The 2019-2020 TiChE National Chemical Engineering Student Design Competition

การศึกษาความเป็นไปได้เชิงเทคนิคและเชิงเศรษฐศาสตร์ในการสร้างโรงงานผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลโดยใช้วิธีการกลั่นผ่านเมมเบรนแบบสัมผัสโดยตรง

(Evaluation Technical and Economic Feasibility of Seawater Desalination Plant Design in Direct Contact Membrane Distillation Method)

The 2019-2020 TiChE National Chemical Engineering Student Design Competition

การศึกษาความเป็นไปได้เชิงเทคนิคและเชิงเศรษฐศาสตร์
ในการสร้างโรงงานผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลโดยใช้วิธี
การกลั่นผ่านเมมเบรนแบบสัมผัสโดยตรง

(Evaluation Technical and Economic Feasibility of
Seawater Desalination Plant Design in
Direct Contact Membrane Distillation Method)

สารบัญ

รายการ	หน้า
1. บทนำ	3
2. Process Flow Diagram	23
3. Process Description	24
4. Preliminary Plot Plan	27
5. Heat and Material Balance	28
6. Utility Requirement	36
7. Equipment List	37
8. Equipment Specification Sheets	40
9. Equipment Cost Summary	57
10. Economic Analysis	63
11. Safety, Health, and Environmental Consideration	69
12. บทสรุป	79
13. กิตติกรรมประกาศ	82
14. เอกสารอ้างอิง	83
15. ภาคผนวก/Calculation	84

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

องค์การกองทุนสัตว์ป่าโลกสากล (2562) ชี้ให้เห็นว่าประชากรโลก 1 ใน 5 คน ไม่สามารถเข้าถึงน้ำสะอาด ขาดแคลนน้ำดื่ม และประชากรครึ่งหนึ่งของโลกขาดแคลนน้ำสะอาดตามหลักสุขาภิบาล ประชากรมากกว่า 5 ล้านคนตายด้วยโรคที่เกิดจากน้ำไม่สะอาดในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา สถาบันจัดการน้ำระหว่างประเทศ (IWMI) ประมาณการว่าในราวปี ค.ศ. 2025 ประชากร 4,000 ล้านคน ใน 48 ประเทศ (2 ใน 3 ของประชากรโลก) จะเผชิญกับปัญหาความขาดแคลนน้ำ ในขณะที่ธนาคารโลกประมาณการว่า 30 ปีข้างหน้า ประชากรครึ่งหนึ่งของโลก จะประสบกับภาวะขาดแคลนน้ำหากยังคงมีการใช้น้ำที่ฟุ่มเฟือยอย่างเช่นในปัจจุบัน เนื่องจากแหล่งน้ำจืดในโลกนั้นมีเพียง 3 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมด แต่มนุษย์สามารถนำมาใช้ได้จริงเพียง 0.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำจืดในโลก โดยอีก 97 เปอร์เซ็นต์เป็นแหล่งน้ำเค็มหรือมหาสมุทร ดังนั้นวิธีการผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล (Desalination) จึงเป็นวิธีที่น่าสนใจ

Desalination เป็นกระบวนการกำจัดเกลือ โลหะหนัก และสารเจือปนต่าง ๆ ออกจากน้ำทะเล ปรับแต่งองค์ประกอบของน้ำให้เป็นไปตามลักษณะการใช้งาน เช่น เติมคลอรีน เป็นต้น(อ้างอิงนิยาม) โดยมี 2 หลักการได้แก่ (1) หลักการใช้เมมเบรน เช่น Microfiltration, Nanofiltration, Ultrafiltration และ Reverse Osmosis (RO) โดยกระบวนการที่ใช้เมมเบรนนั้นสามารถผลิตน้ำจืดได้จำนวนมาก แต่น้ำทะเลที่ที่ใช้ในการผลิตต้องผ่านการกรองขั้นต้นก่อน เนื่องจากอาจทำให้เมมเบรนเสียสภาพก่อนอายุการใช้การได้ และทำให้มีปริมาณเกลือติดไปกับน้ำที่ผลิตได้ และ (2) หลักการใช้ความร้อน เช่น Multi-Stage Flash (MSF) และ Multiple Effect Distillation (MED) โดยกระบวนการให้ความร้อน สามารถผลิตปริมาณน้ำได้น้อยกว่าแบบกระบวนการกรอง รวมทั้งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวนมาก เนื่องจากต้องทำให้น้ำระเหย แต่กระบวนการนี้สามารถกำจัดปริมาณของเกลือได้ถึง 90-95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากข้อดีและข้อเสียของทั้งสองกระบวนการ ส่งผลให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ขึ้นได้แก่ Membrane Distillation (อ้างอิง)

Membrane Distillation (MD) เป็นเทคนิคที่มีการใช้เมมเบรนและความร้อนร่วมกัน โดยใช้เมมเบรนชนิดไม่ชอบน้ำและมีรูพรุนขนาดไมโคร หรือเรียกว่า Microporous Hydrophobic Membrane และให้ความร้อนที่ 80-90 องศาเซลเซียสแก่สายน้ำทะเลขาเข้า MD สามารถกำจัดปริมาณเกลือและสารเจือปนอื่น ๆ ได้ถึง 99 เปอร์เซ็นต์ โดยเทคนิคนี้ยังสามารถแบ่งย่อย 4 เทคนิค ได้แก่ Direct Contact Membrane Distillation (DCMD), Air Gap Membrane Distillation (AGMD), Sweep Gas Membrane Distillation (SGMD) และ

Vacuum Membrane Distillation (VMD) โดย DCMD เป็นเทคนิคการผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ กระบวนการผลิตไม่ยุ่งยาก ใช้พลังงานความร้อนน้อยเมื่อเทียบกับเทคนิคการอื่น ซึ่งใช้ความร้อนที่เหลือจากกระบวนการอื่นได้ และสามารถใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้อีกด้วย ส่วน AGMD เป็นเทคนิคที่มีกำลังการผลิตน้อย เนื่องจากมีชั้นอากาศนิ่งขัดขวางการแพร่ของไอน้ำ รวมทั้ง SGMD จะใช้ก๊าซเฉื่อยในกระบวนการทำให้เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต และ VMD มีกระบวนการที่เป็นสูญญากาศ ส่งผลให้ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง ดังนั้น DCMD จึงเป็นเทคนิคที่มีศักยภาพด้านความสามารถในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในแง่และลดต้นทุนการผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล

โครงงานนี้จึงสนใจศึกษาความเป็นไปได้เชิงเทคนิคและเชิงเศรษฐศาสตร์ในการสร้างโรงงานผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลใช้วิธี DCMD โดยมีกำลังการผลิต 200 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เริ่มต้นตั้งแต่การออกแบบโรงงานโดยใช้โปรแกรม Aspen Plus เวอร์ชั่น 8.8 ที่ครอบคลุมถึงการดุลมวลและพลังงาน การเลือกอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต ประเมินต้นทุนการก่อสร้างโรงงาน ค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต รวมถึงประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยอาศัยการสร้างแบบจำลองโดยใช้ทฤษฎีร่วมกับวิธีพื้นผิวตอบสนอง ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงานนี้ ได้แก่ ข้อมูลจากการศึกษานี้จะนำไปประกอบการพิจารณาการสร้างโรงงานผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลในบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง

วัตถุประสงค์

โครงงานนี้จึงสนใจศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคและเชิงเศรษฐศาสตร์ในการสร้างโรงงานผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลใช้วิธีการกลั่นผ่านเมมเบรนแบบสัมผัสโดยตรง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล

การผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล)Desalination(เป็นกระบวนการที่นิยมใช้แก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำทั้งเพื่อการอุปโภค บริโภค และอุตสาหกรรมได้ ซึ่งมีหลักการทำงาน 2 หลัก ได้แก่ ใช้เมมเบรน และใช้ความร้อน Anisa (2019) กล่าวว่า เมมเบรนเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจาก โดยใช้ร่วมกับออสโมซิสแบบผันกลับ (Reverse Osmosis, RO) และวิธีการใช้ความร้อนจะอาศัยการระเหยและการควบแน่นของน้ำเพื่อเกิดการแยกเกลือออกจากน้ำทะเล โดยวิธีที่นิยมได้แก่ Multi-Stage Flash (MSF) และ Multiple Effect Distillation (MED) ซึ่งใช้อย่างแพร่หลายกว่าร้อยละ 70 ในภูมิภาคตะวันออกกลาง การผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลตามหลักการใช้ความร้อนนี้อาศัยแรงขับทางอุณหภูมิ (Anisa, 2019) รวมทั้งยังมีวิธีการอื่นๆ ที่สามารถผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลได้อีก เช่น การแยกโดยใช้ไฟฟ้า และการแช่แข็ง เป็นต้น

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบวิธีต่างๆ ในการผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล

วิธีการผลิต	รายละเอียดของวิธีการ	ข้อดี	ข้อเสีย
1. Reverse Osmosis (RO)	การกรองน้ำทะเลผ่านเยื่อเลือกผ่าน มีความดันระหว่างสายน้ำทะเลกับสายน้ำจืดเป็นแรงขับของกระบวนการ	กำลังการผลิตสูงที่สุดและผลิตได้ในเวลารวดเร็ว	มีข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพของเยื่อเลือกผ่าน เช่น อายุการใช้งาน และการทำความสะอาด เป็นต้น
2. Multi-Effect Distillation (MED)	การกำจัดเกลือออกจากน้ำทะเล โดยอาศัยการให้ความร้อนกับน้ำทะเล ทำให้น้ำทะเลเดือดทันที ไอน้ำที่เกิดขึ้นควบแน่นกลับมาเป็นน้ำผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน	ผลิตภัณฑ์น้ำจืดที่ได้มีความบริสุทธิ์สูง	ต้องการพลังงานความร้อนสูงในการทำให้น้ำทะเลเดือด ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง

3. Membrane Distillation (MD)	เป็นกระบวนการประยุกต์ระหว่างการกรองโดยใช้เยื่อเลือกผ่าน และการกลั่นโดยใช้ความร้อน ซึ่งอาศัยความดันไอเป็นแรงขับของกระบวนการ	น้ำจืดที่ผลิตได้มีความบริสุทธิ์สูง จากการใช้พลังงานความร้อนต่ำ รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้พลังงานทางเลือกได้ รวมทั้งมีต้นทุนการผลิตต่ำ	กำลังการผลิตน้อย มีข้อจำกัดด้านอายุการใช้งานและการทำความสะอาดเมมเบรน
4.Eletrodialysis (ED)	เป็นกระบวนการแยกสารที่อาศัยแรงขับของความต่างศักย์ไฟฟ้า โดยความต่างศักย์ดังกล่าวจะทำให้เกลือเคลื่อนผ่านเยื่อเลือกผ่าน	น้ำจืดที่ผลิตได้มีความบริสุทธิ์สูง	ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง ทำให้มีต้นทุนการผลิตที่สูงตามไปด้วย

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่ากระบวนการ MD มีการประยุกต์ใช้หลักการเมมเบรนและหลักการความร้อน ที่ต้องการใช้พลังงานภายนอกน้อยที่สุด รวมทั้งใช้เงินลงทุนต่ำและพื้นที่โรงงานน้อยที่สุด นอกจากนี้ในกระบวนการ MD ยังใช้อุณหภูมิไม่สูง เพราะไม่จำเป็นต้องให้ความร้อนแก่ของเหลวจนถึงจุดเดือด จะเห็นได้ว่าข้อดีดังกล่าวเป็นผลทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนแก่สิ่งแวดล้อมน้อย นอกจากนี้อุณหภูมิที่ใช้ในสายป้อนขาเข้าของ MD จะอยู่ในช่วง 40-90 องศาเซลเซียส จึงสามารถใช้พลังงาน low grade, แหล่งพลังงานของเสีย และแหล่งพลังงานทางเลือก เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานใต้พื้นพิภพ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับ MD เพื่อประสิทธิภาพทางพลังงาน และความคุ้มทุนทางเศรษศาสตร์สำหรับการนำไปทำ desalination และการบำบัดน้ำเสีย)Mohammad et al., 2015)

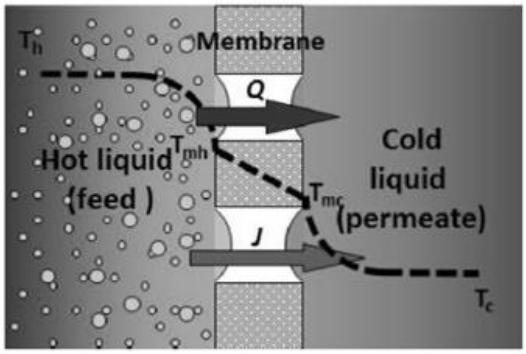
2. Membrane Distillation (MD)

2.1 **ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ** Membrane Distillation

MD เป็นกระบวนการแยกสารทางกายภาพโดยอาศัยหลักการถ่ายโอนความร้อนและถ่ายโอนมวล ทั้งนี้เป็นกระบวนการที่ใช้เมมเบรนชนิดไม่ชอบน้ำและมีรูพรุนขนาดไมโคร (Microporous Hydrophobic Membrane) ทำหน้าที่เป็นตัวรองรับทางกายภาพเพื่อแยกน้ำออกจากน้ำทะเลในรูปของไอน้ำ โดยโมเลกุลของ

ไอน้ำจะไหลผ่านรูพรุนในเมมเบรนจากด้านที่มีความดันไอสูงไปยังด้านที่มีความดันไอต่ำ ทั้งนี้ด้านที่มีความดันไอสูงจะมีอุณหภูมิสูงกว่าด้านที่ความดันไอต่ำ (Ibrahim et al., 2012)

โดยทั่วไปแล้วจะมีการป้อนของเหลวเข้า MD จำนวน 2 สาย โดยสายที่มีอุณหภูมิสูงกว่า เรียกว่า สาย feed ซึ่งเป็นสายที่ต้องการให้เกิดการระเหยของน้ำให้เป็นไอ และสายที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเรียกว่า สาย permeate เป็นสายที่ต้องการเก็บน้ำที่ได้จากการควบแน่นของไอน้ำที่แพร่ผ่านเมมเบรนจากสาย feed มายังสาย permeate กลไกการถ่ายโอนของ MD เป็นดังรูปที่ 1 โดยเริ่มต้นจากการระเหยของน้ำที่ป้อนเข้าฝั่งที่มีอุณหภูมิสูงของเมมเบรน ไอน้ำที่เกิดขึ้นจะแพร่ผ่านรูพรุนในเมมเบรนไปยังอีกด้านหนึ่งของเมมเบรนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ไอน้ำที่ออกมาในด้านนี้จึงควบแน่นเป็นน้ำ (Ibrahim et al., 2012)

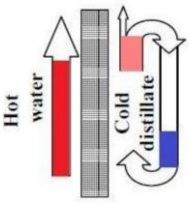
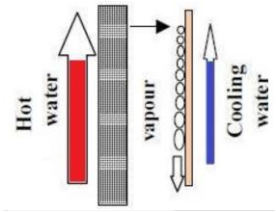


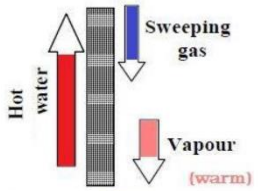
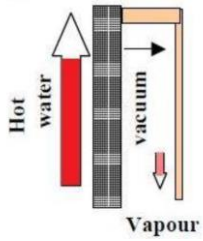
รูปที่ 1 กลไกการถ่ายโอนมวลและความร้อนผ่านเมมเบรนในกระบวนการ MD

จากกลไกที่ได้อธิบายก่อนหน้าจึงสรุปได้ว่าแรงขับของกระบวนการ MD คือผลต่างความดันไอย่อยคร่อมเมมเบรน ความดันไอย่อยที่ต่างกันนี้เกิดจากอุณหภูมิที่คร่อมเมมเบรนมีค่าไม่เท่ากัน (Ibrahim et. al, 2012), (Mohammad et al., 2015) ทั้งนี้เนื่องจากเมมเบรนที่ใช้ไม่ชอบน้ำ จึงอาจกล่าวได้ว่าไม่มีการระเหยและควบแน่นเป็นน้ำในเมมเบรนนี้ แต่รูพรุนในเมมเบรนจะใช้เป็นเส้นทางการแพร่ของไอน้ำ (Mohammad et al., 2015)

ทั้งนี้กระบวนการMD สามารถแบ่งย่อยได้เป็น 4 ประเภท โดยจะมีวิธีการ และ ข้อดี ข้อเสีย ที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบรายละเอียดกระบวนการแต่ละประเภทของ MD (Mohammad et al., 2015)

รูปแบบ	รายละเอียด	ข้อดี	ข้อเสีย
1. การกลั่นด้วยเมมเบรนแบบสัมผัสโดยตรง (DCMD) 	เมมเบรนสัมผัสกับของเหลวโดยตรง ทั้งของเหลวสาย Feed และของเหลวสาย Permeate	- ในการใช้งานจริงรูปแบบนี้มีความซับซ้อนน้อยที่สุด - มีอัตราส่วนพลังงานที่ใช้ในการระเหยต่อพลังงานทั้งหมดสูงที่สุด - การถ่ายโอนฟลักซ์เชิงมวลคงที่มากกว่า VMD เมื่อสารสาย Feed มีโอกาสเกิดการอุดตันสูง - ได้รับความนิยมมากที่สุด	- ในกรณีที่ดำเนินการผลิตด้วยเงื่อนไขเดียวกัน ฟลักซ์เชิงมวลที่ได้น้อยกว่า VMD - เกิด Thermal polarization สูงที่สุดใน 4 รูปแบบ - การเปียกของเมมเบรนส่งผลต่อคุณภาพของของเหลวที่ผลิตได้
2. การกลั่นด้วยเมมเบรนแบบสัมผัสกับอากาศนิ่ง (AGMD) 	มีชั้นอากาศนิ่งในฝั่ง Permeate อยู่ระหว่างเมมเบรนและบริเวณที่เกิดการควบแน่น	- มีความร้อนสูญเสียในระบบน้อย - เมมเบรนฝั่ง Permeate ไม่เกิดการเปียก	- ชั้นอากาศนิ่งขัดขวางการแพร่ของไอน้ำ - เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบค่อนข้างยาก - การพัฒนาสมการคณิตศาสตร์ทำได้ยาก - มีอัตราส่วนพลังงานที่ใช้ในการระเหยต่อพลังงานทั้งหมดต่ำที่สุด
3. การกลั่นด้วยเมมเบรนแบบสัมผัสอากาศที่เคลื่อนที่ (SGMD)	ใช้อากาศหรือแก๊สเฉื่อยในการพาไอน้ำที่ถ่ายโอนมาในฝั่ง Permeate	- เกิด Thermal polarization น้อย - เมมเบรนฝั่ง Permeate ไม่เกิดการเปียก	- ฟลักซ์เชิงมวลที่ผลิตได้ค่อนข้างน้อย - ต้องมีการทำความสะอาดอากาศหรือแก๊สเฉื่อยที่ใช้

		- คุณภาพของของเหลวที่กลั่นได้ไม่ขึ้นอยู่กับการเปียกของเมมเบรน	เบื้องต้น ก่อนนำมาใช้ในกระบวนการ - การนำพลังงานความร้อนที่เหลือทิ้งภายในระบบกลับไปใช้ทำได้ยาก
4. การกลั่นด้วยเมมเบรน แบบสัมผัสกับสุญญากาศ (VMD) 	ฝั่ง Permeate เป็นอากาศหรือไอน้ำที่อยู่ภายใต้สุญญากาศ	- เกิด Thermal polarization น้อยมาก - ได้ฟลักซ์เชิงมวลมาก - คุณภาพของของเหลวที่กลั่นได้คงที่ แม้เกิดการเปียกของเมมเบรนบางส่วน - เมมเบรนฝั่ง Permeate ไม่เกิดการเปียก	- ต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่ม เช่น ปั๊มสุญญากาศ เครื่องควบแน่น เป็นต้น - เกิดการอุดตันได้ง่าย - เมมเบรนฝั่งสาย Feed เปียกได้ง่าย

2.2 หลักการของวิธี Direct Contact Membrane Distillation

กระบวนการ MD มีหลายรูปแบบ โดยหนึ่งในรูปแบบที่ถูกนิยมนำมาใช้มากที่สุดนั้นก็คือ Direct Contact Membrane Distillation (DCMD) วิธี DCMD นี้มีสารไม่ระเหยที่อุณหภูมิสูง ละลายอยู่ในสารละลาย เช่น น้ำเกลือร้อน (hot brine) ซึ่งสารนี้จะสัมผัสกับ hydrophobic membrane ส่วนสารที่ไหลอยู่อีกฝั่งของเมมเบรน เป็นน้ำอุณหภูมิต่ำกว่าที่ถูกกลั่นออกมา ดังนั้น DCMD เป็นการถ่ายโอนไอน้ำจากฝั่งน้ำเกลือร้อน ณ ผิวหน้าของเมมเบรนผ่านรูที่มีลักษณะเป็น hydrophobic และไอน้ำจะถูกควบแน่นมายังอีกฝั่งของเมมเบรนที่เต็มไปด้วยสารอุณหภูมิต่ำที่กลั่นมาได้ (distillate) นอกจากนี้ DCMD ยังทำงานภายใต้ความดันบรรยากาศ ซึ่งจะไม่มีข้อจำกัดด้านการใช้แรงขับเป็นความดันออสโมติกแบบกระบวนการ RO เป็นเหตุผลที่ว่า DCMD สามารถใช้ได้กับการบำบัดน้ำเกลือในความเข้มข้นของเกลือที่หลากหลาย (Salah et al.,2012)

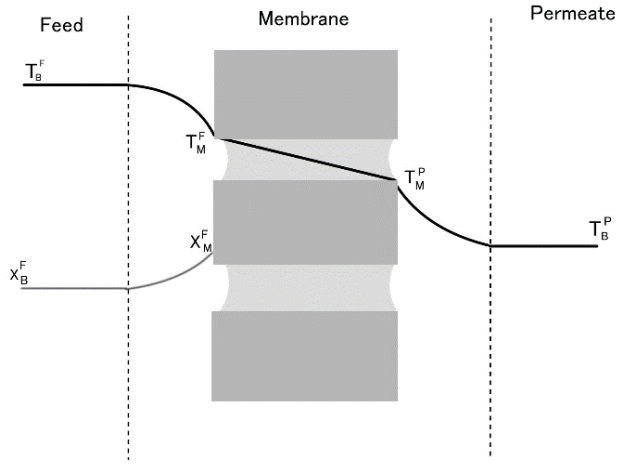
เส้นทางการแพร่ของไอน้ำจะถูกจำกัดด้วยความหนาของเมมเบรน ดังนั้นต้องลดความต้านทานการถ่ายโอนมวลและความร้อน หลีกเลี่ยงการควบแน่นของไอน้ำในรูพรุนของเมมเบรนโดยการเลือกวัสดุที่เหมาะสมของเมมเบรนและความแตกต่างของอุณหภูมิที่คร่อมเมมเบรนให้เหมาะสมด้วยเช่นกัน ทั้งนี้การถ่ายโอนความร้อนและมวลจะเกิดขึ้นพร้อมกันใน DCMD ทำให้เกิดกลไกการถ่ายโอนความร้อนที่ซับซ้อน เป็นผลให้

อัตราการถ่ายโอนมวลและ Permeate flux ส่งผลต่อ heat flux และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนทั้งด้านขาเข้าของน้ำทะเล (feed side) และด้านของน้ำที่มารองรับ (permeate side) (Salah et al.,2012) ค่า Permeate Flux เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพ DCMD ในการผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล

แรงขับสำหรับการซึมผ่านของไอน้ำผ่านรูเมมเบรน คือผลต่างของอุณหภูมิระหว่าง อุณหภูมิผิวหน้าเมมเบรนฝั่ง feed (T^F_M) และอุณหภูมิผิวหน้าเมมเบรนฝั่ง permeate (T^P_M) ดังแสดงในรูปที่ 2 นอกจากนี้เนื่องด้วยการสูญเสียความร้อนในกระบวนการ DCMD อุณหภูมิผิวหน้าเมมเบรนจะแตกต่างจาก bulk temperature ผลต่างของอุณหภูมิในส่วนนี้ทำให้แรงขับทางทฤษฎีลดลง กล่าวคือ ผลต่างอุณหภูมิระหว่าง bulk feed temperature (T^F_B) และ bulk permeate temperature (T^P_B) ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า temperature polarization ที่มีค่า temperature polarization coefficient (TPC) แสดงถึงสัดส่วนระหว่าง แรงขับจริงต่อแรงขับทางทฤษฎี ซึ่งสามารถแสดงสมการได้ดังนี้

$$TPC = \frac{T_M^F - T_M^P}{T_B^F - T_B^P} \quad (1)$$

Qtaishat et al. (2008) รายงานช่วงของ TPC อยู่ระหว่าง 0.88-0.92 ดังนั้นเมื่อระบบมีค่า TPC มาก เป็นผลจาก boundary layer's heat transfer coefficient มีค่าสูง ซึ่งสะท้อนได้ถึงอัตราการไหลที่สูงของทั้ง feed และ permeate รวมไปถึงการไหลแบบ turbulence (Ibrahim et al., 2012)



รูปที่ 2 การเกิดการถ่ายโอนมวลและความร้อนใน DCMD

ตารางที่ 3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อ permeate flux ที่ได้จาก DCMD

ปัจจัย	การเพิ่มขึ้น/ลดลง	การเปลี่ยนแปลงของ permeate flux
• อุณหภูมิขาเข้าของสาย feed	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
• อุณหภูมิขาเข้าของสาย permeate	ลดลง	เพิ่มขึ้น
• อัตราการไหลขาเข้าของสาย feed	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
• อัตราการไหลขาเข้าของสาย permeate	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
• ความเข้มข้นขาเข้าของสาย feed	เพิ่มขึ้น	ลดลง
• ขนาดรูพรุนของเมมเบรน	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
• ความหนาของเมมเบรน	เพิ่มขึ้น	ลดลง
• ความเป็นรูพรุนของเมมเบรน	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
• ความคดเคี้ยวของเมมเบรน	ลดลง	เพิ่มขึ้น

ที่มา Ibrahim et al. (2012)

2.3 เมมเบรน

ลักษณะของเมมเบรนที่สามารถใช้ใน DCMD ควรเป็นดังนี้

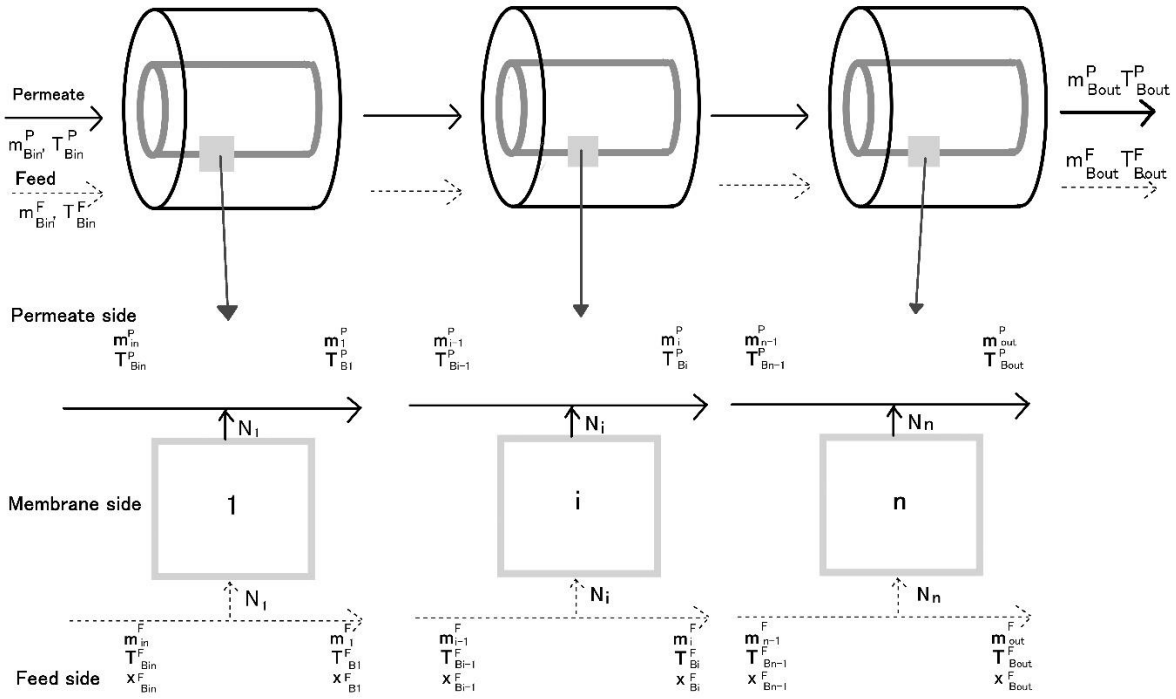
- เมมเบรนที่ใช้ได้นั้น สามารถเป็นเมมเบรนชั้นเดียวและเมมเบรนหลายชั้น แต่จะต้องมีอย่างน้อยหนึ่งด้านของเมมเบรนสัมผัสโดยตรงกับสาย feed ที่มีอุณหภูมิสูง
- เมมเบรนชนิดไม่ชอบน้ำและมีรูพรุนขนาดไมโคร (Microporous Hydrophobic Membrane)
- ความหนาของเมมเบรนควรอยู่ในช่วง 100-200 ไมโครเมตร เพราะความหนาของเมมเบรนที่น้อยลงจะทำให้ permeate flux เพิ่มขึ้น
- มีขนาดรูที่เล็กอย่างเหมาะสม (0.1-0.5 ไมโครเมตร) อันเนื่องมาจากผลต่างความดันทั้งหมดแปรผกผันกับขนาดของรู
- มี surface energy ของวัสดุเมมเบรนที่ต่ำ โดยจะทำให้มีความเป็น hydrophobic ได้มากยิ่งขึ้น
- มีความเป็นรูพรุน (porous) มากเท่าที่เป็นไปได้
- มีความคดเคี้ยว (tortuosity)

- มีความสามารถในการซึมผ่าน (permeability) สูง
- มีความทนทานต่อสารเคมี ความร้อน และทางกายภาพที่เหมาะสม
- มีค่า liquid entry pressure (LEP) สูง ; มีประสิทธิภาพการใช้งานที่ยาวนานสำหรับ desalination และการบำบัดน้ำเสีย
- มี heat transfer resistance สูง และ mass transfer resistance ต่ำ รวมถึงต้องคำนึงถึงความเป็นเหตุเป็นผลของราคาเมมเบรน (Ibrahim et al., 2012)

2.4 **สมการคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ** DCMD

การหาปริมาณของ permeate flux นั้นจะหาได้จากสมการการถ่ายโอนความร้อนและการถ่ายโอนมวล ซึ่งในการวิจัยนี้ DCMD ประกอบด้วยเมมเบรนชนิด hollow fibers จำนวนหนึ่งมัดรวมกัน บรรจุในท่อขนาดใหญ่ ทำให้ DCMD นี้มีลักษณะคล้าย heat exchanger แบบ shell and tube โดยน้ำทะเลไหลเข้าด้าน shell (เรียกว่าสาย feed) และน้ำที่เป็นสายรองรับไอน้ำที่ควบแน่นจากอีกฝั่งจะไหลเข้าใน tube (เรียกว่าสาย permeate)

ในการสร้างแบบจำลองสมการคณิตศาสตร์ จะต้องแบ่ง tube ออกเป็นส่วนๆ แต่ละส่วนเรียกว่า เซลล์ ดังรูปที่ 3 ซึ่งมีจำนวน n เซลล์



รูปที่ 3 แผนผังทั่วไปของ DCMD ที่ประกอบด้วย hollow fiber จำนวน 1 เส้น ที่แบ่งออกเป็น n เซลล์

ในการสร้างสมการ จะทำสมดุลมวลและพลังงานคร่อมเมมเบรนในแต่ละเซลล์ (รูปที่ 3) โดยแบ่งเป็น 3 บริเวณ ได้แก่ สาย feed สาย permeate และเมมเบรน โดยมีรายละเอียดดังนี้ (ทำสมดุลเฉพาะเซลล์ที่ i)

2.4.1 <u>สาย Feed</u>

การถ่ายโอนความร้อน (Heat transfer)

ชั้นขอบเขตความร้อนหรือ thermal boundary layer จะอยู่ติดกับผิวของเมมเบรนและสันนิษฐานว่ามีเพียงบริเวณนี้เท่านั้นที่มีการแสดง Temperature profile และในส่วนของสาย feed การถ่ายโอนความร้อนทั้งหมดในส่วนของ boundary layer จะเกิดจากการพาความร้อนและความร้อนที่ไอน้ำหายไปจาก boundary layer จะได้เป็นดังสมการที่ 2

$$Q_i^F = h_i^F A_{ro}\left(\bar{T}_{Bi}^F - T_{Mi}^F\right) - N_i A_{ro} H_i^{FV} \qquad (2)$$

โดย i บ่งบอกถึงลำดับของเซลล์, Ni (kg/m2.h) คือ mass flux ของไอน้ำที่ข้ามผ่าน boundary ของเซลล์ i และ hiF คือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อน ซึ่งสามารถหาได้จาก empirical correlations โดยใช้ Nusselt, Reynolds และ Prandtl number

สมการ Nusselt ที่เหมาะสมกับ DCMD คือ $Nu = 0.01253Re^{0.8413}Pr^{0.6179}$ (3a)

$$\bar{T}_i^F = \frac{T_{Bi}^F + T_{Bi-1}^F}{2} \quad (3b)$$

$$A_{ro} = 2\pi r_o l \quad (3c)$$

$$Pr = \frac{\mu C_p}{k} \quad (3d)$$

เมื่อหาความร้อนที่มีการถ่ายโอนจากผลต่าง sensible enthalpy ของ inlet และ outlet ในสาย feed ในแต่ละเซลล์และ enthalpy ของไอน้ำที่เคลื่อนที่เข้าไปในเมมเบรน สามารถเขียนสมการดุลพลังงานได้ดังสมการที่ 4

$$Q_i^F = m_{i-1}^F H_{i-1}^L - m_i^F H_i^L - N_i A_{ro} H_i^{FV} \quad (4)$$

โดย *H* สามารถประมาณได้จากสมการ (3a) และ (3b) ของ Imdakm and Matsuura (2005) ซึ่ง T คือ อุณหภูมิมีหน่วยเป็น K สามารถใช้ได้ในช่วง 273-373 K

Enthalpy of water liquid: $H^L(T) = -1117.8 + 4.0312T + 2.0 \times 10^{-4}T^2$ (4a)

Enthalpy of water vapor: $H^V(T) = 1850.7 + 2.8273T - 1.6 \times 10^{-3}T^2$ (4b)

การถ่ายโอนมวล (Mass transfer)

การถ่ายโอนมวลใน DCMD เกิดขึ้น 2 ขั้นตอน ได้แก่ สารที่สามารถระเหยได้ในที่นี้คือน้ำ จะผ่านไปยัง concentration boundary layer (บริเวณที่ติดกับผิวของเมมเบรน) ของฝั่งเมมเบรนที่มีอุณหภูมิสูง จากนั้นผ่านรูพรุนของเมมเบรนไปยังอีกฝั่งของเมมเบรนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

Mass flux ของไอน้ำที่ผ่าน concentration boundary layer สามารถหาได้จากทฤษฎีการถ่ายโอนมวลผ่าน boundary โดยมีสันนิษฐานว่า nonvolatile component จะไม่สามารถผ่านเมมเบรนได้ 100% จะได้ดังสมการที่ 5

$$N_i = k_i^F \rho_F ln\left(\frac{x_{Mi}^F}{x_{Bi}^F}\right) \quad (5)$$

โดย k_i^F สามารถหาได้จาก Sherwood number และ Schmidt number

Sherwood number(Sh): $$Sh = 0.042Re^{0.59}Sc^{0.33} \quad (5b)$$

$$Sh = \frac{kD}{D_{AB}} \quad (5c)$$

Schmidt number (Sc): $$Sc = \frac{\mu}{\rho D_{AB}} \quad (5d)$$

จากการทำดุลมวลทั้งหมดในสาย feed และดุลมวลของ nonvolatile component ในสาย feed จะได้เป็นสมการที่ 6 และ 7

$$m_{i-1}^F = m_i^F + N_i A_{ro} \quad) 6)$$

$$x_i^F = \frac{m_{i-1}^F}{m_i^F}\frac{(Mwt_{sol})_i}{(Mwt_{sol})_{i-1}} x_{i-1}^F \quad) 7)$$

2.4.2 **สาย** Permeate

การถ่ายโอนความร้อน (Heat transfer)

การถ่ายโอนความร้อนทั้งหมดในส่วนของ boundary layer จะเกิดจากการพาความร้อนและความร้อนของไอน้ำที่ได้รับจาก boundary layer จะได้เป็นสมการดังสมการที่ 8

$$Q_i^P = h_i^P A_{ri}\left(T_{Mi}^P - \bar{T}_{Bi}^P\right) + N_i A_{ro} H_i^{PV} \quad (8)$$

โดย h_i^P คือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนใน permeate side ซึ่งสามารถหาได้จาก empirical correlations โดยใช้ Nusselt, Reynolds, Graetz และ Prandtl number

Nusselt number เมื่อ$Gz = 100$: $$Nu = 1.86\left(\frac{RePr}{L/D}\right)^{1/3}\left(\frac{\mu}{\mu_W}\right)^{0.14} \quad (8a)$$

Nusselt number เมื่อ$Gz < 100$: $$Nu = \left(3.66 + \frac{0.0668Gz}{1+0.04(Gz)^{2/3}}\right)^{1/3}\left(\frac{\mu}{\mu_W}\right)^{0.14} \quad (8b)$$

Graetz number (Gz) : $$Gz = Re\, Pr \frac{D}{L} \quad (8c)$$

เมื่อหาความร้อนที่มีการถ่ายโอนจากผลต่าง sensible enthalpy ของ inlet และ outlet ในสาย permeate ในแต่ละเซลล์และ enthalpy ของไอน้ำที่เคลื่อนที่เข้าไปในเมมเบรน สามารถเขียนสมการดุลพลังงานได้ดังสมการที่ 9

$$Q_i^P = m_{i-1}^P H_{i-1}^L - m_i^P H_i^L + N_i A_{ro} H_i^{PV} \quad (9)$$

การถ่ายโอนมวล (Mass transfer)

เนื่องจากเมมเบรนสามารถไม่ทำให้ nonvolatile component ผ่านมาได้ 100% ดังนั้นจะมีแต่ไอน้ำที่ไปยังฝั่ง permeate จากการทำดุลมวลทั้งหมดในสาย permeate จะได้ดังสมการที่ 10

$$m_{i-1}^P = m_i^P - N_i A_{ro} \quad (10)$$

2.4.3 Membrane

การถ่ายโอนความร้อน (Heat transfer)

ความร้อนในเมมเบรนถูกถ่ายโอนโดยการนำความร้อนของเมมเบรน (heat loss) และไอน้ำที่ผ่านเข้ามาในรูพรุนของเมมเบรน จะได้สมการดังนี้

$$Q_i^M = h_i^M A_{rln}\left(T_{Mi}^F - T_{Mi}^P\right) + N_i A_{ro}\left(H_i^{FV} - H_i^{PV}\right) \quad (11)$$

$$A_{rln} = (A_{ro} - A_{ri})/\ln\left(\frac{A_{ro}}{A_{ri}}\right) \quad (11a)$$

โดย h^M คือ ค่าสัมประสิทธิ์ถ่ายโอนความร้อนของ hydrophobic membrane ซึ่งสามารถคำนวณได้จากค่าการนำความร้อนของเมมเบรน (k^M) และค่าการนำความร้อนของไอน้ำที่ถูกดักอยู่ในรูพรุน (k^W) โดยจะใช้แบบ Isostress or parallel model เนื่องจาก Phattaranawik et al. (2003) ได้ทำการทดลองโดยใช้สมการที่ 11b นี้ในการ simulation เพื่อหาค่าการนำความร้อนของเมมเบรนและพบว่าค่าใกล้เคียงกับผลการทดลอง โดยอุณหภูมิที่ใช้ใน DCMD อยู่ในช่วง 273-373 K

Isostress or parallel model: $$h^M = \frac{\left[\frac{\varepsilon}{k^G} + \frac{(1-\varepsilon)}{k^M}\right]^{-1}}{\delta} \quad (11b)$$

$$k_{water}^{G}(T) = 2.72 \times 10^{-3} + 5.71 \times 10^{-5}T \quad (11c)$$

$$k_{PTFE}^{M}(T) = 0.087 + 6 \times 10^{-4}T \quad (11d)$$

ที่สภาวะคงตัว (Steady state) พบว่า $Q^F = Q^M = Q^P$ (12)

สมการสำหรับการหาอุณหภูมิที่อยู่ติดกับผิวของเมมเบรน T_{Mi}^F และ T_{Mi}^P ได้มาจากสมมติฐานของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเมมเบรนและไอน้ำแบบเชิงเส้น (isentropic) ด้วยสมมติฐานดังกล่าว สมการที่อธิบายความหนาแน่นของความร้อนที่ผ่านเมมเบรนและ boundary layer ดังแสดงสมการที่ 13 และ 14

$$T_{Mi}^F = \frac{h^M[T_i^P + (h^F/h^P)T_i^F] + h^F T_i^F - N_i H_i^V}{h^M + h^P[1 + (h^M/h^P)]} \quad (13)$$

$$T_{Mi}^P = \frac{h^M[T_i^F + (h^P/h^F)T_i^P] + h^P T_i^P + N_i H_i^V}{h^M + h^P[1 + (h^M/h^F)]} \quad) \quad 14)$$

การถ่ายโอนมวล (Mass transfer)

การถ่ายโอนมวลในDCMD มักอธิบายโดยสันนิษฐานว่าเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง mass flux และผลต่างของความดันไอได้สมการดังนี้

$$N_i = K_i^M(p_{Mi}^F - p_{Mi}^P) \quad (15)$$

โดย p_{Mi}^F และ p_{Mi}^P คือความดันไอย่อยของน้ำที่สาย feed และสาย permeate ตามลำดับ ซึ่งใช้หลักการ thermodynamic equilibrium ที่ผิวของเมมเบรนทั้งฝั่ง feed และ permeate

$$p_{Mi}^F = (1 - x_{Mi}^F)\alpha_i P^{VF} \quad (15a)$$

$$p_{Mi}^P = P^{VP} \quad (15b)$$

ซึ่ง α คือ water activity coefficient ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ของเซลล์ที่ *i* สามารถประมาณได้จาก

$$\alpha_i = 1 - 0.5x_{Mi}^F - 10(x_{Mi}^F)^2 \quad (15c)$$

P^V คือความดันไอสามารถหาได้จาก Antoine equation ที่อุณหภูมิเป็น T_{Mi}^F และ T_{Mi}^P สำหรับ feed และ permeate ตามลำดับ

$$P^V = \exp\left(23.328 - \frac{3841}{T-45}\right) \quad (15d)$$

ใน DCMD สาย feed และ permeate จะสัมผัสเมมเบรนภายใต้ความดันบรรยากาศ และมีความดันรวมคงที่ 1 atm ซึ่งจะไม่สนใจความหนืดของการไหล โดย Membrane distillation coefficient (MDC, K^M) สามารถหาได้จากหลายกลไก ซึ่งแต่ละกลไกจะถูกกำหนดด้วยค่า Knudsen number (Kn) ที่สามารถหาได้จาก mean free path ของโมเลกุลที่เคลื่อนที่เข้าไปในรูพรุนของเมมเบรน $(Kn = \lambda/d)$

เนื่องจากสมมติให้ไอน้ำเท่านั้นที่จะเคลื่อนที่ผ่านอากาศที่ถูกกักในรูพรุนของเมมเบรน และอากาศจะไม่ละลายเข้าไปน้ำ ดังนั้นจะเป็นสารผสมสองชนิดระหว่างโมเลกุลของน้ำและอากาศ ทำให้สามารถหา mean free path ของน้ำในอากาศได้เป็นสมการดังนี้

$$\lambda_{W-A} = \frac{k_B \bar{T}_{Bi}^{F-P}}{\pi\left(\frac{\sigma_W+\sigma_A}{2}\right)^2 P_T \sqrt{1+\left(\frac{Mwt_W}{Mwt_A}\right)}} \quad (16)$$

ใน DCMD การถ่ายโอนมวลผ่านเมมเบรนจะเกิดขึ้นใน 3 ขอบเขตซึ่งขึ้นกับขนาดของรูพรุนและ mean free path ของการถ่ายโอน โดย 3 ขอบเขต ได้แก่ Knudsen region, continuum region (หรือ ordinary-diffusion region) และ transition region (หรือการผสมกันของ Knudsen-/ordinary-diffusion region) โดยจะอยู่ใน Knudsen region ก็ต่อเมื่อ mean free path ของโมเลกุลของน้ำในอากาศมีขนาดใหญ่กว่าขนาดรูพรุนของเมมเบรน (Kn > 1 หรือ $d < \lambda$) จะทำให้การชนกันของโมเลกุลของน้ำกับผนังของรูพรุนมีอิทธิพลมากกว่าการชนกันระหว่างโมเลกุลของน้ำ และในกระบวนการของ DCMD อากาศจะถูกกักในรูพรุนของเมมเบรนด้วยความดันที่มีค่าใกล้เคียงกับความดันบรรยากาศ ดังนั้นถ้า Kn < 0.01 ($d > 100\lambda$) การแพร่ของโมเลกุลจะถูกอธิบายด้วยการถ่ายโอนมวลใน continuum region โดยมีอากาศนิ่งที่ถูกกักในแต่ละรูพรุนเนื่องจากอากาศมีการละลายในไอน้ำต่ำ

ในส่วนของ transition region, 0.01< Kn < 1 โมเลกุลของน้ำจะชนกันและกระจายในอากาศ ในกรณีนี้การถ่ายโอนมวลจะเกิดขึ้นผ่านกลไกของ Knudsen-/ordinary-diffusion รวมกัน และใช้สมการที่ 17 ถึง 17c เพื่อหาการซึมผ่านของน้ำ ซึ่งในแต่กรณีมีสมมติฐานเป็นรูพรุนที่มีขนาดสม่ำเสมอทั่วทั้งเมมเบรน

$$K_i^M = \begin{cases} \beta_i^K & Kn < 0.01 \\ \beta_i^{MD} & Kn > 1.00 \\ \beta_i^{K-MD} & 0.01 < Kn < 1.00 \end{cases} \quad (17)$$

$$\beta_i^K = \frac{2r}{3}\frac{\varepsilon}{\tau\delta}\frac{Mwt_W}{RT}\left(\frac{8RT}{Mwt_W}\right)^{1/2} \quad (17a)$$

$$\beta_i^{MD} = \frac{\varepsilon}{\tau\delta}\frac{Mwt_W}{RT}\left(\frac{PD_{WA}}{(p_a)_{ln}}\right) \quad (17b)$$

$$\beta_i^{K-MD} = \left[\frac{1}{\beta_i^K} + \frac{1}{\beta_i^{MD}}\right]^{-1} \quad (17c)$$

โดย *P* คือ ความดันรวมในรูพรุนโดยสมมติให้คงที่และมีค่าเท่ากับผลรวมของความดันย่อยของไอน้ำและอากาศ และ D_{WA} คือการแพร่ของน้ำในอากาศ ซึ่ง PD_{WA} ของน้ำในอากาศ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 17d

$$PD_{WA} = 1.895 \times 10^{-5} T^{2.072} \quad (17d)$$

2.5 **การออกแบบโรงงาน** (Plant design)

การออกแบบเชิงวิศวกรรมเคมีของกระบวนการทางเคมีแบบใหม่และการขยายหรือปรับปรุงกระบวนการผลิตที่มีอยู่ จะใช้หลักการทางวิศวกรรมและทฤษฎีร่วมกับการตระหนักถึงข้อกำหนดทางสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย และสุขภาพ นอกจากนี้วิศวกรเคมีจะออกแบบอุปกรณ์แต่ละชิ้นในกระบวนการผลิต รวมทั้งประเมินความคุ้นทุนทางเศรษฐศาสตร์สำหรับกระบวนการผลิตที่ต้องการจะสร้าง (Peters et al., 2004)

2.5.1 **การพัฒนาการออกแบบกระบวนการผลิต**

การพัฒนาการออกแบบกระบวนการผลิตมี 3 ขั้นตอนใหญ่ โดยขั้นแรกต้องเริ่มจากพิจารณาความต้องการของลูกค้าและการแข่งขันในตลาดซึ่งดำเนินโดยฝ่ายการตลาด ขั้นตอนที่สองเป็นการค้นคว้า พัฒนากระบวนการผลิต เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการประเมินความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ (Peters et al., 2004)

ตารางที่ 4 ขั้นตอนการออกแบบกระบวนการผลิตทางเคมี

1. รู้ความต้องการของวิศวกรหรือตลาด
   ก. ทำการวิเคราะห์ตลาดว่าจะมีผลิตภัฑณ์ใหม่ออกมาหรือไม่
2. สร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่มีศักยภาพที่ตอบรับกับความต้องการนี้
   ก. สำรวจวรรณกรรมและค้นหาสิทธบัตร
   ข. ระบุข้อมูลเบื้องต้นที่ต้องการ
3. ดำเนินการสังเคราะห์กระบวนการเบื้องต้นของการแก้ปัญหาเหล่านี้
   ก. ศึกษาเงื่อนไขการทำปฏิกิริยา การแยก และการปฏิบัติการที่เป็นไปได้
   ข. ตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย และสุขภาพ
4. ประเมินผลกำไรของกระบวนการผลิตเบื้องต้น ถ้าขาดทุน ก็จะไม่ทำกระบวนการผลิตนี้และเลือก) (กระบวนการผลิตใหม่
5. ปรับปรุงข้อมูลการออกแบบที่ต้องการ
   ก. สร้างข้อมูลด้วยซอฟแวร์ที่เหมาะสม
   ข. ตรวจสอบข้อมูลที่ไม่รู้จักในกระบวนการผลิตถ้าหากจำเป็น
6. เตรียมรายละเอียดการออกแบบเชิงวิศวกรรม
   ก. พัฒนากระบวนการ จำเป็นต้)องมีการเปรียบเทียบทางเศรษฐกิจ(
   ข. เตรียมแผนภาพการทำงานของกระบวนการผลิต
   ค. เพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต
   ง. ตรวจสอบการควบคุมกระบวนการผลิต
   จ. ขนาดของอุปกรณ์
   ฉ. ประเมินค่าใช้จ่ายในการสร้างโรงงาน
7. ประเมินศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ของกระบวนการผลิต (ถ้าหากเป็นลบ ให้ปรับปรุงกระบวนการหรือตรวจสอบกระบวนการทางเลือกอื่นๆ)
8. ตรวจสอบผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย และสุขภาพของกระบวนการอีกครั้ง
9. จัดทำรายงานการออกแบบกระบวนการผลิตที่เป็นลายลักษณ์อักษร
10. สิ้นสุดการออกแบบวิศวรกรรมขั้นสุดท้าย
    ก. ตรวจสอบการจัดวางอุกปรณ์และข้อกำหนดต่างๆ
    ข. พัฒนาระบบท่อและเครื่องมือวัด

ค. เตรียมตัวเสนอราคาอุปกรณ์หรือโรงงาน

11. จัดหาอุปกรณ์
12. ให้ความช่วยเหลือในการก่อนสร้าง
13. ช่วยเหลือการเริ่มต้นการดำเนินงานและการดำเนินงานชั่วคราว
14. เริ่มต้นการผลิต

2.5.2 **การพัฒนากระบวนการผลิต**

เมื่อระบุความต้องการที่จะผลิตผลิตภัณฑ์แล้ว วิศวกรจะสร้างแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อตอบสนองกับความต้องการนี้ ซึ่งเป็นได้ว่าจะมีวัตถุดิบและสารมัธยันตร์ (intermediates) ที่แตกต่างกันไปในการผลิตผลิตภัณฑ์เดียวกัน การสังเคราะห์กระบวนการผลิตเบื้องต้นสำหรับแต่ละแนวทางการแก้ปัญหาจะเริ่มจากการออกแบบสร้างแผนผังกระบวนการผลิตซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำปฏิกิริยา การแยกสาร การดำเนินงานที่อุณหภูมิและความดันเปลี่ยน และการเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต โดยจะมีแค่แผนผังกระบวนการผลิตที่ให้กำไรขั้นต้นที่น่าพอใจเท่านั้นที่จะถูกพิจารณาต่อ ดังนั้นในการพิจารณาความเป็นไปได้ของกระบวนการผลิตเมื่อกระบวนการผลิตใดมีต้นทุนของวัตถุดิบมากกว่าผลิตภัณฑ์และผลิตผลพลอยได้จะไม่ถูกพิจารณาต่อทันที (Peters et al., 2004)

2.5.3 **การออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์**

คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ได้กลายเป็นเครื่องมือที่ขาดไม่ได้ในการออกแบบกระบวนการผลิตและโรงงาน ซึ่งคอมพิวเตอร์นั้นมีความสามารถในการคำนวณอย่างรวดเร็ว ที่เก็บข้อมูลขนาดใหญ่ และการตัดสินใจเชิงตรรกะ พร้อมกับซอฟแวร์ทางเทคนิคและทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้วิศวกรสามารถตรวจสอบผลกระทบของตัวแปรในการออกแบบต่างๆต่อกระบวนการผลิตหรือการออกแบบโรงงาน ซึ่งการจำลองกระบวนการผลิตมักจะมีประโยชน์ในการสร้างฐานข้อมูลเพราะมีฐานข้อมูลที่กว้างขวางของคุณสมบัติของสารบริสุทธิ์และความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพสำหรับสารผสมอุดมคติและไม่อุดมคติ อีกทั้งโปรแกรมการจำลองกระบวนการผลิตนี้ยังเป็นเครื่องมือในการคำนวณดุลมวลและพลังงาน (Peters et al., 2004)

ซอฟแวร์สเปรดชีต (spreadsheet software) เป็นอีกเครื่องมือที่วิศวกรเคมีใช้ ซึ่งซอฟแวร์นี้ใช้ในการทำดุลมวลและพลังงาน ประมาณขนาดของอุปกรณ์ ประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้และประเมินทางเศรษฐศาสตร์ของการออกแบบกระบวนการผลิต (Peters et al., 2004)

