

การศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของ

# พวงเหล็ก

สำหรับการบำบัด  
พื้นฟูน้ำใต้ดิน

ที่ปนเปื้อนสารไตรคลอโรเอทรีน

TCE

สารไตรคลอโรเอทรีน  
จัดอยู่ในกลุ่มของสาร  
อินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs)

สารไตรคลอโรเอทรีนที่ใช้ในอุตสาหกรรม



การชะล้างคราบไขมัน  
ทำความสะอาดชิ้นส่วนเครื่องจักร



เป็นตัวทำละลายของ  
กาว สี และแลคเกอร์



อุตสาหกรรมซักแห้ง



อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์  
ผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์



ERTC ปักหมุดรักทั่วโลก



@ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (สส.)



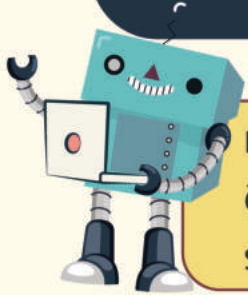
ERTC Network



DEQP



# ผลกระทบต่อสุขภาพ



เมื่อบุคคลได้รับสาร Trichloroethylene เข้ามาโดยการ  
ดื่ม อาบ หรือสัมผัส สาร Trichloroethylene จะเข้าสู่  
ร่างกาย สะสมในไขมันและเนื้อเยื่อ

## ตับอ่อน

เพิ่มความเสี่ยงต่อการ  
เป็นมะเร็งตับอ่อน



## หัวใจ

ส่งผลต่อความผิดปกติของหัวใจ



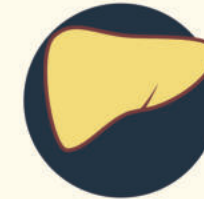
## ระบบต่อมน้ำเหลือง

เพิ่มความเสี่ยงในการเป็นมะเร็ง  
ต่อมน้ำเหลือง ชนิด non-Hodgkin's



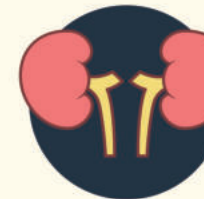
## สมอง

มีผลต่อการทำให้เกิดการวิงเวียน  
ปวดหัว ชóngหวาง มึนตาพร่า งงขวย



## ตับ

เพิ่มความเสี่ยงต่อการ  
เป็นมะเร็งที่ตับ



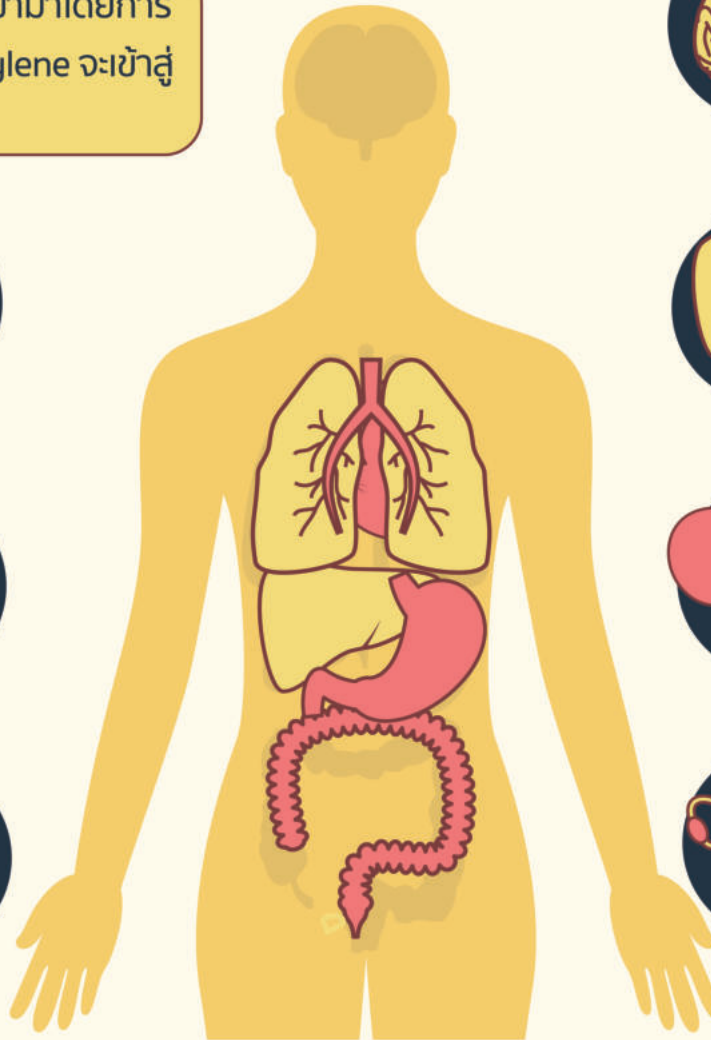
## ไต

ทำลายไตและเกี่ยวข้องกับการ  
เป็นมะเร็งไต



## ระบบสืบพันธุ์

เช่น สเปิร์มมีปริมาณลดลง  
มีความเชื่อมโยงต่อการเป็น  
มะเร็งต่อมลูกหมากและมะเร็ง  
ปากมดลูก



# การปนเปื้อนของสาร TCE

คุณสมบัติในการเป็นพิษ และความสามารถในการคงทน ในสิ่งแวดล้อมของสาร TCE ทำให้สารเหล่านี้ก่อให้เกิด ปัญหาการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินในเขตอุตสาหกรรม บางแห่ง ซึ่งมีค่าความเข้มข้นเกินกว่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน



