



ขอบเขตของงาน (Terms of Reference: TOR)

จ้างผลิตต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้วสำหรับวงกักเก็บอิเล็กตรอนระดับพลังงาน 3 GeV จำนวน 1 งาน

1. เหตุผลและความจำเป็น

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ได้ดำเนินโครงการบูรณาการระบบวงกักเก็บอิเล็กตรอนสำหรับเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนระดับพลังงาน 3 GeV โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อบูรณาการระบบแม่เหล็ก ระบบสุญญากาศ ระบบแท่นรองรับแม่เหล็ก และระบบที่เกี่ยวข้อง ให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้ การตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจะช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือ ความเชื่อมั่น และประสิทธิภาพของระบบโดยรวม เพื่อรองรับการใช้งานของโครงการเมื่อแล้วเสร็จ

การผลิตต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับวงกักเก็บอิเล็กตรอนมีความซับซ้อนสูง และต้องการความเที่ยงตรงทางวิศวกรรมในระดับสูง โดยแกนแม่เหล็กไฟฟ้าผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel) ตามมาตรฐาน AISI เกรด 1006 และขดลวดผลิตจากตัวนำชนิดมีรูตรงกลาง (Hollow Conductor) เพื่อรองรับการระบายความร้อนด้วยน้ำบริสุทธิ์ปราศจากไอออน พร้อมทั้งผ่านกระบวนการทำฉนวนไฟฟ้าด้วยวิธี Vacuum Pressure Impregnation (VPI) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงทางกลและเสถียรภาพของฉนวนไฟฟ้าในระยะยาว และรองรับการใช้งานในสภาวะที่มีอุณหภูมิและสนามแม่เหล็กสูง

ปัจจุบัน การพัฒนาต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดำเนินการไปแล้วบางส่วน โดยมีแผนปรับปรุงต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้ว QF4 Type B และ QF7 Type B ให้มีความเที่ยงตรงและคุณลักษณะสนามแม่เหล็กเป็นไปตามข้อกำหนดด้านพลศาสตร์ของลำอิเล็กตรอน ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องจัดจ้างผู้รับจ้างที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางและมีประสบการณ์ในการผลิตแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน เพื่อให้การผลิตต้นแบบเป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรฐานที่กำหนดไว้

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อจัดจ้างผู้รับจ้างที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง และมีทักษะประสบการณ์ในการผลิตแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน เพื่อผลิตต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้วสำหรับวงกักเก็บอิเล็กตรอนระดับพลังงาน 3 GeV จำนวน 1 งาน

2.2 เพื่อใช้ต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าดังกล่าวในการทดสอบ วิจัย และพัฒนา รวมทั้งสนับสนุนการดำเนินโครงการก่อสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนระดับพลังงาน 3 GeV และห้องปฏิบัติการของสถาบันฯ

3. ขอบเขตของงาน

3.1 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการผลิตต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้วสำหรับวงกักเก็บอิเล็กตรอนระดับพลังงาน 3 GeV จำนวน 1 งาน ให้เป็นไปตามรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะตามข้อ 4

3.2 ผู้ว่าจ้างเป็นผู้จัดหาวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ตามมาตรฐาน AISI เกรด 1006 ขนาด 420x420x165 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชิ้น สำหรับผลิตแกนแม่เหล็กไฟฟ้า QF4 Type B และขนาด 420x420x420 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชิ้น สำหรับผลิตแกนแม่เหล็กไฟฟ้า QF7 Type B

3.3 ผู้ว่าจ้างเป็นผู้จัดหาวัสดุเส้นลวดตัวนำไฟฟ้าชนิดมีรูตรงกลาง ขนาด 8x8 มิลลิเมตร รูเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร พร้อมลวดนำไฟฟ้าหุ้มหนา 0.25-0.31 มิลลิเมตร สำหรับผลิตขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า QF4 Type B และ QF7 Type B

3.4 ผู้ว่าจ้างเป็นผู้จัดหาวัสดุท่อซีเรียมที่ใช้ในกระบวนการทำฉนวนไฟฟ้าด้วยวิธี VPI

3.5 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด SUS304 หรือดีกว่า สำหรับการผลิตฐานรองแม่เหล็ก รวมถึงสกรู น็อต บัซบาร์ ข้อต่อ ท่อน้ำ และวัสดุอื่นที่เกี่ยวข้อง

3.6 ผู้รับจ้างต้องผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องจักร CNC ความแม่นยำสูง เช่น Machining Center, Grinding และ Wire Cut EDM โดยเฉพาะชิ้นส่วนหลักของแกนแม่เหล็กต้องใช้ Wire Cut EDM เพื่อให้ได้ความเที่ยงตรงตามข้อกำหนด

3.7 ผู้รับจ้างต้องผลิตแกนแม่เหล็กไฟฟ้า และตรวจสอบขนาดและมิติด้วยเครื่อง CMM ทั้งก่อนและหลังการประกอบฐานรองแม่เหล็กและ Shimming Block พร้อมจัดทำรายงานผลการตรวจวัด ทั้งนี้ ผู้รับจ้างสามารถขอความอนุเคราะห์ให้ผู้ว่าจ้างสนับสนุนการตรวจสอบด้วยเครื่อง CMM ของสถาบันฯ ได้

3.8 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการป้องกันสนิมแกนแม่เหล็กไฟฟ้า โดยพ่นสีในบริเวณที่กำหนด และใช้ High Vacuum Grease หรือวิธีการที่เหมาะสมในบริเวณที่ไม่สามารถพ่นสีได้

3.9 ผู้รับจ้างต้องผลิตขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า พร้อมตรวจสอบคุณสมบัติ เช่น ค่าฉนวนไฟฟ้า การลัดวงจรระหว่างรอบ (Shorted Turn Test) และจำนวนรอบการพัน ก่อนและหลังการทำฉนวน และดำเนินการทำฉนวนด้วยวิธี VPI พร้อมจัดทำรายงานผล

3.10 ผู้รับจ้างต้องประกอบติดตั้งขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าเข้ากับแกนแม่เหล็กไฟฟ้า บัซบาร์ แข็งบัซบาร์ และท่อน้ำหล่อเย็น ทดสอบอัตราการไหลของน้ำ และตรวจสอบระบบให้เป็นไปตามข้อกำหนด

3.11 ผู้รับจ้างต้องผลิตต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้ว QF4 Type B และ QF7 Type B ตามขั้นตอนปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard Operating Procedure : SOP) ครอบคลุมตั้งแต่การเตรียมวัสดุ การผลิต การประกอบ การทดสอบ การบรรจุ และการจัดส่งในบรรจุภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน

3.12 กรณีไม่สามารถดำเนินการได้ตามกำหนดเวลา เนื่องจากข้อจำกัดด้านวัสดุหรือการปรับแบบคู่สัญญาสามารถร่วมกันพิจารณาปรับรายละเอียดได้ โดยต้องไม่กระทบข้อกำหนดหลัก และต้องได้รับความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างก่อน

3.13 ผู้รับจ้างต้องส่งมอบพัสดุให้ครบถ้วน ถูกต้อง สมบูรณ์ ภายในระยะเวลาที่กำหนด พร้อมเอกสารประกอบการส่งมอบครบถ้วนตามข้อกำหนด

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

การผลิตต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้วสำหรับวงกักเก็บอิเล็กตรอนระดับพลังงาน 3 GeV จำนวน 1 งาน ต้องมีคุณลักษณะเฉพาะ ดังต่อไปนี้

4.1 ต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้ว (Quadrupole Magnet) QF4 Type B จำนวน 1 ชุด

4.1.1 แกนแม่เหล็กไฟฟ้าต้องใช้วัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำตามมาตรฐาน AISI เกรด 1006

4.1.2 แกนแม่เหล็กไฟฟ้าต้องมีรัศมีช่องว่างระหว่างขั้วแม่เหล็ก (Bore Radius) เท่ากับ 18 มิลลิเมตร โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 20 ไมโครเมตร

4.1.3 ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าต้องใช้ตัวนำชนิดมีรูตรงกลาง ขนาด 8×8 มิลลิเมตร รูเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร พร้อมฉนวนไฟฟ้าหุ้มหนา 0.25–0.31 มิลลิเมตร โดยต้องผลิตขดลวดจำนวน 4 ชุด ซึ่งมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดเดียวกัน

4.1.4 รายละเอียดแบบให้เป็นไปตามเอกสารแนบ 1

4.1.5 ขั้นตอนปฏิบัติงานมาตรฐาน (SOP) ให้เป็นไปตามเอกสารแนบ 3

4.2 ต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้ว (Quadrupole Magnet) QF7 Type B จำนวน 1 ชุด

4.2.1 แกนแม่เหล็กไฟฟ้าต้องใช้วัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำตามมาตรฐาน AISI เกรด 1006

4.2.2 แกนแม่เหล็กไฟฟ้าต้องมีรัศมีช่องว่างระหว่างขั้วแม่เหล็ก (Bore Radius) เท่ากับ 16 มิลลิเมตร โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 20 ไมโครเมตร

4.2.3 ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าต้องใช้ตัวนำชนิดมีรูตรงกลาง ขนาด 8×8 มิลลิเมตร รูเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร พร้อมฉนวนไฟฟ้าหุ้มหนา 0.25–0.31 มิลลิเมตร โดยต้องผลิตขดลวดจำนวน 4 ชุด ซึ่งมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดเดียวกัน

4.2.4 รายละเอียดแบบให้เป็นไปตามเอกสารแนบ 2

4.2.5 ขั้นตอนปฏิบัติงานมาตรฐาน (SOP) ให้เป็นไปตามเอกสารแนบ 3

4.3 การประกอบติดตั้งแกนแม่เหล็กไฟฟ้า ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า และส่วนประกอบอื่น ต้องควบคุมแรงขันยึดด้วยประแจวัดแรงบิด (Torque Wrench) ให้เป็นไปตามค่าที่กำหนด

4.4 การประกอบแกนแม่เหล็กไฟฟ้าต้องใช้สลักกำหนดตำแหน่งความละเอียดสูง (Precision Locating Pin) เพื่อควบคุมความเที่ยงตรงของตำแหน่ง และต้องสามารถถอดประกอบซ้ำได้โดยยังคงรักษาความแม่นยำของตำแหน่งขั้วแม่เหล็ก

4.5 คุณลักษณะเฉพาะตามข้อ 4 อาจปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งาน ทั้งนี้ ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนดำเนินการ และต้องไม่กระทบต่อสาระสำคัญของข้อกำหนด

5. การส่งมอบและการเบิกจ่าย

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการผลิตต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้วสำหรับวงกักเก็บอิเล็กตรอนระดับพลังงาน 3 GeV จำนวน 1 งาน ให้แล้วเสร็จภายใน 180 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาจ้าง

โดยกำหนดการส่งมอบงานและการเบิกจ่ายเงินเป็นงวด ดังนี้

งวดที่ 1 เป็นเงินร้อยละ 50 ของค่าจ้างตามสัญญา

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการผลิตแม่เหล็กไฟฟ้า ฐานรองแม่เหล็ก และ Shimming Block รวมทั้งประกอบติดตั้งและตรวจสอบขนาดและมิติด้วยเครื่อง CMM ให้เป็นไปตามรายละเอียดแบบตามเอกสารแบบ 1 และเอกสารแบบ 2 พร้อมจัดทำรายงานผลการตรวจวัด

งวดที่ 2 เป็นเงินร้อยละ 50 ของค่าจ้างตามสัญญา

ผู้รับจ้างต้องส่งมอบต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้วสำหรับวงกักเก็บอิเล็กตรอนระดับพลังงาน 3 GeV จำนวน 1 งาน ที่แล้วเสร็จสมบูรณ์


การเบิกจ่ายค่าจ้างจะดำเนินการได้เมื่อผู้รับจ้างได้ส่งมอบพัสดุครบถ้วน ถูกต้อง เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และได้รับการตรวจรับเรียบร้อยจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุของผู้ว่าจ้าง

6. การรับประกันความชำรุดบกพร่อง


ผู้รับจ้างต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องของงานจ้างผลิตต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้วสำหรับวงกักเก็บอิเล็กตรอนระดับพลังงาน 3 GeV จำนวน 1 งาน เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับพัสดุเรียบร้อยแล้ว

ในกรณีที่เกิดความชำรุดบกพร่องซึ่งมิได้เกิดจากการใช้งานผิดวิธี หรือการดัดแปลงแก้ไขโดยผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการซ่อมแซม แก้ไข หรือปรับปรุงให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี ภายใน 45 วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้าง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น

รายชื่อผู้กำหนดคุณลักษณะขอบเขตของงาน

ลงชื่อ..... 


(ดร.ศุภชัย ประวันตา)

ลงชื่อ..... 

(ดร.ประไพวรรณ สิ้นวงศ์)

ลงชื่อ..... 

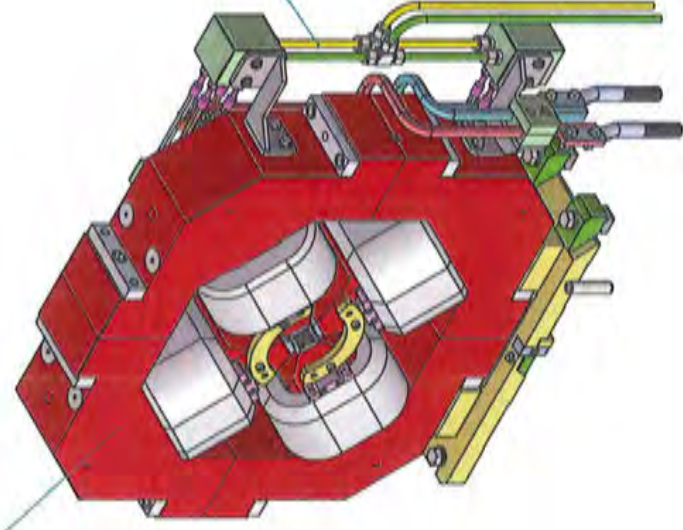
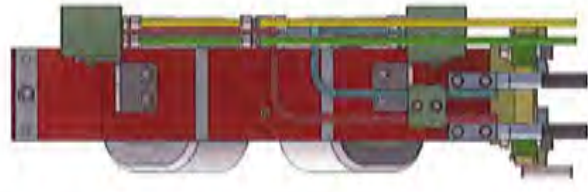
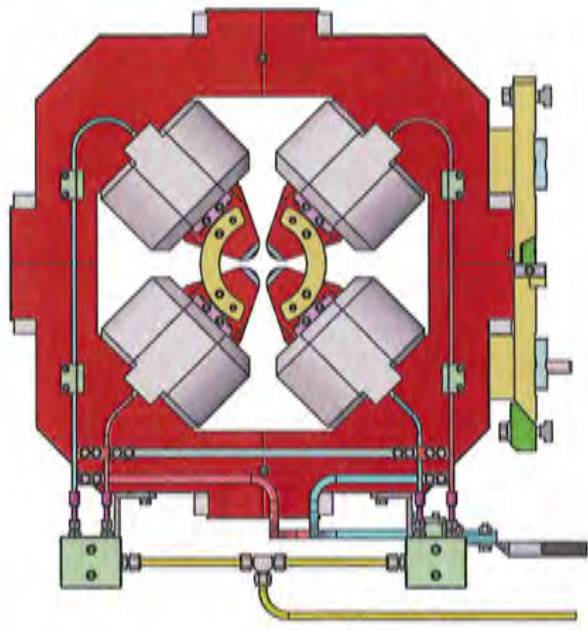
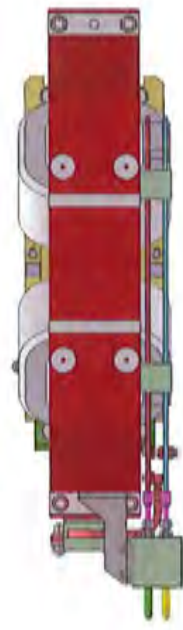
(นายธงไชย ลิทา)

ลงชื่อ..... 

(นายปิยวัฒน์ ปริกโสมง)

เอกสารแนบ 1

ITEM NO.	PART	DESCRIPTION	QTY.
1	QF4 type B		1
2	QIM Busbar and Cooling		1



โครงการแม่เหล็กตัวกักดันเครื่อง

Aug.

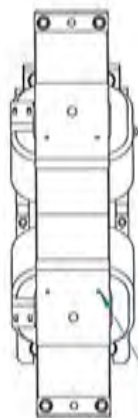
APPROVAL	DATE
DRAWN	27/03/2011
CHECKED	27/03/2011
RELEASED	27/03/2011
APPROVED	27/03/2011

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
 Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)

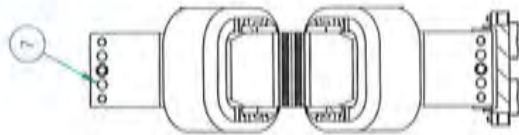
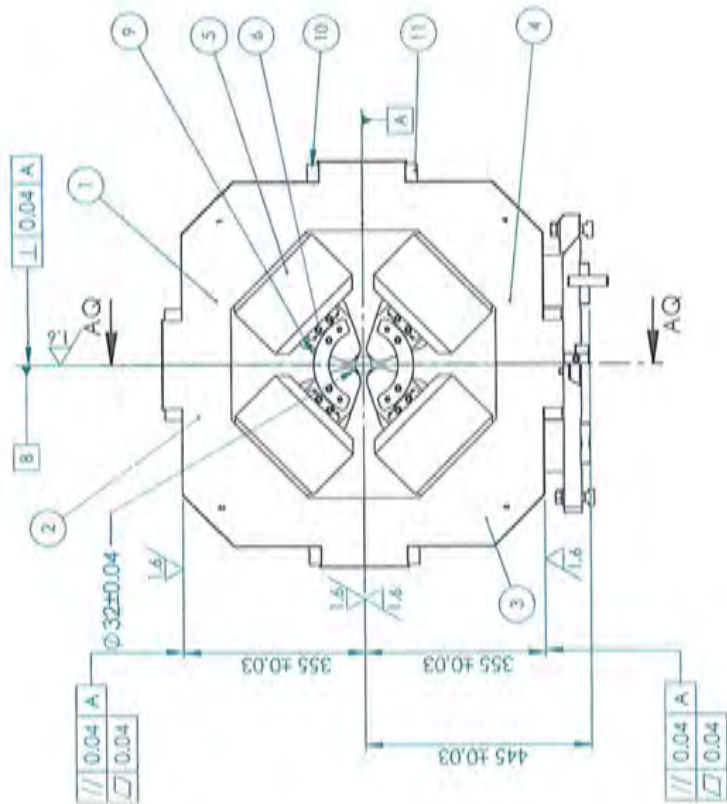
FILE: SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF4 Type B
 QF4 type B
 SCALE: 1:1

SIZE: A3
 DRAWING NO: SLRI-SPSR-SR-MA-G-QF4B-01
 SHEET: 1/12

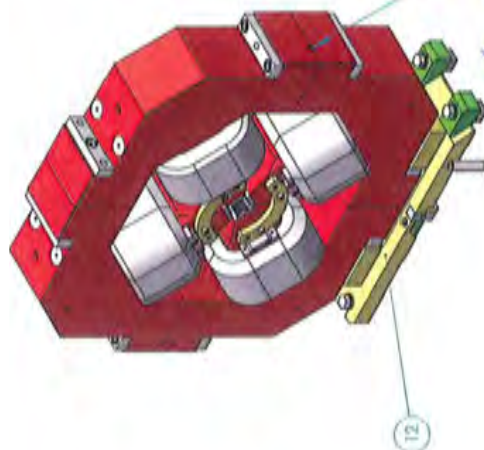
ITEM NO.	PART	MATERIAL	QTY.
1	QF4 Type B Pole Yoke 1	AISI 1006	1
2	QF4 Type B Pole Yoke 2	AISI 1006	1
3	QF4 Type B Pole Yoke 3	AISI 1006	1
4	QF4 Type B Pole Yoke 4	AISI 1006	1
5	QF4 Coil	-	4
6	QW Support of coil	SUS 304	8
7	Location pin 20x1-40	STEEL	4
8	Loading pin 14x50	STEEL	8
9	QW Pole Support Circle	STEEL	12
10	QF4 Clamp I	STEEL	4
11	QF4 Clamp II	STEEL	4
12	QF4 Type B Support magnet	STEEL	1



Fiducial mark 4 holes
 $\varnothing 6.35 \text{ H7}$



SECTION A-Q-AQ



ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ
 สถาบันแสงซินโครตรอน

Aug.