2.5.4 การประมาณต้นทุนและการประเมินกำไรของการลงทุน

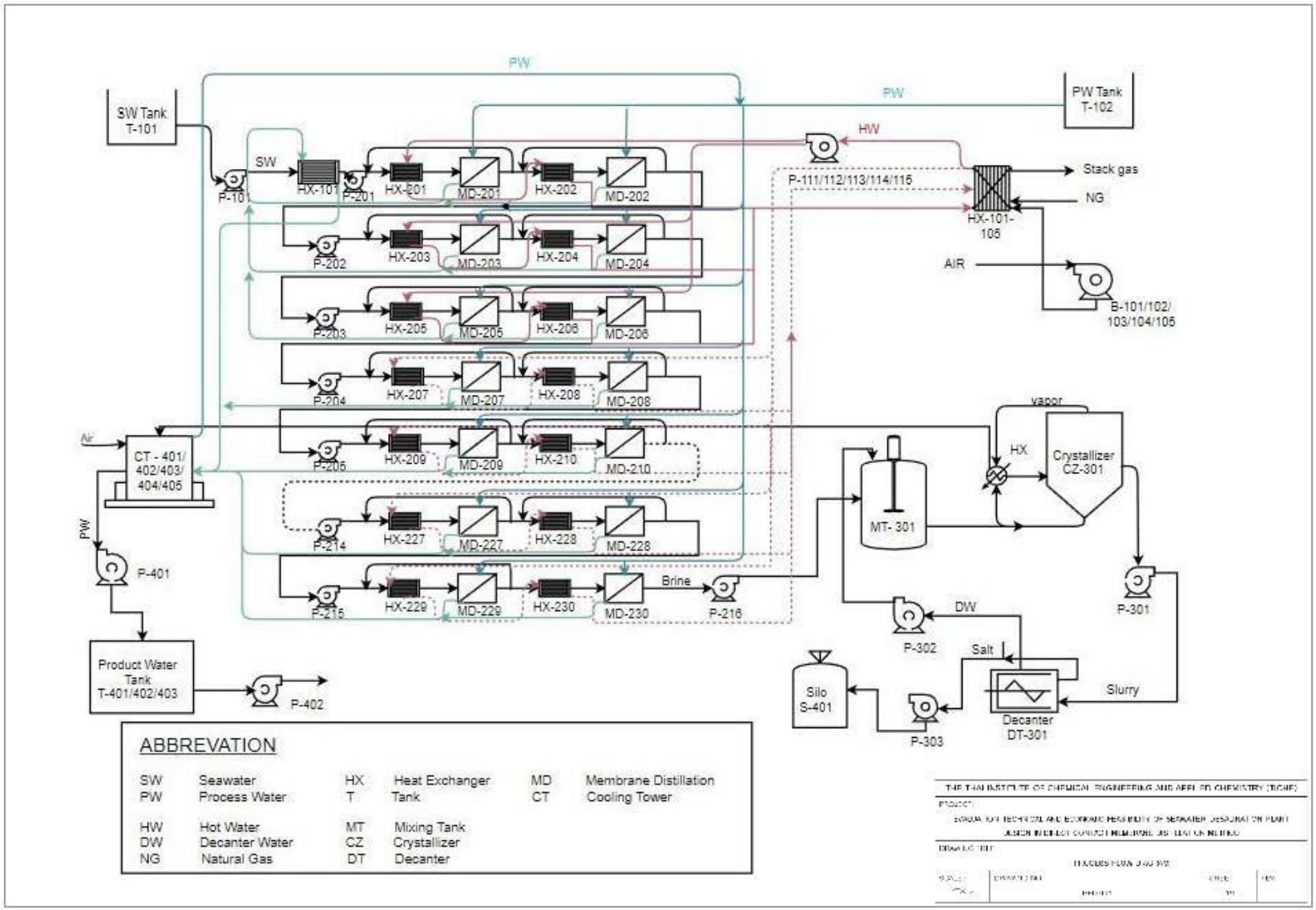
วิศวกรเคมีต้องพิจารณาปัจจัยที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการประเมินทางเศรษฐศาสตร์เพื่อประมาณต้นทุนในการสร้างโรงงาน ได้แก่ ต้นทุนคงที่ (fixed costs) ต้นทุนการผลิตโดยตรงสำหรับวัตถุดิบ แรงงาน การซ่อมบำรุง พลังงาน และสาธารณูปโภค ทั้งหมดนี้ต้องรวมอยู่ในค่าใช้จ่ายของโรงงานและอีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายในการบริหาร การจำหน่ายผลิตภัณฑ์ และรายการที่ผิดพลาดอื่นๆ ซึ่งในการประมาณต้นทุนนั้นส่วนใหญ่จะใช้ราคาของอุปกรณ์เป็นฐานในการคำนวณ ถ้าราคาของอุปกรณ์ไม่สามารถหาราคาปัจจุบันได้หรือราคาอุปกรณ์ที่หาได้ไม่ตรงตามขนาดของอุปกรณ์ที่ต้องการ จะสามารถประมาณราคาอุปกรณ์ได้จาก ดัชนีราคา (cost index) และ six-ten rule ตามลำดับ และในส่วนค่าใช้จ่ายต่างๆจะถูกประมาณเป็นสัดส่วนของราคาของอุปกรณ์ทั้งหมด (Peters et al., 2004)

โดยทั่วไปในการคำนวณความสามารถในการทำกำไรมีหลายวิธี แบ่งเป็น 2 วิธีหลักได้แก่ วิธีที่ไม่พิจารณาถึงมูลค่าเวลาของเงินจะประกอบด้วย อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (rate of return on investment) ระยะเวลาในการคืนทุน (payback period) และผลตอบแทนสุทธิ (net return) และวิธีที่พิจารณาถึงมูลค่าเวลาของเงิน ได้แก่ อัตราลดกระแสเงินสดของผลตอบแทน (internal rate of return : IRR) และ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value, NPV) ซึ่งในโรงงานขนาดใหญ่มักจะใช้วิธีที่พิจารณาถึงมูลค่าเวลาของเงินเป็นหลัก ส่วนโรงงานขนาดเล็กมักจะใช้วิธีระยะเวลาในการคืนทุน ในการหาความสามารถในการทำกำไรของโรงงาน (Peters et al., 2004)

2.5.6 การออกแบบที่เหมาะสม

การออกแบบกระบวนการทางวิศวกรรมที่เหมาะสม อาศัยปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ของการออกแบบ ประกอบด้วย ราคาต้นทุนอุปกรณ์ ค่าใช้จ่ายในการผลิต และกำลังการผลิตที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้ได้รับอัตราผลตอบแทนที่สูงที่สุด (Peters et al., 2004)

Process flow diagram



Process Description

ในการผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล สามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนได้ดังนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบ (raw materials)
2. การผลิตน้ำจืดจากการกลั่นผ่านเมมเบรนแบบสัมผัสโดยตรง (Direct Contact Membrane Distillation, DCMD)
3. การทำ Zero Liquid Discharge (ZLD)

การเตรียมวัตถุดิบ (raw materials)

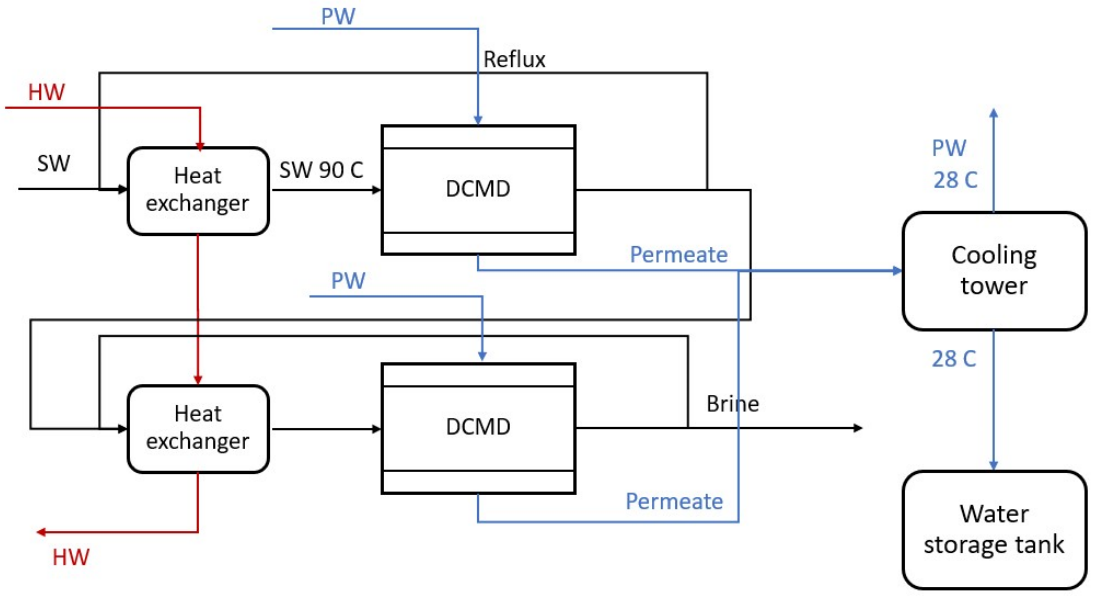
วัตถุดิบที่ต้องใช้ทั้งหมดมีดังนี้

- น้ำทะเล ซึ่งจะถูกสูบขึ้นมาจากทะเลและเก็บไว้ในถังบรรจุน้ำทะเลเพื่อรอเข้ากระบวนการผลิต
- น้ำไม่มีแร่ธาตุ (Demineral water หรือ Process water) ใช้สำหรับรองรับน้ำจืดที่ผลิตได้จาก DCMD
- น้ำร้อน เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำทะเล ซึ่งจะผลิตน้ำร้อนจากการให้ความร้อนกับน้ำไม่มีแร่ธาตุด้วยเครื่องให้ความร้อนด้วยเตาเชื้อเพลิงแบบท่อไฟ (Fire tube boiler) โดยมีการใช้ก๊าซธรรมชาติหรือ Natural gas เป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อน ซึ่งจะทำให้ได้น้ำร้อนที่ 225 องศาเซลเซียส และ 25 บาร์เกจ

การผลิตน้ำจืดจากการกลั่นผ่านเมมเบรนแบบสัมผัสโดยตรง (Direct Contact Membrane Distillation, DCMD)

ในการผลิตน้ำจืดจาก DCMD จะเริ่มจากการนำน้ำทะเลมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำร้อน เพื่อให้น้ำทะเลมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 90 องศาเซลเซียส จากนั้นจะผ่านเข้าโมดูลของเมมเบรนที่เป็นแบบเส้นใยกลวง โดยจะไหลฝั่งด้านนอกของเมมเบรน และด้านในของเมมเบรนจะมีน้ำไม่มีแร่ธาตุ ณ อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียสไหลอยู่เพื่อรองรับน้ำที่ผลิตได้มาจากอีกฝั่งของเมมเบรน โดยจะมีการไหลผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและโมดูลของเมมเบรนเป็นจำนวน 30 รอบ และมีการวนเอาน้ำทะเลบางส่วนกลับเข้าสู่กระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำที่ผลิตได้มากขึ้น ซึ่งทำให้สามารถผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลได้ถึง 80% โดยมีความเข้มข้นของเกลือในน้ำทะเลจาก 3.28 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเป็น 17.71 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จะเรียกน้ำทะเลเข้มข้นที่ออกจาก DCMD ว่า Brine และน้ำไม่มีแร่ธาตุเมื่อได้รับน้ำจากน้ำทะเลจะเรียกว่า Permeate

จากนั้น Permeate ที่ได้จะนำเข้าสู่ Cooling tower เพื่อลดอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ที่ 28 องศาเซลเซียส แล้วนำน้ำบางส่วนหลังผ่าน Cooling tower กลับเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำจืดอีกครั้ง เพื่อใช้ในการรองรับน้ำทะเลและน้ำจืดในส่วนที่เหลือจะถูกเก็บเข้าสู่ถังเก็บน้ำเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป ดังรูปที่ 1

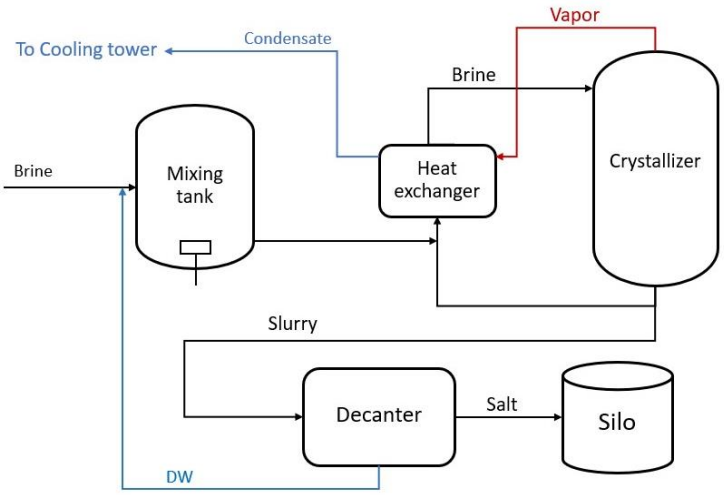


รูปที่ 4 การผลิตน้ำจืดจากการกลั่นผ่านเมมเบรนแบบสัมผัสโดยตรง

การทำ Zero Liquid Discharge (ZLD)

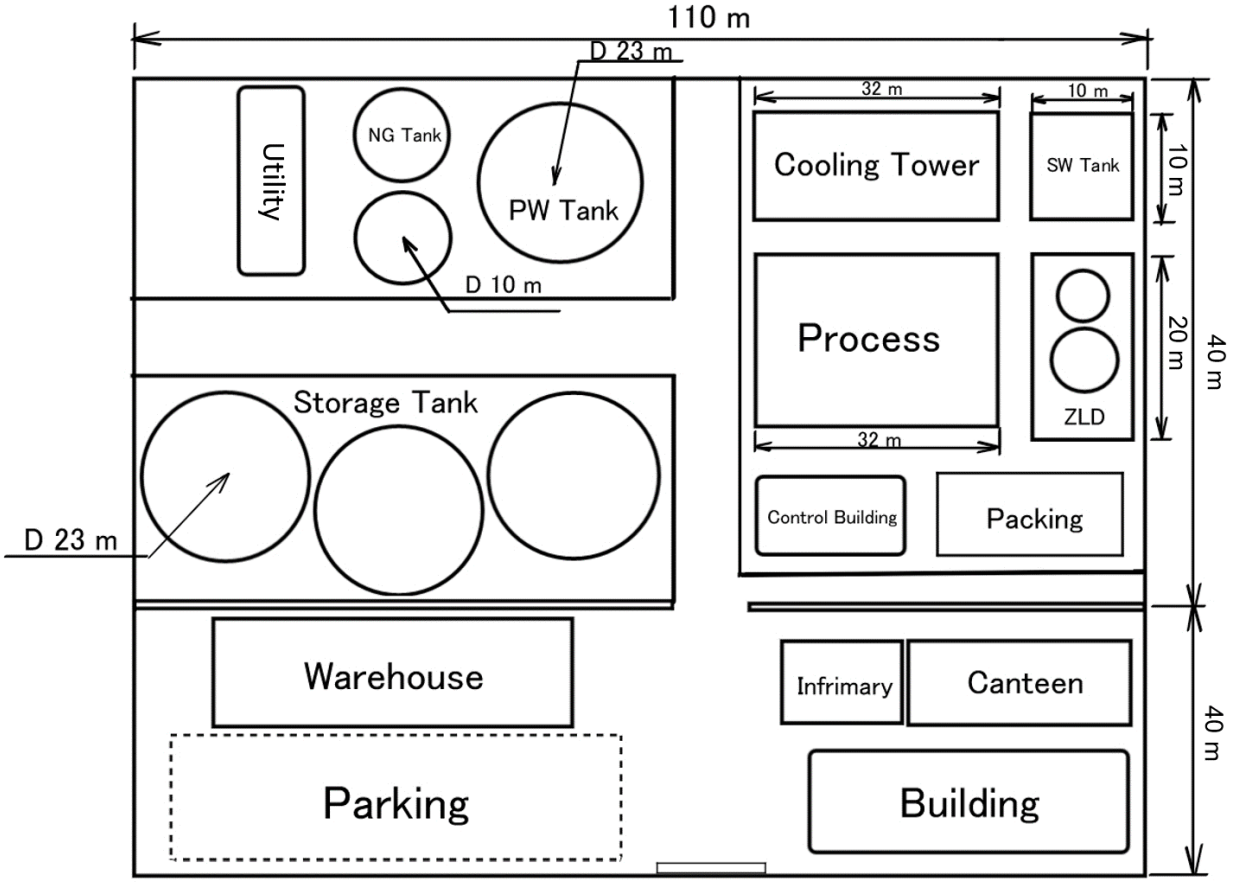
การทำ ZLD คือการไม่ปล่อยของเหลวหรือของเสียออกมาจากกระบวนการผลิต ซึ่งจะทำให้ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนรอบข้าง ดังนั้นน้ำทะเลเข้มข้นที่ได้ออกมาจากกระบวนการ DCMD จะเข้าสู่ถังผสมและจากนั้นจะเข้าเครื่องตกผลึก (Crystallizer) โดยการตกผลึกจะอาศัยการระเหยน้ำออก ที่อุณหภูมิหนึ่งเพื่อทำให้น้ำทะเลมีความเข้มข้นอิ่มตัว ณ อุณหภูมินั้น ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ 2 อย่าง ดังรูปที่ 2 ได้แก่ 1. ไอน้ำ ที่ได้จากการระเหย โดยไอน้ำที่ได้จะถูกนำไปให้ความร้อนแก่ Crystallizer เพื่อทำการระเหยน้ำทะเล ซึ่งหลังจากให้ความร้อน ไอน้ำจะอยู่ในรูปของไอน้ำควบแน่น หรือ Condensate โดยจะนำไอน้ำที่ควบแน่นเป็นน้ำไปลดอุณหภูมิที่ Cooling Tower แล้วจึงนำไปเก็บที่ถังเก็บน้ำเพื่อรอจำหน่าย และ 2. เกลือ เนื่องจากเกลือที่ได้จะยังมีน้ำทะลปะปนอยู่จำนวนหนึ่ง เรียกว่า Slurry จึงต้องนำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) เพื่อเอาน้ำทะเลออกจากเกลือ โดยน้ำทะเลที่ออกจากเครื่องปั่นเหวี่ยงจะถูกส่งกับไปที่ถังผสมเพื่อทำให้น้ำทะเลมีความ

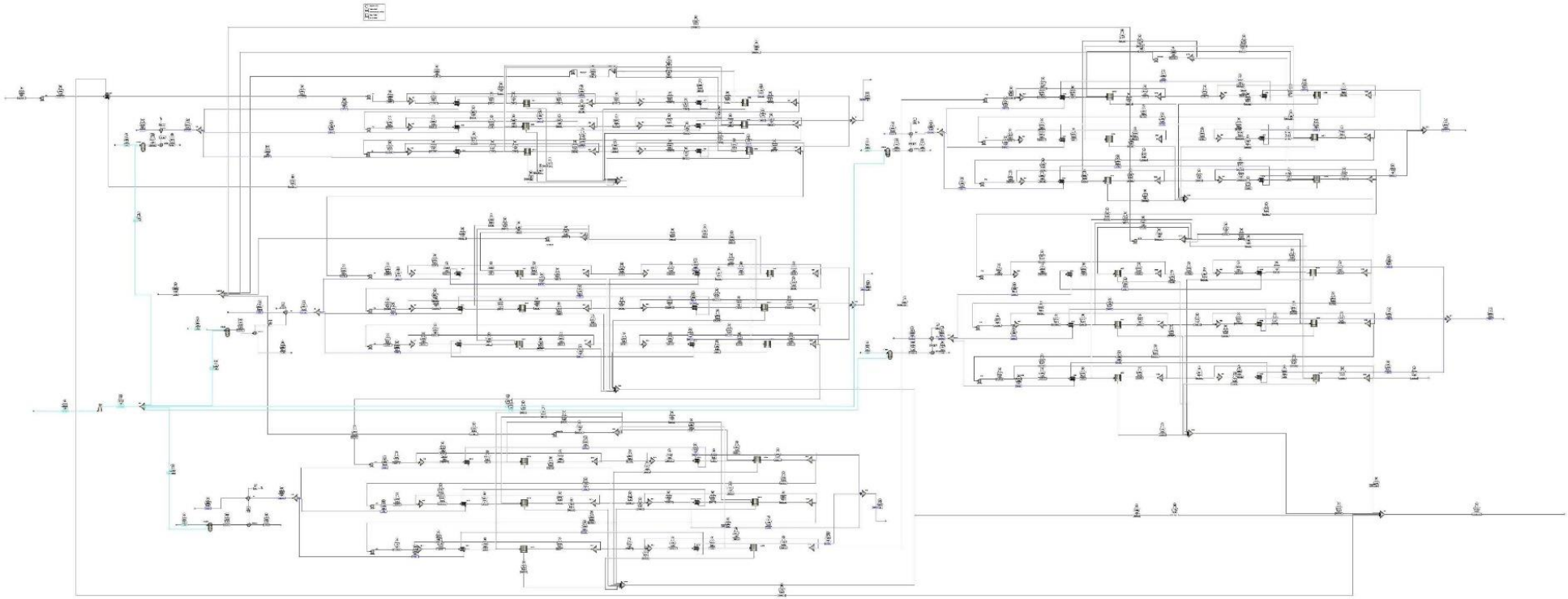
เข้มข้นเพิ่มขึ้นก่อนเข้า Crystallizer อีกครั้ง จากนั้นเกลือที่มีความชื้นน้อยจะถูกส่งเข้า Silo เพื่อรอการบรรจุภัณฑ์ต่อไป



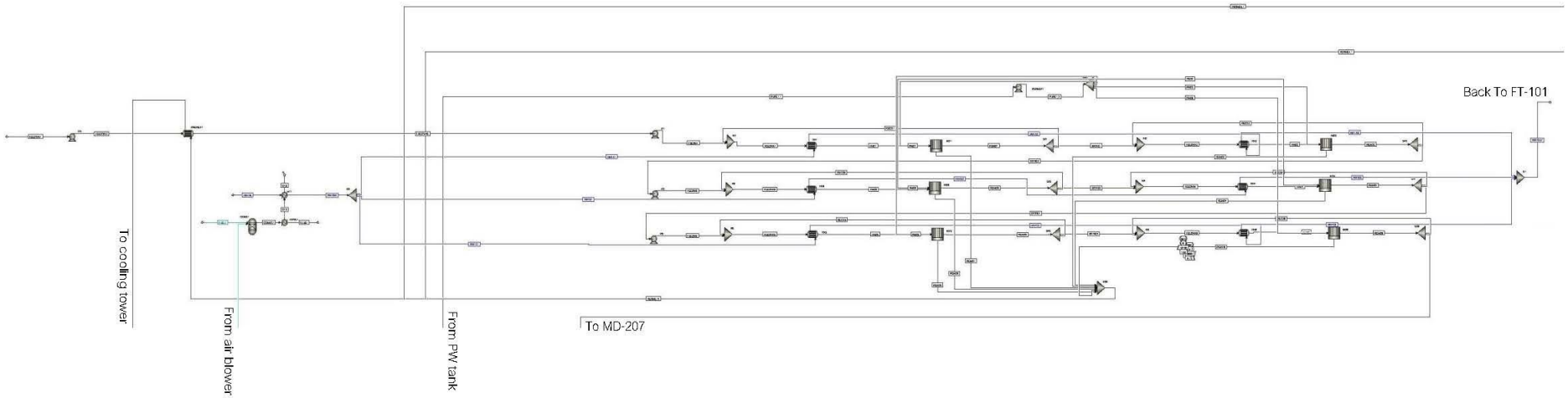
รูปที่ 5 การทำ Zero Liquid Discharge (ZLD)

Preliminary Plot Plan

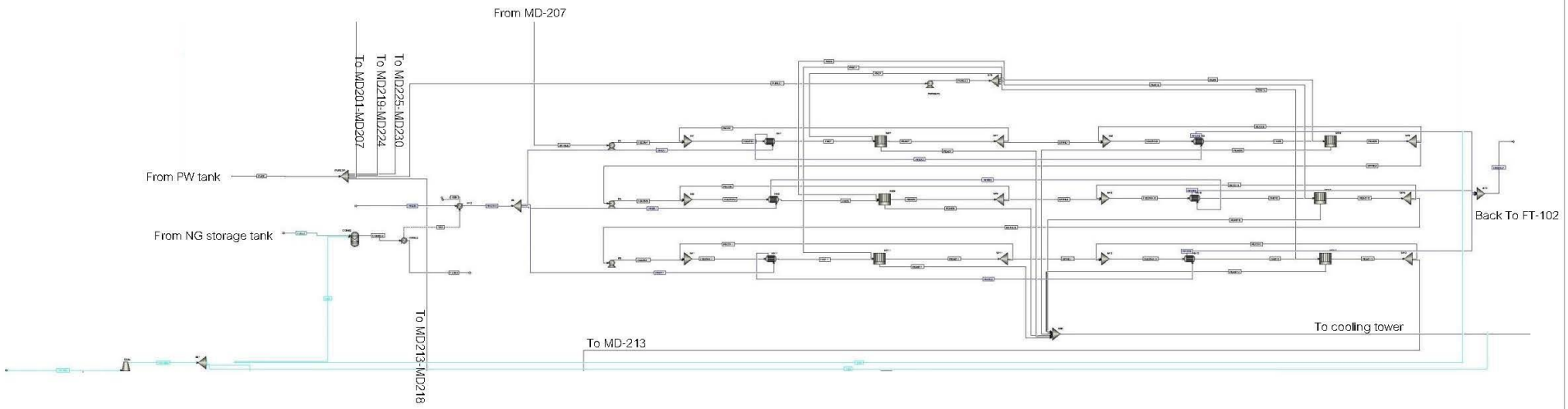




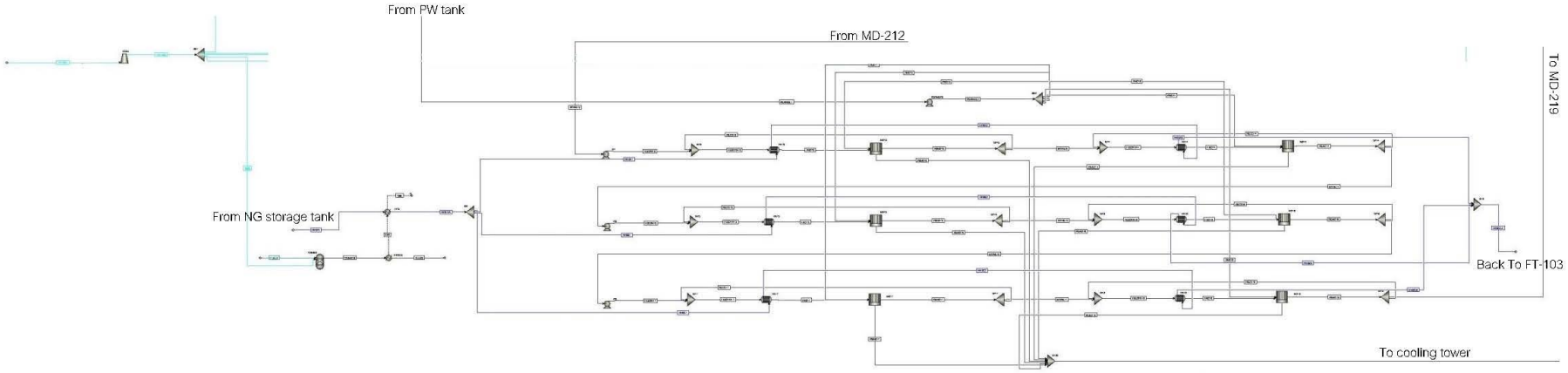
THE THAI INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERING AND APPLIED CHEMISTRY (TICHE)			
PROJECT: EVALUATION TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF SEAWATER DESALINATION PLANT DESIGN IN DIRECT CONTACT MEMBRANE DISTILLATION METHOD			
DRAWING TITLE: HEAT AND MATERIAL BALANCE DIAGRAM FOR OVERALL SYSTEM			
SCALE : ~	DRAWING NO. HMB-001	SHEET 1/7	REV. -



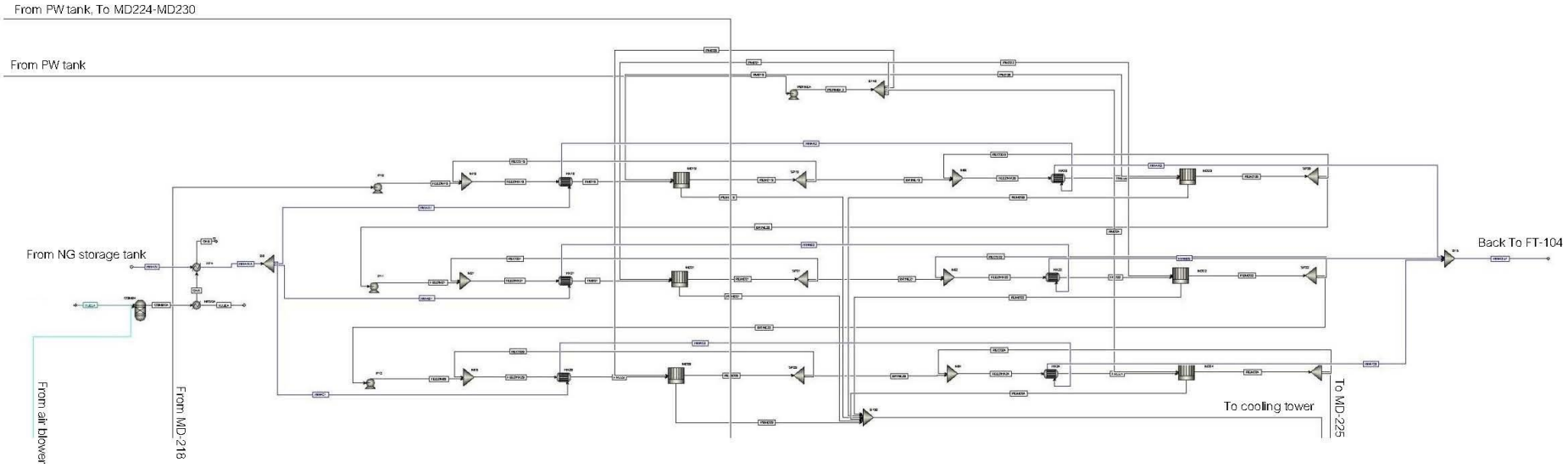
THE THAI INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERING AND APPLIED CHEMISTRY (TICHE)			
PROJECT: EVALUATION TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF SEAWATER DESALINATION PLANT DESIGN IN DIRECT CONTACT MEMBRANE DISTILLATION METHOD			
DRAWING TITLE: HEAT AND MATERIAL BALANCE DIAGRAM FOR MD201-206			
SCALE : ~	DRAWING NO. HMB-002	SHEET 2/7	REV. -



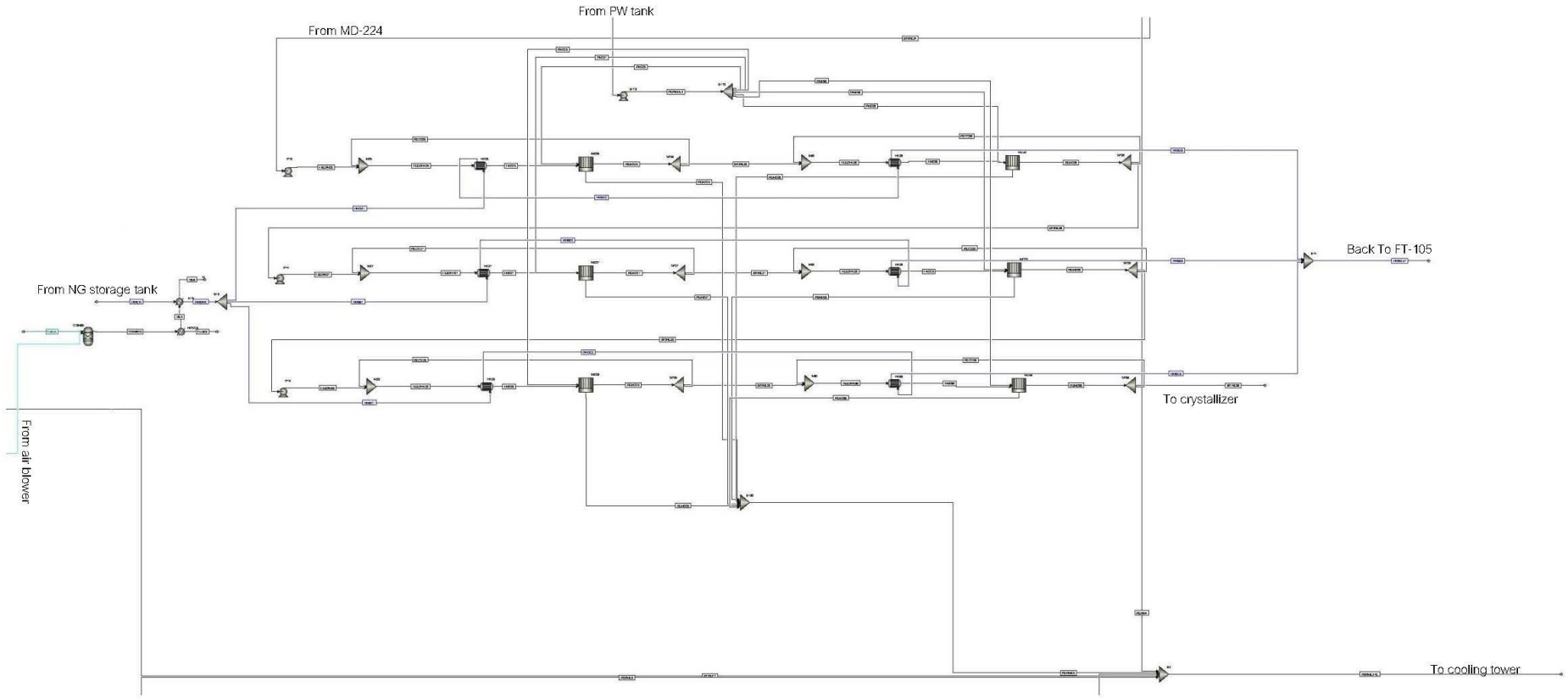
THE THAI INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERING AND APPLIED CHEMISTRY (TICHE)			
PROJECT: EVALUATION TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF SEAWATER DESALINATION PLANT DESIGN IN DIRECT CONTACT MEMBRANE DISTILLATION METHOD			
DRAWING TITLE: HEAT AND MATERIAL BALANCE DIAGRAM FOR MD207-212			
SCALE : ~	DRAWING NO. HMB-003	SHEET 3/7	REV. -



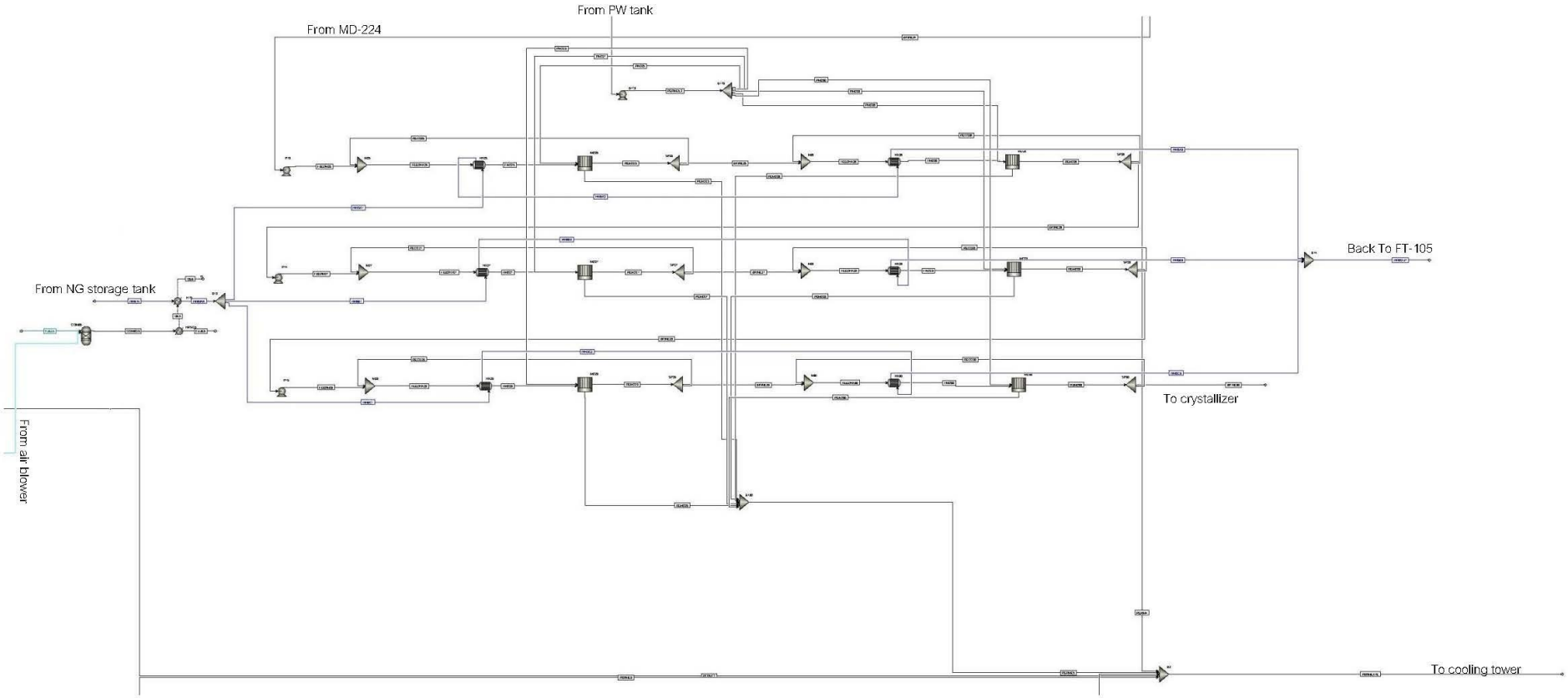
THE THAI INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERING AND APPLIED CHEMISTRY (TICHE)			
PROJECT: EVALUATION TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF SEAWATER DESALINATION PLANT DESIGN IN DIRECT CONTACT MEMBRANE DISTILLATION METHOD			
DRAWING TITLE: HEAT AND MATERIAL BALANCE DIAGRAM FOR MD213-218			
SCALE :	DRAWING NO. HMB-004	SHEET 4/7	REV. -



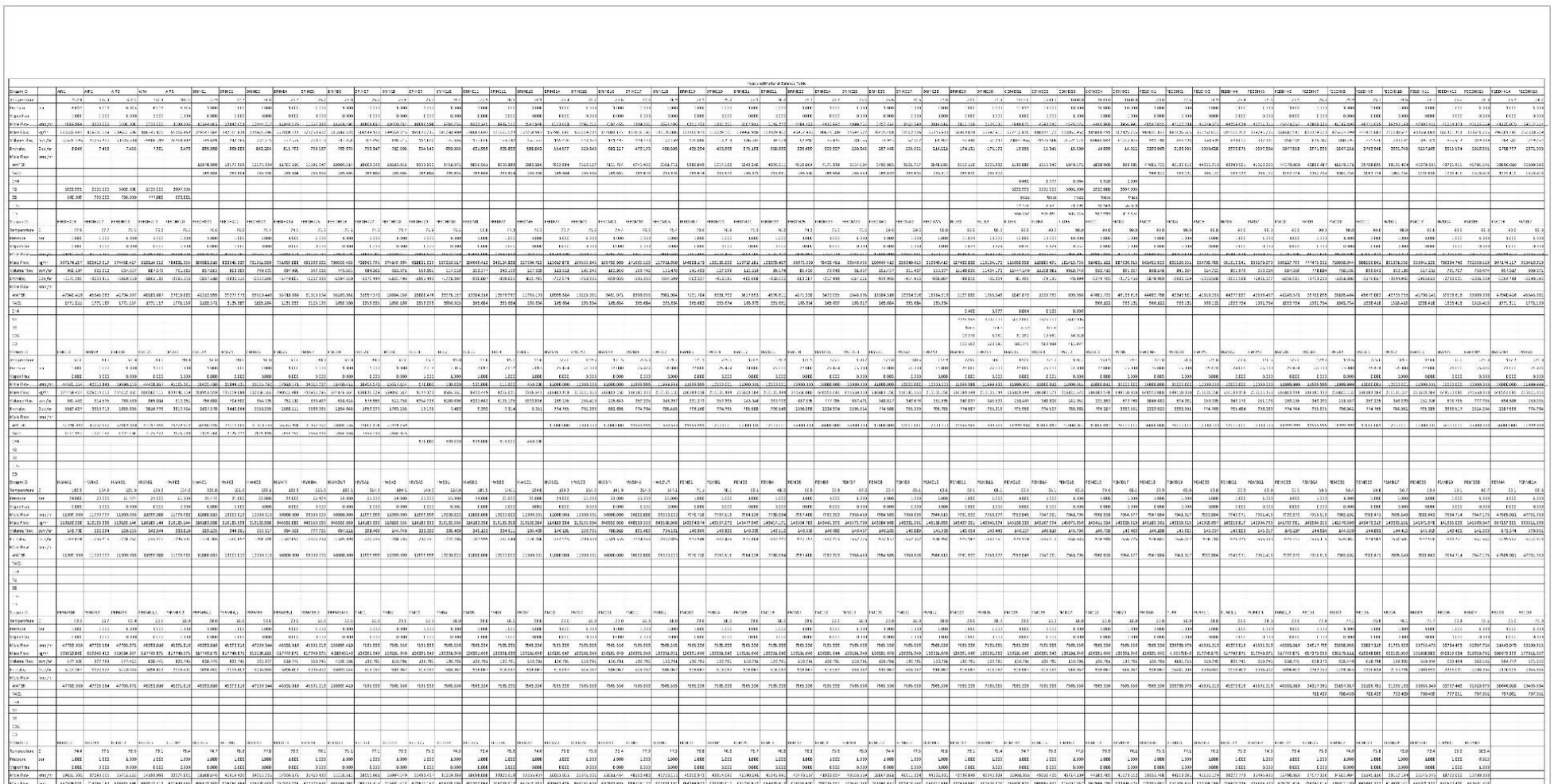
THE THAI INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERING AND APPLIED CHEMISTRY (TICHE)			
PROJECT: EVALUATION TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF SEAWATER DESALINATION PLANT DESIGN IN DIRECT CONTACT MEMBRANE DISTILLATION METHOD			
DRAWING TITLE: HEAT AND MATERIAL BALANCE DIAGRAM FOR MD219-MD224			
SCALE :	DRAWING NO. HMB-005	SHEET 5/7	REV. -



THE THAI INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERING AND APPLIED CHEMISTRY (TICHE)			
PROJECT: EVALUATION TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF SEAWATER DESALINATION PLANT DESIGN IN DIRECT CONTACT MEMBRANE DISTILLATION METHOD			
DRAWING TITLE: HEAT AND MATERIAL BALANCE DIAGRAM FOR MD225-230			
SCALE :	DRAWING NO. HMB-006	SHEET 6/7	REV. -



THE THAI INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERING AND APPLIED CHEMISTRY (TICHE)			
PROJECT: EVALUATION TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF SEAWATER DESALINATION PLANT DESIGN IN DIRECT CONTACT MEMBRANE DISTILLATION METHOD			
DRAWING TITLE: HEAT AND MATERIAL BALANCE DIAGRAM FOR MD225-230			
SCALE : ~	DRAWING NO. HMB-006	SHEET 6/7	REV. -



THE THAI INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERING AND APPLIED CHEMISTRY (TICHE)	
PROJECT:	EVALUATION TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF SEAWATER DESALINATION PLANT DESIGN IN DIRECT CONTACT MEMBRANE DISTILLATION METHOD
DRAWING TITLE:	HEAT AND MATERIAL BALANCE DIAGRAM FOR OVERALL SYSTEM
SCALE :	DRAWING NO. HMB-007 / SHEET 7/7 / REV. -

Utility Requireme

สาธารณูปโภค	จำนวน/ปี	ราคา	ค่าใช้จ่าย
พลังงานไฟฟ้า	30,209,760.00 กิโลวัตต์/ปี	8,164,800 กิโลวัตต์/ปี	30,209,760 บาท/ปี
น้ำไม่มีแร่ธาตุ	4104.08 ลูกบาศก์เมตร/ปี	40 บาท/ลูกบาศก์เมตร	1,700,760.378 บาท/ปี
แก๊สธรรมชาติ	331,520.00 ตัน/ปี	240 บาท/ตัน	79,564,800.00 บาท/ปี

Equipment List

HR-6831

EQUIPMENT LIST														
NO.	ITEM NO.	NAME	QTY.		TYPE	SPECIFICATION	FLUID NAME	MAT'L	PRESS. (BARG)		TEMP. (°C)		RATED MOTOR kW (PER UNIT)	REMARK
			W	S					OPER.	DESIGN	OPER.	DESIGN		
1	T-101	SEAWATER TANK	1	-	Storage Tank	300 m3	SW	Fiberglass Reinforced Plastic	ATM	Full Water	29.6	150		
2	T-102	PROCESS WATER TANK	1	-	Dome roof tank	5000 m3	PW	Carbon steel	ATM	Full Water	28	150		
3	P-101	MAIN SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	4.17 m3/min, 9.8 m	SW	SUS403/CAC406	1	8.7	30	90	15	
4	FT-101/102/103/104/105	FIRE TUBE HOT WATER	5	-	Fire Tube Boiler	650 ton/h	PW	Special Boiler Steel Plate	25	25-98	225	194-540		
5	B-101/102/103/104/105	AIR BLOWER	5		Forced draught Blower	100,000 m3/h	AIR	Carbon structural steel	1	32	28-120	0-150	130	
6	P-111/112/113/114/115	HOT WATER PUMP	5	-	Centrifugal Pump	11.00 m3/min, 6.8 m	HW	Duplex, AISI403	0.24	25	225	250	450	
7	HX-101	PREHEATER SEAWATER	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 300 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	30-69	MAX. 180		
8	HX-201	HEAT EXCHANGER FOR MD-201	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 300 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	70-225	MAX. 250		
9	HX-202	HEAT EXCHANGER FOR MD-202	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 400 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	77-150	MAX. 180		
10	HX-203	HEAT EXCHANGER FOR MD-203	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	77-225	MAX. 250		
11	HX-204	HEAT EXCHANGER FOR MD-204	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 300 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	76-131	MAX. 180		
12	HX-205	HEAT EXCHANGER FOR MD-205	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	76-225	MAX. 250		
13	HX-206	HEAT EXCHANGER FOR MD-206	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 300 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	76-129	MAX. 180		
14	HX-207	HEAT EXCHANGER FOR MD-207	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	76-224	MAX. 250		
15	HX-208	HEAT EXCHANGER FOR MD-208	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	76-138	MAX. 180		
16	HX-209	HEAT EXCHANGER FOR MD-209	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	75-224	MAX. 250		
17	HX-210	HEAT EXCHANGER FOR MD-210	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	74-137	MAX. 180		
18	HX-211	HEAT EXCHANGER FOR MD-211	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	77-224	MAX. 250		
19	HX-212	HEAT EXCHANGER FOR MD-212	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	77-136	MAX. 180		
20	HX-213	HEAT EXCHANGER FOR MD-213	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	76-225	MAX. 250		
21	HX-214	HEAT EXCHANGER FOR MD-214	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 300 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	75-130	MAX. 180		
22	HX-215	HEAT EXCHANGER FOR MD-215	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	75-225	MAX. 250		
23	HX-216	HEAT EXCHANGER FOR MD-216	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 300 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	78-129	MAX. 180		
24	HX-217	HEAT EXCHANGER FOR MD-217	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	77-225	MAX. 250		
25	HX-218	HEAT EXCHANGER FOR MD-218	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 300 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	77-133	MAX. 180		
26	HX-219	HEAT EXCHANGER FOR MD-219	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	76-225	MAX. 250		
27	HX-220	HEAT EXCHANGER FOR MD-220	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 300 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	75-131	MAX. 180		
28	HX-221	HEAT EXCHANGER FOR MD-221	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	75-225	MAX. 250		
29	HX-222	HEAT EXCHANGER FOR MD-222	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 300 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	76-131	MAX. 180		
30	HX-223	HEAT EXCHANGER FOR MD-223	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	75-225	MAX. 250		
31	HX-224	HEAT EXCHANGER FOR MD-224	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	74-134	MAX. 180		
32	HX-225	HEAT EXCHANGER FOR MD-225	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	76-224	MAX. 250		
33	HX-226	HEAT EXCHANGER FOR MD-226	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	75-136	MAX. 180		
34	HX-227	HEAT EXCHANGER FOR MD-227	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	74-224	MAX. 250		
35	HX-228	HEAT EXCHANGER FOR MD-228	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	73-141	MAX. 180		
36	HX-229	HEAT EXCHANGER FOR MD-229	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 100 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	73-224	MAX. 250		

HR-6831

EQUIPMENT LIST

No.	ITEM NO.	NAME	QTY.		TYPE	SPECIFICATION	FLUID NAME	MAT'L	PRESS. (BARG)		TEMP. (°C)		RATED MOTOR kW (PER UNIT)	REMARK
			W	S					OPER.	DESIGN	OPER.	DESIGN		
37	HX-230	HEAT EXCHANGER FOR MD-230	1	-	Plate Heat Exchanger	Area 200 m2	SW/HW	Stainless Steel 304/316	25	25	72-151	MAX. 180		
38	P-201	1ST FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	4.17 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.7	50	90	7.5	
39	P-202	2ND FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	3.93 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.7	77	90	7.5	
40	P-203	3ND FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	3.68 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.7	76	90	7.5	
41	P-204	4TH FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	3.44 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.7	77	90	7.5	
42	P-205	5TH FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	3.21 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.7	75	90	7.5	
43	P-206	6Th FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	2.97 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.7	74	90	7.5	
44	P-207	7Th FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	2.73 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.7	77	90	7.5	
45	P-208	8TH FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	2.50 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.7	75	90	7.5	
46	P-209	9TH FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	2.26 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.7	78	90	7.5	
47	P-210	10TH FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	2.03 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.6	76	90	3.7	
48	P-211	11TH FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	1.81 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.6	75	90	3.7	
49	P-212	12TH FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	1.58 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.6	75	90	3.7	
50	P-213	13TH FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	1.37 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.6	74	90	3.7	
51	P-214	14TH FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	1.17 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.6	75	90	3.7	
52	P-215	15th FEED SEAWATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	0.98 m3/min, 4.2 mH	SW	SUS403/CAC406	0.2	8.6	73	90	3.7	
53	MD-201	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 1	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 930 m3/h,Permeate 146.963 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
54	MD-202	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 2	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 895.48 m3/h,Permeate 146.812 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
55	MD-203	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 3	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 868.42 m3/h,Permeate 146.66 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
56	MD-204	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 4	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 841.56 m3/h,Permeate 146.498 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
57	MD-205	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 5	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 814.93 m3/h,Permeate 146.34 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
58	MD-206	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 6	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 866.20 m3/h,Permeate 146.58 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
59	MD-207	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 7	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 836.86 m3/h,Permeate 146.40 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
60	MD-208	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 8	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 807.82 m3/h,Permeate 146.22 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
61	MD-209	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 9	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 779.073 m3/h,Permeate 146.04 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
62	MD-210	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 10	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 750.64 m3/h,Permeate 145.85 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
63	MD-211	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 11	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 899.98 m3/h,Permeate 146.58 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
64	MD-212	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 12	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 863.52 m3/h,Permeate 146.37 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
65	MD-213	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 13	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 827.53 m3/h,Permeate 146.14 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
66	MD-214	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 14	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 792.04 m3/h,Permeate 145.92 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
67	MD-215	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 15	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 757.05 m3/h,Permeate 145.68 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
68	MD-216	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 16	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 958.68 m3/h,Permeate 146.60 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
69	MD-217	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 17	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 910.48 m3/h,Permeate 146.32 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
70	MD-218	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 18	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 863.26 m3/h,Permeate 146.03 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
71	MD-219	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 19	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 816.82 m3/h,Permeate 145.72 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
72	MD-220	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 20	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 771.41 m3/h,Permeate 145.41 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		

HR-6831

EQUIPMENT LIST

No.	ITEM NO.	NAME	QTY.		TYPE	SPECIFICATION	FLUID NAME	MAT'L	PRESS. (BARG)		TEMP. (°C)		RATED MOTOR kW (PER UNIT)	REMARK
			W	S					OPER.	DESIGN	OPER.	DESIGN		
73	MD-221	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 21	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 868.99 m3/h,Permeate 145.78 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
74	MD-222	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 22	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 814.77 m3/h,Permeate 145.41 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
75	MD-223	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 23	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 761.99 m3/h,Permeate 145.03 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
76	MD-224	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 24	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 710.83 m3/h,Permeate 144.63 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
77	MD-225	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 25	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 661.36 m3/h,Permeate 144.22 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
78	MD-226	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 26	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 763.02 m3/h,Permeate 144.51 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
79	MD-227	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 27	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 703.20 m3/h,Permeate 144.00 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
80	MD-228	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 28	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 646.48 m3/h,Permeate 143.47 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
81	MD-229	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 29	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 593.02 m3/h,Permeate 142.91 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
82	MD-230	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 30	1	-	Hollow Fiber Membrane	feed SW 543.36 m3/h,Permeate 142.32 m3/h	SW/PW	PTFE	0	-0.3	50-90	-80-250		
83	P-216	BRINE PUMP	1	-	Centrifugal pump	0.81 m3/min, 5.0 mH	SW	SUS403/CAC406	0.8	8.8	72	90	2.2	
84	MX-301	BRINE MIXING TANK	1	-	Stirred tank	100 m3	SW	Stainless Steel AISI 304.316L	1	100	78	350	22	
85	CZ-301	CRYSTALLIZER	1	-	MVR Crystallizer	10 m3	SW	Stainless Steel 304/316L	0	100	100	40-100	1142.007	
86	DT-301	DECANTER	2	-	Horizontal Screw Decanter	15 m3/h	SLURRY	Stainless Steel 304/316L			100	100	15	
87	P-302	DISCHARGE CRYSTALIZER PUMP	1	-	Centrifugal pump	0.33 m3/min, 4.0 mH	SLURRY	SUS403/CAC406	0	8.8	100	150	2.2	
88	P-303	CIRCULATION PUMP	1	-	Centrifugal pump	0.20 m3/min, 11.0 mH	DW	SUS403/CAC406	0	8.8	100	150	2.2	
89	P-304	SALT PUMP	1	-	Diaphragm Pump	10 m3/h, 9.0 m	SALT	Aluminum shell/Neoprene diaphragm	1	8.8	100	150	15	
90	CT-401/402/403/404/405	COOLING TOWER	5	-	Counter Flow Water Cooling Tower	1000 m3/h	PW		ATM	ATM	30-62	68	225	
100	S-401	SALT SILO	1	-	Storage and Packing	50 ton	SALT	Double-Layer Hot Galvanized Corrugated Steel						
101	T-401/402/403	PRODUCT WATER TANK	3	-	Dome roof tank	5000 m3	PW	Carbon steel	ATM	Full Water	28	150		
102	P-401	PRODUCT WATER PUMP	1	-	Centrifugal pump	2.22 m3/min, 30.0 mH	PW	SUS403/CAC406	0	8.8	28	90	22	
103	P-402	DISCHARGE PUMP	1	-	Centrifugal pump	2.22 m3/min, 1.0 mH	PW	SUS403/CAC406	5	8.8	28	90	22	

