

โครงการออกแบบตู้เก็บเครื่องมืออเนกประสงค์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุง
รถแข่งสำหรับทีมแข่งรถสูตรนักศึกษา

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

โครงการออกแบบตู้เก็บเครื่องมืออเนกประสงค์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุง
รถแข่งสำหรับทีมแข่งรถสูตรนักศึกษา

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM



โดย
นาย สุวรรต บุญชูช่วย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบอนุญาตแสดงผล

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ โสวิทย์สกุล)

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์สมบัติ ตั้งสถิตยงกูร)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพิศ พุสกุล)

..... กรรมการ

(อาจารย์สุรเชษฐ ไชยอุปละ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ศศินันท์ ศิริรินทร์ตนะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบตู้เก็บเครื่องมือเนกประสงค์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งสำหรับทีมแข่งรถสูตรนักศึกษา Multipurpose tools cabinet for formula student race team
ชื่อนักศึกษา	นายสุวรรต บุญช่วย
รหัส	55020260
สาขาวิชา	ศิลปอุตสาหกรรม
คณะ	สถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบัน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

การแข่งขันรถสูตรนักศึกษา เป็นหนึ่งในกิจกรรมพัฒนาศักยภาพของนักศึกษา โดยใช้รถแข่งสูตรนักศึกษา เป็นตัวดึงศักยภาพและความสามารถของนักศึกษามาใช้ในการออกแบบและทักษะการผลิตรถแข่ง formula student โดยลำพังตัวนักศึกษาเอง ไม่สามารถซื้อชุดเครื่องมือมาด้วยตนเองได้ จึงต้องอาศัยการขอสนับสนุนจากบริษัทเพื่อที่จะนำชุดเครื่องมือและอุปกรณ์การเก็บเครื่องมือที่ใช้สร้างและซ่อมบำรุงรถแข่ง แต่เมื่อเครื่องมือมีจำนวนมาก จึงส่งผลให้เกิดความหลากหลายของที่เก็บเครื่องมือ ทำให้ต้องใช้กำลังคนและใช้เวลานานในการขนย้ายเกิดความสับสนในการค้นหาเครื่องมือและอะไหล่ ทำให้ใช้เวลาในการแก้ไขปัญหาและซ่อมบำรุงนาน จนอาจทำให้พลาดการแข่งขันบางรายการไปได้ เพราะการแข่งขันรถสูตรศึกษานี้ นอกเหนือจากประสิทธิภาพของรถแข่งแล้วยังตัดสินกันด้วยเวลา ความรวดเร็วในการซ่อมบำรุงเคลื่อนย้าย ติดตั้ง

จากปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเพื่อพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จัดเก็บเครื่องมือและใช้งานเครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยทำการสำรวจปัญหาและความต้องการของทีมแข่งรถสูตรนักศึกษาในกรุงเทพฯและปริมณฑล จนไปสู่การแก้ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นทั้งในด้านการเคลื่อนย้ายที่ยากลำบาก และการเข้าถึงเครื่องมือทั้งหมดที่ยังไม่เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าสิ่งที่ได้นำเสนอนี้จะเป็นแนวคิดในการพัฒนาทีมแข่งและพัฒนาวงการรถแข่งสูตรนักศึกษาของประเทศไทยให้ทัดเทียมกับต่างประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ “โครงการออกแบบตู้เก็บเครื่องมือเนกประสงค์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งสำหรับทีมแข่งรถสูตรนักศึกษา” นี้จะสำเร็จมิได้โดยหากขาดการสนับสนุนจากผู้มีพระคุณดังนี้

ขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้า คุณแม่ คุณป้า คุณย่า พี่สาว พี่ชาย ที่คอยสนับสนุนข้าพเจ้า ใส่ใจ และคอยถามไถ่ ให้กำลังใจมาตลอดชีวิตของข้าพเจ้า

ขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพิศ พุสกุล (อ.ม้อย) ที่เป็นทั้งปรึกษา คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และสนับสนุนหัวข้อวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงได้โดยดีมาตลอด แม้ว่าข้าพเจ้าจะประพาศิตัวแค้นมากถึงมากที่สุด ก็ได้รับการให้อภัยจากอาจารย์เสมอ อีกทั้งขอขอบคุณคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ประจำสาขาทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำแก่ข้าพเจ้า

ขอบคุณน้องแดง แพนที่ทำให้กินได้ทุกอย่าง ช่วยเหลือข้าพเจ้าทุกอย่างทุกครั้งที่ส่งหรือต้องทำงานหนัก คอยให้กำลังใจในวันที่ท้อแท้และหมดหวัง อยู่ด้วยกันจนผ่านเรื่องราวต่างๆมาได้ตลอด

ขอบคุณชมรมยานยนต์ และทีม INITIAL ที่ให้ที่พักพิง ให้ความรู้ ให้ความสนุกสนาน หล่อหลอมข้าพเจ้าให้เป็นคนที่แข็งแกร่งขึ้นด้วยงานที่หนักและมีเป้าหมายแน่นอน

ขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในชมรมยานยนต์ทุกคน ที่ช่วยกันทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทั้งรอบแรกและรอบสอง น้องปลื้มมือเชื่อมประจำซ้อป น้องมอส น้องเล็ก น้องป๊อปแป็บ ที่ช่วยกันพับเหล็ก ประกอบจนเป็นตัวต้นแบบ ขอขอบคุณน้องละมุด น้องปอนด์ น้องฮิปปี และน้องเตย ที่ช่วยกันทำโมเดลมาตราส่วน 1:2 ใหม่ตั้งแต่ต้นจนจบ และขอบคุณเพื่อนๆ 4 ที่ตกอยู่ในชะตากรรมติดไอ

ขอบคุณชาวแก๊งค์ที่คอยช่วยเหลือ ใส่ใจและถามไถ่ ขอขอบคุณเจตที่เป็นช่างภาพ และช่วยเหลือข้าพเจ้าอย่างสุดความสามารถจนวินาทีสุดท้ายที่ข้าพเจ้าส่งงาน ถ้าไม่ได้รับรถยนต์ LEXUS เครื่อง 2JZ ของเพื่อนเจตคนนี้ ชีวิตของข้าพเจ้าจะต้องเจออะไรในวันนั้นก็ไม้อาจทราบได้ ขอขอบคุณพี่เปตองที่คอยแนะนำเรื่องงาน เรื่องเครื่อง 3D Print และการตั้งค่าต่างๆ ขอขอบคุณตาเขมที่ทำงานมาให้ เลยทำให้มีเงินไปซื้อเครื่อง 3D Print เป็นของตนเองและสามารถทำหุ่นจำลองโดยการพิมพ์ได้อย่างไร้ข้อจำกัด

ขอบคุณเพื่อนร่วมชะตากรรม อ้า อะตอม ดริม สนุกเกอร์ ที่คอยช่วยเหลือถามไถ่ เป็นที่พึ่งพิงให้ คอยสนับสนุน และเป็นห่วงกันตลอดมา

ขอขอบคุณการช่วยเหลือจากทุกท่านที่ข้าพเจ้าอาจไม่ได้กล่าวถึง มา ณ ที่นี้ด้วยครับ

นายสุวรรต บุญชูช่วย

21 กรกฎาคม 2559

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	II
ไบอโนมิตีผล	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูปภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	9
1.3 ปัญหา และแนวทางการออกแบบ	10
1.4 ความเป็นไปได้ของโครงการ	11
1.5 ขอบเขตของโครงการ	12
1.6 ขั้นตอนการทำวิทยานิพนธ์	13
1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	14
บทที่ 2 การศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูล	15
2.1 กิจกรรมการแข่งขันรถสูตรนักศึกษา	15
2.1.1 วัตถุประสงค์ของการแข่งขันรถสูตรนักศึกษา	15
2.1.2 กิจกรรมการแข่งขันรถสูตรนักศึกษาในประเทศไทย	15
2.1.3 กิจกรรมการแข่งขันรถสูตรนักศึกษาในต่างประเทศ	23
2.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการแข่งขัน	25
2.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการแข่งขัน	25
2.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการแข่งขัน	34
2.3 พฤติกรรมการใช้งาน ขนาดและสัดส่วนของผู้ใช้งานผู้เก็บเครื่องมือ	37
2.3.1 พฤติกรรมของผู้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการแข่งขัน	37
2.3.2 ขนาดและสัดส่วนของผู้ใช้งาน	40
2.4 ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ข้างเคียง	43
2.4.1 ตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดเล็ก	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2	ตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดกลาง	45
2.4.3	ตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดใหญ่	47
2.4.4	ตัวอย่างตู้เก็บเครื่องมือขนาดกลาง	49
2.4.5	ตัวอย่างตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์	51
2.4.6	ตัวอย่างตู้เก็บเครื่องมือขนาดใหญ่	53
2.4.7	ตัวอย่างรถเข็นเครื่องมือ	55
2.4.8	ตัวอย่างรถเก็บเครื่องมือขนาดใหญ่	56
2.5	การศึกษาข้อมูลของวัสดุและกรรมวิธีการผลิต	57
2.5.1	ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่เป็นโลหะ	57
2.5.2	ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่เป็นพลาสติก	62
2.5.3	ข้อมูลเกี่ยวกับอะไหล่สำหรับใช้ประกอบการผลิตชิ้นงาน	63
บทที่ 3	การพัฒนางานออกแบบ	69
3.1	ความต้องการและขอบเขตในการออกแบบ	69
3.2	การวิเคราะห์รูปแบบการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์	70
3.3	แนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์	74
3.4	แบบร่างการออกแบบผลิตภัณฑ์เบื้องต้น	74
3.5	การพัฒนาแบบร่าง	76
3.6	การทำหุ่นจำลอง 1:1 (Study Model) เพื่อการทดลองและศึกษา	81
3.7	การสรุปแบบสุดท้าย	83
บทที่ 4	การนำเสนอผลงานการออกแบบ	85
4.1	หุ่นจำลองที่สามารถแสดงการใช้งานของผลิตภัณฑ์ได้ครบถ้วน	85
4.1.1	หุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์ มาตรฐาน 1:2	85
4.1.2	หุ่นจำลองเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการนำเสนอผลงาน	93
4.2	แผ่นนำเสนอผลงาน	94
4.2.1	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 1	94
4.2.2	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 2	95
4.2.3	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 3	95
4.2.4	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 4	96
4.2.5	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 5	96
4.2.6	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 6	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 7	97
4.2.8	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 8	98
4.2.9	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 9	98
4.2.10	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 10	99
4.2.11	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 11	99
4.2.12	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 12	100
4.2.13	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 13	100
4.2.14	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 14	101
4.2.15	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 15	101
4.2.16	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 16	102
4.2.17	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 17	102
4.2.18	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 18	103
4.2.19	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 19	103
4.2.20	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 20	104
4.2.21	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 21	104
4.2.22	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 22	105
4.2.23	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 23	105
4.2.24	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 24	106
4.2.25	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 25	106
4.2.26	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 26	107
4.2.27	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 27	107
4.2.28	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 28	108
4.2.29	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 29	108
4.2.30	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 30	109
4.2.31	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 31	109
4.2.32	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 32	110
4.2.33	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 33	110
4.2.34	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 34	111
4.2.35	แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 35	111
4.3	แบบสั่งงาน (Working Drawing)	112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5	บทสรุปผลการออกแบบ	116
5.1	ข้อเสนอแนะผลงานการออกแบบจากคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์	116
5.1.1	การปรับปรุงส่วนวิธีการยกหัวตู้ลิ้นชักทั้งตู้ล่างและตู้บน	116
5.1.2	การปรับปรุงส่วนเปิดใช้งานช่องเก็บของกลางรถเข็น	117
5.1.3	การปรับปรุงส่วนของงานสัญลักษณ์และตราเครื่องหมายต่างๆบนตู้	117
5.2	การปรับปรุงแบบโดยผู้วิจัย	117
5.2.1	การปรับปรุงส่วนวิธีการยกหัวตู้ลิ้นชักทั้งตู้ล่างและตู้บน	117
5.2.2	การปรับปรุงส่วนเปิดใช้งานช่องเก็บของกลางรถเข็น	118
5.2.3	การปรับปรุงส่วนของงานสัญลักษณ์และตราเครื่องหมายต่างๆบนตู้	118
5.3	ขอคิดเห็นของผู้ออกแบบเพื่อพัฒนาการออกแบบต่อไปในอนาคต	119
บรรณานุกรม		ก
ภาคผนวก		ง



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.3.1 แสดงปัญหาและแนวทางการศึกษาเพื่อแก้ไข	10
ตารางที่ 2.2.1 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มที่ใช้งานเป็นประจำ	25
ตารางที่ 2.2.2 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มจิปาฐะ	28
ตารางที่ 2.2.3 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มที่ใช้เฉพาะงาน	30
ตารางที่ 2.2.4 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มที่มีน้ำหนักมาก	31
ตารางที่ 2.2.5 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มที่ใช้ไฟฟ้า	33
ตารางที่ 2.2.6 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ส่วนควบ	34
ตารางที่ 2.2.7 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอะไหล่ของรถแข่ง	35

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1.1 รถแข่ง FORMULA STUDENT ของทีมจากสจล.ในปี 2014	1
รูปที่ 1.1.2 การแข่งขัน SKIDPAD EVENT ในสนามแข่งที่ถูกทำให้เปียกน้ำ	3
รูปที่ 1.1.3 การนำรถเข้า INSPECTION	4
รูปที่ 1.1.4 บรรยากาศภายใน PIT	4
รูปที่ 1.1.5 กลุ่มเครื่องมือที่ใช้งานเป็นประจำ	5
รูปที่ 1.1.6 กลุ่มเครื่องมือจิปฐะ	6
รูปที่ 1.1.7 กลุ่มเครื่องมือใช้เฉพาะงาน	6
รูปที่ 1.1.8 กลุ่มเครื่องมือขนาดใหญ่	7
รูปที่ 1.1.9 กลุ่มเครื่องมือขนาดใหญ่	7
รูปที่ 1.1.10 บรรยากาศภายในโรงปฏิบัติการ ทีม INITIAL สจล.	8
รูปที่ 1.1.11 ทีมแข่งรถสูตรนักศึกษากำลังขนย้ายตู้เครื่องมือและรถเข็น	8
รูปที่ 1.1.12 ภาพแสดงแนวทางการพัฒนาตู้เก็บเครื่องมือเนกประสงค์	9
รูปที่ 2.1.1 การรับรางวัลในการแข่งขัน TSAE AUTO CHALLENGE ครั้งแรก	16
รูปที่ 2.1.2 การแข่งขัน TSAE AUTO CHALLENGE ครั้งที่ 2	16
รูปที่ 2.1.3 การแข่งขัน TSAE AUTO CHALLENGE ในปี 2009	17
รูปที่ 2.1.4 การแข่งขัน TSAE AUTO CHALLENGE ประจำปีพ.ศ.2558	18
รูปที่ 2.1.5 การทดสอบเอียงในวันแรกหลังผ่านการตรวจสอบสภาพ	20
รูปที่ 2.1.6 รถแข่งของทีมแข่งรถจากสจล.หลังเสร็จสิ้นการแข่งขัน	21
รูปที่ 2.1.7 ภาพถ่ายจากดาวเทียมของสนาม PATHUMTHANI SPEEDWAY	22
รูปที่ 2.1.8 การแข่งขัน STUDENT FORMULA JAPAN COMPETITION	24
รูปที่ 2.1.9 การจัดเก็บของลงกล่องเพื่อส่งไปแข่งขันที่ต่างประเทศ (มีรถแข่งอยู่ภายในกล่อง)	24
รูปที่ 2.3.1 การสร้างรถในโรงปฏิบัติการ	37
รูปที่ 2.3.2 แสดงการทดสอบรถในเบื้องต้นหลังจากประกอบเสร็จ	38
รูปที่ 2.3.3 แสดงการทดสอบสมรรถนะของรถก่อนวันแข่งขัน	39
รูปที่ 2.3.4 แสดงแสดงภาพหมายเลขบอกระยะของร่างกายในอิริยาบถต่างๆ	42
รูปที่ 2.3.5 แสดงระยะที่จำเป็นต้องใช้ในการกำหนดความสูงของตู้เก็บเครื่องมือ	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4.1	แสดงตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดเล็กรุ่น JOBSITE ORGANIZER	43
รูปที่ 2.4.2	แสดงตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดเล็กรุ่น JOBSITE WORK BOX	44
รูปที่ 2.4.3	แสดงตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดกลางรุ่น SGS 21" HEAVY	45
รูปที่ 2.4.4	แสดงตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดกลางรุ่น STACK-ON 26" DELUXE	46
รูปที่ 2.4.5	แสดงตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดใหญ่รุ่น STANLEY MOBILE CHEST	47
รูปที่ 2.4.6	แสดงตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดใหญ่รุ่น DEWALT SYSTEM CASE	48
รูปที่ 2.4.7	แสดงตัวอย่างและขนาดตู้เก็บเครื่องมือขนาดกลางรุ่น BETA C41 HIGH	49
รูปที่ 2.4.8	แสดงตัวอย่างตู้เก็บเครื่องมือขนาดกลางรุ่น WURTH WORKSHOP	50
รูปที่ 2.4.9	แสดงตัวอย่างและขนาดตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์รุ่น SGS WORKSTATION	51
รูปที่ 2.4.10	แสดงตัวอย่างเก็บเครื่องมือเอนกประสงค์รุ่น HUSKY 46 TOOL CHEST	52
รูปที่ 2.4.11	แสดงตัวอย่างและขนาดตู้เก็บเครื่องมือขนาดใหญ่รุ่น SGS BOX CHEST	53
รูปที่ 2.4.12	แสดงตัวอย่างตู้เก็บเครื่องมือขนาดใหญ่รุ่น HUSKY ROLLING TOOL CABINET	54
รูปที่ 2.4.13	แสดงตัวอย่างรถเข็นเครื่องมือรุ่น BETA C27S	55
รูปที่ 2.4.14	แสดงตัวอย่างรถเก็บเครื่องมือขนาดใหญ่รุ่น SNAP ON TOOL WORKSTATION	56
รูปที่ 2.5.1	ตารางขนาดท่อเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส	59
รูปที่ 2.5.2	ตารางขนาดท่อเหล็กสี่เหลี่ยม	60
รูปที่ 2.5.3	ตารางขนาดท่อเหล็กกลม	60
รูปที่ 2.5.4	เหล็กเพลากลมหลายขนาด	61
รูปที่ 2.5.5	เหล็กแผ่นที่มีวงจำหน่าย	61
รูปที่ 2.5.6	เหล็ก I-BEAM	62
รูปที่ 2.5.7	ล้อยาง	64
รูปที่ 2.5.8	ล้อเหล็ก	64
รูปที่ 2.5.9	ล้อไนลอน	65
รูปที่ 2.5.10	ล้อยูรีเทน	66
รูปที่ 2.5.11	แสดงภาพตัวล้อคสแตนเลส	66
รูปที่ 2.5.12	แสดงภาพบานพับแบน	67
รูปที่ 2.5.13	แสดงภาพรางเลื่อนลิ้นชักระบบลูกปืน	68
รูปที่ 2.5.14	แสดงภาพการถอดรางเลื่อนลิ้นชัก	68
รูปที่ 3.2.1	แสดงการจัดเครื่องมือกลุ่มที่ใช้งานเป็นประจำ	70
รูปที่ 3.2.2	แสดงการจัดเครื่องมือกลุ่มที่ใช้งานเป็นประจำ(ต่อ)	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2.3	แสดงการจัดเครื่องมือกลุ่มที่ใช้งานจิปาฐะ	71
รูปที่ 3.2.4	แสดงการจัดเครื่องมือกลุ่มที่ใช้เฉพาะงาน	72
รูปที่ 3.2.5	แสดงการจัดเครื่องมือกลุ่มที่มีน้ำหนักมาก	72
รูปที่ 3.2.6	แสดงการจัดเครื่องมือกลุ่มที่ใช้ไฟฟ้า	73
รูปที่ 3.4.1	แสดงภาพแบบร่างการจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์เบื้องต้น	74
รูปที่ 3.4.2	แสดงภาพแบบร่างแนวคิดผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบตามการจัดวางเบื้องต้น	74
รูปที่ 3.4.3	แสดงภาพแบบร่างแนวคิดผลิตภัณฑ์โดยลงรายละเอียดเกี่ยวกับชุดตู้เก็บเครื่องมือ	75
รูปที่ 3.5.1	แสดงการพัฒนาแบบร่างโดยวิเคราะห์การใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมกัน	77
รูปที่ 3.5.2	แสดงการพัฒนาแบบร่างโดยลงรายละเอียดชุดตู้ด้านบน	78
รูปที่ 3.5.3	แสดงการพัฒนาแบบร่างโดยลงรายละเอียดเกี่ยวกับการพับลิ้นชัก บานพับฝา	80
รูปที่ 3.6.1	แสดงหุ่นจำลองมาจาสัดส่วน 1:1 โดยใช้ร่างเลื่อนจริงเป็นส่วนประกอบ	81
รูปที่ 3.6.2	แสดงหุ่นจำลองมาจาสัดส่วน 1:1 ขณะกางเพื่อใช้งานลิ้นชักเครื่องมือพร้อมกันทุกชั้น	81
รูปที่ 3.6.3	แสดงหุ่นจำลองมาจาสัดส่วน 1:1 ขณะกางพร้อมใส่เครื่องมือ	82
รูปที่ 3.7.1	แสดงภาพแบบสุดท้ายที่ทำโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มุมมองเฉียงซ้ายและเฉียงขวา	83
รูปที่ 3.7.2	แสดงภาพแบบสุดท้ายที่ทำโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มุมมองเห็นด้านบน	83
รูปที่ 3.7.3	แสดงภาพแบบสุดท้ายที่ลงสีโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	84
รูปที่ 4.1.1	แสดงภาพหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์โดยรวม	85
รูปที่ 4.1.2	แสดงภาพด้านข้างซ้ายของหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์	86
รูปที่ 4.1.3	แสดงภาพด้านข้างขวาของหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์	86
รูปที่ 4.1.4	แสดงภาพด้านหน้าของหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์	87
รูปที่ 4.1.5	แสดงภาพด้านหลังของหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์	87
รูปที่ 4.1.6	แสดงภาพด้านบนของหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์	88
รูปที่ 4.1.7	แสดงภาพการใช้งานลิ้นชักพร้อมกันจากมุมมองด้านบน	88
รูปที่ 4.1.8	แสดงภาพการใช้งานบานประตูด้านข้างแนวตั้ง	89
รูปที่ 4.1.9	แสดงภาพการใช้งานบานประตูด้านล่างแนวนอน	89
รูปที่ 4.1.10	แสดงภาพการใช้งานกลไกหมุนล้อคปลดเร็วในช่องเก็บล้อยางของรถแข่ง	90
รูปที่ 4.1.11	แสดงภาพช่องแบ่งใส่อุปกรณ์ขนาดเล็ก	90
รูปที่ 4.1.12	แสดงภาพการเดินสายไฟของแบตเตอรี่และอินเวอร์เตอร์	91
รูปที่ 4.1.13	แสดงภาพการถอดประกอบของตู้เพื่อการขนย้าย	91
รูปที่ 4.1.14	แสดงภาพตู้ลิ้นชักแต่ละชั้นขณะเปิดใช้งาน	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1.15	แสดงภาพตู้ลิ้นชักแต่ละชั้นขณะเปิดใช้งาน (ต่อ)	92
รูปที่ 4.1.16	แสดงภาพหุ่นเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการนำเสนอผลงานทั้งหมด	93
รูปที่ 4.2.1	ภาพแสดงชื่อผลงานโครงการออกแบบตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์	94
รูปที่ 4.2.2	ภาพแสดงรายละเอียดอธิบายรถยนต์สูตรนักศึกษา	95
รูปที่ 4.2.3	ภาพแสดงแสดงที่มาของโครงการ	95
รูปที่ 4.2.4	ภาพแสดงข้อเด่นและข้อด้อยของตู้เก็บเครื่องมือที่มีอยู่แล้ว	96
รูปที่ 4.2.5	ภาพแสดงข้อเด่นและข้อด้อยของตู้เก็บเครื่องมือที่มีอยู่แล้ว (ต่อ)	96
รูปที่ 4.2.6	ภาพแสดงข้อเด่นและข้อด้อยของโต๊ะทำงานที่มีอยู่แล้ว	97
รูปที่ 4.2.7	ภาพแสดงแนวคิดการออกแบบตู้เครื่องมือ	97
รูปที่ 4.2.8	ภาพแสดงการจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์โดยแบ่งตามประเภทการใช้งาน	98
รูปที่ 4.2.9	ภาพแสดงการจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์โดยแบ่งตามประเภทการใช้งาน (ต่อ)	98
รูปที่ 4.2.10	ภาพแสดงแนวทางการจัดตำแหน่งเครื่องมือและอุปกรณ์	99
รูปที่ 4.2.11	ภาพแสดงแนวทางการจัดตำแหน่งเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมบอกน้ำหนัก	99
รูปที่ 4.2.12	ภาพแสดงแบบร่างเน้นรายละเอียด	100
รูปที่ 4.2.13	ภาพแสดงแบบร่างผลิตภัณฑ์โดยรวม	100
รูปที่ 4.2.14	ภาพแสดงการจัดตำแหน่งเครื่องมือและอุปกรณ์แบบใหม่พร้อมบอกน้ำหนัก	101
รูปที่ 4.2.15	ภาพแสดงการพัฒนาแบบร่างในเชิงการเข้าถึงเครื่องมือและอุปกรณ์	101
รูปที่ 4.2.16	ภาพแสดงการพัฒนาแบบร่างในเชิงของการใช้งานชุดตู้ลิ้นชัก	102
รูปที่ 4.2.17	ภาพแสดงการพัฒนาแบบร่างในเชิงรายละเอียดปลีกย่อย	102
รูปที่ 4.2.18	ภาพแสดงโมเดลเพื่อการศึกษามาตราส่วน 1:1	103
รูปที่ 4.2.19	ภาพแสดงโมเดลเพื่อการศึกษามาตราส่วน 1:1 พร้อมเครื่องมือ	103
รูปที่ 4.2.20	ภาพวิดีโอที่ค้นแสดงโมเดลเพื่อการศึกษามาตราส่วน 1:1 ขณะใช้งานจริง	104
รูปที่ 4.2.21	ภาพแสดงแบบร่างสุดท้าย	104
รูปที่ 4.2.22	ภาพแสดงแบบร่างสุดท้ายจำโปรแกรมคอมพิวเตอร์	105
รูปที่ 4.2.23	ภาพแสดงหุ่นจำลองมาตราส่วน 1:2	105
รูปที่ 4.2.24	ภาพแสดงหุ่นจำลองมาตราส่วน 1:2 มุมมองโดยรวม	106
รูปที่ 4.2.25	ภาพแสดงหุ่นจำลองมาตราส่วน 1:2 ในมุมมองต่างๆพร้อมขนาด	106
รูปที่ 4.2.26	ภาพแสดงหุ่นจำลองพร้อมหุ่นเครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมดภายใน	107
รูปที่ 4.2.27	ภาพแสดงหุ่นจำลองขณะเปิดใช้งานพร้อมหุ่นเครื่องมือและอุปกรณ์ในตัว	107
รูปที่ 4.2.28	ภาพแสดงหุ่นจำลองขณะถูกเปิดลิ้นชักทุกชั้นแสดงการเข้าถึงเครื่องมือพร้อมกัน	108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2.29	ภาพแสดงการจัดเก็บอุปกรณ์ในช่องต่างๆของหุ่นจำลอง	108
รูปที่ 4.2.30	ภาพแสดงช่องแบ่งสำหรับใส่ของ ปลั๊กไฟ และตัวแปลงไฟ	109
รูปที่ 4.2.31	ภาพแสดงการใช้งานช่องเก็บล้อของรถแข่ง	109
รูปที่ 4.2.32	ภาพแสดงการถอดประกอบตู้เพื่อการขนย้าย	110
รูปที่ 4.2.33	ภาพแสดงการใช้งานตุลีนชักด้านบน	110
รูปที่ 4.2.34	ภาพแสดงตุลีนชักด้านล่าง	111
รูปที่ 4.2.35	ภาพแสดงตู้เครื่องมือทุกชิ้นเพื่อถอดออกจากกัน	111
รูปที่ 4.3.1	ภาพแสดงแบบสั่งงานหน้า 1 - 15	112
รูปที่ 4.3.2	ภาพแสดงแบบสั่งงานหน้า 16 - 33	113
รูปที่ 4.3.3	ภาพแสดงแบบสั่งงานหน้า 34 - 53	114
รูปที่ 4.3.4	ภาพแสดงแบบสั่งงานหน้า 54 - 61	115
รูปที่ 5.1.1	แสดงจุดหัวของชุดตุลีนชักตัวล่าง	116
รูปที่ 5.1.2	แสดงระยะของหูหิ้วทั้งสองฝั่งของชุดตุลีนชักตัวล่าง	117
รูปที่ 5.1.3	แสดงปัญหาที่เกิดบริเวณบานพับประตูช่องเก็บของกลางรถเซ็น	117
รูปที่ 5.2.1	: แสดงภาพการปรับปรุงวิธีการยกชุดตุลีนชักตัวล่างจากเดิมโดยการเพิ่มหูหิ้วแยก	118
รูปที่ 5.2.2	: แสดงรายละเอียดของหูหิ้วที่ถูกปรับปรุง ทำจากวัสดุพลาสติก	119
รูปที่ 5.2.3	: แสดงการปรับปรุงรูปแบบตำแหน่งและการเปิดประตูช่องเก็บของกลางรถเซ็น	119
รูปที่ 5.2.4	: แสดงการปรับปรุงรูปแบบงานสัญลักษณ์และเครื่องหมายบนตู้	120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันได้มีกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาศักยภาพของนักศึกษามากมายนอกวิชาเรียน กิจกรรมหนึ่งที่ได้รับคามนิยมเพิ่มขึ้นมากในปัจจุบันคือรถแข่งสูตรนักศึกษา หรือ Formula Student ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาทั่วโลก โดยใช้รถแข่งที่เรียกว่า Formula Student เป็นเกณฑ์กำหนดกฎกติกาและมาตรฐานในการแข่งขัน และเป็นสิ่งที่ดึงศักยภาพ ความรู้ และความสามารถของนักศึกษามาใช้ในการออกแบบทั้งด้านวิศวกรรม ด้านความสวยงาม และด้านการตลาด และการทำงานเป็นทีม โดยที่นักศึกษาที่ทำการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และทำความเข้าใจในตัวรถ หลักการออกแบบรถ และความเป็นทีม เปรียบเหมือนกับว่าเป็นบริษัทที่ทำการวิจัยและพัฒนาเริ่มต้นแบบจริงจัง อีกทั้งยังต้องทำการผลิตจริง ทดสอบการใช้งานจริง ซึ่งนั่นเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักศึกษาได้ความรู้ และประสบการณ์ที่แท้จริงในการประยุกต์ความรู้ที่มีอยู่ในห้องเรียนมาใช้ให้เกิดประโยชน์



รูปที่ 1.1.1 : รถแข่ง Formula Student ของทีมจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในปี 2014 การแข่งขัน Formula Student Germany ที่สนาม Hockenheimring ประเทศ Germany

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการแข่งขันรถแข่งทุกชนิดรวมถึง Formula Student ทางทีมแข่งขันจำเป็นต้องมีเครื่องมือ อุปกรณ์การสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งเป็นของตัวเองทั้งที่โรงปฏิบัติการและที่สนามแข่งขัน ซึ่งปกติแล้ว การใช้เครื่องมือซ่อมบำรุงของรถแข่ง Formula Student นั้นเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เนื่องจากตัวรถถูก ออกแบบมาให้ปรับตั้งได้ทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นระบบช่วงล่าง ระบบบังคับเลี้ยว หรือแม้แต่ระบบส่งกำลัง เพื่อให้ตอบโจทย์ในแต่ละรายการแข่งขัน โดยการแข่งขันจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน ดังนี้

Static Event คือรายการแข่งขันที่ไม่มีการขับเคลื่อนตัวรถซึ่งประกอบไปด้วย

Design Presentation เป็นการนำเสนอแนวทาง ที่มาและเหตุผลของการ ออกแบบในทุกะบบของรถแข่ง

Business Plan Presentation เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับแผนทางธุรกิจสำหรับการ ผลิตและจำหน่ายรถแข่งคันนี้ในระบบอุตสาหกรรม

Cost Report เป็นการรายงานเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการสร้างตัวรถ ซึ่งต้องจัดทำ เป็นเอกสารแสดงค่าใช้จ่ายและแสดงกรรมวิธีในการผลิตชิ้นส่วนของรถแข่งทุกชิ้น

Dynamic Event คือรายการแข่งขันที่ทดสอบสมรรถนะของรถ ต้องอาศัยการ ปรับตั้งค่าของตัวรถตลอดทุกรายการแข่งขันและเปลี่ยนตัวนักขับ ซึ่งการแข่งขันประกอบ ไปด้วย

Acceleration Event เป็นการทดสอบสมรรถนะของรถด้านอัตราเร่ง ซึ่งต้องใช้ การปรับตั้งกำลังของเครื่องยนต์ให้สูงสุดเป็นหลัก เพื่อให้รถแข่งทำอัตราเร่งได้สูงสุดและ สมบูรณ์ที่สุด

Skidpad Event เป็นการทดสอบสมรรถนะของรถด้านการเข้าโค้ง ต้องใช้การตั้ง ค่าช่วงล่างให้เหมาะสมกับน้ำหนักของนักขับแต่ละคน อาจต้องมีการเปลี่ยนยางเพื่อให้เข้า กับสภาพสนามที่เปียกน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับกติกาของแต่ละประเทศ



รูปที่ 1.1.2 : การแข่งขัน Skidpad Event ในสนามแข่งที่ถูกทำให้เปียกน้ำ
การแข่งขัน Formula Student Germany ที่สนาม Hockenheimring ประเทศ Germany

Autocross Event เป็นการทดสอบสมรรถนะทุกส่วนของรถโดยการทำให้เวลาที่เร็วที่สุดต่อรอบในการขับ 2 รอบ โดยใช้คะแนนจากรอบที่เร็วที่สุด รายการนี้จะต้องปรับตั้งค่าช่วงล่างให้เหมาะกับนักขับแต่ละคน

Endurance Event เป็นการทดสอบความทนทานของรถโดยให้รถวิ่งเป็นระยะทางรวม 22 กิโลเมตร (จะถูกแบ่งเป็นจำนวนรอบของแต่ละสนาม) เพื่อทดสอบความทนทานและการทำเวลารวมที่ดีที่สุด เช่นกันว่ารายการแข่งขันนี้ต้องปรับตั้งค่าช่วงล่างให้เหมาะสมกับนักขับแต่ละคน

การที่จะนำรถเข้าแข่งขันได้ในวันแรกนั้นตัวรถแข่งจำเป็นต้องผ่านการตรวจสอบสภาพ (Technical Inspection) ซึ่งนับว่าเป็นการประเมินตัวรถครั้งแรกโดยคณะกรรมการ และมักจะถูกสั่งให้ปรับแก้อื่นส่วนต่างๆของรถตามดุลยพินิจของกรรมการ นั่นคืออาจมีความจำเป็นต้องปรับเปลี่ยน ตกแต่ง หรือแก้ไขชิ้นส่วนที่มีปัญหาภายใน Inspection Zone เท่าที่สามารถทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1.3 : การนำรถเข้า Inspection โดยมีการถอด ปรับตั้ง และแก้ไขชิ้นงานใน Inspection Zone การแข่งขัน TSAE Auto Challenge 2013 ที่สนามทดสอบยางไทยบริดจิสโตน จังหวัดสระบุรี

หากว่าต้องแก้ไขชิ้นส่วนบางชิ้นเป็นปริมาณมากก็จะต้องออกจากการ Inspection ครั้งแรก กลับมาที่ Pit ของรถเพื่อทำการแก้ไข อาจด้วยการตัดแต่ง เลื่อย เจียร เจาะ เชื่อม ฯลฯ ซึ่งต้องอาศัย พื้นที่ในการทำงาน เช่นการเลื่อย ต้องมีปากกาวัดงานและโต๊ะที่มั่นคง เป็นต้น เมื่อแก้ไขชิ้นงานเสร็จแล้ว จึงนำรถเข้า Inspection ใหม่อีกครั้งหนึ่ง และถ้าหากผ่านในส่วนของ Technical Inspection แล้ว ยังคงต้องเข้าทดสอบลาดเอียง (Tilt Test) ทดสอบความดังท่อไอเสีย (Noise Test) และการทดสอบระบบ เบรค (Brake Test) หากไม่ผ่านต้องทำการปรับแก้ระบบนั้นอีกครั้ง และหากนำรถออกมาจากจุดทดสอบ เพื่อปรับแก้จะต้องนำรถเข้าไปทำการทดสอบใหม่ซึ่งอาจทำให้ใช้เวลานาน



รูปที่ 1.1.4 บรรยากาศภายใน Pit ตอนนำรถออกมาให้น้ำมันเบรคเพื่อเข้าทำการทดสอบเบรคให้ผ่านอีกครั้ง การแข่งขัน TSAE Auto Challenge 2013 ที่สนามทดสอบยางไทยบริดจิสโตน จังหวัดสระบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่บรรยายมาข้างต้น รถ Formula Student จำเป็นต้องถูกปรับแต่งตลอดการแข่งขัน รวมถึงขณะที่นำรถไปซ้อม ในช่วงแรกเมื่อรถสร้างเสร็จก็จะต้องทดสอบทุกระบบของรถโดยการซ้อม การปรับตั้งค่าของระบบช่วงล่างและระบบต่างๆของตัวรถจะเกิดขึ้นมากในช่วงนี้ เพื่อตั้งค่าให้ตัวรถเหมาะสมกับนักขับแต่ละคนที่สุด ทำให้ชุดเครื่องมือเหล่านั้นจำเป็นต้องเตรียมทั้งหมดให้พร้อมสำหรับการซ้อมบำรุงด้วย เนื่องจากช่วงซ้อมเปรียบเสมือนเป็นการทดสอบชิ้นงานที่นักศึกษาได้ออกแบบและสร้างขึ้นมาส่งผลให้อาจเกิดการชำรุดของชิ้นส่วนบางชิ้นในขณะที่ทำการซ้อม ซึ่งนั่นอาจทำให้สูญเสียเวลาไป 1 วันกับการซ่อมชิ้นส่วนที่ชำรุดเนื่องจากต้องเดินทางกลับมาซ่อมที่โรงปฏิบัติการก่อนที่จะเดินทางไปซ้อมอีกครั้งในวันอื่น

เมื่อมองไปถึงการขนย้ายเครื่องมือ ทางทีมจึงจำเป็นต้องมีที่สำหรับจัดเก็บเครื่องมือเพื่อเคลื่อนย้ายเครื่องมือจากโรงปฏิบัติการไปยังสนามแข่งโดยเครื่องมือที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องมือมาตรฐาน จำแนกได้เป็นกลุ่มใหญ่คือ

กลุ่มเครื่องมือที่ใช้งานเป็นประจำ คือเครื่องมือจำพวกประแจปากตาย ประแจแหวน ประแจแอล ประแจล็อก ไขควง เป็นต้น ซึ่งเครื่องมือกลุ่มนี้จะมีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา



รูปที่ 1.1.5 : กลุ่มเครื่องมือที่ใช้งานเป็นประจำ

ที่มา : <http://www.homedepot.com.2558>.

