งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการปนเปื้อนของ light non-aqueous phase liquid (LNAPL) ในชั้นดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (unsaturated zone) ที่มีความไม่สม่ำเสมอ (heterogeneous) ทางโครงสร้าง LNAPL ที่ทำการศึกษาในที่นี้คือ BTEX (เบนซิน โทลูอีน ไซลีนและเอทิลเบนซิน) ซึ่งเป็นสารประกอบของน้ำมันเบนซิน 91 ที่เลือกทดลองในงานวิจัยนี้ โดยการทดลองเป็นการจำลองการรั่วของถังเก็บน้ำมันใต้ดินในตู้จำลองแบบ 2 มิติ ทำจากอะคริลิกขนาด 14.5 x 24.5 x 3 นิ้ว ภายในบรรจุทรายขาวขนาด 1.18-2.36 mm. และมีดินเหนียวรองก้นและถ่ายรูปการปนเปื้อนด้วยกล้องดิจิทัลความคมชัดสูง โดยนำโปรแกรม Matlab v.7 มาประยุกต์ใช้คำนวณและวิเคราะห์ผลจากภาพดิจิทัล ซึ่งผลที่ได้จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจถึงกลไกที่มีผลต่อการปนเปื้อนของ LNAPL

การศึกษาส่วนที่หนึ่งคือ การศึกษากลไกการเคลื่อนที่ของ LANPL เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ พบว่า เมื่อเกิดการรั่ว LNAPL จะรวมตัวมีรูปร่างคล้ายแอ่งหรือเรียกว่า plume ซึ่งการเคลื่อนที่ของ plume นี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ กล่าวคือ เมื่อทำการลดระดับน้ำ plume จะเคลื่อนที่ลงด้วยแรงโน้มถ่วงและแรงหนืดหรือแรง buoyancy แต่เมื่อ LNAPL เคลื่อนที่มาถึงช่วง capillary fringe (เป็นช่วงที่มีน้ำใต้ดินแทรกขึ้นมาตามช่องว่างระหว่างเม็ดทรายด้วยแรง capillary ของน้ำ) พบว่า plume ลอยอยู่เหนือระดับน้ำ เนื่องจากการเคลื่อนที่ของ plume ถูกต้านจากแรง capillary ทำให้น้ำมันมีพื้นที่สัมผัสกับน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า LNAPL สามารถเคลื่อนที่เข้าสู่ชั้นดินเหนียวได้ด้วย และเมื่อทำการเพิ่มระดับน้ำ พบว่า LNAPL จะเคลื่อนที่ขึ้นตามระดับน้ำ เนื่องจากมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ แต่จะมี LNAPL บางส่วนเหลือติดค้าง (residual) อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำ การละลายของ LNAPL residual ในส่วนนี้ส่งผลให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนระยะยาวในน้ำใต้ดิน ส่วนที่สอง ผลการวิเคราะห์จากภาพดิจิทัลที่เวลาต่างๆ เพื่อศึกษาการถ่ายเทมวลของ plume BTEX สู่ตัวกลางในสถานะต่างๆ ได้แก่ น้ำ อากาศและดิน เป็นการถ่ายเทมวลแบบการละลาย (dissolution) การระเหย (volatilization)และการดูดซับ (adsorption) ตามลำดับ จากการคำนวณ พบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลไกในการถ่ายเทมวลเกิดการละลายมากที่สุด รองลงมาคือการระเหยและการดูดซับตามลำดับ ส่วนสาร BTEX ที่ปนเปื้อนสู่ unsaturated zone ในปริมาณมากที่สุดได้แก่ ไซลีน ซึ่งเป็นผลมาจากคุณสมบัติต่างๆ ของสารประกอบ คือ สัดส่วนของสารประกอบ BTEX ในน้ำมันเบนซิน91 ค่าสัมประสิทธิ์การแบ่งแยกสารอินทรีย์คาร์บอน (K_{oc}) ค่าคงที่ของเฮนรี (H) และอื่นๆ

This study is to investigate fate and transport of light non-aqueous phase liquid (LNAPL) in the unsaturated zone with heterogeneous structure. The selected LNAPL for the investigation was BTEX; benzene, toluene, xylene and ethylbenzene which are ingredients in gasoline (benzene 91). It was studied in a two dimensional reactor with the size of 14.5 x 30 x 3 in and the reactor was packed with sand (1.77 in diameter) and soft clay at the bottom of the reactor as an impermeable layer. Images were taken using high resolution digital camera. Matlab v. 7 was used to quantify volume and surface area of the contamination.

The first part of the investigation was to study mechanisms that control movement of LNAPL when groundwater level changes. It was found that, once was introduced into subsurface, LNAPL moved downward and form LNAPL plume over groundwater level and the plume move according to movement to the groundwater level (upward or downward). The movement of LNAPL depends on balance between gravity, viscosity and capillary forces and LNAPL residue was visualized. It was also found that LNAPL can move into the clay layer when groundwater was lowered below the layer. Finally, when groundwater moved upward, LNAPL residue was found below the water level and this shows that LNAPL can cause groundwater contamination due to groundwater fluctuation. The second part of the investigation was to study mass transfer from LNAPL plume to liquid, air and solid within the system; through dissolution to groundwater, volatilization to air within the unsaturated zone and adsorption into soil. From calculation, it was found that mass transfer due to dissolution from interface to capillary fringe was at the highest percentage compared to other mechanisms. Xylene was found in highest percentage among VOC contamination from gasoline due to its high composition within gasoline and due to its chemical properties; fraction of BTEX in gasoline, organic carbon partitioning coefficient (K_{oc}), Henry's constant and others.