HR-6831

Centrifugal Pump Data Sheet

Data sheet No. : 001

Facility Name Desalination Plant **Address** Maptaphut, Rayong

Item Name : 1ST FEED SEAWATER PUMP **Item No.** **P-201**

Operating Conditions (at installation)

Capacity (m3/min)	4.17
Suction Pressure (PSI)	14.7
Discharge Pressure (PSI)	14.7
Head Pressure (mH)	4.2
Ambient Temperature (°C)	28

Liquid Data

Liquid Description	Seawater
Temperature(°C)	70
Specific Gravity	1.025
Viscosity (cp)	1.00
pH	7.6

Pump Data

Manufacturer	KAWAMOTO
Model	GEK-1505M-4MN7.5
Serial Number	34
Pump Size	
- Discharge Diameter	125
- Inlet Diameter	150
Impeller Diameter	
Material of Construction	
- Case Material	FC
- Impeller Material	CAC406

Sealing Data

Packing or Mechanical Seal	Mechanical Seal
Mechanical Seal Information	Sic x Carbon
- Single Seal or Double Seal	
- Component or Cartridge	
- Seal Manufacturer	
- Face Materials	
- O Ring Compound	
- Flush	☐ Yes ☐ / No
Shaft Size	

Item No.	Item Name	Capacity (m3/min)	Temperature of Liquid (°C)
P-202	2ND FEED SEAWATER PUMP	3.93 m3/min	77
P-203	3ND FEED SEAWATER PUMP	3.68 m3/min	76
P-204	4TH FEED SEAWATER PUMP	3.44 m3/min	77
P-205	5TH FEED SEAWATER PUMP	3.21 m3/min	75
P-206	6TH FEED SEAWATER PUMP	2.97 m3/min	74
P-207	7TH FEED SEAWATER PUMP	2.73 m3/min	77
P-208	8TH FEED SEAWATER PUMP	2.50 m3/min	75
P-209	9TH FEED SEAWATER PUMP	2.26 m3/min	78

HR-6831

Centrifugal Pump Data Sheet

Data sheet No. : 002

Facility Name Desalination Plant **Address** Maptaphut, Rayong

Item Name : 10TH FEED SEAWATER PUMP **Item No.** **P-210**

Operating Conditions (at installation)

Capacity (m3/min)	2.03
Suction Pressure (PSI)	14.7
Discharge Pressure (PSI)	14.7
Head Pressure (mH)	4.2
Ambient Temperature (°C)	28

Liquid Data

Liquid Description	Seawater
Temperature (°C)	76
Specific Gravity	1.025
Viscosity (cp)	1.00
pH	7.6

Pump Data

Manufacturer	KAWAMOTO
Model	GEK-1255M-4MN3.7
Serial Number	25
Pump Size	
- Discharge Diameter	100
- Inlet Diameter	125
Impeller Diameter	
Material of Construction	
- Case Material	FC
- Impeller Material	CAC406

Sealing Data

Packing or Mechanical Seal	Mechanical Seal
Mechanical Seal Information	Sic x Carbon
- Single Seal or Double Seal	
- Component or Cartridge	
- Seal Manufacturer	
- Face Materials	
- O Ring Compound	
- Flush	☐ Yes / No ☐
Shaft Size	

Item No.	Item Name	Capacity (m3/min)	Temperature of Liquid (°C)
P-211	11TH FEED SEAWATER PUMP	1.81 m3/min	75
P-212	12TH FEED SEAWATER PUMP	1.58 m3/min	75
P-213	13TH FEED SEAWATER PUMP	1.37 m3/min	74
P-214	14TH FEED SEAWATER PUMP	1.17 m3/min	75
P-215	15TH FEED SEAWATER PUMP	0.98 m3/min	73

Centrifugal Pump Data Sheet

Data sheet No. : 003

Facility Name Desalination Plant **Address** Maptaphut, Rayong

Item Name : BRINE PUMP **Item No.** **P-216**

Operating Conditions (at installation)

Capacity (m3/min)	0.81
Suction Pressure (PSI)	14.7
Discharge Pressure (PSI)	14.7
Head Pressure (mH)	5.0
Ambient Temperature (°C)	28

Liquid Data

Liquid Description	Seawater
Temperature (°C)	72
Specific Gravity	0.988
Viscosity (cp)	1.00
pH	7.6

Pump Data

Manufacturer	KAWAMOTO
Model	GEJ-805M-4MN2.2
Serial Number	14
Pump Size	
- Discharge Diameter	65
- Inlet Diameter	80
Impeller Diameter	
Material of Construction	FC
- Case Material	
- Impeller Material	CAC406

Sealing Data

Packing or Mechanical Seal	Mechanical Seal
Mechanical Seal Information	Sic x Carbon
- Single Seal or Double Seal	
- Component or Cartridge	
- Seal Manufacturer	
- Face Materials	
- O Ring Compound	
- Flush	☐ Yes / No ☐
Shaft Size	

Centrifugal Pump Data Sheet

Data sheet No. : 004

Facility Name Desalination Plant **Address** Maptaphut, Rayong

Item Name : DISCHARGE CRYSTALIZER PUMP **Item No.** **P-301**

Operating Conditions (at installation)

Capacity (m3/min)	0.33
Suction Pressure (PSI)	14.7
Discharge Pressure (PSI)	14.7
Head Pressure (mH)	4.0
Ambient Temperature (°C)	28

Liquid Data

Liquid Description	Slurry
Temperature (°C)	100
Specific Gravity	1.025
Viscosity (cp)	1.00
pH	7.6

Pump Data

Manufacturer	KAWAMOTO
Model	GEN-50×405M-2MN0.4
Serial Number	4
Pump Size	
- Discharge Diameter	40
- Inlet Diameter	50
Impeller Diameter	
Material of Construction	
- Case Material	FC
- Impeller Material	CAC406

Sealing Data

Packing or Mechanical Seal	Mechanical Seal
Mechanical Seal Information	Sic x Carbon
- Single Seal or Double Seal	
- Component or Cartridge	
- Seal Manufacturer	
- Face Materials	
- O Ring Compound	
- Flush	☐ Yes / No ☐
Shaft Size	

Item No.	Item Name	Capacity (m3/min) , Head	Temperature of Liquid (°C)
P-302	CIRCULATION PUMP	1.81 m3/min, 11.0 mH	100

Centrifugal Pump Data Sheet

Data sheet No. : 005

Facility Name Desalination Plant **Address** Maptaphut, Rayong

Item Name : PRODUCT WATER PUMP/ DISCHARGE PUMP **Item No.** **P-401/402**

Operating Conditions (at installation)

Capacity (m3/min)	2.22
Suction Pressure (PSI)	14.7
Discharge Pressure (PSI)	14.7
Head Pressure (mH)	1.0/30.0
Ambient Temperature (°C)	28

Liquid Data

Liquid Description	Water
Temperature (°C)	28
Specific Gravity	1.00
Viscosity (cp)	1.00
pH	7.0

Pump Data

Manufacturer	KAWAMOTO
Model	GEM-1505M-4M22
Serial Number	39
Pump Size	
- Discharge Diameter	125
- Inlet Diameter	150
Impeller Diameter	
Material of Construction	
- Case Material	FC
- Impeller Material	CAC406

Sealing Data

Packing or Mechanical Seal	Mechanical Seal
Mechanical Seal Information	Sic x Carbon
- Single Seal or Double Seal	
- Component or Cartridge	
- Seal Manufacturer	
- Face Materials	☐ ☐
- O Ring Compound	
- Flush	Yes / No
Shaft Size	

HR-6831

Centrifugal Pump Data Sheet

Data sheet No. : 006

Facility Name Desalination Plant **Address** Maptaphut, Rayong

Item Name : HOT WATER PUMP **Item No.** **P-111/112/113/114/115**

Operating Conditions (at installation)

Capacity (m3/min)	11.0
Suction Pressure (PSI)	14.7
Discharge Pressure (PSI)	18.3
Head Pressure (mH)	6.8
Ambient Temperature (°C)	28

Liquid Data

Liquid Description	Hot Water
Temperature (°C)	225
Specific Gravity	1.025
Viscosity (cp)	1.00
pH	7.0

Pump Data

Manufacturer	MIMO
Model	MS500-1050
Serial Number	
Pump Size	
- Discharge Diameter	
- Inlet Diameter	
Impeller Diameter	
Material of Construction	
- Case Material	Duplex
- Impeller Material	AISI403

Sealing Data

Packing or Mechanical Seal	Mechanical Seal
Mechanical Seal Information	
- Single Seal or Double Seal	
- Component or Cartridge	
- Seal Manufacturer	
- Face Materials	
- O Ring Compound	
- Flush	Yes / No
Shaft Size	

Centrifugal Pump Data Sheet

Data sheet No. : 007

Facility Name Desalination Plant **Address** Maptaphut, Rayong

Item Name : 1ST FEED SEAWATER PUMP **Item No.** **P-201**

Operating Conditions (at installation)

Capacity (m3/min)	4.17
Suction Pressure (PSI)	14.7
Discharge Pressure (PSI)	14.7
Head Pressure (mH)	4.2
Ambient Temperature (°C)	28

Liquid Data

Liquid Description	Seawater
Temperature(°C)	70
Specific Gravity	1.025
Viscosity (cp)	1.00
pH	7.6

Pump Data

Manufacturer	KAWAMOTO
Model	GEK-1506M-4MN11
Serial Number	41
Pump Size	
- Discharge Diameter	125
- Inlet Diameter	150
Impeller Diameter	
Material of Construction	
- Case Material	FC
- Impeller Material	CAC406

Sealing Data

Packing or Mechanical Seal	Mechanical Seal
Mechanical Seal Information	Sic x Carbon
- Single Seal or Double Seal	
- Component or Cartridge	
- Seal Manufacturer	
- Face Materials	
- O Ring Compound	
- Flush	Yes / No
Shaft Size	

Plate Heat Exchanger Data Sheet

This tool calculates the preliminary heat transfer area for plate heat exchangers.

Process Side			HX-201
	Process Description (choose from list)		heating - liquid
T_{in}	Process Inlet Temperature	(°C)	70
T_{out}	Process Outlet Temperature	(°C)	90
Q	Duty	(Gcal/hr)	17.3036801
Utility Side			
	Type of Fluid (choose from list)		Water
t_{in}	Utility Inlet Temperature	(°C)	225
t_{out}	Utility Outlet Temperature	(°C)	149.6
P	Operating pressure	(Bar)	25
m	Utility Flow rate	kg/hr	216183

RESULTS

DT_{lmtd}	Log Mean temperature Difference	(°C)	104.843239
U	Overall Heat Transfer coefficient	cal/sec-K	45845.377
A	PRELIMINARY Heat Transfer Area	(m2)	226

Yellow fields are input

Red fields are results

ตารางแสดงพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของ Heat Exchanger แต่ละตัว

Item No.	Item Name	Exchanger area (m2)
HX-101	PREHEATER SEAWATER	264.413295
HX-201	HEAT EXCHANGER FOR MD-201	225.818146
HX-202	HEAT EXCHANGER FOR MD-202	368.130896
HX-203	HEAT EXCHANGER FOR MD-203	123.679654
HX-204	HEAT EXCHANGER FOR MD-204	208.730884
HX-205	HEAT EXCHANGER FOR MD-205	125.586762
HX-206	HEAT EXCHANGER FOR MD-206	217.622409
HX-207	HEAT EXCHANGER FOR MD-207	115.574615
HX-208	HEAT EXCHANGER FOR MD-208	183.988771
HX-209	HEAT EXCHANGER FOR MD-209	116.893552
HX-210	HEAT EXCHANGER FOR MD-210	186.003015
HX-211	HEAT EXCHANGER FOR MD-211	123.531953
HX-212	HEAT EXCHANGER FOR MD-212	191.356577
HX-213	HEAT EXCHANGER FOR MD-213	124.616046
HX-214	HEAT EXCHANGER FOR MD-214	209.95881
HX-215	HEAT EXCHANGER FOR MD-215	124.913854
HX-216	HEAT EXCHANGER FOR MD-216	220.835127
HX-217	HEAT EXCHANGER FOR MD-217	122.432961
HX-218	HEAT EXCHANGER FOR MD-218	205.535729
HX-219	HEAT EXCHANGER FOR MD-219	124.350201
HX-220	HEAT EXCHANGER FOR MD-220	207.548732
HX-221	HEAT EXCHANGER FOR MD-221	125.375678
HX-222	HEAT EXCHANGER FOR MD-222	203.479685
HX-223	HEAT EXCHANGER FOR MD-223	119.931782
HX-224	HEAT EXCHANGER FOR MD-224	190.950717
HX-225	HEAT EXCHANGER FOR MD-225	112.479823
HX-226	HEAT EXCHANGER FOR MD-226	183.297502
HX-227	HEAT EXCHANGER FOR MD-227	109.044687
HX-228	HEAT EXCHANGER FOR MD-228	155.621042
HX-229	HEAT EXCHANGER FOR MD-229	94.176158
HX-230	HEAT EXCHANGER FOR MD-230	123.823356

									XXXXX PACKAGE DATA SHEET		
1	**CUSTOMER**								**AUTHORIZED BY**		HR-6831
2	**PROJECT**								**CHECKED BY**		
3	**LOCATION**								**REV.**	**DATE**	**MADE BY**
4	**UNIT**										
5	**SUPPLIER**			**JOB NO.**							
6	**ITEM NO.**			**REQ. NO.**							
7	**SERVICE**										
8	**NO.REQ'D**	**Working**	1 Unit	**Stand-By**	0 Unit	**Total**	1 Unit				

1. General

Seawater desalination plant for 242 m3/h fresh water producing with Direct Contact Membrane Distillation (DCMD) and 15470 kg/h sea salt by product from Zero Liquid Discharge (ZLD).

2. Design Basis

2.1 DCMD – Design and Operating Conditions

Hazard classification			
Water Source			
Total Capacity		201.42	m^3/h
Design Capacity (per unit)		201.42	m^3/h
Design Mechanical Temperature	-80-250	°C	
Operating Temperature		90	°C
Design Pressure		0	barg
Operating Pressure		0	barg

2.2 Seawater Qualities for Side Stream DCMD design as follow ;

Table 1 : Seawater Specification (inlet)

Characteristic	Unit	Value
Ph	-	7.6
Seawater TDS	mg/l	35,680
Total Suspended Solids	mg/l	7
Turbidity	NTU	4.6
Oil & grease	mg/l	< 3
Concentration	% wt	3.28

Table 2 : Seawater Specification (outlet)

Characteristic	Unit	Value
Ph	-	7.6
Seawater TDS	mg/l	35,680
Total Suspended Solids	mg/l	7
Turbidity	NTU	4.6
Oil & grease	mg/l	< 3
Concentration	% wt	17.71

2.3 Crystallizer – Design and Operation Condition

Total Capacity	43.83	m^3/h
Design Mechanical Temperature	40-100	°C
Operating Temperature	100	°C
Design Pressure	0	barg
Operating Pressure	-0.96	barg
Salt Production Rate	15.55	ton/h

								XXXXX PACKAGE DATA SHEET		
1	**CUSTOMER**							**AUTHORIZED BY**		HR-6831
2	**PROJECT**							**CHECKED BY**		
3	**LOCATION**							**REV.**	**DATE**	**MADE BY**
4	**UNIT**									
5	**SUPPLIER**		**JOB NO.**							
6	**ITEM NO.**		**REQ. NO.**							
7	**SERVICE**									
8	**NO.REQ'D**	**Working** 1 Unit	**Stand-By**	0 Unit	**Total**	1 Unit				
9										
10	**3. Equipment Specification**									
11	3.1 Side Stream DCMD Part									
12	Quantity per unit			30	Set(s)					
13	Manufacturer			Markel Corporation						
14	Country of origin			Pennsylvania						
15	Dimension per unit			168 x 1000	mm(D) x mm(L)					
16	Membrane material			Polytetrafluoroethylene (PTFE)						
17	Type of membrane			Hollow fiber membrane						
18	Dimension of membrane			0.5 x 0.8	mm(ID) x mm(OD)					
19	Number of tube			20,000						
20	Effective area			15.70	m^2					
21										
22	3.2 Centrifugal pump (P-201-209)									
23	Quantity per unit			9						
24	Model			GEK-1505M-4MN7.5						
25	Manufacturer			Kawamoto						
26	Country of origin			Thailand						
27	Capacity			1.6-5.0	m^3/min					
28	Design pressure			8.7	kg/cm^2G					
29	Operating pressure			0.2	kg/cm^2G					
30	Pump head			4.2	m					
31	Material (Casing/Impeller)			FC/CAC406						
32										
33	3.3 Centrifugal pump (P-210-215)									
34	Quantity per unit			6						
35	Model			GEK-1255M-4MN3.7						
36	Manufacturer			Kawamoto						
37	Country of origin			Thailand						
38	Capacity			0.8-2.5	m^3/min					
39	Design pressure			8.6	kg/cm^2G					
40	Operating pressure			0.2	kg/cm^2G					
41	Pump head			4.2	m					
42	Material (Casing/Impeller)			FC/CAC406						
43										
44	3.4 Centrifugal pump (P-216)									
45	Quantity per unit			1						
46	Model			GEJ-805M-4MN2.2						
47	Manufacturer			Kawamoto						
48	Country of origin			Thailand						
49	Capacity			0.81	m^3/min					
50	Design pressure			8.8	kg/cm^2G					
51	Operating pressure			0.8	kg/cm^2G					
52	Pump head			5.0	m					
53	Material (Casing/Impeller)			FC/CAC406						
54										
55										

								XXXXX PACKAGE DATA SHEET		
1	**CUSTOMER**							**AUTHORIZED BY**		HR-6831
2	**PROJECT**							**CHECKED BY**		
3	**LOCATION**							**REV.**	**DATE**	**MADE BY**
4	**UNIT**									
5	**SUPPLIER**		**JOB NO.**							
6	**ITEM NO.**		**REQ. NO.**							
7	**SERVICE**									
8	**NO.REQ'D**	**Working** 1 Unit	**Stand-By**	0 Unit	**Total**	1 Unit				

9			
10	3.5 Centrifugal pump (P-301/302)		
11	Quantity per unit	2	
12	Model	GEN-50×405M-2MN0.4	
13	Manufacturer	Kawamoto	
14	Country of origin	Thailand	
15	Capacity	0.10-0.32	m^3/min
16	Design pressure	8.8	kg/cm^2G
17	Operating pressure	0.0	kg/cm^2G
18	Pump head	4.0-11.0	m
19	Material (Casing/Impeller)	FC/CAC406	
20			
21	3.6 Centrifugal pump (P-401/402)		
22	Quantity per unit	2	
23	Model	GEM-1505M-4M22	
24	Manufacturer	Kawamoto	
25	Country of origin	Thailand	
26	Capacity	2.22	m^3/min
27	Design pressure	8.8	kg/cm^2G
28	Operating pressure	0.0-5.0	kg/cm^2G
29	Pump head	30.0	m
30	Material (Casing/Impeller)	FC/CAC406	
31			
32	3.7 Centrifugal pump (P-111-115)		
33	Quantity per unit	5	
34	Model	MS500-1050	
35	Manufacturer	MIMO	
36	Country of origin	China	
37	Capacity	11.0	m^3/min
38	Design pressure	8.6	kg/cm^2G
39	Operating pressure	0.24	kg/cm^2G
40	Pump head	6.8	m
41	Material (Casing/Impeller)	Duplex, AISI403	
42			
43	3.8 Centrifugal pump (P-101)		
44	Quantity per unit	1	
45	Model	GEK-1506M-4MN11	
46	Manufacturer	Kawamoto	
47	Country of origin	Thailand	
48	Capacity	4.17	m^3/min
49	Design pressure	8.7	kg/cm^2G
50	Operating pressure	1.0	kg/cm^2G
51	Pump head	9.8	m
52	Material (Casing/Impeller)	FC/CAC406	
53			
54			
55			

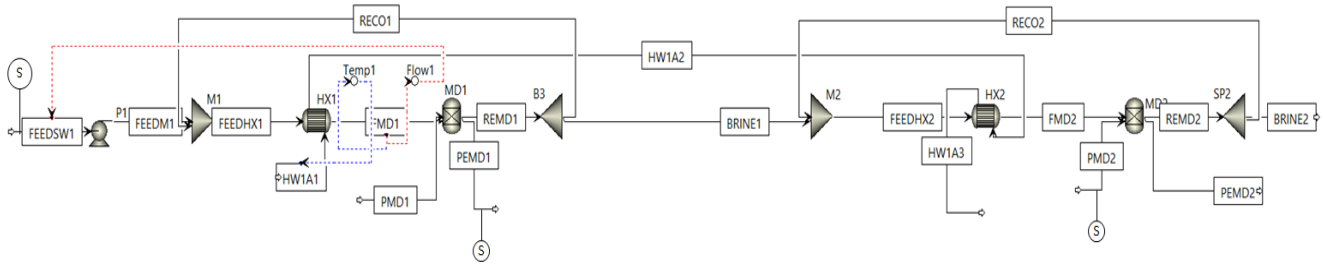
									XXXXX PACKAGE DATA SHEET		
1	**CUSTOMER**								**AUTHORIZED BY**		HR-6831
2	**PROJECT**								**CHECKED BY**		
3	**LOCATION**								**REV.**	**DATE**	**MADE BY**
4	**UNIT**										
5	**SUPPLIER**			**JOB NO.**							
6	**ITEM NO.**			**REQ. NO.**							
7	**SERVICE**										
8	**NO.REQ'D**	**Working**	1 Unit	**Stand-By**	0 Unit	**Total**	1 Unit				

9			
10	3.9 Plate heat exchanger		
11	Quantity per unit	31	
12	Model	RX-50	
13	Manufacturer	HISAKA	
14	Country of origin	Japan	
15	Capacity	500- 911	m^3/h
16	Maximum Temperature	250	°C
17	Operating Temperature	30-225	°C
18	Design pressure	25	kg/cm^2G
19	Operating pressure	25	kg/cm^2G
20	Heat transfer area	100-400	m^2
21	Material	Stainless Steel 304/316	
22			
23	3.10 Air Blower		
24	Quantity per unit	5	
25	Manufacturer	SIMO	
26	Country of origin	China	
27	Capacity	100,000	m^3/h
28	Design Temperature	150	°C
29	Operating Temperature	120	°C
30	Design pressure	32	kg/cm^2G
31	Operating pressure	1	kg/cm^2G
32			
33	3.11 Fire tube hot water		
34	Quantity per unit	5	
35	Model	SZS100-2.5-Q.Y	
36	Manufacturer	Zozen	
37	Country of origin	China	
38	Capacity	650	ton/h
39	Design Temperature	194-540	°C
40	Operating Temperature	225	°C
41	Design pressure	25-98	kg/cm^2G
42	Operating pressure	25	kg/cm^2G
43			
44	3.12 Cooling tower		
45	Quantity per unit	5	
46	Model	SRT-1000L/MA	
47	Manufacturer	Serina	
48	Country of origin	China	
49	Cooling type	Counter flow	
50	Capacity	1,000	m^3/h
51	Design Temperature	68	°C
52	Operating Temperature	28-62	°C
53			
54			
55			

									XXXXX PACKAGE DATA SHEET		
1	**CUSTOMER**								**AUTHORIZED BY**		HR-6831
2	**PROJECT**								**CHECKED BY**		
3	**LOCATION**								**REV.**	**DATE**	**MADE BY**
4	**UNIT**										
5	**SUPPLIER**			**JOB NO.**							
6	**ITEM NO.**			**REQ. NO.**							
7	**SERVICE**										
8	**NO.REQ'D**	**Working**	1 Unit	**Stand-By**	0 Unit	**Total**	1 Unit				
9											
10	3.13 Crystallizer										
11		Quantity per unit					1				
12		Manufacturer					Jiesheng				
13		Country of origin					China				
14		Dimension per unit					1,320x770x2,340	mm(L) x mm(W) x mm(H)			
15		Material					Stainless Steel 304/316L				
16											
17	3.14 Decanter										
18		Quantity per unit					1				
19		Model					LW335*1600-N				
20		Manufacturer					Zonelink				
21		Country of origin					China				
22		Type					Centrifuge				
23		Capacity					15	m^3/h			
24		Dimension per unit					3,495x840x1,180	mm(L) x mm(W) x mm(H)			
25		Rotating speed					3,500	rpm			
26											
27	3.15 Diaphragm Pump										
28		Quantity per unit					1				
29		Model					S1FB1ANWABS000				
30		Manufacturer					Sandpiper				
31		Country of origin					America				
32		Capacity					10	m^3/min			
33		Design pressure					8.6	kg/cm^2G			
34		Operating pressure					1.0	kg/cm^2G			
35		Pump head					9.0	m			
36		Material (Casing/diaphragm)					Aluminum shell/Neoprene diaphragm				
37											
38	3.16 Silo										
39		Quantity per unit					1				
40		Manufacturer					SRON				
41		Country of origin					China				
42		Capacity					50	Ton			
43		Material					Double-Layer Hot Galvanized Corrugated Steel				
44											
45	3.17 Water tank										
46		Quantity per unit					4				
47		Manufacturer					BARUi-T				
48		Country of origin					China				
49		Shape					Cylindrical				
50		Capacity					5000	m3			
51		Dimension per unit					23,830 x 15,289	mm(D) x mm(H)			
52		Material					Cabon Steel, Stainless Steel				
53											
54											
55											

									XXXXX PACKAGE DATA SHEET		
1	**CUSTOMER**								**AUTHORIZED BY**		HR-6831
2	**PROJECT**								**CHECKED BY**		
3	**LOCATION**								**REV.**	**DATE**	**MADE BY**
4	**UNIT**										
5	**SUPPLIER**			**JOB NO.**							
6	**ITEM NO.**			**REQ. NO.**							
7	**SERVICE**										
8	**NO.REQ'D**	**Working**	1 Unit	**Stand-By**	0 Unit	**Total**	1 Unit				

9				
10	3.18 Seawater tank			
11	Quantity per unit	1		
12	Manufacturer	Shita		
13	Country of origin	China		
14	Shape	Square		
15	Capacity	300	m^3	
16	Dimension per unit	10,000 x 10,000 x 3,000	mm(L) x mm(W) x mm(H)	
17	Material	Fiberglass Reinforced Plastic		
18				
19	3.19 Stirred tank			
20	Quantity per unit	1		
21	Manufacturer	FHPEE		
22	Country of origin	China		
23	Capacity	10	m^3	
24	Agitator speed	0-600	rpm	
25	Material	Stainless Steel 304/316L		
26				
27	**4. General Requirement**			
28	4.1 Location	Maptaphut, Rayong		
29	4.2 Noise level	75	dB	
30				
	5. Control and Instrumentation			

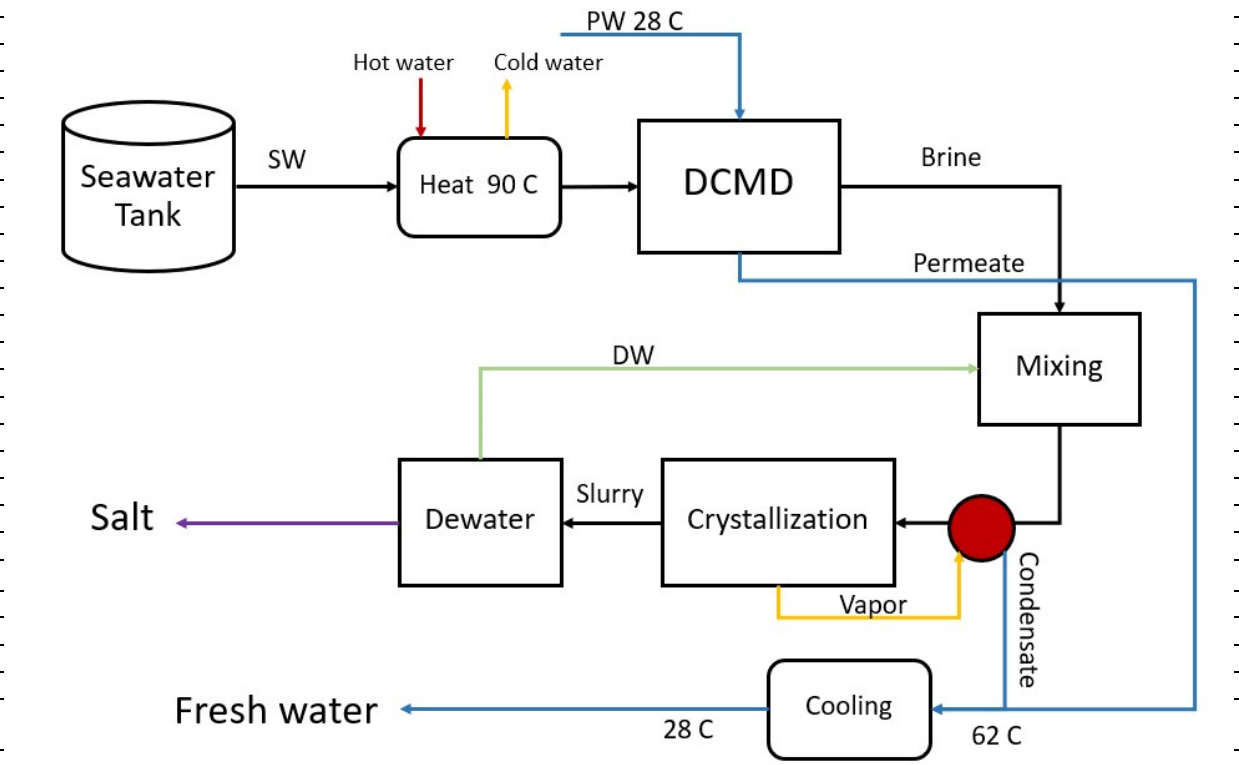


31			
32	5.1 Local Control Panel		
33	General		
34	- Manufacture	FLOWTECH, China	
35	- Type/Model	Pneumatic Regulator	
36	- Quantity	17	
37	- Dimension	-	
	Set point	Hot water flow rate at 217 m^3/h (15 units), Inlet sea water flow rate at 250 m^3/h Outlet sew water flow rate at 61 m^3/h	
38			
39			
40	5.2 TDS Meter		
41	Manufacturer	A&E Lab, China	
42	Type/Size	AE-CON411, 150x194x56mm	
43	Number of units	30 (Every permeate line of MD)	

								XXXXX PACKAGE DATA SHEET			
1	**CUSTOMER**							**AUTHORIZED BY**		HR-6831	
2	**PROJECT**							**CHECKED BY**			
3	**LOCATION**							**REV.**	**DATE**	**MADE BY**	
4	**UNIT**										
5	**SUPPLIER**			**JOB NO.**							
6	**ITEM NO.**			**REQ. NO.**							
7	**SERVICE**										
8	**NO.REQ'D**	**Working**	1 Unit	**Stand-By**	0 Unit	**Total**	1 Unit				

9				
10	5.3 Salinity meter			
11	Manufacturer	Hanna Instruments, Thailand		
12	Type/Size	HI 931100N, 185x72x36mm		
13	Number of units	2 (Feed SW to MD201, Outlet SW from MD-230)		
14				
15	5.4 Pressure gauge			
16	Manufacturer	OEM, China		
17	Type/Size	P100 series, 200mm		
18	Number of units	7 (NG Line (1), Hot water line (5),Vapor product from CRYS(1))		
19				
20	**6. Code and Standard**			
21	6.1 Motor	TEFC outdoor / CE		
22	6.2 Vessel	ISO9001-2000		
23	6.3 Material	Stainless Steel 304/316L		
24				
25	**7. Utility Consumption**			
26	7.1 Electrical consumption			
27	Power source	220/3/50	Volt/Phase/Hz	
28	Power supply	1020.6	kW	
29				
30	7.2 Water consumption			
31	Water supply	4,104	m^3/h	
32				
33	7.3 Natural gas consumption			
34	Natural gas supply	41.44	Ton/h	
35				
36	**8. Performance Guarantee**			
37	Vendor shall guarantee the following performance			
38	8.1 Product capacity	:	244.5	m^3/h per system
39				
40	8.2 Quality of water after treated			
41	Shall be 90% removed particle TSS at particle size is equal or more than the screen size 50-micron.			
42				
43	**9. Overall Process Diagram (TBC)**			
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				

									XXXXX PACKAGE DATA SHEET		
1	**CUSTOMER**								**AUTHORIZED BY**		HR-6831
2	**PROJECT**								**CHECKED BY**		
3	**LOCATION**								**REV.**	**DATE**	**MADE BY**
4	**UNIT**										
5	**SUPPLIER**			**JOB NO.**							
6	**ITEM NO.**			**REQ. NO.**							
7	**SERVICE**										
8	**NO.REQ'D**	**Working**	1 Unit	**Stand-By**	0 Unit	**Total**	1 Unit				



Equipment Cost Summary

No.	Item No.	Name	Amount	Price(USD) /Unit	Total
1	T-101	SEAWATER TANK	1.00	30,000.00	30,000.00
2	T-102	PROCESS WATER TANK	1.00	132,000.00	132,000.00
3	P-101	MAIN SEAWATER PUMP	1.00	3,000.00	3,000.00
4	FT-101/102/103/104/105	FIRE TUBE HOT WATER	5.00	60,000.00	300,000.00
5	B-101/102/103/104/105	AIR BLOWER	5.00	1,282.00	6,410.00
6	P-111/112/113/114/115	HOT WATER PUMP	5.00	5,311.00	26,555.00
7	HX-101	PREHEATER SEAWATER	1.00	1,110.00	1,110.00
8	HX-201	HEAT EXCHANGER FOR MD-201	1.00	463.70	463.70
9	HX-202	HEAT EXCHANGER FOR MD-202	1.00	463.70	463.70
10	HX-203	HEAT EXCHANGER FOR MD-203	1.00	502.38	502.38
11	HX-204	HEAT EXCHANGER FOR MD-204	1.00	502.38	502.38
12	HX-205	HEAT EXCHANGER FOR MD-205	1.00	574.35	574.35
13	HX-206	HEAT EXCHANGER FOR MD-206	1.00	574.35	574.35
14	HX-207	HEAT EXCHANGER FOR MD-207	1.00	574.35	574.35
15	HX-208	HEAT EXCHANGER FOR MD-208	1.00	574.35	574.35
16	HX-209	HEAT EXCHANGER FOR MD-209	1.00	574.35	574.35
17	HX-210	HEAT EXCHANGER FOR MD-210	1.00	574.35	574.35

No.	Item No.	Name	Amount	Price(USD) /Unit	Total
18	HX-211	HEAT EXCHANGER FOR MD-211	1.00	574.35	574.35
19	HX-212	HEAT EXCHANGER FOR MD-212	1.00	574.35	574.35
20	HX-213	HEAT EXCHANGER FOR MD-213	1.00	574.35	574.35
21	HX-214	HEAT EXCHANGER FOR MD-214	1.00	574.35	574.35
22	HX-215	HEAT EXCHANGER FOR MD-215	1.00	574.35	574.35
23	HX-216	HEAT EXCHANGER FOR MD-216	1.00	574.35	574.35
24	HX-217	HEAT EXCHANGER FOR MD-217	1.00	574.35	574.35
25	HX-218	HEAT EXCHANGER FOR MD-218	1.00	574.35	574.35
26	HX-219	HEAT EXCHANGER FOR MD-219	1.00	574.35	574.35
27	HX-220	HEAT EXCHANGER FOR MD-220	1.00	574.35	574.35
28	HX-221	HEAT EXCHANGER FOR MD-221	1.00	574.35	574.35
29	HX-222	HEAT EXCHANGER FOR MD-222	1.00	574.35	574.35
30	HX-223	HEAT EXCHANGER FOR MD-223	1.00	574.35	574.35
31	HX-224	HEAT EXCHANGER FOR MD-224	1.00	502.38	502.38
32	HX-225	HEAT EXCHANGER FOR MD-225	1.00	502.38	502.38

No.	Item No.	Name	Amount	Price(USD) /Unit	Total
33	HX-226	HEAT EXCHANGER FOR MD-226	1.00	502.38	502.38
34	HX-227	HEAT EXCHANGER FOR MD-227	1.00	502.38	502.38
35	HX-228	HEAT EXCHANGER FOR MD-228	1.00	463.70	463.70
36	HX-229	HEAT EXCHANGER FOR MD-229	1.00	463.70	463.70
37	HX-230	HEAT EXCHANGER FOR MD-230	1.00	463.70	463.70
38	P-201	1ST FEED SEAWATER PUMP	1.00	829.00	829.00
39	P-202	2ND FEED SEAWATER PUMP	1.00	829.00	829.00
40	P-203	3ND FEED SEAWATER PUMP	1.00	829.00	829.00
41	P-204	4TH FEED SEAWATER PUMP	1.00	829.00	829.00
42	P-205	5TH FEED SEAWATER PUMP	1.00	829.00	829.00
43	P-206	6Th FEED SEAWATER PUMP	1.00	829.00	829.00
44	P-207	7Th FEED SEAWATER PUMP	1.00	829.00	829.00
45	P-208	8TH FEED SEAWATER PUMP	1.00	829.00	829.00
46	P-209	9TH FEED SEAWATER PUMP	1.00	829.00	829.00
47	P-210	10TH FEED SEAWATER PUMP	1.00	450.00	450.00
48	P-211	11TH FEED SEAWATER PUMP	1.00	450.00	450.00
49	P-212	12TH FEED SEAWATER PUMP	1.00	450.00	450.00
50	P-213	13TH FEED SEAWATER PUMP	1.00	450.00	450.00
51	P-214	14TH FEED SEAWATER PUMP	1.00	450.00	450.00
52	P-215	15th FEED SEAWATER PUMP	1.00	450.00	450.00
53	MD-201	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 1	1.00	2,820.00	2,820.00
54	MD-202	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 2	1.00	2,820.00	2,820.00
55	MD-203	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 3	1.00	2,820.00	2,820.00

No.	Item No.	Name	Amount	Price(USD) /Unit	Total
56	MD-204	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 4	1.00	2,820.00	2,820.00
57	MD-205	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 5	1.00	2,820.00	2,820.00
58	MD-206	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 6	1.00	2,820.00	2,820.00
59	MD-207	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 7	1.00	2,820.00	2,820.00
60	MD-208	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 8	1.00	2,820.00	2,820.00
61	MD-209	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 9	1.00	2,820.00	2,820.00
62	MD-210	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 10	1.00	2,820.00	2,820.00
63	MD-211	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 11	1.00	2,820.00	2,820.00
64	MD-212	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 12	1.00	2,820.00	2,820.00
65	MD-213	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 13	1.00	2,820.00	2,820.00
66	MD-214	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 14	1.00	2,820.00	2,820.00
67	MD-215	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 15	1.00	2,820.00	2,820.00
68	MD-216	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 16	1.00	2,820.00	2,820.00
69	MD-217	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 17	1.00	2,820.00	2,820.00
70	MD-218	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 18	1.00	2,820.00	2,820.00
71	MD-219	MEMBRANE DISTILLATION	1.00	2,820.00	2,820.00

No.	Item No.	Name	Amount	Price(USD) /Unit	Total
		MODULE 19			
72	MD-220	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 20	1.00	2,820.00	2,820.00
73	MD-221	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 21	1.00	2,820.00	2,820.00
74	MD-222	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 22	1.00	2,820.00	2,820.00
75	MD-223	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 23	1.00	2,820.00	2,820.00
76	MD-224	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 24	1.00	2,820.00	2,820.00
77	MD-225	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 25	1.00	2,820.00	2,820.00
78	MD-226	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 26	1.00	2,820.00	2,820.00
79	MD-227	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 27	1.00	2,820.00	2,820.00
80	MD-228	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 28	1.00	2,820.00	2,820.00
81	MD-229	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 29	1.00	2,820.00	2,820.00
82	MD-230	MEMBRANE DISTILLATION MODULE 30	1.00	2,820.00	2,820.00
83	P-216	BRINE PUMP	1.00	450.00	450.00
84	MX-301	BRINE MIXING TANK	1.00	72,000.00	72,000.00
85	CZ-301	CRYSTALLIZER	1.00	15,000.00	15,000.00
86	DT-301	DECANTER	1.00	22,500.00	22,500.00
87	P-301	DISCHARGE CRYSTALIZER PUMP	1.00	450.00	450.00
88	P-302	CIRCULATION PUMP	1.00	450.00	450.00
89	P-303	SALT PUMP	1.00	430.00	430.00

No.	Item No.	Name	Amount	Price(USD) /Unit	Total
90	CT-401/402/403/404/405	COOLING TOWER	5.00	5,000.00	25,000.00
91	S-401	SALT SILO	1.00	1,000.00	1,000.00
92	T-401/402/403	PRODUCT WATER TANK	3.00	132,000.00	396,000.00
93	P-401	PRODUCT WATER PUMP	1.00	450.00	450.00
94	P-402	DISCHARGE PUMP	1.00	450.00	450.00
Total Equipment Cost ($)					$1,144,261.39
Total Equipment Cost (฿)					฿35,666,627.40

Fixed Capital Investment and Total Capital Investment Evaluation

TITLE	DCMD Desalination Process		
Solid-fluid processing plant			
Based on delivered-equipment cost			
	Percent of delivered-equipment cost	Cost in USD	Cost in THB
Direct Costs			
Purchased equipment delivered	100	1,144,261.39	35,666,627.40
Purchased-equipment installation	39	446,261.94	13,909,984.69
Instrumentation and controls	26	297,507.96	9,273,323.12
Piping	31	354,721.03	11,056,654.49
Electrical systems	10	114,426.14	3,566,662.74
Building	29	331,835.80	10,343,321.95
Yard improvement	12	137,311.37	4,279,995.29
Service facilities	55	629,343.76	19,616,645.07
Total direct plant cost	302	3,455,669.39	107,713,214.75
Indirect Costs			
Engineering and supervision	32	366,163.64	11,413,320.77
Construction expenses	34	389,048.87	12,126,653.32
Legal expenses	4	45,770.46	1,426,665.10
Contractor's fee	19	217,409.66	6,776,659.21
Contingency	37	423,376.71	13,196,652.14
Total indirect plant cost	126	1,441,769.35	44,939,950.53
Fixed-capital investment (FCI)	**428**	**4,897,438.73**	**152,653,165.28**
Working Capital (about 15% of TCI)	**75**	**858,196.04**	**26,749,970.55**
Total capital investment (TCI)	**503**	**5,755,634.77**	**179,403,135.83**

Spreadsheet for first-year, Annual Total Product Cost for 100 Percent Capacity

Title	DCMD seawater desalination				
Product	Fresh water				
By Product	Sea salt				
operating time	8000	hr/yr			
water production rate	1,956,126.11	m3/yr			
salt production rate	123,783,224.00	kg/yr			
FCI	152,653,165.28	฿			
		Suggested factor	Rate or quantity per year	Cost per rate or quantity unit	Calculated values ,฿
Raw material					
	Raw seawater		1,008,785.80	1,008,785.80	1,008,785.80
Operating labor				630,000.00	630,000.00
Operating supervision		0.15 of operating labor		94,500.00	94,500.00
Utility					
	Intake Seawater +Process water		2,709,546.18	2,709,546.18	2,709,546.18
	NG		79,564,800.00	79,564,800.00	79,564,800.00
	Electricity		30,209,760.00	30,209,760.00	30,209,760.00
Maintenance and repairs		0.07 of FCI	10,685,721.57	10,685,721.57	10,685,721.57
Operating supplies		0.15 of maintenance and repairs	1,602,858.24	1,602,858.24	1,602,858.24
Laboratory charges		0.15 of operating labor	94,500.00	94,500.00	94,500.00

				Total variable production costs	126,600,471.79
Depreciation			5,706,126.61	5,706,126.61	5,706,126.61
Taxes		0.02 of FCI	3,053,063.31	3,053,063.31	3,053,063.31
Financing (interest)		0.005 of FCI	763,265.83	763,265.83	763,265.83
Insurance		0.01 of FCI	1,526,531.65	1,526,531.65	1,526,531.65
Rent		5.5 Rai	2,750,000.00	2,750,000.00	2,750,000.00
				Fixed charged (without depreciation)	13,798,987.40
Plant overhead costs		50%		Plant overhead costs	6,162,253.69
Administrative costs		20% of operating labor, supervision and maintenance	2,282,044.31	2,282,044.31	2,282,044.31
Distribution marketing costs		2% of TPC	2,873,630.07	2,873,630.07	2,873,630.07
R&D			1,000,000.00	1,000,000.00	1,000,000.00
				General expenses	6,155,674.38
				Total product cost	152,717,387.25

หมายเหตุ 1. Salvage value (Vs) is 10,000,000 Baht

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Analysis)

จากข้อมูลแสดง Fixed Capital Investment (FCI) Total Capital Investment (TCI) และ Total Product Cost (TPC) สามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 1 : ตารางแสดง Total capital investment (TCI)

รายการ	**ราคา**	**หน่วย**
Fixed capital investment (FCI)	152,653,165.28	บาท
Working capital (WC)	26,749,970.55	บาท
Total capital investment (TCI)	**179,403,135.83**	**บาท**

ตารางที่ 2 : ตารางแสดง Total product cost (TPC)

รายการ	**ราคา**	**หน่วย**
Total variable production costs	126,600,471.79	บาท
Depreciation	5,706,126.61	บาท/ปี
Fixed charged (without depreciation)	8,092,860.79	บาท
Plant overhead costs	6,162,253.69	บาท
Manufacturing cost	**146,561,712.87**	**บาท**
General expenses	6,155,674.38	บาท
Total product cost (TPC)	**152,717,387.25**	**บาท**

ตารางที่ 3 : ตารางแสดงราคาต้นทุนน้ำจืด

ราคาน้ำจืด (จากส่วนDCMD และ Crystallization)	**ราคา**	**หน่วย**
ค่าใช้จ่ายส่วนการผลิต (Total cost from utility)	112,484,106.18	บาท/ปี
กำลังการผลิตน้ำจืด	1,956,126.11	ลบ.ม./ปี
ราคาต้นทุนน้ำจืด (คิดเทียบกับ Utility cost)	**57.50**	**บาท/ลบ.ม.**
ค่าใช้จ่ายการผลิตทั้งหมด (Total product capital:TPC)	152,717,387.25	บาท/ปี
ราคาต้นทุนน้ำจืด (คิดเทียบกับ TPC)	**78.07**	**บาท/ลบ.ม.**

ตารางที่ 4 : **ตารางแสดงราคาเกลือทะเล (คิดเทียบ** Utility cost)

ราคาเกลือทะเล	**ราคา**	**หน่วย**
ค่าใช้จ่ายส่วนการผลิตทั้งหมด (Total cost from utility)	112,484,106.18	บาท/ปี
กำลังการผลิตเกลือทะเล	123,783,224.00	กิโลกรัม/ปี
ราคาต้นทุนเกลือทะเล (คิดเทียบกับ Utility cost)	0.91	บาท/กิโลกรัม

ตารางที่ 5 : **ตารางแสดงกำไรสุทธิหลังจากหักภาษีและค่าเสื่อมราคา**

รายการ	**ราคา**	**หน่วย**	**หมายเหตุ**
รายได้จากการขายน้ำจืด	117,367,566.78	บาทปี/	ราคาขาย 60 บาทปี(ตามโจทย์)/
รายได้จากการขายเกลือ	123,783,224.00	บาทปี/	ราคาขาย 1 บาทกิโลกรัม/
รายได้รวมทั้งหมด	241,150,790.78	บาทปี/	
กำไรก่อนหักภาษี	82,727,276.91	บาทปี/	เสียภาษี 20 %
กำไรสุทธิหลังจากหักภาษีและค่าเสื่อมราคา	66,181,821.53	**บาทปี/**	**ค่าเสื่อมราคา =5,706,126.61 บาทปี/**

จากกำไรสุทธิหลังจากหักภาษีและค่าเสื่อมราคา สามารถวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return : IRR), มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

ตารางที่ 6 : **ตารางแสดงค่าวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์**

รายการ		**หน่วย**	**หมายเหตุ**
IRR	36.88	%	
NPV	3,273,153,568.46	บาท	WACC 10 %
Payback Period	2.71 หรือ 2 ปี 9 เดือน	ปี	

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าธุรกิจการผลิตน้ำจืดเพียงอย่างเดียว ไม่ทำให้ได้ผลกำไรและไม่น่าลงทุน แต่หากเป็นการผลิตน้ำจืดที่ประกอบกับผลิตเกลือทะเลไปด้วย จะเห็นได้ว่าทำให้ธุรกิจมีกำไรสุทธิถึงปีละ 66,181,821.53 บาท (หากสมมติให้ให้น้ำจืดและเกลือทะเลที่ผลิตได้ทั้งหมดนั้นขายได้หมด) โดยมีร้อยละอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 36.88 รวมถึงมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 3,273,153,568.46 บาท และระยะเวลาคืนทุนประมาณ 2 ปี 9 เดือน ซึ่งวิเคราะห์ได้ว่าธุรกิจนี้มีความน่าสนใจในการลงทุน ทั้งนี้ต้องอาศัยปัจจัยทั้ง 2 ด้านดังนี้ เพื่อประกอบการพิจารณาราคาน้ำจืดและราคาเกลือที่จะมีผลต่อกำไรสุทธิต่อไป

1. ปัจจัยอุปสงค์ และอุปทานของน้ำจืดในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด
2. ปัจจัยอุปสงค์ และอุปทานของเกลือทะเลในประเทศไทย

หากปัญหาการขาดแคลนน้ำจืดในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดยังคงเกิดขึ้น ราคาของน้ำจืดที่ผลิตได้อาจเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการที่สูงขึ้น ทั้งนี้อัตราการขึ้นราคาน้ำจืดไม่สามารถสูงมากได้ เนื่องจากน้ำจืดถือเป็นสินค้าอุปโภค บริโภค สำหรับทั้งภาคครัวเรือน และอุตสาหกรรม ซึ่งประชาชนหรือหน่วยงานต่างๆ ควรเข้าถึงสินค้านี้ได้ง่าย และมีราคาไม่แพง

ความผันผวนของราคาเกลือทะเลส่งผลให้ราคาเกลือทะเลในประเทศไทยมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการเข้ามาของเกลือทะเลจากต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศอินเดีย ส่วนทางกับแนวโน้มการเลิกทำธุรกิจเกลือทะเลของทายาทธุรกิจที่มีมากขึ้น ทำให้การผลิตเกลือที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลในที่นี้มีแนวโน้มที่ยังเติบโตได้ โดยเกลือทะเลที่ผลิตได้ในประเทศไทย จะได้รับการสนับสนุนราคาจากรัฐบาล

Safety, Health, and Environmental Consideration

Hazards and Operability Review

Project name: DCMD Desalination						Date : 20/2/2020
Process : DCMD						
Selection : DCMD						
Item	Study node	Process parameters	Deviation	Possible causes	Possible consequences	Action required
1A	Membrane Distillation	Flow	No	1.Control valve fails closed	1.Loss of seawater, possible run away	1.Select valve to fail to open
				2.Plugged inside	"	2.Maintenance procedure with membrane lifetime period
				3.Controller fails and close valve	"	3.Place controller on critical instrumentation list
				4.Air pressure fails, closing valve	"	4.See 1A.1
1B			High	1.Control valve fails open	1.Membrane wetting, poor heat and mass transfer between membrane	1.Instruct operators and update procedures
				2.Controller fails and opens valve	"	1.See1A.3
1C			Low	1.Partially plugged in membrane	1.Diminished seawater, possible runaway	1.See1A.2
				2.Partial seawater source failure	"	2.Maintenance procedure with source tank
				3.Controll valve fails to respond	"	3.See1A.3

1D			As well as	1.Contamination of source water	1.Off spec water product	1.Instruct operators and update procedures
1E			Part of	1.Cover under 1C		
1F			Reverse	1.System failure	1.Possible run away	1.See1C.2
				2.Backflow due to high back pressure	"	2.Install relieve valve
1G			Sooner than	1.Early transferring between membrane	None	None
1H			Later than	1.Operator error	1.No transferring between membrane, possible run away	1.Interlock between source tank to membrane distillation system
1I		Temperature	Low	1.Low specification steam	1.Poor heat and mass transfer between membrane, low flux	1.Controller checking steam temperature
				2.Temperature of steam lost along the path	"	2.Install insulation
1J			High	1.High specification steam	1.Membrane may degrade	1.See1I.1
1K		Concentration	Low	1.Seasonal change of seawater	None	None
1L			High	1.Seasonal change of seawater	1.Off spec water product	1.Increasing pre-treatment for seawater supply
				2.Contamination from pre-treatment process	2.Highly scaling and fouling inside membrane	"
1M		Pressure	No	1.Control valve fails closed	1.Loss of seawater, possible run away	1.Select valve to fail to open

1N			High	1.Control valve fails open	1.Membrane wetting, poor heat and mass transfer between membrane	1.Instruct operators and update procedures
					2. Membrane rupture	2.Changing DCMD system
				2.Controller fails and opens valve	"	2.Place controller on critical instrumentation list
1O			Low	1.Control valves failed	"	"
1P			Reverse	1.System failure	1.Possible run away	1.Instruct operators and update procedures
2A	Pre-Treatment	Flow	No	1.Control valve fails closed	1.Loss of seawater, possible run away	1.Select valve to fail to open
				2.Plugged inside	"	2.Maintenance procedure
				3.Controller fails and close valve	"	3.Place controller on critical instrumentation list
				4.Air pressure fails, closing valve	"	4.See 2A.1
2B			High	1.Control valve fails open	1.Excess too much in reaction	1.Instruct operators and update procedures
				2.Controller fails and opens valve	"	1.See2A.3
2C			Low	1.Partially plugged	1.Diminished seawater, possible runaway	1.See2A.2
				2.Partial seawater source failure	"	2.Maintenance procedure with source tank
				3.Controll valve fails to respond	"	3.See2A.3

