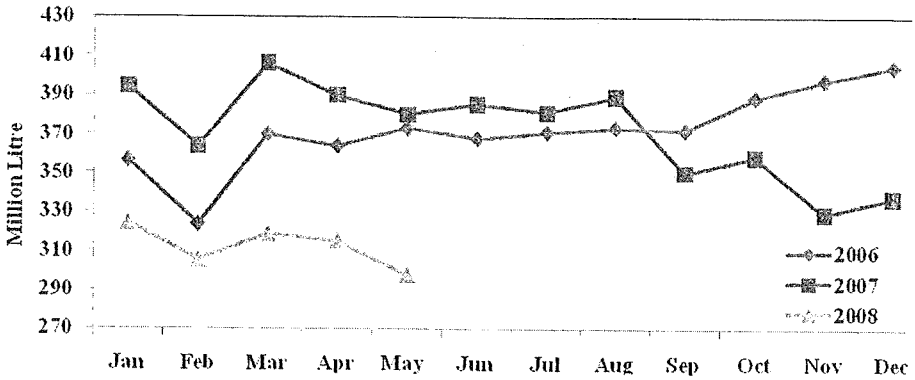
บทที่ 1 บทนำ

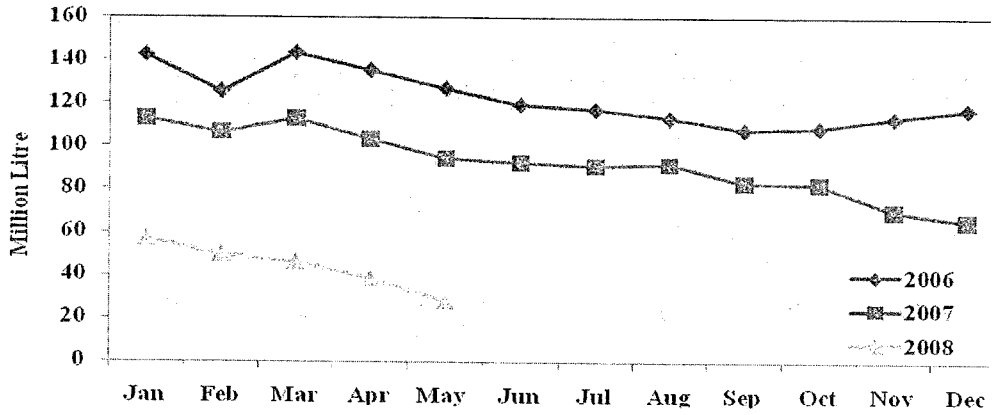
1.1 ความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย

การบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเนื่องมาจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ ด้วยเหตุนี้ทำให้มีจำนวนของสถานีบริการน้ำมันเพิ่มมากขึ้นตามมาด้วยซึ่งทำให้มีโอกาสที่น้ำมันเชื้อเพลิงจะรั่วไหลจากสถานีบริการลงสู่ใต้ดินจากถังเก็บบนดินและใต้ดินและจากระบบท่อน้ำมันเชื้อเพลิงที่รั่วไหลออกมาจะไหลซึมลงด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกผ่านชั้น vadose zone (ดินส่วนที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ) และสู่ระดับน้ำใต้ดินในที่สุด น้ำมันเชื้อเพลิงที่รั่วไหลนี้จะปนเปื้อนกับสิ่งแวดล้อมโดยรอบ คือ ดิน, น้ำใต้ดิน, และน้ำบนดิน นอกจากนี้บางส่วนยังระเหยสู่อากาศ การปนเปื้อนจากน้ำมันเชื้อเพลิงนี้เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ปัจจุบันได้มีปริมาณการใช้ก๊าซโซฮอลเป็นพลังงานทางเลือกมากขึ้นดังนั้นจึงมีแนวโน้มที่จะมีปัญหาการปนเปื้อนของก๊าซโซฮอลเพิ่มมากขึ้น ส่วนประกอบของก๊าซโซฮอลคือส่วนผสมของเอธิลแอลกอฮอล์และน้ำมันเบนซิน ก๊าซโซฮอลนี้สามารถใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ของรถยนต์รุ่นใหม่ๆได้ อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาพฤติกรรมการไหลซึมและปนเปื้อนของก๊าซโซฮอลผ่านดินมากนัก จึงต้องการการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหาการรั่วซึมที่คาดว่าจะเพิ่มมากขึ้น