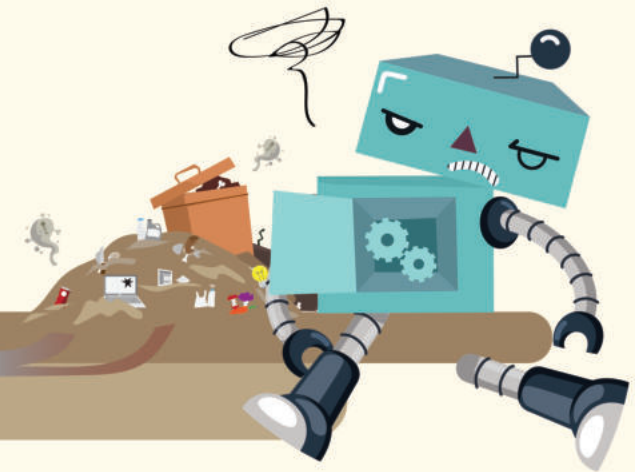
# การปนเปื้อนสาร TCE เกิดจาก



การรั่วไหลจากกระบวนการผลิต



การฝังกลบขยะอันตราย  
ที่มีการปนเปื้อนสาร TCE



ERTC ปักหมุดรักษ์โลก



@ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (สส.)



ERTC Network

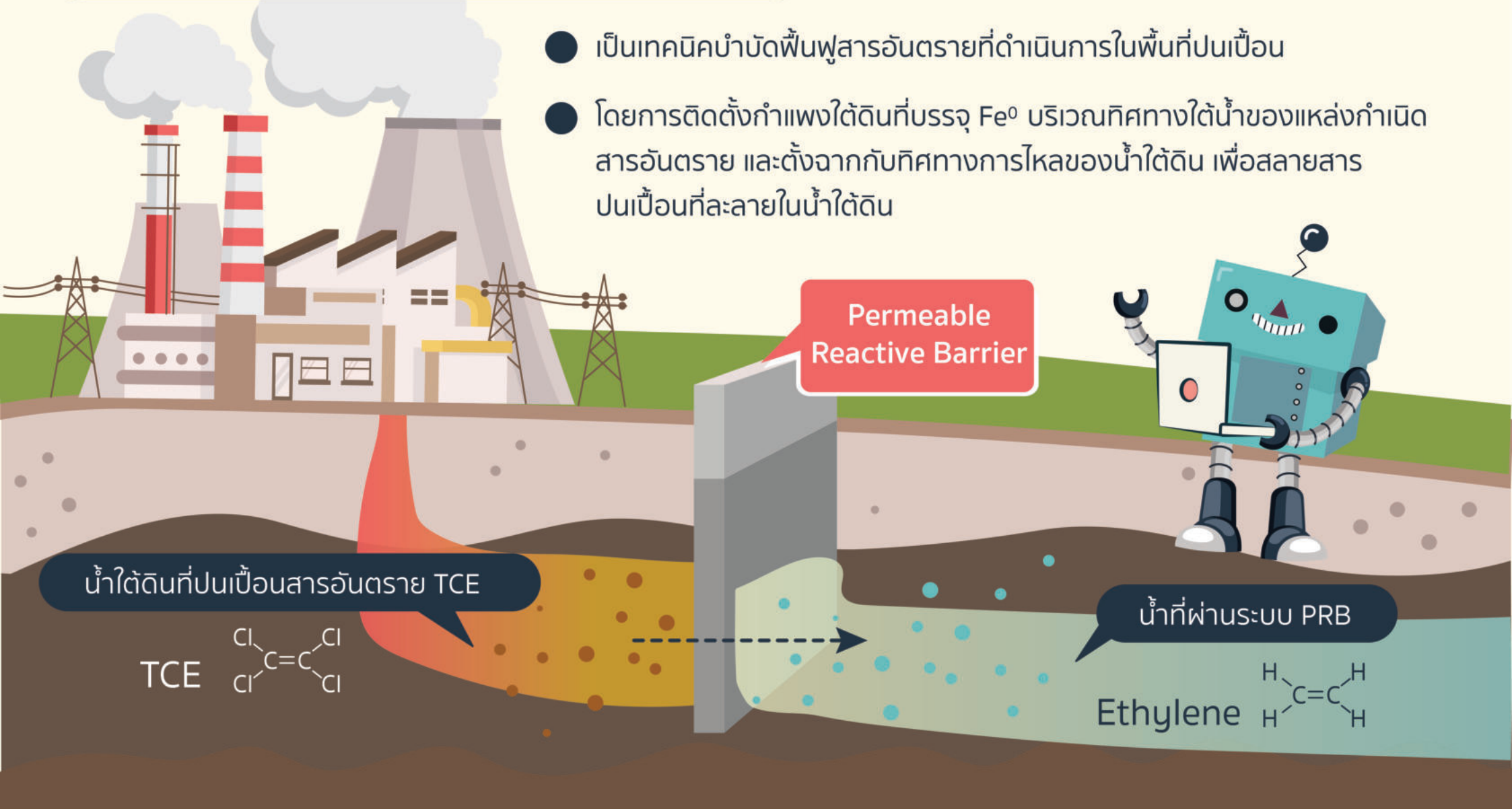


DEQP



# เทคนิค Permeable Reactive Barrier (PRB)

- เป็นเทคนิคบำบัดพื้นฟูสารอันตรายที่ดำเนินการในพื้นที่ปนเปื้อน
- โดยการติดตั้งกำแพงใต้ดินที่บรรจุ  $Fe^0$  บริเวณทิศทางใต้ น้ำของแหล่งกำเนิดสารอันตราย และตั้งฉากกับทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน เพื่อสลายสารปนเปื้อนที่ละลายในน้ำใต้ดิน



ERTC ปักหมุดรักทั่วโลก



@ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (สส.)



