



ผลการประเมินความเสี่ยงของการปนเปื้อนของสารเคมีใน น้ำใต้ดินบริเวณ ต.กลางดง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา



วันศุกร์ที่ 13 กรกฎาคม 2550
เวลา 13.00-15.45 น. ณ ห้องกมลทิพย์ 1
โรงแรมสยามซิตี้

หัวข้อการนำเสนอ

- บทนำ
- ลักษณะพื้นที่ปนเปื้อน
- ขอบเขตพื้นที่ปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน
- ผลประเมินความเสี่ยงอันเกิดจากสารปนเปื้อนในพื้นที่
- แผนการจัดการสารปนเปื้อนในพื้นที่
- แผนปฏิบัติการฉุกเฉินในกรณีเกิดเหตุการณ์ปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน
- ข้อเสนอแนะและข้อเสนอแนะโครงการ

บทนำ



- ❑ เกิดเหตุลักลอบฝังกลบสารเคมีจากบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งเมื่อปี พ.ศ. 2547 บริเวณบ้านปางอโศก ต.กลางดง อ.ปากช่อง จ. นครราชสีมา
- ❑ มีการดำเนินการปาดหน้าดินออกไปกำจัดประมาณ 1-2 เมตร ตามระดับการปนเปื้อน และนำดินใหม่มาถมทับประมาณ 1 เมตร

❑ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล และกรมควบคุมมลพิษ เข้ามาติดตั้งบ่อสังเกตการณ์และตรวจสอบสารอินทรีย์ระเหยในดินและน้ำใต้ดินพบสารจำพวก TCE และ Benzene เกินระดับมาตรฐาน





ระดับ 1



ถ. มิตรภาพ

ระดับ 2



- ❑ ปัญหาการปนเปื้อนของดิน และน้ำใต้ดินเป็นปัญหาใหม่ทางด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
- ❑ เป็นแนวทางในการเตรียมบุคลากร เทคโนโลยี แนวทางการแก้ไข ปัญหาที่เหมาะสม และการวางแผนการจัดการปัญหาที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์โครงการ

- ❑ ศึกษาและสำรวจลักษณะทางกายภาพ อุทกธรณีวิทยา และ สารพิษที่ปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน
- ❑ ประเมินความเสี่ยงและพยากรณ์การแพร่กระจายของสารพิษที่ ปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน ที่อาจจะก่อให้เกิดปัญหาต่อ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ทั้งภาคของเสียและพื้นที่ข้างเคียง โดยจัดทำแบบจำลองน้ำใต้ดินเชิงคณิตศาสตร์
- ❑ ประเมินความเสียหายที่เกิดต่อทรัพยากรน้ำบาดาล

วัตถุประสงค์โครงการ (ต่อ)

- ❑ เสนอแนวทางและแผนงานการป้องกันและแก้ไขปัญหาในพื้นที่ต่อไปอย่างเหมาะสม
- ❑ เป็นแนวทางในการพัฒนาองค์ความรู้ เครื่องมือ การพัฒนาบุคลากรภาครัฐที่เกี่ยวข้องในการตรวจสอบ การจัดการ การแก้ไขปัญหา และการป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษสู่ดินและน้ำใต้ดินของประเทศแบบยั่งยืน

ลักษณะพื้นที่ปนเปื้อน

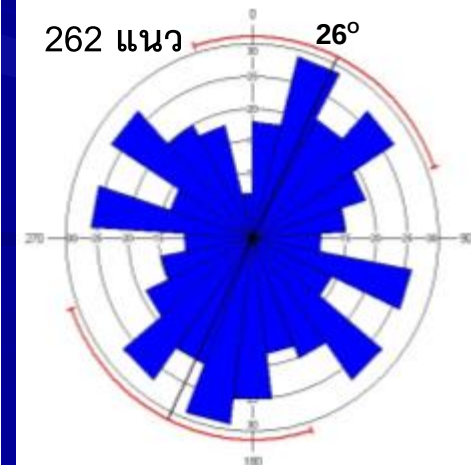
การวางตัวของแนวรอยแตก

- 2 แนวหลัก
- ตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ
 - ตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้

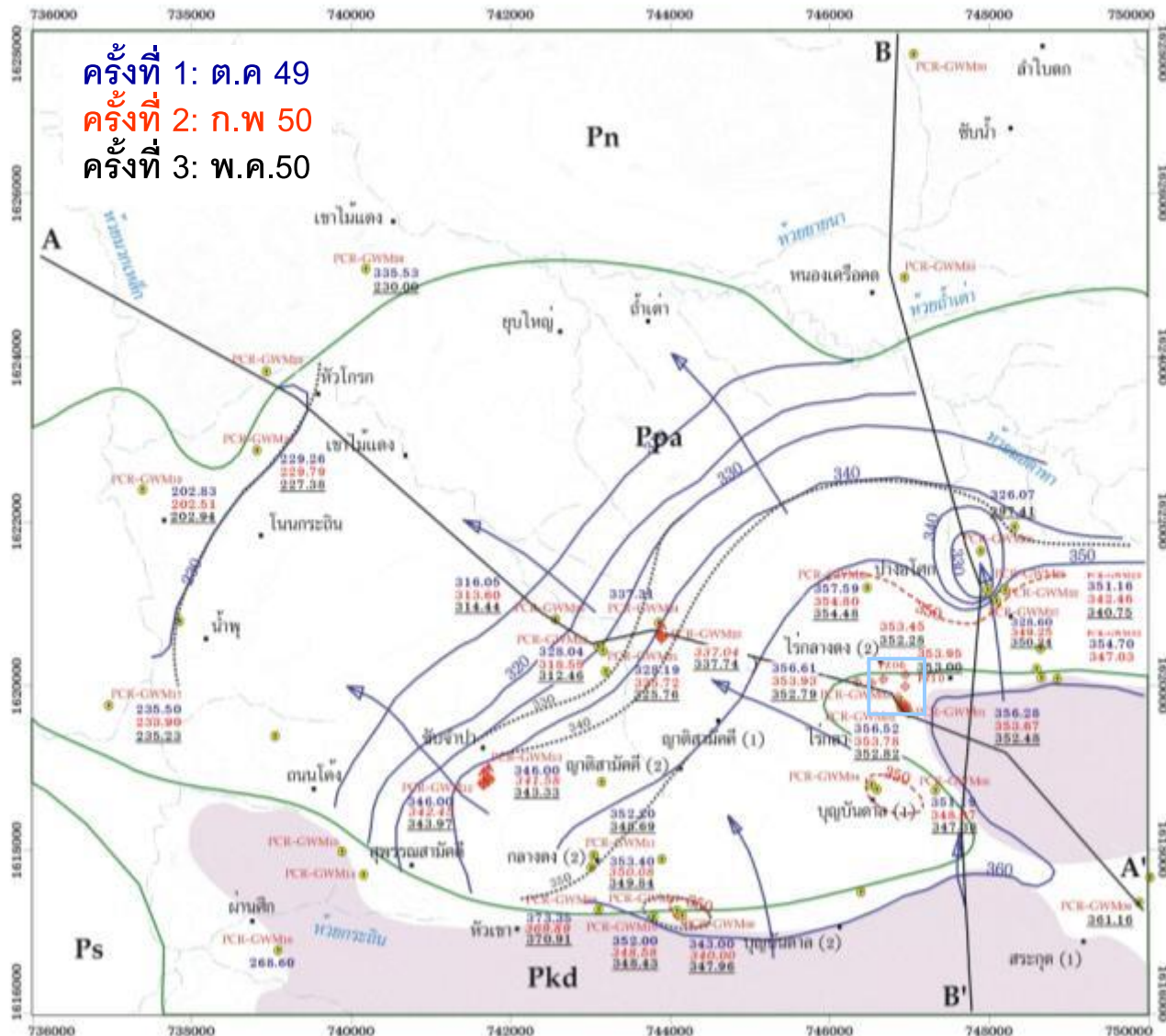


แนวรอยแตก

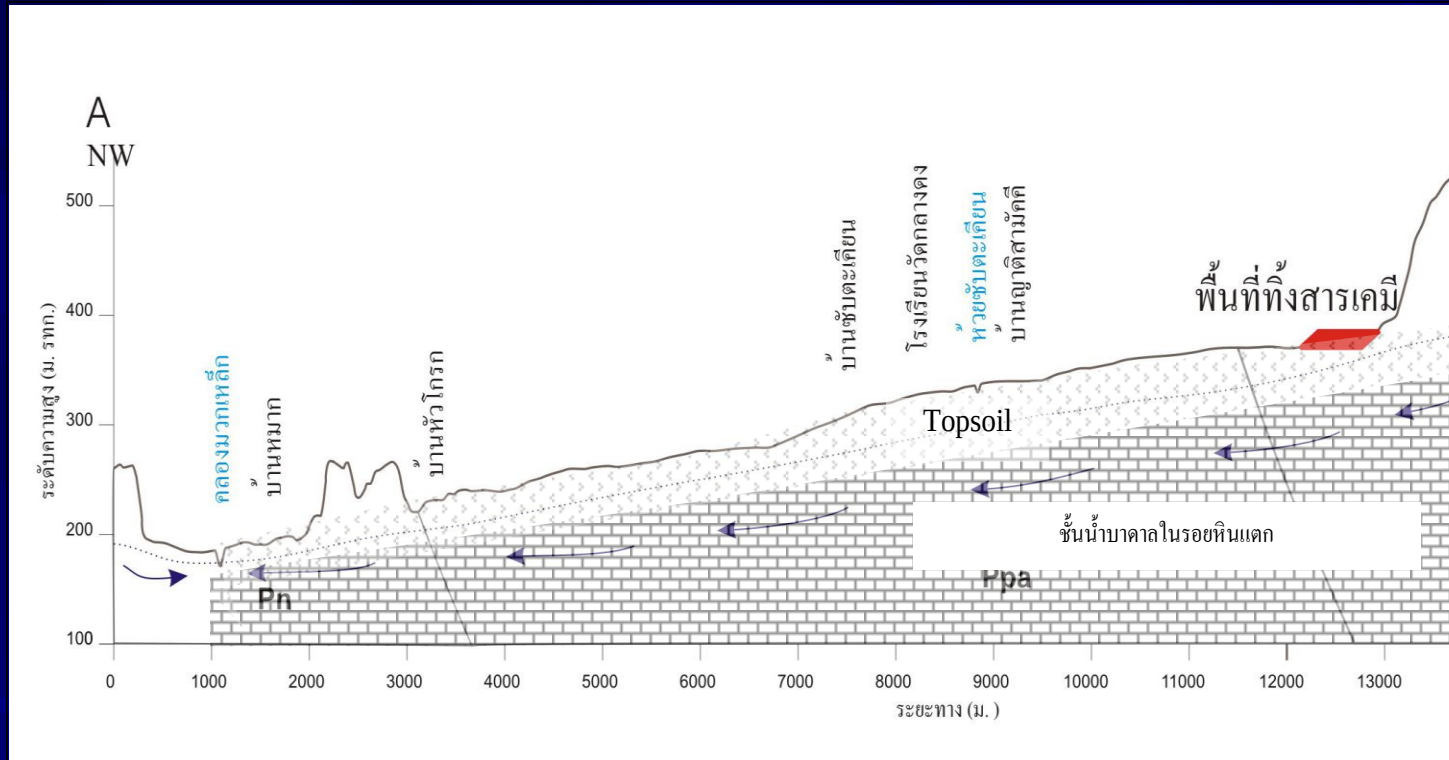
- แนวรอยแตกทั่วไป
- Cleavage
- ┐ Joint
- จุดสำรวจ (21 สถานี)
- แนวตัดขวางทางธรณีวิทยา
- ขอบเขตหน่วยหิน



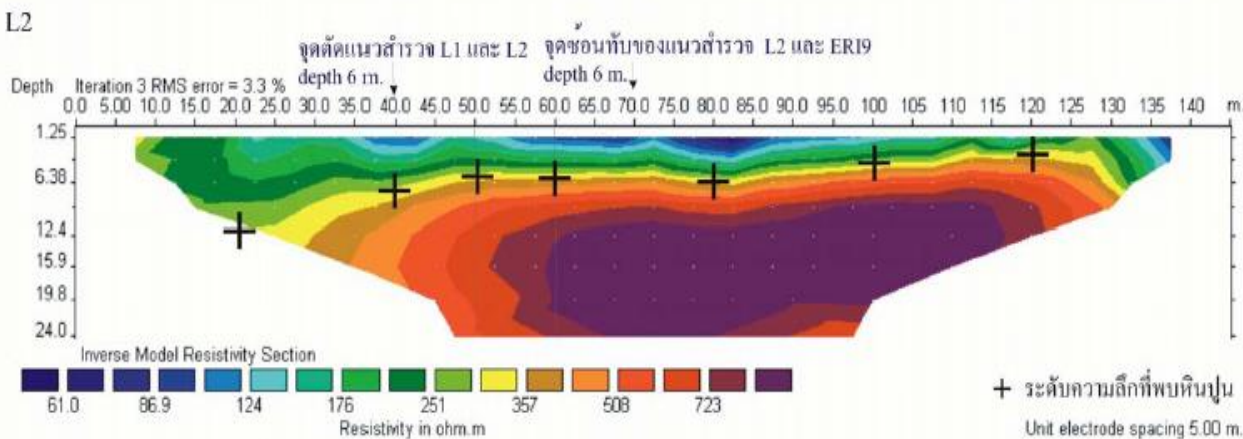
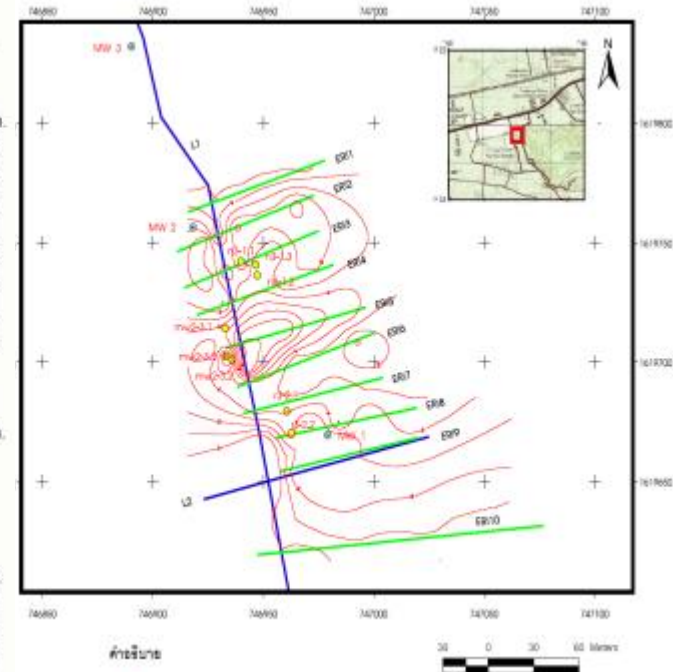
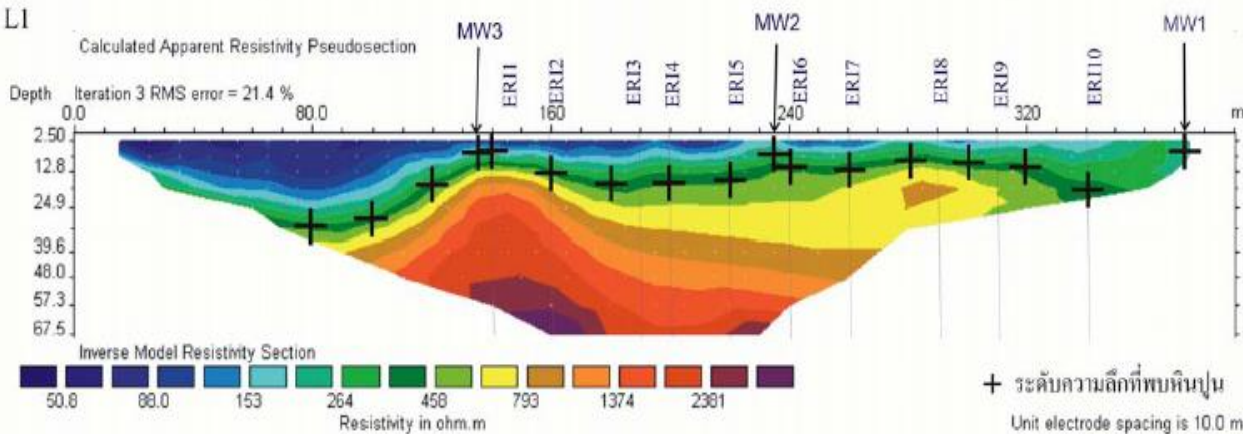
อุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยระดับตะเคียน



การวางตัวของชั้นน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา



ภาคตัดขวางแสดงธรณีฟิสิกส์ผิวดิน



ผลการแปลความหมายข้อมูลความ
ต้านทานไฟฟ้าในแนว L1-L2

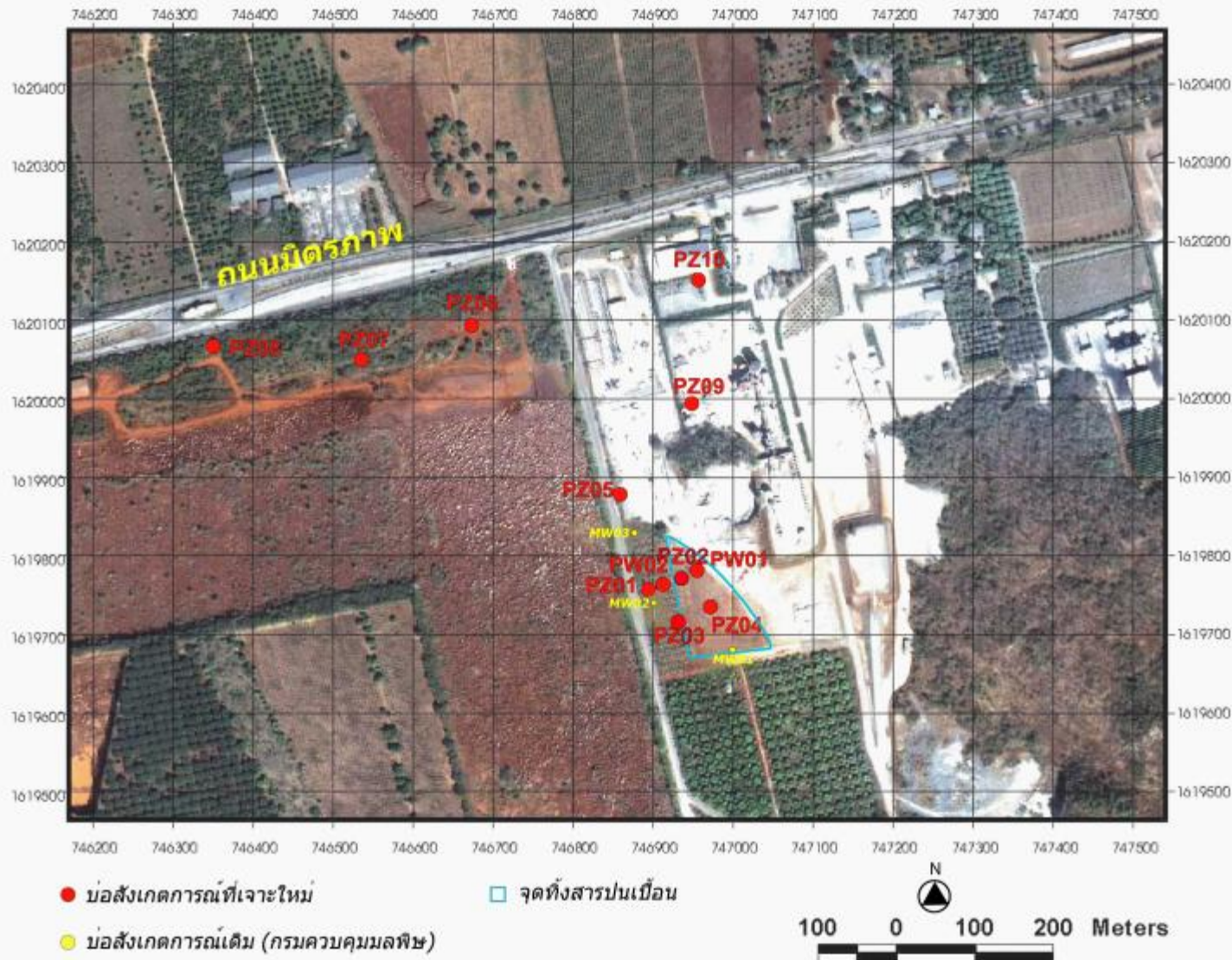
ภาพตัดขวางในแนวตั้ง สร้างจากโปรแกรม RES2DINV
(การวางขั้วแบบ Wenner)

การเจาะบ่อสังเกตการณ์ใหม่ (open hole; 12 บ่อ)

□ สำรวจธรณีฟิสิกส์ใต้ดิน

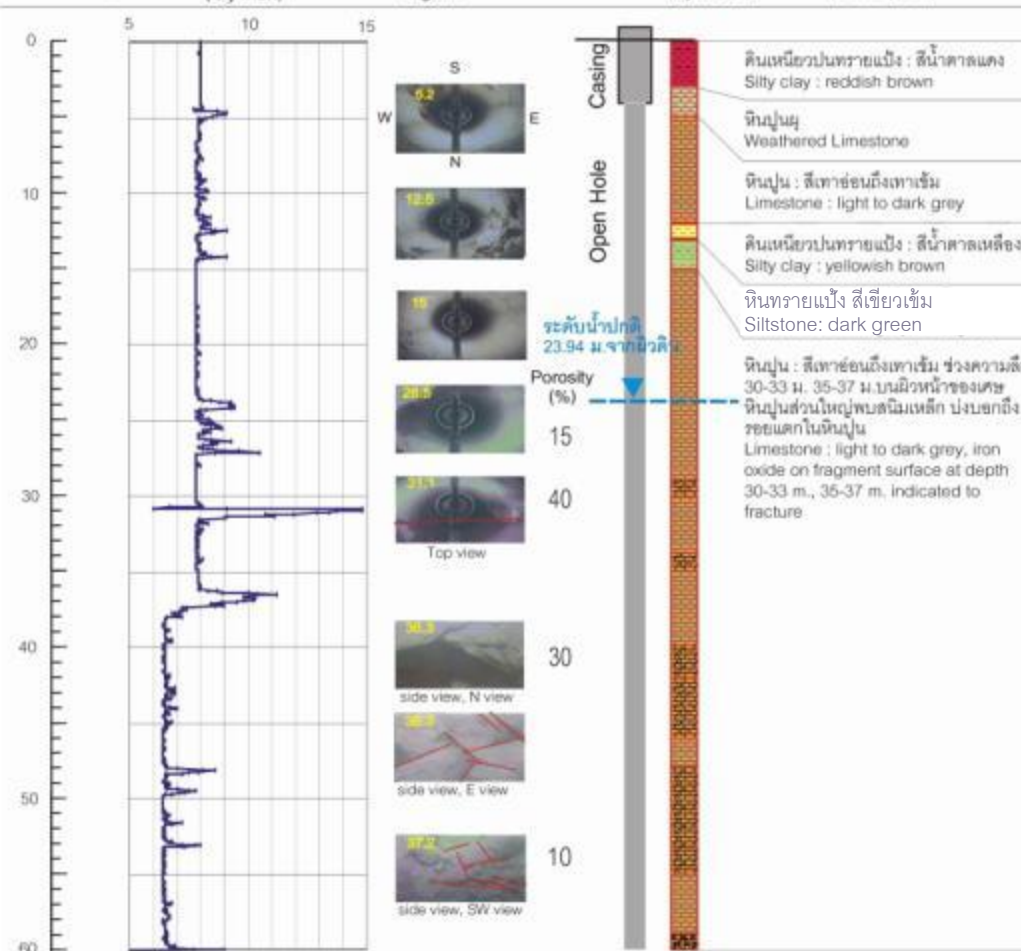
□ ทดสอบคุณสมบัติทางกลศาสตร์ (T, K)

