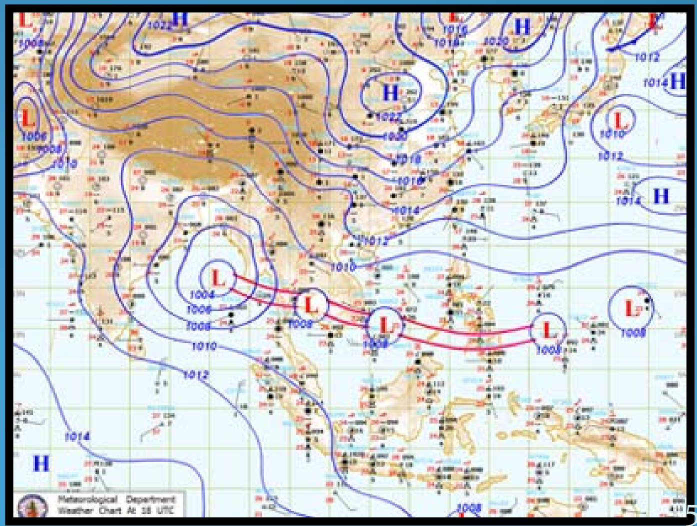
- **Department of Drainage and Sewerage (DDS) Bangkok Metropolitan Administration (BMA)**
- **The Thai Meteorological Department (TMD)**

Nakorn Ratchasima Floods, October 2010 (Thailand)

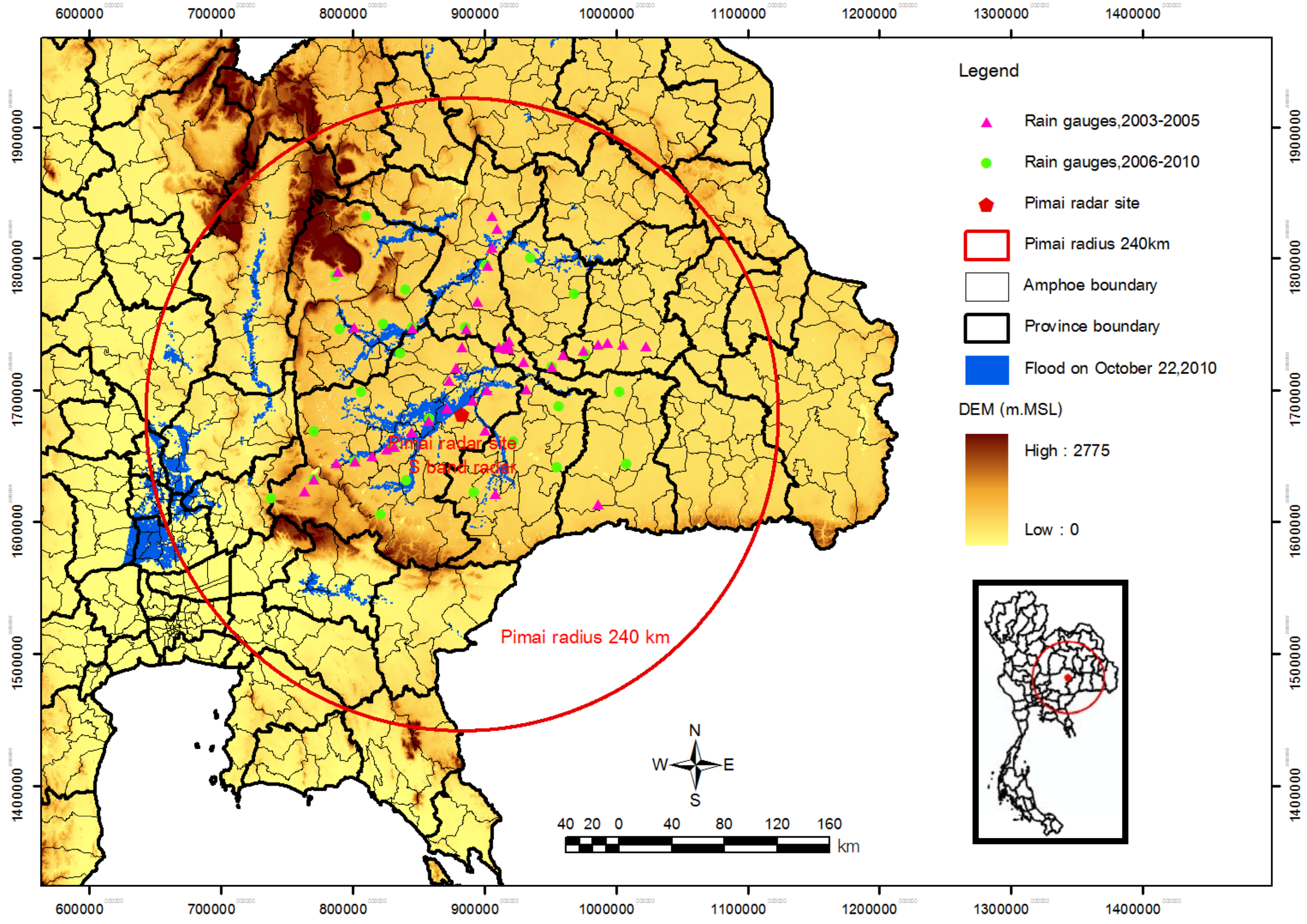
Causes of Flooding

- ✓ **Occurred during October 10 – 31, 2010**

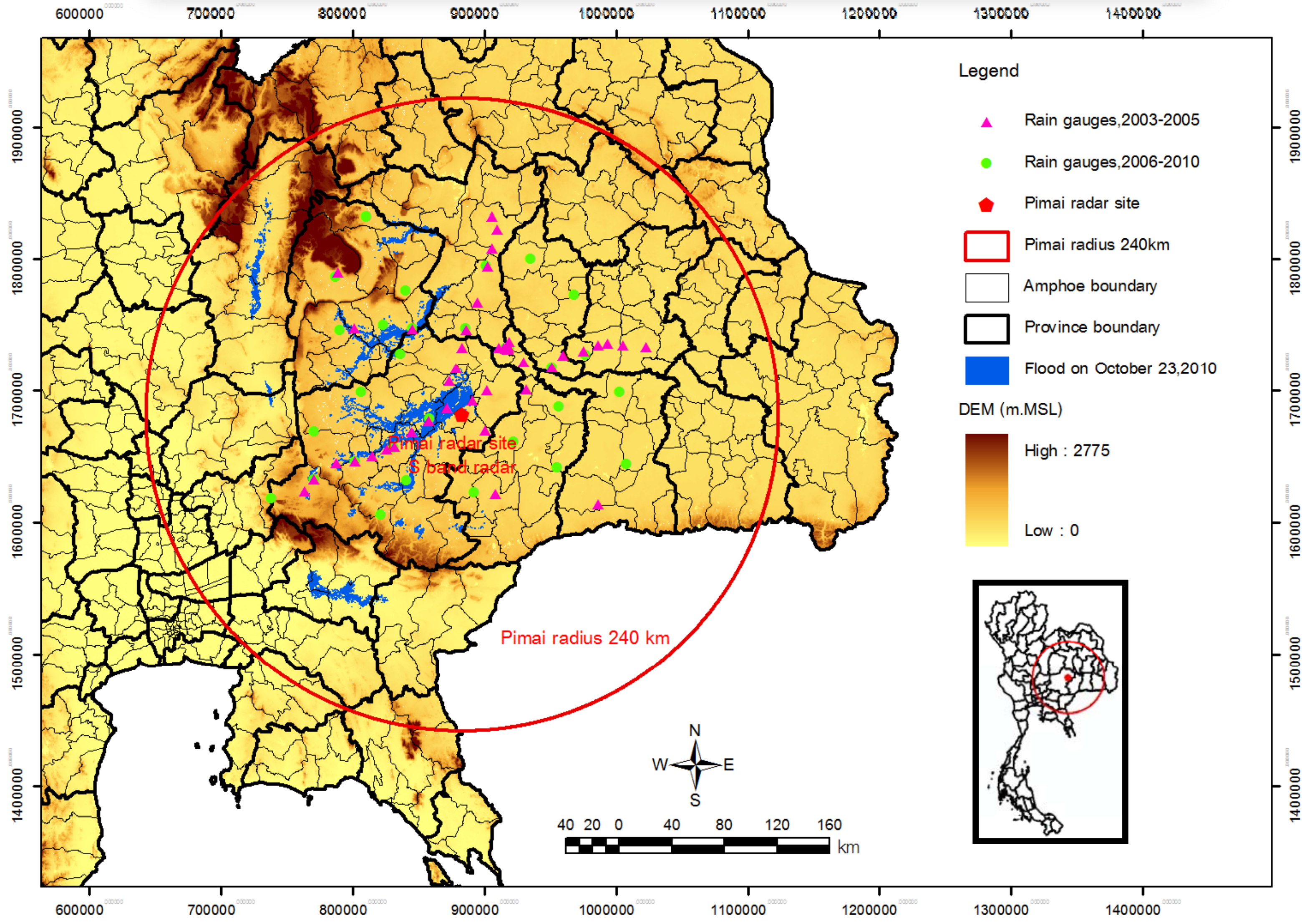
- ✓ **Causes of flooding**
  - ➢ Influence of trough lies on south, central and east of Thailand
  - ➢ Influence of southwest monsoon