ERTC Network



DEQP



# กระบวนการย่อยสลายสาร TCE

จะใช้**ฟองเหล็ก**ร่วมกับ**เทคนิคการเหนี่ยวนำความร้อนทางไฟฟ้า (MIH)** ในการเร่งเปลี่ยนแปลงสภาพของสาร chlorinated ethylene ที่ละลายน้ำ และมีความเป็นพิษ ให้เป็นสาร ethylene ที่ไม่มีพิษและสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติต่อไป

## Chlorinated ethylene

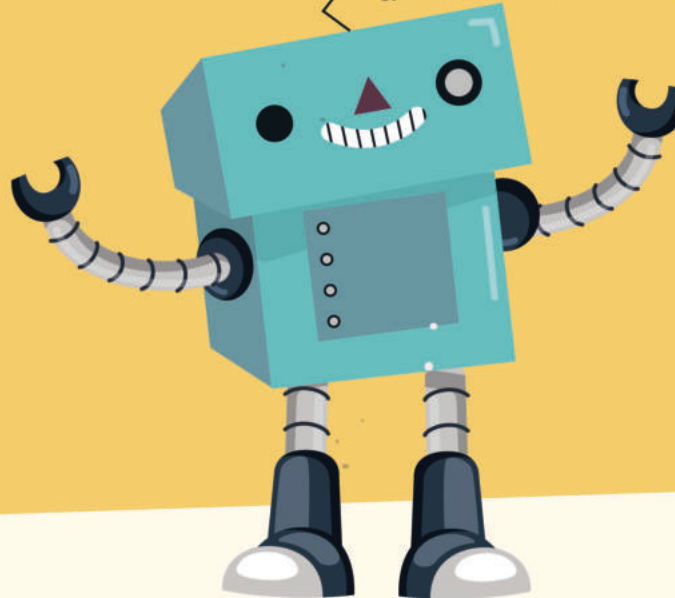


## Ethylene

MIH : Magnetic Induction Heating  
โดยการใส่กระแสไฟฟ้าให้กับฟองเหล็ก ทำให้ฟองเหล็กเกิดการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจะเกิดความร้อนเพิ่ม ทำให้เกิดการเร่งปฏิกิริยาสลาย TCE ได้เร็วขึ้น



ละลายน้ำและมีความเป็นพิษ



ไม่มีพิษและสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติต่อไป



ERTC ปักหมุดรักษ์โลก



@ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (สส.)



