บทที่ 6
ผลการศึกษา

การศึกษาการรุกล้ำของน้ำเค็มในชั้นน้ำนนทบุรี โดยจำลองสภาพการไหลของน้ำบาดาล และจำลองสภาพการแพร่ของน้ำเค็ม ที่ได้รับผลกระทบจากอัตราการสูบน้ำบาดาลของหน่วยงานต่างๆ โดยการเปรียบเทียบระดับน้ำและความเค็มจากบ่อสังเกตการณ์ และจำลองสภาพการรุกล้ำของน้ำเค็มภายใต้อัตราการสูบน้ำในกรณีต่างๆ

6.1 สภาพปัญหาของพื้นที่ศึกษา

6.1.1 ระดับน้ำบาดาล

ในการศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำโดยรวมและบางพื้นที่ โดยศึกษาจากข้อมูลระดับน้ำของบ่อสังเกตการณ์ที่สถานีต่างๆ ในช่วงปี พ.ศ.2526 ถึงปี พ.ศ. 2540 (ดังตารางภาคผนวก ข-2) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำสัมพันธ์กับอัตราการสูบน้ำและความเค็มในการศึกษาในหัวข้อต่อไป

เมื่อพิจารณาสภาพพื้นที่โดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษา ในช่วงปี 2526 ถึง 2535 พบว่าระดับน้ำบาดาลของชั้นน้ำพระประแดงมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยปีละ 0.13 เมตร โดยมีระดับน้ำลดลงมากสุดที่บริเวณตำบลศีรษะจรเข้น้อย กิ่ง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ มีระดับน้ำเฉลี่ยเท่ากับ -46.79 เมตร รทก. โดยที่มีแนวโน้มลดลงปีละ 2.59 เมตร สำหรับช่วงปี 2536 ถึง 2540 พบว่า ชั้นน้ำพระประแดงมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยปีละ 0.22 เมตร โดยมีระดับน้ำลดลงมากสุดที่บริเวณตำบลลำผักกูด อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี มีระดับน้ำเฉลี่ยเท่ากับ –22.34 เมตร รทก. โดยที่มีแนวโน้มลดลงปีละ 1.22 เมตร และจากการเปรียบเทียบเส้นชั้นความสูงระดับน้ำบาดาลชั้นน้ำพระประแดงในปี พ.ศ.2526 พ.ศ.2536 และพ.ศ.2540 (ดูรูปที่ 6-1) พบว่าชั้นน้ำพระประแดงมีระดับน้ำมีระดับน้ำต่ำกว่า –50 ถึง -70 เมตร รทก. ที่อำเภอเมือง อำเภอคลองหลวง และอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี และที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุดอันดับ 1 (พื้นที่ที่มีการ

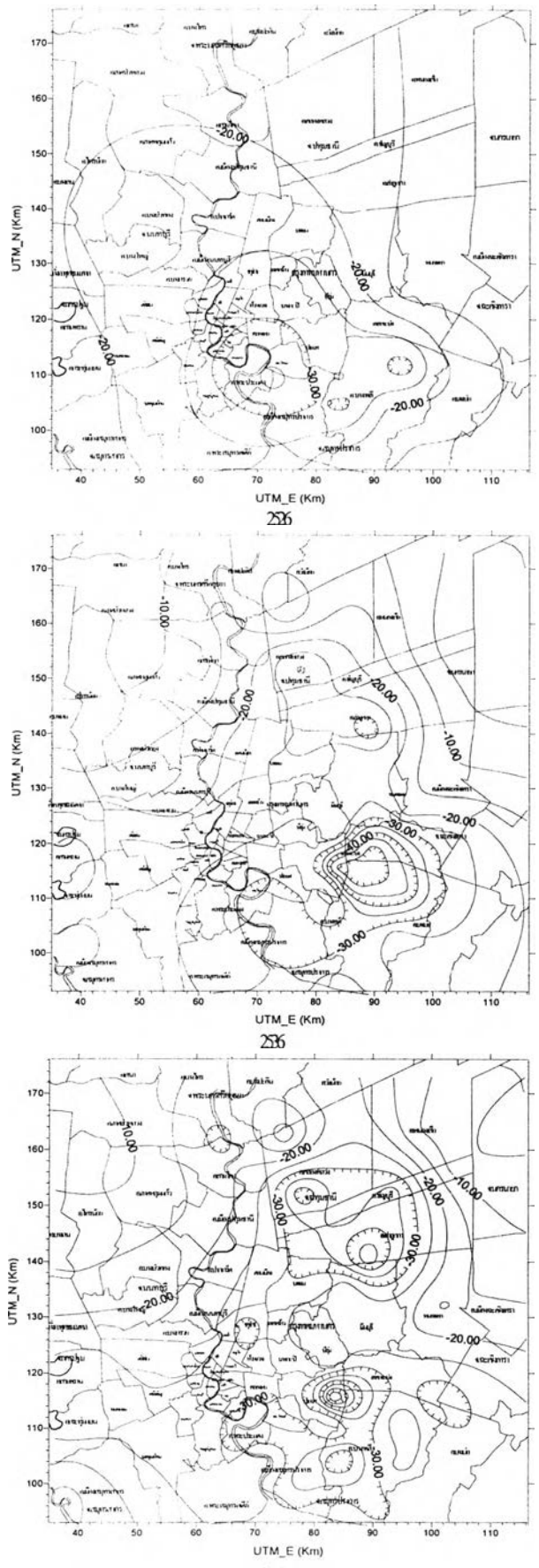
ทรุดตัวของพื้นดินมากกว่า 10 เซ็นติเมตรต่อปี และ/หรือระดับน้ำบาดาลลดลงมากกว่า 3 เมตรต่อปี รูปที่ ซ-1) ได้แก่ บริเวณอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ และเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ระดับน้ำบาดาลของชั้นน้ำนครหลวงในช่วงปี 2526 ถึง 2535 พบว่า มีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยปีละ 0.17 เมตร โดยมีระดับน้ำลดลงมากสุดที่บริเวณตำบลท่าไม้ อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร มีระดับน้ำเฉลี่ยเท่ากับ –45.79 เมตร รทก. และมีแนวโน้มลดลงปีละ 0.73 เมตร สำหรับช่วงปี 2536 ถึง 2540 พบว่า ชั้นน้ำนครหลวงมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยปีละ 0.35 เมตร โดยมีระดับน้ำลดลงมากสุดที่บริเวณแขวงแสนแสบ เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร มีระดับน้ำเฉลี่ยเท่ากับ –60.90 เมตร รทก. โดยมีแนวโน้มลดลงปีละ 1.71 เมตร และจากการเปรียบเทียบเส้นชั้นความสูงระดับน้ำบาดาลชั้นน้ำนครหลวงในปี พ.ศ.2526 พ.ศ.2536 และปี พ.ศ.2540 (ดูรูปที่ 6-2) พบว่าชั้นน้ำนครหลวงมีระดับน้ำมีระดับน้ำต่ำกว่า–50 ถึง -70 เมตร รทก. ที่อำเภอสามโคก อำเภอลำลูกกา อำเภอคลองหลวง อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เขตดอนเมือง เขตหนองจอก และที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุดอันดับ 1 ได้แก่เขตราชเทวี เขตพญาไท เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร และอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ

ระดับน้ำบาดาลของชั้นน้ำนนทบุรีในช่วงปี 2526 ถึง 2535 พบว่า มีแนวโน้มลดลงปีละ 0.35 เมตร โดยมีระดับน้ำลดลงมากสุดที่บริเวณตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีระดับน้ำเฉลี่ยเท่ากับ –46.50 เมตร รทก. และมีแนวโน้มลดลงปีละ 1.22 เมตร สำหรับช่วงปี 2536 ถึง 2540 พบว่า ชั้นน้ำนนทบุรีมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยปีละ 0.32 เมตร โดยมีระดับน้ำลดลงมากสุดที่บริเวณแขวงบางขัน เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร มีระดับน้ำเฉลี่ยเท่ากับ –53.63 เมตร รทก. โดยมีแนวโน้มลดลงปีละ 1.10 เมตร และจากการเปรียบเทียบเส้นชั้นความสูงระดับน้ำบาดาลชั้นน้ำนนทบุรีในปี พ.ศ.2526 พ.ศ.2536 และพ.ศ.2540 (ดูรูปที่ 6-3) พบว่ามีระดับน้ำอยู่ในช่วง –50 ถึง -70 เมตร รทก. อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร และอำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี และที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุดอันดับ 1 ได้แก่เขตลาดกระบัง เขตบางกะปิ เขตบึงกุ่ม เขตลาดพร้าวและเขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ

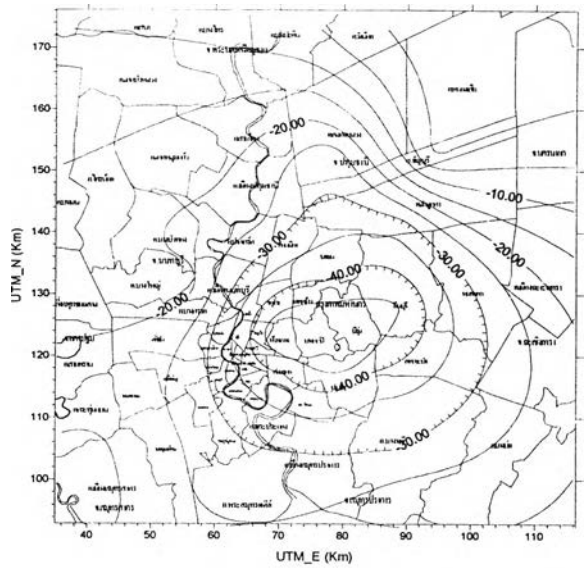
จากสภาพปัญหาการลดลงของระดับน้ำของชั้นน้ำพระประแดง นครหลวง และนนทบุรี (รูปที่ 6-4) เห็นได้ว่า ในช่วงปี 2526 ถึง 2540 ชั้นน้ำทั้ง 3 มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ในอัตราเฉลี่ยปีละ 0.13-0.35 เมตร และระดับน้ำมีอัตราการลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงปี 2534 ถึงปี 2535 ทั้งนี้เนื่องมาจากภาวะการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาดังกล่าว ส่งผลทำให้กรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีการสูบน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย สำหรับเขตวิกฤตน้ำบาดาลตามที่ได้ประกาศไว้ในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล (ดังรูปภาคผนวก ซ-1) พบว่า มีพื้นที่วิกฤตอันดับหนึ่งบริเวณบางเขน บางกะปิ พระโขนง มีนบุรี ลาดกระบัง พระประแดงและเมืองสมุทรปราการ ยังคงได้รับผลกระทบอย่างต่อเนื่อง ในอัตราลดลงปีละ 0.40 เมตร และมีการขยายตัวของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการลดลงของระดับน้ำเพิ่มขึ้น หรือเกิดพื้นที่วิกฤตน้ำบาดาลใหม่ขึ้น ได้แก่ บริเวณอำเภอคลองหลวง อำเภอลำลูกกา และอำเภอธัญบุรี และบางส่วนของเขตหนองจอก

หน่วย : เมตร (รทก.)

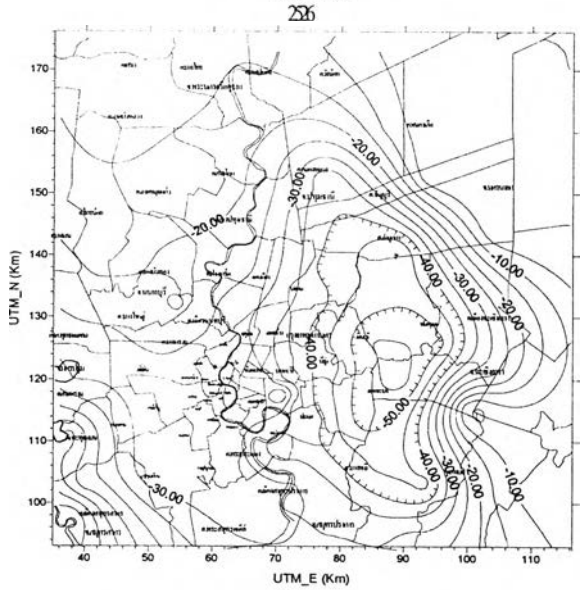


รูปที่ 6-1 เปรียบเทียบระดับน้ำบาดาลชั้นน้ำพระประแดง ปี พ.ศ. 2526, 2536 และ 2540

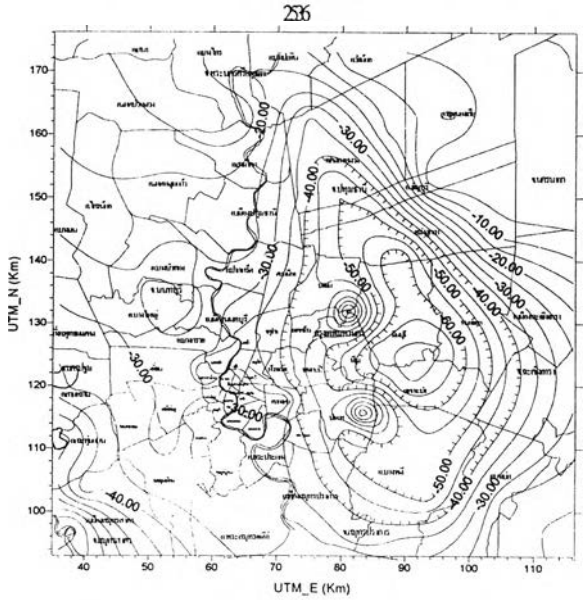
หน่วย : เมตร (รทก.)



2526



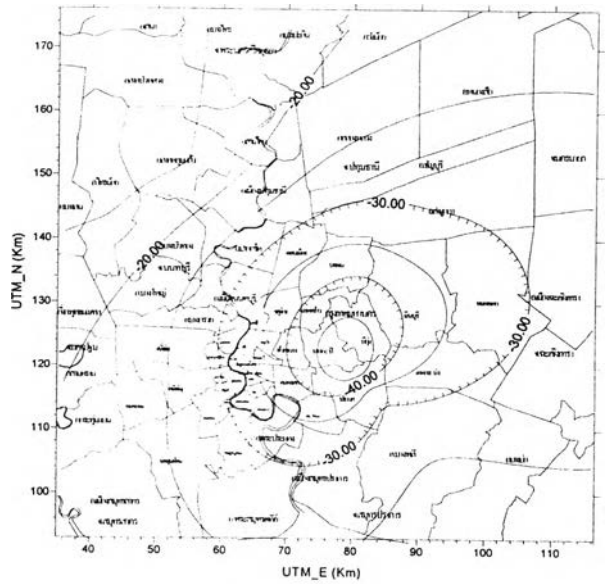
2536



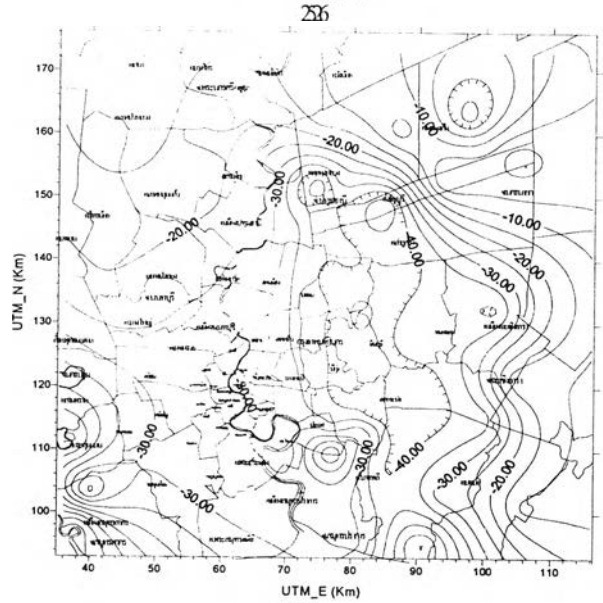
2540

รูปที่ 6-2 เปรียบเทียบระดับน้ำบาดาลชั้นน้ำนครหลวงปี พ.ศ. 2526, 2536 และ 2540

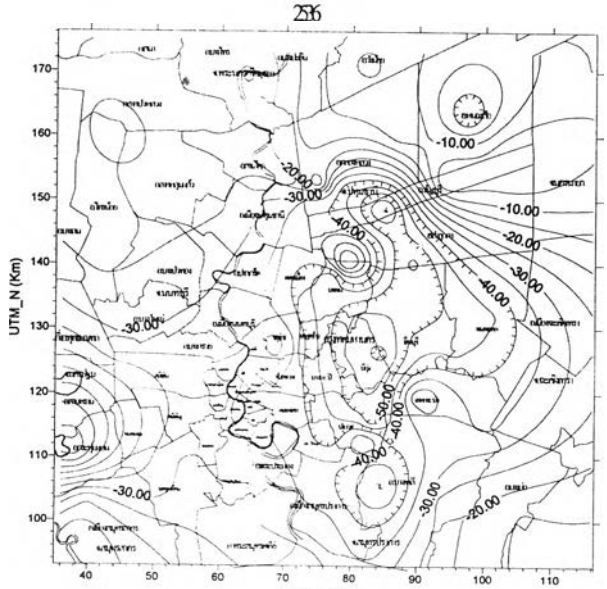
หน่วย : เมตร (รทก.)



2526



2536



2540

รูปที่ 6-3 เปรียบเทียบระดับน้ำบาดาลชั้นน้ำนนทบุรี ปี พ.ศ. 2526, 2536 และ 2540

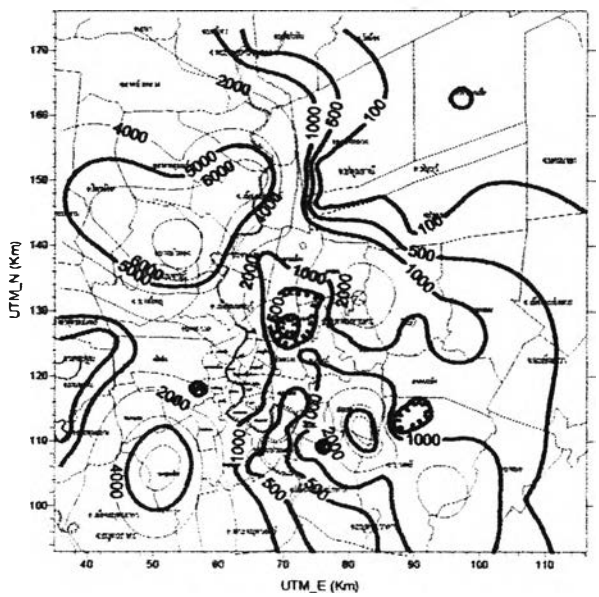
6.2.1 **ความเค็ม**

ในการศึกษาสภาพปัญหาของพื้นที่ครั้งนี้ เพื่อพิจารณาสภาพการเปลี่ยนแปลงของความเค็มโดยรวมและบางพื้นที่ โดยศึกษาจากข้อมูลความเค็มของบ่อสังเกตการณ์ที่สถานีต่างๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2529 ถึง พ.ศ. 2540

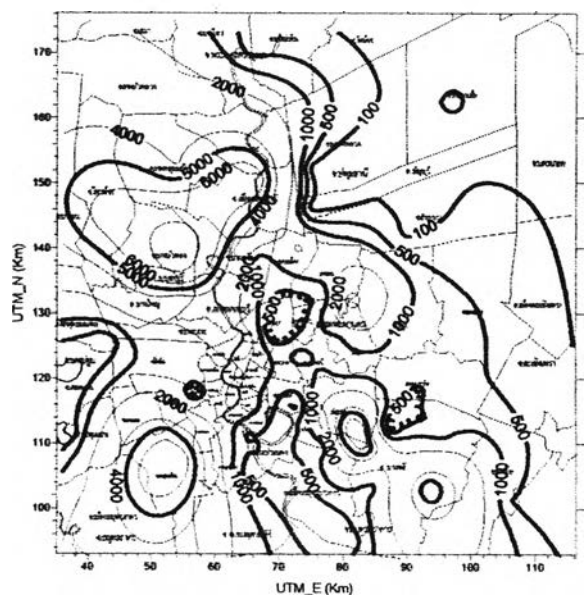
จากการรวบรวมข้อมูลความเค็มของชั้นน้ำต่างๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2529 ถึง พ.ศ.2540 และปรับแก้ค่าความเค็มของชั้นน้ำตามหัวข้อที่ 5.2.2 และ 5.2.3 จากการเปรียบเทียบเส้นชั้นความสูงความเค็มชั้นน้ำพระประแดงในปีพ.ศ.2529 พ.ศ.2531 พ.ศ.2536 และพ.ศ.2540 (ดูรูปที่ 6-4) พบว่า บริเวณที่มีน้ำเค็มสูงสุดอยู่ที่บริเวณแขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพฯ มีความเค็มเฉลี่ย 10,353 มิลลิกรัม/ลิตร และบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้แก่ บริเวณทางทิศตะวันตกตามแนวแม่น้ำเจ้าพระยา และทางทิศใต้ และบางส่วนของทิศเหนือของพื้นที่ศึกษา คือ บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ และอำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี ตามลำดับ และพบว่าลิ่มน้ำเค็มเคลื่อนตัวเข้าสู่บริเวณพื้นที่ตอนกลางของกรุงเทพมหานครหรือเขตวิกฤตน้ำบาดาลอันดับ 1 ที่มีระดับน้ำลดลงอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ บริเวณเขตลาดกระบัง เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร และอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ส่งผลทำให้ลิ่มน้ำเค็มครอบคลุมพื้นที่เพิ่มขึ้นอีก 27 ตารางกิโลเมตร ในปี 2540 จากเดิม 105 ตารางกิโลเมตร ในปี 2529 ซึ่งมีการเคลื่อนตัวประมาณ 180-200 เมตร ต่อปี

จากการเปรียบเทียบเส้นชั้นความสูงความเค็มของชั้นน้ำนครหลวงในปีพ.ศ.2529 พ.ศ.2531 พ.ศ.2536 และพ.ศ.2540 (ดูรูปที่ 6-5) พบว่า บริเวณที่มีน้ำเค็มสุดอยู่ที่บริเวณตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ มีความเค็มเฉลี่ย 13,460 มิลลิกรัม/ลิตร และบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้แก่ บริเวณทางด้านตอนล่างและทางด้านทิศเหนือของพื้นที่ศึกษา คือ บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร อำเภอบางพลี พระสมุทรเจดีย์ เมือง และบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ และอำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี และพบว่าลิ่มน้ำเค็มเคลื่อนตัวจากชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกเข้าสู่บริเวณพื้นที่ตอนกลางของกรุงเทพมหานครหรือเขตวิกฤตน้ำบาดาลอันดับ 1 ได้แก่ บริเวณเขตลาดกระบัง เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร ส่งผลทำให้ลิ่มน้ำเค็มครอบคลุมพื้นที่เพิ่มขึ้นอีก 52

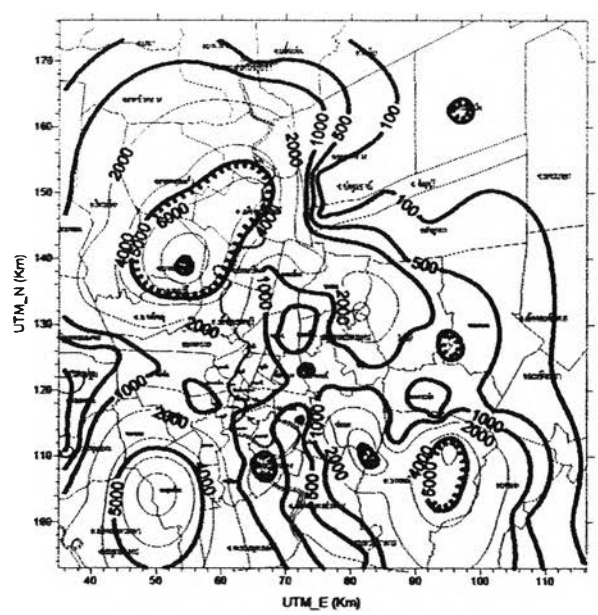
หน่วย : มิลลิกรัม/ลิตร



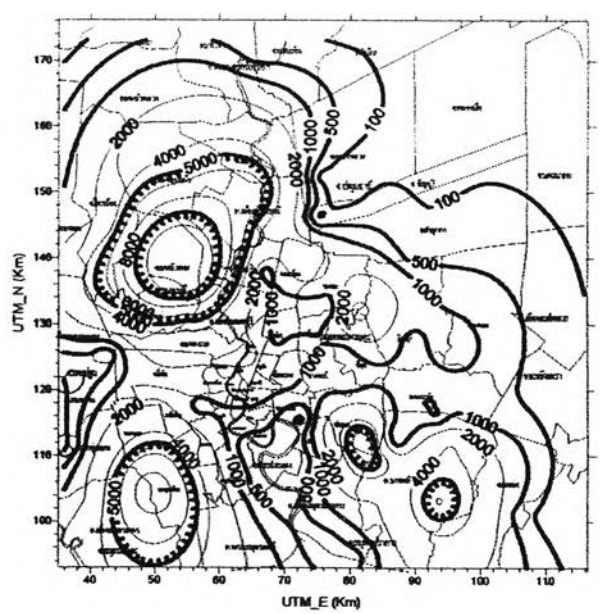
2529



2531



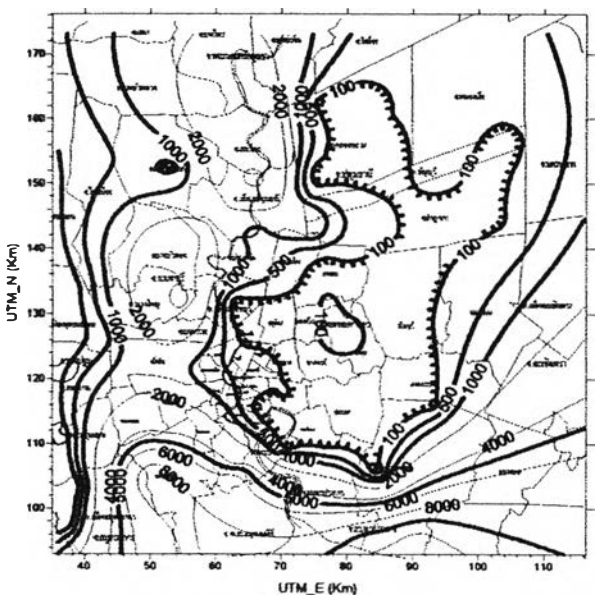
2536



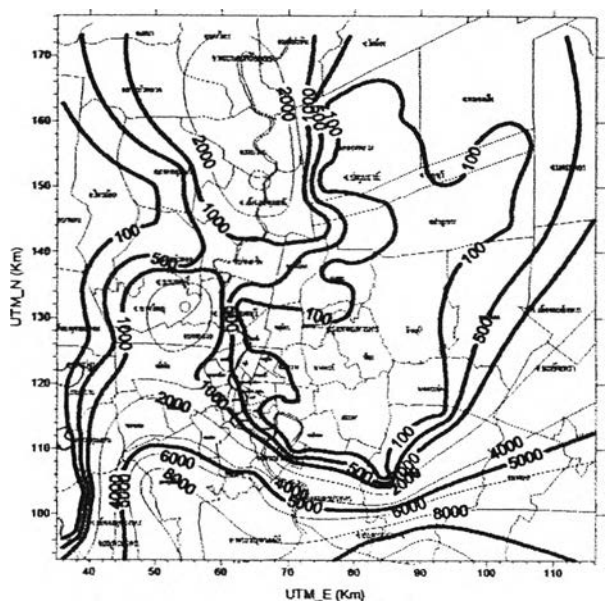
2540

รูปที่ 6-4 เส้นชั้นความสูงความเข้มข้นคลอไรด์ชั้นน้ำพระประแดง ปี พ.ศ. 2529 2531 2536 และ 2540

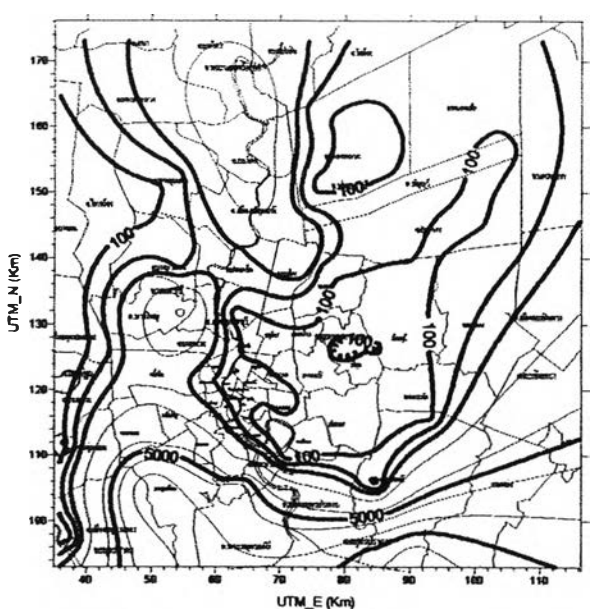
หน่วย : มิลลิกรัม/ลิตร



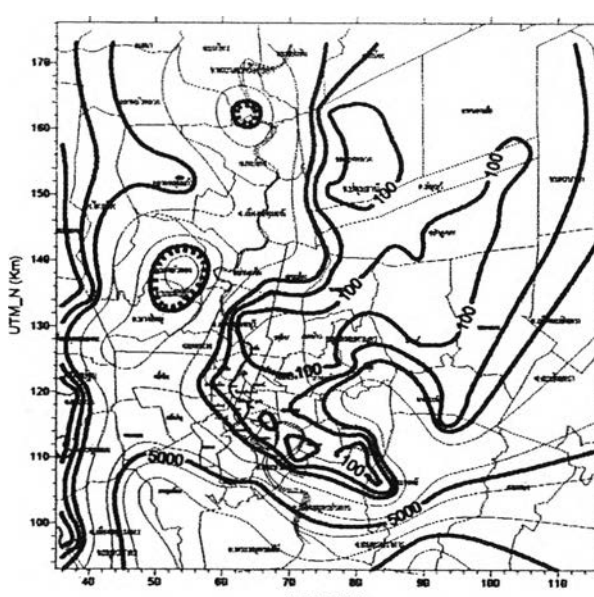
2529



2531



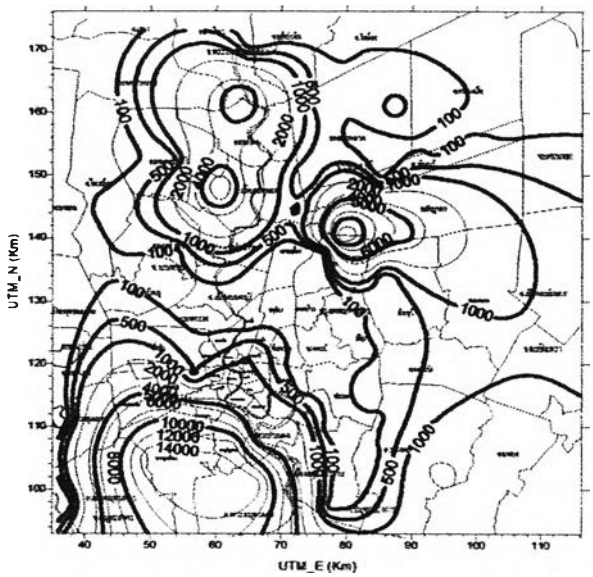
2536



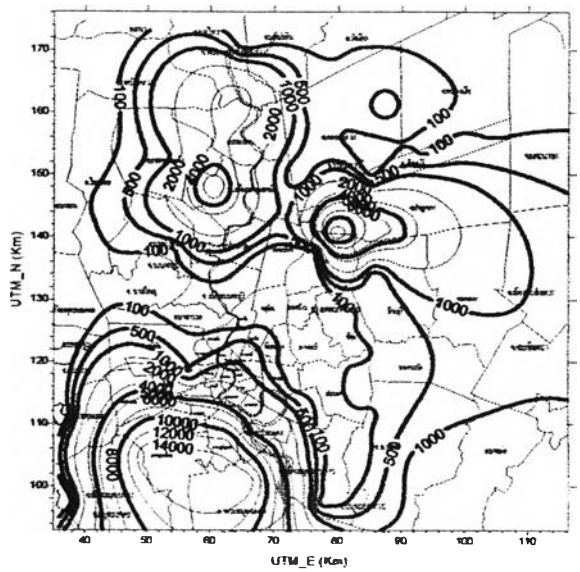
2540

รูปที่ 6-5 เส้นชั้นความสูงความเข้มข้นคลอไรด์ชั้นน้ำนครหลวง ปี พ.ศ. 2529 2531 2536 และ 2540