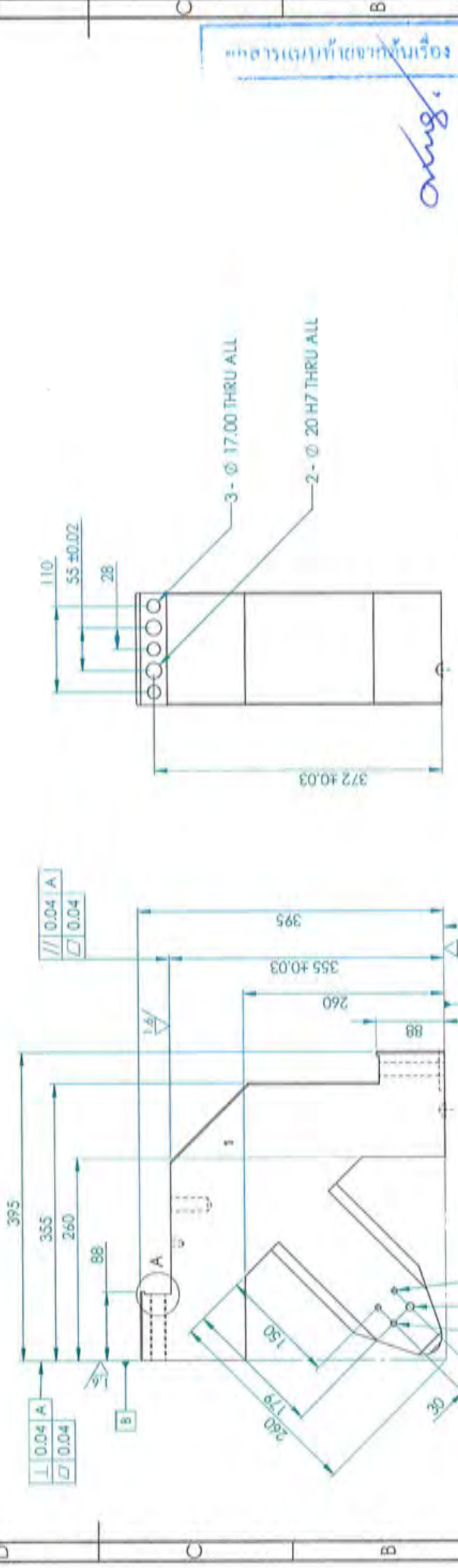
APPROVAL	DATE
DESIGN	24/07/2018
CHECKED	24/07/2018
RELEASED	27/08/2018
APPROVED	28/08/2018

สถาบันแสงซินโครตรอน (ประเทศไทย)
 Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
 REF: SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF4 Type B
 QF4 Assembly
 SCALE: 1:1.8
 SIZE: A3
 DRAWING NO: SR-SPSI-SR-MAG-QF4S-01
 SHEET: 2/12

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QF4 type B Pole Yoke 1		1



DETAIL A
SCALE 1:1.5

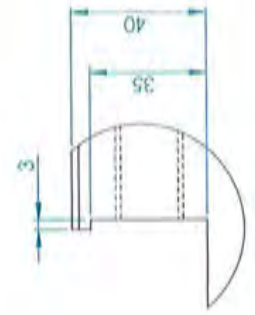


APPROVAL	DATE	APPROVAL	DATE
DESIGNER		APPROVED	
CHECKED		DESIGNED	
RELEASED		DATE	
APPROVED		SCALE	
GENERAL MANAGER		PROJECT	

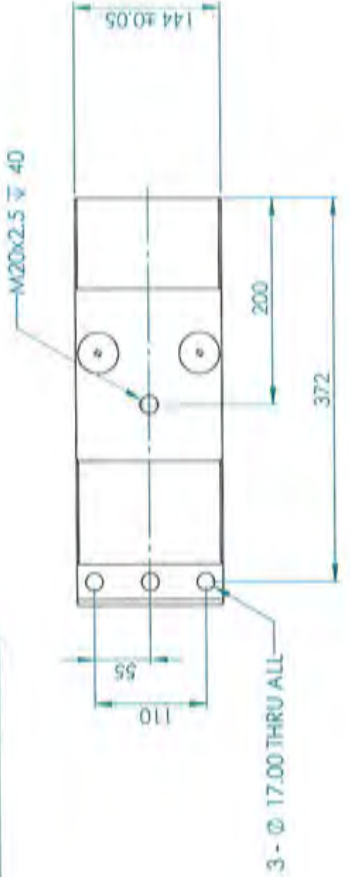
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
 Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
 SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF4 Type B
 QF4 Pole Yoke 1
 A31 0006
 1:1
 3/18

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
 คณะวิศวกรรมศาสตร์

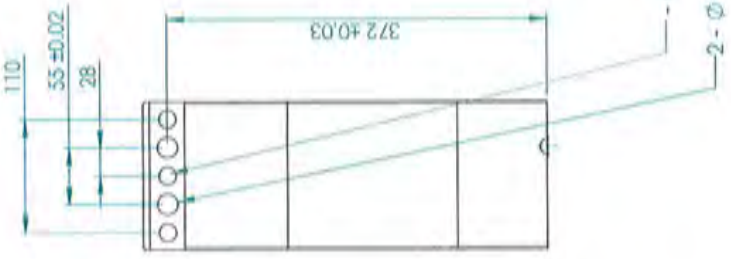
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
2	QF4 type 8 Pole Yoke 2		1



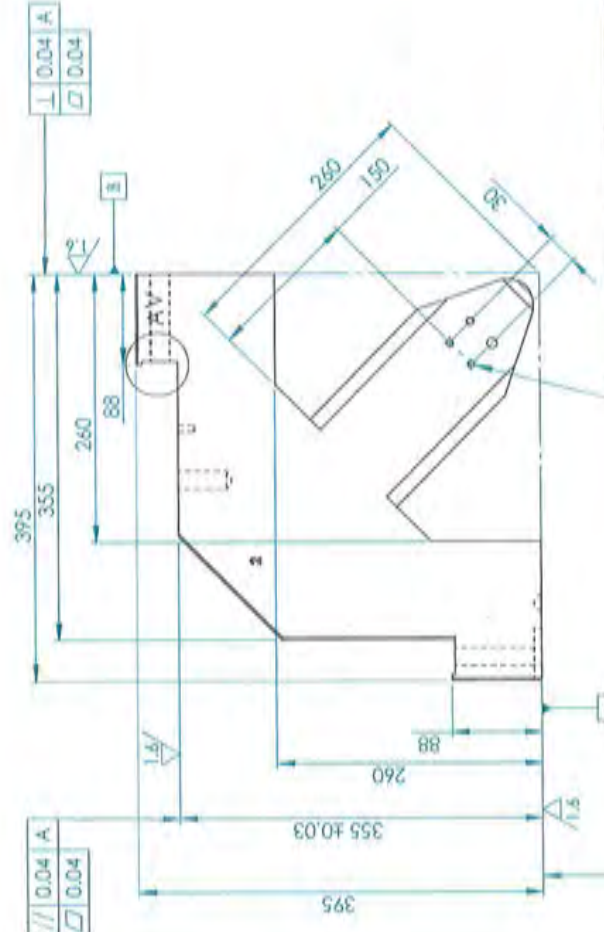
DETAIL AV
SCALE 1 : 1.5



3 - \varnothing 17.00 THRU ALL



2 - \varnothing 20 H7 THRU ALL



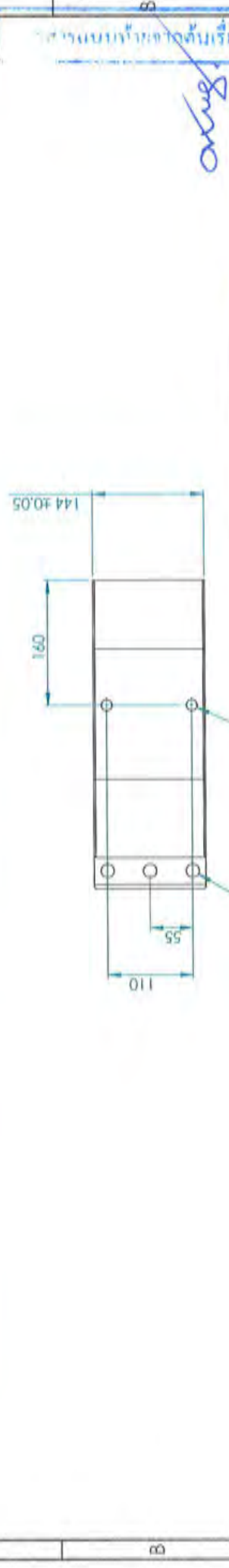
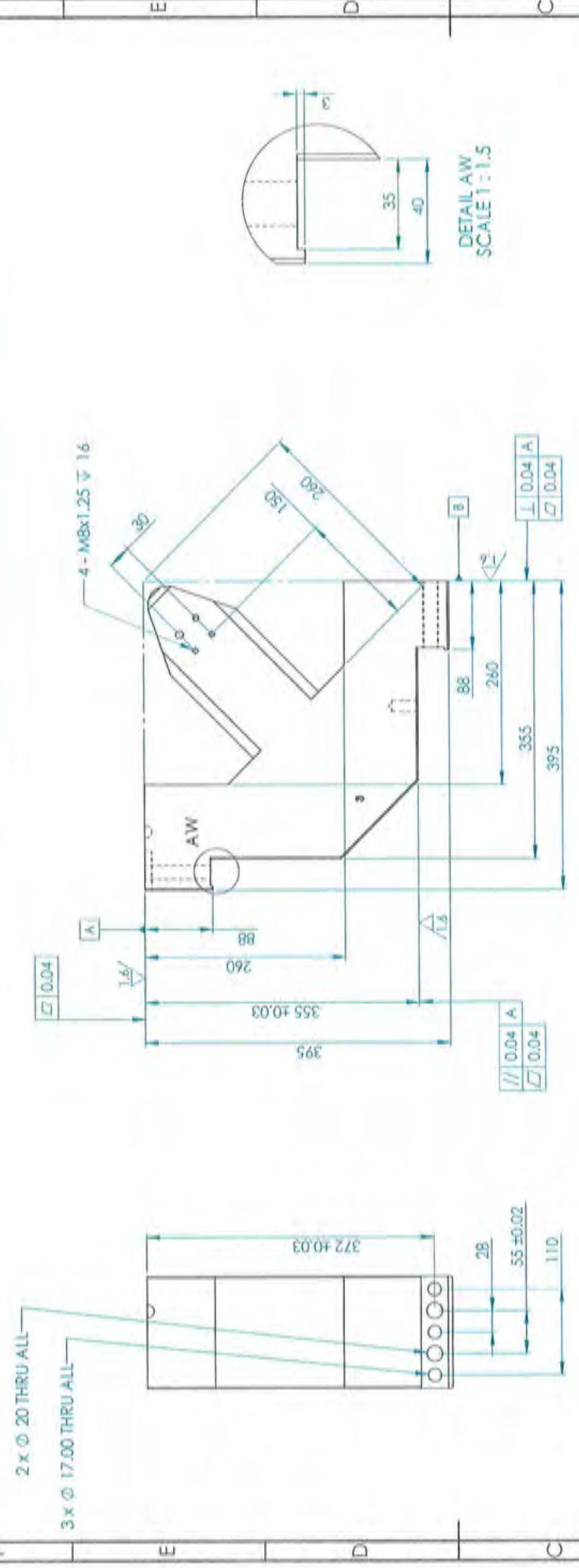
4 - MBX1.25 x 16

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน
Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF4 Type 8

APPROVAL	DATE	REVISION
DESIGNER	2023/03/23	1
CHECKER	2023/03/23	1
RELEASED	2023/03/23	1
APPROVED	2023/03/23	1

SYNCHROTRON LIGHT RESEARCH INSTITUTE (Public Organization)	SCALE: 1:1
SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF4 Type 8	SCALE: ASB 100%
QF4 Pole Yoke 2	SCALE: 1:1
REV: Drawing No: SLR-SPSR-AMA(G)-QF4B-01	DATE: 4/18

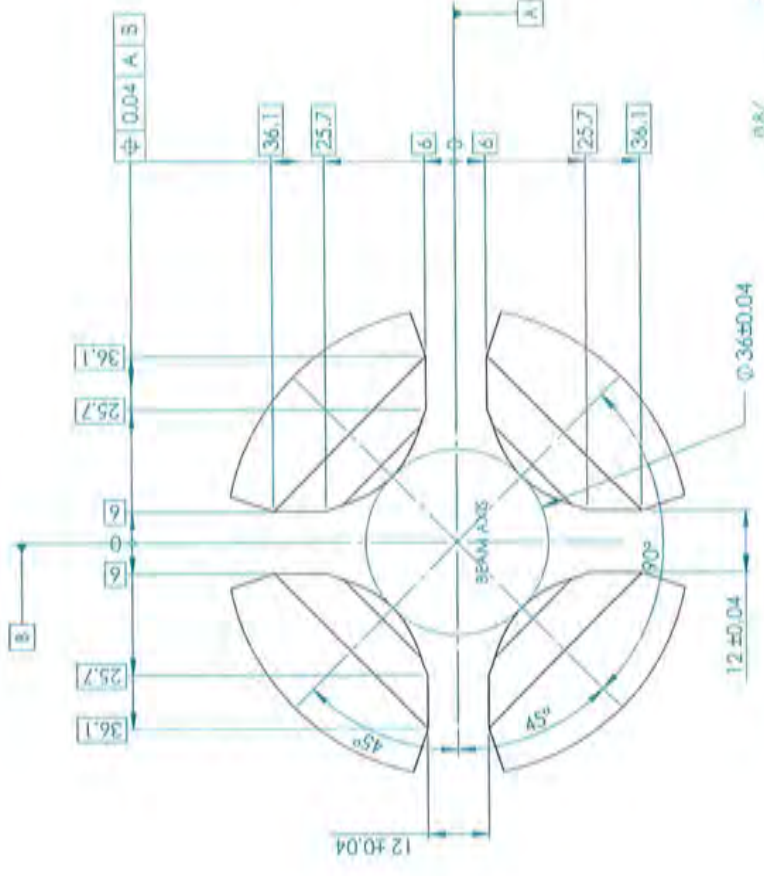
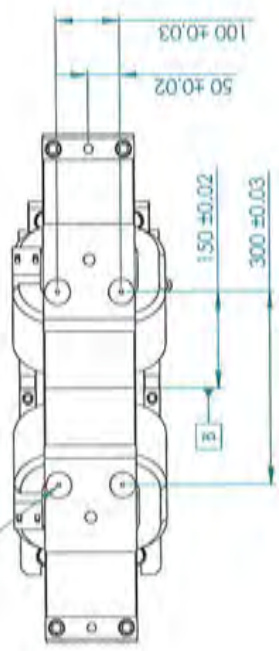
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
3	QF4 type B Pole Yoke 3		1



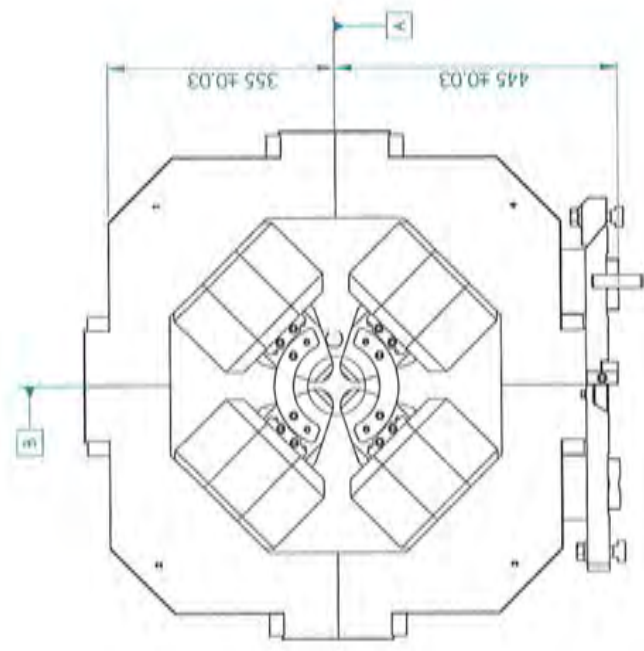
APPROVAL	DATE	REVISION	DATE
DESIGNED	15/04/2023	1	15/04/2023
CHECKED	15/04/2023	2	15/04/2023
RELEASED	15/04/2023	3	15/04/2023
APPROVED	15/04/2023	4	15/04/2023
DESIGNED BY	SR-Quadrupole Magnets	DATE	15/04/2023
CHECKED BY	SR-Quadrupole Magnets	DATE	15/04/2023
RELEASED BY	SR-Quadrupole Magnets	DATE	15/04/2023
APPROVED BY	SR-Quadrupole Magnets	DATE	15/04/2023
DESIGNED BY	SR-Quadrupole Magnets	DATE	15/04/2023

 สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (SLRI) Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)	FILE: SR-Quadrupole Magnets Prototype-QF4 Type B
TITLE: QF4 Pole Yoke 3	MATERIAL: AISI 1006
SHEET: A.3	DRAWING NO.: SLR5-SFSR-SR-AMA-G-QF4B-01
SHEET: 5/18	SCALE: 1:1

4 - Ø 6.35 H7 ∇ 15



DETAIL C
SCALE 1:1

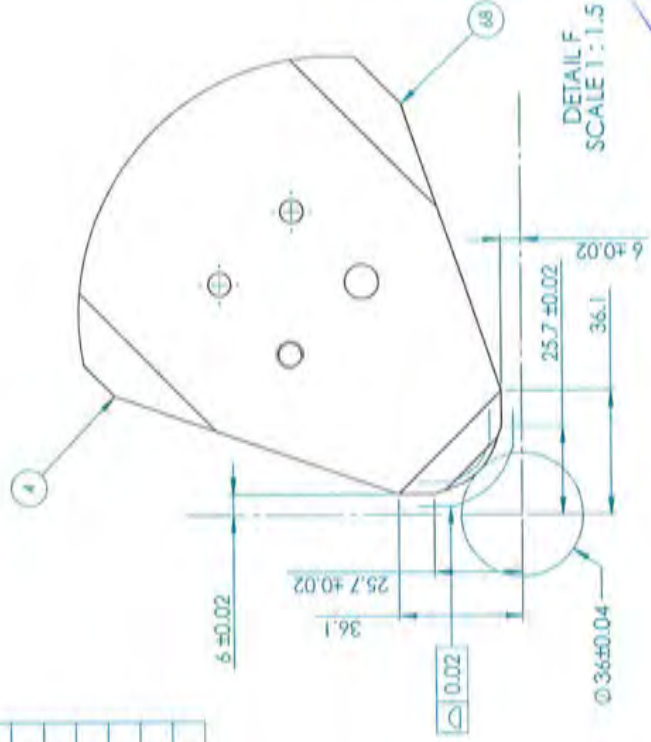
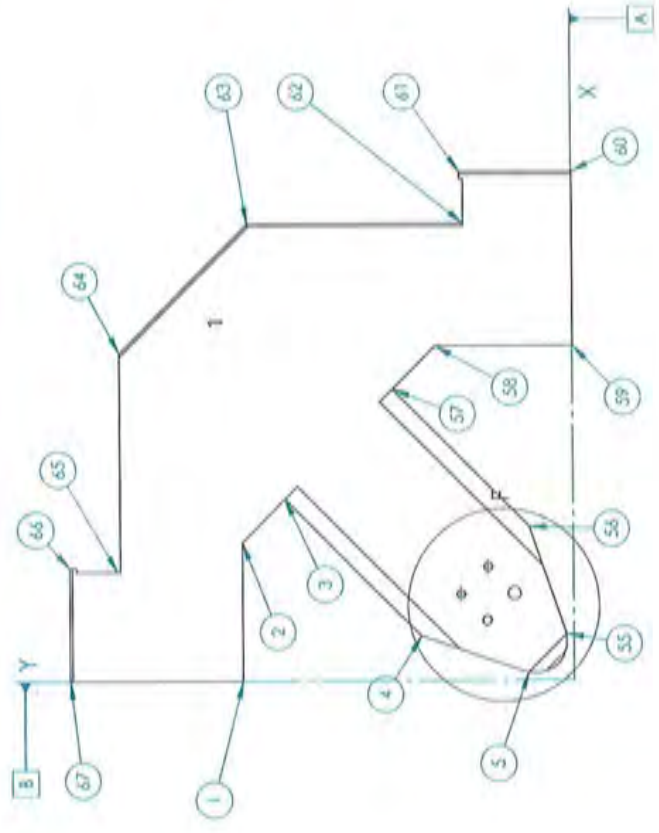


สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)

Signature

APPROVALS	DATE	REVISION
DESIGNER	DESIGNED BY	REVISION NO.
CHECKED	DESIGNED BY	REVISION NO.
RELEASED	DESIGNED BY	REVISION NO.
APPROVED	DESIGNED BY	REVISION NO.
TITLE: SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF4 Type 3 part assembly SCALE: 1:1		
DRAWING NO: SLR-SPSR-SR-MA-G-QF4B-01 SHEET: A/3		DATE: 7/18

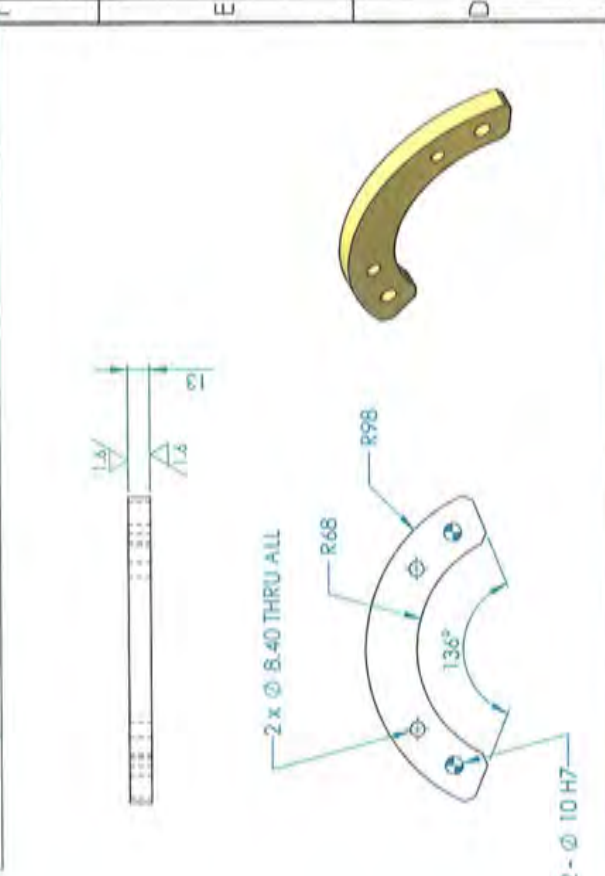
NO.	X[mm]	Y[mm]	NO.	X[mm]	Y[mm]	NO.	X[mm]	Y[mm]	NO.	X[mm]	Y[mm]
1	0.0000	260.0000	21	9.4033	17.2279	41	18.2279	8.8875	61	395.0000	88.0000
2	107.6955	260.0000	22	9.6844	16.7279	42	18.7279	8.6502	62	355.0000	85.0000
3	141.4213	226.2741	23	9.9828	16.2279	43	19.2279	8.4252	63	355.0000	255.0000
4	34.7535	119.6063	24	10.3002	15.7279	44	19.7279	8.2117	64	255.0000	355.0000
5	6.0000	36.1000	25	10.6384	15.2279	45	20.2279	8.0087	65	85.0000	355.0000
6	6.0000	25.7000	26	10.9995	14.7279	46	20.7279	7.8155	66	88.0000	395.0000
7	6.5000	24.5000	27	11.3861	14.2279	47	21.2279	7.6315	67	0.0000	395.0000
8	6.8274	23.7279	28	11.8008	13.7279	48	21.7279	7.4558			
9	6.9744	23.2279	29	12.2468	13.2279	49	22.2279	7.2881			
10	7.1278	22.7279	30	12.7279	12.7279	50	22.7279	7.1278			
11	7.2881	22.2279	31	13.2279	12.2468	51	23.2279	6.9744			
12	7.4558	21.7279	32	13.7279	11.8008	52	23.7279	6.8274			
13	7.6315	21.2279	33	14.2279	11.3861	53	24.5000	6.5000			
14	7.8155	20.7279	34	14.7279	10.9995	54	25.7000	6.0000			
15	8.0087	20.2279	35	15.2279	10.6384	55	36.1000	6.0000			
16	8.2117	19.7279	36	15.7279	10.3002	56	119.6063	34.7535			
17	8.4252	19.2279	37	16.2279	9.9828	57	226.2741	141.4213			
18	8.6502	18.7279	38	16.7279	9.6844	58	260.0000	107.6955			
19	8.8875	18.2279	39	17.2279	9.4033	59	260.0000	0.0000			
20	9.1381	17.7279	40	17.7279	9.1381	60	395.0000	0.0000			