ERTC Network

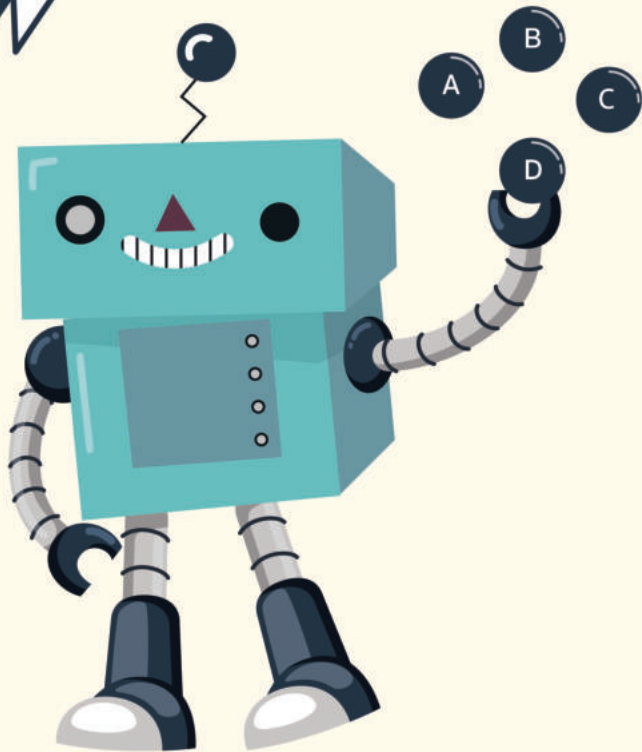


DEQP

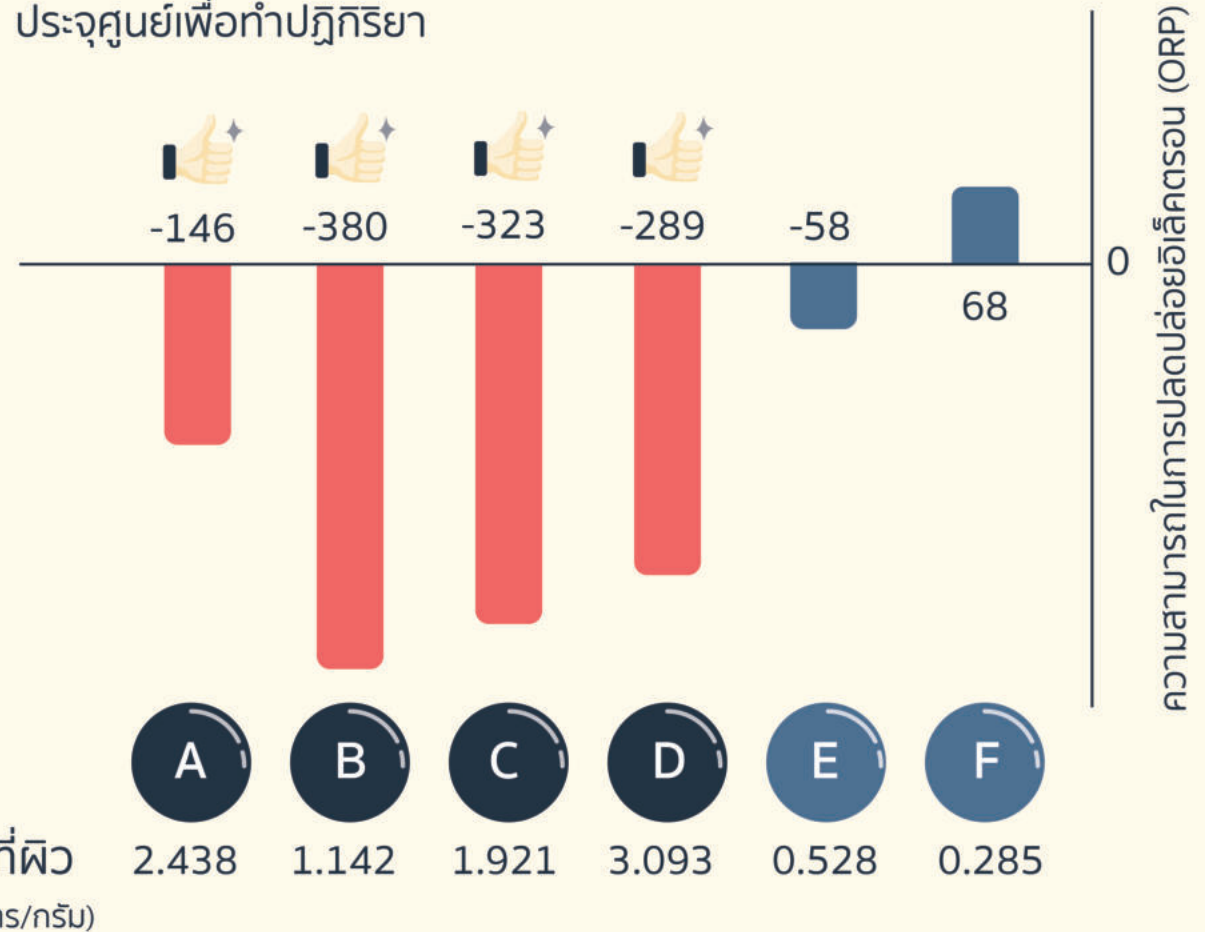


# การคัดเลือกฟงเหล็กประจุนัย ที่จะนำมาบำบัดสาร TCE

ดังนั้นจึงเลือกเหล็กประจุนัย ทั้ง 4 ชนิดนี้ มาทำการทดลอง ศึกษาประสิทธิภาพการสลายตัวของสาร TCE



เหล็กชนิด B,C,D และ A มีค่าความเข้มข้นของอิเล็กตรอนอิสระในน้ำสูง แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการปลดปล่อยอิเล็กตรอนของเหล็กประจุนัยเพื่อทำปฏิกิริยา



ERTC ปักหมุดรักช้โลก



@ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (สส.)



ERTC Network



DEQP

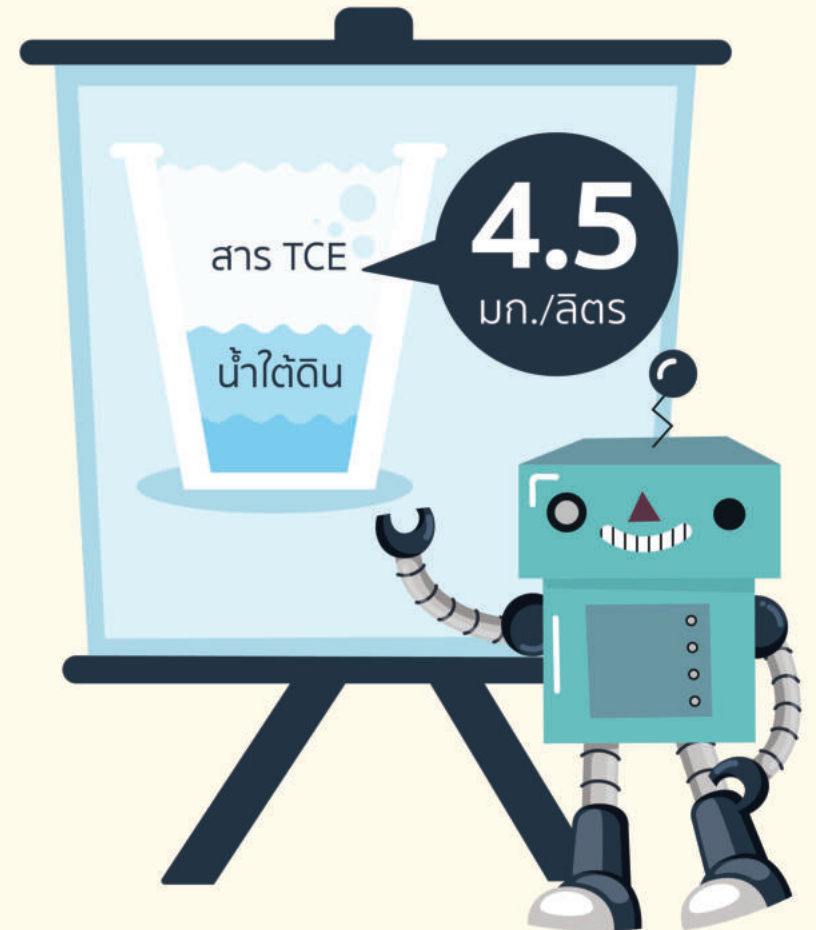


# การเตรียมน้ำใต้ดินปนเปื้อนสังเคราะห์

1 นำน้ำใต้ดิน จากพื้นที่ปนเปื้อนในประเทศไทย 3 แห่ง ----->



2 มาเพิ่มความเข้มข้นโดยใช้สาร TCE  
ชนิด Analytical Grade (ความบริสุทธิ์ > 99%)  
4.5 มก./ลิตร



ERTC ปักหมุดรักทั่วโลก



@ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (สส.)