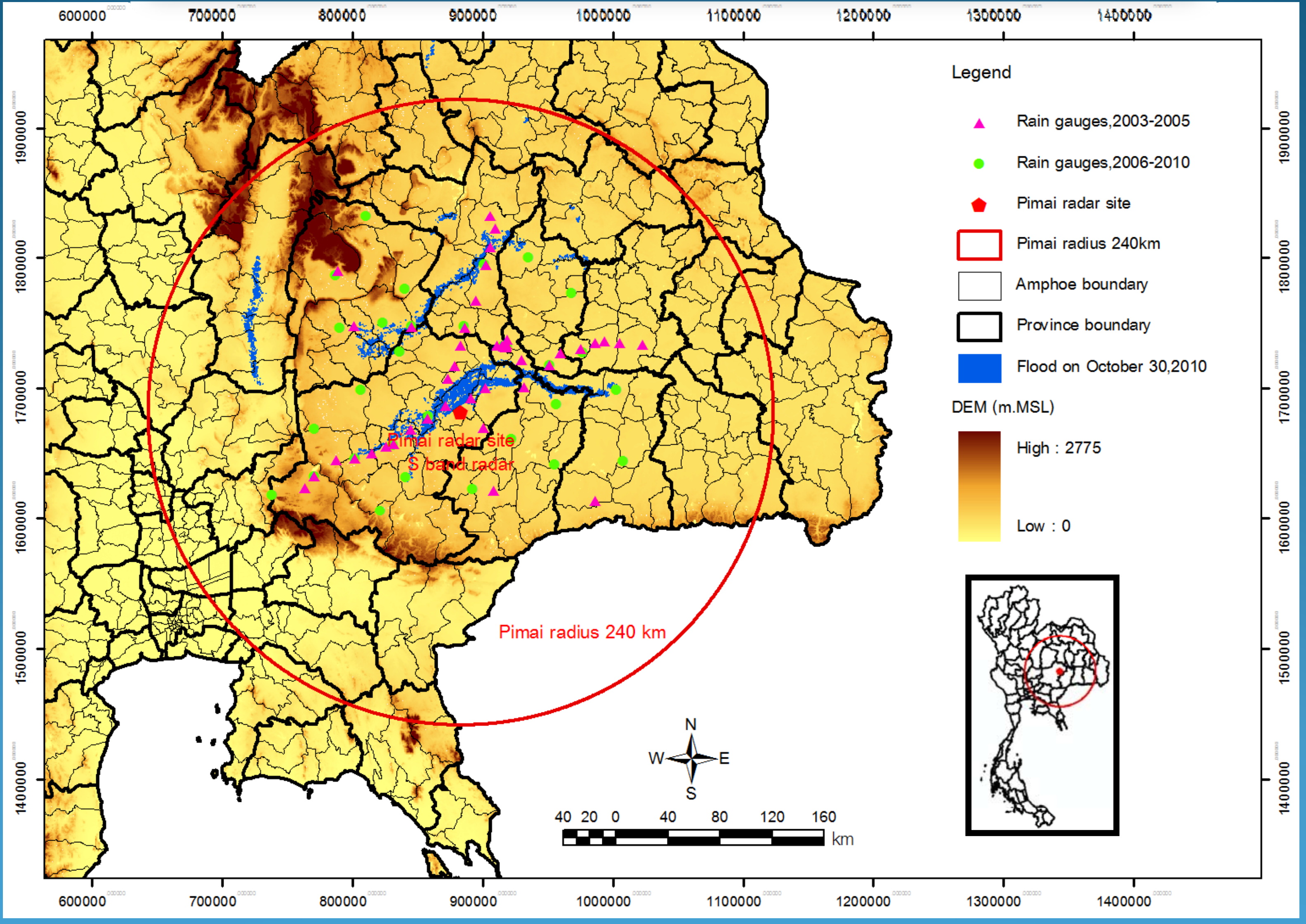
Flood extent on 22 October 2010



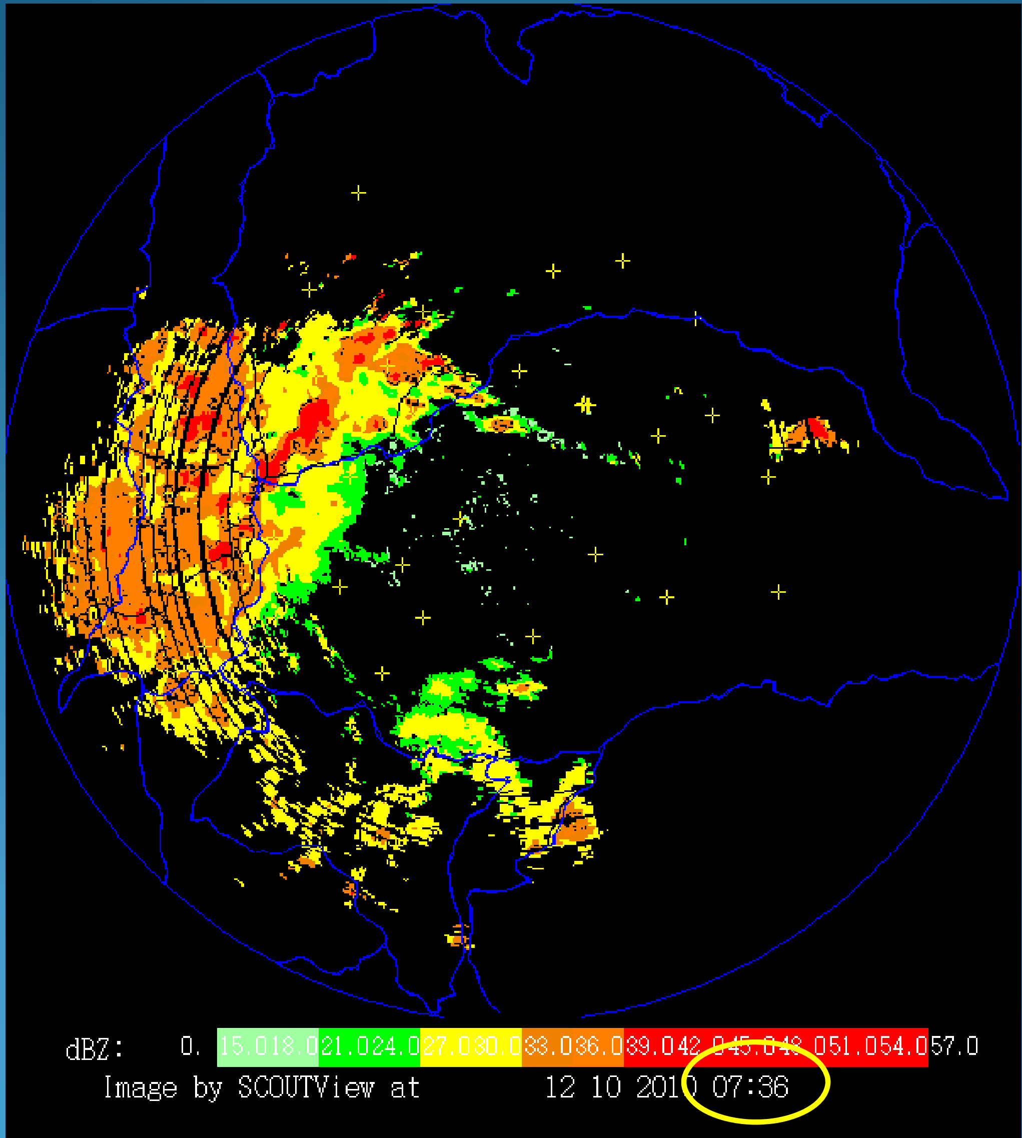
Flood extent on 23 October 2010



Flood extent on 30 October 2010



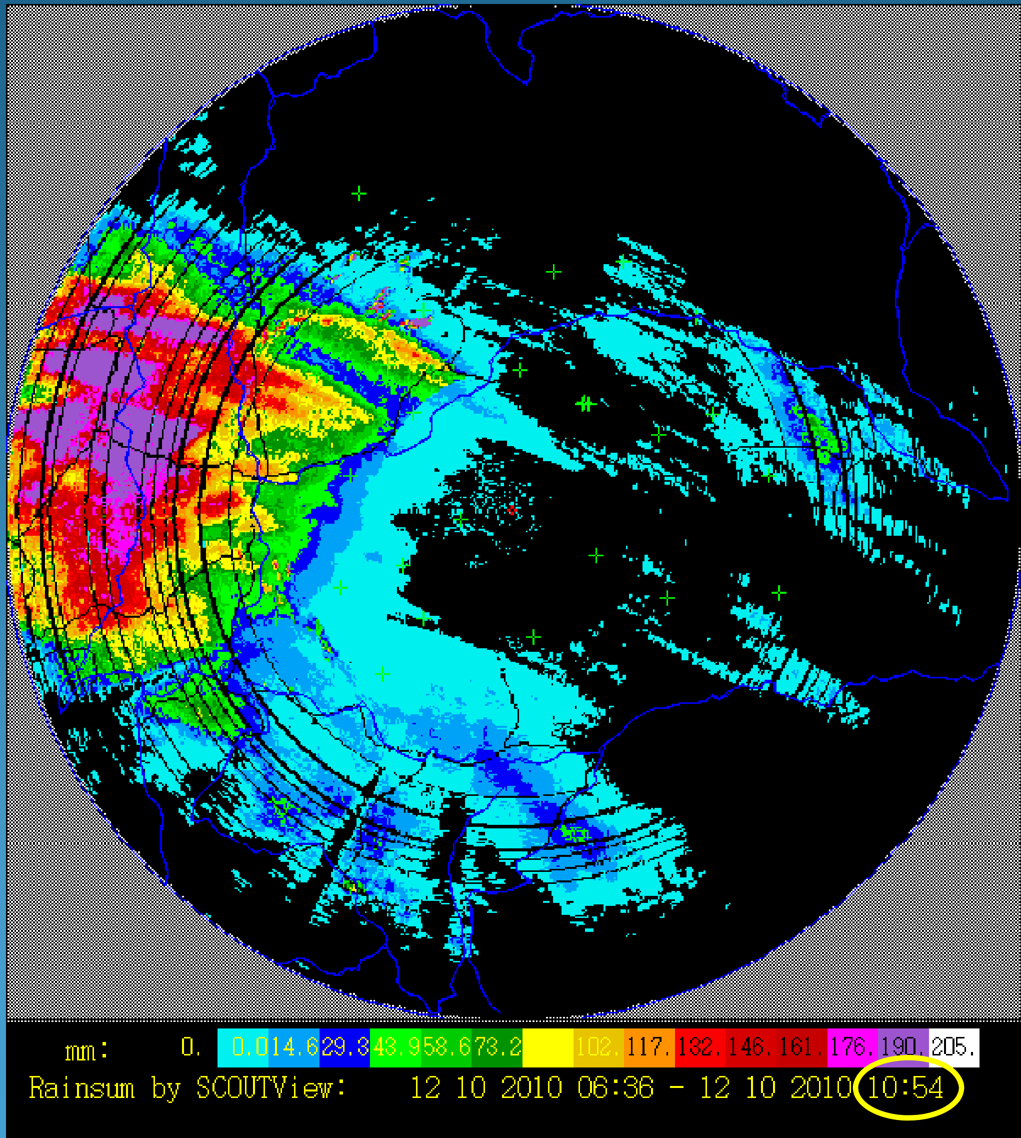
Radar rainfall on 12 October 2010



Step: 06.42 – 10.54

Calculated by Scout software (developed by Dr Thomas Einfalt)

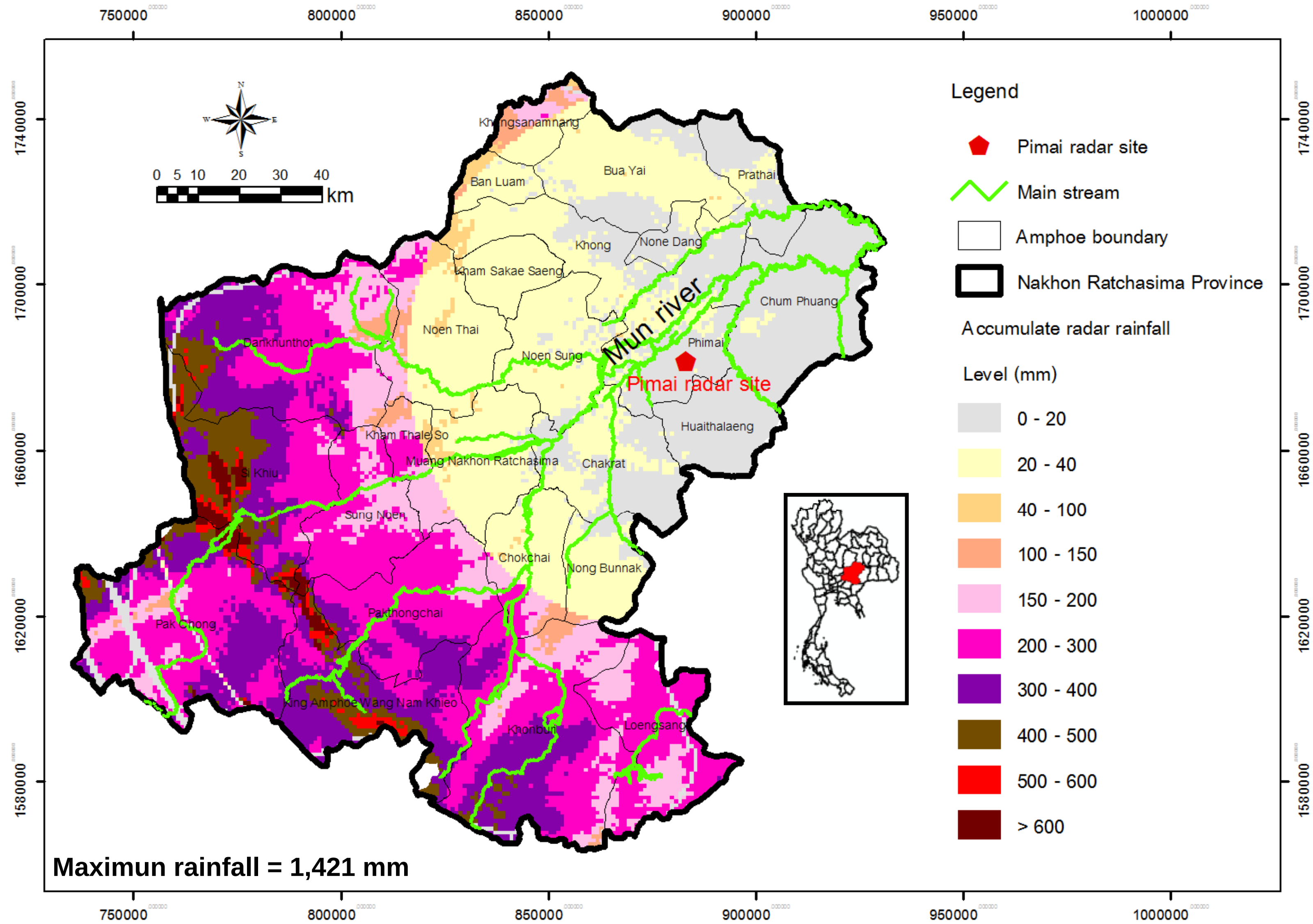
Accumulated radar rainfall on 12 October 2010