กลุ่มเครื่องมือจิ๋ว คือกลุ่มเครื่องมือที่ไม่เร่งรีบในการใช้งาน เช่นเครื่องมือวัดชนิดต่างๆ และอุปกรณ์สิ้นเปลืองเช่น เทปกาว เคเบิลไทร์ เทปพันสายไฟ กาวร้อน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1.6 : กลุ่มเครื่องมือจิ๋ว

ที่มา : <http://www.homedepot.com.2558>.

กลุ่มเครื่องมือใช้เฉพาะงาน คือกลุ่มเครื่องมือที่ใช้เฉพาะเจาะจงบนตัวรถ เช่นคีมหุบคีมถ่าง ใช้สำหรับถอดก๊ับล็อคชิ้นส่วนต่างๆบนรถ เครื่องมือกลุ่มนี้มีขนาดเล็กและเบา เช่นเดียวกับกลุ่มเครื่องมือที่ใช้งานประจำ



รูปที่ 1.1.7 : กลุ่มเครื่องมือใช้เฉพาะงาน

ที่มา : <http://www.homedepot.com.2558>.

กลุ่มเครื่องมือน้ำหนักมาก คือกลุ่มเครื่องมือที่มีน้ำหนักมาก เช่นอุปกรณ์จับยึด ซีแคลมป์ เอฟแคลมป์ ค้อนเหล็ก ค้อนยาง ตะไบ เลื่อย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1.8 : กลุ่มเครื่องมือขนาดใหญ่
ที่มา : <http://www.homedepot.com.2558>.

กลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นกลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งมีสายและไร้สาย เช่นสว่านมือ เลื่อยจิ๊กซอว์ เครื่องเป่าลมร้อน เจียร์มือ เป็นต้น



รูปที่ 1.1.9 : กลุ่มเครื่องมือขนาดใหญ่
ที่มา : <http://www.homedepot.com.2558>.

เครื่องมือทั้งหมดจำเป็นต้องเคลื่อนย้ายไปยังสถานที่ที่รถแข่งไปตลอดเวลา ไม่ว่าจะไปสนามซ้อมหรือสนามแข่งจริง เช่น Inspection Zone, Pit Zone และ Dynamic Zone ซึ่งที่เก็บเครื่องมือก็แบ่งออกเป็นหลายชนิด เช่น กล่องเก็บเครื่องมือหลายขนาด กล่องเก็บเครื่องมือที่สามารถต่อกันเป็นชั้นได้ และตู้เก็บเครื่องมือขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1.10 : บรรยากาศภายในโรงปฏิบัติการ ทีม INITIAL สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จากภาพจะเห็นได้ว่าที่เก็บเครื่องมือนั้นมีหลากหลายแบบ และแต่ละแบบก็แตกต่างกันไป หลายอย่างไม่สามารถใช้ร่วมกันได้ จึงทำให้ต้องขนแยกไปหลายครั้ง แบบที่แยกได้ยังไม่ตรงตามความต้องการ แบบที่น่าจะตรงกับความต้องการก็ทำการขนย้ายลำบาก อีกทั้ง Pit ที่ทางสนามจัดเตรียมไว้ไม่มีโต๊ะหรือชั้นเตรียมไว้ ทางทีมจึงต้องจัดเตรียมไปเองทั้งหมด



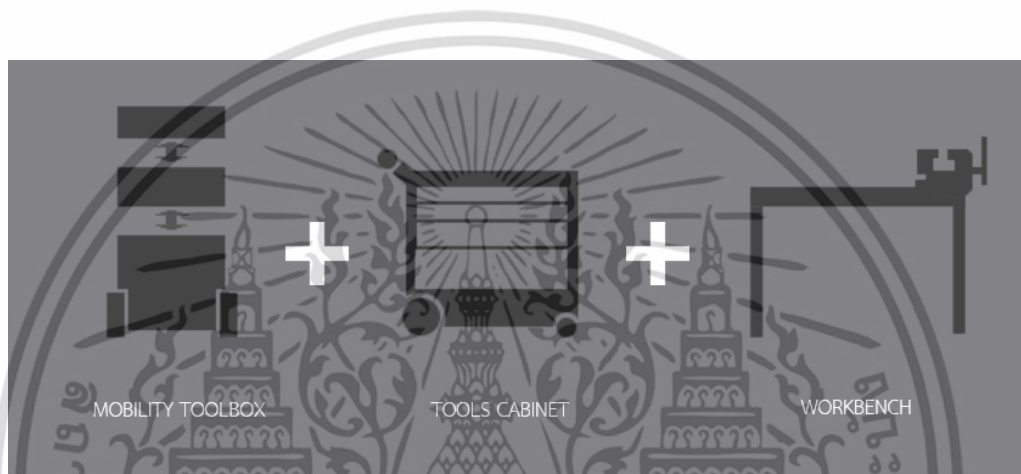
รูปที่ 1.1.11 : ทีมแข่งรถสุตรนักศึกษากำลังขนย้ายตู้เครื่องมือและรถเข็นจำนวนมากจากด้านนอกของสนามการแข่งขัน TSAE Auto Challenge 2013 ที่สนามทดสอบยางไทยบริดจิสโตน จังหวัดสระบุรี

จากปัญหาที่กล่าวมา อาจมีบางครั้งทำให้เกิดความวุ่นวายในขณะใช้งาน ทั้งการหาของ เครื่องมือเครื่องใช้ซึ่งอยู่คนละที่กัน รวมไปถึงการแย่งกันเข้าถึงเครื่องมือที่ต้องใช้บ่อยครั้ง การที่ต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำเอาเครื่องมือไปให้สมาชิกทีมที่อยู่ใน Dynamic Zone ซึ่งเป็นไปได้ซ้ำเพราะกล่องเครื่องมือที่นำไปนั้น อาจมีเครื่องมือที่ไม่ครบถ้วนตามต้องการ หรือการแก้ไขงานที่ล่าช้าจากการที่สถานที่ทำงานไม่เอื้ออำนวย ไม่มีโต๊ะให้ทำชิ้นงาน ทุกอย่างนั้นล้วนส่งผลกระทบต่อการแข่งขันโดยตรง

ดังนั้นโครงการออกแบบตู้เก็บเครื่องมืออเนกประสงค์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่ง สำหรับทีมแข่งรถสูตรนักศึกษา จึงมีจุดมุ่งหมายในการเพิ่มศักยภาพให้กับทีมแข่ง ทั้งเรื่องความพร้อมและความรวดเร็วในการใช้งาน อีกทั้งยังอำนวยความสะดวกให้ทีมแข่งทั้งในขณะที่ทำการซ่อม และลงแข่งจริง



รูปที่ 1.1.12 : ภาพแสดงแนวทางการพัฒนาตู้เก็บเครื่องมืออเนกประสงค์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

ออกแบบตู้เก็บเครื่องมืออเนกประสงค์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งสำหรับทีมแข่งรถสูตรนักศึกษา เพื่อแก้ปัญหาและการอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานทั้งขณะเคลื่อนย้ายและติดตั้งเพื่อใช้งาน โดยมีฟังก์ชันที่ตอบสนองต่อความต้องการของทีมแข่งรถสูตรนักศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ปัญหา และแนวทางการออกแบบ

ตารางที่ 1.3.1 แสดงปัญหาและแนวทางการศึกษาเพื่อแก้ไข

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
1. การที่ตู้เก็บเครื่องมือมีหลายชนิด แยกกันหลายที่ ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความสับสนในการเลือกใช้เครื่องมือและการขนย้าย เป็นไปอย่างไม่ครบถ้วน เกิดปัญหาการหาเครื่องมือไม่เจอ	ออกแบบรวมตู้เก็บเครื่องมือให้รวมอยู่ที่เดียว และเป็นรูปแบบเดียวกันเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหาเครื่องมือ และสะดวกต่อการขนย้ายไปยังที่ต่างๆ
2. การยกตู้เก็บเครื่องมือขนาดใหญ่ขึ้นรถกระบะ หรือรถบรรทุกเพื่อการขนย้ายจากโรงปฏิบัติการไปยังสนามแข่ง หรือสถานที่อื่นเป็นไปได้อย่างยาก	ออกแบบตู้เก็บเครื่องมือให้ถอดแยกชิ้นส่วนเพื่อลดน้ำหนักขณะยกขึ้นรถกระบะ หรือรถบรรทุก และขณะที่ยกลงก็สามารถประกอบกลับเป็นรถคันเดียวเพื่อเข็นไปได้อย่างสะดวก
3. ที่สนามไม่มีโต๊ะทำงาน การขนย้ายโต๊ะเป็นเรื่องยากลำบาก อีกทั้งพื้นที่ภายใน Pit ไม่เพียงพอ ไม่มีเครื่องอำนวยความสะดวก และอุปกรณ์จับยึดต่างๆสำหรับสร้างชิ้นงาน	ออกแบบให้ตู้มีส่วนพื้นที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานอยู่ร่วมกับตู้ พร้อมให้มีอุปกรณ์จับยึด และอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นสำหรับการสร้างชิ้นงานของรถสูตรนักศึกษา โดยคำนึงถึง ขนาด สัดส่วน และตำแหน่งของการเข้าถึงพื้นที่ปฏิบัติงาน และออกแบบกลไก เพื่อล็อกให้ตู้อยู่กับที่ และปลดล็อกเพื่อเข็นเป็นรถเข็นปกติได้
4. การเข้าถึงเครื่องมือของตู้เครื่องมือที่ต้องใช้งานบ่อยจากสมาชิกทีมครั้งละหลายคน เป็นไปได้อย่างยาก เกิดการขวาง หรือชนกัน	ออกแบบให้มีส่วนเก็บเครื่องมือที่ใช้งานบ่อยแบบพิเศษเพื่อตอบโจทย์การเข้าถึงของสมาชิกทีมครั้งละหลายคน โดยคำนึงถึงตำแหน่งของการเข้าถึงส่วนเก็บเครื่องมือเหล่านั้น
5. ตู้เก็บเครื่องมือบางชนิดความปลอดภัยต่ำ เมื่อเปิดลิ้นชักหลายชั้นตัวตู้เกิดการพลิกคว่ำได้	ออกแบบลิ้นชักให้มีกลไกปิดอัตโนมัติ ออกแบบกลไกให้มีการล็อกป้องกันการเปิดได้เองในเบื้องต้น และลิ้นชักที่ใช้ใส่เครื่องมือขนาดใหญ่เปิดได้ทีละชั้นเพื่อป้องกันการพลิกคว่ำและการเปิดค้างไว้ในขณะกำลังปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ความเป็นไปได้ของโครงการ

1.4.1 ความเป็นไปได้ทางด้านนโยบาย

โครงการนี้เป็นโครงการที่ไม่ขัดต่อนโยบายของรัฐบาล อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้เกิดการออกแบบ และการว่าจ้าง ทำให้การว่าจ้างงานลดลง เพิ่มความนิยมการใช้ของที่ออกแบบและผลิตในประเทศไทย

1.4.2 ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐกิจ

โครงการนี้ช่วยให้เกิดการออกแบบและผลิตตู้เก็บเครื่องมือได้เองภายในประเทศ ทำให้เกิดการจ้างงาน ส่งเสริมให้เกิดการหมุนเวียนของเงินตราภายในประเทศมากขึ้น เกิดการผลิต การลงทุนในระบบอุตสาหกรรมของประเทศไทย ลดการนำเข้าตู้เก็บเครื่องมือจากต่างประเทศที่มีราคาสูง และอาจไม่ตอบโจทย์พฤติกรรมผู้ใช้งานที่เป็นคนไทย

1.4.3 ความเป็นไปได้ทางด้านสังคมและสภาพแวดล้อม

โครงการนี้ออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อกิจกรรมการแข่งขันรถสูตรนักศึกษา ซึ่งได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2547 เป็นต้นมา จนถึงปัจจุบันมีการเข้าแข่งขัน และการเกิดใหม่ของทีมแข่งเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ปริมาณของผู้ใช้งานมีเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังแพร่หลายไปทั่วโลก หลายประเทศในทุกภูมิภาคของโลกล้วนมีการแข่งขันนี้จัดขึ้น

1.4.4 ความเป็นไปได้ทางการออกแบบ

โครงการนี้เป็นโครงการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อตอบโจทย์พฤติกรรมการใช้งาน และอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานที่ต้องการความรวดเร็ว และความเป็นระเบียบเรียบร้อย โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ทั้งด้านรูปทรง ขนาด กรรมวิธีการผลิต เป็นต้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความสมบูรณ์และสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้งานให้ได้มากที่สุด โดยยังคงคำนึงถึงเทคโนโลยีที่สามารถทำให้เกิดการผลิตได้ภายในประเทศ

สรุปความเป็นไปได้ของโครงการ

โครงการออกแบบตู้เก็บเครื่องมือเนกประสงค์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งสำหรับทีมแข่งรถสูตรนักศึกษา เป็นโครงการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาคงไม่สะดวกในการใช้งาน ด้วยหลักการออกแบบ ซึ่งล้วนมีความเป็นไปได้ทางด้านต่างๆตามที่ได้บรรยายไว้ข้างต้น

1.5 ขอบเขตของโครงการ

โครงการออกแบบตู้เก็บเครื่องมือเพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งอเนกประสงค์สำหรับบรรดาศูตร
นักศึกษา มีขอบเขตการศึกษาดังนี้

- 1.5.1 เป็นชุดตู้เก็บเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่ง ที่สามารถทำการถอดประกอบตามความต้องการที่แตกต่างกันของผู้ใช้งาน และมีพื้นที่สำหรับสร้างชิ้นงาน สามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้ง่าย เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้งาน
- 1.5.2 เป็นชุดตู้เก็บเครื่องมือที่ใช้ได้ทั้งที่สนามแข่งและโรงรถ
- 1.5.3 ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีพื้นที่ที่สามารถแสดงถึงอัตลักษณ์ของผู้ใช้งาน เหมาะสมกับการใช้งานในสนามแข่ง คำนึงความปลอดภัยในด้านโครงสร้างที่แข็งแรง คำนึงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้เป็นหลัก มีรูปทรงที่ทันสมัยเข้ากับยุคสมัยและกีฬามอเตอร์สปอร์ต
- 1.5.4 ออกแบบให้สามารถใช้วัสดุ และกรรมวิธีการผลิตเชิงอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้

1.6 ขั้นตอนการทำวิทยานิพนธ์

1.6.1 ศึกษารวบรวมข้อมูลที่ใช้ในงานออกแบบ

1.6.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและความต้องการของผู้ใช้งานที่ใช้เครื่องมือซ่อมบำรุงรถแข่ง

1.6.1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับสรีระ ขนาดและสัดส่วนของผู้ใช้งานคนไทยที่เหมาะสม

1.6.1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับขนาด และน้ำหนักของเครื่องมือที่ใช้ซ่อมบำรุงแบบมาตรฐาน เพื่อนำมากำหนดขนาดที่เหมาะสมของผู้เก็บเครื่องมือ

1.6.1.4 ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ข้างเคียงและเทคนิคที่น่าสนใจ เพื่อนำมาใช้ตัดสินใจและประยุกต์ใช้ในการออกแบบ

1.6.1.5 ข้อมูลของวัสดุ ส่วนประกอบ และกรรมวิธีการผลิตที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

1.6.2 ออกแบบ และทำการสำรวจข้อมูลเรื่องฟังก์ชันและรูปลักษณะของผู้เก็บเครื่องมือที่เป็นความต้องการของผู้ใช้งาน

1.6.3 ทำหุ่นจำลองเพื่อการทดสอบฟังก์ชันของผู้

1.6.4 จัดทำแบบเพื่อการผลิตและทำการผลิตผู้เก็บเครื่องมือต้นแบบ

1.6.5 นำไปทดสอบการใช้งานจริง เพื่อวิเคราะห์ผลการใช้งาน

1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 เป็นผู้เก็บเครื่องมือเอกสารที่สามารถตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งด้านความคล่องตัวในการใช้งาน ความสะดวกสบาย และความปลอดภัย

1.7.2 ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการใช้งานภายในประเทศ ด้วยราคาที่ไม่สูงมาก เนื่องจากจะเป็นการส่งเสริมการผลิตแบบอุตสาหกรรมให้เกิดขึ้นภายในประเทศ

1.7.3 โครงการได้รับความสนใจและนำไปพัฒนา ประยุกต์ใช้ในการแข่งขันรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ประเภทอื่นๆที่อาจได้รับความนิยมนในอนาคต



บทที่ 2

การศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูล

โครงการออกแบบตู้เก็บเครื่องมือสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งอเนกประสงค์สำหรับรถสูตรนักศึกษา มีการศึกษาข้อมูลและนำมาวิเคราะห์สรุปผลเพื่อใช้ในการออกแบบดังต่อไปนี้

2.1 กิจกรรมการแข่งขันรถสูตรนักศึกษา

2.1.1 วัตถุประสงค์ของการแข่งขันรถสูตรนักศึกษา

การแข่งขันรถสูตรนักศึกษา ถือเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาทั่วโลก โดยใช้รถแข่งที่เรียกว่ารถสูตรนักศึกษาเป็นเกณฑ์กำหนดกฎกติกาและมาตรฐานในการแข่งขัน และเป็นสิ่งที่ดึงดูดศักยภาพ ความรู้และความสามารถของนักศึกษามาใช้ในการออกแบบทั้งด้านวิศวกรรม ด้านความสวยงาม ด้านการตลาด และการทำงานเป็นทีม โดยที่นักศึกษาที่ทำการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และทำความเข้าใจในตัวรถ หลักการออกแบบรถ และความสามารถในทีม เปรียบเสมือนกับว่าเป็นบริษัทที่ทำการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบจริงจัง อีกทั้งยังต้องทำการผลิตจริง ทดสอบการใช้งานจริง ซึ่งนั่นเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักศึกษาได้ความรู้และประสบการณ์ที่แท้จริงในการประยุกต์ความรู้ที่มีอยู่ในห้องเรียนมาใช้ให้เกิดประโยชน์

2.1.2 กิจกรรมการแข่งขันรถสูตรนักศึกษาในประเทศไทย

2.1.2.1 ความเป็นมาของกิจกรรมการแข่งขันรถสูตรนักศึกษาในประเทศไทย

กิจกรรมการแข่งขันรถสูตรนักศึกษาได้ดำเนินการจัดแข่งขันขึ้นมาโดยสมาคมวิศวกรรมยานยนต์แห่งประเทศไทย โดยเริ่มครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2548 ได้จัดให้มีการแข่งขันออกแบบและวิ่งทดสอบรถที่สร้างขึ้นโดยนักศึกษาระดับอุดมศึกษา โดยเรียกการแข่งขันว่า TSAE Auto Challenge ซึ่งโจทย์การแข่งขันในปีนั้นคือการสร้างรถแบบใช้ในเมืองหรือ Urban Car มีทีมเข้าร่วมการแข่งขันทั้งหมด 9 ทีมและทางสมาคมฯได้ให้ทุนสนับสนุน

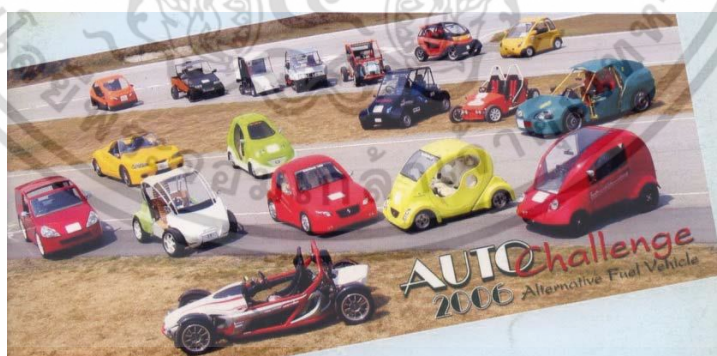
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทีมละ 100,000 บาท การแข่งขันจัดขึ้นที่สนามทดสอบยางซึ่งอยู่ในพื้นที่โรงงานของบริษัท ไทยบริดจิสโตน จำกัด



รูปที่ 2.1.1 การรับรางวัลในการแข่งขัน TSAE Auto Challenge ครั้งแรก
ที่มา : TSAE-auto challenge presentation_2015-16_K.Ninnart.pdf.2559.

ต่อมาในปีพ.ศ. 2549 ทางสมาคมฯ ได้จัดการแข่งขัน TSAE Auto Challenge ขึ้นอีกครั้งโดยมีโจทย์การแข่งขันคือ Alternative Fuel Vehicle ซึ่งกำหนดให้สร้างรถที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด E20 และรถไฟฟ้า โดยในปีนั้นมีทีมเข้าร่วมการแข่งขันทั้งหมด 19 ทีม และสมาคมฯได้ให้ทุนสนับสนุนทีมละ 50,000 บาท



รูปที่ 2.1.2 การแข่งขัน TSAE Auto Challenge ครั้งที่ 2
ที่มา : TSAE-auto challenge presentation_2015-16_K.Ninnart.pdf.2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปีพ.ศ. 2550 ทางสมาคมฯ ได้เปลี่ยนรูปแบบการแข่งขันเป็นการแข่งขันรถสูตรนักศึกษาและเริ่มใช้กติกาเดียวกับการแข่งขันรถสูตรนักศึกษาในต่างประเทศ เพื่อยกระดับการแข่งขันในประเทศไทยให้เทียบเท่ามาตรฐานสากล โดยทางสมาคมฯ ได้ส่งทีมไปศึกษาดูงานการจัดการแข่งขันที่ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งได้รับการรับรองการแข่งขันในระดับสากลและได้เข้าร่วมการจัดอันดับโลก

ในปีพ.ศ. 2551 ได้จัดแข่งขันรถสูตรนักศึกษาโดยสมาคมฯ ได้สนับสนุนค่าใช้จ่ายให้ทีมชนะเลิศเดินทางเข้าร่วมการแข่งขันรถสูตรนักศึกษาที่ประเทศญี่ปุ่นและให้ทุนต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี

ในปีพ.ศ. 2552 ได้ย้ายการแข่งขันไปที่สนามทดสอบของบริษัทไทยบริดจ์สโตนแห่งใหม่ที่จังหวัดสระบุรี ทำให้ฝ่ายจัดการแข่งขันสามารถจัดรูปแบบการแข่งขันได้ดีและมีมาตรฐานเทียบเท่าการแข่งขันในต่างประเทศ โดยในปัจจุบันมีทีมเข้าร่วมกิจกรรมนี้จากสถาบันการศึกษาทั่วประเทศกว่า 30 ทีม และกิจกรรมนี้ยังเป็นการแข่งขันรถระดับอุดมศึกษาและอาชีวศึกษาที่ใหญ่ที่สุดในประเทศและเป็นที่รู้จักแพร่หลายในกลุ่มผู้สนใจยานยนต์



รูปที่ 2.1.3 การแข่งขัน TSAE Auto Challenge ในปี 2009

ที่มา : TSAE-auto challenge presentation_2015-16_K.Ninnart.pdf.2559.

ในปีพ.ศ. 2559 ทางสมาคมฯ ได้ย้ายสถานที่จัดการแข่งขันไปที่สนาม Pathumthani Speedway ที่จังหวัดปทุมธานีซึ่งเป็นสนามสำหรับทดสอบรถแข่งโดยเฉพาะ เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ทั้งผู้จัด กรรมการตัดสิน ทีมที่เข้าร่วมการแข่งขันและผู้ชมในการเดินทางมาชมที่สนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1.4 การแข่งขัน TSAE Auto Challenge ประจำปีพ.ศ.2558

2.1.2.2 รูปแบบการแข่งขัน

1. รายการแข่งขัน

รายการแข่งขันรถสูตรนักศึกษาจะถูกแบ่งการแข่งขันออกเป็นสองส่วน ดังนี้

Static Event คือรายการแข่งขันเรื่องการนำเสนองานซึ่งประกอบไปด้วย

Design Presentation เป็นการนำเสนอแนวทาง ที่มาและเหตุผลของการออกแบบในทุกะบบของรถแข่ง รายการนี้มีคะแนนเต็ม 150 คะแนน

Business Plan Presentation เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับแผนทางธุรกิจสำหรับการผลิตและจำหน่ายรถแข่งในระบบอุตสาหกรรม รายการนี้มีคะแนนเต็ม 75 คะแนน

Cost Report เป็นการรายงานเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการสร้างตัวรถ ซึ่งต้องจัดทำเป็นเอกสารแสดงค่าใช้จ่ายและแสดงกรรมวิธีในการผลิตชิ้นส่วนของรถแข่งทุกชิ้น รายการนี้มีคะแนนเต็ม 100 คะแนน

Dynamic Event คือรายการแข่งขันที่ทดสอบสมรรถนะรถประกอบไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acceleration Event เป็นการทดสอบสมรรถนะรถด้านอัตราเร่งโดยวิ่งเป็นทางตรงยาว 75 เมตรและเริ่มจับเวลาจากเริ่มออกตัว รายการนี้มีคะแนนเต็ม 75 คะแนน

Skidpad Event เป็นการทดสอบสมรรถนะของรถด้านการเข้าโค้งโดยตัวสนามจะมีลักษณะเป็นเลข 8 ให้ใช้ทดสอบเลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวา รายการนี้มีคะแนนเต็ม 50 คะแนน

Autocross Event เป็นการทดสอบสมรรถนะสูงสุดของตัวรถโดยการทำให้เวลาที่เร็วที่สุดต่อรอบในการขับรอบสนาม 2 รอบ โดยใช้คะแนนจากรอบที่เร็วที่สุด สนามแข่งในรายการนี้จะเป็สนามที่มีความคดเคี้ยวสูง ปริมาณโค้งเยอะและแคบ โดยรายการนี้มีคะแนนเต็ม 150 คะแนน

Endurance Event เป็นการทดสอบความทนทานของรถโดยให้รถวิ่งเป็นระยะทางรวม 22 กิโลเมตร (จะถูกแบ่งเป็นจำนวนรอบของแต่ละสนาม) เพื่อทดสอบความทนทานและการทำเวลารวมที่ดีที่สุด หากรถคันใดเสียหายหรือมีปัญหาไม่สามารถวิ่งต่อได้ก็จะมีคะแนนในรายการนี้ ซึ่งรายการนี้มีคะแนนเต็ม 300 คะแนน

Fuel Efficiency เป็นการวัดระดับความประหยัดของรถโดยวัดปริมาณน้ำมันที่ใช้ไปหลังจบการวิ่งแข่งขันในรายการ Endurance Event โดยที่รายการนี้มีคะแนนเต็ม 100 คะแนน แต่ถ้ารถแข่งเสียหายในรายการ Endurance Event จนไม่สามารถจบการแข่งขันได้ ก็จะไม่มีการนับคะแนนในรายการนี้เช่นกัน

2. ช่วงเวลาในการแข่งขัน

รายการแข่งขันรถสูตรนักศึกษาในประเทศไทยนั้นจัดแข่งขันในวันศุกร์ เสาร์ และอาทิตย์กลางเดือนช่วงปลายปีถึงต้นปีโดยการแข่งขัน TSAE Auto Challenge ที่ผ่านมามีจัดแข่งขันในวันศุกร์ เสาร์ และอาทิตย์กลางเดือนพฤศจิกายนประจำปีนั้นๆ แต่การแข่งขันประจำปีพ.ศ. 2558 นั้นจัดแข่งไปเมื่อวันศุกร์ที่ 15 มกราคม พ.ศ. 2559 เนื่องจากวันแข่งขันเดิมตรงกับช่วงปลายภาคเรียนของนักศึกษาหลายสถาบัน การแข่งขันรถสูตรนักศึกษาใช้เวลาแข่งทั้งหมด 3 วันแบ่งเป็นรายละเอียดของแต่ละวัน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันแรก (วันศุกร์) จะไม่มีรายการแข่งขันที่เป็น Dynamic Event จะมีเพียงการตรวจสภาพรถและ Static Event เท่านั้นคือรายการ Design Presentation และรายการ Cost Report โดยการตรวจสภาพรถนั้น ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนคือ Technical Inspection, Tilt Test, Noise Test, Brake Test หากทีมใดตรวจสภาพรถผ่านทั้งหมดแล้วจะสามารถ นำรถเข้าไปซ้อมในสนามซ้อมเพื่อทำการตั้งค่าต่างๆได้ ภายในวันนี้จะมีการประกาศคะแนน Cost Report และ Design Presentation ทีมที่มี คะแนนสูงสุด 5 ทีมและจะต้องเข้าแข่งขันอีกครั้งในวันอาทิตย์



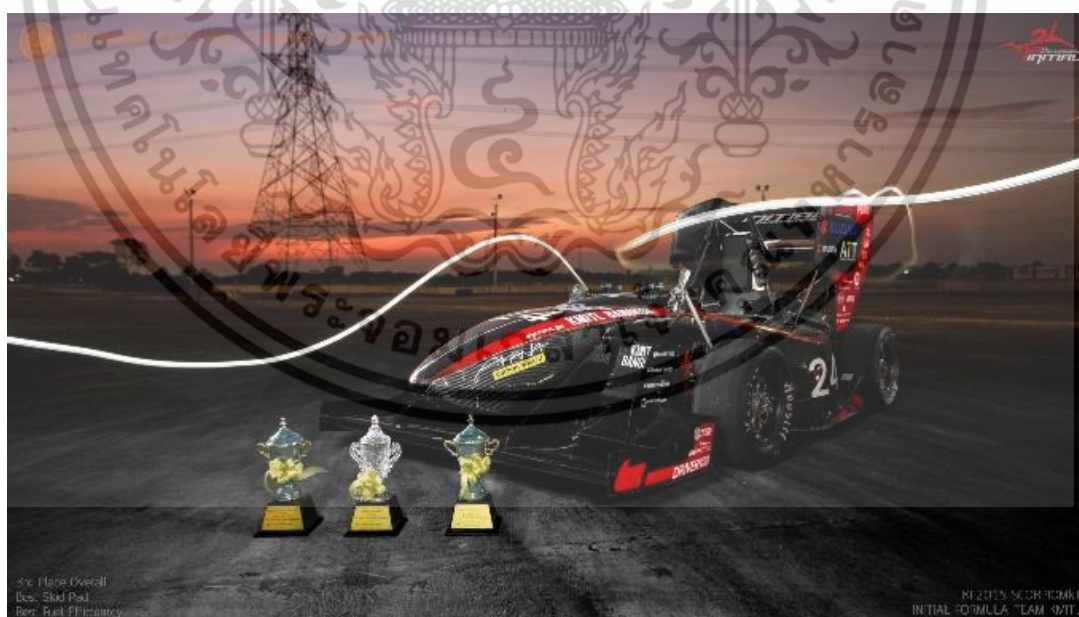
รูปที่ 2.1.5 การทดสอบเอียงในวันแรกหลังผ่านการตรวจสภาพ

วันที่สอง (วันเสาร์) จะมีรายการแข่งขัน Dynamic Event คือ Acceleration Event, Skidpad Event, Autocross Event ในช่วงบ่าย และมี Static Event ที่เพิ่มขึ้นมาคือ Business Plan Presentation ซึ่งมีการแข่งขันสองรอบโดยผู้ที่มีคะแนนสูงสุด 4 ทีมและจะต้องเข้าแข่งขันอีกครั้งในรอบบ่ายของวันนี้ ในวันนี้ยังคงมีการตรวจสภาพรถของทีมที่ยังไม่ผ่านการตรวจสภาพจนถึงเวลา 15.00 น. ซึ่งวันนี้เป็นวันสุดท้ายของการตรวจสภาพรถแข่ง หากยังไม่ผ่านการตรวจสภาพในวันนี้ก็จะไม่ได้รับสิทธิในการแข่งขัน Endurance Event ในวันถัดไป ภายในวันนี้จะมีการประกาศคะแนนรายการ Business Plan Presentation, Acceleration Event, Skidpad Event, Autocross Event และมีการประกาศลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการเข้าแข่งขันก่อนหลังของ Endurance Event ในวันอาทิตย์โดยเรียงลำดับจากทีมที่ทำเวลา Autocross Event ได้ดีที่สุดวิ่งก่อนเรียงตามลำดับ

วันสุดท้าย (วันอาทิตย์) จะมีรายการแข่งขัน Endurance Event ยาวตลอดทั้งวัน หลังจากรถแข่งวิ่งได้ครบรอบและไม่มีส่วนใดเสียหายจะต้องนำรถเข้าตรวจสอบสภาพเรื่องของความดังท่อไอเสีย (Noise Test) อีกครั้งและตวงน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อคำนวณอัตราสิ้นเปลืองเพื่อคิดคะแนนส่วนของ Fuel Efficiency และภายในวันนี้มีการแข่งขัน Design Presentation ของทีมที่ได้คะแนนสูงสุด 5 ทีม และได้เรียงเวลาการแข่งขันอ้างอิงจากลำดับการแข่งขันใน Endurance Event เมื่อทำการแข่งขันเสร็จทุกรายการแล้วจะมีประกาศผลการแข่งขันและมีพิธีมอบถ้วยรางวัลแก่ทีมที่ได้อันดับ 1 ของรายการแข่งขันต่างๆทั้ง 8 รายการ และประกาศผลทีมที่ได้คะแนนรวมสูงสุด 3 อันดับแรกและมีพิธีมอบถ้วยรางวัลและถ่ายรูปรวมก็เสร็จสิ้นรายการแข่งขันรถสูตรนักศึกษา TSAE Auto Challenge ของประเทศไทย



รูปที่ 2.1.6 รถแข่งของทีมแข่งรถจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังหลังเสร็จสิ้นการแข่งขัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สถานที่ที่ใช้แข่งขัน

การแข่งขัน TSAE Auto Challenge ในปีนี้จัดขึ้นที่สนามปทุมธานีสปีดเวย์ (Pathumthani Speedway) ตั้งอยู่ริมถนนหลวงหมายเลข 347 (ถนนปทุมธานี-ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร) ตำบลเชียงรากน้อย อำเภอสสามโคก จังหวัดปทุมธานี



รูปที่ 2.1.7 ภาพถ่ายจากดาวเทียมของสนาม Pathumthani Speedway

ที่มา : <http://maps.google.co.th.2559>.