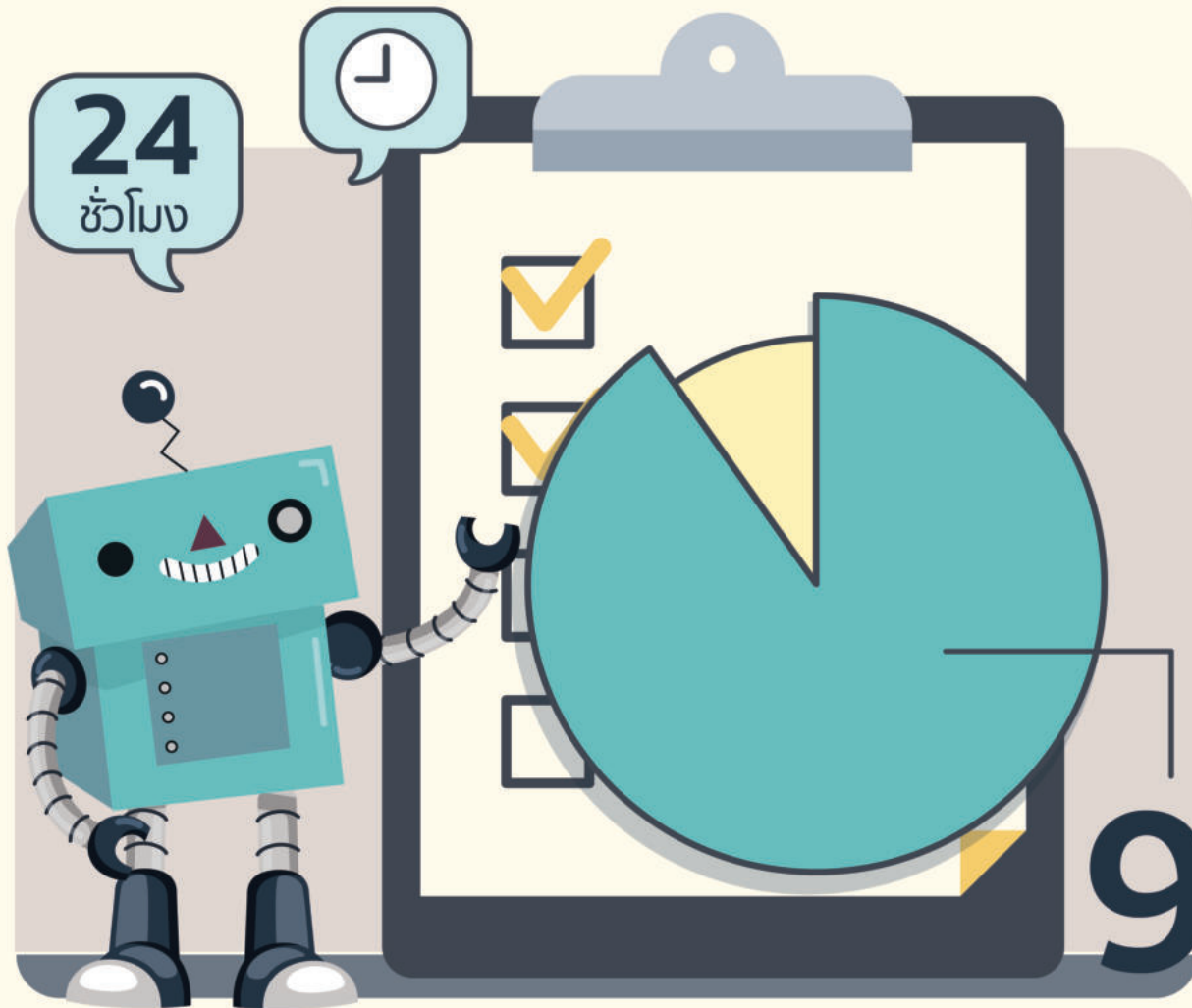
ERTC Network



DEQP



# การสลายสาร TCE โดยใช้ฟงเหล็กเพียงอย่างเดียว



จ.ลำพูน



จ.นครราชสีมา



ฟงเหล็ก B สามารถสลายสาร TCE ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในน้ำใต้ดินปนเปื้อนสังเคราะห์จากนิคมอุตสาหกรรม จ.ลำพูน และ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

ในเวลา 24 ชั่วโมง ฟงเหล็ก B และ A มีประสิทธิภาพในการสลายสาร TCE ได้มากกว่า 90%



ERTC ปักหมุดรักษ์โลก



@ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (สส.)