□ ติดตามระดับและคุณภาพน้ำใต้ดิน



ภาคตัดขวางแสดงธรณีฟิสิกส์ใต้ดิน

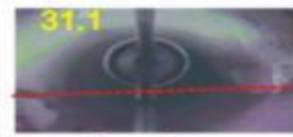
PZ01



ระดับน้ำปกติ
23.94 ม.จากผิว



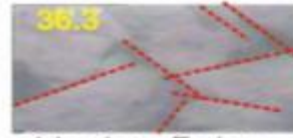
Porosity (%)



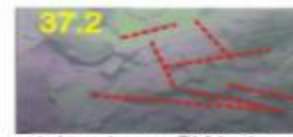
Top view



side view, N view



side view, E view



side view, SW view

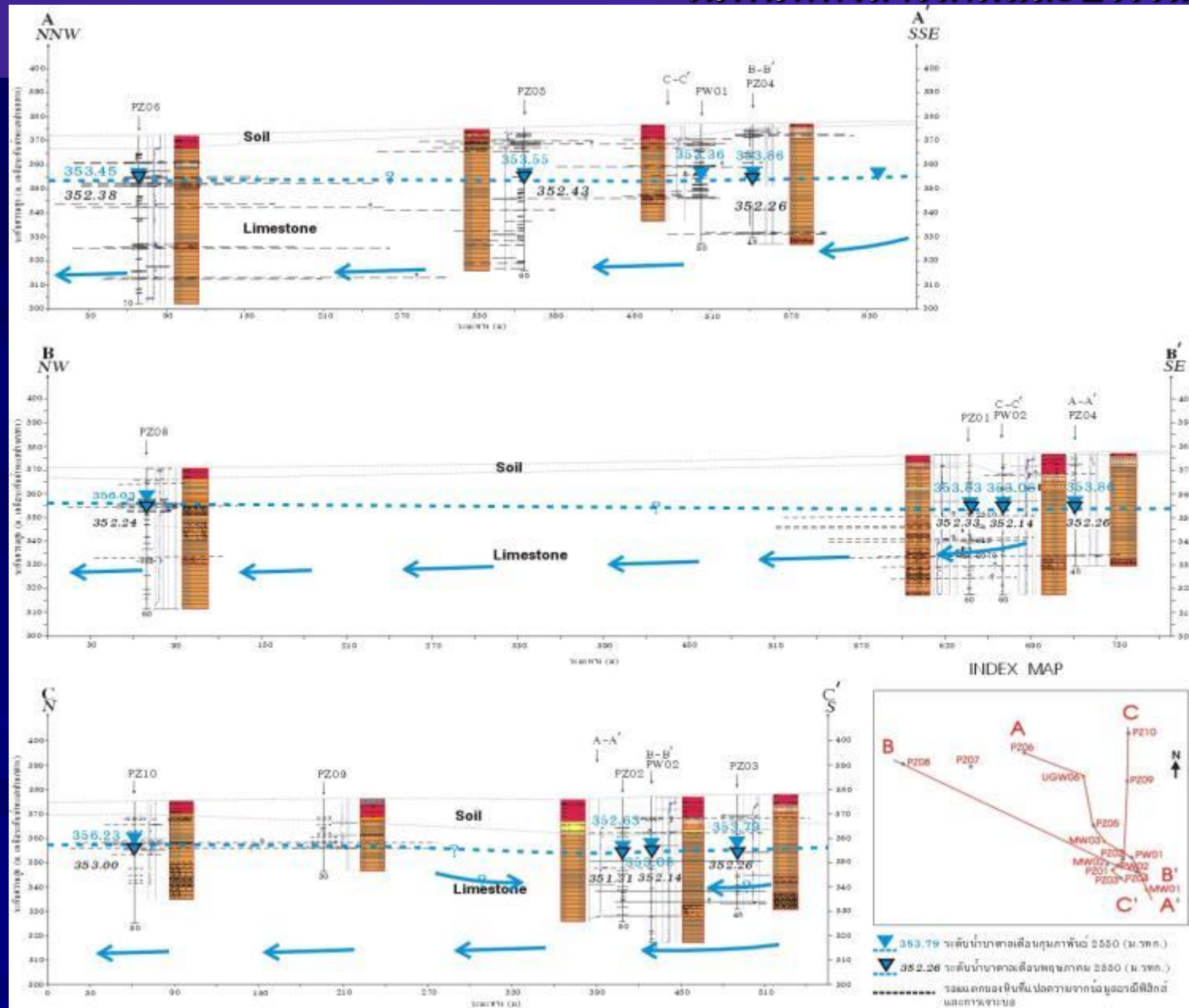
TV log 10 บ่อ



Caliper log 12 บ่อ



ภาคตัดขวางแสดงการวางตัวและลักษณะรอยแตกของหินและอุทกธรณีวิทยา ในพื้นที่ทิ้งสารเคมีและบริเวณใกล้เคียง



▲ 353.79 ระดับน้ำบาดาลเดือนกุมภาพันธ์ 2550 (ม.รทศ.)
 ▼ 352.26 ระดับน้ำบาดาลเดือนพฤษภาคม 2550 (ม.รทศ.)
 - - - - - รอยแตกตามแนวหินปูนป้องกันจากขุมขยะอันตราย
 และกากขี้เถ้า

ขอบเขตพื้นที่ปนเปื้อน

การกำหนดขอบเขตพื้นที่ปนเปื้อน

- ข้อมูลการตรวจวิเคราะห์ VOCs : ดิน, น้ำใต้ดิน (กรมควบคุมมลพิษ)
- ข้อมูลการตรวจวิเคราะห์ VOCs, Pesticides และ Heavy Metals
 - ดิน (2-5 m; พ.ย. 49) : ไม่พบ VOCs, Pesticides
 : พบ Heavy Metals แต่ไม่เกินระดับมาตรฐาน
 - น้ำใต้ดิน (26-70 m; ก.พ. & มิ.ย. 50) : ไม่พบ Pesticides
 : พบ Heavy Metals แต่ไม่เกินระดับมาตรฐาน
 : พบ VOCs เกินระดับมาตรฐาน 7 ชนิด

Benzene

1,1-dichloroethylene

Tetrachloroethylene (PCE)

1,1,2-dichloroethylene

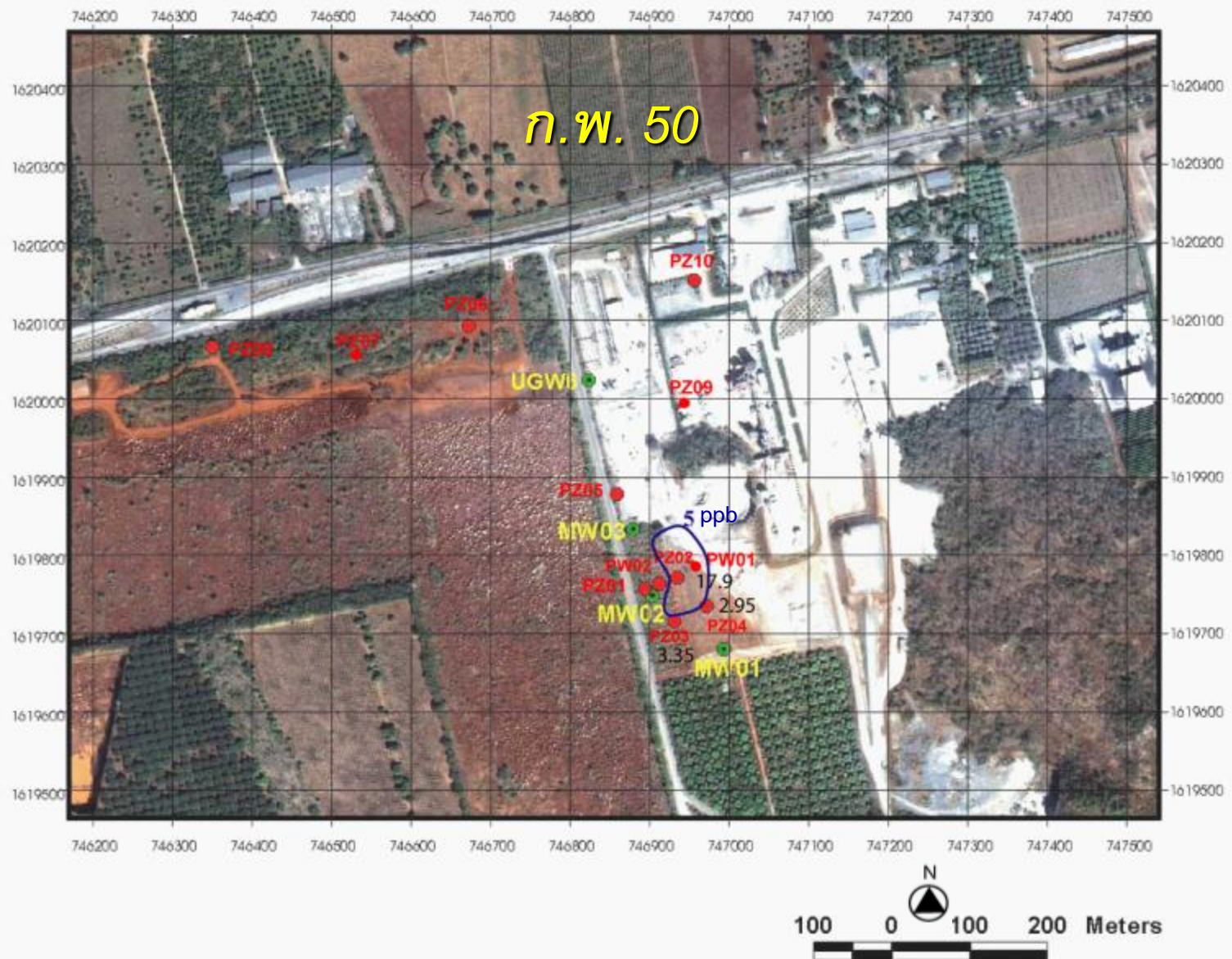
1,2-dichloroethane

Cis-1,2-dichloroethylene

Trichloroethylene (TCE)

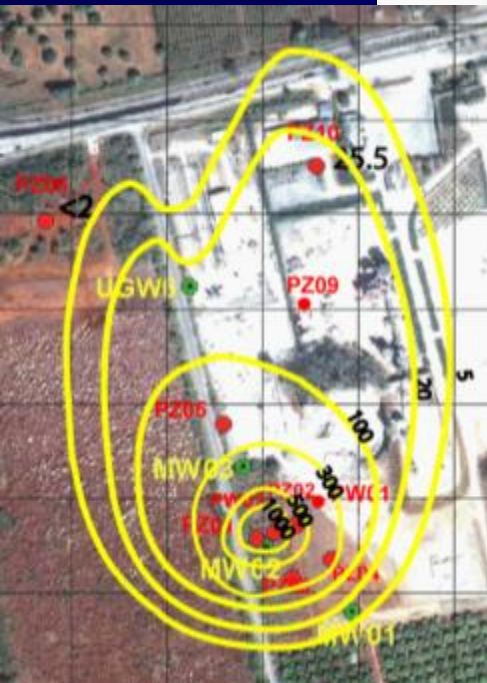


มาตรฐานคุณภาพดินและน้ำใต้ดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (2547) และ 20 (2543)

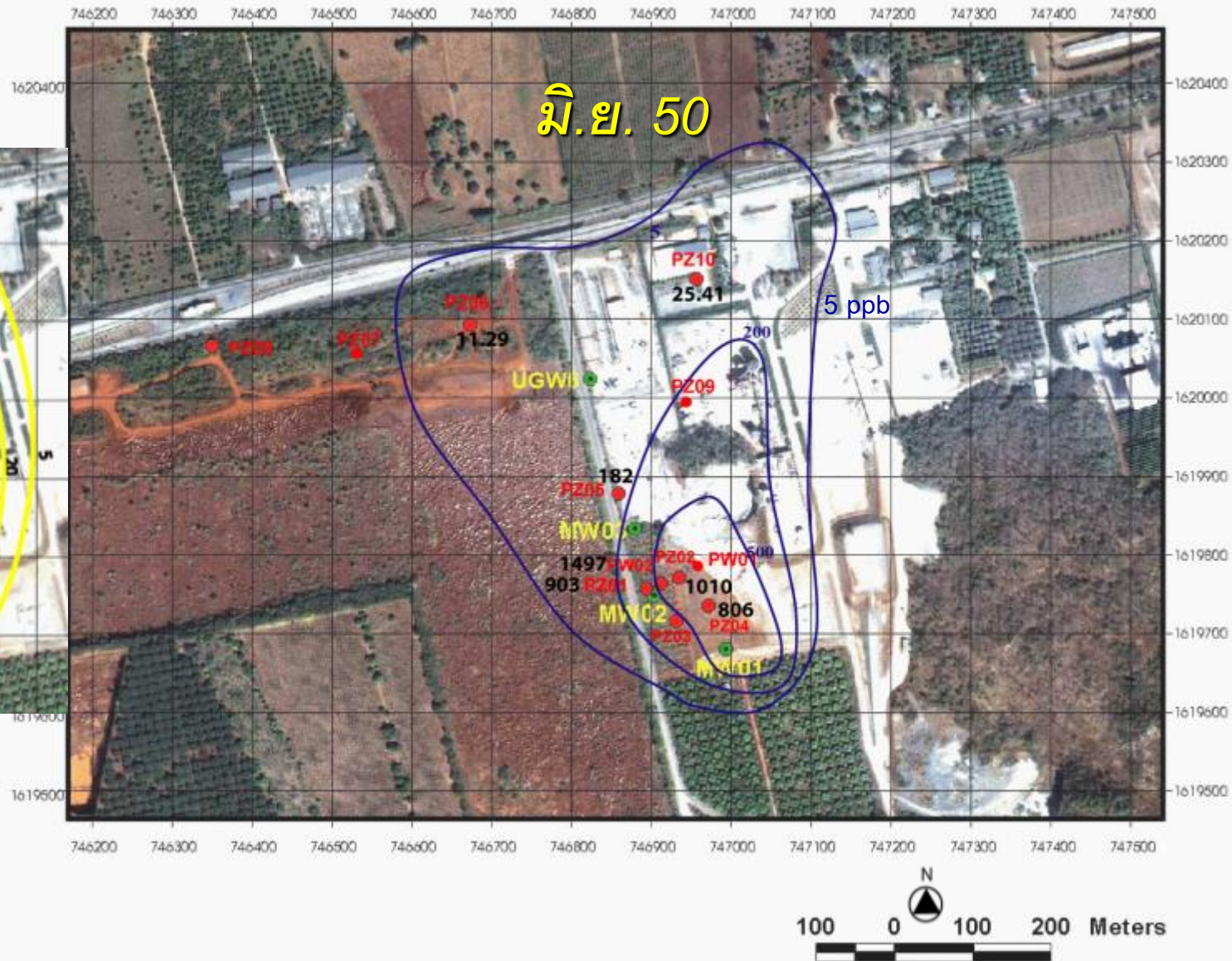


Trichloroethylene (TCE)

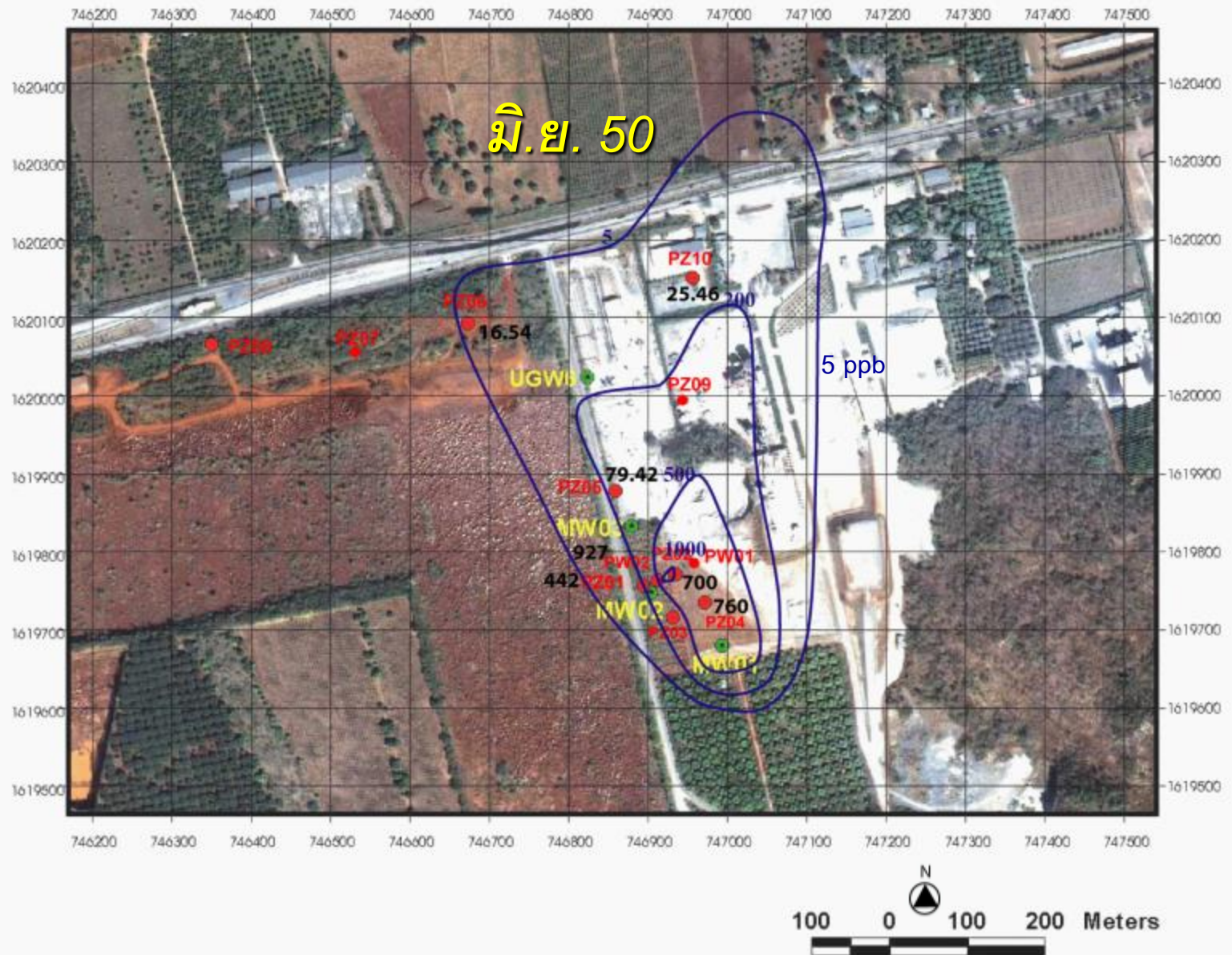
ก.พ. 50



มิ.ย. 50



Tetrachloroethylene (PCE)

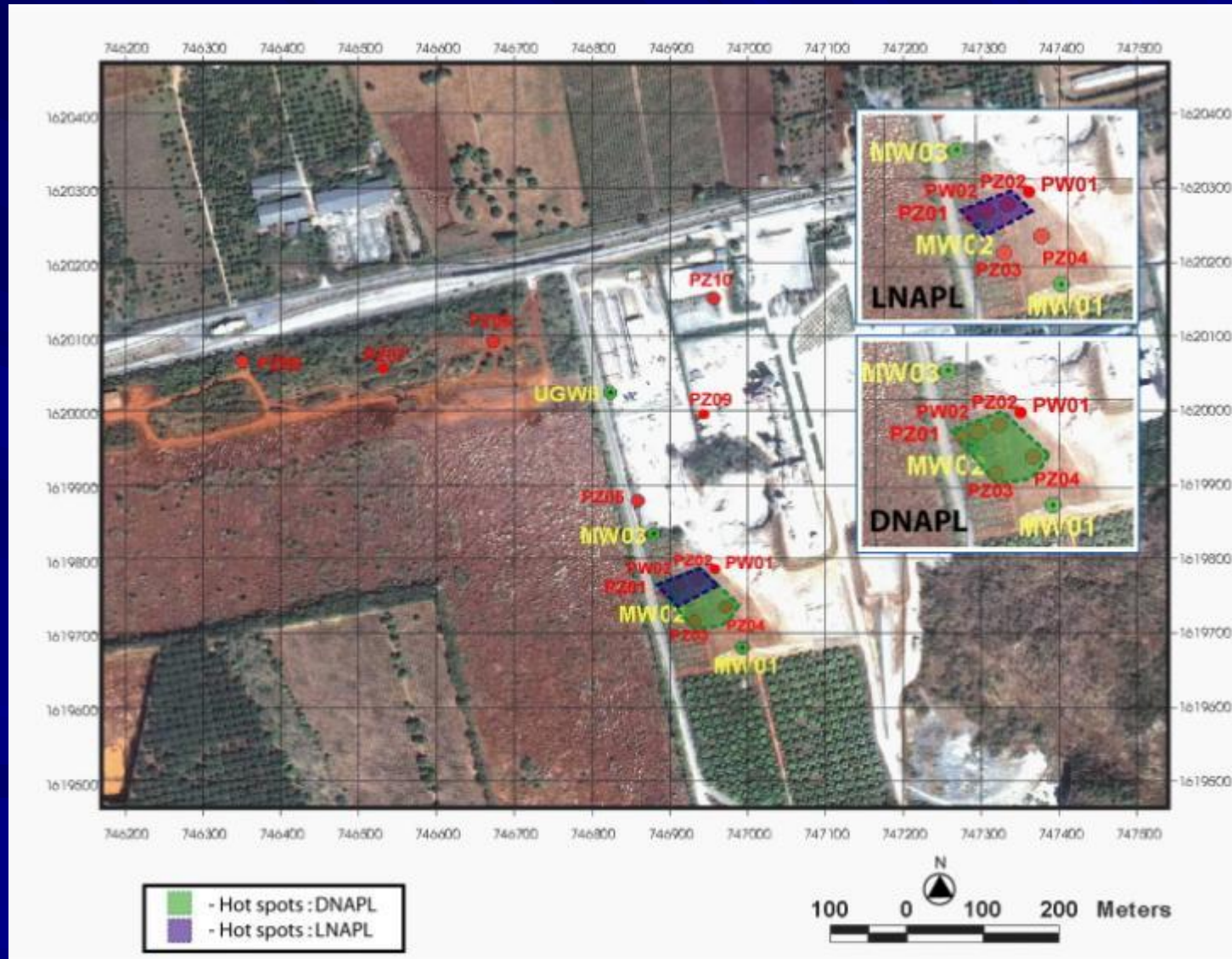
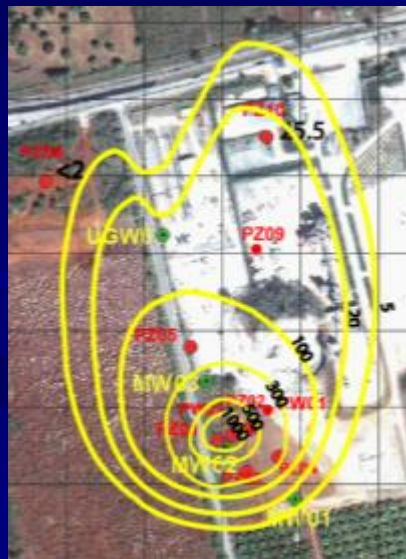