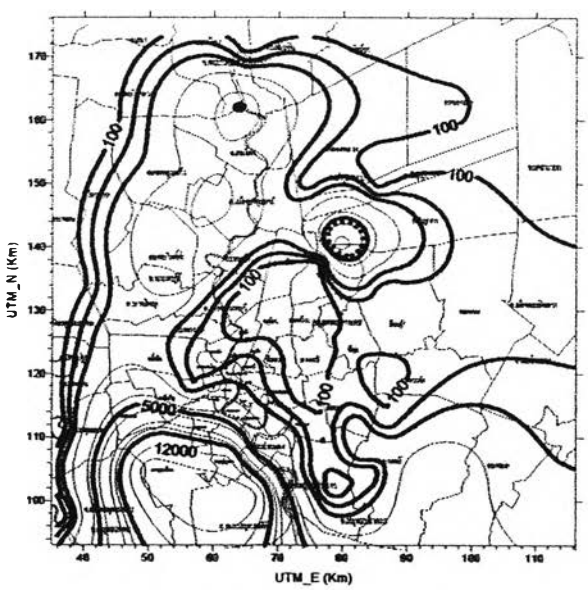
หน่วย : มิลลิกรัม/ลิตร



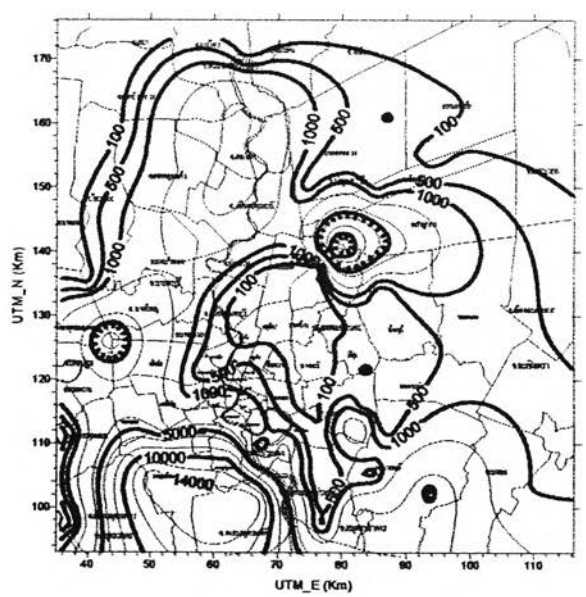
2529



2531

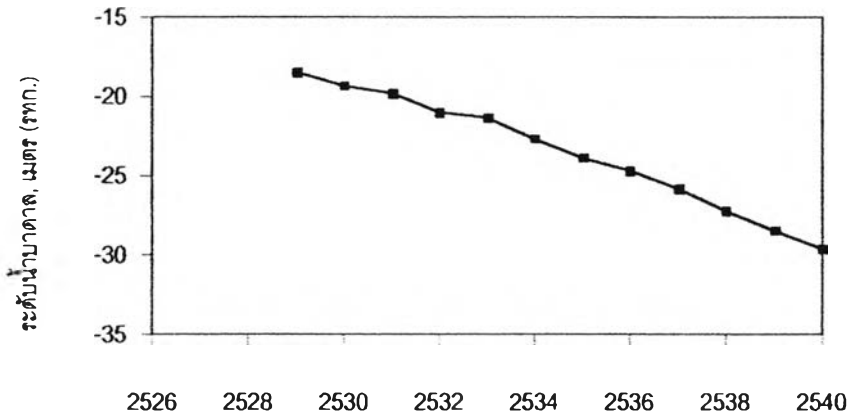


2536

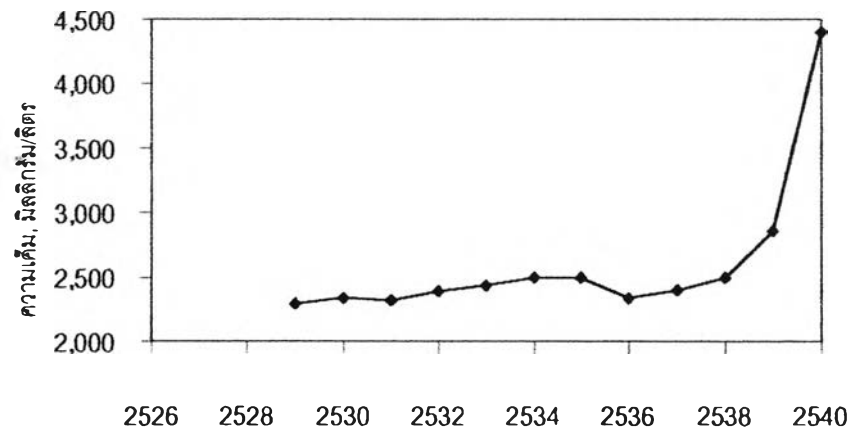


2540

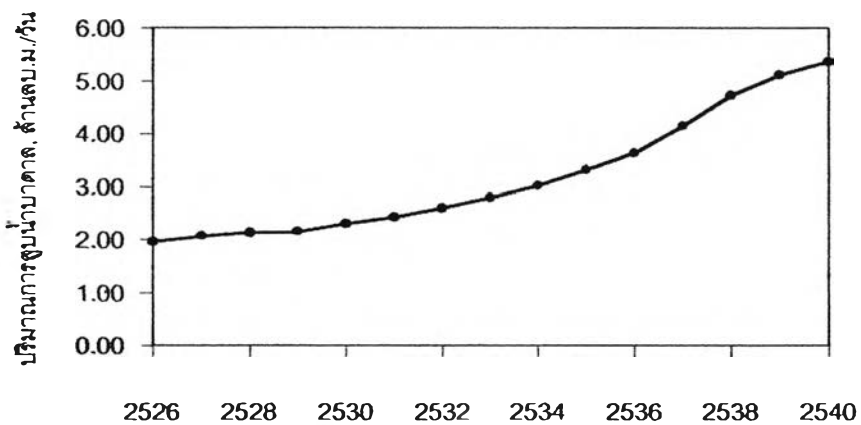
รูปที่ 6-6 เส้นชั้นความสูงความเข้มข้นคลอไรด์ชั้นน้ำนนทบุรี ปี พ.ศ. 2529 2531 2536 และ 2540



บ่อสังเกตการณ์ NB14 อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี



บ่อสังเกตการณ์ NB14 อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี



รูปที่ 6-7 เปรียบเทียบระดับน้ำบาดาล ความเค็ม และปริมาณการสูบน้ำที่อนุญาต ช่วงปี พ.ศ.2526-2540

ตารางกิโลเมตร ในปี 2540 จากเดิม 84 ตารางกิโลเมตร ในปี 2529 ซึ่งมีการเคลื่อนตัวประมาณ 250-450 เมตร ต่อปี

จากการเปรียบเทียบเส้นชั้นความสูงความเค็มของชั้นน้ำนนทบุรีในปี พ.ศ.2529 พ.ศ.2531 พ.ศ.2536 และพ.ศ.2540 (ดูรูปที่ 6-6) พบว่า บริเวณที่มีน้ำเค็มสุดอยู่ที่บริเวณตำบลในคลองบางปลากด อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ มีความเค็มเฉลี่ย 15,646 มิลลิกรัม/ลิตร และบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้แก่ บริเวณทางด้านทิศตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา และด้านบนของพื้นที่ศึกษา คือ บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ และอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี ตามลำดับ และพบว่าลิ่มน้ำเค็มเคลื่อนตัวจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ขึ้นไปยังทิศเหนือ ได้แก่ บริเวณอำเภอบางใหญ่ บางกรวย ไทรน้อยและเมือง จังหวัดนนทบุรี ส่งผลทำให้ลิ่มน้ำเค็มครอบคลุมพื้นที่เพิ่มขึ้นอีก 145 ตารางกิโลเมตร ในปี 2540 จากเดิมมีเพียง 46 ตารางกิโลเมตรเท่านั้น ในปี 2529 ซึ่งมีการเคลื่อนตัวประมาณ 450-500 เมตร ต่อปี ถ้าไม่มีการควบคุมอัตราการสูบน้ำของทั้งสามชั้นน้ำที่บริเวณดังกล่าวในอนาคต ทำให้ส่งผลกระทบต่อระดับน้ำมีระดับที่ลดลง และพื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำจืดลดลงตามไปด้วย

สำหรับบ่อสังเกตการณ์ NB14 อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี มีระดับน้ำอยู่ที่ –18.44 เมตร รทก.ในปี 2529 เป็น -29.58 เมตร รทก. ในปี 2540 มีอัตราการลดลงเฉลี่ยปีละ 1.00 เมตร มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มจาก 2,292 มิลลิกรัม/ลิตร ในปี 2529 เป็น 4,403 มิลลิกรัม/ลิตร ในปี 2540 ทั้งนี้การลดลงของระดับน้ำและการแพร่ของน้ำเค็มยังขึ้นอยู่กับปริมาณการสูบน้ำบาดาลที่มีการสูบเพิ่มสูงขึ้นในอัตราปีละ 7.1% (ดังรูปที่ 6-7) ซึ่งทำให้ชั้นน้ำซึ่งแต่เดิมเคยให้น้ำจืดเปลี่ยนเป็นน้ำกร่อยและน้ำเค็มในที่สุด

จากการศึกษาระดับน้ำและความเค็มของทั้ง 3 ชั้นน้ำ พบว่า ในพื้นที่ศึกษาเกิดปัญหาการลดลงของระดับน้ำลดลงอย่างรวดและต่อเนื่อง โดยมีระดับน้ำต่ำกว่า –50 เมตร รทก. และอัตราการลดลงปีละ 1-2 เมตร ที่บริเวณอำเภอบางพลี อำเภอพระประแดง ลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี เขตลาดกระบัง มีนบุรี และบึงกุ่มกรุงเทพมหานคร และปัญหาการแพร่ของน้ำเค็มที่เกิดขึ้น มีความเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร อำเภอบางพลี อำเภอพระประแดง ลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี และอำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัด

สมุทรสาคร อำเภอบางใหญ่ บางกรวย จังหวัดนนทบุรี บางส่วนใหญ่ของจังหวัดปทุมธานี โดยมีการเปลี่ยนสภาพจากน้ำจืดเป็นน้ำเค็มเพิ่มขึ้น

6.2 การประเมินอัตราการสูบน้ำ

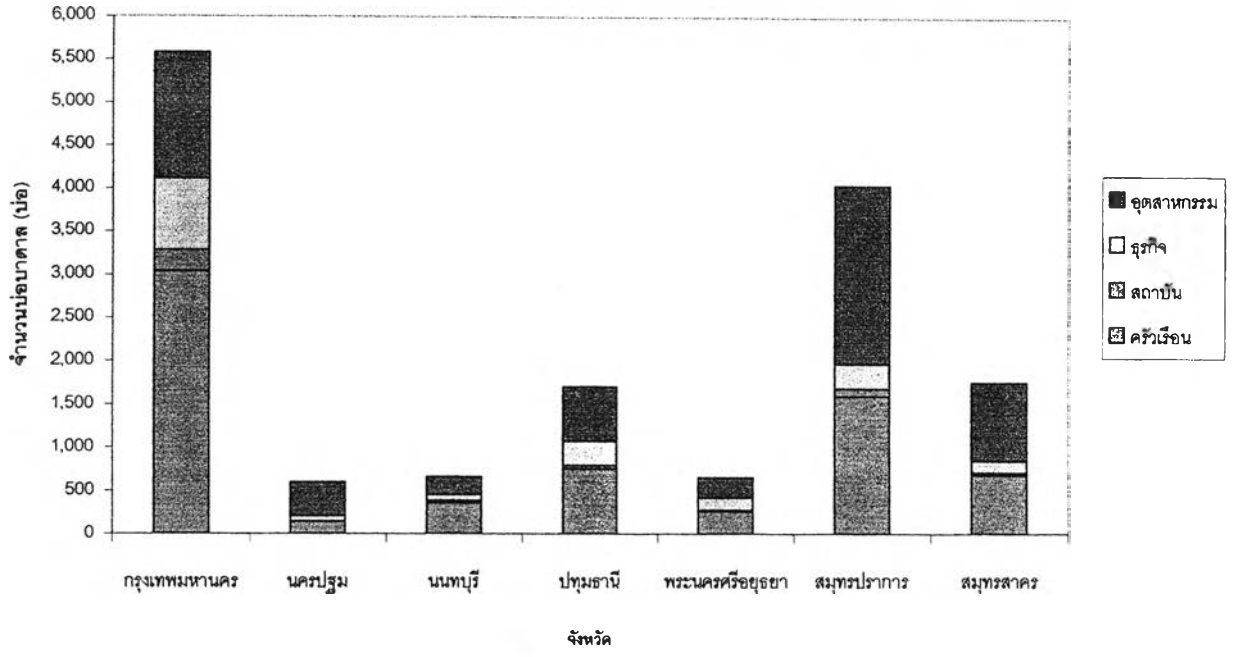
การประเมินอัตราการสูบน้ำบาดาลในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพื่อหาอัตราการสูบน้ำบาดาลและการกระจายอัตราการสูบน้ำในพื้นที่ ซึ่งประมาณอัตราการสูบน้ำบาดาลโดยใช้วิธีที่เสนอในหัวข้อ 5.2.4 และทบทวนอัตราการสูบน้ำที่ศึกษาจากโครงการศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาแหล่งน้ำ เพื่ออุตสาหกรรม ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (2542)

การศึกษาในครั้งนี้ได้นำข้อมูลทะเบียนบ่อบาดาลในช่วงปี พ.ศ. 2526-2535 และช่วงปี พ.ศ. 2536-2540 มาใช้ในการประเมินอัตราการสูบน้ำในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยที่จะใช้ข้อมูลอัตราการสูบน้ำจากการศึกษาของ JICA (1995) ในช่วงการปรับเทียบปี พ.ศ.2526-2535 สำหรับการตรวจสอบแบบจำลองสภาพ ใช้ข้อมูลอัตราการสูบน้ำตามหลักการประมาณอัตราการสูบน้ำบาดาลที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.3 ซึ่งได้ปรับอัตราการสูบน้ำในช่วงปี พ.ศ.2536 – 2540 ซึ่งประกอบไปด้วยหน่วยงานเอกชนและราชการ/รัฐวิสาหกิจ โดยให้สอดคล้องกับสภาพระดับน้ำบาดาลของพื้นที่ศึกษา โดยการปรับสัมประสิทธิ์ตัวคูณลดนี้คูณกับอัตราการสูบน้ำที่ขออนุญาตกับกรมทรัพยากรธรณี ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวตรวจสอบได้โดยเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์ตัวคูณลดที่ได้จากการสอบถามของโครงการศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาแหล่งน้ำฯ (2542) ดังภาคผนวก ก

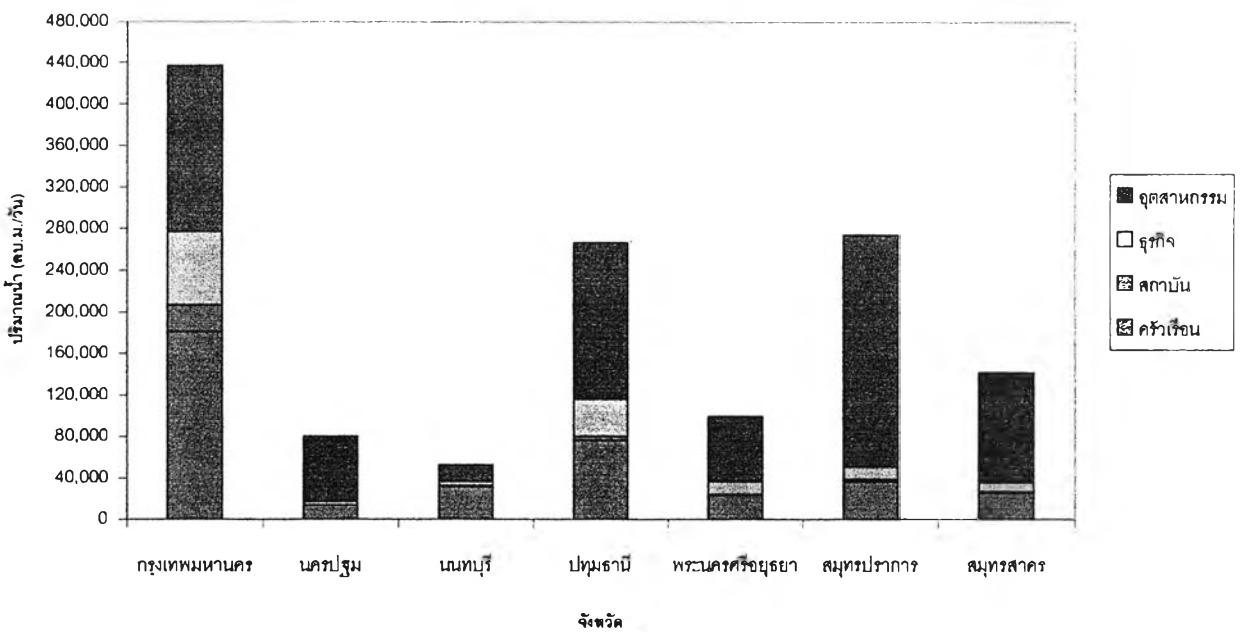
ในการประเมินอัตราการสูบน้ำนี้ ได้ประมาณอัตราการสูบน้ำจากฐานข้อมูลที่รวบรวมหน่วยงานทั้งภาคราชการและเอกชนจำนวน 18,684 บ่อ แบ่งออกเป็นภาคราชการ/รัฐวิสาหกิจ จำนวน 3,401 บ่อ และภาคเอกชน จำนวน 15,025 บ่อ

6.2.1 บ่อบาดาลเอกชน

จากการรวบรวมข้อมูลบ่อบาดาลภาคเอกชนจำนวน 15,025 บ่อ แบ่งตามประเภทของผู้ใช้น้ำรายจังหวัด สามารถแยกตามประเภทผู้ใช้ในภาคครัวเรือน 6,868 บ่อ ภาคสถาบัน 431 บ่อ ภาคธุรกิจ 1,822 บ่อ และภาคอุตสาหกรรม 5,904 บ่อ จากรูปที่ 6-8 พบว่า

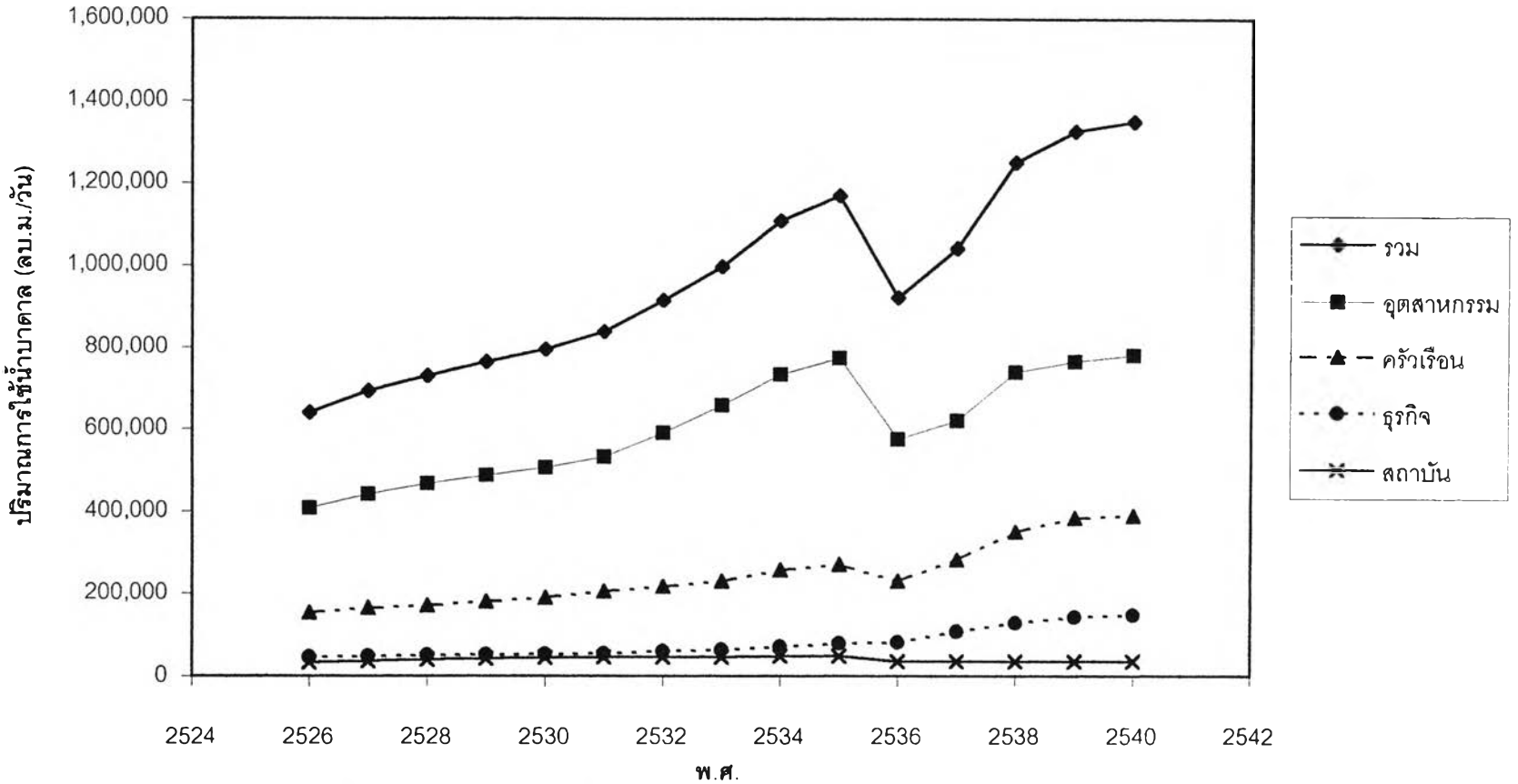


จำนวนบ่อบาดาล



ปริมาณการใช้น้ำบาดาล

รูปที่ 6-8 จำนวนบ่อบาดาลและปริมาณการใช้น้ำของภาคเอกชนแบ่งตามประเภทผู้ใช้น้ำรายจังหวัด ในปี 2540



รูปที่ 6-9 ปริมาณการใช้น้ำบาดาลของภาคเอกชน ในช่วงปี พ.ศ. 2526-2540

กรุงเทพมหานครมีการเจาะบ่อบาดาลในภาคครัวเรือนสูงสุด ส่วนจังหวัดสมุทรปราการมีการเจาะบ่อบาดาลในภาคอุตสาหกรรมสูงสุด โดยที่จังหวัดที่มีบ่อบาดาลของภาคเอกชนมากที่สุด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร (5,585 บ่อ) สมุทรปราการ (4,047 บ่อ) และสมุทรสาคร (1,768 บ่อ) คิดเป็น 38% 27% และ 12% ของจำนวนบ่อบาดาลภาคเอกชนทั้งหมด ตามลำดับ

จากการศึกษาข้อมูลอัตราการสูบน้ำของ JICA ในช่วงปี พ.ศ.2526-2535 และของโครงการศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาแหล่งน้ำฯ ในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540 รูปที่ 6-8 สรุปได้ดังนี้ การสูบน้ำบาดาลในช่วงหลังปี พ.ศ.2530 (7.5%) มีแนวโน้มการสูบน้ำบาดาลสูงกว่าในช่วงหลังปี พ.ศ. 2530 (5%) เนื่องมาจากสภาพเศรษฐกิจที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงนั้น ปริมาณการใช้น้ำบาดาลรวมเพิ่มขึ้น 177.8% (เพิ่มขึ้น 490,685 ลบ.ม./วัน) จาก 630,620 ลบ.ม./วัน ในปี พ.ศ.2526 ไปเป็น 1,121,305 ลบ.ม./วัน ในปี พ.ศ.2535 โดยที่ปริมาณการสูบน้ำที่เพิ่มขึ้นนี้มาจากการสูบน้ำของจังหวัดสมุทรปราการ (167,859 ลบ.ม./วัน) และปทุมธานี (133,196 ลบ.ม./วัน) ประมาณ 61.4% ของปริมาณน้ำทั้งหมด ปริมาณการใช้น้ำในอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น 182.6% (เพิ่มขึ้น 329,758 ลบ.ม.) จาก 398,997 ลบ.ม./วัน ในปี 2526 ไปเป็น 728,755 ลบ.ม./วัน ในปี 2535 ในขณะที่ ภาคครัวเรือนเพิ่มขึ้น 175.5% (เพิ่มขึ้น 115,089 ลบ.ม./วัน) ภาคสถาบันเพิ่มขึ้น 145.2% (เพิ่มขึ้น 14,936 ลบ.ม./วัน) และภาคธุรกิจเพิ่มขึ้น 167% (เพิ่มขึ้น 30,902 ลบ.ม./วัน)

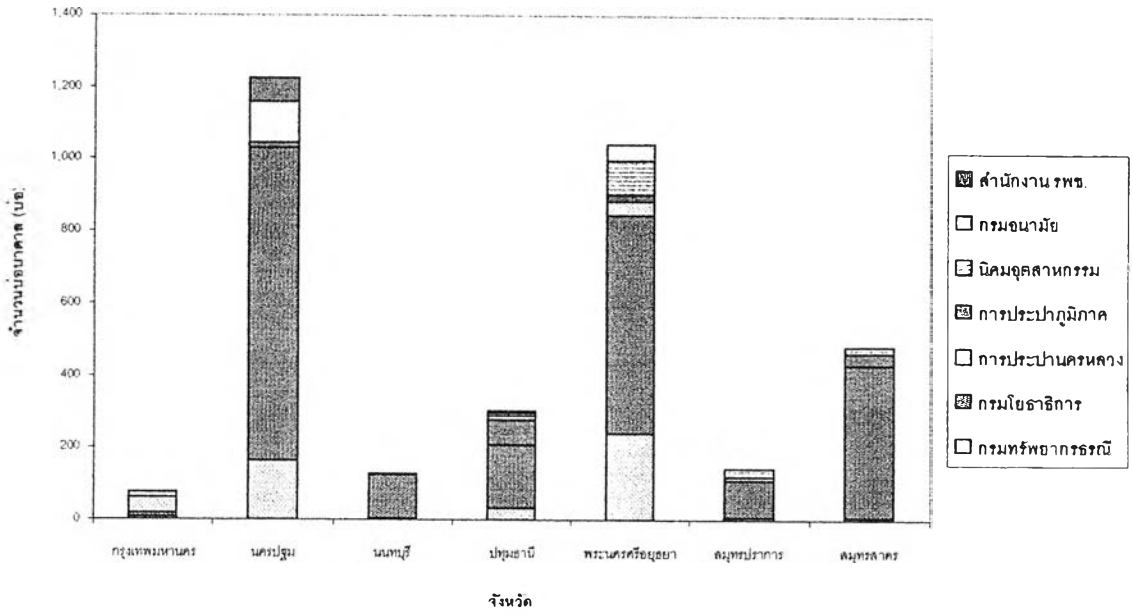
จากการประเมินอัตราการสูบน้ำของภาคเอกชนจากแบบสอบถามโครงการศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาแหล่งน้ำฯ โดยแบ่งตามประเภทผู้ใช้น้ำรายจังหวัด พบว่า กรุงเทพมหานครมีอัตราการสูบน้ำในประเภทครัวเรือนสูงสุด ในปี พ.ศ.2540 ประมาณ 180,966 ลบ.ม./วัน ทั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นบ้านจัดสรร ส่วนจังหวัดสมุทรปราการมีอัตราการสูบน้ำในประเภทอุตสาหกรรมสูงสุดในปี พ.ศ.2540 ประมาณ 274,008 ลบ.ม./วัน สำหรับอัตราการสูบน้ำเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540 มีการสูบน้ำจากชั้นน้ำนครหลวงมากที่สุด ประมาณ 553,186 ลบ.ม./วัน รองลงมาเป็นชั้นน้ำนนทบุรี และชั้นน้ำพระประแดงประมาณ 355,019 และ 167,726 ลบ.ม./วัน มีอัตราการสูบน้ำเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 10.2%

6.2.2 บ่อบาดาลราชการ

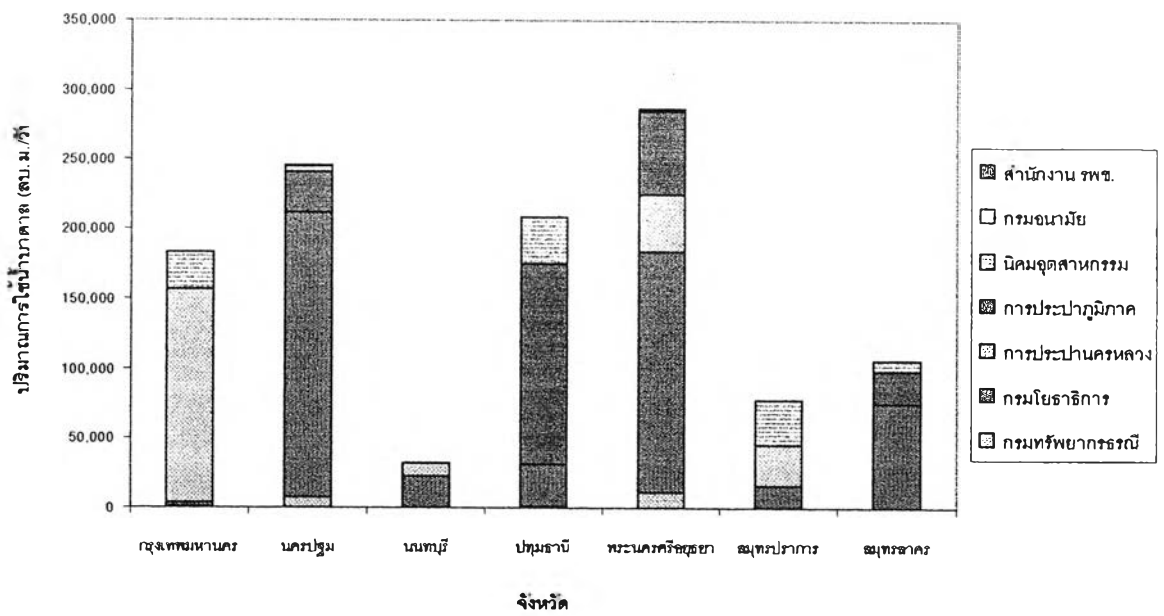
จากการรวบรวมข้อมูลบ่อบาดาลหน่วยงานราชการ/รัฐวิสาหกิจ และประเมินอัตราการสูบน้ำจากแบบสอบถาม จำนวน 3401 บ่อ แบ่งตามหน่วยงานต่างๆ ได้ ดังนี้ กรมทรัพยากรธรณี 462 บ่อ กรมโยธาธิการ 2,307 บ่อ การประปานครหลวง 59 บ่อ การประปาภูมิภาค 158 บ่อ นิคมอุตสาหกรรม 80 บ่อกรมอนามัย 166 บ่อ สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท 169 บ่อ จากรูปที่ 6-10 โดยที่จังหวัดที่มีบ่อบาดาลของหน่วยงานราชการมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดนครปฐม (1,223 บ่อ) พระนครศรีอยุธยา (1,042) และสมุทรสาคร (484 บ่อ) ตามลำดับ คิดเป็น36% 31% และ 14% ของจำนวนบ่อบาดาลราชการทั้งหมด โดยที่บ่อบาดาลส่วนใหญ่จะเป็นบ่อบาดาลกรมโยธาธิการ

จากการศึกษาข้อมูลอัตราการสูบน้ำของ JICA ในช่วงปี พ.ศ.2526-2535 สรุปได้ดังนี้ จากรูปที่ 6-11 พบว่าการประปานครหลวงมีแนวโน้มการสูบน้ำลดลง เนื่องจากพระราชบัญญัติน้ำบาดาลในปี 2526 กำหนดให้การประปานครหลวงเลิกใช้น้ำบาดาลในเขตวิกฤตที่ 1 และ 2 ในปลายปี 2530 ซึ่งการประปานครหลวงได้สูบน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องจากปี 2526 ถึงปี 2533 โดยใช้น้ำผิวดินทดแทน อย่างไรก็ตามในช่วงปี 2534 ถึง 2535 พบว่าการประปานครหลวงมีการใช้น้ำบาดาลเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง เนื่องมาจากน้ำผิวดินไม่เพียงพอต่อความต้องการ และพบว่ากรมโยธาธิการมีการสูบมากสุดในจังหวัดสมุทรสาคร และสมุทรปราการ เพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค และพบว่าหลังจากปี 2528 กรมโยธาธิการมีการสูบน้ำมากกว่าการประปานครหลวง และการประปาภูมิภาคมีการสูบน้ำมากสุดในจังหวัดสมุทรสาคร และปทุมธานี

จากการประเมินอัตราการสูบน้ำของภาคราชการ/รัฐวิสาหกิจ ในช่วงปี 2536-2540 แบ่งตามหน่วยงานต่างๆ พบว่า หน่วยงานราชการ/รัฐวิสาหกิจที่มีอัตราการสูบน้ำบาดาลสูงสุด ในปี 2540 คือ กรมโยธาธิการ ประมาณ 522,725 ลบ.ม./วัน รองลงมาเป็น การประปาภูมิภาค และการประปานครหลวง ประมาณ 238,729 และ 191,624 ลบ.ม./วัน ตามลำดับ จากอัตราการสูบน้ำเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540 พบว่า มีการสูบในชั้นน้ำนครหลวงมากที่สุด ประมาณ 412,785 ลบ.ม./วัน รองลงมาเป็นชั้นน้ำนนทบุรี และชั้นน้ำพระประแดงประมาณ 257,485 และ 226,946 ลบ.ม./วัน มีอัตราการสูบน้ำเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 10.3% และมีการกระจายตัวของอัตราการสูบน้ำ (ดังรูปที่ 6-13) ซึ่งมีแนวโน้มการกระจายตัวของอัตราการสูบน้ำทางด้านนิคมอุตสาหกรรม