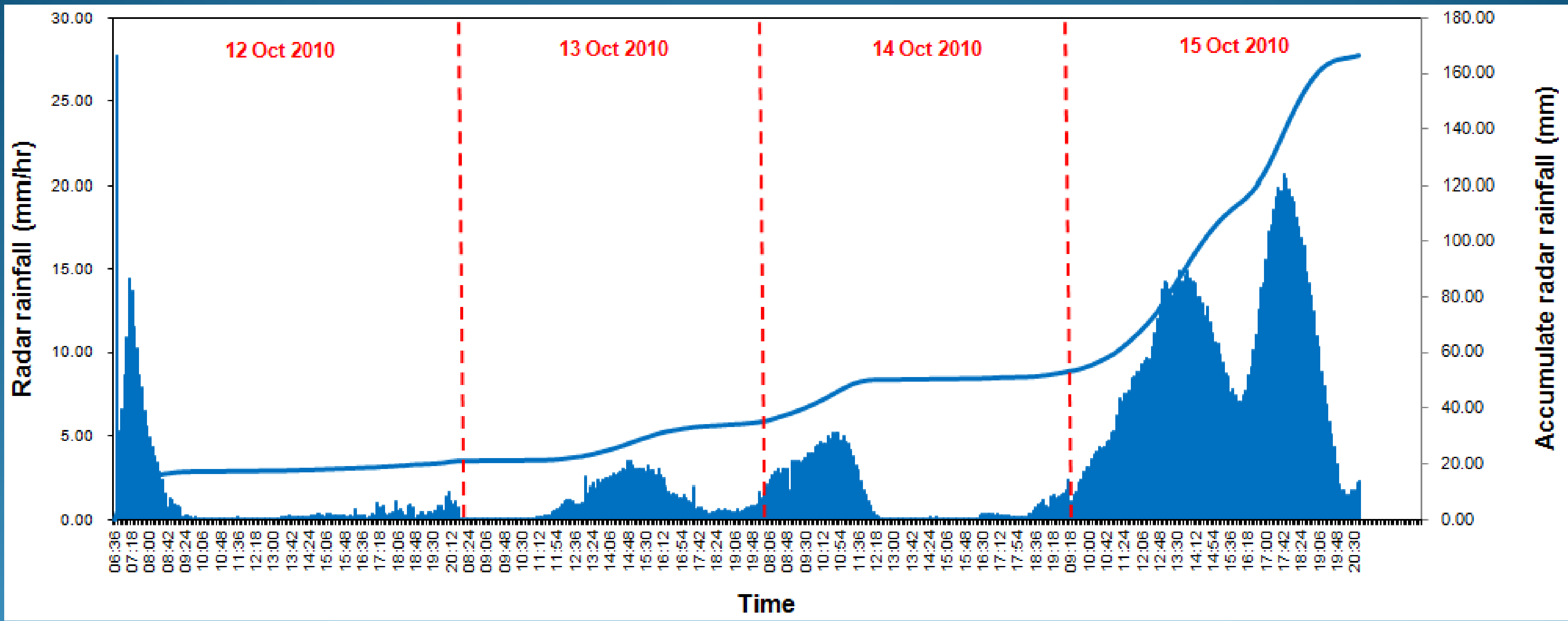
Step: 06.42 – 10.54

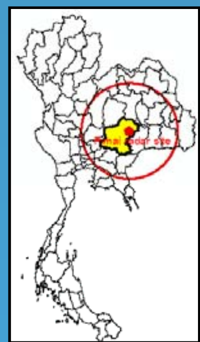
Calculated by Scout software (developed by Dr Thomas Einfalt)

Accumulated radar rainfall in Nakorn Ratchasima province between 12 – 15 October 2010



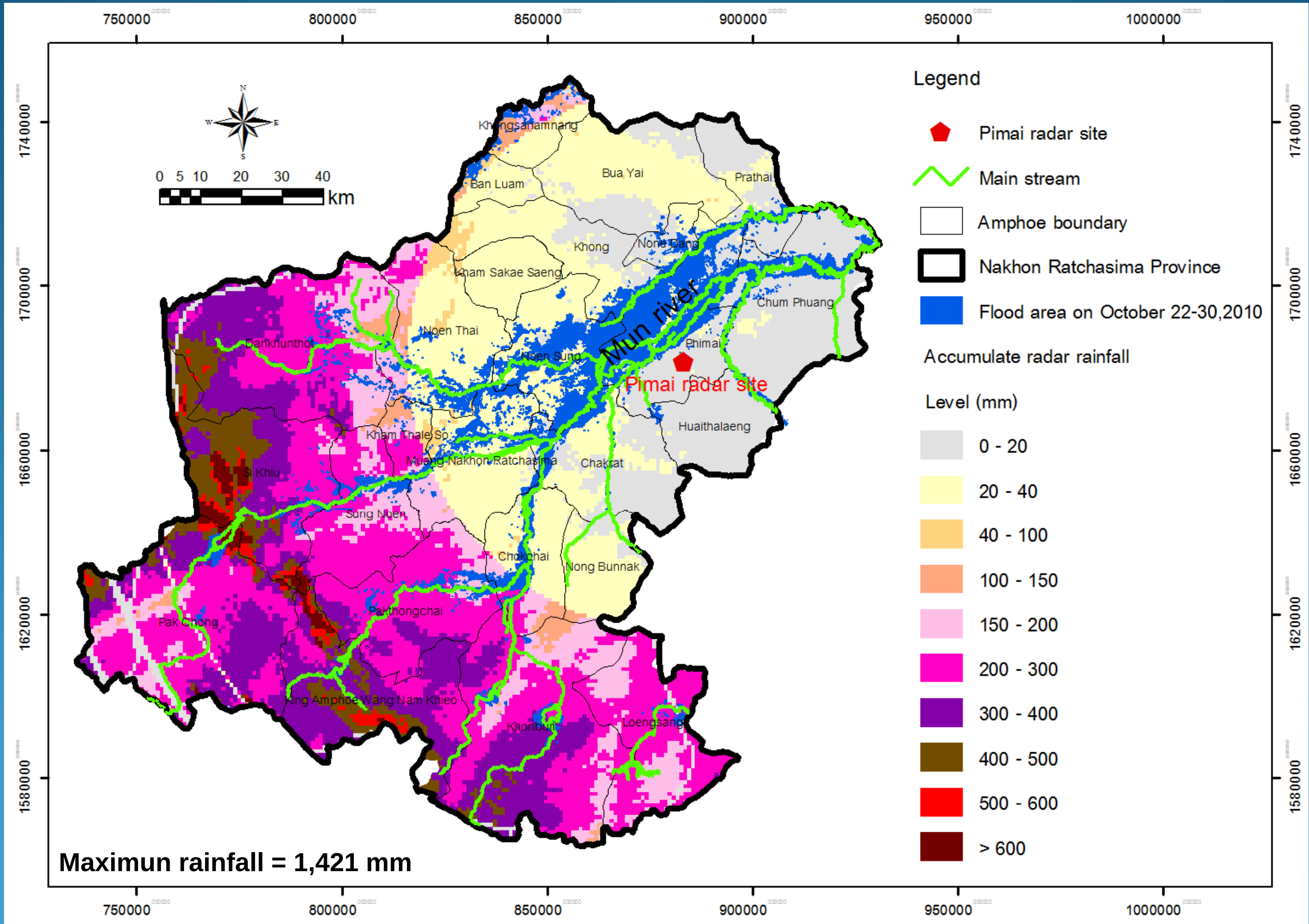
Accumulated Average Rainfall in Nakorn Ratchasima Province





12 Oct : 06.36 – 20.30
13 Oct : 08.00 – 20.00
14 Oct : 07.36 – 19.48
15 Oct : 09.06 – 20.42

Flood extent during 22 - 23 October 2010



Losses from flooding

Losses from flooding

- ✓ 32 districts, 277 tambons, 3,022 villages have been affected by flooding
- ✓ People have suffered more than 310,000 households
- ✓ Deaths of 18 people
- ✓ More than 1.7 million rais farmland damaged
- ✓ Losses total more than one billion Baht

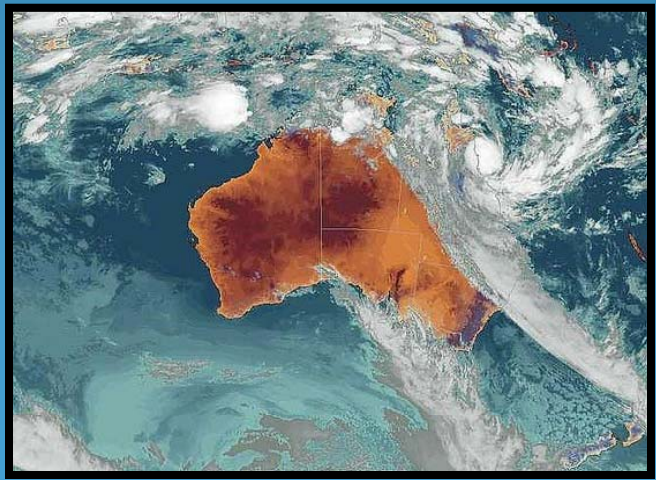
Brisbane Floods, January 2011 (Queensland, Australia)

Brisbane, Queensland, Australia

(From : http://c-t-inter.com/about.html)