Hot Spots: LNAPL, DNAPL

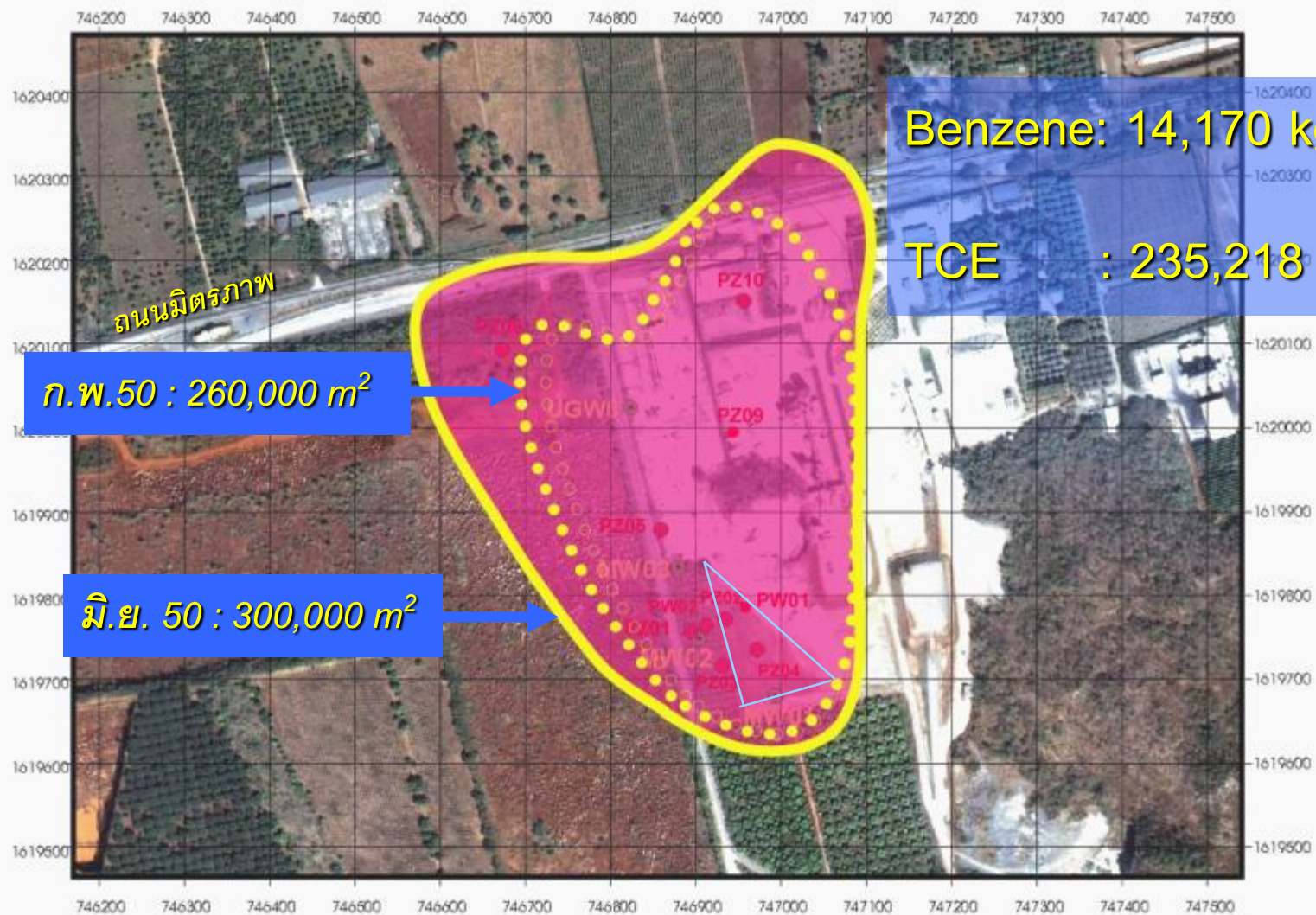
Benzene: LNAPL



TCE: DNAPL

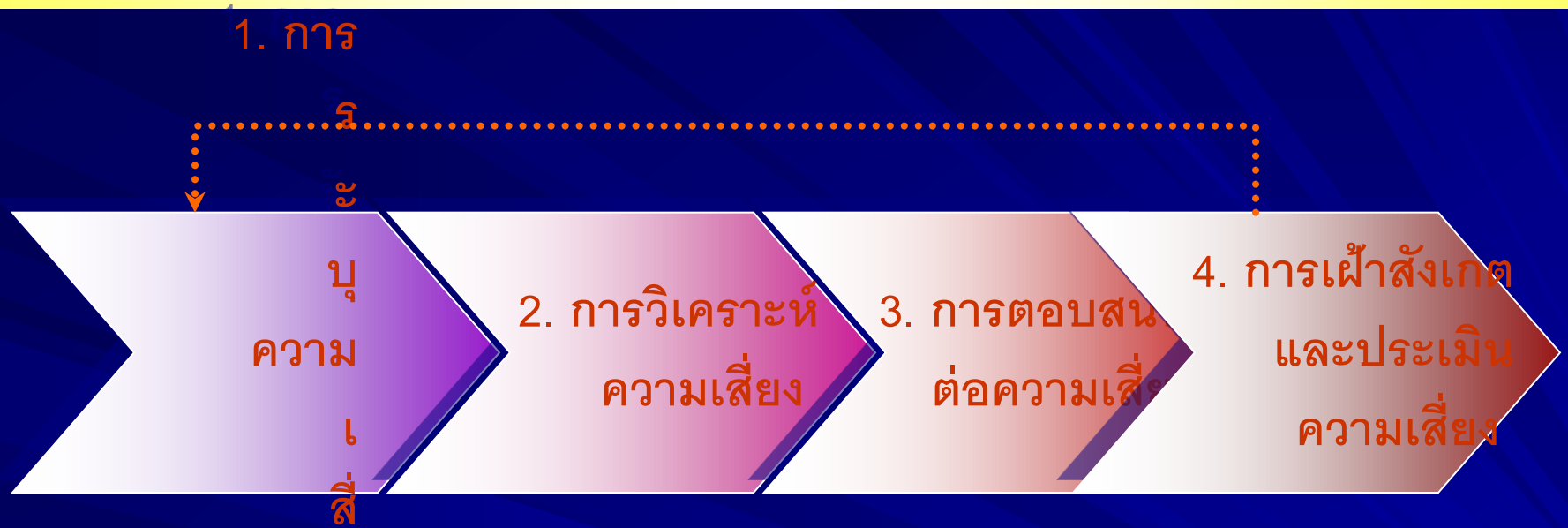


ขอบเขตและปริมาณสารปนเปื้อน



ผลประเมินความเสี่ยงอันเกิดจากสารปนเปื้อนในพื้นที่

กระบวนการจัดการความเสี่ยง



ระบุ :

- แหล่งกำเนิดของความเสี่ยง
- ปัจจัยเสี่ยง
- เหตุการณ์เสี่ยง
- ผลกระทบของความเสี่ยง

เชิงคุณลักษณะ/

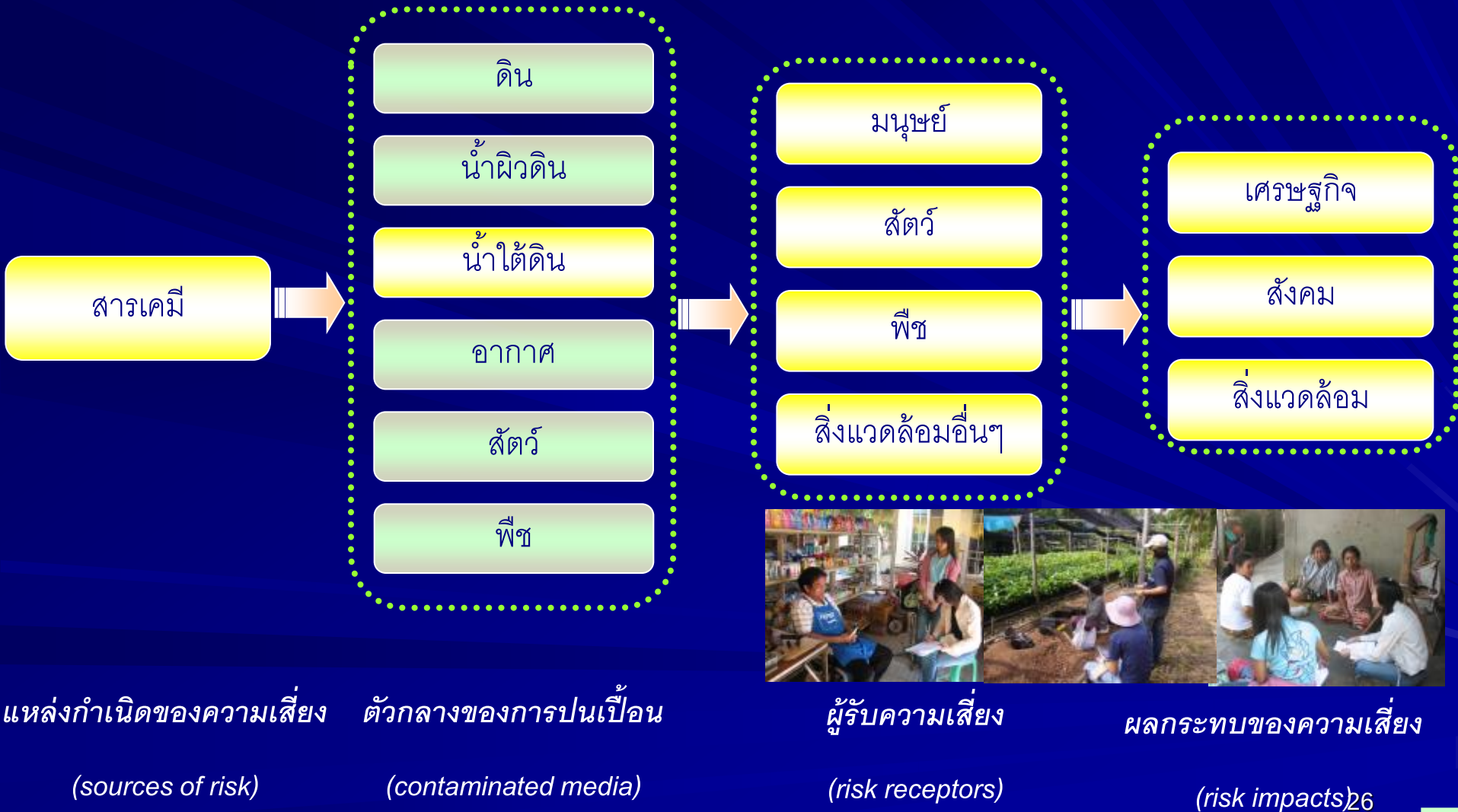
เชิงปริมาณ :

- ความน่าจะเป็น
- ผลกระทบ

สร้างวัตถุประสงค์ของการตอบสนอง

- พัฒนาแนวทางเลือกที่เป็นไปได้
- คัดเลือกแนวทางเลือก

1. การระบุความเสี่ยงของการปนเปื้อนของสารเคมีในน้ำใต้ดิน



2. การวิเคราะห์ความเสี่ยง

การพิจารณาแนวทางในการวิเคราะห์ความเสี่ยง



การพิจารณาเจตคติต่อความเสี่ยงของผู้ตัดสินใจ



การประเมินความปั่นป่วนในแต่ละพื้นที่



การประเมินผลกระทบของความเสี่ยงในหน่วยของเงิน



การคำนวณค่าความเสี่ยง (Degree of risk)
$$\text{ความเสี่ยง} = \text{ความปั่นป่วนในแต่ละพื้นที่} \times \text{ผลกระทบ}$$



ขั้นตอนการประเมินผลกระทบของความเสี่ยงในหน่วยของเงิน

แผนที่แสดงชั้นความเข้มข้นของ
สารปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน (model)

แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
(land use map)

ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่

ผลกระทบทางการเงินที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่
(การสูญเสียรายได้เนื่องจากการเจ็บป่วย, การลดลงของที่ดินทำกินเนื่องจากการปนเปื้อน,
สูญเสียรายได้จากการจำหน่ายน้ำบาดาล, ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการบำบัดแหล่งน้ำ)

แผนที่ความเสี่ยงแสดงระดับผลกระทบทางการเงินและ
เวลาที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่



แผนที่แสดงชั้นความเข้มข้นของ สารปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน (สาร TCE)

Year = 10



Year = 2



แผนที่แสดงชั้นความเข้มข้นของ สารปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน (สาร TCE)

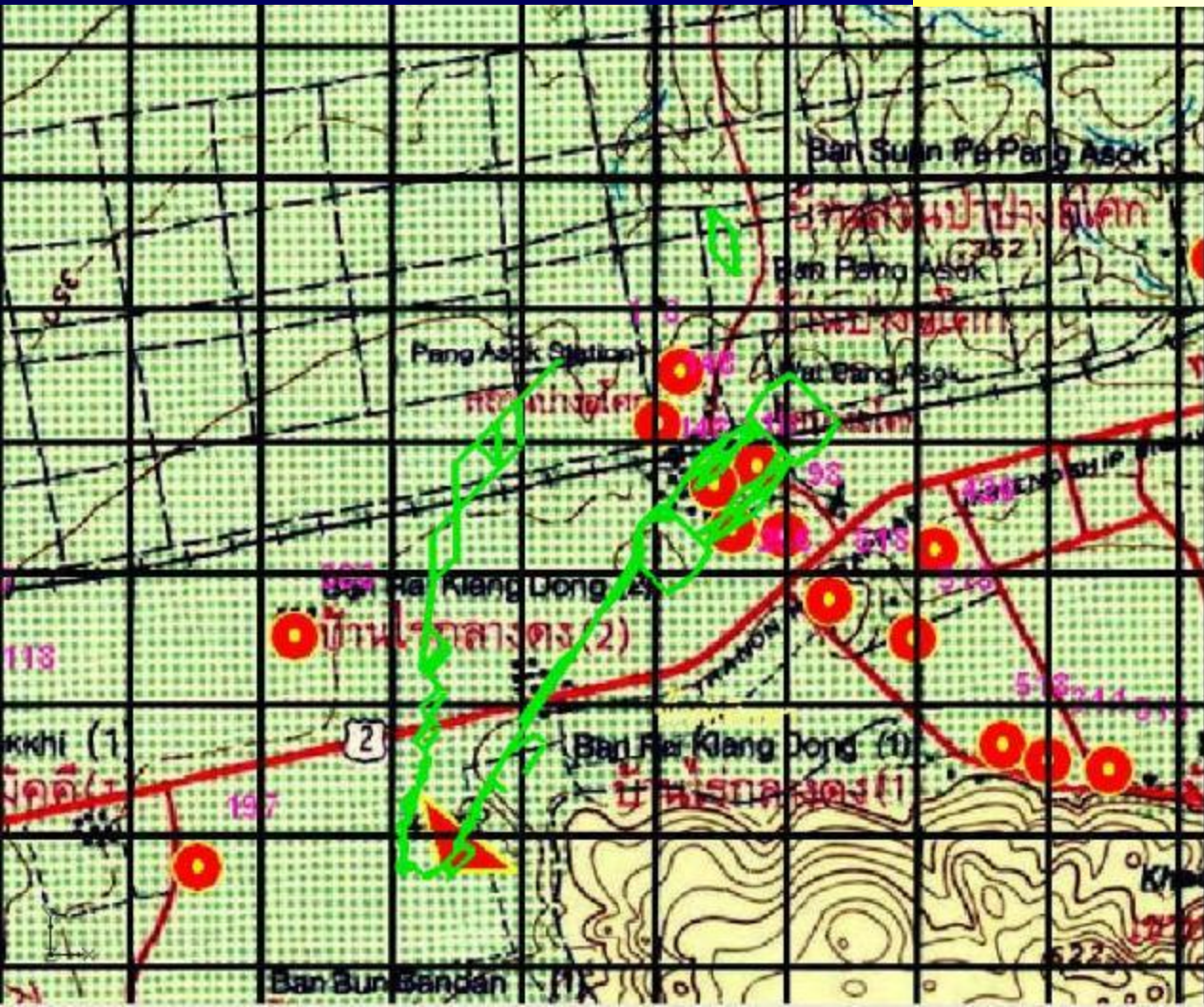
Year = 25



Year = 20



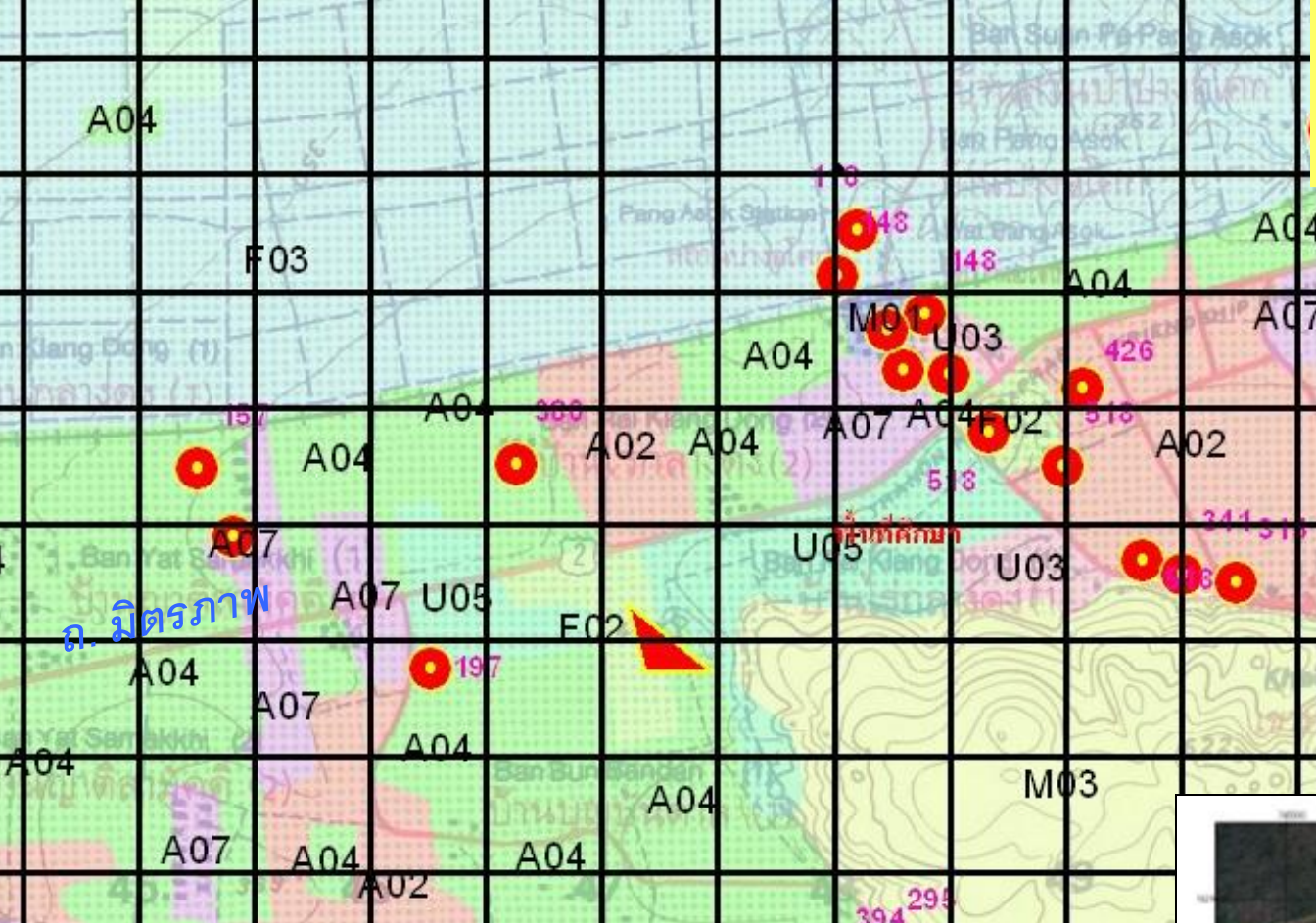
แผนที่แสดงชั้นความเข้มข้นของ
สารปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน (สาร TCE)



Year = 50



แผนที่การใช้ที่ดิน (land use map)



พื้นที่ทิ้งสารปนเปื้อน



บ่อบาดาล

- A02 พืชไร่ (องุ่น, ข้าวโพด)
- A04 ไม้ผล (น้อยหน่า)
- A07 ทุ่งหญ้า, เลี้ยงสัตว์
- U02 ที่อยู่อาศัย
- U03 สถานที่ราชการ

- U05 พื้นที่อุตสาหกรรม
- M01 ทุ่งหญ้าธรรมชาติ
- M03 พื้นที่เหมืองแร่ บ่อขุด
- F03 พื้นที่ป่า



จากแผนที่การใช้ที่ดิน 2543, ภาพถ่ายดาวเทียม และผลการสำรวจภาคสนาม เมื่อวันที่ 27-28 เมษายน 2550



พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อน

ปีที่	พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อน (ไร่)					รวม
	พืชไร่	พืชผล	ที่อยู่อาศัย	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	อุตสาหกรรม	
2	222.40	142.19	14.58	6.25	89.58	475.00
5	340.58	217.75	14.58	35.42	89.58	697.92
10	362.19	231.56	14.58	35.42	89.58	733.33
14	287.21	183.63	-	35.42	89.58	595.83
20	424.46	271.38	14.58	35.42	89.58	835.42
25	397.77	254.31	116.67	35.42	89.58	893.75
50	270.69	173.06	102.08	93.75	89.58	729.17



2.1 การสูญเสียรายได้ของประชาชนเนื่องจากเจ็บป่วย

- กำหนดให้ หากประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณสารปนเปื้อนเกินกว่ามาตรฐาน อุปโภคและบริโภคน้ำบาดาลที่ได้รับการปนเปื้อนเข้าไปจะเกิดอาการเจ็บป่วย อันเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพในการทำงานและรายได้จากการทำงานลดลง หรือไม่สามารถประกอบอาชีพได้
- ข้อมูลการประกอบอาชีพและรายได้ของประชาชนในหมู่บ้านปางอโศก

อาชีพ	ร้อยละ	รายได้เฉลี่ย/คน/ปี (บาท)
เกษตรกร	27	223,700
ธุรกิจส่วนตัว	37	162,200
พนักงานเอกชน	2	180,000
รับจ้าง	24	137,500
รับราชการ	5	311,800
อื่นๆ	5	256,800

2.1 การสูญเสียรายได้ของประชาชนเนื่องจากเจ็บป่วย (ต่อ)

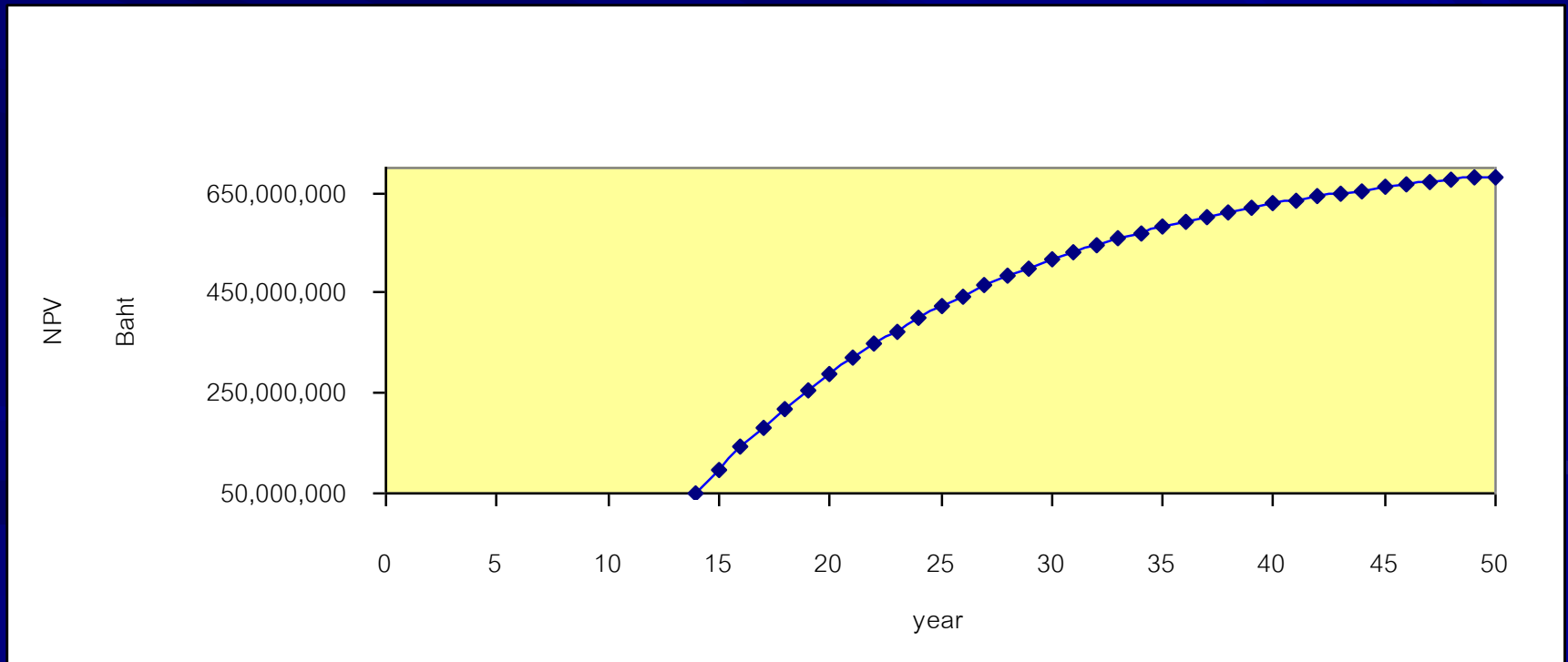
ตั้งแต่ปีที่ 14 ถึง 50

มูลค่าความเสียหาย

5,249,638,372 บาท

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

683,548,017 บาท (อัตราส่วนลด = 8%)



2.2 การลดลงของที่ดินทำกินเนื่องจากการปนเปื้อน

- กำหนดให้ พื้นที่บริเวณที่ได้รับการปนเปื้อนไม่สามารถใช้ประโยชน์ทางการเกษตรหรือการเลี้ยงสัตว์ได้อีกต่อไป
- ผลกระทบอันเนื่องมาจากการลดลงของที่ดินทำกินอาจหมายถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับประชาชนเนื่องจากสูญเสียรายได้จากการประกอบอาชีพ

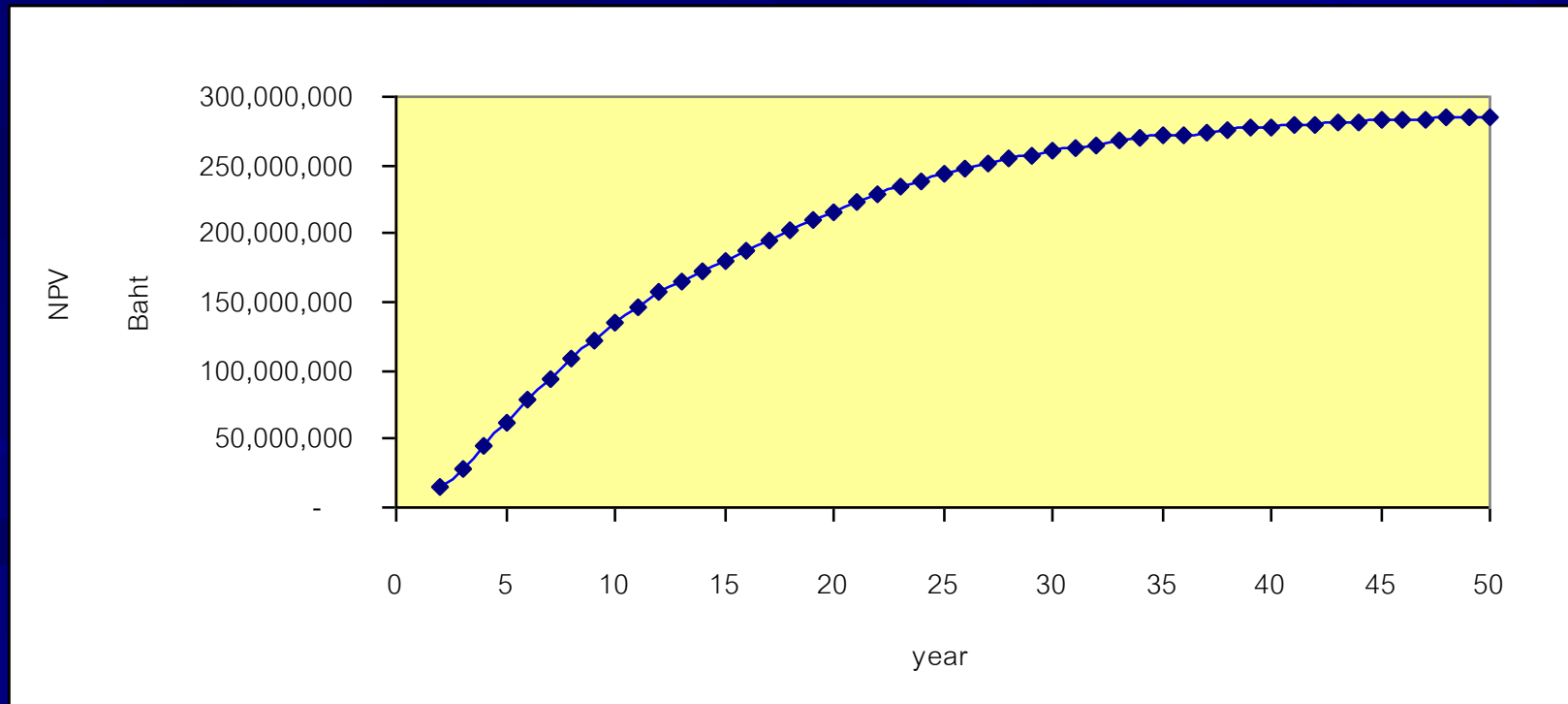
รายได้จากการเพาะปลูกพืชไร่ (ข้าวโพด)	6,000	บาท/ไร่/ปี
รายได้จากการเพาะปลูกพืชผล (องุ่น)	60,000	บาท/ไร่/ปี
รายได้จากการเลี้ยงสัตว์ (ไก่)	16,000	บาท/ไร่/ปี

2.2 การลดลงของที่ดินทำกินเนื่องจากการปนเปื้อน (ต่อ)

ตั้งแต่ปีที่ 2 ถึง 50

มูลค่าความเสียหาย 1,102,109,660 บาท

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 285,311,440 บาท (อัตราส่วนลด = 8%)



2.3 การสูญเสียรายได้จากการจำหน่ายน้ำบาดาล

- แหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคของประชาชนในหมู่บ้านปางอโศก คือน้ำประปาบาดาล
- อยู่ภายใต้การดำเนินการขององค์การบริหารส่วนตำบล
- สารปนเปื้อนจะแพร่กระจายเข้าถึงบ่อน้ำประปาบาดาลในปีที่ 14 ส่งผลให้น้ำบาดาลไม่สามารถนำมาผลิตเป็นน้ำประปาบาดาลเพื่อจำหน่ายได้
- ข้อมูลเกี่ยวกับประปาบาดาลของหมู่บ้านปางอโศก มีดังต่อไปนี้

น้ำประปาบาดาลมีจำนวน	6 บ่อ
ราคาจำหน่ายลูกบาศก์เมตรละ	5 บาท
ปริมาณการใช้น้ำ	6,000 ลูกบาศก์เมตร/เดือน
รายได้จากการจำหน่าย	30,000 บาท/เดือน

2.3 การสูญเสียรายได้จากการจำหน่ายน้ำบาดาล (ต่อ)

ตั้งแต่ปีที่ 14 ถึง 50

มูลค่าความเสียหาย

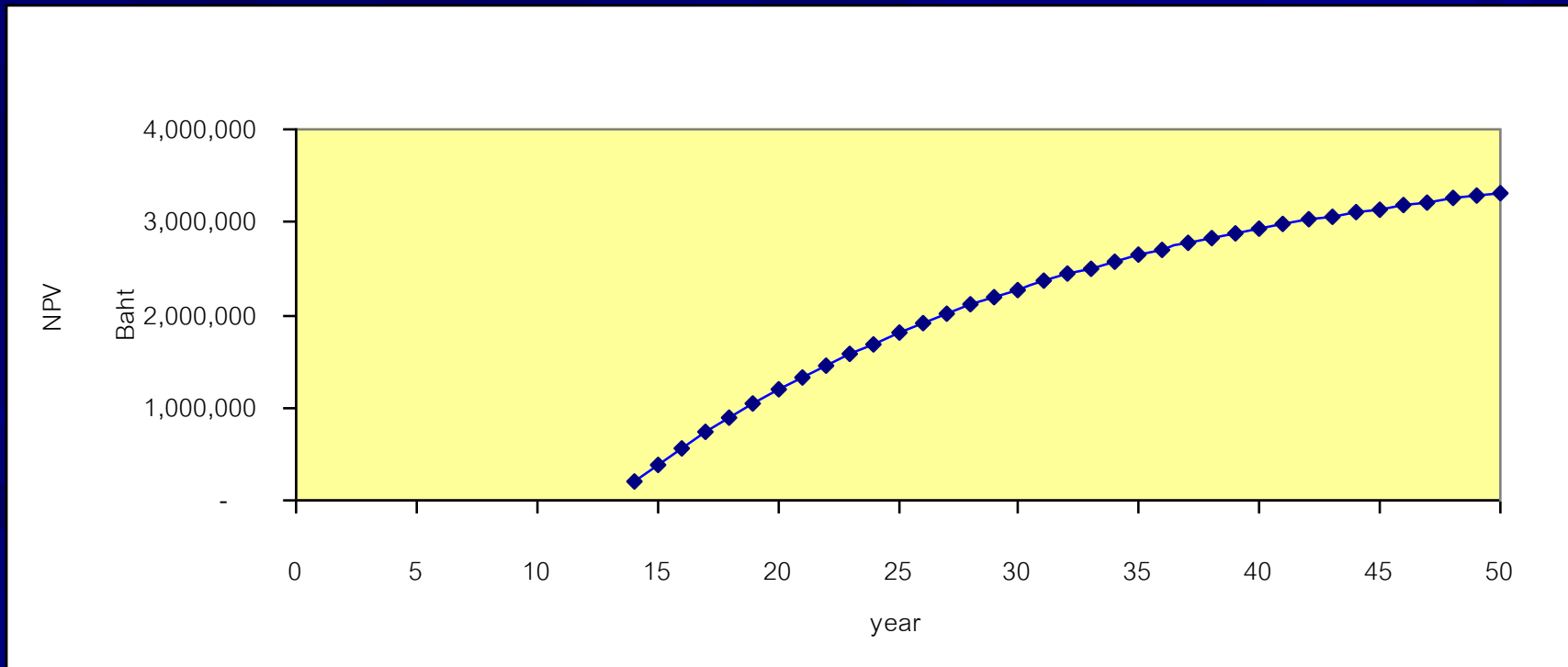
29,643,806

บาท

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

3,310,311

บาท (อัตราส่วนลด = 8%)



2.4 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการบำบัดและฟื้นฟูน้ำบาดาล

- ในปีที่ 14 บ่อน้ำประปาบาดาลในหมู่บ้านปางอโศกจะได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อนและไม่สามารถใช้ประโยชน์ใด ๆ ได้
- ต้นทุนการก่อสร้างระบบบำบัดและฟื้นฟูน้ำบาดาล จำนวน 6 บ่อ เพื่อรองรับจำนวนผู้ใช้น้ำได้ 301-700 คนครัวเรือน

ค่าก่อสร้างแบบผลิต	2,350,000 บาท
ค่าท่อเมนและท่อจ่ายน้ำ	1,150,000 บาท
รวม	3,500,000 บาท
ค่าดูแลบำรุงรักษาต่อประมาณ	300,000 บาท/ปี

2.4 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการบำบัดและฟื้นฟูน้ำบาดาล (ต่อ)

ค่าใช้จ่ายของโครงการทั้งหมดตั้งแต่ปีที่ 14 ถึง 50	14,300,000 บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	2,785,815 บาท

- ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและบำรุงรักษามีมูลค่าสูง องค์การบริหารส่วนตำบลอาจมีความจำเป็นที่จะต้องปรับราคาจำหน่ายน้ำประปาบาดาลเพื่อให้สามารถชดเชยค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

ราคาจำหน่ายน้ำประปาบาดาลเดิม	5.00 บาท/ลูกบาศก์เมตร
ราคาจำหน่ายน้ำประปาบาดาลใหม่	7.50 บาท/ลูกบาศก์เมตร

- ดังนั้น ผลกระทบค่าใช้จ่ายในการบำบัดฟื้นฟูน้ำบาดาล คือ ผลกระทบต่อประชาชนที่จะต้องมียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการซื้อน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค

2.4 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการบำบัดและฟื้นฟูน้ำบาดาล (ต่อ)

ตั้งแต่ปีที่ 14 ถึง 50

มูลค่าความเสียหาย

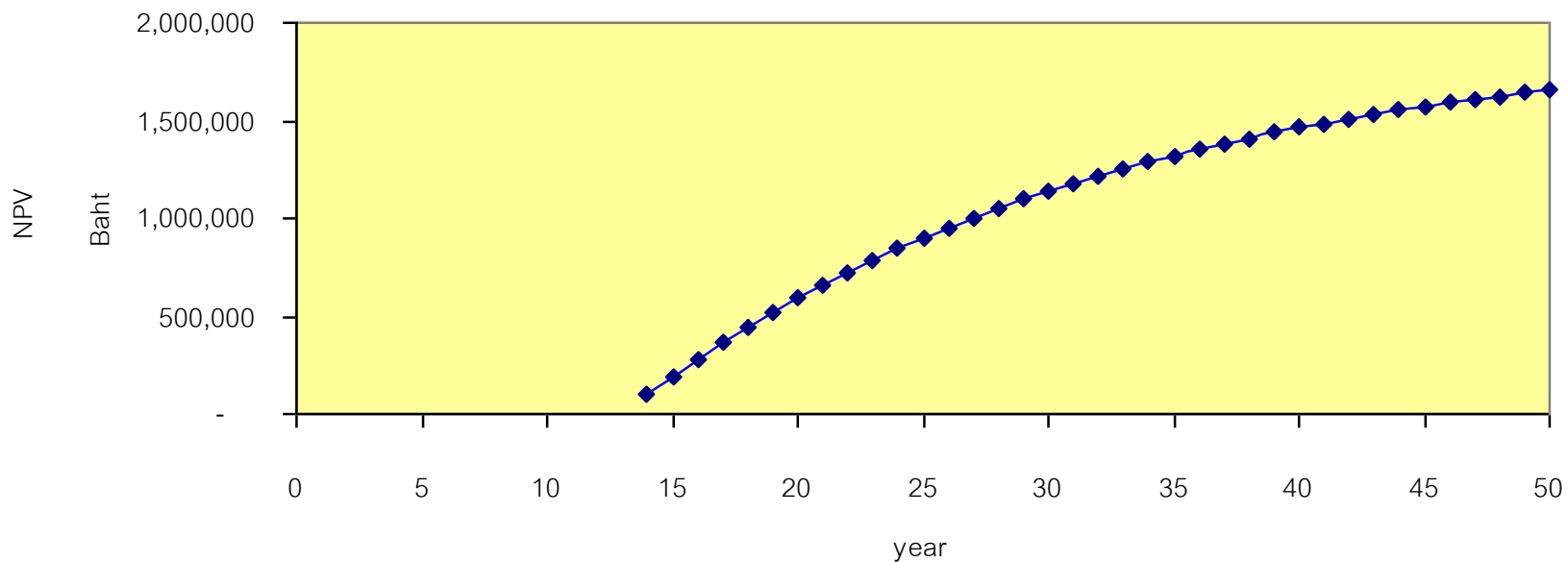
14,821,903

บาท

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

1,655,155

บาท (อัตราส่วนลด = 8%)

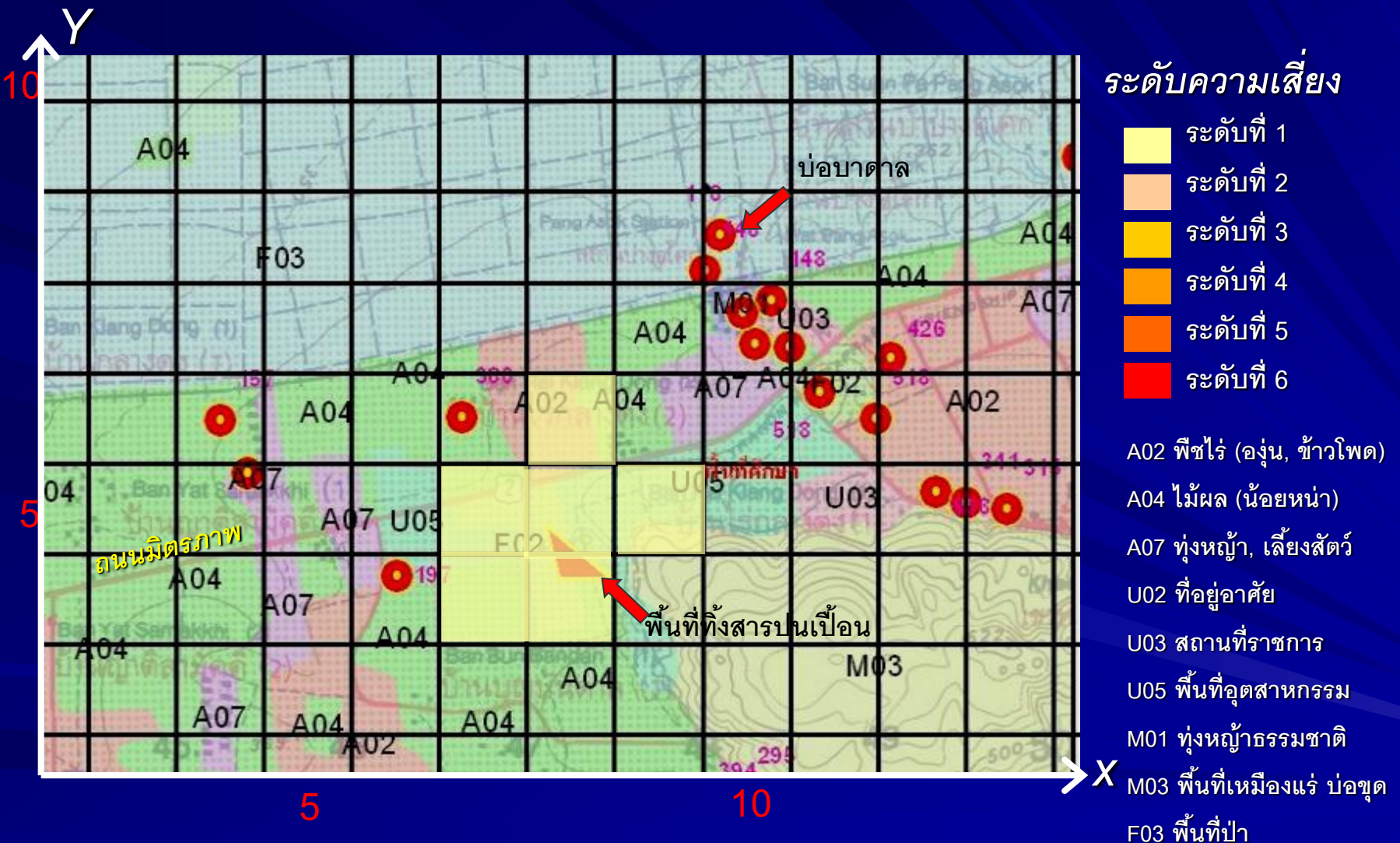


แผนที่ความเสี่ยงแสดงระดับผลกระทบทางการเงินที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่