เป็นสนามทดสอบรถพื้นคอนกรีตกลางแจ้ง โดยปกติจะเปิดให้เช่าเพื่อทำการทดสอบรถยนต์หรือรถแข่งวันละ 1,000 บาทต่อคัน แต่จะมีการปิดสนามจัดการแข่งขันรถแข่งเฉพาะกิจเช่น Formula Drift Asia และงาน Gymkhana Time Attack สภาพพื้นสนามเป็นพื้นคอนกรีตหยาบแบ่งเป็นบล็อกๆเช่นเดียวกับถนนคอนกรีตทั่วไป ผิวถนนไม่เรียบเหมือนถนนลาดยางมะตอย มีพื้นที่ให้ผู้เข้าชมเข้าไปพักผ่อน มีอัมจันทร์สำหรับผู้ชมการแข่งขัน ด้านหน้าสนามมีสถานีบริการน้ำมัน มีห้องน้ำ ร้านค้าอาหารและเครื่องดื่ม ในวันที่ไม่มีการแข่งขันทางทีมสามารถนำรถเข้ามาเช่าซ่อมได้แต่ทางสนามไม่มีรถหรืออุปกรณ์จัดลายสนาม (กรวย) จัดเตรียมไว้ให้ทำให้ทางทีมต้องจัดเตรียมไปเองทั้งหมด แต่ในวันแข่ง TSAE Auto Challenge ทางฝ่ายกิจกรรมได้จัดเตรียมเตนท์ผ้าใบไว้ให้เป็นจุดซ่อมบำรุงรถ (Pit Stop) การแข่งขันจะกระจายตัวไปอยู่แต่ละจุดของสนาม ในส่วนของสนามซ่อมที่อยู่ไกลที่สุดไกลจากจุดซ่อมบำรุงรถประมาณ 300 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และส่วนที่ยาวที่สุดของสนามยาว 500 เมตร ส่วนที่กว้างที่สุดของสนามกว้าง 150 เมตร

4. รางวัลที่ได้จากการแข่งขัน

รางวัลที่ได้จากการแข่งขัน Tsa Auto Challenge ประกอบไปด้วยถ้วยรางวัลผู้ที่ได้รับรางวัลชนะเลิศในแต่ละรายการ รวม 8 ถ้วย คือถ้วย Best Design, Best Cost, Best Presentation, Best Skidpad, Best Acceleration, Best Autocross, Best Endurance และ Best fuel Efficiency และถ้วยรางวัลพร้อมเงินรางวัลสำหรับทีมที่ได้คะแนนรวมสูงสุด 3 อันดับแรก โดยรางวัลรองชนะเลิศอันดับ 2 จะได้รับถ้วยประกาศเกียรติคุณและเงินรางวัล 30,000 บาท รางวัลรองชนะเลิศ จะได้รับถ้วยประกาศเกียรติคุณและเงินรางวัล 50,000 บาท และรางวัลชนะเลิศจะได้รับถ้วยประกาศเกียรติคุณและถ้วยพระราชทานจากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี พร้อมเงินรางวัล 100,000 บาท และเงินสนับสนุนการเข้าแข่งขันรถสูตรนักศึกษาที่ประเทศญี่ปุ่น

2.1.3 กิจกรรมการแข่งขันรถสูตรนักศึกษาในต่างประเทศ

การแข่งขันรถสูตรนักศึกษาเกิดขึ้นทั่วโลกกว่า 530 ทีม 30 ประเทศทุกทวีปทั่วโลก โดยใช้กฎกติกาเล่มเดียวกัน การเดินทางไปแข่งขันที่สนามต่างประเทศของทีมแข่งในประเทศไทยที่ได้รับความนิยมสูงสุดคือการแข่งขันรถสูตรนักศึกษาที่ประเทศญี่ปุ่น โดยใช้ชื่อว่า Student Formula Japan Competition



รูปที่ 2.1.8 การแข่งขัน Student Formula Japan Competition
ที่มา <https://www.jsae.or.jp/formula/en/img/groupphoto2015.jpg>.2558.

จัดขึ้นที่สนาม ECOPA Stadium (Ogasayama Sports Park) จังหวัดชิสุโอกะ ประเทศญี่ปุ่น โดยจะมีการแข่งขันช่วงต้นเดือนกันยายนของทุกปี สนามแข่งเป็นสนามลาดยางมะตอยที่ราบอยู่บนภูเขา การเดินไปยังจุดต่างๆของการแข่งขันที่ไกลกันที่สุดยาวประมาณ 200 เมตร สภาพอากาศของการแข่งขันที่ประเทศญี่ปุ่นจะเป็นฤดูร้อน จากสถิติที่ทำการสำรวจจะมีช่วงฝนตกหนัก 1-2 ครั้งจาก 5 ครั้ง เช่นการแข่งขันเมื่อปีพ.ศ. 2558 ที่ผ่านมามีการแข่งขัน Autocross Event เกิดฝนตกหนักจนกรรมการระงับการแข่งขันรายการนั้นไป ในการเดินทางไปเข้าร่วมการแข่งขันในแต่ละครั้งทีมต้องทำการขนส่งรถแข่งพร้อมชุดเครื่องมือ อุปกรณ์และสิ่งจำเป็นทุกอย่างไปที่ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งใช้เวลานานและมีราคาสูง การจัดเก็บทุกอย่างต้องบรรจุลงกล่องให้มีขนาดที่กระชับที่สุดเพื่อให้ประหยัดพื้นที่ ประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง



รูปที่ 2.1.9 การจัดเก็บของลงกล่องเพื่อส่งไปแข่งขันที่ต่างประเทศ(มีรถแข่งอยู่ภายในกล่อง)
ที่มา : <https://www.facebook.com/TeamGFR/photos.2558>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





2.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการแข่งขัน

2.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการแข่งขัน




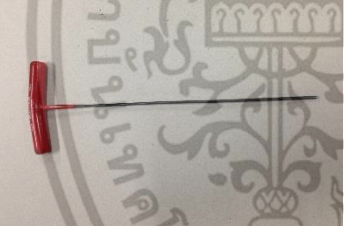
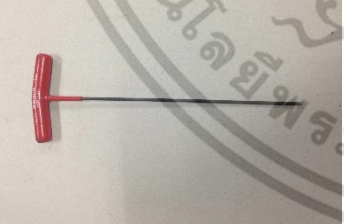

2.2.1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มที่ใช้งานเป็นประจำ

เครื่องมือจำพวกประแจปากตาย ประแจแหวน ประแจแอล ประแจล็อก ไชควง เป็นต้น ซึ่งเครื่องมือกลุ่มนี้จะมีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา ถูกใช้งานบ่อยและใช้ได้กับเกือบทุกส่วนของตัวรถ ใช้ขันนัท และโบลท์ทั้งคัน ขันสกรูว์ ขันแคลมป์รัดท่ออย่าง







ตารางที่ 2.2.1 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มที่ใช้งานเป็นประจำ

	<p>1. ชุดประแจปากตาย เบอร์ 10-19 จำนวน 2 ชุด ขนาดของตัวล็อกกว้าง 162 mm ยาว 320 mm สูง 40 mm ภายในชุดประกอบด้วยประแจปากตายเบอร์ 10, 11, 12, 13, 14, 17 และ 19 โดยปากด้านหนึ่งเป็นประแจปากตาย อีกด้านเป็นประแจแหวนไส้ลัด</p>
	<p>2. ประแจปากตายเบอร์ 6 ขนาดประแจกว้าง 16 mm ยาว 94 mm สูง 4.5 mm ใช้ขันน็อตตัวผู้หรือตัวเมียที่เป็นหัวหกเหลี่ยมขนาด 6 mm โดยปากด้านหนึ่งเป็นประแจปากตาย อีกด้านเป็นประแจแหวน</p>
	<p>3. ประแจปากตายเบอร์ 7 ขนาดประแจกว้าง 16 mm ยาว 94 mm สูง 4.5 mm ใช้ขันน็อตตัวผู้หรือตัวเมียที่เป็นหัวหกเหลี่ยมขนาด 7 mm โดยปากด้านหนึ่งเป็นประแจปากตาย อีกด้านเป็นประแจแหวน</p>
	<p>4. ประแจปากตายเบอร์ 8 ขนาดประแจกว้าง 18 mm ยาว 120 mm สูง 6 mm ใช้ขันน็อตตัวผู้หรือตัวเมียที่เป็นหัวหกเหลี่ยมขนาด 8 mm โดยปากด้านหนึ่งเป็นประแจปากตาย อีกด้านเป็นประแจแหวน</p>


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>5. ประแจปากตายเบอร์ 10</p> <p>ขนาดประแจกว้าง 25 mm ยาว 122 mm สูง 10 mm ใช้ ขันน็อตตัวผู้หรือตัวเมียที่เป็นหัวหกเหลี่ยมขนาด 10 mm โดยปาก ด้านหนึ่งเป็นประแจปากตาย อีกด้านเป็นประแจแหวน</p>
	<p>6. ชุดประแจล็อก 1 ชุด</p> <p>ขนาดของตัวล็อกกว้าง 195 mm ยาว 440 mm สูง 50 mm ภายในชุดประกอบด้วยด้ามขันชนิดสไลด์และด้ามขันแข็ง ลูกบล็อก สำหรับขันน็อตหัวหกเหลี่ยมตั้งแต่ขนาด 10 mm จนถึง 21 mm</p>
	<p>7. ชุดประแจหกเหลี่ยมมาตรฐาน 3 ชุด</p> <p>ขนาดประแจกว้าง 65 mm ยาว 190 mm สูง 25 mm ภายในชุดประกอบด้วยประแจหกเหลี่ยมรูปทรงตัวแอลเบอร์ 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, และ 10</p>
	<p>8. ประแจหกเหลี่ยมตัว T เบอร์ 2 จำนวน 1 อัน</p> <p>ขนาดประแจกว้าง 80 mm ยาว 130 mm สูง 13 mm ใช้ ขันน็อตตัวผู้หัวหกเหลี่ยมขนาด 2 mm โดยประแจตัวนี้มี รูปทรงเป็นตัว T และก้านจะยาวสำหรับขันน็อตในจุดลึกๆ</p>
	<p>9. ประแจหกเหลี่ยมตัว T เบอร์ 2.5 จำนวน 1 อัน</p> <p>ขนาดประแจกว้าง 80 mm ยาว 130 mm สูง 13 mm ใช้ ขันน็อตตัวผู้หัวหกเหลี่ยมขนาด 2.5 mm โดยประแจตัวนี้มี รูปทรงเป็นตัว T และก้านจะยาวสำหรับขันน็อตในจุดลึกๆ</p>
	<p>10. ประแจหกเหลี่ยมตัว T เบอร์ 3 จำนวน 1 อัน</p> <p>ขนาดประแจกว้าง 80 mm ยาว 130 mm สูง 13 mm ใช้ ขันน็อตตัวผู้หัวหกเหลี่ยมขนาด 3 mm โดยประแจตัวนี้มี รูปทรงเป็นตัว T และก้านจะยาวสำหรับขันน็อตในจุดลึกๆ</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>11. ประแจหกเหลี่ยมตัว T เบอร์ 4 จำนวน 1 อัน ขนาดประแจกว้าง 80 mm ยาว 130 mm สูง 13 mm ใช้ขันน็อตตัวผู้หัวหกเหลี่ยมขนาด 4 mm โดยประแจตัวนี้มีรูปทรงเป็นตัว T และก้านจะยาวสำหรับขันน็อตในจุดลึกๆ</p>
	<p>12. ประแจล็อคตัวใหญ่ 2 อัน ขนาดประแจกว้าง 70 mm ยาว 230 mm สูง 20 mm เมื่อกางความกว้างจะเพิ่มเป็น 170 mm โดยประแจสามารถบีบแล้วล็อคเพื่อจับชิ้นงานหรือหัวน็อต</p>
	<p>13. ประแจล็อคตัวเล็ก 2 อัน ขนาดประแจกว้าง 41 mm ยาว 165 mm สูง 9 mm เมื่อกางความกว้างจะเพิ่มเป็น 120 mm โดยประแจสามารถบีบแล้วล็อคเพื่อจับชิ้นงานหรือหัวน็อต</p>
	<p>14. ประแจเลื่อนขนาดเล็ก ปากบาง 2 อัน ขนาดประแจกว้าง 16 mm ยาว 94 mm สูง 4.5 mm เป็นประแจสำหรับขันน็อตตัวผู้หรือตัวเมียที่เป็นหัวหกเหลี่ยมโดยที่ตัวประแจสามารถปรับขนาดได้โดยการหมุน</p>
	<p>15. ไขควงแฉก-ปากแบนใหญ่ 2 ด้าม ขนาดไขควงกว้าง 16 mm ยาว 94 mm สูง 4.5 mm หัวเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 mm ใช้ขันน็อตหรือสกรูตัวผู้ที่มีหัวเป็นร่องแฉก หรือแบนที่มีร่องขนาดใหญ่</p>
	<p>16. ไขควงแฉก-ปากแบนเล็ก 2 ด้าม ขนาดไขควงกว้าง 16 mm ยาว 94 mm สูง 4.5 mm หัวเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ใช้ขันน็อตหรือสกรูตัวผู้ที่มีหัวเป็นร่องแฉก หรือแบนที่มีร่องขนาดเล็ก</p>


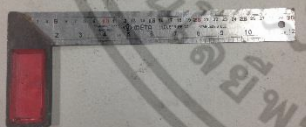


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>17. ชุดไขควงบล็อก 1 ชุด</p> <p>ขนาดของตัวกล่องกว้าง 162 mm ยาว 320 mm สูง 40 mm</p> <p>ภายในชุดประกอบด้วยค้ำไขควงที่สามารถเปลี่ยนรูปแบบเป็นค้ำตัว T ได้ หัวไขควงหลายรูปทรง และบล็อกหกเหลี่ยมขนาดเล็ก</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------




2.2.1.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มจิปาฐะ

กลุ่มเครื่องมือที่ไม่เร่งรีบในการใช้งาน เช่น เครื่องมือวัดชนิดต่างๆ และอุปกรณ์สิ้นเปลืองเช่น เทปกาว เคเบิลไทร์ เทปพันสายไฟ กาวร้อน เป็นต้น ใช้สำหรับเก็บงานที่ไม่รีบร้อย หรือติดตั้งไว้ชั่วคราวและเร่งด่วน

ตารางที่ 2.2.2 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มจิปาฐะ

	<p>1. เวอร์เนียคาลิเปอร์ 2 อัน</p> <p>ขนาดกว้าง 75 mm ยาว 225 mm สูง 5 mm ใช้สำหรับการวัดขนาดชิ้นงานต่างๆขนาดไม่เกิน 150 mm</p>
	<p>2. ไม้ฉาก 1 เล่ม</p> <p>ขนาดกว้าง 120 mm ยาว 305 mm สูง 15 mm ใช้สำหรับการวัดฉากและวัดขนาด</p>
	<p>3. ไม้บรรทัด 30cm 1 เล่ม</p> <p>ขนาดกว้าง 25 mm ยาว 340 mm สูง 2 mm ใช้วัดขนาดชิ้นงาน</p>
	<p>4. ไม้วัดมุม 1 เล่ม</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ขนาดกว้าง 52 mm ยาว 200 mm สูง 15 mm ใช้วัดมุมทั้งมุมฉากและมุมอื่นเพราะสามารถปรับมุมของไม้บรรทัดได้ตั้งแต่ 0 ถึง 180 องศา
	5. ตลับเมตร 2 อัน ขนาดตลับกว้าง 60 mm ยาว 60 mm สูง 40 mm ใช้วัดขนาดชิ้นงาน วัดขนาดของรถ
	6. ปากกาเคมี 3 ด้าม ขนาดด้ามเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm ยาว 141 mm ใช้ในการทำเครื่องหมายบนรถ เช่นการทำเครื่องหมายที่หัวน็อตเพื่อตรวจสอบการคลายตัวของน็อต
	7. กระบะใส่ของ ขนาดกว้าง 92 mm ยาว 283 mm สูง 43 mm เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บของ เครื่องมือขนาดเล็กให้เป็นระเบียบและแบ่งเป็นหมวดหมู่ชัดเจน

2.2.1.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มที่ใช้เฉพาะงาน



กลุ่มเครื่องมือที่ใช้เฉพาะเจาะจงบนตัวรถ เช่น คีมหุบ คีมถ่าง ใช้สำหรับถอดก๊ีบล็อคชิ้นส่วนต่างๆบนรถซึ่งมีอยู่ไม่มากแต่ก็ขาดไม่ได้ โดยเครื่องมือกลุ่มนี้มีขนาดเล็กและเบาเช่นเดียวกับกลุ่มเครื่องมือที่ใช้งานประจำ ใช้ถอดก๊ีบล็อค ซึ่งมีจำนวนไม่มากนักบนรถ เมื่อถอดก็จะสามารถถอดเพลาหรือชิ้นส่วนที่เป็นทรงกระบอกออกมาได้ การใช้เครื่องมือกลุ่มนี้จะได้ใช้ตอนซ่อมบำรุงอย่างหนักเท่านั้น

ตารางที่ 2.2.3 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มที่ใช้เฉพาะงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>1. ชุดคีมบีบ คีมตัด 1 ชุด</p> <p>ขนาดกว้าง 330 mm ยาว 510 mm สูง 40 mm เมื่อมีม้วน จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 95 mm ยาว 330 mm ภายในชุด ประกอบด้วยคีมตัด คีมตัดปากนกแก้ว คีมบีบและตัด คีมบีบปากจระเข้ และคีมบีบปากจิ้งจก</p>
	<p>2. คีมบีบ 2 อัน</p> <p>ขนาดกว้าง 60 mm ยาว 210 mm สูง 20 mm ใช้สำหรับ บีบหรือจับชิ้นงาน โดยมีส่วนที่สามารถตัดลวดได้อยู่ด้านใน</p>
	<p>3. คีมตัด 2 อัน</p> <p>ขนาดกว้าง 55 mm ยาว 162 mm สูง 20 mm ใช้สำหรับ ตัดลวดโลหะหรือท่อที่มีความหนาและแข็ง</p>
	<p>4. คีมถอดคลิปแบบบีบ 2 อัน</p> <p>ขนาดกว้าง 50 mm ยาว 125 mm สูง 8 mm ใช้ถอดคลิป โดยการบีบคลิปออกจากเบาเพื่อถอดคลิปออก</p>
	<p>5. คีมถอดคลิปแบบถ่าง 2 อัน</p> <p>ขนาดกว้าง 50 mm ยาว 125 mm สูง 8 mm ใช้ถอดคลิป โดยการถ่างคลิปออกจากแกนเพื่อถอดคลิปออก</p>


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





	<p>6. คีมถอดคลิบแบบเปลี่ยนหัวได้ 2 อัน</p> <p>ขนาดด้ามกว้าง 50 mm ยาว 138 mm สูง 11 mm ขนาดหัวเท่ากันทั้งสามชิ้นคือขนาดกว้าง 32 mm ยาว 87 mm สูง 6 mm</p> <p>ใช้ถอดคลิบได้ทั้งสองวิธีคือการบีบและการถ่าง หัวสามารถเปลี่ยนได้ 3 รูปแบบคือแบบปลายตรง ปลายงอ 45 องศา และปลายงอ 90 องศาและสามารถปรับเป็นหุบและถ่างได้ด้วยการเปลี่ยนจุดประกอบ</p>
	<p>7. เครื่องยิงรีเวท 2 เครื่อง</p> <p>ขนาดเมื่อพับกว้าง 50 mm ยาว 252 mm สูง 30 mm ใช้สำหรับย้ำหมุดรีเวทให้ชิ้นงานติดกัน</p>

2.2.1.4 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มที่มีน้ำหนักมาก




คือกลุ่มเครื่องมือที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก เช่นอุปกรณ์จับยึด ซีแคลมป์ เอฟแคลมป์ ค้อนเหล็ก ค้อนยาง ตะไบ เลื่อย เป็นต้น ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องมือพวกนี้กับการสร้างและซ่อมบำรุงชิ้นงาน จะใช้โดยการถอดชิ้นงานออกมาทำนอกตัวรถ เนื่องจากอาจต้องมีการตัด ตะไบ ซึ่งทำบนตัวรถไม่ได้

ตารางที่ 2.2.2 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มที่มีน้ำหนักมาก

	<p>1. 2.3.1.4.1 แคลมป์จับงานตัวใหญ่ 1 ตัว</p> <p>ขนาดกว้าง 185 mm ยาว 355 mm สูง 35 mm ใช้จับชิ้นงานบนโต๊ะหรือบีบชิ้นงานขนาดใหญ่ให้ติดกัน ระยะการบีบจะมาก</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>2. แคลมป์จับงานตัวเล็ก 4 ตัว ขนาดกว้าง 190 mm ยาว 200 mm สูง 25 mm ใช้จับชิ้นงานบนโต๊ะหรือบีบชิ้นงานขนาดเล็กให้ติดกัน ระยะการบีบจะน้อยกว่าตัวใหญ่</p>
	<p>3. ค้อนยาง 2 ด้าม ขนาดกว้าง 85 mm ยาว 300 mm สูง 60 mm ใช้ตอกชิ้นงานโลหะเพื่อประกอบหรือสวมอัดโดยไม่ให้โลหะหรือชิ้นงานเสียรูปจากการตอก</p>
	<p>4. ค้อนเหล็กตัวเล็ก 2 ด้าม ขนาดกว้าง 97 mm ยาว 260 mm สูง 19 mm ใช้ตอกด้วยแรงกระแทก</p>
	<p>5. ค้อนเหล็กตัวใหญ่ 1 ด้าม ขนาดกว้าง 119 mm ยาว 320 mm สูง 27 mm ใช้ตอกด้วยแรงกระแทก</p>
	<p>6. ประแจปอนด์ใหญ่ 1 ด้าม ขนาดกว้าง 33 mm ยาว 570 mm สูง 29 mm ใช้ขึ้นโดยที่สามารถตั้งความแน่นได้เพื่อความแน่นพอดีกับที่กำหนด ไม่นั่นเกินไปจนรีดขาดและไม่หลวมเกินไปจนรีดคลาย</p>
	<p>7. บล็อกขึ้นน็อตล้อยเบอร์ 67 จำนวน 1 ตัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm ยาว 150 mm เป็นลูกบล็อกพิเศษใช้สำหรับขึ้นน็อตล้อยเหล็กเหลี่ยมขนาด 67 mm</p>
	<p>8. เลื่อย 2 คัน ขนาดกว้าง 105 mm ยาว 460 mm สูง 18 mm ใช้ตัดชิ้นงานให้ขาดออกจากกัน</p>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>9. ตะไบแบน 2 นิ้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้าม 31 mm ยาว 465 mm ใช้ตะไบ ขึ้นงานเพื่อลบคมหรือทำให้เรียบ มีทั้งแบบหยาบและแบบละเอียด</p>
	<p>10. ตะไบโค้ง 2 นิ้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้าม 31 mm ยาว 465 mm ใช้ตะไบ ขึ้นงานเพื่อลบคมหรือทำให้เป็นขอบโค้ง มีทั้งแบบหยาบและแบบ ละเอียด</p>
	<p>11. ตะไบกลม 2 นิ้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้าม 31 mm ยาว 430 mm ใช้ตะไบ รูเจาะหรือท่อให้เรียบ มีทั้งแบบหยาบและแบบละเอียด</p>



2.2.1.5 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มที่ใช้ไฟฟ้า

กลุ่มเครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้าในการทำงานทั้งแบบมีสายและไร้สาย เช่น ส่วน
มือ เลื่อยจิ๊กซอว์ เครื่องเป่าลมร้อน เจียร์มือ เป็นต้น

ตารางที่ 2.2.1.3 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องมือกลุ่มที่ใช้ไฟฟ้า

	<p>1. สว่านไฟฟ้าไร้สาย 1 เครื่อง ขนาดกว้าง 335 mm ยาว 380 mm สูง 180 mm ใช้เจาะ ขึ้นงานโดยสามารถจับดอกสว่านขนาดตั้งแต่ 1 mm จนถึง 12 mm ใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ขนาดความต่างศักย์ 14.4 โวลต์</p>
	<p>2. เจียร์มือไฟฟ้า 1 เครื่อง ขนาดกว้าง 100 mm ยาว 360 mm สูง 93 mm ใช้เจียร์, ตัด, ขัดขึ้นงานโดยขึ้นอยู่กับชนิดของใบที่ใส่ ตัวเครื่องสามารถทำ ความเร็วรอบสูงสุด 12,000 รอบต่อนาที ใช้ไฟฟ้าจากปลั๊กไฟ</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	<p>3. เลื่อยจิ๊กซอว์ไฟฟ้า 1 เครื่อง</p> <p>ขนาดกว้าง 235 mm ยาว 235 mm สูง 70 mm ใช้ตัดชิ้นงานให้ขาดโดยไม่ต้องออกแรงเหมือนเลื่อยมือ ใช้ไฟฟ้าจากปลั๊กไฟ</p>
	<p>4. เครื่องเจียรสายอ่อน 1 เครื่อง</p> <p>ขนาดกว้าง 265 mm ยาว 325 mm สูง 100 mm ใช้เจียร, ตัด, ขัดชิ้นงานขนาดเล็กโดยขึ้นอยู่กับชนิดของใบที่ใส่ ตัวเครื่องสามารถปรับความเร็วรอบได้โดยมีความเร็วรอบสูงสุด 12,000 รอบต่อนาที ใช้ไฟฟ้าจากปลั๊กไฟ มีสายอ่อนสำหรับต่อเพื่อจับทำงานได้ง่ายขึ้น</p>

2.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการแข่งขัน




2.2.2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ส่วนควบ

ในส่วนของอุปกรณ์ส่วนควบหมายถึงอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องนำไปกับรถด้วยเพื่ออำนวยความสะดวกในส่วนอื่นของรถ เช่นถังดับเพลิง ที่สุบลมชนิดต่างๆ ถังเติมลมแรงดันสูง เป็นต้น

ตารางที่ 2.2.4 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ส่วนควบ

	<p>1. ถังดับเพลิงขนาดเล็ก 2 ถัง</p> <p>ขนาดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 85 mm ยาว 330 mm ถังดับเพลิงชนิดผงขนาดเล็กน้ำหนักเบาพกพาง่าย เหมาะสำหรับพกตามรถแข่งไปในทุกรายการเพื่อความปลอดภัย</p>
	<p>2. ถังดับเพลิงขนาดใหญ่ 2 ถัง</p> <p>ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 mm ยาว 530 mm ถังดับเพลิงชนิดผงขนาดใหญ่มีน้ำหนักมากแต่แลกมาด้วยปริมาณที่มากกว่าถังดับเพลิงขนาดเล็ก</p>


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>3. ที่สูบลมยาง 1 เครื่อง ขนาดกว้าง 50 mm ยาว 140 mm สูง 580 mm สูบลมสำหรับสูบลมยางล้อรถแข่ง</p>
	<p>4. ที่สูบลมช็อคอัพ 1 เครื่อง ขนาดกว้าง 200 mm ยาว 240 mm สูง 650 mm สูบลมสำหรับสูบลมปรับค่าความแข็งของช็อคอัพรถแข่ง เป็นสูบลมที่สามารถสูบลมได้ในช่วงแรงดันสูง</p>
	<p>5. ที่สูบลมถังลมแรงดันสูง 1 เครื่อง ขนาดกว้าง 225 mm ยาว 265 mm สูง 665 mm สูบลมสำหรับเติมถังลมแรงดันสูงเพื่อใช้ในระบบเกียร์ของรถแข่ง สูบลมแบบนี้เป็นสูบลมที่สามารถสูบลมได้ในช่วงแรงดันที่สูงมาก</p>


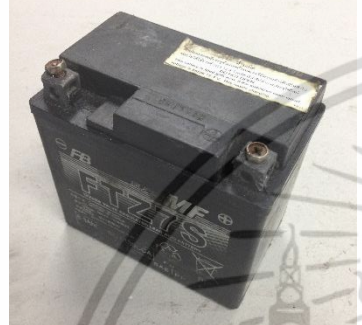


2.2.2.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอะไหล่ของรถแข่ง

อะไหล่ที่อาจต้องใช้สับเปลี่ยนกับรถทั้งในระหว่างที่ซ้อมและแข่งขัน เช่น ล้อของรถแข่ง แบตเตอรี่ และอะไหล่รถ

ตารางที่ 2.2.5 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอะไหล่ของรถแข่ง

	<p>1. ล้อพร้อมยางสำหรับรถแข่ง 4 เส้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 445 mm ยาว 200 mm ล้อรถแข่งที่ใส่สำหรับรถแข่ง</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>2. ล้อพร้อมยางสำหรับถนนเปียก 4 เส้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 470 mm ยาว 210 mm ล้อรถแข่ง ที่ใส่สำหรับขับในถนนเปียก(กรณีฝนตก)</p>
	<p>3. แบตเตอรี่ขนาดเล็ก 1 ลูก ขนาดกว้าง 65 mm ยาว 115 mm สูง 105 mm แบตเตอรี่ สำรอง 12 โวลต์ 7 แอมแปร์สำหรับเปลี่ยนในรถแข่ง</p>
	<p>4. กล่องเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก 1 กล่อง ขนาดกว้าง 190 mm ยาว 330 mm สูง 150 mm เป็นกล่อง เครื่องมือที่ใส่อะไหล่สำหรับกลุ่มงานอิเล็กทรอนิกส์บนรถเท่านั้น</p>
	<p>5. กล่องเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ 1 กล่อง ขนาดกว้าง 220 mm ยาว 390 mm สูง 180 mm เป็นกล่อง เครื่องมือที่ใส่เครื่องมือเฉพาะทางและสายไฟสำหรับกลุ่มงาน อิเล็กทรอนิกส์บนรถเท่านั้น</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 พฤติกรรมการใช้งาน ขนาดและสัดส่วนของผู้ใช้งานผู้เก็บเครื่องมือ

2.3.1 พฤติกรรมของผู้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการแข่งขัน

การใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถสูตรนักเรียนนั้นเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา นับตั้งแต่เริ่มสร้างรถแข่งจนถึงขณะเข้าแข่งขัน โดยจะแบ่งออกเป็นสถานะต่างๆดังนี้

2.3.1.1 ขณะสร้างรถ

ในขณะเริ่มสร้างรถ เครื่องมือที่ถูกใช้งานอย่างมากจะเป็นเครื่องมือขนาดใหญ่ที่ใช้สร้างรถแข่งไม่ว่าจะเป็นส่วนโครงสร้าง ส่วนตัวถัง ช่วงล่าง ระบบกำลัง พื้นที่เก็บเครื่องมือจะถูกเก็บเป็นห้องภายในโรงปฏิบัติงานและมีเครื่องมือครบทุกชนิด ในขณะสร้าง เครื่องจักรหนักที่ใช้เป็นประจำคือสว่านแท่น เครื่องกลึง เครื่องเชื่อม และเครื่องบากเหล็ก เพื่อใช้สร้างชิ้นงานหลายส่วน และต้องมีโต๊ะปฏิบัติการสำหรับจับชิ้นงาน และโต๊ะเชื่อมเฉพาะเพื่อใช้สร้างโครงรถ เมื่อสร้างชิ้นงานเสร็จสิ้นเมื่อเริ่มทำการประกอบรถจึงเริ่มมีการใช้เครื่องมือต่างๆเพื่อทำการประกอบรถแข่งจนเสร็จสมบูรณ์ โดยในช่วงนี้การทำงานจะเกิดขึ้นภายในโรงปฏิบัติการเท่านั้น



รูปที่ 2.3.1 การสร้างรถในโรงปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 ขณะทดสอบรถ

ในขณะที่ตัวรถแข่งสามารถใช้งานได้แล้ว การนำรถไปทดสอบก็ต้องนำชุดเครื่องมือเพื่อซ่อมบำรุงติดตามรถแข่งไปด้วย โดยการทดสอบรถแข่งจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ

1. การทดสอบรถเบื้องต้น โดยปกติช่วงนี้สามารถลากจูงรถและเครื่องมือไปด้านหน้าของโรงปฏิบัติการหรือสถานที่อื่นที่มีระยะใกล้ภายในสถาบัน เพื่อทดสอบเบื้องต้นในระยะทางสั้นๆ และมักเจอปัญหาตลอดการซ่อมในช่วงแรก อาจทำให้ต้องมีการซ่อมบำรุงรถและปรับตั้งรถที่เพิ่งเสร็จใหม่อยู่ตลอดเวลาเพื่อให้ลงตัวกับการขับที่



รูปที่ 2.3.2 แสดงการทดสอบรถในเบื้องต้นหลังจากประกอบเสร็จ

2. การทดสอบสมรรถนะของรถ เมื่อทำการซ่อมจนรถมีเสถียรภาพสูงขึ้น จะจำเป็นต้องซ่อมในสถานที่ที่กว้างขึ้นเพื่อให้สามารถใช้ความเร็วสูงขึ้นได้จึงต้องไปเช่าสนามทดสอบที่กว้างกว่าและคุณภาพสูงกว่าซ่อม และทุกครั้งที่เดินทางไปจะต้องนำรถแข่งและชุดเครื่องมือไปเองโดยต้องทำการขนย้ายขึ้นบนรถบรรทุกแล้วนำไปที่สนามซ่อม ส่วนรถแข่งจะใช้การเข็นขึ้นรถพ่วงเพื่อขนส่ง ทางทีมต้องมีอุปกรณ์การจัดลายสนามและทำการจัดเองทั้งหมดเพื่อใช้ทดสอบสมรรถนะของรถแข่ง



รูปที่ 2.3.3 แสดงการทดสอบสมรรถนะของรถก่อนวันแข่งขัน

ในการเดินทางไปทดสอบแต่ละครั้งต้องเดินทางในระยะไกลการไปซ้อมนอกสถานที่แต่ละครั้งจะใช้ระยะเวลาและระยะทางในการเดินทางมาก จึงจำเป็นต้องทำการซ่อมอย่างเต็มที่เพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย อีกทั้งต้องรีบเดินทางเพื่อใช้สนามให้เต็มวันในเวลากลางวัน และในแต่ละครั้งต้องมีการจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการซ่อมบำรุงไปทุกครั้ง หากไม่ได้จัดเตรียมอุปกรณ์สร้างไปเลยเมื่อตัวรถเกิดการเสียหายจนไม่สามารถใช้ซ้อมได้ จึงต้องเดินทางกลับไปโรงปฏิบัติงานเพื่อสร้างชิ้นงานใหม่ขึ้นมาทดแทน ทำให้เสียเวลาในการซ้อมไป

2.3.1.3 ขณะแข่งขัน

ขณะแข่งขันซึ่งจัดว่าเป็นช่วงที่สำคัญที่สุดในการแข่งขันรถสูตรนักศึกษา โดยชุดเครื่องมือและอุปกรณ์ทุกอย่างจำเป็นต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน ในการแข่งขันจริงทีมจะต้องนำชุดเครื่องมือเข้าในสนามและจัดเตรียมในจุดซ่อมบำรุงรถ (Pit Stop) ของแต่ละทีมพร้อมทั้งของทุกอย่างที่จำเป็นต้องใช้ ส่วนของการเข็นตู้เก็บเครื่องมือตามรถไปซ่อมบำรุงนั้นเป็นไปได้แต่ไม่สามารถนำตู้เข้าไปในส่วนการแข่งขัน (Dynamic Zone) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่รถแข่งเข้าทำการแข่งขัน ตู้เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์จำเป็นต้องรออยู่ที่ทางเข้า แต่ข้อดีคือเมื่อเกิดเหตุที่ต้องซ่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บำรุงฉุกเฉิน การมีเครื่องมือและอุปกรณ์ทุกอย่างอยู่ใกล้รถจะช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้ภายในเวลาที่รวดเร็ว และส่วนของคอมพิวเตอร์สำหรับการปรับตั้งค่ากล่องควบคุมเครื่องยนต์ก็มีปัญหาในส่วนของการทำงานอย่างต่อเนื่องจนแบตเตอรี่หมดในเวลาบ่ายของวันนั้น ในส่วนของพื้นที่ปฏิบัติงานจะอยู่ที่จุดซ่อมบำรุงรถ แต่จะไม่มีเครื่องเตรียมจัดไว้ให้ จึงต้องประยุกต์ใช้ของต่าง ๆ นำมาทำเป็นพื้นที่ปฏิบัติงานซึ่งไม่เหมาะสมเรื่องการยศาสตร์ของการใช้งานพื้นที่นั้น

2.3.2 ขนาดและสัดส่วนของผู้ใช้งาน

2.3.2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งาน

กลุ่มเป้าหมายหลักของผลิตภัณฑ์นี้คือทีมแข่งรถสูตรนักศึกษาตามสถาบันอุดมศึกษาต่างๆที่มีผู้ใช้งานอายุระหว่าง 19 – 23 ปีที่กำลังศึกษาอยู่ในสถาบันอุดมศึกษา และส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จากการสำรวจจำนวนสมาชิกทีมแข่งรถสูตรนักศึกษาทั้งเพศชายและเพศหญิงในแต่ละสถาบันรอบกรุงเทพมหานคร พบข้อมูลดังนี้

1. ทีม INITIAL จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีสมาชิกที่ทำการซ่อมบำรุงรถ 14 คน ประกอบด้วยเพศชาย 13 คน เพศหญิง 1 คน คิดเป็นเพศชาย 92% เพศหญิง 8%
2. ทีม TU FORMEL จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มีสมาชิกที่ทำการซ่อมบำรุงรถ 18 คน ประกอบด้วยเพศชาย 14 คน เพศหญิง 4 คน คิดเป็นเพศชาย 78% เพศหญิง 22%
3. ทีม DONGTAAN RACING TEAM จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีสมาชิกที่ทำการซ่อมบำรุงรถ 13 คน ประกอบด้วยเพศชาย 12 คน เพศหญิง 1 คน คิดเป็นเพศชาย 92% เพศหญิง 8%
4. ทีม RAPIDAMENTE จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีสมาชิกที่ทำการซ่อมบำรุงรถ 10 คน เป็นเพศชายทั้งหมด คิดเป็นเพศชาย 100%
5. ทีม AUTOTECH จากมหาวิทยาลัยมหิดล มีสมาชิกที่ทำการซ่อมบำรุงรถ 8 คน เป็นเพศชายทั้งหมด คิดเป็นเพศชาย 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทีม EIGEN จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีสมาชิกที่ทำการซ่อมบำรุงรถ 12 คน เป็นเพศชายทั้งหมด คิดเป็นเพศชาย 100%
7. ทีม BLACK PEARL จากมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี มีสมาชิกที่ทำการซ่อมบำรุงรถ 18 คน ประกอบด้วยเพศชาย 16 คน เพศหญิง 2 คน คิดเป็นเพศชาย 89% เพศหญิง 11%
8. ทีม BUFFALO HEAD จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีสมาชิกที่ทำการซ่อมบำรุงรถ 14 คน ประกอบด้วยเพศชาย 8 คน เพศหญิง 6 คน คิดเป็นเพศชาย 57% เพศหญิง 43%

จากการสำรวจพบว่าสมาชิกทีมที่ทำการซ่อมบำรุงรถในขณะซ่อมและแข่งขันเฉลี่ยเป็นเพศชาย 88% เพศหญิง 12% ทั้งนี้ไม่รวมสมาชิกทีมที่ทำหน้าที่อื่นนอกเหนือจากการซ่อมบำรุงรถแข่ง

2.3.2.2 ขนาดและสัดส่วนของผู้ใช้งาน

อ้างอิงจากงานวิจัยเรื่องการศึกษาสัดส่วนของร่างกายของผู้ใหญ่ที่มีอายุ 18-25 ปีที่มีการตีพิมพ์ในปีพ.ศ.2554 พบว่ามีระยะส่วนประกอบต่างๆของร่างกายที่สามารถนำมาใช้ในการกำหนดระยะต่างๆที่เหมาะสมในการออกแบบ โดยจำแนกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. การใช้พื้นที่เก็บเครื่องมือ การให้ระยะที่ถูกต้องก็ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน โดยเครื่องมือที่ใช้งานบ่อยที่สุดควรอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่ายที่สุดและเร็วที่สุดคือบริเวณที่สามารถหยิบได้โดยที่ยืนตัวตรง อาจก้มศีรษะเพื่อมองเครื่องมือได้แต่ต้องไม่มองหลังและต้องไม่เตี้ยเกินไปและไม่สูงเกินไป ระยะความสูงอยู่ที่บริเวณระดับข้อศอก ส่วนเครื่องมือชนิดอื่นๆที่ใช้ไม่ควรอยู่ต่ำกว่าระดับหัวเข่า โดยเฉพาะกลุ่มเครื่องมือที่มีน้ำหนักมาก ยกเว้นเครื่องมือบางชิ้นที่ความถี่การใช้น้อยครั้งเท่านั้น
2. การใช้พื้นที่สำหรับสร้างชิ้นงาน ระยะที่เป็นผิวบนของพื้นที่ทำงานจะต้องอยู่ระหว่างจากพื้นถึงเอวและจากพื้นถึงข้อมือขณะยืนตัวตรงเพื่อให้ทำงานหนักได้สะดวก ไม่ต้องก้มตัว กระดึบกระเดงและเมื่อย นั่นคือความสูงที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 61.84 cm และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

118.75 cm หากดูเพียงแค่ระยะจากต่ำสุดถึงที่สุดทั้งเพศชายและเพศหญิง แต่เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายที่ใช้งานเป็นส่วนใหญ่เพศชายจึงจะต่ำเกินไปหากใช้ค่าต่ำสุดของเพศหญิงมาร่วมกำหนด เมื่อมองถึงความเหมาะสมจึงต้องอยู่ระหว่างค่าต่ำสุดของเพศชายและค่าสูงสุดของเพศหญิงโดยเบนความสำคัญไปทางเพศชาย อีกสาเหตุหนึ่งคือสมาชิกเพศหญิงมีเพียงไม่กี่คนที่ได้รับหน้าที่ปฏิบัติงานในการซ่อมบำรุงรถแข่งจึงเลือกค่าที่ 95th percentiles ของเพศหญิงให้สามารถใช้ได้และเพศชายก็ยังสามารถใช้ได้ทุกคน จึงเลือกกำหนดค่าที่ minimum ของเพศชายเป็นตัวกำหนดระยะความสูงของพื้นที่ทำงาน จะได้ค่าความสูงของพื้นที่ทำงานที่เหมาะสมที่สุดคือคือความสูงตั้งแต่ 74.37 cm ถึง 99.96 cm

Table 2. List of anthropometrical measured position.