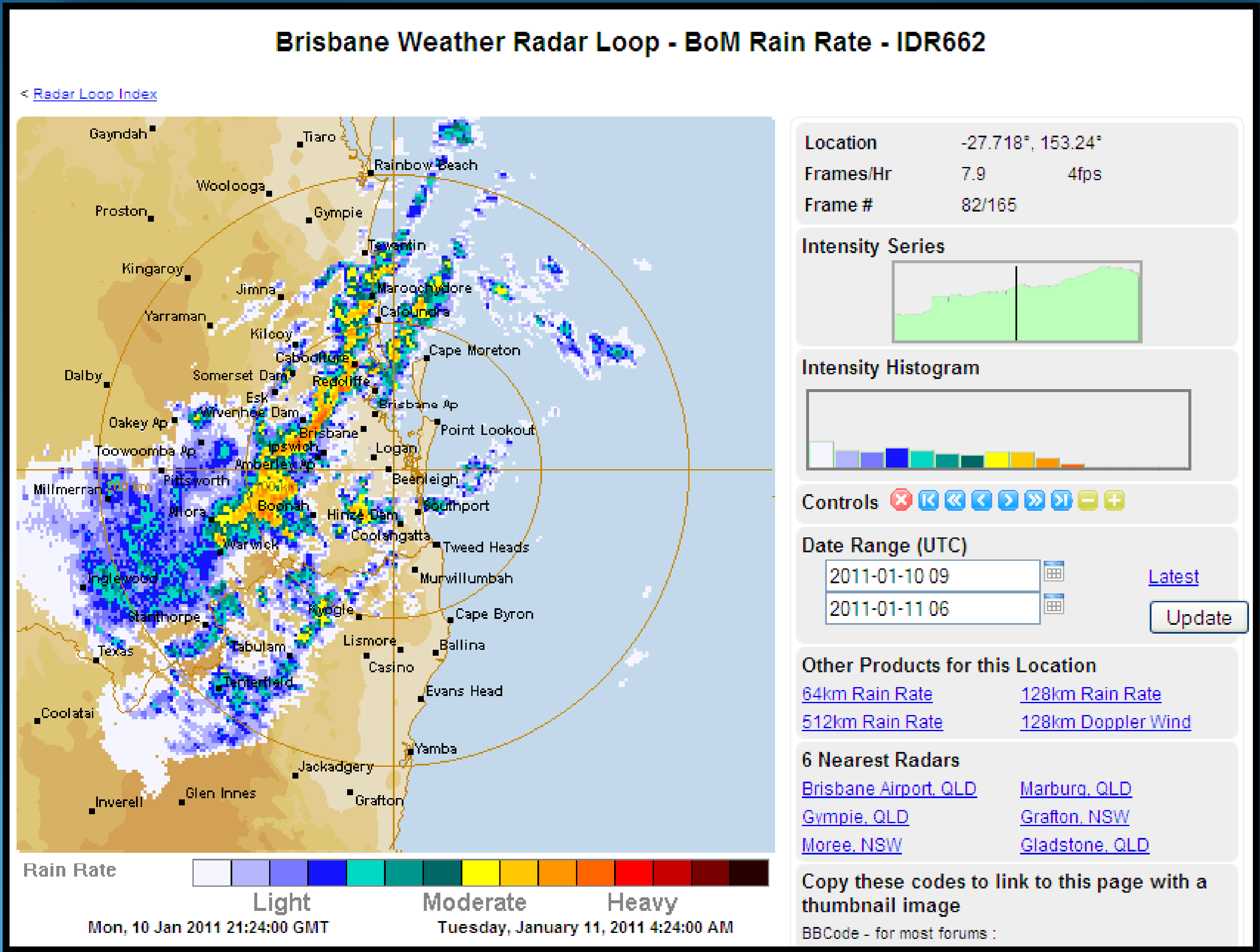
Causes of Flooding

- ✓ **Occurred during 9 -17 January 2011**
- ✓ **Causes of flooding**
  - ➢ heavy rainfall caused by Tropical Cyclone Tasha that combined with a trough during the peak of a La Niña event



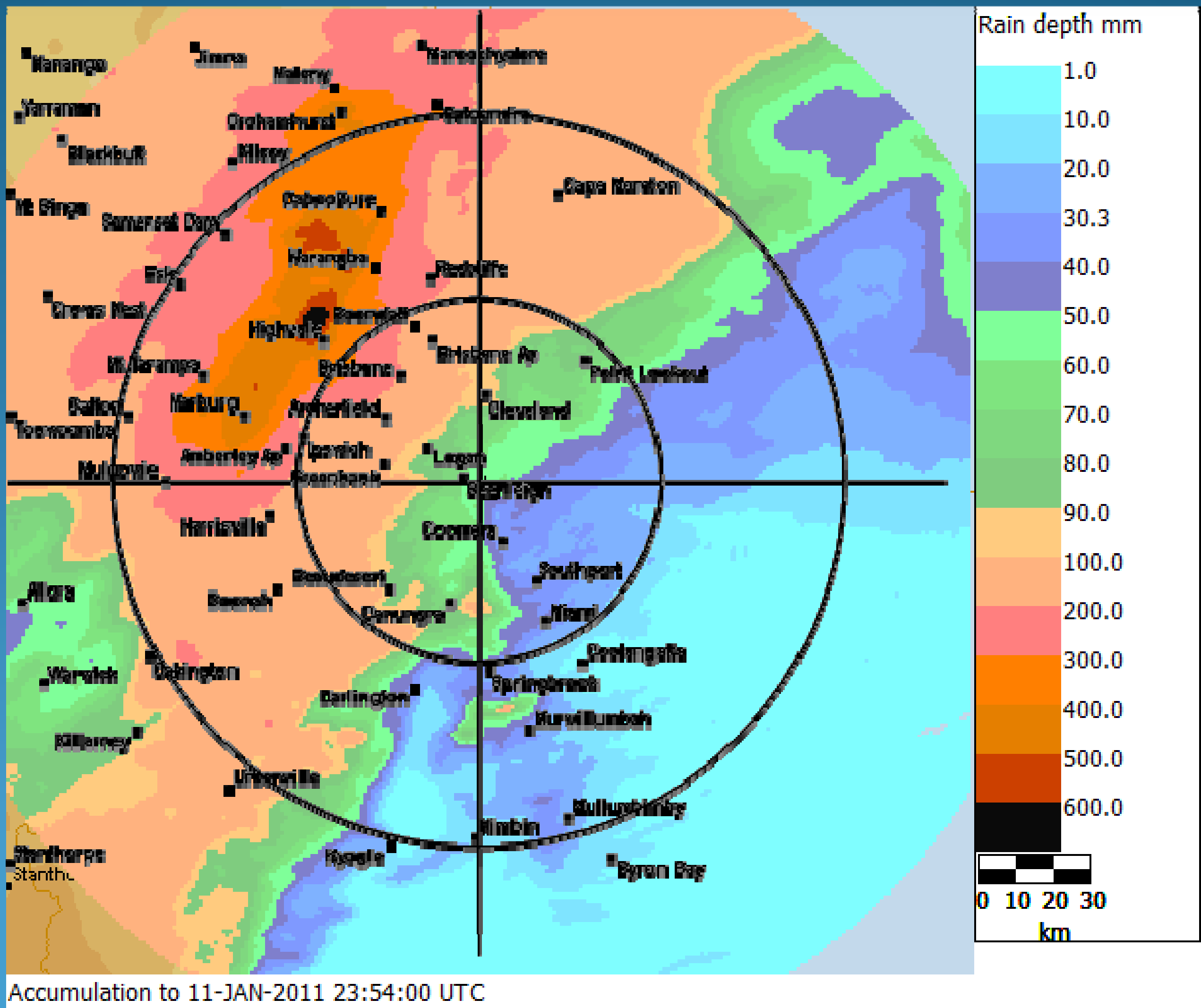
(From : http://blog.travelpod.com/)

Brisbane Radar on 10 January 2011



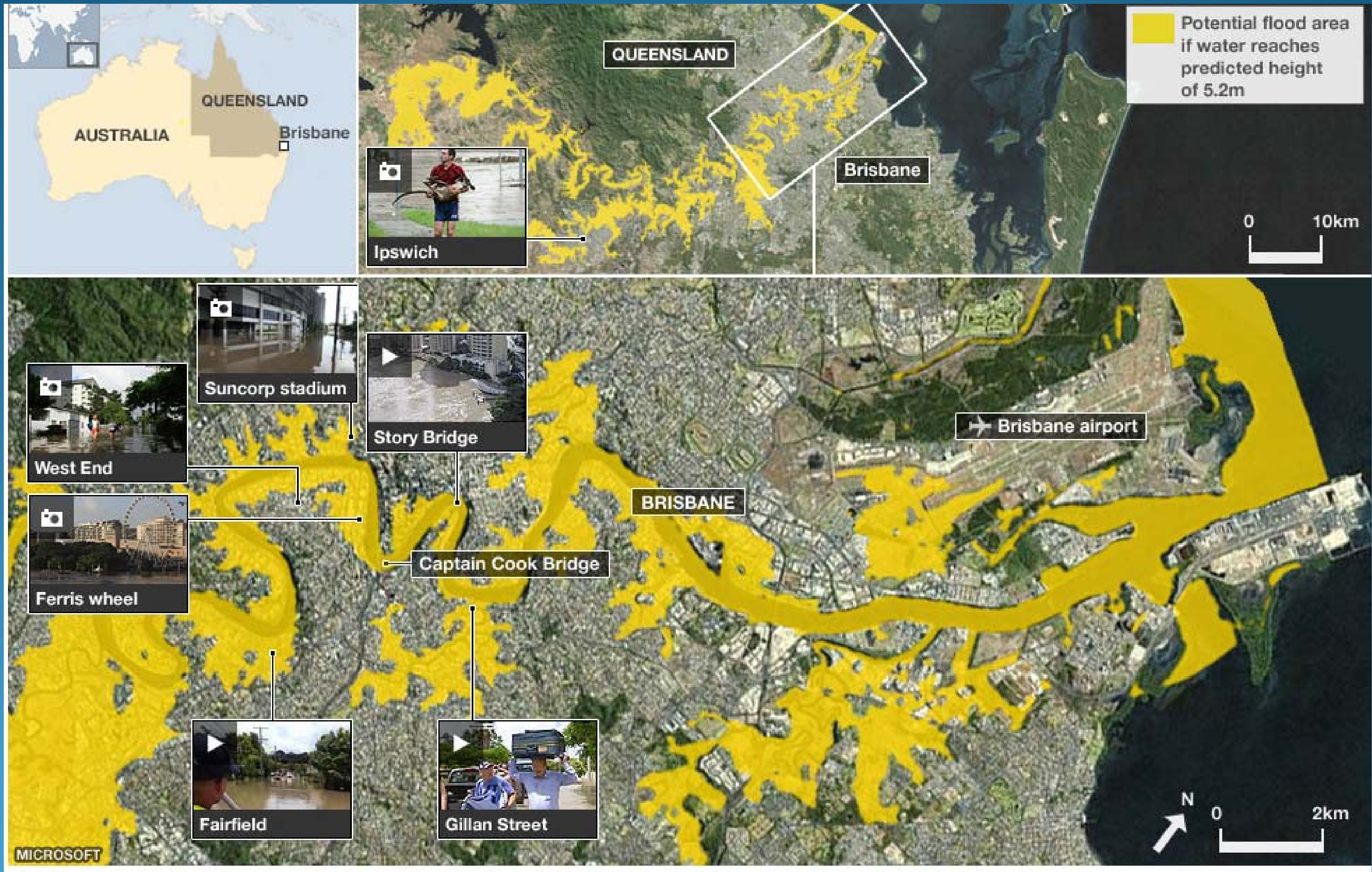
(From : http://www.theweatherchaser.com/radar-loop/IDR662-brisbane/2011-01-10-09/2011-01-11-06)

Accumulated radar rainfall between 9 -11 January 2011



Calculated from Mapview radar software (developed by Dr Alan Seed)

Flood Map of Brisbane in January 2011



Flood water levels based on mapping by Brisbane City Council and computer modelling by the Australian Bureau of Meteorology.

(From : http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-pacific-12173960)

Losses from flooding

Losses from flooding

- ✓ At least seventy towns and over 200,000 people were affected
- ✓ killed 12 people and 51 people missing
- ✓ 30,000 houses collapsed
- ✓ Damage was estimated at around AUD$ 1 billion

Comparison between rainmaking and natural rainfall in the Northeastern part of THAILAND

S. Chumchean[1], **R. Hanchoowong**[2] **and W. Bunthai**[1]

[1] Department of Civil Engineering, Mahanakorn University of Technology, THAILAND

[2] Department of Civil Engineering, Thammasat University, THAILAND

Typhoon Committee Roving Seminar 2011, Malaysia (20-23 September 2011)

Royal rainmaking

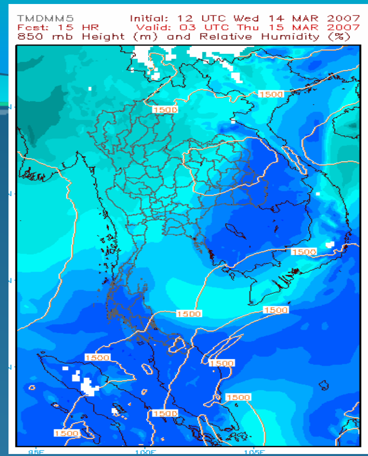
"Royal Rainmaking is one of His Majesty the King Bhumibol's initiative projects derived from his concern over the poverty of his people, particularly those who repeatedly face drought disasters due to variation and deviation of the season."

http://www.youtube.com/user/modweather

Rainmaking activities in Thailand

- Use knowledges of meteorological and chemical physics for stimulating rain by enlargement of clouds.
- To increase the amount and extent of rainfall in the target area.

