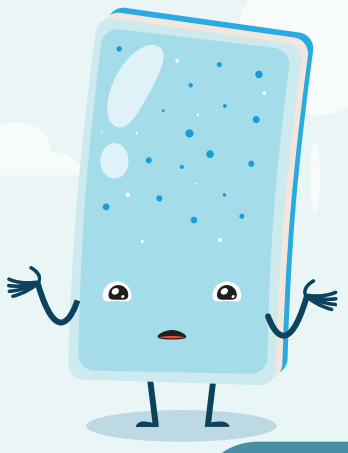
ปัญหา?



น้ำเสียชุมชน

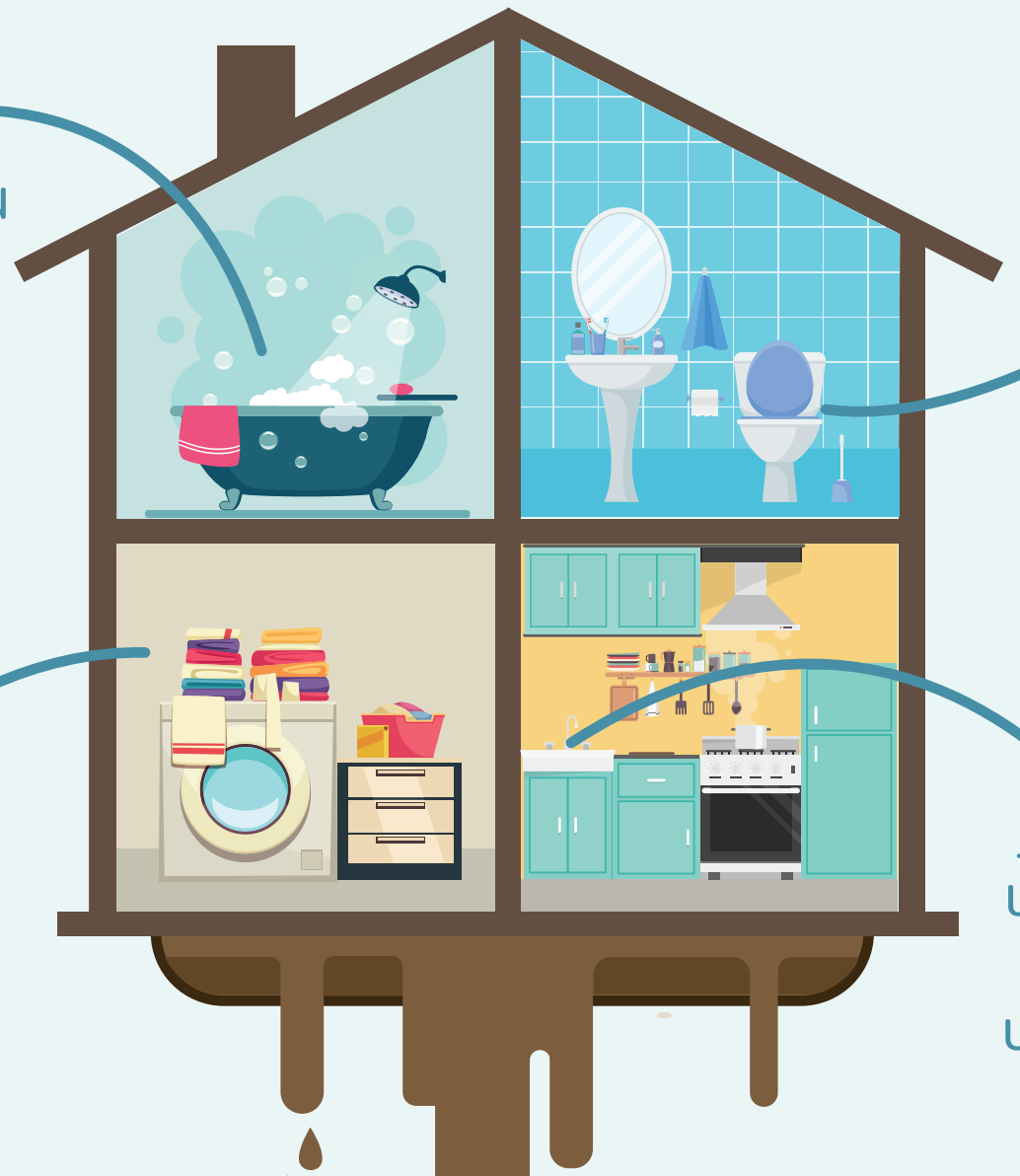
ปริมาณน้ำเสียรวมที่เกิดจากบ้านเรือน 150 ลิตร/คน/วัน

น้ำเสียจากห้องน้ำ

ปริมาณ **65** ลิตร/คน/วัน

น้ำเสียจากส้วม

ปริมาณ **20** ลิตร/คน/วัน



น้ำเสียจากการซักผ้า

ปริมาณ **20** ลิตร/คน/วัน

น้ำเสียจากครัวเรือน/ที่ล้างจาน

ปริมาณ **45** ลิตร/คน/วัน

80%

ของปริมาณน้ำที่ใช้ในบ้านเรือน
กลายเป็นน้ำเสียที่มักถูกระบายลงแหล่งน้ำธรรมชาติ
โดยไม่ได้รับการบำบัดอย่างถูกวิธี

โดยเฉลี่ยแล้วปริมาณน้ำเสีย
ที่เกิดจากบ้านเรือน มีปริมาณ
ความสกปรกในรูปของบีโอดี
เฉลี่ยอยู่ที่ 120 มิลลิกรัม/ลิตร

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ

การนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่

(Wastewater Reuse)