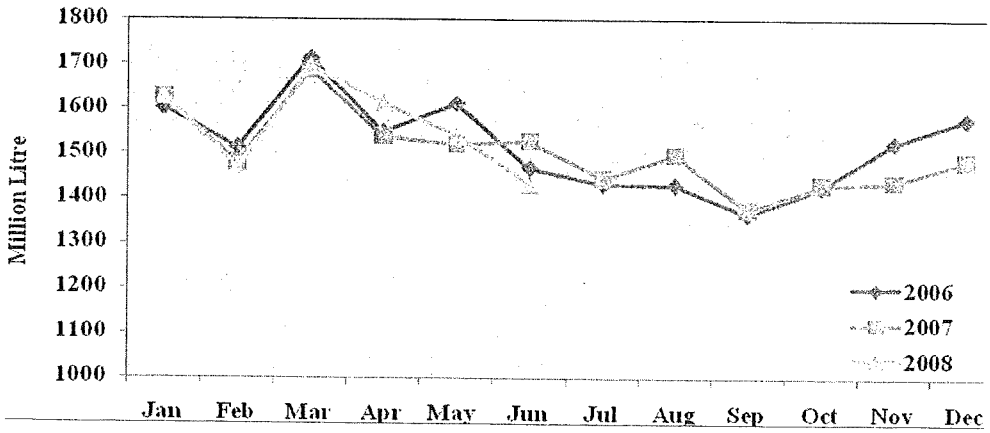
รูปที่ 1-1 ถึง 1-6 แสดงการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 2006 ถึง 2008 แยกตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง คือ เบนซิน อ๊อกเทน 91, เบนซิน อ๊อกเทน 95, ดีเซล, ก๊าซโซฮอล อ๊อกเทน 91 (E10), ก๊าซโซฮอล อ๊อกเทน 95 (E10), และ ดีเซล B5 ตามลำดับ ข้อมูลช่วงกลางปี 2008 ได้สรุปในตารางที่ 1-1 จากข้อมูลเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า (i) สัดส่วนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทยเป็นดังนี้ เบนซิน = 14%, ก๊าซโซฮอล = 11%, ดีเซล = 62%, และ ดีเซล B5 = 13%, (ii) ปริมาณการใช้เบนซินมีแนวโน้มลดลง, (iii) ปริมาณการใช้ดีเซลค่อนข้างคงที่, และ (iv) ปริมาณการใช้พลังงานทดแทน (ก๊าซโซฮอล และดีเซล B5) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นี่เป็นผลมาจากการที่กระทรวงพลังงานรณรงค์อย่างต่อเนื่องในการประหยัดพลังงาน โดยสนับสนุนให้ประชาชนใช้พลังงานทดแทน เช่น ก๊าซโซฮอล, ไบโอดีเซล, ก๊าซหุงต้ม (LPG), และ ก๊าซธรรมชาติ (CNG) นโยบายด้านราคาได้ถูกนำมาใช้สำหรับพลังงานทดแทนโดยทำให้ก๊าซโซฮอลมีราคาถูกกว่าเบนซิน



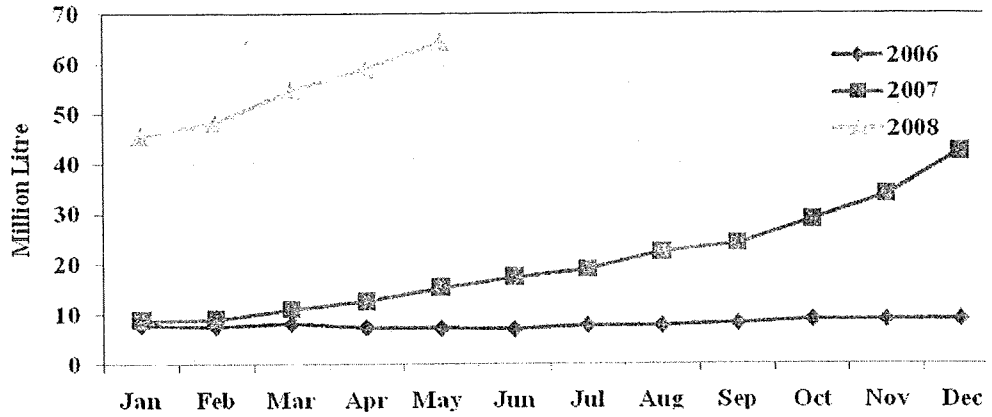
รูปที่ 1-1 การบริโภคเบนซิน อ๊อกเทน 91 ในประเทศไทย (กระทรวงพลังงาน, 2008)