		Position			
Standing		Sitting			Others
Stature	Crown buttock height	Buttock popliteal length	Hip breadth	Hand length	Foot breadth
Eye height	Eye height	Buttock knee length	Shoulder breadth	Hand breadth	Head length
Shoulder height	Shoulder height	Buttock heel length	Elbow breadth	Hand thickness	Head breadth
Elbow height	Elbow height	Elbow grip length		Thumb breadth	Head height
Fist height	Popliteal height	Forward grip reach		Forefinger tip breadth	Circumference
Vertical grip reach	Thigh thickness	Abdominal depth		Foot length	Weight

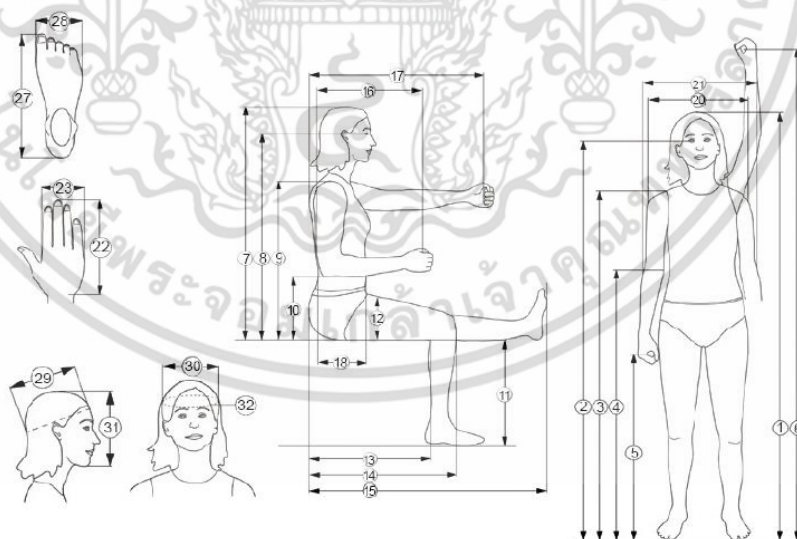


Figure 1. The illustration of the measured anthropometric dimensions (Source: Motmans, 2005).

รูปที่ 2.3.4 แสดงแสดงภาพหมายเลขของระยะของร่างกายในอิริยาบถต่างๆเพื่อใช้ในการสืบค้นข้อมูลในภาพถัดไป

ที่มา : <http://www.academicjournals.org/IJPS.2559>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 5. Anthropometric data for Indians (male and female), aged 18 to 24 years.

Measurement*	Male (n=50)								Female (n=50)									
	Mean	SD	SEM	CV (%)	Min	5th	50th	95th	Max	Mean	SD	SEM	CV (%)	Min	5th	50th	95th	Max
1 Weight (kg)	65.32	15.79	2.23	24.17	41.00	43.10	63.00	93.45	100.00	55.59	13.49	1.91	24.27	36.00	38.00	53.00	90.45	93.00
2 Stature	168.10	7.68	1.09	4.57	157.50	158.14	165.05	182.44	183.60	156.83	6.79	0.96	4.33	145.50	146.72	159.40	168.88	169.90
3 Eye height (standing)	156.41	9.57	1.35	6.12	132.10	140.06	153.70	173.19	174.60	145.59	6.96	0.98	4.78	130.10	134.38	146.90	157.98	158.90
4 Shoulder height (standing)	141.39	7.52	1.06	5.31	132.00	133.39	138.30	157.30	157.40	130.11	6.13	0.87	4.72	121.30	122.21	127.55	141.45	145.40
5 Elbow height (standing)	106.65	5.51	0.78	5.16	99.50	99.96	105.15	118.75	119.60	100.02	5.45	0.77	5.45	87.30	90.12	101.00	109.86	110.40
6 Fist height (standing)	72.25	4.88	0.69	6.76	63.70	64.07	72.45	82.59	83.50	67.52	3.96	0.56	5.86	60.30	61.84	68.10	74.37	74.70
7 Vertical grip reach (standing)	203.97	10.59	1.50	5.19	190.30	191.26	201.45	225.65	233.50	188.37	10.47	1.48	5.56	172.60	177.15	185.35	219.71	220.30

รูปที่ 2.3.5 แสดงระยะที่จำเป็นต้องใช้ในการกำหนดความสูงของตู้เก็บเครื่องมือ

ที่มา : <http://www.academicjournals.org/IJPS.2559>.

การใช้พื้นที่สำหรับทำงานที่มีรายละเอียดหรืองานเบา ระยะที่เป็นผิวนของพื้นที่ทำงานต้องอยู่ห่างจากระยะสายตาน้อยลงกว่าพื้นที่สำหรับสร้างชิ้นงาน เพื่อเพิ่มความละเอียดขึ้นและไม่ต้องก้มลงไปมองในระยะใกล้ นั่นคือความสูงที่เหมาะสมอยู่ตั้งแต่ข้อศอกขึ้นไป หากอ้างอิงการกำหนดความสูงจะพบว่าระยะที่เหมาะสมคือ 104.5 cm ถึง 106.1 cm

2.4 ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ข้างเคียง

2.4.1 ตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดเล็ก



รูปที่ 2.4.1 แสดงตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดเล็กรุ่น Milwaukee Jobsite Organizer

ที่มา : <https://www.milwaukeetool.com/hand-tools/storage/48-22-8030>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Milwaukee Jobsite Organizer กล่องเก็บเครื่องมือขนาดเล็กทำจากพลาสติก ขนาดโดยรอบกว้าง 336 mm สูง 127 mm ลึก 457 mm มีช่องใส่อุปกรณ์สองขนาด ขนาดใหญ่ 2 ช่อง ขนาดใหญ่ 2 ช่อง มีฟังก์ชันที่น่าสนใจดังนี้

1. ตัวล็อคฝากล่องเพื่อความปลอดภัย
2. ตัวกล่องมีรูสองรูสำหรับเกี่ยวกับน๊อตเพื่อย้ายไปติดตั้งบนกำแพง
3. มีกระบะใส่อุปกรณ์เล็กอยู่ในกล่องสามารถแยกชิ้นได้



รูปที่ 2.4.2 แสดงตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดเล็กรุ่น Milwaukee 13" Jobsite Work Box

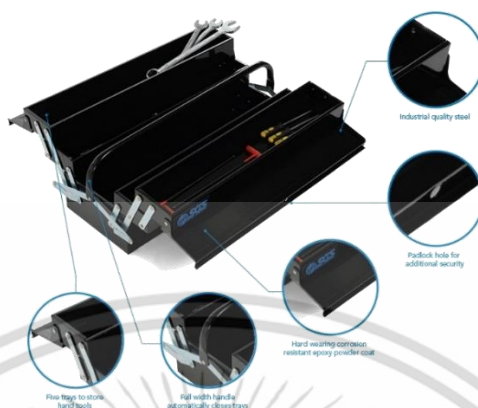
ที่มา : <https://www.milwaukeetool.com/hand-tools/storage/48-22-8030>

Milwaukee 13" Jobsite Work Box กล่องเก็บเครื่องมือขนาดเล็ก ทำจากพลาสติกขนาดโดยรอบกว้าง 330 mm สูง 406 mm ลึก 330 mm มีฟังก์ชันที่น่าสนใจคือ

1. ฝากล่องออกแบบมาเป็นร่องสำหรับใส่วัสดุต่างๆเพื่อประคองตอนเลื่อย
2. มีชุดใส่อุปกรณ์ขนาดเล็กเสียบอยู่ภายในกล่องสามารถดึงออกมาใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดกลาง



รูปที่ 2.4.3 แสดงตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดกลางรุ่น SGS 21" Heavy Duty Metal Cantilever Toolbox ที่มา : <http://www.sgs-engineering.com/garage-equipment/tool-chests-cabinets.2559>.

SGS 21" Heavy Duty Metal Cantilever Toolbox กล่องเก็บเครื่องมือโลหะขนาดกลาง ขนาดกล่องกว้าง 525 mm สูง 200 mm ลึก 200 mm โดยมีชั้นด้านในประกอบด้วย ชั้นสี่ชั้นเล็กขนาดกว้าง 95 mm สูง 520 mm ลึก 40 mm และชั้นใหญ่ตรงกลางขนาดกว้าง 520 mm สูง 200 mm ลึก 100 mm มีฟังก์ชันที่น่าสนใจคือ

1. ระบบที่เปิดฝาแล้วกางออกมาเป็นช่อง
2. ระบบอำนวยความสะดวกเมื่อปิดโดยการดึงหูหัวตรงกลาง กลไกจะทำงานและดึงกล่องเครื่องมือให้ปิด



รูปที่ 2.4.4 แสดงตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดกลางรุ่น Stack-On 26" Deluxe Tool Box
ที่มา : <https://www.stack-on.com/categories/professional-plastic/products/142.2559>.

Stack-On 26 " Deluxe Tool Box with 2 Removable Parts Boxes กล่องเครื่องมือพลาสติกขนาดกลาง ขนาดโดยรอบกว้าง 660 mm สูง 254 mm ลึก 254 mm มีฟังก์ชันที่น่าสนใจคือ

1. มีถาดใส่อุปกรณ์ขนาดเล็กพร้อมฝาปิดอยู่บนฝากล่องและสามารถถอดแยกออกมาจากฝากล่องได้

2.4.3 ตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดใหญ่



รูปที่ 2.4.5 แสดงตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดใหญ่รุ่น Stanley 029025R 24-Gallon Mobile Chest

ที่มา : <https://www.stanley.com/categories/tools/tool>

Stanley 029025R 24-Gallon Mobile Chest กล่องเก็บเครื่องมือพลาสติกขนาดใหญ่ น้ำหนักโดยรวม 9 kg ขนาดโดยรอบกว้าง 754 mm สูง 483 mm ลึก 470 mm มีฟังก์ชันที่น่าสนใจคือ

1. ตัวล็อคเพื่อความปลอดภัย
2. มีล้อสำหรับเคลื่อนย้ายไปมา
3. มีถาดที่มีกล่องเล็กสำหรับใส่อุปกรณ์อยู่ด้านในกล่อง
4. มีมือจับสำหรับถือย้ายไปมา



รูปที่ 2.4.6 แสดงตัวอย่างกล่องเก็บเครื่องมือขนาดใหญ่รุ่น DEWALT DWST08204 Tough System Case, Extra Large

ที่มา : <http://www.amazon.com/DEWALT-DWST08204-Tough-System-Extra/dp/B005HNJR0E.2559>.

DEWALT DWST08204 Tough System Case, Extra Large
กล่องเก็บเครื่องมือพลาสติกขนาดใหญ่ สามารถน้ำหนักได้สูงสุด 50 kg
น้ำหนักโดยประมาณ 6 kg มีขนาดโดยรอบกว้าง 544 mm สูง 404
mm ลึก 361 mm มีฟังก์ชันที่น่าสนใจคือ

1. โครงสร้างหนา 4 mm
2. สามารถต่อทับกันได้หลายชั้นและเคลื่อนย้ายด้วยรถเข็นเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ตัวอย่างตู้เก็บเครื่องมือขนาดกลาง



รูปที่ 2.4.7 แสดงตัวอย่างและขนาดตู้เก็บเครื่องมือขนาดกลางรุ่น BETA C41 HIGH

ที่มา : <http://www.beta-tools.com/catalog.2559>.

BETA C41 HIGH Two Module Tools Trolley ตู้เก็บเครื่องมือผลิตจากโลหะและพลาสติก ขนาดตู้กว้าง 495 mm สูง 920 mm ลึก 335 mm โดยประกอบด้วยชั้นใส่ของ 5 ชั้น โดยชั้นบนเป็นฝาเปิด ถัดมาเป็นลิ้นชัก 2 ชั้น และช่องว่างสำหรับใส่ชุดเครื่องมืออื่น มีฟังก์ชันที่น่าสนใจดังนี้

1. ระบบล็อกเฉพาะลิ้นชักที่ตัวตู้
2. มีแผ่นพลาสติกรองกันลื่นในทุกลิ้นชัก
3. มีระบบการถอดประกอบเพื่อให้ขนย้ายง่าย อีกทั้งยังสามารถเพิ่มและลดจำนวนชั้นของตู้เก็บเครื่องมือได้
4. มีช่องที่สามารถนำกล่องเครื่องมืออื่นๆที่จัดชุดมาแล้วนำมาใส่ได้ และสามารถดึงออกมาใช้ได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



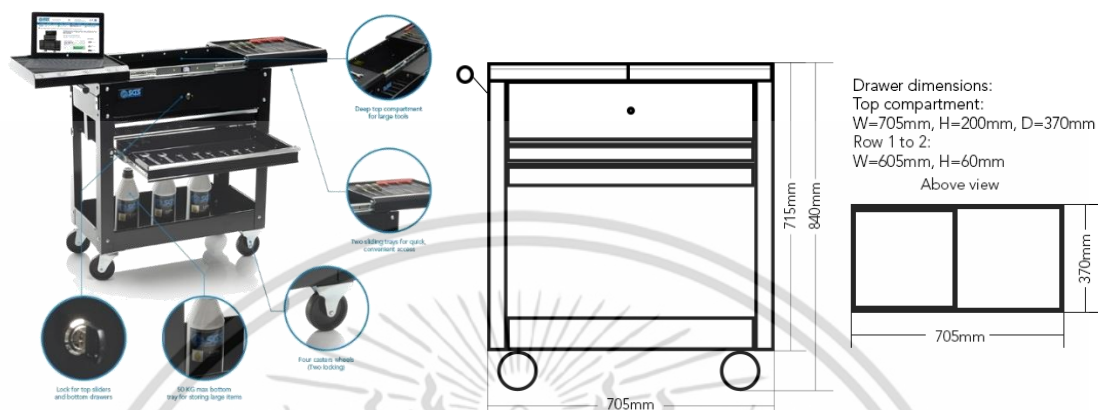
รูปที่ 2.4.8 แสดงตัวอย่างตู้เก็บเครื่องมือขนาดกลางรุ่น WURTH Workshop
ที่มา : <https://eshop.wurth.co.uk/Complete-catalogue/Workshop-trolley-TOOLsystem-standard.2559>.

WURTH Workshop trolley ตู้เก็บเครื่องมือโลหะ ขนาดตู้กว้าง 695 mm สูง 905 mm ลึก 412 mm โดยมีชั้นด้านในประกอบด้วย ชั้นเล็กสองชั้นขนาดกว้าง 469 mm สูง 65 mm ลึก 337 mm และชั้นใหญ่สามชั้นขนาดกว้าง 469 mm สูง 140 mm ลึก 337 mm รวมไปถึงพื้นที่ด้านบนสำหรับใส่เครื่องมือ มีฟังก์ชันที่น่าสนใจดังนี้

1. ระบบล็อกเพื่อความปลอดภัยโดยใช้กุญแจ
2. มีแผ่นพลาสติกรองกันลื่นในทุกลิ้นชัก
3. มีระบบล็อกป้องกันการเลื่อนไถล
4. มีช่องสำหรับใส่ขอเกี่ยวเครื่องมือที่ใช้งานบ่อยที่ด้านข้างของตู้
5. มีระบบป้องกันการเปิดหลายชั้นโดยเมื่อเปิดลิ้นชักชั้นใดชั้นหนึ่ง ชั้นอื่นจะเปิดไม่ได้เพื่อป้องกันการพลิกคว่ำของตู้เครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 ตัวอย่างตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์



รูปที่ 2.4.9 แสดงตัวอย่างและขนาดตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์รุ่น SGS Mechanics Tool Cart Trolley & Workstation

ที่มา : <http://www.sgs-engineering.com/garage-equipment/tool-chests-cabinets.2559>

SGS Mechanics Tool Cart Trolley & Workstation ชั้นเก็บเครื่องมือเอนกประสงค์ทำจากโลหะ มีพื้นที่ทำงานอยู่ด้านบน ขนาดชั้นกว้าง 705 mm สูง 840 mm ลึก 380 mm โดยมีชั้นด้านในประกอบด้วย ช่องใส่ของมีฝาเลื่อนเปิดด้านบนเพิ่มพื้นที่สำหรับใส่เครื่องมือขนาดใหญ่และสามารถไสลด์ออกมาเพื่อนำเครื่องมือเข้าทำงานได้โดยที่ไม่ต้องปิด มีฟังก์ชันที่น่าสนใจดังนี้

1. ระบบล็อกเพื่อความปลอดภัยโดยใช้กุญแจทั้งลิ้นชักและรางไสลด์
2. มีแผ่นพลาสติกรองกันลื่นในทุกลิ้นชัก
3. มีระบบล็อกป้องกันการเลื่อนไหล และใช้ล้อตันสำหรับการบรรทุกน้ำหนักที่มาก
4. สามารถไสลด์แผ่นด้านบนตู้เก็บเครื่องมือเพื่อใช้เครื่องมือที่มีขนาดใหญ่ที่ถูกเก็บไว้ภายในได้ทันที เพิ่มพื้นที่ประโยชน์ใช้สอย
5. พื้นที่วางด้านล่างสามารถวางของหนักได้ 50 kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4.10 แสดงตัวอย่างเก็บเครื่องมือเอนกประสงค์รุ่น Husky 46 in 9-Drawer Wood Top Workbench Tool Chest

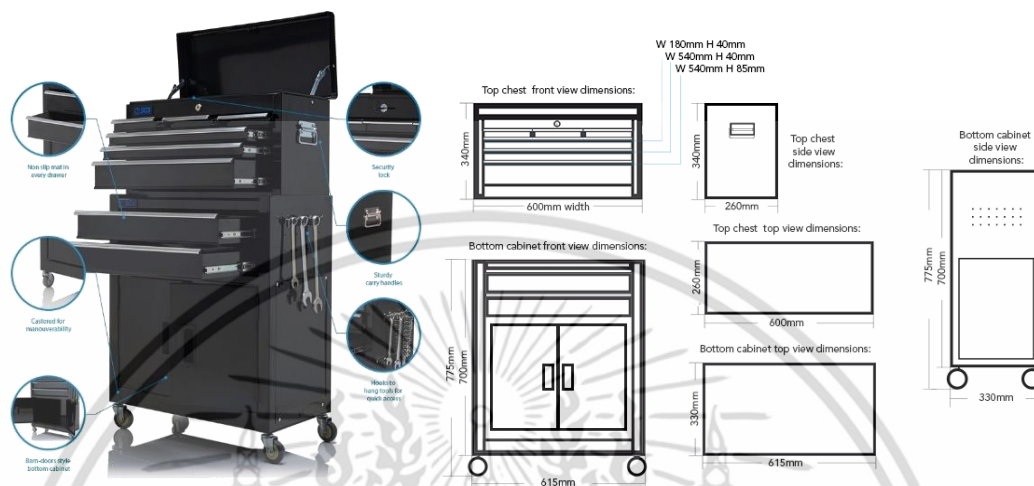
ที่มา : <http://www.ebay.com/itm/Husky-46-in-9-Drawer-Wood-Top-Workbench-Tool-Chest-Storage-Rolling-Cabinet-/331753159624cabinets.2559>

Husky 46 in 9-Drawer Wood Top Workbench Tool Chest Storage Rolling Cabinet ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์ทำจากโลหะและไม้ขนาดโดยรอบตู้กว้าง 1259 mm สูง 848 mm ลึก 549 mm น้ำหนักโดยรวมประมาณ 68 kg ประกอบด้วยลิ้นชักยาวขนาดกว้าง 1059 mm สูง 91 mm ลึก 404 mm ลิ้นชักเล็กสองแถวขนาดกว้าง 500 mm สูง 66 mm ลึก 404 mm ลิ้นชักกลางขนาดกว้าง 500 mm สูง 92 mm ลึก 404 mm และลิ้นชักใหญ่ขนาดกว้าง 500 mm สูง 229 mm ลึก 404 mm

6. ระบบล็อกเพื่อความปลอดภัยโดยใช้กุญแจที่ล็อกพร้อมกันทุกชั้น
7. มีแผ่นพลาสติกรองกันลื่นในทุกลิ้นชัก
8. แผ่นไม้ Para Wood เคลือบกันรอยด้านบน รองรับการใช้งานเอนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6 ตัวอย่างตู้เก็บเครื่องมือขนาดใหญ่



รูปที่ 2.4.11 แสดงตัวอย่างและขนาดตู้เก็บเครื่องมือขนาดใหญ่รุ่น SGS Mechanics 8 Drawer Tool Box Chest
ที่มา : <http://www.sgs-engineering.com/garage-equipment/tool-chests-cabinets.2559>.

SGS Mechanics 8 Drawer Tool Box Chest & Barn Door Roller Cabinet ตู้เก็บเครื่องมือขนาดใหญ่ทำจากโลหะ ขนาดตู้กว้าง 615 mm สูง 1115 mm ลึก 260 mm โดยมีชั้นด้านในประกอบด้วย ชั้นเล็กสี่ชั้นขนาดกว้าง 95 mm สูง 520 mm ลึก 40 mm และชั้นใหญ่สองชั้นขนาดกว้าง 520 mm สูง 200 mm ลึก 100 mm รวมไปถึงช่องเก็บของมีบานประตูปิดหนึ่งช่องด้านล่าง มีฟังก์ชันที่น่าสนใจดังนี้

1. ระบบล็อกเพื่อความปลอดภัยโดยใช้กุญแจ
2. มีแผ่นพลาสติกรองกันลื่นในทุกลิ้นชัก
3. มีระบบล็อกล้อป้องกันการเลื่อนไถล
4. ประตูด้านหน้าแบบเปิดกว้าง สามารถนำของชิ้นใหญ่ใส่ได้ง่าย
5. มีช่องสำหรับใส่ขอเกี่ยวเครื่องมือที่ใช้งานบ่อยที่ด้านข้างของตู้
6. มีหูหิ้วของตู้ชั้นบนเพื่อยกแยกออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4.12 แสดงตัวอย่างตู้เก็บเครื่องมือขนาดใหญ่รุ่น Husky Rolling Tool Cabinet Steel Chest 13 Drawer Box Mechanics Storage Toolbox

ที่มา : <http://www.ebay.com/itm/Husky-Rolling-Tool-Cabinet-Steel-Chest-13-Drawer-Box-Mechanics-Storage-Toolbox-/221910722354.2559>.

Husky Rolling Tool Cabinet Steel Chest 13 Drawer Box Mechanics Storage Toolbox ตู้เก็บเครื่องมือขนาดใหญ่ทำจากโลหะขนาดโดยรอบตู้กว้าง 1403 mm สูง 1646 mm ลึก 462 mm น้ำหนักโดยรวมประมาณ 149 kg ประกอบด้วยตู้หลัก 2 ชั้น ตู้ชั้นบนประกอบไปด้วย ช่องใส่ของด้านบนมีบานพับเปิดปิดขนาดกว้าง 1237 mm สูง 241 mm ลึก 429 mm ลื่นชักยาวสามชั้นขนาดกว้าง 805 mm สูง 71 mm ลึก 429 mm และลื่นชักสั้นสามชั้นขนาดกว้าง 345 mm สูง 71 mm ลึก 429 mm ตู้ชั้นล่างประกอบไปด้วย ลื่นชักยาวขนาดกว้าง 1209 mm สูง 99 mm ลึก 399 mm ลื่นชักเล็กห้าชั้นขนาดกว้าง 805 mm สูง 71 mm ลึก 399 mm ลื่นชักใหญ่ขนาดกว้าง 1209 mm สูง 234 mm ลึก 399 mm และช่องประตูเก็บอุปกรณ์ขนาดกว้าง 373 mm สูง 653 mm ลึก 429 mm มีฟังก์ชันที่น่าสนใจดังนี้

1. ระบบล็อกเพื่อความปลอดภัยโดยใช้กุญแจ
2. มีแผ่นพลาสติกรองกันลื่นในทุกลื่นชัก
3. มีช่องสำหรับแขวนผ้าเช็ดมือหรือใส่อุปกรณ์อื่น
4. มีมือจับสำหรับลากจูง
5. ฝาบานพับของตู้ชั้นบนสามารถเปิดค้างเพื่อทำงานหรือวางของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.7 ตัวอย่างรถเข็นเครื่องมือ



รูปที่ 2.4.13 แสดงตัวอย่างรถเข็นเครื่องมือรุ่น Beta C27S

ที่มา : <http://www.betatools.com/catalog/articles/view/C27S.2559>.

Beta C27S รถเข็นเครื่องมือแบบพับเก็บได้ทำจากพลาสติก มีขนาดโดยรอบกว้าง 700 mm สูง 990 mm ลึก 390 mm ประกอบด้วยลิ้นชักสองชั้นกว้าง 588 mm สูง 277 mm ลึก 220 mm ล้อเล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm ล้อใหญ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 160 mm มีฟังก์ชันที่น่าสนใจดังนี้

1. มีแผ่นพลาสติกรองกันลื่นในทุกลิ้นชัก
2. มีช่องสำหรับแขวนผ้าเช็ดมือหรืออุปกรณ์อื่นๆ
3. มีมือจับสำหรับลากจูง
4. ฝาบานพับของผู้ชั้นบนสามารถเปิดค้างเพื่อทำงานหรือวางของ
5. มีระบบล้อคล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.8 ตัวอย่างรถเก็บเครื่องมือขนาดใหญ่



รูปที่ 2.4.14 แสดงตัวอย่างรถเก็บเครื่องมือขนาดใหญ่รุ่น Snap On Tool Utility Vehicle, Double Bank with Workstation Riser

ที่มา : <https://store.snapon.com/KRP1032B-Series-TUV-Double-Bank-with-Workstation-Riser.2559>.

Snap On Tool Utility Vehicle, Double Bank with Workstation Riser รถเก็บเครื่องมือขนาดใหญ่ สามารถรับน้ำหนักได้มากถึง 3.5 ตัน มีขนาดโดยรอบกว้าง 3150 mm สูง 1778 mm ลึก 759 mm มีลิ้นชักเลื่อนทั้งหมด 16 ชั้น ช่องบานเลื่อนสำหรับทำงานอเนกประสงค์หรือเก็บของ 1 ช่อง และช่องประตูเก็บของ 2 ช่อง ล้อมีขนาด 20.5” มีฟังก์ชันที่น่าสนใจดังนี้

1. ระบบล็อกเพื่อความปลอดภัยโดยใช้กุญแจ
2. มีแผ่นพลาสติกรองกันลื่นในทุกลิ้นชัก
3. ระบบเบรกที่ล้อรถและมีระบบช่วงล่างกันสะเทือน
4. มีมือจับขนาดใหญ่สำหรับบังคับทิศทาง
5. ฝาเลื่อนของตู้ชั้นบนสามารถเปิดค้างเพื่อทำงานหรือวางของได้
6. ด้านในของช่องเก็บของฝาเลื่อนมีแผงเจาะรูไว้สำหรับห้อยอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การศึกษาข้อมูลของวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2.5.1 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่เป็นโลหะ

2.5.1.1 คุณสมบัติของเหล็กกล้า (Steel)

เหล็กกล้าคือเหล็กที่ผ่านการเพิ่มธาตุโลหะอื่นๆเข้าไปเพื่อปรับคุณสมบัติของเหล็กเป็นโลหะผสมที่มีปริมาณคาร์บอนประมาณ 0.2-2.04% คาร์บอนเป็นวัสดุผสมที่ลดต้นทุน แต่มีการใช้ธาตุอื่นผสมด้วย เช่น แมงกานีส โครเมียม วานาเดียม ฟอสเฟต คาร์บอน และอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุโลหะเป็นตัวกำหนดคุณภาพทั้งด้าน ความแข็ง การขึ้นรูป การรีด ซึ่งส่งผลกับระดับความตึงของเหล็ก โดยเหล็กกล้าแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิดหลัก คือ

1. เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel) คือ เหล็กกล้าที่เพิ่มธาตุคาร์บอนเข้าไป เพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางกลให้กับเหล็ก
2. เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel) เป็นเหล็กกล้าผสมคาร์บอนไม่เกิน 1.7% และมีธาตุอื่นผสม ซึ่งการผสมธาตุต่างๆ ช่วยปรับคุณสมบัติให้เหมาะสมกับความต้องการ
3. เหล็กกล้าผสมพิเศษ (Special Alloy Steel) เหล็กกล้าผสมพิเศษ เป็นเหล็กกล้าผสมที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อให้เหมาะกับงานเฉพาะ
4. เหล็กอ่อน (Wrought Steel) เป็นเหล็กที่มีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน ไม่เกิน 0.1% และธาตุผสมอื่นๆ ทำให้ได้เหล็กที่มีความบริสุทธิ์สูงถึง 99.9% เมื่อเผาให้ร้อนเหล็กอ่อนนี้จะไม่หลอมละลาย แต่จะอ่อนเปื่อยตีขึ้นรูปได้ง่ายมาก สามารถตีขึ้นเหล็กให้ประสานกันได้ง่าย ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ท่อ หรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องพบกับการเสียดสีสภาพโดยสนิม ข้อต่อรถไฟ โซ่ ขอบเกี่ยว หรือ อุปกรณ์ที่ขึ้นรูปอย่างง่าย
5. เหล็กกล้าหล่อ (Cast Steel) คือ เหล็กกล้าที่นำมาขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อ มีลักษณะรูปร่างซับซ้อนเกินกว่าที่จะทำการตีขึ้นรูป การอัดหรือการรีด ซึ่งวิธีการหล่อนี้จะได้งานที่ขนาดใกล้เคียงกับขนาดที่ต้องการ เหล็กกล้าหล่อนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับเหล็กกล้าที่ผ่านการขึ้นรูป

ด้วยการตี หรือการวัด จะมีส่วนที่แตกต่างกัน คือ ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ที่ผ่านการหล่อจะปรากฏมีรูพรุนเล็กๆ

ข้อดีของเหล็กกล้า

1. มีราคาถูกกว่าโลหะชนิดอื่นทั้งหมด
2. ความต้านทานต่ออุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ
3. ง่ายต่องานประกอบ หรือแปรรูป
4. แข็งแรงกว่าเหล็กกล้าไร้สนิม
5. ความแข็งแรงสูงกว่าเหล็กกล้าไร้สนิม

ข้อเสียของเหล็กกล้า

1. ไม่ทนต่อการกัดกร่อน ขึ้นสนิมได้เมื่อโดนความชื้น
2. เหนียวน้อยกว่าเหล็กกล้าไร้สนิม

2.5.1.2 คุณสมบัติของเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)

เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) หรือ สแตนเลส คือเหล็กที่อยู่กลุ่มที่มีความต้านทานการกัดกร่อนสูง สแตนเลสเป็นโลหะผสมระหว่างเหล็กและคาร์บอน ซึ่งส่วนประกอบจะมีปริมาณคาร์บอนต่ำ มีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลักประมาณ 10.5 % หรือมากกว่าทำให้เกิดการสร้างฟิล์มโครเมียมออกไซด์ (chromium oxide film ด้วย CrO_2) ที่มองไม่เห็น เกาะติดแน่นอยู่ที่ผิวหน้าทำให้เหล็กกล้ามีความต้านทานการกัดกร่อน หากฟิล์มที่ผิวหน้านั้นถูกทำลาย ตัวเหล็กจะสร้างฟิล์มโครเมียมออกไซด์ทดแทนขึ้นมาใหม่ด้วยตัวเอง อีกทั้ง สแตนเลสยังสามารถปรับปรุงคุณสมบัติในการต้านทานการกัดกร่อนและสมบัติอื่นที่ต้องการให้สูงขึ้นได้โดยเพิ่มส่วนผสมของโครเมียมและเพิ่มธาตุอื่นๆ เช่น โมลิบดีนัม นิกเกิลและไนโตรเจนเข้าไป

ข้อดีของเหล็กกล้าไร้สนิม

1. ทนทานต่อการกัดกร่อน
2. ความต้านทานต่ออุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ
3. ง่ายต่องานประกอบ หรือแปรรูป
4. เหนียวกว่าเหล็กกล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


5. รูปทรงและพื้นผิวหลากหลาย สวยงาม
- ข้อเสียของเหล็กกล้าไร้สนิม
6. ราคาแพงกว่าเหล็กกล้า
7. ความแข็งแรงน้อยกว่าเหล็กกล้า
8. ต้องใช้การเชื่อมอาร์กอนเท่านั้น

2.5.1.3 ขนาด และรูปแบบที่มีจำหน่ายของวัสดุเหล็กรูปพรรณ

โดยทั่วไปวัสดุเหล็กรูปพรรณที่ขายจะมี 4 รูปแบบหลักๆคือ เหล็กท่อ เหล็กเพลลา เหล็กแผ่น และเหล็กโปรไฟล์ต่างๆ ซึ่งจะมีรูปแบบเดียวกันทั้งเหล็กกล้าและเหล็กกล้าไร้สนิม

1. เหล็กท่อ

เหล็กท่อคือเหล็กรูปพรรณที่มีลักษณะเป็นท่อกลม เปิดหัวเปิดท้าย มีความหนาต่างๆมากมายขึ้นอยู่กับขนาดของท่อด้วย โดยปกติเหล็กท่อจะมีความยาวเส้นละ 6 เมตร ทั้งท่อกลมและท่อเหลี่ยม



แป๊ปเหลี่ยม Square steel pipes

Size	Wall Thickness	Size	Wall Thickness	Size	Wall Thickness	Size	Wall Thickness
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10 x 10	0.6 - 0.8	42 x 42	1.2 - 6.0	90 x 90	2.5 - 6.0	150 x 150	4.0 - 8.0
12 x 12	0.6 - 0.8	45 x 45	1.2 - 6.0	95 x 95	2.5 - 6.0	160 x 160	4.0 - 8.0
13 x 13	0.6 - 2.0	48 x 48	1.2 - 6.0	100 x 100	2.5 - 6.0	180 x 180	4.0 - 8.0
15 x 15	0.7 - 2.0	50 x 50	1.5 - 6.0	105 x 105	2.5 - 6.0	200 x 200	5.0 - 10.0
16 x 16	0.7 - 2.0	55 x 55	1.5 - 6.0	110 x 110	3.0 - 6.0	220 x 220	8.0 - 25.0
20 x 20	1.0 - 3.0	60 x 60	1.5 - 6.0	115 x 115	3.0 - 6.0	250 x 250	8.0 - 25.0
25 x 25	1.0 - 3.0	65 x 65	2.0 - 6.0	120 x 120	3.0 - 6.0	280 x 280	8.0 - 25.0
30 x 30	1.2 - 4.0	70 x 70	2.0 - 6.0	125 x 125	3.0 - 6.0	300 x 300	8.0 - 25.0
35 x 35	1.0 - 4.0	75 x 75	2.0 - 6.0	130 x 130	3.0 - 6.0	350 x 350	8.0 - 25.0
38 x 38	1.0 - 5.0	80 x 80	2.5 - 6.0	135 x 135	4.0 - 14.0	400 x 400	8.0 - 25.0
40 x 40	1.0 - 6.0	85 x 85	2.5 - 6.0	140 x 140	4.0 - 8.0	450 x 450	8.0 - 25.0

รูปที่ 2.5.1 : ตารางขนาดท่อเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ที่มา: <http://www.cn-scaffolding.com.2559>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป๊ปแบน Steel Rectangular Pipes

Size	Wall Thickness	Size	Wall Thickness	Size	Wall Thickness	Size	Wall Thickness
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
20 x 10	0.7-2.0	80 x 25	1.2 - 6.0	120 x 30	2.0 - 6.0	150 x 30	2.0 - 6.0
20 x 14	0.7 - 2.0	80 x 30	1.2 - 6.0	120 x 40	2.0 - 6.0	150 x 40	2.0 - 6.0
20 x 15	0.7 - 2.0	80 x 40	1.2 - 6.0	120 x 50	2.0 - 6.0	150 x 50	2.0 - 6.0
26 x 13	0.7 - 2.0	80 x 50	2.0 - 6.0	120 x 60	2.0 - 6.0	150 x 60	2.0 - 6.0
30 x 10	0.7 - 2.0	80 x 60	2.0 - 6.0	120 x 70	2.0 - 6.0	150 x 70	2.0 - 6.0
30 x 15	0.7 - 2.0	80 x 70	2.0 - 6.0	120 x 80	2.0 - 6.0	150 x 80	2.0 - 6.0
30 x 20	0.8 - 2.0	90 x 25	1.2 - 6.0	120 x 90	2.0 - 6.0	150 x 90	2.0 - 6.0
40 x 10	0.8 - 2.0	90 x 30	1.2 - 6.0	120 x 100	2.0 - 6.0	150 x 100	2.0 - 6.0
40 x 15	1.0 - 2.0	90 x 40	2.0 - 6.0	120 x 110	2.0 - 6.0	150 x 110	2.0-6.0
40 x 20	1.0 - 2.5	90 x 50	2.0 - 6.0	120 x 130	4.0 - 6.0	150 x 250	3.0 - 12.0
40 x 25	1.0 - 2.5	90 x 60	2.0 - 6.0	120 x 140	4.0 - 6.0	150 x 300	3.0 - 12.0
40 x 30	1.0 - 2.5	90 x 70	2.0 - 6.0	120 x 200	4.0 - 6.0	160 x 40	2.0 - 6.0
50 x 11	1.0 - 2.0	90 x 80	2.0 - 6.0	130 x 30	2.0 - 6.0	160 x 50	2.0 - 6.0
50 x 15	1.0 - 3.0	100 x 25	2.0 - 6.0	130 x 40	2.0 - 6.0	160 x 60	2.0 - 6.0
50 x 20	1.0 - 3.0	100 x 30	2.0 - 6.0	130 x 50	2.0-6.0	160 x 70	2.0 - 6.0

รูปที่ 2.5.2 : ตารางขนาดท่อเหล็กสี่เหลี่ยม

ที่มา: <http://www.cn-scaffolding.com.2559>.