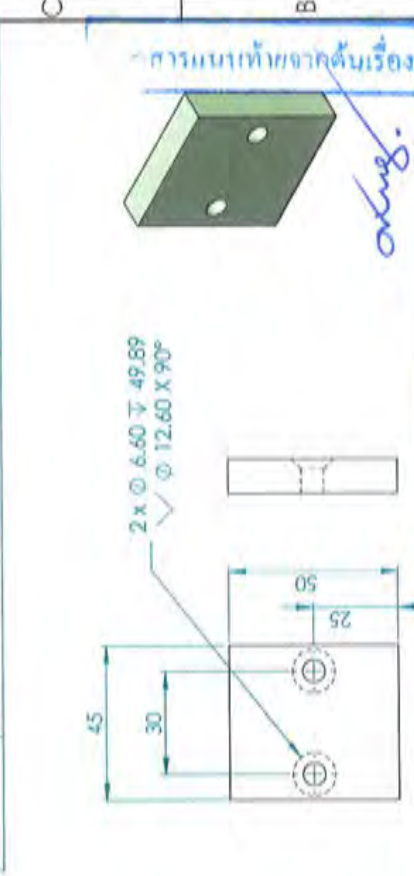
APPROVED	DATE	APPROVED	DATE
DRAWN	REVISIONS	DESIGNED	REVISIONS
CHECKED	PROJECT	RELEASED	PROJECT
REVISED	SCALE	APPROVED	SCALE
APPROVED	SCALE	APPROVED	SCALE
DESIGN/REFERENCE	SCALE	DESIGN/REFERENCE	SCALE
NO.	DATE	NO.	DATE
1	2018/08/01	1	2018/08/01

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
 Synchrotron Light Research Institute Public Organization
 SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF4 Type B
 pole profile
 SCALE: 1:1.5
 SHEET: 8/18
 FILE: SR5-SP3R-SR-AMA-G-QF4B-01

ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
10	GM Pole Support Circle	SUS316	4



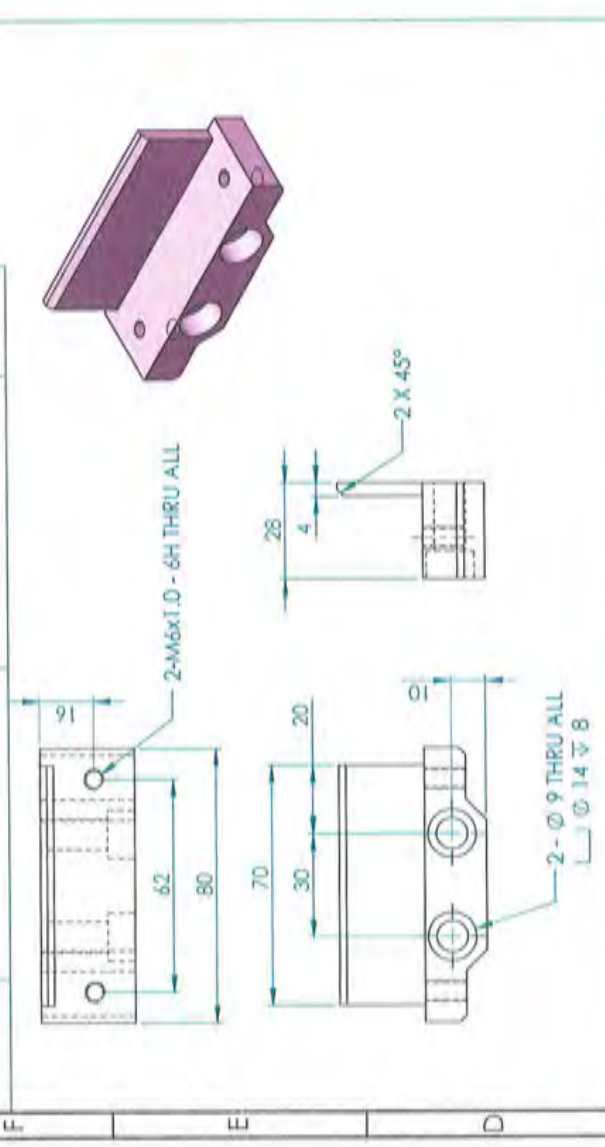
ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
1	Cover Support tube 7_5	POM	4



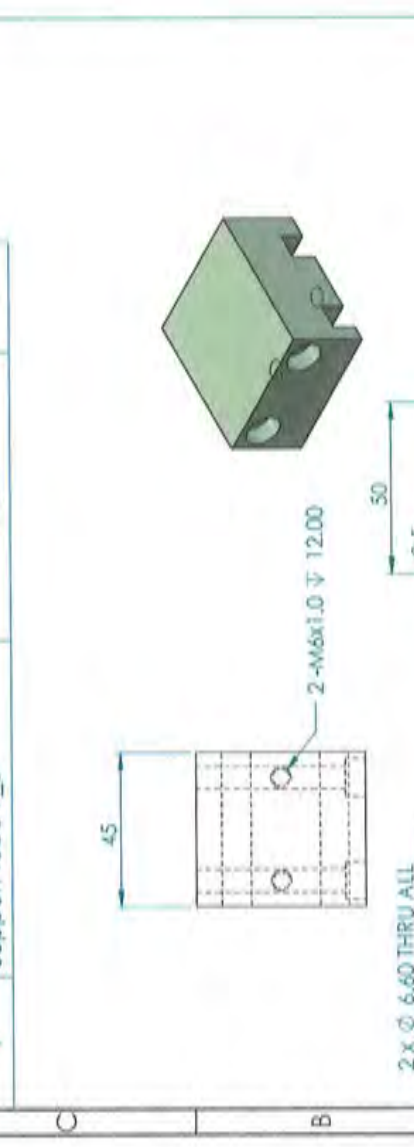
APPROVAL	DATE	REVISION
DESIGN	14/04/2023	1
CHECKED	14/04/2023	1
RELEASED	14/04/2023	1
APPROVED	14/04/2023	1

อนุมัติ: ศาสตราจารย์ ดร. ชัยวัฒน์ วัฒนสุข (SUSANNAKARN) / Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
 FILE: SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF4 Type B
 QF4 support
 SUS 304
 SHEET: 1/11
 DRAWING NO: SUR-SP38-SR-MAG-QF4B-01
 10/18

ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
6	GM Coil Support SUS304	SUS304	8



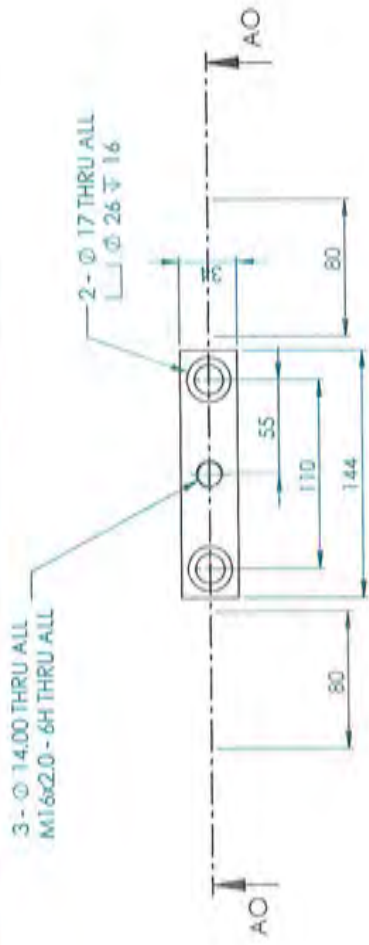
ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
1	Support tube 7_5	POM	4



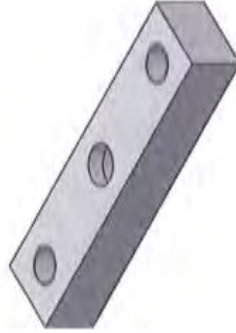
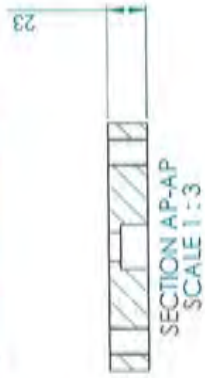
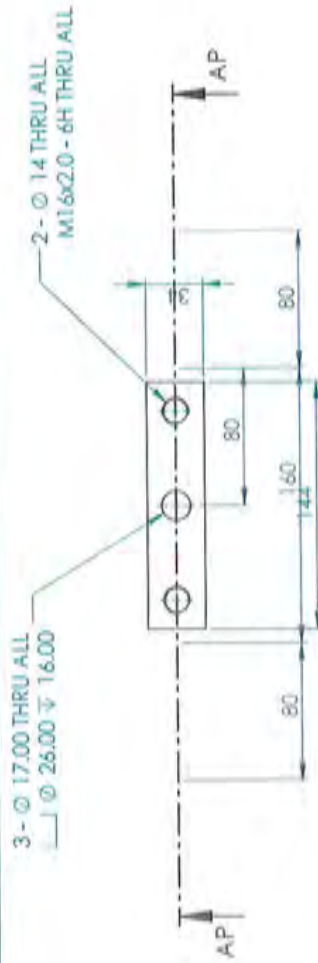
APPROVAL	DATE	REVISION
DESIGN	14/04/2023	1
CHECKED	14/04/2023	1
RELEASED	14/04/2023	1
APPROVED	14/04/2023	1

อนุมัติ: ศาสตราจารย์ ดร. ชัยวัฒน์ วัฒนสุข (SUSANNAKARN) / Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
 FILE: SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF4 Type B
 QF4 support
 SUS 304
 SHEET: 1/11
 DRAWING NO: SUR-SP38-SR-MAG-QF4B-01
 10/18

ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
10	GF4 clamp I	SUS304	4



ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
11	GF4 clamp II	SUS304	4



สถาบันแสงซินโครตรอน
Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
SP-Quadrupole Magnet Prototype-QF4 Type B
GF4 support
SUS 304
SCALE 1:1
DATE 11/16

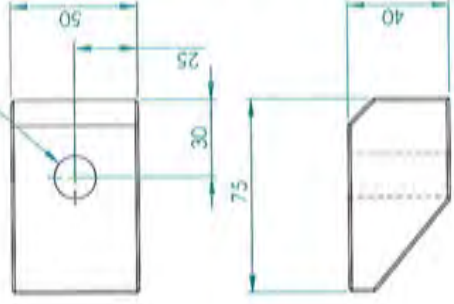
APPROVAL	DATE
DESIGNER	2016/03/01
CHECKED	2016/03/01
RELEASED	2016/03/01
APPROVED	2016/03/01

SIZE	DRAWING NO.	PROJECT
A3	SLR/SPS-SR-MAG-GF4S-01	11/16

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QIM Taper Lock Support	SUS304	2



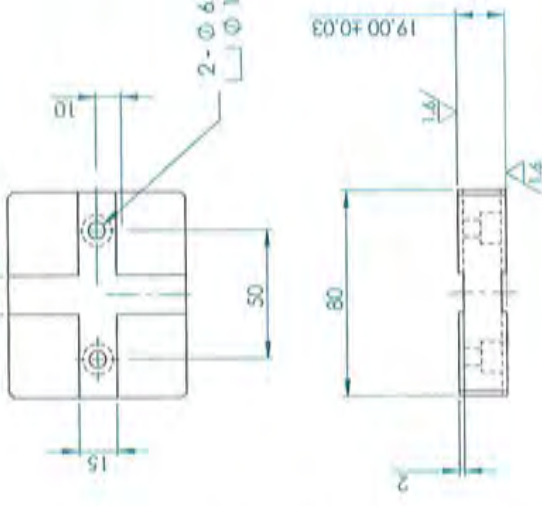
Ø 16.50 THRU ALL



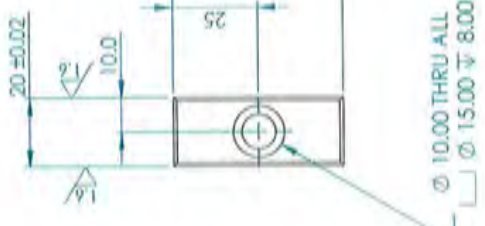
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	SHIMMING BLOCK Y	SUS 304	4



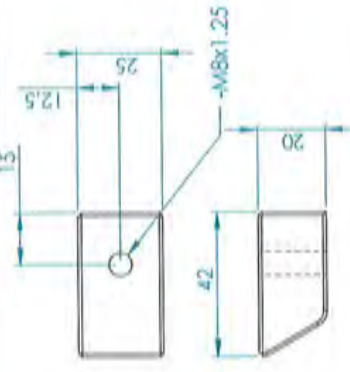
2 - Ø 6.60 THRU ALL
 1 - Ø 12.00 ± 10.00



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	SHIMMING BLOCK X	SUS304	2

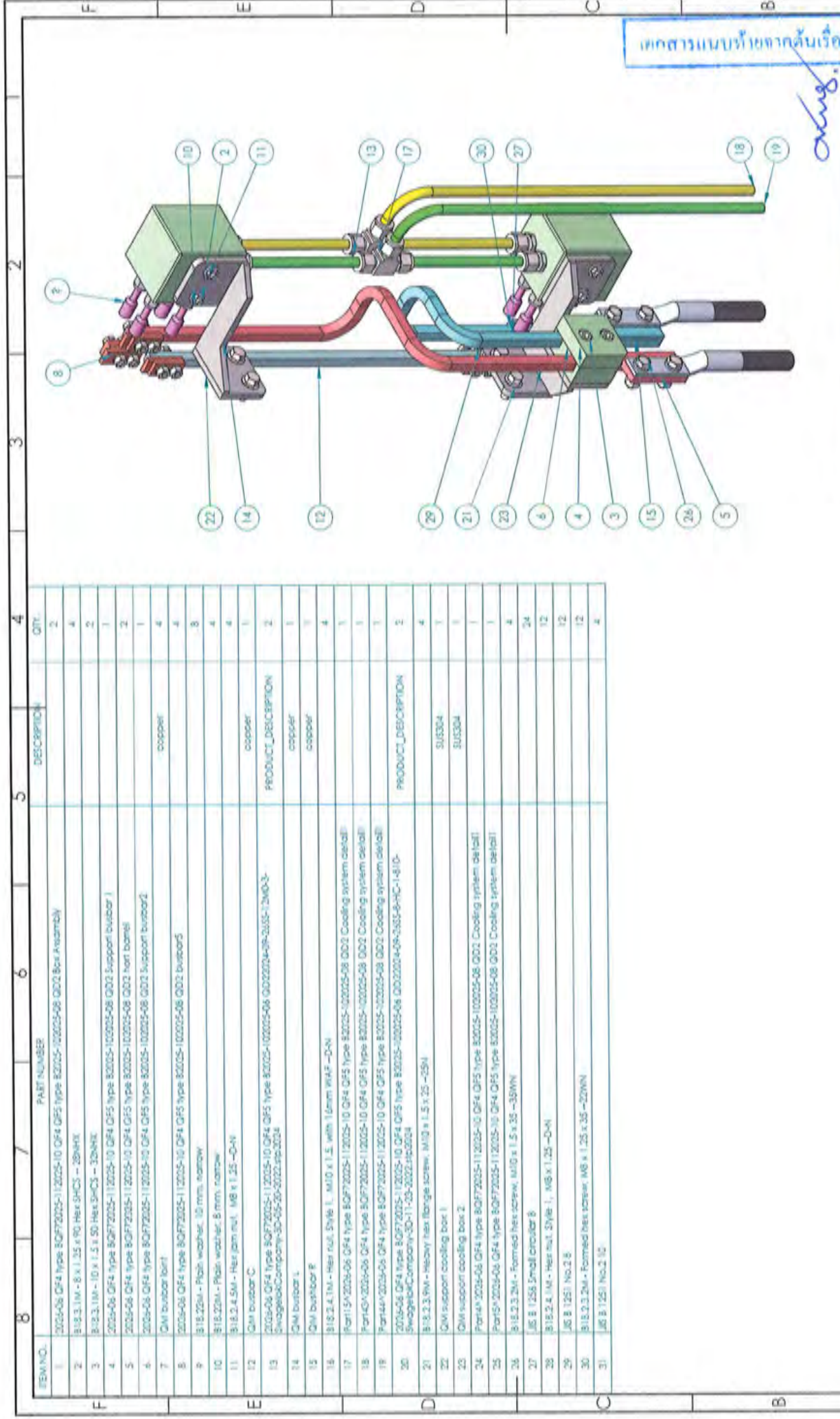


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QIM Taper Lock shimming block X	SUS304	2



สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (ประเทศไทย)
 Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
 SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF4 Type B
 QF4 Shimming block
 SUS 304
 1:1
 SR-MSR-SR-MK-G-QF4B-01
 14/15

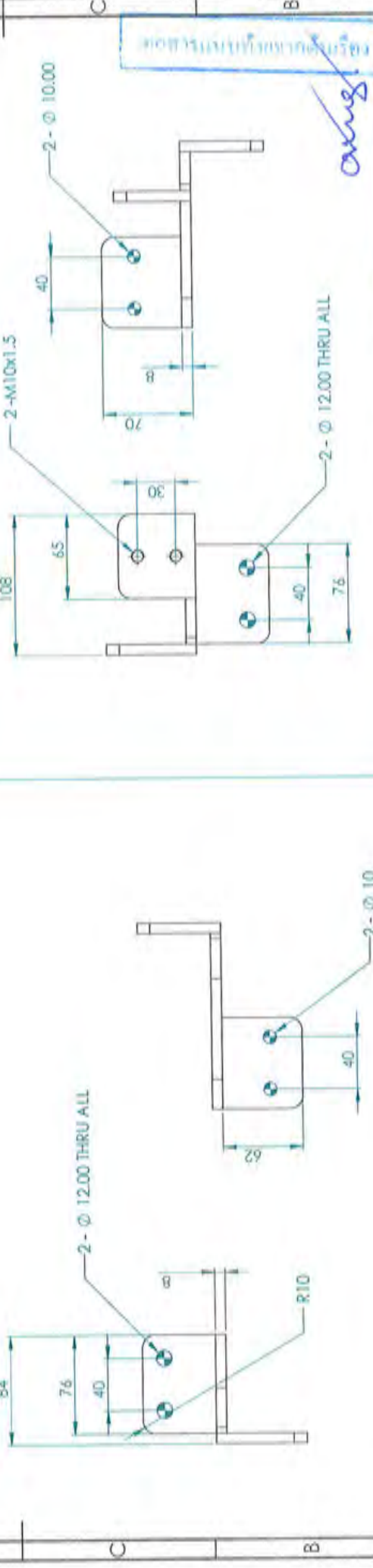
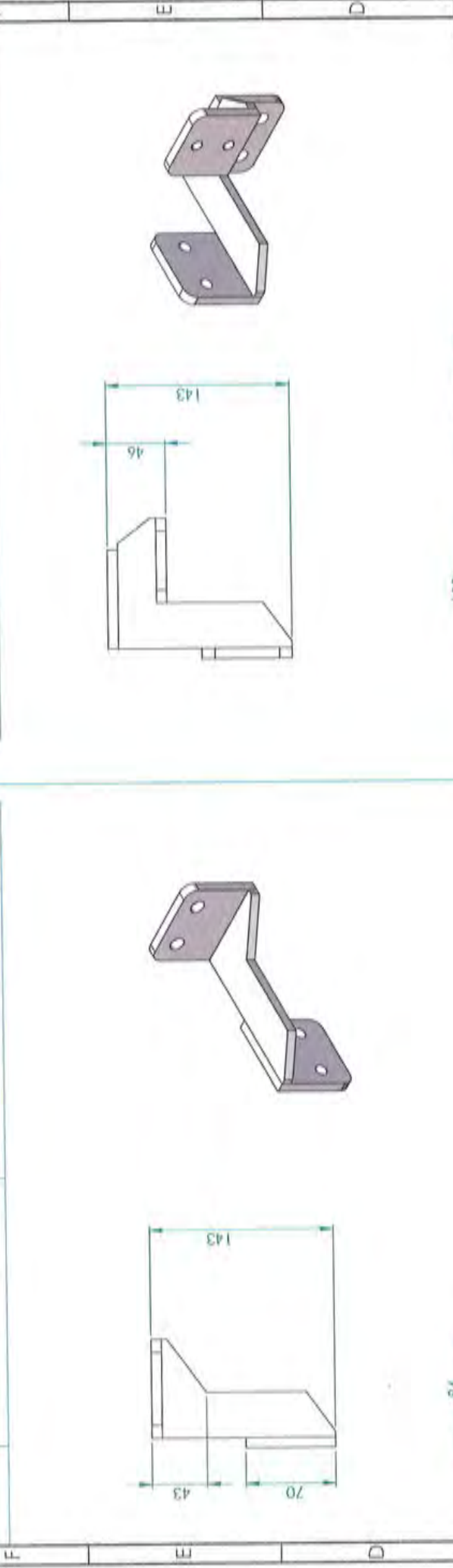
APPROVAL	DATE	REVISIONS
DESIGNER		
CHECKED		
RELEASED		
APPROVED		