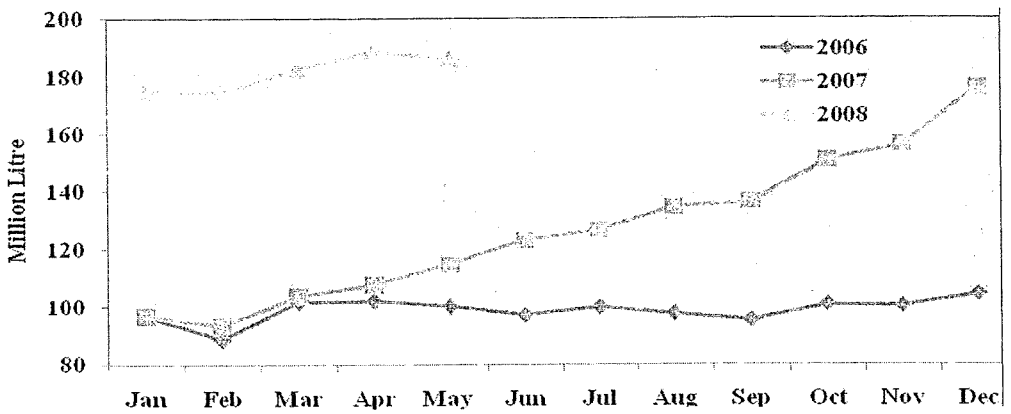
รูปที่ 1-2 การบริโภคเบนซิน อ๊อกเทน 95 ในประเทศไทย (กระทรวงพลังงาน, 2008)



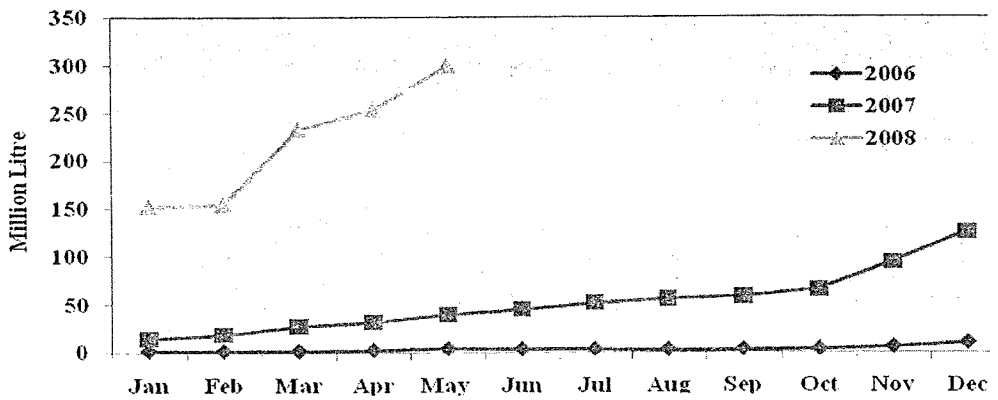
รูปที่ 1-3 การบริโภคดีเซลในประเทศไทย (กระทรวงพลังงาน, 2008)



รูปที่ 1-4 การบริโภคก๊าซโซฮอล อ๊อกเทน 91 (E10) ในประเทศไทย (กระทรวงพลังงาน, 2008)



รูปที่ 1-5 การบริโภคก๊าซโซฮอล อ๊อกเทน 95 (E10) ในประเทศไทย (กระทรวงพลังงาน, 2008)

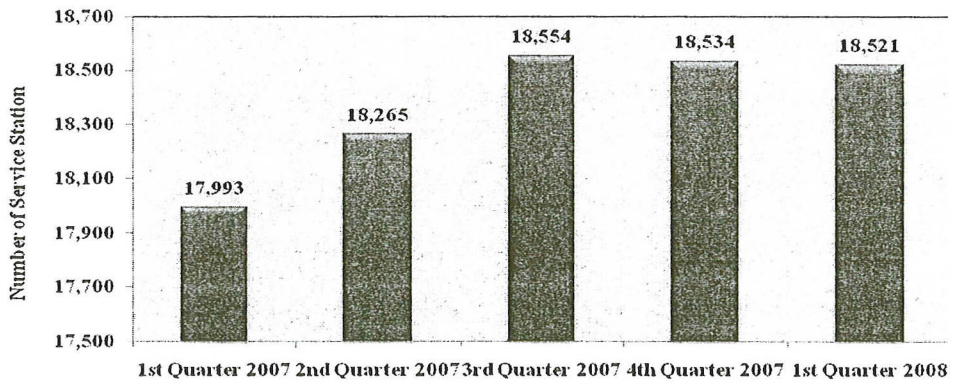


รูปที่ 1-6 การบริโภคดีเซล B5 ในประเทศไทย (กระทรวงพลังงาน, 2008)