86% ของน้ำทิ้งโดยเฉลี่ย 130 ลิตร/คน/วัน

เป็นปริมาณน้ำเสียที่มีศักยภาพในการนำน้ำกลับมาใช้ประโยชน์

ทั้งในภาคชุมชนและเกษตรกรรม หากได้รับการบำบัดอย่างมีประสิทธิภาพ

น้ำเสียจากการซักล้าง (Grey Water) มีการปนเปื้อนของ

- สารลดแรงตึงผิว (surfactants)
- สารฆ่าเชื้อโรค (biocides)
- สารป้องกันรังสียูวี (UV filters)
- ฮอร์โมน (hormones) จากเครื่องสำอาง เช่น ครีมบำรุงผิวที่สกัดจากรก (Placental Extracts)
- ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด (pharmaceutical personal care products)

สารเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

หากไม่มีการบำบัดอย่างมีประสิทธิภาพ อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้

ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม | กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม | www.deqp.go.th | ERTC ปักหมุดรักษ์โลก

การบำบัดน้ำเสียด้วยถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบมีเมมเบรน

Membrane bioreactor :

MBR

Feed in

น้ำสกปรกไหลเข้าสู่
กรรมวิธีปฏิกิริยาชีวภาพ
ของเยื่อกรองเมมเบรน

น้ำและสิ่งสกปรก
จะถูกบำบัดด้วยมวล
จุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบ

Output

สิ่งสกปรกหรือตะกอน
จุลินทรีย์จะถูกแรงต้านของ
ฟองอากาศจากปั๊มเติมอากาศ
ทำให้ไม่เกาะติดกับ
แผ่นเมมเบรน

MBR

Storage Tank

Blower

Treated water

Membrane cleaning with aeration

น้ำที่สะอาด
จะถูกกรองผ่านเยื่อกรอง
เมมเบรน ที่มวลจุลินทรีย์
ไม่สามารถลอดผ่าน

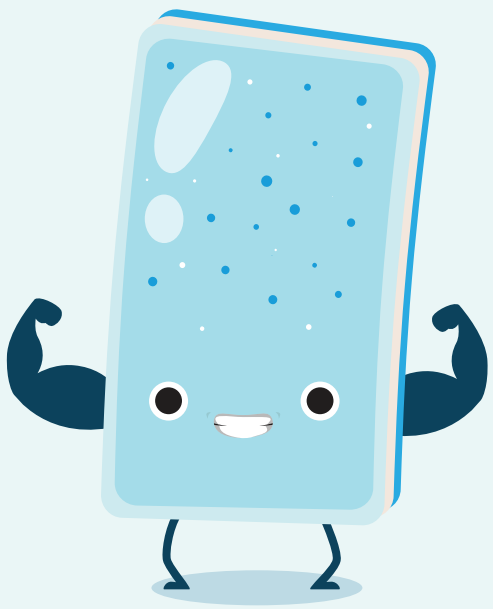
Hollow Fiber

น้ำสะอาด

Hollow fiber

sludge

bubbles



กรองน้ำเสียที่ขนาดรูพรุน 0.1 ไมครอน

พื้นที่ศึกษาระบบ MBR

ติดตั้งระบบ MBR
ณ หอพักบุคลากรกัลยาณมิตร
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
(องครักษ์)

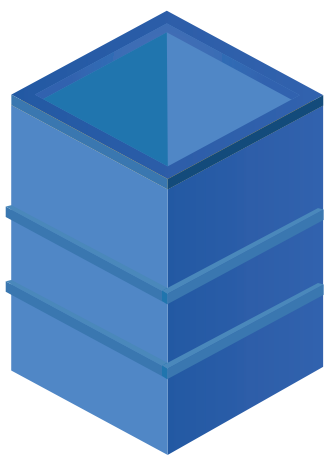
ตึก 8 ชั้น ทั้งหมด 64 ห้อง

ห้องเดี่ยว 48 ห้อง ห้องครอบครัว 16 ห้อง

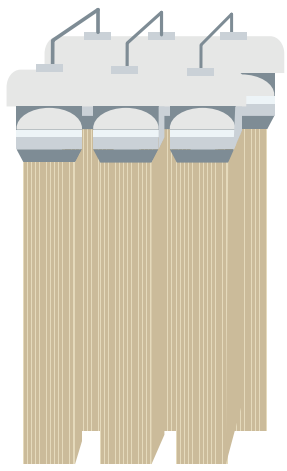
ถังเก็บน้ำเสีย (EQ Tank)

ถังเก็บน้ำหลังผ่านการบำบัด (Effluent Tank)