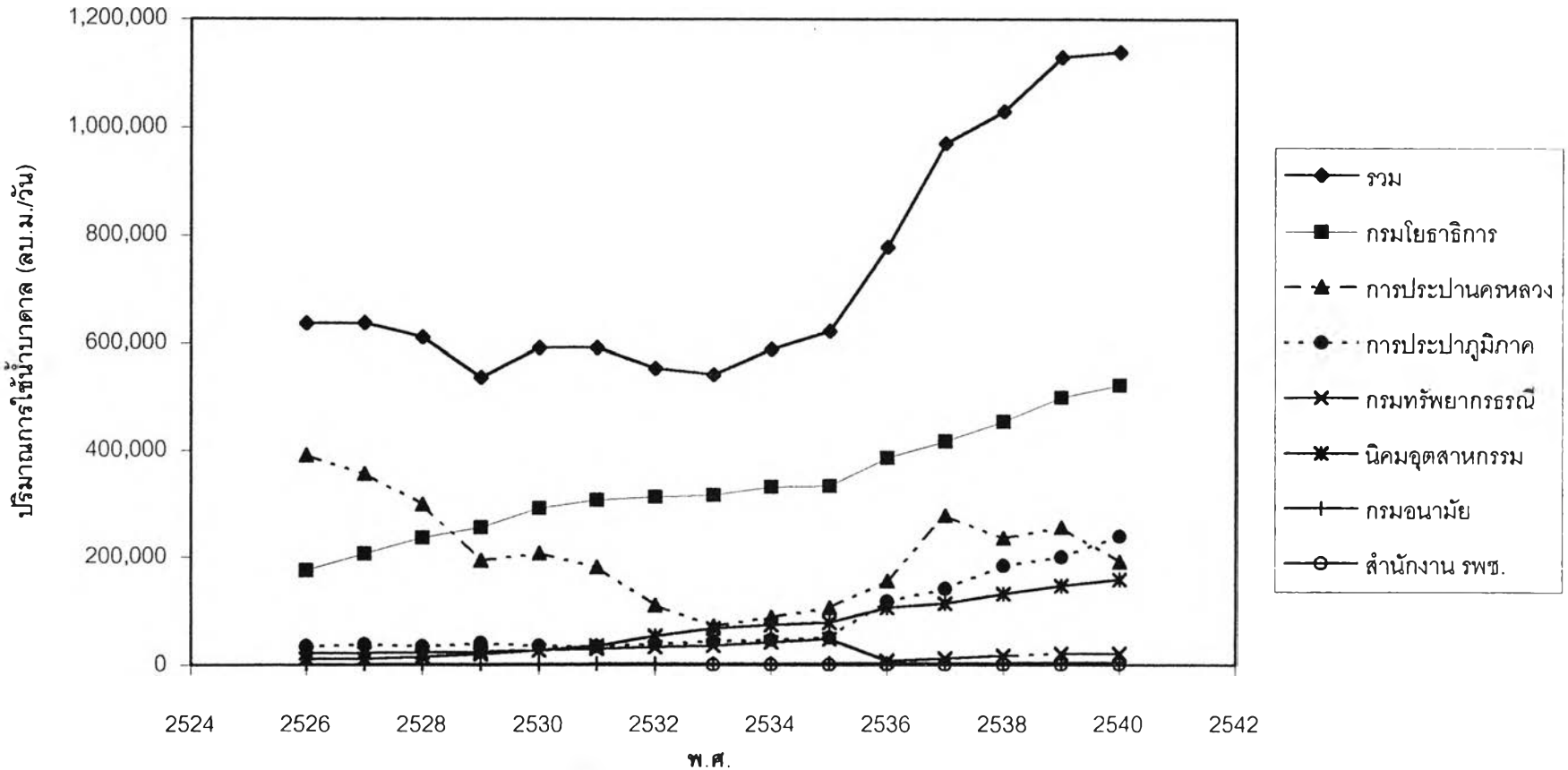


จำนวนบ่อบาดาล

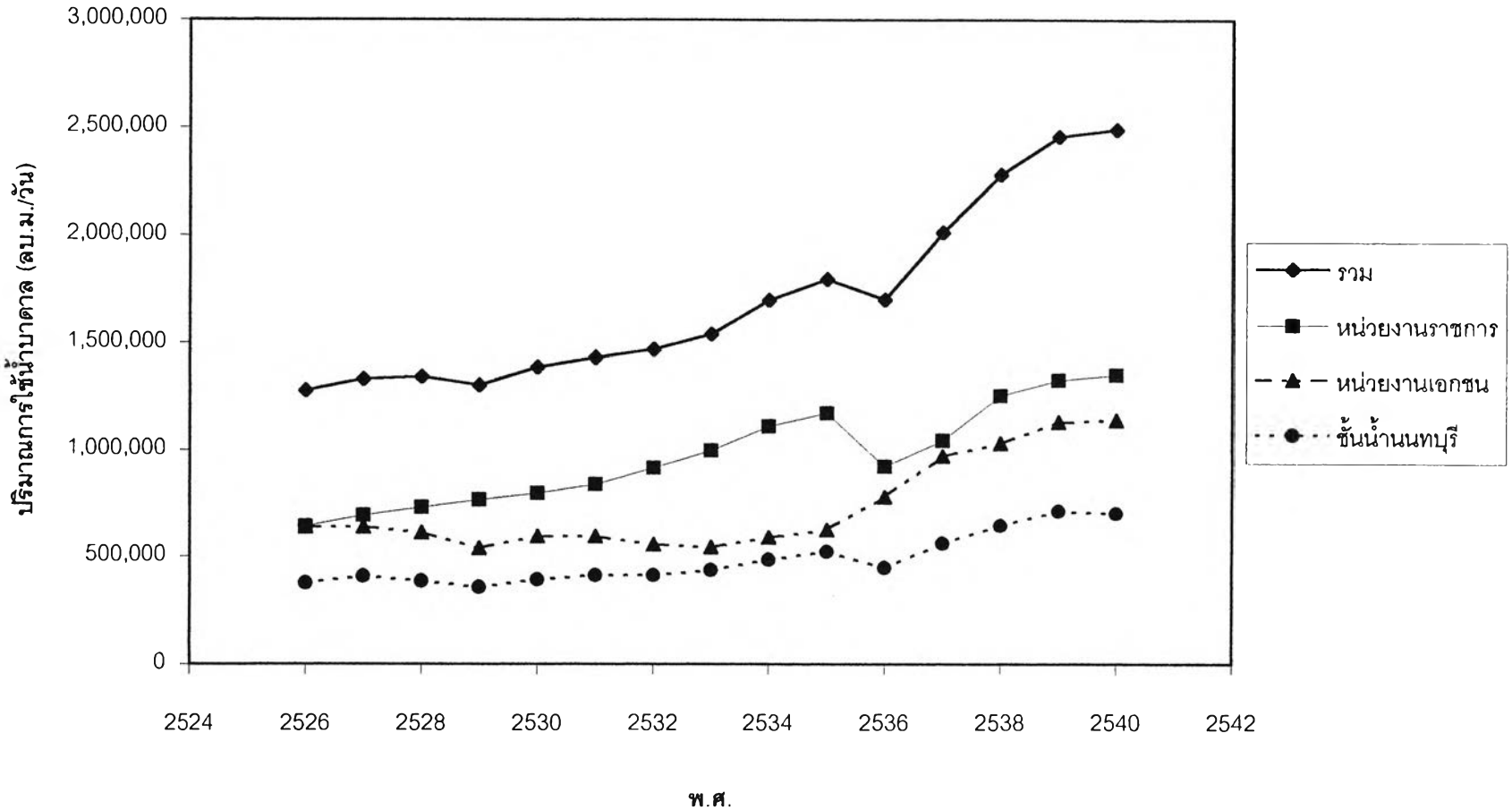


ปริมาณการใช้น้ำบาดาล

รูปที่ 6-10 จำนวนบ่อบาดาลและปริมาณการใช้น้ำของภาคราชการแบ่งตามหน่วยงาน รายจังหวัด ในปี พ.ศ. 2540



รูปที่ 6-11 ปริมาณการใช้น้ำบาดาลของภาคราชการ ในช่วงปี พ.ศ. 2526-2540



รูปที่ 6-12 ปริมาณการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา ในช่วงปี พ.ศ. 2526-2540

ต่างทางด้านทิศตะวันออกและทิศเหนือ ได้แก่บริเวณนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง บางปู บางพลี บางชัน ไฮเทค และบางกระดี ตามลำดับ

จากการประเมินการสูบน้ำบาดาลทั้งภาคเอกชนและภาคราชการ/รัฐวิสาหกิจ เนื่องจากปริมาณการสูบน้ำบาดาลประมาณ 50% เป็นการสูบน้ำเพื่ออุตสาหกรรมและการอุปโภคบริโภค (จากรูปที่ 6-12) เห็นได้ว่าจากปี พ.ศ. 2526-2540 มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอัตราการสูบน้ำบาดาลเฉลี่ยเพิ่มขึ้นปีละ 5% สำหรับในช่วงปี พ.ศ.2536-2539 มีแนวโน้มที่มีการใช้น้ำบาดาลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีแนวโน้มการสูบน้ำเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามสภาวะทางเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งนี้การใช้น้ำส่วนใหญ่ซึ่งอยู่ในภาคอุตสาหกรรม 44% สำหรับการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภค 29% หน่วยงานราชการอื่นๆ 17% และการประปานครหลวง/ภูมิภาค 10% ตามลำดับ

ตารางที่ 6-1 จำนวนบ่อบาดาลและปริมาณการใช้น้ำบาดาลที่มีการลงทะเบียนในพื้นที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2526-2540

หน่วย : ลบ.ม./วัน

พ.ศ.	ภาคราชการ/รัฐวิสาหกิจ				ภาคเอกชน				ชั้นน้ำนนทบุรี				รวม			
	จำนวน	%เพิ่ม/ลด	ปริมาณน้ำ	%เพิ่ม/ลด	จำนวน	%เพิ่ม/ลด	ปริมาณน้ำ	%เพิ่ม/ลด	จำนวน	%เพิ่ม/ลด	ปริมาณน้ำ	%เพิ่ม/ลด	จำนวน	%เพิ่ม/ลด	ปริมาณน้ำ	%เพิ่ม/ลด
2526	861		711,238		7,879		1,098,539		752		539,091		8,740		1,809,777	
2527	974	13.1	722,361	1.6	8,209	4.2	1,175,711	7.0	808	7.4	538,690	-0.1	9,183	5.1	1,898,072	4.9
2528	1,083	11.2	703,826	-2.6	8,469	3.2	1,228,934	4.5	860	6.3	527,344	-2.1	9,552	4.0	1,932,760	1.8
2529	1,185	9.4	635,331	-9.7	8,792	3.8	1,293,839	5.3	938	9.2	482,727	-8.5	9,977	4.4	1,929,169	-0.2
2530	1,353	14.2	696,617	9.6	9,068	3.1	1,364,400	5.5	1,033	10.1	515,696	6.8	10,421	4.5	2,061,017	6.8
2531	1,475	9.0	701,816	0.7	9,418	3.9	1,478,052	8.3	1,137	10.0	539,787	4.7	10,893	4.5	2,179,868	5.8
2532	1,639	11.1	673,210	-4.1	9,957	5.7	1,645,974	11.4	1,327	16.7	580,740	7.6	11,596	6.5	2,319,184	6.4
2533	1,846	12.6	673,508	0.0	10,583	6.3	1,815,638	10.3	1,539	16.0	615,720	6.0	12,429	7.2	2,489,146	7.3
2534	2,102	13.9	730,830	8.5	11,365	7.4	1,972,948	8.7	1,805	17.3	676,955	9.9	13,467	8.4	2,703,778	8.6
2535	2,426	15.4	781,386	6.9	12,265	7.9	2,185,494	10.8	2,073	14.8	748,018	10.5	14,691	9.1	2,966,880	9.7
2536	2,779	14.6	967,307	23.8	12,917	5.3	2,272,887	4.0	2,382	14.9	827,492	10.6	15,696	6.8	3,240,193	9.2
2537	3,105	11.7	1,168,485	20.8	13,969	8.1	2,519,213	10.8	2,784	16.9	1,002,519	21.2	17,074	8.8	3,687,697	13.8
2538	3,494	12.5	1,241,105	6.2	15,338	9.8	2,922,924	16.0	3,382	21.5	1,172,011	16.9	18,832	10.3	4,164,028	12.9
2539	3,877	11.0	1,357,296	9.4	16,142	5.2	3,156,959	8.0	3,724	10.1	1,265,247	8.0	20,019	6.3	4,514,254	8.4
2540	4,131	6.6	1,374,571	1.3	16,694	3.4	3,298,774	4.5	3,894	4.6	1,250,083	-1.2	20,825	4.0	4,673,345	3.5

หมายเหตุ + : เพิ่มขึ้น , - : ลดลง

ตารางที่ 6-2 ปริมาณการใช้น้ำบาดาล ที่ใช้ในแบบจำลองครอบคลุมพื้นที่ 7 จังหวัด ในปี พ.ศ.2526-2540

หน่วย : ลบ.ม./วัน

พ.ศ.	ภาคเอกชน		ภาคราชการ		ชั้นน้ำนนทบุรี		รวม	
	ปริมาณน้ำบาดาล	%ลด/เพิ่ม	ปริมาณน้ำบาดาล	%ลด/เพิ่ม	ปริมาณน้ำบาดาล	%ลด/เพิ่ม	ปริมาณน้ำบาดาล	%ลด/เพิ่ม
2526	636,358		650,724		374,990		1,287,082	
2527	637,761	0.2	696,331	7.0	406,588	8.4	1,334,092	3.7
2528	611,136	-4.2	739,763	6.2	385,045	-5.3	1,350,899	1.3
2529	537,091	-12.1	770,654	4.2	356,383	-7.4	1,307,745	-3.2
2530	591,817	10.2	804,414	4.4	391,672	9.9	1,396,231	6.8
2531	591,916	0.0	837,359	4.1	410,831	4.9	1,429,275	2.4
2532	553,890	-6.4	884,899	5.7	411,418	0.1	1,438,789	0.7
2533	542,031	-2.1	973,358	10.0	436,349	6.1	1,515,389	5.3
2534	588,801	8.6	1,053,831	8.3	484,864	11.1	1,642,632	8.4
2535	622,907	5.8	1,145,886	8.7	521,602	7.6	1,768,793	7.7
2536	778,771	25.0	922,065	-19.5	446,644	-14.4	1,700,836	-3.8
2537	970,283	24.6	1,042,728	13.1	558,800	25.1	2,013,011	18.4
2538	1,029,591	6.1	1,252,635	20.1	643,266	15.1	2,282,226	13.4
2539	1,130,132	9.8	1,327,440	6.0	712,446	10.8	2,457,572	7.7
2540	1,139,421	0.8	1,351,408	1.8	701,365	-1.6	2,490,829	1.4

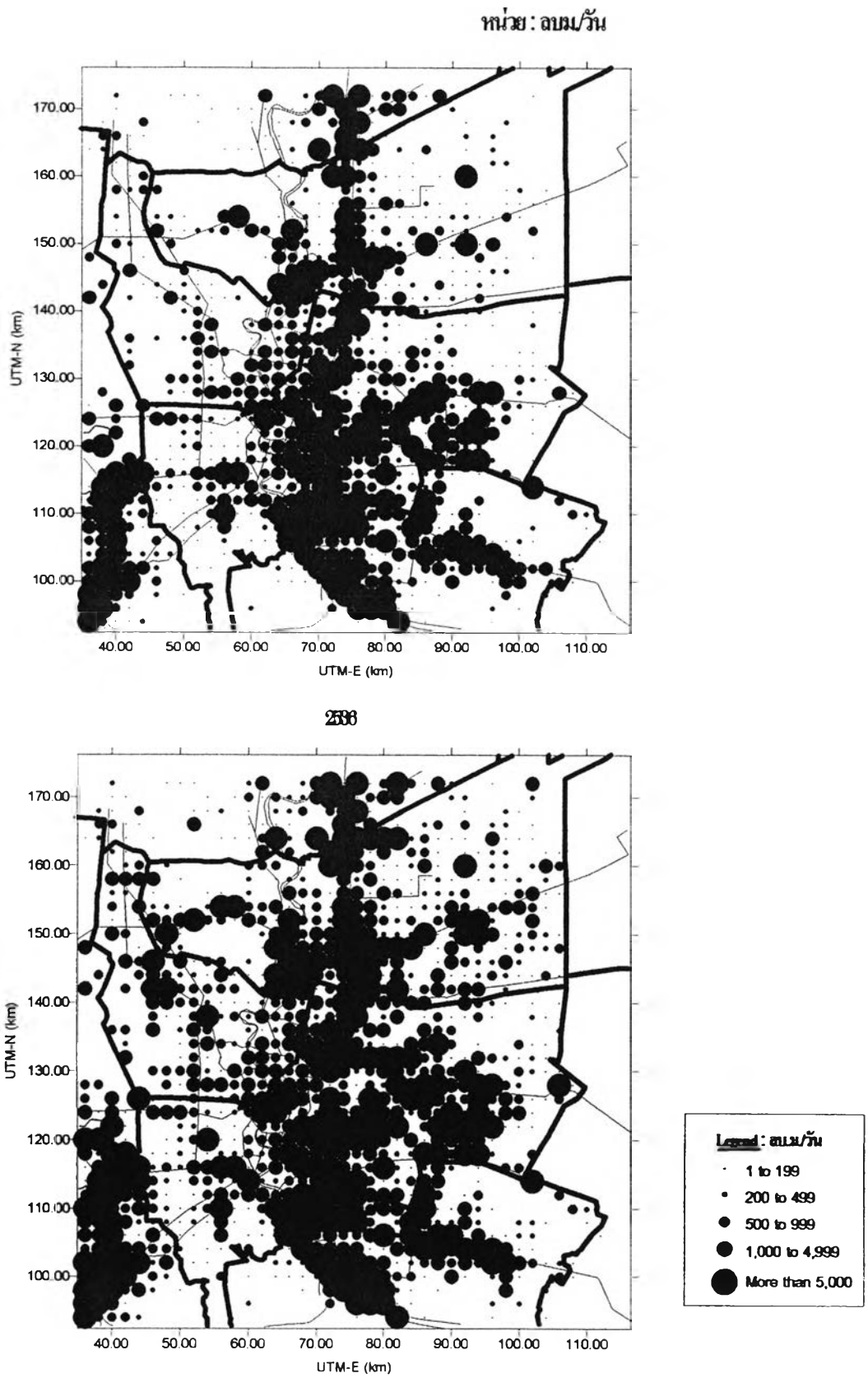
หมายเหตุ 1) + : เพิ่มขึ้น , - : ลดลง

2) - ตัวเลขที่แสดงเป็นตัวเลขอัตราการสูบน้ำที่ปรับแก้จากการคำนวณของแบบจำลองแล้ว

ตารางที่ 6-3 ปริมาณการสูบน้ำบาดาลที่ใช้ในแบบจำลองในชั้นน้ำต่าง ๆ ในช่วงปี 2526-2540

หน่วย : ลบ.ม./วัน

พ.ศ.	ปริมาณการสูบน้ำ								
	กรุงเทพ	พระประแดง	นครหลวง	นนทบุรี	สามโคก	พญาไท	ธนบุรี	ปากน้ำ	รวม
2526	24,233	240,419	629,716	374,990	15,024	176	1,169	1,355	1,287,082
2527	25,475	260,543	618,686	406,588	17,439	482	1,203	3,676	1,334,092
2528	27,005	270,778	638,399	385,045	21,434	682	1,752	5,804	1,350,899
2529	27,811	273,710	617,003	356,383	24,173	882	1,752	6,031	1,307,745
2530	28,473	289,031	649,688	391,672	27,308	1,508	1,852	6,699	1,396,231
2531	28,793	291,940	656,051	410,831	30,422	1,614	1,852	7,772	1,429,275
2532	29,802	298,232	648,939	411,418	36,608	2,023	1,881	9,886	1,438,789
2533	30,296	311,446	673,279	436,349	44,918	3,639	3,213	12,249	1,515,389
2534	32,005	323,001	726,720	484,864	53,514	4,691	4,672	13,165	1,642,632
2535	33,820	332,292	793,587	521,602	59,212	6,908	6,881	14,491	1,768,793
2536	33,973	351,719	745,651	446,644	79,195	20,594	6,224	16,836	1,700,836
2537	35,979	391,237	886,526	558,800	88,794	22,543	10,180	18,952	2,013,011
2538	36,864	396,499	1,001,722	643,266	126,575	41,795	13,188	22,316	2,282,226
2539	36,989	415,159	1,094,291	712,446	136,674	51,814	15,667	22,380	2,457,572
2540	38,040	418,748	1,101,663	701,365	147,350	81,045	16,423	23,850	2,490,829



รูปที่ 6-13 การกระจายอัตราการสูบน้ำในพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2536 และ 2540

6.3 การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration)

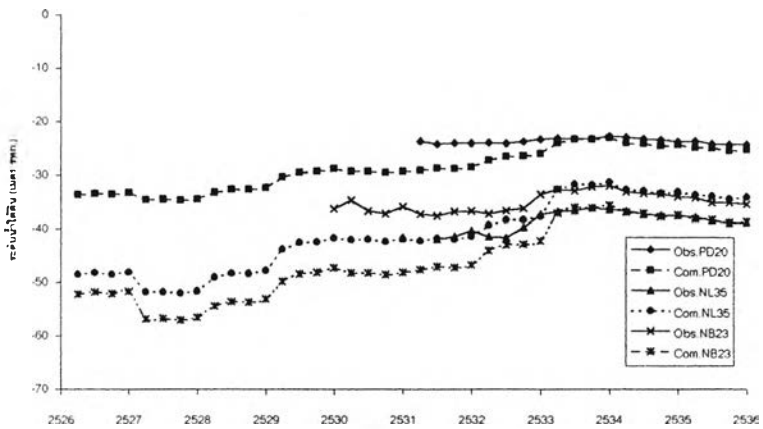
ในการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการจำลองสภาพในครั้งนี้ ได้ปรับเทียบการจำลองสภาพการไหลกับข้อมูลระดับน้ำบาดาล และปรับเทียบการจำลองสภาพการรุกล้ำของน้ำเค็มกับความเข้มข้นคลอไรด์ ในช่วงปี 2526-2535 เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการจำลองสภาพการไหล ดังนี้

6.3.1 การปรับเทียบพารามิเตอร์การจำลองสภาพการไหล

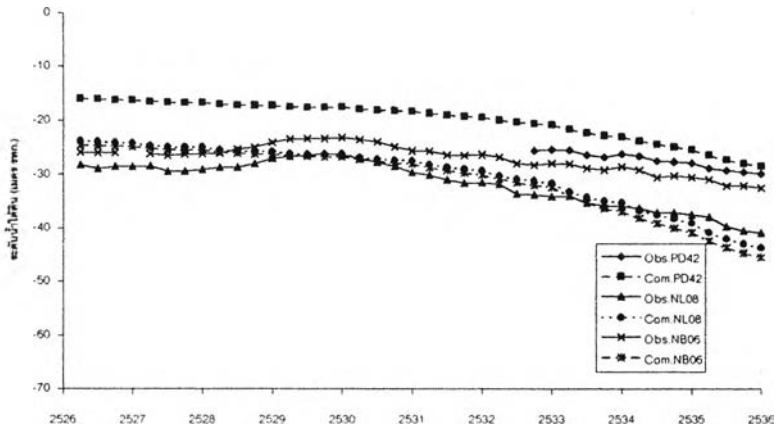
ในการศึกษาครั้งนี้ทำการปรับเทียบเฉพาะค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บ และความสัมประสิทธิ์การรั่วซึมในแนวดิ่ง โดยแบ่งเป็นไตรมาสต่างๆ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2526 ถึงธันวาคม 2535 โดยปรับเทียบในสภาวะไม่คงที่ เนื่องจากสภาพชั้นน้ำที่ศึกษานี้เป็นชั้นน้ำที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน จึงใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่าน จากข้อมูลการสูบทดสอบและข้อมูลจากระเบียนบ่อบาดาล ดังที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 5.2 จากผลการปรับเทียบข้อมูลระหว่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณและข้อมูลจากบ่อสังเกตการณ์ โดยเลือกพารามิเตอร์ที่ทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เท่ากับ -1.56 เมตร ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสมบูรณ์ เท่ากับ 4.60 เมตร และรากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เท่ากับ 6.42 เมตร

จากการจำลองสภาพระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณและการสังเกตการณ์ พบว่า มีแนวโน้มลดลงในทิศทางเดียวกัน (ดังรูปที่ 6-14) ตัวอย่างเช่น สถานี STA62 ที่ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ชั้นน้ำพระประแดง (PD19) มีความแตกต่างของระดับน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 6.32 เมตร ชั้นน้ำนครหลวง (NL33) มีความแตกต่างของระดับน้ำเฉลี่ยเท่ากับ -2.74 เมตร และชั้นน้ำนนทบุรี (NB26) มีความแตกต่างของระดับน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 1.82 เมตร แม้ว่าชั้นน้ำพระประแดงของสถานีสังเกตการณ์นี้มีความแตกต่างของระดับน้ำมากกว่าชั้นน้ำอื่นๆ แต่เมื่อพิจารณาภาพรวมของระดับน้ำทั้งพื้นที่ พบว่า ระดับน้ำในคำนวณได้นี้สามารถใช้เป็นตัวแทนในการจำลองสภาพการไหลของน้ำบาดาลได้ดี ซึ่งมีระดับน้ำที่ใกล้เคียงกับระดับน้ำจากการสังเกตการณ์ สังเกตได้จากตำแหน่งที่มีระดับน้ำบาดาลต่ำสุดอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน

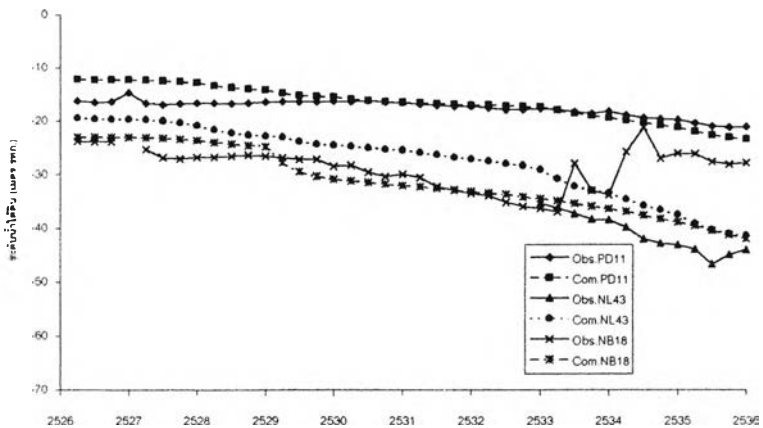
จากการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของการจำลองการไหลของน้ำบาดาล เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน ค่าสัมประสิทธิ์การรั่วซึมในแนวดิ่ง และค่าสัมประสิทธิ์การ



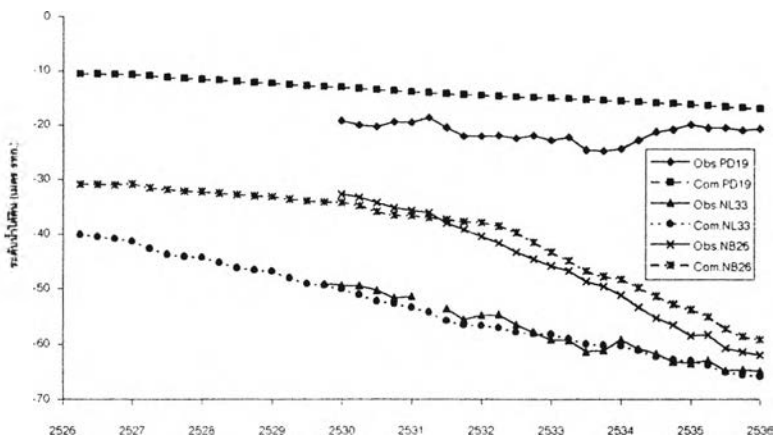
สถานี STA56 แขวงตลาดพร้าว เขตตลาดพร้าว กรุงเทพฯ



สถานี STA19 ตำบลคลองสอง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี



สถานี STA27 ตำบลบางเสาธง กิ่ง อ. บางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ



สถานี STA62 ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

รูปที่ 6-14 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่คำนวณได้กับบ่อสังเกตการณ์ที่สถานีต่าง ๆ

กักเก็บ ของชั้นน้ำต่างๆ กับการศึกษาของภาควิชาธรณีวิทยา สถาบัน AIT (1991) (ตารางที่ 6-4) เมื่อพิจารณาผลการจำลองสภาพการไหลของน้ำบาดาล เห็นได้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของระดับน้ำในการศึกษาในครั้งนี้จะให้ค่าที่ใกล้เคียงกับระดับน้ำของบ่อสังเกตการณ์มากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากการแบ่งขนาดของกริดในแบบจำลองที่มีความละเอียดมากกว่า และการกำหนดขอบเขตเงื่อนไขของแบบจำลองสอดคล้องกับพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 6-4 ค่าพารามิเตอร์เฉลี่ยที่ได้จากการปรับเทียบข้อมูลระดับน้ำ

ชั้นน้ำ	ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน $X 10^{2}$ (เมตรต่อวัน)			ค่าสัมประสิทธิ์การรั่วซึม $X 10^{-5}$ (เมตรต่อวัน)			ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บ $X 10^{-3}$ (-)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Unconfined	-	-	-	0.010-31.00	0.4-20	-	-	-	-
ชั้นดินเหนียวกรุงเทพ	0.00-0.00018	-	-	0.004-61.00	-	-	0.02-0.2	-	-
กรุงเทพ	0.001-6.300	5.0-21	5.0-30	0.003-62.00	1.0-300	0.35-4.20	0.2-1.0	0.3-5.3	1.0-2.0
พระประแดง	0.17-24.40	0.6-30	0.0-37	0.0003-340.00	1.0-100	0.80-7.20	0.3-1.0	1.0-5.0	0.5-1.0
นครหลวง	0.20-19.5	1.0-35	0.0-33	0.0002-745.00	1.0-100	0.80-1.60	0.3-1.0	1.0-5.0	0.5-1.0
นนทบุรี	0.16-71.00	0.5-32	0.0-37	0.0002-32.00	1.0-60	0.80-1.60	0.6-1.0	1.0-2.0	1.0-2.0
สามโคก	0.00-11.30	0.5-25	0.0-50	0.200-5.00	1.0-10	0.80-1.60	0.0-1.0	1.0-2.0	1.0-2.0
พญาไท	0.08-8.40	0.0-30	0.0-60	0.200-5.00	1.0-200	0.80-1.60	0.2-0.8	5.0-10.0	1.0-2.0
ธนบุรี	0.16-5.70	0.0-30	-	0.000-0.04	-	-	0.3-1.0	5.0-20.0	-
ปากน้ำ	41.00-148.60	-	-	-	-	-	0.7-2.4	-	-

หมายเหตุ (1) การศึกษาครั้งนี้ ; (2) AIT,1992 (3) AIT,1981; AIT และ DMR, 1982; AIT,1987

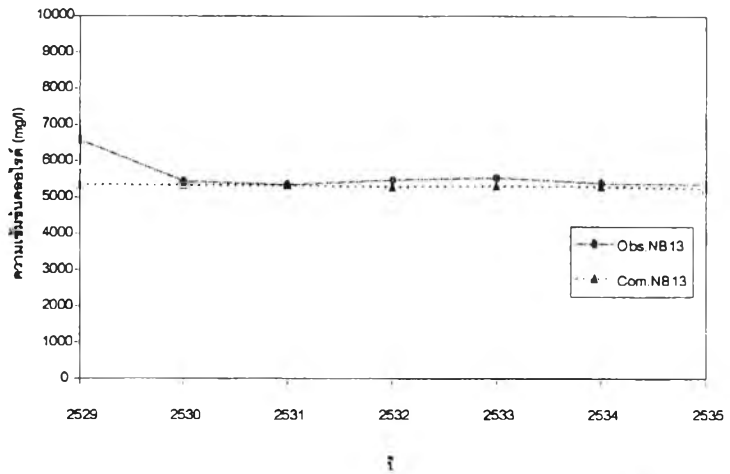
6.3.2 การปรับเทียบพารามิเตอร์การแพร่ของน้ำเค็ม

ในการศึกษาการจำลองสภาพการรุกล้ำของน้ำเค็ม ใช้ข้อมูลระดับน้ำบาดาลที่ปรับเทียบแล้วของแบบจำลอง MODFLOW มาจำลองสภาพระดับน้ำของแบบจำลอง MT3D และได้ทำการปรับเทียบข้อมูลความเค็ม โดยปรับค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ตามแนว Longitudinal จากค่าระยะทางของการแพร่น้ำเค็มเฉลี่ย (Mean Travel Distance) และปรับค่าความพรุนใช้การ

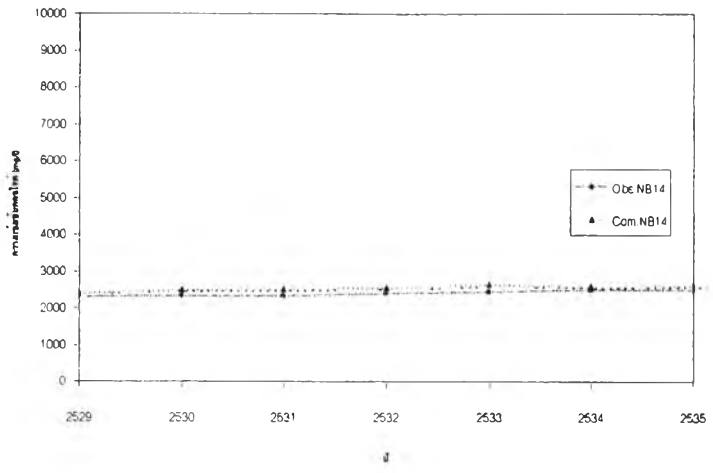
(Effective Porosity) จากเปอร์เซ็นต์ของค่าความพรุนรวม ซึ่งจำลองสภาพในช่วงปี 2529 – 2535 และใช้ข้อมูลปี พ.ศ.2526-2528 เป็นการทดสอบ จึงกำหนดให้ช่วงปีดังกล่าวเป็นการจำลองสภาพตั้งต้นของการแพร่ของน้ำเค็ม เพื่อปรับสมดุลของมวลเกลืออยู่ในสภาพที่เหมาะสมในการจำลองสภาพในปี 2529-2535 โดยพิจารณาถึงมวลที่เกลือไหลเข้าและไหลออกต้องมีปริมาณที่แตกต่างกันไม่สูงจนเกินไป

จากการปรับเทียบข้อมูลระหว่างข้อมูลความเค็มที่ได้จากการคำนวณ และจากการสังเกตการณ์ชั้นน้ำนนทบุรี โดยพิจารณาชั้นน้ำพระประแดง และชั้นน้ำนครหลวงประกอบ พบว่า ค่าระยะทางของการแพร่น้ำเค็มเฉลี่ยที่เหมาะสมในการจำลองสภาพในครั้งนี้ คือ 250 เมตร และค่าความพรุนใช้การที่เหมาะสมในการจำลองสภาพประมาณ 25% ของค่าความพรุนรวม จากตารางภาคผนวก ช แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของความเค็มชั้นน้ำต่างๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2529-2535 ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของชั้นน้ำนนทบุรี เท่ากับ –19.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสมบูรณ์ เท่ากับ 196.62 มิลลิกรัมต่อลิตร จากตารางที่ 6-5 แสดงค่าพารามิเตอร์เฉลี่ยที่ได้จากการปรับเทียบความเค็ม พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ตามแนว Longitudinal และค่าความพรุนใช้การ ที่เหมาะสำหรับชั้นน้ำนนทบุรี คือ 65 -1500 เมตร/วัน และ 0.110 ตามลำดับ