ตารางที่ 1-1 สรุปปริมาณการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทย ช่วงกลางปี 2008

ชนิดของเชื้อเพลิง	ประเทศไทย	จ.ชลบุรี
เบนซิน อ๊อกเทน 95	1.3%	1.1%
เบนซิน อ๊อกเทน 91	12.8%	10.7%
ก๊าซโซฮอล 95 (E10)	8.1%	8.4%
ก๊าซโซฮอล 91 (E10)	2.8%	3.2%
ดีเซล	62.1%	65.1%
ดีเซล B5	12.8%	11.6%
ปริมาณทั้งหมด	2,335 ล้านลิตร	95.2 ล้านลิตร

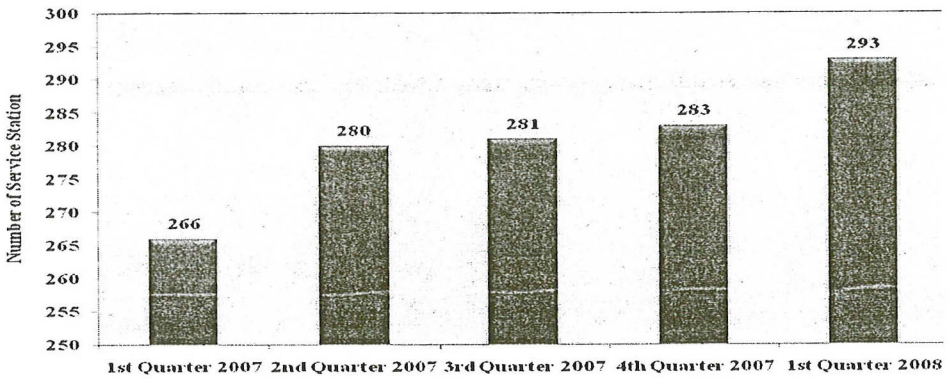
เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงดังได้กล่าวมาแล้วจึงทำให้จำนวนสถานีบริการน้ำมันทั่วประเทศเพิ่มขึ้นด้วยดังแสดงในรูปที่ 1-7 การเพิ่มขึ้นนี้ช้าลงในไตรมาสที่ 3 ของปี 2007 เนื่องจากวิกฤติทางเศรษฐกิจและการเพิ่มขึ้นของราคาของน้ำมันดิบ



รูปที่ 1-7 จำนวนสถานีบริการน้ำมันในประเทศไทย (กระทรวงพลังงาน, 2008)

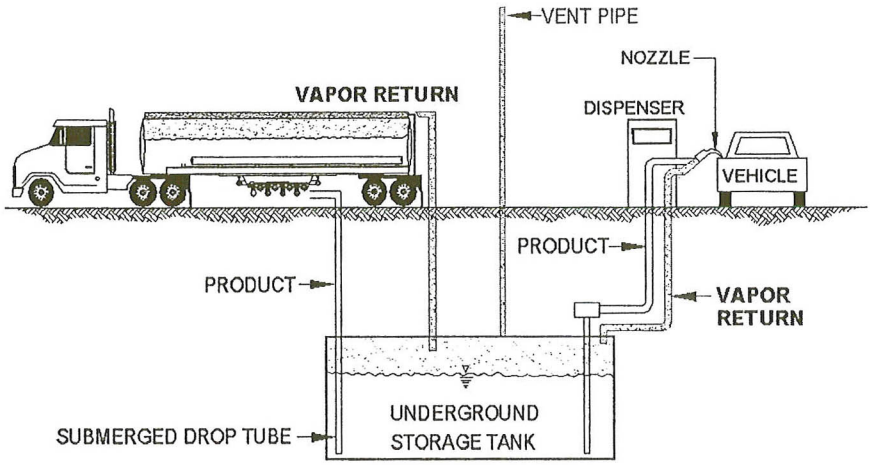
จังหวัดชลบุรีเป็นเมืองหลักในภาคตะวันออกของประเทศไทยและเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยบูรพา ภาคตะวันออกของประเทศไทยนั้นเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมหลักของประเทศซึ่งทำให้ชลบุรีเป็นจังหวัดที่มีปริมาณผลิตภัณฑ์มวลรวมสูงเป็นอันดับสองของประเทศไทย จังหวัดชลบุรีบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็น 4% ของประเทศ แนวโน้มการบริโภคเชื้อเพลิงของจังหวัดชลบุรีเป็นไปตามแนวโน้มของ