ท่อกลมผิวดำ Black Steel Pipes

Out Diameter		Wall Thickness	Length
Inch	mm	mm	meter
1/2"	21.3mm	0.6mm-3.0mm	0.3m-12m
3/4"	26.9mm	0.6mm-3.0mm	0.3m-12m
1"	33.4mm	1.0mm-3.0mm	0.3m-12m
1-1/4"	42.3mm	1.0mm-4.0mm	0.3m-12m
1-1/2"	48.3mm	1.0mm-4.0mm	0.3m-12m
2"	60.3mm	1.5mm-4.0mm	0.3m-12m
2-1/2"	76.1mm	1.5mm-4.0mm	0.3m-12m
3"	88.9mm	1.5mm-9.5mm	0.3m-12m
4"	114.3mm	2.0mm-9.5mm	0.3m-12m
5"	141.3mm	3.0mm-9.5mm	0.3m-12m
6"	168.3mm	3.0mm-12.0mm	1.0m-12.0m
8"	219.1mm	3.2mm-12.0mm	1.0m-12.0m
10"	273mm	3.2mm-12.0mm	1.0m-12.0m
12"	323.8mm	6.0mm-15.0mm	1.0m-12.0m
14"	355.6mm	8.0mm-15.0mm	1.0m-12.0m
16"	406.4mm	8.0mm-20.0mm	1.0m-12.0m

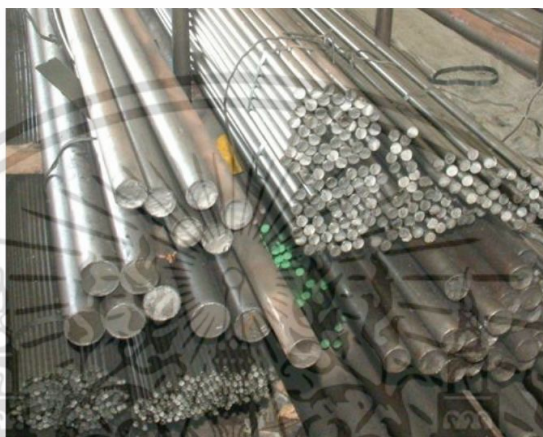
รูปที่ 2.5.3 : ตารางขนาดท่อเหล็กกลม

ที่มา: <http://www.cn-scaffolding.com.2559>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เหล็กเพลลา

เหล็กเพลลาคือเหล็กรูปพรรณที่มีลักษณะเป็นแท่งกลมตัน หรือก้านตัน ความยาวยกเส้นจะประมาณ 4-6 เมตรเช่นเดียวกับเหล็กท่อน แต่ตอนที่ขายจะสามารถตัดแยกขายตามความยาวต่างๆที่ต้องการได้ ขนาดของเหล็กเพลลาจะนับที่เส้นผ่านศูนย์กลางหน่วยเป็นมิลลิเมตร



รูปที่ 2.5.4 : เหล็กเพลลากลมหลายขนาด

3. เหล็กแผ่น

เหล็กแผ่นคือเหล็กรูปพรรณที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบนมีความหนาต่างๆ เป็นหน่วยมิลลิเมตร เริ่มจากความหนา 0.8 , 1.0 , 1.2 , 1.5 , 2.0 เป็นต้น โดยปกติเหล็กแผ่นจะมีขนาดกว้าง 1200 มิลลิเมตร ยาว 2400 มิลลิเมตร สามารถแบ่งขายได้แล้วแต่ร้าน



รูปที่ 2.5.5 : เหล็กแผ่นที่มีวางจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เหล็กโปรไฟล์

เหล็กโปรไฟล์คือเหล็กรูปพรรณที่มีลักษณะเป็นโปรไฟล์ต่างๆตามสั่ง แต่ก็มีโปรไฟล์มาตรฐานที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอยู่แล้วเช่น C-Beam , I-Beam และ H-Beam



รูปที่ 2.5.6 : เหล็ก I-BEAM

2.5.2 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่เป็นพลาสติก

2.5.2.1 โพลีเอทิลีน (Polyethylene , PE)

PE เป็นพลาสติกทึบแสง แข็งแรง เหนียว ทนต่อแรงกระแทกได้ดี ทำให้มีสีสนสวยงามได้ ริโซเคิลได้ ไม่ทนสารเคมีและน้ำมัน ส่วนใหญ่นิยมนำมาทำเป็นภาชนะสิ้นเปลืองเช่น ขวดน้ำยาปรับผ้านุ่ม แกลลอนต่างๆ ถังขยะ ชิ้นส่วนพลาสติกทั่วไปก็นิยมใช้ PE เนื่องจากมีราคาถูก

2.5.2.2 โพลีโพรพิลีน (Polypropylene , PP)

PP เป็นพลาสติกโปร่งแสง แข็งแรง เหนียว ทนต่อแรงกระแทกได้ดี ทนต่อสารเคมี ความร้อนและน้ำมัน ทำให้มีสีสนสวยงามได้ ริโซเคิลได้ ส่วนใหญ่นิยมนำมาทำภาชนะบรรจุอาหาร เช่น กล่อง ขาม จาน ถัง ตะกร้าหรือกระบอสำหรับใส่น้ำแช่เย็น

2.5.2.3 อะคริโลไนไตรล์บิวทาไดอีนสไตรีน (acrylonitrile-butadiene-styrene , ABS)

ABS เป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติเด่นในการทนแรงกระแทกได้ดี มีความมันเงาที่ผิว ทนความร้อน แข็งแรง และทนต่อสารเคมีได้ดี ริโซเคิลได้ นิยมไปใช้ในด้านงานฉีดเข้าแบบที่มีรายละเอียดสูง เช่น ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนยานยนต์ เครื่องใช้ในครัวเรือน ของเด็กเล่น เป็นต้น ในปัจจุบันมีพลาสติกชนิดนี้ให้เลือกใช้ในครัวเรือนหรือส่วนใหญ่

2.5.2.4 โพลียูรีเทน (Polyurethane, PU)

PU เป็นพลาสติกที่มีความแข็งให้เลือกตั้งแต่แข็งมาก จนถึงอ่อนนิ่ม มีความทนทานต่อการเสียดสี ทนทานต่อแรงกระแทกสูง มีอัตราการคืนตัวสูง ทนทานต่อน้ำมัน จารบี และสารเคมี ไม่นิยมนำไปรีไซเคิลเพราะเกิดการเสื่อมสภาพของตัววัสดุ นิยมไปใช้เป็นอย่างกันกระแทก ยางล้อตามจับอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น

2.5.3 ข้อมูลเกี่ยวกับอะไหล่สำหรับใช้ประกอบการผลิตชิ้นงาน

2.5.3.1 ลูกล้อรถเข็น (Trolley Wheels)

ลูกล้อรถเข็น คืออุปกรณ์ที่ทำการติดตั้งเพื่อให้รถเข็นเคลื่อนที่ได้ง่าย เลี้ยวได้ เบรคห้ามล้อได้ การเลือกชนิดล้อต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน สถานที่ ล้อแต่ละชนิดก็จะถูกผลิตมาสองแบบ คือล้อเป็น กับล้อตาย ซึ่งล้อเป็น คือล้อที่สามารถหมุนได้อย่างอิสระไปทุกทิศทาง เลี้ยวได้ ชนิดที่มีเบรคห้ามล้อก็จะห้ามล้อที่ล้อนี้ และล้อตาย คือล้อที่ถูกกำหนดทิศทางไว้แล้ว หมุนเลี้ยวซ้ายขวาไม่ได้ โดยลูกล้อรถเข็นจะแบ่งได้หลายประเภทตามวัสดุหน้าสัมผัสพื้น ดังนี้

1. **ล้อยาง** ข้อดีของล้อยาง คือ เขินง่าย พื้นไม่เป็นรอย ที่สำคัญคือราคาไม่แพง ล้อยางจึงเป็นล้อที่นิยมใช้กันมากที่สุด ทั้งในห้างสรรพสินค้าและโรงพยาบาล เหมาะสำหรับพื้นกระเบื้อง พื้นกระเบื้องเซรามิค พื้นหินอ่อน พื้นไม้ และพื้นคอนกรีต ราคาถูกที่สุด ข้อเสียของล้อยาง คือ สามารถรับน้ำหนักได้น้อยกว่าวัสดุอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5.7 : ล้อยาง

ที่มา: <http://www.jenbunjerd.com.2559>.

2. **ล้อเหล็ก** เป็นล้อที่มีความทนทานที่สุดในทุกวัสดุ เหมาะกับงานที่อยู่กลางแจ้ง งานที่มีอุณหภูมิสูง หรืองานกลางแจ้ง เพราะเหล็กอาจทำให้พื้นเป็นรอย ในปัจจุบันลูกล้อประเภทนี้จะขึ้นสนิมได้ยาก เพราะส่วนที่เป็นเหล็กจะถูกชุบสังกะสี ซึ่งเป็นสารเคลือบกันสนิม

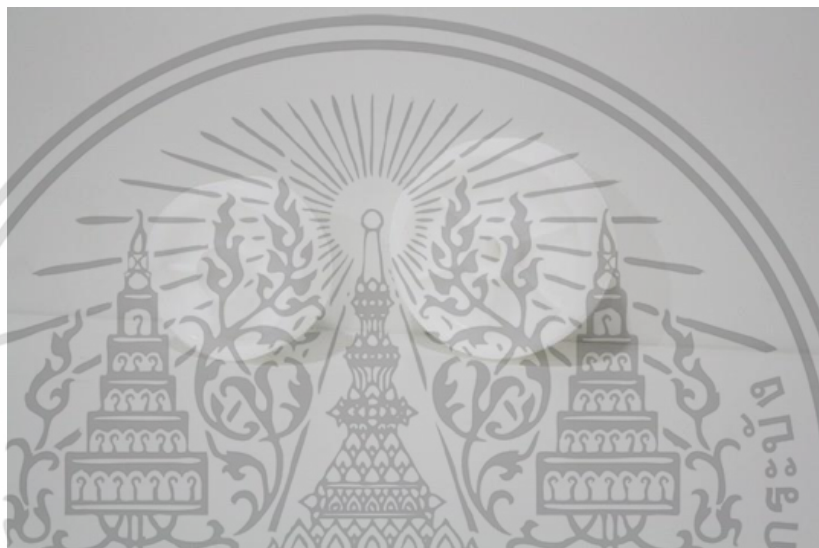


รูปที่ 2.5.8 : ล้อเหล็ก

ที่มา: <http://www.jenbunjerd.com.2559>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **ล๊อโนลอน** ข้อดีของล๊อโนลอน คือ ไม่ทำให้พื้นเป็นรอย รับน้ำหนักได้มาก กันน้ำได้ และมีความสวยงาม สีขาว ล๊อโนลอนจึงเหมาะจะใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์และทำเรือต่างๆ เหมาะสำหรับพื้นกระเบื้อง พื้นกระเบื้องเซรามิก พื้นพรม พื้นยางมะตุม และพื้นคอนกรีต ข้อเสียของล๊อโนลอน คือ ราคาจะค่อนข้างสูง



รูปที่ 2.5.9 : ล๊อโนลอน

ที่มา: <http://www.jenbunjerd.com.2559>.

4. **ล้อยูรีเทน** ข้อดีของล้อยูรีเทน คือ ไม่ทำให้พื้นเป็นรอย มีความทนทานต่อแรงกระแทก น้ำมัน และสารเคมี รับน้ำหนักได้มาก ทนต่ออุณหภูมิที่สูงมากและต่ำมาก เป็นล้อยที่มีคุณสมบัติครบครัน เหมาะสำหรับพื้นกระเบื้อง พื้นกระเบื้องเซรามิก พื้นหินอ่อน พื้นไม้ และพื้นคอนกรีต ข้อเสียเพียงอย่างเดียวของล้อยูรีเทน คือ มีราคาแพงที่สุด



รูปที่ 2.5.10 : ล้อยูรีเทน

ที่มา: <http://www.jenbunjerd.com.2559>.

2.5.3.2 ตัวล็อกสแตนเลส (Stainless Snap Lock)

ตัวล็อกสแตนเลสถูกออกแบบและผลิตขึ้นมาเพื่อเป็นตัวยึดจับสิ่งต่างๆให้แน่นโดยการล็อกเข้ากับวัสดุต่างๆ เช่น ไม้ สแตนเลส หรือพลาสติก มีขั้นตอนการผลิตด้วยการปั๊มขึ้นรูปและนำมาประกอบพร้อมขัดผิวตัวล็อกให้สวยงาม

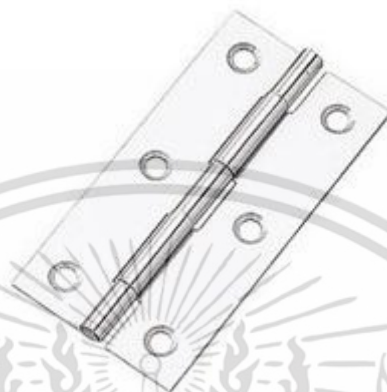


รูปที่ 2.5.11 : แสดงภาพตัวล็อกสแตนเลส

ที่มา: <http://www.siamsakorn.com.2559>.

2.5.3.3 บานพับแบน (Butt hinges)

สามารถเปิดกว้างรอบตัว(180 องศา) ทำจากเหล็กหรือเหล็กผสม สังกะสี และอะลูมิเนียมผสม



รูปที่ 2.5.12 : แสดงภาพบานพับแบน

ที่มา: www.takigen.co.th.2559

2.5.3.4 รางเลื่อนลิ้นชักระบบลูกปืน (Ball Bearing Drawer Runners)

หลักในการเลื่อนของรางเลื่อนขึ้นอยู่กับลูกปืนที่อยู่ภายในรางเลื่อนที่จะทำให้รางลิ้นชักเคลื่อนออกมาได้อย่างนุ่มนวล รางลิ้นชักประเภทนี้บางรุ่นสามารถถอดประกอบได้โดยโครงสร้างของรางหรือการปลดรางด้วยกระเดื่อง และมีอุปกรณ์คลิปสำหรับติดตั้งที่ช่วยยึดลิ้นชักเข้ากับรางลิ้นชัก ซึ่งจะสามารถปลดออกได้ โดยมีสองประเภทหลักตามระยะการเลื่อนคือ

1. รางเลื่อนเดี่ยว (Single extension)

เป็นรางเลื่อนที่มีส่วนประกอบแค่สองชิ้น ทำให้เมื่อเลื่อนออกมาจะเลื่อนได้ไม่สุดระยะแบบรางเลื่อนคู่ แต่จะมีน้ำหนักที่เบากว่า และราคาถูกกว่า

2. รางเลื่อนคู่ (Full Extension drawer runner)

เป็นรางเลื่อนที่มีส่วนประกอบสามชิ้นในตัวทำให้สามารถเลื่อนได้สุดระยะติดตั้ง โดยจะมีชุดลูกปืนสองชุดในตัว และใช้ชิ้นส่วนรางส่วนกลางเป็นส่วนเกี่ยวยึดเมื่อยืดออกมาสุดระยะ



รูปที่ 2.5.13 : แสดงภาพรางเลื่อนลิ้นชักระบบลูกปืน

ที่มา: <https://www.hafele.com/th.2559>.



รูปที่ 2.5.14 : แสดงภาพการถอดรางเลื่อนลิ้นชัก

ที่มา: <https://www.hafele.com/th.2559>.

บทที่ 3

การพัฒนางานออกแบบ

การออกแบบตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งสำหรับทีมแข่งรถสูตรนักเรียนนั้น ได้นำทสรูปข้อมูลที่ได้จากบทที่ 2 เพื่อเข้าสู่ออกแบบและวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

3.1 ความต้องการและขอบเขตในการออกแบบ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลในบทที่ 2 พบว่ามีข้อกำหนดและขอบเขตในการออกแบบดังนี้

1. ชุดตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งสำหรับรถสูตรนักเรียน
2. ชุดตู้เก็บเครื่องมือต้องอำนวยความสะดวกทีมแข่งรถโดยต้องสามารถเข้าถึงการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ภายในตู้ได้พร้อมกันทุกส่วน
3. ออกแบบตำแหน่งการจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์ให้เหมาะสมต่อการใช้งาน
4. โครงสร้างมีความแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักเครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมดได้
5. อุปกรณ์ต้องทำให้สุนัขจำที่ยืนทั้ง 4 ขา ที่ถูกต้องได้
6. ชุดตู้เก็บเครื่องมือต้องสามารถครอบคลุมถึงการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ของทีมอื่นได้
7. ชุดตู้เก็บเครื่องมือต้องกระทัดรัด ลดพื้นที่สูญเสียเปล่าให้ได้มากที่สุด
8. ชุดตู้เก็บเครื่องมือต้องเคลื่อนย้ายได้ง่าย โดยใช้เพียง 1-2 คนในการขนย้าย
9. ชุดตู้เก็บเครื่องมือมีความปลอดภัย สะดวกต่อการดูแลรักษา

จากข้อกำหนดข้างต้น จึงใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดรูปแบบและวิธีใช้งาน เพื่อพัฒนาเป็นแบบร่างและสรุปเป็นแบบสุดท้ายต่อไป

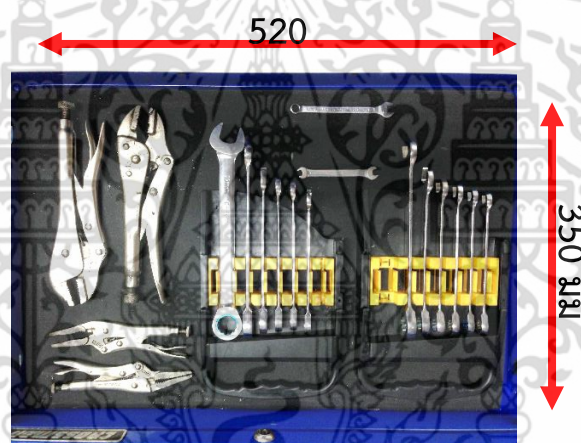
3.2 การวิเคราะห์รูปแบบการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 จำแนกตามการใช้งาน

การวิเคราะห์รูปแบบการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ วิเคราะห์จากความถี่การใช้งานจริง จากพฤติกรรมการซ่อมบำรุง และพฤติกรรมการสร้างชิ้นงานของกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งเครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1.1 กลุ่มเครื่องมือที่ใช้งานเป็นประจำ

คือเครื่องมือจำพวกประแจปากตาย ประแจแหวน ประแจแอล ประแจล็อก ไขควง เป็นต้น ซึ่งเครื่องมือกลุ่มนี้จะมีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา



ชั้นที่ 1 น้ำหนักรวม 3,188

รูปที่ 3.2.1 : แสดงการจัดเครื่องมือกลุ่มที่ใช้งานเป็นประจำ

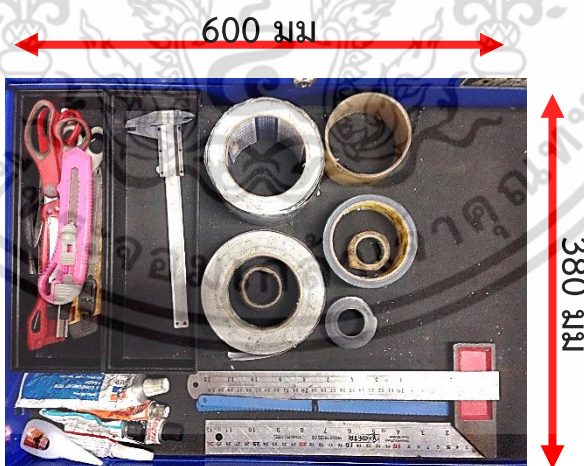


ชั้นที่ 2 น้ำหนักรวม 2,866 กรัม

รูปที่ 3.2.2 : แสดงการจัดเครื่องมือกลุ่มที่ใช้งานเป็นประจำ(ต่อ)

3.2.1.2 กลุ่มเครื่องมือจิปาฐะ

คือกลุ่มเครื่องมือที่ไม่เร่งรีบในการใช้งาน เช่นเครื่องมือวัดชนิดต่างๆ และอุปกรณ์สิ้นเปลืองเช่น เทปกาว เคเบิลไทร์ เทปพันสายไฟ กาวร้อน เป็นต้น



สูง 55 มม น้ำหนักรวม 2,608 กรัม

รูปที่ 3.2.3 : แสดงการจัดเครื่องมือกลุ่มที่ใช้งานจิปาฐะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.3 กลุ่มเครื่องมือใช้เฉพาะงาน

คือกลุ่มเครื่องมือที่ใช้เฉพาะเจาะจงบนตัวรถ เช่น คีมหุบ คีมถ่าง ใช้สำหรับถอดก๊ีบล้อคขึ้นส่วนต่างๆบนรถ เครื่องมือกลุ่มนี้มีขนาดเล็ก และเบาเช่นเดียวกับกลุ่มเครื่องมือที่ใช้งานประจำ



รูปที่ 3.2.4 : แสดงการจัดเครื่องมือกลุ่มที่ใช้เฉพาะงาน

3.2.1.4 กลุ่มเครื่องมือน้ำหนักมาก

คือกลุ่มเครื่องมือที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก เช่น อุปกรณ์จับยึด ซีแคลมป์ เอฟแคลมป์ ค้อนเหล็ก ค้อนยาง ตะไบ เลื่อย เป็นต้น



รูปที่ 3.2.5 : แสดงการจัดเครื่องมือกลุ่มที่มีน้ำหนักมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

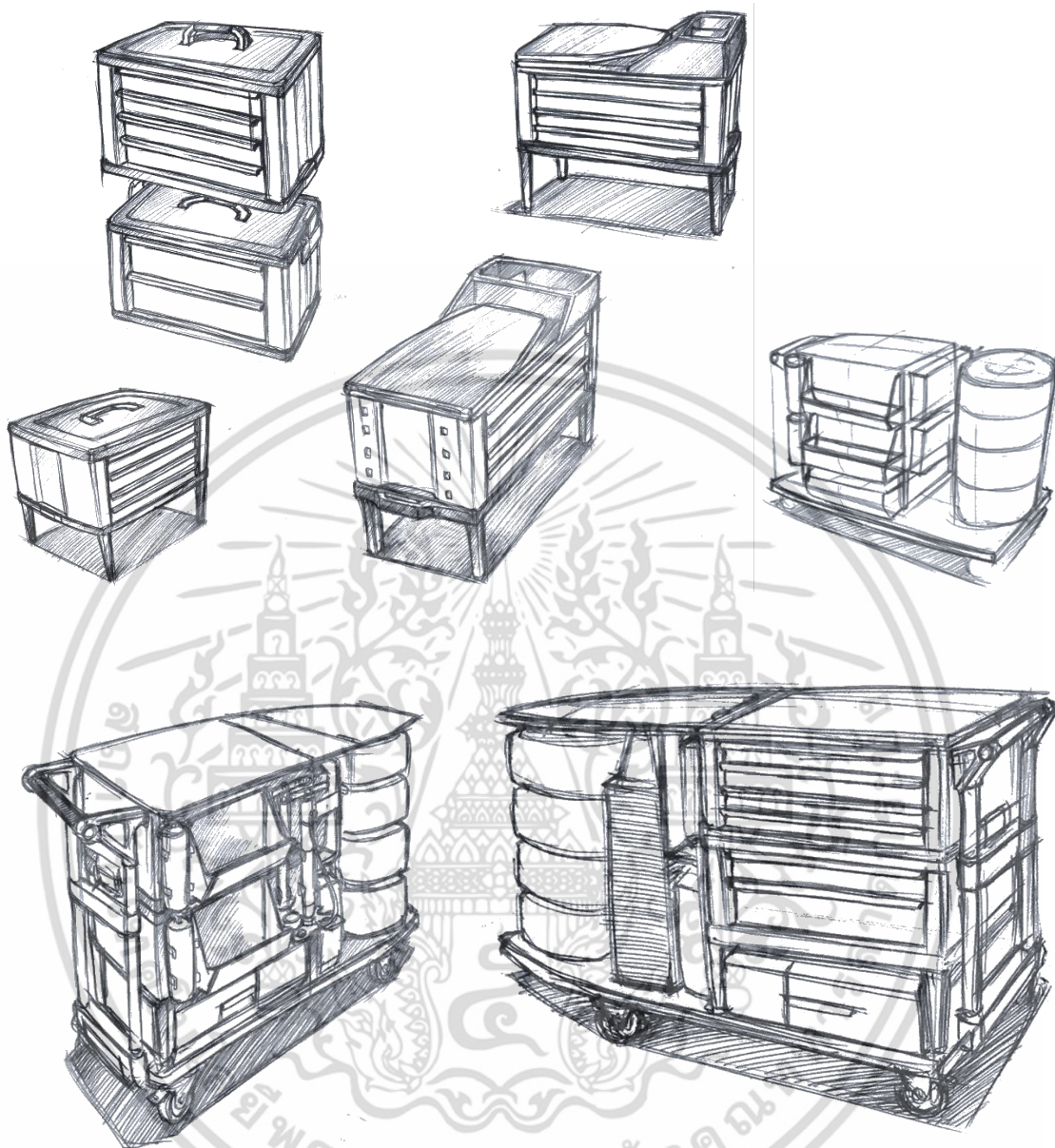
3.2.1.5 กลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้า

เป็นกลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งมีสายและไร้สาย เช่นสว่านมือ เลื่อยจิ๊กซอว์ เครื่องเป่าลมร้อน เจียร์มือ เป็นต้น



รูปที่ 3.2.6 : แสดงการจัดเครื่องมืองุ่มที่ใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



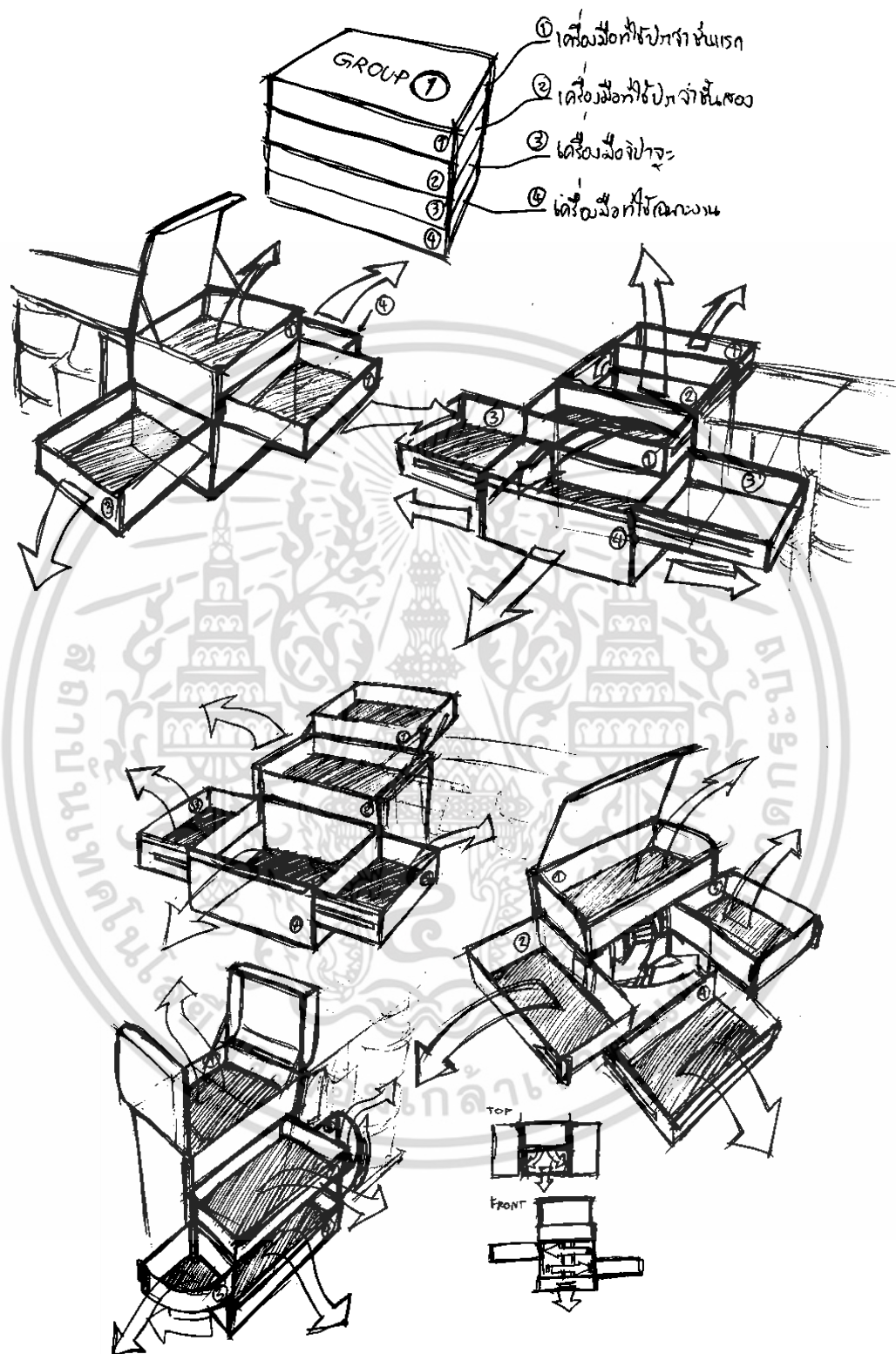
รูปที่ 3.4.3 : แสดงภาพแบบร่างแนวคิดผลิตภัณฑ์โดยลงรายละเอียดเกี่ยวกับชุดตู้เก็บเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การพัฒนาแบบร่าง

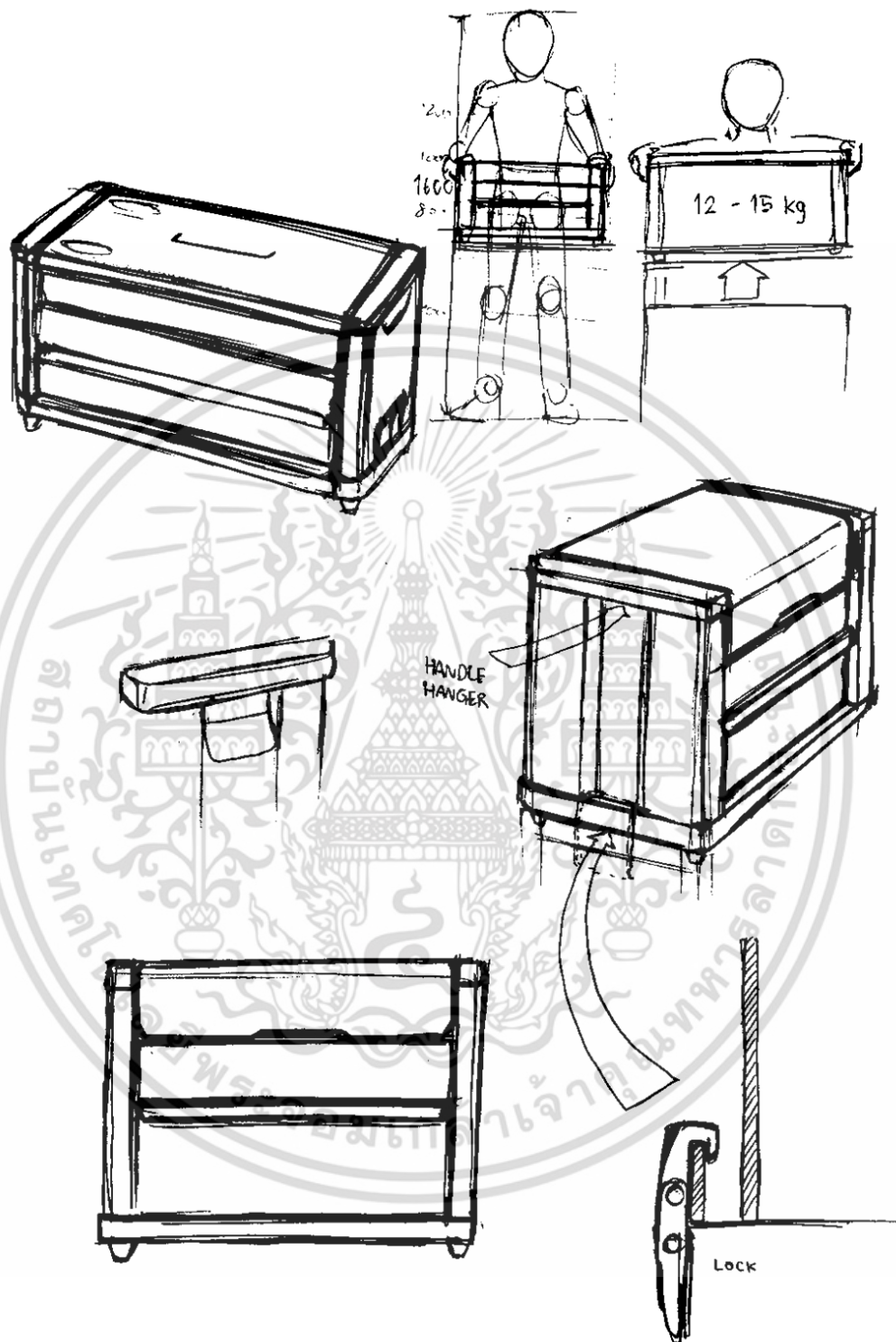
จากแบบร่างการออกแบบผลิตภัณฑ์เบื้องต้น พบว่าชุดตู้เก็บเครื่องมือยังไม่ตอบโจทย์การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เท่าที่ควร จึงทำให้ยังดึงประสิทธิภาพออกมาอย่างไม่เต็มที่โดยจำแนกได้ดังนี้