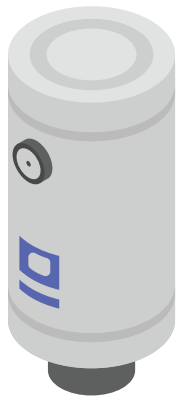
องค์ประกอบหลักของระบบ



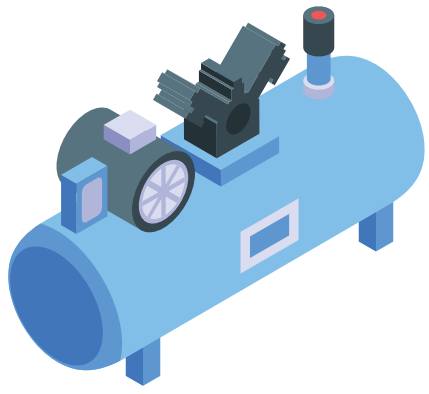
ถังไฟเบอร์กลาส
ขนาด 1.5x1.5x2.2 เมตร



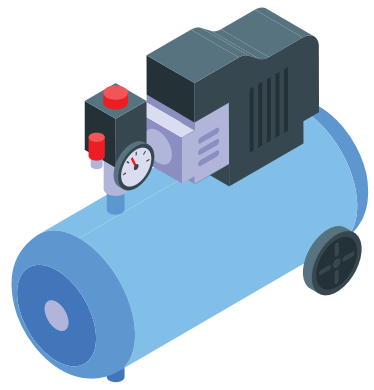
เมมเบรนแบบเส้นใย
ขนาดรูพรุน 0.1 ไมครอน



ปั๊มเติมอากาศ
ขนาด 500 ลิตร/นาที



ปั๊มสูบน้ำเสีย
ขนาด 100 ลิตร/นาที



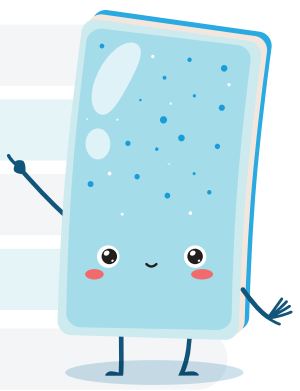
ปั๊มดูดน้ำบำบัด
ขนาด 100 ลิตร/นาที

ผลการเดินระบบ เมมเบรน Hollow Fiber

ที่ระยะเวลากักพักทางชลศาสตร์ **12** ชั่วโมง และรับน้ำเสียที่ **9** ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ MBR สำหรับ เมมเบรนแบบเส้นใย (n=12)

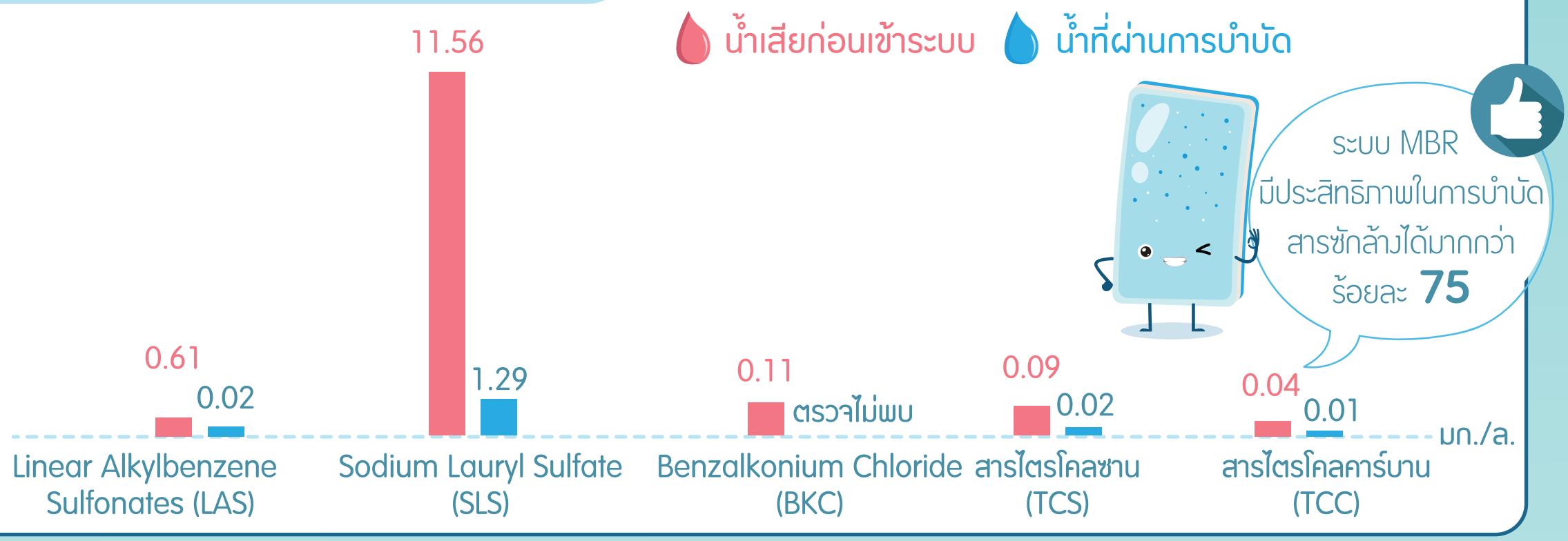
พารามิเตอร์	หน่วย	น้ำเสียเข้าระบบ	น้ำที่ผ่านการบำบัด	ร้อยละประสิทธิภาพการบำบัด
pH		7.0 ± 0.3	7.1 ± 0.4	-
ออกซิเจนละลายน้ำ	มก./ล.	1.1 ± 0.5	6.4 ± 1.2	-
อุณหภูมิ	℃	30.1 ± 1.4	30.4 ± 1.5	-
BOD	มก./ล.	74.4 ± 18.7	0.7 ± 0.5	99
COD	มก./ล.	123.1 ± 33.2	5.0 ± 6.5	98
ตะกอนแขวนลอย	มก./ล.	27.7 ± 11.3	0.6 ± 0.8	96
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	มก./ล.	5.0 ± 2.6	0.3 ± 0.7	95
* สารละลายได้ทั้งหมด	มก./ล.	289±90	335±130	-
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	มก./ล.	1.8 ± 0.6	0.7 ± 0.4	63
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	CFU/100 mL	1.2×10^7	346±314	99
อีโคไล	CFU/100 mL	4.1×10^4	ตรวจไม่พบ	100



ประสิทธิภาพในการบำบัดสารปนเปื้อนมีค่ามากกว่าร้อยละ 95 ส่วนฟอสฟอรัสทั้งหมดมีประสิทธิภาพร้อยละ 63 จากการสะสมในเซลล์จุลินทรีย์

* ในขณะที่สารละลายได้ทั้งหมด ระบบทางชีวภาพไม่สามารถทำการบำบัดได้ และน้ำที่ผ่านระบบ MBR มีค่ามากกว่าเนื่องจากน้ำเสียเข้าระบบมี particles เป็นองค์ประกอบ เมื่อเกิดการย่อยสลายจึงทำให้สารละลายได้ทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้น