2D			As well as	1.Contamination of seawater	1.Off spec water product	1.Instruct operators and update procedures
2E			Reverse	1.System failure	1.Possible run away reaction	1.See2C.2
				2.Backflow due to high back pressure	"	2.Install relieve valve
2F			Sooner than	1.Early reaction occurring	1.Off spec water product	1.Specify accurate time for reaction
2G			Later than	1.Operator error	1.No reaction, run away	1.Interlock between source to reactor or tank
2H		Temperature	Low	1.Property changing of raw seawater	1.Low yield due to not follow reaction conditions	1.Controller checking steam temperature
2I			High	1.High specification steam		
2J		Concentration	Low	1.Seasonal changing of seawater		
2K			High	1.Seasonal changing of seawater	1.Off spec seawater	1.Increasing pre-treatment for seawater supply
				2.Contamination from pre-treatment process	2.Highly scaling and fouling inside membrane	"
		Pressure	No	1.Control valve fails closed	1.Loss of seawater, possible run away	1.Select valve to fail to open
			High	1.Control valve fails open	2.pre treatment rupture	1.Maintenance procedure
			Low	1.Partially plugged	1.Diminished seawater, possible runaway	"

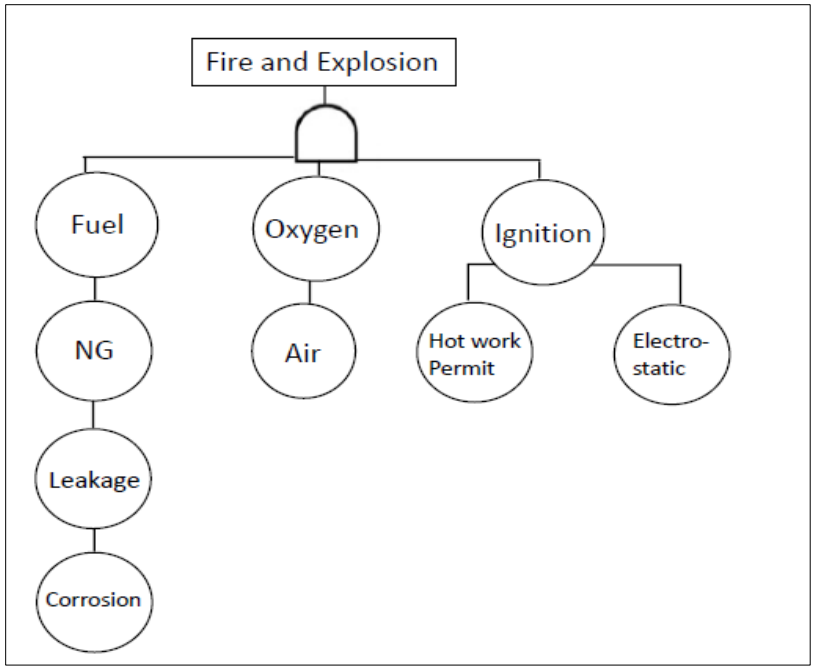
ผลกระทบต่อสุขภาพที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยกำหนดสุขภาพ และข้อเสนอแนะมาตรการป้องกันลดผลกระทบ

การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยกำหนดสุขภาพ	**ผลกระทบต่อสุขภาพที่คาดว่าจะเกิดขึ้น**		**ข้อเสนอแนะมาตรการ/แนวทางการป้องกัน/ลดผลกระทบต่อสุขภาพ**	**ข้อเสนอแนะมาตรการ/แนวทางการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพ**
	ทางบวก	**ทางลบ**		
1.มีการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ นิคมอุตสาหกรรมมาบตพุด	1.มีการทำงานมากขึ้น การว่างงานน้อยลง	1.โรงงานอุตสาหกรรมอาจก่อเกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมต่อชุมชน	1.องค์การส่วนจังหวัดร่วมกับโรงงานมีการรณรงค์ร่วมกันเกี่ยวกับการขับขี่อย่างปลอดภัยสำหรับประชาชนและชุมชน	1.องค์การส่วนจังหวัดร่วมกับโรงงานมีการรวบรวมสถิติการเกิดอุบัติเหตุทั้งด้านของความผิดพลาดจากโรงงาน และ อุบัติเหตุการจราจรของพนักงานและชุมชนโดยใกล้เคียง
2.ราคาที่ดินสูงขึ้น มีรายได้เพิ่มขึ้น การเป็นอยู่ดีขึ้น	1.เศรษฐกิจดีขึ้น	1.การปนเปื้อนของแหล่งน้ำสำหรับอุปโภคบริโภค	2.อบรมให้ความรู้แก่คนในชุมชนเกี่ยวกับการรับมืออันตรายหากเกิดเหตุฉุกเฉิน เช่น การรั่วไหลของน้ำทะเล หรือ การเตรียมตัวหากเกิดเพลิงไหม้	
	2.มีความเป็นอยู่ดีขึ้น	2.การจราจรภายในชุมชนที่หนาแน่นขึ้น เสี่ยงต่ออุบัติเหตุมากขึ้น		
	3.ลดความเครียดและปัญหาสุขภาพจิต			

3. ปัญหาการร้องเรียนเหตุรำคาญจากมลพิษสิ่งแวดล้อมจากโรงงาน		1.ประชาชนได้รับสารพิษจากการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม	1.โรงงานควรจัดให้มีการเปิดให้ประชาชนในทุกหมู่บ้านเยี่ยมชมโรงงานเพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการจัดการมลพิษในโรงงาน	1. โรงงานมีการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมส่งตรวจวิเคราะห์ทั้งภายในโรงงานและภายในชุมชนโดยรอบ เพื่อเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยให้ผู้แทนชุมชนร่วมในการดำเนินการ
- น้ำเสีย		2.น้ำเค็มจากระบบ membrane distillation ปนเปื้อนในแหล่งน้ำผิวดิน	2.หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรติดตามควบคุมกำกับการจัดการสิ่งแวดล้อมของชุมชนโดยให้มีผู้แทนชุมชนร่วมในการตรวจสอบติดตามนี้ด้วย	
- กลิ่นเหม็น		3. ผลต่อเนื่องทำให้ประชาชนเกิดความเสี่ยงในการเป็นโรคระบบทางเดินอาหารและระบบขับถ่าย		
4. ปัญหาขยะมูลฝอยในชุมชนที่ไม่ถูกสุขลักษณะ		1.การจัดเก็บขยะมูลฝอยตกค้างและไม่ครอบคลุมเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงพาหะนำโรคที่จะนำความเสี่ยงด้านสุขภาพสู่ประชาชน	1. ชุมชนควรมีการเฝ้าระวังมิให้ขยะมูลฝอยเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงพาหะนำโรคและปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำในชุมชน	1. แยกขยะตามหลักสุขลักษณะ เพื่อทำให้สามารถนำไปกำจัดได้อย่างมีระบบและถูกต้อง

5. การเกิดอบายมุขต่างๆ ระหว่างการจัดการเทศกาลต่างๆในชุนชน เช่น การพนัน การดื่มสุรา	1.การจัดงานเทศกาลก่อเกิดความสามัคคีและอนุรักษ์วัฒนธรรมและประเพณีท้องถิ่น	1. ในระหว่างการทำงานมีการเล่นการพนันก่อเกิดปัญหาหนี้สิน	1. รณรงค์ลดละเลิก อบายมุข ในการจัดการเทศกาล	1.เจ้าหน้าที่โรงงานที่การตรวจสอบที่เข้มงวดในการดูแลการก่ออบายมุข
		2. การดื่มสุราทำให้เกิดการทะเลาะวิวาทและอุบัติเหตุตามมา		

การชี้บ่งอันตรายแบบการวิเคราะห์ความผิดพลาดของระบบด้วยวิธีต้นไม้ (Fault Tree Analysis; FTA)



แผนภาพที่ 1 : แผนภาพการชี้บ่งอันตรายจากการติดไฟและการระเบิด โดยใช้การวิเคราะห์ความผิดพลาดของระบบด้วยวิธีต้นไม้

จากแผนภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่ามีโอกาสเกิดการติดไฟจาก 3 ปัจจัยประกอบกัน โดยสาเหตุของปัจจัยต่างๆมีได้ดังนี้

1. สาเหตุจากปัจจัยเชื้อเพลิง (แก๊สธรรมชาติ)

   1.1 การกัดกร่อนของอุปกรณ์ในระบบที่มีแก๊สธรรมชาติ เป็นผลทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวมีการรั่วของแก๊สธรรมชาติเกิดขึ้น

2. สาเหตุจากปัจจัยออกซิเจน

   2.1 ออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศ

3. สาเหตุจากปัจจัยประกายไฟ

   3.1 งานที่ก่อให้เกิดประกายไฟ เช่น การเชื่อม ตัด เจียรและรังสี

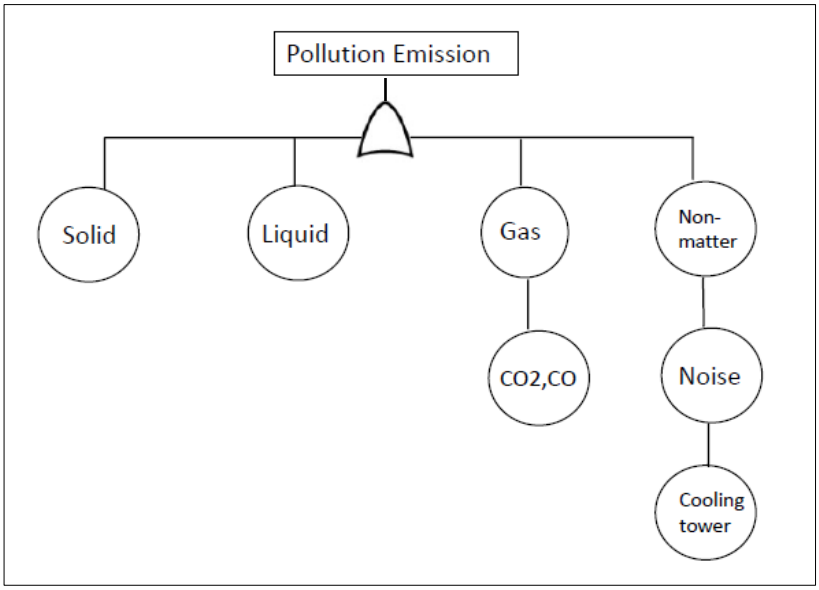
   3.2 กิจกรรมที่ทำให้เกิดประกายไฟ เช่น การสูบบุหรี่ การใช้โทรศัพท์หรือเครื่องมือสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์

   3.3 การเกิดไฟฟ้าสถิต ในระบบที่มีการเคลื่อนตัวของของแข็งภายใต้สภาวะที่มีความชื้นต่ำในที่นี้คือผลึกเกลือ ทำให้มีการสะสมของประจุไฟฟ้า

จากสาเหตุปัจจัยข้างต้นการติดไฟและระเบิดอาจเกิดขึ้นได้ ในกรณีที่มีการรั่วไหลของแก๊สธรรมชาติประกอบกับมีออกซิเจน (อากาศ) ในบริเวณนั้น และต้องมีประกายไฟจากงานหรือกิจกรรม Hot Work ซึ่ง

วิธีการป้องกัน คือ ห้ามไม่ให้มีการเชื่อม ตัด เจียรและรังสีบริเวณโดยรอบระบบที่มีแก๊สธรรมชาติ รวมถึงห้ามไม่ให้พกไฟแชค บุหรี่ และเครื่องมือสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์เข้าไปภายในบริเวณ Battery Limit

นอกจากนี้สาเหตุปัจจัยประกายไฟ จากไฟฟ้าสถิตไม่อาจเกิดขึ้นได้ เนื่องจากบริเวณที่ของแข็งเคลื่อนตัวในสภาวะความชื้นต่ำจะเป็นบริเวณ Packing ซึ่งข้อมูลการวาง Plant Layout ห่างไกลจากบริเวณ Utility ที่ระบบมีแก๊สธรรมชาติบรรจุอยู่



แผนภาพที่ 2 : แผนภาพการชี้บ่งอันตรายจากการปล่อยมลพิษโดยใช้การวิเคราะห์ความผิดพลาดของระบบด้วยวิธีต้นไม้

ตารางที่ 1 : การจำแนกมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลโดยใช้วิธีกลั่นผ่านเมมเบรนสัมผัสโดยตรง

ประเภทของมลพิษ	**การปล่อยมลพิษจากกระบวนการ**	**สาเหตุการปล่อยมลพิษดังกล่าว**	**ผลที่อาจจะเกิดขึ้นจากมลพิษ**	**วิธีแก้ปัญหามลพิษ**
น้ำ	×			
เสียง	/	ในส่วนของการทำงานของ cooling tower ในระดับความดังที่ 75 เดซิเบล	ทำให้เกิดความรำคาญ รู้สึกหงุดหงิดไม่สบายใจ เกิดความเครียดทางประสาท, รบกวนการสื่อสารระหว่างบุคคล, ทำให้ขาดสมาธิและ	สามารถควบคุมการรับเสียงที่ผู้ฟัง โดยสวมปลั๊กอุดหูที่ทำด้วยยางหรือพลาสติก ที่สามารถลดความดังเสียงได้

			ประสิทธิภาพการทำงานลดลง	ประมาณ 10-20 เดซิเบล
อากาศ	×			
ขยะมูลฝอย	×			

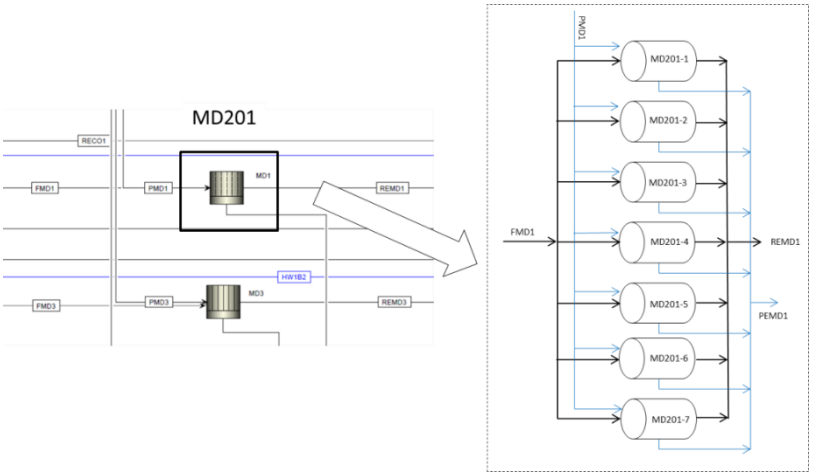
จากแผนภาพที่ 2 และตารางที่ 1 แสดงการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ โดยจะเห็นได้ว่ากระบวนการผลิต ถือเป็นระบบแบบ Zero Liquid Discharge (ZLD) กล่าวคือไม่มีการปล่อยของเสียในรูปของเหลวจากกระบวนการผลิต เนื่องจากนำน้ำเกลือเข้มข้นที่ออกจากระบบเข้ากระบวนการ Crystallization ได้ผลิตภัณฑ์ในรูปผลึกเกลือแทนการปล่อยน้ำเกลือเข้มข้นสู่สิ่งแวดล้อม แต่ระบบมีการสร้างมลพิษทางเสียงในระดับความดัง 75 เดซิเบล เนื่องจากการทำงานของ Cooling Tower จึงทำให้เมื่อพนักงานปฏิบัติงานใน Battery Limit ณ บริเวณ Cooling Tower ต้องใส่ปลั๊กอุดหู เพื่อลดมลพิษทางเสียงดังกล่าว นอกจากนี้เกิดมลพิษในรูปของแก๊ส CO_2 และ CO จากกระบวนการเผาไหม้ของแก๊สธรรมชาติ ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องอาศัยการจัดการความปลอดภัยกระบวนการผลิต (Process Safety Management : PSM) ในการทำการจัดการการเปลี่ยนแปลง (Management of Change : MOC) และ การตรวจสอบจากหน่วยงานภายนอก (Audits) ต่อไป นอกจากนี้ไม่มีการปล่อยมลพิษจากของแข็ง เช่น ขยะ เป็นต้น

บทสรุป

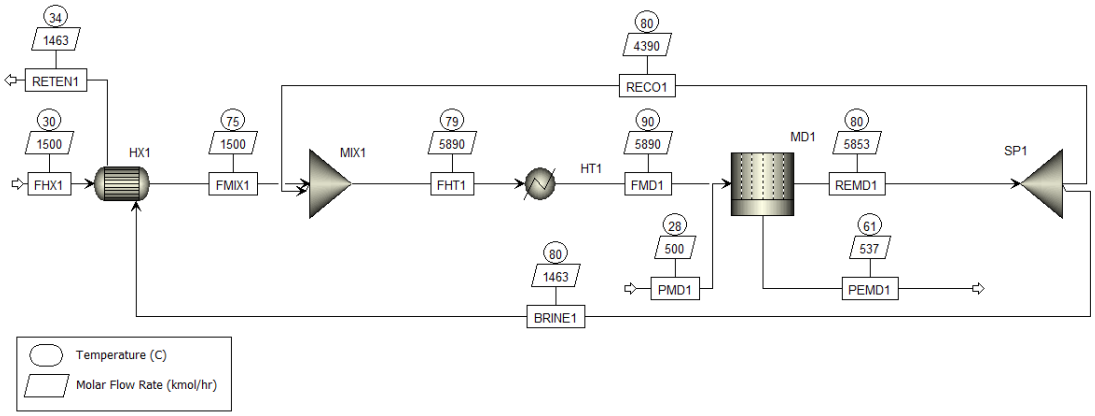
- **บทสรุปเชิงเทคนิคในการออกแบบกระบวนการ**

จากเงื่อนไขในการดำเนินงานที่เหมาะสมที่สุด คือ การดำเนินงานที่อุณหภูมิของสาย Feed เท่ากับ 90 °C เพราะทำให้ได้ปริมาณฟลักซ์เชิงมวลมากและประสิทธิภาพของการใช้พลังงานสูงกว่าที่อุณหภูมิอื่นๆ และการดำเนินงานที่อุณหภูมิของสาย Permeate เท่ากับ 28 °C หรือที่อุณหภูมิโดยรอบ (Ambient air temperature) เนื่องจากสามารถทำให้เกิดปริมาณฟลักซ์เชิงมวลที่น่าพึงพอใจ โดยไม่จำเป็นต้องให้พลังงานเพื่อทำให้อุณหภูมิของสาย Permeate ต่ำลง ที่ซึ่งทำให้ได้ปริมาณฟลักซ์เชิงมวลมากขึ้น และจากการเลือกใช้เมมเบรนที่มีอยู่ในท้องตลาด ทำให้ต้องกำหนดให้ค่าความหนาของเมมเบรนคงที่ตามคุณสมบัติของเมมเบรนที่ 150 ไมโครเมตร และผู้จัดทำได้ออกแบบให้ภายใน 1 โมดูล จะมีเมมเบรนชนิดเส้นใยกลวงอยู่ 20,000 เส้น ในส่วนของความเร็วของสาย Feed และสาย Permeate สามารถกำหนดได้ตามกำลังการผลิตที่ต้องการ ซึ่งจะเชื่อมโยงถึงค่าความเข้มข้นของเกลือในสาย Feed ที่จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ในการออกแบบกระบวนการผลิตมุ่งเน้นที่จะได้ปริมาณฟลักซ์เชิงมวลมากและต้องประหยัดพลังงานในการให้ความร้อนเช่นกัน ผู้จัดทำจึงได้ออกแบบให้เมมเบรนโมดูล มีความยาว 1 เมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.857 เซนติเมตร ซึ่งพบว่าทำให้เกิดฟลักซ์เชิงมวลมากและอุณหภูมิของสาย Feed ไม่ลดลงมากเกินไป เมื่อนำสาย Feed สายเดิมนี้กลับมาให้ความร้อนอีกครั้งเพื่อนำไปเข้าสู่โมดูลถัดไป จะใช้พลังงานไม่สูงมากนัก อีกทั้งยังกำหนดให้มีสาย Recycle เพิ่มขึ้นเพื่อช่วยเพิ่มกำลังการผลิตและช่วยลดพลังงานที่ใช้ให้ความร้อน เพราะจะนำสาย Recycle ซึ่งคือสายที่แยกออกมาจากสาย Retentate ที่มีอุณหภูมิสูง มาผสมกับสาย Feed ที่ป้อนเข้าโมดูลซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นผลให้อุณหภูมิผสมสูงขึ้น และช่วยให้ลดโหลดของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนได้ จากนั้นผู้จัดทำได้ออกแบบให้นำเมมเบรนโมดูล ที่มีสาย Recycle และมีความยาว 1 เมตรนี้ มาต่อเข้าด้วยกันแบบขนานอีก 7 Parallel เพื่อเป็นการเพิ่มกำลังการผลิต



รูปที่ 6 : รูปแบบการจัดวางของเมมเบรน



รูปที่ 7 ตัวอย่างกระบวนการ Membrane Distillation (MD-201)

ในการออกแบบกระบวนการผลิต ผู้จัดทำต้องการให้ผลิตน้ำจืดได้มากที่สุด โดยจะต้องใช้น้ำทะเลอย่างคุ้มค่าที่สุดและเกิดของเสียน้อยที่สุดด้วย ดังนั้น จึงออกแบบให้มีการใช้น้ำทะเลซ้ำ คือ น้ำทะเลที่เข้ามาบำบัดที่ MD-201 จะถูกส่งต่อไปบำบัดที่ MD-202, MD-203, …, MD-230 เพื่อเป็นการกลั่นเอาน้ำจืดออกจากน้ำทะเลให้ได้มากที่สุด ผลที่ได้ คือ ความเข้มข้นของเกลือเริ่มต้น คือ 3.2886 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และความเข้มข้นของเกลือสุดท้ายที่ MD-230 คือ 17.71 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และจะคำนวณ water recovery ได้เท่ากับ 80.56 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนี้น้ำเกลือเข้มข้นจะถูกส่งเข้าสู่เครื่องตกผลึก ซึ่งจะดำเนินการผลิตที่ 100 °C โดยไอน้ำที่ได้จากการระเหยในเครื่องจะถูกนำมาใช้ให้ความร้อนกับเครื่องตกผลึกอีกครั้ง และ Slurry จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกน้ำที่ยังเหลืออยู่ออกจากผลึกเกลือ โดยน้ำที่แยกออกมาจะถูกส่งกลับไปที่เครื่องตกผลึกผสมเข้ากับน้ำเกลือเข้มข้นที่เข้ามา และทำการตกผลึกอีกครั้ง ดังนั้นระบบนี้จึงไม่มีการปล่อยของเสียออกจากระบบ

- **บทสรุปเชิงเศรษฐศาสตร์ในกระเมินการลงทุน**

จากการผลการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ของกระบวนการผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลโดยอาศัยเทคนิคการกลั่นผ่านเมมเบรนสัมผัสโดยตรง พบว่ามีต้นทุนการผลิตน้ำจืดอยู่ที่ 78.07 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเกินกว่าราคาขายน้ำจืดที่โจทย์กำหนดมา คือ 60 บาทต่อลูกบาศก์เมตร แต่ในกระบวนการผลิตดังกล่าวสามารถผลิตเกลือทะเลเป็นผลผลิตพลอยได้ถึง 123,783,224.00 กิโลกรัม/ปี โดยมีราคาต้นทุนเกลืออยู่ที่ 0.91 บาท/กิโลกรัม ซึ่งในราคาขายเกลือทะเลมีความผันผวนตามกลไกตลาด โดยในการประเมินครั้งนี้ จึงใช้ราคาเกลือทะเลเท่ากับ 1 บาทต่อกิโลกรัม ตามที่รัฐบาลสนับสนุนราคาเกลือทะเลในประเทศไทย ณ เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ซึ่งเมื่อคิดกำไรสุทธิหลังหักภาษีและค่าเสื่อมราคาแล้วเท่ากับ 66,181,821.53 บาทต่อปี ทั้งนี้การประเมิน

ดังกล่าวแสดงค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return : IRR) เท่ากับ 36.88 เปอร์เซ็นต์, มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) เท่ากับ 3,273,153,568.46 บาท และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) คือ 2 ปี 9 เดือน

ดังนั้นผลจากการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ดังกล่าว โดยในทางทฤษฎีแล้วมีความเป็นไปได้ที่จะลงทุนแล้วได้ผลกำไรจากการสร้างโรงงานผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล ทั้งนี้การประเมินการออกแบบและการประเมินค่าใช้จ่ายนั้นเป็นเพียงการประเมินในระดับ Order-of-Magnitude ซึ่งมีระดับความแม่นยำไม่เกิน ± 30 เปอร์เซ็นต์ จึงอาจมีความคลาดเคลื่อนจากการประเมินได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย การสนับสนุนอย่างดียิ่งจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยของคณะผู้จัดทำ (ไม่สามารถบอกชื่อมหาวิทยาลัยได้ตามกฎของ TiChE) รวมไปถึงความกรุณาช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา แนะนำจากคณาอาจารย์ บุคคากร ศิษย์เก่า และนิสิตปริญญาโทของภาควิชาวิศวกรรมเคมี ทั้งหลาย คณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา เพื่อนของคณะผู้จัดทำที่คอยส่งเสริม สนับสนุน ให้กำลังใจในการทำโครงงานฉบับนี้ และขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ช่วยให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีเสมอมา

คณะผู้จัดทำ

เอกสารอ้างอิง

Dahiru U. Lawal and Atia E. Khalifa (2014) Flux Prediction in Direct Contact Membrane Distillation, 302-308. DOI: 10.7763/IJMMM.2014.V2.147

Enrico Drioli, Aamer Ali, Franscesca Macedonio (2017) Membrane Operations for Process Intensification in Desalination. Applied Sciences, 7, 100. DOI: 10 .3390/app7010100

Hsuan Chang, Jung-Shing Liau, Chii-Dong Ho, Wei-Hong Wang (2009) Simulation of membrane distillation modules for desalination by model on Aspen Plus platform. Desalination, 249, 380-387. DOI: 10.1016/J.desal.2008.11.026

Manish Thimmaraju, Divya Sreepada, Gummadi Sridhar Babu, Bharath Kumar Dasari, Sai Kiran Velpula, Nagaraju Vallepu (2018) Desalination of Water. Desalination and Water Treatment, 333-347. DOI: 10.5772/intechopen.78659

Max S. Peters, Klaus D. Timmerhaus, Ronald E. West (2004) Plant Design and Economics for Chemical Engineering. 5th ed., MC Graw Hill Education, New York.

Mohammad Mahdi A. Shirazi, Ali Kargari (2014) Evaluation of commercial PTFE membranes in desalination by direct contact membrane distillation, 16-25. DOI: 10.1016/j.cep.2013.11.01

Mohammad Mahdi A. Shirazi, Ali Kargari (2015) A Review on Applications of Membrane Distillation (MD) Process for Wastewater Treatment, 101-112. DOI: DOI: 10.22079/JMSR.2015.14472

Salah S. Ibrahim, Qusay F. Alsalhy (2012) Modeling and Simulation for Direct Contact Membrane Distillation in Hollow Fiber Modules. American Institute of Chemical Engineering AIChe J, 59, 589-603. DOI: 10.1002/aic.13845

ภาคผนวก

การคำนวณด้วย Excel unit operation (USER2) ในโปรแกรม Aspen Plus

ตัวอย่างการคำนวณนี้เป็นของ MD-201 และในไฟล์ Excel จะประกอบด้วย 5 sheet ดังนี้

Sheet1: Aspen_IntParams

INTPARAMS	1	Defined as
1	20000	NTUBES

Sheet2: Aspen_RealParams

REALPARAMS	1	Defined as	units
1	150	Mem_Thick	um

Sheet3: Aspen_Input

INPUT	PMD1	FMD1	Defined as	Defined as	
WATER	2.10148225684447	13.2227037127263	Water_Feed	Water_Pure	kmol/s
NACL	0	0.268367272727273	Salt_Feed	Salt_Pure	kmol/s
CH4	0	0			
N2	0	0			
O2	0	0			
CO2	0	0			
CO	0	0			
TOTFLOW	2.10148225684447	13.4910709854536	Tot_Feed	Tot_Pure	kmol/s
TEMP	301.150000003029	363.15	Temp_Feed	Temp_Pure	K
PRES	100000	100000	Pres_Feed	Pres_Pure	N/m2
ENTHALPY	-15853275.9535813	-15000512.762212			
VAP FRAC	0	0			
LIQ FRAC	1	1			
ENTROPY	-9018.05353983026	-7656.84958982478			
DENSITY	996.350671735529	990.577474586149			
MOLE WT	18.01528	18.8194663196795			

Sheet4: Aspen_Output

OUTPUT	REMD1	PEMD1	units
WATER	13.11009984	2.214086131	kmol/s
NACL	0.268367273	0	kmol/s
CH4	0	0	kmol/s
N2	0	0	K
O2	0	0	N/m2
CO2	0	0	J/kg
CO	0	0	molar
TOTFLOW	13.37846711	2.214086131	molar
TEMP	351.0129705	344.2553174	J/kg-K
PRES	100000	100000	kg/m3
ENTHALPY	0	0	kg/kmol
VAP FRAC	0	0	
LIQ FRAC	0	0	
ENTROPY	0	0	
DENSITY	0	0	
MOLE WT	0	0	

Sheet5: Calculation sheet

Model Input		
Mem_ID	=0.0005	m
Mem_OD	=(Mem_Thick/10^6)*2+Mem_ID	m
PackingFactor	=0.22	
Mem_Len	=0.5	m
MW_Water	=18.015	kg/kmol
MW_salt	=30.86021	
Mem_Eff_1	=PI()*Mem_ID*Mem_Len	m2
Mem_Cross_1	=PI()*(Mem_OD^2)/4	m2
Mem_Cross_all	=NTUBES*Mem_Cross_1	m2
Mem_Cross_0.9	=Mem_Cross_all*0.9	
Shell_Area	=(1+PackingFactor)*Mem_Cross_all	m2
Shell_Cross	=Shell_Area+Mem_Cross_all	m2
Shell_Dia	=SQRT(Shell_Cross*4/PI())	
Water_Den	=996.25	kg/m3
Mem_Eff_all	=Mem_Eff_1*NTUBES	m2
MD modules	1	
SW_Den 1	= + 1012.09454 - 0.54059*H_temp + 7.4775*Conc_Salt	
MW SW1	=(1-(Salt_Feed/Tot_Feed))*MW_Water+(Salt_Feed/Tot_Feed)*MW_salt	
H_flow	=(Tot_Feed/7*MW_SW1/SW_Den_1/Shell_Area)	m/s
C_flow	=(Tot_Pure/7*MW_Water/Water_Den/Mem_Cross_0.9)	m/s
H_temp	=Temp_Feed-273.15	C
C_temp	=Temp_Pure-273.15	C
Conc_Salt	=(Salt_Feed)/(Tot_Feed)*MW_salt/MW_SW1*100	%
Flux1	=-10.35784-0.058995* H_temp +0.21862* C_temp +1.52252* H_flow-0.29858* C_flow +0.000000321049* NTUBES +0.92442* C	kg/m2.h
N_1	=Flux1*Mem_Eff_all/MW_Water/3600	kmol/s
Temp_Per1	=-9.45913-0.21763*H_temp +1.2556*C_temp +5.5328*H_flow-6.01237*C_flow+0.000000234796* NTUBES +0.79437*Conc_Salt	C
Temp_Ret1	= 2.08199 +0.73352* H_temp +0.15859* C_temp +2.22684* H_flow-1.92454* C_flow-0.000000200109* NTUBES-0.038053*Conc	C
MD modules	2	
SW_Den 2	= + 1012.09454 - 0.54059*H_temp2 + 7.4775*Conc_Salt2	
MW SW2	=(1-((Salt_Feed/7)/((Tot_Feed/7)-N_1)))*MW_Water+((Salt_Feed/7)/((Tot_Feed/7)-N_1))*MW_salt	
H_flow2	=((H_flow*Shell_Area*SW_Den_1/MW_SW1)-N_1)*MW_SW1/SW_Den_1/Shell_Area	m/s
C_flow2	=((C_flow*Mem_Cross_0.9*Water_Den/MW_Water)+N_1)*MW_Water/Water_Den/Mem_Cross_0.9	m/s
H_temp2	=Temp_Ret1	C
C_temp2	=Temp_Per1	C
Conc_Salt2	= ((Salt_Feed/7)/((Tot_Feed/7)-N_1))*MW_salt/MW_SW2*100	%
Flux2	=-10.35784-0.058995* H_temp2 +0.21862* C_temp2 +1.52252* H_flow2-0.29858* C_flow2 +0.000000321049* NTUBES +0.924	kg/m2.h
N_2	=Flux2*Mem_Eff_all/MW_Water/3600	kmol/s
Temp_Per2	=-9.45913-0.21763*H_temp2 +1.2556*C_temp2 +5.5328*H_flow2-6.01237*C_flow2+0.000000234796* NTUBES +0.79437*Conc	C
Temp_Ret2	=2.08199 +0.73352* H_temp2 +0.15859* C_temp2 +2.22684* H_flow2-1.92454* C_flow2-0.000000200109* NTUBES-0.038053*	C
Result		
Flux_total	=(Flux1+Flux2)*7	kg/m2.h
N_total	=(N_1+N_2)*7	kmol/s
Temp_Permeate	=Temp_Per2+273.15	K
Temp_Retentate	=Temp_Ret2+273.15	K
Conc_salt_end	= ((Salt_Feed/7)/((Tot_Feed/7)-N_1-N_2))*MW_salt/MW_SW2*100	
MW av	=(MW_SW1+MW_SW2)/2	
DEN av	=(SW_Den_1+SW_Den_2)/2	

สมการที่ใช้ในการคำนวณใน Excel unit operation

สมการฟลักซ์เชิงมวล อุณหภูมิสาย Permeate และสาย Retentate โดยมีตัวแปรต้นต่างๆ ที่ได้จากโปรแกรม Design Expert จากวิธีการคำนวณแบบ Central composite มีสมการ ดังนี้

สมการคำนวณฟลักซ์เชิงมวล

N = -10.35784 -0.058995* H_temp +0.21862* C_temp +1.52252* H_Flow -0.29858* C_Flow +3.21049E-007* NTUBES +0.92442* Conc_salt -1.09707E-003* H_temp * C_temp +0.079676* H_temp * H_Flow +0.098750* H_temp * C_Flow+0.000000* H_temp * NTUBES -0.014859* H_temp * Conc_salt-0.063122*C_temp*H_Flow - 0.050050*C_temp*C_Flow +0.000000* C_temp * NTUBES +3.61234E-003*C_temp*Conc_salt +0.25827*H_Flow*C_Flow +0.000000*H_Flow*NTUBES-0.070384*H_Flow*Conc_salt +0.000000*C_Flow*NTUBES -0.11069* C_Flow * Conc_salt+0.000000*NTUBES*Conc_salt+5.37623E-003*H_temp^2 -5.44766E-003*C_temp^2 -0.44925*H_Flow^2 -2.31613*C_Flow^2+0.000000*NTUBES^2 -0.010807*Conc_salt^2

สมการคำนวณอุณหภูมิขาออกของสาย Retentate

Th = +2.08199 +0.73352* H_temp +0.15859* C_temp +2.22684* H_Flow -1.92454* C_Flow -2.00109E-007* NTUBES -0.038053*Conc_salt+6.16110E-004*H_temp*C_temp +0.073185*H_temp*H_Flow -2.98924E-003*H_temp*C_Flow +0.000000*H_temp*NTUBES +5.58794E-003*H_temp*Conc_salt -0.067485*C_temp*H_Flow -7.53885E-003*C_temp*C_Flow +0.000000*C_temp*NTUBES -2.44542E-003*C_temp*Conc_salt +0.60082*H_Flow*C_Flow +0.000000*H_Flow*NTUBES -0.079419*H_Flow*Conc_salt+7.85355E-012*C_Flow*NTUBES +0.013426*C_Flow*Conc_salt+0.000000*NTUBES*Conc_salt-1.24620E-003*H_temp^2 +1.21152E-003* C_temp^2 -0.49205*H_Flow^2 +1.14198*C_Flow^2+0.000000*NTUBES^2 +2.18309E-003*Conc_salt^2

สมการคำนวณอุณหภูมิขาออกของสาย Permeate

Tc = -9.45913 -0.21763*H_temp +1.25560*C_temp +5.53280*H_Flow -6.01237*C_Flow

+2.34796E-007* NTUBES +0.79437*Conc_salt

+2.10095E-003*H_temp*C_temp +0.12012*H_temp*H_Flow -0.21817*H_temp*C_Flow

+0.000000*H_temp*NTUBES -8.82952E-003*H_temp*Conc_salt

-0.11567*C_temp*H_Flow +0.20825*C_temp*C_Flow +0.000000*C_temp*NTUBES

-1.10819E-003*C_temp*Conc_salt

+2.60986*H_Flow*C_Flow +0.000000 *H_Flow*NTUBES -0.13610*H_Flow*Conc_salt

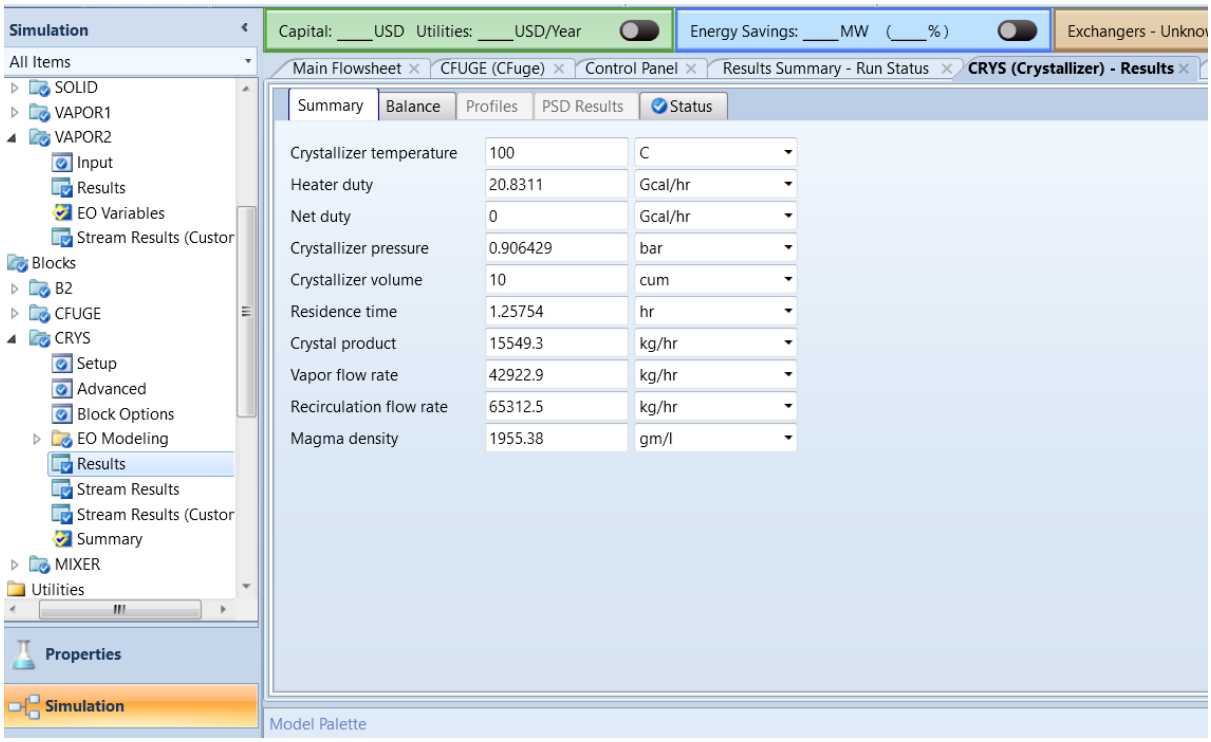
+0.000000*C_Flow*NTUBES +0.26229*C_Flow*Conc_salt

+0.000000*NTUBES*Conc_salt

+3.64937E-003*H_temp^2 - 5.53352E-003*C_temp^2 -1.14183*H_Flow^2 -2.10477*C_Flow^2

+0.000000*NTUBES^2 -8.76022E-003*Conc_salt^2

Crystallizer sizing



Online Simulator

HISAKA Web-Simulator (HWS)

This is the first plate heat exchanger design website opened on the Internet in the world.
Access the URL below and click on the Web-Simulator icon.
You can simulate the plate heat exchanger perfect for your needs, any time of the day, from anywhere.

http://www.hisaka.co.jp/simulator_english/

Quotation Request by FAX

Osaka - FAX: +81-6-6363-0161

If necessary to help for selection of Plate Heat Exchanger, please fax the form below to us.

1. Heat duty		kW
	Hot side	Cold side
2. Fluid name		
3. Inlet temperature	°C	°C
4. Outlet temperature	°C	°C
5. Flow rate	m³/h	m³/h
6. Pressure loss	MPa or less	MPa or less
7. Maximum working pressure	MPaG	MPaG
8. Special notes Plate materials, gasket materials, etc.		

HISAKA WORKS, LTD. Heat Exchanger Div.

Sales Department
Osaka Sales Section : 2-12-7 Sonezaki, Kita-ku, Osaka City,
Osaka 530-0057 Japan
TEL: +81-6-6363-0020 FAX: +81-6-6363-0161
Tokyo Sales Section : 1-19-8 Kyobashi, Chuo-ku,
Tokyo 104-0031 Japan
TEL: +81-3-5250-0760 FAX: +81-3-3562-2760
Nagoya Sales Section: 1-12-17 Sakae, Naka-ku, Nagoya City,
Aichi 460-0008 Japan
TEL: +81-52-217-2491 FAX: +81-52-217-2494
Customer Service : 2-1-48 Higashi-konoike-cho, Higashi-Osaka City,
Osaka 578-0973 Japan
TEL: +81-72-966-9601 FAX: +81-72-966-8923

URL: http://www.hisaka.co.jp/english/phe/

The Thermal Solution Company

Using plate type heat exchangers as our core technology, HISAKA WORKS provides thermal solutions to our customers all over the world.

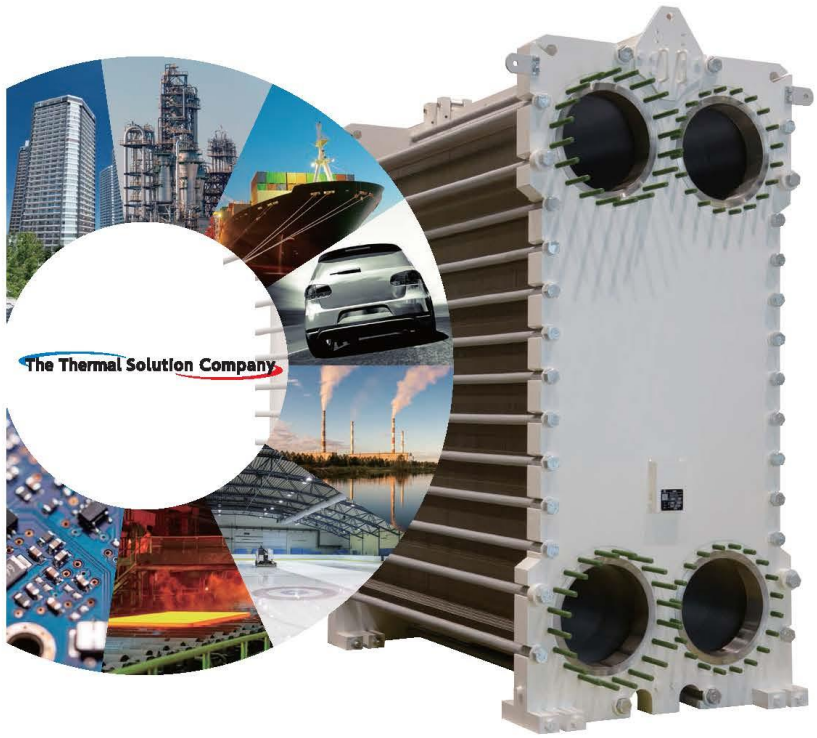
"HISAKA WORKS, LTD., Heat Exchanger Division" is ISO9001 and ISO14001 certified.

No part of this brochure may be used, cited, or altered for any purpose or reproduced in any form without the prior written permission of the copyright holder.
All product details, including appearance and specifications, presented in this brochure are subject to change for improvement without prior notice.

Agent

RE-CE000222
16.11.100 AIB

Plate Heat Exchanger



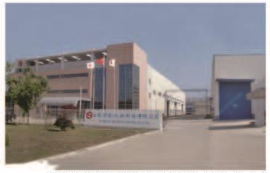
HISAKA

The Thermal Solution Company

**Using plate type heat exchangers as our core technology,
we provide thermal solutions to our customers all over the world.**

HISAKA WORKS / Konoike Plant

HISAKAWORKS S.E.A. (Malaysia)



HISAKA WORKS (CHINA) CO., LTD. (China)

UX-160, one of the largest plate heat exchangers in the world

**Use it "surely."
Use it "more."
Use it "longer" into the future.
HISAKA continues
to supply reliable
plate heat exchangers.**

HISAKA WORKS, LTD. is the largest plate heat exchanger manufacturer in Asia.
By manufacturing and selling plate heat exchangers used in applications such as heating, cooling, sterilization, pasteurization, heat recovery, and condensation in various industrial processes for chemicals, food, air conditioning, marine, pulp and paper, steel / metal and automobile and related. We contribute to the effective use of resources and the improved efficiency of production facilities. We are also actively engaged in overseas expansion. We have established network in Malaysia, Thailand, Singapore, China, South Korea, Indonesia, Vietnam, the Philippines, and Saudi Arabia, and also provide technology to ARSOPI THERMAL (Portugal).

40,000 ton press, one of the largest in the world

Fully-automated 20,000 ton press

High-speed, automated 4,000 ton press

Design Plate Heat Exchangers Online

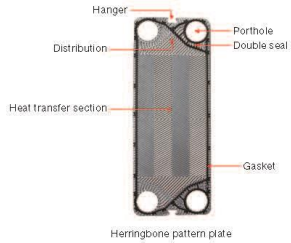
Since we delivered our first domestically-produced device in 1953, HISAKA plate heat exchangers have been used in all kinds of industries as compact heat exchangers with maximum efficiency. In order to meet more diverse and more sophisticated needs, we have arranged a rich variety of models, from small models of 0.18 m²/unit to large models up to 3,400 m²/unit.

Basic Structure

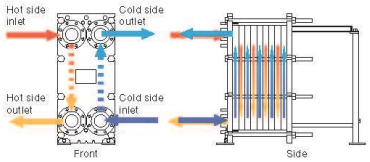
Heat transfer plates are made by pressing thin sheets of corrosion-resistant metal such as stainless steel or titanium, then set them with seal gaskets and hang and pile them on the guide bar. Then, plates are tightened with bolts between the fixed frame and the movable frame. Here, there is a certain gap between the heat transfer plates that allows liquid to flow. The liquid inlets and outlets are in the fixed frame or the movable frame.

Heat Transfer Plate

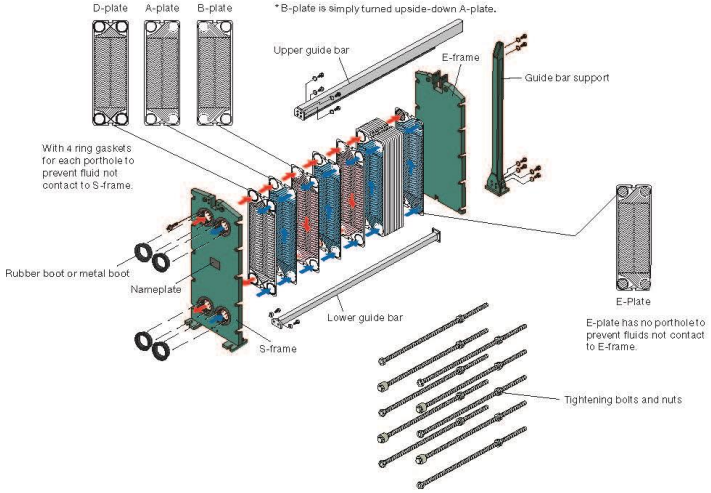
Each heat transfer plate is corrugated to various patterns to increase its strength and surface area. Furthermore, the corrugation makes high turbulence and thereby achieves high heat transfer coefficient. Portholes are formed in the plate's four corners. The gasket is set into the groove around the plate edge to seal in the fluid. (Refer to P7.)



Flow Channel of Fluid



Structure of a Plate Heat Exchanger (PHE)



Standard Operational Data

Processing capacity: 0.1 m³/h to 7,300 m³/h
Working pressure: max. 4.0 MPaG
Working temperature: max. 180°C
Heat transfer area: 0.18 m²/unit to 3,400 m²/unit
Plate material:
- Stainless steel: 304, 316, 315J1, 317, Etc.
- Titanium: TP270, TP270-Pd
- High nickel alloy: C-276, C-22, B, G
- Nickel: NNCP, NLCP
- Other: Domestic and international standard materials

Gasket materials:
- NBR, IIR, EPDM, FPM, Silicon,
- TCG (PTFE cushion gasket)

*** The above data varies depending on the model, material, plate thickness, and operating specifications.**

PHE Model Numbers

The plate type, thickness, and number, and the frame type for HISAKA PHEs are indicated as below.

Plate type
RX-146A-TNHJR-24

- **Series name**: LX·UX·RX·SX·FX·EX·GX·NX·YX·CX
- **Plate type**: 00 (small) to 169 (large)
- **Plate thickness**: 5 ··· 0.5 mm 6 ··· 0.6 mm 8 ··· 0.8 mm 0 ··· 1.0 mm
- **Gasket type**: A: Slit-in type (without glue) B: Slit-in type (with glue) Blank: Glue type
- **Frame type**
- **Number of plates**

Pressure Vessel Code and Standard

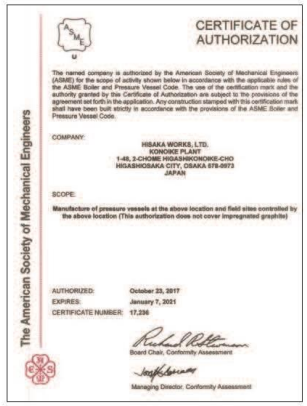
Our company can design and manufacture plate heat exchangers subject to the following regulations and applications. As certain applications may not be possible depending on the model, material, plate thickness, and other factors, please be sure to inquire with us if regulations may apply.

Overseas Standards

ASME U STAMP

We can design and manufacture plate heat exchangers in compliance with ASME (American Society of Mechanical Engineers standard).
ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section Ⅷ, Division 1.

Note: As the design temperature may be subject to restrictions depending on the aforementioned plate material, plate thickness, and gasket materials, please be sure to inquire with us.



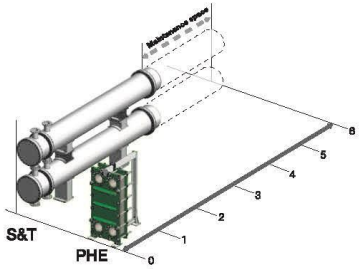
Features

High Performance

The overall heat transfer co-efficient (U-value) ranges from 4,000 to 9,000 W/m² • °C in water application, since the plate corrugation provides a highly turbulent flow. This is one of the reasons why plate heat exchangers have such a high heat transfer coefficient. In addition, this turbulent flow also acts to prevent scales on the plate surface.

Smaller Footprint

The lightweight and compact construction reduces the installation space to 1/3 and the weight to 1/10 of S&T (shell & tube heat exchangers), respectively. In addition, the lightweight and thin heating plates and less liquid hold facilitate the installation work. The Plate Heat Exchanger can be disassembled for clearing without piping work, while the S&T heat exchanger needs additional space for drawing out the tube bundle.



The terminal temperatures difference up to the limit.

The construction which permits heat exchanging in a perfect counter-current flow with very efficient heat transfer makes it possible to approach a temperature difference between the hot and cold fluids of 1°C or less.

Line up

We have a rich variety from small to large plate heat exchanger. You can select the most suitable type for your specification requirements.

Easy Maintenance

Loosening the tightening bolts allows for simple disassembly. The heat transfer plates can be easily inspected visually, and cleaning is easy.

Steam available as the heat source

The use of a synthetic rubber gasket with a special composition enables the use of steam as a heat source, that is, an operating temperature range up to 180°C.

Minimal heat radiation

Heat radiation from plate pack is blocked by the gasket, with only a minimal amount of heat radiation from the thin fin-shaped edge. Also, as the front and rear of plate pack is connected to the frame of each through an air layer, the heat radiation is minimal. Except in cases with an extremely small number of plates, it is less than 1% of the heat exchange amount.

Short delivery time

We have a stock of plates in standard materials (SUS304 / 316 and TP270) and have standardized the construction to achieve short delivery time. However, regarding special materials such as high nickel alloy, NNCP, TP270-Pd, and the like, please inquire.

Prevention of Liquid Inter-mixing

Special consideration is taken for the gasket so as to protect it from direct contact with the liquid. Furthermore, the gasket is a double-seal type so as to permit liquid draining outside the exchanger even in a case of a liquid leak caused by its deterioration.

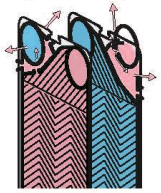


Plate Element Types

The plates are specially selected from various patterns so as to achieve optimum heat transfer area and cost effective heat exchanger type for each requirement. These plates include the corrugated pattern EX and FX series, the herringbone pattern RX, UX, LX, SX, and CX series, and the specific pattern GX and YX series.

Corrugated Pattern

The corrugated pattern is also called the wash board pattern. It has less metal contact points between plates and allows for even liquids with fiber or sludge contents to flow easily without blockage. The FX series was developed exclusively for food application even beyond the conventional corrugated pattern. (Refer to P16)

Corrugated

Herringbone Pattern

The "herringbone" pattern was named as the V-shaped press grooves resemble the bones of a herring. There are numerous contact points by pilling the V-shaped pressed plates, turning them 180° in an alternating pattern. This ensures high pressure resistance, and also the complex flow channels formed by the V-shaped press grooves get high heat transfer performance. Furthermore, including the decreased heat transfer resistance due to the thinner plate results in heat transfer performance three to five times higher than that of S&T heat exchangers.
A herringbone pattern with a W-shaped press groove is called a "double herringbone" and is an improved version of the V-shaped herringbone.
The "lightning herringbone" is a herringbone for higher NTU duty.

Single herringbone

Double herringbone

Lightning herringbone

Specific Patterns

In addition to the above plates, we also develop high-functionality plate patterns, such as multi-gap, exclusive condensation use.