1. การใช้งานอย่างหนึ่งต้องปิดแล้วเสียอีกอย่างหนึ่งไป เช่นการใช้งานผิวโต๊ะทำงาน ที่ติดอยู่กับด้านบนของตู้เก็บเครื่องมือชั้นบน เมื่อยกออกทำให้เสียพื้นที่ในการทำงานไป การวางตำแหน่งยาง
2. การใช้งานอะไหล่และอุปกรณ์ มีความยากลำบาก เช่น การนำยางออกจากที่เก็บในแนวตั้ง
3. การจัดวางที่ไม่ได้คำนึงถึงน้ำหนัก ทำให้ตัวรถขาดความสมดุล
4. การจัดวางอุปกรณ์ด้านนอกตัวรถ ทำให้เคลื่อนย้ายลำบาก เมื่อกระแทกอาจตกหล่นได้
5. การถอดประกอบโครงสร้างทำให้วุ่นวาย ไม่จำเป็นต่อการใช้งานขณะแข่งขัน ซึ่งในขณะนั้นตู้เก็บเครื่องมือจะประจำการอยู่ตลอดไม่ได้เคลื่อนย้าย การออกแบบให้โครงสร้างพับได้ถึงอาจเป็นอุปสรรคต่อการเข้าถึงเครื่องมือและอุปกรณ์แทน



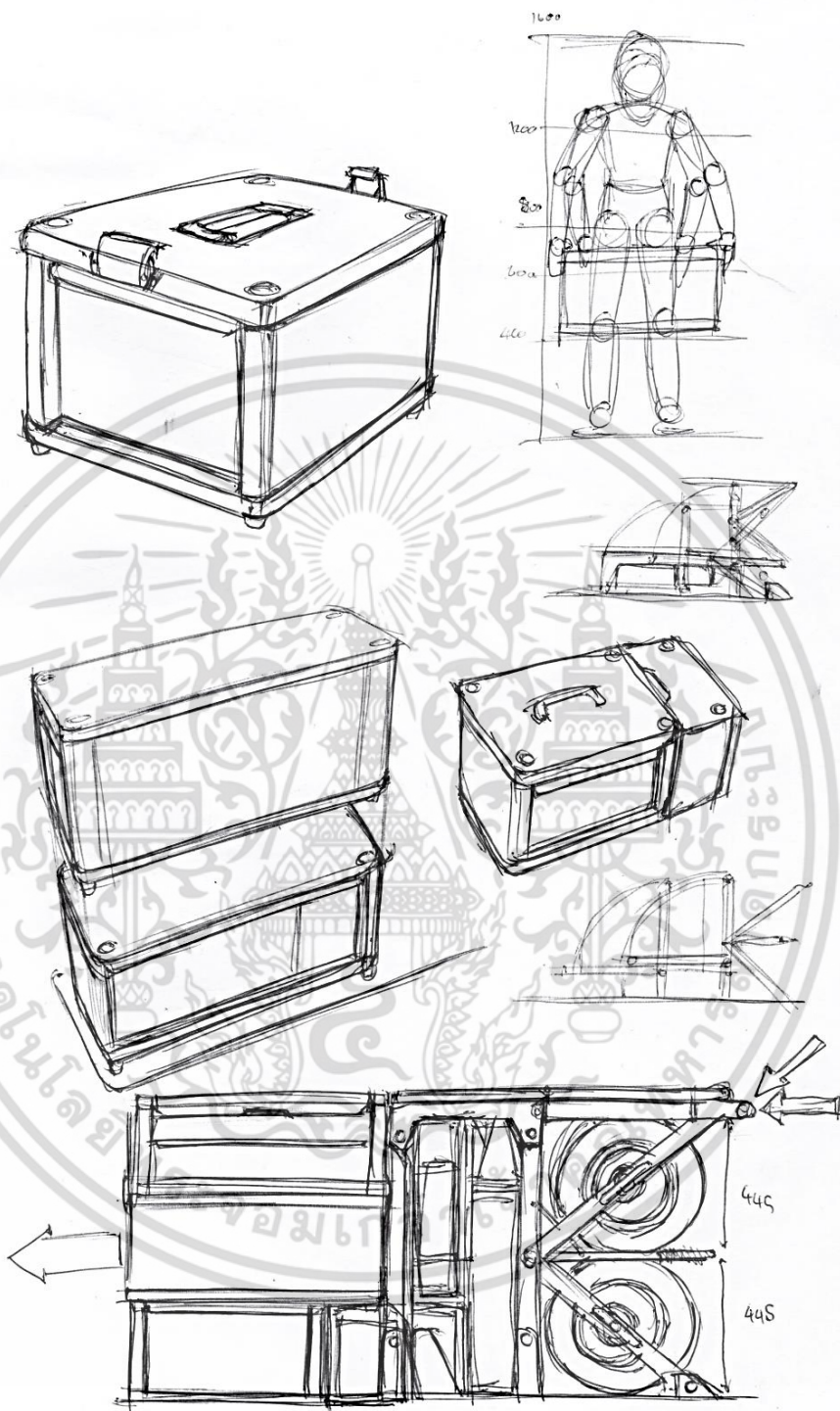
รูปที่ 3.5.1 : แสดงการพัฒนาแบบร่างโดยวิเคราะห์การใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมกันทุกชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



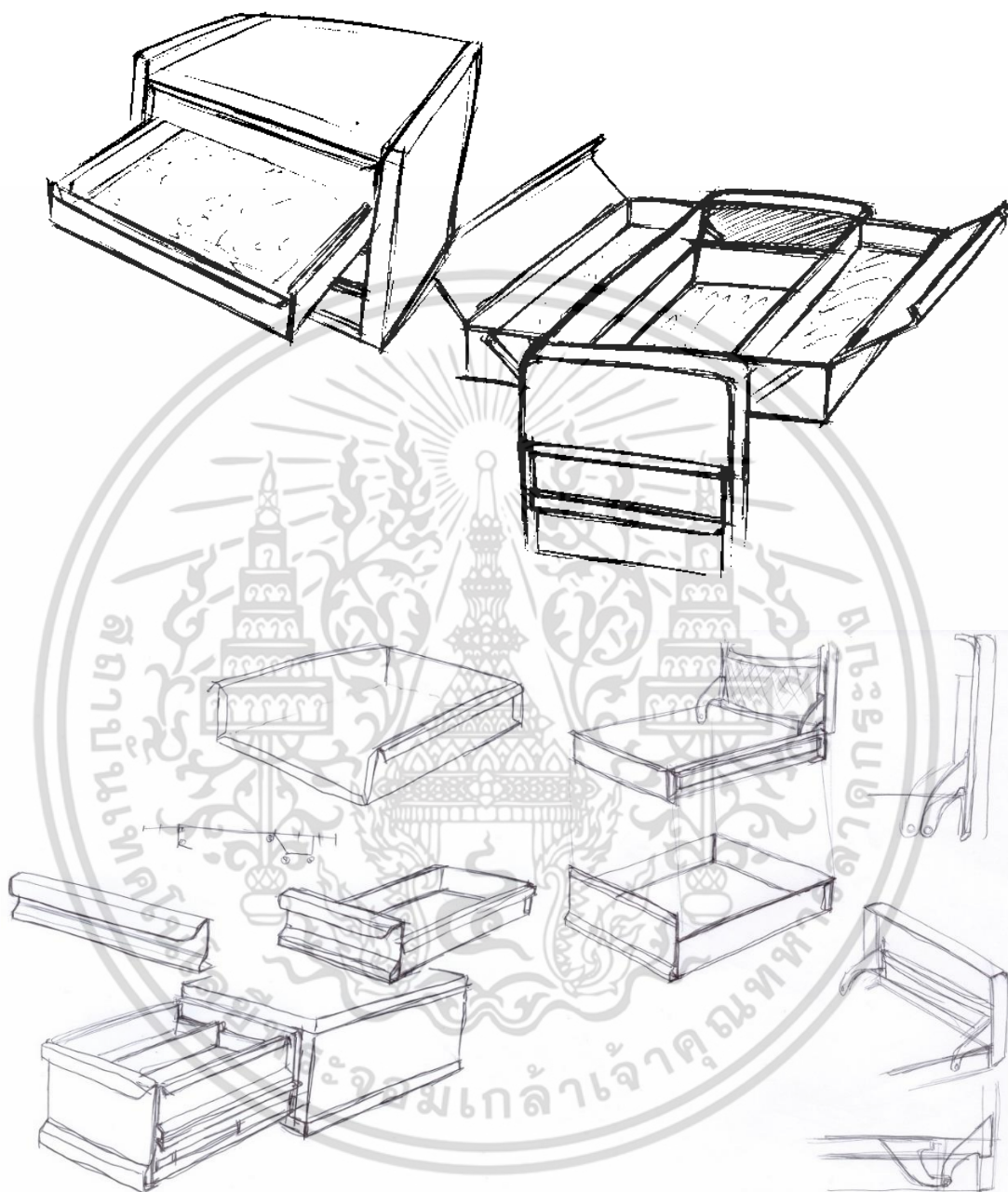
รูปที่ 3.5.2 : แสดงการพัฒนาแบบร่างโดยลงรายละเอียดเกี่ยวกับการยึด การถือ และการถอดประกอบของชุดตู้ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2.1.1 : แสดงการพัฒนาแบบร่างโดยลงรายละเอียดเกี่ยวกับการยึด การถือ และการถอดประกอบของชุดตู้
ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5.3 : แสดงการพัฒนาแบบร่างโดยลงรายละเอียดเกี่ยวกับการพับลิ้นชัก บานพับฝา

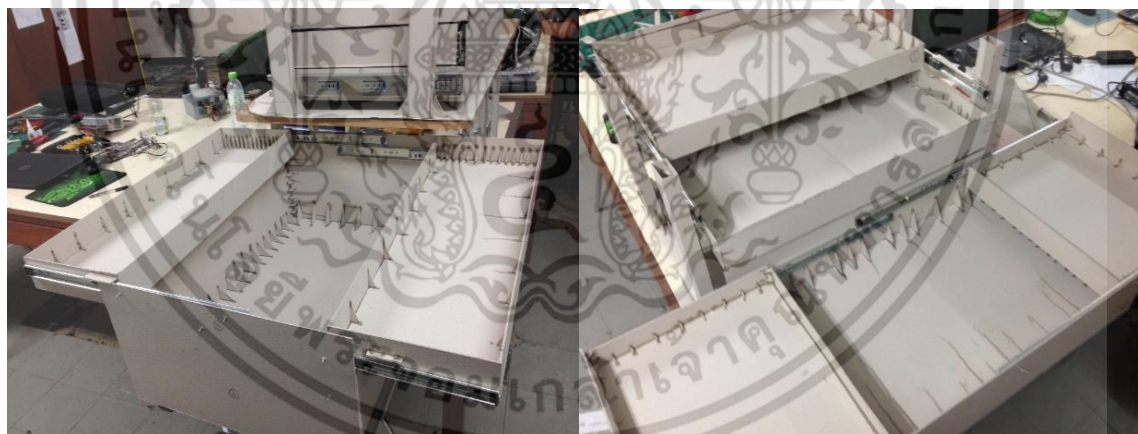
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การทำหุ่นจำลอง 1:1 (Study Model) เพื่อการทดลองและศึกษา

จากการพัฒนาแบบร่างเรื่องการเข้าถึงเครื่องมือที่ไม่สะดวก จึงจัดทำหุ่นจำลองเพื่อการศึกษา เพื่อทำการทดลองเรื่องการใช้งานตู้เก็บเครื่องมือ โดยใช้รางเลื่อนจริงประกอบกับหุ่นจำลองจากกระดาษ



รูปที่ 3.6.1 : แสดงหุ่นจำลองมาจากราส่วน 1:1 โดยใช้รางเลื่อนจริงเป็นส่วนประกอบ



รูปที่ 3.6.2 แสดงหุ่นจำลองมาตราส่วน 1:1 ขณะกางเพื่อใช้งานลิ้นชักเครื่องมือพร้อมกันทุกชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



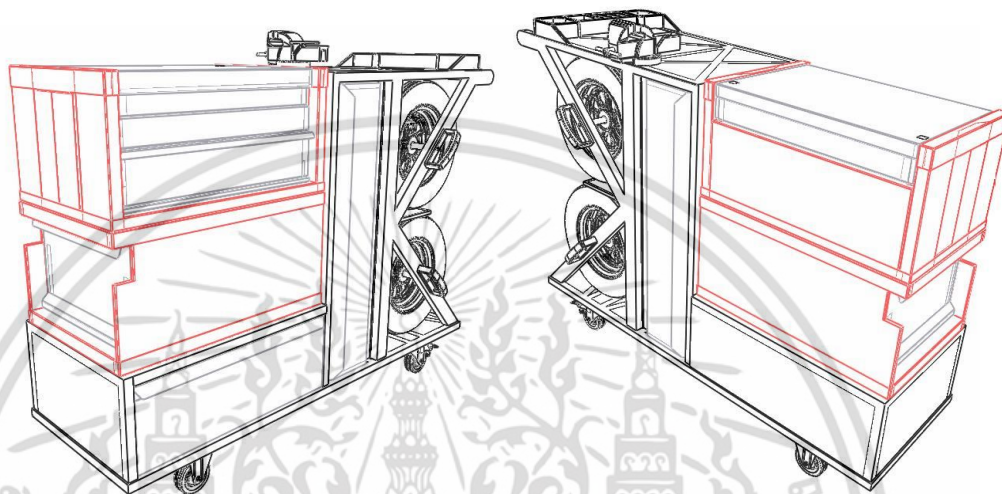
รูปที่ 3.6.3 : แสดงหุ่นจำลองมาตรฐาน 1:1 ขณะกางพร้อมใส่เครื่องมือเพื่อตรวจสอบฟังก์ชันการใช้งาน

จากการทดลองด้วยหุ่นจำลองเพื่อการศึกษาพบว่าลิ้นชักเก็บเครื่องมือสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเข้าถึงเครื่องมือได้พร้อมกันทุกชั้นในเวลาเดียวกัน และตำแหน่งของลิ้นชักเครื่องมือมีความสมดุล ไม่คว่ำหรือเสียสมดุล

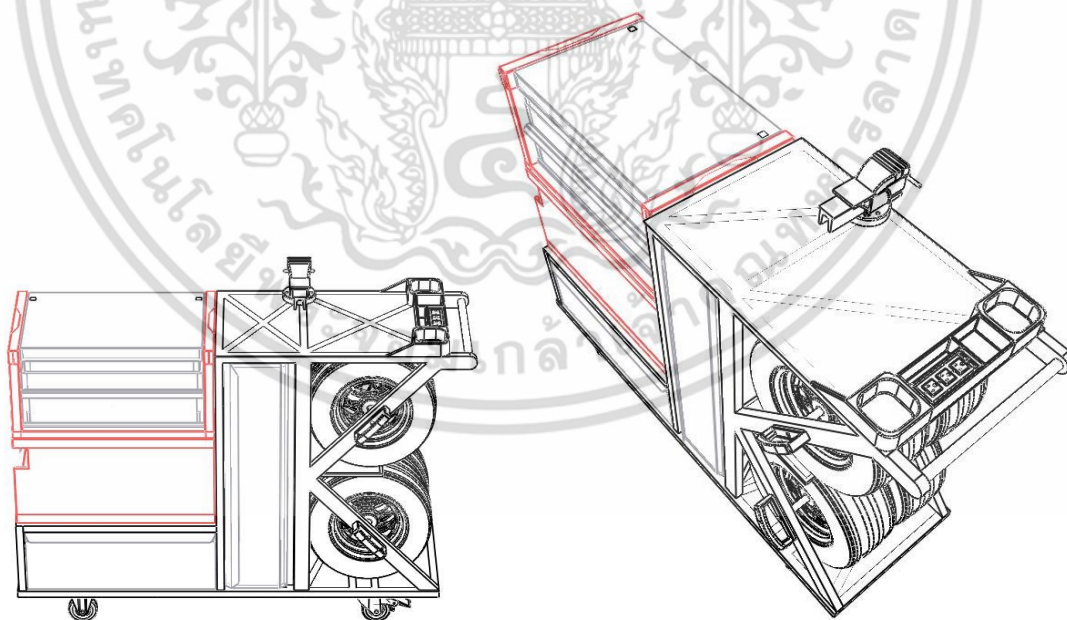
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การสรุปแบบสุดท้าย

ทำการสรุปแบบสุดท้ายโดยการทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Solidworks เพื่อเตรียมการผลิตชิ้นงานจริง

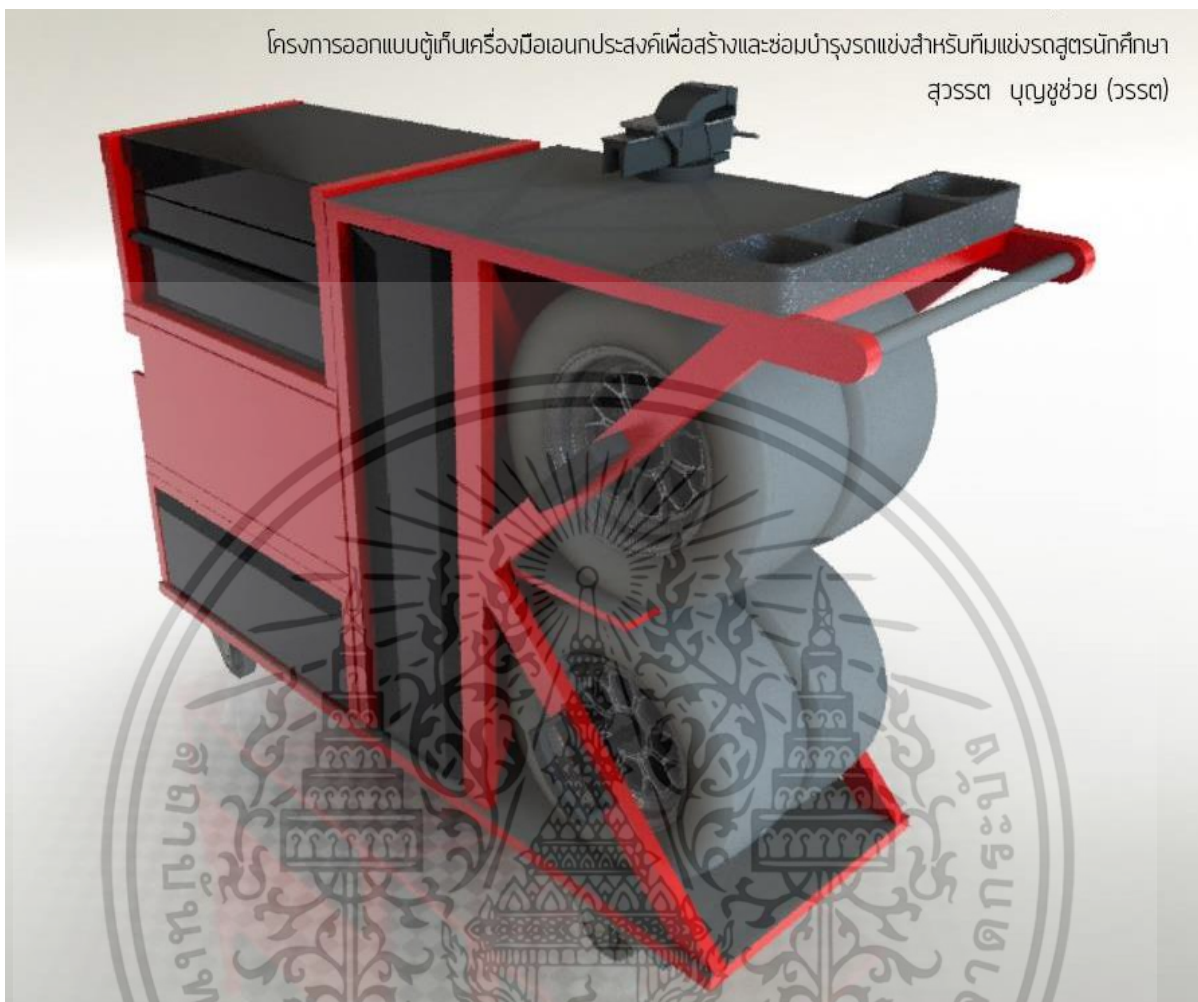


รูปที่ 3.7.1 : แสดงภาพแบบสุดท้ายที่ทำโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มุมมองเฉียงซ้ายและเฉียงขวา



รูปที่ 3.7.2 : แสดงภาพแบบสุดท้ายที่ทำโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มุมมองเห็นด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7.3 : แสดงภาพแบบสุดท้ายที่ลงสีโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

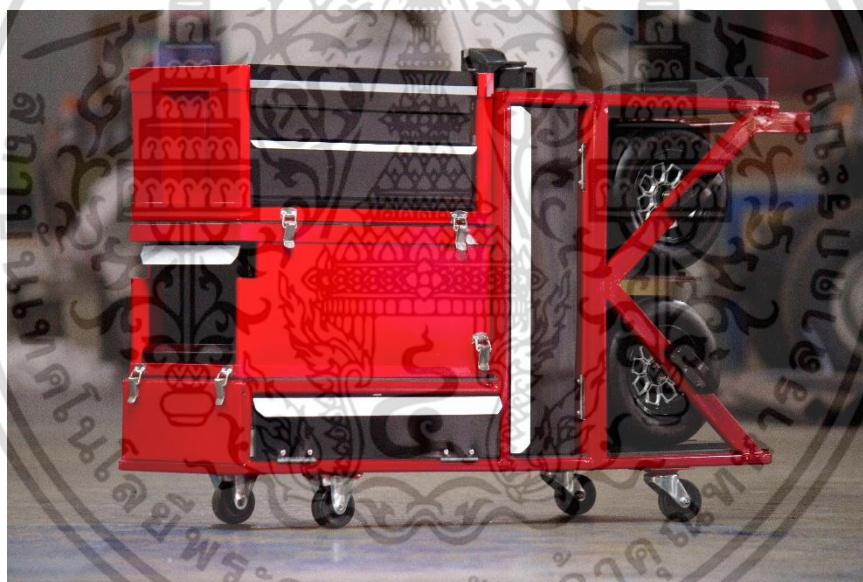
บทที่ 4

การนำเสนอผลงานการออกแบบ

โครงการออกแบบตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งสำหรับทีมแข่งรถ สโมสรนักศึกษาจากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งที่กล่าวมาในบทที่ 2 และได้ผ่านการออกแบบเป็นผลงานในบทที่ 3 ทำให้ได้ข้อสรุปของรูปแบบตู้เก็บเครื่องมือ โดยมีผลงานประกอบการนำเสนอ ดังนี้

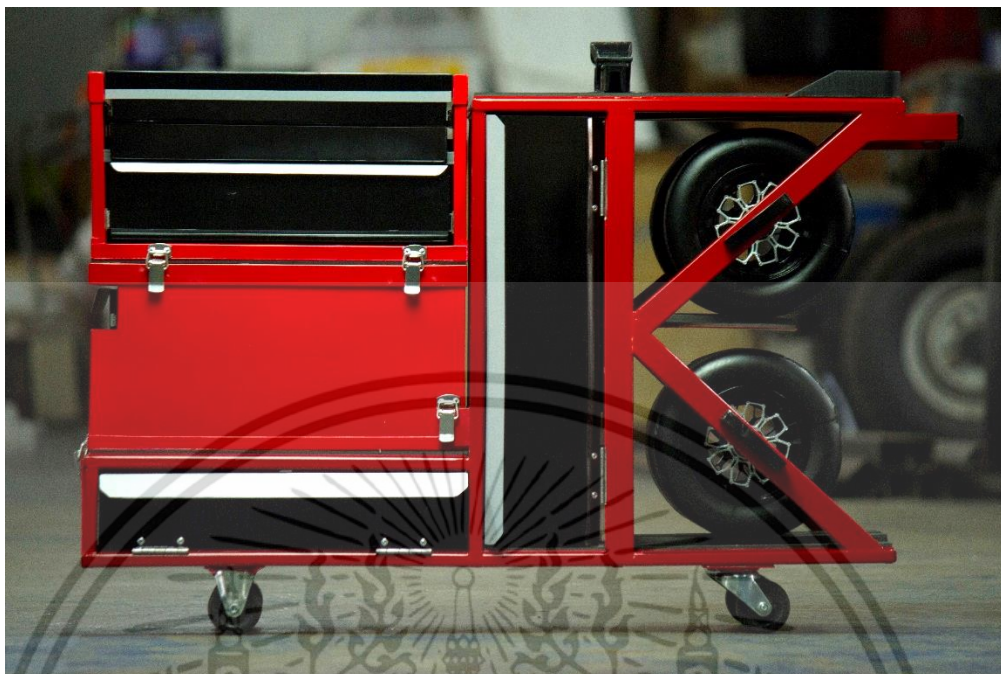
4.1 หุ่นจำลองที่สามารถแสดงการใช้งานของผลิตภัณฑ์ได้ครบถ้วน

4.1.1 หุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์ มาตรฐาน 1:2



รูปที่ 4.1.1 : แสดงภาพหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์โดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.2 : แสดงภาพด้านข้างซ้ายของหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์



รูปที่ 4.1.3 : แสดงภาพด้านข้างขวาของหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.4 : แสดงภาพด้านหน้าของหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์



รูปที่ 4.1.5 : แสดงภาพด้านหลังของหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.6 : แสดงภาพด้านบนของหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์



รูปที่ 4.1.7 : แสดงภาพการใช้งานลิ้นชักพร้อมกันจากมุมมองด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.8 : แสดงภาพการใช้งานบานประตูด้านข้างแนวตั้ง



รูปที่ 4.1.9 : แสดงภาพการใช้งานบานประตูด้านล่างแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.10 : แสดงภาพการใช้งานกลไกหมุดล็อกปลดเร็วในช่องเก็บล้อยางของรถแข่ง



รูปที่ 4.1.11: แสดงภาพช่องแบ่งใส่อุปกรณ์ขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.12 : แสดงภาพการเดินสายไฟของแบตเตอรี่และอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 4.1.13 : แสดงภาพการถอดประกอบของตู้เพื่อการขนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



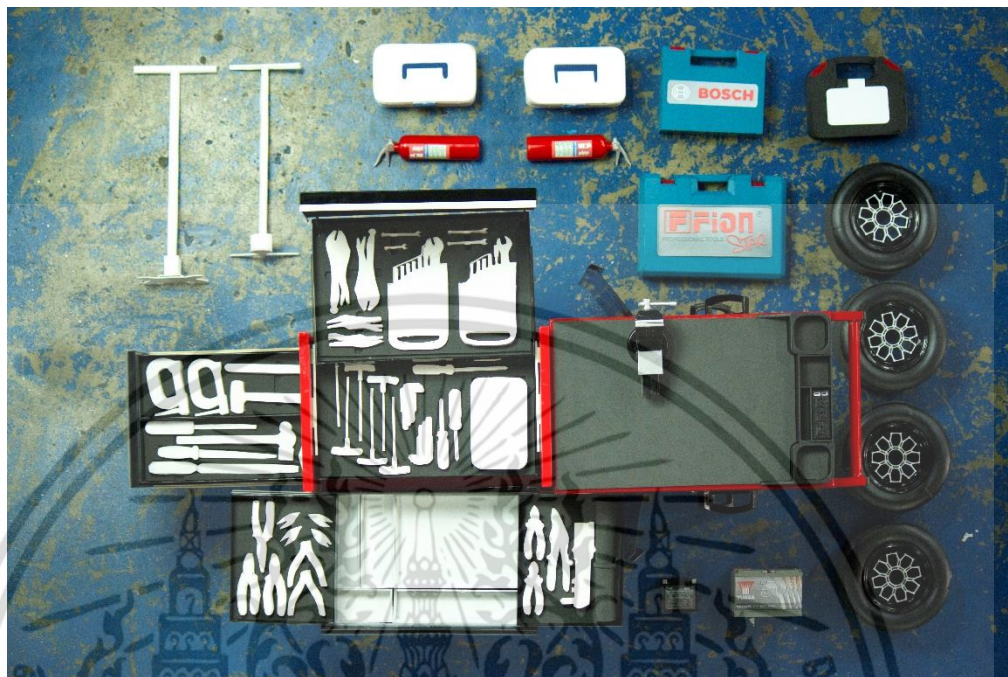
รูปที่ 4.1.14 : แสดงภาพตู้ลิ้นชักแต่ละชั้นขณะเปิดใช้งาน



รูปที่ 4.1.15 : แสดงภาพตู้ลิ้นชักแต่ละชั้นขณะเปิดใช้งาน(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 หุ่นจำลองเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการนำเสนอผลงาน มาตรฐาน 1:2

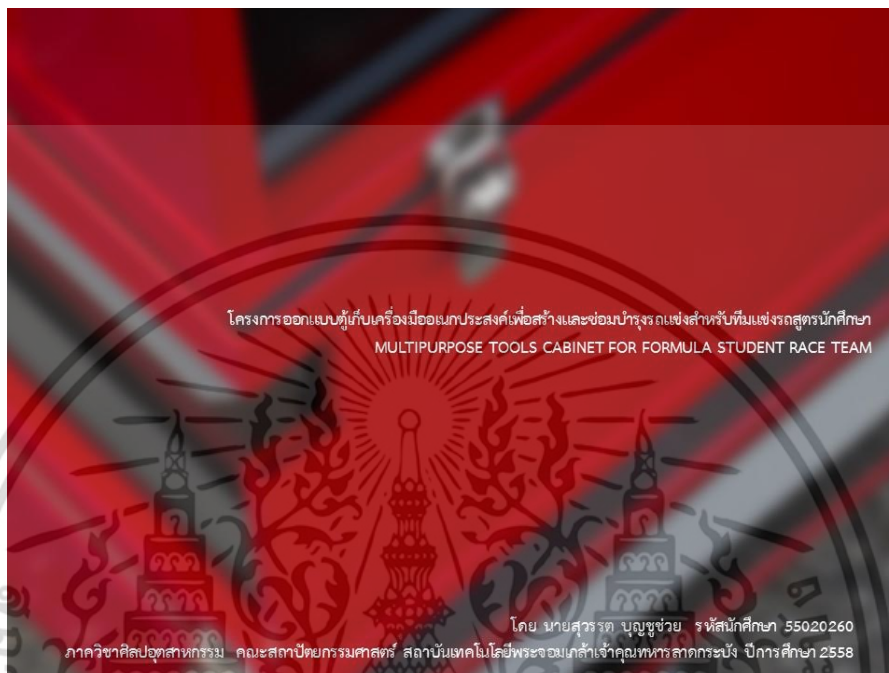


รูปที่ 4.1.16 : แสดงภาพหุ่นเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการนำเสนอผลงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 แผ่นนำเสนอผลงาน

4.2.1 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 1



รูปที่ 4.2.1 : ภาพแสดงชื่อผลงานโครงการออกแบบตู้เก็บเครื่องมือเอกประสงค์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งสำหรับทีมแข่งรถสูตรนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 2



รูปที่ 4.2.2 : ภาพแสดงรายละเอียดอธิบายรถยนต์สูตรนักศึกษา

4.2.3 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 3



รูปที่ 4.2.3 : ภาพแสดงแสดงที่มาของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 4



รูปที่ 4.2.4 : ภาพแสดงข้อเด่นและข้อด้อยของผู้เก็บเครื่องมือที่มีอยู่แล้ว

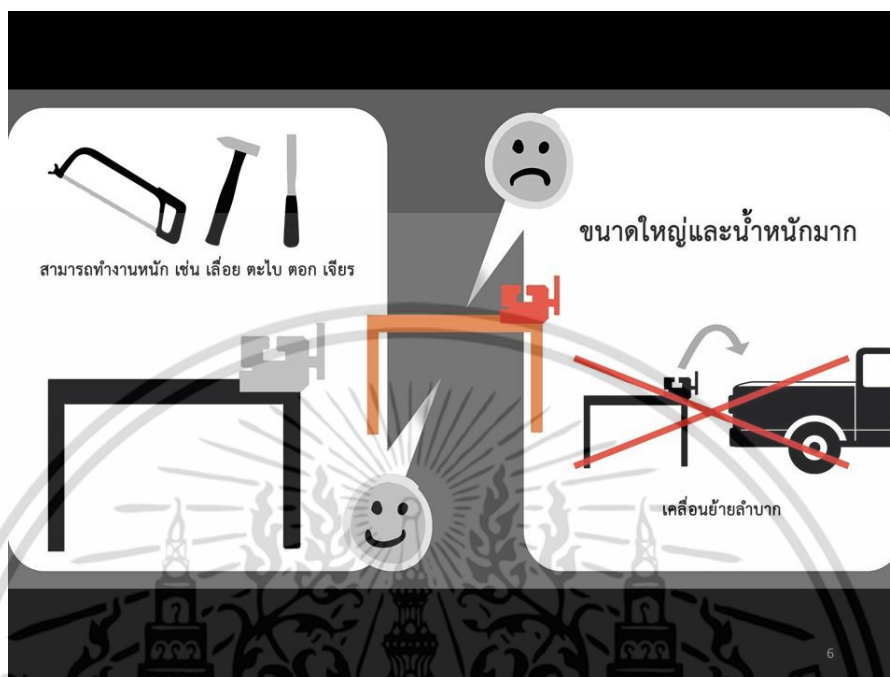
4.2.5 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 5



รูปที่ 4.2.5 : ภาพแสดงข้อเด่นและข้อด้อยของผู้เก็บเครื่องมือที่มีอยู่แล้ว (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 6



รูปที่ 4.2.6 : ภาพแสดงข้อเด่นและข้อด้อยของโต๊ะทำงานที่มีอยู่แล้ว

4.2.7 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 7



รูปที่ 4.2.7 : ภาพแสดงแนวคิดการออกแบบตู้เครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.8 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 8



รูปที่ 4.2.8 : ภาพแสดงการจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์โดยแบ่งตามประเภทการใช้งาน

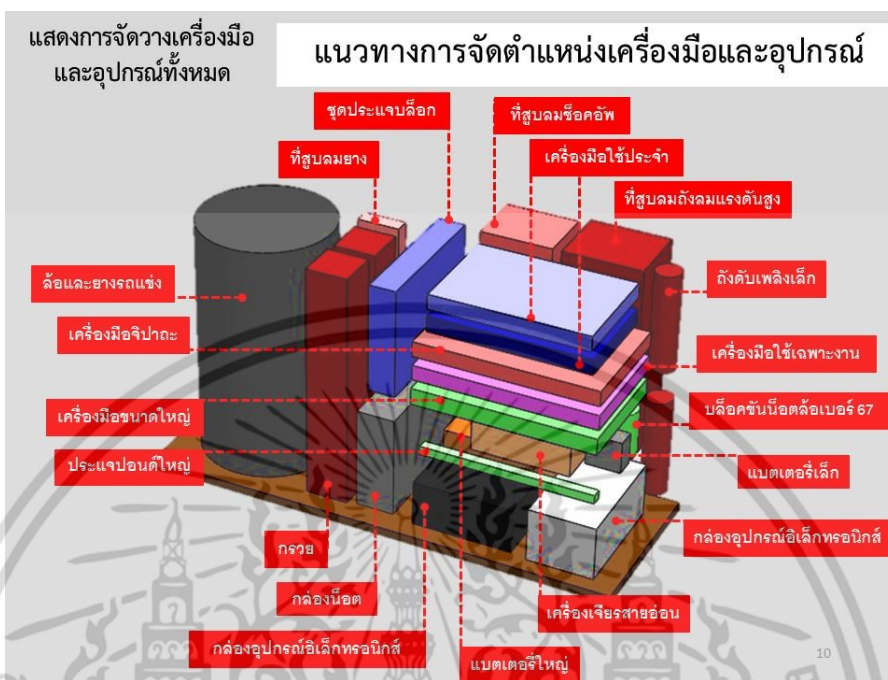
4.2.9 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 9



รูปที่ 4.2.9 : ภาพแสดงการจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์โดยแบ่งตามประเภทการใช้งาน (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.10 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 10



รูปที่ 4.2.10 : ภาพแสดงแนวทางการจัดตำแหน่งเครื่องมือและอุปกรณ์

4.2.11 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 11

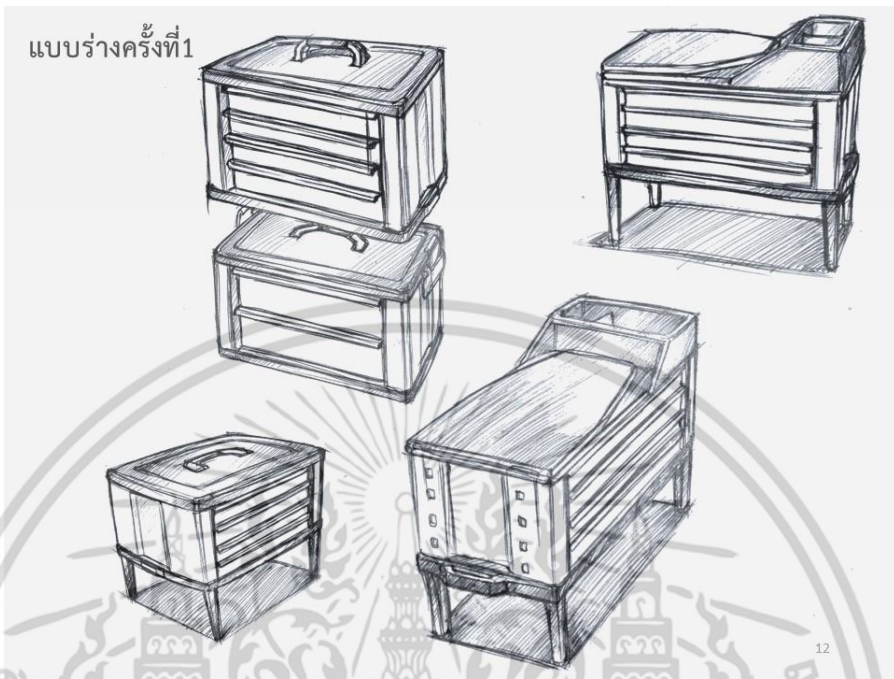
ภาพแสดงตำแหน่งและน้ำหนักของเครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมด



รูปที่ 4.2.11 : ภาพแสดงแนวทางการจัดตำแหน่งเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมบอกน้ำหนัก

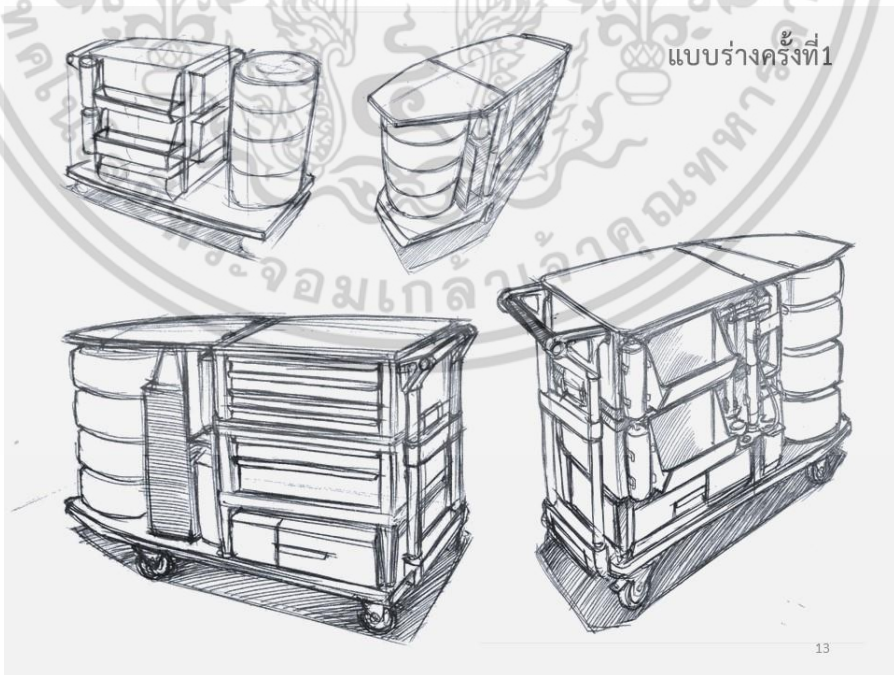
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.12 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 12



รูปที่ 4.2.12 : ภาพแสดงแบบร่างเน้นรายละเอียด

4.2.13 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 13

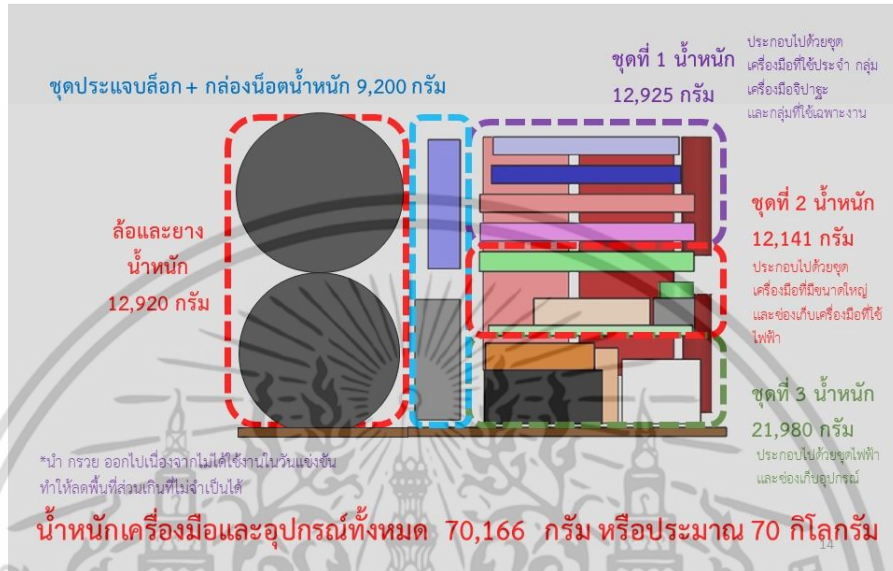


รูปที่ 4.2.13 : ภาพแสดงแบบร่างผลิตภัณฑ์โดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

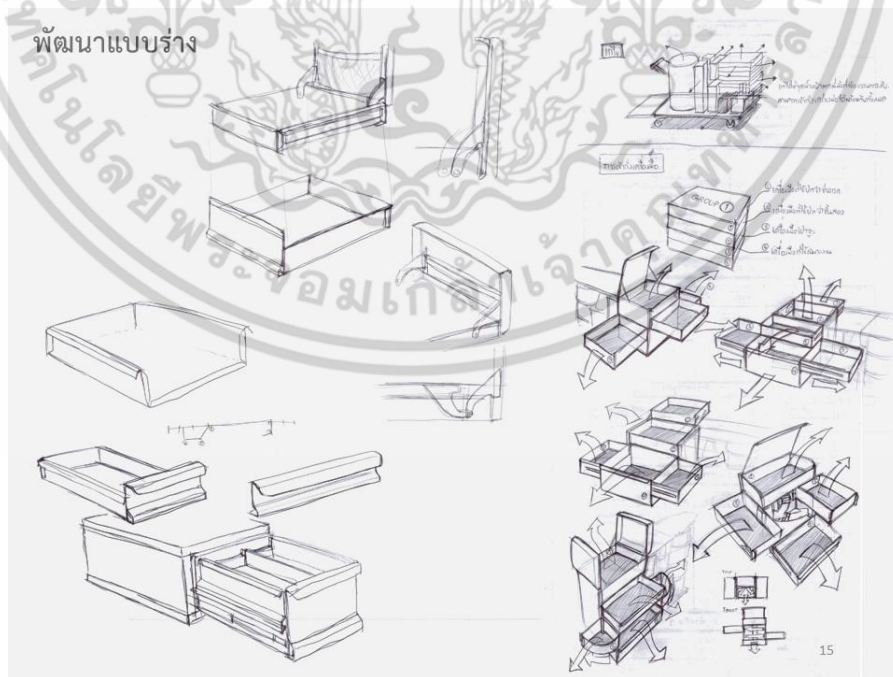
4.2.14 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 14

ภาพแสดงการจัดตำแหน่งการใช้งานแบบใหม่



รูปที่ 4.2.14 : ภาพแสดงการจัดตำแหน่งเครื่องมือและอุปกรณ์แบบใหม่พร้อมบอกน้ำหนัก

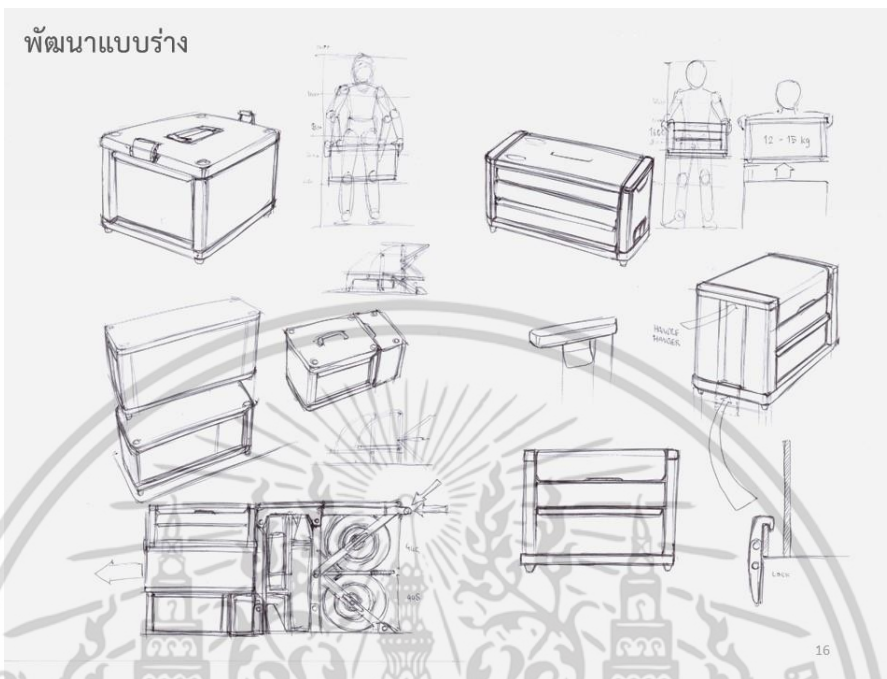
4.2.15 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 15



รูปที่ 4.2.15 : ภาพแสดงการพัฒนาแบบร่างในเชิงการเข้าถึงเครื่องมือและอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.16 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 16



รูปที่ 4.2.16 : ภาพแสดงการพัฒนาแบบร่างในเชิงของการใช้งานชุดตุ้ลขึ้นชั๊ก

4.2.17 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 17



รูปที่ 4.2.17 : ภาพแสดงการพัฒนาแบบร่างในเชิงรายละเอียดปลีกย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.18 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 18

โมเดลเพื่อการศึกษา

มาตราส่วน 1:1

โมเดลตู้ลิ้นชักบนและตู้ลิ้นชักล่าง วางต่อกันโดยไม่ได้จริงไว้ เพื่อศึกษาเรื่องสมมูลของผู้ขณะใช้งานลิ้นชัก



รูปที่ 4.2.18 : ภาพแสดงโมเดลเพื่อการศึกษามาตราส่วน 1:1

4.2.19 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 19

โมเดลเพื่อการศึกษา มาตราส่วน 1:1

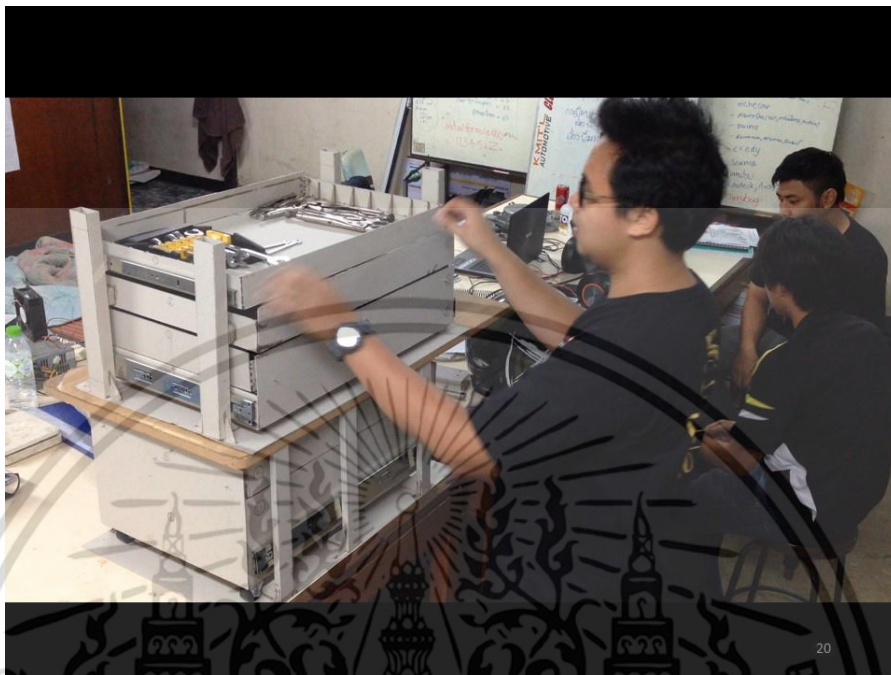
โมเดลตู้ลิ้นชักบนและตู้ลิ้นชักล่าง วางต่อกันโดยไม่ได้จริงไว้ เพื่อศึกษาเรื่องสมมูลของผู้ขณะใช้งานลิ้นชัก



รูปที่ 4.2.19 : ภาพแสดงโมเดลเพื่อการศึกษามาตราส่วน 1:1 พร้อมเครื่องมือ

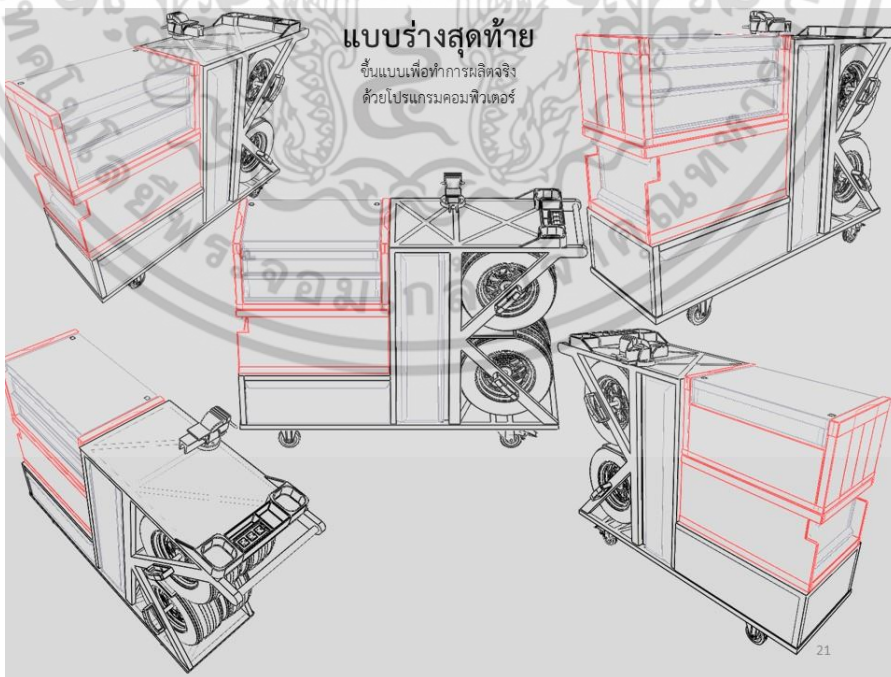
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.20 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 20



รูปที่ 4.2.20 : ภาพวิดีโอที่ค้นแสดงโมเดลเพื่อการศึกษามาตราส่วน 1:1 ขณะใช้งานจริง

4.2.21 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 21



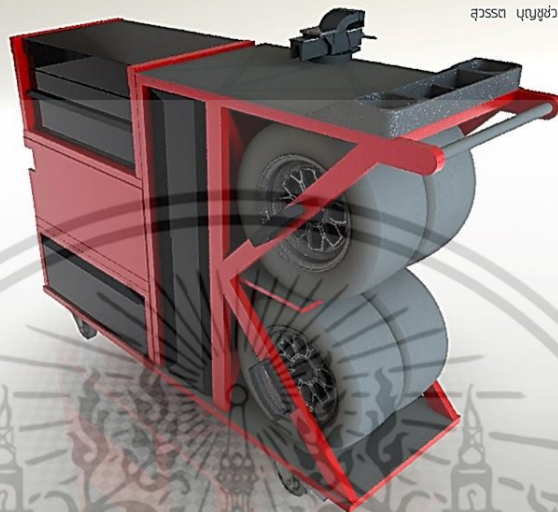
รูปที่ 4.2.21 : ภาพแสดงแบบร่างสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.22 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 22

แบบร่างสุดท้าย ขึ้นแบบเพื่อทำการผลิตจริงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โครงการออกแบบตู้เก็บเครื่องมืออุปกรณ์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งสำหรับทีมแข่งรถสุรนันทน์ศึกษา
สุวรรณ บุญช่วย (วรสต)



22

รูปที่ 4.2.22 : ภาพแสดงแบบร่างสุดท้ายจำโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4.2.23 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 23

งานประกอบการนำเสนอ

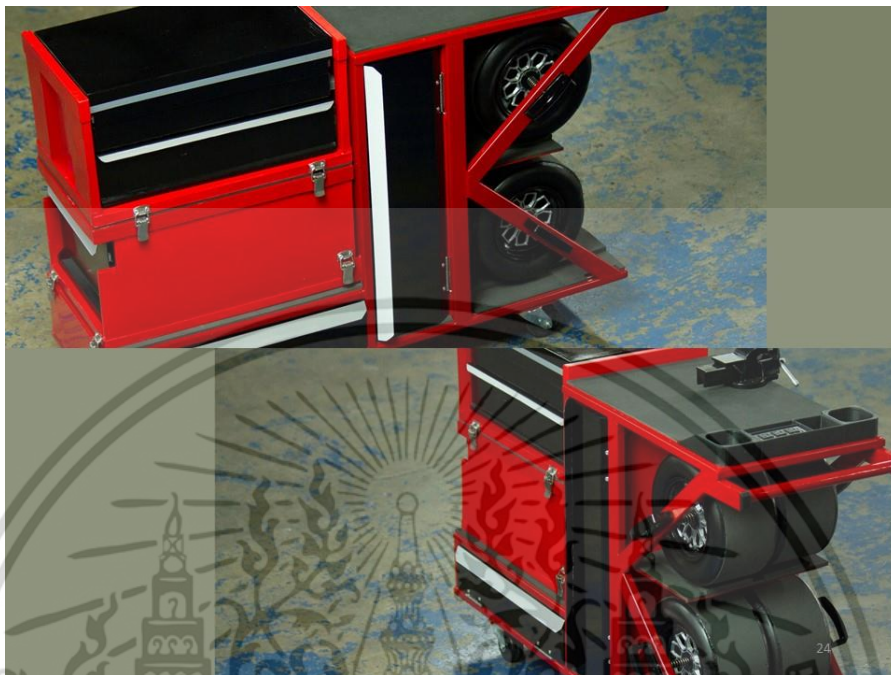
หุ่นจำลองมาตราส่วน 1 : 2



รูปที่ 4.2.23 : ภาพแสดงหุ่นจำลองมาตราส่วน 1:2

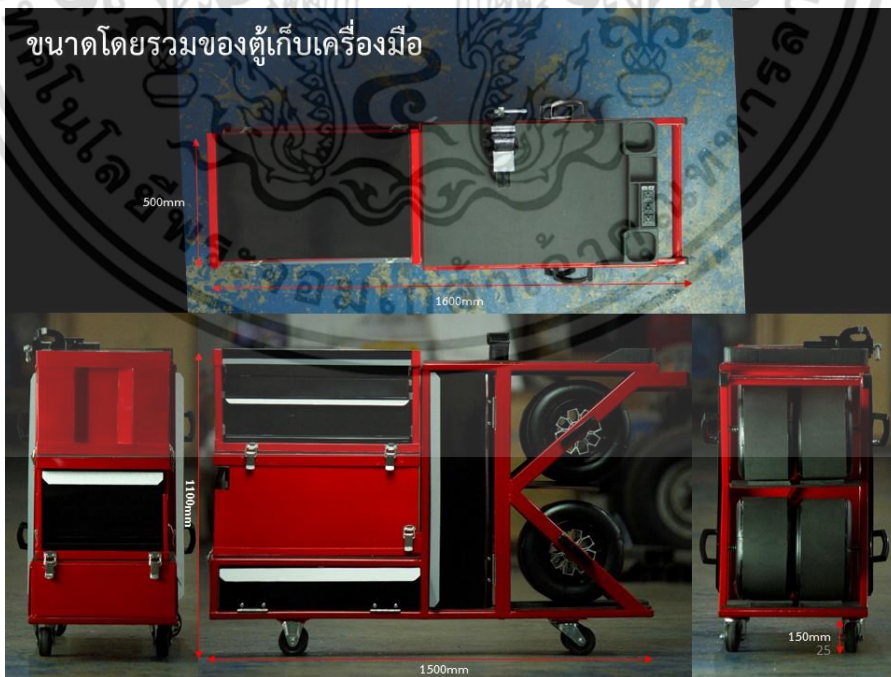
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.24 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 24



รูปที่ 4.2.24 : ภาพแสดงหุ่นจำลองมาตราส่วน 1:2 มุมมองโดยรวม

4.2.25 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 25



รูปที่ 4.2.25 : ภาพแสดงหุ่นจำลองมาตราส่วน 1:2 ในมุมมองต่างๆพร้อมขนาด

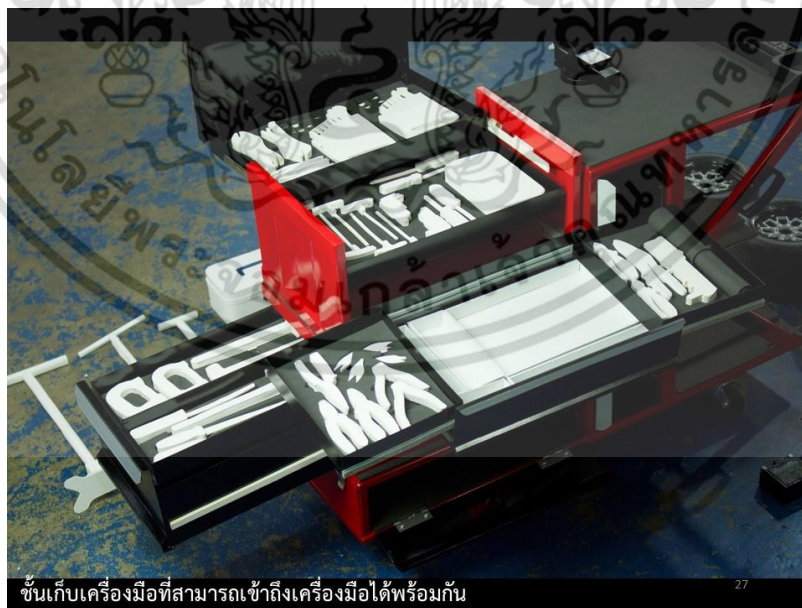
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.26 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 26



รูปที่ 4.2.26 : ภาพแสดงหุ่นจำลองพร้อมหุ่นเครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมดภายใน

4.2.27 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 27



รูปที่ 4.2.27 : ภาพแสดงหุ่นจำลองขณะเปิดใช้งานพร้อมหุ่นเครื่องมือและอุปกรณ์ในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.28 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 28



รูปที่ 4.2.28 : ภาพแสดงหุ่นจำลองขณะถูกเปิดลิ้นชักทุกชั้นเพื่อแสดงการเข้าถึงเครื่องมือได้พร้อมกัน

4.2.29 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 29



รูปที่ 4.2.29 : ภาพแสดงการจัดเก็บอุปกรณ์ในช่องต่างๆของหุ่นจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.30 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 30



รูปที่ 4.2.30 : ภาพแสดงช่องแบ่งสำหรับใส่ของ ปลั๊กไฟ และตัวแปลงไฟ

4.2.31 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 31



รูปที่ 4.2.31 : ภาพแสดงการใช้งานช่องเก็บล้อยางของรถแข่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.32 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 32



รูปที่ 4.2.32 : ภาพแสดงการถอดประกอบตู้เพื่อการขนย้าย

4.2.33 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 33



รูปที่ 4.2.33 : ภาพแสดงการใช้งานตู้ลิ้นชักด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.34 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 34



รูปที่ 4.2.34 : ภาพแสดงตู้ลิ้นชักด้านล่าง

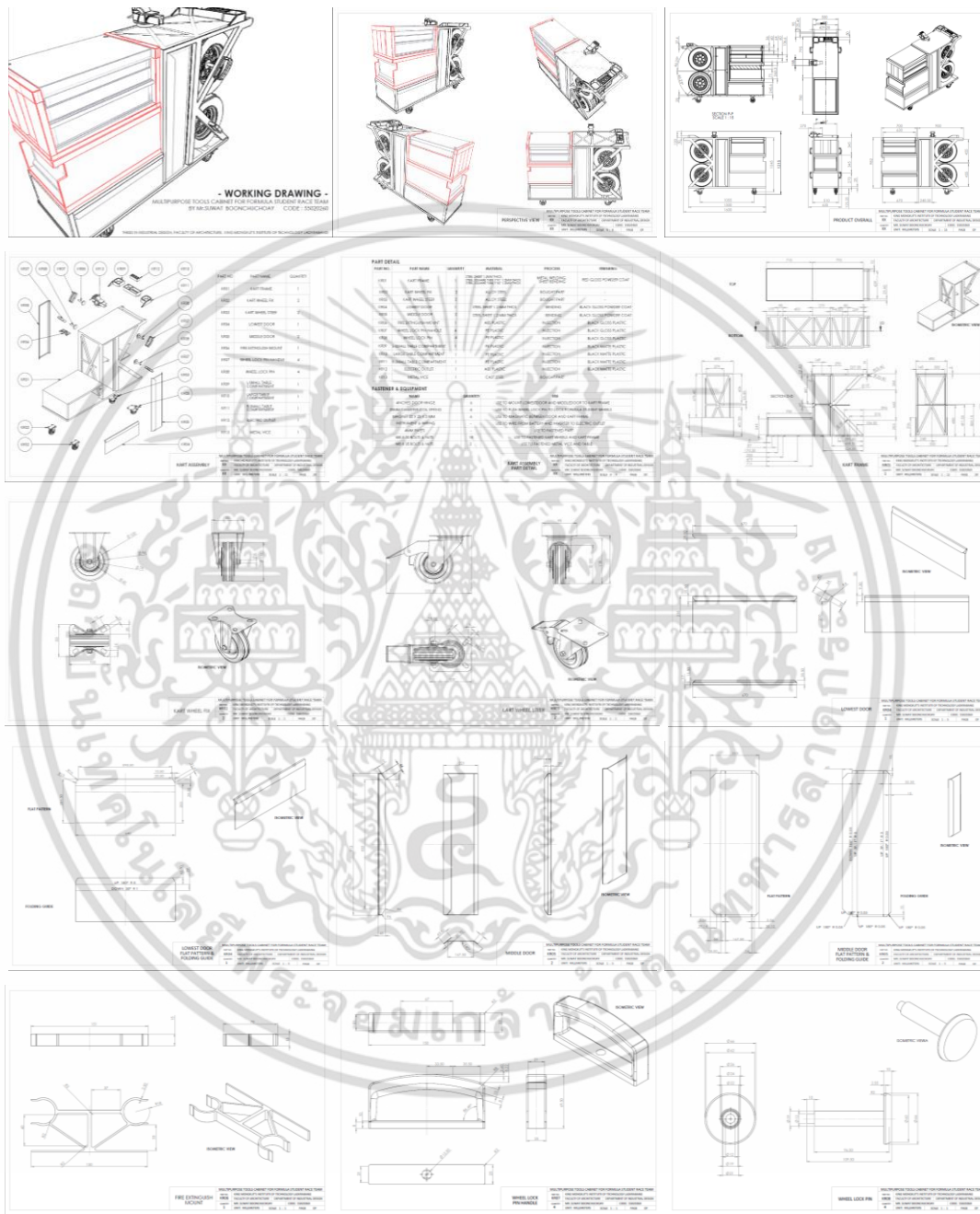
4.2.35 แผ่นนำเสนอผลงานแผ่นที่ 35



รูปที่ 4.2.35 : ภาพแสดงตู้เครื่องมือทุกชิ้นเพื่อถอดออกจากกัน

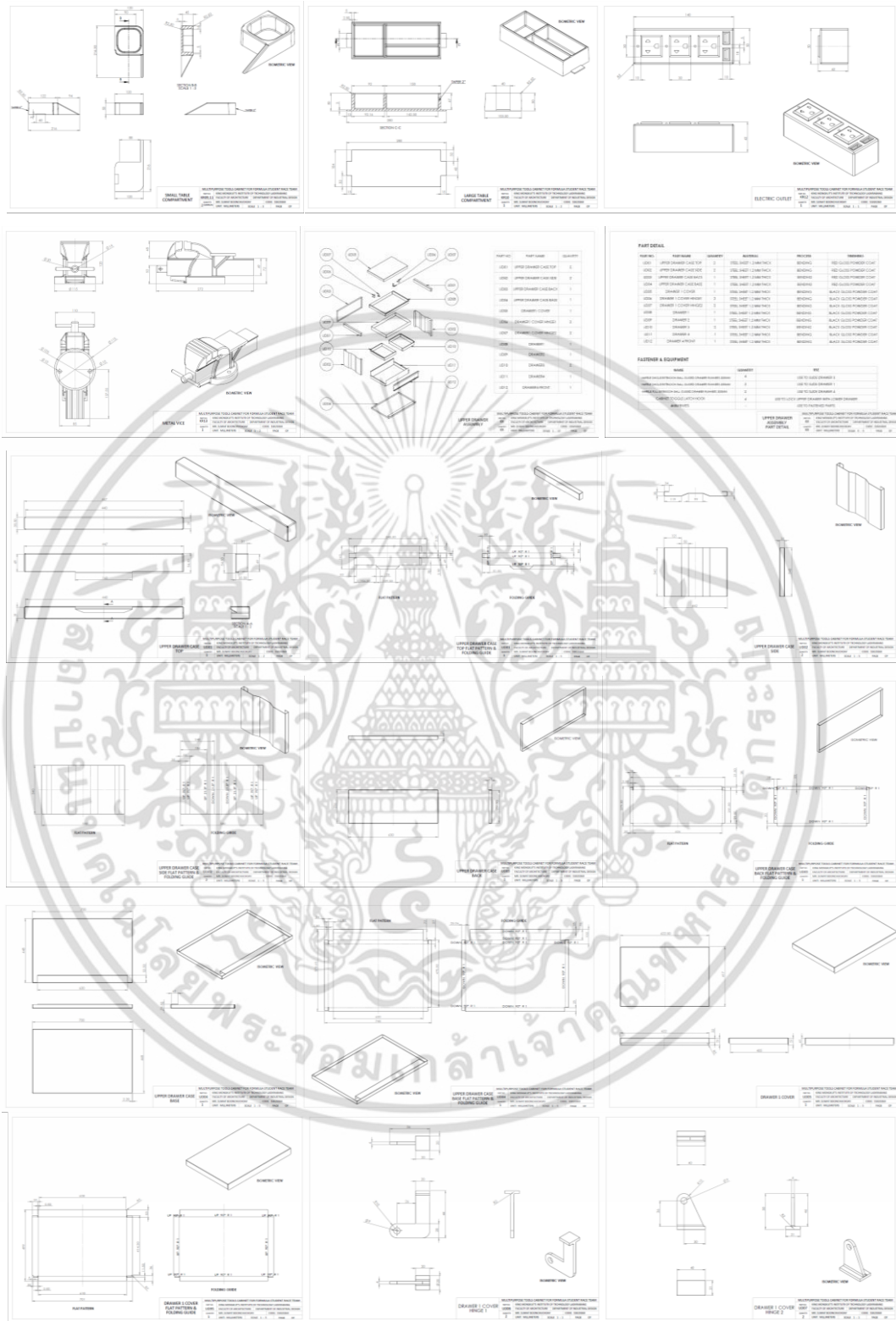
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 แบบสั่งงาน (Working Drawing)



รูปที่ 4.3.1 ภาพแสดงแบบสั่งงานหน้า 1 - 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



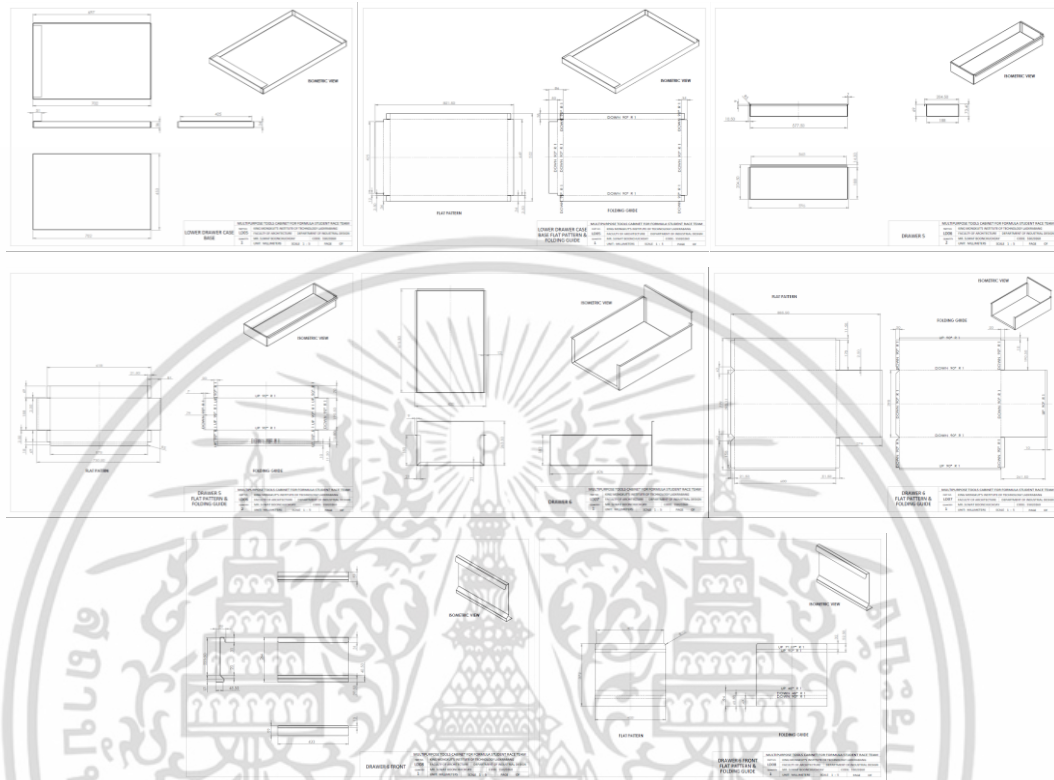
รูปที่ 4.3.2 ภาพแสดงแบบสั่งงานหน้า 16 - 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3.3 ภาพแสดงแบบสำนักงานหน้า 34 - 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3.4 ภาพแสดงแบบสิ่งงานหน้า 54 - 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปผลการออกแบบ

โครงการออกแบบตู้เก็บเครื่องมืออเนกประสงค์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งสำหรับทีมแข่งรถสูตรนักศึกษา จากการค้นคว้าเพื่อออกแบบและพัฒนาจนได้ผลงานสุดท้ายเป็นชุดตู้เก็บเครื่องมืออเนกประสงค์ที่อำนวยความสะดวกให้ทีมแข่งรถสูตรนักศึกษาที่สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และได้นำเสนอผลงานดังกล่าวต่อคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ทางคณะกรรมการเห็นด้วยว่าระบบการใช้งานเครื่องมือและการจัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ออกแบบช่วยตอบสนองความต้องการของทีมแข่งได้อย่างเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงในส่วนของรายละเอียดของตัวตู้เก็บเครื่องมือในบางจุด โดยมีข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ และการปรับปรุงโดยผู้วิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 ข้อเสนอแนะผลงานการออกแบบจากคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

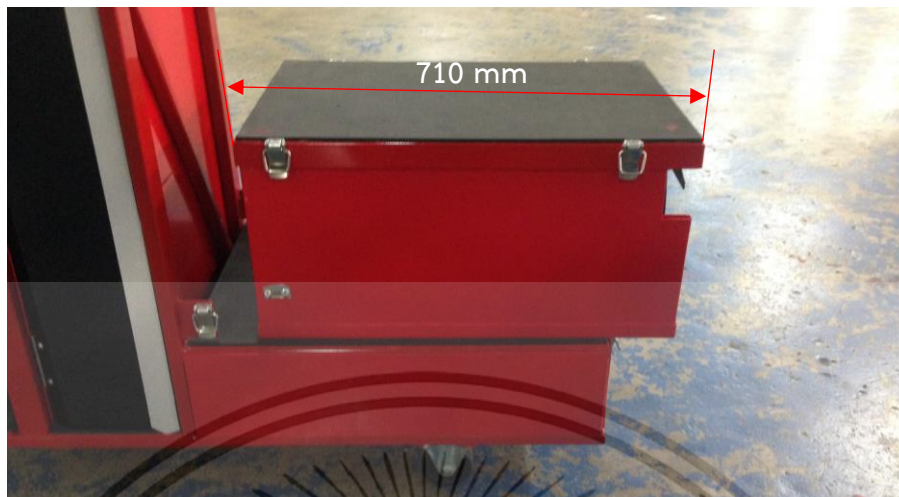
5.1.1 การปรับปรุงส่วนวิธีการยกหัวตู้ลิ้นชักทั้งตู้ล่างและตู้บน

ในส่วนของหัวตู้เก็บเครื่องมือมีความห่างกันมากเกินไป ทำให้ไม่ถูกหลักการยศาสตร์ขณะที่ยก และใช้พลังงานในการยกมากเนื่องจากต้องยึดแขนในขณะยก อีกทั้งชุดตู้ลิ้นชักตัวล่างด้านหนึ่งหัวที่ตัวโครงสร้าง แต่อีกฝั่งหนึ่งหัวกับตัวลิ้นชักซึ่งเมื่อยกขึ้นผิดท่าหรือยกสองคน อาจทำให้ลิ้นชักยืดออกมาและเกิดอันตรายได้



รูปที่ 5.1.1 : แสดงจุดหัวของชุดตู้ลิ้นชักตัวล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1.2 : แสดงระยะของหัวทั้งสองฝั่งของชุดผู้ลื่นชักตัวล่าง

5.1.2 การปรับปรุงส่วนเปิดใช้งานช่องเก็บของกลางรถเข็น

ในส่วนของประตูกลางช่องเก็บอุปกรณ์ออกแบบมาให้เปิดแล้วไม่สุด อาจเสียหายได้เมื่อใช้อย่างไม่ถูกวิธี ในส่วนของประตูบริเวณบานพับจะไปเสียดสีกับโครงเหล็กขณะที่เปิดใช้งาน



รูปที่ 5.1.3 : แสดงปัญหาที่เกิดบริเวณบานพับประตูช่องเก็บของกลางรถเข็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 การปรับปรุงส่วนของงานสัญลักษณ์และตราเครื่องหมายต่างๆบนตู้