Rainmaking Operation

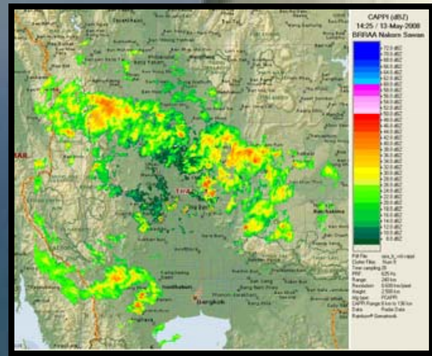


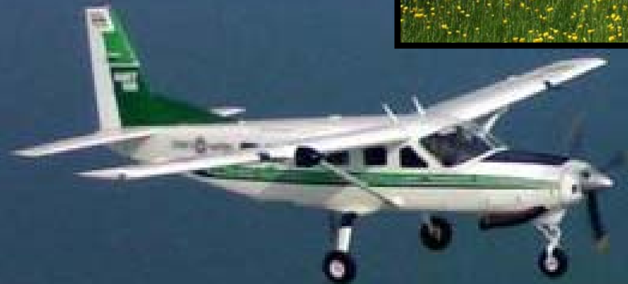
- Assign the target area

- Collect and analyze weather data
- Meeting for rainmaking planning

- Cloud seeding
- Conclude the result of rainmaking activity

Research objective



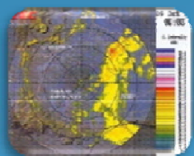


1) To investigate an appropriate method that can be used to evaluate effectiveness of cloud-seeding.

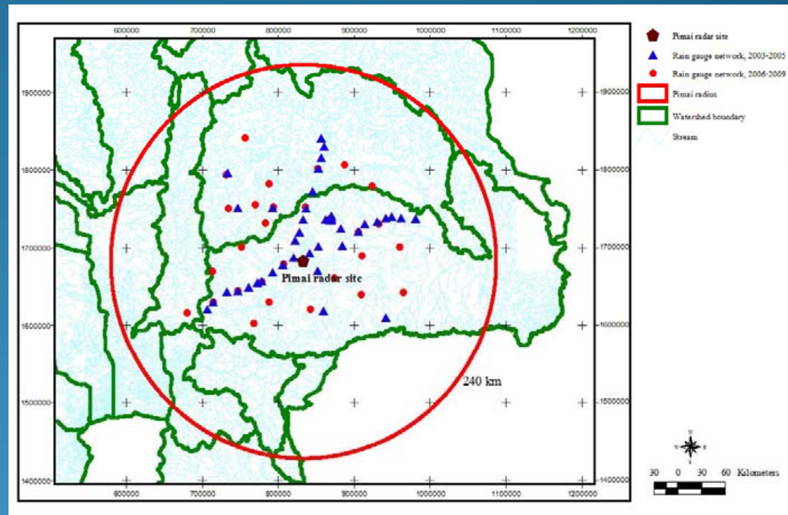
2) To evaluate efficacy of rainmaking activities in the Northeastern part of Thailand.

Study area: Northeastern part of Thailand

Pimai radar



+



50-rain gauge network (2003-2005)

33-rain gauge network (2006-2009)

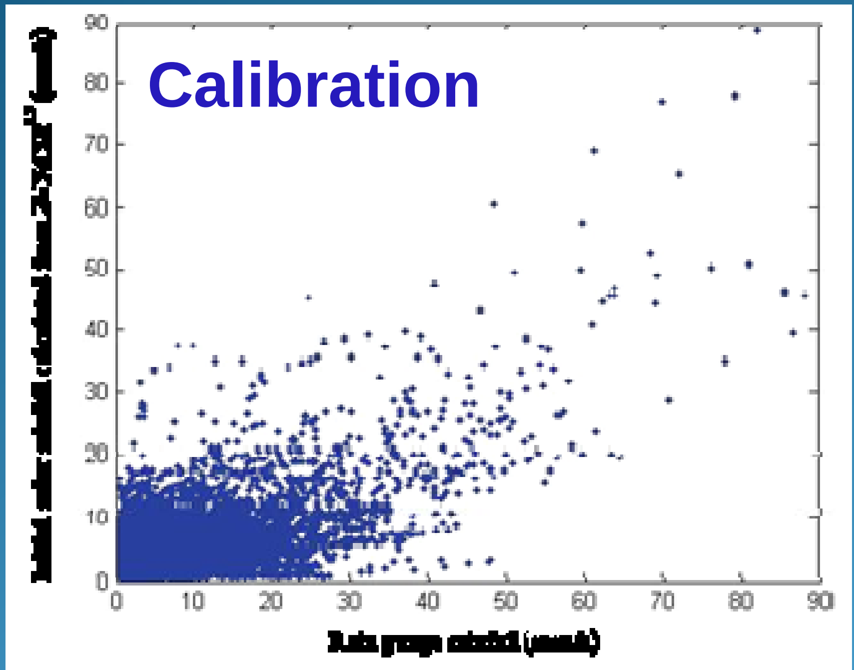
Rainfall events recorded from Pimai radar during 2003-2009

Data collection

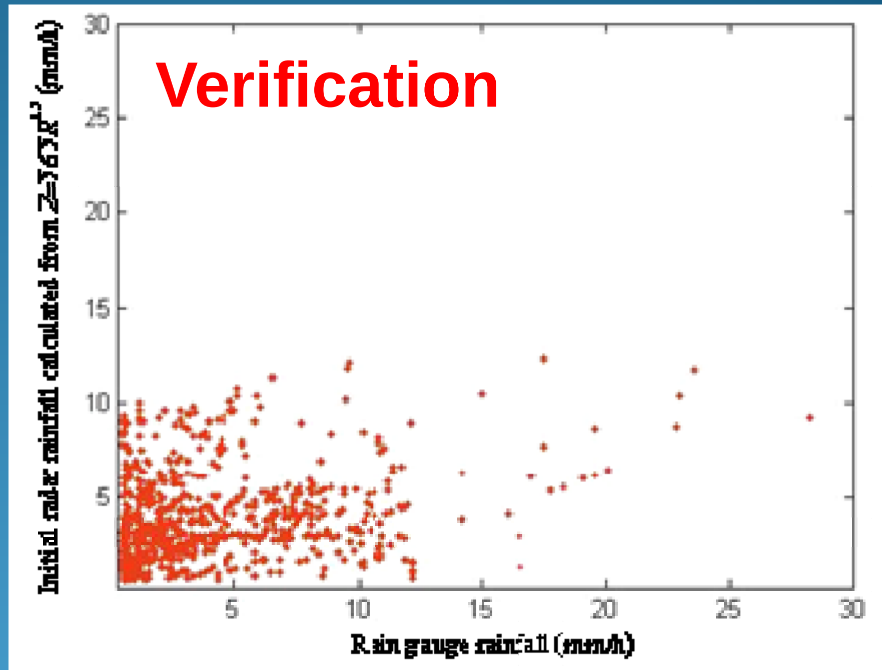
Radar Rainfall Estimation Method

- Radar and Rain gauge quality control
- Convert radar reflectivity into rainfall rate using climatological Z-R ($Z=56.5R^{1.5}$)
- Bias adjustment using rain gauge data

Z-R pairs used in this study

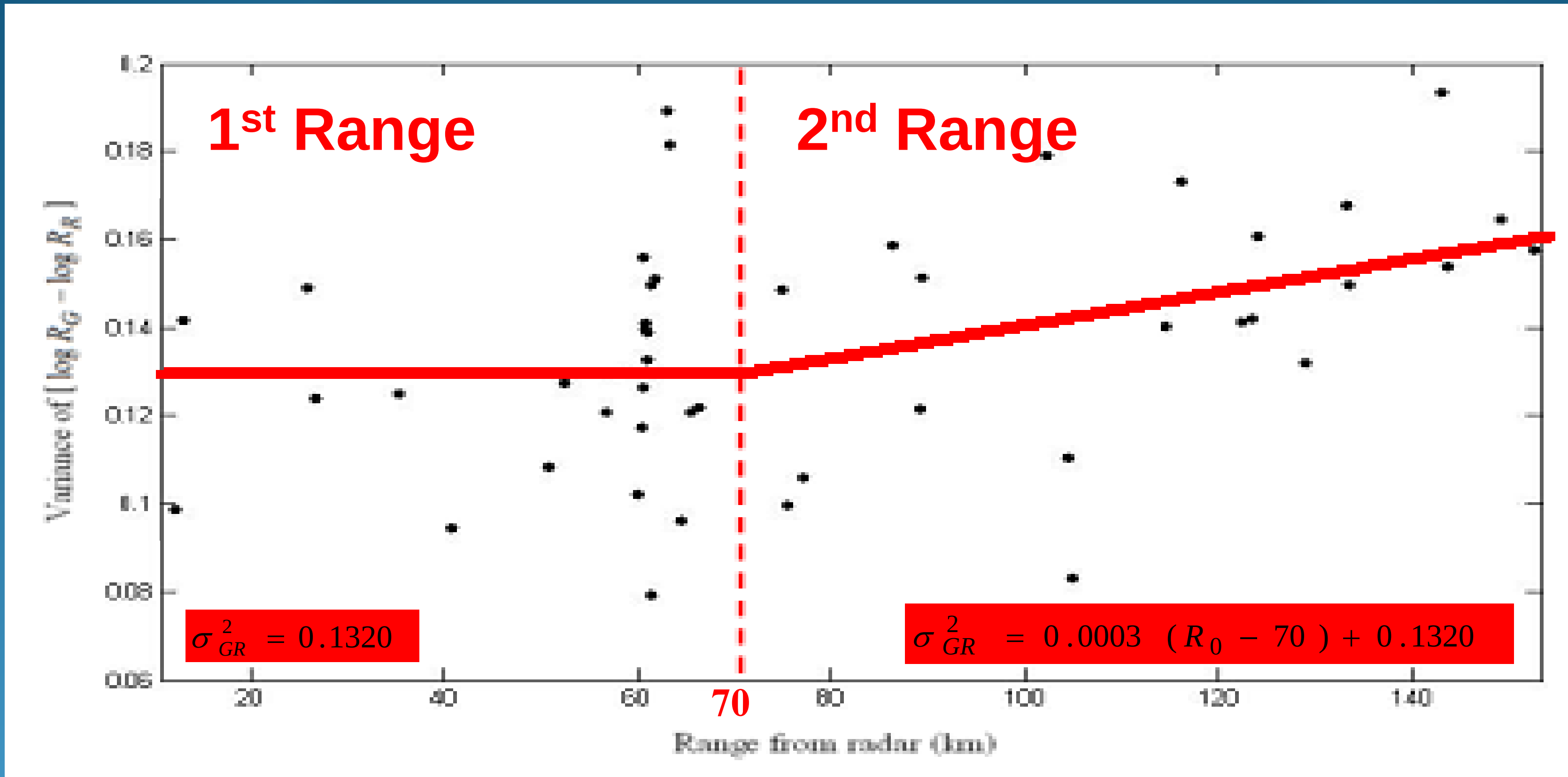


39 events during 2003-2004



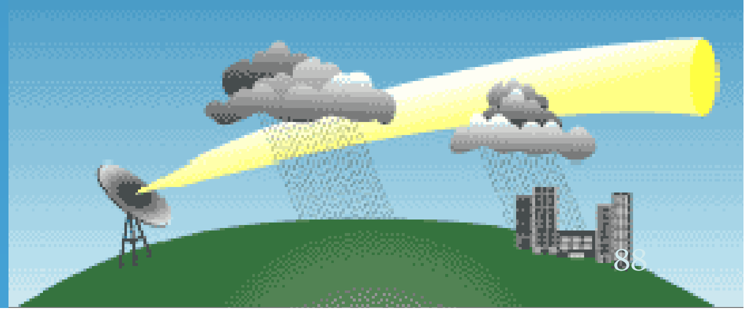
5 events during 2005

Range dependent errors



$$\sigma^2_{GR_i} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left\{ [\log R_G(i) - \log R_R(i)]^2 \middle| R_G(i) > r \right\}$$