ประเทศไทยคือมีการเพิ่มขึ้นของการใช้ก๊าซโซฮอล (ดูตารางที่ 1-1) จังหวัดชลบุรีมีปริมาณสถานีบริการน้ำมันคิดเป็น 2% ของประเทศ (กระทรวงพลังงาน, 2008) แต่ในทางกลับกันปริมาณสถานีน้ำมันในจังหวัดชลบุรียังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งแตกต่างจากแนวโน้มรวมของประเทศ (ดูรูปที่ 1-8) ดังนั้นจึงคาดการณ์ได้ว่าปัญหาการรั่วซึมของก๊าซโซฮอลจากสถานีบริการน้ำมันในจังหวัดชลบุรีน่าจะมีความรุนแรงกว่าส่วนอื่นของประเทศไทย



รูปที่ 1-8 จำนวนสถานีบริการน้ำมันในเขตจังหวัดชลบุรี (กระทรวงพลังงาน, 2008)

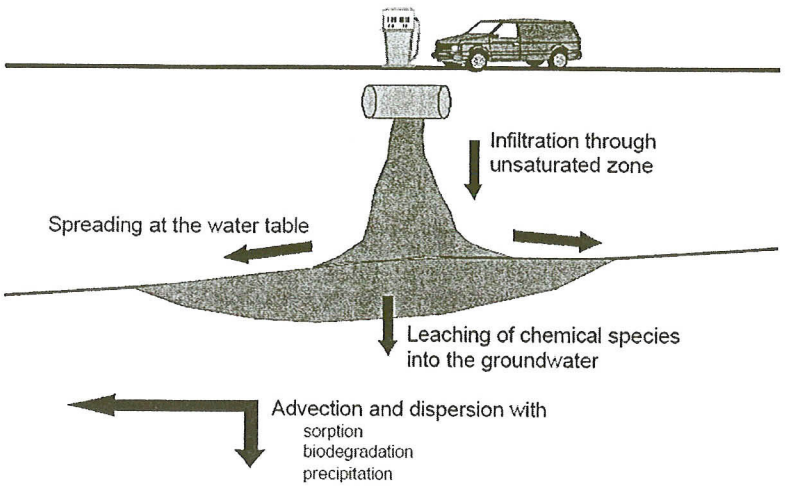
สถานีบริการน้ำมันเป็นแหล่งกำเนิดของสารปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อมที่ใกล้ตัวมนุษย์ที่สุด การปนเปื้อนเกิดจากการรั่วไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังเก็บน้ำมันหรือระบบท่อส่ง น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกสูบจากถังเก็บผ่านระบบท่อส่งไปที่หัวจ่ายดังแสดงในรูปที่ 1-9 โดยทั่วไปถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงในสถานีบริการน้ำมันสามารถแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ (i) ถังเก็บใต้ดินแบบผนังชั้นเดียว, (ii) ถังเก็บใต้ดินแบบผนังสองชั้น, และ (iii) ถังเก็บบนดิน ถึงแม้ว่าถังเก็บใต้ดินจะมีราคาสูงกว่าแต่สถานีบริการน้ำมันส่วนใหญ่ก็ใช้ถังเก็บใต้ดินเนื่องจากเป็นการประหยัดพื้นที่ ถังเก็บใต้ดินนั้นอาจทำจากเหล็กซึ่งเสี่ยงต่อการผุกร่อนและเป็นสาเหตุของการรั่วไหล ถังในปัจจุบันอาจจะทำด้วยไฟเบอร์กลาสซึ่งปลอดภัยต่อการผุกร่อนแต่อย่างไรก็ตามการรั่วซึมก็ยังมีโอกาสที่เกิดขึ้นตามข้อต่อของระบบท่อ การปนเปื้อนของของน้ำมันเชื้อเพลิงที่รั่วซึมจากสถานีบริการน้ำมันเป็นปัญหาที่ถูกพบในประเทศสหรัฐอเมริกา ปริมาณการปนเปื้อนของน้ำมันขึ้นอยู่กับระยะทางจากจุดรั่วซึมและระยะเวลาการรั่วซึม (Gangadharan et al, 1988)



รูปที่ 1-9 ระบบการรับ-จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในสถานีบริการน้ำมัน