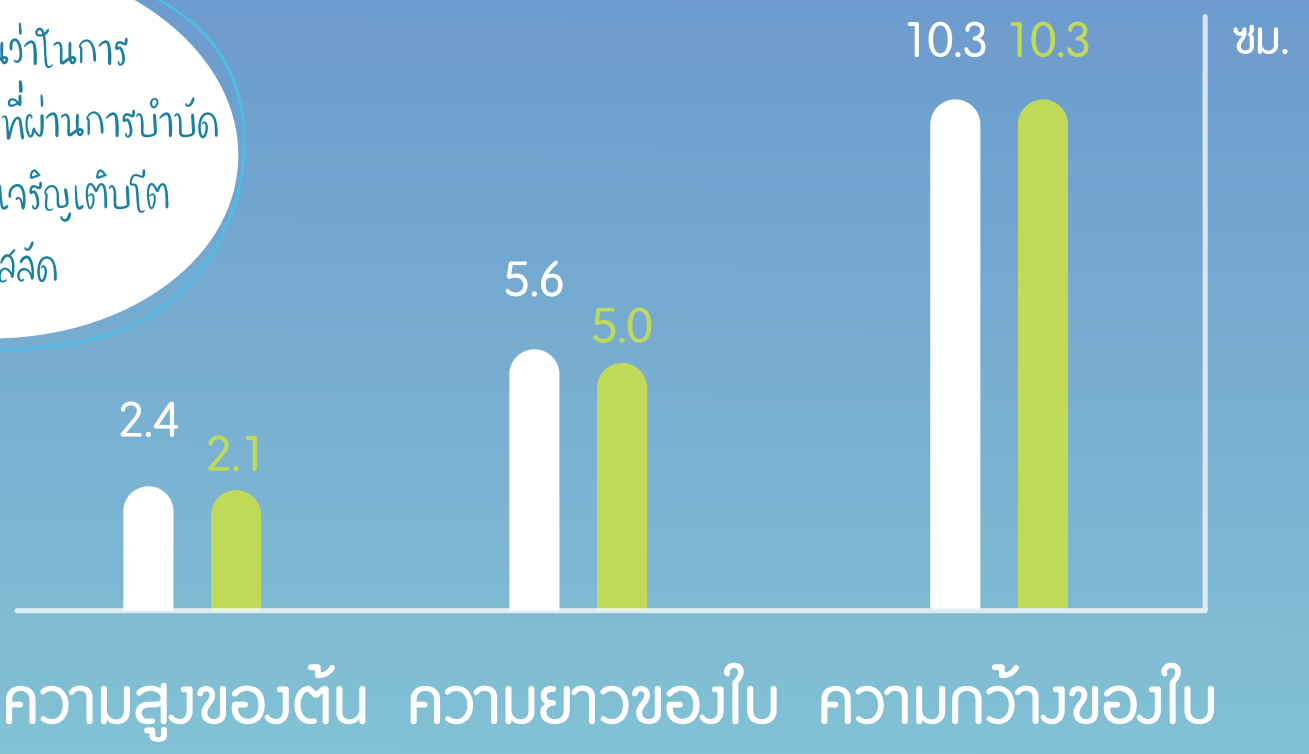
ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ ประเภทสารซักล้างที่เข้าระบบและผ่านการบำบัด (n=3)



ผลการทดสอบการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดมาใช้ในกิจกรรมภาคเกษตรกรรม

ผักบัตเตอร์เฮด

ค่าเฉลี่ยบันทึกลักษณะการเจริญเติบโตของผัก ระยะเวลา 37 วัน

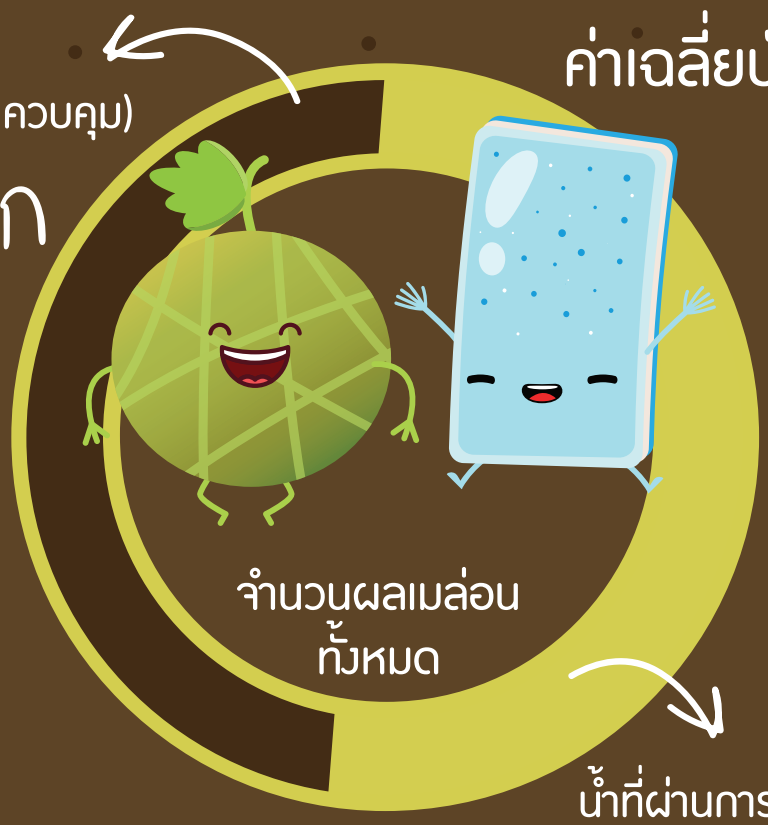


การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบ MBR และเกณฑ์แนะนำการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่สำหรับพืชกินใบหรือหัว