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	2025-06 QF4 type 8QF72025-112025-10 QF4 QF5 type 82025-102025-08 QD2 Box Assembly		2
2	818.3.1M - 8 x 1.25 x 90 Hex SHCS - 384HX		4
3	818.3.1M - 10 x 1.5 x 50 Hex SHCS - 326HX		2
4	2025-06 QF4 type 8QF72025-112025-10 QF4 QF5 type 82025-102025-08 QD2 Support barbor 1		1
5	2025-06 QF4 type 8QF72025-112025-10 QF4 QF5 type 82025-102025-08 QD2 hart barrel		2
6	2025-06 QF4 type 8QF72025-112025-10 QF4 QF5 type 82025-102025-08 QD2 Support barbor2		1
7	QW barbor bolt	copper	4
8	2025-06 QF4 type 8QF72025-112025-10 QF4 QF5 type 82025-102025-08 QD2 barbor3		4
9	818.22M - Plain washer, 10 mm, narrow		8
10	818.22M - Plain washer, 8 mm, narrow		4
11	818.2.4.5M - Hex jam nut, M8 x 1.25 -D-N		4
12	QW barbor C	copper	1
13	2025-06 QF4 type 8QF72025-112025-10 QF4 QF5 type 82025-102025-08 QD222024-3R-2025-112M0-3- SwagelokCompany-30-05-25-2022.sp.2024	PRODUCT DESCRIPTION	2
14	QW barbor L	copper	1
15	QW barbor F	copper	1
16	818.2.4.1M - Hex nut, Style L, M10 x 1.5, with 16mm WAF -D-N		4
17	Part15-2025-06 QF4 type 8QF72025-112025-10 QF4 QF5 type 82025-102025-08 QD2 Cooling system detail		1
18	Part15-2025-06 QF4 type 8QF72025-112025-10 QF4 QF5 type 82025-102025-08 QD2 Cooling system detail		1
19	Part15-2025-06 QF4 type 8QF72025-112025-10 QF4 QF5 type 82025-102025-08 QD2 Cooling system detail		1
20	2025-06 QF4 type 8QF72025-112025-10 QF4 QF5 type 82025-102025-08 QD2 Cooling system detail SwagelokCompany-30-11-25-2022.sp.2024	PRODUCT DESCRIPTION	2
21	818.3.3.HW - Heavy hex flange screw, M10 x 1.5 x 25 -384H		4
22	QW support cooling bar 1	SU30304	1
23	QW support cooling box 2	SU30304	1
24	Part15-2025-06 QF4 type 8QF72025-112025-10 QF4 QF5 type 82025-102025-08 QD2 Cooling system detail		1
25	Part15-2025-06 QF4 type 8QF72025-112025-10 QF4 QF5 type 82025-102025-08 QD2 Cooling system detail		1
26	818.3.3.2M - Formed hex screw, M10 x 1.5 x 35 -384HW		4
27	J6 B 1258 Small circular 8		24
28	818.2.4.1M - Hex nut, Style L, M8 x 1.25 -D-N		12
29	J6 B 1251 No.2 8		12
30	818.3.3.2M - Formed hex screw, M8 x 1.25 x 35 -224WN		12
31	J6 B 1251 No.2 10		4

APPROVAL	DATE	REVISION	SCALE
DESIGN	24/01/2025	A.3	1:1
CHECKED	24/01/2025		
REVIEWED	27/01/2025		
APPROVED	28/01/2025		
GENERAL ENGINEER			
DATE	24/01/2025		
SCALE	1:1		
PROJECT	SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF4 Type B		
ORGANIZATION	สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) Synchrotron Light Research Institute Public Organization		
PROJECT CODE	SR-SPSR-SR-MAG-QF4B-01		
REVISION	15/18		

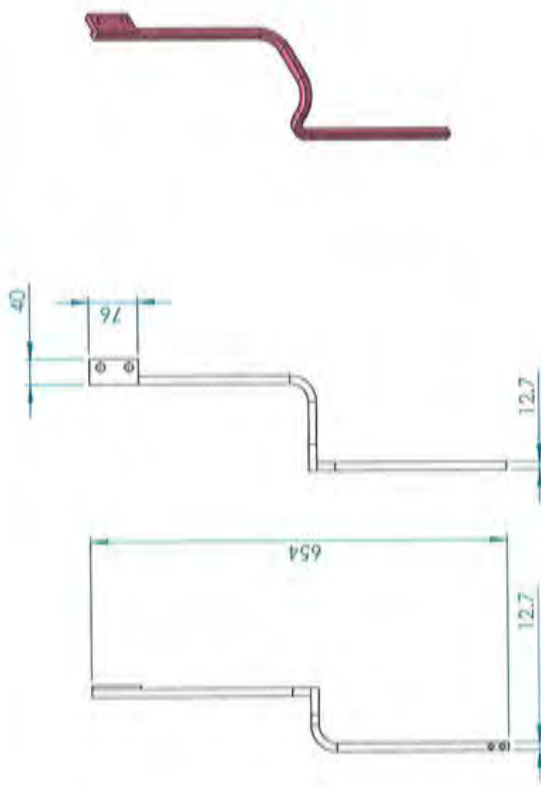
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QM support cooling box 1	SUS304	1
1	QM support cooling box 2	SUS304	1



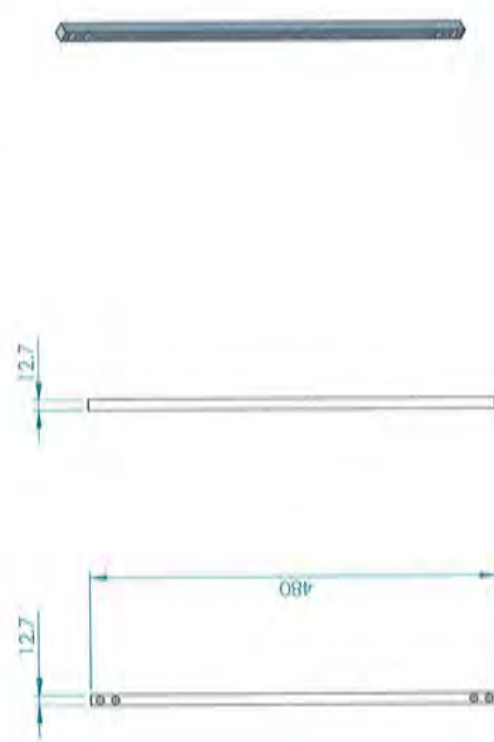
APPROVAL	DATE	REVISIONS	SCALE	SHEET
DESIGNER: HONGWALL	DATE: 24/01/2025	NO. 1	1:1	16/118
CHECKED: PORNWAL	DATE: 27/01/2025	NO. 2		
RELEASED: PORNWAL	DATE: 28/01/2025	NO. 3		
APPROVED: PORNWAL				
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล (สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน) (Public Organization) Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)		SR-Quadrupole Magnet Prototype-GF4 Type B Cooling bar support MATERIAL: SUS 304		
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล (สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน) Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)		SR-Quadrupole Magnet Prototype-GF4 Type B Cooling bar support MATERIAL: SUS 304		
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล (สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน) Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)		SR-Quadrupole Magnet Prototype-GF4 Type B Cooling bar support MATERIAL: SUS 304		

8	7	6	5	4	3	2
---	---	---	---	---	---	---

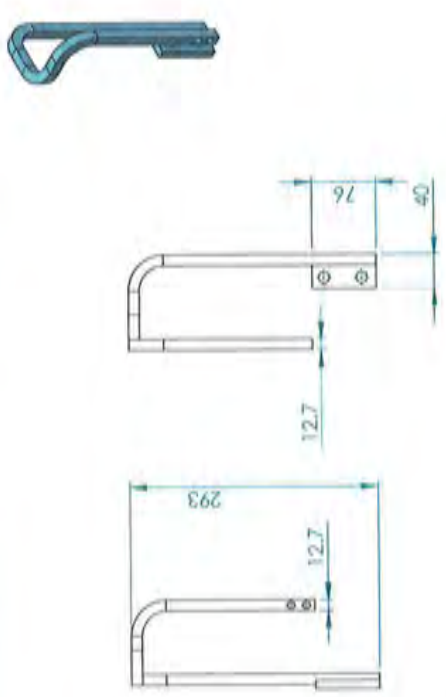
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QM busbar L	copper	1



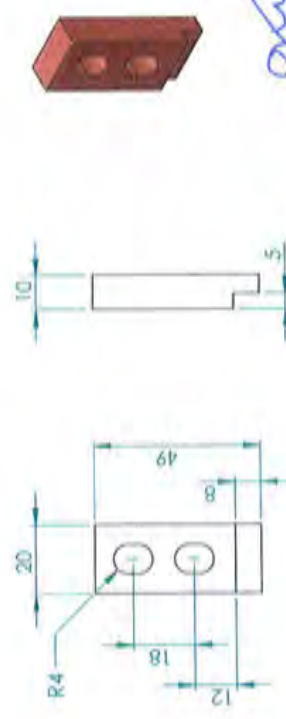
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QM busbar C	copper	1



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QM busbar R	copper	1

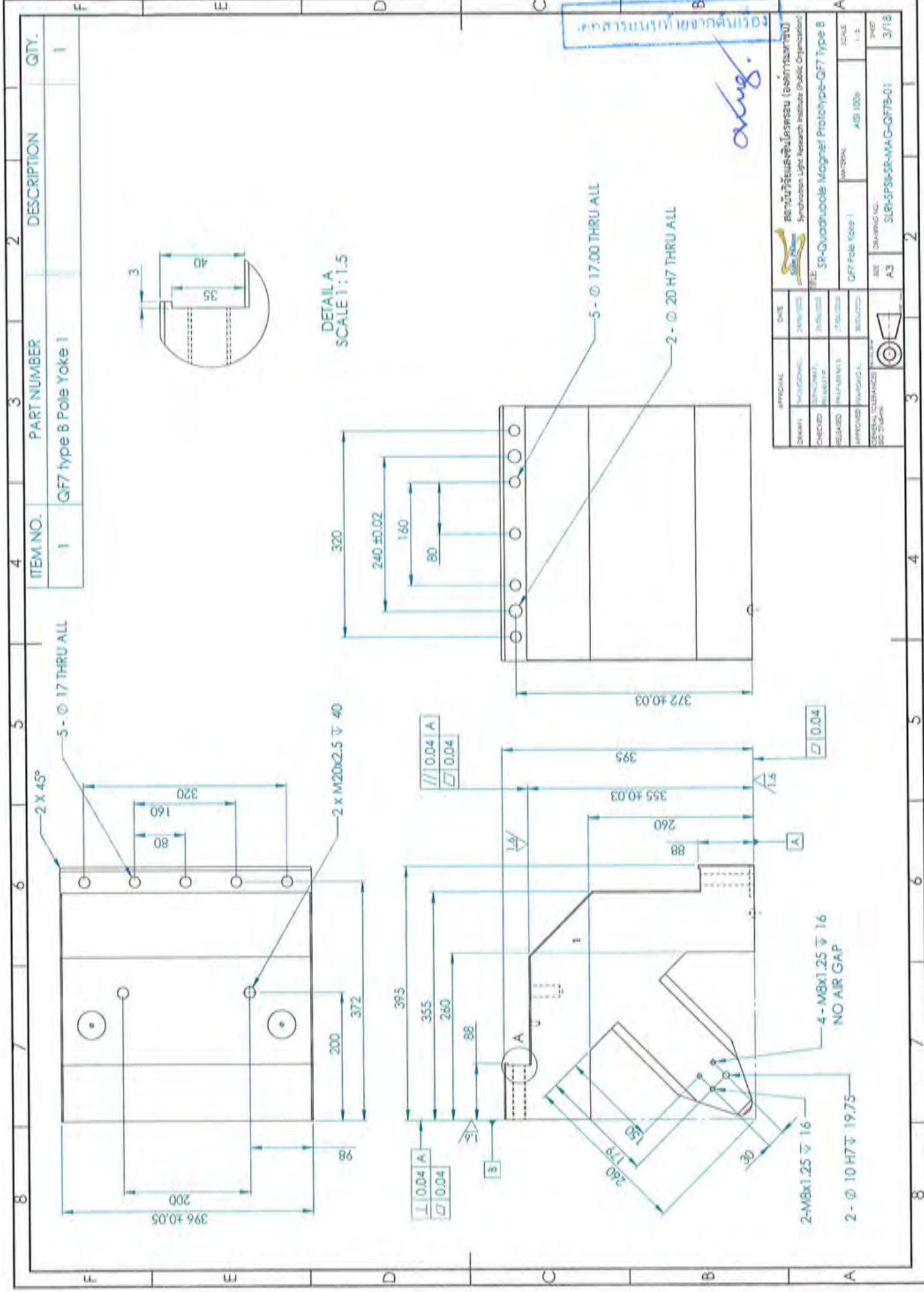


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QM busbar joint	copper	8



สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)

APPROVAL	DATE	SCALE	MATERIAL
DESIGNER	20/01/2022	1:1	COPPER
CHECKER	21/01/2022		
RELEASED	27/01/2022		
APPROVED	30/01/2022		
GENERAL CLEARANCE			
SIZE	A3		
DRAWING NO.	SRM-SPSM-SR-MAG-QF4B-01		
SHEET	18/18		



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QF7 type B Pole Yoke 1		1

DETAIL A
SCALE 1:1.5

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (สวทช.)
 Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)

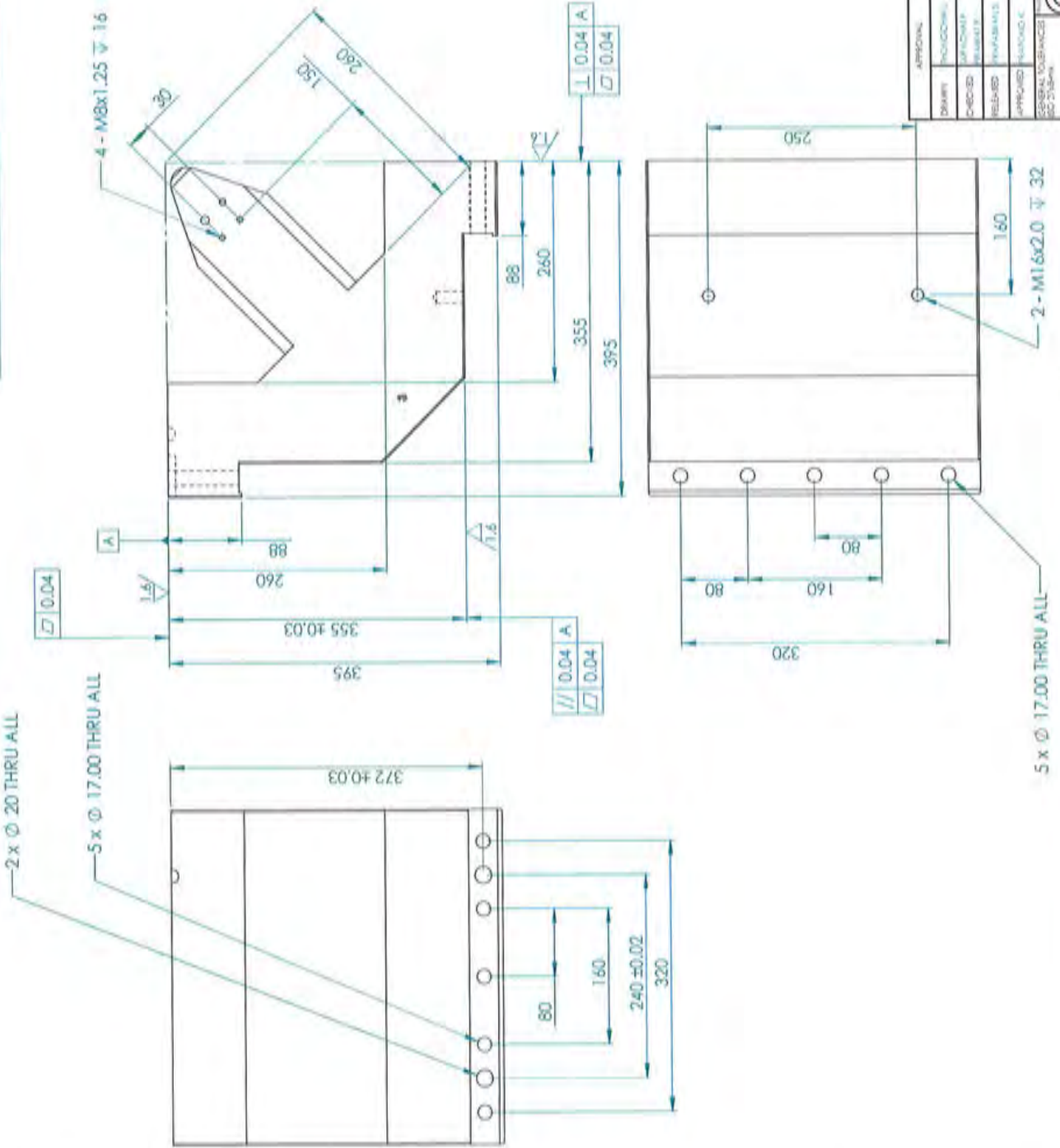
REF: SP-QuadruPoole Magneti Prototype-QF7 Type B
 QF7 Pole Yoke 1
 SCALE: 1:1.5

APPROVAL	DATE
DESIGN	APPROVED
CHECKED	DESIGNED
RESEAL	MANUFACTURE
APPROVED	REWORKED

SERIAL NUMBERED DRAWING NO. A.3
 DRAWING NO. SLRI-SPSM-SR-MAH-G-QF7B-01
 SHEET 3/13

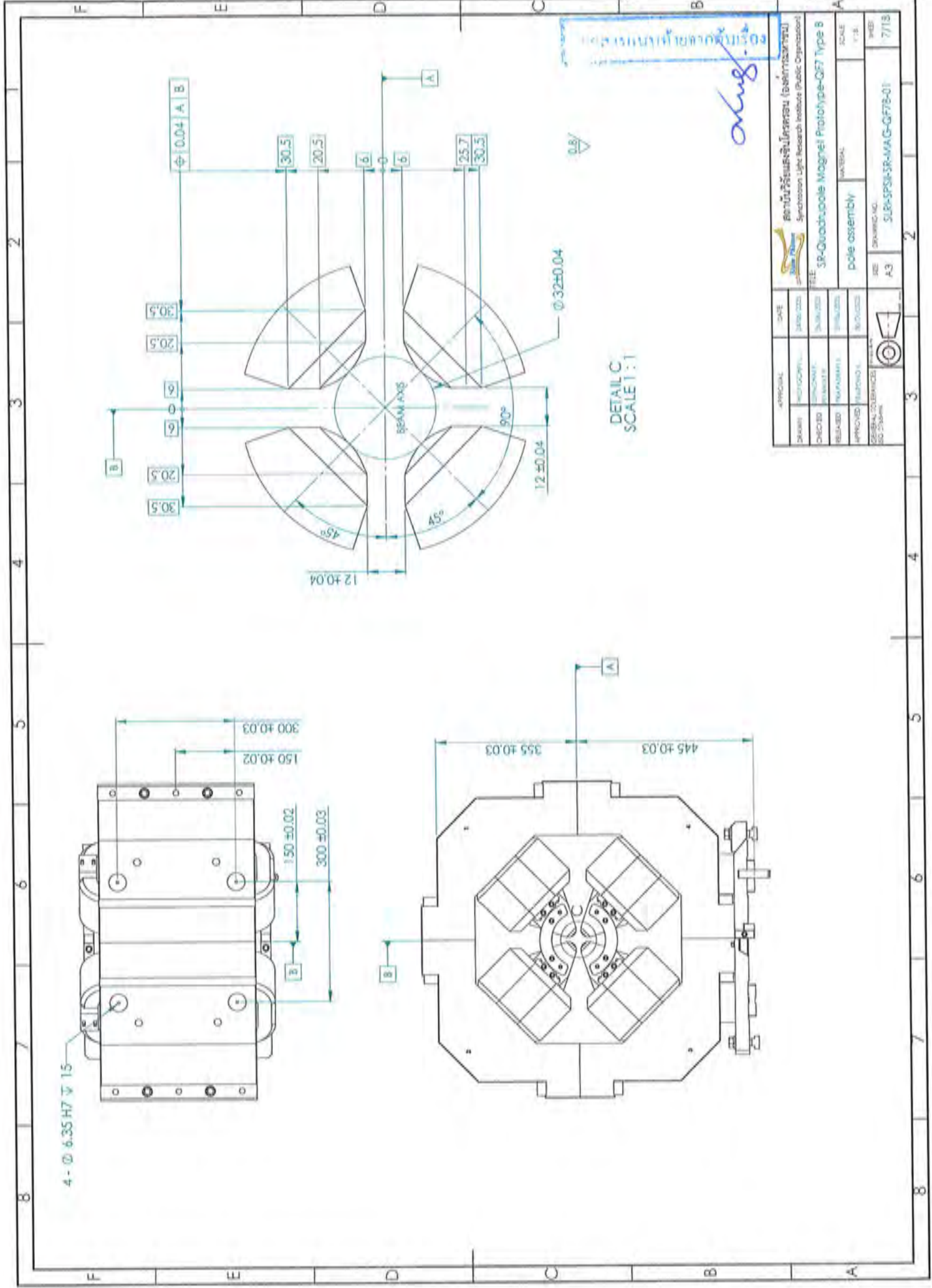
วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษา
 อ่างทอง

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
3	QF7 type B Pole Yoke 3		1



สงวนลิขสิทธิ์
สงวนลิขสิทธิ์

APPROVALS	DATE	 สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
DESIGNED	14/08/2023	
CHECKED	20/08/2023	
RELEASED	27/08/2023	
APPROVED	30/08/2023	
GENERAL SUPERVISOR		SCALE: 1:1
REV: A.3	DRWING NO. SLRI-SP38-SR-AMA-G-QF7B-01	DATE: 04/08/2024
		REVISED BY: 5/18