แบบจำลองอย่างง่ายของการไหลซึมของ LNAPL ผ่านชั้นดินเนื้อเดียวได้แสดงในรูปที่ 1-10 เมื่อมีการรั่วซึมลงสู่พื้นดิน LNAPL จะเคลื่อนตัวลงด้านล่างเนื่องจากแรงโน้มถ่วง การเคลื่อนตัวนี้จะผ่านชั้นดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (vadose zone) และมีการกระจายตัวออกทางด้านข้างด้วยเนื่องจากแรง capillary (Schwille, 1988) เมื่อ LNAPL ไหลผ่านชั้นไม่อิ่มตัวด้วยน้ำบางส่วนของ LNAPL จะติดค้างอยู่ในช่องว่างของดิน (residual saturation) เนื่องจากแรง capillary (Mercer & Cohen, 1990) ถ้า LNAPL ที่รั่วไหลมีปริมาณมากพอมันก็จะไหลสู่ชั้นดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (capillary fringe) ในที่สุดถ้าไม่ถูกขวางโดยชั้นทึบน้ำซึ่งจะทำให้การกระจายตัวทางด้านข้างมากขึ้นทั้งจากผลของ capillary barrier หรือ permeability barrier เมื่อ LNAPL ซึมลงถึงชั้น capillary fringe มันจะกระจายตัวออกทางด้านข้างอย่างต่อเนื่องในส่วนบนของชั้นอิ่มตัวด้วยน้ำ LNAPL ที่สัมผัสกับน้ำใต้ดินอาจจะมีการละลายลงสู่น้ำทำให้เกิด solute NAPL plume นอกจากนี้ยังจะมีการระเหยของ LNAPL สู่อากาศด้วย LNAPL ที่สะสมอยู่บนระดับน้ำใต้ดินมีโอกาสจะเคลื่อนตัวขึ้นลงตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลหรือการขึ้นลงของระดับน้ำทะเล การขึ้นลงของระดับน้ำใต้ดินนี้จะเป็นสาเหตุให้ LNAPL ติดค้างอยู่ในช่องว่างในดิน กระบวนการต่างๆที่มีผลกระทบต่อการไหลซึมของ LNAPL ผ่านดินดังนี้

- การไหลซึมของ LNAPL ผ่านชั้นดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ
- การกระจายตัวทางด้านข้างของ LNAPL ที่วางตัวอยู่บนชั้นน้ำใต้ดิน
- การละลายของส่วนประกอบของ LNAPL ลงสู่น้ำ
- การพัดพาของ LNAPL ไปกับน้ำใต้ดิน
- การสูญเสียระหว่างการไหลซึมจากสาเหตุเช่น sorption หรือ biodegradation
- การระเหยของ LNAPL สู่ช่องว่างในดินและบรรยากาศ



รูปที่ 1-10 กระบวนการไหลซึมของน้ำมันเชื้อเพลิงลงสู่ดิน (Powers & McDowell, 2001)

ก๊าซโซฮอลเป็นส่วนผสมระหว่างเอธานอลและเบนซิน เอธานอลเป็นสารติดไฟ, ไม่มีสี, เป็นพิษเล็กน้อย, ละลายน้ำได้, และมีสูตรทางเคมีคือ C_2H_6O ในก๊าซโซฮอลมีเอธานอลผสมอยู่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้และเพิ่มค่า octane ซึ่งเดิมเป็นหน้าที่ของ methyl-tertiary-butyl-ether (MTBE) ก๊าซโซฮอล E10 เป็นส่วนผสมของเอธานอล 10% และเบนซิน 90% ก๊าซโซฮอล E20 เป็นส่วนผสมของเอธานอล 20% และเบนซิน 80% และ ก๊าซโซฮอล E85 เป็นส่วนผสมของเอธานอล 85% และเบนซิน 15% ตามลำดับ การเริ่มใช้ก๊าซโซฮอลเกิดขึ้นในประเทศบราซิลในช่วงทศวรรษที่ 1970 ในประเทศไทยการใช้ก๊าซโซฮอล E10 เริ่มขึ้นในปี 2001 ในช่วงแรกจะมีเฉพาะก๊าซโซฮอล E10 และ E20 ขายตามสถานีบริการ แต่ในตอนนี้ก็มีก๊าซโซฮอล E85