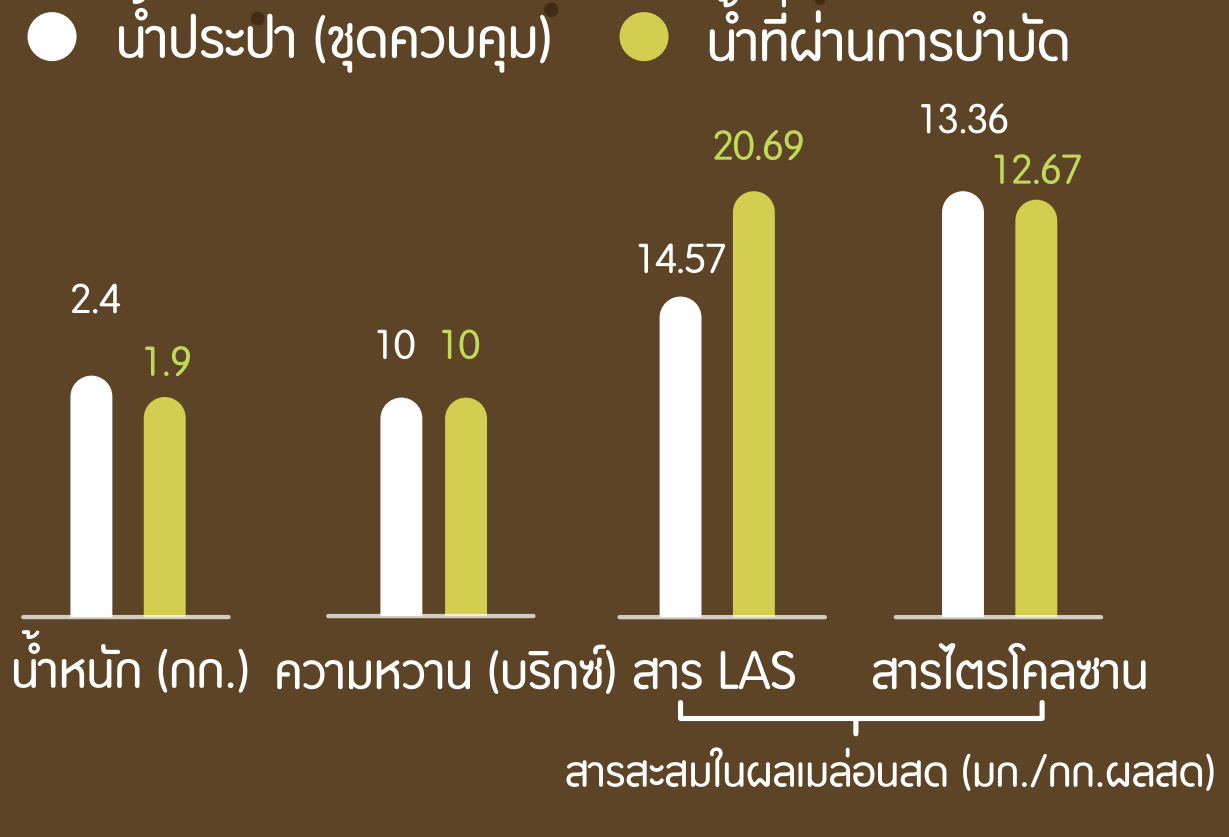
ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่าแนะนำ : พืชกินใบหรือหัว	น้ำที่ผ่านการบำบัด
สี	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
กลิ่น	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
ความเป็นกรดด่าง	-	6-9	6.8
ค่าความนำไฟฟ้า	ไมโครซีเมนส์/ซม.	<2,000	900
ความขุ่น	NTU	<5	-
ของแข็งแขวนลอย	มก./ล.	ไม่กำหนด	ตรวจไม่พบ
BOD	มก./ล.	<10	0.7
ไนเตรทไนโตรเจน	มก./ล.	<10	6.1
คลอรีนอิสระ	มก./ล.	0.7-1.0	-
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	โคโลนี/100มล.	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
ไข่พยาธิ	ไข่/ล.	≤1	-

ผลการทดสอบการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดมาใช้ในกิจกรรมภาคเกษตรกรรม

เมล่อน



ค่าเฉลี่ยบันทึกลักษณะการเจริญเติบโตของต้นเมล่อน ระยะเวลา 105 วัน



การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบ MBR และเกณฑ์แนะนำการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่สำหรับรับประทานผลหรือเมล็ด

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่าแนะนำ : พืชกินผลหรือเมล็ด	น้ำที่ผ่านการบำบัด
สี	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
กลิ่น	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
ความเป็นกรดด่าง	-	6-9	6.8
ค่าความนำไฟฟ้า	ไมโครซีเมนส์/ซม.	<2,000	900
ความขุ่น	NTU	<5	-
ของแข็งแขวนลอย	มก./ล.	ไม่กำหนด	ตรวจไม่พบ
BOD	มก./ล.	<20	0.7
ไนเตรทไนโตรเจน	มก./ล.	<35	6.1
คลอรีนอิสระ	มก./ล.	ไม่กำหนด	-
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	โคโลนี/100 มล.	<1,000	ตรวจไม่พบ
ไข่พยาธิ	ไข่/ล.	≤1	-

ผลการทดสอบการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดมาใช้ในกิจกรรมที่มนุษย์มีโอกาสสัมผัส