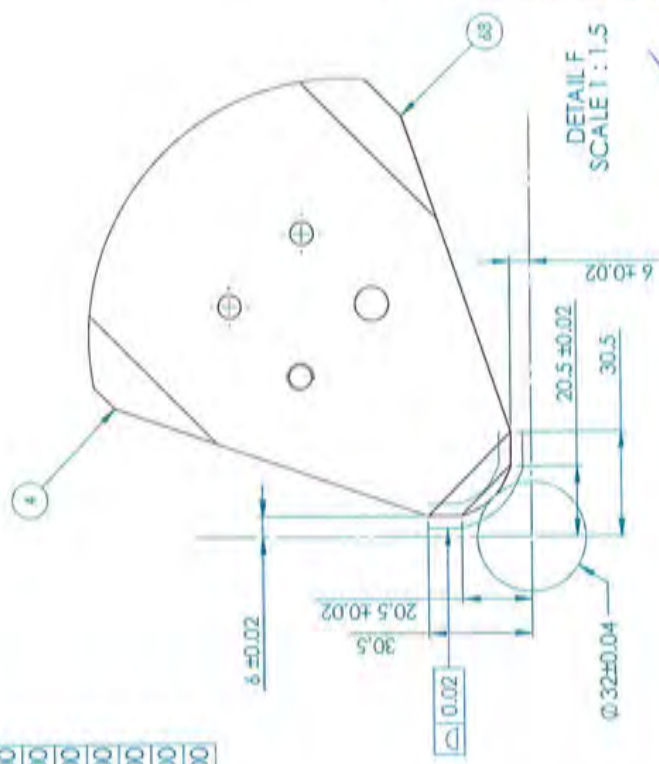
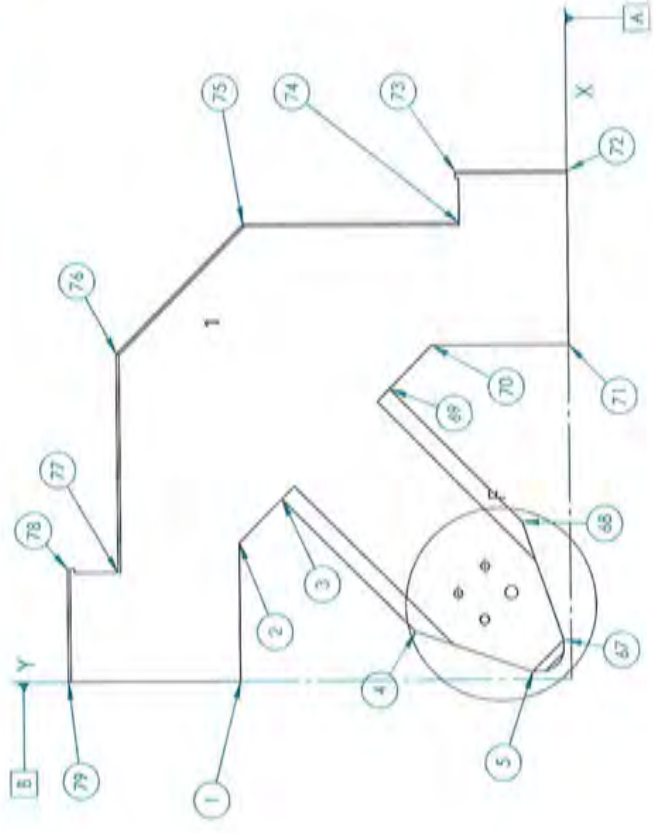
DETAIL C
SCALE: 1

APPROVAL	DATE	REVISION	BY
DESIGNED	2023-07-07	1	
CHECKED			
RELEASED			
APPROVED			
<p>  ประเทศไทยวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) Synchrotron Light Research Institute (Public Organization) </p>			
<p>FILE: SP-Quadrupole Magnet Prototype-QE7 Type B</p>		<p>SCALE: 1:1</p>	
<p>part name: pole assembly</p>		<p>MATERIAL:</p>	
<p>SEE DRAWING NO. A.3</p>	<p>SRLS-SPSR-SR-MAG-G-07B-01</p>	<p>DATE: 7/13</p>	<p>REV: 7/13</p>

Handwritten signature



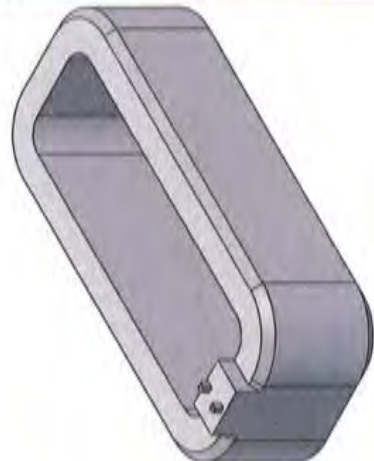
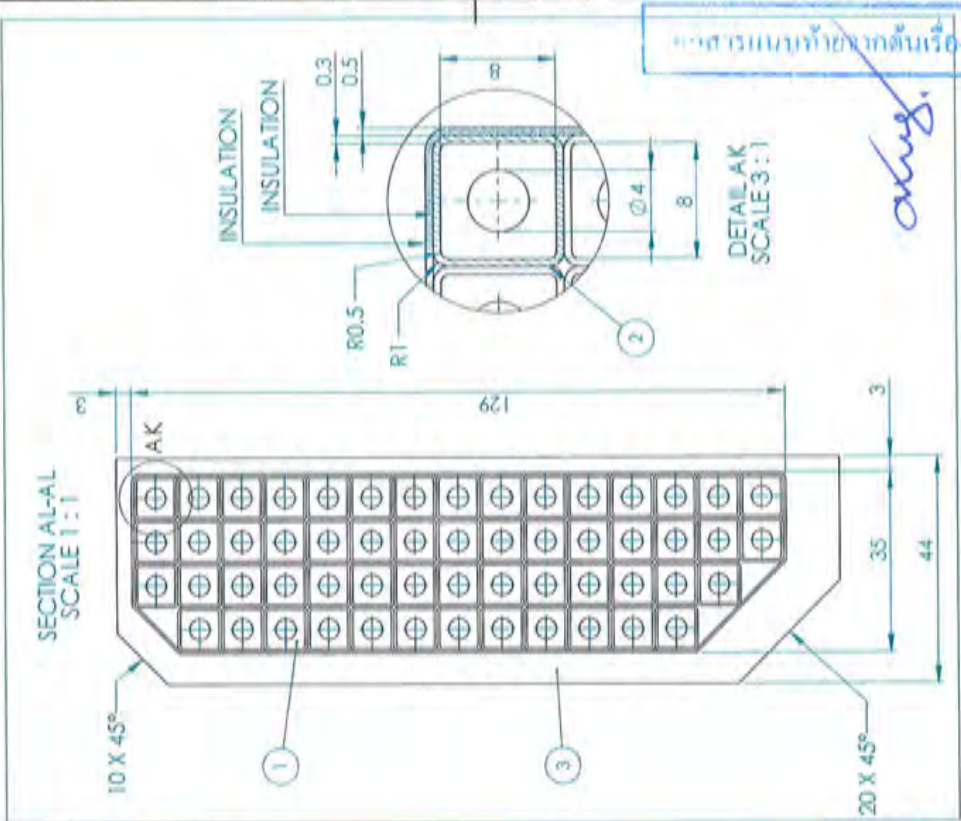
NO.	X(mm)	Y(mm)	NO.	X(mm)	Y(mm)	NO.	X(mm)	Y(mm)
1	0.000	260.000	21	8.497	15.064	41	12.564	10.188
2	107.696	260.000	22	8.641	14.814	42	12.814	9.989
3	141.421	226.274	23	8.789	14.564	43	13.064	9.798
4	35.048	119.901	24	8.942	14.314	44	13.314	9.614
5	6.000	30.500	25	9.101	14.064	45	13.564	9.437
6	6.000	20.500	26	9.266	13.814	46	13.814	9.266
7	6.500	19.300	27	9.437	13.564	47	14.064	9.101
8	6.989	18.314	28	9.614	13.314	48	14.314	8.942
9	7.086	18.064	29	9.798	13.064	49	14.564	8.789
10	7.185	17.814	30	9.989	12.814	50	14.814	8.641
11	7.288	17.564	31	10.188	12.564	51	15.064	8.497
12	7.393	17.314	32	10.395	12.314	52	15.314	8.359
13	7.501	17.064	33	10.610	12.064	53	15.564	8.224
14	7.613	16.814	34	10.835	11.814	54	15.814	8.094
15	7.728	16.564	35	11.069	11.564	55	16.064	7.968
16	7.846	16.314	36	11.314	11.314	56	16.314	7.846
17	7.968	16.064	37	11.564	11.069	57	16.564	7.728
18	8.094	15.814	38	11.814	10.835	58	16.814	7.613
19	8.224	15.564	39	12.064	10.610	59	17.064	7.501
20	8.359	15.314	40	12.314	10.395	60	17.314	7.393



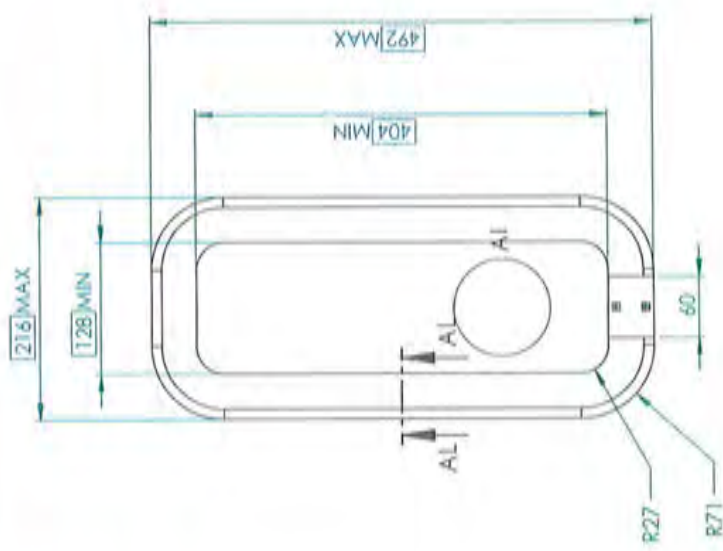
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)		DATE 11/11/2564
DESIGNED วิศวกร	CHECKED วิศวกร	APPROVAL วิศวกร
RELEASED วิศวกร	APPROVED วิศวกร	SCALE 1:1
TITLE SR-Quadrupole Magnet Prototype-G7F Type B		DRAWING NO. SLRC-SPSR-SR-MAAG-G7FB-01
PROJECT pole profile		SHEET 8/18

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	HOLLOW CONDUCTOR	High purity oxygen-free copper OF-OIK	
2	INSULATION	Film insulation LUVATA	
3	INSULATION RESIN	EPOXY RESIN	

COIL CROSS-SECTION 56 TURNS



DETAIL AI
SCALE 1:2



APPROVAL:	DATE:	SCALE:
DRAWN:	27/07/2022	1:1
CHECKED:	27/07/2022	
DESIGNED:	27/07/2022	
APPROVED:	28/07/2022	
GENERAL REQUIREMENTS:	SEE DRAWING NO.:	REF:
SEE 00-00000	A3	SR-SP38-SR-MAG-OFT8-01
		9/18

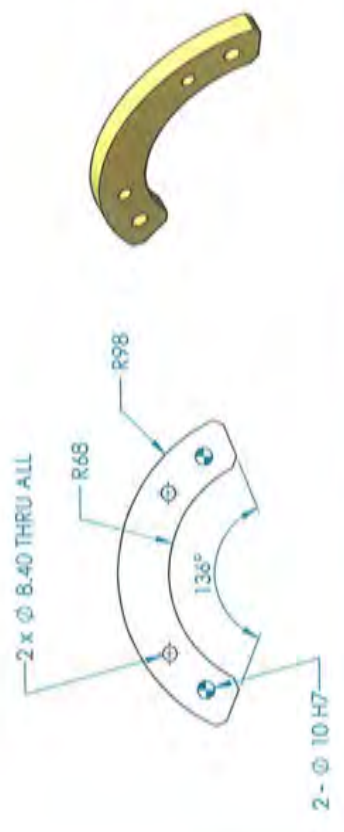
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)

SR-Quadrupole Magnet Prototype-QE7 Type B

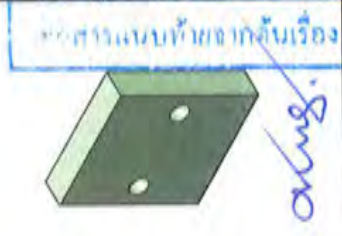
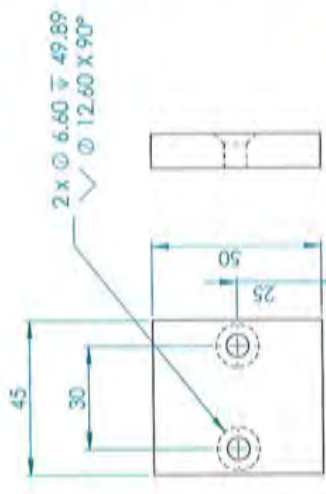
Aug.

สงวนลิขสิทธิ์

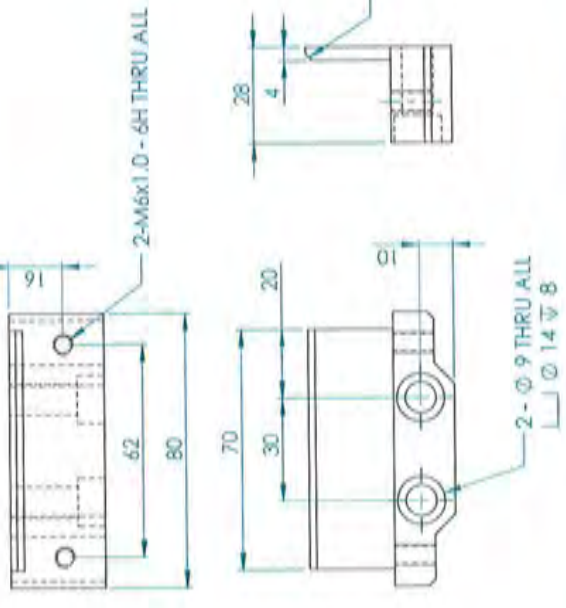
ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
10	QM Pole Support Circle	SUS316	4



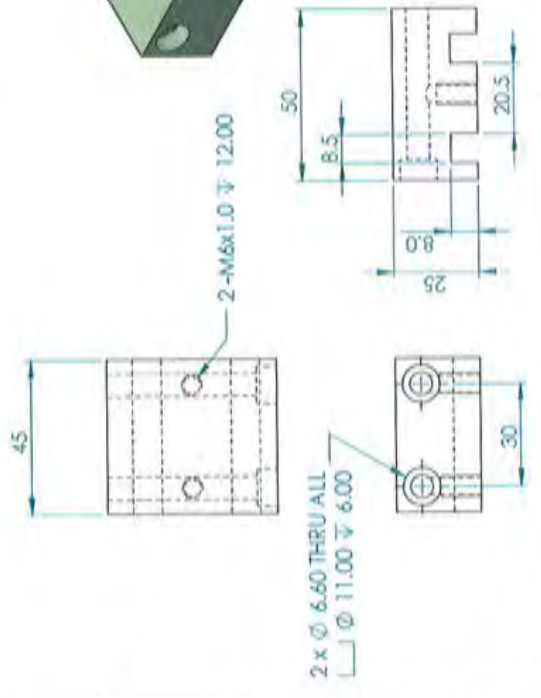
ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
1	Cover Support tube 7_5	POM	4



ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
6	QM Coil Support SUS304	SUS304	8



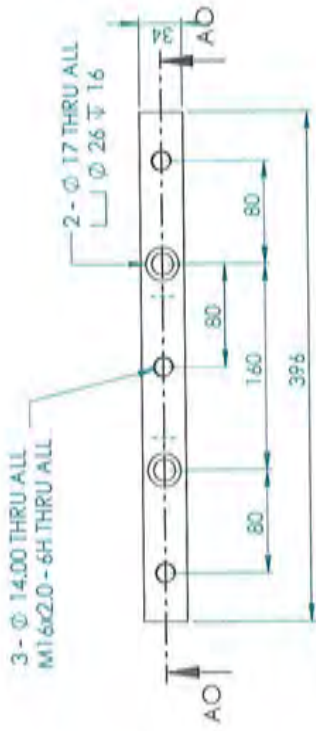
ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
1	Support tube 7_5	POM	4



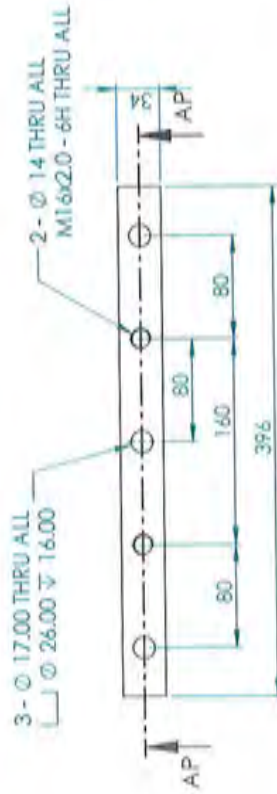
APPROVAL	DATE	REVISION	DESCRIPTION
DESIGNER	24/01/2025		
CHECKED	24/01/2025		
RELEASED	27/01/2025		
APPROVED	28/01/2025		

FILE	SR-Quadrupole Magnet Prototype-GF7 Type B
PART	GF7 support
MATERIAL	SUS 304
SCALE	1:1
REV	A3
SKETCH ID	SRH3P3B-SR-MAG-GF7B-01
DATE	10/18

ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
10	QF7 clamp I	SUS304	4



ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
11	QF7 clamp II	SUS304	4



APPROVAL	DATE	SCALE
DESIGNER	24/01/2024	1:1
CHECKED	24/01/2024	
REQUIRED	27/01/2024	
APPROVED	28/01/2024	
FILE	SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF7 Type B	
MATERIAL	SUS 304	
SIZE	A3	
DRAWING NO.	SLR-SP3B-SR-MAG-QF7B-01	
DATE	11/1/24	

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)

ชื่อไฟล์: SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF7 Type B

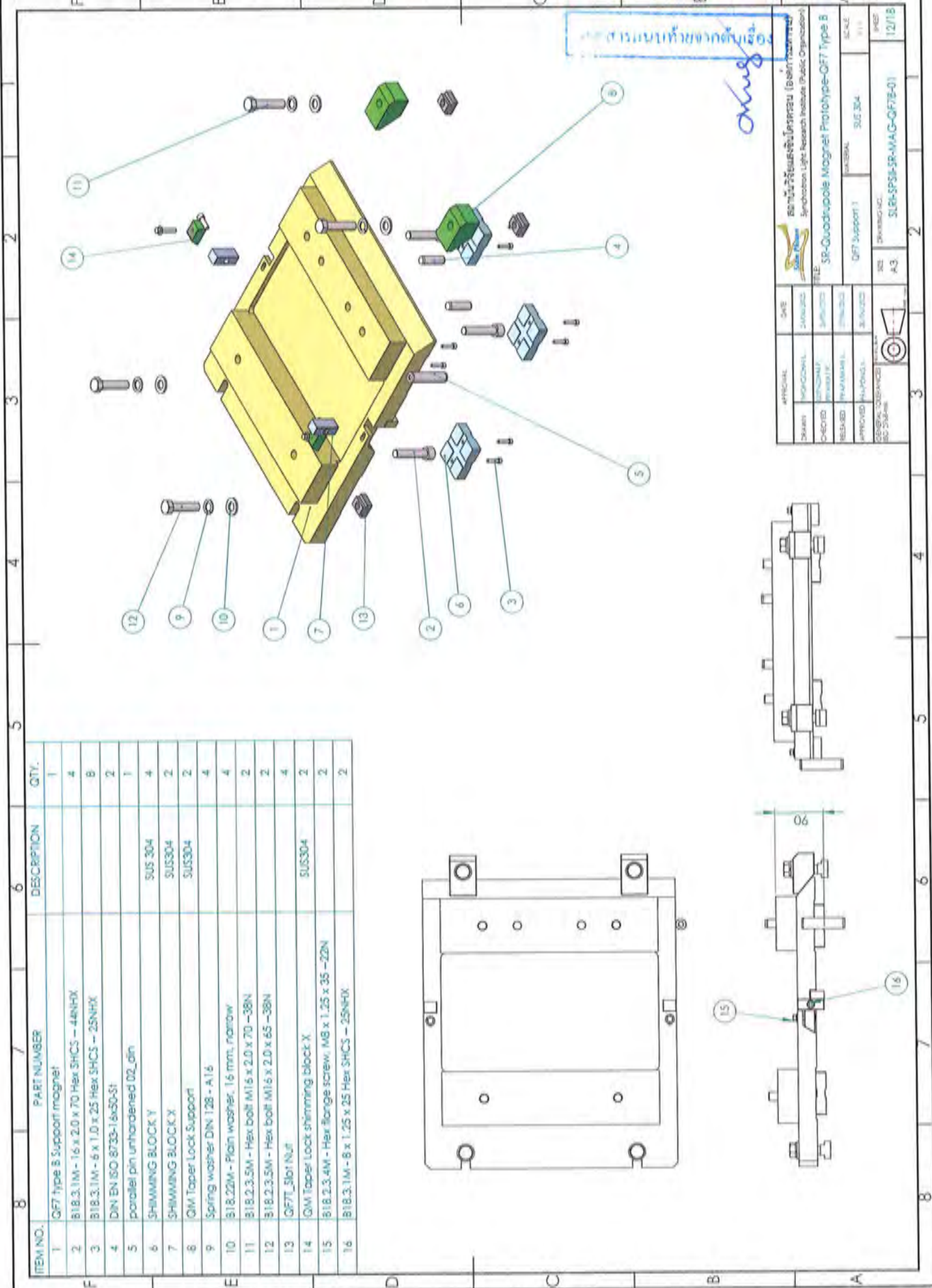
ชื่อวัสดุ: SUS 304

ขนาด: A3

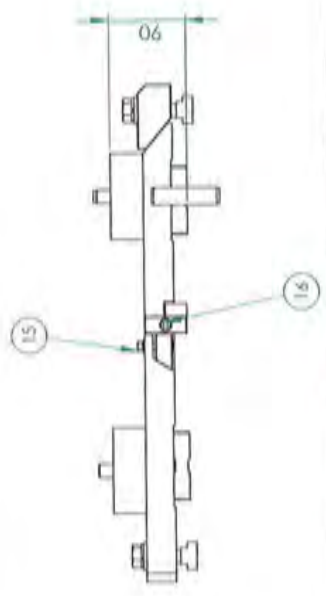
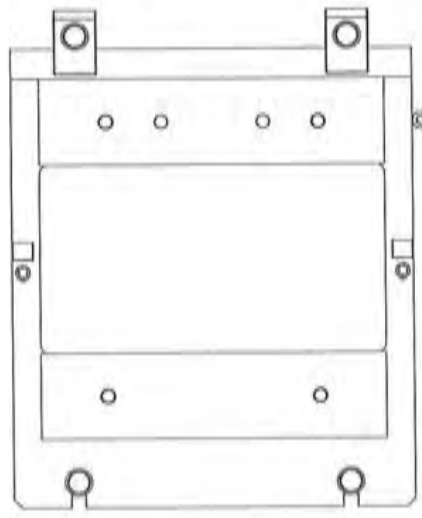
หมายเลข: SLR-SP3B-SR-MAG-QF7B-01