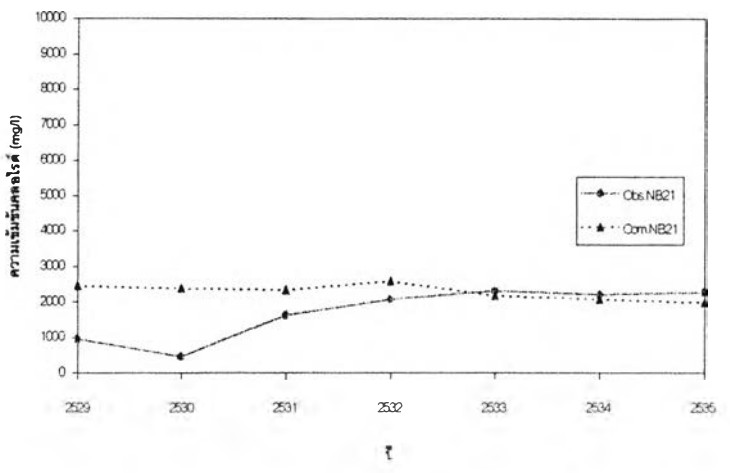
จากการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของการจำลองการรุกล้ำของน้ำเค็ม เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ในแนว Longitudinal กับการศึกษาของ Gangopadhyay (1993) พบว่ามีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ในแนว Longitudinal ของ Gangopadhyay ได้กำหนดให้ค่าค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ในแนว Longitudinal มีค่าเท่ากับค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน ซึ่งมีค่ามากกว่าแบบจำลองในการศึกษาในครั้งนี้มาก สำหรับค่าความพรุนใช้การจากการศึกษาของ Gangopadhyay ได้กำหนดให้ชั้นน้ำทุกชั้นมีค่าความพรุนที่เท่ากัน ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้กำหนดให้ค่าความพรุนใช้การมีการแปรผันตามความลึกของชั้นน้ำ ซึ่งให้ผลดีในแง่ของการกำหนดสภาพขอบเขตเงื่อนไขของคุณสมบัติของชั้นน้ำแบบไม่เป็นเนื้อเดียวกัน จากผลการจำลองสภาพการแพร่น้ำเค็มที่ได้ (รูปที่ 6-15) เห็นได้ว่า ความเค็มจากการการคำนวณและการสังเกตการณ์มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นในทิศทางเดียวกัน



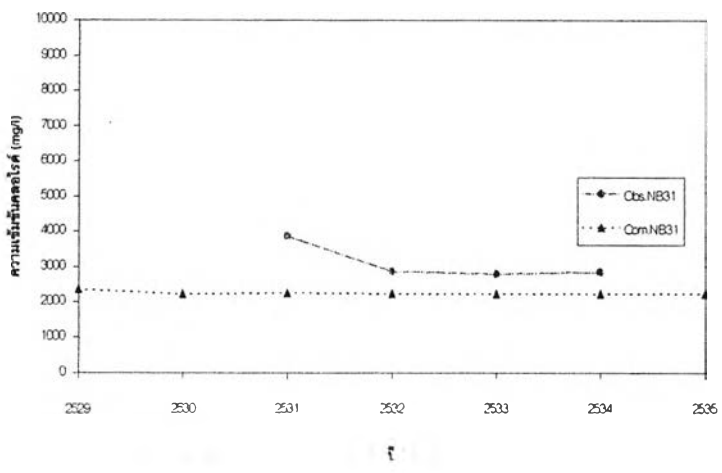
บ่อสังเกตการณ์ NB13 ต. โคกช้าง อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา



บ่อสังเกตการณ์ NB14 ต. บางปรอก อ.เมือง จ.ปทุมธานี



บ่อสังเกตการณ์ NB21 ต. คูคต อ.ลำลูกกา จ. ปทุมธานี



บ่อสังเกตการณ์ NB31 ต. สำโรงใต้ อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ

รูปที่ 6-15 เปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นคลอไรด์ที่คำนวณได้กับบ่อสังเกตการณ์ ชั้นน้ำนนทบุรี ในช่วงปี 2529-2535

ตารางที่ 6-5 ค่าพารามิเตอร์เฉลี่ยที่ได้จากการปรับเทียบข้อมูลความเค็ม

ชั้นน้ำ	ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ในแนว Longitudinal (เมตร)		ค่าความพรุนใช้การ	
	(1)	(2)	(1)	(2)
ชั้นดินเหนียวกรุงเทพ	2.40-7.00	30.00	0.030	0.03-0.3
กรุงเทพ	2.40-7.00	150.00-200.00	0.168	0.3-0.45
พระประแดง	140.00-320.00	200.00-400.00	0.138	0.3-0.45
นครหลวง	80.00-220.00	400.00-600.00	0.120	0.3-0.45
นนทบุรี	65.00-1500.00	-	0.110	0.3-0.45
สามโคก	40.00-880.00	-	0.105	0.3
พญาไท	50.00-60.00	-	0.100	0.3
ธนบุรี	30.00-60.00	-	0.098	0.3
ปากน้ำ	0.00	-	0.093	0.3

หมายเหตุ (1) การศึกษาในครั้งนี้ (2) การศึกษาที่ผ่านมา (Gangopadhyay, 1993)

6.4 ผลการตรวจสอบการจำลองสภาพ

ในการทดสอบแบบจำลองสภาพ เป็นการจำลองสภาพการไหลของน้ำบาดาลและการรุกล้ำของน้ำเค็ม รายไตรมาสในช่วงปี พ.ศ. 2536 – 2540 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของพารามิเตอร์ต่างๆ ของแบบจำลองที่สอบเทียบแล้ว ว่าสามารถจะจำลองสภาพในช่วงเวลาอื่นได้ดีหรือไม่

6.4.1 การไหลของน้ำบาดาล

ในการตรวจสอบแบบจำลองสภาพนี้ ได้ทำการจำลองสภาพการไหลของน้ำบาดาล รายไตรมาสในช่วงปี พ.ศ. 2536 - 2540 โดยปรับอัตราการสูบน้ำของพื้นที่ศึกษาจากค่าเปอร์เซ็นต์การสูบน้ำหรือสัมประสิทธิ์ตัวคูณลดให้สอดคล้องกับระดับน้ำบาดาลของบ่อสังเกตการณ์ และระดับน้ำบาดาลของบ่อบาดาลเอกชน และเทียบกับอัตราการสูบน้ำที่ใช้สัมประสิทธิ์ตัวคูณลดอัตราการสูบน้ำรายจังหวัด จากการสำรวจสอบถามการใช้น้ำของโครงการศึกษาศักยภาพ

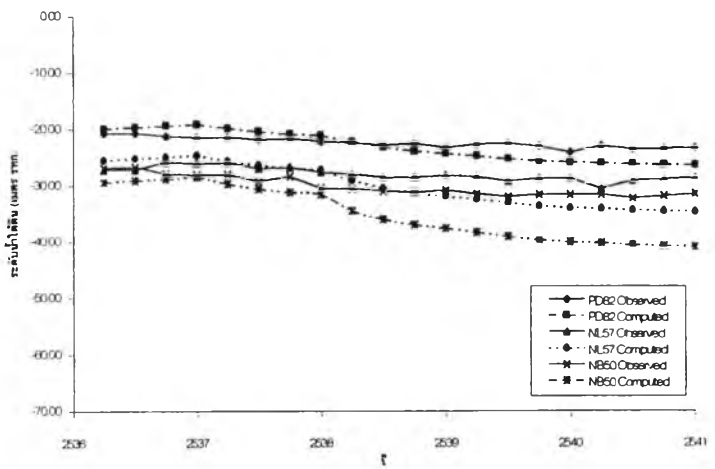
การพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล (2542) ใช้ระดับน้ำจากปลายปี พ.ศ. 2535 เป็นระดับน้ำตั้งต้นของแบบจำลอง

จากผลการจำลองสภาพการไหลของน้ำบาดาล (ตารางภาคผนวก ฉ) ในช่วงปี พ.ศ.2536-2540 เปอร์เซ็นต์อัตราการสูบน้ำที่สอดคล้องกับระดับน้ำบาดาลในช่วงปีดังกล่าว คือ 77% ซึ่งจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เท่ากับ –2.60 เมตร และมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสมบูรณ์เท่ากับ 5.78 เมตร เมื่อเทียบกับการใช้สัมประสิทธิ์ตัวคูณลดอัตราการสูบน้ำแต่ละจังหวัดเท่ากับ 74% ซึ่งให้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.45 เมตร และความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสมบูรณ์ เท่ากับ 5.35 ซึ่งให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ใกล้เคียง การใช้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวคูณลดอัตราการสูบน้ำเป็นรายจังหวัด จึงเหมาะสมต่อการจำลองสภาพการไหลของน้ำบาดาล เมื่อเปรียบเทียบระดับน้ำบาดาลที่ได้จากการคำนวณกับบ่อสังเกตการณ์ของชั้นน้ำต่างๆ (ดังรูปที่ 6-16) พบว่า การจำลองสภาพการไหลของน้ำบาดาลจากการศึกษานี้มีระดับน้ำที่ใกล้เคียงกับเส้นชั้นความสูงของระดับน้ำจากการสังเกตการณ์ ของแต่ละพื้นที่ได้ดี และมีความคลาดเคลื่อนในระดับที่ยอมรับได้

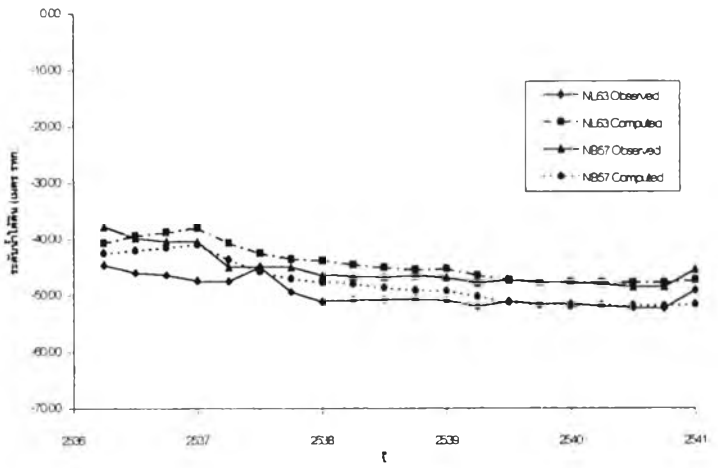
6.4.2 การรุกล้ำของน้ำเค็ม

ในการตรวจสอบแบบจำลองสภาพนี้ ได้จำลองสภาพการรุกล้ำของน้ำเค็ม รายไตรมาสในช่วงปี พ.ศ. 2536 - 2540 เพื่อตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ในแนว Longitudinal และค่าความพรุนใช้การที่เหมาะสม โดยนำระดับน้ำบาดาลที่ได้จากผลการปรับเทียบที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด และใช้ความเข้มข้นคลอไรด์ที่ได้จากการปรับเทียบในช่วงปี พ.ศ. 2535 เป็นความเข้มข้นตั้งต้นของชั้นน้ำ

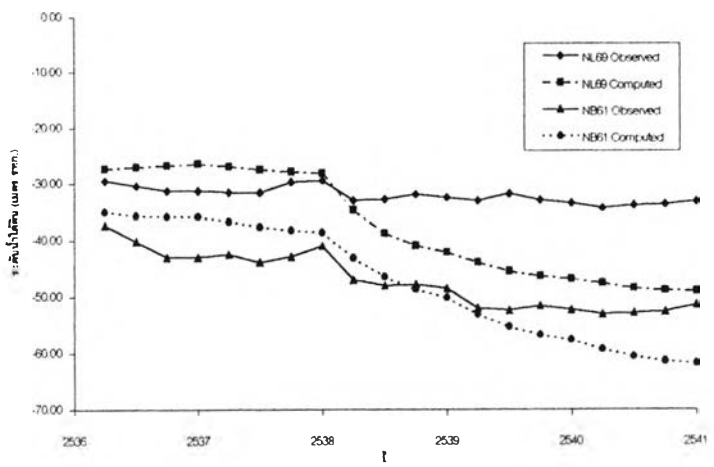
จากผลการจำลองเพื่อทดสอบค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบ ในช่วงปี พ.ศ. 2536 - 2540 พบว่า มีความคลาดเคลื่อนของความเค็มเฉลี่ย –77.56 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีความคลาดเคลื่อนของความเค็มเฉลี่ยสมบูรณ์ 215.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนของความเค็มน้อย และความเค็มที่ได้จากการคำนวณและจากการสังเกตการณ์มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกัน และมีสมดุลของมวลเกลืออยู่ในสภาพที่เหมาะสม สอดคล้องกับสภาพระดับน้ำที่ลดลงที่ตำแหน่งต่างๆ เช่น บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี และอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ



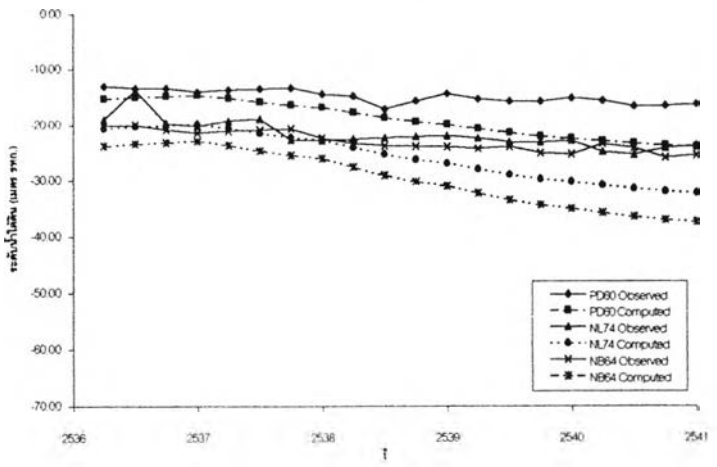
สถานี STA78 แขวงบางขุนศรี เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร



สถานี STA83 ตำบลบางพลีใหญ่ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ

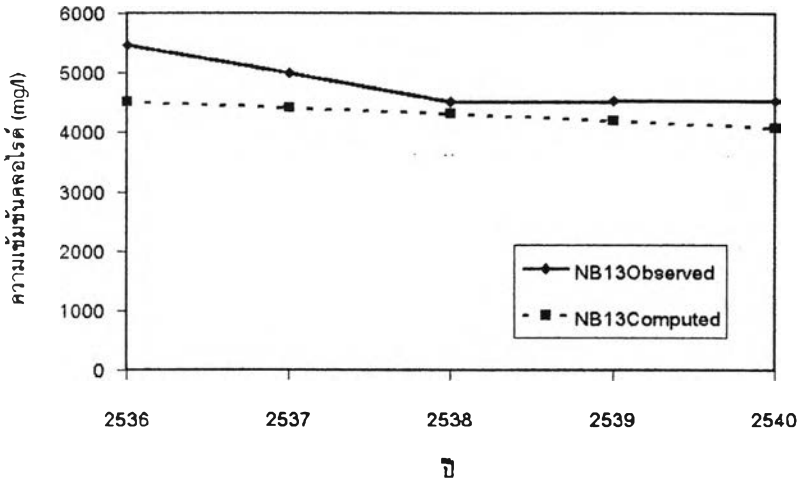


สถานี STA88 ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

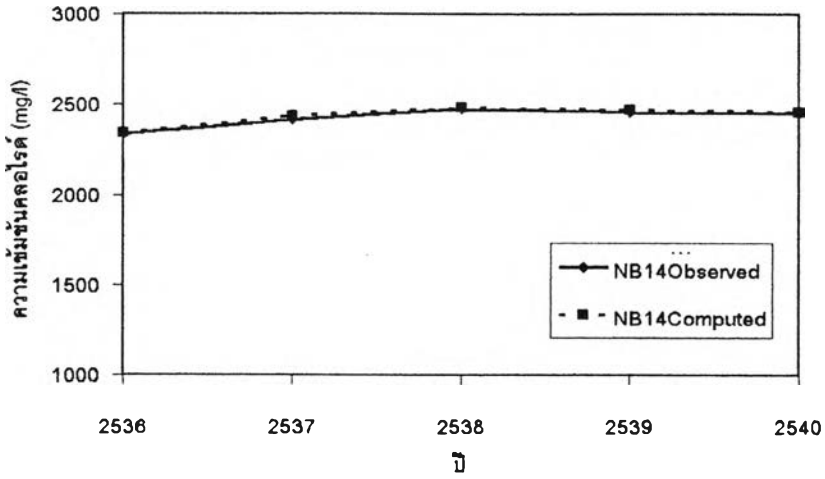


สถานี STA91 ตำบลบางเตย อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

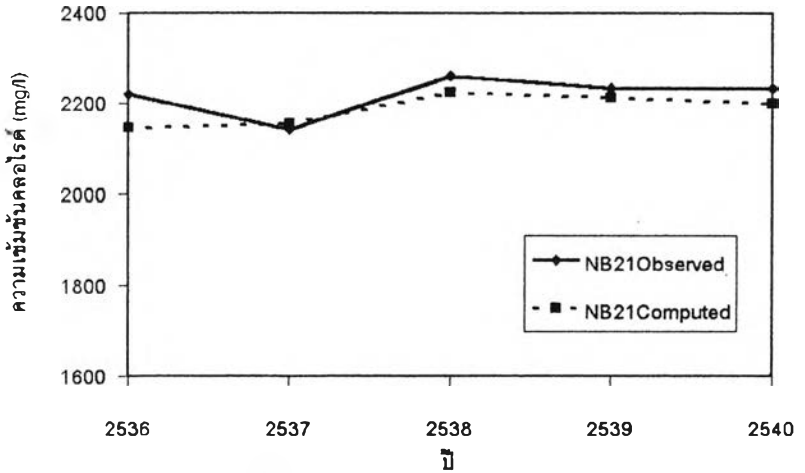
รูปที่ 6-16 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากการคำนวณกับบ่อสังเกตการณ์ที่สถานีต่าง ๆ ในช่วงปี พ.ศ.2536-2540



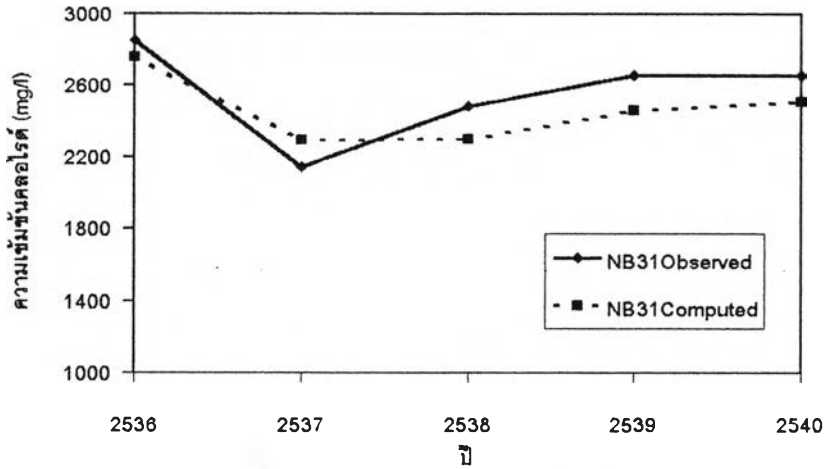
บ่อสังเกตการณ์ NB13 ต. โคกช้าง อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา



บ่อสังเกตการณ์ NB14 ต. บางปรอก อ.เมือง จ.ปทุมธานี



บ่อสังเกตการณ์ NB21 ต. คูคต อ.ลำลูกกา จ. ปทุมธานี



บ่อสังเกตการณ์ NB31 ต. สำโรงใต้ อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ

รูปที่ 6-17 เปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นคลอไรด์ที่คำนวณได้กับบ่อสังเกตการณ์ ชั้นน้ำบนทบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540

6.5 ผลการจำลองสภาพ

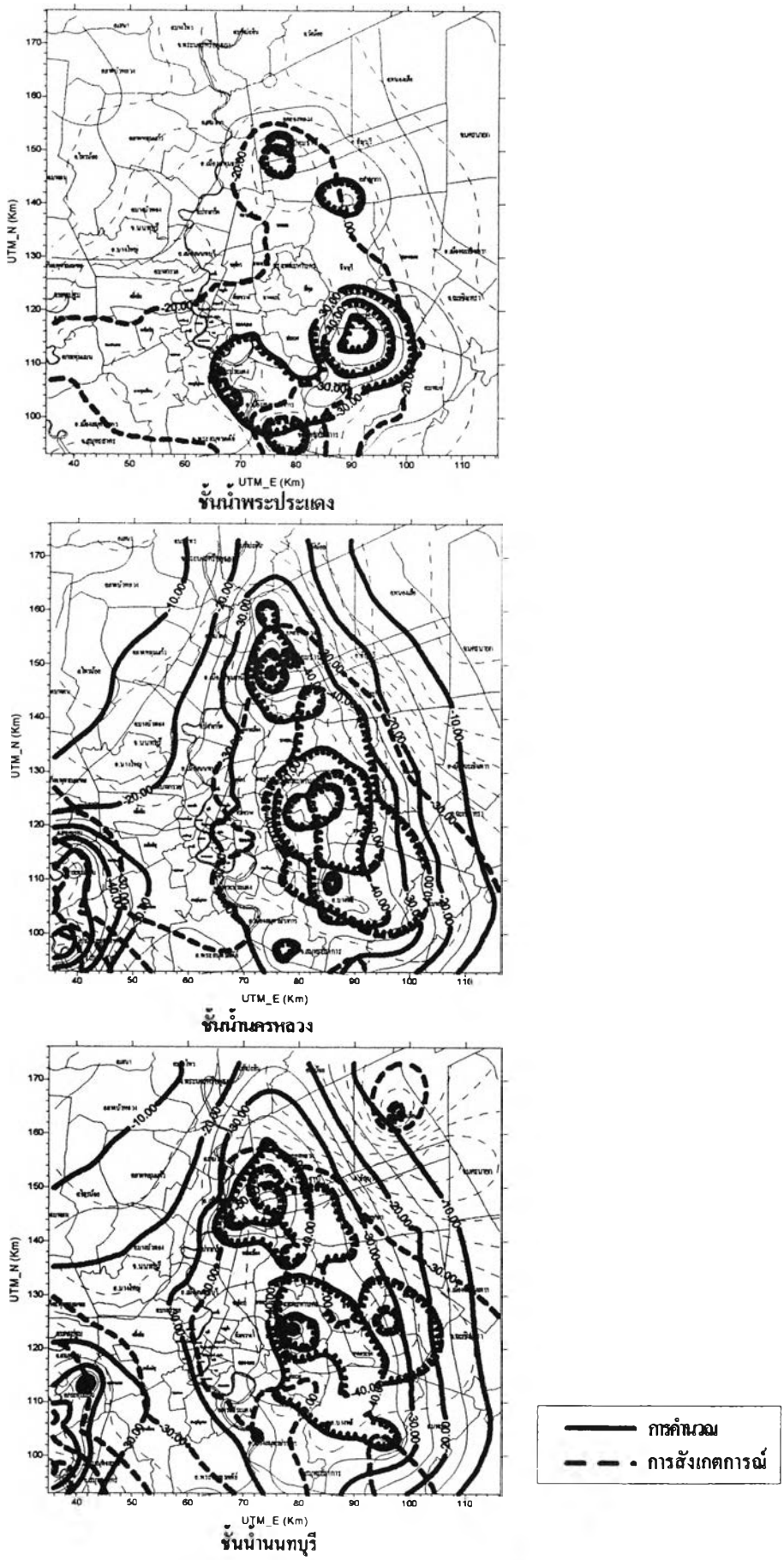
6.5.1 ระดับน้ำ

จากรูปที่ 6-18 เส้นชั้นความสูงระดับน้ำบาดาลที่คำนวณได้ของชั้นน้ำต่างๆกับบ่อสังเกตการณ์ปี 2535 ในช่วงการปรับเทียบ ปี พ.ศ. 2526 - 2535 การไหลของน้ำบาดาลชั้นน้ำพระประแดงมีทิศทางการไหลจากทิศเหนือไปยังบริเวณตอนกลางของจังหวัดปทุมธานี โดยมีระดับน้ำต่ำกว่า –30 เมตร รทก. และมีการไหลจากบริเวณตอนกลางของกรุงเทพมหานครไปสู่บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ มีระดับน้ำต่ำกว่า –35 เมตร รทก.ชั้นน้ำนครหลวงมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทิศเหนือไปยังศูนย์ของตอนกลางของจังหวัดปทุมธานี ซึ่งมีระดับน้ำต่ำกว่า –45 เมตรรทก.และมีการไหลจากทิศตะวันออกและทิศตะวันตกเข้าสู่บริเวณเขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร และอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมีระดับน้ำต่ำว่า –45 เมตร รทก. และมีระดับน้ำต่ำกว่า –45 เมตร รทก. อยู่ที่บริเวณอำเภอกระทุ่มแบน และอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

สำหรับการไหลของน้ำบาดาลชั้นน้ำนนทบุรีมีทิศทางการเคลื่อนที่จากทิศเหนือ ไปยังอำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี และมีการไหลจากทิศตะวันออกและทิศตะวันตกเข้าสู่บริเวณเขตบึงกุ่มและเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีระดับน้ำต่ำว่า –45 เมตร รทก. และมีระดับน้ำต่ำกว่า –45 เมตร รทก. อยู่ที่บริเวณอำเภอกระทุ่มแบน และอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร และเมื่อเปรียบเทียบเส้นชั้นความสูงระดับน้ำจากการคำนวณและบ่อสังเกตการณ์ของชั้นน้ำต่างๆ เห็นได้ว่า ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลจะมีทิศทางการไหลเข้าสู่บริเวณย่านนิคมอุตสาหกรรมทางด้านตะวันตกและทางด้านตะวันออก เช่นบริเวณอำเภอเมืองและอำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร และอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ เขตมีนบุรี เขตบึงกุ่มและเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ตามลำดับ

ในผลการจำลองสภาพการไหลในช่วงปี พ.ศ.2536 – 2540 พบว่า สำหรับระดับน้ำบาดาลของชั้นน้ำนนทบุรีต่ำสุดอยู่ที่เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานครและที่อำเภอกระทุ่มแบน และอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีระดับน้ำต่ำกว่า –60 เมตร และจากการจำลองสภาพการไหลทราบถึงแนวโน้มการลดลงของระดับน้ำในแต่ละชั้นน้ำ ซึ่งมีแนวโน้มลดลงในอัตราปีละ 1.52 เมตร และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการลดลงของระดับน้ำที่เกิดขึ้นมาใหม่ เช่น บริเวณบางส่วนของ

หน่วย : เมตร (รทก.)



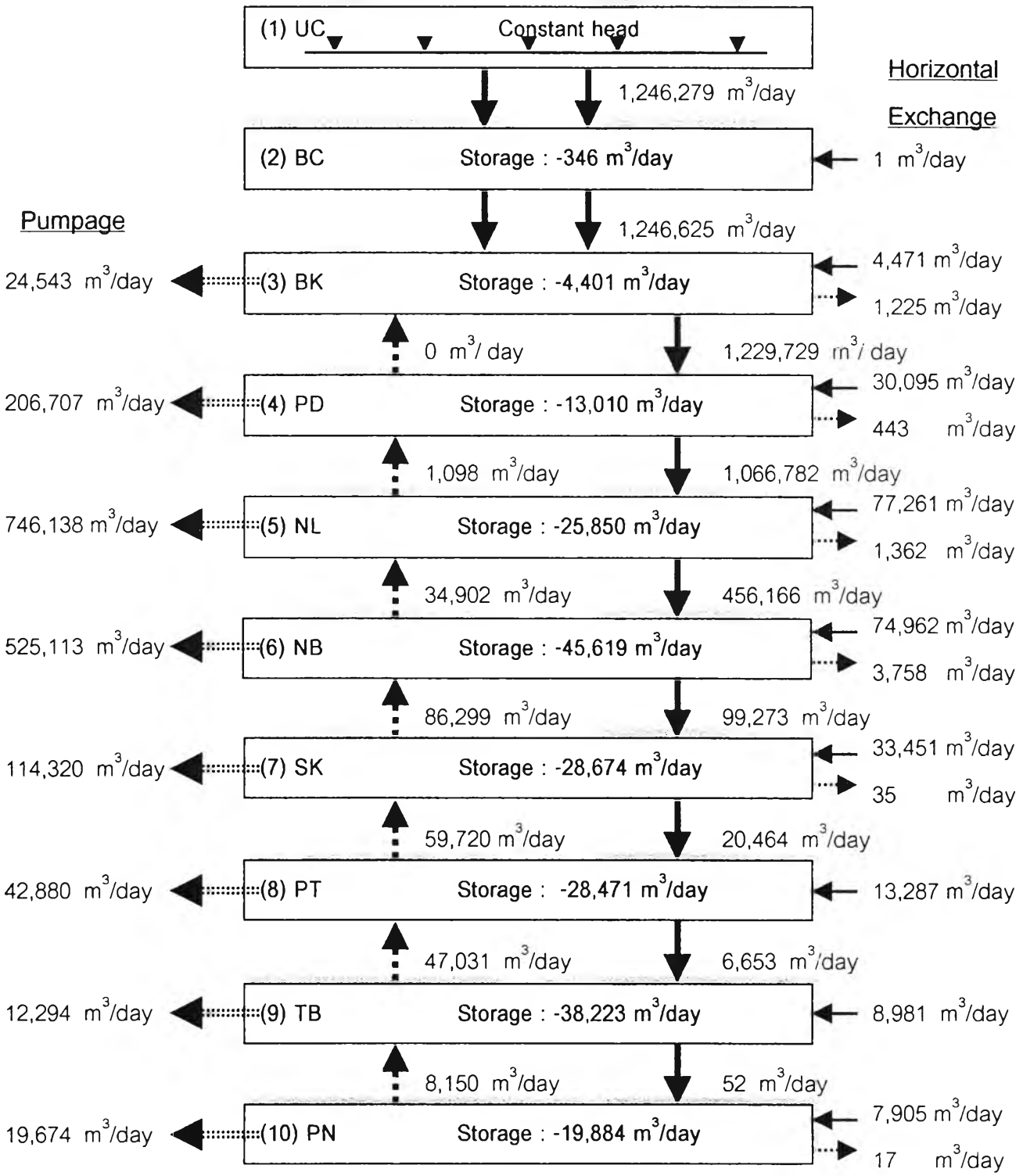
รูปที่ 6-18 เปรียบเทียบเส้นชั้นความสูงระดับน้ำใต้ดินที่คำนวณได้กับการสังเกตการณ์ของชั้นน้ำต่างๆ ปี พ.ศ. 2535

จังหวัดนครปฐม และสมุทรสาคร และมีทิศทางในการไหลของน้ำบาดาลในทิศทางเดียวกันกับทิศทางการไหลจากการสังเกตการณ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2526 - 2535

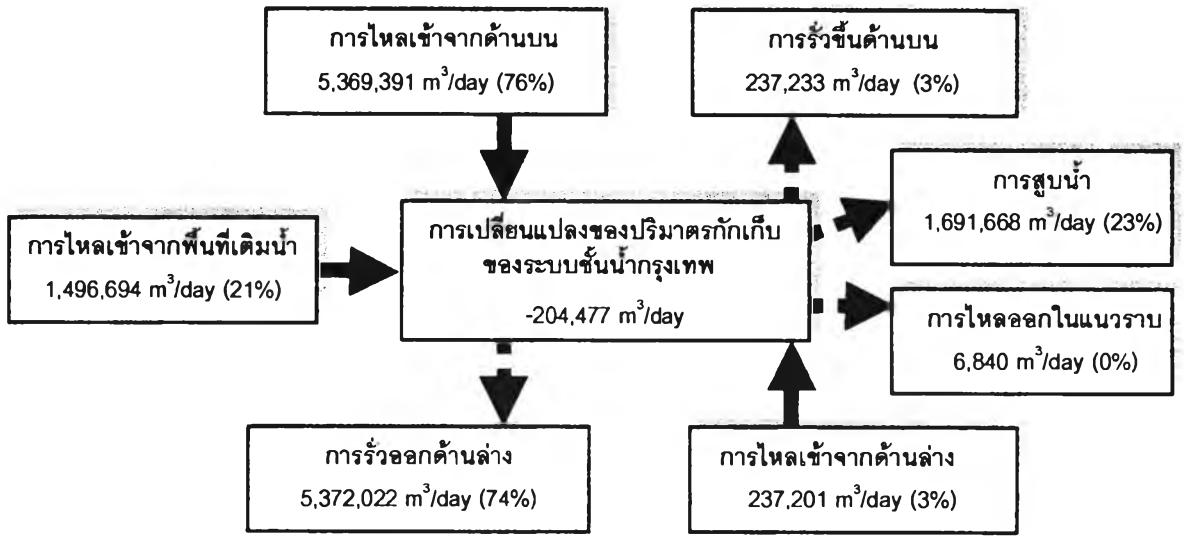
6.5.2 สมดุลของน้ำบาดาล

จากผลการจำลองสภาพการไหลของน้ำบาดาลในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540 สามารถสรุปสมดุลของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าออกชั้นน้ำต่างๆได้ ในรูปที่ 6-19 และ 6-20 จากสมดุลของน้ำบาดาล น้ำบาดาลที่ไหลเข้าชั้นน้ำจาก 3 ทาง คือ การไหลของน้ำจากชั้นน้ำด้านบน การไหลของน้ำจากพื้นที่เติมน้ำด้านข้าง และการไหลเข้าของน้ำจากด้านล่าง และการไหลออกของน้ำบาดาลในชั้นน้ำมี 4 ทาง คือ การสูบน้ำ การไหลออกในแนวราบ การรั่วขึ้นด้านบน และการรั่วออกด้านล่าง โดยที่ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสูงสุดมาจากการรั่วจากชั้นน้ำด้านบน (Upper Leakance) เฉลี่ย 5,369,391 ลบ.ม./วัน คิดเป็น 76% ของปริมาณที่ไหลเข้าทั้งหมด และอีกส่วนหนึ่งมาจากบริเวณพื้นที่เติมน้ำของชั้นดินเหนียวกรุงเทพและบริเวณพื้นที่รอบนอกของชั้นน้ำอื่นๆ มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 1,496,694 ลบ.ม./วัน คิดเป็น 21% ซึ่งมีการไหลเข้าชั้นน้ำจากด้านล่าง เฉลี่ย 237,201 ลบ.ม./วัน คิดเป็น 3% สำหรับปริมาณน้ำที่ไหลออกสูงสุดมาจากการรั่วของด้านล่างออกไปยังชั้นน้ำอื่น เฉลี่ย 5,372,022 ลบ.ม./วัน คิดเป็น 74% ของปริมาณที่ไหลออกทั้งหมด และมาจากการสูบน้ำบาดาลออก เฉลี่ย 1,691,668 ลบ.ม./วัน คิดเป็น 23% และการรั่วออกไปยังชั้นน้ำด้านบน 3% ชั้นน้ำที่มีการสูบน้ำมากที่สุดคือชั้นน้ำนครหลวง มีการสูบน้ำ 746,138 ลบ.ม./วัน การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำกักเก็บของระบบชั้นน้ำกรุงเทพ (ปริมาณน้ำที่ไหลเข้า-ปริมาณน้ำที่ไหลออก) เฉลี่ย -204,477 ลบ.ม./วัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการสูบน้ำในปัจจุบันส่งผลทำให้ปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามีปริมาณที่น้อยกว่าที่ไหลออก ส่งผลทำให้ระดับน้ำลดลงอย่างต่อเนื่อง