Anagnostou et al. (1999)



Investigation of bias adjustment method

- Bias adjustment using rain gauge data

case 1: Climatological uniform adjustment method

case 2: Climatological range dependent method

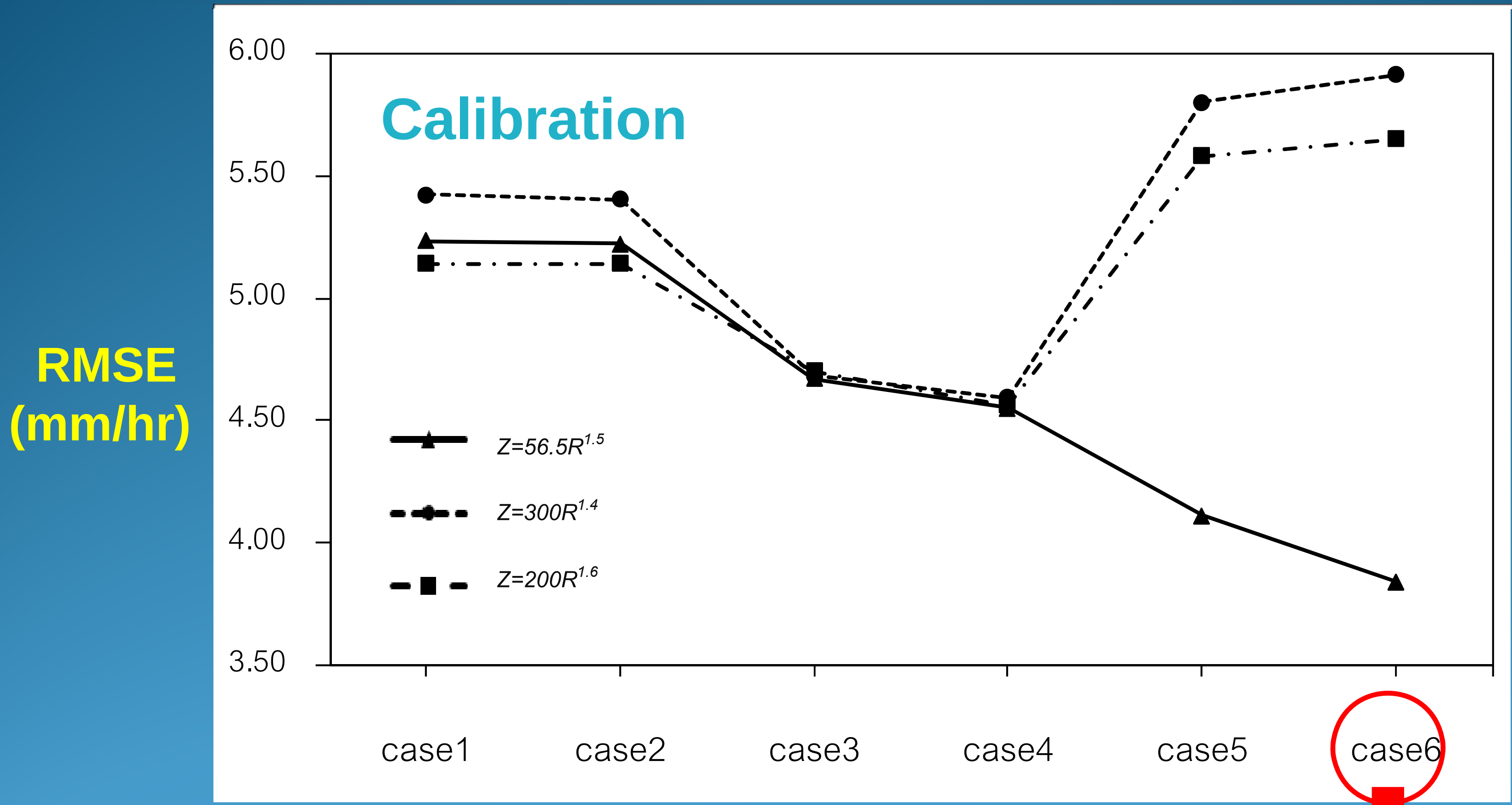
case 3: Uniform bias adjustment factor for each event

case 4: Range dependent bias adjustment factor of each event

case 5: Hourly uniform bias adjustment (hourly)

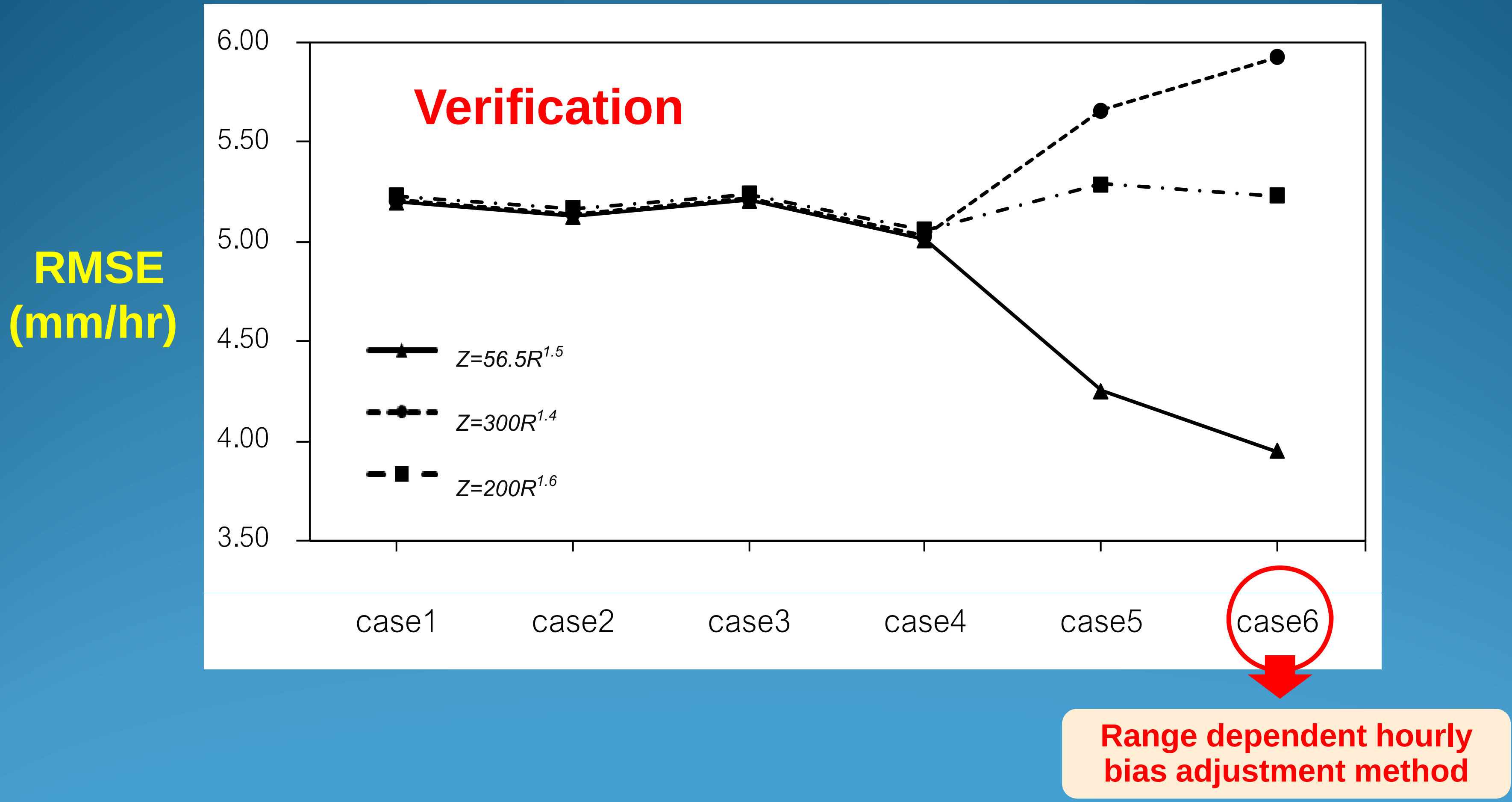
Case 6 : Range dependent-hourly bias adjustment method

RMSE between radar and gauge rainfall



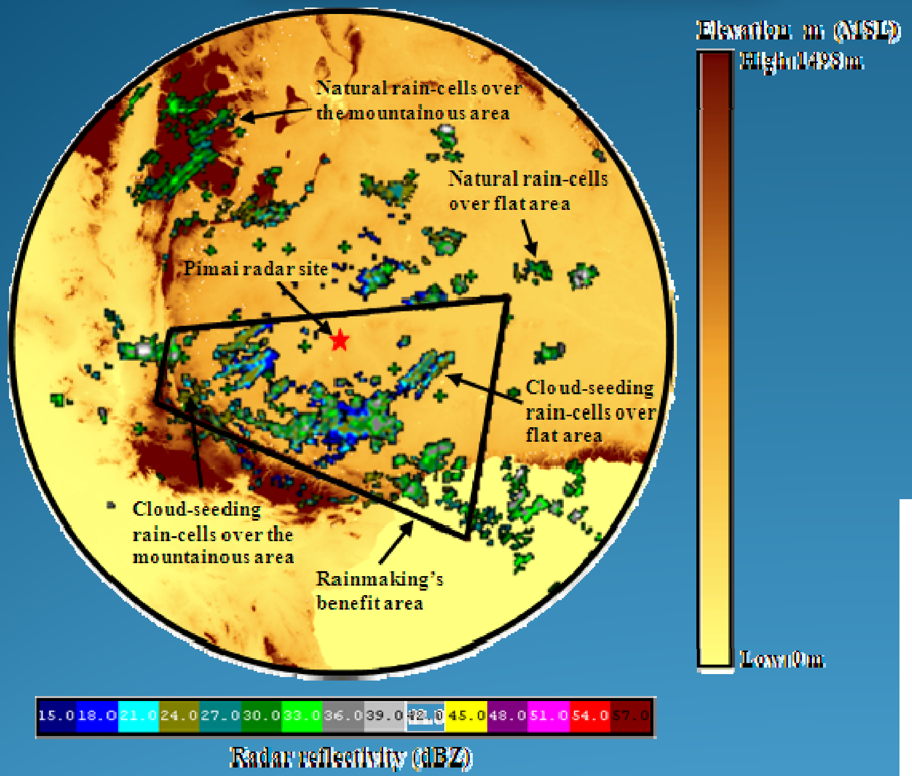
Range dependent hourly bias adjustment method

RMSE between radar and gauge rainfall



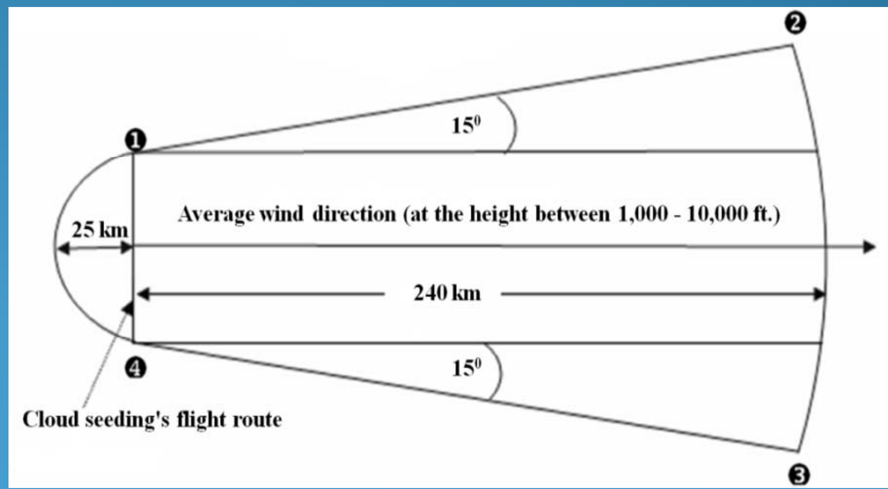
Developing radar rainfall estimation model for evaluating natural and rainmaking rainfall