จากการที่ตระหนักแล้วว่าจะมีการรั่วไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างมากจากสถานีบริการน้ำมัน, แหล่งจ่าย, หรือบ่อเก็บใต้ดิน ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากเบนซินจะมีบางส่วนที่สามารถละลายปนเปื้อนในน้ำที่ใช้อุปโภคบริโภคเป็นระยะเวลายาวนาน กฎเกณฑ์ในการกำหนดการสำรวจและการแก้ไขการรั่วไหลของก๊าซโซฮอลยังไม่เพียงพอเพราะสมมุติฐานที่ว่าคุณสมบัติในการไหลซึมของเบนซินและก๊าซโซฮอลน่าจะเหมือนกัน ถึงแม้ว่าเอธานอลจะไม่เป็นสารอันตรายแต่การมีเอธานอลผสมในเบนซินจะมีผลกระทบต่อการไหลซึมของก๊าซโซฮอลเมื่อเกิดการรั่วซึม ความแตกต่างในการย่อยสลายทางชีววิทยาและความผสมกันได้กับน้ำของเอธานอลเทียบกับเบนซินเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบการไหลซึมของก๊าซโซฮอลในดิน (Powers et al., 2001) จากการพิจารณาปฏิกริยาเคมีทำให้คาดการณ์ได้ว่าเอธานอลมีแนวโน้มที่จะทำให้ความเข้มข้นของ MTBE ในน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้น การมีเอธานอลจะเพิ่มความเข้มข้นของสารที่ไม่ผสมกับน้ำและลดการ sorption ของเบนซินกับดิน ยังคงไม่มีความเข้าใจของผลกระทบเหล่านี้อย่างดีและยังคงต้องการการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้คือการศึกษาพฤติกรรมการไหลซึมของ LNAPL ประเภทน้ำมันเชื้อเพลิงปกติและน้ำมันเชื้อเพลิงทางเลือกผ่านทรายที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ โครงการวิจัยนี้มีแผนการทดสอบในห้องปฏิบัติการที่ครอบคลุม คือ การทดสอบหา soil water characteristic curve (SWCC), การศึกษาการไหลซึมแบบหนึ่งมิติด้วย column test, และ การศึกษาการไหลซึมแบบสองมิติด้วย tank test โดยพิจารณาถึงผลกระทบของปัจจัยต่อไปนี้ คือ ชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเบนซินและดีเซล, ปริมาณของเอธานอลในก๊าซโซฮอล, การขึ้นลงของระดับน้ำใต้ดิน, และชั้นทึบน้ำ การวิเคราะห์การไหลซึมจะทำทั้งโดยการวัดคุณสมบัติทางกายภาพและการวิเคราะห์ด้วยภาพถ่าย (image analysis) จะมีการพัฒนาระบบการวิเคราะห์ด้วย analytical model ผลการศึกษาการไหลซึมแบบหนึ่งมิติโดย column test และ การพัฒนาการวิเคราะห์ด้วย numerical model กับผลการศึกษาการไหลซึมแบบหนึ่งมิติโดย column test และสองมิติโดย tank test ประโยชน์สำคัญที่จะได้จากผลการวิจัยนี้คือความเข้าใจพฤติกรรมการไหลซึมผ่านชั้นทรายไม่อิ่มตัวด้วยน้ำของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆว่าต่างกันอย่างไร เพื่อจะได้สามารถคำนวณการเคลื่อนตัวของมันได้อย่างถูกต้องในสถานการณ์ในสนาม และเพื่อช่วยในการออกแบบระบบ remediation

วัตถุประสงค์สำคัญของโครงการนี้สามารถจำแนกเป็นข้อๆดังนี้

- การพัฒนาเครื่องมือการทดลอง Tempe Cell และ Column experiment ที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพื่อใช้สำหรับการศึกษาวิจัยทางด้านวิศวกรรมปฐพีสิ่งแวดล้อม โดยการเพิ่ม instrumentation ที่ทันสมัยเข้าไป
- เพื่อศึกษาพฤติกรรม soil-water characteristic curve ของน้ำมันเชื้อเพลิงปกติ (เบนซินและดีเซล) และน้ำมันเชื้อเพลิงทางเลือก (ก๊าซโซฮอล) กับดินทราย
- เพื่อพัฒนาแบบจำลอง constitutive model ของ suction และ hydraulic conductivity ของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆกับดินทราย
- เพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหลซึมของน้ำมันเชื้อเพลิงในหนึ่งมิติโดยการทดสอบ 1-D infiltration column test โดยศึกษาผลกระทบของการขึ้นลงของระดับน้ำใต้ดิน
- เพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหลซึมของน้ำมันเชื้อเพลิงในสองมิติโดยการทดสอบ 2-D infiltration tank test โดยศึกษาผลกระทบของการขึ้นลงของระดับน้ำใต้ดินและการไหลของน้ำใต้ดิน
- เพื่อพัฒนาแบบจำลอง analytical model เพื่อคำนวณผลการทดสอบ 1-D infiltration column test
- เพื่อพัฒนาแบบจำลอง numerical model เพื่อคำนวณผลการทดสอบ 1-D infiltration column test และ 2-D infiltration tank test