ERTC Network

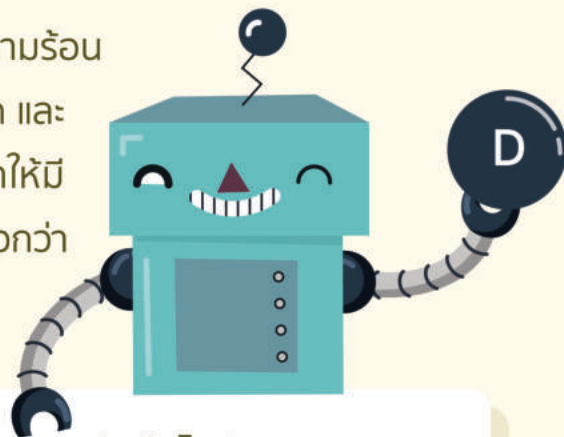


DEQP



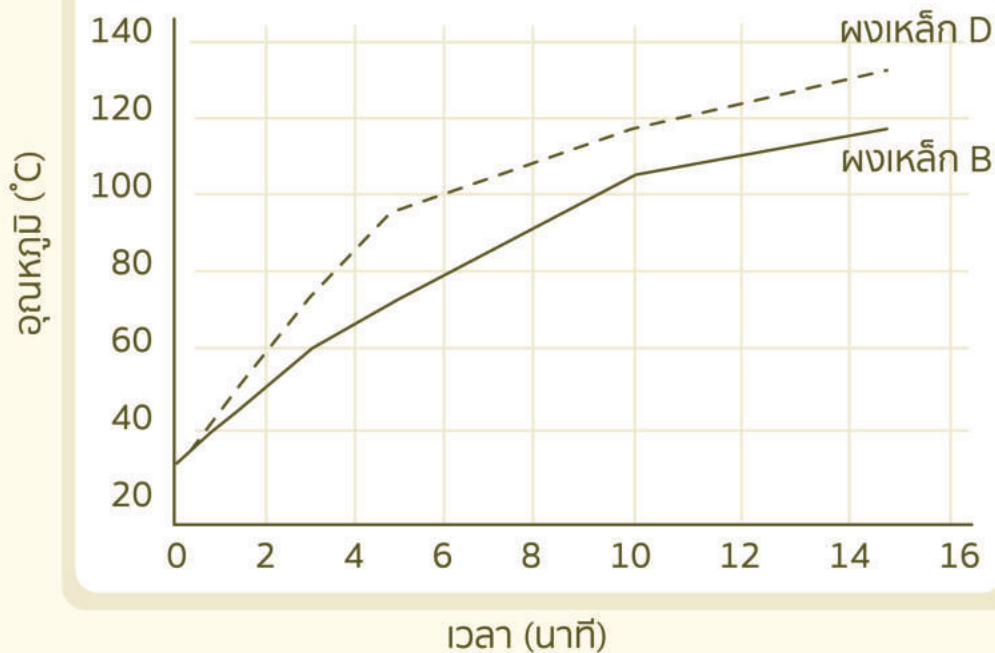
# พวงเหล็กกับการเหนี่ยวนำความร้อนจากแม่เหล็กไฟฟ้า

**พวงเหล็ก D** สร้างความร้อนได้ดีที่สุดเพราะมีขนาดเหล็กที่สุด และกระจายความร้อนได้ดีกว่า ทำให้มีอัตราการสลายตัวของ TCE เร็วกว่าพวงเหล็กชนิดอื่น



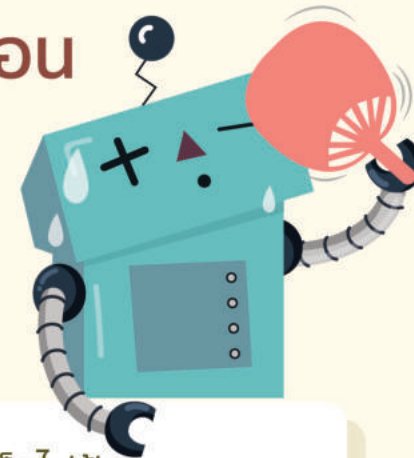
## ชนิดของพวงเหล็ก

ต่อการเหนี่ยวนำความร้อนจากแม่เหล็กไฟฟ้า



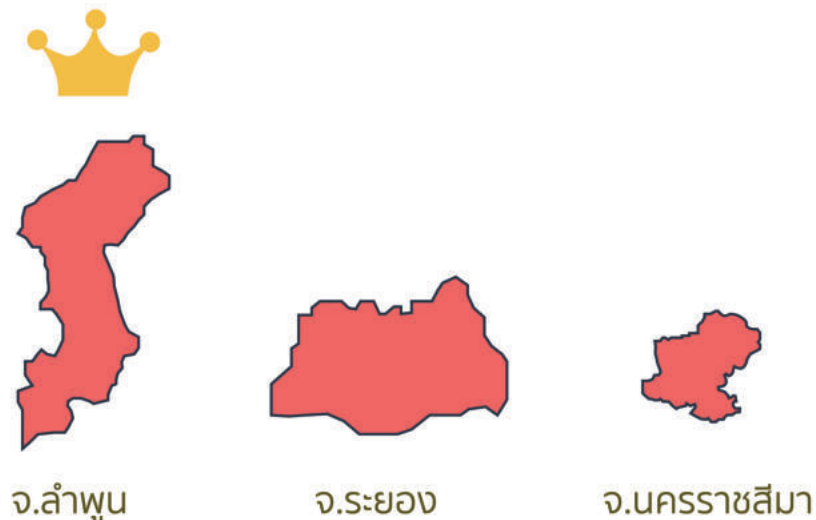
## การเหนี่ยวนำความร้อน

ทางแม่เหล็กไฟฟ้า ของพวงเหล็ก D และ B จะเกิดขึ้นได้ดีที่สุดในน้ำใต้ดินสังเคราะห์จากนิคมอุตสาหกรรม จ.ลำพูน



## ชนิดของน้ำใต้ดิน

ต่อการเหนี่ยวนำความร้อนจากแม่เหล็กไฟฟ้า



ERTC ปักหมุดรักทั่วโลก



@ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (สส.)



ERTC Network



DEQP



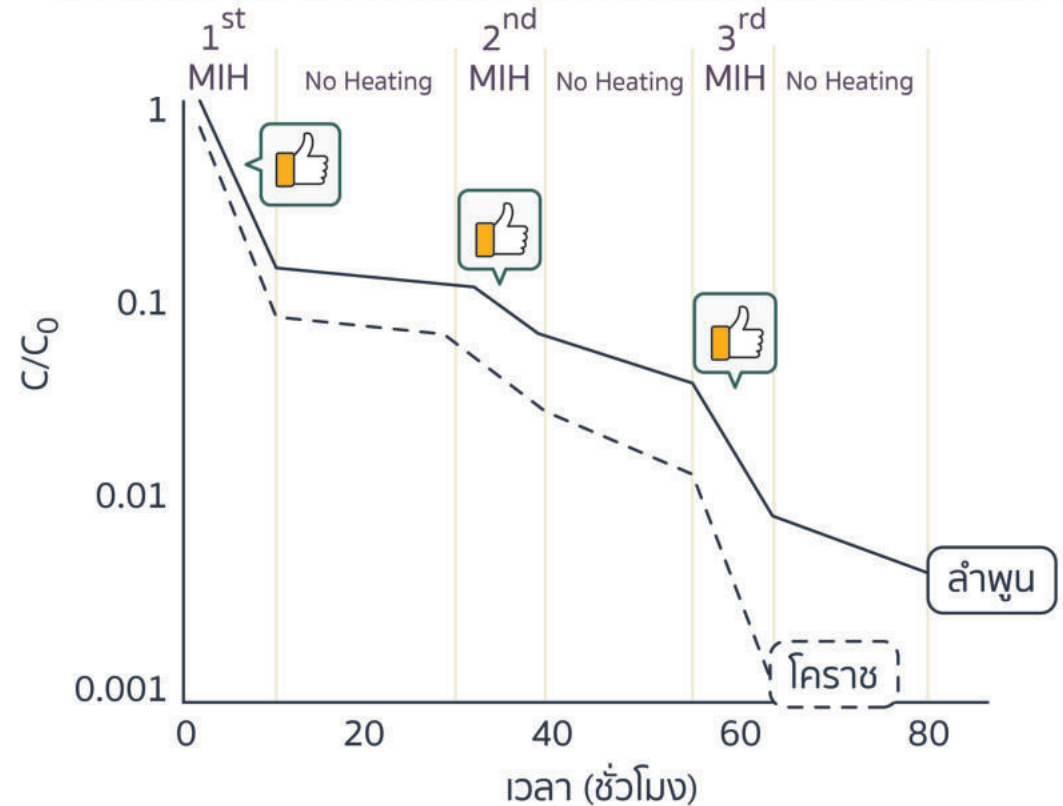
# การสลาย TCE โดยใช้ฟองเหล็กชนิด B ร่วมกับการเหนี่ยวนำความร้อนทางแม่เหล็กไฟฟ้า