ผลการนำน้ำที่ผ่านการบำบัด ไปใช้สำหรับ ชักโครก

ปริมาณการใช้น้ำในชักโครกเฉลี่ย

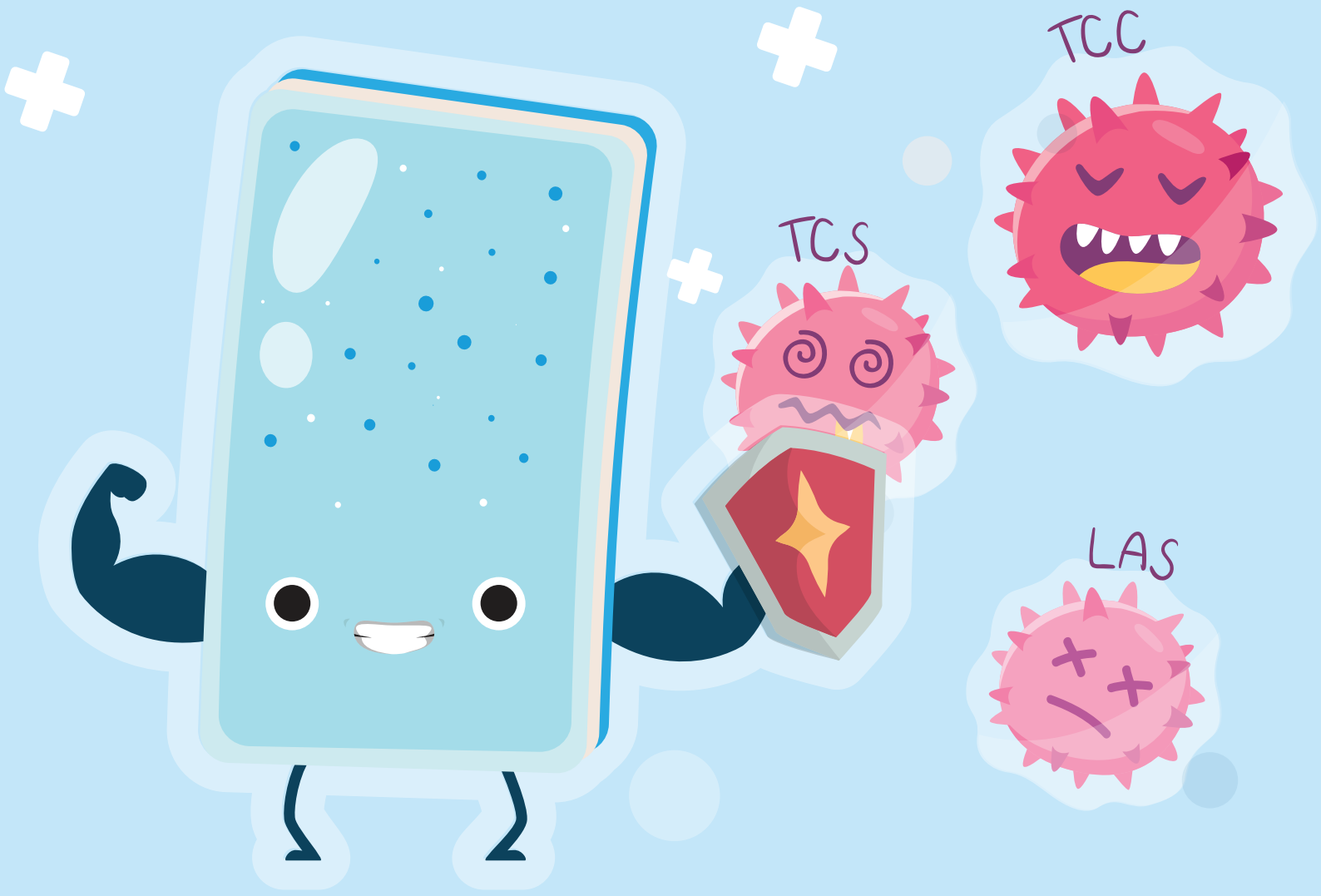
90.2 ลิตร/วัน

การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบ MBR และเกณฑ์แนะนำการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในกิจกรรมที่มนุษย์มีโอกาสสัมผัส

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่าแนะนำ : มนุษย์มีโอกาสสัมผัส	ค่าที่วัดได้จากน้ำที่ผ่านการบำบัด
สี	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
กลิ่น	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
ความเป็นกรดด่าง	-	6-9	6.8
ความขุ่น	NTU	<5	-
BOD	มก./ล.	<10	0.7
คลอรีนอิสระ	มก./ล.	0.7-1.0	-
โคลิฟอร์มทั้งหมด	โคโลนี/100 มล.	ไม่กำหนด	34
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	โคโลนี/100 มล.	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

ค่าดัชนีความเป็นอันตรายของ สารเคมี

จากการประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดไปใช้ในกิจกรรมด้านเกษตรและครัวเรือน



สารเคมีที่ตรวจพบในตัวอย่าง
ทั้ง 3 ชนิดมีความปลอดภัยเพราะ

HQ < 1

HQ : Hazard Quotient

ค่าดัชนีความเป็นอันตรายของสารเคมี

Micro-pollutants			Hazard Quotient : HQ	
Group	Name	Syn.	น้ำที่ผ่านการบำบัด	ผักสลัด
Biocides	Triclosan	TCS	2.78×10^{-6}	2.70×10^{-3}
	Triclocarban	TCC	3.03×10^{-6}	2.47×10^{-3}
Surfactants	Linear Alkylbenzene Sulfonates	LAS	1.33×10^{-5}	5.61×10^{-2}
Hazard Index : HI			1.91×10^{-5}	6.13×10^{-2}

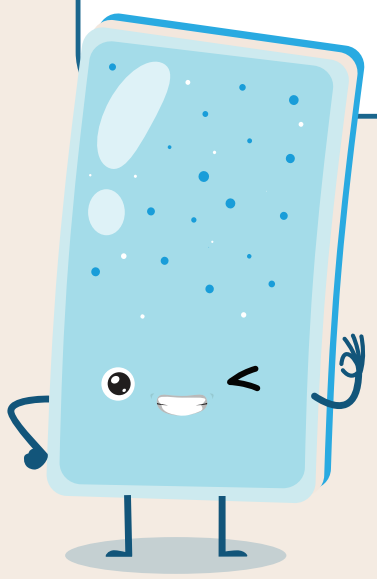
ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเคมี ด้วยการประเมินจากค่าดัชนีอันตราย (Hazard Quotient; HQ) พบว่าน้ำที่ผ่านการบำบัดมีค่าความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอบรับได้ เพราะค่า HQ ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่า 1 (HQ <1)