วันที่: 11/1/24

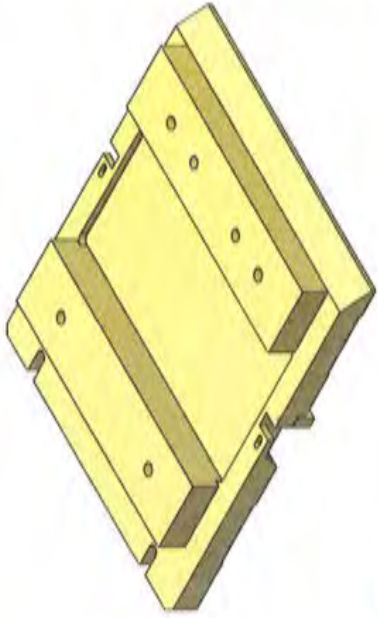
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน
Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)



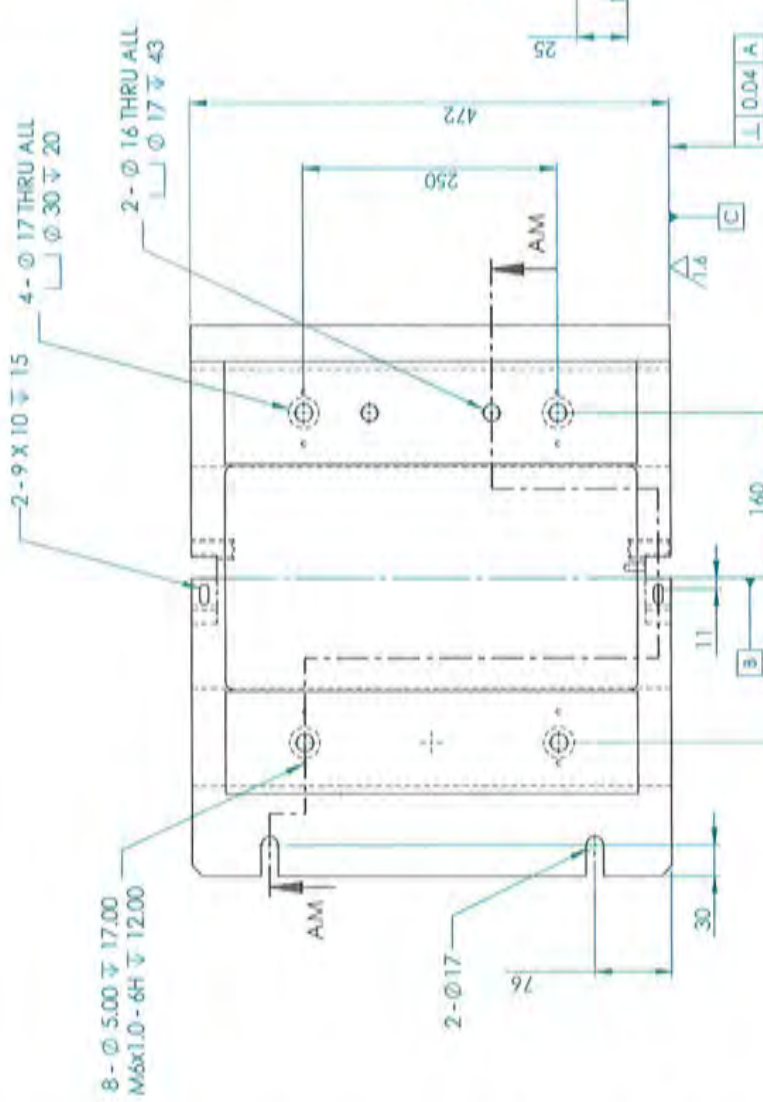
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	GF7 type B Support magnet		1
2	B18.3.1M - 16 x 2.0 x 70 Hex SHCS - 44NHX		4
3	B18.3.1M - 6 x 1.0 x 25 Hex SHCS - 25NHX		8
4	DIN EN ISO 6733-16x50-S1		2
5	parallel pin Unhardened 02_din		1
6	SHIMMING BLOCK Y	SUS 304	4
7	SHIMMING BLOCK X	SUS304	2
8	QIM Taper Lock Support	SUS304	2
9	Spring washer DIN 128 - A 16		4
10	B18.22M - Plain washer, 16 mm, narrow		4
11	B18.2.3.5M - Hex bolt M16 x 2.0 x 70 -38N		2
12	B18.2.3.5M - Hex bolt M16 x 2.0 x 65 -38N		2
13	GF7_Slot Nut		4
14	QIM Taper Lock shimming block X	SUS304	2
15	B18.2.3.4M - Hex flange screw, M8 x 1.25 x 35 -Z2N		2
16	B18.3.1M - 8 x 1.25 x 25 Hex SHCS - 25NHX		2



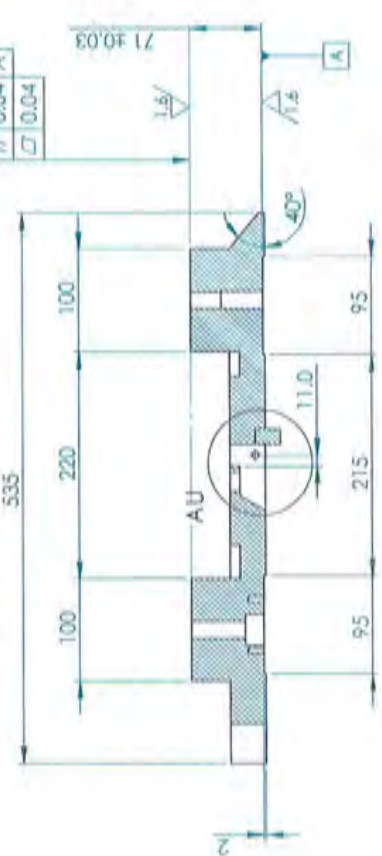
APPROVAL	DATE	REVISION	SCALE
DESIGN	14/05/2018	1	1:1
CHECKED	15/05/2018	2	
RELEASED	16/05/2018	3	
APPROVED	16/05/2018	4	
GENERAL DIMENSIONS	SEE DRAWING AC.		
FILE	SR-Quadrupole Magnet Prototype-GF7 Type B		
PROJECT	SR-Quadrupole Magnet Prototype (ประเทศไทย)		
ORGANIZATION	Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)		
PROJECT NO.	SR-304	SCALE	1:1
DATE	16/05/2018	PROJECT NO.	SR-304
DESIGNER	A.G.	PROJECT NO.	SR-SPSS-SR-MAG-GF7B-01
CHECKER		DATE	12/18



ศูนย์วิจัยแสงซินโครตรอน
anug



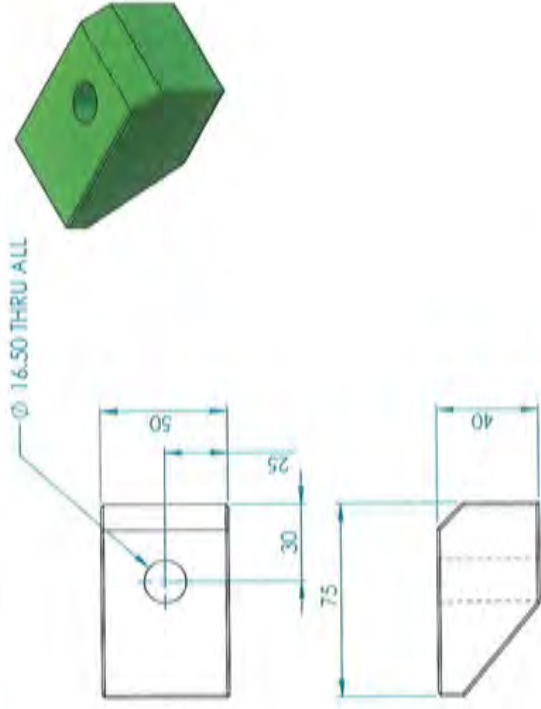
DETAIL AU
 SCALE 2 : 5



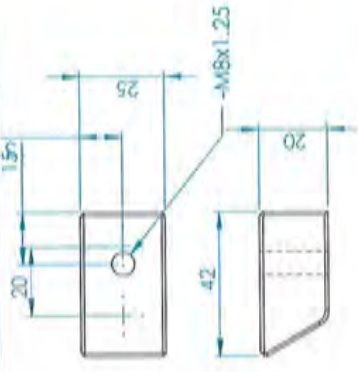
SECTION AM-AM

APPROVAL	DATE	REVISION	NO.
DESIGN	20/04/2012	1	1
CHECKED	20/04/2012	2	1
RELEASED	27/04/2012	3	1
APPROVED	27/04/2012	4	1
SCALE	1:1		
PROJECT	SR-GUOdupole Magnet Prototype-GT7 Type 8		
WORK NO.	SUB 304		
REV	SKETCH NO.		
A3	SLR-SPSR-SR-MAG-GT7B-01		
DATE	13/18		

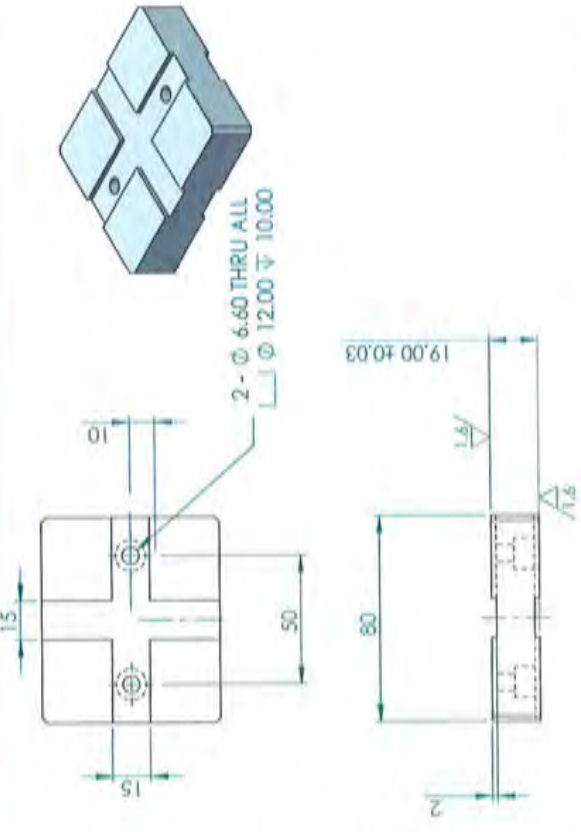
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	GM Taper Lock Support	SUS304	2



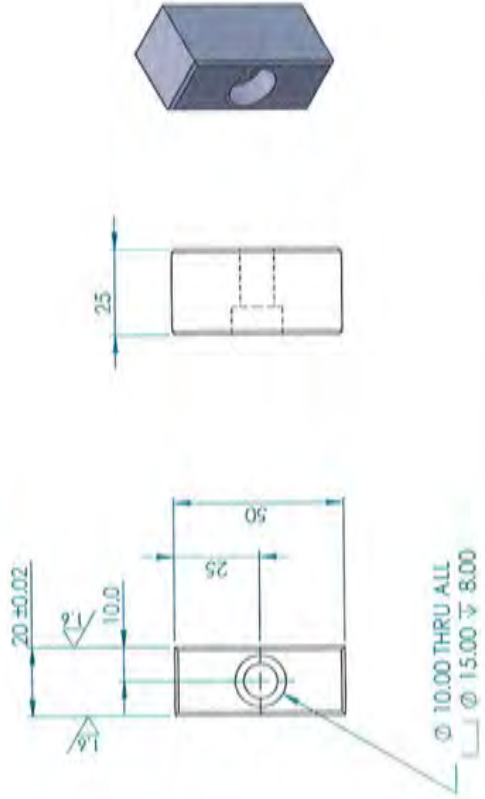
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	GM Taper Lock shimming block X	SUS304	2



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	SHIMMING BLOCK Y	SUS 304	4



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	SHIMMING BLOCK X	SUS304	2



สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)

SR-Quadrupole Magnet Prototype-Q77 Type B

OFF Shimming block

MATERIAL: SUS 304

SCALE: 1:1

DATE: 14/07/22

DESIGNER: 14/07/22

CHECKED: 14/07/22

RELEASED: 14/07/22

APPROVED: 14/07/22

GENERAL DIMENSIONS

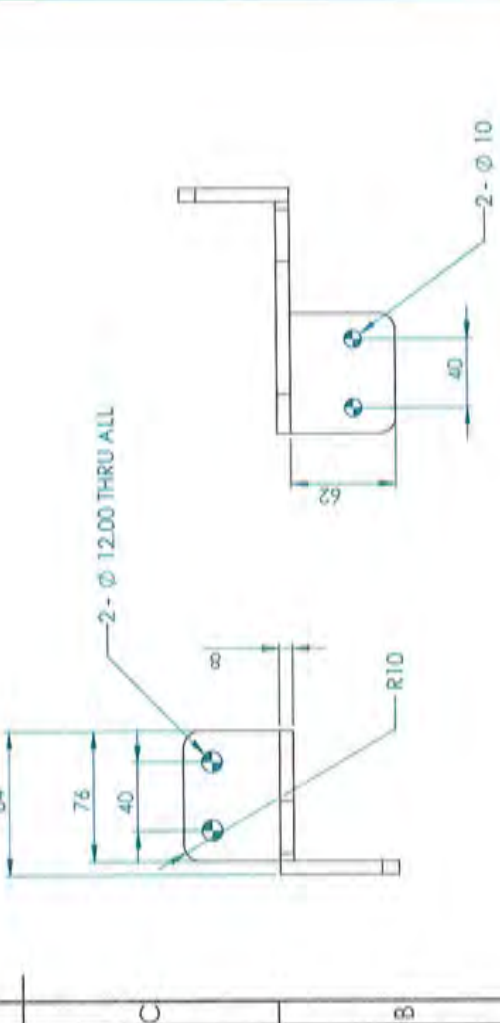
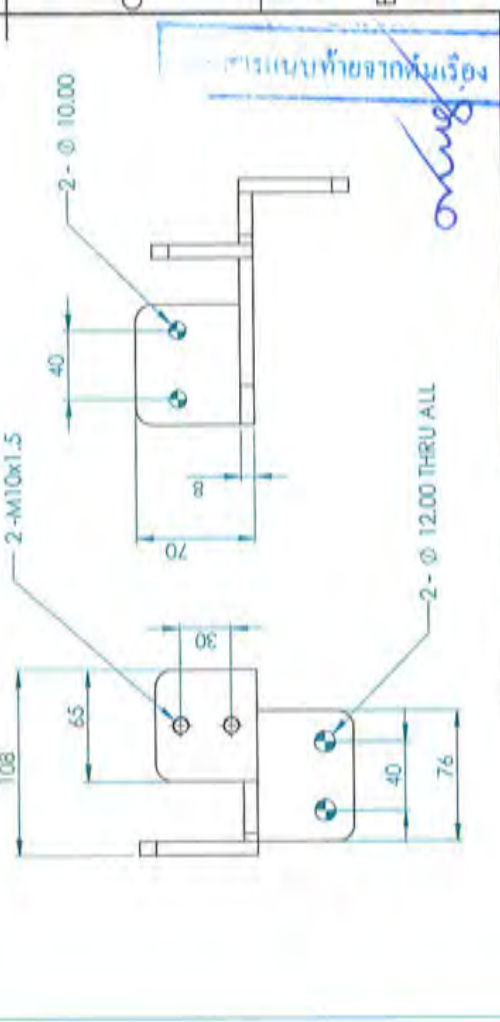
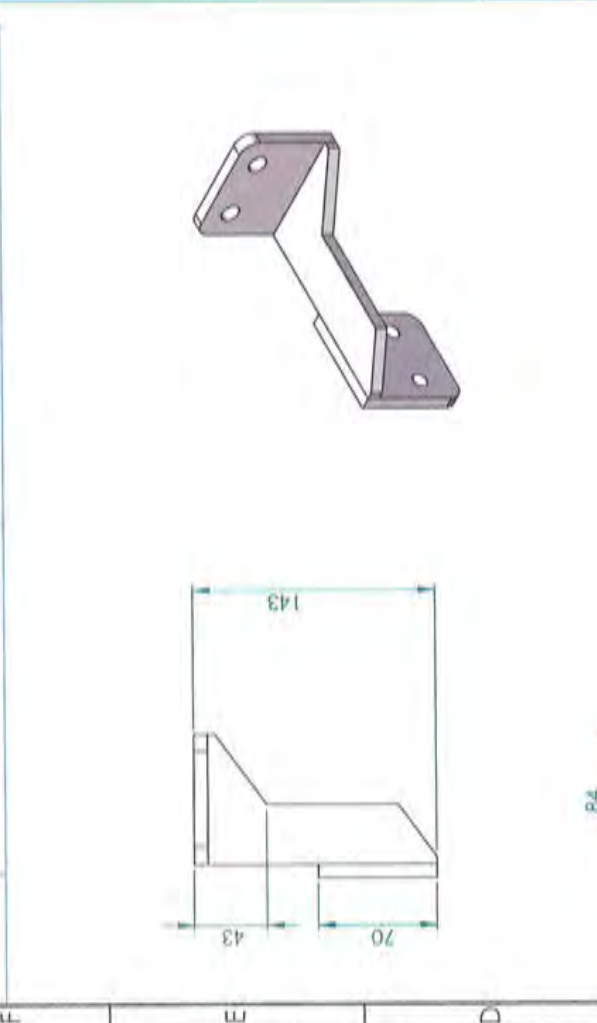
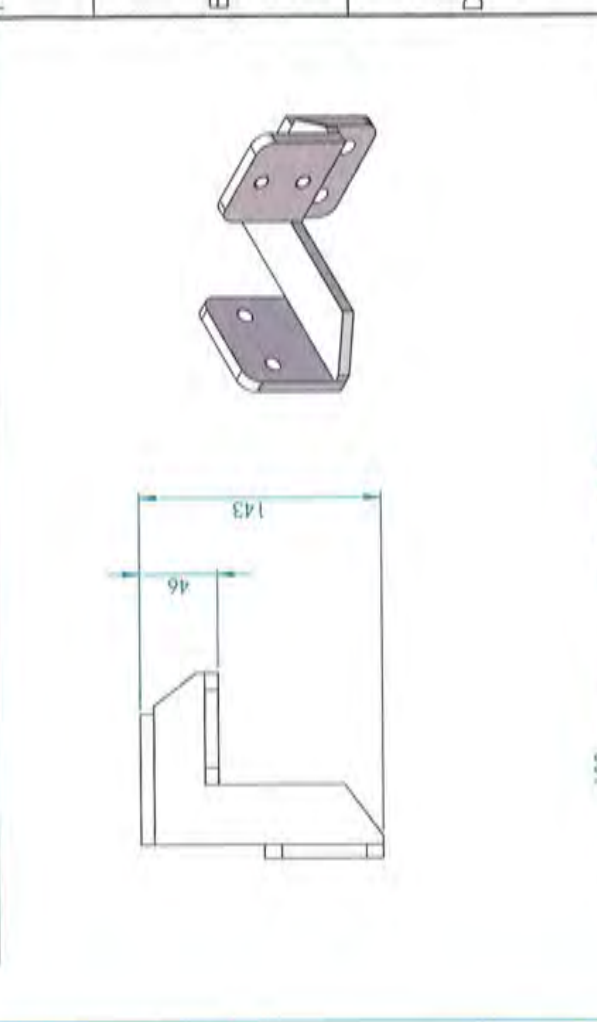
DRWING NO.: SRKSPSR-AMG-Q77B-01

DATE: 14/12

โครงการแม่เหล็กซินโครตรอน

Aug.