1.3 ขอบเขตของการทำโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้สนใจการไหลซึมของสารเคมี 5 ตัว ชนิด น้ำ, ดีเซล, เบนซิน 95, ก๊าซโซฮอล E20, และก๊าซโซฮอล E85 และสนใจผลกระทบต่างๆดังนี้ (i) ชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง (เบนซิน/ดีเซล), (ii) ปริมาณเอธานอลในน้ำมันเบนซิน, (iii) การขึ้นลงของระดับน้ำใต้ดิน, และ (iv) การไหลของน้ำใต้ดิน โครงการวิจัยนี้สามารถแบ่งคร่าวๆได้เป็น 3 ส่วน คือ

(i) การทดสอบพฤติกรรมพื้นฐานของสารเคมีและระหว่างสารเคมีกับดิน
- การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เช่น specific gravity, density, viscosity, surface tension, sorption, solubility, และ evaporation
- การทดสอบ soil-water characteristic curve ของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆกับดินทราย
- การพัฒนา constitutive model ของ suction และ hydraulic conductivity ของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ กับดินทราย

(ii) การทดสอบ 1-D infiltration column test
- การทดสอบ 1-D infiltration column test โดยศึกษาผลกระทบของการขึ้นลงของระดับน้ำใต้ดิน
- การวิเคราะห์ผลการทดลองอย่างละเอียดทั้งทางด้านกายภาพและโดยใช้การวิเคราะห์จากภาพถ่าย
- การพัฒนาแบบจำลอง analytical model เพื่อคำนวณผลการทดสอบ
- การพัฒนาแบบจำลอง numerical model เพื่อคำนวณผลการทดสอบ

(iii) การทดสอบ 2-D infiltration tank test
- การทดสอบ 2-D infiltration tank test โดยศึกษาผลกระทบของการขึ้นลงของระดับน้ำใต้ดินและการไหลของน้ำใต้ดิน
- การวิเคราะห์ผลการทดลองอย่างละเอียดทั้งทางด้านกายภาพและและโดยใช้การวิเคราะห์จากภาพถ่าย
- การพัฒนาแบบจำลอง numerical model เพื่อคำนวณผลการทดสอบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการวิจัยนี้มีดังนี้

- เป็นการพัฒนาเครื่องมือ Tempe Cell และ 1-D infiltration column test ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยบูรพา ให้มีประสิทธิภาพสำหรับการวิจัยขั้นสูง และเป็นแนวทางในการพัฒนา 2-D infiltration tank test ต่อไป
- ข้อมูลจากการทดสอบ Tempe Cell ที่จะได้จากโครงการวิจัยนี้จะให้ soil-water characteristic curve (SWCC) ของน้ำมันและทรายซึ่งเป็น constitutive model ที่เป็นข้อมูลที่จำเป็นสำหรับ analytical และ numerical calculation และจะสามารถทราบความแตกต่างระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆและ

ผลกระทบของชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง (เบนซิน/ดีเซล) และปริมาณเอธานอลในน้ำมันเบนซิน การทดลองนี้ยังไม่เคยถูกดำเนินการสำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผลิตในประเทศไทย

- ได้ข้อมูลการไหลซึมของน้ำมันชื้อเพลิงจากการทดสอบ 1-D infiltration column test โดยศึกษาผลกระทบของการขึ้นลงของระดับน้ำใต้ดิน และจะมีการพัฒนาแบบจำลอง analytical model และ numerical model เพื่อคำนวณผลการทดสอบนี้ การทดลองนี้ยังไม่เคยถูกดำเนินการสำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผลิตในประเทศไทย
- ได้ข้อมูลการไหลซึมของน้ำมันเชื้อเพลิงจากการทดสอบ 2-D infiltration tank test โดยศึกษาผลกระทบของการขึ้นลงของระดับน้ำใต้ดินและการไหลของน้ำใต้ดิน และจะมีการพัฒนาแบบจำลอง numerical model เพื่อคำนวณผลการทดสอบ