ผลการวิเคราะห์เชื้อ E.coli

ผลการวิเคราะห์เชื้อ *E.coli* ในน้ำที่นำกลับไปใช้

แหล่งของน้ำที่จะนำมาใช้ประโยชน์	ปริมาณเชื้อ *E.coli* ที่ตรวจพบสูงสุด (CFU/100 mL)
น้ำเสียจากหอพักบุคลากร	2.1×10^6
น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยระบบ MBR	ND
น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยระบบ MBR ที่เก็บไว้ในถังเพื่อการเกษตร	ND

หมายเหตุ : ND คือ ตรวจไม่พบ (n=4)

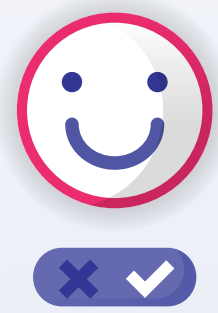


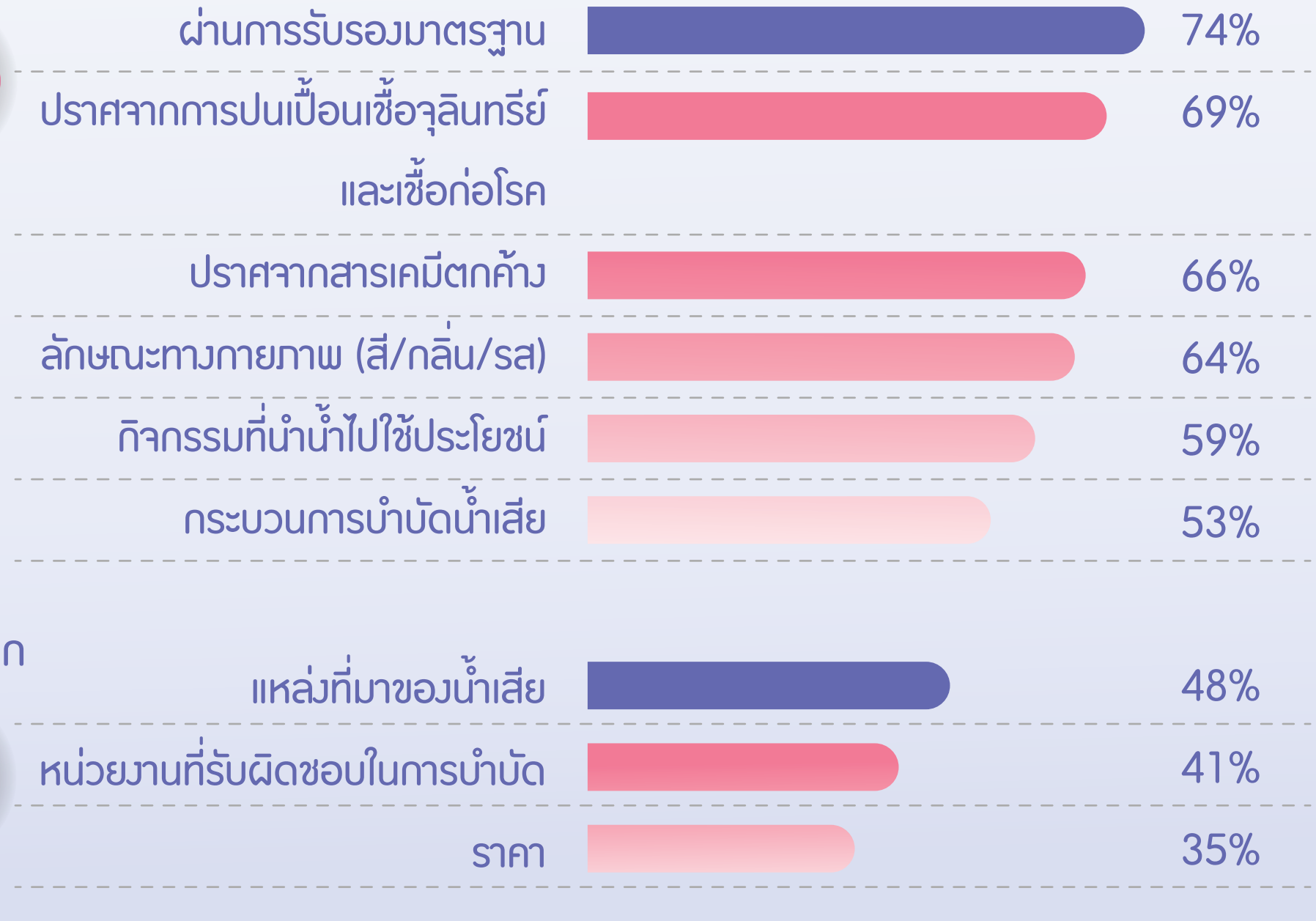
ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสเชื้อก่อโรคจากน้ำที่ผ่านการบำบัด ด้วยวิธีการ Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA) พบว่ามีความปลอดภัย

ปัจจัย ที่มีผลต่อการเลือกใช้น้ำที่ผ่านการบำบัด

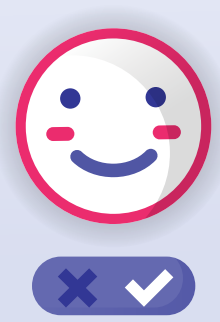
มีจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม (n=420)