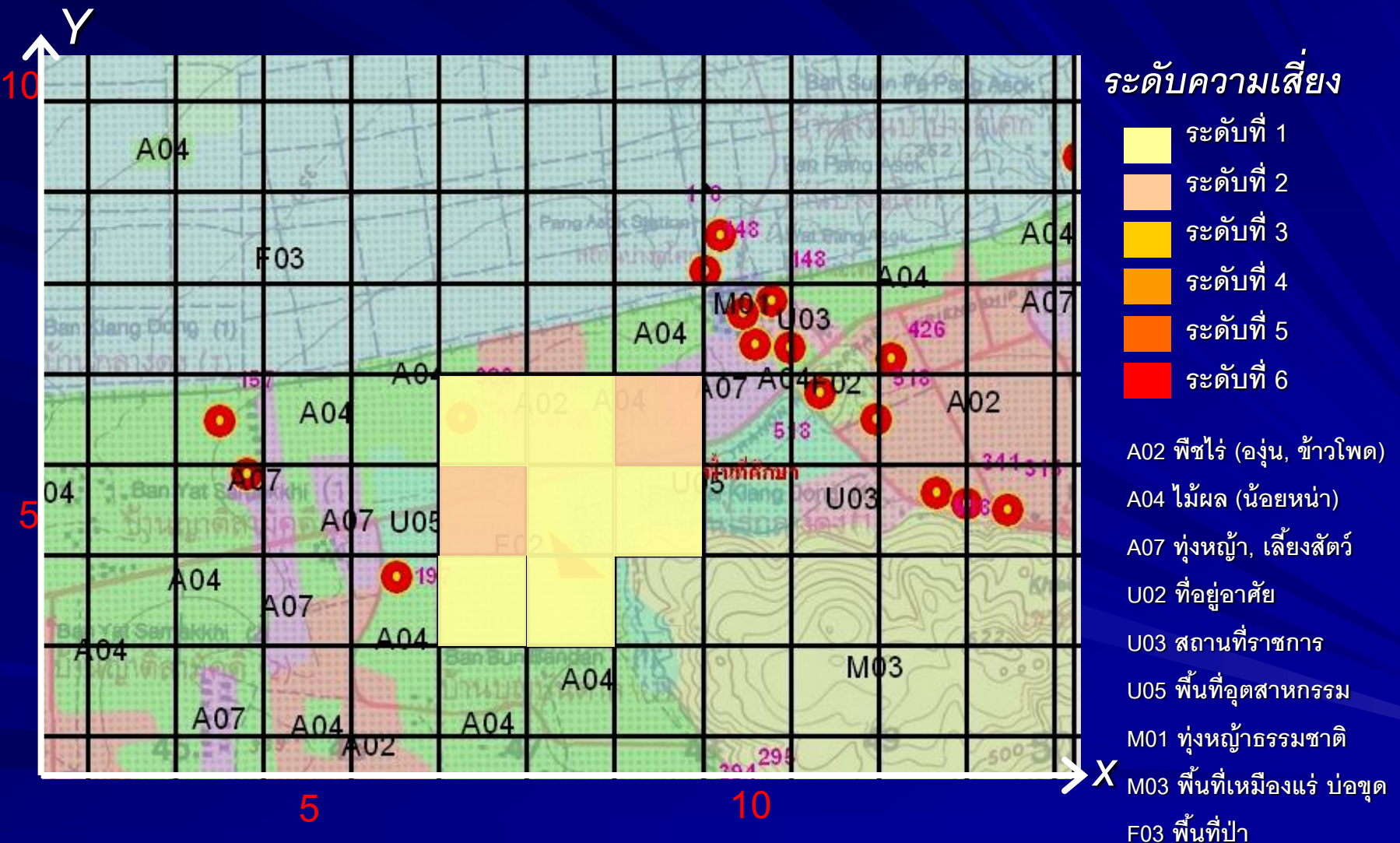


	ระดับที่ 1	มูลค่าความเสียหาย NPV <10,000,001 บาท
	ระดับที่ 2	มูลค่าความเสียหาย NPV 10,000,001-20,000,000 บาท
	ระดับที่ 3	มูลค่าความเสียหาย NPV 20,000,0001-30,000,000 บาท
	ระดับที่ 4	มูลค่าความเสียหาย NPV 30,000,0001-40,000,000 บาท
	ระดับที่ 5	มูลค่าความเสียหาย NPV 40,000,0001-50,000,000 บาท
	ระดับที่ 6	มูลค่าความเสียหาย NPV >50,000,001 บาท

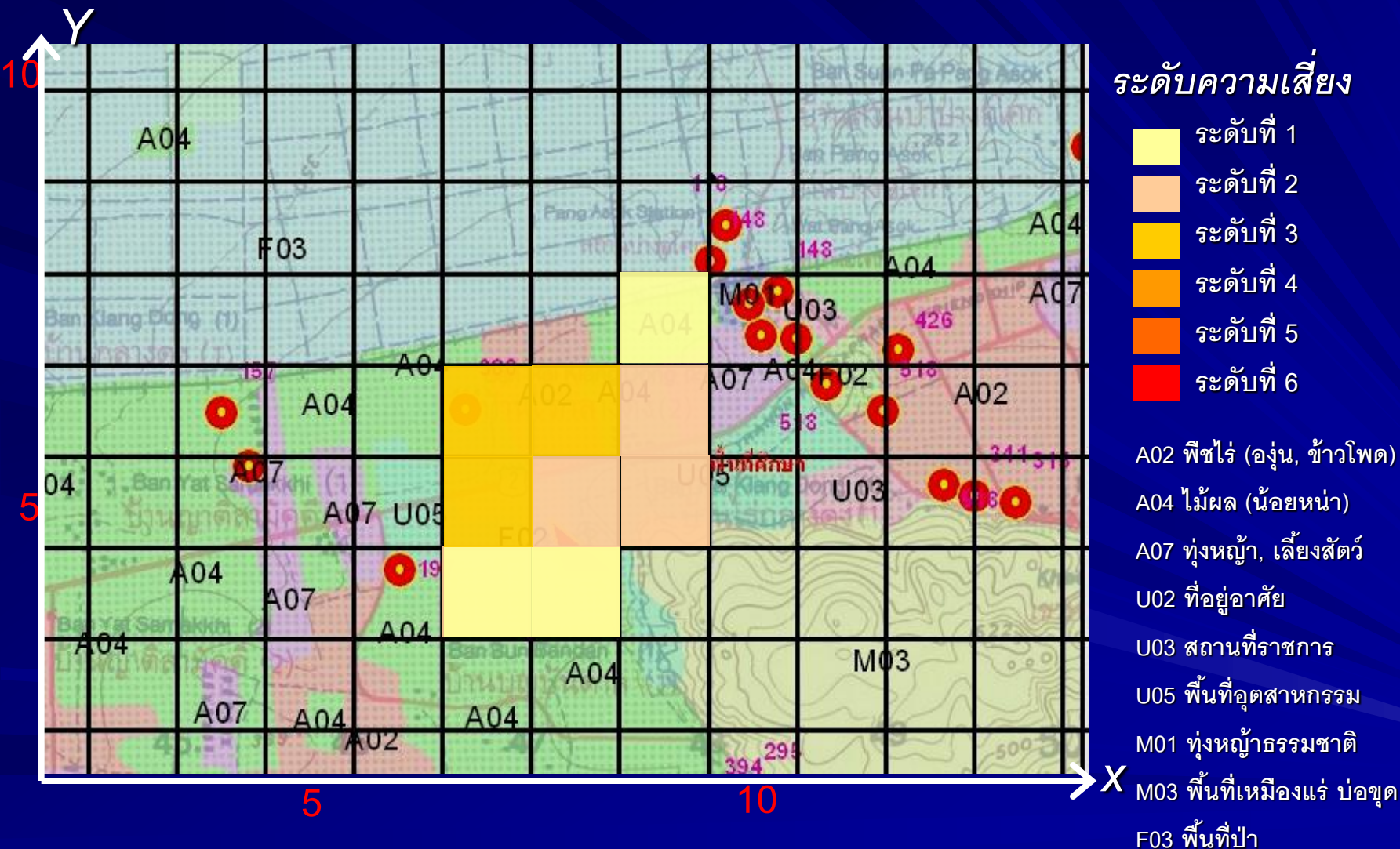
แผนที่ความเสี่ยง ปีที่ 2



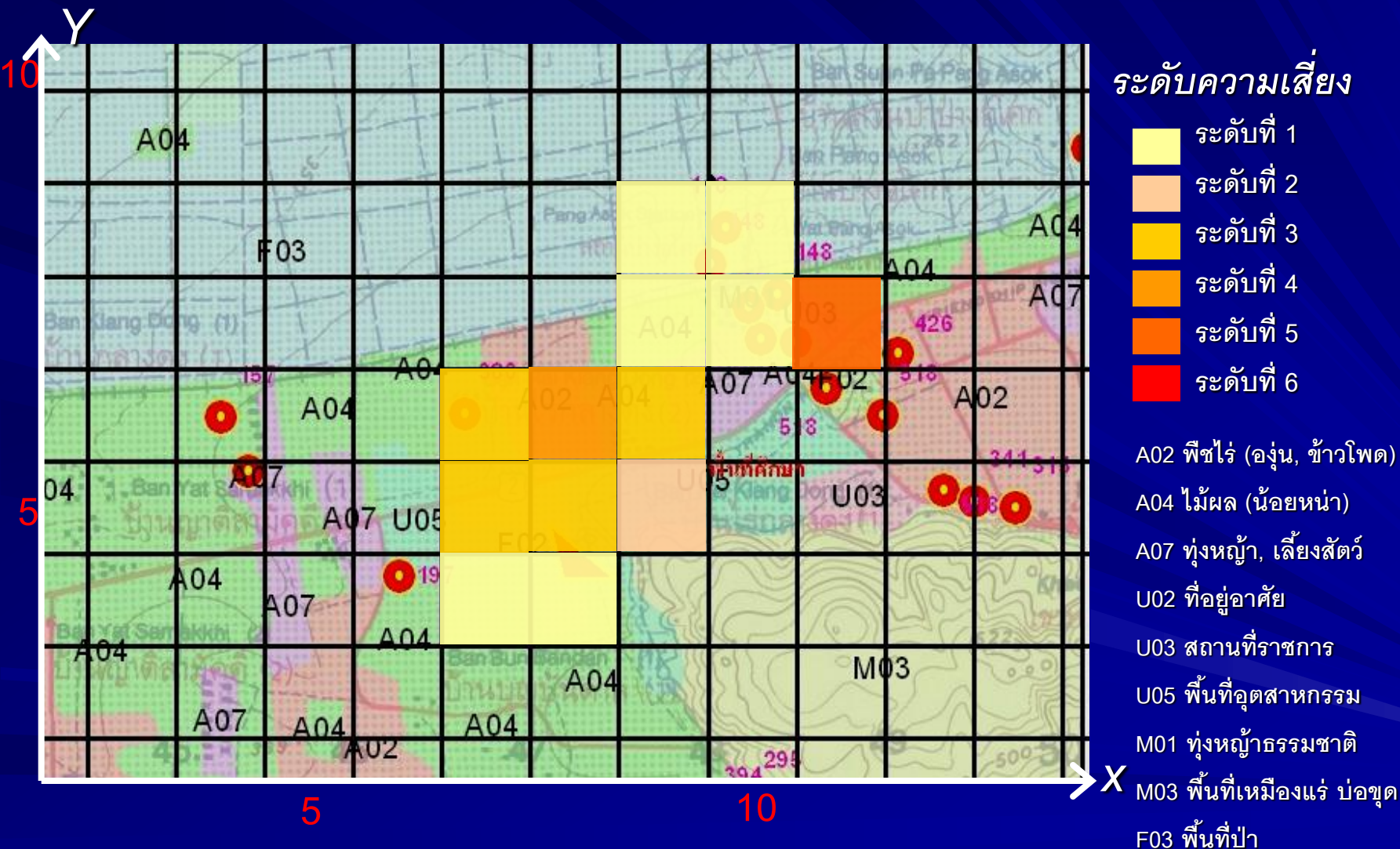
แผนที่ความเสี่ยง ปีที่ 5



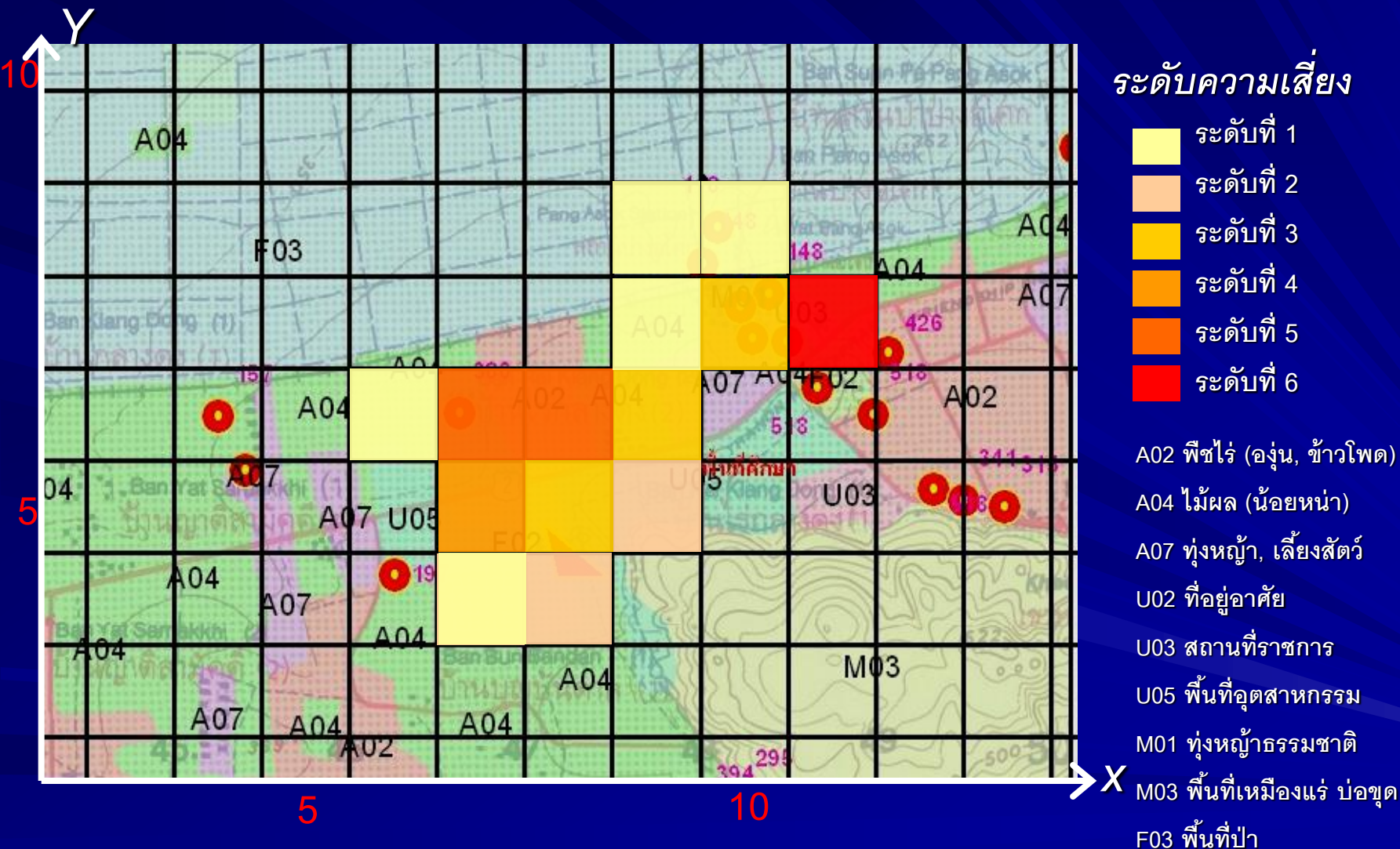
แผนที่ความเสี่ยง ปีที่ 10



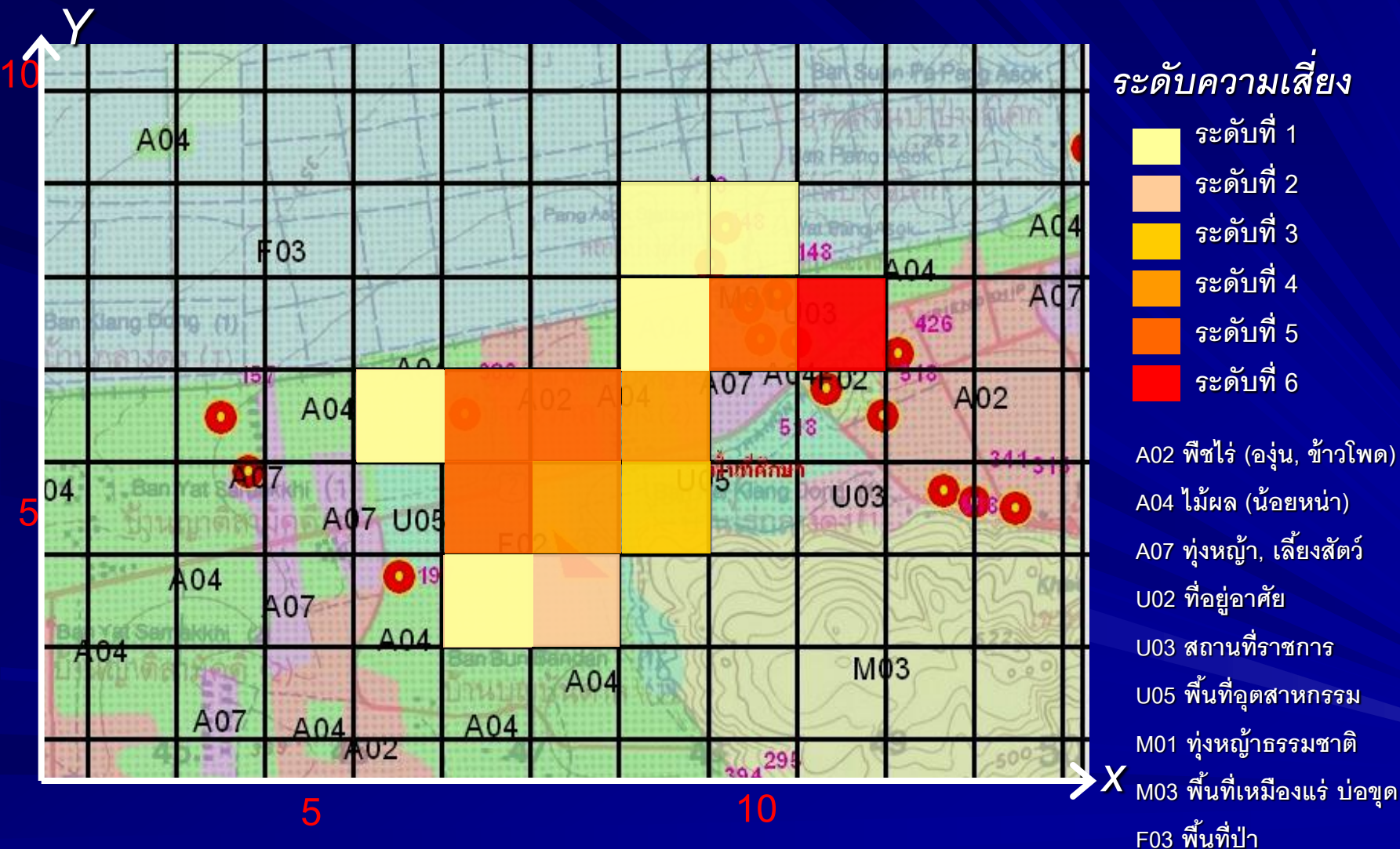
แผนที่ความเสี่ยง ปีที่ 14



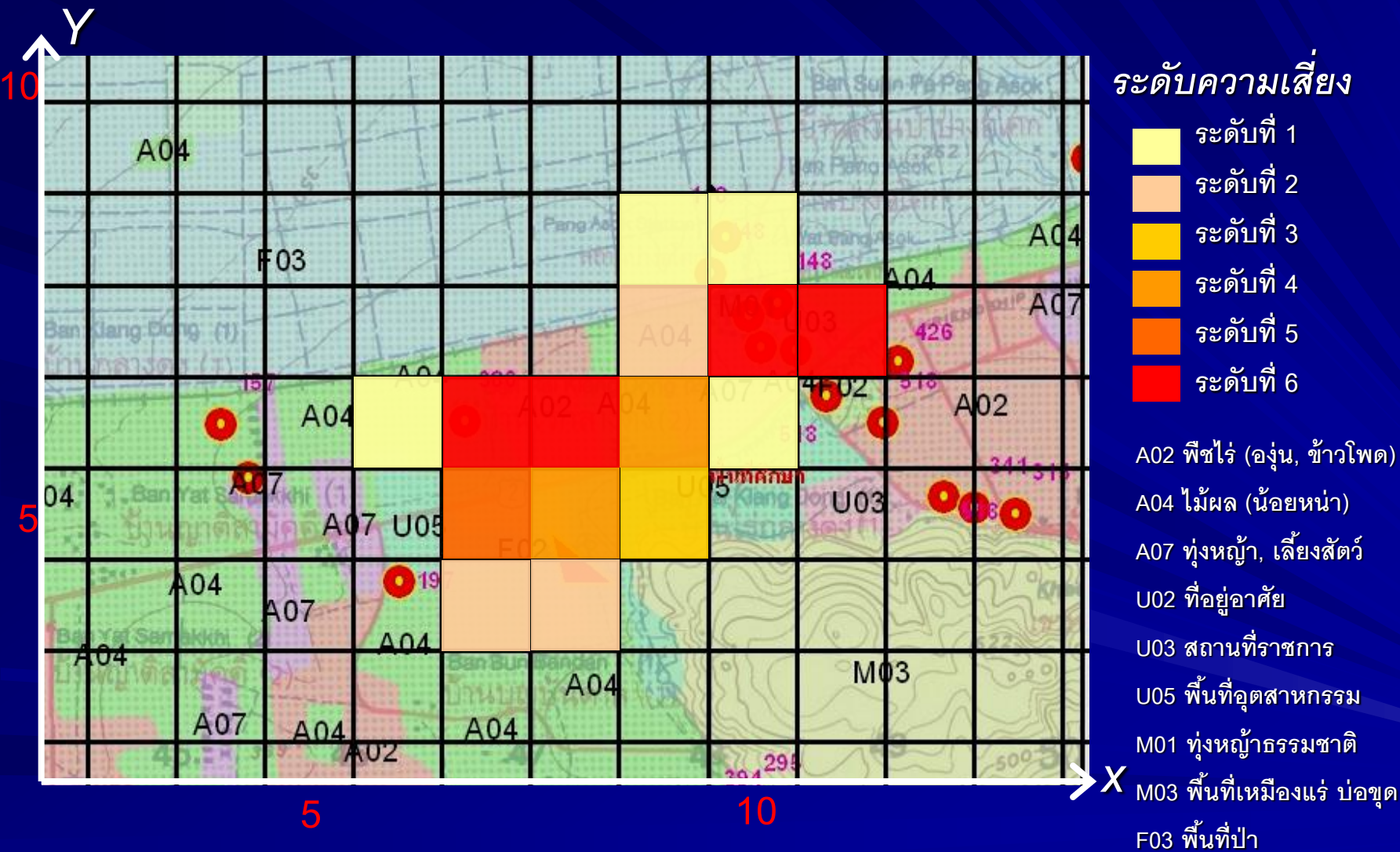
แผนที่ความเสี่ยง ปีที่ 20



แผนที่ความเสี่ยง ปีที่ 25



แผนที่ความเสี่ยง ปีที่ 50



มูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลกระทบรวมทั้ง 4 ด้าน ที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่