พบว่า B จะสลาย TCE ได้ไวกว่า  
ช่วงที่ไม่มี การเหนี่ยวนำความร้อน  
ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

B

กราฟแสดงจลศาสตร์ของการสลาย TCE

ในน้ำใต้ดิน 2 แห่ง โดยใช้ฟองเหล็ก B ร่วมกับการเหนี่ยวนำความร้อนทางไฟฟ้า



ERTC ปักหมุดรักโลก



@ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (สส.)



ERTC Network



DEQP

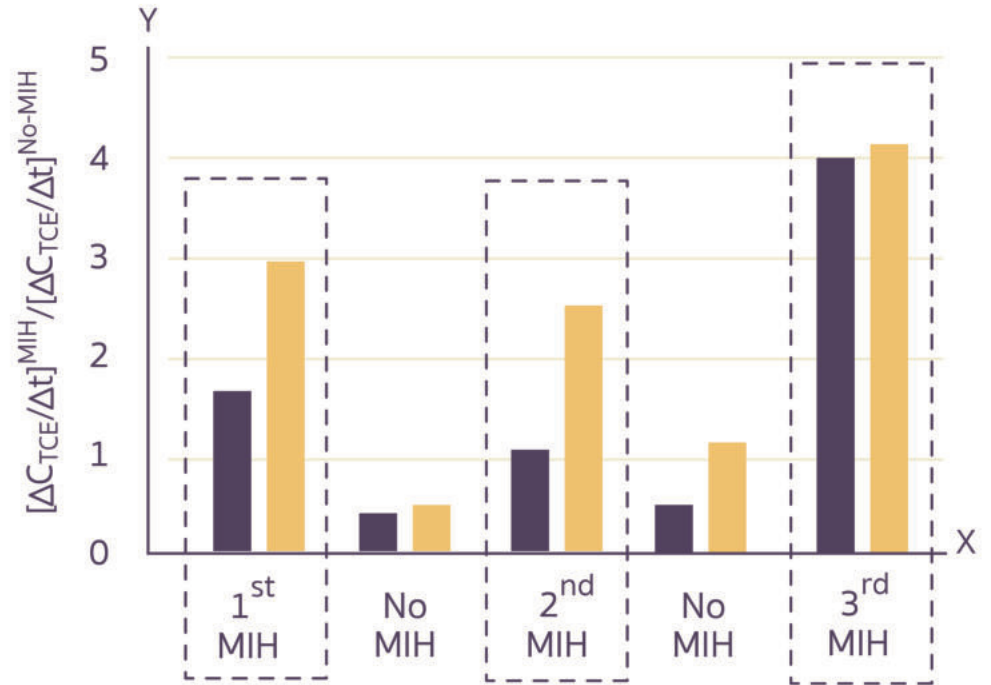


# ปัจจัยที่มีผลต่อการสลาย TCE โดยใช้ฟองเหล็กชนิด B ร่วมกับการเหนี่ยวนำความร้อนทางแม่เหล็กไฟฟ้า

จากการทดลองพบว่า อัตราการเร่งการสลาย TCE โดยการเหนี่ยวนำความร้อนทางแม่เหล็กไฟฟ้า ขึ้นอยู่กับ **ระยะเวลา**ที่ฟองเหล็กถูกเหนี่ยวนำ และ **การสร้างความร้อน**ต่อระยะเวลาการทำปฏิกิริยา

■ น้ำใต้ดินจาก จ.นครราชสีมา ■ น้ำใต้ดินจาก จ.ลำพูน

การเร่งการจลศาสตร์ของการสลาย TCE ในน้ำใต้ดิน 2 แห่ง โดยใช้ฟองเหล็ก B ร่วมกับการเหนี่ยวนำความร้อนทางแม่เหล็กไฟฟ้า



แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ฟองเหล็กถูกเหนี่ยวนำและสร้างความร้อน ( $t_{MIH}$ ) ต่อระยะเวลาทำปฏิกิริยาทั้งหมดในแต่ละรอบ ( $t_{total}$ ) (แกน X) กับค่าสัดส่วนการเร่งการสลาย TCE เมื่อมีการใช้การเหนี่ยวนำความร้อนทางแม่เหล็กไฟฟ้าควบคู่กับฟองเหล็ก (แกน Y)



ERTC ปักหมุดรักษ์โลก



@ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (สส.)