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QM support cooling box 1	SUS304	1
1	QM support cooling box 2	SUS304	1

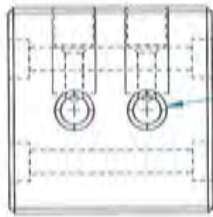
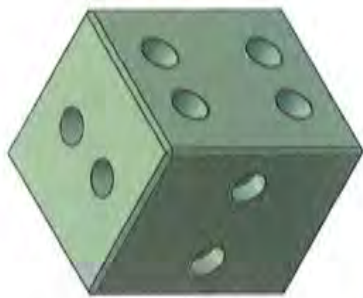


APPROVAL	DATE	SCALE
DESIGN	APPROVED	1:1
CHECKED	DATE	
DESIGNED	DATE	
APPROVED	DATE	
DESIGNER	DATE	

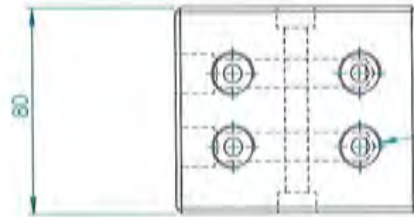
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
 Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
 REF: SR-Quadrupole Magnet Prototype-Q17 Type B
 Cooling bar support
 305 304
 SIZE: DRAWING NO: SR-SPSR-SR-MA-G-Q17S-01
 SHEET: 2
 16/12

3
 4
 5
 6
 7
 8
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8

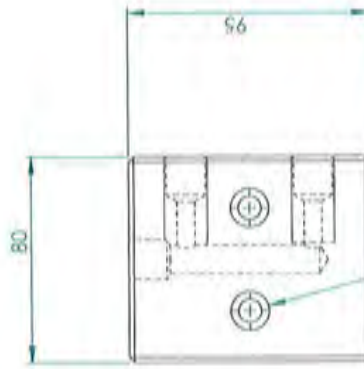
ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
1	QM water box	PEEK	2



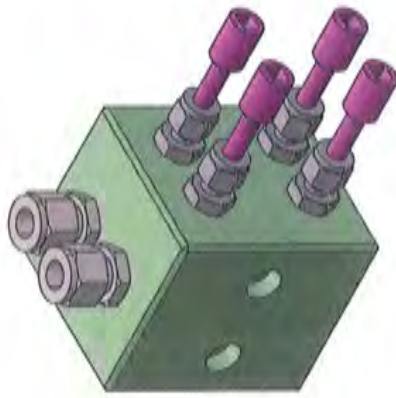
2 - 3/8-18 NPSM ∇ 33.63



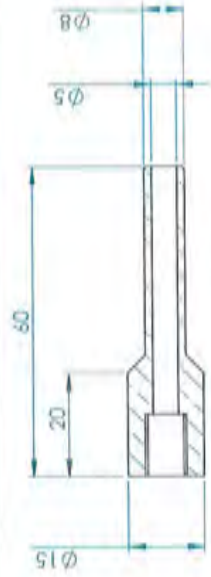
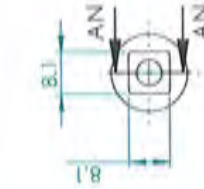
4 - 3/8-18 NPSM ∇ 33.63



2 x \varnothing 15.00 ∇ 8.00



ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
1	QM cooling connector	COPPER	8



SECTION AN-AN
SCALE 1:1



APPROVAL	DATE	REVISION	DESCRIPTION
DESIGNED	14/03/2023	1	
CHECKED	14/03/2023	2	
RELEASED	17/03/2023	3	
APPROVED	18/03/2023	4	

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
 Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
 FILE: SR-Quadrupole Magnet Prototype-Q77 Type B
 Cooling Box MATERIAL: 1:1:1 SCALE: 1:1:1

REV	DESCRIPTION	DATE
A.3	SURF-SP28-SR-MAG-Q77B-01	17/18

8	7	6	5	4	3	2
---	---	---	---	---	---	---

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QM busbar L	copper	1

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QM busbar C	copper	1

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QM busbar R	copper	1

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	QM busbar joint	copper	8

APPROVAL		DATE
DESIGNER	WONGCHAIWILL	21/04/2023
CHECKED	WIRAMADIT	21/04/2023
REVIEWED	WIRAMADIT	21/04/2023
APPROVED	WIRAMADIT	21/04/2023
GENERAL DIMENSIONS		SCALE
SEE DRAWING NO. SLR-SPSR-SR-MA-G-QF73-01		1:1
SHEET		SHEET
18/18		2

วิทยาลัยแสงซินโครตรอน (สวทช.)
 Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
 SR-Quadrupole Magnet Prototype-QF7 Type B
 Busbar
 COPPER

ขั้นตอนปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard Operating Procedure: SOP)

การผลิตต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้ว QF4 Type B และ QF7 Type B

1. วัตถุประสงค์

เพื่อกำหนดแนวทางและขั้นตอนการผลิตต้นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้ว QF4 Type B และ QF7 Type B ให้เป็นไปตามข้อกำหนดด้านวิศวกรรม คุณลักษณะทางแม่เหล็ก และมาตรฐานคุณภาพที่กำหนด เพื่อรองรับการใช้งานในโครงการเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนระดับพลังงาน 3 GeV

2. ขอบเขตการใช้งาน

ใช้สำหรับควบคุม กำกับ และตรวจสอบกระบวนการผลิตแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดสี่ขั้ว QF4 Type B และ QF7 Type B ให้เป็นไปตามรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะและข้อกำหนดทางวิศวกรรมที่ผู้ว่าจ้างกำหนด รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานของผู้รับจ้างให้สอดคล้องกับข้อกำหนดดังกล่าว

3. ผู้รับผิดชอบ

- หัวหน้าทีมวิศวกรฝ่ายออกแบบและคำนวณ (ผู้ว่าจ้าง)

มีหน้าที่กำกับดูแล ให้คำปรึกษา และกำหนดแนวทางด้านวิศวกรรม เพื่อให้การผลิตเป็นไปตามข้อกำหนดและคุณลักษณะที่กำหนด

- หัวหน้าทีมวิศวกรฝ่ายผลิต (ผู้รับจ้าง)

มีหน้าที่บริหาร ควบคุม และติดตามกระบวนการผลิตทั้งหมด ให้เป็นไปตามขั้นตอนปฏิบัติงานมาตรฐาน (SOP) ที่กำหนด

- วิศวกรฝ่ายผลิต (ผู้รับจ้าง)

มีหน้าที่ควบคุมและตรวจสอบกระบวนการผลิตชิ้นส่วน รวมถึงการประกอบติดตั้ง ให้เป็นไปตามแบบข้อกำหนด และมาตรฐานที่กำหนด

- ผู้ปฏิบัติงานเครื่องจักร (ผู้รับจ้าง)

มีหน้าที่ดำเนินการผลิตและขึ้นรูปชิ้นส่วนด้วยเครื่องจักรที่มีความแม่นยำสูง ให้เป็นไปตามแบบทางวิศวกรรมและข้อกำหนดที่กำหนด

- เจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ (ผู้รับจ้าง / ผู้ว่าจ้าง)

มีหน้าที่ตรวจสอบขนาดและมิติ คุณภาพการผลิต การประกอบ และการทดสอบการใช้งานของชิ้นงาน พร้อมทั้งบันทึกผลการตรวจสอบและจัดทำรายงานที่เกี่ยวข้อง

4. อุปกรณ์และเครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง

- เครื่องจักรกลซีเอ็นซีชนิดแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Machining Center)

สำหรับการขึ้นรูป กัด และเจาะชิ้นส่วนโลหะขนาดใหญ่ที่ต้องการความแม่นยำสูง

- เครื่องตัดลวดไฟฟ้า (Wire Cut EDM)
สำหรับการตัดและขึ้นรูปชิ้นส่วนโลหะด้วยความละเอียดสูง โดยเฉพาะบริเวณหัวแม่เหล็ก
- เครื่องเจียรระโน (Grinding Machine)
สำหรับปรับผิวชิ้นงานให้มีความเรียบ ลดค่าความคลาดเคลื่อน และเพิ่มความแม่นยำของชิ้นส่วน
- เครื่องวัดพิกัดสามมิติ (Coordinate Measuring Machine: CMM)
สำหรับตรวจสอบขนาด มิติ และรูปทรงของชิ้นงานด้วยความแม่นยำสูง
- เครื่องพันเส้นลวด (Coil Winding Machine)
สำหรับพันเส้นลวดตัวนำไฟฟ้าให้เป็นขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าตามรูปแบบและจำนวนรอบที่กำหนด โดยสามารถควบคุมความตึงของเส้นลวดและตำแหน่งการพันได้อย่างแม่นยำ
- เครื่องหล่ออีพ็อกซีเรซินภายใต้สภาวะสุญญากาศ (Vacuum Pressure Impregnation: VPI)
สำหรับเคลือบและทำฉนวนไฟฟ้าให้กับขดลวดแม่เหล็ก เพื่อเพิ่มความแข็งแรง ลดการเกิดฟองอากาศ และเพิ่มความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมในการใช้งานระยะยาว
- เครื่องมือไฟฟ้าและชุดบัดกรีบัดกรีไฟฟ้า
สำหรับเชื่อมต่อขั้วไฟฟ้าและท่อน้ำหล่อเย็นของแม่เหล็กไฟฟ้า ให้มีความแข็งแรง สามารถนำไฟฟ้าและถ่ายเทความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งป้องกันการรั่วซึม
- เครื่องมือตรวจสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและการทำงานของขดลวด
สำหรับการตรวจสอบค่าฉนวนไฟฟ้า การตรวจสอบการลัดวงจรระหว่างรอบขดลวด (Shorted Turn Test) การตรวจสอบจำนวนรอบการพันขดลวด และการตรวจสอบอื่นที่เกี่ยวข้อง

5. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

5.1 การเตรียมวัสดุ

- (1) ตรวจสอบขนาด มิติ และคุณสมบัติของวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ มาตรฐาน AISI เกรด 1006 สำหรับใช้ในการผลิตแกนแม่เหล็ก ให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่กำหนด
- (2) ตรวจสอบคุณลักษณะและคุณสมบัติของเส้นลวดทองแดงชนิดมีรูตรงกลาง พร้อมฉนวนไฟฟ้า สำหรับใช้ในการผลิตขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า ให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่กำหนด
- (3) ตรวจสอบคุณสมบัติของอีพ็อกซีเรซินสำหรับใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าของขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า ให้เป็นไปตามข้อกำหนดด้านการใช้งานและความทนทาน
- (4) จัดเตรียมวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม SUS304 หรือดีกว่า สำหรับใช้ในการผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
- (5) จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ประกอบ ได้แก่ ขั้วต่อ ท่อน้ำหล่อเย็น บัสบาร์ สลักล็อกตำแหน่งความละเอียดสูง (Precision Locating Pin) สกรู น็อต รวมถึงวัสดุและอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ให้พร้อมสำหรับกระบวนการผลิตและประกอบติดตั้ง



5.2 การผลิตแกนแม่เหล็กไฟฟ้า

(1) ใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีชนิดแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Machining Center) ดำเนินการกัดหยาบและกัดละเอียดวัสดุสำหรับผลิตแกนแม่เหล็กไฟฟ้า ให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบที่กำหนด

(2) ใช้เครื่องเจียรระโน (Grinding Machine) ปรับผิวชิ้นงานแกนแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งสี่ด้าน ให้ได้ค่าความเรียบ ความตั้งฉาก และความเที่ยงตรงตามแบบที่กำหนด โดยต้องเผื่อขนาดความหนาสำหรับการเจียรระโนผิวประกบ (Matching Surface) อีกครั้ง ทั้งนี้ให้เป็นไปตามรูปที่ 1

(3) ใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีชนิดแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ ดำเนินการกัดละเอียดบริเวณที่ใช้สำหรับยึดสกรูและน็อตของแกนแม่เหล็กไฟฟ้าให้เป็นไปตามแบบที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยต้องเผื่อระยะความสูงของชิ้นงานสำหรับกระบวนการตัดชิ้นรูปด้วยเครื่องตัดลวดไฟฟ้า รวมถึงบริเวณ Fiducial Marks และฐานรองรับของแม่เหล็ก

(4) ใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีชนิดแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Machining Center) ดำเนินการเจาะรูสำหรับยึดสกรูและน็อต และใช้เครื่องตัดลวดไฟฟ้า (Wire Cut EDM) เจาะรูสำหรับสลักกำหนดตำแหน่งความละเอียดสูง ให้เป็นไปตามแบบที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 3 พร้อมทั้งจัดทำตำแหน่งอ้างอิง (Reference Marks) สำหรับใช้กำหนดจุดศูนย์กลางของแกนแม่เหล็ก ตามที่แสดงในรูปที่ 4

(5) ใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีชนิดแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Machining Center) ดำเนินการกัดหยาบบริเวณหัวแม่เหล็กไฟฟ้าตามแบบที่กำหนด โดยต้องเผื่อขนาดชิ้นงานสำหรับกระบวนการตัดละเอียดด้วยเครื่องตัดลวดไฟฟ้า (Wire Cut EDM) อีกครั้ง ทั้งนี้ให้เป็นไปตามรูปที่ 5

(6) ประกอบติดตั้งแกนแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าด้วยกันทั้งสี่ชิ้น โดยใช้สลักล็อกตำแหน่งความละเอียดสูง และขันยึดด้วยสกรูและน็อตโดยใช้ประแจวัดแรงบิด (Torque Wrench) ให้ได้ค่าแรงบิดตามที่กำหนด ทั้งนี้ให้เป็นไปตามรูปที่ 6

(6.1) การยึดแกนแม่เหล็กด้านบน 2 ชิ้น เข้าด้วยกัน และการยึดแกนแม่เหล็กด้านล่าง 2 ชิ้น เข้าด้วยกัน โดยใช้สกรูและน็อตขนาด M16 และสลักล็อกตำแหน่งความละเอียดสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ขันยึดตามค่าแรงบิดที่กำหนด และให้ใช้ค่าดังกล่าวเป็นค่ามาตรฐานสำหรับการประกอบติดตั้ง

(6.2) การยึดแกนแม่เหล็กด้านบนและแกนแม่เหล็กด้านล่างเข้าด้วยกัน โดยใช้ใช้สกรูและน็อตขนาด M16 ขันยึดตามค่าแรงบิดที่กำหนด และให้ใช้ค่าดังกล่าวเป็นค่ามาตรฐานสำหรับการประกอบติดตั้ง แล้วใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีชนิดแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Machining Center) ที่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง ดำเนินการเจาะรูและใส่สลักล็อกตำแหน่งความละเอียดสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร

(7) ใช้เครื่องเจียรระโน (Grinding Machine) เจียรระโนผิวร่วมของแกนแม่เหล็กทั้ง 2 ด้าน ให้ได้ค่าความเรียบและความเที่ยงตรงตามแบบที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 7

(8) ใช้เครื่องตัดลวดไฟฟ้า (Wire Cut EDM) ในการตัดชิ้นรูปหัวแม่เหล็ก ทั้งนี้ จะต้องประกอบติดตั้ง Pole Support และสลักล็อกตำแหน่งความละเอียดสูงให้แล้วเสร็จก่อน หลังจากนั้นให้ดำเนินการตัดชิ้นรูปหัวแม่เหล็ก โดยเฉพาะบริเวณที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของลำอิเล็กตรอน ให้ทำการตัดซ้ำไม่น้อยกว่า 3 รอบ เพื่อให้ได้ค่าความละเอียด ความเที่ยงตรง และความแม่นยำของหัวแม่เหล็กตามแบบที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 8

โดยคาร์คมีช่องว่างระหว่างซี่แม่เหล็ก (Bore Radius) สำหรับ QF7 Type B ต้องเท่ากับ 16 มิลลิเมตร และ QF4 Type B ต้องเท่ากับ 18 มิลลิเมตร และมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 20 ไมโครเมตร

(9) ใช้เครื่องตัดลวดไฟฟ้า (Wire Cut EDM) ในการตัดขึ้นรูปแกนแม่เหล็ก โดยเฉพาะบริเวณเจาะรู Fiducial Marks และฐานแกนแม่เหล็ก ตามแบบที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 9

(10) ใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีชนิดแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Machining Center) ที่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง ดำเนินการเจาะรู Fiducial Marks ของแกนแม่เหล็ก ให้เป็นไปตามแบบที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 10

(11) ใช้เครื่องวัดพิกัดสามมิติ (Coordinate Measuring Machine: CMM) ตรวจสอบขนาด มิติ และรูปร่างของซี่แม่เหล็ก รวมถึงตำแหน่ง Fiducial Marks ของแกนแม่เหล็ก ให้เป็นไปตามแบบที่กำหนด พร้อมทั้งจัดเก็บรายงานผลการตรวจวัดไว้เป็นหลักฐานประกอบการส่งมอบงาน

(12) ตรวจสอบการถอดและประกอบติดตั้งแกนแม่เหล็ก 4 ชิ้น ดำเนินการวัดขนาด มิติ และรูปร่างของซี่แม่เหล็ก รวมถึงตำแหน่ง Fiducial Marks ของแกนแม่เหล็ก ด้วยเครื่องวัดพิกัดสามมิติ (CMM) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง พร้อมทั้งจัดเก็บรายงานผลการตรวจวัดไว้เป็นหลักฐานประกอบการส่งมอบงาน

(13) ตรวจสอบการถอดและประกอบติดตั้งแกนแม่เหล็กด้านบนและแกนแม่เหล็กด้านล่าง จากนั้นดำเนินการวัดขนาด มิติ และรูปร่างของซี่แม่เหล็ก รวมถึงตำแหน่ง Fiducial Marks ของแกนแม่เหล็ก ด้วยเครื่องวัดพิกัดสามมิติ (CMM) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง พร้อมทั้งจัดเก็บรายงานผลการตรวจวัดไว้เป็นหลักฐานประกอบการส่งมอบงาน

(14) ดำเนินการพ่นสีป้องกันสนิมบนพื้นผิวของแกนแม่เหล็ก โดยให้พ่นสีรองพื้นและพ่นสีจริงทับอีกชั้น ทั้งนี้ บริเวณซี่แม่เหล็กที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของล้ออิเล็กทรอนิกส์ และบริเวณ Fiducial Marks ของแกนแม่เหล็ก ให้เคลือบป้องกันสนิมด้วย High Vacuum Grease หรือวัสดุที่มีคุณสมบัติดีกว่า โดยผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างจะร่วมกันกำหนดคุณสมบัติของสีรองพื้น สีจริง และวัสดุเคลือบป้องกันสนิมที่ใช้

5.3 การผลิตขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า

(1) ดำเนินการพันฉนวนไฟฟ้าให้กับเส้นลวดทองแดงชนิดมีรูตรงกลางแบบซ้อนทับกัน หรือใช้เส้นลวดทองแดงชนิดมีรูตรงกลางที่มีฉนวนไฟฟ้าสำเร็จรูปจากผู้ผลิต

(2) ดำเนินการพันขดลวดแม่เหล็กด้วยเส้นลวดทองแดงที่ผ่านการพันฉนวนไฟฟ้าแล้ว พร้อมทั้งตรวจสอบค่าจำนวนรอบการพัน ค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า การลัดวงจรระหว่างรอบขดลวด (Shorted Turn Test) ก่อนและหลังการทำฉนวนไฟฟ้าด้วยวิธีหล่ออีพ็อกซีเรซิน พร้อมทั้งจัดทำรายงานผลการตรวจสอบ

(3) ดำเนินการทำฉนวนไฟฟ้าด้วยการหล่ออีพ็อกซีเรซินภายใต้สภาวะสุญญากาศ (Vacuum Pressure Impregnation: VPI) เพื่อเสริมความแข็งแรงของฉนวนไฟฟ้า ลดการเกิดฟองอากาศ และเพิ่มความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมในการใช้งานระยะยาว

(4) ตรวจวัดอัตราการใช้ของน้ำหล่อเย็นภายในขดลวดแม่เหล็ก และตรวจสอบการรั่วซึม

(5) ตรวจสอบการลัดวงจรระหว่างรอบของขดลวด ด้วยเทคนิค Impulse Test หรือวิธีการอื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่า ตรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า และค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้าของขดลวดแม่เหล็ก พร้อมทั้งจัดเก็บผลการตรวจวัดไว้เป็นหลักฐานประกอบการส่งมอบงาน

5.4 การผลิตชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้อง

- (1) ใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีชนิดแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Machining Center) ดำเนินการกัดหยาบและกัดละเอียดฐานรองแกนแม่เหล็ก รวมถึงชิ้นส่วนอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ขนาด มิติ และรูปร่างตามแบบที่กำหนด
- (2) ใช้เครื่องเจียรระโน (Grinding Machine) ดำเนินการเจียรระโนฐานรองแกนแม่เหล็ก รวมถึงชิ้นส่วนอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้พื้นผิวที่มีความเรียบและมีความเที่ยงตรงสูงตามแบบที่กำหนด

5.5 การประกอบติดตั้งแม่เหล็กไฟฟ้า

- (1) ประกอบติดตั้งขลวดแม่เหล็กไฟฟ้าเข้ากับแกนแม่เหล็กไฟฟ้า และประกอบติดตั้งแกนแม่เหล็กทั้ง 4 ชิ้น เข้าด้วยกัน โดยใช้สลักล็อกตำแหน่งความละเอียดสูง พร้อมขันยึดด้วยสกรูและน็อตโดยใช้ประแจวัดแรงบิด (Torque Wrench) ตามค่าแรงบิดที่กำหนด ทั้งนี้ให้เป็นไปตามรูปที่ 11
- (2) ติดตั้งฐานรองแกนแม่เหล็กเข้ากับแกนแม่เหล็กไฟฟ้า ให้เป็นไปตามแบบที่กำหนด
- (3) ติดตั้งข้อต่อ ท่อน้ำหล่อเย็น และบัสบาร์ไฟฟ้า รวมถึงดำเนินการบัดกรีแข็ง (Brazing) ให้เป็นไปตามข้อกำหนด
- (4) ตรวจสอบอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น และตรวจสอบการรั่วซึม ให้เป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง
- (5) ใช้เครื่องวัดพิกัดสามมิติ (Coordinate Measuring Machine: CMM) ตรวจสอบขนาด มิติ และรูปร่างของขั้วแม่เหล็ก รวมถึงตำแหน่ง Fiducial Marks ของแกนแม่เหล็ก ให้เป็นไปตามแบบที่กำหนด พร้อมทั้งจัดเก็บรายงานผลการตรวจวัดไว้เป็นหลักฐานประกอบการส่งมอบงาน