ปีที่ ช่องที่ (x, y)	2	10	25	50
(6,6)	-	-	5,695,000	5,695,000
(7,4)	1,054,000	7,115,000	9,979,000	11,188,000
(7,5)	3,731,000	25,176,000	35,310,000	39,591,000
(7,6)	-	20,825,000	40,708,000	45,641,000
(8,4)	973,000	6,567,000	11,069,000	12,839,000
(8,5)	2,677,000	18,061,000	30,441,000	35,308,000
(8,6)	4,299,000	29,008,000	48,891,000	56,708,000
(9,5)	1,560,000	10,526,000	17,741,000	20,578,000
(9,6)	-	15,771,000	32,935,000	39,683,000
(9,7)	-	2,488,000	8,866,000	11,373,000
(9,8)	-	-	450,000	827,000
(10,6)	-	-	-	1,279,000
(10,7)	-	-	42,925,000	69,928,000
(10,8)	-	-	450,000	827,000
(11,7)	-	-	382,634,000	622,351,000
รวม	14,296,000	135,541,000	668,102,000	973,824,000



3. การตอบสนองต่อความเสี่ยง

การสร้างวัตถุประสงค์ของการแก้ไข้ปัญหา



การพัฒนาแนวทางเลือกที่เป็นไปได้
ในการตอบสนองต่อความเสี่ยง



กระบวนการคัดเลือกแนวทางเลือก
ในการตอบสนองต่อความเสี่ยง

3. การตอบสนองต่อความเสี่ยง (ต่อ)

- วัตถุประสงค์ของการตอบสนองความเสี่ยงของการปนเปื้อนของสารเคมีในน้ำใต้ดิน

“ พยายามหาแนวทางที่สามารถลดความเสี่ยงได้มากที่สุด
ด้วยค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดที่เป็นไปได้”

- แนวทางเลือกที่เป็นไปได้ในการตอบสนองความเสี่ยงของการปนเปื้อนของสารเคมีในน้ำใต้ดิน

แนวทางที่ 1 การไม่ลงมือใด ๆ (no action)

แนวทางที่ 2 จัดการสารปนเปื้อนในระยะเวลา 5 ปี (fast track)

แนวทางที่ 3 จัดการสารปนเปื้อนในระยะเวลา 10 ปี (regular track)

แนวทางที่ 1 ไม่กระทำใด ๆ – No action

- ไม่มีการดำเนินการใด ๆ ทั้งในเชิงปฏิบัติและในเชิงนโยบาย
- ควรเลือกใช้ปฏิบัติเมื่อตรวจไม่พบสารปนเปื้อนในแหล่งน้ำใต้ดิน หรือความเสี่ยงต่อการอุปโภคบริโภคน้ำใต้ดินปนเปื้อนมีต่ำมาก ๆ
- หากไม่มีการดำเนินการใด ๆ ลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลสารปนเปื้อนจะคล้อยคลึงกับผลที่ได้จากการจำลองโดยใช้แบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินและแบบจำลองการเคลื่อนที่ของสารปนเปื้อนในชั้นน้ำใต้ดิน

แนวทางที่ 2 การบำบัดสารปนเปื้อนภายใน 5 ปี – Fast track

- สามารถกำจัดสาร VOC ออกจากระบบได้ประมาณ 60-80% ภายในระยะเวลา 5 ปี
- ค่าใช้จ่ายและค่าดำเนินการโดยประมาณ 733 ล้านบาท (Thermal conductive heating, Pump & Treat, Soil vapor extraction, natural attenuation)

แนวทางที่ 3 การบำบัดสารปนเปื้อนภายใน 10 ปี – Regular track

- สามารถกำจัดสาร VOC ออกจากระบบได้ประมาณ 60-70% ภายในระยะเวลา 10 ปี
- ค่าใช้จ่ายและค่าดำเนินการโดยประมาณ 374 ล้านบาท (Bioremediation, Pump & Treat, Soil vapor extraction, natural attenuation)

3. การตอบสนองต่อความเสี่ยง (ต่อ)

- การคัดเลือกแนวการตอบสนองความเสี่ยงของการปนเปื้อนของสารเคมีในน้ำใต้ดิน พิจารณาจาก 2 เกณฑ์ ได้แก่

1.ต้นทุน คำนวณจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value) ของค่าใช้จ่ายในแต่ละทางเลือก ซึ่งประกอบไปด้วยเงินทุน และต้นทุนด้านการดำเนินงานและการบำรุงรักษา

2.ประสิทธิผลในระยะยาว ประเมินจากผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปริมาณของการปนเปื้อนของสารเคมีที่ยังคงเหลืออยู่ ในระยะยาวภายหลังจากที่ได้ดำเนินการตอบสนองความเสี่ยงไปเรียบร้อยแล้ว

3. การตอบสนองต่อความเสี่ยง (ต่อ)

การวิเคราะห์ประโยชน์-ต้นทุนของแต่ละแนวทางเลือก

Combination	แนวทาง 1 No action	แนวทาง 2 Fast track	แนวทาง 3 Regular track
Techonology	-	- Thermal conduction treatment - Soil Vapor Extraction - Pump & Treat - Ground surface treatment unit - Containment; concrete wall , grouting etc. - Natural Attenuation	- Soil Vapor Extraction - Pump & Treat - Ground surface treatment unit - Containment; concrete wall , grouting etc. - Bioremediation - Natural Attenuation
เวลาที่ใช้	-	5 ปี	10 ปี
การลดความเสียหาย	-	836 ล้านบาท*	907 ล้านบาท*
ค่าใช้จ่าย	(ความเสียหาย 974 ล้านบาท*)	733 ล้านบาท	374 ล้านบาท
B/C ratio	-	1.14	2.43



พื้นที่ปนเปื้อน

กรณีมีการฟื้นฟูแบบทั่วไป (regular track) - 10 ปี





Coffee Break Time



แผนการจัดการสารปนเปื้อนในพื้นที่

ข้อเสนอแนะ : แนวทางการฟื้นฟูน้ำบาดาลตามแผน

■ ระยะที่ 1 (ปีที่ 1-3) : 224.4 ล้านบาท

- การสำรวจพื้นที่ชั้นละเอียด (site characterization)
- ดำเนินการฟื้นฟู (Pump&Treat, SVE) ขั้่นนำร่อง (pilot remediation)
- ประเมินแนวทางการฟื้นฟู (remediation assessment)

■ ระยะที่ 2 (ปีที่ 3-5) : 79.7 ล้านบาท

- ดำเนินการฟื้นฟู(Pump&Treat, SVE)เต็มรูปแบบ (full scheme restoration)

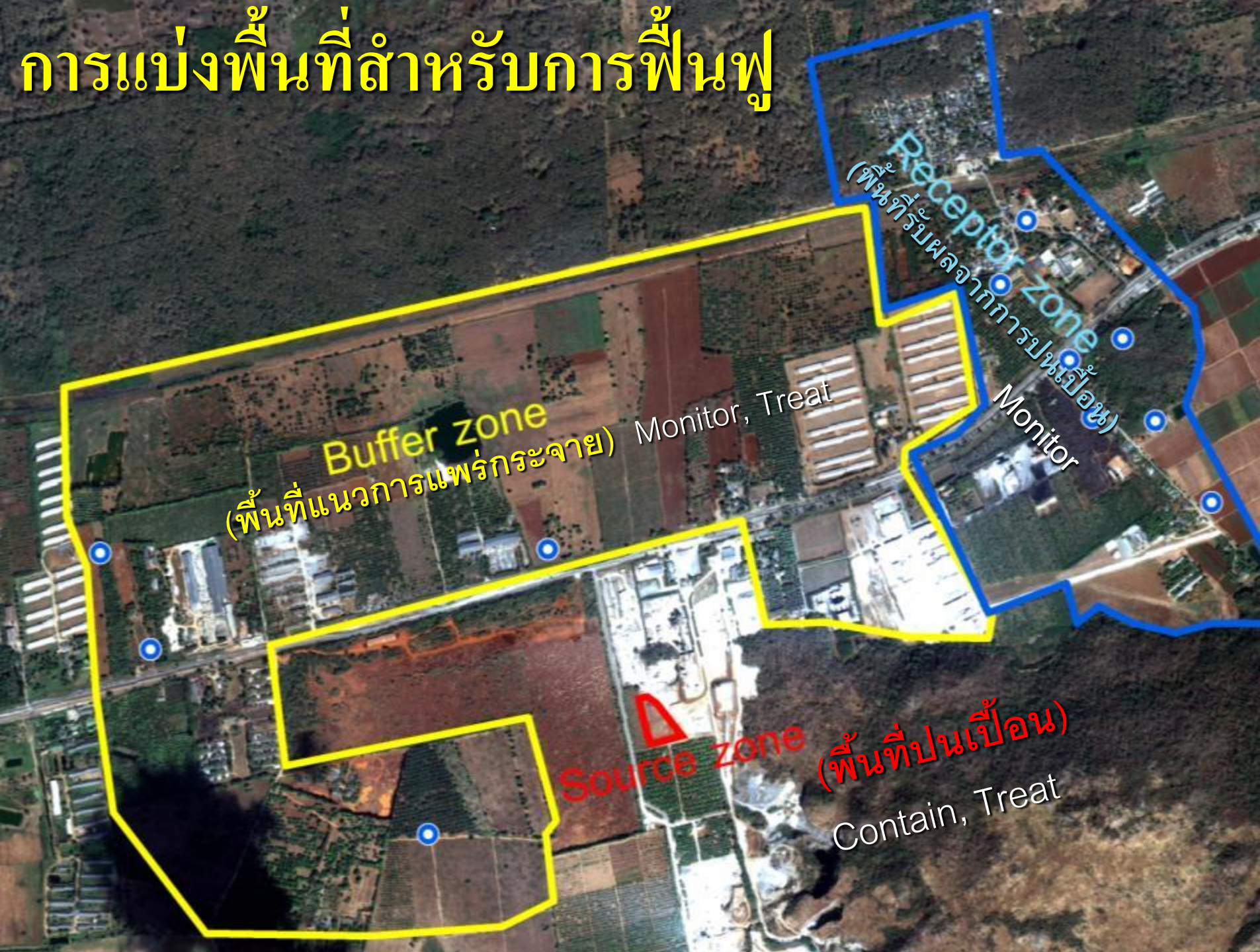
■ ระยะที่ 3 (ปีที่ 5-8) : 50.4 ล้านบาท

- ดำเนินการฟื้นฟู (Bioremediation) ขั้่นนำร่อง/เต็มรูปแบบ (pilot/ full scheme restoration)

■ ระยะที่ 4 (ปีที่ 9-10) : 19.2 ล้านบาท

- เฝ้าระวังและติดตาม (monitoring)
- ปรับปรุงแผนฟื้นฟู (corrective remediation)

การแบ่งพื้นที่สำหรับการฟื้นฟู



แนวทางการฟื้นฟูน้ำบาดาล

Groundwater remediation

ปีที่ 1 (1)

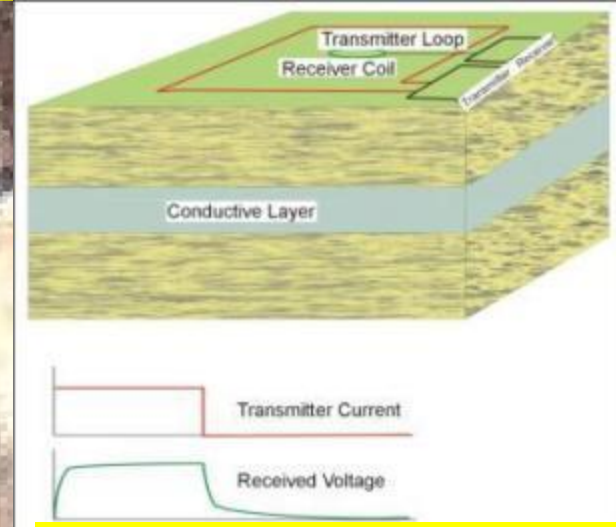
- หาแนวรอยแตก
- การวางตัวของชั้นหิน
- ลักษณะทางธรณีวิทยา

หลุมเจาะที่มีอยู่แล้ว

หลุมเจาะเพิ่ม

Geophysical survey

- Electromagnetic
- TV borehole
- etc.



ปีที่ 1 (1)

- หารสารปนเปื้อนในชั้นน้ำไม่อิ่มตัว
- กำหนดบริเวณ hotspot

4" coring



Photoionization Detector
(PID)

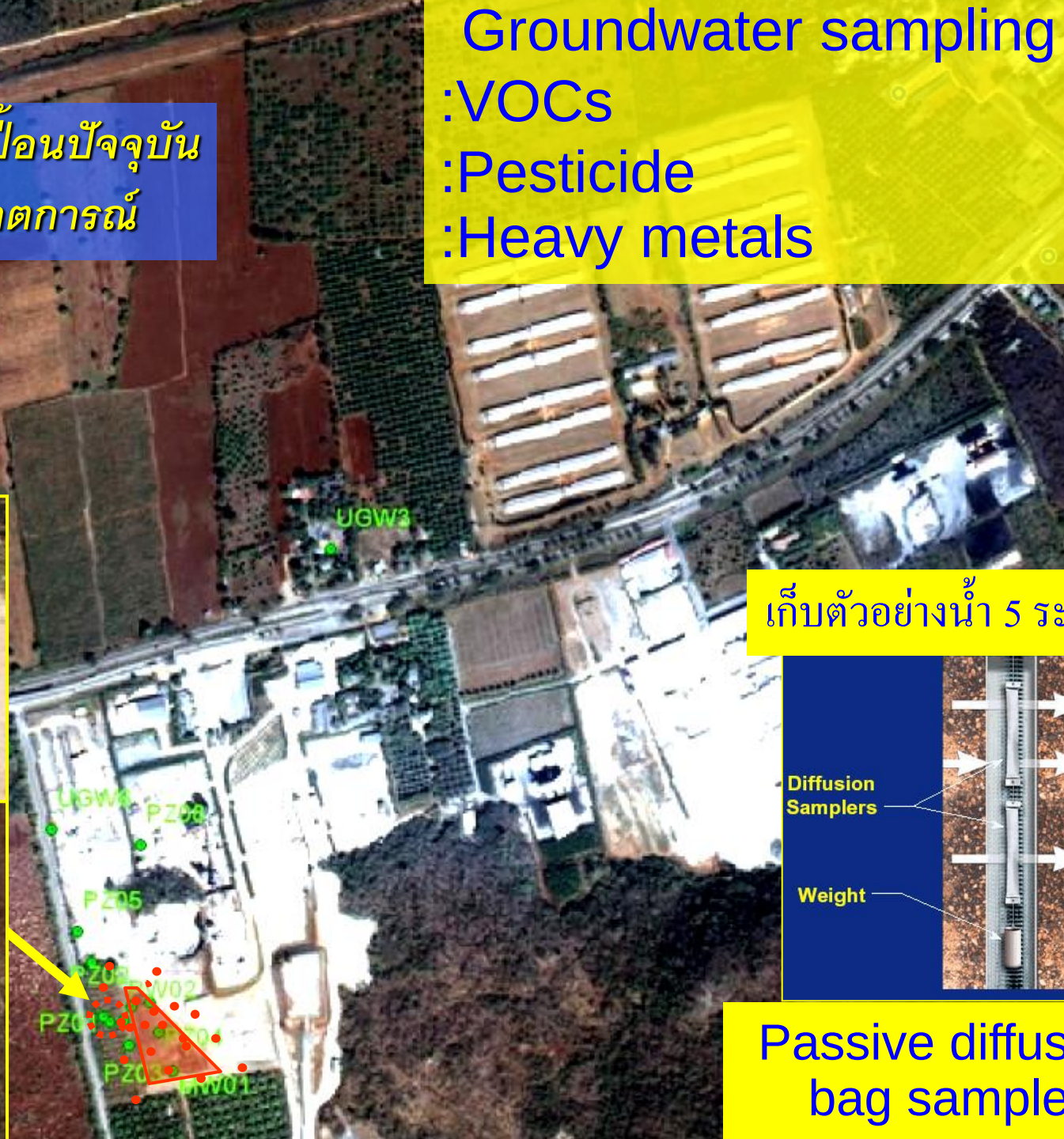


50 cores

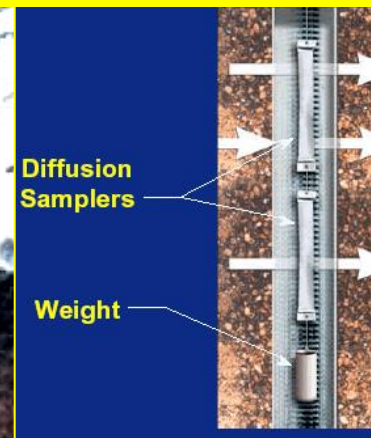
ปีที่ 1 (3)

- วิเคราะห์สภาพการปนเปื้อนปัจจุบัน
- กำหนดจุดติดตั้งบ่อสังเกตการณ์

Groundwater sampling
:VOCs
:Pesticide
:Heavy metals



เก็บตัวอย่างน้ำ 5 รส



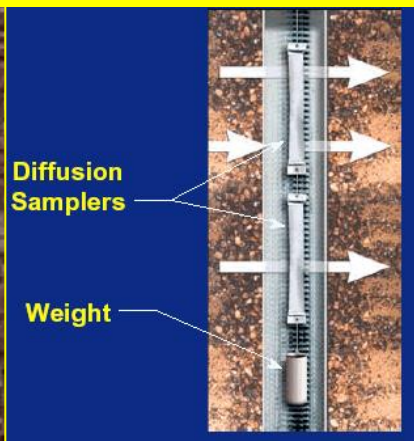
Passive diffusion
bag sample

ปีที่ 1 (4)

- การกระจายตัวของสารปนเปื้อน
- กำหนดจุดติดตั้งบ่อสังเกตการณ์ภายใน site (inner source zone)

Monitoring wells
(outer source zone)

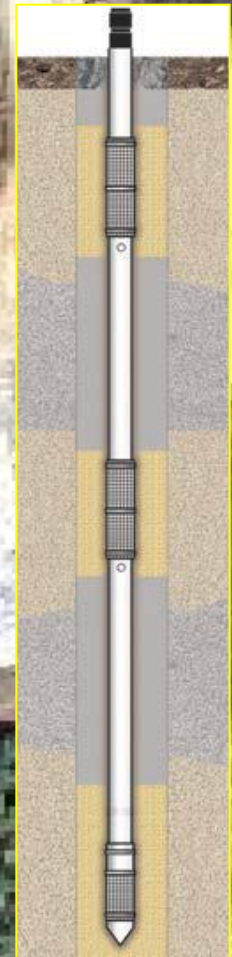
เก็บตัวอย่างน้ำ 5 ระดับ



Passive diffusion
bag sampler



10 wells



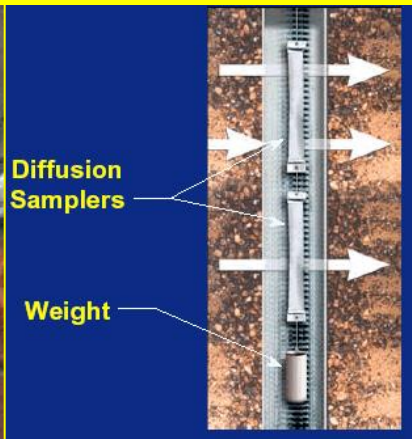
ติดตั้งบ่อติดตามแบบ
Multilevel

ปีที่ 1 (5)