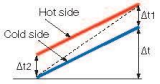
NTU (θ)

NTU = 3 is heat recovery performance of 75%

The heat transfer characteristic of each plate are expressed using NTU (Number of Transfer Unit, θ) and are defined as follows.

$$\theta = U \cdot A / G \cdot C_p = \Delta t / \Delta t_{lm}$$

U: Overall heat transfer coefficient
A: Heat transfer area
G: Flow rate of the fluid
Cp: Specific heat of the fluid
Δt: Temperature change of one fluid
Δtlm: Logarithmic mean temperature difference between Δt1 and Δt2



As heat recovery ratio η is expressed as $\eta = \frac{\Delta t}{\Delta t + \Delta t_{lm}}$

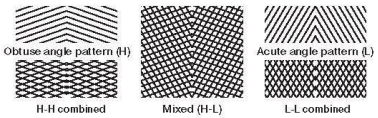
when $\Delta t1 = \Delta t2$ (= Δt_{lm}), θ is $\eta = \frac{\theta}{\theta + 1}$

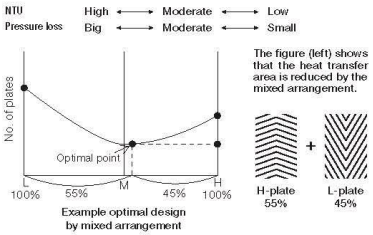
Therefore, for a plate where $\theta = 3$, $\eta = \frac{3}{3+1} = 0.75$,

which means it has a heat recovery performance of 75%.

Plate Patterns and NTU

There are two types of herringbone pattern plates; one where the V (W) angle is obtuse (H-plate), and one where it is acute (L-plate). Combining H-plates and L-plates can allow for three types of different flow channels; H-H, H-L, and L-L. Our optimal design method which combines plates, known as the "mixed arrangement," can decrease the heat transfer area by approx. 25% compared to designs with a single plate.





This case shows a mixed arrangement wherein there are 55 H-plates and 45 L-plates for a total of 100 plates.
Two plates form one channel, so there are 45 M channels (H-L) and 5 H channels (H-H). The number of plates is significantly reduced compared to a case with only H channels case.

Gaskets

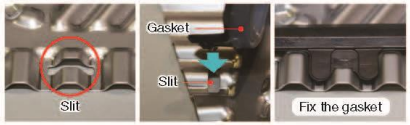
Gaskets used in plate heat exchangers must have durability in various liquid qualities and temperature / pressure conditions. Hisaka has prepared the following gasket materials in order to support a wide variety of applications.

Standard material: NBR, EPDM (ethylene propylene rubber), IIR (butyl rubber)
Special material: FPM (fluororubber), silicon, PTFE cushion gasket

1. Slit-in Gasket (Glue-free type)

These plate gaskets do not need glue. The slit-in gasket is especially recommended for those applications where frequent replacement of the gasket is required. Further, without the glue, glue odor is reduced. The slit-in type gasket is suitable for applications such as water treatment or food processing.
(D-plate gaskets and distance piece gaskets use glue. Also, some plates do not support slit-in gaskets.)

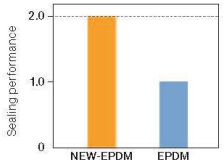
Installation of Slit-in Gaskets



2. NEW-EPDM (N-EPDM)

Usually, EPDM gasket is selected either for high temperature or aggressive fluid applications. Although EPDM gaskets are high quality, rubber gaskets lose elasticity as time passes. A cutting edge N-EPDM gasket, newly developed by Hisaka, was introduced. The N-EPDM gasket improves both the heat and chemical resistance. The life-time is two times higher than conventional EPDM. Originally invented specifically for the CO2 chemical recovery process, the N-EPDM is useful for other applications with many advantages.

Life time of NEW-EPDM and EPDM (180°C)

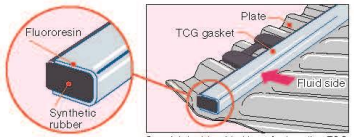


The above compares the sealing performance of the conventional EPDM and the NEW-EPDM. The NEW-EPDM can realize a better heat resistance compared to the conventional EPDM and achieves long time operation.

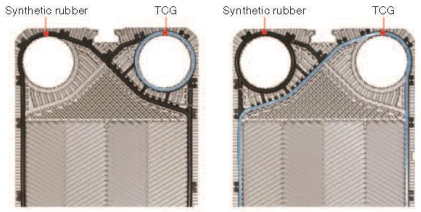
3. PTFE Cushion Gaskets (TCG)

Through our own development, HISAKA has pioneered PTFE Cushion Gaskets for the Plate Heat Exchanger. It is normally used in applications where conventional synthetic rubber would have limitations due to the corrosiveness of the fluid being handled. With this new development, the Plate Heat Exchangers can be applied in a wider variety of applications than before due to the chemical resistance and the durability of PTFE. Due to the elastic core of the TCG gasket, it does not require strong tightening torque during the assembly of the unit. Thus, it reduces the risks of plate deformation by over tightening. A TCG gasket can be used for one side only, if the noncorrosive fluid is running in the other side where a conventional gasket can be used.

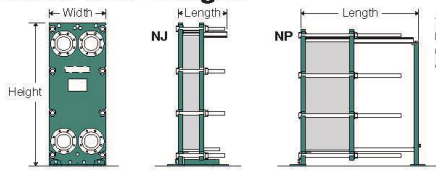
Structure of Fluororesin Cushion Gaskets



Special double-sided tape for bonding TCG.



Dimensions and Weight



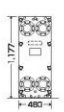
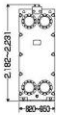
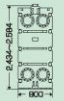
The standard frame is connection type. Piping is connected directly to the S-frame / E-frame using the stud bolts / nuts on the connection holes of the frame.

For the frame model number, refer to P5.

Model	Installation height (mm)	Installation width (mm)	Heat transfer area and installation length / weight (Top: Installation length (mm) / Bottom: Weight (kg))											
			1m²	5m²	10m²	15m²	30m²	60m²	100m²	200m²	500m²	800m²	1,200m²	1,600m²
RX-00	488	242	400											
			50											
RX-10	1,177	460	396	396	396	836	1,036							
			345	380	427	476	615							
RX-30	1,650	650				816	816	1,216	1,416	1,616				
						1,066	1,222	1,530	1,924	2,932				
RX-50	2,231	820					913	1,113	1,513	2,113	3,513			
							1,863	2,269	2,706	3,720	6,169			
RX-70	2,584	900						1,760	1,760	2,260	4,010			
								2,620	3,030	4,150	7,860			
RX-90	3,140	1,370							1,762	2,012	3,012	4,012	5,512	6,262
									5,890	6,950	10,280	14,290	19,000	22,350
LX-00	857	350	418	518										
			170	210										
LX-10	1,068	460	396	396	836	1,336								
			310	384	433	508								
LX-30	1,675	650			816	816	1,016	1,616	2,216					
					1,000	1,050	1,240	1,630	2,160					
LX-50	2,045	810					913	1,113	1,513	2,313				
							1,920	2,350	2,900	4,310				
LX-90	2,418	1,480						1,007	1,257	2,007	4,010	5,510		
								3,830	4,390	5,840	11,200	15,870		
SX-10	1,590	360	426	426	426	426	726	926	1,526					
			260	310	340	390	500	730	1,030					
SX-20	1,670	540				620	820	1,020	1,220	2,020				
						950	1,050	1,250	1,520	2,220				
SX-30	2,683	684					713	913	1,113	1,713	2,913	3,713		
							1,670	1,860	2,120	2,800	4,970	6,170		
SX-40	2,166	805						913	1,113	1,513	3,113			
								2,040	2,400	3,290	6,210			
SX-70	2,692	1,070								1,510	2,510	3,510		
										4,220	6,270	8,750		
SX-80	2,929	1,220							1,757	1,757	2,507	3,757	4,507	
									4,180	5,130	8,180	11,270	14,820	
SX-90	3,410	1,290									3,000	4,000	5,300	6,300
											8,800	11,200	15,300	18,700
UX-10	1,115	408	392	392	832	832	1,032							
			264	300	353	396	556							
UX-20	1,540	550	372	372	372	798	998	1,598						
			580	630	680	770	940	1,280						
UX-30	1,891	610				608	808	1,008	1,608	2,608				
						970	1,120	1,450	1,880	2,970				
UX-90	2,929	1,300									2,757	4,007		
											8,740	13,210		
UX-100	3,760	1,570									2,757	4,007	5,257	6,507
											12,370	15,990	21,880	26,880
UX-130	4,215	1,570									2,282	3,012	4,012	4,762
											13,110	16,520	21,830	26,520
UX-160	4,246	1,900									2,182	2,852	3,732	4,632
											23,000	28,140	30,360	34,640
WX-10	3,140	1,370		400	832	1,032	1,333							
				449	499	546	716							
WX-50	2,233	820							1,513	2,443				
									3,123	4,190				
WX-90	2,829	1,450									3,300	4,600		
											7,100	10,000		
GX-10	895	348	328	328	638	838								
			170	209	267	325								
GX-20	1,593	580	933	933	933	1,133	1,933							
			520	640	830	1,000	1,480							
EX-15	1,445	550	368	396	792	992	1,192	1,992						
			477	551	697	788	1,063	1,618						
EX-11	2,100	760					1,207	1,407	1,807					
							1,915	2,418	3,088					

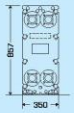
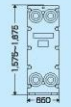
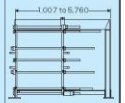
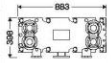
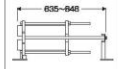
Note: The dimensions and weight are subject to change without notice.

Plate Types and Dimensions

Type	Main specifications		Frame standard type		
			Width and Height	NJ type	NP type
RX-00	Max. flow rate / unit	~20m³/h			
	Max. working pressure	2.0MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	1m²			
	Porthole Dia.	35mm			
	Connection Dia.	20A			
RX-10	Max. flow rate / unit	197m³/h			
	Max. working pressure	2.7MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	30m²			
	Porthole Dia.	100mm			
	Connection Dia.	100A			
RX-30	Max. flow rate / unit	445m³/h			
	Max. working pressure	1.8MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	200m²			
	Porthole Dia.	150mm			
	Connection Dia.	150A			
RX-50	Max. flow rate / unit	923m³/h			
	Max. working pressure	2.1MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	500m²			
	Porthole Dia.	216mm			
	Connection Dia.	200A			
RX-70	Max. flow rate / unit	1,286m³/h			
	Max. working pressure	1.3MPaG			
	Max. working temperature	150℃			
	Max. heat transfer area / unit	500m²			
	Porthole Dia.	255mm			
	Connection Dia.	250A			
RX-90	Max. flow rate / unit	3,167m³/h			
	Max. working pressure	1.6MPaG			
	Max. working temperature	130℃			
	Max. heat transfer area / unit	1,600m²			
	Porthole Dia.	400mm			
	Connection Dia.	400A			

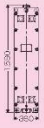
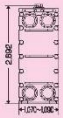
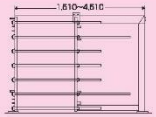
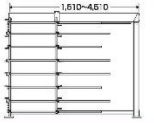
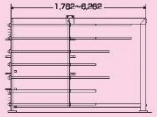
Note : The above data are subject to change without notice.

Plate Types and Dimensions

Type	Main specifications		Frame standard type		
			Width and Height	NJ type	NP type
LX-00	Max. flow rate / unit	69m³/h			
	Max. working pressure	1.8MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	5m²			
	Porthole Dia.	59mm			
	Connection Dia.	50A			
LX-10	Max. flow rate / unit	197m³/h			
	Max. working pressure	1.6MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	15m²			
	Porthole Dia.	100mm			
	Connection Dia.	100A			
LX-30	Max. flow rate / unit	481m³/h			
	Max. working pressure	1.25MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	100m²			
	Porthole Dia.	156mm			
	Connection Dia.	150A			
LX-50	Max. flow rate / unit	791m³/h			
	Max. working pressure	1.25MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	200m²			
	Porthole Dia.	200mm			
	Connection Dia.	200A			
LX-90	Max. flow rate / unit	3,230m³/h			
	Max. working pressure	1.6MPaG			
	Max. working temperature	130℃			
	Max. heat transfer area / unit	800m²			
	Porthole Dia.	404mm			
	Connection Dia.	400A			
CX-10 Vertical	Max. flow rate / unit	108m³/h			
	Max. working pressure	1.9MPaG			
	Max. working temperature	150℃			
	Max. heat transfer area / unit	15m²			
	Porthole Dia.	74mm			
	Connection Dia.	50A			
CX-10 Horizontal	Max. flow rate / unit	108m³/h			
	Max. working pressure	1.9MPaG			
	Max. working temperature	150℃			
	Max. heat transfer area / unit	15m²			
	Porthole Dia.	74mm			
	Connection Dia.	50A			

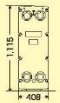
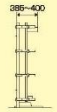
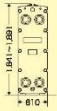
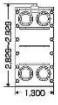
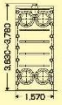
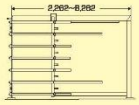
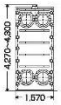
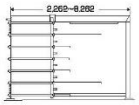
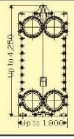
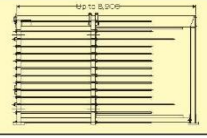
Note : The above data are subject to change without notice.

Plate Types and Dimensions

Type	Main specifications		Frame standard type		
			Width and Height	NJ type	NP type
SX-10	Max. flow rate / unit	80m³/h			
	Max. working pressure	2.0MPaG			
	Max. working temperature	100℃			
	Max. heat transfer area / unit	100m²			
	Porthole Dia.	65mm			
	Connection Dia.	50A			
SX-20	Max. flow rate / unit	220m³/h			
	Max. working pressure	3.0MPaG			
	Max. working temperature	100℃			
	Max. heat transfer area / unit	200m²			
	Porthole Dia.	105mm			
	Connection Dia.	100A			
SX-30	Max. flow rate / unit	445m³/h			
	Max. working pressure	3.0MPaG			
	Max. working temperature	100℃			
	Max. heat transfer area / unit	600m²			
	Porthole Dia.	150mm			
	Connection Dia.	150A			
SX-40	Max. flow rate / unit	940m³/h			
	Max. working pressure	2.4MPaG			
	Max. working temperature	110℃ (100℃ for some cases)			
	Max. heat transfer area / unit	500m²			
	Porthole Dia.	218mm			
	Connection Dia.	200A			
SX-70	Max. flow rate / unit	1,337m³/h			
	Max. working pressure	3.0MPaG			
	Max. working temperature	100℃			
	Max. heat transfer area / unit	800m²			
	Porthole Dia.	260mm			
	Connection Dia.	250A			
SX-80	Max. flow rate / unit	2,424m³/h			
	Max. working pressure	2.0MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	1,600m²			
	Porthole Dia.	350mm			
	Connection Dia.	350A			
SX-90	Max. flow rate / unit	2,565m³/h			
	Max. working pressure	2.0MPaG			
	Max. working temperature	130℃			
	Max. heat transfer area / unit	1,600m²			
	Porthole Dia.	360mm			
	Connection Dia.	350A			

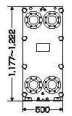
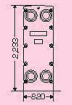
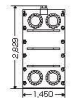
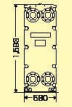
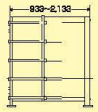
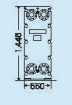
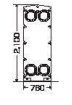
Note : The above data are subject to change without notice.

Plate Types and Dimensions

Type	Main specifications		Frame standard type		
			Width and Height	NJ type	NP type
UX-10	Max. flow rate / unit	97m³/h			
	Max. working pressure	2.5MPaG			
	Max. working temperature	150℃			
	Max. heat transfer area / unit	30m²			
	Porthole Dia.	70mm			
	Connection Dia.	50A			
UX-20	Max. flow rate / unit	187m³/h			
	Max. working pressure	2.0MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	60m²			
	Porthole Dia.	100mm			
	Connection Dia.	100A			
UX-30	Max. flow rate / unit	285m³/h			
	Max. working pressure	2.2MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	200m²			
	Porthole Dia.	120mm			
	Connection Dia.	100A			
UX-90	Max. flow rate / unit	2,314m³/h			
	Max. working pressure	1.7MPaG			
	Max. working temperature	150℃			
	Max. heat transfer area / unit	800m²			
	Porthole Dia.	342mm			
	Connection Dia.	350A			
UX-100	Max. flow rate / unit	4,948m³/h			
	Max. working pressure	1.3MPaG			
	Max. working temperature	100℃			
	Max. heat transfer area / unit	1,600m²			
	Porthole Dia.	500mm			
	Connection Dia.	500A			
UX-130	Max. flow rate / unit	4,948m³/h			
	Max. working pressure	1.3MPaG			
	Max. working temperature	100℃			
	Max. heat transfer area / unit	1,600m²			
	Porthole Dia.	500mm			
	Connection Dia.	500A			
UX-160	Max. flow rate / unit	7,300m³/h			
	Max. working pressure	2.3MPaG			
	Max. working temperature	100℃			
	Max. heat transfer area / unit	4,300m²			
	Porthole Dia.	600mm			
	Connection Dia.	600A			

Note : The above data are subject to change without notice.

Plate Types and Dimensions

Type	Main specifications		Frame standard type		
			Width and Height	NJ type	NP type
WX-10	Max. flow rate / unit	209m³/h			
	Max. working pressure	4.8MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	30m²			
	Porthole Dia.	103mm			
	Connection Dia.	100A			
WX-50	Max. flow rate / unit	791m³/h			
	Max. working pressure	4.1MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	200m²			
	Porthole Dia.	200mm			
	Connection Dia.	200A			
WX-90	Max. flow rate / unit	2,208m³/h			
	Max. working pressure	2.3MPaG			
	Max. working temperature	150℃			
	Max. heat transfer area / unit	800m²			
	Porthole Dia.	334mm			
	Connection Dia.	350A			
GX-20	Max. flow rate / unit	314m³/h			
	Max. working pressure	0.65MPaG			
	Max. working temperature	130℃			
	Max. heat transfer area / unit	30m²			
	Porthole Dia.	126mm			
	Connection Dia.	100A			
EX-15	Max. flow rate / unit	197m³/h			
	Max. working pressure	1.3MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	60m²			
	Porthole Dia.	100mm			
	Connection Dia.	100A			
EX-11	Max. flow rate / unit	641m³/h			
	Max. working pressure	1.2MPaG			
	Max. working temperature	180℃			
	Max. heat transfer area / unit	100m²			
	Porthole Dia.	180mm			
	Connection Dia.	200A			

Note : The above data are subject to change without notice.

Plate Heat Exchanger Lineup

Condenser / Gas Cooler (YX)

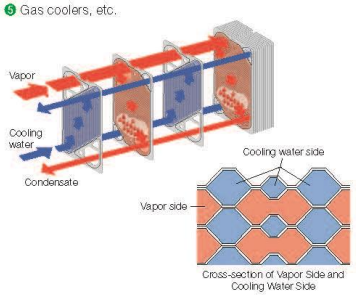
YX-83 plate

Characteristics

1. The heat transfer coefficient is about 2 times higher than that of shell & tube heat exchangers. The condensing surface is always secured and the heat transfer coefficient is improved because condensate is immediately drained out.
2. Special considerations are taken for the plate characteristics in order to achieve a much lower vapor pressure drop than conventional Plate Heat Exchangers.
3. The cooling water consumption is about half that of S&T heat exchangers.
4. TCG gaskets are selectively used to permit a wide range of applications.
5. Less maintenance work, as the plates can be easily cleaned and inspected.
6. The vapor connection sizes holes are the same for the inlets and outlets, allowing for use as a cooling condenser for vapor with inert gas.
7. Various international Pressure Vessel Code and Standard such as ASME, JIS, CE available.

Applications

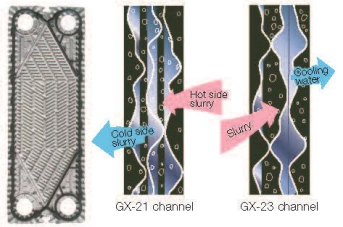
1. Overhead condensers for various distillation columns
2. Condensers / preheaters for evaporators
3. Condensers for gas drying / air conditioning
4. Heat recovery exchangers from exhaust steam
5. Gas coolers, etc.



Cross-section of Vapor Side and Cooling Water Side

Multi Gap Plate (GX)

By combination of one plate arrangement gives 3 multiple-channel configulation.



GX-20
(By reversing and upside-down GX-21 to GX-22.)

Characteristics

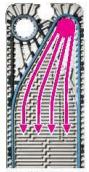
1. Easy for fluids containing solids to flow between wide gap channels (10 mm).
2. A combination of plates provides the widest channel spacing (20 mm).
3. It provides better performance for slurry, sludge and liquid containing crystals.
4. Electrolytic polishing selectively used for food applications.
5. Shorter maintenance time due to the slit-in gasket.

Applications

1. **Chemicals**
   - Fluids containing solids: Polyvinyl chloride (polymer), various slurry fluids
   - High viscosity fluids: Rubber latexes, resin latexes
2. **Dyeing**
   - Fluids containing fibers: Waste fluid from Dyeing machine
   - High viscosity fluids: Viscose
3. **Food**
   - Fluids containing solids: Sauce for grilled meat, juice with fiber, factory waste water
   - Fluids containing fibers: Amazake
   - High viscosity fluids: Mayonnaise, various sauces, starch saccharification liquid, syrup
4. **Sugar**
   - Fluids containing solids: Raw juice, sugar making process such as the Steffen process, processed fluids, factory waste water
5. **Pulp and paper**
   - Fluids containing fibers: Diluted black liquor, white liquor
6. **Other**
   - Plating fluid containing sludge, quenching oil
   - High concentration sodium hypochlorite, sodium aluminate
   - Heat transfer for significantly different flow rates on the hot / cold sides plant
   - Snow melting plant

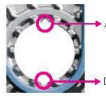
Plate Heat Exchanger Lineup

Exclusive Food Application Plate (FX)



Shoulder shape and uniform distribution pattern

Liner and few contact points



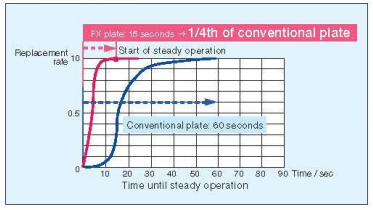
Porthole notch

Air blow notch removes the air in the unit and prevents contamination of bubbles, oxidation, and scorching. The drainage notch can completely drain out the fluid or the cleaning detergent in the unit.

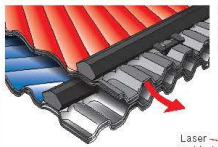
Characteristics

1. The uniform distribution pattern and the shape of the shoulder section are smoothened to create a uniformly smooth flow through the plate channels, enabling product-gently heat transfer with a uniform, and even temperature in the unit.
2. The plate contact points have been significantly reduced to 1/4th of the conventional pattern, and the liner and few contact points arrangement has a self-cleaning effect. For that reason, long-term operation is possible, as it is less to clogs, scales and partial scorching than conventional type.
3. The piston flow in the plate channels reduce the fluid replacement time to 1/4th of the conventional type, significantly reducing the product loss by 75%.
4. There is also little dead space within the channels and holding volume is small, achieving a high CIP effect.
5. The slit-in type TCG gasket also prevents rubber smells / glue smells in the product and remain scents when switching products to be produced.

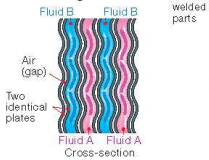
Less Product Loss



Dual Wall Plate



Dual Wall Plate
In case anyone of plates were to fail, the leak can be detected from outside.



Laser welded parts

Two identical plates are stacked and laser-welded around the portholes.

The dual wall plate heat exchangers use to achieve "relief and reliance" for preventing contamination of the two fluids.

Characteristics

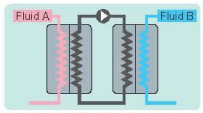
1. The dual wall design prevents any leaks from going farther due to the air gap and the second plate. In case any one of plates were to fail, the leak can be detected from outside because of leaking through the gap of the plates.
2. To prevent intermixing of the fluids, "Double seal gasket" (refer to P6) system is used. Any leakage of fluids across the gasket can be detected from the outside because the liquid escapes from the units.

Applications

1. Cooling of transformer oil, which might explode if mixed with the cooling water
2. Cooling of lubrication or hydraulic oil, which can damage the rotator or hydraulic equipment if mixed with the cooling water
3. Heating / cooling of food processing, where there must be no mixing of foreign materials in the product
4. Heating / cooling of fuel oil (marine gas oil: MGO) where fatigue breakdown due to highly frequent pulsation
5. Heating / cooling in bio-process where the process fluid may cause environmental pollution
6. Heating / cooling between fluids where mixing can cause a sudden chemical reaction or generate environmental pollutants

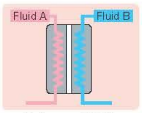
It is normally necessary to install two heat exchangers where it is dangerous if fluid A and fluid B are mixed. However, with the dual wall plate, this is possible with just one unit.

Conventional PHEs Installation



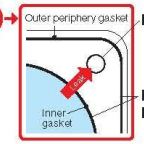
2 sets of heat exchangers in addition to extra pumps and piping.

Dual Wall Installation



Only one PHE is enough for the duty.

Double-lined Gasket Plate Hestia NX-50



Leak detection hole
Leak detection
Even if a leak from the inner gasket occurs, a leak can be detected promptly.

Double-gasketed line design
Prevention of oxidation degradation
This prevents oxidation degradation of the inner gasket due to outside air.
Prevention of dispersal
Dispersion of fluid to outside of the unit is prevented the fluid from reaching outside.

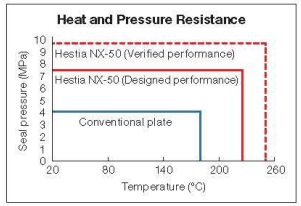
Characteristics

1. The double-gasketed line design provides a gasket line to the outermost periphery to inhibit oxidation degradation in the inner gasket (which serves as a seal) from outside air.
2. It prevents leakage dispersal. Should a leak occur in the inner gasket, this prevents the fluid from reaching outside.
3. To achieve high heat-resistance, the compounding ratio of the gasket has been improved.
4. The improved gasket groove and plate pattern increase seal pressure and ensure high pressure-resistance.
5. It achieves a life time 5 times longer than Hisaka's conventional Plate Heat Exchangers.
6. High heat-resistance and pressure-resistance allow for environments with high temperature of 250°C and seal pressure of 9.5Mpa or higher, which conventional PHE couldn't use.

Applications

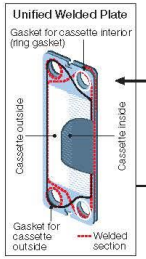
1. High temperature / High pressure fluids
   High temperature, high pressure heat exchangers around boilers or the like
   Heat exchangers in conventional / nuclear power applications
2. Dangerous fluids
   Heat exchangers for flammable and dangerous fluids in locations such as chemical plants

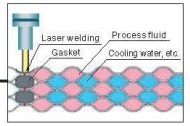
High-Heat / High-Pressure Resistance



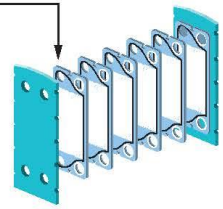
* The Hestia NX-50 was developed jointly with Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.
* Patent pending

Semi-welded Plate (WX)





Structure of a Welded Plate Heat Exchanger



Characteristics

1. A couple of plates are laser welded with o-ring at portholes between the plates. One fluid flowing through the inside of the cassettes and the other fluid flowing on the outside of the cassettes.
2. As disassembly is possible for each plate cassette, both sides of the plate cassette can be cleaned.
3. As plate cassettes is sealed by laser welding except the portholes, this product is fit for high pressure duty, Freon refrigerants or fluids that corrode synthetic rubber.
4. There are two types of ring gaskets; a synthetic rubber, and PTFE gasket (TCG) with outstanding chemical resistance.

Applications

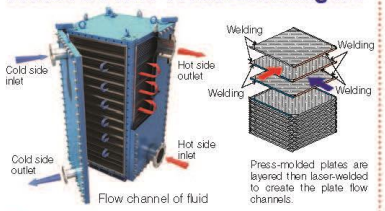
1. Heating / cooling of fluids that corrode synthetic rubber
2. Heating / cooling of dangerous fluids such as sulfuric acid
3. Heating / cooling for the duty exceeding the heat or pressure resistance of gasket-type plate heat exchangers
4. Heating / cooling in refrigeration cycles using refrigerant

Specification

	Conventional model	Welded model
Pressure resistance	Up to 3.0 MPaG	Up to 4.0 MPaG
Heat resistance	150°C	180°C

Plate Heat Exchanger Lineup

Welded Plate Heat Exchangers



Variety of plate gap

HXS
(1) Both sides dirty fluids
HXS: Both side rectangular free gap circuits equipped with studs.

HXE
(2) One side highly charged fluid
HXE: One side free gap circuit and the other side dimpled circuit.

HXC Free flow
(3) One charged fluid
HXC Freeflow: One side free gap corrugated circuit and the other side corrugated circuit.

HXC
(4) Both sides lightly charged fluid
HXC: Both sides corrugated circuits

*Free gap: Plate gap with no contact between the heat transfer plates

Characteristics

1. The press-molded plate is molded with a special corrugation pattern to ensure a high transfer coefficient.
2. It supports high temperatures and high pressures, showing its performance in a wide range of fields.
3. The seal gasket consists only of the side cover, so there are virtually no restrictions due to gasket materials.
4. As baffles can be installed to enable a multi-pass design, heat transfer performance is close to a counter-current flow, and has a flexible flow rate.
5. As the holding volume is small, the amount of fluid remaining in the unit is also small and only a small amount of CIP detergent can be used.
6. Easy mechanical cleaning by the cross flow channel structure.

Applications

1. Heat transfer process for higher efficiency than Shell & Tube heat exchangers
2. Heat recovery in high temperature / high pressure applications
3. Condensers
4. Vaporizers
5. Heat transfer process where a Gasketed PHE cannot be used

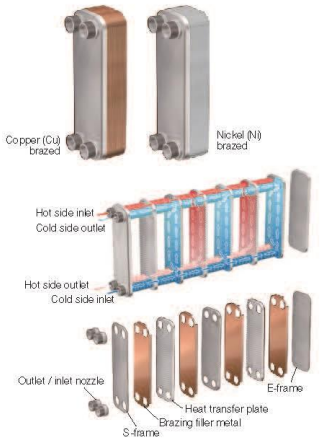
They are also able to replace Shell & Tube heat exchangers in other cases as well.

Specification

Max. working pressure	3.5 [MPaG]
Max. working temperature	Up to 350 [°C]
Connection size	50A to 600A
Max. heat transfer area	Up to 700 m²/unit
Plate material	Stainless steel, titanium, high nickel alloy

* The above mentioned varies depending on the operating conditions. Please inquire with our company when planning.

Brazed Plate Heat Exchangers



Characteristics

1. Brazed plate heat exchangers are brazed stainless steel plates by brazing filler metal such as copper or nickel.
2. It is high performance and allows for a small heat transfer area.
3. Due to the small heat transfer area and the thin material by sturdy brazed structure, light weight, and compact design are achieved.
4. With brazed structure, it provides a high level of sealing and outstanding heat and pressure resistance.
5. The brazed structure reduced material to minimum is fit for mass production and is economically outstanding.

Applications

1. Vaporizers / condensers of refrigerant in compression refrigeration cycles (refrigerators / heat pumps)
2. Solution heat exchangers for absorption refrigerators
3. Industrial and home water heaters
4. Heat recovery heat exchangers for cogeneration systems or gas heat pumps
5. Oil coolers for hydraulic equipment
6. Heat exchangers for temparature control of various industrial equipment and medical examinations

Specification

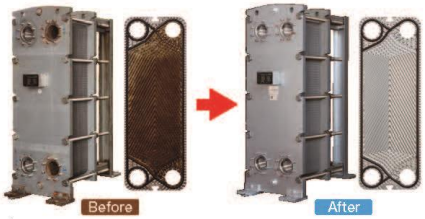
Design pressure: F.V. to 4.5 MPa
Design temperature: -100°C to 200°C

* The above mentioned varies by model. Please inquire with our company when planning.

Maintenance Menu

PHE Total Maintenance [Full Service Package]
from pickup to assembly

The Full Service Package is a total maintenance service in HISAKA. PHE disassembly, visual checks of plates, cleaning, regasketing, frame repairs, assembly, and final inspection are all performed by service centers, for the best possible performance and a long operating life time for PHEs.
We also offer the "Full Service Package" for plates only.



Return Containers for "Full Service Package" for plate only (Optional)

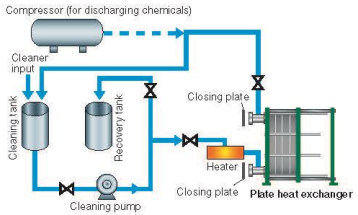
Return containers that precisely fit the plates that are currently in use are provided upon customers' request.

On-site Maintenance

HISAKA can send skilled service engineers to perform maintenance work at the customer's site. We use specialized tools, such as automatic tightening devices, to efficiently dissemble and assemble the PHE and high temperature hot water jet cleaning to remove to sticky oil residues, providing high quality maintenance service at the customer's site.

Cleaning In Place (CIP)

Disassembly and cleaning a PHE makes it possible to remove hard scale and clogging matters and to recover performance to nearly the same level as new. However, if disassembly and cleaning are not possible, HISAKA offers CIP using "Plate-Clean" at customers' site. Before scaling, CIP with Plate-Clean can restore performance by removing scale through washing and dissolving. This is effective in prolonging the disassembly cleaning cycle of the PHE. This is effective for extending the disassembly cleaning cycle of plate heat exchangers.



CIP Flow Chart

Plate-Clean

Plate-Clean is a dedicated cleaner for PHEs. By circulating the cleaner inside the PHE, hard scale that forms on the cooling water, warm water, and steam sides can be easily removed by CIP without disassembling the unit.

*Each cleaner can be purchased.

Plate Heat Exchangers Used in Various Applications

Chemicals

Soda, fertilizer, petrochemistry, petroleum refining, oil and fat, chemicals, general inorganic / organic chemical industry, etc.

HVAC

Heating / cooling system, water heating, district heating / cooling, building heat storage tank systems, unused energy

Marine

Cooling of engine jacket water and lubricant oil

Electric Power

Generators, cogeneration

Gas Treatment

CO_2 recovery, desulfurization plant solution heat exchange

Metal

Sulfuric acid, electrolytic plating cooling

Environment

Solvent recovery, exhaust gas cooling

Central Cooling

Central cooling system

Iron and Steel

Blast furnace cooling, continuous casting equipment cooling, COG, various plating fluid cooling

Pulp & Paper

Heat exchange of black liquor / white water, oven blow gas condensation, waste heat recovery

Food

Beer, edible oil, sodium glutamate

Fermentation / Distillation

Brewing, alcohol fermentation process such as for bioethanol

HISAKA Global Network

HISAKA Group

■ **Malaysia**
HISAKAWORKS S.E.A. SDN. BHD.
KUALA LUMPUR
TEL: +60-3-8081-4185 FAX: +60-3-8081-7185
E-mail : heatexc@hisaka-asia.com

PENANG BRANCH
TEL : +60-16-203-2527
E-mail : cyyap@hisaka-asia.com

JOHOR BRANCH
TEL : +60-12-227-4882
E-mail : cswong@hisaka-asia.com

■ **Thailand**
HISAKA WORKS (THAILAND) CO., LTD.
BANGKOK
TEL: +66-2-744-3287 FAX: +66-2-744-3286
E-mail : heatexc@hisaka-thai.com

SATTAHIP SALES OFFICE
TEL: +66-3-819-9819 FAX: +66-3-818-9820
E-mail : heatexc@hisaka-thai.com

■ **Singapore**
HISAKAWORKS SINGAPORE PTE. LTD.
TEL: +65-6-897-8489 FAX: +65-6-686-4579
E-mail : heatexc@hisaka-sing.com

■ **Indonesia**
PT. HISAKA WORKS INDONESIA
TEL: +62-51-2931-9235

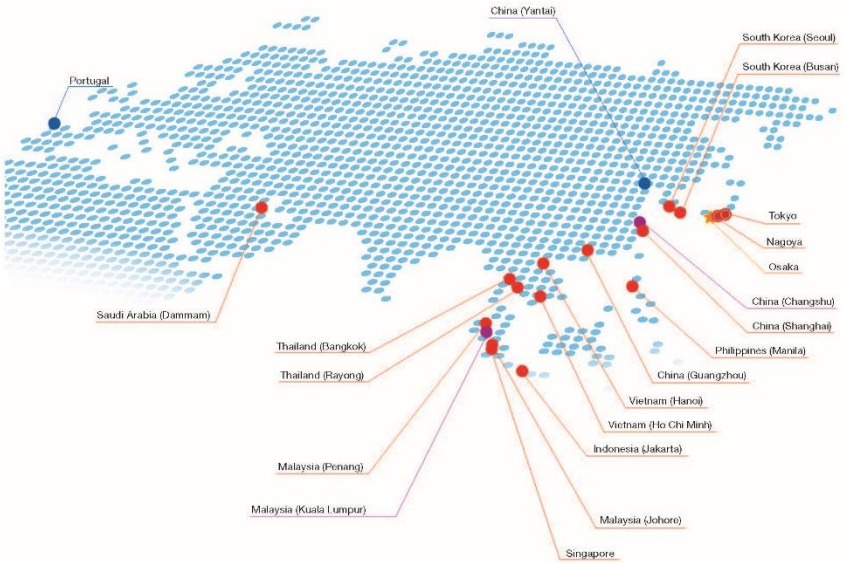
■ **Vietnam**
HISAVINA Ho Chi Minh (Representative Office of HISAKAWORKS S.E.A. SDN. BHD.)
TEL: +84-8-3910-7355 FAX: +84-8-3910-7356
E-mail : hisavina@hisaka-asia.com

HISAVINA Hanoi (Representative Office of HISAKAWORKS S.E.A. SDN. BHD.)
TEL: +84-4-3795-9900 FAX: +84-4-3795-9911

■ **Philippines**
HISAPINO Manila (Representative Office of HISAKAWORKS S.E.A. SDN. BHD.)
TEL: +63-2-224-4129 FAX: +63-2-224-4130
E-mail : hisapino@hisaka-asia.com

■ **South Korea**
HISAKA KOREA CO., LTD.
SEOUL
TEL: +82-2-739-8861 FAX: +82-2-739-8864
E-mail : heatexc@hisakakorea.com

BUSAN BRANCH
TEL: +82-51-747-0265 FAX: +82-51-747-0266



★ Headquarters / Production Base
◉ Branch Office

● Group Company / Production Base
● Group Company and Local Sales Office
● Technology Transferee

■ **China**
HISAKA WORKS (CHINA) CO., LTD.
Changshu
TEL: +86-512-5213-3000 FAX: +86-512-5213-3008

SHANGHAI BRANCH
TEL: +86-21-5211-0701 FAX: +86-21-5211-0720
E-mail : hisaka-sha@hisaka.co.jp

GUANGZHOU BRANCH
TEL: +86-20-3810-5515 FAX: +86-20-3847-7539

■ **Saudi Arabia**
HISAKA MIDDLE EAST CO., LTD.
DAMMAM
TEL: +966-13-838-4700 FAX: +966-13-838-5800
E-mail : info@hisaka-me.com

Technology Transferee

ARSOPI THERMAL S.A. (Portugal)
TEL: +351-256-410-410 FAX: +351-256-410-411

YANTAI SHINWA JOINT TECHNOLOGY CO., LTD. (China)
TEL: +86-535-643-3939 FAX: +86-535-643-3926

HISAKA Maintenance Network

■ **Malaysia**
HISAKAWORKS S.E.A. SDN. BHD.
No2, Jalan TP2, Taman Perindustrian SIME UEP, 47600 Subang Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
TEL: +60-3-8081-4185 FAX: +60-3-8081-7185

XONG LIN INDUSTRIAL TRADING SDN BHD
506, Jalan Perusahaan, Taman Industri Waja, 09000 Kulim, Kedah Darul Aman, Malaysia
TEL : +60-3-8081-4185

■ **Thailand**
HISAKA WORKS (THAILAND) CO., LTD.
RAYONG SALES OFFICE
300/118, Moo1, Tambol Tasit, Amphoe Pluakdaeng, Rayong 21140, Thailand
TEL: +66-3-802-9532 FAX: +66-3-802-9530

■ **Singapore**
JECS SINGAPORE (PTE) LTD.
26, Gul Drive, Jurong Town, Singapore 629474
TEL: +65-6-861-5577 FAX: +65-6-861-4253

■ **Indonesia**
PT UNGGUL PRAKARSA PRISMA
Jl. Industri Selatan 8, Blok EE-8E, Kawasan Industri Jababeka 2, Cikarang Bekasi 17550, West Java
TEL : +62-21-8984-1348

■ **Vietnam**
HESCO TECHNOLOGY COMPANY LIMITED
1391 Phan Văn Trị, Phường 10, Quận Gò Vấp, Tp.HCM
TEL : +84-8-2253-0506

■ **Philippines**
JACHIN-BOAS SALES AND SERVICES CO.
Laguna Belair 1, Brgy. Don Jose, Sta. Rosa, Laguna
TEL : +63-4-9559-4345

■ **South Korea**
CLEANPIA.s
187, Sunhwan-ro, Jungwon-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, 13207, Republic of Korea
TEL : +82-1877-5335

■ **China**
HISAKA WORKS (CHINA) CO., LTD., Changshu Plant
No. 1 Xiangyuan Road, Changshu Southeast Economic Development Zone, Changshu City, Jiangsu Province 215542, P.R. China
TEL : +86-512-5213-3000

■ **Saudi Arabia**
HISAKA MIDDLE EAST CO., LTD.(Saudi Arabia)
P.O Box: 7102, Dammam 32435, Building No. 3861, Al Khudhariya Industrial Area, Dammam Saudi Arabia
TEL : +966-13-838-4700

■ **Portugal**
ARSOPI THERMAL S.A.(Portugal)
P.O. Box 103, Codal 3730-901, Vale de Cambra, Portugal
TEL : +351-256-410-410

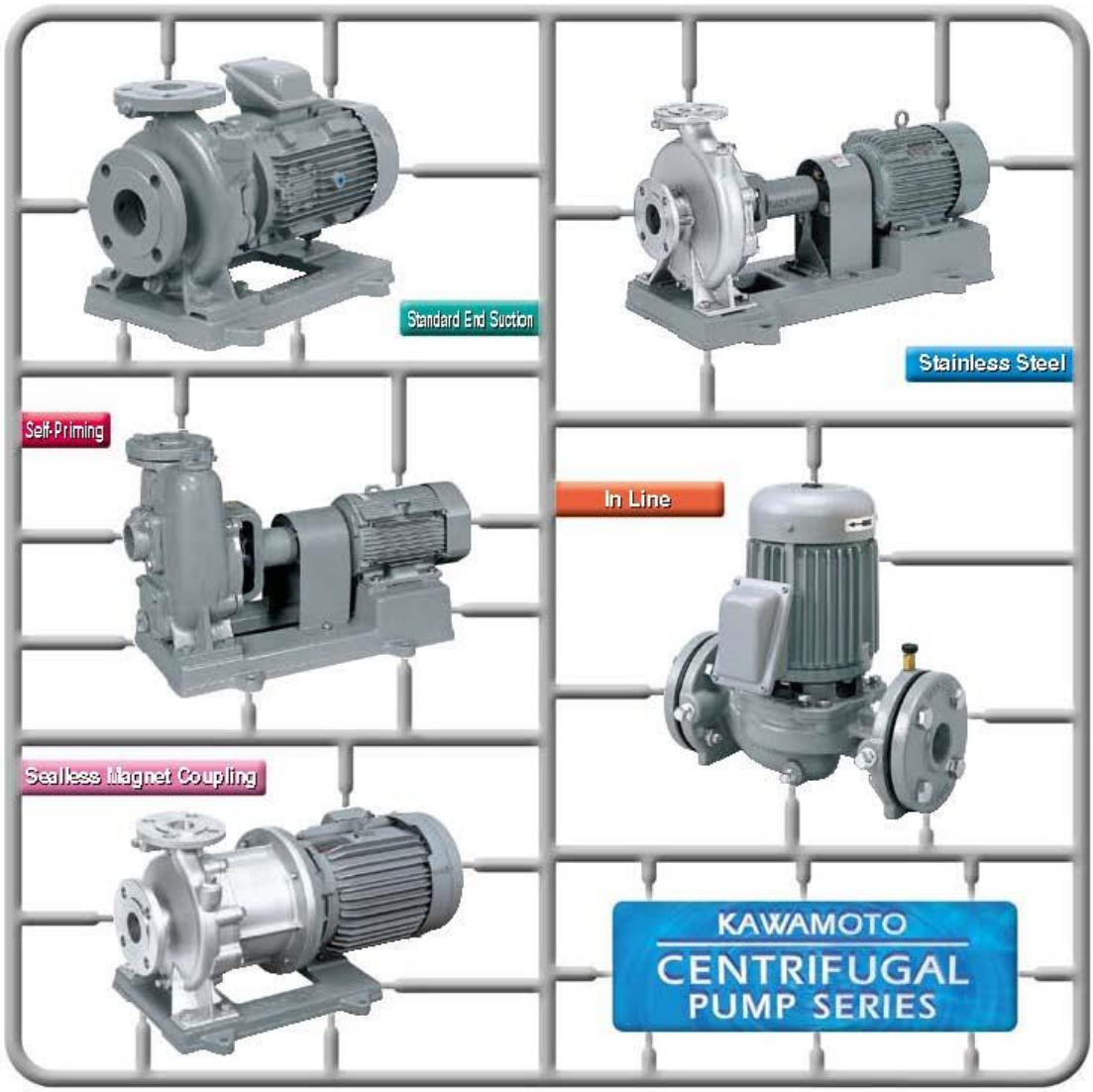
Comfort Earths

Bringing valuable "water" to you **KAWAMOTO PUMP**

Centrifugal Pump Series

JAPAN Quality
Meet the various applications
Environment-friendly

Standard End Suction | In Line | Stainless Steel | Self-Priming | Sealless Magnet Coupling



Kawamoto

High quality·high reliability kawamoto pump series can satisfy various appli

List of models

This catalogue put typical ground type centrifugal pumps.
Please refer to our distributors or us about pumps without any description in this catalogue.

Standard end suctuin centrifugal pump

P.3-18

GE-C 2 pole compact centrifugal pump

TEFC motor

P.3

GE(N)-$^{\square}_{\square}$**M** JIS standard 2 pole·4 pole centrifugal pump

TEFC motor

P.5
P.9

P.8
P.12

GF·GD·GDF high back pressure centrifugal pump

TEFC motor

GF 4 pole

P.13

GD 2 pole/4 pole
GDF 4 pole

P.14

F 4 pole centrifugal pump

TEFC motor

P.16

GN-C 2 pole nylon coating compact centrifugal pump

TEFC motor

P.18

Circulation in line pump

P.19·20

PE(2)

TEFC motor

PE

P.19

PSS(2)

TEFC motor Stainless steel

P.21

Kawamoto

centrifugal cations

High efficiency

Easy inspection & maintenance

Back pull out construction

Wide variety of models

Stainless steel precision casting P.24-26

GES-C 2 pole compact

TEFC motor

P.24

GRM

Sealless magnet coupling

TEFC motor

P.25

GES-4M 4 pole

TEFC motor

P.26

Self priming P.28-29

FS 4 pole self priming

Agriculture

TEFC motor

P.28

GSO(3)-C

2 pole self priming

TEFC motor※

GSO-50-C

P.29

※Open drip proof motor with outdoor motor cover for 0.75kW model

Optional Accessories P.30

Valve

Nylon coating models are available

Sluice valve

Check vave

Foot valve

resin matrerial

Stainless steel materials models are available

Suction unit

Vibration proof bed

Vibration proof joint

Pipe silencer

Pump heater

P.30

Standard end suction centrifugal

GE-C Compact centrifugal pump 2 pole

■ Applications

- Cooling water supply
- Agriculture
- Industry
- Other general water supply

(Please inquire in case drinking water application)

■ Features

- Compact and light weight
- Easy maintenance and inspection due to back pull out construction
- Long life mechanical seal is adopted for shaft sealing
- Evaluated item of 「horizontal centrifugal pump」 by (C) Public Buildings Association., Ltd.

■ Standard specifications

- Liquid: Clean water 0 ~ 90℃
- Materials: Impeller FC or CAC406(BC6)
  Shaft SUS304, Casing FC
- Construction: Impeller : Close
  Shaft sealing : Mechanical seal (Ceramic x Carbon)
  Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor
- Motor: TEFC outdoor
- Flange: JIS 10K

■ Maximum back pressure

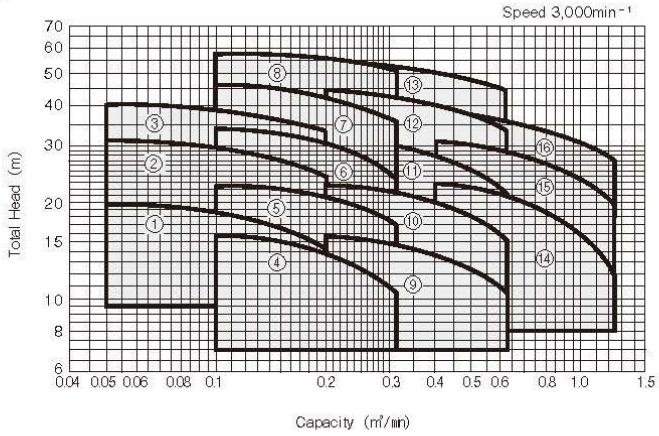
$$\left(0.98 - \frac{\text{Total head at zero flow (m)} \times 0.098}{10}\right) \text{MPa}$$

$$\left\{10 - \frac{\text{Total head at zero flow (m)}}{10}\right\} \text{kgf/cm}^2$$

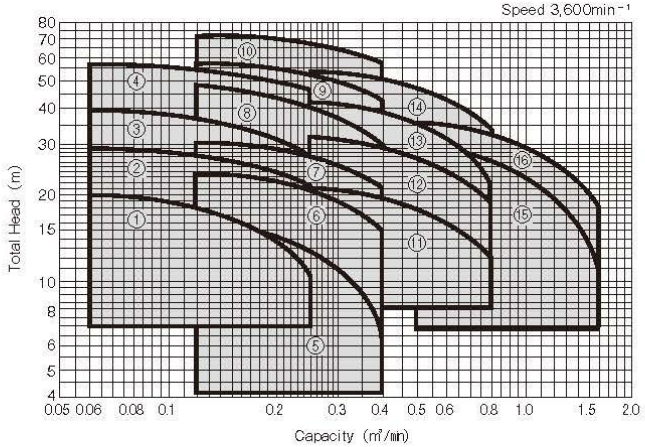
■ Maximum suction head (20℃)

− 6m { − 3.2m : GEH-506-C0.75
− 5.5m : GEI-806-C5.5, 7.5 }

■ Selection chart 50Hz



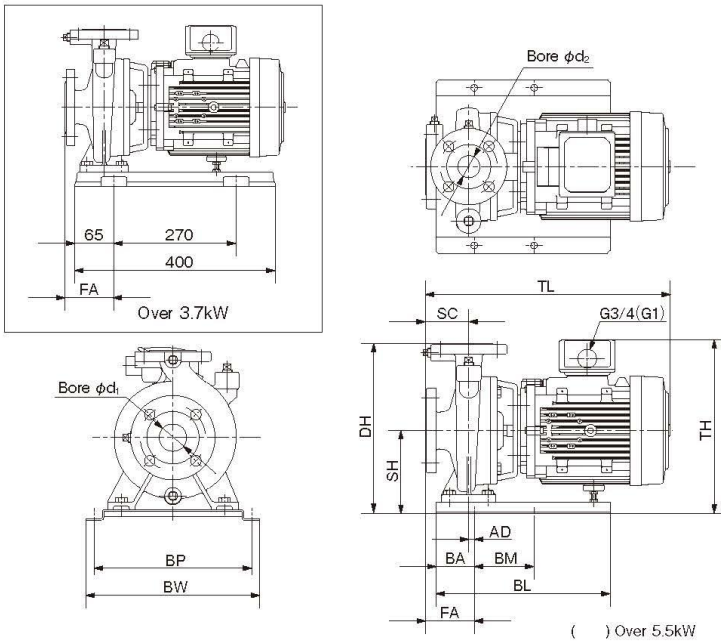
■ Selection chart 60Hz



GE-C

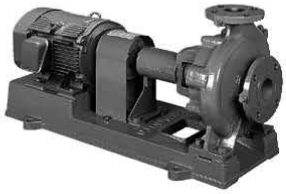
■ **Specification & outline dimension table** Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning

Flange : JIS 10K (Companion flanges are optional accessories)



Hz	Suction Bore	Discharge Bore	Ref.	Model	Motor	Performance				Maximum Back pressure	Dimensions (mm)							Base					Mass
						Capacity	Head	Capacity	Head														
	d_1	d_2	No.		kW	m³/min	m	m³/min	m	MPa {kgf/cm²}	SC	TL	DH	SH	AD	FA	TH	BL	BA	BM	BP	BW	kg
50	40	32	1	GEI-405-C0.75	0.75	0.05	19.8	0.2	14.5	0.77 {7.9}	65	414	272	132	22	87	275	320	60	130	230	260	24
			2	GEJ-405-C1.5	1.5	0.05	31	0.2	24	0.62 {6.3}	80	452	312	152	0	80	–	320	60	130	290	320	35
			3	GEJ-405-C2.2	2.2	0.05	40	0.2	33.5	0.58 {5.9}	80	445	312	152	0	80	319	320	60	130	290	320	40
	50	40	4	GEH-505-C0.75	0.75	0.1	15.8	0.32	10.5	0.81 {8.3}	65	414	272	132	22	87	275	320	60	130	230	260	26
			5	GEI-505-C1.5	1.5	0.1	22.5	0.32	17	0.75 {7.6}	80	457	272	132	0	80	287	320	60	130	230	260	36
			6	GEJ-505B-C2.2	2.2	0.1	34.5	0.32	24	0.63 {6.4}	80	450	312	152	0	80	319	320	60	130	290	320	41
			7	GEJ-505B-C3.7	3.7	0.1	45.5	0.32	36.5	0.53 {5.4}	80	490	327	167	5	85	334	400	65	270	290	324	50
			8	GEK-505-C5.5	5.5	0.1	58	0.32	51	0.39 {4.0}	80	555	375	195	5	85	389	400	65	270	290	324	72
	65	50	9	GEH-655-C1.5	1.5	0.2	15.8	0.63	10.5	0.81 {8.3}	80	452	272	132	0	80	287	320	60	130	230	260	34
			10	GEI-655-C2.2	2.2	0.2	22.8	0.63	15.2	0.75 {7.6}	80	450	272	132	0	80	298	320	60	130	290	320	41
			11	GEJ-655-C3.7	3.7	0.2	32.5	0.63	21	0.65 {6.6}	80	490	327	167	5	85	334	400	65	270	290	324	52
			12	GEK-655-C5.5	5.5	0.2	45	0.63	34	0.52 {5.3}	100	575	375	195	5	105	389	400	65	270	350	384	74
			13	GEK-655-C7.5	7.5	0.2	54.5	0.63	43.5	0.42 {4.3}	100	595	375	195	5	105	400	400	65	270	350	384	97
	80	65	14	GEI-805-C3.7	3.7	0.4	23	1.25	12	0.74 {7.5}	100	520	327	167	5	105	334	400	65	270	290	324	54
			15	GEJ-805-C5.5	5.5	0.4	30.5	1.25	20	0.66 {6.7}	100	580	375	195	5	105	389	400	65	270	350	384	72
			16	GEJ-805-C7.5	7.5	0.4	38.5	1.25	27.5	0.58 {5.9}	100	600	375	195	5	105	400	400	65	270	350	384	94
60	40	32	1	GEH-406-C0.75	0.75	0.06	20	0.25	10.5	0.77 {7.9}	65	414	245	120	22	87	263	320	60	130	230	260	23
			2	GE I-406-C1.5	1.5	0.06	29	0.25	21.5	0.68 {6.9}	65	440	272	132	22	87	287	320	60	130	230	260	32
			3	GEJ-406-C2.2	2.2	0.06	39.5	0.25	27.5	0.58 {5.9}	80	445	312	152	0	80	319	320	60	130	290	320	39
			4	GEJ-406-C3.7	3.7	0.06	57	0.25	46.5	0.25 {2.6}	80	485	327	167	5	85	334	400	65	270	290	324	45
	50	40	5	GEH-506-C0.75	0.75	0.12	16.2	0.4	6.2	0.804 {8.2}	65	414	272	132	22	87	275	320	60	130	230	260	26
			6	GEH-506-C1.5	1.5	0.12	23.5	0.4	15.2	0.74 {7.5}	65	440	272	132	22	87	287	320	60	130	230	260	32
			7	GE I-506-C2.2	2.2	0.12	31	0.4	21.5	0.67 {6.8}	80	450	272	132	0	80	299	320	60	130	230	260	39
			8	GEJ-506B-C3.7	3.7	0.12	48	0.4	30	0.54 {5.5}	80	490	327	167	5	85	334	400	65	270	290	324	50
			9	GEJ-506-C5.5	5.5	0.12	56.5	0.4	43	0.41 {4.2}	80	555	355	195	5	85	389	400	65	270	290	324	64
			10	GEK-506-C7.5	7.5	0.12	71	0.4	57.5	0.26 {2.7}	80	575	375	195	5	85	400	400	65	270	290	324	94
	65	50	11	GEH-656-C2.2	2.2	0.25	21.2	0.8	12.2	0.75 {7.6}	80	445	272	132	0	80	299	320	60	130	230	260	38
			12	GE I-656-C3.7	3.7	0.25	32	0.8	18.8	0.66 {6.7}	80	490	315	175	5	85	342	400	65	270	290	324	50
			13	GEJ-656-C5.5	5.5	0.25	42	0.8	22	0.56 {5.7}	80	555	355	195	5	85	389	400	65	270	290	324	68
			14	GEJ-656-C7.5	7.5	0.25	53.5	0.8	34	0.43 {4.4}	80	575	355	195	5	85	400	400	65	270	290	324	90
	80	65	15	GE I-806-C5.5	5.5	0.5	30	1.6	11	0.66 {6.7}	100	580	355	195	5	105	389	400	65	270	290	324	67
			16	GE I-806-C7.5	7.5	0.5	35.5	1.6	18	0.61 {6.2}	100	600	355	195	5	105	400	400	65	270	290	324	89

GE-2M End suction centrifugal pump 2 pole



Applications

- Cold and hot water circulation
- Cooling water for building and factory equipments
- Agriculture ● Industry
- Other general water supply

(Please inquire in case drinking water application)

Standard specifications

- Liquid: Clean water 0 ~ 90℃
- Materials: Impeller FC, CAC406(BC6) or CAC702 (AlBC2)
  Shaft SUS403 (portion contacting liquid), Casing FC
- Construction: Impeller : Close
  Shaft sealing : Mechanical seal (SiC x Carbon)
  Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor
- Flange: JIS 10K

Features

- Compact and light weight
- Easy maintenance and inspection due to back pull out construction
- Long life mechanical seal is adopted for shaft sealing
- Simple end suction top centerline discharge position enable steady installtion with high discharge pipe loading
- Wide applications for various usages.
- In accordance with Japanese Industrial Standard (JISB8313)
- Evaluated item of 「horizontal centrifugal pump」 by (C)Public Buildings Association., Ltd.