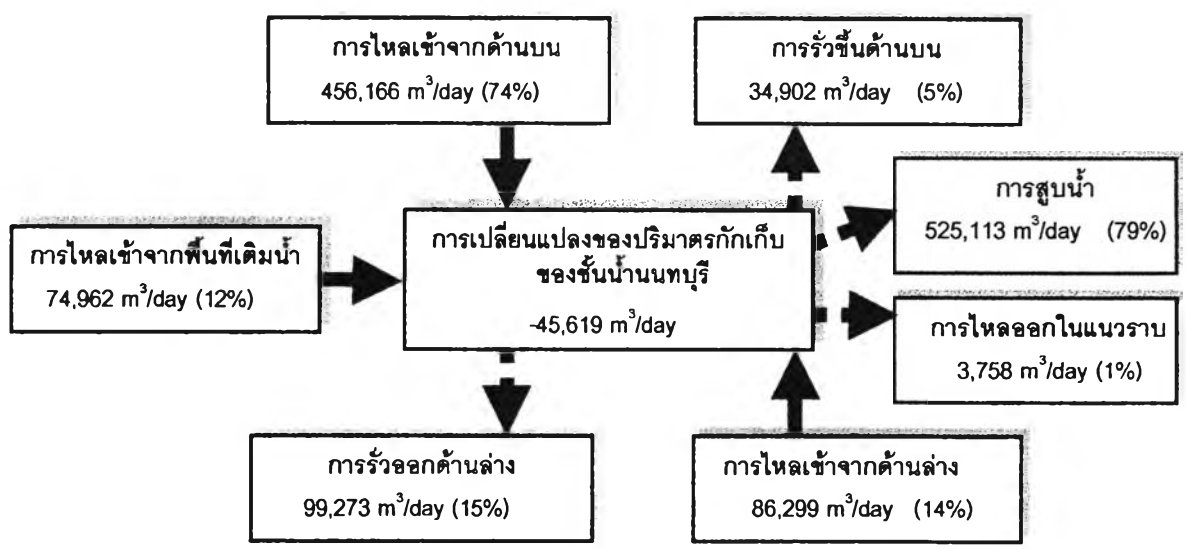
สำหรับชั้นน้ำนนทบุรีมีปริมาณน้ำไหลเข้าเท่ากับ 8.69% ของปริมาณน้ำไหลเข้าพื้นที่ศึกษาทั้งหมด โดยที่ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสูงสุดมาจากการรั่วจากชั้นน้ำนครหลวง 74% ของปริมาณที่ไหลเข้าชั้นน้ำนนทบุรี และอีกส่วนหนึ่งมาจากบริเวณพื้นที่เติมน้ำรอบนอกพื้นที่ 12% สำหรับการเข้าจากชั้นน้ำสามโคกมีเพียง 14% ปริมาณน้ำที่ไหลออกส่วนใหญ่มากการสูบน้ำซึ่งมีปริมาณสูบน้ำปริมาณวันละ 525,113 ลูกบาศก์เมตร หรือ 79% ของปริมาณที่ไหลออกชั้นน้ำนนทบุรี การรั่วออกด้านล่าง 15% การรั่วขึ้นด้านบน 5% และการไหลออกในแนวราบ 1% ชั้นน้ำนนทบุรีมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำกักเก็บสูงกว่าชั้นน้ำอื่นๆ เท่ากับ 45,619 ลบ.ม. /วัน



รูปที่ 6-19 สมดุลของน้ำบาดาลเฉลี่ยในชั้นน้ำต่างๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540



รูปที่ 6-20 สมดุลของน้ำบาดาลเฉลี่ยในระบบชั้นน้ำกรุงเทพในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540



รูปที่ 6-21 สมดุลของน้ำบาดาลเฉลี่ยในชั้นน้ำนนทบุรีในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540

ตารางที่ 6-6 สมดุลของน้ำบาดาลรวมทุกชั้นน้ำ เฉลี่ยช่วงปี พ.ศ.2536-2540

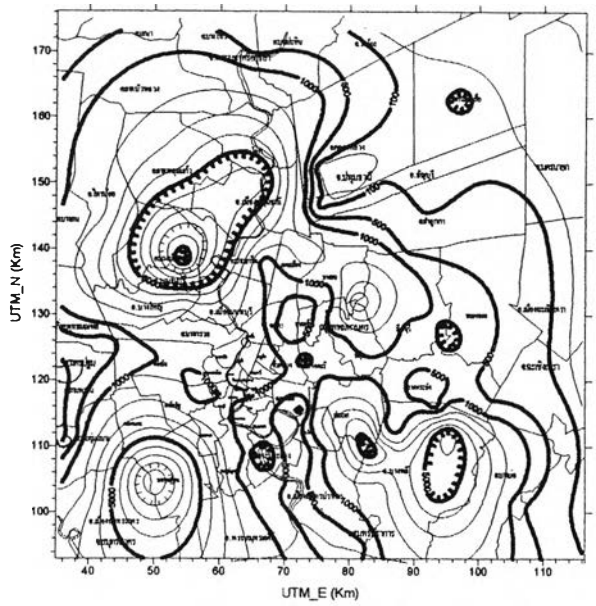
แหล่งน้ำเข้า/ออก	ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วัน)			
	ไหลเข้า	%ไหลเข้า	ไหลออก	%ไหลออก
พื้นที่เติมน้ำ	1,246,279	18	0	0
การสูบน้ำ	0	0	1,691,668	23
การรั่วของชั้นบน	5,369,391	76	237,233	3
การรั่วของชั้นล่าง	237,201	3	5,372,022	74
การไหลในแนวราบ	250,415	3	6,840	0
รวม	7,103,286	100	7,307,763	100

6.5.3 ความเค็ม

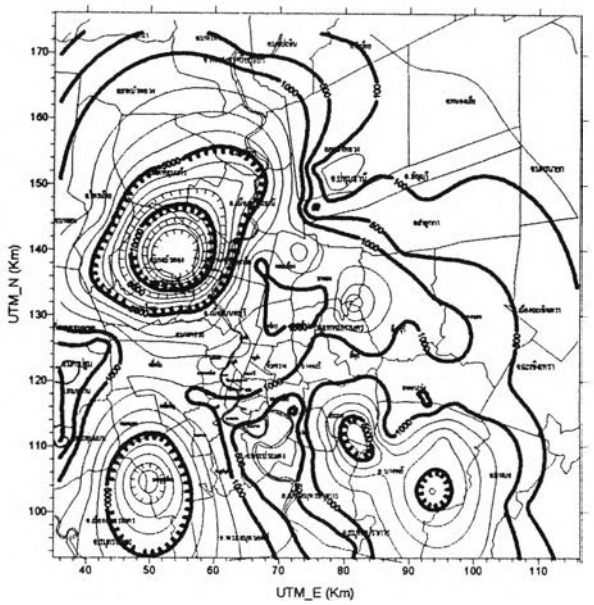
จากการจำลองสภาพการแพร่ของน้ำเค็มของชั้นน้ำพระประแดง ในช่วงปี พ.ศ. 2526 – 2535 และในช่วงปี 2536 - 2540 พบว่า เส้นชั้นความสูงของความเค็ม 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีทิศทางการแพร่จากทางด้านตอนเหนือเข้าสู่ตอนกลางของกรุงเทพมหานคร ได้แก่เขตบางเขน มีนบุรี และบึงกุ่ม และกระจายตัวอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา และ พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ครอบคลุมพื้นที่ 3,192 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 50% ของพื้นที่ทั้งหมด ได้แก่จังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร นนทบุรี และบางส่วนของกรุงเทพมหานคร และปทุมธานี และพื้นที่บริเวณด้านตะวันออกยังคงมีน้ำจืดหรือน้ำที่มีความเค็มน้อยกว่า 500 มิลลิกรัม/ลิตรอยู่บ้าง และจากผลการจำลองสภาพการแพร่ของน้ำเค็ม พบว่าบริเวณบางส่วนของพื้นที่จังหวัดปทุมธานีมีความเค็มมีการเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำจืดเป็นสภาพน้ำกร่อยครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณ 778 ตารางกิโลเมตร หรือ 52% ของพื้นที่จังหวัด และบริเวณที่มีน้ำเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีการขยายตัวของพื้นที่เพิ่มเฉลี่ยปีละ 29 ตารางกิโลเมตร

จากการจำลองสภาพการแพร่ของน้ำเค็มของชั้นน้ำนครหลวง พบว่า มีทิศทางการแพร่จากทิศใต้ขึ้นไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ และบริเวณทิศตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาส่วนใหญ่เป็นน้ำเค็มมีความเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ครอบคลุมพื้นที่ 2,204 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 34% ของพื้นที่ทั้งหมด ได้แก่ บริเวณอำเภอเมือง สามโคก และบางส่วนของลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี บางส่วนของจังหวัดนนทบุรี จังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดสมุทรปราการตามลำดับ ซึ่ง

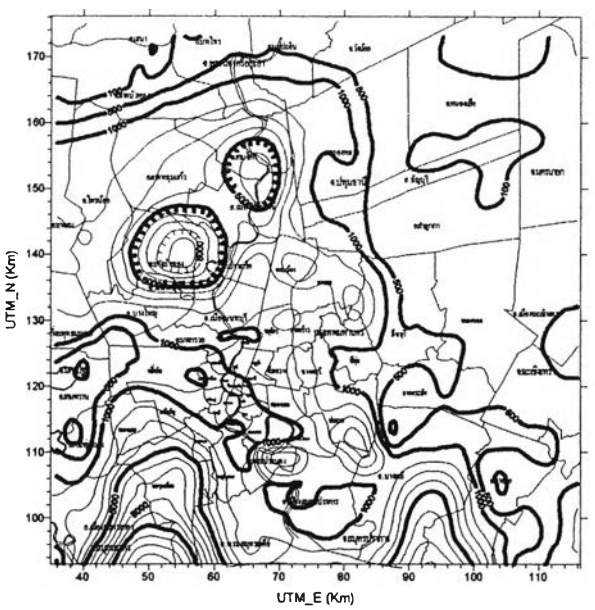
หน่วย : มิลลิกรัม/ลิตร



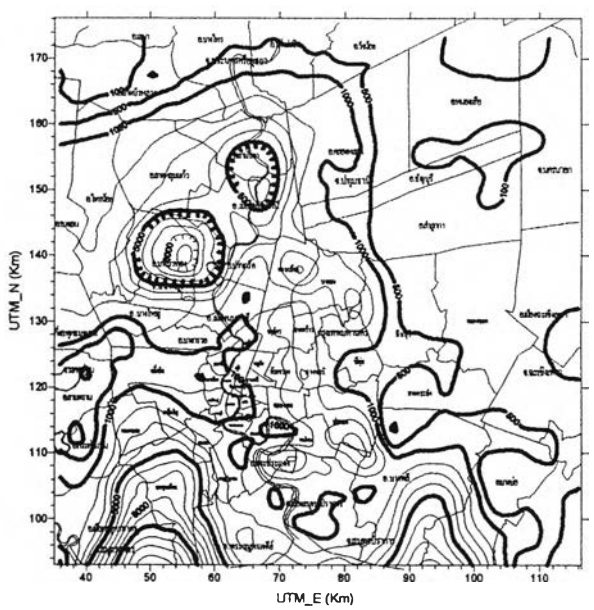
การสังเกตการณ์ปี 2536



การสังเกตการณ์ปี 2540



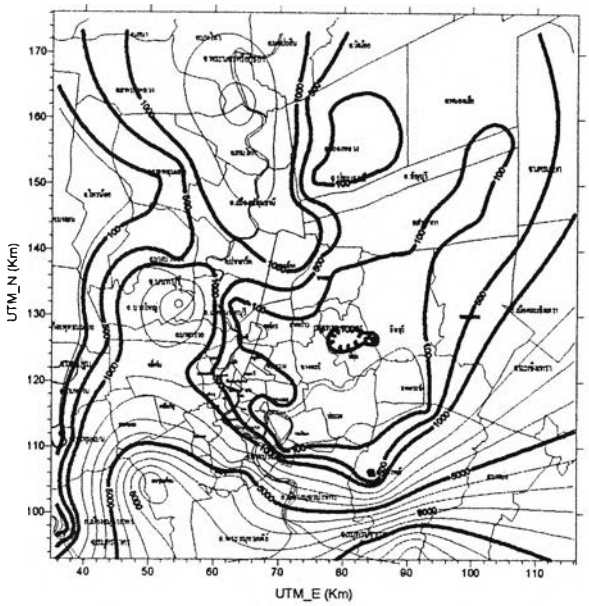
การคำนวณปี 2536



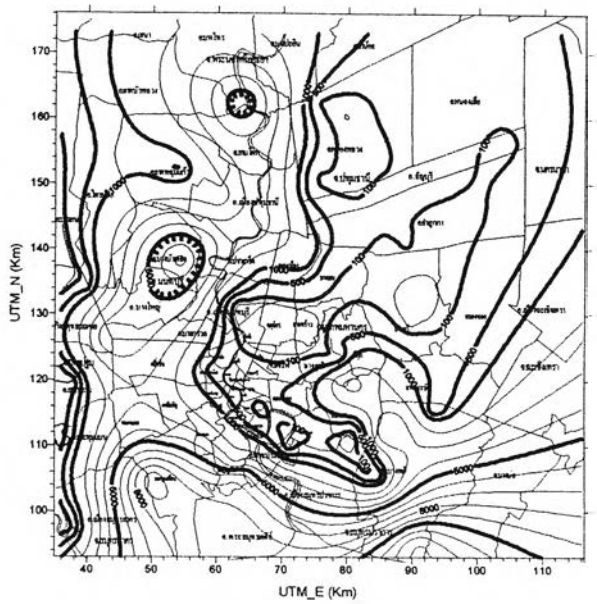
การคำนวณปี 2540

รูปที่ 6-22 เปรียบเส้นชั้นความสูงของความเค็มที่ได้จากการคำนวณและการสังเกตการณ์ชั้นน้ำพระประแดง ปี พ.ศ. 2536 และ 2540

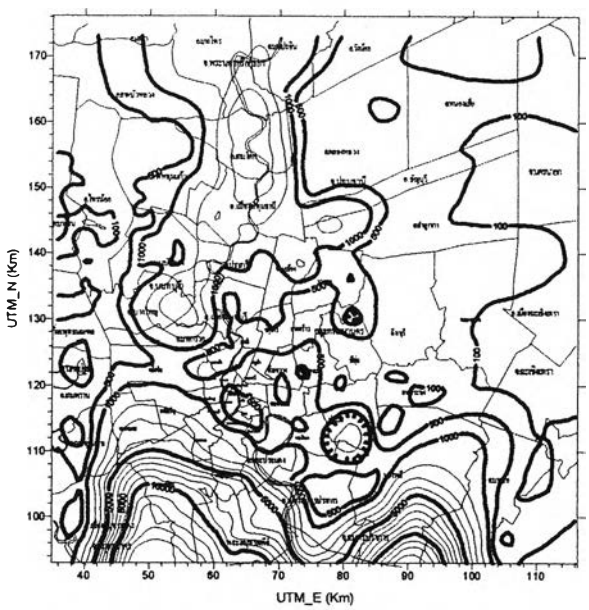
หน่วย : มิลลิกรัม/ลิตร



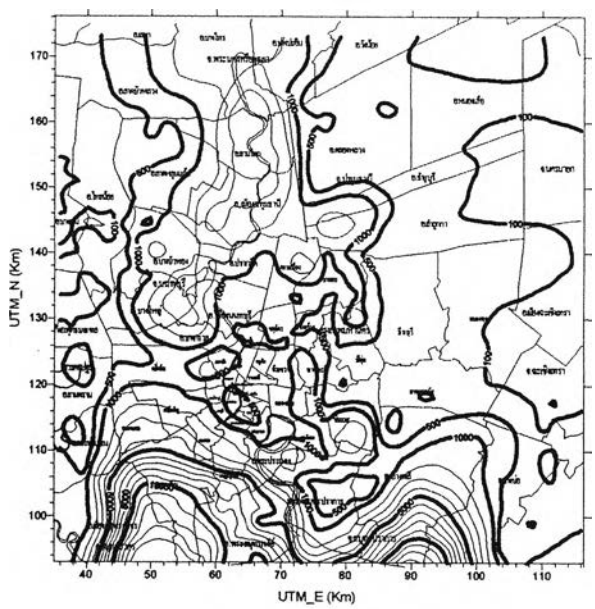
การสังเกตการณ์ปี 2536



การสังเกตการณ์ปี 2540



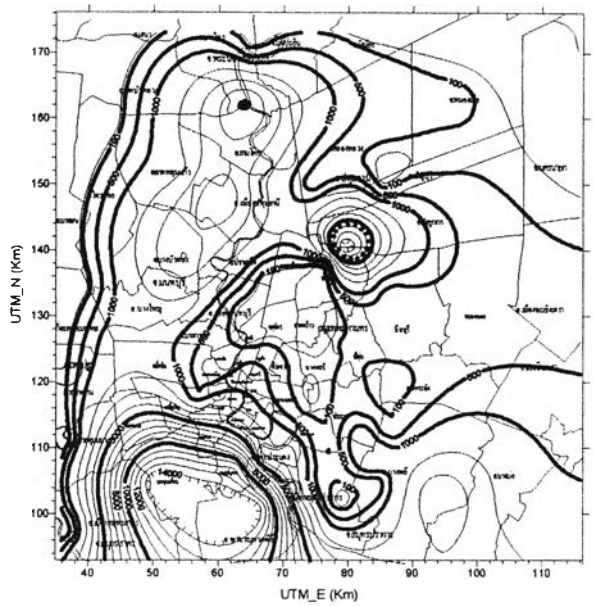
การคำนวณปี 2536



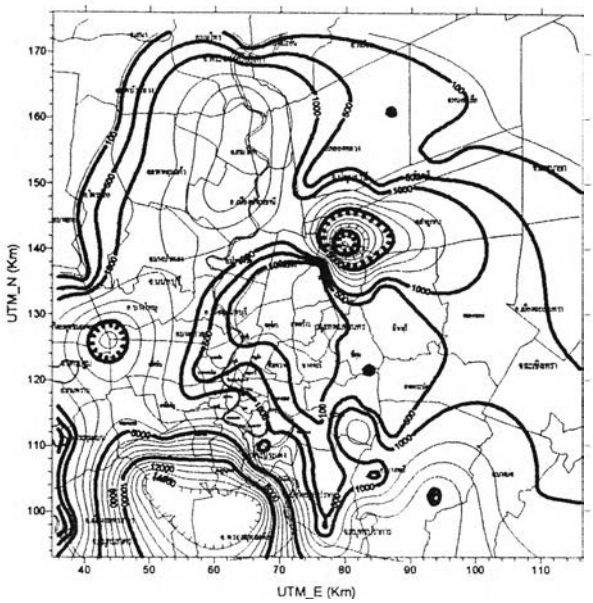
การคำนวณปี 2540

รูปที่ 6-23 เปรียบเส้นชั้นความสูงของความเค็มที่ได้จากการคำนวณและการสังเกตการณ์ชั้นน้ำนครหลวง ปี พ.ศ. 2536 และ 2540

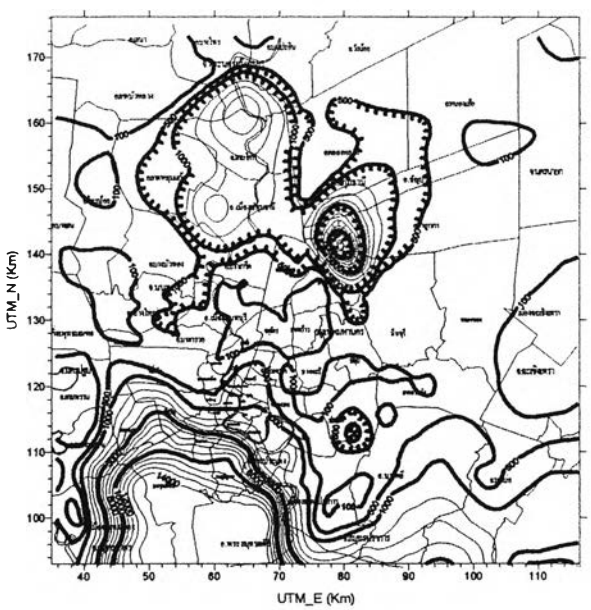
หน่วย : มิลลิกรัม/ลิตร



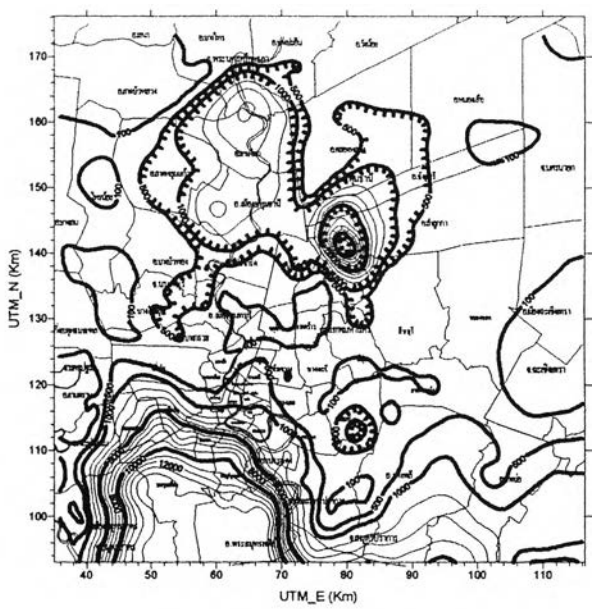
การสังเกตการณ์ปี 2536



การสังเกตการณ์ปี 2540



การคำนวณปี 2536



การคำนวณปี 2540

รูปที่ 6-24 เปรียบเส้นชั้นความสูงของความเค็มที่ได้จากการคำนวณและการสังเกตการณ์ชั้นน้ำนนทบุรี ปี พ.ศ. 2536 และ 2540

บริเวณสมุทรปราการและสมุทรสาครได้รับผลกระทบที่รุนแรง ซึ่งมีความเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ทำให้บริเวณดังกล่าวนี้ต้องเลิกสูบน้ำบาดาลในชั้นน้ำนี้ไปในที่สุด จากผลการคำนวณ พบว่า ในบางบริเวณมีความเค็มจืดลง เช่น ที่บ่อสังเกตการณ์ NL01 บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ มีความเค็ม 13,335 มิลลิกรัม/ลิตร ในปี 2536 เป็น 13,280 มิลลิกรัม/ลิตร ในปี 2540 เมื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณกับบ่อสังเกตการณ์มีแนวโน้มที่ความเค็มของบ่อลดลงไปเรื่อยๆ ทั้งนี้มาจากการละลายของเกลือในชั้นดินหรือความเค็มของชั้นน้ำออกไปยังพื้นที่ใกล้เคียงโดยรอบ ซึ่งบริเวณที่มีน้ำเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีการขยายตัวของพื้นที่ออกเพิ่มเฉลี่ยปีละ 29 ตารางกิโลเมตร เช่นเดียวกับชั้นน้ำพระประแดง

จากการจำลองสภาพการแพร่ของน้ำเค็มของชั้นน้ำนนทบุรี พบว่า มีทิศทางการแพร่จากทิศใต้ขึ้นไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษา และบริเวณทิศตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาส่วนใหญ่เป็นน้ำเค็มมีความเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ครอบคลุมพื้นที่ 1,844 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 29% ของพื้นที่ทั้งหมด ตำแหน่งที่มีความเค็มสูงสุดอยู่ที่บริเวณตำบลในคลองบางปลากด อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ เมื่อพิจารณาเส้นชั้นความสูงคลอไรด์จากการคำนวณกับจากการสังเกตการณ์ของบริเวณที่มีน้ำเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ได้แก่ บริเวณตอนบนของพื้นที่ศึกษา ได้แก่บริเวณอำเภอสามโคก เมือง ลาดหลุมแก้ว และอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี และตอนล่างของพื้นที่ ได้แก่ บริเวณอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนกลางของกรุงเทพมหานคร ซึ่งในบางพื้นที่มีความเค็มมากกว่า 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร เช่นที่บริเวณเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร สำหรับบริเวณที่มีน้ำเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีการขยายตัวของพื้นที่เพิ่มเฉลี่ยปีละ 5 ตารางกิโลเมตร

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของน้ำเค็มกับชั้นน้ำอื่นๆ พบว่า ชั้นน้ำนนทบุรีมีอัตราการแพร่ที่ช้ากว่าชั้นน้ำอื่นๆ แต่จะมีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็มที่มีความเค็มมากกว่า 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร มากกว่าชั้นน้ำอื่นๆ ทั้งนี้คาดว่าความเค็มที่มีค่าสูงดังกล่าว ส่วนหนึ่งได้รับอิทธิพลจากการแพร่ของทะเล และน้ำเค็มที่ขังตัวอยู่ในชั้นน้ำนครหลวง ทั้งนี้เนื่องจากความหนาของชั้นดินเหนียวมีความหนาเฉลี่ยเพียง 24.5 เมตร เมื่อน้ำบาดาลที่รั่วจากชั้นน้ำนครหลวงไปยังชั้นน้ำนนทบุรีก็นำน้ำเค็มจากชั้นน้ำนครหลวงมายังชั้นน้ำนนทบุรีด้วย เช่น บริเวณอำเภอเมือง จ. ปทุมธานี มีความเค็ม 2,370 มิลลิกรัม/ลิตร ในปี 2536 เป็น 2,465 มิลลิกรัม/ลิตร ในปี 2540 ซึ่งความเค็มที่เพิ่มขึ้นนี้จากการรั่วซึมของน้ำเค็มที่ขังตัวในชั้นดินเหนียวที่มีอยู่แล้วในอดีต

จากการพิจารณาค่าระดับน้ำกับความเค็มที่คำนวณได้กับการสังเกตการณ์ พบว่า ตำแหน่งบ่อสังเกตการณ์ NB13 ซึ่งมีระดับน้ำต่ำกว่า –20.38 เมตร รทก. บริเวณอำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีการอัตราการสูบน้ำมาก และมีระดับลดลงอย่างรวดเร็ว ส่งเป็นให้เกลือที่อยู่ในชั้นน้ำนนทบุรีมีการละลายหรือรั่วซึมออกมาเพิ่มขึ้น ทำให้ความเค็มเพิ่มขึ้นตามไปด้วย สำหรับบริเวณทุ่งครุ เขตราษฎร์บูรณะ กรุงเทพมหานคร มีความเค็มมากกว่า 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่า แม้ไม่มีการสูบน้ำในบริเวณดังกล่าว ระดับน้ำยังคงลดลงไปเรื่อยๆ เนื่องจากการที่บริเวณตอนกลางของพื้นที่กรุงเทพฯ มีการสูบเพิ่มขึ้น และทำให้ลิ่มของน้ำเค็มเคลื่อนตัวไปสู่บริเวณดังกล่าวได้

เมื่อเปรียบเทียบเส้นชั้นความสูงความเข้มข้นคลอไรด์ที่คำนวณได้และบ่อสังเกตการณ์ ชั้นน้ำนนทบุรี พบว่า การแพร่ของน้ำเค็มในชั้นน้ำนนทบุรีมีทิศทางการแพร่ไปในทิศทางเดียวกับการไหลของน้ำบาดาล โดยจะมีการแพร่เข้าสู่บริเวณที่มีการสูบน้ำเป็นปริมาณมาก ซึ่งที่มาของน้ำเค็มสามารถแบ่งได้ 2 แหล่ง คือ การแพร่ของน้ำเค็มจากทะเล และการรั่วซึมของน้ำเค็มจากชั้นดินที่อยู่สูงกว่า การแพร่ของน้ำเค็มจากทะเลเกิดขึ้นที่บริเวณเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร และอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมีแนวโน้มเคลื่อนตัวของน้ำเค็มจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปยังบริเวณตอนเหนือของพื้นที่ศึกษาโดยที่มีความเข้มข้นมากกว่า 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนการรั่วซึมของน้ำเค็มที่อยู่สูงกว่า ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดปทุมธานี และบางส่วนของกรุงเทพมหานคร ซึ่งน้ำบาดาลในชั้นน้ำนนทบุรีในบริเวณนี้จะเป็นน้ำกร่อย ที่มีความเข้มข้นไม่ต่ำกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมาจากการละลายของเกลือที่อยู่ในชั้นดินเหนียวของชั้นน้ำนนทบุรี

ตารางที่ 6-7 พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ของน้ำเค็ม ช่วงปี พ.ศ.2536-2540

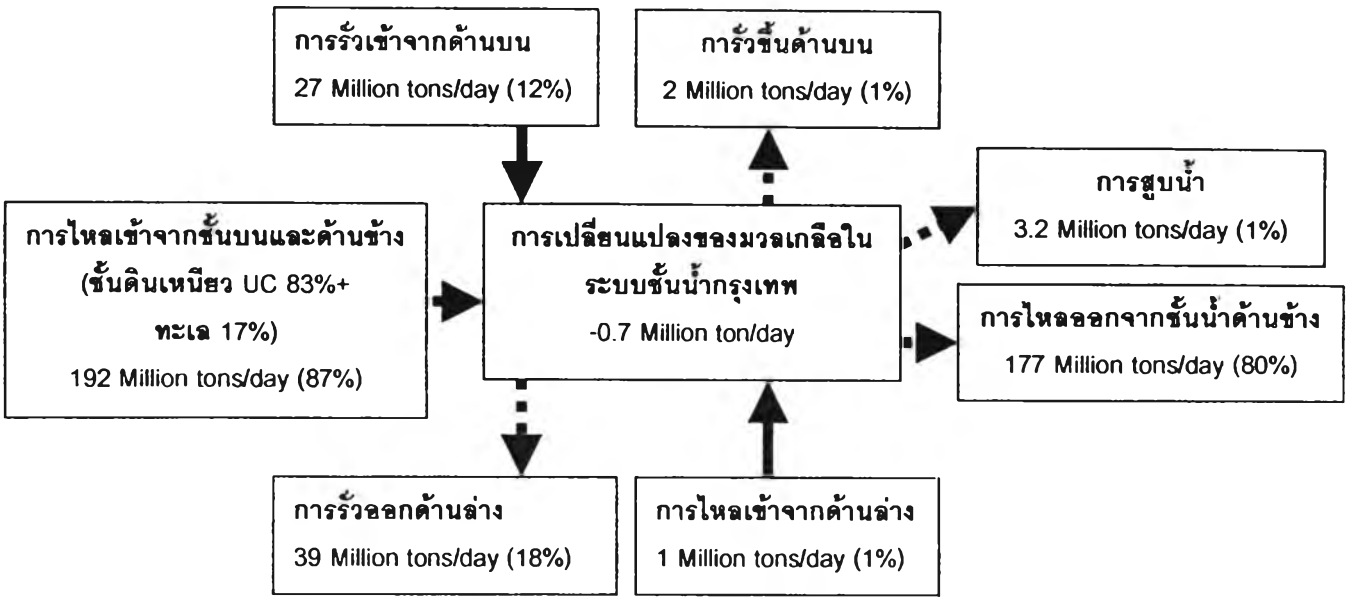
หน่วย : ตารางกิโลเมตร

ความเค็ม (มิลลิกรัม/ลิตร)	พระประแดง			นครหลวง			นนทบุรี		
	>500	>1000	>5000	>500	>1000	>5000	>500	>1000	>5000
2536	4160	3076	544	3180	2088	544	2660	1824	592
2537	4160	3124	540	3216	2120	540	2672	1828	592
2538	4164	3140	540	3268	2156	536	2656	1840	600
2539	4180	3164	536	3356	2192	540	2672	1848	604
2540	4188	3192	528	3396	2204	540	2684	1844	608