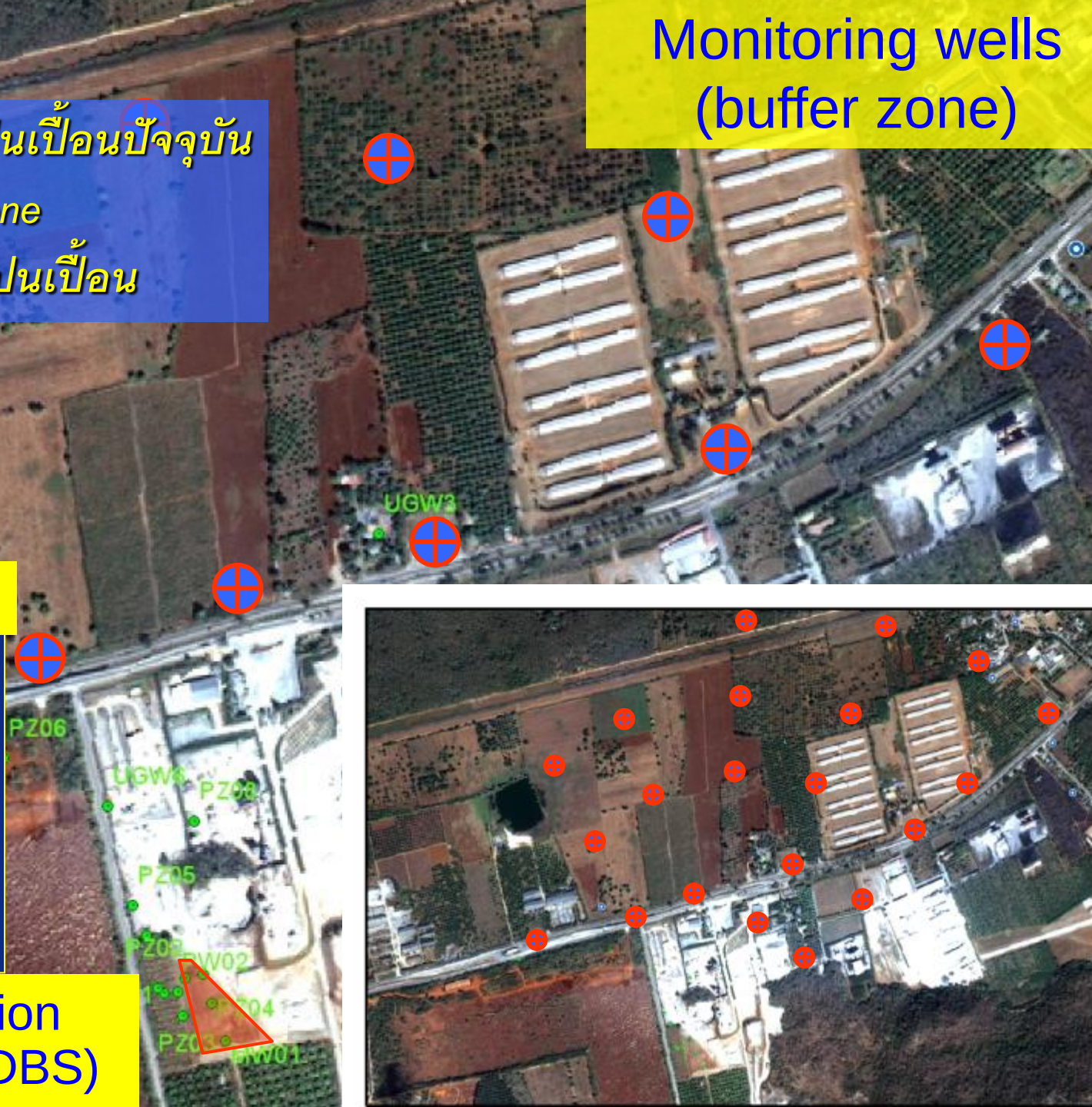
Monitoring wells
(buffer zone)

- วิเคราะห์สภาพการปนเปื้อนปัจจุบัน
ของบริเวณ buffer zone
- กำหนดขอบเขตการปนเปื้อน

เก็บตัวอย่างน้ำ 5 ระดับ



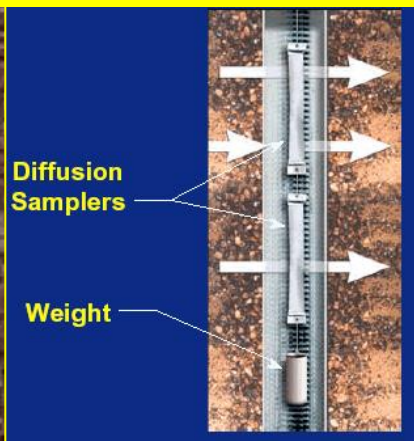
Passive diffusion
bag sampler (PDBS)



ปีที่ 1 (6)

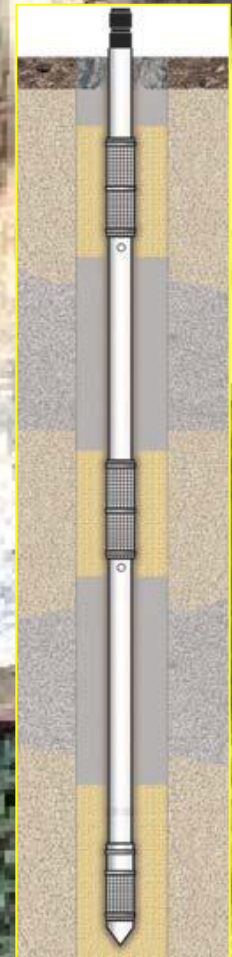
- การกระจายตัวของสารปนเปื้อนในพื้นที่ปนเปื้อน
- การกระจายตัวของแหล่งสารปนเปื้อน (source) ในลักษณะ 3 มิติ

เก็บตัวอย่างน้ำ 5 ระดับ



Passive diffusion bag sampler (PDBS)

Monitoring wells (inner source zone)



Continuous multichannel tube (CMT)

ปีที่ 2 (1)

- เฝ้าระวังและติดตามขอบเขตการปนเปื้อน
- เก็บข้อมูลเพื่อการออกแบบระบบการฟื้นฟู
- ติดตามผลการฟื้นฟูน้ำบาดาล

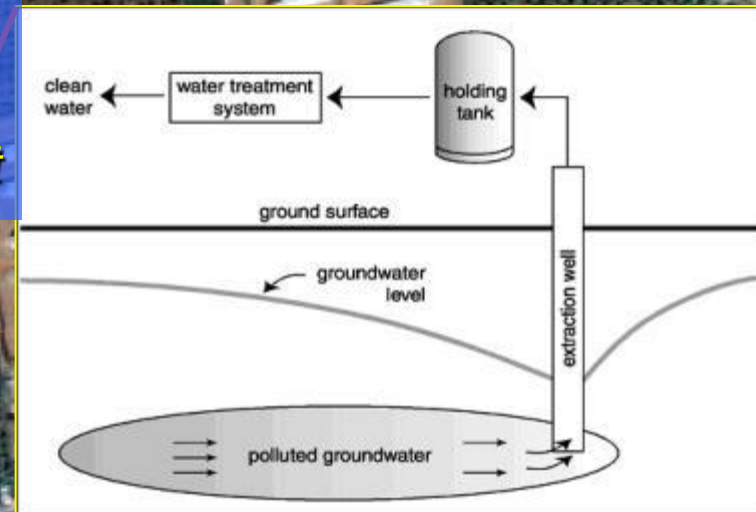
Groundwater monitoring
GW level
GW quality sampling
(multilevel at source zone)
:VOCs
:Pesticide
:Heavy metals
6-month interval



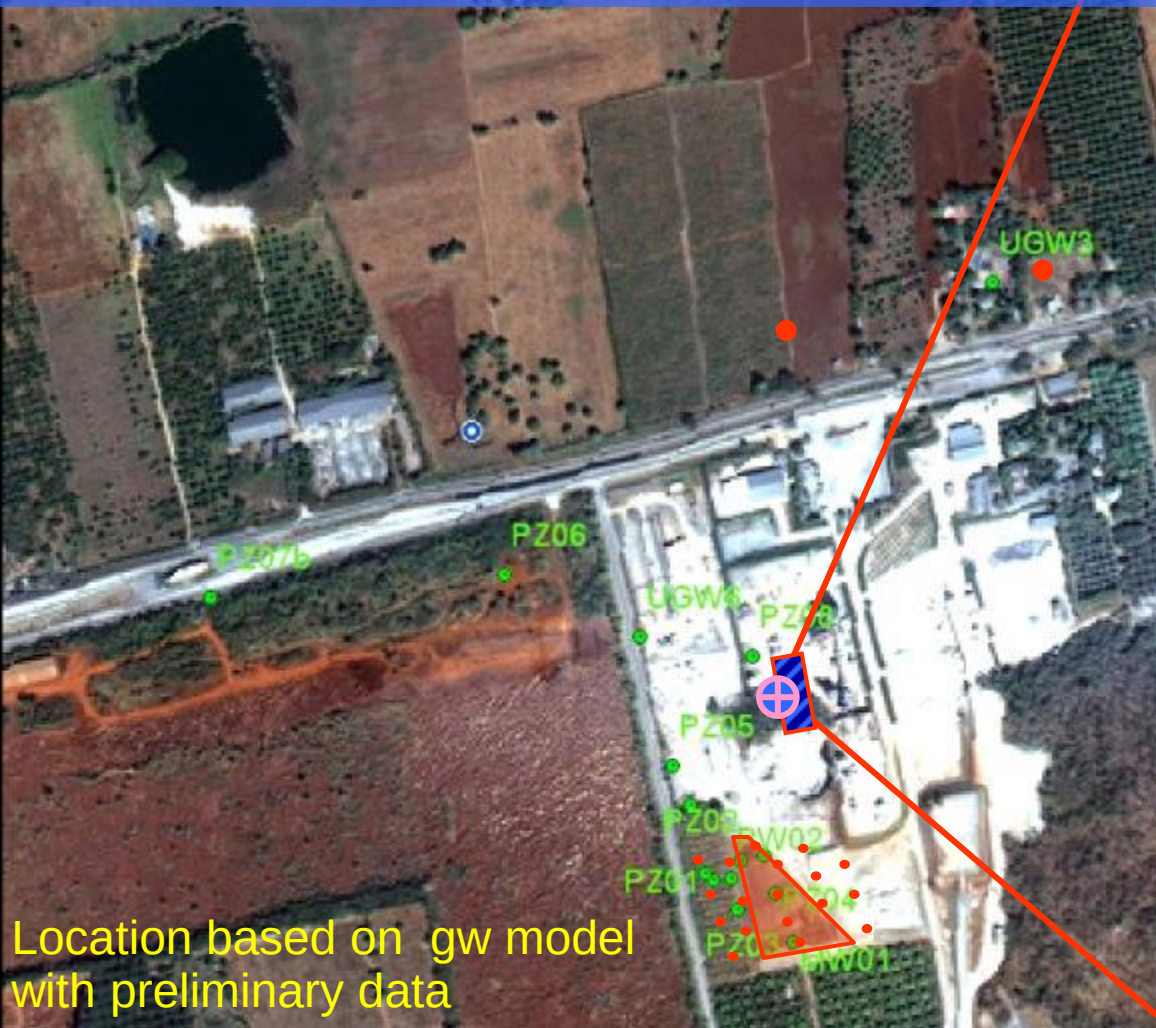
ปีที่ 2 (2)

Pump and Treat - Pilot plant -

- ทดสอบระบบการฟื้นฟู Pump and Treat ในบริเวณรอบนอกพื้นที่ทิ้งสาร
- ข้อมูลในการออกแบบ full scheme Pump and Treat



Pump and Treat system



Location based on gw model
with preliminary data



Treatment unit (GAC)

ปีที่ 3 (1)

- หาปริมาณมวลสารของแหล่งของสารปนเปื้อน
(contaminant source)

PITT

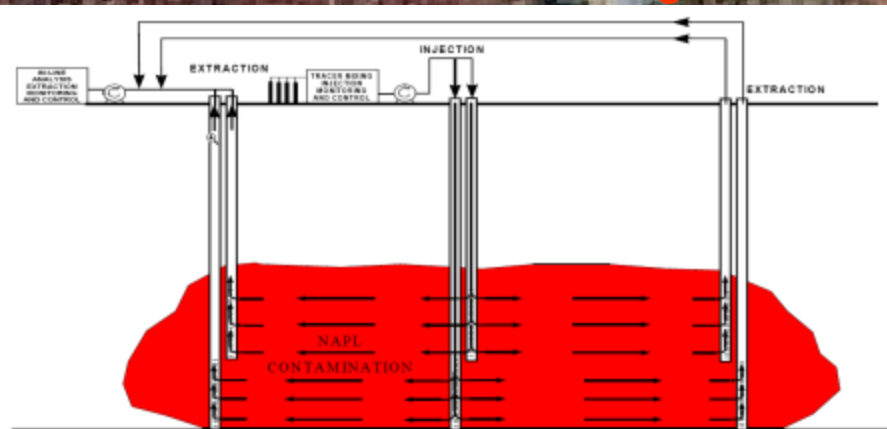
: Pilot

: Full scheme

Extraction wells

Injection wells

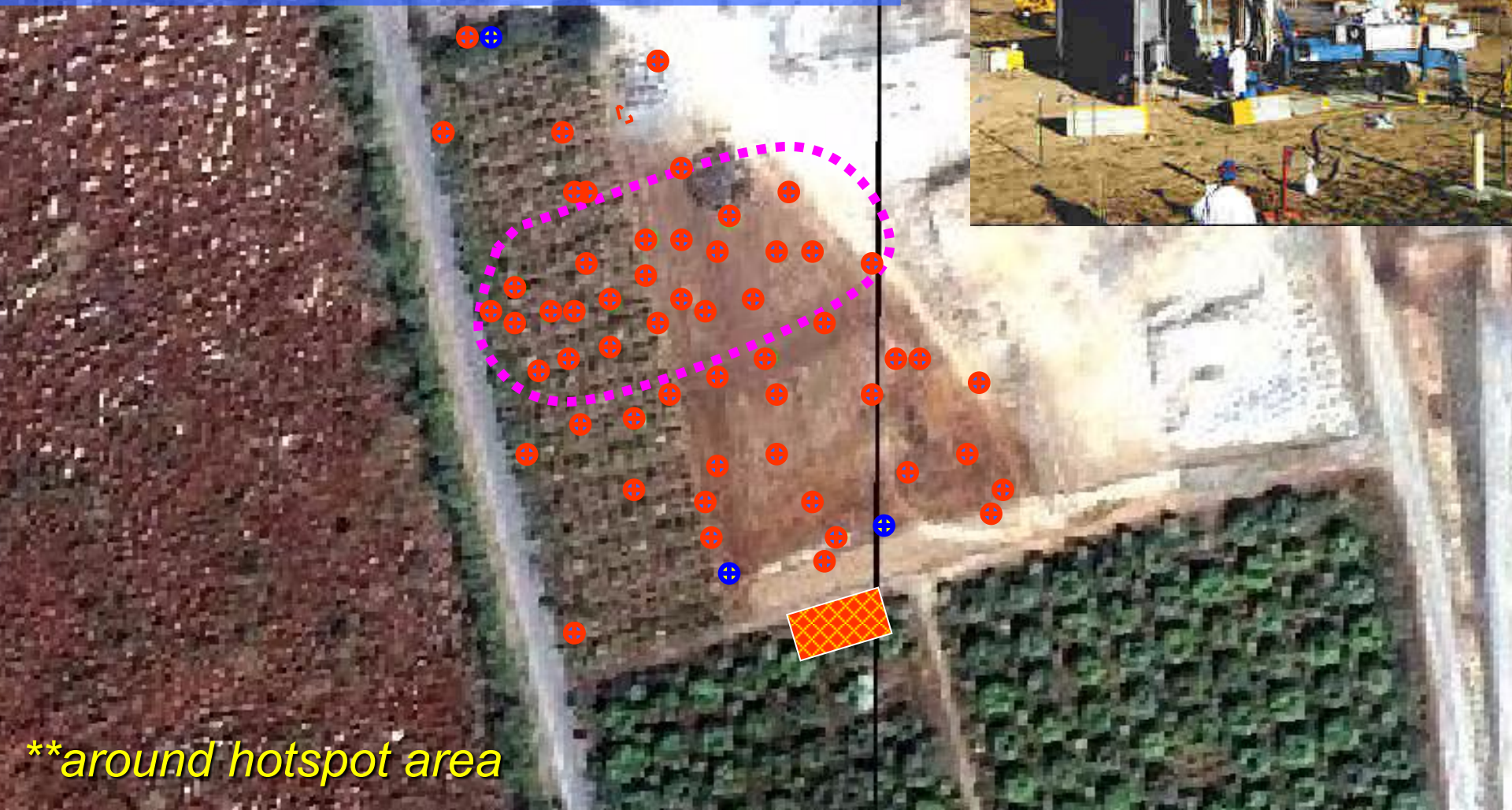
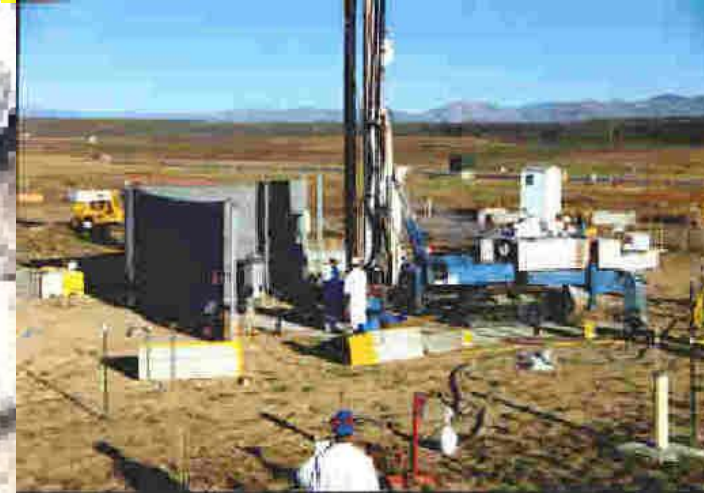
PITT Plant



ปีที่ 3 (2)

- ป้องกันการแพร่กระจายของการปนเปื้อนเพิ่มเติม
- จำกัดการเคลื่อนที่ของสารในแหล่งปนเปื้อน
(contaminant source)

Containment jet grouting**



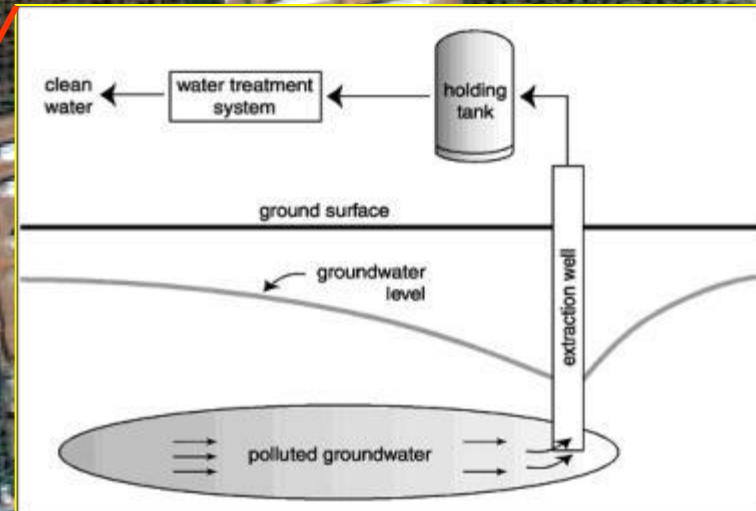
**around hotspot area

ปีที่ 3 (3)

• พื้นที่การปนเปื้อนของน้ำใต้ดิน
รอบนอกพื้นที่ทิ้งสาร



Pump and Treat - Full scheme -



Pump and Treat system



Treatment unit (GAC)

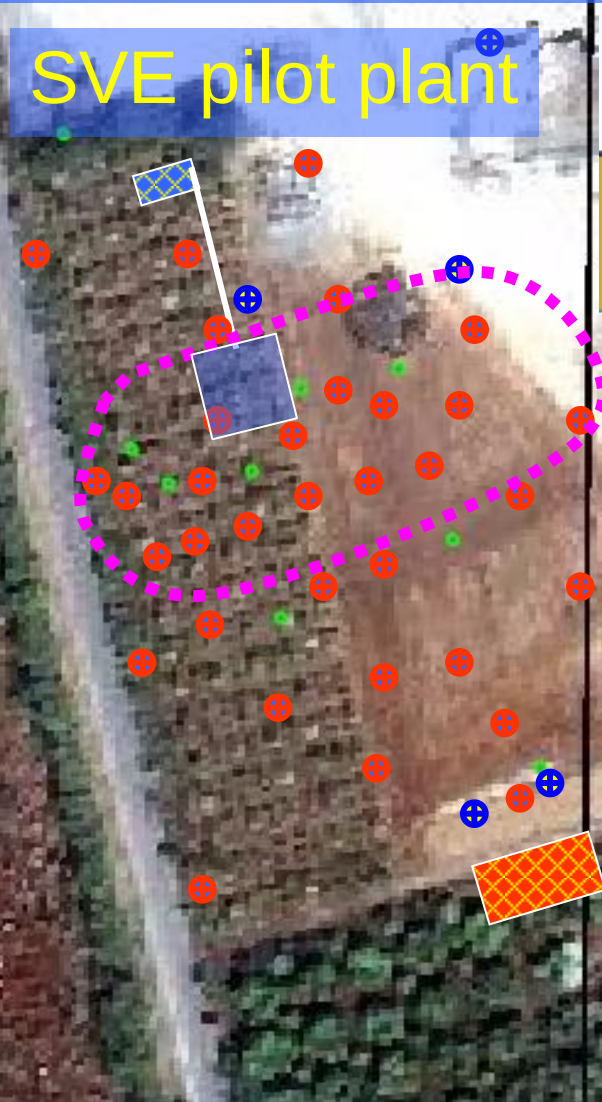
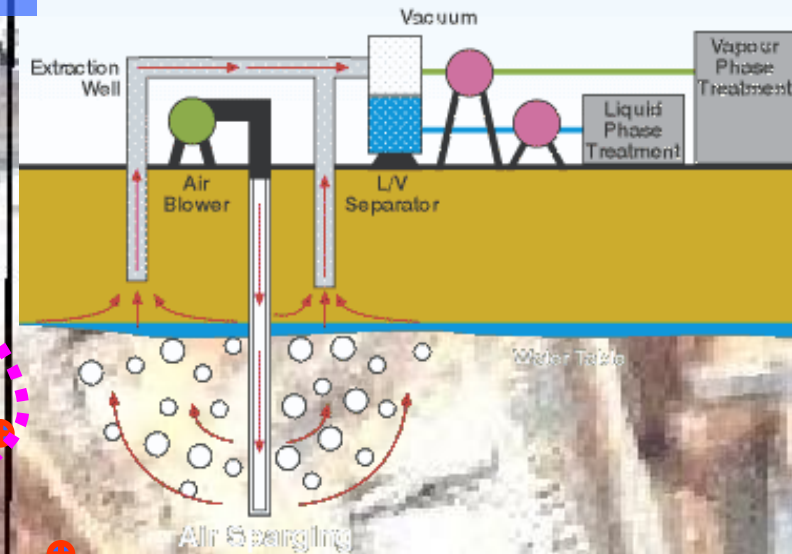
ปีที่ 3 (4)

- ทดสอบระบบการฟื้นฟู SVE ในบริเวณ
ชั้นน้ำไม่อิ่มตัว (unsaturated zone) ในพื้นที่ทิ้งสาร