Standard accessories

Motor, Base, coupling,coupling cover, priming plug, wedge (more than bore 65x50 models)

Maximum back pressure ··· Refer to Specification table

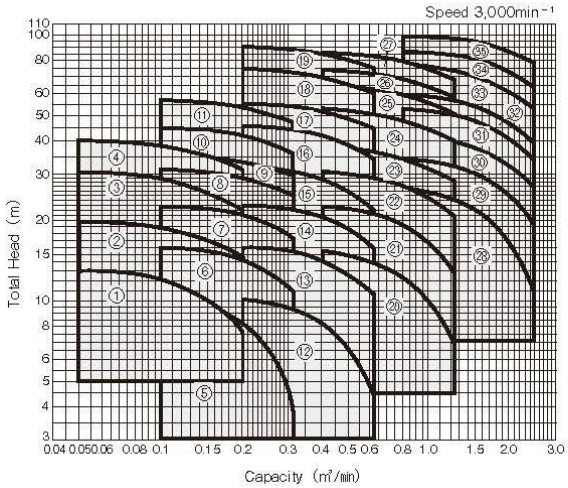
$$\left(0.98 - \frac{\text{Total head at zero flow(m)} \times 0.098}{10}\right) \text{MPa}$$

$$\left\{10 - \frac{\text{Total head at zero flow(m)}}{10}\right\} \text{kgf/cm}^2$$

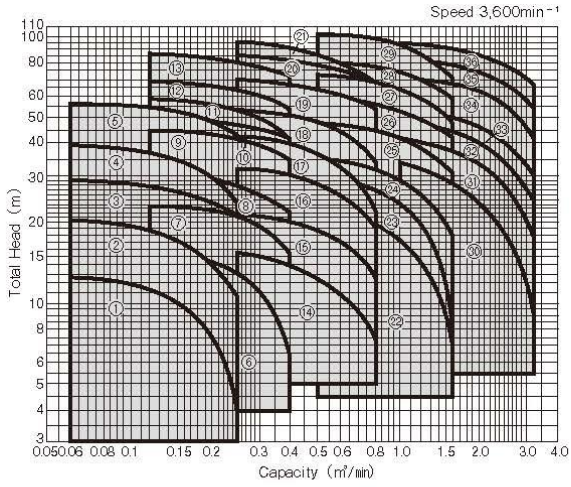
Maximum suction head

Bore (mm)	Total suction head (20℃)	Bore (mm)	Total suction head (20℃)
40 × 32	− 6m (− 4.5m : 50Hz 0.4kW / − 1.2m : 60Hz 0.4kW)	80 × 65	− 6m (− 3.5m : 50Hz 2.2kW / − 5.5m : 60Hz 5.5kW over − 4m : 60Hz 3.7kW)
50 × 40	− 6m (− 0.5m : 50Hz 0.4kW / − 3.2m : 60Hz 0.75kW)	100 × 80	− 5m (− 3m : 60Hz)
65 × 50	− 6m (− 1.2m : 50Hz 0.75kW / − 4.2m : 60Hz 1.5kW)		

Selection chart 50Hz



Selection chart 60Hz

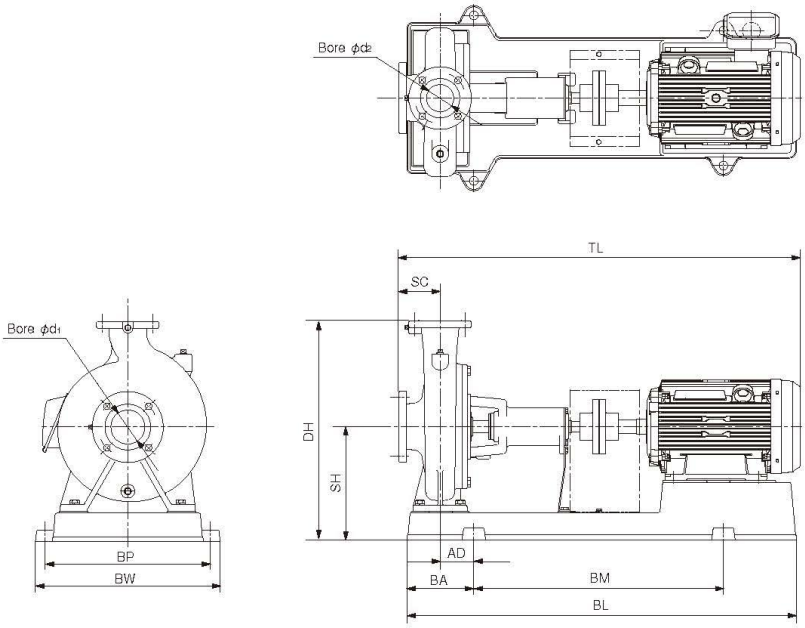


GE-2M

■ Specification & outline dimension table Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning

●GE-2M 50Hz

Flange : JIS 10K (companion flanges are optional accessories)



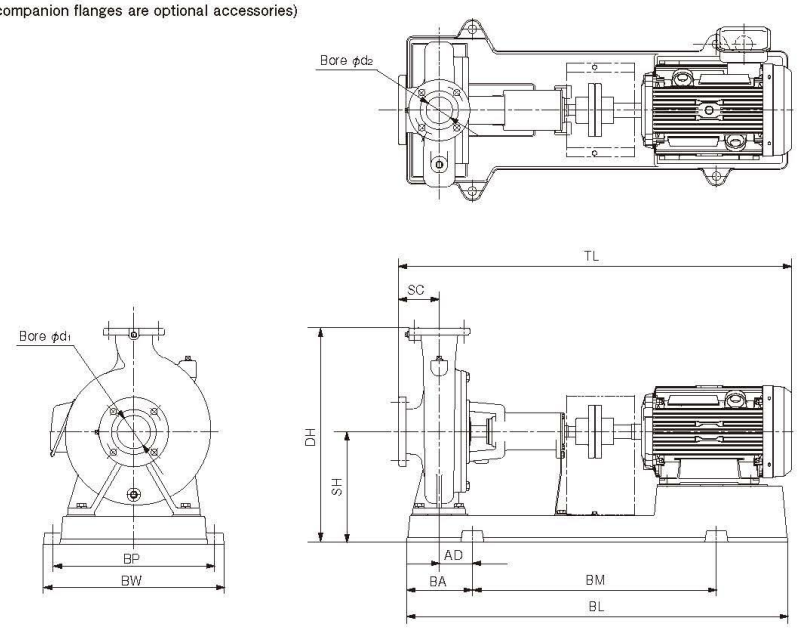
Hz	Suction Bore d1	Discharge Bore d2	Ref. No.	Model	Motor kW	Performance Capacity m³/min	Head m	Capacity m³/min	Head m	Maximum Back pressure MPa (kgf/cm²)	SC	BL	BA	BM	BP	BW	DH	SH	TL	AD	Mass kg
50	40	32	1	GEH-40×325M-2MN0.4	0.4	0.05	13	0.2	7.5	0.84 (8.6)	65	467	82	300	200	236	280	155	506	35	31
			2	GEI-405M-2MN0.75	0.75	0.05	19.8	0.2	14.5	0.77 (7.9)	65	468	82	300	230	266	317	177	530	35	38
			3	GEJ-405M-2MN1.5	1.5	0.05	30.5	0.2	22	0.67 (6.8)	80	648	112	420	290	336	347	187	675	50	56
			4	GEJ-405M-2M2.2	2.2	0.05	40	0.2	31.5	0.58 (5.9)	80	648	112	420	290	336	347	187	675	50	60
	50	40	5	GEH-50×405M-2MN0.4	0.4	0.1	10.5	0.32	3.5	0.86 (8.8)	65	468	82	300	230	266	307	167	506	35	33
			6	GEH-505M-2MN0.75	0.75	0.1	15.8	0.32	10.5	0.81 (8.3)	65	468	82	300	230	266	317	177	530	35	38
			7	GEI-505M-2MN1.5	1.5	0.1	22.5	0.32	17	0.74 (7.6)	80	726	127	480	290	336	307	167	755	60	62
			8	GEJ-505M-2MN2.2	2.2	0.1	31	0.32	24.5	0.67 (6.8)	80	722	120	480	290	336	348	187	755	55	67
			9	GEJ-505M-2MN3.7	3.7	0.1	35.5	0.32	29.8	0.63 (6.4)	80	818	138	540	320	366	357	197	830	70	82
			10	GEK-505M-2MN3.7	3.7	0.1	44.5	0.32	35.5	0.52 (5.3)	80	821	138	540	320	366	405	225	833	70	95
			11	GEK-505M-2MN5.5	5.5	0.1	56.5	0.32	47	0.39 (4.0)	80	819	138	540	350	396	405	225	894	70	109
	65	50	12	GEH-655M-2MN0.75	0.75	0.2	10	0.63	4.2	0.87 (8.9)	80	577	102	370	230	266	307	167	625	35	44
			13	GEH-655M-2MN1.5	1.5	0.2	15.8	0.63	10.5	0.81 (8.3)	80	646	112	420	230	266	307	167	675	45	52
			14	GEI-655M-2MN2.2	2.2	0.2	22.8	0.63	15.2	0.74 (7.6)	80	726	127	480	290	336	307	167	755	60	67
			15	GEJ-655M-2MN3.7	3.7	0.2	32.5	0.63	21	0.65 (6.6)	80	818	138	540	320	366	357	197	830	70	85
			16	GEK-655M-2MN5.5	5.5	0.2	45	0.63	34	0.52 (5.3)	100	819	138	540	350	396	405	225	914	70	114
			17	GEK-655M-2MN7.5	7.5	0.2	54.5	0.63	43.5	0.42 (4.3)	100	819	138	540	350	396	405	225	914	70	122
			18	GEL-655M-2MN11	11	0.2	75	0.63	59.4	0.22 (2.2)	100	918	158	600	400	458	470	245	1038	75	164
			19	GEL-655M-2MN15	15	0.2	90	0.63	74	0.059 (0.6)	100	918	158	600	400	458	470	245	1038	75	174
	80	65	20	GEH-805M-2MN2.2	2.2	0.4	15.2	1.25	6.5	0.81 (8.3)	100	648	112	420	290	336	347	187	695	50	63
			21	GEI-805M-2MN3.7	3.7	0.4	22.5	1.25	12	0.74 (7.5)	100	818	138	540	320	366	357	197	850	70	93
			22	GEJ-805M-2MN5.5	5.5	0.4	30.5	1.25	20	0.66 (6.7)	100	819	138	540	350	396	405	225	914	70	113
			23	GEJ-805M-2MN7.5	7.5	0.4	38.5	1.25	27.5	0.58 (5.9)	100	819	138	540	350	396	405	225	914	70	121
			24	GEK-805M-2MN11	11	0.4	52	1.25	38.5	0.45 (4.6)	100	916	158	600	400	458	425	225	1038	90	155
			25	GEK-805M-2MN15	15	0.4	63.5	1.25	49.5	0.33 (3.4)	100	916	158	600	400	458	425	225	1038	90	165
			26	GEL-805M-2MN18	18.5	0.4	74	1.25	57	0.32 (3.3)	100	1018	178	660	400	458	470	245	1082	95	219
			27	GEL-80×655M-2M22	22	0.4	85	1.25	67	0.13 (1.3)	100	1016	178	660	440	498	470	245	1107	95	239
	100	80	28	GEI-1005M-2MN7.5	7.5	0.8	26.5	2.5	10.5	0.69 (7.0)	100	819	138	540	350	396	405	225	914	60	127
			29	GEJ-1005M-2MN11	11	0.8	34	2.5	19	0.62 (6.3)	100	916	158	600	400	458	425	225	1038	75	158
			30	GEJ-1005M-2MN15	15	0.8	42	2.5	27	0.54 (5.5)	100	916	158	600	400	458	425	225	1038	75	168
			31	GEK-1005M-2MN18	18.5	0.8	52.5	2.5	33	0.44 (4.5)	100	1018	178	660	400	458	470	245	1082	95	209
			32	GEK-100×805M-2M22	22	0.8	59	2.5	38.5	0.37 (3.8)	100	1016	178	660	440	498	470	245	1107	95	234
			33	GEL-100×805M-2M30	30	0.8	76	2.5	51.5	0.22 (2.2)	100	1140	199	740	440	498	535	285	1255	100	293
			34	GEL-100×805M-2M37	37	0.8	86	2.5	64.5	0.098 (1.0)	100	1268	214	840	490	548	535	285	1324	115	349
			35	GEL-100×805M-2M45	45	0.8	99	2.5	77	0 (0)	100	1268	214	840	490	548	535	285	1324	115	368

GE-2M

■ Specification & outline dimension table Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning

●GE-2M 60Hz

Flange : JIS 10K (companion flanges are optional accessories)



Hz	Suction Bore d1	Discharge Bore d2	Ref. No.	Model	Motor kW	Performance Capacity m³/min	Head m	Capacity m³/min	Head m	Maximum Back pressure MPa {kgf/cm²}	SC	BL	BA	BM	BP	BW	DH	SH	TL	AD	Mass kg
60	40	32	1	GEH-40×326M-2MN0.4	0.4	0.06	12.8	0.25	4.2	0.84 {8.6}	65	467	82	300	200	236	280	155	506	35	31
			2	GEH-406M-2MN0.75	0.75	0.06	20	0.25	10.5	0.77 {7.9}	65	466	82	300	210	246	280	155	530	35	35
			3	GEI-406M-2MN1.5	1.5	0.06	29	0.25	21.5	0.68 {6.9}	65	516	82	330	230	266	307	167	580	45	45
			4	GEJ-406M-2MN2.2	2.2	0.06	39	0.25	24	0.58 {5.9}	80	648	112	420	290	336	347	187	675	50	60
			5	GEJ-406M-2MN3.7	3.7	0.06	55.5	0.25	42.5	0.40 {4.1}	80	648	112	420	290	336	357	197	744	50	72
	50	40	6	GEH-506M-2MN0.75	0.75	0.12	16.2	0.4	6.2	0.80 {8.2}	65	468	82	300	230	266	317	177	530	35	37
			7	GEH-506M-2MN1.5	1.5	0.12	23.5	0.4	15.2	0.74 {7.5}	65	516	92	330	230	266	307	167	580	45	44
			8	GEI-506M-2MN2.2	2.2	0.12	31	0.4	21.8	0.67 {6.8}	80	726	127	480	290	336	307	167	755	60	63
			9	GEJ-506M-2MN3.7	3.7	0.12	44	0.4	34.5	0.54 {5.5}	80	818	138	540	320	366	357	197	830	70	83
			10	GEJ-506M-2MN5.5	5.5	0.12	50.5	0.4	41.5	0.47 {4.8}	80	815	138	540	350	396	357	197	894	70	98
			11	GEK-506M-2MN5.5	5.5	0.12	57.5	0.4	41.5	0.39 {4.0}	80	819	138	540	350	396	405	225	894	70	108
			12	GEK-506M-2MN7.5	7.5	0.12	69	0.4	53.5	0.25 {2.6}	80	819	138	540	350	396	405	225	894	70	117
			13	GEK-506M-2MN11	11	0.12	86	0.4	72	0.098 {1.0}	80	916	158	600	400	458	405	225	1018	90	136
	65	50	14	GEH-656M-2MN1.5	1.5	0.25	15.2	0.8	7.2	0.82 {8.4}	80	646	112	420	230	266	307	167	675	45	52
			15	GEH-656M-2MN2.2	2.2	0.25	21.2	0.8	12.2	0.76 {7.8}	80	648	112	420	260	296	307	167	675	45	54
			16	GEI-656M-2MN3.7	3.7	0.25	32	0.8	18.8	0.66 {6.7}	80	816	138	540	320	366	317	177	828	70	84
			17	GEJ-656M-2MN5.5	5.5	0.25	42	0.8	22	0.54 {5.5}	80	816	138	540	350	396	357	197	894	70	101
			18	GEJ-656M-2MN7.5	7.5	0.25	53.5	0.8	34	0.43 {4.4}	80	816	138	540	350	396	357	197	894	70	109
			19	GEK-656M-2MN11	11	0.25	70	0.8	53	0.26 {2.7}	100	916	158	600	400	458	405	225	1038	90	151
			20	GEK-656M-2MN15	15	0.25	84	0.8	68	0.13 {1.3}	100	916	158	600	400	458	405	225	1038	90	162
			21	GEL-656M-2M18	18.5	0.25	96	0.8	68	0 {0}	100	1018	178	660	400	458	470	245	1082	90	204
	80	65	22	GEH-806M-2MN3.7	3.7	0.5	22	1.6	7	0.74 {7.6}	100	648	112	420	290	336	357	197	764	50	77
			23	GEI-806M-2MN5.5	5.5	0.5	29.5	1.6	10.5	0.66 {6.7}	100	816	138	540	350	396	357	197	914	70	108
			24	GEI-806M-2MN7.5	7.5	0.5	35	1.6	18	0.61 {6.2}	100	816	138	540	350	396	357	197	914	70	116
			25	GEJ-806M-2MN11	11	0.5	47	1.6	30.5	0.50 {5.1}	100	916	158	600	400	458	405	225	1038	90	149
			26	GEJ-806M-2MN15	15	0.5	60	1.6	42	0.36 {3.7}	100	916	158	600	400	458	405	225	1038	90	159
			27	GEK-806M-2MN18	18.5	0.5	72	1.6	47.5	0.25 {2.5}	100	1016	178	660	400	458	425	225	1082	110	196
			28	GEK-80×656M-2M22	22	0.5	81	1.6	59	0.15 {1.5}	100	1018	180	660	440	498	445	245	1107	110	221
			29	GEL-80×656M-2M30	30	0.5	101	1.6	71	0 {0}	100	1016	178	660	440	498	470	245	1145	95	269
	100	80	30	GEI-1006M-2MN11	11	1.0	34	3.15	8.5	0.62 {6.3}	100	916	158	600	400	458	405	225	1038	75	155
			31	GEI-1006M-2MN15	15	1.0	41	3.15	17.5	0.54 {5.5}	100	916	158	600	400	458	405	225	1038	75	166
			32	GEJ-1006M-2MN18	18.5	1.0	48.5	3.15	24.5	0.46 {4.7}	100	1016	178	660	400	458	425	225	1082	95	198
			33	GEJ-100×806M-2M22	22	1.0	55.5	3.15	29.5	0.39 {4.0}	100	1018	180	660	440	498	445	245	1107	95	224
			34	GEK-100×806M-2M30	30	1.0	72	3.15	40.5	0.25 {2.5}	100	1016	178	660	440	498	470	245	1145	95	273
			35	GEK-100×806M-2M37	37	1.0	84	3.15	52	0.12 {1.2}	100	1138	200	740	490/498	458/548	490	265	1214	115	319
			36	GEK-100×806M-2M45	45	1.0	93	3.15	66	0.049 {0.5}	100	1138	200	740	490/498	458/548	490	265	1214	115	334

※ BP, BW : upper ··· pump side dimension, lower ··· motor side dimension

7

GEN-2M End suction centrifugal pump Nylon coating

■ Maximum suction head···Refer to GE-2M series

■ Maximum back pressure···Refer to Specification table

$$\left(0.98-\frac{\text{Total head at zero flow (m)}\times 0.098}{10}\right)\text{MPa}$$

$$\left(10-\frac{\text{Total head at zero flow (m)}}{10}\right)\text{kgf/cm}^2$$

■ Applications

- Cold and hot water circulation
- Cooling water for building and factory equipments
- Agriculture
- Industry
- Other general water supply

(Please inquire in case drinking water application)

■ Features

- Compact and light weight
- Easy maintenance and inspection due to back pull out construction
- Long life mechanical seal is adopted for shaft sealing
- Simple end suction top centerline discharge position enable steady installtion with high discharge pipe loading
- Wide applications for various usages.
- In accordance with Japanese Industrial Standard (JISB8131)
- Evaluated item of 「horizontal centrifugal pump」 by (C)Public Buildings Association., Ltd.

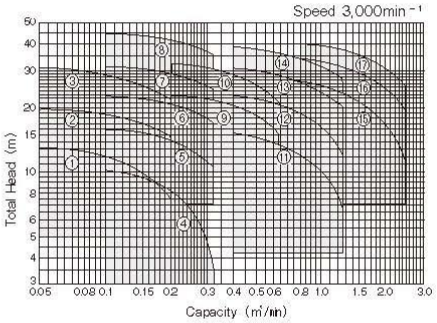
■ Standard specifications

- Liquid: Clean water 0 ~ 40℃
- Materials: Impeller CAC406(BC6)
  Shaft SUS316(portion contacting liquid),
  Casing FC
  Casing FC + Nylon coating
- Constuction: Impeller : Close
  Shaft sealing : Mechanical seal(SiC x Carbon)
  Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor
- Flange: JIS 10K

■ Standard accessories

Motor,Base, coupling,coupling cover, priming plug,wedge (more than bore 80x65 models)

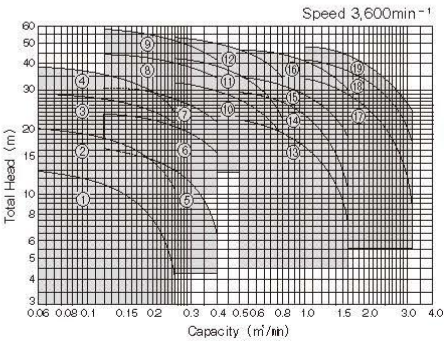
■ Selection chart 50Hz



■ Specification table

Hz	Suction Bore mm	Discharge Bore mm	Ref. No.	Model	Motor kW	Performance Capacity m³/min	Performance Head m	Performance Capacity m³/min	Performance Head m	Maximum Back pressure MPa{kgf/cm²}
50	40	32	1	GEN-40×325M-2MN0.4	0.4	0.05	13	0.2	7.5	0.84{8.6}
			2	GEN-405M-2MN0.75	0.75	0.05	19.8	0.2	14.5	0.77{7.9}
			3	GEN-405M-2MN1.5	1.5	0.05	30.5	0.2	22	0.67{6.8}
	50	40	4	GEN-50×405M-2MN0.4	0.4	0.1	10.5	0.32	3.5	0.86{8.8}
			5	GEN-505M-2MN0.75	0.75	0.1	15.8	0.32	10.5	0.81{8.3}
			6	GEN-505M-2MN1.5	1.5	0.1	22.5	0.32	17	0.74{7.6}
			7	GEN-505M-2MN2.2	2.2	0.1	31	0.32	24.5	0.67{6.8}
			8	GEN-505M-2MN3.7	3.7	0.1	44.5	0.32	35.5	0.52{5.3}
	65	50	9	GEN-655M-2MN2.2	2.2	0.2	22.8	0.63	15.2	0.74{7.6}
			10	GEN-655M-2MN3.7	3.7	0.2	32.5	0.63	21	0.65{6.6}
	80	65	12	GEN-805M-2MN2.2	2.2	0.4	15.2	1.25	6.5	0.81{8.3}
			12	GEN-805M-2MN3.7	3.7	0.4	22.5	1.25	12	0.73{7.4}
			13	GEN-805M-2MN5.5	5.5	0.4	30.5	1.25	20	0.66{6.7}
			14	GEN-805M-2MN7.5	7.5	0.4	38.5	1.25	27.5	0.58{5.9}
	100	80	15	GEN-1005M-2MN7.5	7.5	0.8	26.5	2.5	10.5	0.69{7.0}
			16	GEN-1005M-2MN11	11	0.8	34	2.5	19	0.62{6.3}
			17	GEN-1005M-2MN15	15	0.8	40	2.5	24.5	0.55{5.6}

■ Selection chart 60Hz



■ Specification table

Hz	Suction Bore mm	Discharge Bore mm	Ref. No.	Model	Motor kW	Performance Capacity m³/min	Performance Head m	Performance Capacity m³/min	Performance Head m	Maximum Back pressure MPa{kgf/cm²}
60	40	32	1	GEN-40×326M-2MN0.4	0.4	0.06	12.8	0.25	4.2	0.84{8.6}
			2	GEN-406M-2MN0.75	0.75	0.06	20	0.25	10.5	0.77{7.9}
			3	GEN-406M-2MN1.5	1.5	0.06	29	0.25	21.5	0.68{6.9}
			4	GEN-406M-2MN2.2	2.2	0.06	39	0.25	24	0.58{5.9}
	50	40	5	GEN-506M-2MN0.75	0.75	0.12	16.2	0.4	6.2	0.80{8.2}
			6	GEN-506M-2MN1.5	1.5	0.12	23.5	0.4	15.2	0.74{7.5}
			7	GEN-506M-2MN2.2	2.2	0.12	31	0.4	21.5	0.67{6.8}
			8	GEN-506M-2MN3.7	3.7	0.12	44	0.4	34.5	0.54{5.5}
			9	GEN-506M-2MN5.5	5.5	0.12	57.5	0.4	41.5	0.39{4.0}
	65	50	10	GEN-656M-2MN3.7	3.7	0.25	32	0.8	18.8	0.66{6.7}
			11	GEN-656M-2MN5.5	5.5	0.25	42	0.8	22	0.54{5.5}
			12	GEN-656M-2MN7.5	7.5	0.25	53.5	0.8	34	0.43{4.4}
	80	65	13	GEN-806M-2MN3.7	3.7	0.5	22	1.6	7	0.74{7.6}
			14	GEN-806M-2MN5.5	5.5	0.5	29.5	1.6	10.5	0.66{6.7}
			15	GEN-806M-2MN7.5	7.5	0.5	35	1.6	18	0.61{6.2}
			16	GEN-806M-2MN11	11	0.5	47	1.6	30.5	0.50{5.1}
	100	80	17	GEN-1006M-2MN11	11	1.0	34	3.15	8.5	0.62{6.3}
			18	GEN-1006M-2MN15	15	1.0	41	3.15	17.5	0.54{5.5}
			19	GEN-1006M-2MN18	18.5	1.0	48.5	3.15	24.5	0.46{4.7}

GE-4M End suction centrifugal pump 4 pole

■ Applications

- Cold and hot water circulation
- Cooling water for building and factory equipments
- Agriculture
- Industry

(Please inquire in case drinking water application)

■ Features

- Easy maintenance and inspection due to back pull out construction
- Long life mechanical seal is adopted for shaft sealing
- Simple end suction top centerline discharge position enable steady installtion with high discharge pipe loading
- Wide applications for various usages.
- Less vibration and quiet operation sound because of 4 pole motor revolution (1500min⁻¹/50Hz, 1800min⁻¹/60Hz)
- In accordance with Japanese Industrial Standard(JISB8313)
- Evaluated item of「horizontal centrifugal pump」by (C)Public Buildings Association., Ltd.

■ Maximum back pressure···Refer to Specification table

$$\left(0.98-\frac{\text{Total head at zero flow (m)}\times 0.098}{10}\right)\text{MPa}$$

$$\left\{10-\frac{\text{Total head at zero flow (m)}}{10}\right\}\text{kgf/cm}^2$$

■ Maximum suction head

50Hz : − 6m { GEJ-50×405M(G)-4MN0.4 : − 4.5m / GEJ-65×505M(G)-4M0.75 : − 5m }
60Hz : − 6m (Bore 125×100mm below)
− 5.5m (Bore 150×125mm)

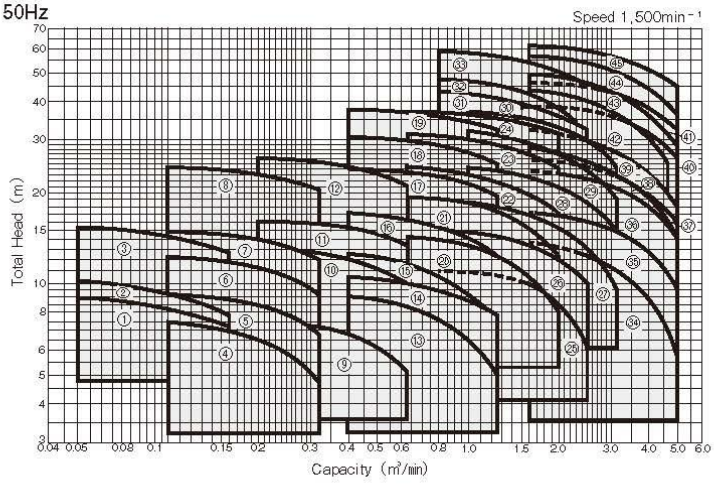
■ Standard specifications

- Liquid: Clean water 0 ~ 90°C
- Materials: Impeller FC or CAC406 (BC6)
  Shaft SUS403 (portion contacting liquid), Casing FC
- Construction: Impeller : Close
  Shaft sealing : Mechanical seal (Sic x Carbon)
  Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor
- Flange: JIS 10K

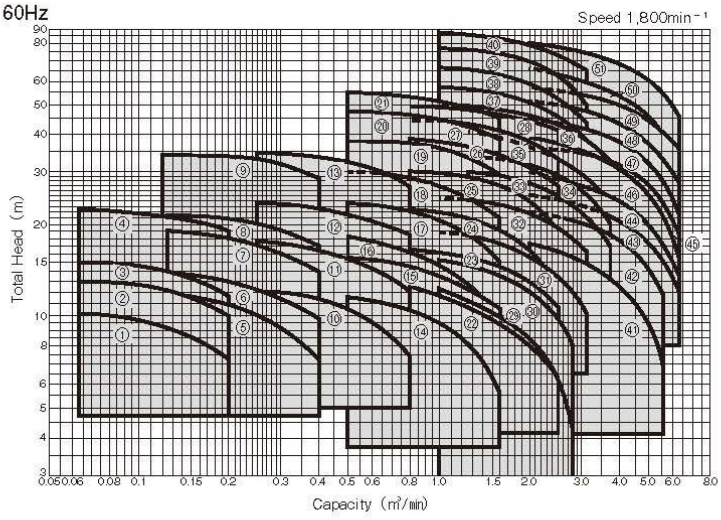
■ Standard accessories

Motor, Base, coupling, coupling cover, priming plug, wedge (more than bore 50x40 models)

■ Selection chart 50Hz



■ Selection chart 60Hz



GE-4M

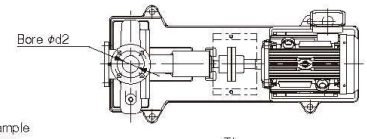
■ Specification & outline dimension table

Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning

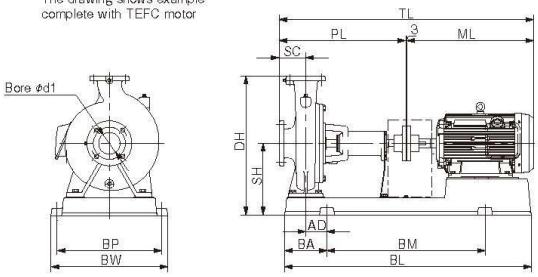
●GE-4M 50Hz

Flange : JIS 10K

(Companion flanges are optional accessories)



The drawing shows example complete with TEFC motor



Hz	Suction Bore	Discharge Bore	Ref. No.	Model	Motor	Performance Capacity	Performance Head	Performance Capacity	Performance Head	Maximum Back pressure	Dimensions (mm)										Mass
	mm	mm			kW	m³/min	m	m³/min	m	MPa {kgf/cm²}	SC	BL	BA	BM	BP	BW	DH	SH	TL	AD	kg
50	40	32	1	GEJ-40×325M-4MN0.4	0.4	0.05	9	0.16	7.2	0.88 {9.0}	80	647	111	420	270 / 265	265 / 260	347	187	681	45	46
			2	GEK-40×325M-4MN0.4	0.4	0.05	10.2	0.16	7.8	0.86 {8.8}	80	654	112	420	290 / 285	285 / 280	395	215	681	45	53
			3	GEK-405M-4MN0.75	0.75	0.05	15.2	0.16	12.5	0.81 {8.3}	80	733	122	480	290	336	395	215	746	55	64
	50	40	4	GEJ-50×405M-4MN0.4	0.4	0.1	7.5	0.32	4.8	0.89 {9.1}	80	647	111	420	270 / 265	265 / 260	347	187	681	45	47
			5	GEJ-505M-4MN0.75	0.75	0.1	9.2	0.32	6.8	0.88 {9.0}	80	727	121	480	290 / 285	285 / 280	347	187	741	55	54
			6	GEK-505M-4MN0.75	0.75	0.1	12.2	0.32	9.2	0.85 {8.7}	100	733	122	480	320	366	395	215	766	55	63
			7	GEK-505M-4MN1.5	1.5	0.1	14.8	0.32	12	0.82 {8.4}	100	731	122	480	320	366	395	215	778	55	70
			8	GEL-505M-4MN2.2	2.2	0.1	24.2	0.32	20.5	0.73 {7.4}	100	825	138	540	320 / 315	315 / 310	470	245	842	55	96
	65	50	9	GEJ-655M-4MN0.75	0.75	0.2	8	0.63	5.2	0.89 {9.1}	100	733	122	480	320	366	395	215	766	55	66
			10	GEK-655M-4MN1.5	1.5	0.2	13	0.63	10	0.84 {8.6}	100	731	122	480	320	366	415	215	778	55	76
			11	GEK-655M-4MN2.2	2.2	0.2	16	0.63	13.2	0.8 {8.2}	100	731	122	480	320	366	425	225	819	55	83
			12	GEL-655M-4MN3.7	3.7	0.2	26	0.63	21	0.72 {7.3}	100	825	138	540	320 / 315	315 / 310	470	245	842	55	108
	80	65	13	GEJ-805M-4MN1.5	1.5	0.4	9	1.25	5	0.87 {8.9}	100	732	122	480	360 / 355	355 / 350	415	215	778	40	73
			14	GEJ-805M-4MN2.2	2.2	0.4	10.5	1.25	7.8	0.86 {8.8}	100	822	138	540	360 / 355	355 / 350	425	225	839	55	85
			15	GEK-805M-4MN2.2	2.2	0.4	12.5	1.25	7.5	0.84 {8.6}	100	825	138	540	320 / 315	315 / 310	470	245	842	55	89
			16	GEK-805M-4MN3.7	3.7	0.4	17	1.25	12.2	0.79 {8.1}	100	823	138	540	420 / 320	415 / 315	470	245	840	55	104
			17	GEL-805M-4MN5.5	5.5	0.4	24.2	1.25	19.2	0.74 {7.5}	100	923	158	600	440 / 360	420 / 405	515	265	1001	60	140
			18	GEM-805M-4MN7.5	7.5	0.4	30.5	1.25	24.5	0.68 {6.9}	125	1029	180	660	420 / 360	540 / 405	590	310	1064	80	172
			19	GEM-805M-4MN11	11	0.4	38	1.25	32	0.6 {6.1}	125	1146	199	740	420 / 400	540 / 485	590	310	1172	100	203
	100	80	20	GEK-1005M-4MN3.7	3.7	0.63	14.2	2.0	8	0.85 {8.7}	125	921	158	600	440 / 360	420 / 405	495	245	970	75	127
			21	GEL-1005M-4MN5.5	5.5	0.63	19.2	2.0	12.2	0.78 {8.0}	125	1029	180	660	420 / 360	540 / 405	590	310	1054	80	164
			22	GEL-1005M-4MN7.5	7.5	0.63	24	2.0	17	0.75 {7.6}	125	1029	180	660	420 / 360	540 / 405	590	310	1064	80	174
			23	GEM-1005M-4MN11	11	0.63	31	2.0	24	0.69 {7.0}	125	1146	199	740	420 / 400	540 / 485	650	335	1172	100	213
			24	GEM-1005M-4MN15	15	0.63	37	2.0	31	0.62 {6.3}	125	1146	199	740	480 / 400	540 / 485	650	335	1193	100	233
	125	100	25	GEK-1255M-4MN3.7	3.7	0.8	11.8	2.5	6.2	0.84 {8.6}	125	927	158	600	440 / 360	420 / 405	545	265	970	60	144
			26	GEK-1255M-4MN5.5	5.5	0.8	15	2.5	10	0.81 {8.3}	125	923	158	600	440 / 360	420 / 405	545	265	1026	60	134
			27	GEL-1255BM-4MN7.5	7.5	1.0	18.5	3.1	10	0.80 {8.2}	140	1029	180	660	420 / 360	540 / 405	590	310	1079	80	179
			28	GEL-1255BM-4MN11	11	1.0	24	3.15	15.5	0.76 {7.7}	140	1146	199	740	480 / 400	540 / 485	590	310	1187	100	202
			29	GEM-1255BM-4MN15	15	1.0	32	3.15	19.5	0.66 {6.7}	140	1146	199	740	420 / 400	540 / 485	650	335	1208	100	245
			30	GEM-1255BM-4M18	18.5	1.0	37	3.15	24	0.62 {6.3}	140	1146	199	740	490	548	650	335	1256	100	293
			31	GEM-125×1005M-4M18	18.5	0.8	42.5	2.5	30.8	0.55 {5.6}	140	1146	199	740	490	548	650	335	1256	100	299
			32	GEO-1255M-4M22	22	0.8	47	2.5	31.5	0.52 {5.3}	140	1276	214	840	600 / 490	668 / 658	720	365	1316	95	392
			33	GEO-1255M-4M30	30	0.8	59	2.5	45	0.41 {4.2}	140	1276	214	840	600 / 490	668 / 658	720	365	1389	95	419
	150	125	34	GEK-1505M-4MN7.5	7.5	1.6	13.5	5.0	4.8	0.85 {8.7}	140	1029	180	660	420 / 360	540 / 405	650	335	1079	80	172
			35	GEK-1505M-4MN11	11	1.6	17.2	5.0	9.5	0.82 {8.4}	140	1146	199	740	420 / 400	540 / 485	650	335	1187	100	213
			36	GEL-1505M-4MN15	15	1.6	23.5	5.0	13.5	0.76 {7.8}	140	1146	199	740	420 / 400	540 / 485	690	335	1208	100	246
			37	GEL-1505M-4M18	18.5	1.6	25.2	5.0	16	0.75 {7.6}	140	1146	199	740	490	548	690	335	1256	100	316
			38	GEM-1505M-4M18	18.5	1.6	28	5.0	13.5	0.69 {7.0}	140	1276	214	840	600 / 490	668 / 658	720	365	1316	95	367
			39	GEM-1505M-4M22	22	1.6	32	5.0	17.5	0.65 {6.6}	140	1276	214	840	600 / 490	668 / 658	720	365	1316	95	382
			40	GEM-1505M-4M30	30	1.6	39	5.0	26	0.58 {5.9}	140	1276	214	840	600 / 490	668 / 658	720	365	1389	95	409
			41	GEM-1505M-4M37	37	1.6	45.5	5.0	32	0.51 {5.2}	140	1276	214	840	600 / 490	668 / 658	720	365	1494	95	471
			42	GEO-1505M-4M30	30	1.6	44.5	4.6	25	0.54 {5.5}	140	1280	214	840	600 / 490	668 / 658	805	405	1389	95	456
			43	GEO-1505M-4M37	37	1.6	49.5	5.0	28	0.49 {5.0}	140	1432	241	940	600	670	820	420	1494	120	572
			44	GEO-1505M-4M45	45	1.6	56.5	5.0	35	0.42 {4.3}	140	1432	241	940	600	670	820	420	1494	120	581
			45	GEO-1505M-4M55	55	1.6	61	5.0	45	0.38 {3.9}	140	1432	241	940	600	670	820	420	1531	120	616

※ BP, BW : upper ··· pump side dimension, lower ··· motor side dimension

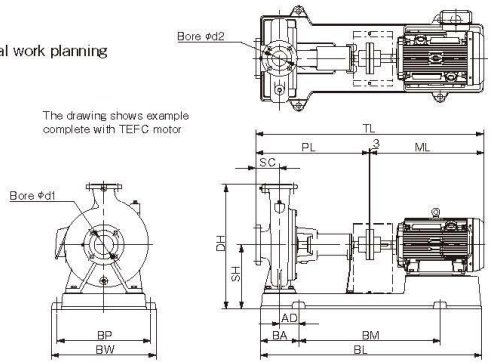
GE-4M

■ Specification & outline dimension table

Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning

●GE-4M 50Hz

Flange : JIS 10K
(Companion flanges are optional accessories)



Hz	Suction Bore	Discharge Bore	Ref.	Model	Motor	Performance Capacity	Performance Head	Performance Capacity	Performance Head	Maximum Back pressure	Dimensions (mm)										Mass
	mm	mm	No.		kW	m³/min	m	m³/min	m	MPa {kgf/cm²}	SC	BL	BA	BM	BP	BW	DH	SH	TL	AD	kg
60	40	32	1	GEJ-40×326M-4MN0.4	0.4	0.063	10.2	0.2	7.2	0.86 {8.8}	80	647	111	420	270/210	330/270	347	187	681	45	47
			2	GEJ-406M-4MN0.75	0.75	0.063	13	0.2	10	0.84 {8.6}	80	727	121	480	290/230	336/278	347	187	741	55	54
			3	GEK-406M-4MN0.75	0.75	0.063	15	0.2	11.5	0.81 {8.3}	80	733	122	480	290	336	395	215	746	55	63
			4	GEK-406M-4MN1.5	1.5	0.063	22.5	0.2	19	0.74 {7.5}	80	734	123	480	290	336	405	225	758	55	69
	50	40	5	GEJ-506M-4MN0.75	0.75	0.125	11.8	0.4	7.2	0.85 {8.7}	80	727	121	480	290/230	336/278	347	187	741	55	54
			6	GEJ-506M-4MN1.5	1.5	0.125	13.8	0.4	9.8	0.83 {8.5}	80	722	120	480	290	336	347	187	758	55	60
			7	GEK-506M-4MN1.5	1.5	0.125	19	0.4	14	0.77 {7.9}	100	731	122	480	320	366	395	215	778	55	70
			8	GEK-506M-4MN2.2	2.2	0.125	21.5	0.4	17	0.75 {7.6}	100	731	122	480	320	366	405	225	819	55	77
			9	GEL-506M-4MN3.7	3.7	0.12	34.5	0.4	28.5	0.62 {6.3}	100	825	138	540	420/320	458/378	470	245	842	55	106
	65	50	10	GEJ-656M-4MN1.5	1.5	0.25	12.5	0.8	7.5	0.84 {8.6}	100	731	122	480	320	366	395	215	778	55	73
			11	GEK-656M-4MN2.2	2.2	0.25	17.5	0.8	12	0.78 {8.0}	100	731	122	480	320	366	425	225	819	55	83
			12	GEK-656M-4MN3.7	3.7	0.25	23.2	0.8	18.5	0.74 {7.5}	100	821	138	540	320	366	425	225	853	70	106
			13	GEL-656M-4MN5.5	5.5	0.25	34.5	0.8	27	0.63 {6.4}	100	825	140	540	420/320	458/378	490	265	891	55	121
	80	65	14	GEJ-806M-4MN2.2	2.2	0.5	11.5	1.6	5.5	0.84 {8.6}	100	822	138	540	358/298	398/338	425	225	839	55	85
			15	GEJ-806M-4MN3.7	3.7	0.5	15.2	1.6	10.5	0.81 {8.3}	100	823	139	540	358/298	398/338	437	237	839	55	100
			16	GEK-806M-4MN3.7	3.7	0.5	18.2	1.6	9.5	0.78 {8.0}	100	823	138	540	420/320	458/378	470	245	840	55	104
			17	GEK-806M-4MN5.5	5.5	0.5	23.2	1.6	15.2	0.74 {7.5}	100	825	140	540	420/320	458/378	490	265	891	55	115
			18	GEL-806M-4MN7.5	7.5	0.5	30	1.6	21	0.68 {6.9}	100	1029	179	660	442/360	488/406	535	285	1039	80	156
			19	GEL-806M-4MN11	11	0.5	37.5	1.6	29.5	0.6 {6.1}	100	1140	199	740	440	498	535	285	1141	100	175
			20	GEM-806M-4MN15	15	0.5	48	1.6	38	0.49 {5.0}	125	1146	199	740	480/400	548/468	590	310	1193	100	221
			21	GEM-80×656M-4M18	18.5	0.5	54.5	1.6	45	0.43 {4.4}	125	1146	199	740	490	548	590	310	1241	100	272
	100	80	22	GEJ-1006M-4MN3.7	3.7	0.8	12.5	2.5	6.2	0.86 {8.7}	125	823	138	540	420/320	458/378	470	245	865	55	111
			23	GEJ-1006M-4MN5.5	5.5	0.8	16.5	2.5	10.5	0.83 {8.5}	125	825	140	540	420/320	458/378	490	265	916	55	119
			24	GEK-1006M-4MN7.5	7.5	0.8	22.5	2.5	13	0.77 {7.9}	125	1021	178	660	442/360	488/408	495	245	1064	95	140
			25	GEL-1006M-4MN11	11	0.8	30	2.5	19	0.66 {6.7}	125	1146	199	740	488/408	548/468	590	310	1172	100	201
			26	GEL-1006M-4MN15	15	0.8	38	2.5	27	0.6 {6.1}	125	1146	199	740	488/408	548/468	590	310	1193	100	222
			27	GEM-1006M-4M18	18.5	0.8	44.5	2.5	33	0.55 {5.6}	125	1146	199	740	490	548	650	335	1241	100	276
			28	GEM-1006M-4M22	22	0.8	49.5	2.5	39	0.5 {5.1}	125	1146	199	740	490	548	650	335	1241	100	301
	125	100	29	GEJ-1256M-4MN3.7	3.7	1.0	12.2	2.8	4.2	0.84 {8.6}	125	927	158	600	442/360	498/418	515	265	970	60	135
			30	GEJ-1256M-4MN5.5	5.5	1.0	15.2	2.8	8	0.81 {8.3}	125	923	158	600	442/360	498/418	515	265	1026	60	123
			31	GEK-1256M-4MN7.5	7.5	1.0	19	3.15	9.8	0.77 {7.9}	125	1026	179	660	442/360	498/408	565	285	1064	80	148
			32	GEK-1256M-4MN11	11	1.0	24.2	3.15	16.2	0.73 {7.4}	125	1140	199	740	440	498	565	285	1166	100	178
			33	GEL-1256BM-4MN15	15	1.25	30	3.8	16.5	0.69 {7.0}	140	1146	199	740	488/408	548/468	590	310	1208	100	228
			34	GEL-1256BM-4M18	18.5	1.25	34	3.8	21.5	0.65 {6.6}	140	1146	199	740	490	548	590	310	1256	100	274
			35	GEM-1256BM-4M22	22	1.25	41.5	3.8	23.5	0.56 {5.7}	140	1146	199	740	490	548	650	335	1256	100	317
			36	GEM-1256BM-4M30	30	1.25	51	3.8	32.5	0.47 {4.7}	140	1146	199	740	490	548	650	335	1329	100	342
			37	GEM-125×1006M-4M30	30	1.0	57	3.15	37.5	0.4 {4.1}	140	1146	199	740	490	548	650	335	1329	100	334
			38	GEO-1256M-4M37	37	1.0	67	3.15	44	0.32 {3.3}	140	1276	214	840	538/458	598/518	720	365	1494	95	476
			39	GEO-1256M-4M45	45	1.0	77	3.15	55	0.23 {2.3}	140	1276	214	840	538/458	598/518	720	365	1494	95	497
			40	GEO-1256M-4M55	55	1.0	86	3.15	66	0.14 {1.4}	140	1429	241	940	600	670	740	385	1531	120	560
	150	125	41	GEK-1506M-4MN11	11	2.0	17.2	5.6	6.2	0.81 {8.3}	140	1146	199	740	488/408	548/468	650	335	1187	100	213
			42	GEK-1506M-4MN15	15	2.0	22	5.6	11.8	0.77 {7.9}	140	1146	199	740	488/408	548/468	650	335	1208	100	224
			43	GEK-1506M-4M18	18.5	2.0	24.8	6.3	12	0.75 {7.7}	140	1146	199	740	490	548	650	335	1256	100	281
			44	GEL-1506M-4M22	22	2.0	30	6.3	12.5	0.7 {7.1}	140	1146	199	740	490	548	690	335	1256	100	345
			45	GEL-1506M-4M30	30	2.0	36	6.3	18.5	0.64 {6.5}	140	1146	199	740	490	548	690	335	1329	100	367
			46	GEM-1506M-4M30	30	2.0	39	6.3	14	0.56 {5.7}	140	1276	214	840	538/458	598/518	720	365	1389	95	406
			47	GEM-1506M-4M37	37	2.0	45	6.3	21.5	0.51 {5.2}	140	1276	214	840	538/458	598/518	720	365	1494	95	466
			48	GEM-1506M-4M45	45	2.0	51	6.3	27.5	0.46 {4.7}	140	1276	214	840	538/458	598/518	720	365	1494	95	487
			49	GEM-1506M-4M55	55	2.0	57	6.3	35.5	0.40 {4.1}	140	1429	241	940	600	670	740	385	1531	120	550
			50	GEO-1506M-4M55	55	2.0	66	5.6	38	0.32 {3.3}	140	1432	241	940	600	670	820	420	1531	120	614
			51	GEO-1506M-4M75	75	2.0	80	6.3	46	0.19 {1.9}	140	1429	241	940	600	670	820	420	1613	120	805

※ BP, BW : upper ··· pump side dimension, lower ··· motor side dimension

11

GEN-4M End suction centrifugal pump Nylon coating

■ Applications

- Cold and hot water circulation
- Cooling water for building and factory equipments
- Agriculture
- Industry

(Please inquire in case drinking water application)

■ Features

- Easy maintenance and inspection due to back pull out construction
- Simple end suction top centerline discharge position enable steady installtion with high discharge pipe loading
- Wide applications for various usages.
- Less vivration and quiet operation sound because of 4 pole motor revolution (1500min⁻¹/50Hz, 1800min⁻¹/60Hz)
- In accordance with Japanese Industrial Standard (JISB8313)
- Evaluated item of 「horizontal centrifugal pump」 by (C)Public Buildings Association., Ltd.