Assumption



Input data

- ❑ 2.5 km CAPPI data
- ❑ Hourly raingauge data
- ❑ Coordinating of the rainmaking target area

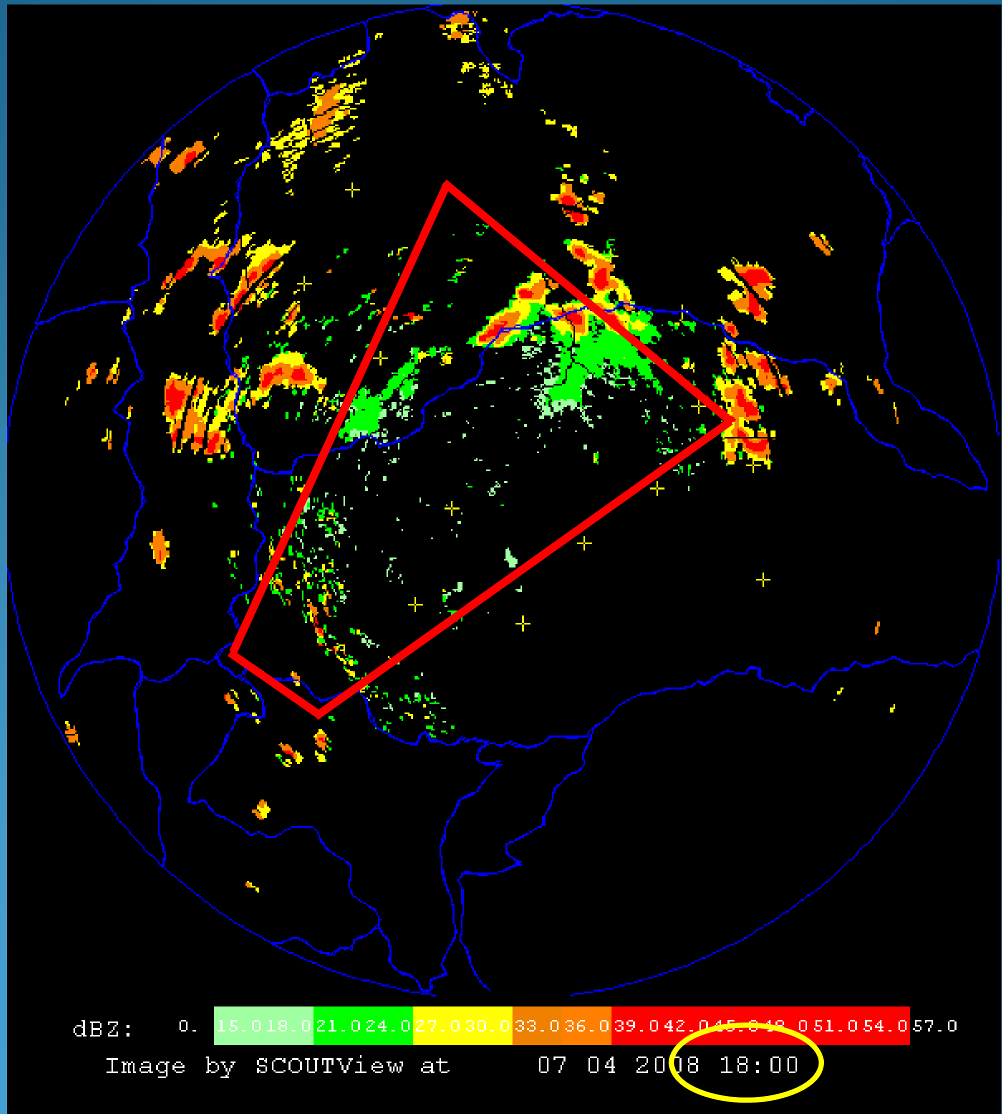


Output data

- ❑ Average rainfall intensity and accumulated rainfall (inside and outside the benefit area)

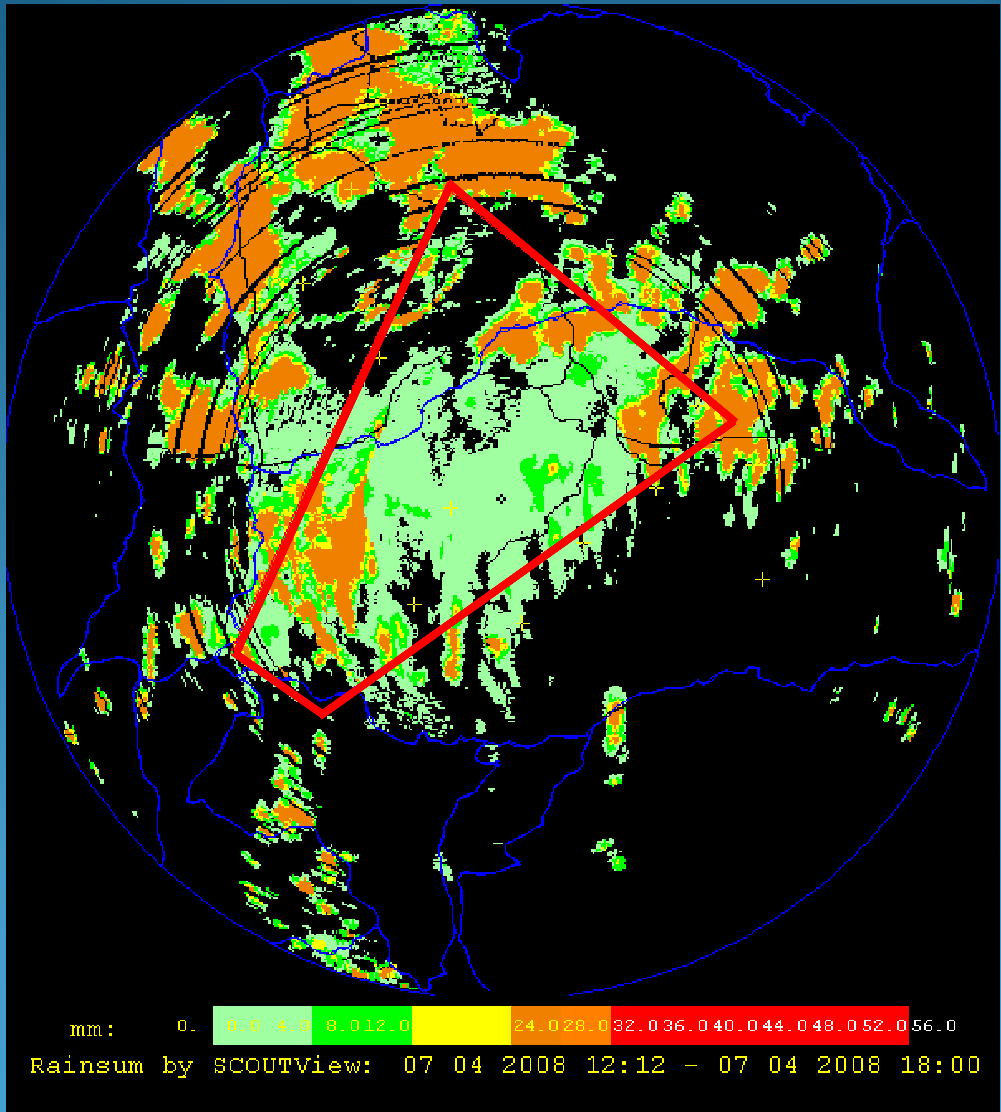
Example # 1. 7-April-2008

Rainmaking or natural rainfall?