5.6 การทดสอบคุณสมบัติแม่เหล็กไฟฟ้า

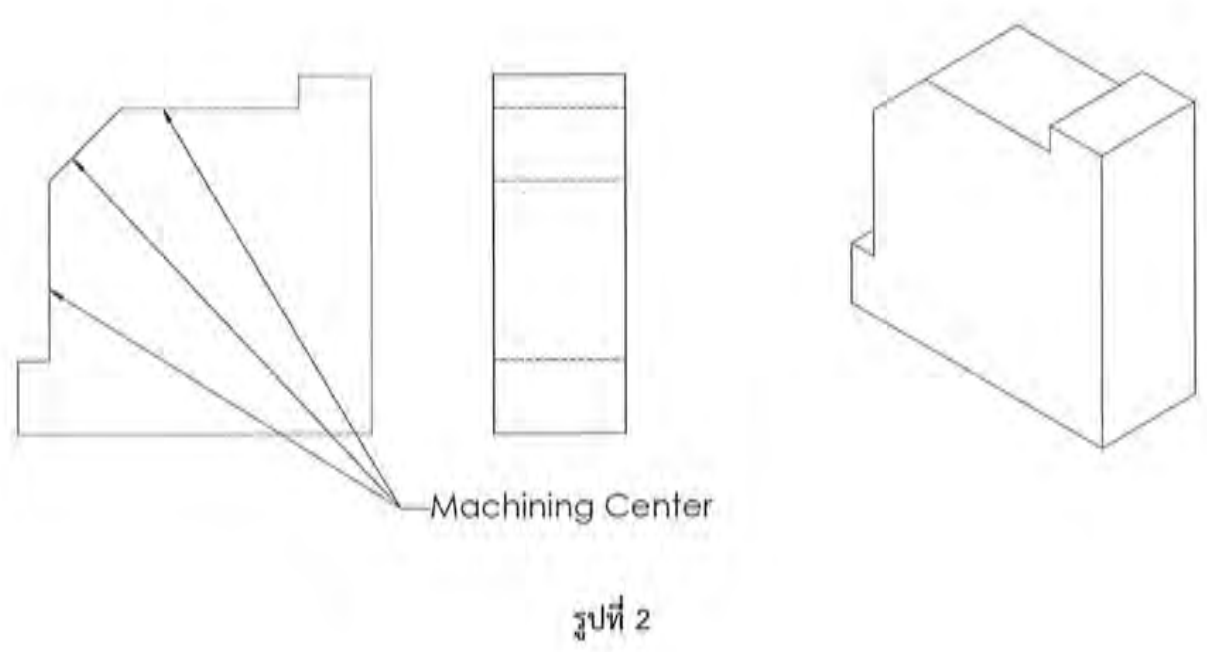
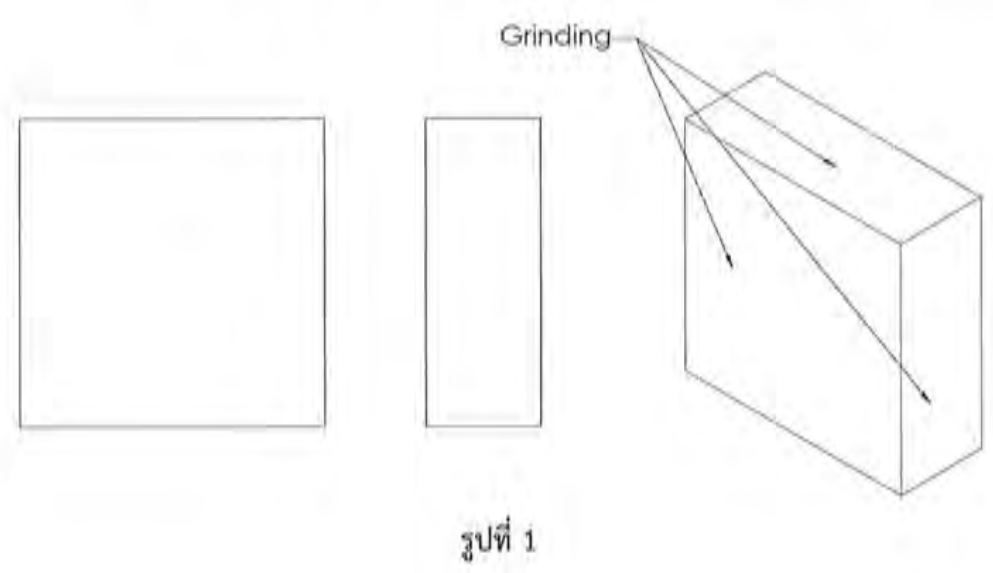
- (1) การทดสอบทางกล (Mechanical Test) : ตรวจสอบแรงยึดของสกรูและน็อต ตำแหน่งการติดตั้งขลวดแม่เหล็ก ข้อต่อ ท่อน้ำหล่อเย็น และบัสบาร์ไฟฟ้า ให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่กำหนด
- (2) การทดสอบระบบน้ำหล่อเย็น (Cooling Water System Test) : ตรวจสอบอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น และการรั่วซึม ให้เป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง
- (3) การทดสอบทางไฟฟ้า (Electrical Test) : ตรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistance) ค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Insulation Resistance) ค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Inductance) และตรวจสอบการทำงานของสวิตช์อุณหภูมิ (Temperature Switch) โดยผู้ว่าจ้างเป็นผู้จัดหาเครื่องมือสำหรับการทดสอบ
- (4) การทดสอบคุณสมบัติแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Measurement) : ผู้ว่าจ้างเป็นผู้ดำเนินการทดสอบ

5.7 การบรรจุและจัดส่ง

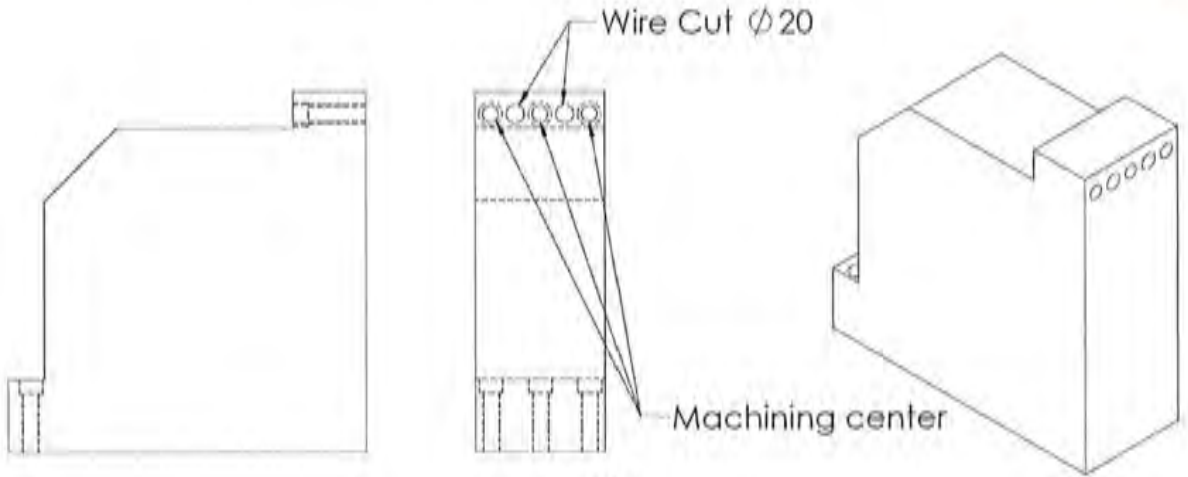
- (1) ทำความสะอาดแม่เหล็กไฟฟ้าและชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องให้เรียบร้อยก่อนดำเนินการบรรจุ
- (2) บรรจุแม่เหล็กไฟฟ้าในกล่องไม้หรือพาเลตไม้ โดยต้องมีการรองรับและป้องกันการกระแทกด้วยวัสดุที่เหมาะสม เพื่อป้องกันความเสียหายระหว่างการขนส่ง

(3) แนบเอกสารรายงานการตรวจสอบคุณภาพ และคู่มือประกอบการใช้งานเบื้องต้น (ถ้ามี) สำหรับ
ประกอบการส่งมอบงาน

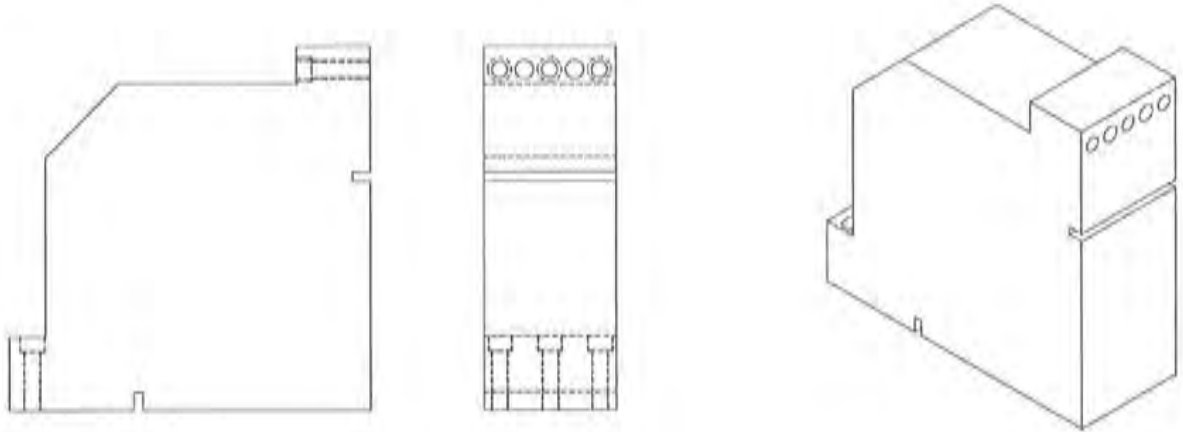
(4) จัดเก็บรูปภาพประกอบการดำเนินงานในทุกขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมวัสดุ การผลิตแกน
แม่เหล็กไฟฟ้า การผลิตขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า การผลิตชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้อง การประกอบติดตั้งแม่เหล็กไฟฟ้า การ
ทดสอบคุณสมบัติแม่เหล็กไฟฟ้า รวมถึงการบรรจุและจัดส่ง เพื่อใช้เป็นหลักฐานประกอบการส่งมอบงาน



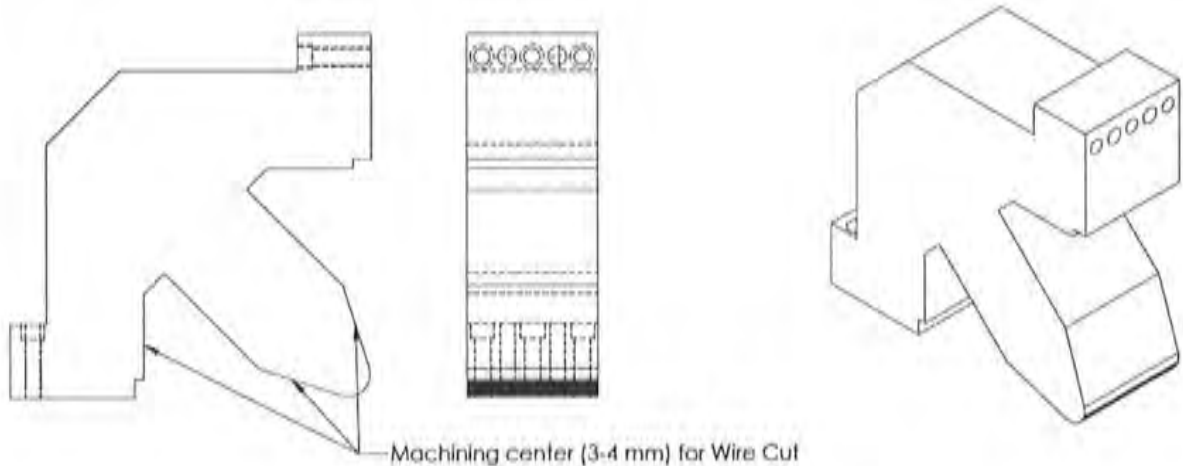
axug.



รูปที่ 3

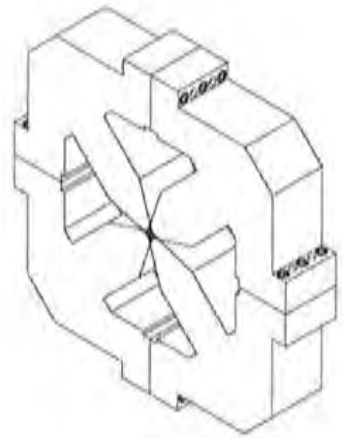
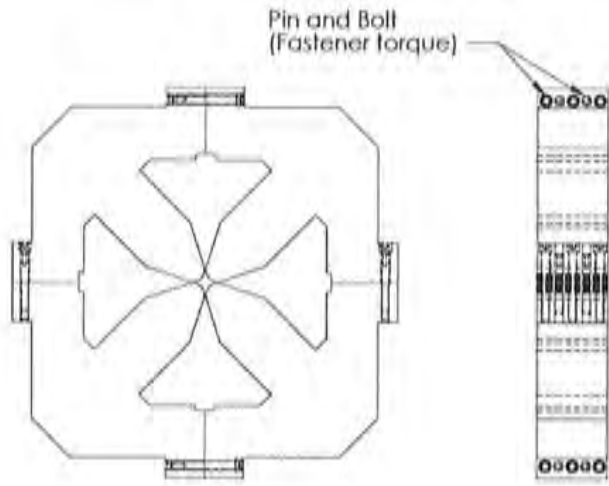


รูปที่ 4

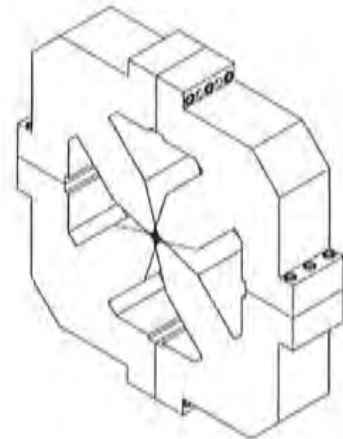
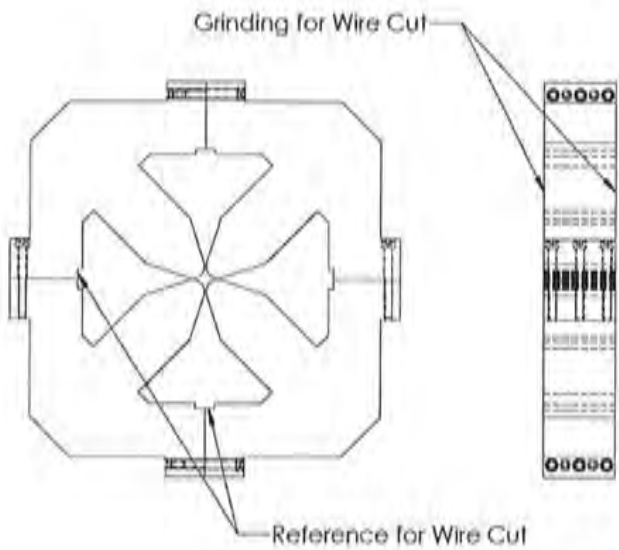


รูปที่ 5

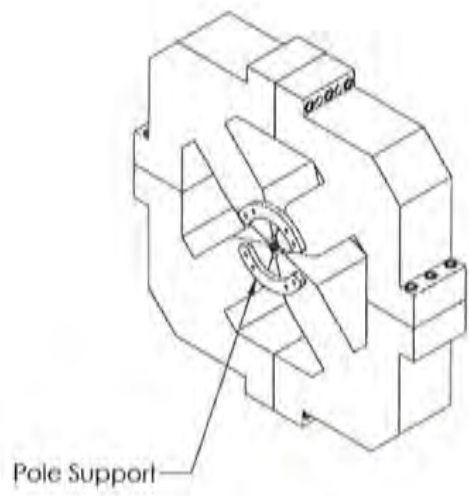
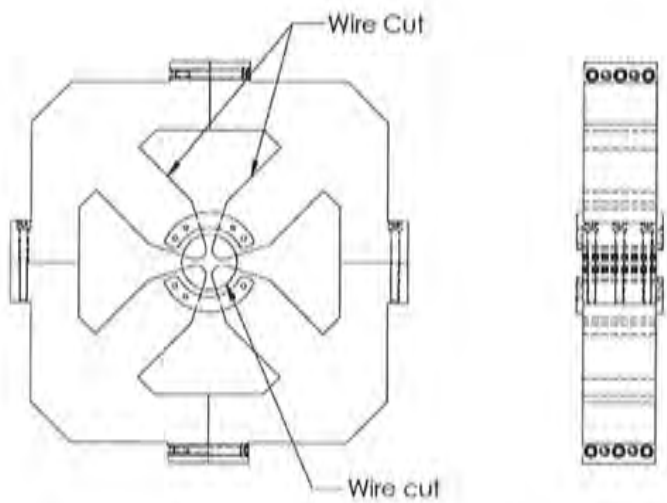
Aug.



รูปที่ 6

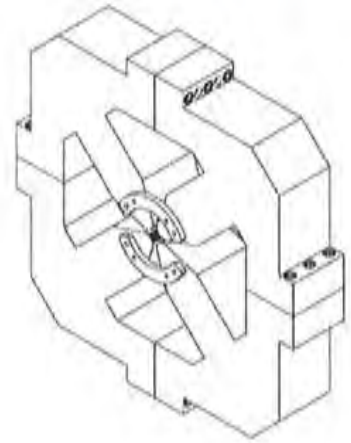
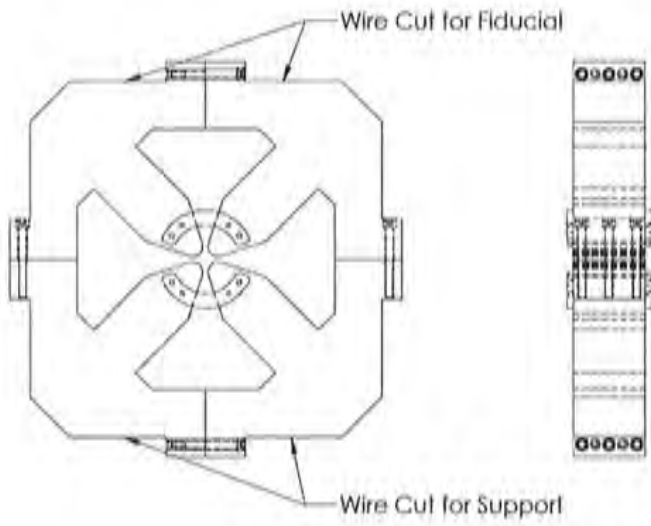


รูปที่ 7

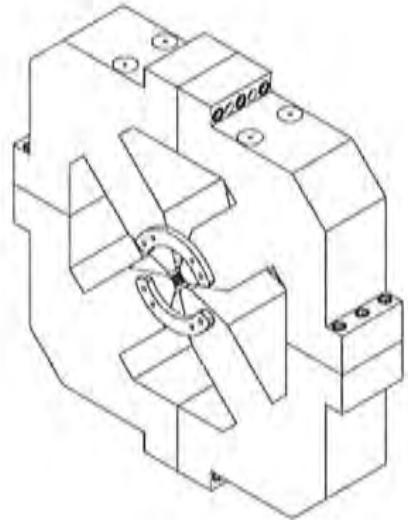
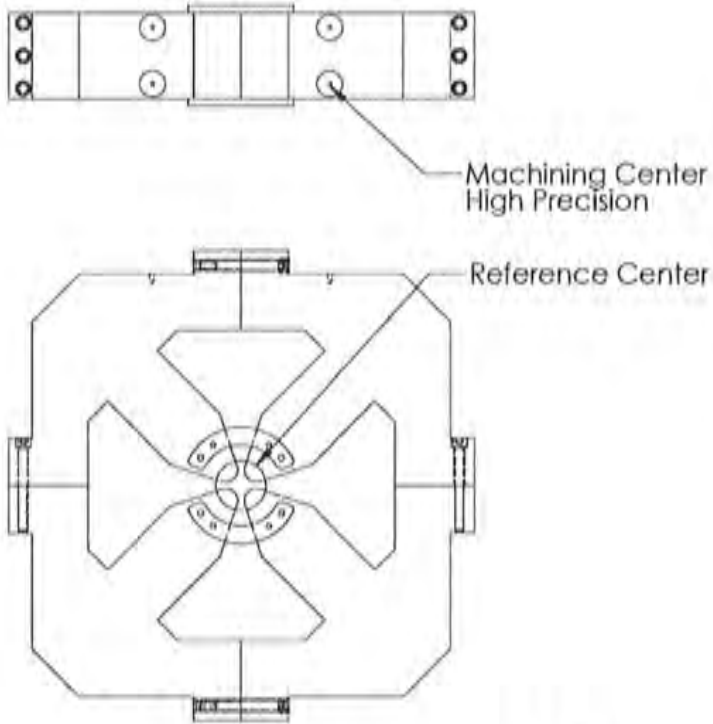


รูปที่ 8

Aug.

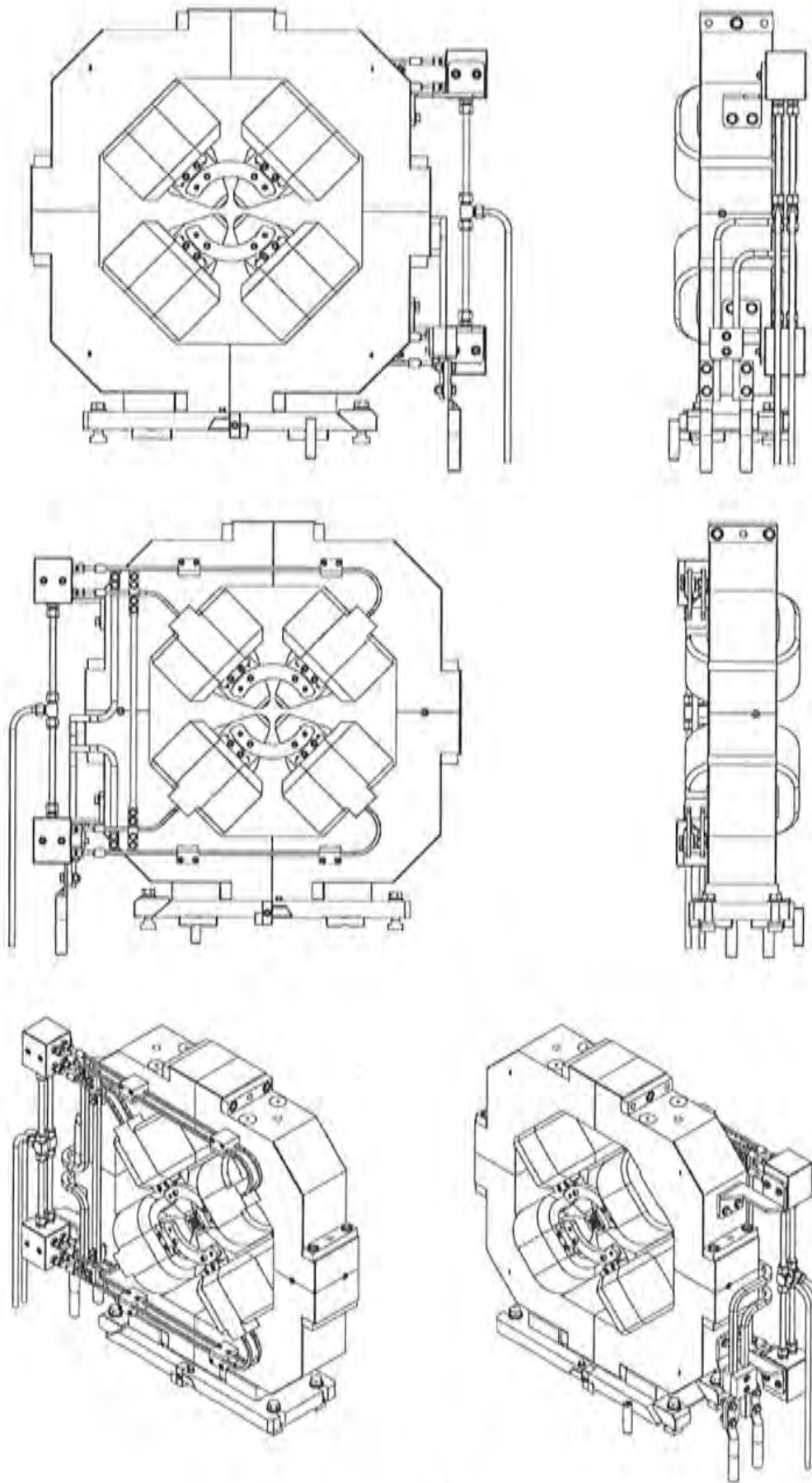


รูปที่ 9



รูปที่ 10

Aug.



รูปที่ 11