■ Maximum back pressure···Refer to Specification table

$$\left(0.98 - \frac{\text{Total head at zero flow (m)} \times 0.098}{10}\right) \text{MPa}$$

$$\left\{10 - \frac{\text{Total head at zero flow (m)}}{10}\right\} \text{kgf/cm}^2$$

■ Maximum suction head (20℃)

−6m { Bore 50×405 φ Output 0.4kW : −5m / Bore 65×505 φ Output 0.75kW : −4m / Bore 80×655 φ Output 1.5kW : −4.5m / Bore 80×656 φ Output 2.2kW : −4m }

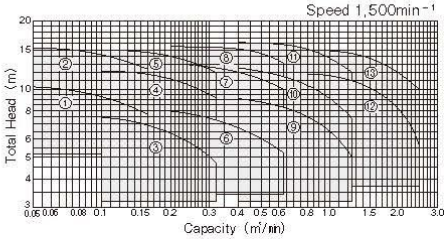
■ Standard specifications

- Liquid: Clean water 0 ~ 40℃
- Materials: Impeller CAC406(BC6); Shaft SUS316(portion contacting liquid), Casing FC; Casing FC + Nylon coating
- Construction: Impeller : Close; Shaft sealing : Mechanical seal (SiC x Carbon); Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor
- Flange: JIS 10K

■ Standard accessories

Motor,Base, coupling,coupling cover, priming plug,wedge (more than bore 80x65 models)

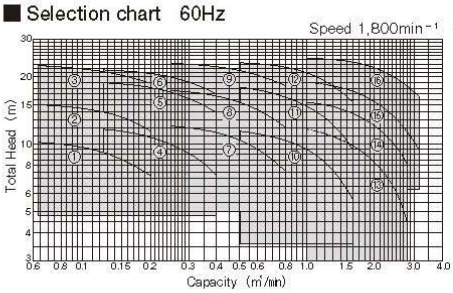
■ Selection chart 50Hz



■ Specification table

Hz	Suction Bore mm	Discharge Bore mm	Ref. No	Model	Motor kW	Performance Capacity m³/min	Performance Head m	Performance Capacity m³/min	Performance Head m	Maximum Back pressure MPa{kgf/cm²}
50	40	32	1	GEN-40×325M-4MN0.4	0.4	0.05	10.2	0.16	7.8	0.86{8.8}
			2	GEN-405M-4MN0.75	0.75	0.05	15.2	0.16	12.5	0.81{8.3}
	50	40	3	GEN-50×405M-4MN0.4	0.4	0.1	7.5	0.32	4.8	0.89{9.1}
			4	GEN-505M-4MN0.75	0.75	0.1	12.2	0.32	9.2	0.85{8.7}
			5	GEN-505M-4MN1.5	1.5	0.1	14.8	0.32	12	0.82{8.4}
	65	50	6	GEN-655M-4MN0.75	0.75	0.2	8	0.63	5.2	0.89{9.1}
			7	GEN-655M-4MN1.5	1.5	0.2	13	0.63	10	0.84{8.6}
			8	GEN-655M-4MN2.2	2.2	0.2	15.5	0.63	13.2	0.80{8.2}
	80	65	9	GEN-805M-4MN1.5	1.5	0.4	9	1.25	5	0.87{8.9}
			10	GEN-805M-4MN2.2	2.2	0.4	12.5	1.25	7.5	0.84{8.6}
			11	GEN-805M-4MN3.7	3.7	0.4	16.2	1.25	12	0.79{8.1}
	125	100	12	GEN-1255M-4MN3.7	3.7	0.8	11.8	2.5	5.5	0.84{8.6}
			13	GEN-1255M-4MN5.5	5.5	0.8	15	2.5	10	0.81{8.3}

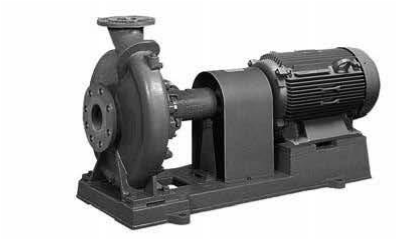
■ Selection chart 60Hz



■ Specification table

Hz	Suction Bore mm	Discharge Bore mm	Ref. No	Model	Motor kW	Performance Capacity m³/min	Performance Head m	Performance Capacity m³/min	Performance Head m	Maximum Back pressure MPa{kgf/cm²}
60	40	32	1	GEN-40×326M-4MN0.4	0.4	0.063	10.2	0.2	7.2	0.86{8.8}
			2	GEN-406M-4MN0.75	0.75	0.063	15	0.2	11.5	0.81{8.3}
			3	GEN-406M-4MN1.5	1.5	0.063	22.5	0.2	19	0.74{7.5}
	50	40	4	GEN-506M-4MN0.75	0.75	0.125	11.8	0.4	7.2	0.85{8.7}
			5	GEN-506M-4MN1.5	1.5	0.125	19	0.4	14	0.77{7.9}
			6	GEN-506M-4MN2.2	2.2	0.125	21.5	0.4	17	0.74{7.6}
	65	50	7	GEN-656M-4MN1.5	1.5	0.25	12.2	0.8	7.5	0.84{8.6}
			8	GEN-656M-4MN2.2	2.2	0.25	17.5	0.8	12	0.78{8.0}
			9	GEN-656M-4MN3.7	3.7	0.25	23.2	0.8	18.5	0.74{7.5}
	80	65	10	GEN-806M-4MN2.2	2.2	0.5	11.5	1.6	5.5	0.84{8.6}
			11	GEN-806M-4MN3.7	3.7	0.5	18.2	1.6	9.5	0.78{8.0}
			12	GEN-806M-4MN5.5	5.5	0.5	23.2	1.6	15.2	0.74{7.5}
	125	100	13	GEN-1256M-4MN3.7	3.7	1.0	11.8	2.8	4.2	0.84{8.6}
			14	GEN-1256M-4MN5.5	5.5	1.0	15.2	2.8	8	0.81{8.3}
			15	GEN-1256M-4MN7.5	7.5	1.0	19	3.15	9.2	0.77{7.9}
			16	GEN-1256M-4MN11	11	1.0	24.2	3.15	16.2	0.73{7.4}

GF-4M End suction centrifugal pump 4 pole



■ Applications

- Cold and hot water circulation
- Cooling water for building and factory equipments
- Agriculture
- Industry

(Please inquire in case drinking water application)

■ Features

- Easy maintenance and inspection due to back pull out construction
- Simple end suction top centerline discharge position enable steady installtion with high discharge pipe loading
- Wide applications for various usages.
- Less vivration and quiet operation sound because of 4 pole motor revolution(1500min⁻¹/50Hz, 1800min⁻¹/60Hz)
- In accordance with Japanese Industrial Standard(JISB8313)
- Evaluated item of 「horizontal centrifugal pump」 by (C)Public Buildings Association., Ltd.

■ Standard specifications

- Liquid: Clean water 0～90℃
- Materials: Impeller CAC702(AlBC2) or CAC406(BC6) Shaft SUS420J2 or SUS403(portion contacting liquid) Casing FC
- Constuction: Impeller : Close Shaft sealing : Gland packing Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor
- Flange: JIS 10K

■ Standard accessories

Motor,Base, coupling,coupling cover, wedge

■ Maximum back pressure···Refer to Specification table

$\left(1.37 - \frac{\text{Total head at zero flow (m)} \times 0.098}{10}\right)$ MPa or 0.69MPa

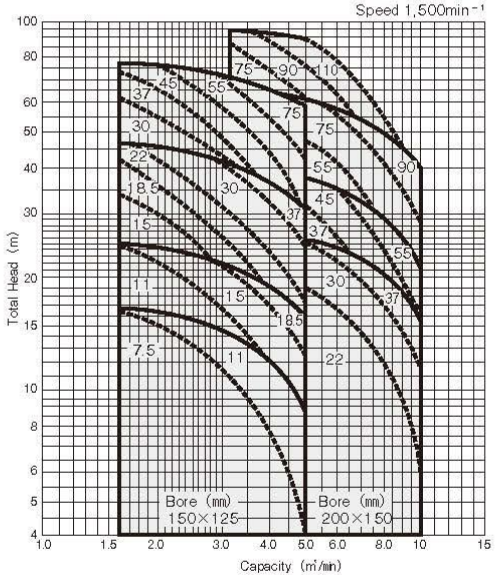
$\left\{14 - \frac{\text{Total head at zero flow (m)}}{10}\right\}$ kgf/cm² or {7} kgf/cm²

either Lower pressure

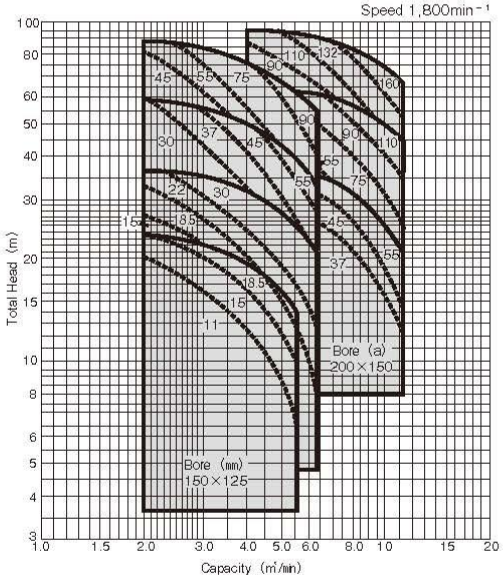
■ Maximum suction head

Standard models : Positive suction application only (more than 0.098 MPa {1kgf/cm²})
Negative suction and high back pressure application : Order made

■ Selection chart 50Hz

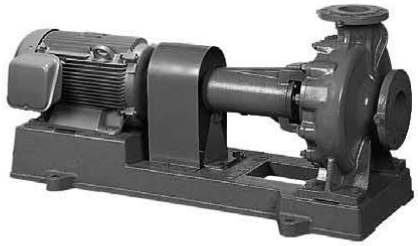


■ Selection chart 60Hz



Figures in the performance chart show motor kW

GD·GDF High back pressure end suction centrifugal pump 2 pole 4 pole



〈Exclusive for positive suction application〉

■ Applications

- Cooling water for building and factory equipments
- Cold and hot water circulation
- Air Conditioning ● Industry

(Please inquire in case drinking water application)

■ Features

- High back pressure series adopting balance type mechanical seal for shaft sealing and FCD(cast ductile iron) material for casing.
- Easy maintenance and inspection due to back pull out construction
- Simple end suction top centerline discharge position enable steady installtion with high discharge pipe loading
- High efficiency and wide applications for various usages.
- Less vibration and quiet operation sound.
- Evaluated item of 「horizontal centrifugal pump」 by (C)Public Buildings Association., Ltd.

■ Standard specifications

- Liquid: Clean water 0 ~ 90℃
- Materials: Impeller CAC406(BC6), CAC403(BC3) or CAC702(AlBC2)
  Shaft SUS420J2
  Casing FCD450
- Constuction: Impeller : Close
  Shaft sealing : Balance type mechanical seal(SiC x carbon)
  Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor
- Flange: JIS 10K (GD series)
  JIS20K (GDF series, JIS16K for suction side of bore 200mm models)

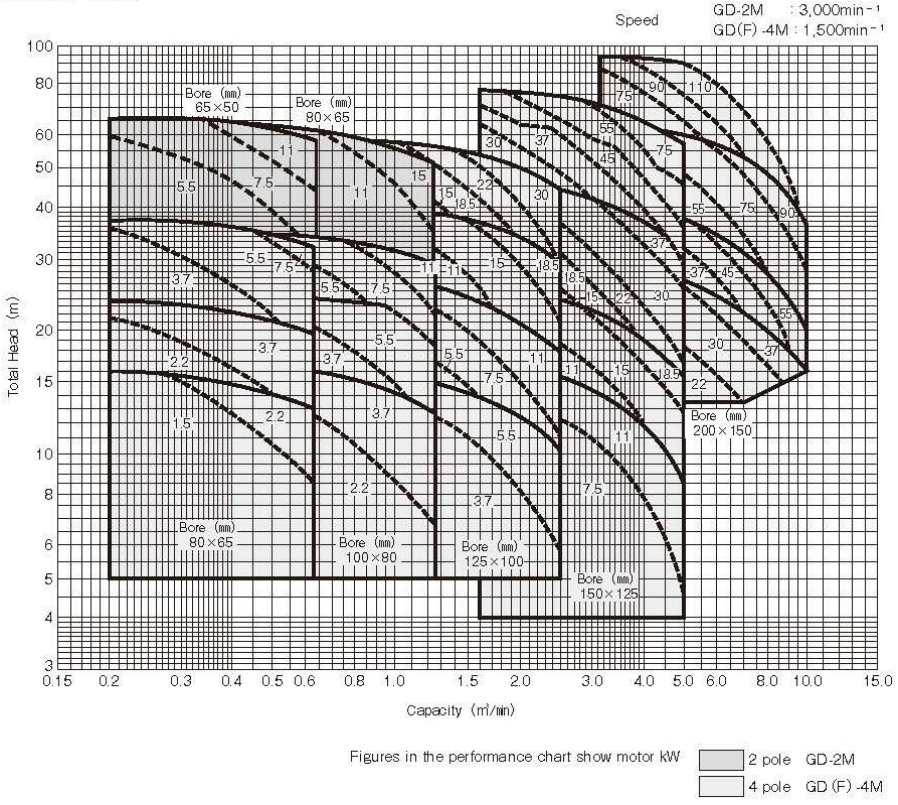
■ Standard accessories

Motor,Base, coupling,coupling cover

■ Maximum back pressure

GD形	$\left(1.37 - \frac{\text{Total head at zero flow (m)} \times 0.098}{10}\right)$ MPa $\left\{14 - \frac{\text{Total head at zero flow (m)}}{10}\right\}$ kgf/cm²
GDF形	More than 0.49MPa below 2.0MPa {more than 5kgf/cm² below 20kgf/cm²} (more than 0.49MPa below 1.6MPa ··· bore 200mm models {more than 5kgf/cm² below 16kgf/cm²}) [Maximum pumping pressure 2.5MPa{below25kgf/cm²}]

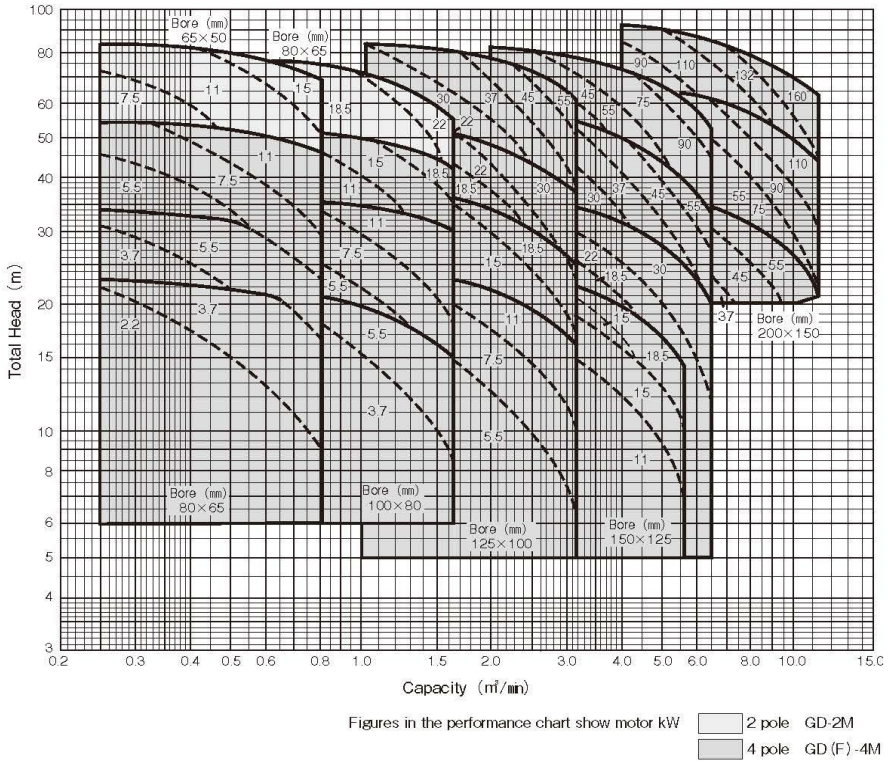
■ Selection chart 50Hz



GD·GDF

■ Selection chart 60Hz

Speed GD-2M : 3,600min⁻¹
GD(F)-4M : 1,800min⁻¹



F End suction centrifugal pump 4 pole

Applications

- Cold and hot water circulation
- Cooling water for building and factory equipments
- Agriculture

(Please inquire in case drinking water application)

Features

- Easy maintenance and inspection because of back pull out construction

Standard specifications

- Liquid: Clean water 0 ~ 90℃
- Materials: Impeller FC or CAC406 (BC6), Shaft SUS403, Casing FC
- Shaft sealing: Grand packing
- Flange: JIS 10K (thin type)

Maximum back pressure

0.29MPa{3.0kgf/cm²}

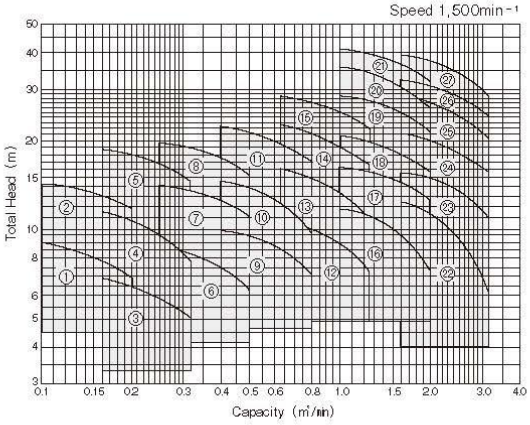
Standard accessories

Motor, Base, coupling, coupling cover, air exhaust valve, priming funnel, priming valve

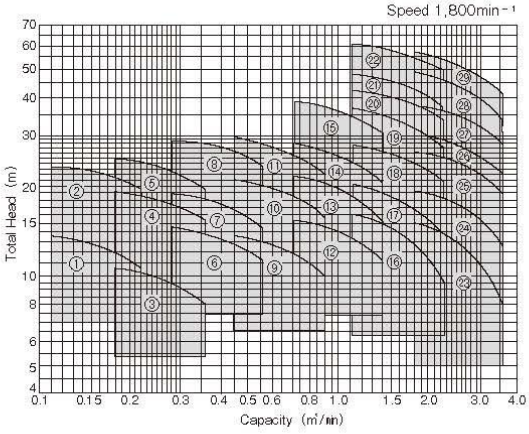
Maximum suction head (20℃)

Hz	Suction bore (㎜)	suction head
50	40	− 6m (0.4kW : − 4.8m)
	50	− 6m (0.4kW : − 3.5m 0.75kW : − 5.5m)
	65	− 6m (0.75kW : − 4.2m)
	80	− 6m (1.5kW : − 4.8m)
	100	− 6m (2.2kW : − 4.8m)
	125	− 5.5m (3.7kW : − 4.8m)
	150	− 5.5m (below 7.5kW : − 5m)
60	below 100	− 6m (506-M0.75 : − 5.5m)
	125・150	− 5.5m (1506-M7.5 : − 5m)

Selection chart 50Hz



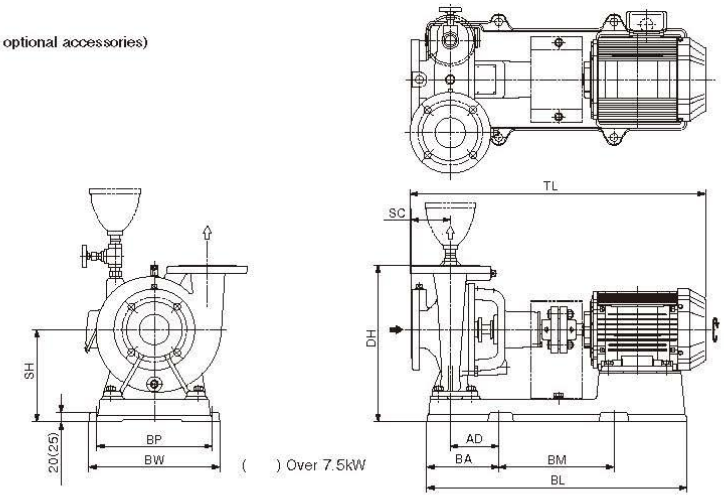
Selection chart 60Hz



Specification & outline dimension table

Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning

Flange : JIS 10K
(Companion flanges are optional accessories)



Continue to the next page

F

■ **Specification & outline dimension table** Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning

Hz	Bore	Ref	Model	Motor	Performance				Maximum Back pressure	Dimensions (mm)										Mass
					Capacity	Head	Capacity	Head												
	mm	No.		kW	m³/min	m	m³/min	m	MPa {kgf/cm²}	SC	BL	BA	BM	BP	BW	DH	SH	TL	AD	kg
50	40	1	F-405-MN0.4	0.4	0.1	9	0.2	6.8	0.29 {3.0}	75	488	131	250	220	254	310	180	544	85	40
		2	F-405-MN0.75	0.75	0.1	14.2	0.2	11.8	0.29 {3.0}	75	524	136	250	250	284	360	200	581	85	50
	50	3	F-505-MN0.4	0.4	0.16	6.8	0.32	5	0.29 {3.0}	75	488	131	250	220	254	305	180	549	85	42
		4	F-505-MN0.75	0.75	0.16	11.5	0.32	7.8	0.29 {3.0}	80	524	136	250	250	284	350	200	586	85	47
		5	F-505-MN1.5	1.5	0.16	18.8	0.32	14.5	0.29 {3.0}	80	589	171	250	250	284	385	225	661	115	59
	65	6	F-655-MN0.75	0.75	0.25	8.8	0.5	6.2	0.29 {3.0}	85	524	136	250	250	284	340	200	593	85	49
		7	F-655-MN1.5	1.5	0.25	14	0.5	11	0.29 {3.0}	85	577	163	280	250	284	365	205	669	113	55
		8	F-655-MN2.2	2.2	0.25	19.5	0.5	15.2	0.29 {3.0}	90	628	163	320	280	314	390	225	713	102	68
	80	9	F-805-MN1.5	1.5	0.4	9.8	0.8	7	0.29 {3.0}	90	577	163	280	250	284	360	205	679	118	54
		10	F-805-MN2.2	2.2	0.4	14.5	0.8	9.5	0.29 {3.0}	90	628	163	320	280	314	395	225	716	102	66
		11	F-805-MN3.7	3.7	0.4	22.2	0.8	17	0.29 {3.0}	95	698	193	320	310	344	420	235	791	125	92
	100	12	F-1005-MN2.2	2.2	0.63	10.5	1.25	7.2	0.29 {3.0}	100	628	163	320	280	314	385	225	738	112	64
		13	F-1005-MN3.7	3.7	0.63	16	1.25	10.8	0.29 {3.0}	100	698	193	320	310	344	410	235	806	130	92
		14	F-1005-MN5.5	5.5	0.63	22.5	1.25	16.5	0.29 {3.0}	100	785	189	400	340	386	458	268	867	123	113
		15	F-1005-MN7.5	7.5	0.63	28.2	1.25	22	0.29 {3.0}	100	822	209	400	340	386	498	288	932	140	135
	125	16	F-1255-MN3.7	3.7	1.0	11.8	2.0	7.2	0.29 {3.0}	105	700	193	320	310	344	445	255	831	135	198
		17	F-1255-MN5.5	5.5	1.0	16.2	2.0	12.5	0.29 {3.0}	105	785	189	400	340	386	458	268	892	128	107
		18	F-1255-MN7.5	7.5	1.0	20.5	2.0	15.5	0.29 {3.0}	105	822	209	400	340	386	498	288	957	145	140
		19	F-1255-MN11	11	1.0	28.5	2.0	21.5	0.29 {3.0}	110	951	214	500	380	426	528	308	1053	142	166
		20	F-1255-MN15	15	1.0	35.5	2.0	26	0.29 {3.0}	110	1003	224	550	400	446	588	328	1129	150	225
		21	F-1255-M18.5	18.5	1.0	41	2.0	32	0.29 {3.0}	110	1051	214	630	440	486	588	328	1177	140	276
	150	22	F-1505-MN5.5	5.5	1.6	12.5	3.15	6	0.29 {3.0}	110	822	209	400	340	386	488	288	944	155	119
		23	F-1505-MN7.5	7.5	1.6	15.5	3.15	10.8	0.29 {3.0}	110	822	209	400	340	386	488	288	982	155	126
		24	F-1505-MN11	11	1.6	21	3.15	15.5	0.29 {3.0}	110	951	214	500	380	426	528	308	1078	152	170
		25	F-1505-MN15	15	1.6	28	3.15	20	0.29 {3.0}	115	1003	224	550	400	446	568	328	1144	150	203
		26	F-1505-M18.5	18.5	1.6	32	3.15	24.5	0.29 {3.0}	115	1051	214	630	440	486	568	328	1192	140	257
		27	F-1505-M22	22	1.6	38.5	3.15	28.5	0.29 {3.0}	115	1073	219	630	440	486	608	348	1213	140	289

Hz	Bore	Ref	Model	Motor	Performance				Maximum Back pressure	Dimensions (mm)										Mass
					Capacity	Head	Capacity	Head												
	mm	No.		kW	m³/min	m	m³/min	m	MPa {kgf/cm²}	SC	BL	BA	BM	BP	BW	DH	SH	TL	AD	kg
60	40	1	F-406-MN0.75	0.75	0.11	13.5	0.22	10.5	0.29{3.0}	75	515	131	250	250	284	310	180	576	85	42
		2	F-406-MN1.5	1.5	0.11	23.2	0.22	19.5	0.29{3.0}	75	564	156	250	250	284	360	200	627	105	54
	50	3	F-506-MN0.75	0.75	0.18	10.5	0.36	8	0.29{3.0}	80	515	131	250	250	284	305	180	581	85	43
		4	F-506-MN1.5	1.5	0.18	19	0.36	15.2	0.29{3.0}	80	564	156	250	250	284	350	200	632	105	52
		5	F-506-MN2.2	2.2	0.18	24.8	0.36	19.5	0.29{3.0}	80	628	163	320	280	314	385	225	703	102	65
	65	6	F-656-MN1.5	1.5	0.28	14.5	0.56	11.2	0.29{3.0}	85	564	156	250	250	284	340	200	640	105	53
		7	F-656-MN2.2	2.2	0.28	18.8	0.56	14.5	0.29{3.0}	85	616	148	320	280	314	365	205	711	97	62
		8	F-656-MN3.7	3.7	0.28	28.8	0.56	23.2	0.29{3.0}	90	632	158	320	310	344	390	225	734	102	78
	80	9	F-806-MN2.2	2.2	0.45	13.5	0.9	9.8	0.29{3.0}	90	616	148	320	280	314	360	205	721	102	62
		10	F-806-MN3.7	3.7	0.45	21	0.9	15.5	0.29{3.0}	90	632	158	320	310	344	395	225	737	102	78
		11	F-806-MN5.5	5.5	0.45	29.5	0.9	22	0.29{3.0}	95	741	188	360	340	374	420	235	852	120	100
	100	12	F-1006-MN3.7	3.7	0.71	15.2	1.4	11.2	0.29{3.0}	100	632	158	320	310	344	385	225	759	112	75
		13	F-1006-MN5.5	5.5	0.71	21.5	1.4	15.2	0.29{3.0}	100	741	188	360	340	374	410	235	867	125	98
		14	F-1006-MN7.5	7.5	0.71	28	1.4	20.5	0.29{3.0}	100	785	189	400	340	386	458	268	905	123	119
		15	F-1006-MN11	11	0.71	38.2	1.4	30.5	0.29{3.0}	100	899	204	500	380	426	498	288	1033	137	153
	125	16	F-1256-MN5.5	5.5	1.12	16	2.24	9.5	0.29{3.0}	105	785	189	400	340	386	458	268	892	128	107
		17	F-1256-MN7.5	7.5	1.12	20	2.24	13.8	0.29{3.0}	105	785	189	400	340	386	458	268	930	128	113
		18	F-1256-MN11	11	1.12	27.5	2.24	20.8	0.29{3.0}	105	899	204	500	380	426	498	288	1058	143	160
		19	F-1256-MN15	15	1.12	36.5	2.24	27	0.29{3.0}	110	951	214	500	380	426	528	308	1085	143	185
		20	F-1256-M18.5	18.5	1.12	42	2.24	33.5	0.29{3.0}	110	951	214	500	440	486	528	308	1130	147	232
		21	F-1256-M22	22	1.12	47.5	2.24	36.5	0.29{3.0}	110	1051	214	630	440	486	588	328	1184	140	285
		22	F-1256-M30	30	1.12	60	2.24	49	0.29{3.0}	110	1051	214	630	440	486	588	328	1257	140	311
	150	23	F-1506-MN7.5	7.5	1.8	14.8	3.55	7.5	0.29{3.0}	110	822	209	400	340	386	488	288	982	155	125
		24	F-1506-MN11	11	1.8	19	3.55	12	0.29{3.0}	110	899	204	500	380	426	488	288	1083	153	148
		25	F-1506-MN15	15	1.8	26	3.55	18.5	0.29{3.0}	110	951	214	500	380	426	528	308	1110	153	187
		26	F-1506-M18.5	18.5	1.8	30	3.55	22	0.29{3.0}	110	951	214	500	440	486	528	308	1155	152	235
		27	F-1506-M22	22	1.8	37	3.55	27.5	0.29{3.0}	115	1051	214	630	440	486	568	328	1199	140	263
		28	F-1506-M30	30	1.8	48.5	3.55	32.5	0.29{3.0}	115	1073	219	630	440	486	608	348	1286	140	314
		29	F-1506-M37	37	1.8	56.5	3.55	41	0.29{3.0}	115	1156	219	630	480	526	608	348	1399	140	378

GN-C Compact centrifugal pump

Preventing red discolourment of water
Nylon Coating 2 pole

Applications

- Preventing red discolourment water supply
- Cooling water
- Water supply to buildings and factories
- Small regional drinking water
- Other general water supply

Features

- Unique rust proof treatment(PAT.pending)
- Easier maintenance because of back pull out pump construction
- Smaller installation space and not necessary of centering because of close coupled type pump

Standard specifications

- Liquid: Clean water 0～40℃
- Materials: Impeller CAC406(BC6)
  Shaft SUS304(portion contacting liquid)
  Casing FC + Nylon coating
- Construction: Impeller : Close
  Shaft sealing : Mechanical seal(Ceramic x Carbon)
  Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor
- Motor: Drip proof, 200V/3 Phase
- Flange: JIS 10K thin type

Maximum back pressure

$\left(0.49\,(\text{or } 0.69) - \frac{\text{Total head at zero flow (m)} \times 0.098}{10}\right)$ MPa or 0.049MPa

$\left\{5\,(\text{or } 7) - \frac{\text{Total head at zero flow (m)}}{10}\right\}$ kgf/cm² or {0.5} kgf/cm²

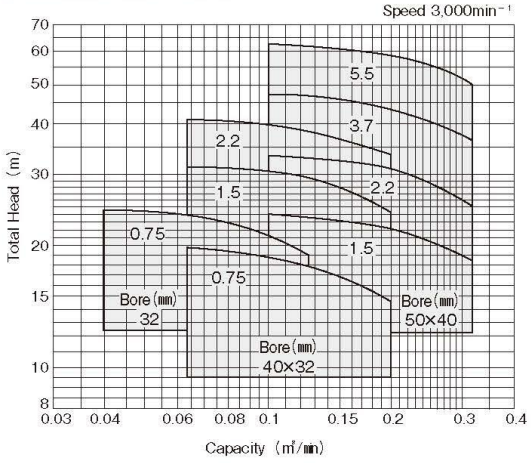
Maximum suction head

− 6m (20℃)

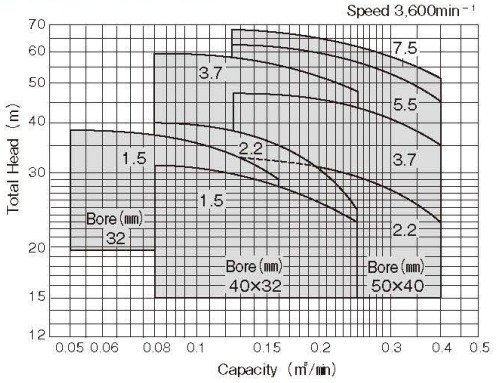
Standard accessories

Motor,Base, Companion flange

Selection chart 50Hz



Selection chart 60Hz



Figures in the performance chart show motor kW

PE(2) In Line Centrifugal Pump 2 pole

Applications

- Cold and hot water circulation
- Industry
- Setting for machinery equipment

(Please inquire in case drinking water application)

Features

- Strong against deterioration of bearing and insulation due to TEFC motor
- Long life and strong against leakage due to adoption of high quality mechanical seal which can stand antifreeze
- No rusting and easy maintenance because of rust proof materials(such asstainless steel for impeller, bolts and nuts) are used

Standard accessories

Companion flange

Maximum suction head (20℃)

Bore 20mm~ 65mm	-6m
Bore 80mm	50Hz : -5.5m 60Hz : -3m

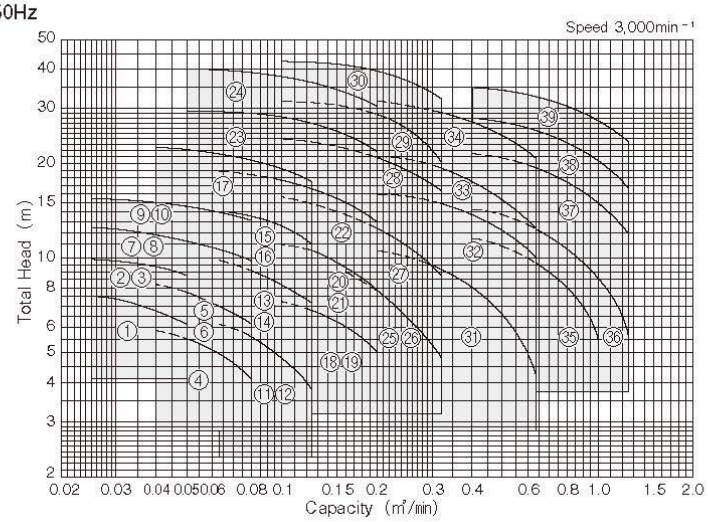
Standard specifications

- Liquid: Clean water 0 ~ 90℃ (Max 100℃)
- Materials: Impeller SCS13
  Shaft SUS304(portion contacting liquid), Casing FC
- Construction: Impeller : Close
  Shaft sealing : Mechanical seal(SiC x Carbon)
  Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor or outdoor
- Motor: TEFC outdoor
- Flange: Special flange (below bore 25mm models)
  JIS10K thin type (over bore 32mm)

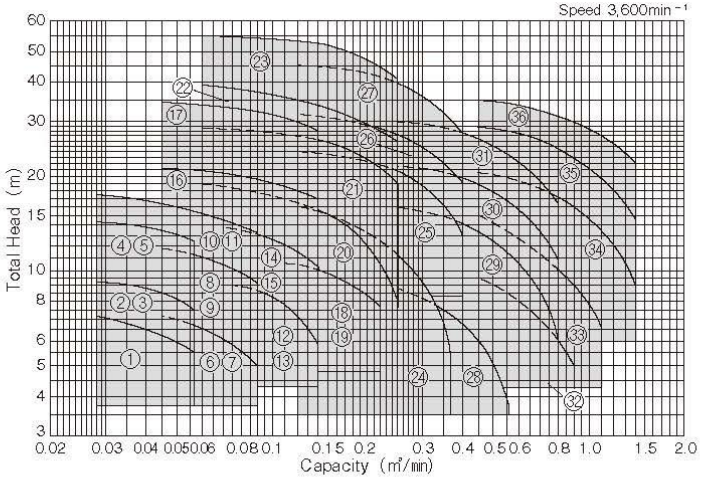
Maximum back pressure

Below 0.15kw	$0.5-\left\{\frac{0.098\times\text{Total head at zero flow}}{10}\right\}$ MPa$\left\{5.1-\frac{\text{Total head at zero flow}}{10}\right\}$ kgf/cm²
Above0.25kw	$0.7-\left\{\frac{0.098\times\text{Total head at zero flow}}{10}\right\}$ MPa$\left\{7.1-\frac{\text{Total head at zero flow}}{10}\right\}$ kgf/cm²

Selection chart 50Hz



Selection chart 60Hz



PE(2)

■ Specification & outline dimension table

Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning

Hz	Bore	Ref	Model	Motor	Performance			
					Capacity	Head	Capacity	Head
	mm	No.		kW	m³/min	m	m³/min	m
50	20	1	PE2-205-0.1S	0.1	0.025	7.5	0.05	6.2
		2	PE2-205-0.15S	0.15	0.025	9.8	0.05	8.8
		3	PE2-205-0.15T	0.15	0.025	9.8	0.05	8.8
	25	4	PE2-255-0.1S	0.1	0.04	5.8	0.08	4.2
		5	PE2-255-0.15S	0.15	0.04	8.2	0.08	6.2
		6	PE2-255-0.15T	0.15	0.04	8.2	0.08	6.2
		7	PE2-255-0.25S	0.25	0.025	12.5	0.08	9.8
		8	PE2-255-0.25T	0.25	0.025	12.5	0.08	9.8
		9	PE2-255-0.4S	0.4	0.025	15.5	0.08	13.2
		10	PE2-255-0.4T	0.4	0.025	15.5	0.08	13.2
	32	11	PE2-325-0.15S	0.15	0.063	6.2	0.125	3.8
		12	PE2-325-0.15T	0.15	0.063	6.2	0.125	3.8
		13	PE2-325-0.25S	0.25	0.063	9.8	0.125	7.2
		14	PE2-325-0.25T	0.25	0.063	9.8	0.125	7.2
		15	PE2-325-0.4S	0.4	0.063	14	0.125	11
		16	PE2-325-0.4T	0.4	0.063	14	0.125	11
		17	PE-325-0.75	0.75	0.04	22.5	0.125	17.5
	40	18	PE2-405-0.25S	0.25	0.1	7.2	0.2	5.0
		19	PE2-405-0.25T	0.25	0.1	7.2	0.2	5.0
		20	PE2-405-0.4S	0.4	0.1	11.0	0.2	7.8
		21	PE2-405-0.4T	0.4	0.1	11.0	0.2	7.8
		22	PE-405-0.75	0.75	0.05	19	0.2	13
		23	PE-405-1.5	1.5	0.05	29.8	0.2	22
		24	PE-405-2.2	2.2	0.05	40	0.2	30.5
	50	25	PE2-505-0.4S	0.4	0.16	9	0.32	4.8
		26	PE2-505-0.4T	0.4	0.16	9	0.32	4.8
		27	PE-505-0.75	0.75	0.1	15.8	0.32	8.5
		28	PE-505-1.5	1.5	0.1	24.5	0.32	16.5
		29	PE-505-2.2	2.2	0.1	31.5	0.32	20.5
		30	PE-505-3.7	3.7	0.1	42.5	0.32	32.5
	65	31	PE-655-0.75	0.75	0.2	10.5	0.63	4.2
		32	PE-655-1.5	1.5	0.2	16	0.63	10
		33	PE-655-2.2	2.2	0.2	21	0.63	12.5
		34	PE-655-3.7	3.7	0.2	31.8	0.63	20.5
	80	35	PE-805-1.5	1.5	0.4	11.5	1.0	5.5
		36	PE-805-2.2	2.2	0.4	14.2	1.25	5.5
		37	PE-805-3.7	3.7	0.4	21.5	1.25	11.8
		38	PE-805-5.5	5.5	0.4	28	1.25	16.5
		39	PE-805-7.5	7.5	0.4	35	1.25	23.8

Hz	Bore	Ref	Model	Motor	Performance			
					Capacity	Head	Capacity	Head
	mm	No.		kW	m³/min	m	m³/min	m
60	20	1	PE2-206-0.1S	0.1	0.028	7.2	0.056	5.5
		2	PE2-206-0.15S	0.15	0.028	9.2	0.056	7.5
		3	PE2-206-0.15T	0.15	0.028	9.2	0.056	7.5
		4	PE2-206-0.25S	0.25	0.028	14.2	0.056	12.5
		5	PE2-206-0.25T	0.25	0.028	14.2	0.056	12.5
	25	6	PE2-256-0.15S	0.15	0.045	7.2	0.09	5
		7	PE2-256-0.15T	0.15	0.045	7.2	0.09	5
		8	PE2-256-0.25S	0.25	0.045	11.8	0.09	9.2
		9	PE2-256-0.25T	0.25	0.045	11.8	0.09	9.2
		10	PE2-256-0.4S	0.4	0.028	17.5	0.09	13.2
		11	PE2-256-0.4T	0.4	0.028	17.5	0.09	13.2
	32	12	PE2-326-0.25S	0.25	0.071	9	0.14	6.2
		13	PE2-326-0.25T	0.25	0.071	9	0.14	6.2
		14	PE2-326-0.4S	0.4	0.071	14	0.14	10.2
		15	PE2-326-0.4T	0.4	0.071	14	0.14	10.2
		16	PE-326-0.75	0.75	0.045	21.8	0.14	17
		17	PE-326-1.5	1.5	0.045	34	0.14	28
	40	18	PE2-406-0.4S	0.4	0.11	10.5	0.22	7.8
		19	PE2-406-0.4T	0.4	0.11	10.5	0.22	7.8
		20	PE-406-0.75	0.75	0.06	19	0.25	8
		21	PE-406-1.5	1.5	0.06	28.5	0.25	19
		22	PE-406-2.2	2.2	0.06	39	0.25	26
		23	PE-406-3.7	3.7	0.06	55	0.25	41
	50	24	PE-506-0.75	0.75	0.12	16.5	0.36	5.2
		25	PE-506-1.5	1.5	0.12	24	0.4	13
		26	PE-506-2.2	2.2	0.12	31.5	0.4	19
		27	PE-506-3.7	3.7	0.12	45	0.4	27.5
	65	28	PE-656-0.75	0.75	0.25	8.8	0.56	3.8
		29	PE-656-1.5	1.5	0.25	15.8	0.8	6
		30	PE-656-2.2	2.2	0.25	21.5	0.8	11
		31	PE-656-3.7	3.7	0.25	29.5	0.8	16.5
	80	32	PE-806-1.5	1.5	0.45	9.5	0.9	5
		33	PE-806-2.2	2.2	0.45	15	1.1	6.5
		34	PE-806-3.7	3.7	0.45	20.5	1.4	8.8
		35	PE-806-5.5	5.5	0.45	29	1.4	14.5
		36	PE-806-7.5	7.5	0.45	35.0	1.4	22.0

- Antifreezer such as Nybrine Z-1, GD brine 950 and Showbrine PP super of 30 ~ 50% and 0 ~ 90℃ can be used for this mechanical seal.
- PE2-S models are with single phase 100V motor.

■ Outline dimension drawing

Refer to P22, 23.

PSS(2) Stainless Steel In Line Centrifugal Pump

Petit Line® below 0.4kW
Stainless Steel P Line over 0.75kW
2 pole

■ Applications

- Cold and hot water circulation
- Water supply to buildings
- Industry
- Hot water supply
- Setting for machinery equipment
- Other general water supply

■ Features

- Precision cast stainless material protect the pump from rust and thus maintenance is easy
- Long life and strong against leakage due to adoption of high quality mechanical seal which can stand antifreeze
- Strong against deterioration of bearing and insulation due to TEFC motor

■ Standard specifications

- Liquid: Clean water 0 ~ 90℃
- Materials: Impeller SCS13
  Shaft SUS304, Casing SCS13
- Construction: Impeller : Close
  Shaft sealing : Mechanical seal (SiC x Carbon)
  Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor or outdoor
- Motor: TEFC outdoor
- Flange: Special flange

■ Maximum back pressure

Below 0.15kW	$0.5-\left(\frac{0.098\times\text{Total head at zero flow}}{10}\right)$ MPa $\left\{5.1-\frac{\text{Total head at zero flow}}{10}\right\}$ kgf/cm²
0.25kW~0.4kW	$0.7-\left(\frac{0.098\times\text{Total head at zero flow}}{10}\right)$ MPa $\left\{7.1-\frac{\text{Total head at zero flow}}{10}\right\}$ kgf/cm²
Over 0.75kW	$1-\left(\frac{0.098\times\text{Total head at zero flow}}{10}\right)$ MPa $\left\{10.2-\frac{\text{Total head at zero flow}}{10}\right\}$ kgf/cm²

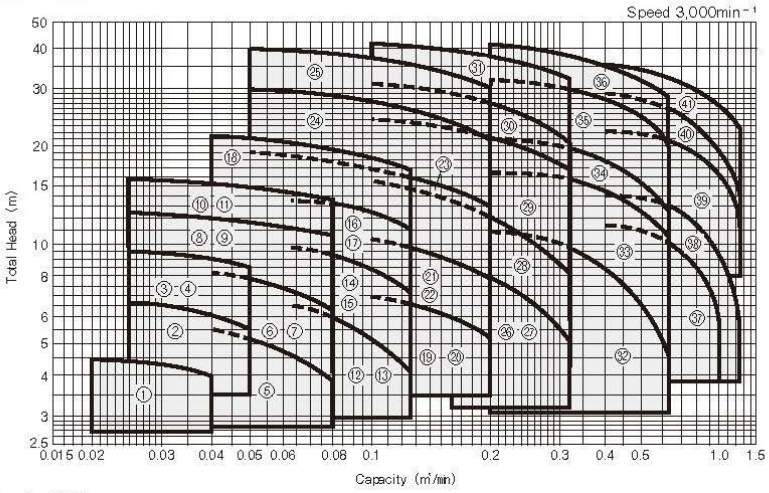
■ Maximum suction head (20℃)

Bore	Maximum suction head
20 ~ 65mm	-6m
80mm	50Hz: -5.5m 60Hz: -3m

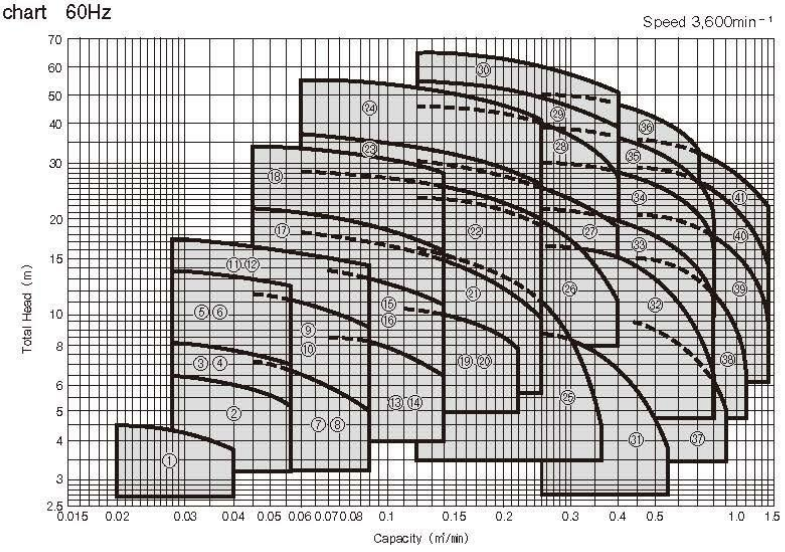
■ Standard accessories

Companion flange

■ Selection chart 50Hz



■ Selection chart 60Hz



21

PSS(2)

■ Specification & outline dimension table

Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning

Hz	Bore	Ref	Model	Motor	Performance			
					Capacity	Head	Capacity	Head
	mm	No.		kW	m³/min	m	m³/min	m
50	20	1	PSS2-205-0.06S	0.06	0.02	4.5	0.04	4.0
		2	PSS2-205-0.1S	0.1	0.025	6.8	0.05	5.5
		3	PSS2-205-0.15S	0.15	0.025	9.5	0.05	8.5
		4	PSS2-205-0.15T	0.15	0.025	9.5	0.05	8.5
	25	5	PSS2-255-0.1S	0.1	0.04	5.5	0.08	3.8
		6	PSS2-255-0.15S	0.15	0.04	8.2	0.08	6.2
		7	PSS2-255-0.15T	0.15	0.04	8.2	0.08	6.2
		8	PSS2-255-0.25S	0.25	0.025	12.5	0.08	10.5
		9	PSS2-255-0.25T	0.25	0.025	12.5	0.08	10.5
		10	PSS2-255-0.4S	0.4	0.025	15.8	0.08	13.8
		11	PSS2-255-0.4T	0.4	0.025	15.8	0.08	13.8
	32	12	PSS2-325-0.15S	0.15	0.063	6.5	0.125	4.2
		13	PSS2-325-0.15T	0.15	0.063	6.5	0.125	4.2
		14	PSS2-325-0.25S	0.25	0.063	9.5	0.125	7.2
		15	PSS2-325-0.25T	0.25	0.063	9.5	0.125	7.2
		16	PSS2-325-0.4S	0.4	0.063	13.5	0.125	11.2
		17	PSS2-325-0.4T	0.4	0.063	13.5	0.125	11.2
		18	PSS-325-0.75	0.75	0.04	21.5	0.125	17.5
	40	19	PSS2-405-0.25S	0.25	0.1	7.2	0.2	5.2
		20	PSS2-405-0.25T	0.25	0.1	7.2	0.2	5.2
		21	PSS2-405-0.4S	0.4	0.1	10.8	0.2	7.8
		22	PSS2-405-0.4T	0.4	0.1	10.8	0.2	7.8
		23	PSS-405-0.75	0.75	0.05	19	0.2	13
		24	PSS-405-1.5	1.5	0.05	29.5	0.2	21
		25	PSS-405-2.2	2.2	0.05	40	0.2	30.5
	50	26	PSS2-505-0.4S	0.4	0.16	8.8	0.32	5.2
		27	PSS2-505-0.4T	0.4	0.16	8.8	0.32	5.2
		28	PSS-505-0.75	0.75	0.1	15.8	0.32	8.5
		29	PSS-505-1.5	1.5	0.1	24.5	0.32	16.5
		30	PSS-505-2.2	2.2	0.1	31.5	0.32	20.5
		31	PSS-505-3.7	3.7	0.1	42.5	0.32	32.5
	65	32	PSS-655-0.75	0.75	0.2	10.8	0.63	4.5
		33	PSS-655-1.5	1.5	0.2	16.2	0.63	10.5
		34	PSS-655-2.2	2.2	0.2	21	0.63	12.5
		35	PSS-655-3.7	3.7	0.2	31.8	0.63	20.5
		36	PSS-655-5.5	5.5	0.2	41	0.63	28
	80	37	PSS-805-1.5	1.5	0.4	11.5	1	5.5
		38	PSS-805-2.2	2.2	0.4	14.2	1.25	5.5
		39	PSS-805-3.7	3.7	0.4	22.2	1.25	11.5
		40	PSS-805-5.5	5.5	0.4	29	1.25	14
		41	PSS-805-7.5	7.5	0.4	35.5	1.25	22.5

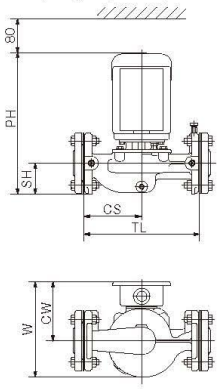
Hz	Bore	Ref	Model	Motor	Performance			
					Capacity	Head	Capacity	Head
	mm	No.		kW	m³/min	m	m³/min	m
60	20	1	PSS2-206-0.06S	0.06	0.02	4.5	0.04	3.8
		2	PSS2-206-0.1S	0.1	0.028	6.5	0.056	5.2
		3	PSS2-206-0.15S	0.15	0.028	8.5	0.056	7.0
		4	PSS2-206-0.15T	0.15	0.028	8.5	0.056	7.0
		5	PSS2-206-0.25S	0.25	0.028	13.8	0.056	12.5
		6	PSS2-206-0.25T	0.25	0.028	13.8	0.056	12.5
	25	7	PSS2-256-0.15S	0.15	0.045	7.2	0.09	5.0
		8	PSS2-256-0.15T	0.15	0.045	7.2	0.09	5.0
		9	PSS2-256-0.25S	0.25	0.045	11.8	0.09	9.2
		10	PSS2-256-0.25T	0.25	0.045	11.8	0.09	9.2
		11	PSS2-256-0.4S	0.4	0.028	17.5	0.09	14.5
		12	PSS2-256-0.4T	0.4	0.028	17.5	0.09	14.5
	32	13	PSS2-326-0.25S	0.25	0.071	9.0	0.14	6.5
		14	PSS2-326-0.25T	0.25	0.071	9.0	0.14	6.5
		15	PSS2-326-0.4S	0.4	0.071	13.8	0.14	10.8
		16	PSS2-326-0.4T	0.4	0.071	13.8	0.14	10.8
		17	PSS-326-0.75	0.75	0.045	21.8	0.14	16.0
		18	PSS-326-1.5	1.5	0.045	34.0	0.14	28.0
	40	19	PSS2-406-0.4S	0.4	0.11	10.5	0.22	7.8
		20	PSS2-406-0.4T	0.4	0.11	10.5	0.22	7.8
		21	PSS-406-0.75	0.75	0.06	18.5	0.25	9.5
		22	PSS-406-1.5	1.5	0.06	28.5	0.25	19.0
		23	PSS-406-2.2	2.2	0.06	37.8	0.25	26.0
		24	PSS-406-3.7	3.7	0.06	55.0	0.25	41.0
	50	25	PSS-506-0.75	0.75	0.12	17.0	0.36	4.5
		26	PSS-506-1.5	1.5	0.12	23.8	0.4	11.2
		27	PSS-506-2.2	2.2	0.12	31.5	0.4	19.0
		28	PSS-506-3.7	3.7	0.12	45.0	0.4	27.5
		29	PSS-506-5.5	5.5	0.12	54.0	0.4	39.0
		30	PSS-506-7.5	7.5	0.12	66.0	0.4	51.0
	65	31	PSS-656-0.75	0.75	0.25	8.8	0.56	3.8
		32	PSS-656-1.5	1.5	0.25	16.5	0.8	6.5
		33	PSS-656-2.2	2.2	0.25	21.5	0.8	11.5
		34	PSS-656-3.7	3.7	0.25	30.0	0.8	16.0
		35	PSS-656-5.5	5.5	0.25	39.5	0.8	20.0
		36	PSS-656-7.5	7.5	0.25	50.0	0.71	33.0
	80	37	PSS-806-1.5	1.5	0.45	9.5	0.9	5.0
		38	PSS-806-2.2	2.2	0.45	15.0	1.1	6.5
		39	PSS-806-3.7	3.7	0.45	20.5	1.4	8.8
		40	PSS-806-5.5	5.5	0.45	29.0	1.4	14.5
		41	PSS-806-7.5	7.5	0.45	35.0	1.4	22.0

- Antifreezer such as Nybrine Z-1, GD brine 950 and Showbrine PP super of 30 ~ 50% and 0 ~ 90℃ can be used for this mechanical seal.
- PSS2-S models are with single phase 100V motor.