Step1: 11.00 – 11:12
Step2: 11:15 – 11:30
Step3: 14:21 – 14:34

Accumulated rainfall



K Index = 31.1

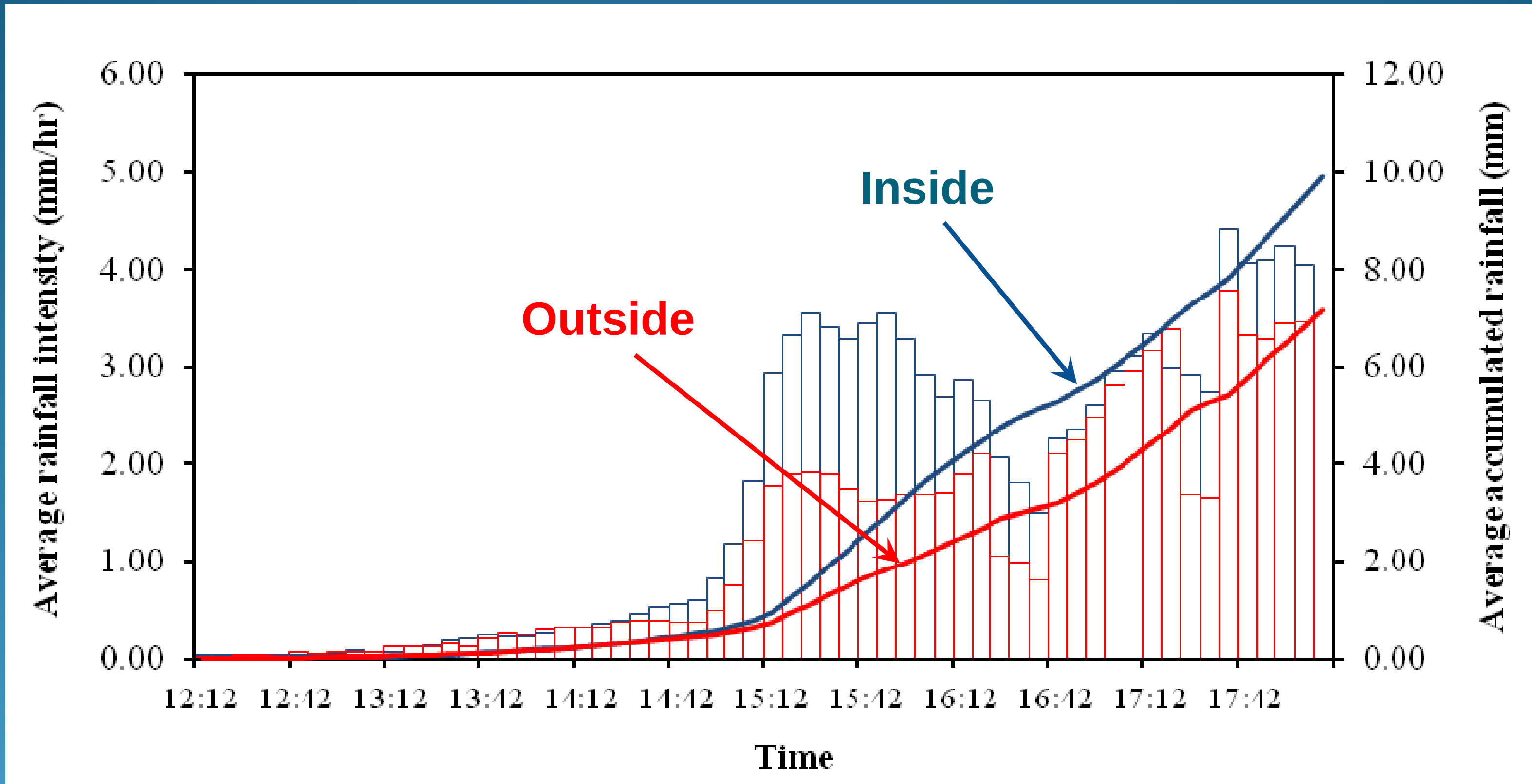
Stability indexes

SI = 0.1

LI = 0.7

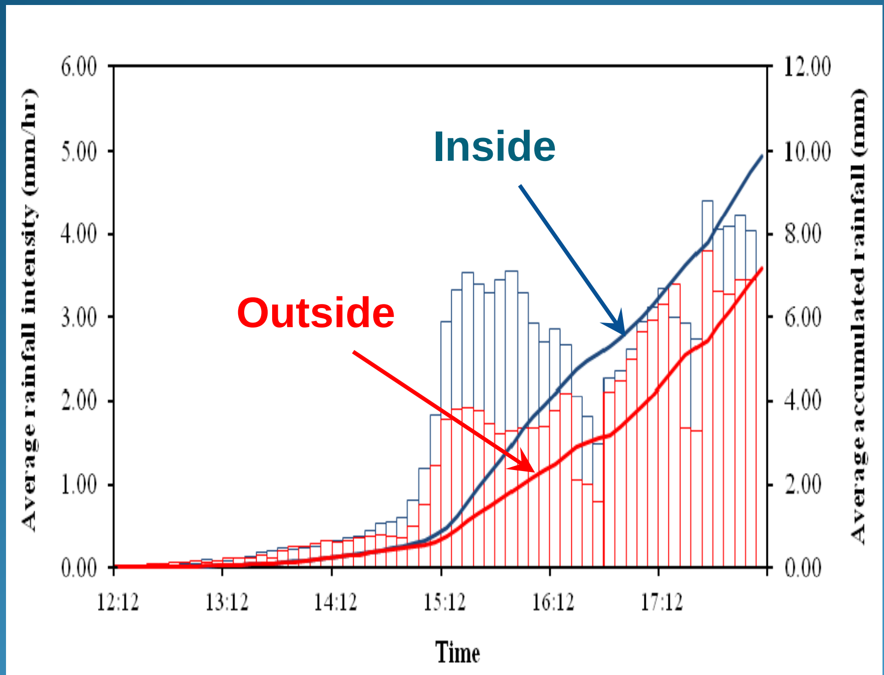
Average RH at CCL = 81%

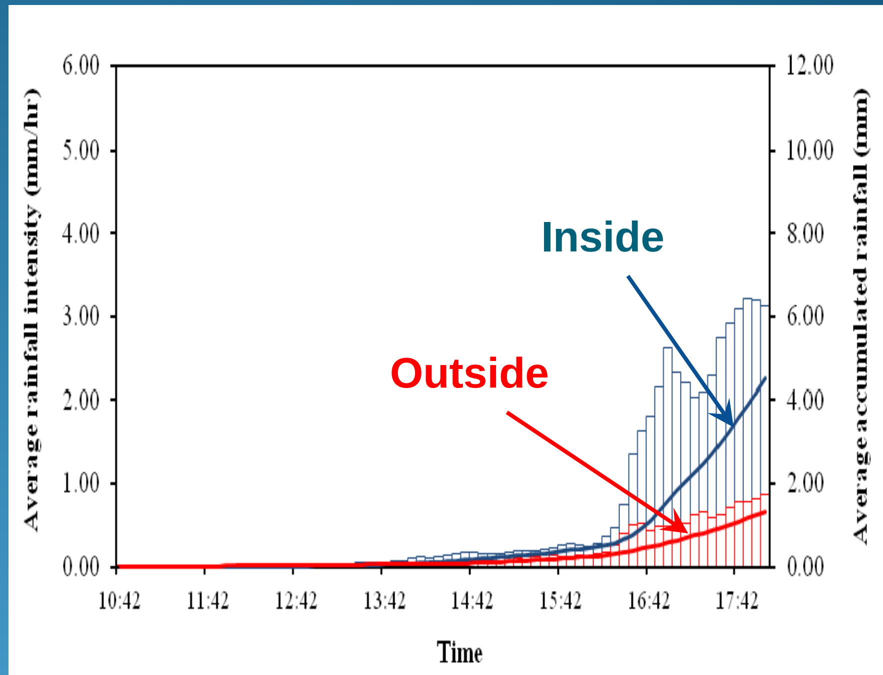
Rainfall occurs inside and outside target area



Step1: 11.00 – 11:12
Step2: 11:15 – 11:30
Step3: 14:21 – 14:31

Effect of upper air data on rainfall



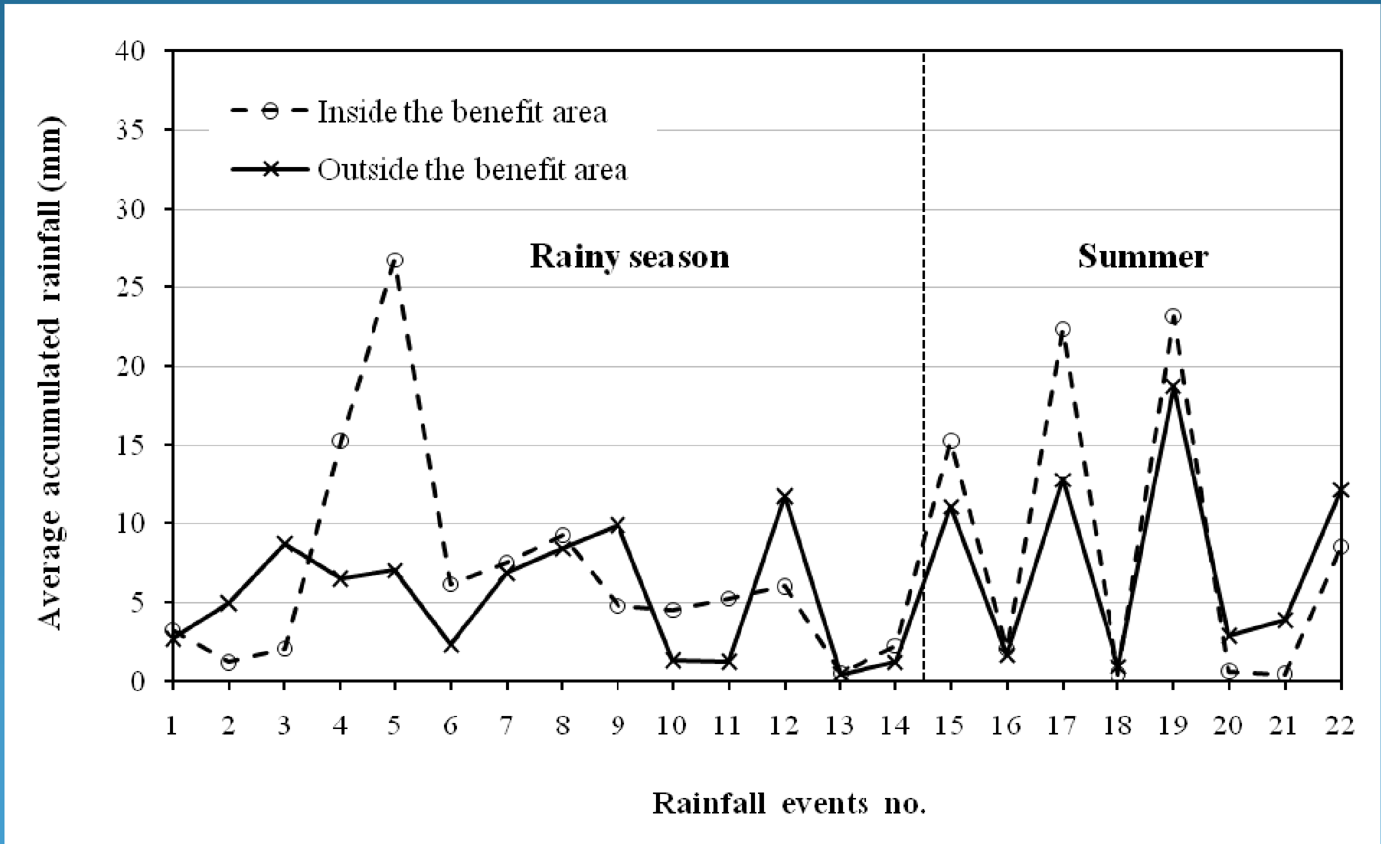


K Index = 31.1
SI = 0.1
LI = 0.7
Average RH at CCL = 81%

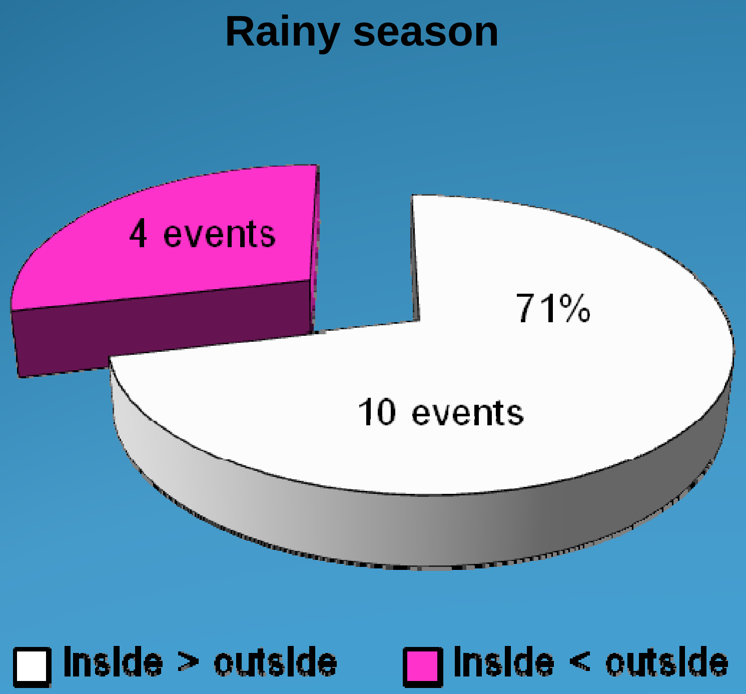
K Index = 28.7
SI = 3.1
LI = 1.5
Average RH at CCL = 53%

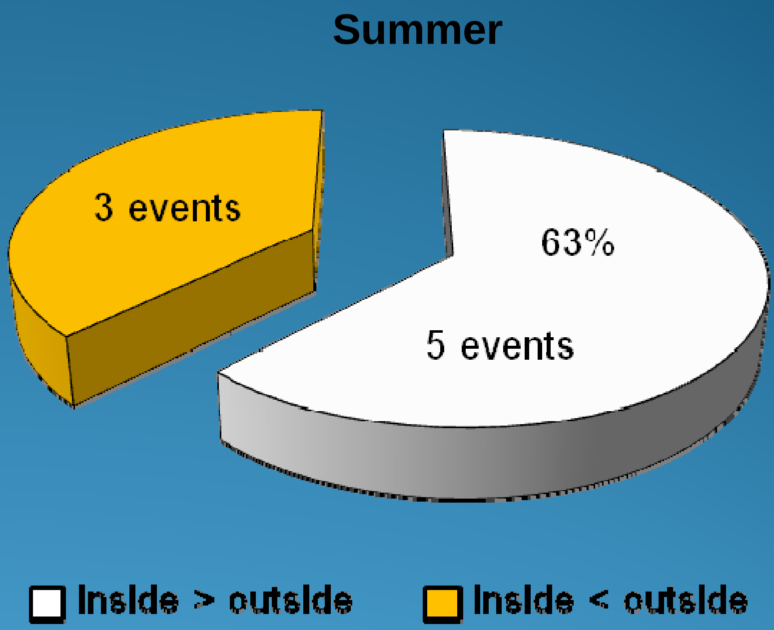
Evaluation of rainmaking activities

Accumulated rainfall inside and outside the benefit area



Evaluation of rainmaking activities





Conclusions

1. Range dependent hourly bias adjustment method gives the smallest RMSE between radar and rain gauge measurements for the Pimai radar.

2. Mostly, the amount of rainfall that occurred inside the benefit area correspond to SI, LI, KI and average RH at CCL level. High rainfall has been observed if SI and LI indexes are low while KI index and average RH are high.

3. According to 22 events, it showed that 71% and 63% of the operational rainmaking days during rainy season and summer gave higher average rainfall intensity and rainfall amount inside the rainmaking's benefit area than outside the benefit area.

Acknowledgement

The Bureau of Royal Rainmaking and Agricultural Aviation (Thailand) for funding support by grant No. 23/2552 and providing the radar and rain gauge data used in this study.