SVE pilot plant

Soil vapor extraction - pilot -

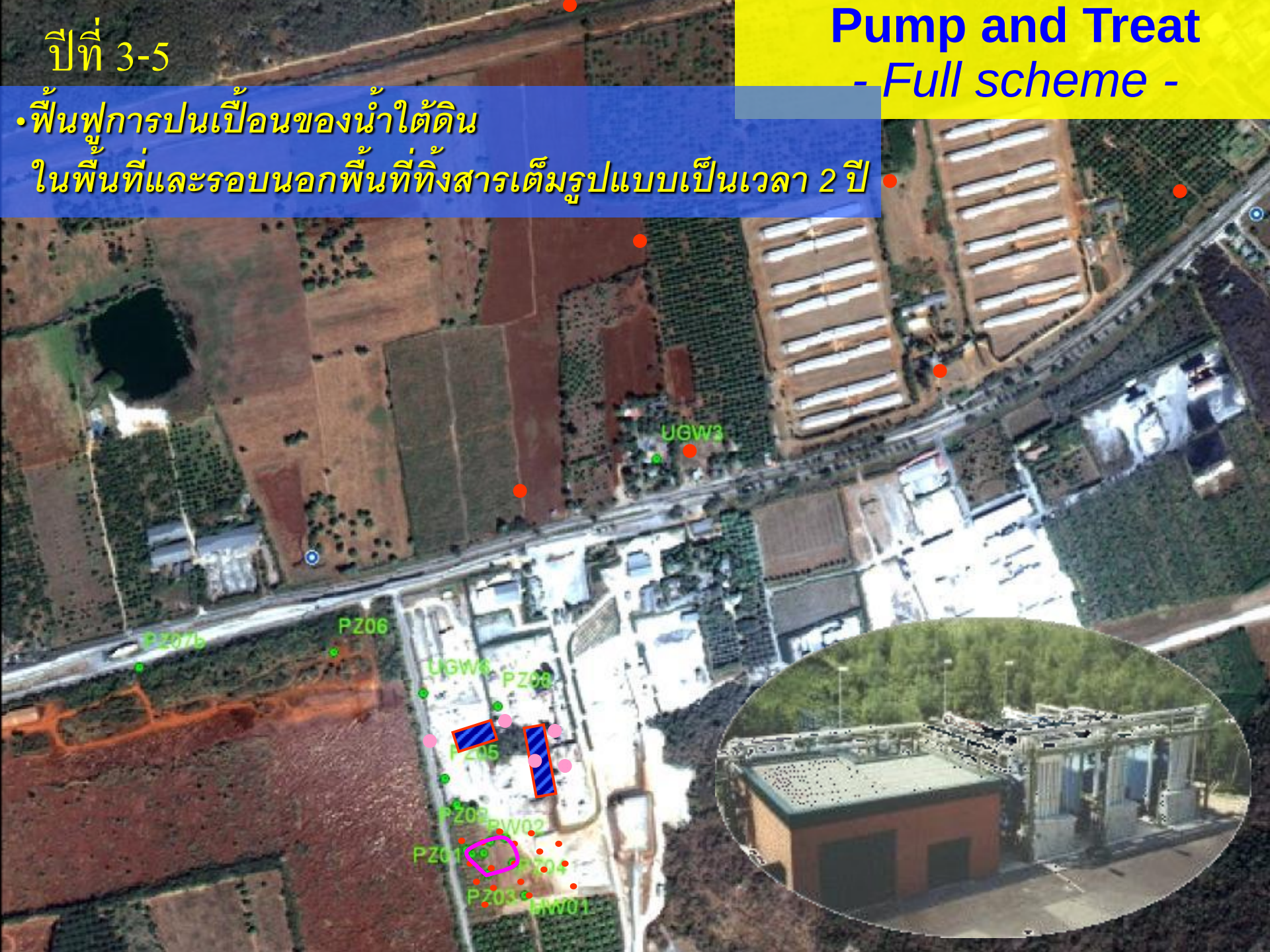
Soil Vapour Extraction



ปีที่ 3-5

Pump and Treat - Full scheme -

- พื้นฟูการปนเปื้อนของน้ำใต้ดิน
ในพื้นที่และรอบนอกพื้นที่ที่ทิ้งสารเคมีรูปแบบเป็นเวลา 2 ปี

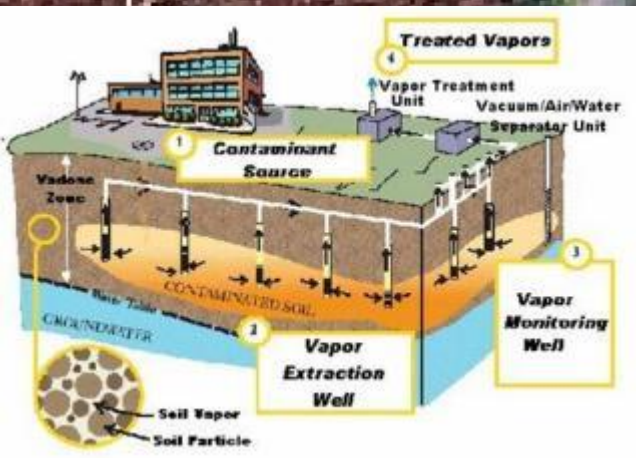
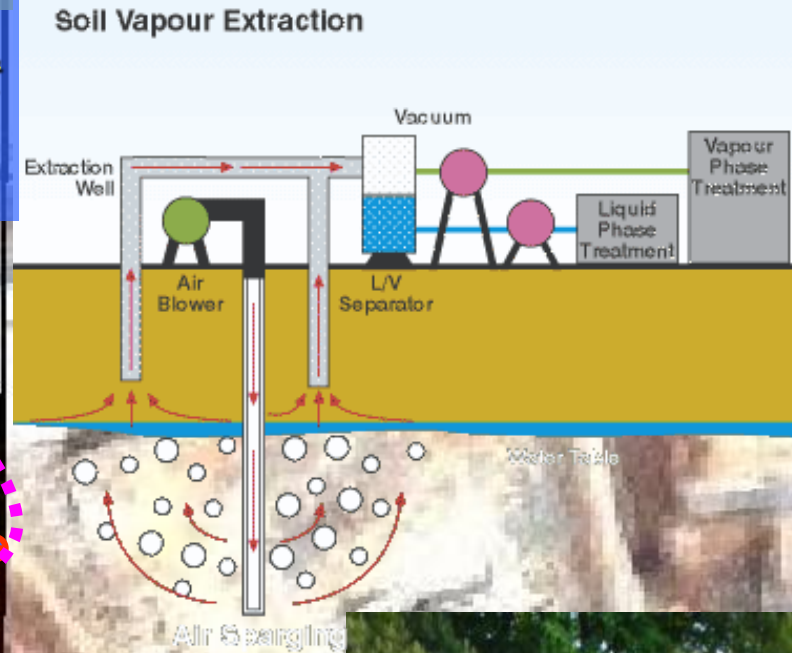


ปีที่ 4-5

- พื้นที่ปนเปื้อนบริเวณชั้นน้ำไม่อิ่มตัว (unsaturated zone) ในดินและหิน บริเวณ hotspot เป็นเวลา 2 ปี

SVE plant

Soil vapor extraction - Full scheme -

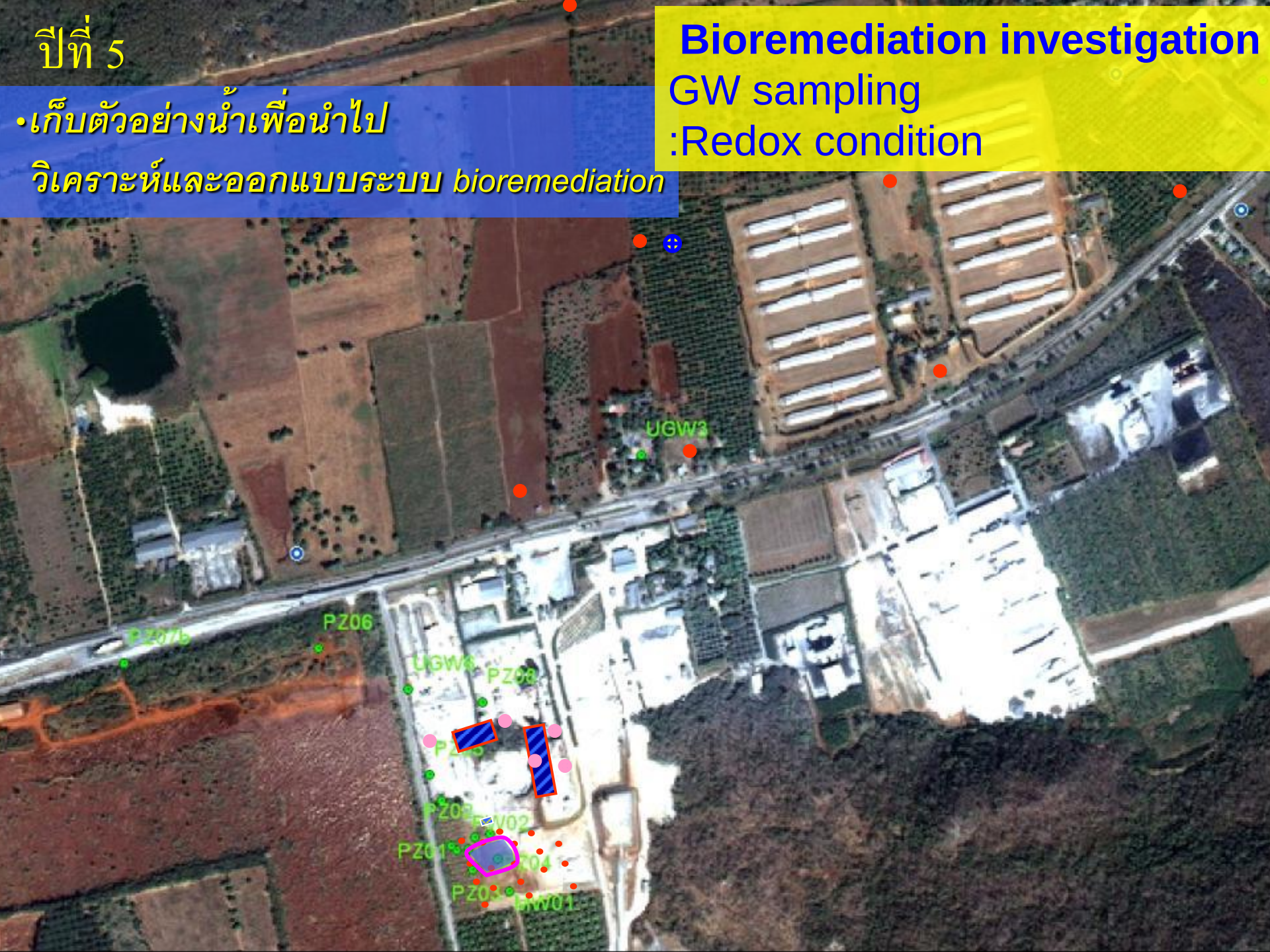


ปีที่ 5

• เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไป

วิเคราะห์และออกแบบระบบ *bioremediation*

Bioremediation investigation
GW sampling
: Redox condition



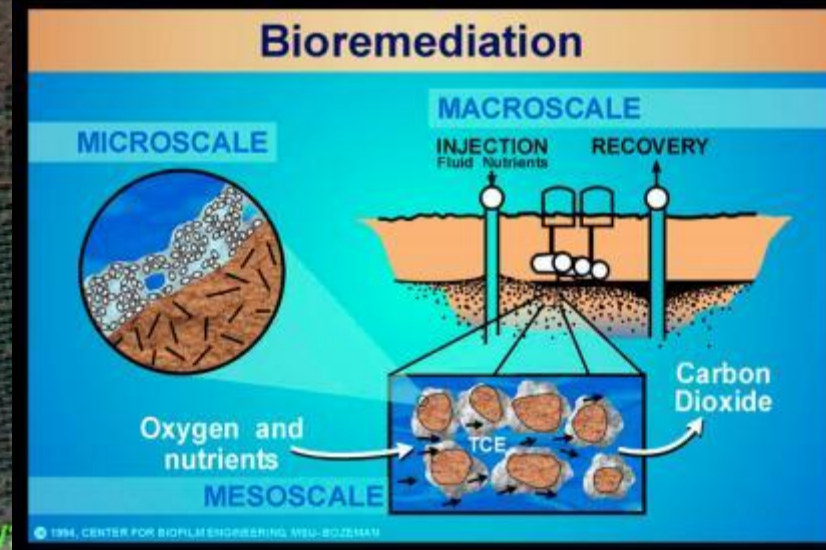
ปีที่ 6-8

In-situ bioremediation

- บำบัดสารปนเปื้อนที่เหลืออยู่บริเวณรอบพื้นที่ทิ้งสาร

recovery wells

Injection wells



ปีที่ 9-10

• ติดตามการลดลงของสารปนเปื้อนที่เป็นไป
ตามธรรมชาติ

Natural attenuation

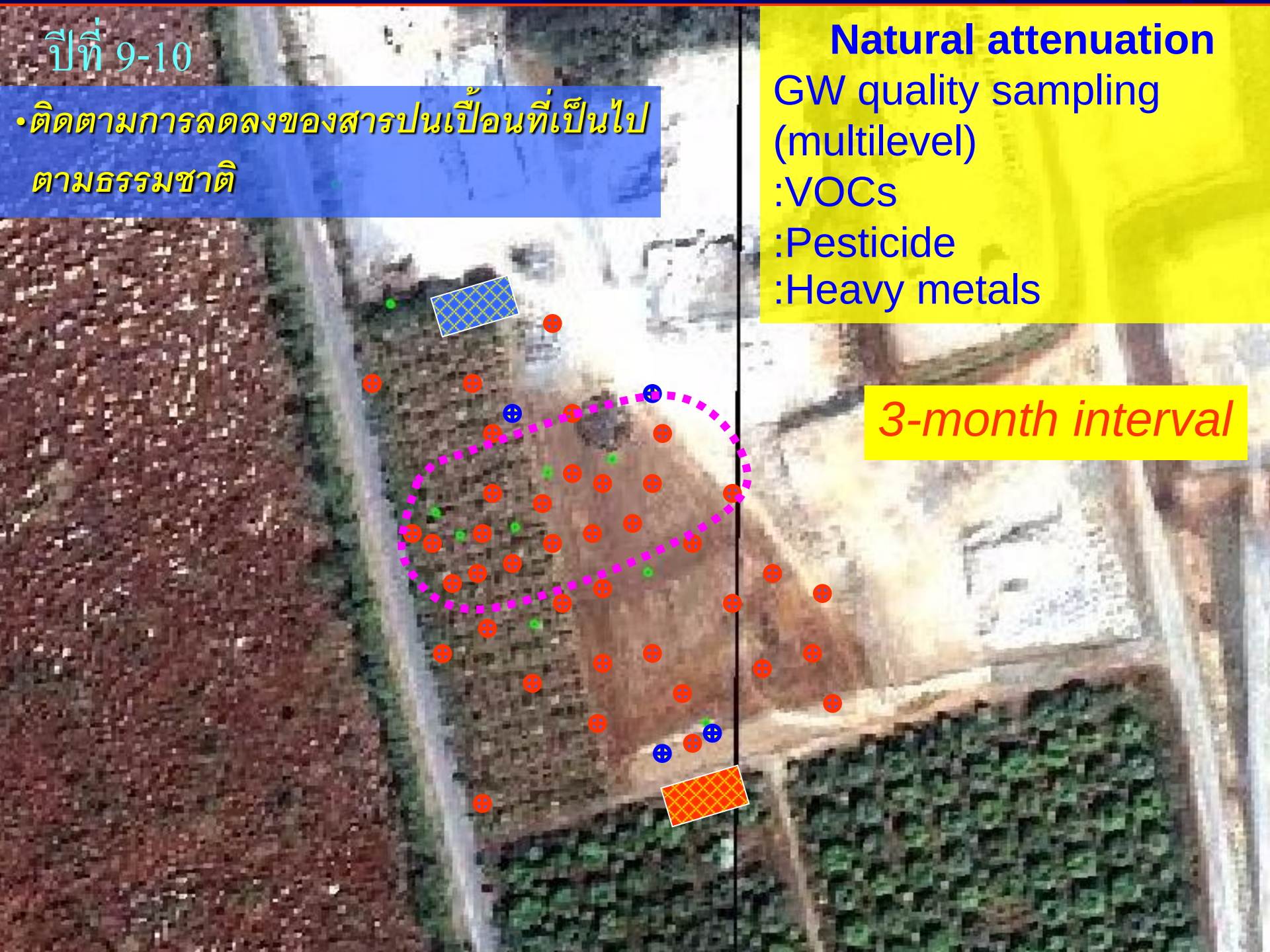
GW quality sampling
(multilevel)

:VOCs

:Pesticide

:Heavy metals

3-month interval



การฟื้นฟูแหล่งน้ำบาดาลทางเลือก **REGULAR TRACK**

No.	งาน	ค่าใช้จ่าย
		(ล้านบาท)
1	Site characterization	25
2	Containment	56
3	Groundwater monitoring	100
4	Pumping unit	5
5	Ground surface treatment unit	62
6	PITT	13
7	Soil Vapor Extraction	62
8	Bioremediation	31
9	Natural Attenuation	19
		374

แผนปฏิบัติการฉุกเฉินในกรณีเกิดเหตุการณ์
ปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน

Emergency Response Plan

รายงานการลักลอบทิ้งหรือเหตุการณ์ปนเปื้อน
ของระบบสิ่งแวดล้อม

หน่วยงานระดับจังหวัดเข้าดูแล
สถานการณ์เบื้องต้น

หน่วยงานระดับจังหวัดแจ้งเหตุกับหน่วยงานกลาง
ที่มีหน้าที่กำกับดูแลปัญหาการปนเปื้อนเบื้องต้น
เช่น กรมควบคุมมลพิษ

กรมควบคุมมลพิษรับทราบสถานการณ์และส่ง
ทีมงานเข้าประเมินและควบคุมสถานการณ์
เบื้องต้น

กรมควบคุมมลพิษประเมินสถานการณ์และเรียก
ประชุมหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหาการ
ปนเปื้อนตามขอบเขตหน้าที่รับผิดชอบ

กรมโรงงานอุตสาหกรรม

กรมทรัพยากรน้ำบาดาลรับทราบปัญหาและเรียก
ประชุมกลุ่มย่อยที่มีหน้าที่รับผิดชอบแก้ไขปัญห
การปนเปื้อน

หน่วยงานอื่นๆ

กลุ่มย่อยในกรมทรัพยากรน้ำบาดาลเข้าดูแลและ
จัดการปัญหาน้ำบาดาลปนเปื้อน

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะโครงการ

การศึกษาลักษณะทางกายภาพ

- รอยแตกของหินมีทิศทางการวางตัวหลัก 2 แนว คือ แนวตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ และแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในแนว 26°

การศึกษาลักษณะอุทกธรณีวิทยา

- ลักษณะอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำตะเคียน มีการไหลแบบต่อเนื่องโดยมีทิศทางไหลของน้ำบาดาลจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ไปยังทิศตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษา และบริเวณบ้านปางอโศกมีการใช้น้ำบาดาลเป็นปริมาณมาก

การสร้างระบบเครือข่ายบ่อสังเกตการณ์

- จากการตรวจวิเคราะห์สารปนเปื้อนจำนวน 2 ครั้ง พบหลักฐานการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ระเหยในพื้นที่ทั้งสารเคมีและพื้นที่ใกล้เคียงเกินระดับมาตรฐานจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ Benzene, TCE และ PCE เป็นต้น โดยมีพื้นที่ปนเปื้อนครอบคลุมประมาณ 300,000 m²

การประมาณค่าตัวแปรที่ควบคุมการไหลของน้ำและสารปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน

- ❑ ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์จากการสุบทดสอบจำนวน 7 บ่อ และวิเคราะห์ข้อมูลเดิมในพื้นที่ที่ทิ้งสารปนเปื้อน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำของหน่วยหินเขาขาด (Pkd) อยู่ในช่วง $1.26 \times 10^{-3} - 8.99 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ และหินปางอโศก อยู่ในช่วง $7.85 \times 10^{-5} - 1.16 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$
- ❑ ค่า Dispersion coefficient ของระบบจากการทดลองในห้องปฏิบัติการมีค่าเท่ากับ $2.83 \text{ cm}^2/\text{min}$
- ❑ ค่า Retardation factors ของ Benzene และ TCE มีค่าเท่ากับ 1.60 และ 2.00 ตามลำดับ

การทดสอบการย่อยสลายสารปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ธรรมชาติในห้องปฏิบัติการ

- ❑ จุลินทรีย์ *Ralstonia pickettii* PK01 มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสาร TCE ได้ที่ระดับความเข้มข้น 45 ppm

การจำลองการไหลและแพร่กระจายของสารปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน

- ❑ ลักษณะการแพร่กระจายของสาร Benzene, TCE และ PCE ณ เวลา 2 ปี จากแบบจำลอง UTCHEM ที่ระดับ 5 ug/l พบว่าสารได้เคลื่อนตัวออกไปถึงแนวถนนมิตรภาพ และเมื่อจำลองการเคลื่อนตัว ณ เวลา 50 ปี พบว่าสารได้เคลื่อนตัวไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือผ่านบ้านไร่กลางดง เข้าสู่บ่อบาดาลของบ้านปางอโศกในระยะเวลา 14 และ 25 และ 23 ปี ตามลำดับ

การประเมินความเสี่ยงจากการปนเปื้อน

- ❑ โครงการนี้ได้ทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยประเมินผลกระทบในเชิงเศรษฐศาสตร์จากสารปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน ภายในระยะเวลา 50 ปี และได้ประเมินความเสียหายในรูปมูลค่าทางการเงิน โดยพิจารณาจากค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) จากอัตราส่วนลดร้อยละ 8 เพื่อสะท้อนมูลค่าของเงินตามเวลา โดยค่าที่ได้จะนำไปใช้เพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางการตอบสนองต่อไป

แนวทางการจัดการสารปนเปื้อน

❑ คณะที่ปรึกษาได้เสนอให้มีการจัดการสารปนเปื้อนตามแนวทางเลือกที่ 3 (regular track) ซึ่งเป็นระบบผสมผสานโดยใช้ระบบ pump and treat, soil vapor extraction, bioremediation และ natural attenuation เพื่อบำบัดสารปนเปื้อนภายในระยะเวลา 10 ปี เนื่องจากเป็นระบบที่มีศักยภาพในการบำบัด และมีต้นทุนที่ต่ำกว่า

การประเมินค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นและภายหลังการฟื้นฟู

❑ จากการประเมินค่าความเสียหายจากผลกระทบจากสารปนเปื้อนที่จะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลา 50 ปี พบว่ามีมูลค่าสุทธิทั้งสิ้น (no action) 973 ล้านบาท หากมีการบำบัดเพียงบางส่วน (fast tract) มีค่าใช้จ่ายประมาณ 733 ล้านบาท และหากบำบัดทั้งหมด (regular tract) มีค่าใช้จ่ายประมาณ 374 ล้านบาท

- ❑ กระบวนการยุติธรรมกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม
- ❑ แนวทางการจัดการกับปัญหาการปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน
- ❑ การประเมินความเสี่ยงจากการปนเปื้อนน้ำใต้ดินด้วยสาร VOCs ในพื้นที่ศึกษา
- ❑ แผนการระยะยาวในการจัดการกับปัญหาน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อน VOCs



THANK YOU
Question & Answer