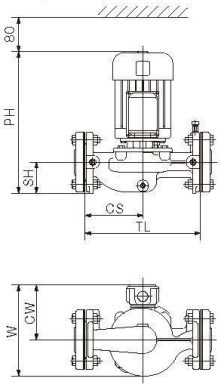
■ Outline dimension drawing

Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning

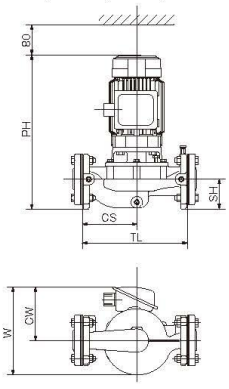
● PE2-S (Single phase)
PSS2-S (Single phase)



● PE2-T (Three phase)
PSS2-T (Three phase)



● PE ((Three phase)
PSS 形(Three phase)



PE(2)·PSS(2)

■ PE(2)

Hz	Bore	Motor	Dimensions (mm)						Mass	Flange figure
	mm	kW	PH	SH	TL	CS	W	CW	kg	
50	20	0.1S	279	46	180	85	198	133	11	Rhombic
		0.15S	279	46	180	85	200	133	11.5	
		0.15T	279	46	180	85	190	123	11	
	25	0.1S	279	46	180	85	198	133	11	Square
		0.15S	278	45	220	110	213	133	12.5	
		0.15T	278	45	220	110	203	123	12	
		0.25S	299	45	220	110	213	133	14	
		0.25T	278	45	220	110	203	123	12.5	
		0.4S	299	45	220	110	213	133	16	
		0.4T	299	45	220	110	203	123	15	
	32	0.15S	298	70	260	130	215	133	17.5	Round
		0.15T	298	70	260	130	205	123	17	
		0.25S	319	70	260	130	215	133	18.5	
		0.25T	298	70	260	130	205	123	17	
		0.4S	319	70	260	130	215	133	20.5	
		0.4T	319	70	260	130	205	123	19.5	
		0.75	421	80	280	145	233	143	27	
	40	0.25S	328	75	260	130	215	133	19.5	
		0.25T	307	75	260	130	205	123	18	
		0.4S	328	75	260	130	215	133	22	
		0.4T	328	75	260	130	205	123	21	
		0.75	428	87	300	150	235	143	28	
		1.5	456	87	340	175	266	155	37	
		2.2	446	87	340	175	278	167	41	
	50	0.4S	338	80	290	145	215	133	23.5	
		0.4T	338	80	290	145	205	123	22.5	
		0.75	440	95	315	160	237	143	29	
		1.5	469	95	315	160	249	155	35	
		2.2	460	95	340	175	287	167	45	
		3.7	500	95	340	175	287	167	52	
	65	0.75	446	100	340	170	247	143	32	
		1.5	475	100	340	170	259	155	39	
		2.2	465	100	340	170	273	167	47	
		3.7	505	100	340	175	290	167	56	
	80	1.5	495	110	370	190	278	155	49	
		2.2	485	110	370	190	290	167	53	
		3.7	530	110	390	200	298	167	63	
		5.5	590	110	390	200	329	194	75	
		7.5	610	110	390	200	340	205	98	

Hz	Bore	Motor	Dimensions (mm)						Mass	Flange figure
	mm	kW	PH	SH	TL	CS	W	CW	kg	
60	20	0.1S	279	46	180	85	198	133	11	Rhombic
		0.15S	279	46	180	85	198	133	11.5	
		0.15T	279	46	180	85	188	123	11	
		0.25S	300	46	180	85	200	133	12.5	
		0.25T	279	46	180	85	190	123	11	
	25	0.15S	278	45	220	110	213	133	12.5	Square
		0.15T	278	45	220	110	203	123	12	
		0.25S	299	45	220	110	213	133	14	
		0.25T	278	45	220	110	203	123	12.5	
		0.4S	299	45	220	110	213	133	16	
		0.4T	299	45	220	110	203	123	15	
	32	0.25S	319	70	260	130	215	133	18.5	Round
		0.25T	298	70	260	130	205	123	17	
		0.4S	319	70	260	130	215	133	20.5	
		0.4T	319	70	260	130	205	123	19.5	
		0.75	421	80	260	135	220	143	27	
		1.5	450	80	280	145	245	155	33	
	40	0.4S	328	75	260	130	215	133	22	
		0.4T	328	75	260	130	205	123	21	
		0.75	428	87	300	150	235	143	29	
		1.5	457	87	300	150	247	155	34	
		2.2	446	87	340	175	278	167	41	
		3.7	486	87	340	175	278	167	45	
	50	0.75	440	95	315	160	237	143	28	
		1.5	469	95	315	160	249	155	35	
		2.2	459	95	315	160	261	167	38	
		3.7	500	95	340	175	287	167	51	
	65	0.75	446	100	340	170	249	143	32	
		1.5	475	100	340	170	259	155	39	
		2.2	465	100	340	170	271	167	42	
		3.7	505	100	340	170	273	167	53	
	80	1.5	495	110	370	190	279	155	43	
		2.2	485	110	370	190	290	167	52	
		3.7	525	110	370	190	290	167	59	
		5.5	590	110	390	200	325	194	74	
		7.5	610	110	390	200	336	205	97	

■ PSS(2)

Hz	Bore	Motor	Dimensions (mm)						Mass	Flange figure
	mm	kW	PH	SH	TL	CS	W	CW	kg	
50	20	0.06S	264	33	150	75	183	133	8	Rhombic
		0.1S	274	40	220	110	213	133	10.5	Square
		0.15S	274	40	220	110	213	133	11	
		0.15T	274	40	220	110	201	123	10.5	
	25	0.1S	274	40	220	110	213	133	10.5	
		0.15S	274	40	220	110	213	133	11	
		0.15T	274	40	220	110	202	123	10.5	
		0.25S	295	40	220	110	213	133	12.5	
		0.25T	274	40	220	110	202	123	11	
		0.4S	295	40	220	110	213	133	14	
		0.4T	295	40	220	110	202	123	13	
	32	0.15S	279	45	220	110	217	133	12	
		0.15T	279	45	220	110	207	123	11.5	
		0.25S	300	45	220	110	217	133	13	
		0.25T	279	45	220	110	207	123	11.5	
		0.4S	300	45	220	110	217	133	15	
		0.4T	300	45	220	110	207	123	14	
		0.75	411	70	260	130	234	143	25	
	40	0.25S	308	50	220	110	214	133	13.5	
		0.25T	287	50	220	110	204	123	12	
		0.4S	308	50	220	110	214	133	16	
		0.4T	308	50	220	110	204	123	15	
		0.75	416	75	260	130	238	143	25	
		1.5	444	75	280	140	263	155	34	Round
		2.2	434	75	280	140	275	167	37	
	50	0.4S	317	55	220	110	218	133	16.5	Square
		0.4T	317	55	220	110	208	123	15.5	
		0.75	425	80	260	130	238	143	27	
		1.5	454	80	260	130	250	155	34	
		2.2	445	80	280	140	278	167	39	
		3.7	500	100	340	180	292	167	50	
	65	0.75	446	100	340	170	247	143	32	
		1.5	475	100	340	170	259	155	38	
		2.2	465	100	340	170	273	167	44	
		3.7	505	100	340	175	290	167	52	
		5.5	570	100	370	195	323	194	70	
	80	1.5	495	110	370	190	278	155	44	
		2.2	485	110	370	190	290	167	48	
		3.7	530	110	390	200	298	167	56	
		5.5	590	110	390	200	327	194	73	
		7.5	610	110	390	200	339	206	96	

Hz	Bore	Motor	Dimensions (mm)						Mass	Flange figure
	mm	kW	PH	SH	TL	CS	W	CW	kg	
60	20	0.06S	264	33	150	75	183	133	8	Rhombic
		0.1S	264	33	150	75	183	133	9	Square
		0.15S	274	40	220	110	212	133	11	
		0.15T	274	40	220	110	202	123	10.5	
		0.25S	295	40	220	110	212	133	12	
		0.25T	274	40	220	110	202	123	10.5	
	25	0.15S	274	40	220	110	212	133	11	
		0.15T	274	40	220	110	202	123	10.5	
		0.25S	295	40	220	110	212	133	12.5	
		0.25T	274	40	220	110	202	123	11	
		0.4S	295	40	220	110	212	133	14	
		0.4T	295	40	220	110	202	123	13	
	32	0.25S	300	45	220	110	217	133	13	
		0.25T	279	45	220	110	207	123	11.5	
		0.4S	300	45	220	110	217	133	15	
		0.4T	300	45	220	110	207	123	14	
		0.75	411	70	260	130	234	143	25	
		1.5	440	70	260	130	246	155	32	Round
	40	0.4S	308	50	220	110	214	133	15.5	Square
		0.4T	308	50	220	110	204	123	14.5	
		0.75	416	75	260	130	238	143	25	
		1.5	445	75	260	130	250	155	32	Round
		2.2	434	75	280	140	275	167	37	
		3.7	474	75	280	140	275	167	43	
	50	0.75	425	80	260	130	238	143	27	
		1.5	454	80	260	130	250	155	34	
		2.2	444	80	260	130	262	167	37	Round
		3.7	485	80	280	140	275	167	47	
		5.5	565	100	340	180	319	194	86	
		7.5	585	100	340	180	319	206	89	
	65	0.75	446	100	340	170	247	143	32	
		1.5	475	100	340	170	259	155	38	
		2.2	465	100	340	170	271	167	42	Round
		3.7	505	100	340	175	273	167	50	
		5.5	570	100	370	195	323	194	89	
		7.5	590	100	370	195	335	206	92	
	80	1.5	495	110	370	190	278	155	43	
		2.2	485	110	370	190	290	167	48	
		3.7	525	110	370	190	290	167	54	Round
		5.5	590	110	390	200	324	194	92	
		7.5	610	110	390	200	336	206	95	

Stainless Steel

GES-C Stainless Steel Centrifugal Pump 2 pole

■ Maximum back pressure

$$\left(0.98 - \frac{\text{Total head at zero flow (m)} \times 0.098}{10}\right) \text{MPa}$$

$$\left\{10 - \frac{\text{Total head at zero flow (m)}}{10}\right\} \text{kgf/cm}^2$$

■ Applications

- Cooling water supply
- Water supply to buildings
- General Industry
- Cold and hot water circulation
- Small regional drinking water
- Agriculture
- Other general water supply

■ Features

- Compact ,light weight and less installation space.
- Easy maintenance and inspection because of back pull out construction
- High efficiency and excellent pump performance.High back pressure provided excellent suction performance.
- Strong against warp or pull because main component parts are made by durable precision cast stainless steel .
- Maintenance is easy because Long life mechanical seal is adopted for shaft sealing and compact monoblock construction.
- Evaluated item of 「horizontal centrifugal pump」 by (C)Public Buildings Association., Ltd.

■ Standard specifications

- Liquid: Clean water 0 ~ 90℃
- Materials: Impeller SCS14
  Shaft SUS304, Casing SCS13
- Construction: Impeller : Close
  Shaft sealing : Mechanical seal(Ceramic x Carbon)
  Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor
- Motor: TEFC outdoor
- Flange: JIS 10K

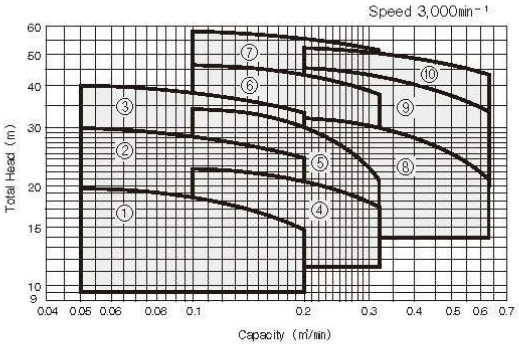
■ Standard accessories

Motor, base

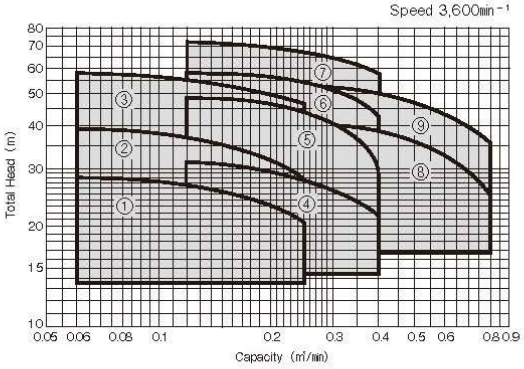
■ Maximum suction head (20℃)

− 6m

■ Selection chart 50Hz

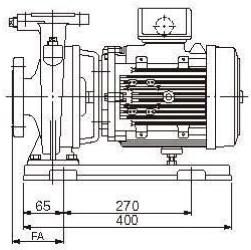


■ Selection chart 60Hz

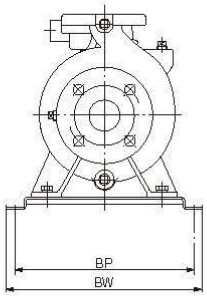


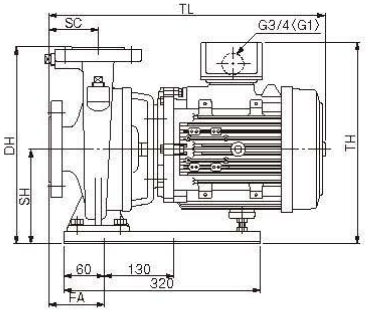
■ Outline dimension drawing

Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning

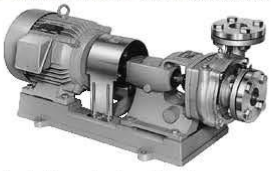


Over 3.7kW





■ Series products (For special kind liquid applications ··· Consult to us or our distributors in detail)



2 pole stainless steel centrifugal pump

2 pole stainless steel self-priming centrifugal pump

GES-C

■ Specification & outline dimension table Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning

Hz	Bore	Bore	Pat.	Model	Motor	Performance Capacity	Performance Head	Performance Capacity	Performance Head	Maximum Back pressure	Dimensions (mm)								Mass
	mm	mm	No.		kW	m³/min	m	m³/min	m	MPa {kgf/cm²}	SC	TL	DH	SH	FA	TH	BP	BW	kg
50	40	32	1	GES-405-C0.75	0.75	0.05	19.5	0.2	14.5	0.77 {7.9}	65	414	272	132	87	275	230	260	25
			2	GES-405-C1.5	1.5	0.05	30	0.2	24	0.68 {6.9}	80	452	312	152	80	–	290	320	35
			3	GES-405-C2.2	2.2	0.05	40	0.2	33	0.57 {5.8}	80	445	312	152	80	319	290	320	39
	50	40	4	GES-505-C1.5	1.5	0.1	22.5	0.32	17	0.74 {7.5}	80	457	272	132	80	287	230	260	34
			5	GES-505-C2.2	2.2	0.1	33.5	0.32	20.5	0.64 {6.5}	80	450	312	152	80	319	290	320	41
			6	GES-505-C3.7	3.7	0.1	45.5	0.32	37.5	0.51 {5.2}	80	490	327	167	85	334	290	324	49
			7	GES-505-C5.5	5.5	0.1	57	0.32	50	0.39 {4.0}	80	555	375	195	85	389	290	324	69
	65	50	8	GES-655-C3.7	3.7	0.2	32.5	0.63	21	0.66 {6.7}	80	490	327	167	85	334	290	324	50
			9	GES-655-C5.5	5.5	0.2	45	0.63	34	0.53 {5.4}	100	575	375	195	105	389	350	384	71
			10	GES-655-C7.5	7.5	0.2	52	0.63	43	0.46 {4.7}	100	595	375	195	105	400	350	384	94
60	40	32	1	GES-406-C1.5	1.5	0.06	28	0.25	20.5	0.69 {7.0}	65	440	272	132	87	287	230	260	31
			2	GES-406-C2.2	2.2	0.06	39	0.25	27.5	0.59 {6.0}	80	445	312	152	80	319	290	320	39
			3	GES-406-C3.7	3.7	0.06	57	0.25	46.5	0.40 {4.1}	80	485	327	167	85	334	290	324	47
	50	40	4	GES-506-C2.2	2.2	0.12	31	0.4	21.5	0.65 {6.6}	80	450	272	132	80	299	230	260	38
			5	GES-506-C3.7	3.7	0.12	47.5	0.4	28.5	0.48 {4.9}	80	490	327	167	85	334	290	324	49
			6	GES-506-C5.5	5.5	0.12	56.5	0.4	43	0.41 {4.2}	80	555	355	195	85	389	290	324	64
			7	GES-506-C7.5	7.5	0.12	71	0.4	57.5	0.25 {2.5}	80	575	375	195	85	400	290	324	91
	65	50	8	GES-656-C5.5	5.5	0.25	40.5	0.8	25	0.58 {5.9}	80	555	355	195	85	389	290	324	65
			9	GES-656-C7.5	7.5	0.25	52	0.8	36	0.46 {4.7}	80	575	355	195	85	400	290	324	88

Stainless Steel

GRM Magnet Coupling Pump 2 pole

■ Applications
- Chemical industry
- Pharmacceutical industry
- Medicine Industry
- Water treatment
- Electronics industry
- Research and development
- Other various industry and plant

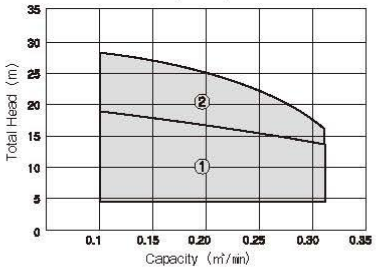
■ Features
- Sealless construction of magnet coupling
- Excellent corrosion resistance and long life
  Pump main materials : SCS14, SUS316
- Easy maintenance and inspection because of back pull out construction

■ Standard specifications
- Liquid — Plrease inquire to us or our distributors by each application
- Materials — Impeller, Casing, Cover SCS14
  Shaft SUS316
- Construction — Pump + motor : Magnet coupling sealless construction
- Installation — Indoor
- Motor — TEFC indoor
- Flange — JIS 10K

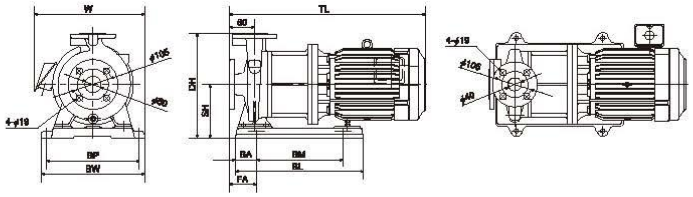
■ Standard accessories
Motor, base

■ Maximum back pressure
0.98MPa{10kgf/cm²} — pump pressure at zero (0) flow

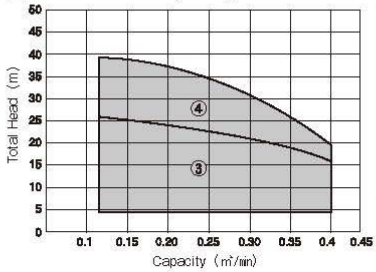
■ Selection chart (50Hz) In case clean water



■ Outline dimension drawing Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning



■ Selection chart (60Hz) In case clean water



Hz	Bore	Bore	Pat.	Model	Motor	Performance Capacity	Performance Head	Performance Capacity	Performance Head	Dimensions (mm)									Mass
	mm	mm	No.		kW	m³/min	m	m³/min	m	TL	DH	SH	W	BL	BA	BM	BP	BW	kg
50	50	40	1	GRM50M2.2	2.2	0.1	18.2	0.32	13	527	272	132	288	360	60	240	230	260	41
	50	40	2	GRM50M3.7	3.7	0.1	27.8	0.32	16.5	611	327	167	342	400	65	270	290	324	69
60	50	40	3	GRM50M2.2	2.2	0.12	25.5	0.4	16.2	527	272	132	288	360	60	240	230	260	41
	50	40	4	GRM50M3.7	3.7	0.12	39.2	0.4	19.8	611	327	167	342	400	65	270	290	324	69

GES-4M Stainless Steel Centrifugal Pump 4 pole

● Inquire sea water and other special liquid applications

■ Applications

- Water supply to buildings
- Cold and hot water circulation
- Food, beverage,liquor industry
- Simple city water
- Cooling water
- Special kind liquid
- Other general water supply

■ Features

- Sanitary and clean due to stainless material are used for portion contacting liquid
- Maintenance is easy because Long life mechanical seal is adopted for shaft sealing
- Easy maintenance and inspection because of back pull out construction
- High efficiency and high total head pump design by using precision cast stainless steel material
- Evaluated item of 「horizontal centrifugal pump」 by (C) Public Buildings Association., Ltd.

■ Standard specifications

- Liquid: Clean water 0 ~ 90℃
- Materials: Impeller SCS14
  Shaft SUS316 (portion contacting water), Casing SCS13
- Construction: Impeller : Close
  Shaft sealing : Mechanical seal (SiC x Carbon)
  Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor
- Flange: JIS 10K

■ Standard accessories

Motor, base,coupling,coupling cover

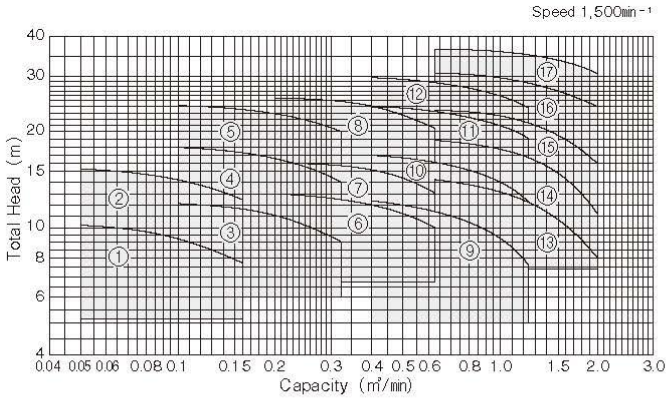
■ Maximum back pressure

$$0.98 - \frac{\text{Total head at zero flow (m)} \times 0.098}{10}\ \text{MPa}\ \left\{10 - \frac{\text{Total head at zero flow (m)}}{10}\right\}\ \text{kgf/cm}^2$$

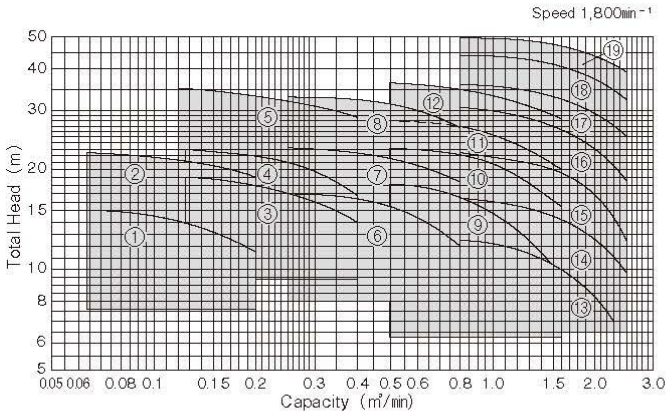
■ Maximum suction head (20℃)

− 6m

■ Selection chart 50Hz



■ Selection chart 60Hz



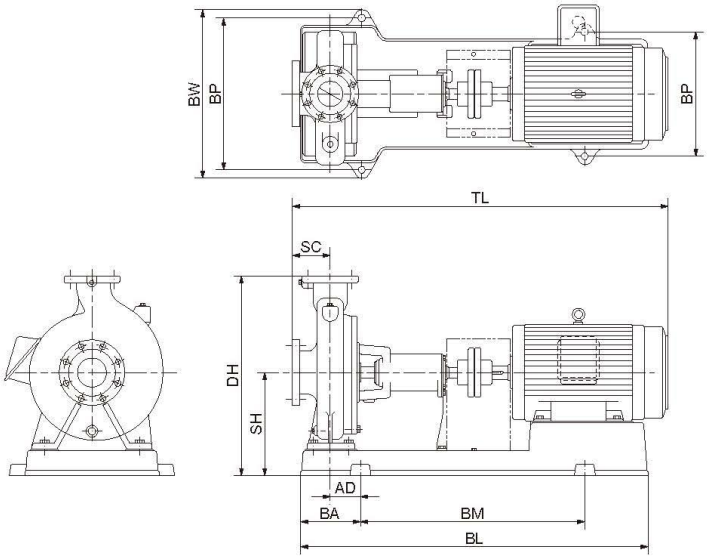
■ Series products (For special kind liquid applications···Consult to us or our distributors in detail)

4 pole stainless steel centrifugal pump

4 pole stainless steel self-priming centrifugal pump

GES-4M

■ **Specification & outline dimension table** Inquire specification sheets and drawings in case of acutual work planning



Hz	Suction Bore	Discharge Bore	Ref.	Model	Motor	Performance				Maximum Back pressure	Dimensions (mm)										Mass
						Capacity	Head	Capacity	Head												
	mm	mm	No.		kW	m³/min	m	m³/min	m	MPa {kgf/cm²}	SC	BL	BA	BM	BP	BW	DH	SH	TL	AD	kg
50	40	32	1	GES-405M-4M0.4	0.4	0.05	10.2	0.16	7.8	0.98MPa {10kgf/cm²} — Pump pressure at zero (0) flow	80	654	112	420	290 / 230	336 / 276	395	215	681	45	53
			2	GES-405M-4M0.75	0.75	0.05	15.2	0.16	12.5		80	733	122	480	290	336	395	215	746	55	65
	50	40	3	GES-505M-4M0.75	0.75	0.1	12.2	0.32	9		100	733	122	480	320	366	395	215	766	55	67
			4	GES-505M-4M1.5	1.5	0.1	18	0.32	14		100	825	138	540	400 / 290	458 / 348	470	245	842	55	82
			5	GES-505M-4M2.2	2.2	0.1	24.2	0.32	20		100	825	138	540	400 / 290	458 / 348	470	245	842	55	89
	65	50	6	GES-655M-4M1.5	1.5	0.2	13	0.63	10		100	731	122	480	320	366	415	215	778	55	73
			7	GES-655M-4M2.2	2.2	0.2	16	0.63	13.2		100	731	122	480	320	366	425	225	819	55	83
			8	GES-655M-4M3.7	3.7	0.2	25.5	0.63	20.8		100	825	138	540	400 / 320	458 / 378	470	245	842	55	106
	80	65	9	GES-805M-4M2.2	2.2	0.4	12.5	1.25	7.5		100	825	138	540	400 / 290	458 / 348	470	245	842	55	92
			10	GES-805M-4M3.7	3.7	0.4	17	1.25	12.2		100	823	138	540	420 / 320	478 / 378	470	245	840	55	99
			11	GES-805M-4M5.5	5.5	0.4	24	1.25	19.2		100	923	158	600	440 / 360	498 / 408	515	265	1001	60	130
			12	GES-805M-4M7.5	7.5	0.4	29.5	1.25	23.5		125	1029	180	660	480 / 360	548 / 408	590	310	1039	80	167
	100	80	13	GES1005M-4M3.7	3.7	0.63	14.2	2.0	7.8		125	921	158	600	440 / 360	498 / 408	495	245	970	75	126
			14	GES-1005M-4M5.5	5.5	0.63	19	2.0	11.2		125	1029	180	660	480 / 360	548 / 408	590	310	1054	80	157
			15	GES-1005M-4M7.5	7.5	0.63	23.5	2.0	16		125	1029	180	660	480 / 360	548 / 408	590	310	1064	80	165
			16	GES1005M-4M11	11	0.63	31	2.0	24		125	1146	199	740	480 / 450	548 / 468	650	335	1161	100	217
			17	GES1005M-4M15	15	0.63	37	2.0	31		125	1146	199	740	480 / 450	548 / 468	650	335	1193	100	237
60	40	32	1	GES-406M-4M0.75	0.75	0.063	15	0.2	11.5	0.98MPa {10kgf/cm²} — Pump pressure at zero (0) flow	80	733	122	480	290	336	395	215	746	55	65
			2	GES-406M-4M1.5	1.5	0.063	22.5	0.2	19		80	734	123	480	290	336	405	225	758	55	68
	50	40	3	GES-506M-4M1.5	1.5	0.125	19	0.4	14		100	731	122	480	320	366	395	215	778	55	71
			4	GES-506M-4M2.2	2.2	0.125	23	0.4	17		100	825	138	540	400 / 290	458 / 348	470	245	842	55	88
			5	GES-506M-4M3.7	3.7	0.12	35.5	0.4	28.5		100	825	138	540	400 / 320	458 / 378	470	245	842	55	101
	65	50	6	GES-656M-4M2.2	2.2	0.25	17.2	0.8	12		100	731	122	480	320	366	425	225	819	55	82
			7	GES-656M-4M3.7	3.7	0.25	23.2	0.8	18.5		100	821	138	540	320	366	425	225	853	70	92
			8	GES-656M-4M5.5	5.5	0.25	33.5	0.8	26.5		100	825	140	540	400 / 320	458 / 348	490	265	891	55	114
	80	65	9	GES-806M-4M3.7	3.7	0.5	18.2	1.6	9.5		100	823	138	540	420 / 320	478 / 378	470	245	840	55	99
			10	GES-806M-4M5.5	5.5	0.5	23.2	1.6	15.2		100	825	140	540	420 / 320	478 / 378	490	265	891	55	110
			11	GES-806M-4M7.5	7.5	0.5	28	1.6	20		100	1029	179	660	440 / 360	498 / 408	535	285	1039	80	145
			12	GES-806M-4M11	11	0.5	36.5	1.6	28.5		100	1140	199	740	440	498	535	285	1141	100	169
	100	80	13	GES1006M-4M3.7	3.7	0.8	12.5	2.3	7		125	823	138	540	420 / 320	478 / 378	470	245	860	55	108
			14	GES-1006M-4M5.5	5.5	0.8	16.5	2.5	10		125	825	140	540	420 / 320	458 / 378	490	265	916	55	110
			15	GES-1006M-4M7.5	7.5	0.8	22.2	2.5	12.5		125	1021	178	660	440 / 360	498 / 408	495	245	1064	95	136
			16	GES-1006M-4M11	11	0.8	30.5	2.5	18.5		125	1146	199	740	480 / 450	548 / 468	590	310	1172	100	191
			17	GES-1006M-4M15	15	0.8	36	2.5	25		125	1146	199	740	480 / 450	548 / 468	590	310	1193	100	211
			18	GES1006M-4M18	18.5	0.8	44.5	2.5	32		125	1146	199	740	480 / 480	548 / 548	650	335	1175	100	278
			19	GES1006M-4M22	22	0.8	49.5	2.5	38		125	1146	199	740	480 / 480	548 / 548	650	335	1207	100	333

Self-priming

FS(4) Self-priming centrifugal pump Selsuper® 4 pole

V-pulley driven type is available

50Hz : Bore 25 ~ 150mm output 0.2 ~ 7.5kW
Flow rate 0.04 ~ 3.15m³/min
60Hz : Bore 25 ~ 150mm output 0.2 ~ 11kW
Flow rate 0.045 ~ 3.35m³/min

■ Applications

- Self-priming water supply
- Agricultrure and irrigation
- Drainage
- Industry
- Cooling water (Please inquire in case drinking water application)

■ Features

- Self-priming pump construction does not require foot valve and makes priming works easier
- High efficiency and high suction performance
- Easy maintenance and inspection because of back pull out construction
- Sealed ball bearings required no oiling.

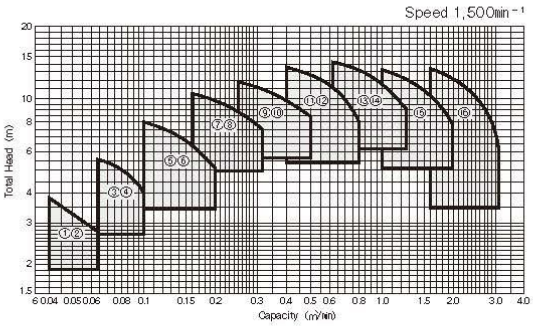
■ Standard specifications

- Liquid: Clean water 0 ~ 40℃
- Materials: Impeller FC Shaft SUS403 (or SUS403 portion contacting liquid) Casing FC
- Construction: Impeller : Close; Shaft sealing : Gland packing, Mechanical seal; Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor
- Flange: JIS 10K (thin type)

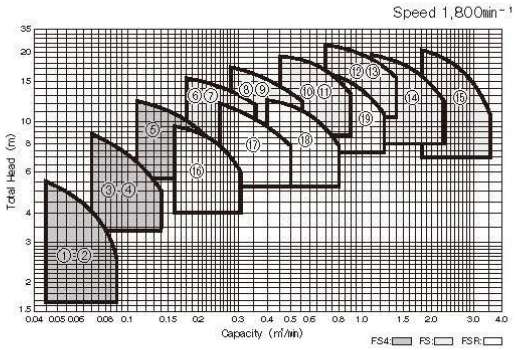
■ Standard accessories

Motor,Base, coupling,coupling cover,strainer,companion flange

■ Selection chart 50Hz



■ Selection chart 60Hz



■ Specification table 50Hz

Bore	Ref.	Model	Motor		Performance			
					Capacity	Head	Capacity	Head
mm	No.		kW	Phase	m³/min	m	m³/min	m
25	1	FS4-255-M0.2S	0.21	Single	0.04	3.8	0.063	2.8
	2	FS4-255-MN0.2T	0.21	Three	0.04	3.8	0.063	2.8
32	3	FS4-325-M0.2S	0.21	Single	0.063	5.5	0.1	4
	4	FS4-325-MN0.2T	0.21	Three	0.063	5.5	0.1	4
40	5	FS4-405-M0.4S	0.4	Single	0.1	8	0.2	5.2
	6	FS4-405-MN0.4T	0.4	Three	0.1	8	0.2	5.2
50	7	FS-505-MN0.75	0.75	Three	0.16	10.5	0.32	7.5
	8	FS-505M-MN0.75 ※	0.75	Three	0.16	10.5	0.32	7.5
65	9	FS-655-MN1.5	1.5	Three	0.25	11.8	0.5	8.5
	10	FS-655M-MN1.5 ※	1.5	Three	0.25	11.8	0.5	8.5
80	11	FS-805-MN2.2	2.2	Three	0.4	13.5	0.8	8.2
	12	FS-805M-MN2.2 ※	2.2	Three	0.4	13.5	0.8	8.2
100	13	FS-1005-MN3.7	3.7	Three	0.63	14.5	1.25	9.2
	14	FS-1005M-MN3.7 ※	3.7	Three	0.63	14.5	1.25	9.2
125	15	FS-1255-MN5.5	5.5	Three	1.0	13.2	2.0	7.8
150	16	FS-1505-MN7.5	7.5	Three	1.6	13.5	3.15	6

(※) Mechanical seal type

■ Specification table 60Hz

Bore	Ref.	Model	Motor		Performance			
					Capacity	Head	Capacity	Head
mm	No.		kW	Phase	m³/min	m	m³/min	m
25	1	FS4-256-M0.2S	0.21	Single	0.045	5.5	0.09	2.5
	2	FS4-256-MN0.2T	0.21	Three	0.045	5.5	0.09	2.5
32	3	FS4-326-M0.4S	0.4	Single	0.071	8.8	0.14	5
	4	FS4-326-MN0.4T	0.4	Three	0.071	8.8	0.14	5
40	5	FS4-406-MN0.75	0.75	Three	0.11	12.2	0.22	8.5
50	6	FS-506-MN1.5	1.5	Three	0.18	15.5	0.36	11.8
	7	FS-506M-MN1.5 ※	1.5	Three	0.18	15.5	0.36	11.8
65	8	FS-656-MN2.2	2.2	Three	0.28	17.2	0.56	12.2
	9	FS-656M-MN2.2 ※	2.2	Three	0.28	17.2	0.56	12.2
80	10	FS-806-MN3.7	3.7	Three	0.45	19.2	0.9	13
	11	FS-806M-MN3.7 ※	3.7	Three	0.45	19.2	0.9	13
100	12	FS-1006-MN5.5	5.5	Three	0.71	21.5	1.4	15.5
	13	FS-1006M-MN5.5 ※	5.5	Three	0.71	21.5	1.4	15.5
125	14	FS-1256-MN7.5	7.5	Three	1.12	19.2	2.24	12.2
150	15	FS-1506-MN11	11	Three	1.8	20.2	3.55	10.5
50	16	FSR-506-MN0.75	0.75	Three	0.16	9.5	0.32	6.2
65	17	FSR-656-MN1.5	1.5	Three	0.25	12	0.5	7.8
80	18	FSR-806-MN2.2	2.2	Three	0.4	12.5	0.8	7.8
100	19	FSR-1006-MN3.7	3.7	Three	0.63	16.5	1.25	10.5

(※) Mechanical seal type
- FSR type must drive in a counterclockwise direction.

GSO(3)-C Self-priming centrifugal pump 2 pole

Photo shows GSO-50-C model

50Hz : Bore 40,50mm output 0.4 ~ 1.5kW
Flow rate 0.063 ~ 0.32m³/min
60Hz : Bore 40,50mm output 0.4 ~ 1.5kW
Flow rate 0.08 ~ 0.36m³/min

Applications

- Snow melting
- Agriculture
- Industry
- Cooling water
- Other general water supply (Please inquire in case drinking water application)

Features

- Superior suction performance (max -9m is available PAT.pending)
- Strong and durable construction against sand by adopting special kind mechanical seal
- Excellent pump performance
- Back pull out construction
- Semi open impeller enable stuck free pumping works
- TEFC outdoor motor as standard, long life

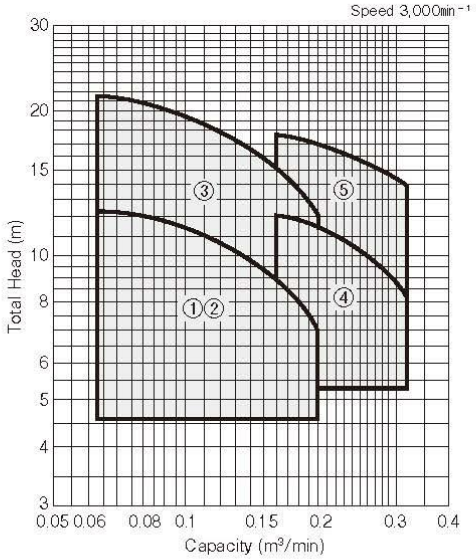
Standard specifications

- Liquid: Clean water 0 ~ 40℃
- Materials: Impeller CAC406 (BC6) or resin Shaft SUS304 (portion contacting liquid) Casing FC
- Constuction: Impeller : Semi-open
  Shaft sealing : Mechanical seal (SiC x Carbon)
  Bearing : Sealed ball bearing
- Installation: Indoor or outdoor
- Motor: TEFC outdoor
- Flange: Special flange

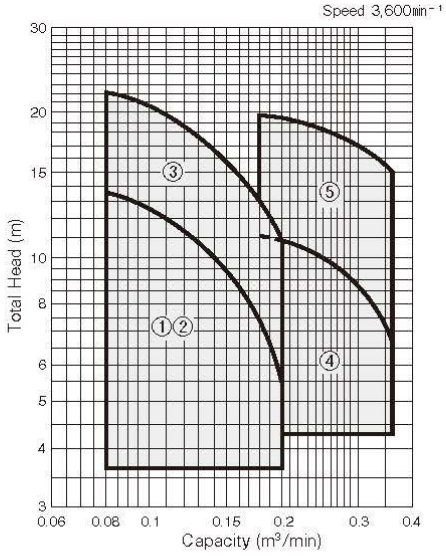
Standard accessories

Motor,Base, motor protection switch, companion flange,power cable(single phase models only)

Selection chart 50Hz



Selection chart 60Hz



Spacification table 50Hz

Bore	Ref	Model	Motor		Performance			
					Capacity	Head	Capacity	Head
mm	No		kW	Phase	m³/min	m	m³/min	m
40	1	GSO3-405-C0.4S	0.4	Single	0.063	12.5	0.2	7.0
	2	GSO3-405-C0.4T	0.4	Three	0.063	12.5	0.2	7.0
	3	GSO-405-C0.75	0.75	Three	0.063	21.5	0.2	12.2
50	4	GSO-505-C0.75	0.75	Three	0.16	12.0	0.32	8.0
	5	GSO-505-C1.5	1.5	Three	0.16	17.8	0.32	13.8

Spacification table 60Hz

Bore	Ref	Model	Motor		Performance			
					Capacity	Head	Capacity	Head
mm	No		kW	Phase	m³/min	m	m³/min	m
40	1	GSO3-406-C0.4S	0.4	Single	0.08	13.5	0.2	5.5
	2	GSO3-406-C0.4T	0.4	Three	0.08	13.5	0.2	5.5
	3	GSO-406-C0.75	0.75	Three	0.08	22.0	0.2	10.5
50	4	GSO-506-C0.75	0.75	Three	0.18	11.0	0.36	6.5
	5	GSO-506-C1.5	1.5	Three	0.18	19.5	0.36	15.0

Optional accessories (Foundation bolt set, pressure gauge, compound gauge, reducer are also available)

Sluice valve/Check valve

■ Sluice valve (inner screw type)

- Valve set including sluice valve, check valve, packing, bolts, nuts and attaching adaptors is also available.

Bore: 40 ~ 200mm
Nylon coating model (bore 40 ~ 50mm) is also available

■ Swing check valve (with by pass)

Bore : 40 ~ 200mm

■ Shockless valve (impact relief check balve)

- Less friction loss Protect pump and piping from water hammer

Nylon coating model is also available

Foot valve/suction unit

■ VF・VF2 foot valve with lever

(With 3m stainless steel wire)
- VF2: Rust free resin material

VF2
32 ~ 80mm

VF
40 ~ 80 ㎜

VFF : Flange type
100-250mm is also available

■ Stainless steel foot valve

- Using SCS13 for main parts, hard and long life

VFST(2)
40 ~ 100mm

VFSF : Flange type
50-250mm is also available

■ Suction unit

- Usefull for maintenance and inspection of foot valve and suction pipe
- Lever of foot valve is easily able to move from the ground
- Foot valve and suction pipe is able to lift up from the ground (not necessary to enter in the water tank).

Bore: 40 ~ 250mm

Vibration proof bed

■ Application
- Protect pump from vibration and resonance

■ Features
- Vibration transmitting ratio below 5%
- Installtion is easy because not necessary particular foundation and installtion work at the site.
- Can treat working load after pump operation, management for maintenance and control can be saved.

QRE

PX

Vibration proof joint・Pipe silencer

■ Vibration proof joint (rubber ball type)

Bore: 25 ~ 200mm

- Can not be used for hot water supply and water circulation for pool water

■ Pipe silencer

Bore: 32 ~ 150mm

- Absorb pressure pulse and vibration from pump
- Can directly connect with pump same as vibration proof joint.
- Nylon coating flange type for preventing red discolourement water is also available
- Can be used at both suction and discharge side
- Can not be used for hot water supply and water circulation for pool water

Heater for pump

■ Applications
- Prevent pump from broken by freezing.

■ Features
- Accurate working by adopting special thermostat
- Be able to check heater wire is cut together with working of control panel.

● Heater for pump (with 3m code)

※ Thermostat is included as standard for Heater

● Heater control panel (indoor installation)

Combination use with Heater (Thermostat built in)

Model	Rated capacity(W)	Rated voltage(V)	Display	Alarm terminal
ECH3-0.4T	50 ~ 440	AC200	Power source, Power on Wire cut	no voltage
ECH4-0.4	(50 ~ 220 for 100V)	AC100/200	——	——

Combination use with Heater (not necessary ET6 because of built in thermostat)

Kawamoto

SAFETY PRECAUTIONS	● Always read the instruction manual carefully before starting to ensure correct use. ● Select a product which matches the application. Using the pump in an incorrect application could lead to faults. ● Always follow the Electrical Facility Technology Standards and in-house standards and safety and accurately select and complete electrical wiring work. ● Always ground the unit and install the dedicated residual current circuit breaker. There is a risk of failure or electric shock in the event of a failure or residual current. Consult your dealer for information on grounding the unit.

The specifications and shapes, etc., may be changed without notice for improvement, etc.
Unauthorized reproduction of this document is prohibited.

Distributor

KAWAMOTO PUMP MFG. CO.,LTD.
Overseas Marketing Section
11-39, Ohsu 4-Chome, Naka-ku, Nagoya 460-8650, JAPAN
TEL. +81-52-251-7173, FAX. +81-52-241-6151
E-mail : kawamotobo@aol.com
http://www.kawamoto.co.jp

Name	Centrifugal
No.	4O25Ⓢ/E

เกลือทะเล

ประจำสัปดาห์ที่ 4 ของเดือนธันวาคม 2562 (วันที่ 23 - 27 ธ.ค. 62)

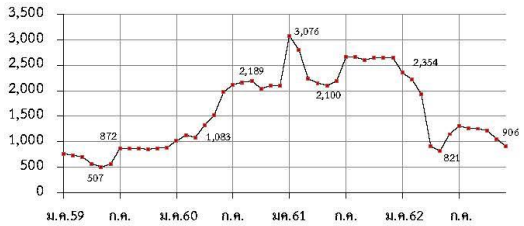
	2559	2560	2561	2562 (f)	
ผลผลิต (ตัน)	632,970	632,970	632,970	992,000	
สต็อกยกมา (ตัน)	339,568	399,345	N/A	N/A	
รวม (ตัน)	**972,538**	**1,032,315**	**632,970**	**992,000**	
ใช้ในประเทศ (ตัน)	631,751	634,919	658,888	N/A	
ต้นทุนการผลิต (บาท/ตัน)	1,400	1,400	1,500	1,276	
ส่งออก					
- ปริมาณ (ตัน)	1,279	1,989	1,452	3,666	(ม.ค.-ต.ค.62)
- มูลค่า (ล้านบาท)	4.10	7.06	5.31	14.37	
นำเข้า (รวมเกลือทะเล เกลือป่นบริโภค เกลืออื่นๆ)					
- ปริมาณ (ตัน)	60	3,938	27,370	18,475	(ม.ค.- ต.ค.62)
- มูลค่า (ล้านบาท)	0.58	6.02	33.58	20.67	
ประเทศที่นำเข้า : อินเดีย (89%)					
มูลค่าผลผลิต (ล้านบาท)	477.40	1,093.69	1,602.57		

ที่มา (1) ผลผลิต การใช้ ต้นทุนการผลิต : สหกรณ์ฯ (เพชรบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม)
สำหรับต้นทุนการผลิตปี 2562 จาก สศก.
(2) ส่งออก - นำเข้า กรมศุลกากร
(3) มูลค่าผลผลิต : คำนวณจากปริมาณผลผลิต x ราคาเฉลี่ยรายปี

ความเคลื่อนไหวของราคา

ราคาเกลือทะเล ณ แหล่งผลิต	**สัปดาห์นี้** (สป.4 ธ.ค.62)	**สัปดาห์ก่อน** (สป.3 ธ.ค.62)	**เพิ่ม / ลด** (บาท/ตัน)	(%)
- เพชรบุรี	**500**	813	-313	-38.49
- สมุทรสาคร	1,250	1,250	-	-
- สมุทรสงคราม	969	969	-	-
เฉลี่ย	**906**	**1,010**	-104	-10.29

ราคาเกลือทะเลที่เกษตรกรขายได้ ณ แหล่งผลิต (บาท/ตัน)



สถานการณ์

- ผลผลิตเกลือทะเลฤดูกาลใหม่ เริ่มทยอยออกสู่ตลาด ในขณะที่สหกรณ์บางแห่งยังมีสต็อกเกลือทะเลคงเหลืออยู่ ซึ่งมีคุณภาพปานกลางไม่เป็นที่ต้องการของตลาด
- ภาวะการค้ายังชะลอตัว ราคาเฉลี่ยเกลือทะเล จ.เพชรบุรี ปรับลดลงจากสัปดาห์ก่อน 313 บาท/ตัน จากเดิม 813 บาท/ตัน เป็น 500 บาท/ตัน เนื่องจากผลผลิตเกลือทะเลฤดูกาลใหม่เริ่มทยอยออกสู่ตลาด ในขณะที่ราคาเฉลี่ยของ จ.สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม ยังทรงตัวเท่ากับสัปดาห์ก่อน

แนวโน้ม

- ความต้องการเกลือทะเลในประเทศชะลอตัว เนื่องจากมีสินค้าเกลือนำเข้าทดแทน
- ราคาทรงตัวหรือปรับลดลงเล็กน้อย เนื่องจากผลผลิตฤดูกาลใหม่เริ่มออกสู่ตลาดเป็นไปตามภาวะการค้าปกติ อย่างไรก็ตาม คาดว่าราคาจะมีเสถียรภาพเนื่องจากมาตรการรัฐที่จะออกมาเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาราคาเกลือทะเลตกต่ำ เช่น โครงการสินเชื่อชะลอการขายเกลือทะเล ปีการผลิต 2563/64 วงเงิน 1,500 ล้านบาท ซึ่งอยู่ระหว่างกระทรวงเกษตรและสหกรณ์เตรียมเสนอ ครม. เพื่ออนุมัติโครงการ

มาตรการภาครัฐ

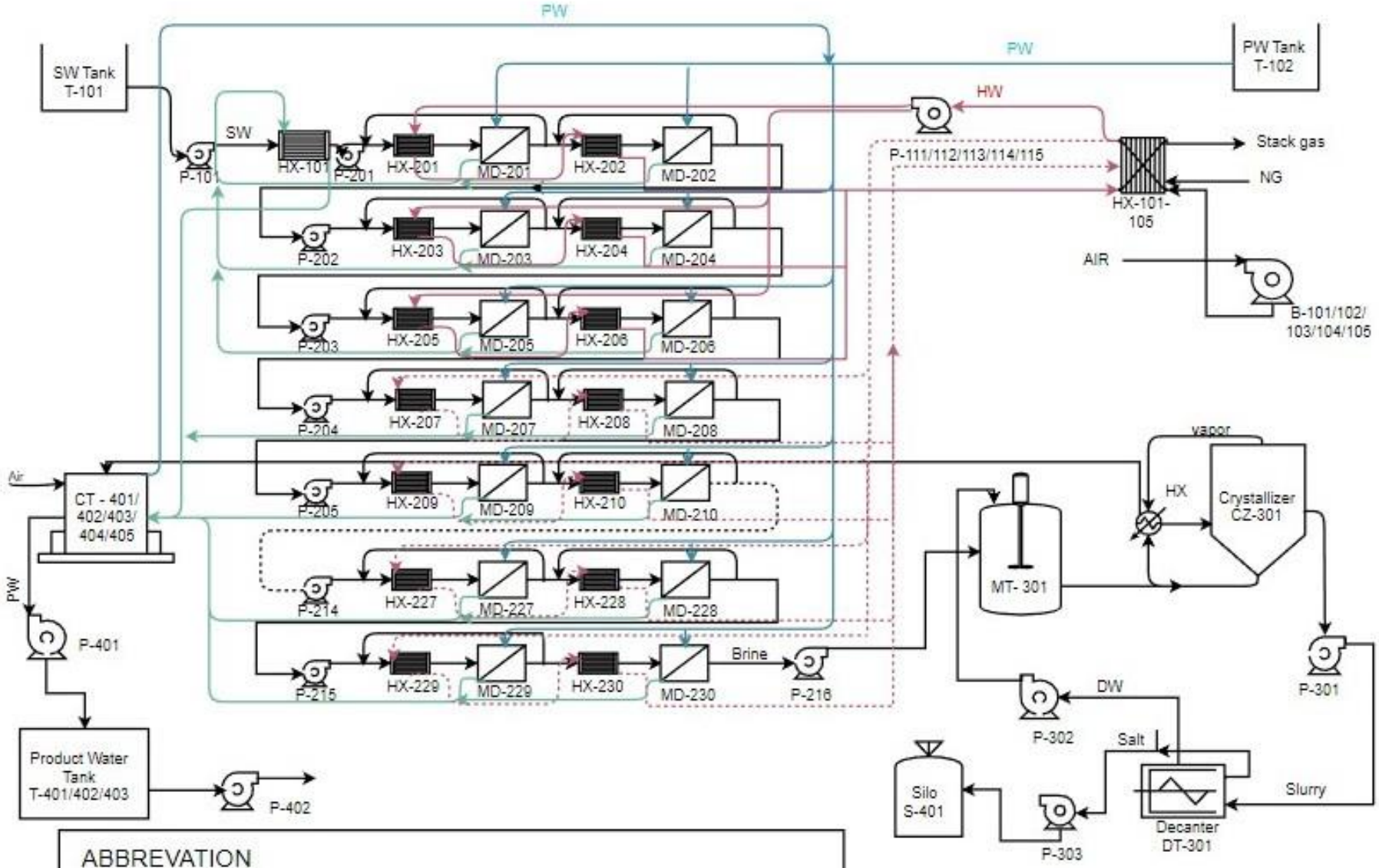
- คณะกรรมการสงเคราะห์เกษตรกร อนุมัติเงินจำนวน 52.50 ล้านบาท ให้สหกรณ์ในจังหวัดเพชรบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม ใช้เป็นทุนหมุนเวียนในการบริหารจัดการผลผลิตเกลือทะเล (ระยะเวลาโครงการ 5 ปี)
- กษ. แต่งตั้งคณะทำงานทบทวนแผนงาน โครงการ และงบประมาณภายใต้ยุทธศาสตร์เกลือทะเลไทย พ.ศ. 2562 - 2565 เพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการการบริหารจัดการเกลือทะเลไทย ปี 2562 - 2565 (ระยะที่ 1)
- แผนปี 2563 มติ คบท. เมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2562 เห็นชอบกรอบวงเงิน 50 ล้านบาท โดยการสนับสนุนเงินจ่ายขาดเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการ และเงินทุนหมุนเวียนเพื่อชะลอการจำหน่ายในช่วงที่ผลผลิตออกสู่ตลาดมาก ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2562 - ตุลาคม 2564

แนวทางการแก้ไขปัญหา

- เชื่อมโยงการจำหน่ายผลผลิตให้กับผู้ใช้โดยตรง อาทิ โรงงานน้ำปลา โรงงานผัก ผลไม้ดอง และการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด

ราคาเกลือทะเล ที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ย 3 จังหวัด (บาท/ตัน)

ปี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
2559	767	733	700	567	507	558	872	869	867	852	871	889	754
2560	1,013	1,131	1,083	1,325	1,522	1,947	2,119	2,167	2,189	2,038	2,100	2,100	1,728
2561	3,076	2,800	2,231	2,150	2,100	2,189	2,656	2,600	2,647	2,644	2,644	2,644	2,532
2562	2,354	2,220	1,931	908	821	1,147	1,309	1,264	1,255	1,219	1,053	906 (สป.4 ธ.ค. 62)	1,366



ABBREVATION

SW	Seawater	HX	Heat Exchanger	MD	Membrane Distillation
PW	Process Water	T	Tank	CT	Cooling Tower
HW	Hot Water	MT	Mixing Tank		
DW	Decanter Water	CZ	Crystallizer		
NG	Natural Gas	DT	Decanter		

THE THAI INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERING AND APPLIED CHEMISTRY (TICHE)			
PROJECT: EVALUATION TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF SEAWATER DESALINATION PLANT DESIGN IN DIRECT CONTACT MEMBRANE DISTILLATION METHOD			
DRAWING TITLE: PROCESS FLOW DIAGRAM			
SCALE : ~	DRAWING NO. PFD-001	SHEET 1/1	REV. -