เห็นด้วยมากที่สุด





เห็นด้วยมาก



การยอมรับการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในกิจกรรมต่างๆ

3 อันดับแรกที่ประชาชนยอมรับมากที่สุด

ใช้สำหรับชักโครก

52%

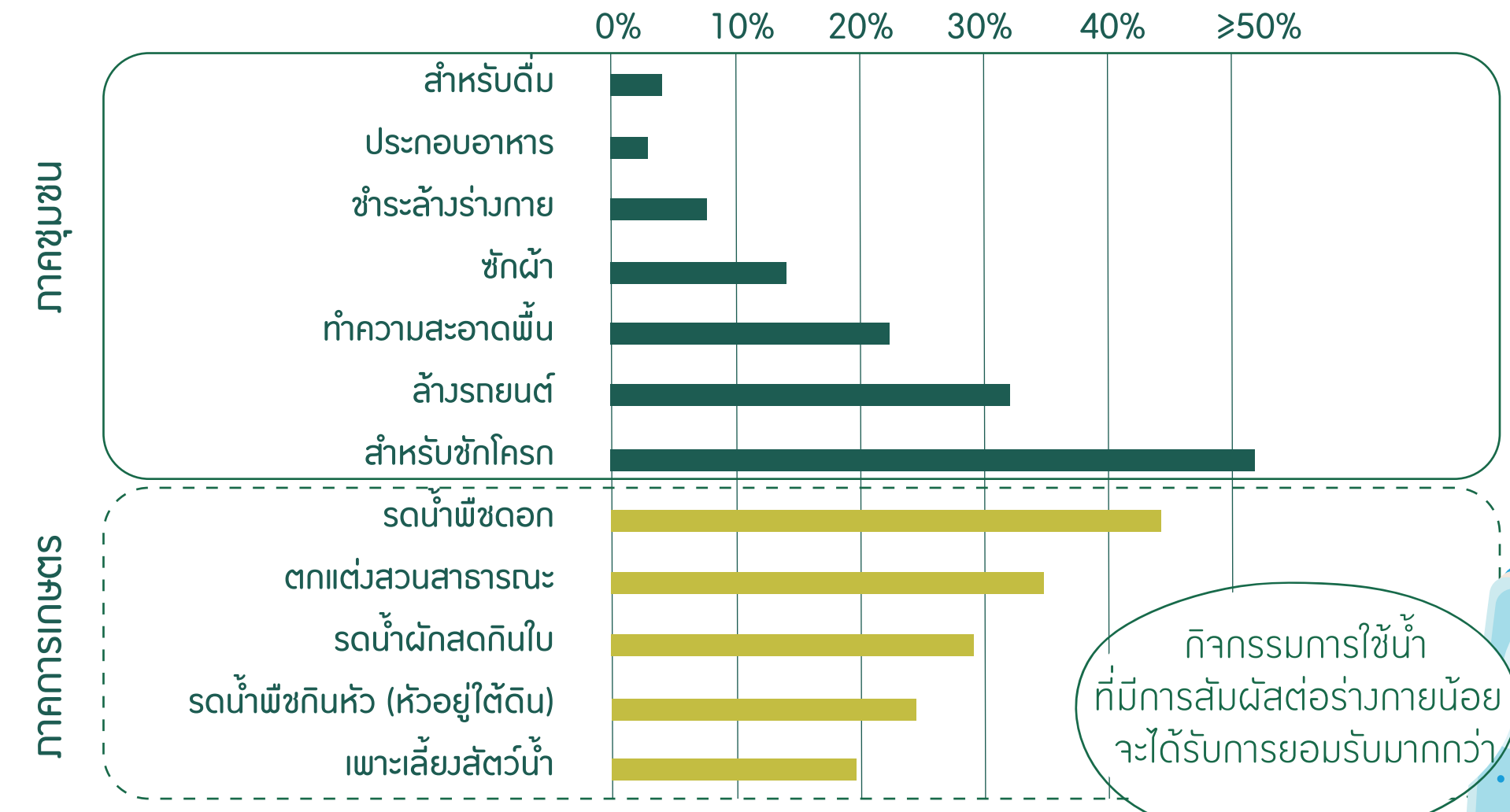
ใช้รดน้ำพืชดอก

44%

ใช้ตกแต่งสวนสาธารณะ

35%

ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างต่อการยอมรับการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในกิจกรรมต่าง ๆ



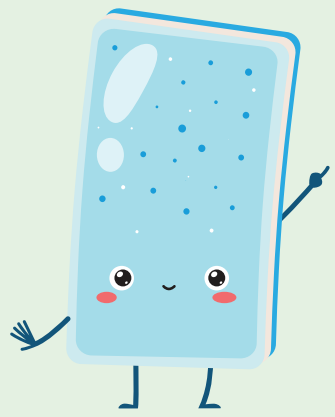
สิ่งที่ต้องคำนึงถึงสำหรับการจัดทำแนวทาง
การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

คุณภาพน้ำเหมาะสม
กับกิจกรรมที่นำไปใช้งาน

ประชาชนให้การยอมรับ

ผลกระทบต่อสุขภาพ
และสิ่งแวดล้อม

รวมถึง
ความคุ้มทุนทางด้าน
เศรษฐศาสตร์



ปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณา คือ

- ต้นทุน
- สิ่งแวดล้อม
- ระบบนิเวศ

ข้อชวนคิด

เมมเบรนมีอายุการใช้งาน
ประมาณ **3-5** ปี และขึ้นอยู่กับ
คุณลักษณะของน้ำเสีย
และการดูแลรักษา

การทำความสะอาดเมมเบรน
แบบเส้นใย ต้องทำการล้างเมมเบรน
ทุกอาทิตย์ ด้วยระบบการติดตั้ง
การล้างแบบอัตโนมัติ

ต้นทุนค่าใช้จ่ายของระบบที่ทำการติดตั้ง