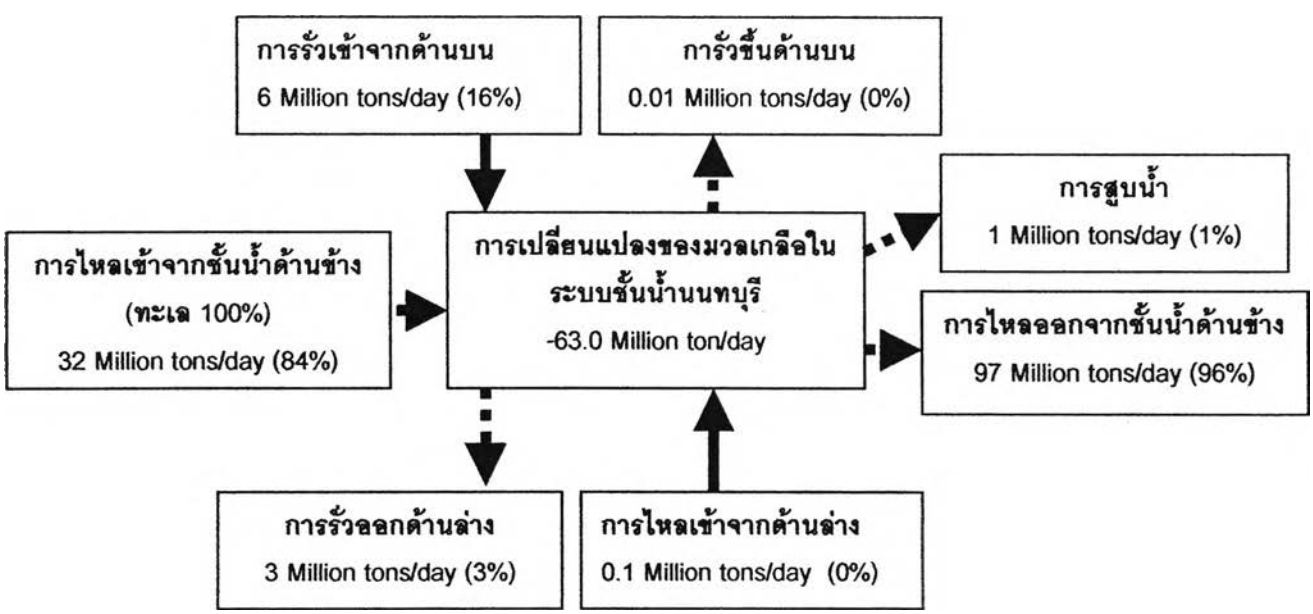
6.5.4 สมดุลของมวลเกลือ

จากตารางที่ 6-8 และรูปที่ 6-25 สมดุลของมวลเกลือเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ.2536-2540 พบว่า มวลเกลือที่ไหลเข้ามาจากชั้นดินเหนียว (Unconfined aquifer) 83% และทะเล 17% ของมวลเกลือที่ไหลจากชั้นบนและด้านข้างทั้งหมด มีมวลเกลือ 192 ล้านตัน/วัน หรือ 87% ของมวลเหลือที่ไหลเข้าทั้งหมด การรั่วจากชั้นน้ำด้านบนและการไหลจากด้านล่าง มีมวลเกลือ 27 ล้านตัน/วัน และ 1 ล้านตัน/วัน หรือ 12% และ 1% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปริมาณเกลือที่เข้าไปยังชั้นน้ำต่างๆ มาจากชั้นดินเหนียวและชั้นน้ำด้านบนเป็นหลัก สำหรับมวลเกลือที่ไหลออกไปชั้นดินเหนียว มีมวลเกลือ 177 ล้านตัน/วัน หรือ 80% ของมวลเกลือที่ไหลออกทั้งหมด การสูบน้ำบาดาลออกจากชั้นน้ำส่งผลทำให้มวลเกลือไปออก 3.2 ล้านตัน/วัน หรือ 1% การรั่วของมวลเกลือลงชั้นน้ำด้านล่าง มีปริมาณมากถึง 39 ล้านตัน/วัน หรือ 18% ซึ่งทำให้ชั้นน้ำที่อยู่ด้านล่างมีความเค็มเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงของมวลเกลือในระบบชั้นน้ำกรุงเทพ พบว่า มวลเกลือที่ไหลเข้ามีมากกว่าไหลออกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (-0.7 ล้านตัน/วัน)

จากรูปที่ 6-26 สมดุลของมวลเกลือเฉลี่ยในชั้นน้ำนนทบุรี ในช่วงปี พ.ศ.2536-2540 มวลเกลือที่ไหลเข้าชั้นน้ำนนทบุรีส่วนใหญ่มากจากชั้นน้ำด้านข้าง 32 ล้านตัน/วัน หรือ 84% ของมวลเกลือที่ไหลเข้า และการรั่วเข้าจากชั้นน้ำนครหลวง 6 ล้านตัน/วัน หรือ 16% ซึ่งมีการไหลเข้าจากด้านล่างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับการไหลออกไปยังชั้นดินเหนียว 97 ล้านตัน/วัน หรือ 96% ของมวลที่ไหลออก จากการสูบน้ำ 1% และจากการรั่วซึมออกชั้นน้ำสามโคก 3% การเปลี่ยนแปลงของมวลเกลือในชั้นน้ำนนทบุรี -63 ล้านตัน/วัน ส่งผลทำให้ความเค็มของชั้นน้ำนนทบุรีมีความเค็มลดลงในบางพื้นที่ เช่น บริเวณอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ และอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี ซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่า 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งบริเวณดังกล่าวก็จะทำหน้าที่เสมือนเป็นแหล่งน้ำเค็มที่มีการแพร่ออกไปยังแหล่งน้ำจืด



รูปที่ 6-25 สมดุลของมวลเกลือเฉลี่ยในระบบชั้นน้ำกรุงเทพในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540



รูปที่ 6-26 สมดุลของมวลเกลือเฉลี่ยในชั้นน้ำนนทบุรีในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540

ตารางที่ 6-8 สมดุลของมวลเกลือ ในช่วง ปี 2536-2540

หน่วย : ล้านตัน

แหล่งของเกลือ	ปริมาณมวลเกลือ			
	ไหลเข้า	%ไหลเข้า	ไหลออก	%ไหลออก
ชั้นน้ำด้านบนและด้านข้าง	192	87	-177	80
การสูบน้ำ	0	0	-3.2	1
การรั่วเข้า/ออกของชั้นน้ำด้านบน	27	12	-2	1
การรั่วเข้า/ออกของชั้นน้ำด้านล่าง	1	1	-39	18
รวม	220	100	-221	100
รวมสุทธิ	-0.7			
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	-0.33			

6.6 การจำลองสภาพในอนาคต

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการจำลองสภาพการไหลของน้ำใต้ดินและการรุกล้ำของน้ำเค็มในสภาวะไม่คงที่ ซึ่งใช้ค่าระดับน้ำบาดาลและความเค็มปลายปี 2540 เป็นสภาพตั้งต้นของแบบการจำลอง ในการสมมุติค่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มหรือลดอัตราการสูบน้ำในแต่ละมาตราการพิจารณาจากการสำรวจภาวะการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจของแต่ละจังหวัดในพื้นที่โครงการศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่ออุตสาหกรรม ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ.2542 กำหนดให้อัตราการสูบน้ำในอนาคตแปรผันตามภาวะการเจริญเติบโตของภาวะเศรษฐกิจ ซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นในอัตราปีละ 2% และ 4% และอัตราการสูบน้ำคงที่ หรือลดลงในอัตราปีละ 2% และ 4% ตามลำดับ โดยทำการจำลองสภาพใน 5 กรณี ซึ่งเพิ่มและลดอัตราการสูบน้ำทั่วทั้งพื้นที่ 7 จังหวัด และแยกตามมาตรการการควบคุมอัตราการสูบน้ำดังกล่าว และพิจารณาจากอัตราการสูบน้ำในอดีตประกอบด้วย ดังนี้

1. การจำลองสภาพในพื้นที่ศึกษาภายใต้อัตราการสูบน้ำคงที่ โดยที่มีอัตราการสูบน้ำเท่ากับปี พ.ศ. 2541 ในช่วงปี พ.ศ. 2541-2560

2. การจำลองสภาพในพื้นที่ศึกษาภายใต้การควบคุมอัตราการสูบน้ำ โดยมีอัตราเพิ่มขึ้นปีละ 2% ในช่วงปี พ.ศ. 2541-2560 จากวันละ 2.54 ล้านลบ.ม. ในปี พ.ศ.2541 เป็นวันละ 3.70 ล้านลบ.ม. ในปี พ.ศ.2560

3. การจำลองสภาพในพื้นที่ศึกษาภายใต้การควบคุมอัตราการสูบน้ำ โดยมีอัตราเพิ่มขึ้นปีละ 4% ในช่วงปี พ.ศ. 2541-2560 จากวันละ 2.59 ล้านลบ.ม. ในปี พ.ศ.2541 เป็นวันละ 5.46 ล้านลบ.ม. ในปี พ.ศ.2560

4. การจำลองสภาพในพื้นที่ศึกษาภายใต้การควบคุมอัตราการสูบน้ำ โดยมีอัตราลดลงปีละ 2% ในช่วงปี พ.ศ. 2541-2560 จากวันละ 2.44 ล้านลบ.ม. ในปี พ.ศ.2541 เป็นวันละ 1.66 ล้านลบ.ม. ในปี พ.ศ.2560

5. การจำลองสภาพในพื้นที่ศึกษาภายใต้การควบคุมอัตราการสูบน้ำ โดยมีอัตราลดลงปีละ 4% ในช่วงปี พ.ศ. 2541-2560 จากวันละ 2.39 ล้านลบ.ม. ในปี พ.ศ.2541 เป็นวันละ 1.10 ล้านลบ.ม. ในปี พ.ศ.2560

ตารางที่ 6-9 การจำลองสภาพการไหลของน้ำบาดาลในกรณีต่าง ๆ

กรณี	เงื่อนไข	ปริมาณการสูบน้ำวันละ (ล้านลบ.ม.)		
		2541	2550	2560
1	อัตราการสูบน้ำคงที่	2.49	2.49	2.49
2	อัตราการสูบน้ำเพิ่มขึ้นปีละ 2%	2.54	3.04	3.70
3	อัตราการสูบน้ำเพิ่มขึ้นปีละ 4%	2.59	3.69	5.46
4	อัตราการสูบน้ำลดลงปีละ 2%	2.44	2.04	1.66
5	อัตราการสูบน้ำลดลงปีละ 4%	2.39	1.66	1.10

จากการจำลองสภาพการไหลของน้ำบาดาลและการแพร่ของน้ำเค็มในพื้นที่ศึกษาทั้ง 5 กรณี ในช่วงปี พ.ศ. 2541-2560 สามารถสรุปผลการจำลองสภาพภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ได้ดังนี้

6.6.1 ผลการจำลองสภาพการไหลของน้ำใต้ดินในกรณีต่าง ๆ

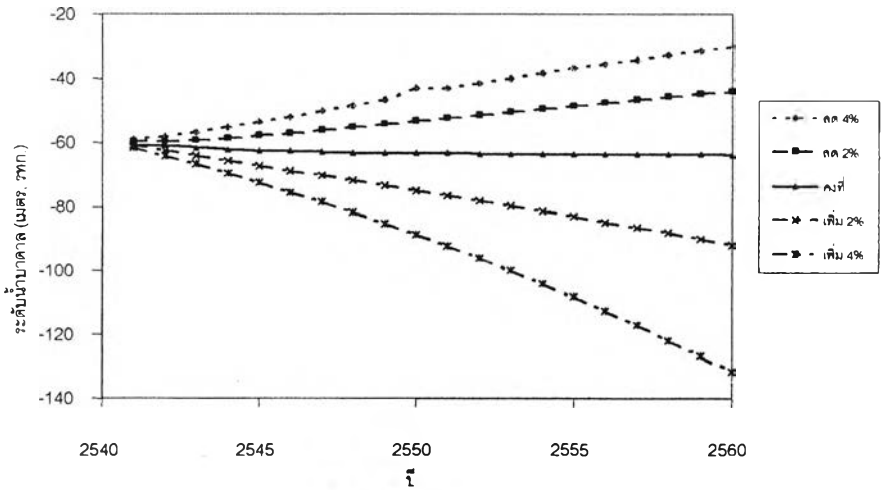
6.6.1.1 ระดับน้ำบาดาล

ผลการจำลองระดับน้ำบาดาลในกรณีอัตราการสูบน้ำต่างๆ พบว่า ระดับน้ำใต้ดินมีระดับน้ำเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในกรณีที่มีอัตราการสูบน้ำคงที่ แต่จะมีแนวโน้มลดลงในกรณีเพิ่มอัตราการสูบน้ำ 2% และ 4% เมื่อเปรียบเทียบระดับน้ำบาดาลที่จำลองสภาพอัตราการสูบน้ำในกรณีต่างๆ พบว่า ระดับน้ำบาดาลลดลงเฉลี่ยปีละ 1.12 และ 2.1 เมตรตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 6-27 และรูปที่ 6-28 ถึง 6-32

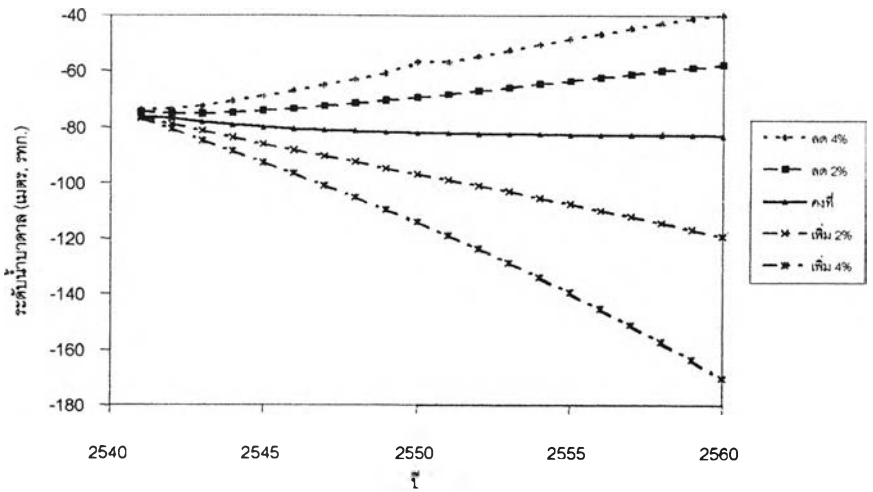
ระดับน้ำใต้ดินจะมีระดับน้ำสูงขึ้นเมื่อมีการลดอัตราการสูบน้ำลงทั้งในกรณีลดลง 2% และ 4% เมื่อเปรียบเทียบระดับน้ำบาดาลที่จำลองสภาพอัตราการสูบน้ำในกรณีต่างๆ พบว่า ระดับน้ำเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 0.45 และ 0.65 เมตร ตามลำดับ จากรูปที่ 6-27 เปรียบการจำลองสภาพระดับน้ำบาดาล ชั้นน้ำนนทบุรี ปี พ.ศ. 2541-2560 พบว่า บริเวณที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงเนื่องจากการสูบน้ำในกรณีอัตราการสูบเพิ่มขึ้นปีละ 2% และ 4% ได้แก่ บริเวณกิ่งอำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี และเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีลดลงต่ำกว่า -60 เมตร รทก.

6.6.1.2 สมดุลของน้ำบาดาล

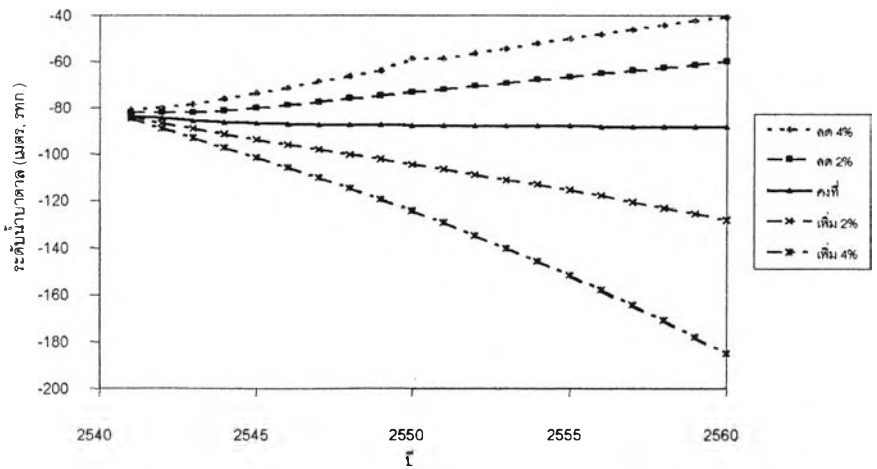
จากการจำลองสภาพการไหลของน้ำใต้ดินในช่วงปี 2541 – 2560 สมดุลของน้ำบาดาลเฉลี่ยในชั้นน้ำต่างๆ เมื่อพิจารณาปริมาณกักเก็บของทั้ง 5 กรณี พบว่า ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าชั้นน้ำต่างๆ ส่วนใหญ่มาจากการรั่วซึมจากชั้นน้ำที่อยู่สูงกว่า และพื้นที่เติมน้ำคิดเป็น 78% และ 17% ของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าทั้งหมด และปริมาณน้ำที่ไหลออกขึ้นอยู่กับการรั่วซึมของน้ำ และการสูบน้ำในแต่ละกรณี คิดเป็น 77 % และ 21% ของปริมาณน้ำที่ไหลออกทั้งหมด สำหรับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าและออกในแนวราบมีผลต่อสมดุลของน้ำน้อยมาก ประมาณ 5% และ 2% ตามลำดับ



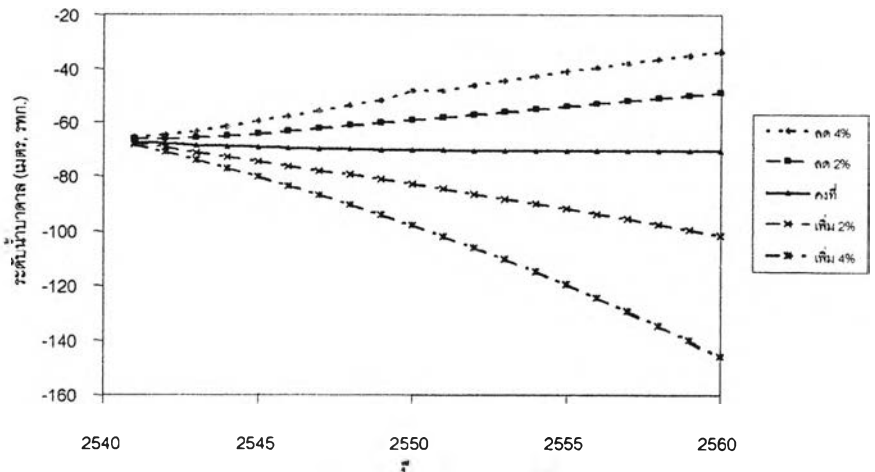
NB09 ต.ศีรษะจรเข้น้อย กิ่งอ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ



NB25 ต.ท่าไม้ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร



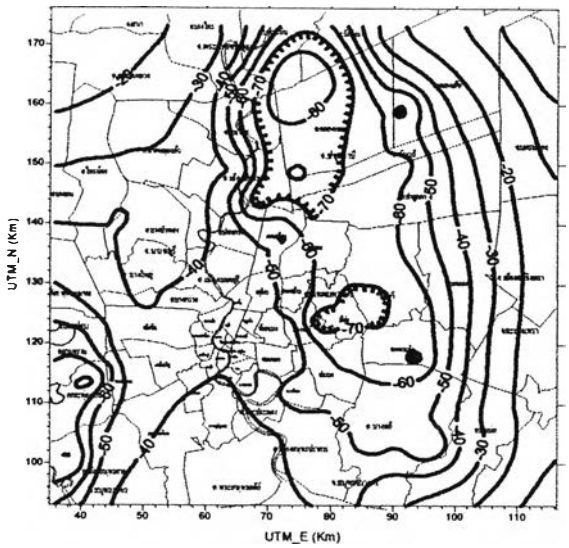
NB21 ต.คูคต อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี



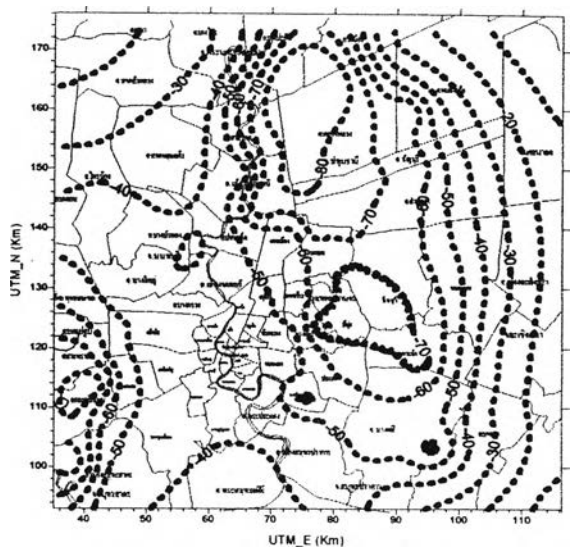
NB17 แขวงคลองสามประเวศ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

รูปที่ 6-27 การคาดการณ์ระดับน้ำบาดาลของชั้นน้ำนนทบุรี ที่บ่อสังเกตการณ์ต่างๆ ช่วงปี พ.ศ.2541-2560

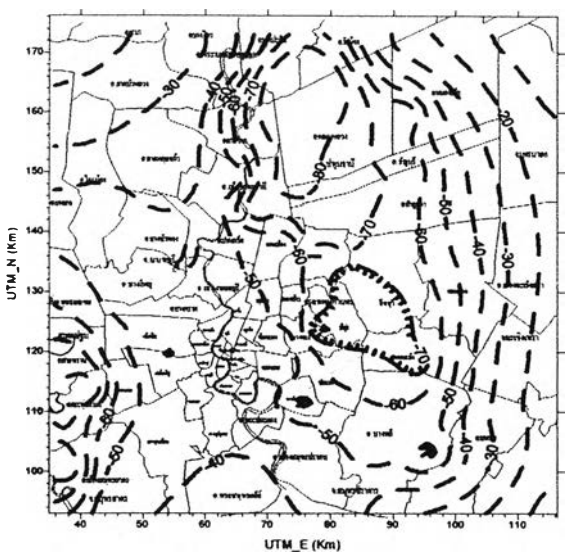
หน่วย : เมตร (รทก.)



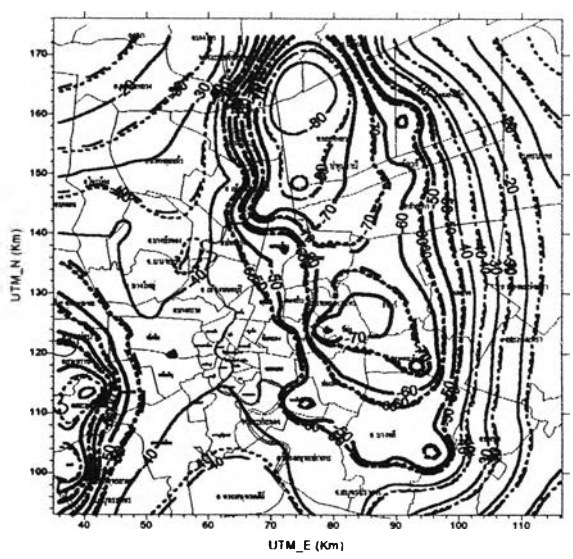
2541

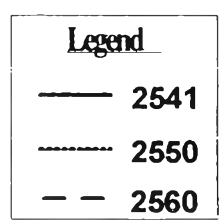


2550



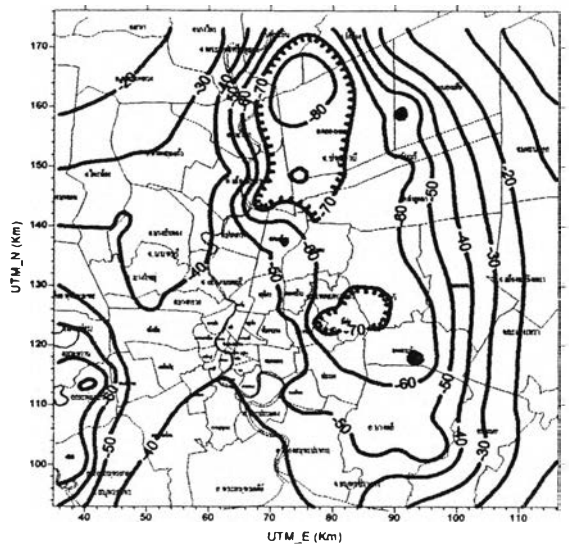
2560



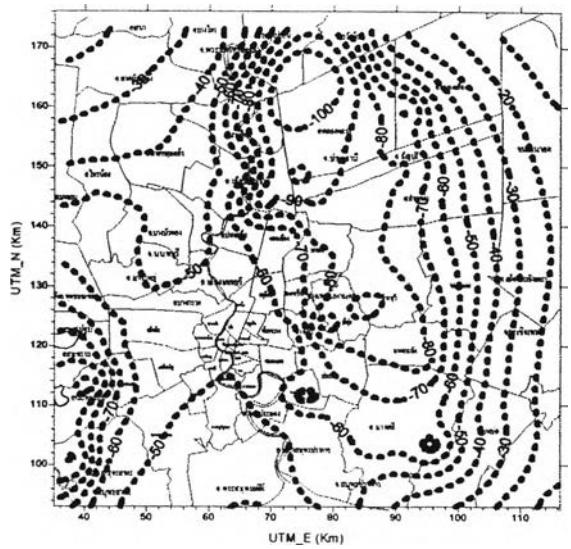


รูปที่ 6-28 เส้นชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาล ชั้นน้ำนนทบุรี ในกรณีอัตราการสูบน้ำคงที่ ในปี 2541, 2550 และ 2560

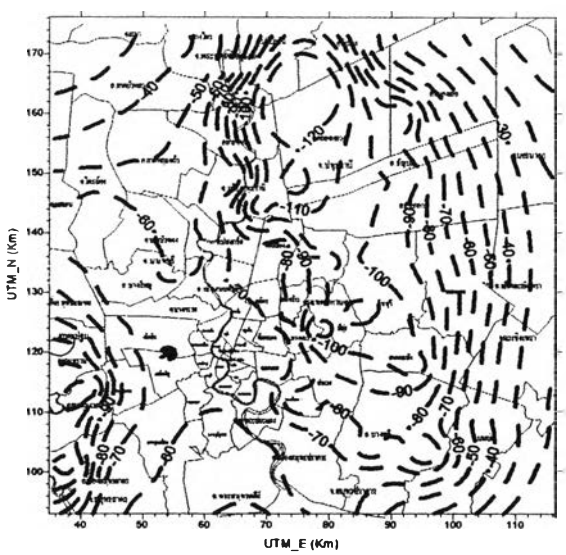
หน่วย : เมตร (รทก.)



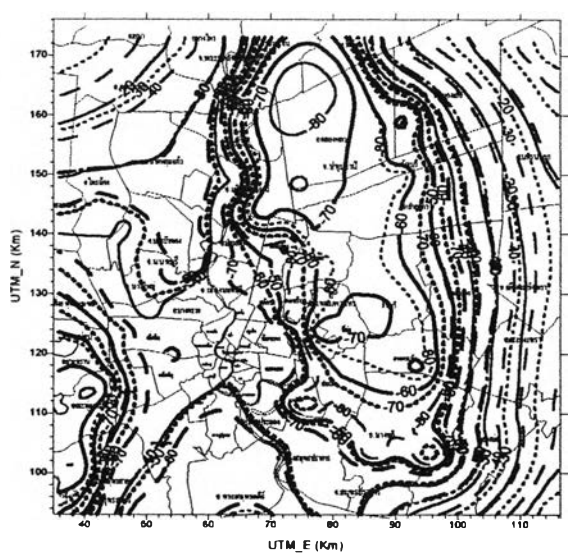
2541

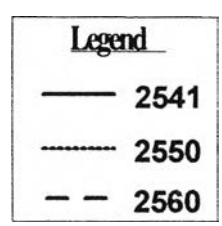


2550



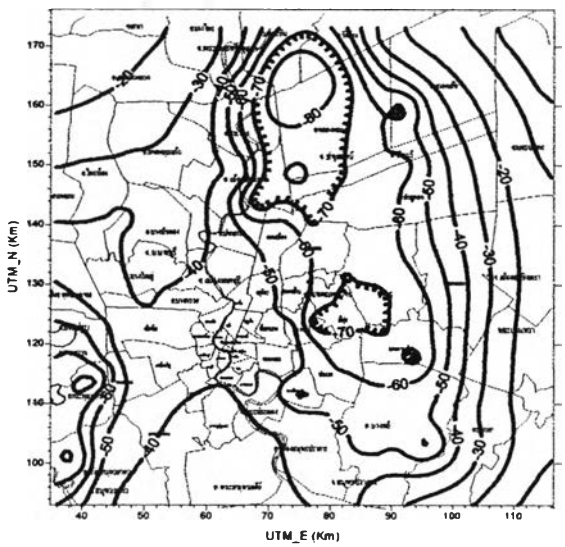
2560



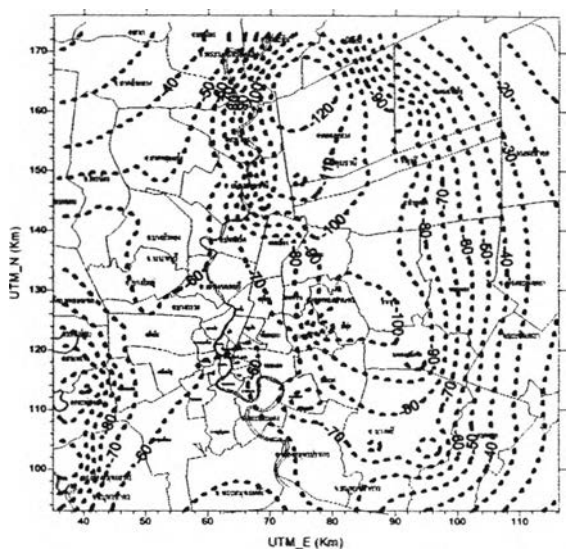


รูปที่ 6-29 เส้นชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาล ชั้นน้ำนนทบุรี ในกรณีอัตราการสูบเพิ่มขึ้นปีละ 2% ในปี 2541, 2550 และ 2560

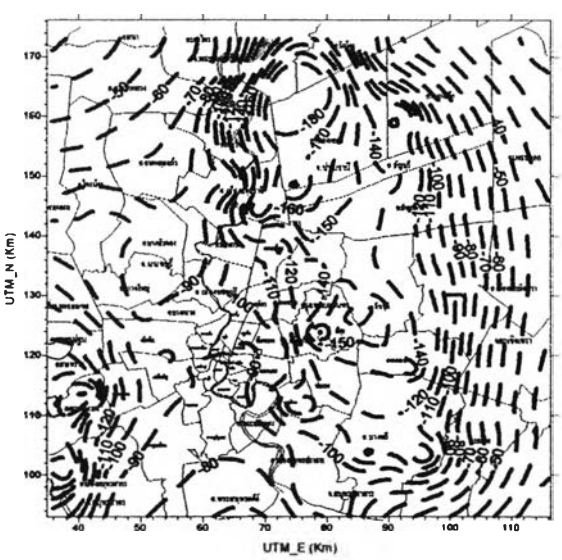
หน่วย : เมตร (รทก.)