ERTC Network



DEQP



# สรุปผลการศึกษา



จากผลการศึกษาในงานวิจัยในครั้งนี้ จะเห็นได้ว่า การใช้พวงเหล็ก ร่วมกับเทคนิคการเหนี่ยวนำความร้อนจากแม่เหล็กไฟฟ้า (MIH) ในการบำบัดสาร TCE ที่ปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน ได้ผลดีกว่า การใช้พวงเหล็กเพียงอย่างเดียว

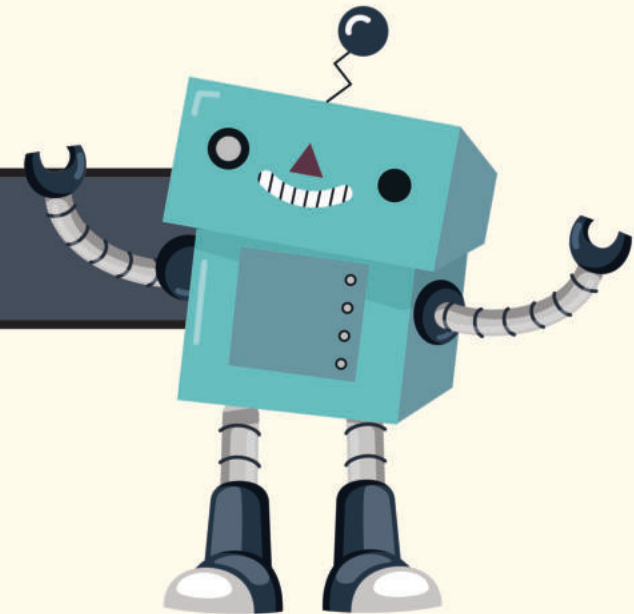
พวงเหล็ก



MIH



พวงเหล็ก



ERTC ปักหมุดรักโลก



@ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (สส.)



ERTC Network

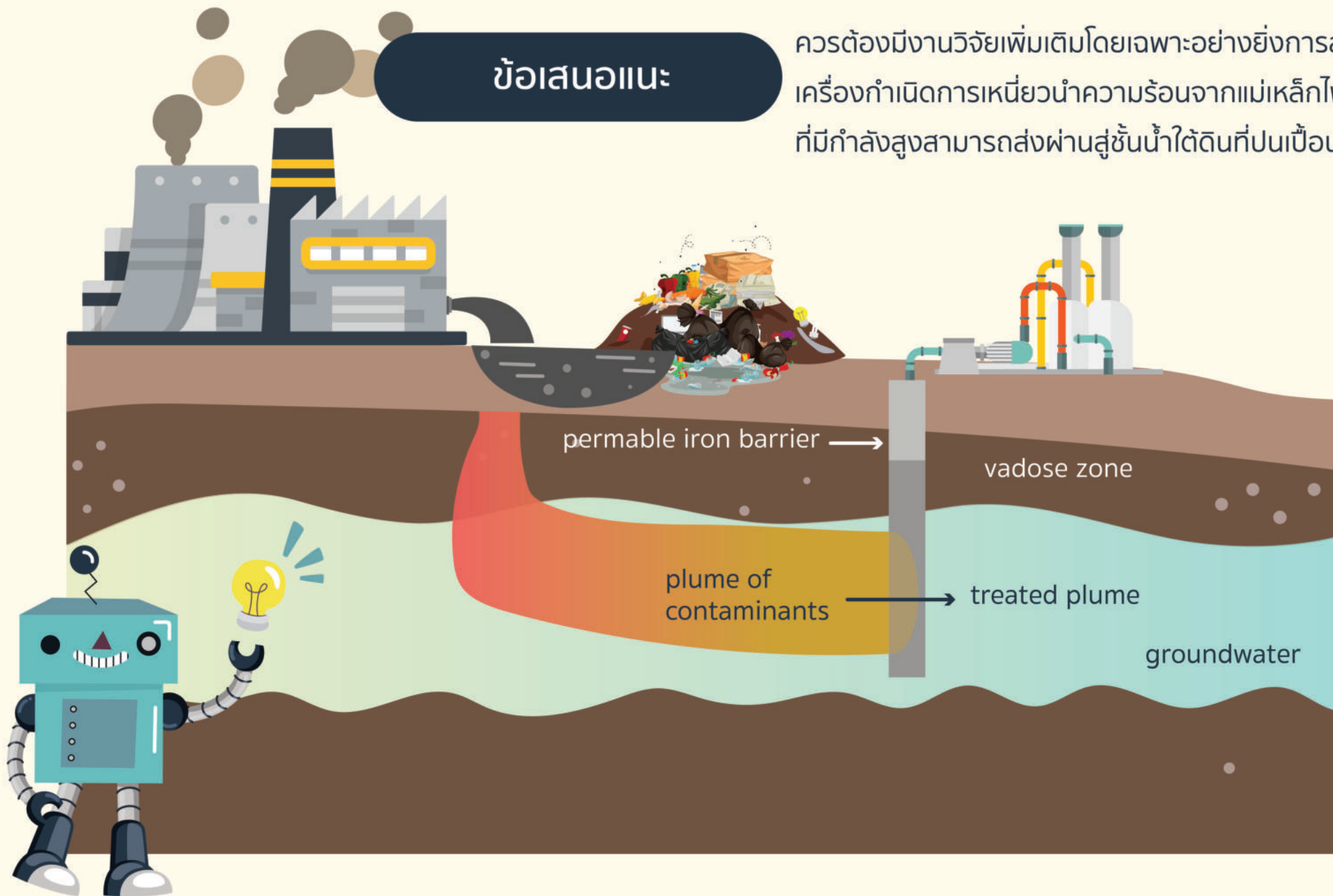


DEQP DEQP



# ข้อเสนอแนะ

ควรต้องมีงานวิจัยเพิ่มเติมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างเครื่องกำเนิดการเหนี่ยวนำความร้อนจากแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีกำลังสูงสามารถส่งผ่านสู่ชั้นน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนได้



ERTC ปักหมุดรักชโลม



@ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (สส.)



ERTC Network



DEQP