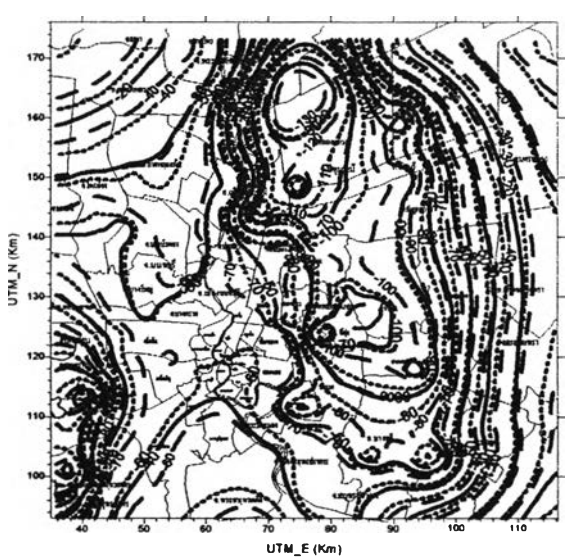
2541

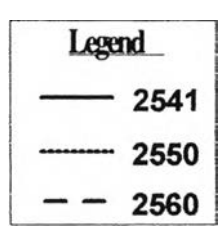


2550



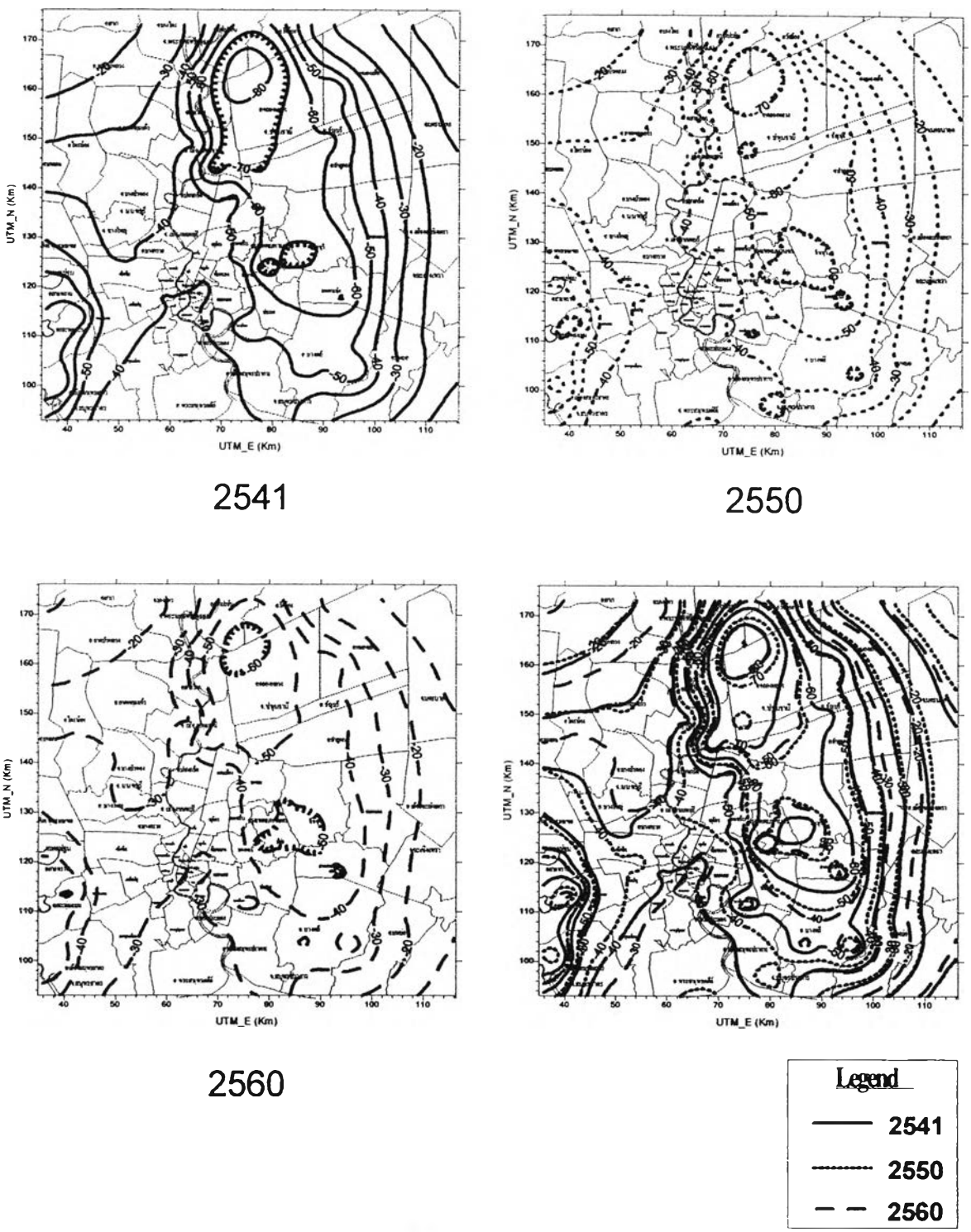
2560





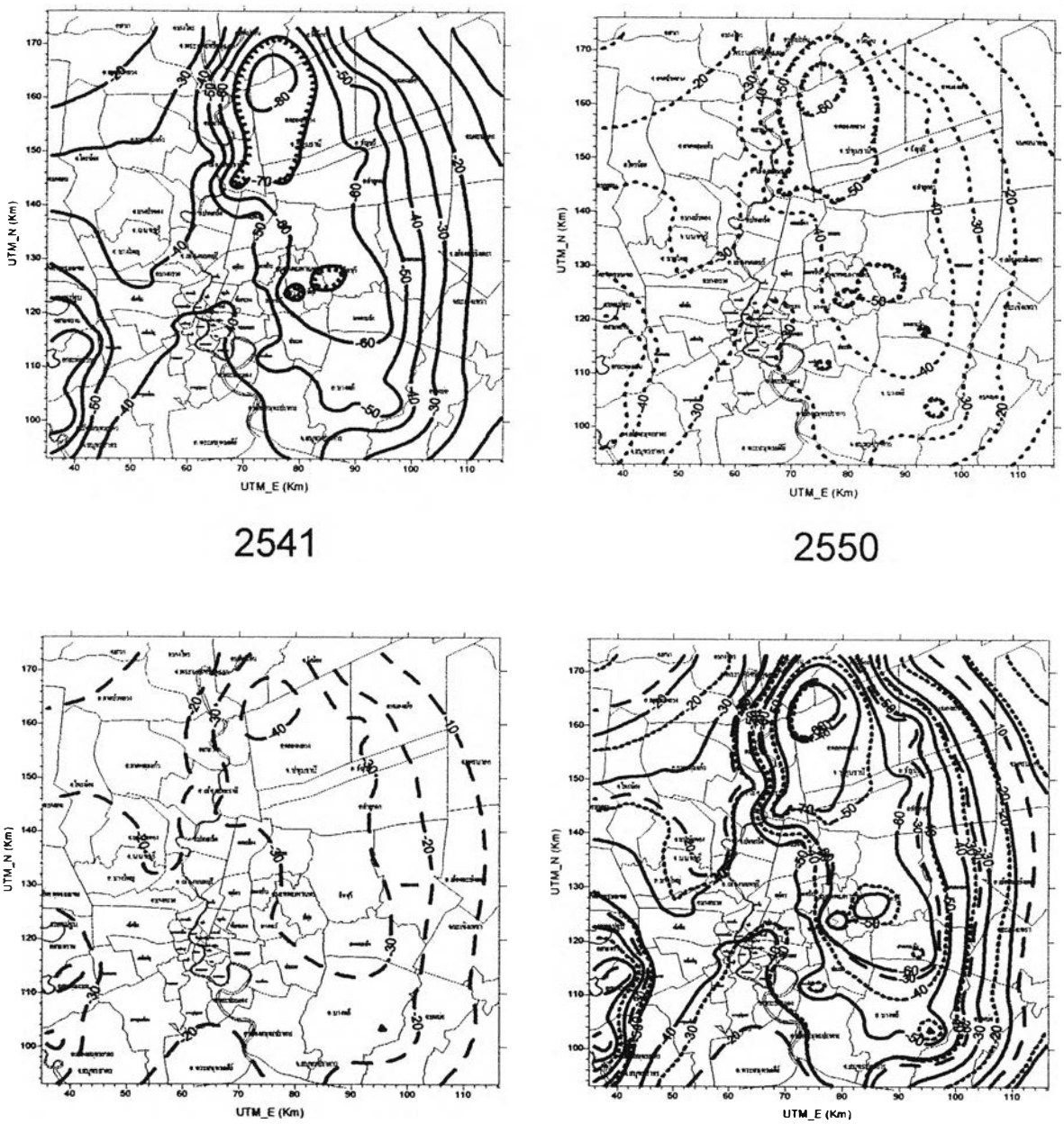
รูปที่ 6-30 เส้นชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาล ชั้นน้ำนนทบุรี ในกรณีอัตราการสูบเพิ่มขึ้นปีละ 4% ในปี 2541, 2550 และ 2560

หน่วย : เมตร (รทก.)



รูปที่ 6-31 เส้นชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาล ชั้นน้ำนนทบุรี ในกรณีอัตราการสูบลดลงปีละ 2% ในปี 2541, 2550 และ 2560

หน่วย : เมตร (รทก.)



รูปที่ 6-32 เส้นชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาล ชั้นน้ำนนทบุรี ในกรณีอัตราการสูบลดลงปีละ 4% ในปี 2541, 2550 และ 2560

ตารางที่ 6-10 สมดุลของน้ำบาดาลรวมทุกชั้นน้ำ เฉลี่ย ช่วงปี พ.ศ. 2541-2560

Sources/Sinks	กรณีที่ 1				กรณีที่ 2				กรณีที่ 3			
	ไหลเข้า	%ไหลเข้า	ไหลออก	%ไหลออก	ไหลเข้า	%ไหลเข้า	ไหลออก	%ไหลออก	ไหลเข้า	%ไหลเข้า	ไหลออก	%ไหลออก
ระดับน้ำคงที่	1,589,116	17	0	0	1,985,166	17	0	0	2,502,484	17	0	0
การสูบน้ำ	0	0	-1,927,193	21	0	0	-2,483,614	21	0	0	-3,566,598	24
การรั่วของชั้นบน	7,122,904	78	-151,447	2	8,848,727	77	-219,619	2	11,011,690	77	-318,340	2
การรั่วของชั้นล่าง	151,447	2	-7,122,904	77	213,497	2	-8,848,727	76	335,921	2	-10,718,278	73
การไหลในแนวราบ	317,179	3	-17,845	0	400,563	3	-18,372	0	510,113	4	-23,209	0
รวม	9,180,645	100	-9,219,389	100	11,447,953	100	-11,570,333	100	14,360,208	100	-14,626,425	100
ปริมาตรกักเก็บ	-38,744				-122,380				-266,216			

Sources/Sinks	กรณีที่ 4				กรณีที่ 5			
	ไหลเข้า	%ไหลเข้า	ไหลออก	%ไหลออก	ไหลเข้า	%ไหลเข้า	ไหลออก	%ไหลออก
ระดับน้ำคงที่	1,284,620	17	0	0	1,049,319	17	0	0
การสูบน้ำ	0	0	-1,506,663	20	0	0	-1,187,291	20
การรั่วของชั้นบน	5,795,229	78	-104,381	1	4,768,481	78	-72,035	1
การรั่วของชั้นล่าง	104,381	1	-5,795,229	78	72,035	1	-4,768,481	79
การไหลในแนวราบ	254,219	3	-11,964	0	204,501	3	-9,649	0
รวม	7,438,449	100	-7,418,237	100	6,094,335	100	-6,037,456	100
ปริมาตรกักเก็บ	20,212				56,879			

จากตารางที่ 6-10 สมดุลของน้ำบาดาลเฉลี่ยในชั้นน้ำต่างๆในช่วงปี พ.ศ. 2541-2560 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรน้ำกักเก็บ พบว่า กรณีอัตราการสูบน้ำเพิ่มขึ้นปีละ 4% มีอัตราการสูบน้ำวันละ 2.59 ล้านลูกบาศก์เมตร จากปี พ.ศ. 2541 เพิ่มขึ้นเป็นวันละ 5.46 ล้านลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ. 2560 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรกักเก็บมากที่สุดถึง -266,216 ลูกบาศก์เมตร/วัน ซึ่งสอดคล้องกับระดับน้ำที่ลดลงอย่างรวดเร็ว สำหรับกรณีอัตราการสูบน้ำลดลงปีละ 4% มีอัตราการสูบน้ำวันละ 2.39 ล้านลูกบาศก์เมตร จากปี พ.ศ. 2541 ลดลงเป็นวันละ 1.10 ล้านลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ. 2560 พบว่า มีปริมาตรกักเก็บมีการเพิ่มขึ้น 56,879 ลูกบาศก์เมตร/วัน แสดงถึงระดับน้ำสูงขึ้นจากเดิมในปี พ.ศ. 2541 เนื่องจากปริมาณน้ำบาดาลที่สูบลดน้อยลง ทำให้น้ำไหลเข้าสู่ชั้นน้ำมาจากพื้นที่เติมน้ำมากขึ้น และแรงดันในชั้นน้ำเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ

สำหรับสมดุลของน้ำบาดาลของชั้นน้ำนนทบุรีในกรณีอัตราการสูบน้ำต่างๆ พบว่า ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่ชั้นน้ำส่วนใหญ่มาจากชั้นน้ำนครหลวง ประมาณ 7-8% ของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าทั้งหมด ปริมาณน้ำที่ไหลออกส่วนใหญ่มากจากการสูบน้ำบาดาล ประมาณ 6-7% ของปริมาณน้ำที่ไหลออกทั้งหมด

6.6.2 ผลการจำลองสภาพการแพร่ของน้ำเค็ม

6.6.2.1 ผลการจำลองสภาพการแพร่ของน้ำเค็มในกรณีต่าง ๆ

จากการจำลองสภาพการแพร่ของน้ำเค็ม ในกรณีอัตราการสูบน้ำแบบต่างๆ ตารางที่ 6-11 และรูปที่ 6-34 สรุปพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ของน้ำเค็ม 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั้นน้ำนนทบุรี ในกรณีอัตราการสูบน้ำคงที่ มีพื้นที่ประมาณ 1,844 ตารางกิโลเมตร ในปี 2541 เพิ่มเป็น 2,160 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2560 ซึ่งเพิ่มขึ้น 10% ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นปีละ 0.51% แม้ว่ามีอัตราการแพร่น้ำเค็มที่น้อยก็ตาม จึงจะส่งผลในด้านการแพร่ที่บริเวณลิ่มของน้ำเค็ม โดยที่พื้นที่ส่วนใหญ่ที่ได้รับผลจากการแพร่ คือบริเวณอำเภอคลองหลวง ธัญบุรี และลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี และบริเวณตอนล่างของพื้นที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งสอดคล้องกับบริเวณที่มีระดับน้ำลดลงในบริเวณดังกล่าว

ในกรณีอัตราการสูบน้ำเพิ่มขึ้น 2% มีพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ของน้ำเค็ม ประมาณ 1,844 ตารางกิโลเมตร ในปี 2541 เพิ่มเป็น 2,112 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2560 ซึ่ง

เพิ่มขึ้น 15% ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นปีละ 0.72% โดยที่พื้นที่ได้รับผลกระทบอยู่บริเวณเดียวกันกับกรณีอัตราการสูบน้ำคงที่ แต่จะมีผลกระทบต่อพื้นที่ตอนกลางของกรุงเทพมากกว่า ได้แก่บริเวณเขตลาดพร้าว และบางเขน กรุงเทพมหานคร

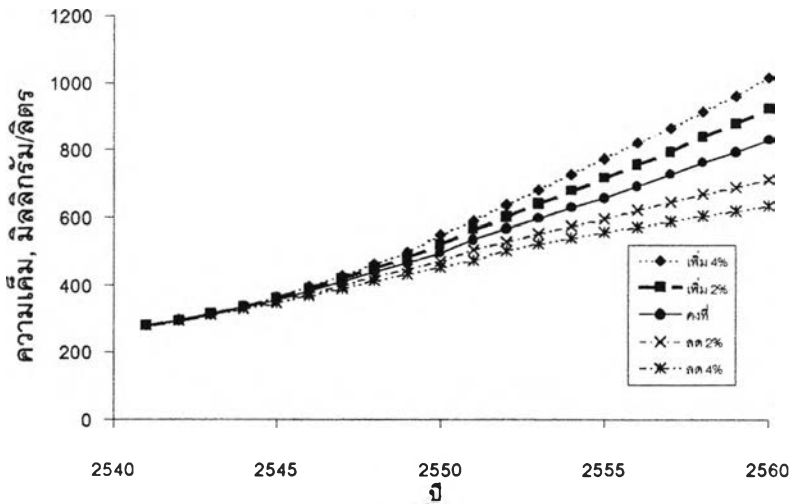
ในกรณีอัตราการสูบน้ำเพิ่มขึ้น 4% มีพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ของน้ำเค็มประมาณ 1,844 ตารางกิโลเมตร ในปี 2541 เพิ่มเป็น 2,160 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2560 ซึ่งเพิ่มขึ้น 17% ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นปีละ 0.84% โดยที่กรณีนี้ได้รับผลกระทบรุนแรงที่สุด ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 34% ของพื้นที่ศึกษา

ในกรณีอัตราการสูบน้ำลดลง 2% มีพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ของน้ำเค็มประมาณ 1,844 ตารางกิโลเมตร ในปี 2541 เพิ่มเป็น 1,992 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2560 ซึ่งเพิ่มขึ้น 8% ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นปีละ 0.41% แม้ว่าระดับน้ำในกรณีนี้จะสูงขึ้นก็ตาม แต่ก็ยังคงได้รับผลกระทบจากการแพร่ของน้ำเค็มอยู่บ้าง ซึ่งมีพื้นที่น้อยกว่ากรณีอัตราการสูบน้ำคงที่

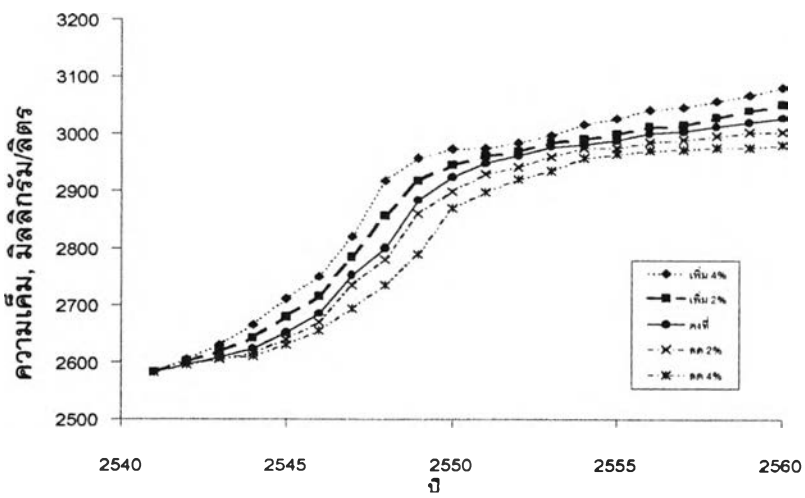
ในกรณีอัตราการสูบน้ำลดลง 4% มีพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ของน้ำเค็มประมาณ 1,844 ตารางกิโลเมตร ในปี 2541 เพิ่มเป็น 1,968 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2560 ซึ่งเพิ่มขึ้น 7% และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นปีละ 0.34% เป็นกรณีที่ได้รับผลกระทบน้อยที่สุด

จากรูปที่ 6-33 การจำลองสภาพความเค็มของบ่อสังเกตการณ์ NB14 ช่วงปี 2541 ถึง 2560 บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี เมื่อสูบน้ำด้วยอัตราการสูบในปัจจุบันหรือคงที่บริเวณนี้ พบว่า ความเค็มมีการเปลี่ยนแปลงจาก 2582 มิลลิกรัม/ลิตร ในปี พ.ศ. 2541 เป็น 2967 มิลลิกรัม/ลิตร ในปี พ.ศ. 2560 มีความเค็มเพิ่มขึ้น 15% อาจมาจากการรั่วหรือการละลายของเกลือในชั้นดินเหนียวซึ่งอยู่ในชั้นน้ำนครหลวงได้ และบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ของน้ำเค็มที่รุนแรงอยู่ที่บริเวณเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร พบว่า ในกรณีที่อัตราการสูบน้ำคงที่ มีความเค็มเปลี่ยนแปลงจาก 403 มิลลิกรัม/ลิตร ในปี 2541 เป็น 1551 มิลลิกรัม/ลิตร ในปี 2560 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นปีละ 8% ซึ่งเป็นอัตราการแพร่ที่สูงมาก แม้ว่าจะสูบด้วยอัตราคงที่ก็ตาม แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ดังกล่าวได้รับผลกระทบโดยตรงจากการแพร่ของน้ำเค็มภายในชั้นน้ำนนทบุรีเอง และการรั่วซึมของน้ำเค็มจากชั้นน้ำนครหลวงและการละลายของเกลือในชั้นดินเหนียวที่กั้นระหว่างชั้นน้ำ

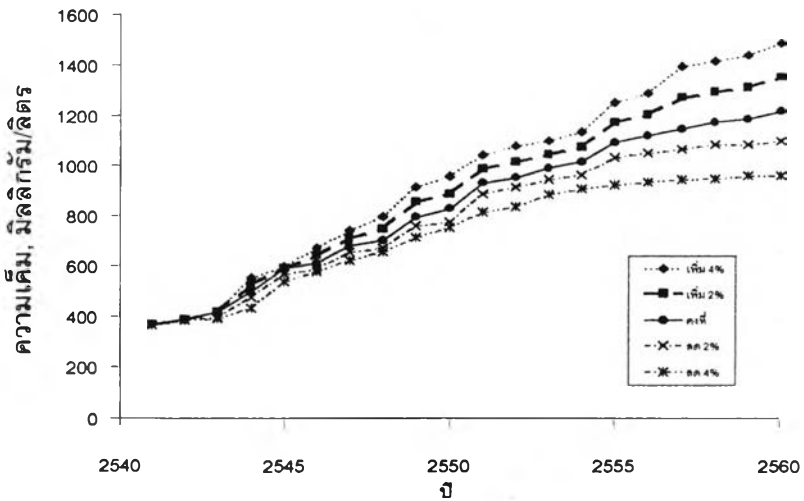
จากการจำลองสภาพทั้ง 5 กรณี (รูปที่ 6-34) พบว่า บริเวณที่ได้ผลกระทบจากการแพร่ของน้ำเค็มส่วนใหญ่จะอยู่ที่บริเวณทางทิศใต้ต่อเนื่องไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากพื้นที่บริเวณทางตอนกลางมีอัตราการสูบน้ำที่มากขึ้น และสำหรับตำแหน่งที่มีค่าความเข้มข้นของคลอไรด์มากสูงอยู่ที่บริเวณ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ มีความเค็มมากกว่า 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการแพร่ของน้ำทะเล และอำเภอเมือง จ.ปทุมธานี มีการรั่วซึมจากชั้นน้ำนครหลวง มีความเค็มมากกว่า 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร และมีพื้นที่แคบลงเนื่องจากมีการแพร่ออกไปยังพื้นที่ด้านข้างมากขึ้นและจากการรั่วซึมระหว่างชั้นน้ำ



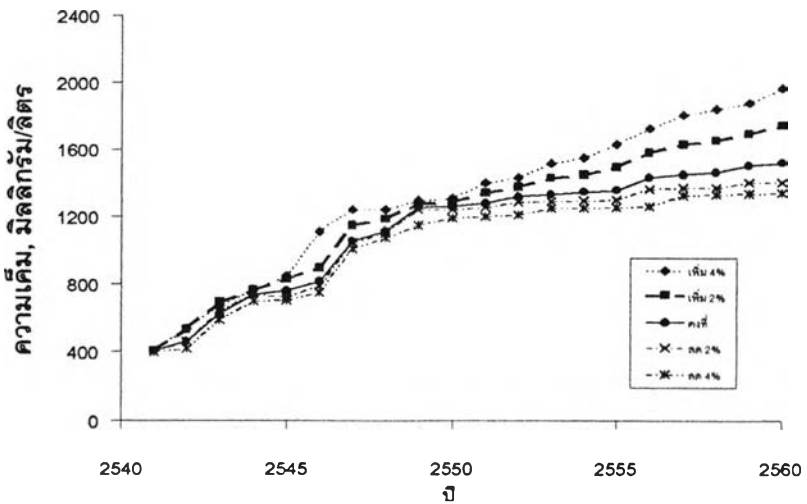
NB04 ต.โสนลอย อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี



NB14 ต.บางปรอก อ.บมืองปทุมธานี จ.ปทุมธานี

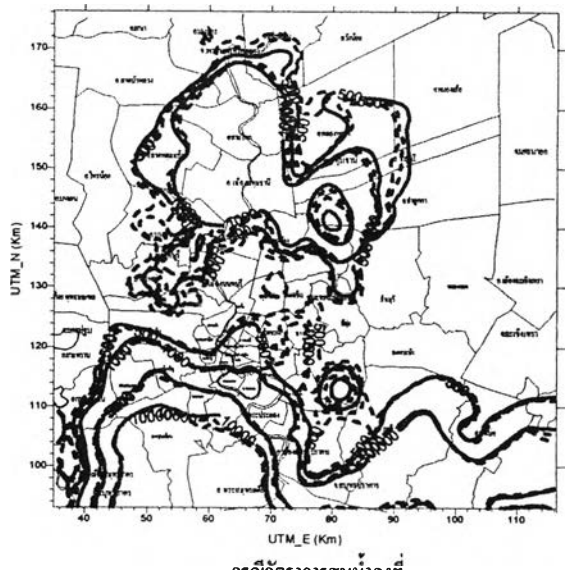


NB23 แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร

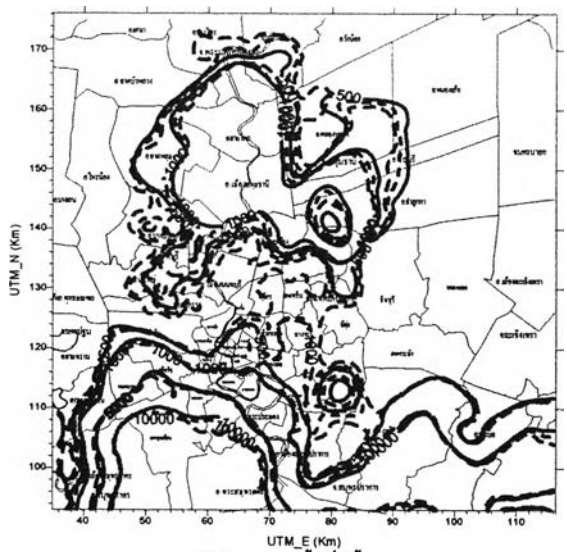


NB38 แขวงสายไหม เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

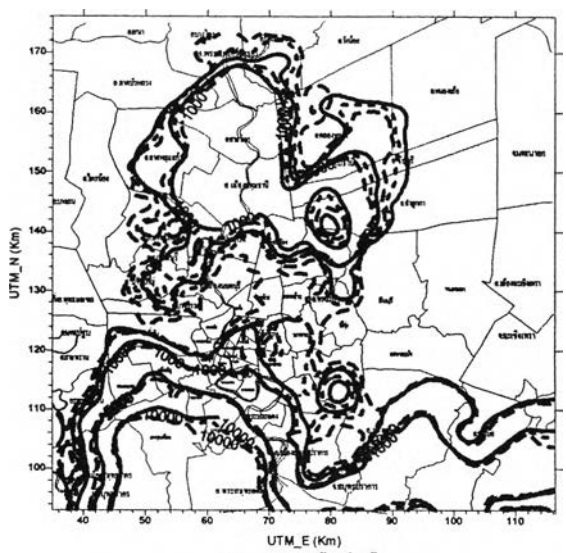
รูปที่ 6-33 ตัวอย่างการคาดการณ์ความเค็มของชั้นน้ำนนทบุรีที่บ่อสังเกตการณ์ต่างๆ ช่วงปี พ.ศ. 2541-2560



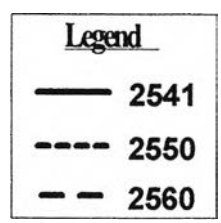
กรณีอัตราการสูบน้ำคงที่



กรณีอัตราการสูบน้ำเพิ่มขึ้น 2%

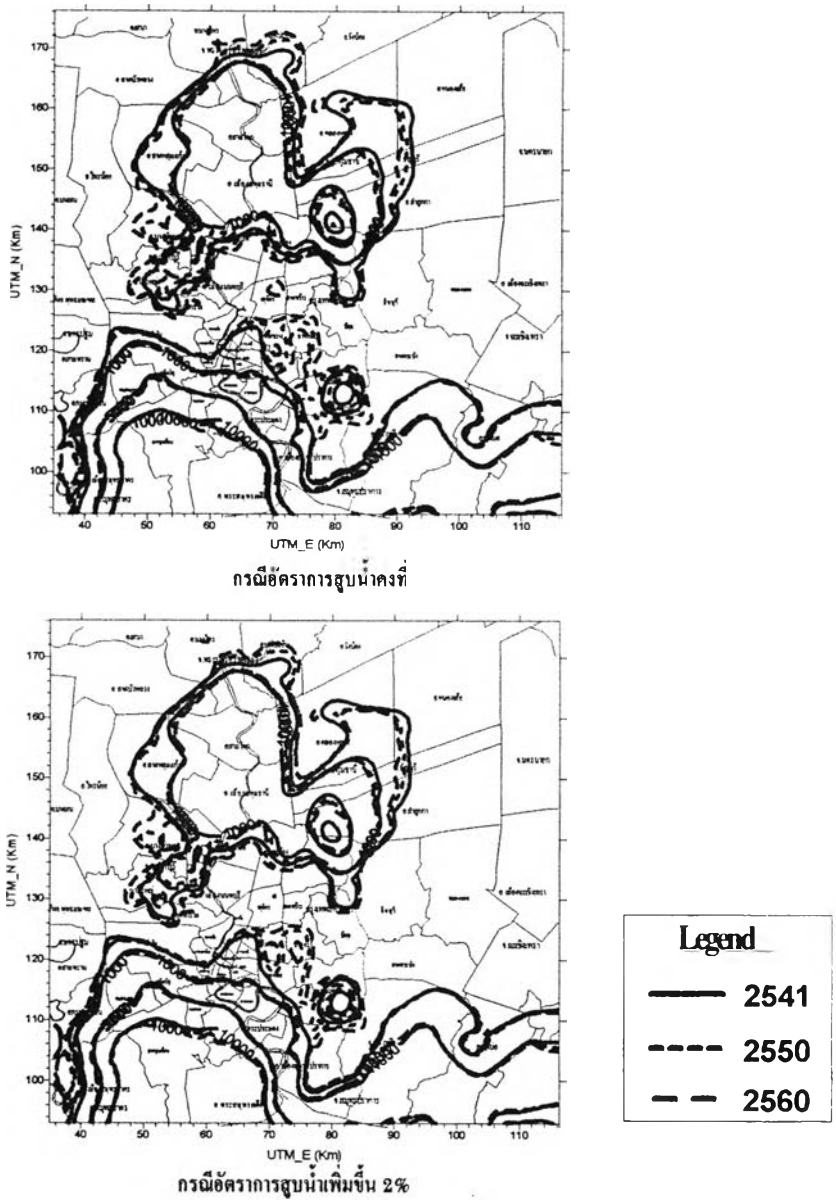


กรณีอัตราการสูบน้ำเพิ่มขึ้น 4%



รูปที่ 6-34 เปรียบเทียบเส้นชั้นความสูงของความเค็ม ชั้นน้ำนนทบุรี ในกรณีอัตราการสูบน้ำต่างๆ ในปี 2541, 2550 และ 2560

หน่วย : มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 6-34 (ต่อ) เปรียบเทียบเส้นชั้นความสูงของความเค็ม ชั้นน้ำนนทบุรี ในกรณีอัตราการสูบน้ำต่าง ๆ ในปี 2541, 2550 และ 2560

ตารางที่ 6-11 พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ของน้ำเค็มของชั้นน้ำนนทบุรี ภายไนเส้นชันความสูง 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ไนช่วงปี พ.ศ. 2541-2560

หน่วย : ตารางกิโลเมตร

ปี	กรณีที่ 1		กรณีที่ 2		กรณีที่ 3		กรณีที่ 4		กรณีที่ 5	
	พื้นที่	%เพิ่ม/ลด	พื้นที่	%เพิ่ม/ลด	พื้นที่	%เพิ่ม/ลด	พื้นที่	%เพิ่ม/ลด	พื้นที่	%เพิ่ม/ลด
2541	1,844		1,844		1,844		1,844		1,844	
2542	1,848	0.22	1,848	0.22	1,848	0.22	1,848	0.22	1,848	0.22
2543	1,844	-0.22	1,840	-0.43	1,840	-0.43	1,848	0.00	1,848	0.00
2544	1,848	0.22	1,856	0.87	1,852	0.65	1,840	-0.43	1,840	-0.43
2545	1,872	1.30	1,872	0.86	1,880	1.51	1,856	0.87	1,860	1.09
2546	1,880	0.43	1,880	0.43	1,876	-0.21	1,880	1.29	1,876	0.86
2547	1,876	-0.21	1,880	0.00	1,892	0.85	1,876	-0.21	1,884	0.43
2548	1,892	0.85	1,896	0.85	1,904	0.63	1,884	0.43	1,880	-0.21
2549	1,900	0.42	1,908	0.63	1,908	0.21	1,896	0.64	1,884	0.21
2550	1,908	0.42	1,916	0.42	1,920	0.63	1,896	0.00	1,896	0.64
2551	1,916	0.42	1,920	0.21	1,944	1.25	1,908	0.63	1,896	0.00
2552	1,916	0.00	1,948	1.46	1,972	1.44	1,916	0.42	1,904	0.42
2553	1,940	1.25	1,960	0.62	1,980	0.41	1,916	0.00	1,908	0.21
2554	1,956	0.82	1,964	0.20	1,996	0.81	1,920	0.21	1,920	0.63
2555	1,968	0.61	1,984	1.02	2,020	1.20	1,940	1.04	1,916	-0.21
2556	1,972	0.20	2,000	0.81	2,048	1.39	1,960	1.03	1,916	0.00
2557	1,992	1.01	2,024	1.20	2,092	2.15	1,968	0.41	1,932	0.84
2558	2,000	0.40	2,044	0.99	2,108	0.76	1,968	0.00	1,952	1.04
2559	2,012	0.60	2,076	1.57	2,148	1.90	1,984	0.81	1,956	0.20
2560	2,032	0.99	2,112	1.73	2,160	0.56	1,992	0.40	1,968	0.61
%เพิ่ม/ลดเฉลี่ย		0.51		0.72		0.84		0.41		0.34

ตารางที่ 6-12 สมดุลของมวลเกลือรวมทุกชั้นน้ำ เฉลี่ย ช่วงปี พ.ศ. 2541-2560

หน่วย : ล้านตัน

แหล่งของเกลือ	กรณีที่ 1				กรณีที่ 2				กรณีที่ 3			
	ไหลเข้า	%ไหลเข้า	ไหลออก	%ไหลออก	ไหลเข้า	%ไหลเข้า	ไหลออก	%ไหลออก	ไหลเข้า	%ไหลเข้า	ไหลออก	%ไหลออก
ชั้นดินเหนียวและทะเล/ด้านข้าง	756	88	-688	82	636	90	-578	82	908	89	-827	83
การสูบน้ำ	0	0	-17	2	0	0	-13	2	0	0	-21	2
การรั่วเข้า/ออกของชั้นน้ำด้านบน	103	12	-30	4	57	8	-27	4	87	9	-41	4
การรั่วเข้า/ออกของชั้นน้ำด้านล่าง	2	0	-100	12	17	2	-85	12	26	3	-112	11
รวม	861	100	-835	100	710	100	-703	100	1,021	100	-1,001	100
รวมสุทธิ	26				7				20			

Sources/Sinks	กรณีที่ 4				กรณีที่ 5				เฉลี่ย			
	ไหลเข้า	%ไหลเข้า	ไหลออก	%ไหลออก	ไหลเข้า	%ไหลเข้า	ไหลออก	%ไหลออก	ไหลเข้า	%ไหลเข้า	ไหลออก	%ไหลออก
ชั้นดินเหนียวและทะเล/ด้านข้าง	541	89	-492	82	1,102	89	-1,004	82	789	89	-718	82
การสูบน้ำ	0	0	-11	2	0	0	-28	2	0	0	-18	2
การรั่วเข้า/ออกของชั้นน้ำด้านบน	55	9	-21	4	99	8	-48	4	80	9	-33	4
การรั่วเข้า/ออกของชั้นน้ำด้านล่าง	15	2	-76	13	31	3	-145	12	18	2	-103	12
รวม	611	100	-599	100	1,232	100	-1,224	100	887	100	-873	100
รวมสุทธิ	11				8				14			

6.6.2.2 **สมดุลของมวลเกลือ**

สมดุลของมวลเกลือในกรณีต่างๆ พบว่า มวลเกลือที่ไหลเข้าชั้นน้ำ ส่วนใหญ่มาจากชั้นดินเหนียวและทะเล/ชั้นน้ำด้านข้าง 89% ของมวลเกลือที่ไหลเข้า และมีการรั่วของเข้าจากชั้นน้ำด้านบน 9% และชั้นน้ำด้านล่าง 2% มีมวลเกลือที่ไหลออกจากชั้นน้ำ 82% ของมวลเกลือที่ไหลออก การั่วจะชั้นน้ำด้านบน 4% และชั้นน้ำด้านล่าง 12% และจากการสูบน้ำบาดาลเพียง 2% จากตารางที่ 12 พบว่า มวลเกลือที่ไหลเข้าไปยังพื้นที่ศึกษามีปริมาณมากกว่าไหลออกส่งผลทำให้มวลเกลือมีการตกค้างในชั้นน้ำ และแหล่งของน้ำเค็มส่วนใหญ่จากชั้นดินเหนียวที่กั้นระหว่างชั้นน้ำ

การไหลเข้ามวลเกลือในชั้นน้ำนนทบุรี ส่วนใหญ่มาจากชั้นดินเหนียว 92% และการรั่วจากชั้นน้ำนครหลวง 18% ของมวลเกลือที่ไหลเข้า สำหรับการไหลออกไปยังชั้นดินเหนียว/ชั้นน้ำด้านข้าง 91% ของมวลที่ไหลออก จากการสูบน้ำ 5% และจากการรั่วซึมออกชั้นน้ำสามโคก 4% จากเปอร์เซ็นต์การไหลเข้าและออกจากชั้นน้ำนนทบุรี แสดงให้เห็นว่าการสูบน้ำในชั้นน้ำนนทบุรีเพิ่มขึ้นนี้ ส่งผลทำให้เกิดการรั่วซึมของน้ำเค็มจากชั้นน้ำนครหลวงได้ และระดับน้ำที่ลดลงนี้ส่งผลทำให้เกิดการไหลของน้ำเค็มจากแหล่งน้ำเค็มในชั้นน้ำนนทบุรีแพร่ไปยังบริเวณที่เป็นลิ่มของน้ำเค็มได้

6.7 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูบน้ำกับความเค็ม

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ของน้ำเค็มมากกว่า 1,000 มิลลิกรัม กับอัตราการสูบน้ำ ในช่วงปี พ.ศ. 2541-2560 (รูปที่ 6-35 ถึง 6-38) พบว่า พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราการสูบน้ำ โดยจะเห็นได้ว่า เมื่อมีการสูบน้ำบาดาลสูงขึ้น จะทำให้พื้นที่กว้างขึ้น ซึ่งแสดงถึงการเคลื่อนที่ของน้ำเค็มเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราการสูบน้ำด้วย เช่น ในกรณีอัตราการสูบน้ำคงที่ มีพื้นที่ประมาณ 1,844 ตารางกิโลเมตร ในปี 2541 เพิ่มเป็น 2,160 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2560 ซึ่งเพิ่มขึ้น 10% ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นปีละ 0.51% แม้ว่ามีอัตราการแพร่น้ำเค็มที่น้อยก็ตาม แต่จะส่งผลในการแพร่ของบริเวณลิ่มของน้ำเค็ม โดยที่พื้นที่ส่วนใหญ่ที่ได้รับผลจากการแพร่ คือบริเวณอำเภอคลองหลวง ธัญบุรี และลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี และบริเวณตอนล่างของพื้นที่กรุงเทพมหานคร ได้แก่ บริเวณเขตลาดพร้าว และเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

เมื่อพิจารณาถึงอัตราการสูบน้ำจากการสำรวจของโครงการศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่ออุตสาหกรรม ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จากอัตราการสูบน้ำทั้งหมด 3,731,203 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (ที่ขออนุญาตกับกรมทรัพยากรธรณี) ในปี พ.ศ. 2542 พบว่า

กรุงเทพมหานครมีอัตราการสูบน้ำ 924,414 ลูกบาศก์เมตร/วัน คิดเป็น 84% อัตราการสูบน้ำปริมาณน้ำที่ขออนุญาตทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับระดับน้ำบาดาลในแบบจำลองการไหล โดยที่ระดับน้ำบาดาลชั้นน้ำนนทบุรี เฉลี่ย -37.54 เมตร รทก. พื้นที่ได้รับผลกระทบจากการลดลงของระดับน้ำได้แก่ บริเวณเขตลาดกระบัง มีนบุรี บึงกุ่ม และหนองจอก มีอัตราการลดลงปีละ 1.06 เมตร ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบังและบางชัน จึงทำให้ระดับน้ำมีการลดลงอย่างรวดเร็ว และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็ม ครอบคลุมพื้นที่บริเวณตอนล่างของจังหวัด เช่น เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

สมุทรปราการมีอัตราการสูบน้ำ 674,244 ลูกบาศก์เมตร/วัน คิดเป็น 61% โดยที่ระดับน้ำบาดาลเฉลี่ย –34.85 เมตร รทก. พื้นที่ได้รับผลกระทบจากการลดลงของระดับน้ำได้แก่ บริเวณอำเภอบางพลี พระประแดงและเมืองสมุทรปราการ มีอัตราการลดลงปีละ 1.20 เมตรและพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็ม อยู่ที่บริเวณอำเภอพระสมุทรเจดีย์ เมืองสมุทรปราการ บางพลี และบางบ่อ ตามลำดับ

ปทุมธานีมีอัตราการสูบน้ำ 788,136 ลูกบาศก์เมตร/วัน คิดเป็น 77% การสูบน้ำที่เพิ่มขึ้นของจังหวัดปทุมธานีส่วนใหญ่มาจากการประปาภูมิภาค และภาคอุตสาหกรรม มีอัตราการสูบเพิ่มขึ้นปีละ 36% ซึ่งเป็นอัตราที่สูงมากเมื่อเทียบกับหน่วยงานอื่นๆ โดยมีระดับน้ำเฉลี่ย -27.51 เมตร รทก. และการสูบน้ำในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการลดลงของระดับน้ำได้แก่ บริเวณอำเภอธัญบุรี คลองหลวง และลำลูกกา มีแนวโน้มลดลงในอัตราปีละ 0.83 เมตรและพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็ม ได้แก่ อำเภอเมืองปทุมธานี สามโคก บางส่วนของอำเภอธัญบุรี คลองหลวง และลำลูกกา

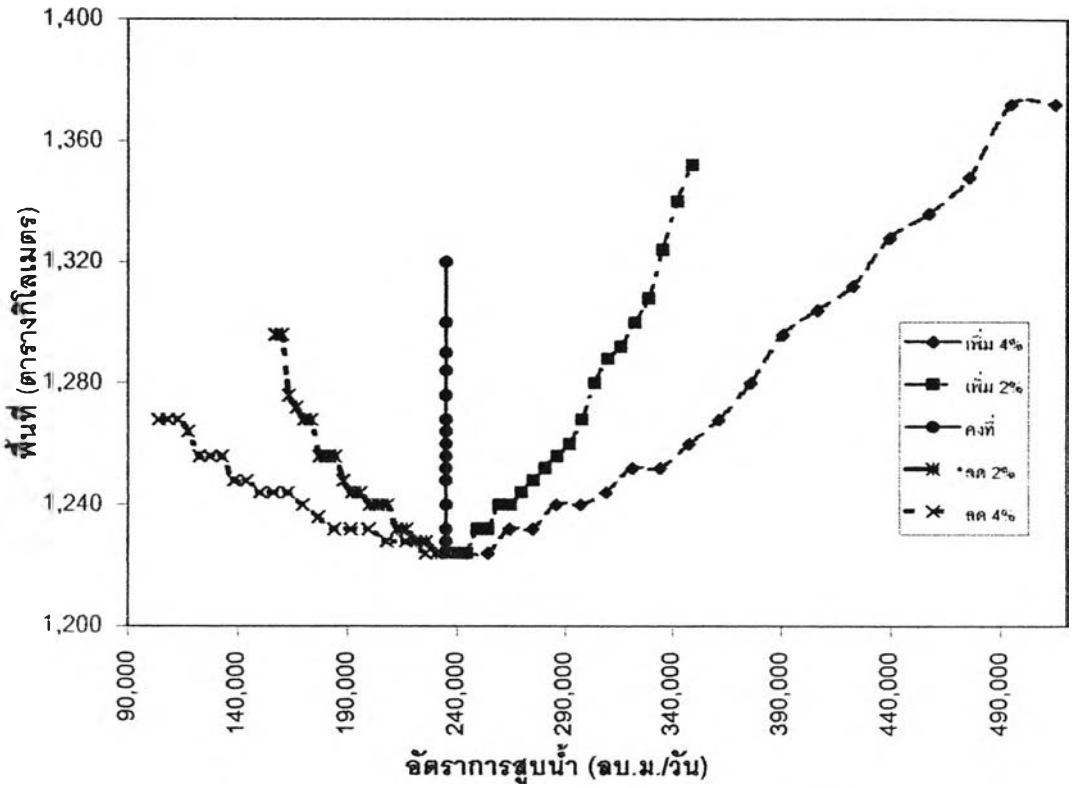
นนทบุรีมีอัตราการสูบน้ำ 121,920 ลูกบาศก์เมตร/วัน คิดเป็น 60% โดยมีระดับน้ำเฉลี่ย –25.24 เมตร รทก. พบว่าระดับน้ำในจังหวัดนี้ยังไม่ได้รับผลกระทบจากจากการลดลงของระดับน้ำมากนัก สำหรับบริเวณที่มีระดับน้ำต่ำสุดจะอยู่ที่บริเวณอำเภอไทรน้อย และบางบัวทอง มีแนวโน้มลดลงในอัตราปีละ 0.35 เมตรและพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็ม ได้แก่ บางส่วนของอำเภอบางบัวทองและบางใหม่

สมุทรสาครมีอัตราการสูบน้ำ 367,655 ลูกบาศก์เมตร/วัน คิดเป็น 63% โดยมีระดับน้ำเฉลี่ย –38.46 เมตร รทก. พื้นที่ได้รับผลกระทบจากการลดลงของระดับน้ำได้แก่ บริเวณอำเภอเมืองสมุทรสาคร และกระทุ่มแบน มีแนวโน้มลดลงในอัตราปีละ 0.84 เมตรและพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็ม ครอบคลุมพื้นที่บริเวณอำเภอเมืองสมุทรสาคร และกระทุ่มแบน

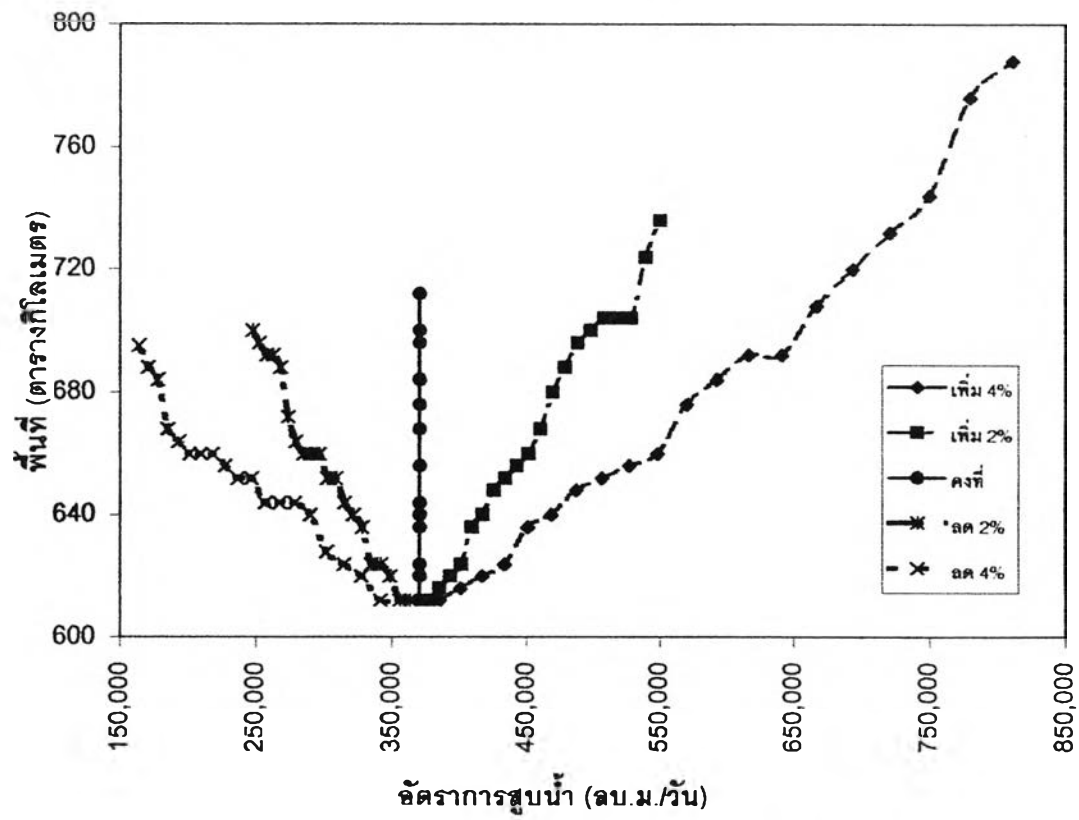
พระนครศรีอยุธยามีอัตราการสูบน้ำ 484,154 ลูกบาศก์เมตร/วัน คิดเป็น 79% โดยมีระดับน้ำเฉลี่ย –18.27 เมตร รทก. พื้นที่ได้รับผลกระทบจากการลดลงของระดับน้ำได้แก่ บริเวณอำเภอบางไทร มีแนวโน้มอัตราการลดลงปีละ 0.51 เมตร และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็ม ได้แก่ บางส่วนของอำเภอบางปะอิน

นครปฐมมีอัตราการสูบน้ำ 370,680 ลูกบาศก์เมตร/วัน คิดเป็น 87% โดยมีระดับน้ำเฉลี่ย –38.14 เมตร รทก. มีแนวโน้มลดลงในอัตราปีละ เมตร พื้นที่ได้รับผลกระทบจากการลดลงของระดับน้ำได้แก่ บริเวณอำเภอสามพราน มีแนวโน้มอัตราการลดลงปีละ 0.76 เมตร และไม่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็ม

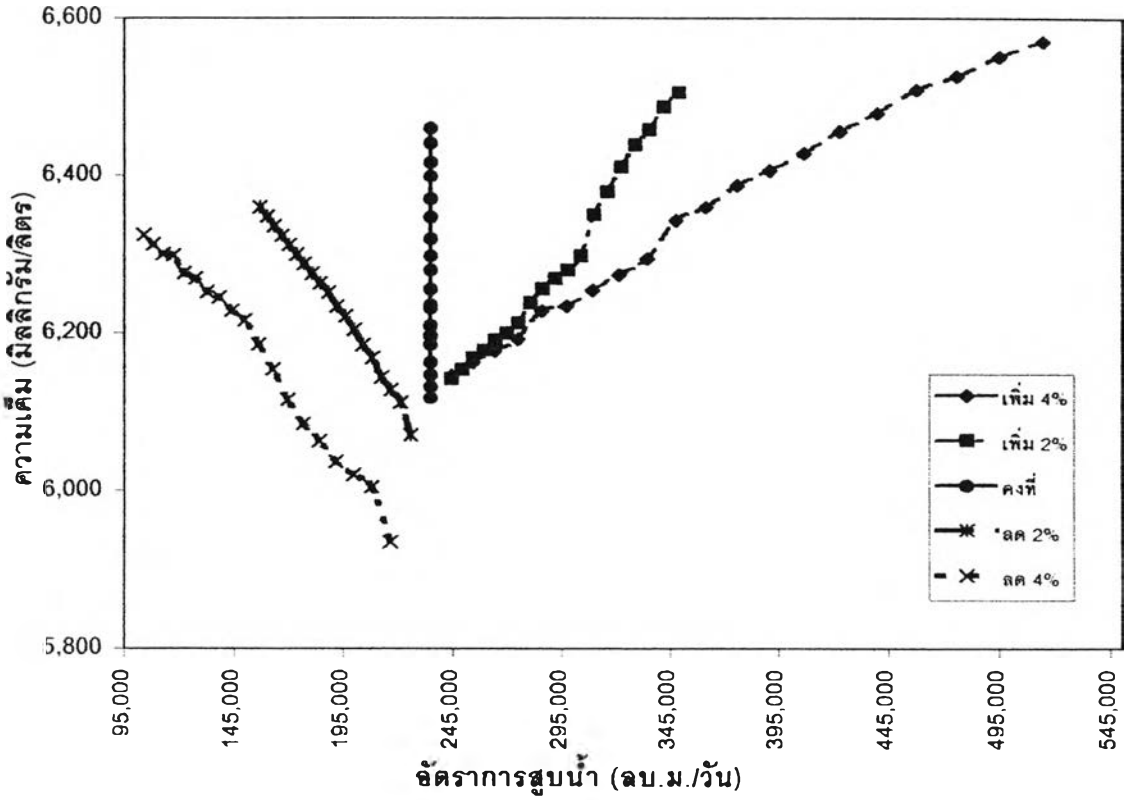
จากการจำลองสภาพการไหลและการรุกล้ำของน้ำเค็ม สรุปได้ว่า บริเวณที่ได้รับผลกระทบเนื่องจากการรุกล้ำของน้ำเค็ม 2 บริเวณ ด้วยกัน คือ บริเวณตอนบนและบริเวณฝั่งตะวันตกและใต้ ของพื้นที่ศึกษา บริเวณตอนบนของพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 6-35 และ 6-36) ได้แก่ จังหวัดปทุมธานี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดนนทบุรี และบางส่วนของกรุงเทพมหานครตอนบนซึ่งบริเวณดังกล่าว มีอัตราสูบน้ำในชั้นน้ำนนทบุรี 370,362 ลูกบาศก์เมตร/วัน โดยที่จังหวัดปทุมธานีมีอัตราการสูบน้ำมากที่สุดถึง 39% ของพื้นที่ตอนบน รองลงมาคือ กรุงเทพมหานคร 35% นนทบุรี 18% และพระนครศรีอยุธยา 9% พื้นที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็มในกรณีที่มีการสูบน้ำเพิ่มขึ้น 4% ซึ่งเป็นกรณีที่ได้รับผลกระทบรุนแรงที่สุด ปี พ.ศ. 2541 มีเพียง 612 ตารางกิโลเมตร เพิ่มเป็น 788 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจากเดิม 22% โดยที่มีความเค็มเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2541 เพียง 2,500



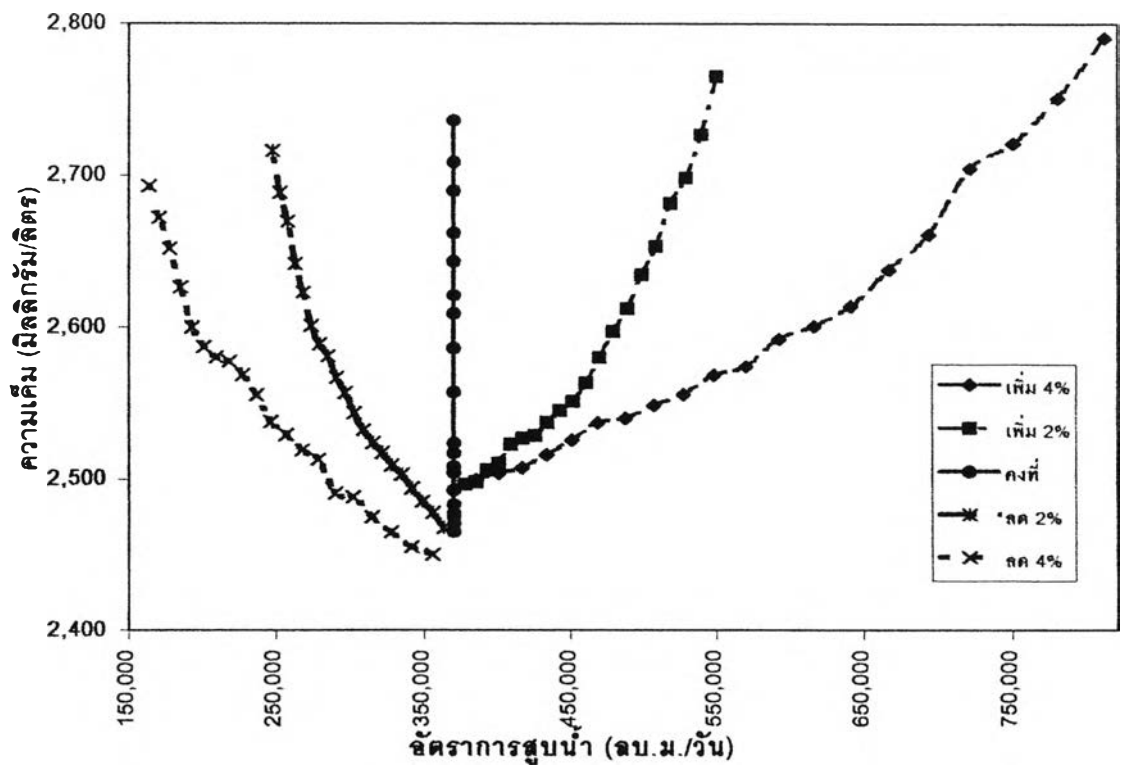
รูปที่ 6-35 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็มกับอัตราการสูบในกรณีต่าง ๆ ของพื้นที่ตอนบน ชั้นน้ำนนทบุรี



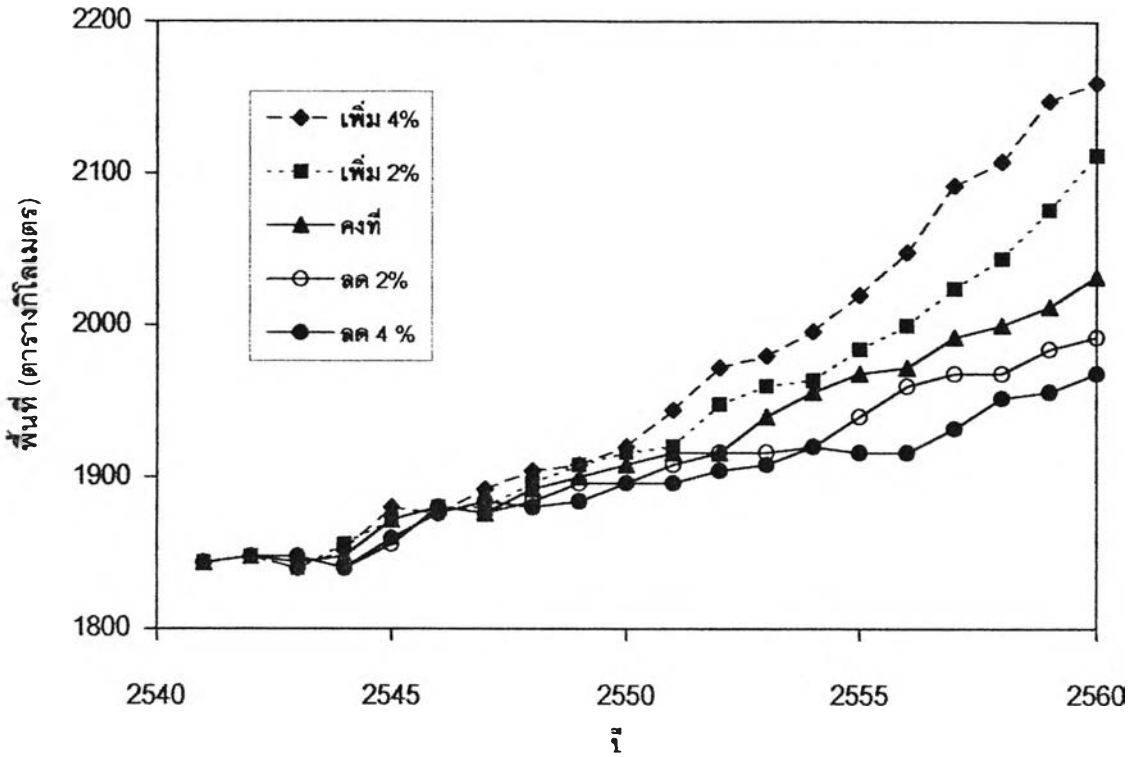
รูปที่ 6-36 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็มกับอัตราการสูบในกรณีต่าง ๆ ของพื้นที่ตอนล่าง ชั้นน้ำนนทบุรี



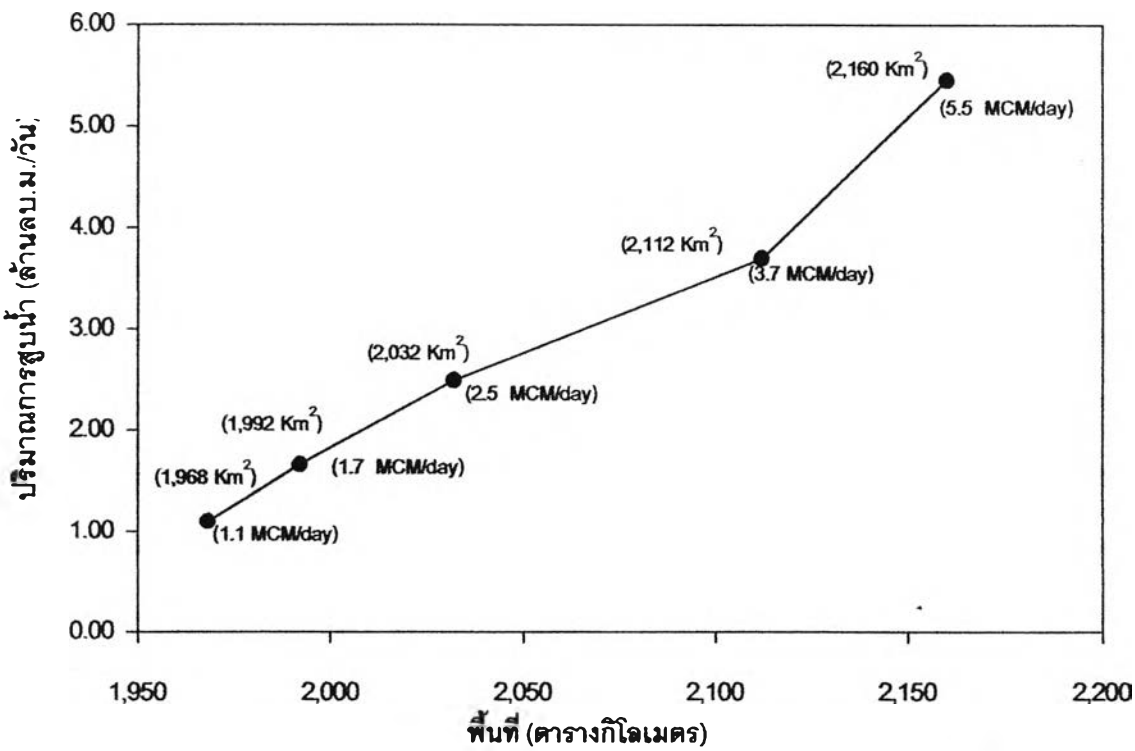
รูปที่ 6-37 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มกับอัตราการสูบในกรณีต่าง ๆ ของพื้นที่ตอนบน ชั้นน้ำนนทบุรี



รูปที่ 6-38 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มกับอัตราการสูบในกรณีต่าง ๆ ของพื้นที่ตอนล่าง ชั้นน้ำนนทบุรี



รูปที่ 6-39 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็มกับระยะเวลา



รูปที่ 6-40 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูบน้ำในกรณีต่าง ๆ พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็มในปี พ.ศ.2560

มิลลิกรัม/ลิตร เพิ่มขึ้นเป็น 2,791 มิลลิกรัม/ลิตร เพิ่มขึ้นจากเดิม 12% ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมนวนคร บางกระดี ประกอบกับนิคมอุตสาหกรรมดังกล่าวน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดินยังให้บริการไม่ทั่วถึง และการกระจายตัวของบ้านจัดสรรเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ทำให้มีแนวโน้มที่การสูบน้ำเพิ่มสูงขึ้น ในอัตราปีละ 7% ถ้าบริเวณดังกล่าวยังคงสูบน้ำด้วยอัตราการสูบน้ำเท่ากับปัจจุบัน ส่งผลทำให้พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบทั้ง 3 ชั้นน้ำ เพิ่มมากขึ้นในอัตราปีละ 20 - 25 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมีการรุกล้ำของน้ำเค็มปีละ 200 - 400 เมตร

สำหรับบริเวณด้านตะวันตกและตอนล่างของพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 6-37 และ 6-38) ได้แก่ จังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร และบางส่วนของกรุงเทพมหานครและนครปฐม กล่าว มีอัตราสูบน้ำในชั้นน้ำนนทบุรี 234,778 ลูกบาศก์เมตร/วัน โดยที่กรุงเทพมหานครมีการสูบน้ำมากที่สุด 46% ของพื้นที่ตอนล่าง รองลงมา คือจังหวัดสมุทรสาคร 19% สมุทรปราการ 19% และบางส่วนของนครปฐม 6% พื้นที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็มในกรณีที่มีการสูบน้ำเพิ่มขึ้น 4% ซึ่งเป็นกรณีที่ได้รับผลกระทบรุนแรงที่สุด ปี พ.ศ. 2541 มีเพียง 1,224 ตารางกิโลเมตร เพิ่มเป็น 1,372 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจากเดิม 12% โดยที่มีความเค็มเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2541 เพียง 6,146 มิลลิกรัม/ลิตร เพิ่มขึ้นเป็น 6,570 มิลลิกรัม/ลิตร เพิ่มขึ้นจากเดิม 12% ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมสมุทรสาคร และบางพลี ชั้นน้ำนนทบุรีมีแนวโน้มที่ได้รับผลกระทบปีละ 35 ตารางกิโลเมตรมีการรุกล้ำของน้ำเค็มปีละ 100-250 เมตร

จากการจำลองสภาพการแพร่ของน้ำเค็มในอนาคตทั้ง 2 บริเวณดังกล่าว พบว่า พื้นที่ตอนบน ได้รับผลกระทบจากการแพร่ของน้ำเค็มที่รุนแรงกว่าพื้นที่ตอนล่าง แม้ว่าความเค็มเฉลี่ยของน้ำที่เพิ่มน้อยกว่าพื้นที่ตอนล่างก็ตาม ชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ตอนบนซึ่งมีอัตราการสูบน้ำสูงกว่าได้รับผลกระทบจากการรั่วของน้ำเค็มในชั้นดินเหนียวและชั้นน้ำนครหลวง สำหรับการแพร่ของน้ำเค็มของพื้นที่ทางด้านล่างที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลมีความเค็มเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเดิมเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากการกระจายตัวของบ่อบาดาลที่บริเวณดังกล่าวมีไม่มากนัก ซึ่งแต่เดิมได้มีน้ำเค็มอยู่ก่อนแล้ว (จากรูปที่ 6-24) ทำให้บริเวณดังกล่าวได้รับผลกระทบไม่มากนัก ซึ่งมีผลกระทบการแพร่ของน้ำเค็มมาจากอีกสาเหตุหนึ่งที่คาดว่าเป็นแหล่งของน้ำเค็ม คือ บริเวณที่มีการอุดบ่อบาดาลที่เลิกไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ หรือไม่มีการอุดบ่อที่เลิกใช้ ทำให้บ่อบาดาลที่มี

สภาพน้ำเค็มอยู่ภายในบ่อบาดาลรั่วไปยังบริเวณใกล้เคียงได้ ทำให้บ่อบาดาลบริเวณข้างเคียงได้รับผลกระทบจะการแพร่ของน้ำเค็มได้ ซึ่งมีระยะการแพร่ของน้ำเค็ม 200-300 เมตร

6.8 แนวทางป้องกันและแก้ไข

จากการจำลองสภาพการไหลของน้ำบาดาลและการรุกล้ำของน้ำเค็ม เห็นได้ว่า ถ้าลดอัตราการสูบน้ำลง 4% ส่งผลทำให้ระดับมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น กล่าวคือพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการลดลงของระดับน้ำลดลง และพื้นที่ได้รับการแพร่ของน้ำเค็มเพิ่มจากเดิมเพียง 17% กรณีนี้จึงเป็นกรณีที่น่าจะใช้ในการควบคุมได้ดีที่สุด แต่เนื่องการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง คาดว่า กรณีดังกล่าวในทางปฏิบัติไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริง สำหรับกรณีที่คาดว่า สามารถใช้ในทางปฏิบัติได้ดีเป็นกรณีที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในปัจจุบันมากกว่า สำหรับแนวทางในการป้องกันการรุกล้ำของน้ำเค็มสามารถป้องกันและแก้ไขได้โดย

1. ควรมีการลดอัตราการสูบน้ำโดยรวมในอัตราการลดลง 2-4% ต่อปี โดยเฉพาะในบางบริเวณ ได้แก่ บริเวณทางด้านตอนบนของพื้นที่ ได้แก่บริเวณอำเมือง และลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี และนิคมอุตสาหกรรมทางด้านตะวันออกของพื้นที่กรุงเทพมหานคร ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมบางชัน ลาดกระบัง บางพลี และบางปู ซึ่งบริเวณดังกล่าว แม้ว่าในปัจจุบันยังได้รับผลกระทบไม่มากนัก แต่เมื่อพิจารณาถึงการรุกล้ำของน้ำเค็มในอนาคตแล้ว เห็นได้ว่า บริเวณดังกล่าวตั้งอยู่ที่ลิ่มของน้ำเค็ม จึงทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีความเสี่ยงเป็นอย่างยิ่ง

2. ควรมีการลดอัตราการสูบน้ำบาดาลของกระปาภูมิภาคและการประปานครหลวง ในระยะยาว ทั้งนี้เนื่องจากหน่วยงานทั้ง 2 ยังคงมีอัตราการสูบน้ำเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (ในช่วงปี 2526-2540)แม้ว่าจะมีมาตรควบคุมแล้วก็ตาม เห็นได้จากการสูบน้ำของประปาภูมิภาค จังหวัดปทุมธานี ที่มีอัตราการสูบน้ำ เพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ยปีละ 35% ซึ่งเป็นตัวเลขที่สูงมาก

3. ควรมีการกระจายการสูบน้ำออกจากพื้นที่วิกฤตน้ำบาดาล เช่น บริเวณรอบนอกของกรุงเทพมหานคร เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อป้องกันการลดลงของระดับน้ำภายในพื้นที่ศึกษา

4. ควรมีการปรับมาตรการการใช้น้ำระยะยาวสำหรับภาคอุตสาหกรรม เช่น นิคมอุตสาหกรรมที่การประปาสามารถให้บริการถึง ควรมีการจัดหาน้ำผิวดินทดแทนแหล่งน้ำบาดาล เช่น นิคมอุตสาหกรรมบางกระดี่ ได้มีการลดปริมาณการสูบน้ำลดลงอย่างต่อเนื่อง

5. การบ่อบาดาลเปลี่ยนสภาพจากน้ำจืดเป็นน้ำเค็ม ซึ่งไม่สามารถใช้งานได้แล้ว ควรมีการอุดบ่อบาดาลให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ มิฉะนั้นแล้ว บ่อบาดาลนั้นอาจเป็นแหล่งน้ำเค็มอีกแหล่งหนึ่งได้