ปรับปรุงให้มีฉลากบอกการใช้งานในส่วนต่างๆของตัวตู้เก็บเครื่องมือ เช่นตราสัญลักษณ์ฉุกเฉิน ถังดับเพลิง สัญลักษณ์การบอกในส่วนของ การเปิดปิดตู้ โลโก้ทีม เป็นต้น

5.2 การปรับปรุงแบบโดยผู้วิจัย

5.2.1 การปรับปรุงส่วนวิธีการยกหิ้วตู้ลิ้นชักทั้งตู้ล่างและตู้บน

ทำหิ้วแยกด้านบนให้สามารถหิ้วได้ง่าย โดยพับหลบลงไปในเรื่องเพื่อให้ยังสามารถประกอบชุด ลิ้นชักตัวบน และยังคงหิ้วเดิมด้านข้างของตัวตู้ไว้เพื่อทำการประกอบตู้ให้มั่นคงมากขึ้นในขณะ เคลื่อนย้าย ส่วนของหิ้วด้านบนที่เพิ่มขึ้นมาเมื่อถือแล้วจะมีระยะห่างจากผู้ถือ 224 มิลลิเมตร



รูปที่ 5.2.1 : แสดงภาพการปรับปรุงวิธีการยกชุดลิ้นชักตัวล่างจากเดิมโดยการเพิ่มหิ้วแยก



รูปที่ 5.2.2 : แสดงรายละเอียดของหัวหัวที่ถูกปรับปรุง ทำจากวัสดุพลาสติก

5.2.2 การปรับปรุงส่วนเปิดใช้งานช่องเก็บของกลางรถเข็น

ปรับปรุงรูปแบบและตำแหน่งประตูให้เปิดออกมาได้มากกว่า 90 องศา ทำให้นำอุปกรณ์เข้าและออกได้สะดวกขึ้น โดยมีเชือกถ่วงไว้ไม่ให้เปิดมากเกินไปจนไปสัมผัสผนังด้านข้างรถ



รูปที่ 5.2.3 : แสดงการปรับปรุงรูปแบบตำแหน่งและการเปิดประตูช่องเก็บของกลางรถเข็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 การปรับปรุงส่วนของงานสัญลักษณ์และตราเครื่องหมายต่างๆบนตู้

ติดตั้งฉลากบ่งบอกถึงอุปกรณ์สำคัญ และสัญลักษณ์ระมัดระวังตามจุดต่างๆ ทั้งที่ตัวประตูและส่วนประกอบต่างๆ



รูปที่ 5.2.4 : แสดงการปรับปรุงรูปแบบงานสัญลักษณ์และเครื่องหมายบนตู้

5.3 ขอบคิดเห็นของผู้ออกแบบเพื่อพัฒนาการออกแบบต่อไปในอนาคต

จากการดำเนินการออกแบบชุดตู้เก็บเครื่องมือเอนกประสงค์เพื่อสร้างและซ่อมบำรุงรถแข่งสำหรับทีมแข่งรถสูตรนักศึกษา ผู้ออกแบบได้นำข้อมูลในข้างต้น มาดำเนินการออกแบบตามขั้นตอนต่างๆ จนได้ผลสำเร็จ โดยผู้ออกแบบพบว่าโครงการนี้สามารถพัฒนาต่อเพื่อดำเนินการผลสำเร็จให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต จึงมี ข้อเสนอ ดังนี้

1. แนวทางการออกแบบโดยพัฒนารูปลักษณ์และการจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์ให้ดียิ่งขึ้น
2. พัฒนาผลงานในเชิงวัสดุและการลดน้ำหนักตัวตู้เก็บเครื่องมือ ให้มีน้ำหนักเบาลง มีความแข็งแรงมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- Anonymous, 2559. **Top Categories In Hand Tools**. [Online] Available at:
<http://www.homedepot.com/b/Tools-Hardware-Hand-Tools/N-5yc1vZc1zg>
- Anonymous, 2558. **ระยะที่จำเป็นต้องใช้ในการกำหนดความสูงของตู้เก็บเครื่องมือ**. [Online]
 Available at:
<http://www.academicjournals.org/IJPS>
- BETA, 2559. **Beta C27S**. [Online] Available at:
<http://www.betatools.com/catalog/articles/view/C27S>
- BETA, 2559. **BETA C41 HIGH**. [Online] Available at:
http://www.beta-tools.com/beta/focus/trolley_en.html
- China Scaffolding & Steel Manufacturer & Exporter, 2559. **ตารางขนาดท่อเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส**. [Online] Available at:
<http://www.cn-scaffolding.com/>
- Global Formula Racing, 2558. **การจัดเก็บของลงกล่องเพื่อส่งไปแข่งขันที่ต่างประเทศ (มีรถแข่งอยู่ภายในกล่อง)**. [Online] Available at:
<https://www.facebook.com/TeamGFR/photos>
- Google Maps, 2015. **แผนที่ Pathum-Thani Speedway**. [Online] Available at:
<https://www.google.co.th/maps/place/Pathum-Thani+Speedway/@14.1148304,100.565409,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x30e27ee46a750367:0xd06dfce98f861c3a18m2!3d14.1148252!4d100.5675977?hl=th>
- Häfele, 2559. **รางเลื่อนลิ้นชัก**. [Online] Available at:
<https://www.hafele.com/th>
- Häfele, 2559. **แคตตาล็อก The Complete Häfele Furniture Fittings 2016** [Online]
 Available at:
https://www.hafele.com/INTERSHOP/web/WFS/Haefele-HTH-Site/en_TH/-/THB/Static-View/pdfcatalog/en_TH/HTH-Furniture-Fittings-2016/index.html?startpage=V

Home Depot Product Authority, 2559. **Husky 46 in 9-Drawer Wood Top Workbench Tool Chest.** [Online] Available at:

<http://www.homedepot.com/p/Husky-46-in-9-Drawer-Black-Out-Mobile-Workbench-with-Solid-Wood-Top-7440946B/204507749>

JSAE, 2558. **การแข่งขัน Student Formula Japan Competition.** [Online] Available at:

<https://www.jsae.or.jp/formula/en/img/groupphoto2015.jpg>

Milwaukee Tool, 2559. **Jobsite Organizer.** [Online] Available at:

<https://www.milwaukeetool.com/hand-tools/storage/48-22-8030>

Ninnart, 2558. **TSAE-auto challenge presentation 2015-16.** [Online] Available at:

<http://tsae.webiz.co.th/Downloads/>

SAE International, 2558. **กติกาหลักกิจกรรมการแข่งขันรถสูตรนักศึกษา.** [Online] Available at:

http://www.fsaeonline.com/content/2016_FSAE_Rules.pdf

SAE International, 2559. **กติการถสูตรนักศึกษาในอนาคต.** [Online] Available at:

<http://www.fsaeonline.com/content/2017-18%20FSAE%20Rules%20FINAL.PDF>

SGS Engineering (UK), 2559. **SGS Mechanics 8 Drawer Tool Box Chest.** [Online]

Available at:

<http://www.sgs-engineering.com/garage-equipment/tool-chests-cabinets>

SGS Engineering (UK), 2559. **SGS 21" Heavy Duty Metal Cantilever Toolbox.** [Online]

Available at:

www.sgs-engineering.com/garage-equipment/tool-chests-cabinets

SAE Thailand, 2559. **TSAE Auto Challenge 2017 Student Formula.** [Online]

Available at:

<http://webiz.co.th/files/photos/1/65/71/1657144/2122943.png>

Stack-On Products Co., 2559. **Stack-On 26" Deluxe Tool Box.** [Online] Available at:

<https://www.stack-on.com/categories/professional-plastic/products/142>

Stanley Black & Decker, 2559. **Stanley 029025R 24-Gallon Mobile Chest.** [Online]

Available at:

<http://www.stanleytools.com/products/storage/tool-boxes/mobile/mobile-tool-chest/029025r>

TAKIGEN MFG, 2559. **บานพับแบน**. [Online] Available at:

<https://www.takigen.com/products/list/B-002>

Würth UK Ltd., 2559. **WURTH Workshop**. [Online] Available at:

<https://eshop.wurth.co.uk/Complete-catalogue/Workshop-trolley-TOOLsystem-standard>

เจนบรเจ็ด, 2559. **ความรู้เรื่องลูกล้อ**. [Online] Available at:

<http://www.jenbunjerd.com/th/%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%A5%E0%B8%B9%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B9%89%E0%B8%AD>

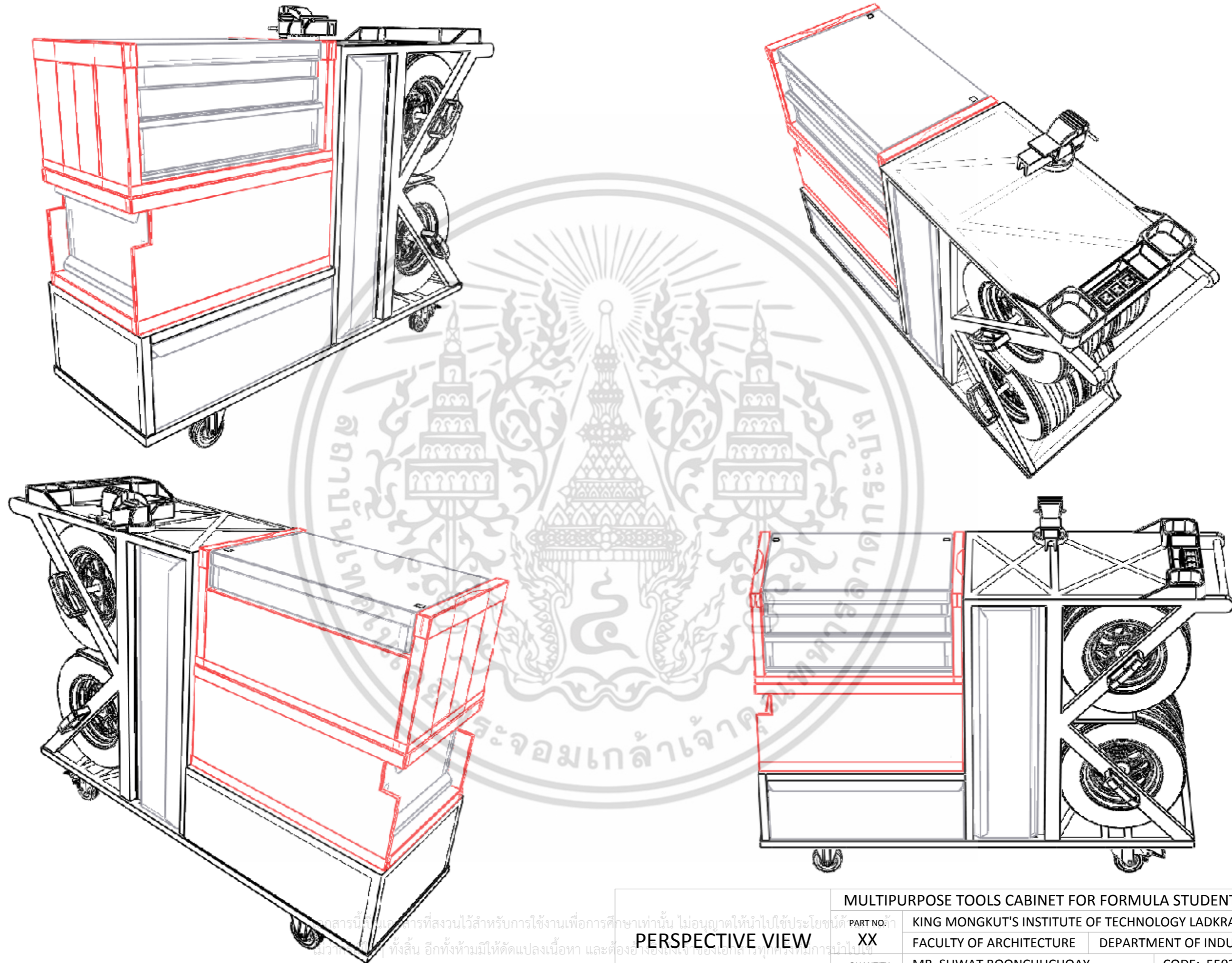
สยามสาร โปรตักส์, 2559. **ตัวล็อคปืนโตสแตนเลส**. [Online] Available at:

<http://www.siamsakorn.com/14816680/%E0%B8%95%E0%B8%B1%E0%B8%A7%E0%B8%A5%E0%B9%87%E0%B8%AD%E0%B8%84%E0%B8%9B%E0%B8%B4%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B9%82%E0%B8%95%E0%B8%AA%E0%B9%81%E0%B8%95%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%AA-snap-lock>



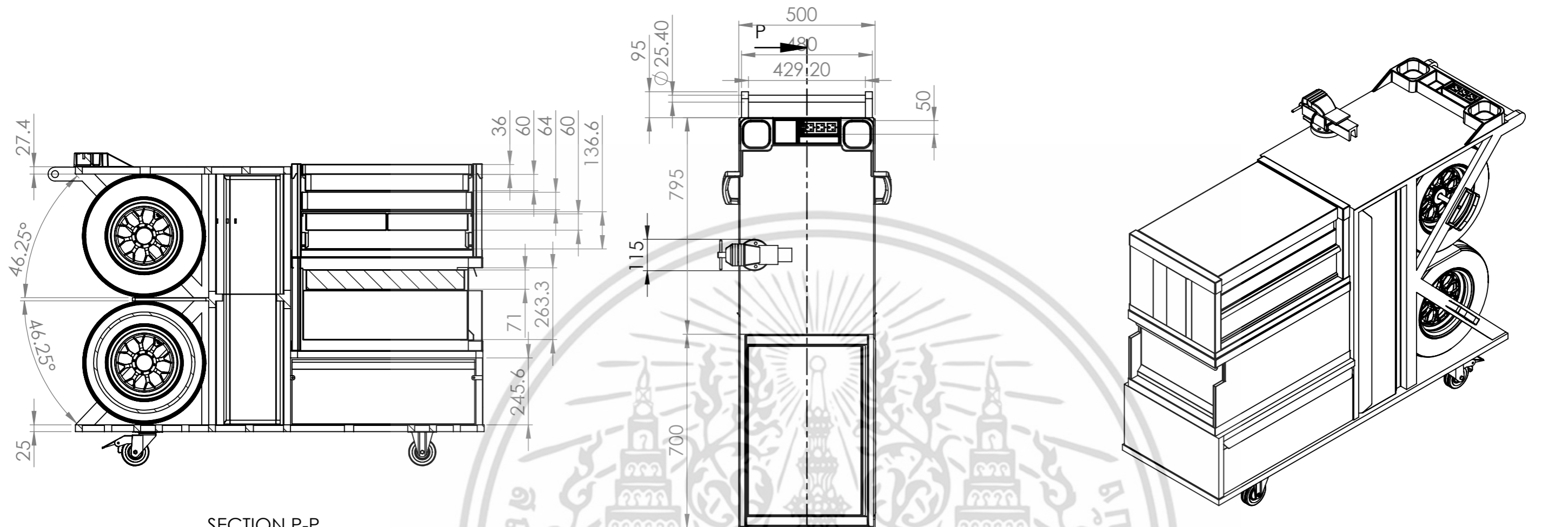
ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

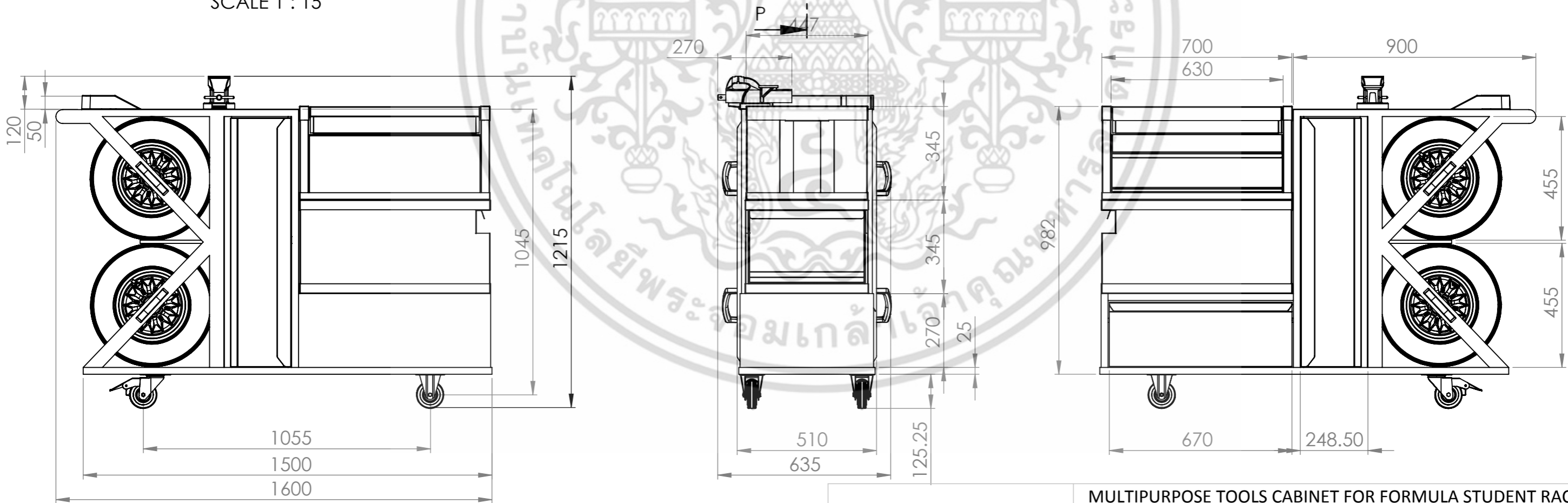


PERSPECTIVE VIEW

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
XX	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUOAY	CODE: 55020260	
XX	UNIT: MILLIMETERS	SCALE X : X	PAGE OF



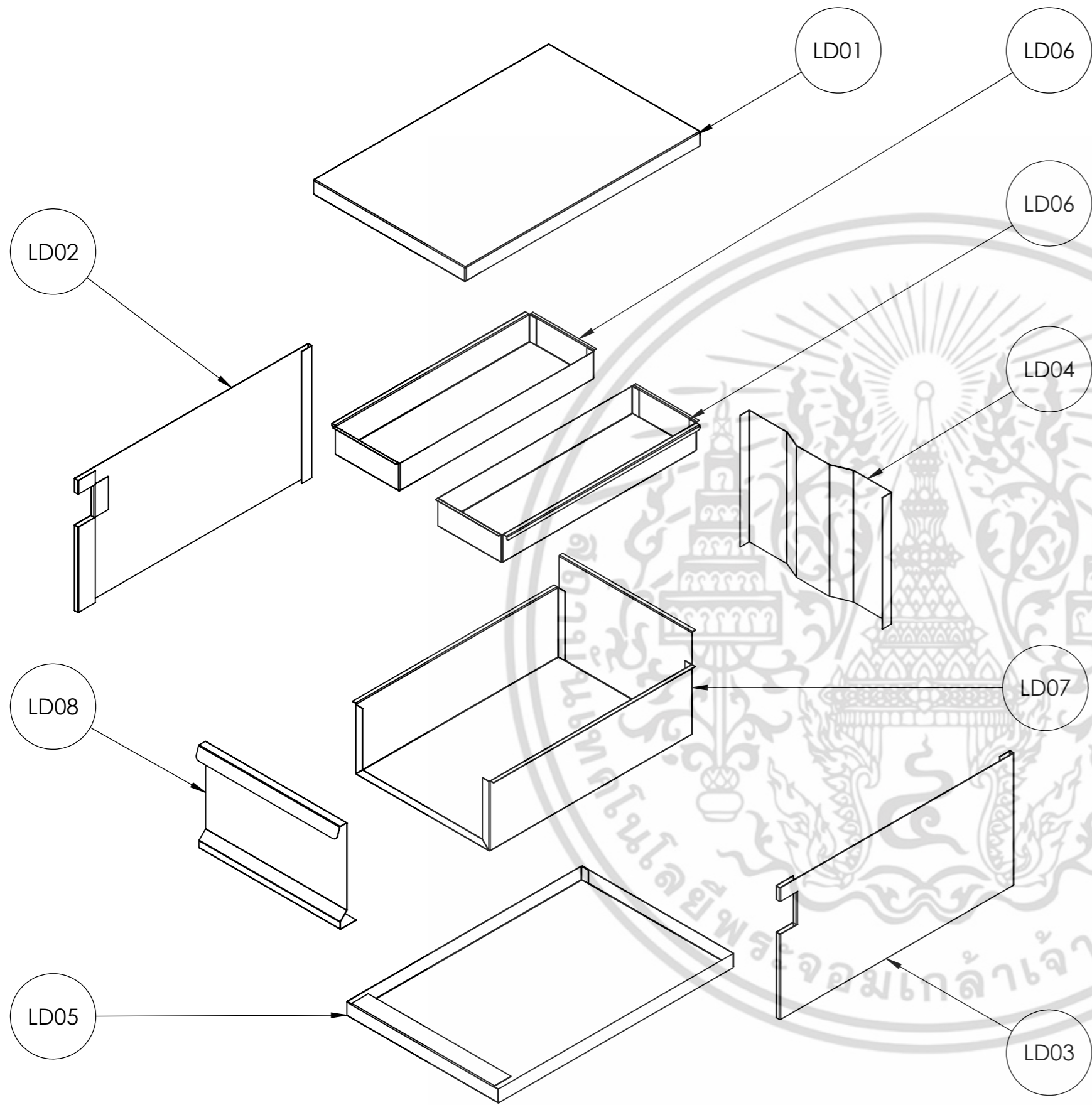
SECTION P-P
SCALE 1 : 15



PRODUCT OVERALL

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
XX	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
XX	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 15	PAGE OF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารไว้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PART NO	PART NAME	QUANTITY
LD01	LOWER DRAWER CASE TOP	1
LD02	LOWER DRAWER CASE L-SIDE	1
LD03	LOWER DRAWER CASE R-SIDE	1
LD04	LOWER DRAWER CASE BACK	1
LD05	LOWER DRAWER CASE BASE	1
LD06	DRAWER5	2
LD07	DRAWER6	1
LD08	DRAWER6 FRONT	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของสถาบันที่สร้างที่มาไปใช้

**LOWER DRAWER
ASSEMBLY**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM

PART NO. XX	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
QUANTITY XX	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 10	PAGE OF

PART DETAIL

PART NO.	PART NAME	QUANTITY	MATERIAL	PROCESS	FINISHING
LD01	LOWER DRAWER CASE TOP	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	RED GLOSS POWDER COAT
LD02	LOWER DRAWER CASE L-SIDE	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	RED GLOSS POWDER COAT
LD03	LOWER DRAWER CASE R-SIDE	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	RED GLOSS POWDER COAT
LD04	LOWER DRAWER CASE BACK	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	RED GLOSS POWDER COAT
LD05	LOWER DRAWER CASE BASE	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	RED GLOSS POWDER COAT
LD06	DRAWER 5	2	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	BLACK GLOSS POWDER COAT
LD07	DRAWER 6	2	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	BLACK GLOSS POWDER COAT
LD08	DRAWER 6 FRONT	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	BLACK GLOSS POWDER COAT

FASTENER & EQUIPMENT

NAME	QUANTITY	USE
HAFELE SINGLE EXTENSION BALL GUIDED DRAWER RUNNERS 200MM	4	USE TO SLIDE DRAWER 5
HAFELE FULL EXTENSION BALL GUIDED DRAWER RUNNERS 600MM	2	USE TO SLIDE DRAWER 6
CABINET TOGGLE LATCH HOOK	4	USE TO LOCK LOWER DRAWER WITH KART FRAME
4MM RIVETS	-	USE TO FASTENED PARTS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึง
LOWER DRAWER ASSEMBLY PART DETAIL

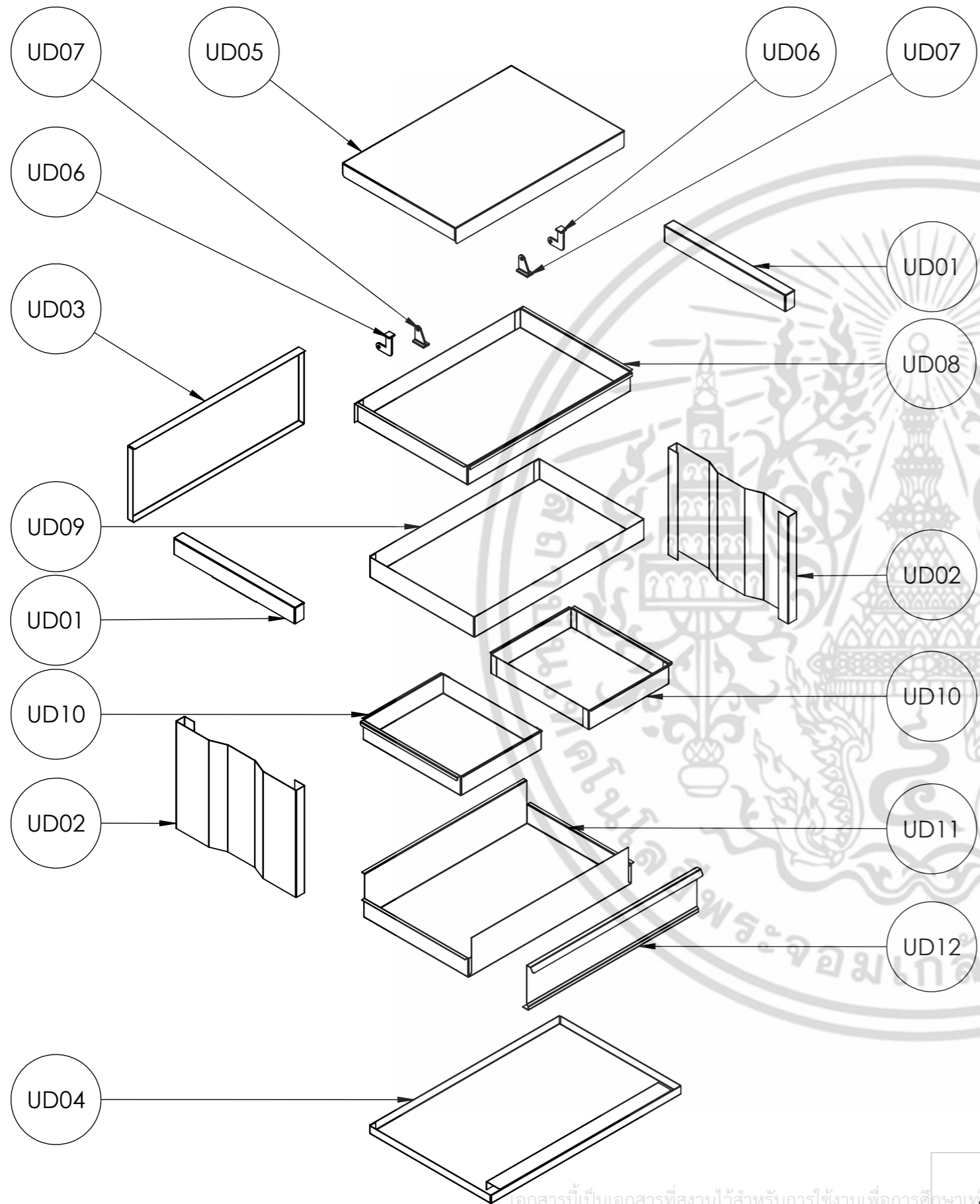
MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM

PART NO. XX KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

QUANTITY XX FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. SUWAT BOONCHUHOAY CODE: 55020260

UNIT: MILLIMETERS SCALE X : X PAGE OF



PART NO	PART NAME	QUANTITY
UD01	UPPER DRAWER CASE TOP	2
UD02	UPPER DRAWER CASE SIDE	2
UD03	UPPER DRAWER CASE BACK	1
UD04	UPPER DRAWER CASE BASE	1
UD05	DRAWER1 COVER	1
UD06	DRAWER1 COVER HINGE1	2
UD07	DRAWER1 COVER HINGE2	2
UD08	DRAWER1	1
UD09	DRAWER2	1
UD10	DRAWER3	2
UD11	DRAWER4	1
UD12	DRAWER4 FRONT	1

UPPER DRAWER ASSEMBLY

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO: XX		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
QUANTITY XX		FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
MR. SUWAT BOONCHUCHOAY		CODE: 55020260	
UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 13	PAGE	OF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PART DETAIL

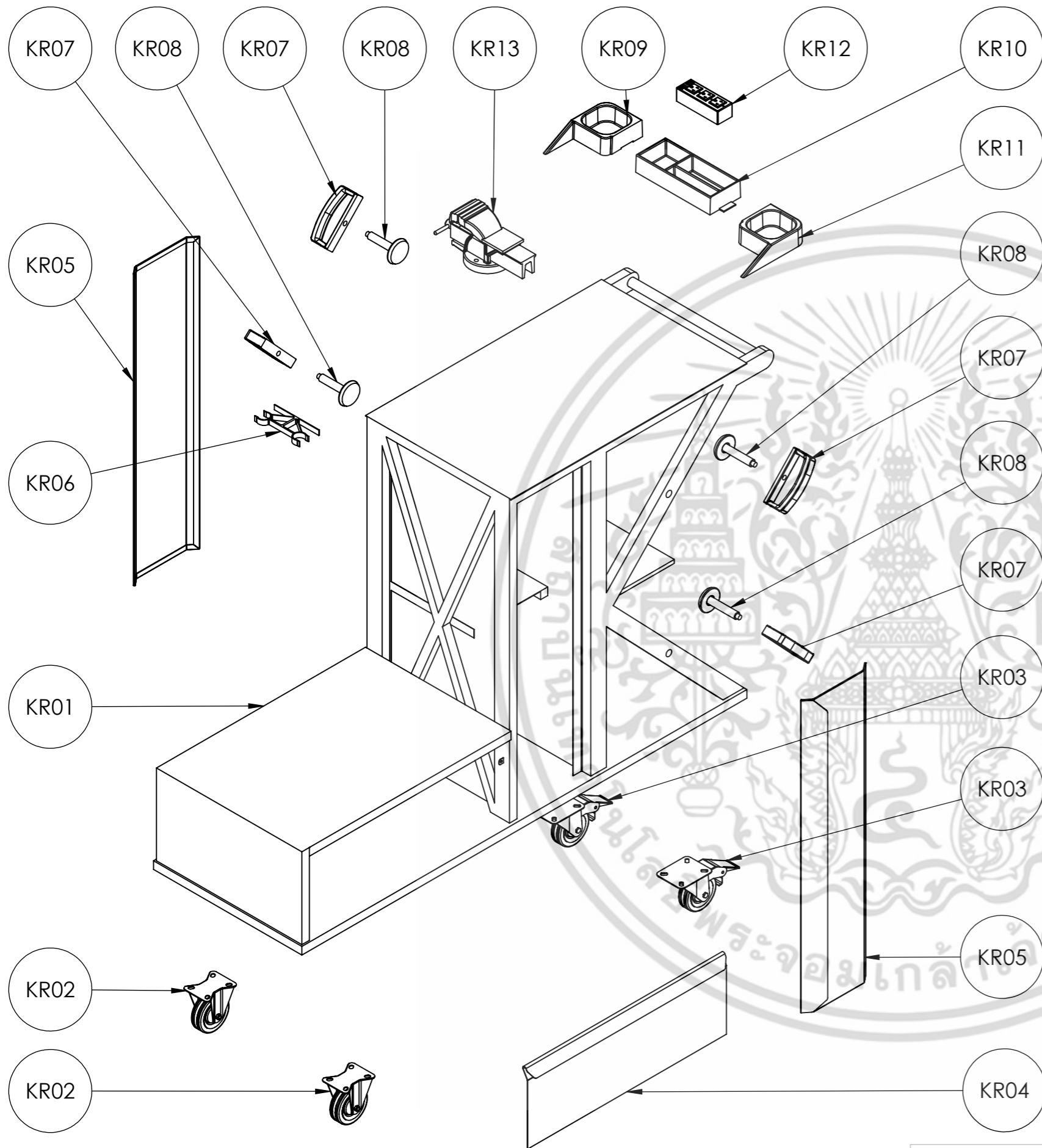
PART NO.	PART NAME	QUANTITY	MATERIAL	PROCESS	FINISHING
UD01	UPPER DRAWER CASE TOP	2	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	RED GLOSS POWDER COAT
UD02	UPPER DRAWER CASE SIDE	2	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	RED GLOSS POWDER COAT
UD03	UPPER DRAWER CASE BACK	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	RED GLOSS POWDER COAT
UD04	UPPER DRAWER CASE BASE	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	RED GLOSS POWDER COAT
UD05	DRAWER 1 COVER	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	BLACK GLOSS POWDER COAT
UD06	DRAWER 1 COVER HINGE1	2	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	BLACK GLOSS POWDER COAT
UD07	DRAWER 1 COVER HINGE2	2	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	BLACK GLOSS POWDER COAT
UD08	DRAWER 1	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	BLACK GLOSS POWDER COAT
UD09	DRAWER 2	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	BLACK GLOSS POWDER COAT
UD10	DRAWER 3	2	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	BLACK GLOSS POWDER COAT
UD11	DRAWER 4	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	BLACK GLOSS POWDER COAT
UD12	DRAWER 4 FRONT	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	BLACK GLOSS POWDER COAT

FASTENER & EQUIPMENT

NAME	QUANTITY	USE
HAFELE SINGLE EXTENSION BALL GUIDED DRAWER RUNNERS 200MM	4	USE TO SLIDE DRAWER 3
HAFELE SINGLE EXTENSION BALL GUIDED DRAWER RUNNERS 250MM	2	USE TO SLIDE DRAWER 1
HAFELE FULL EXTENSION BALL GUIDED DRAWER RUNNERS 300MM	2	USE TO SLIDE DRAWER 4
CABINET TOGGLE LATCH HOOK	4	USE TO LOCK UPPER DRAWER WITH LOWER DRAWER
4MM RIVETS	-	USE TO FASTENED PARTS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึง
 KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

UPPER DRAWER ASSEMBLY PART DETAIL	MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM		
	PART NO. XX	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
	QUANTITY XX	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
		MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260
	UNIT: MILLIMETERS	SCALE X : X	PAGE OF



PART NO	PART NAME	QUANTITY
KR01	KART FRAME	1
KR02	KART WHEEL FIX	2
KR03	KART WHEEL STEER	2
KR04	LOWEST DOOR	1
KR05	MIDDLE DOOR	2
KR06	FIRE EXTINGUISH MOUNT	1
KR07	WHEEL LOCK PIN HANDLE	4
KR08	WHEEL LOCK PIN	4
KR09	L-SMALL TABLE COMPARTMENT	1
KR10	LARGE TABLE COMPARTMENT	1
KR11	R-SMALL TABLE COMPARTMENT	1
KR12	ELECTRIC OUTLET	1
KR13	METAL VICE	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
KART ASSEMBLY
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารในทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO. XX	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
QUANTITY XX	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 11	PAGE OF

PART DETAIL

PART NO.	PART NAME	QUANTITY	MATERIAL	PROCESS	FINISHING
KR01	KART FRAME	1	STEEL SHEET 1.2MM THICK, STEEL SQUARE TUBE 1"X1" 1.2MM THICK, STEEL SQUARE TUBE 1"X2" 1.2MM THICK	METAL WELDING, SHEET BENDING	RED GLOSS POWDER COAT
KR02	KART WHEEL FIX	2	ALLOY STEEL	BOUGHT PART	-
KR03	KART WHEEL STEER	2	ALLOY STEEL	BOUGHT PART	-
KR04	LOWEST DOOR	1	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	BLACK GLOSS POWDER COAT
KR05	MIDDLE DOOR	2	STEEL SHEET 1.2 MM THICK	BENDING	BLACK GLOSS POWDER COAT
KR06	FIRE EXTINGUISH MOUNT	1	ABS PLASTIC	INJECTION	BLACK GLOSS PLASTIC
KR07	WHEEL LOCK PIN HANDLE	4	PE PLASTIC	INJECTION	BLACK GLOSS PLASTIC
KR08	WHEEL LOCK PIN	4	PE PLASTIC	INJECTION	BLACK GLOSS PLASTIC
KR09	L-SMALL TABLE COMPARTMENT	1	PE PLASTIC	INJECTION	BLACK MATTE PLASTIC
KR10	LARGE TABLE COMPARTMENT	1	PE PLASTIC	INJECTION	BLACK MATTE PLASTIC
KR11	R-SMALL TABLE COMPARTMENT	1	PE PLASTIC	INJECTION	BLACK MATTE PLASTIC
KR12	ELECTRIC OUTLET	1	ABS PLASTIC	INJECTION	BLACK MATTE PLASTIC
KR13	METAL VICE	1	CAST STEEL	BOUGHT PART	-

FASTENER & EQUIPMENT

NAME	QUANTITY	USE
4INCHES DOOR HINGE	6	USE TO MOUNT LOWESTDOOR AND MIDDLEDOOR TO KART FRAME
20MM DIAMETER COIL SPRING	4	USE TO PUSH WHEEL LOCK PIN TO LOCK FORMULA STUDENT WHEELS
MAGNET 20 X 20 X 2 MM	6	USE TO MAGNATIC BETWEEN DOOR AND KART FRAME
INSTRUMENT & WIRING	-	USE TO WIRE FROM BATTERY AND INVERTER TO ELECTRIC OUTLET
4MM RIVETS	-	USE TO FASTENED PART
M8 X 30 BOLTS & NUTS	18	USE TO FASTENED KART WHEELS AND KART FRAME
M8 X 35 BOLTS & NUTS	2	USE TO FASTENED METAL VICE AND TABLE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KART ASSEMBLY PART DETAIL

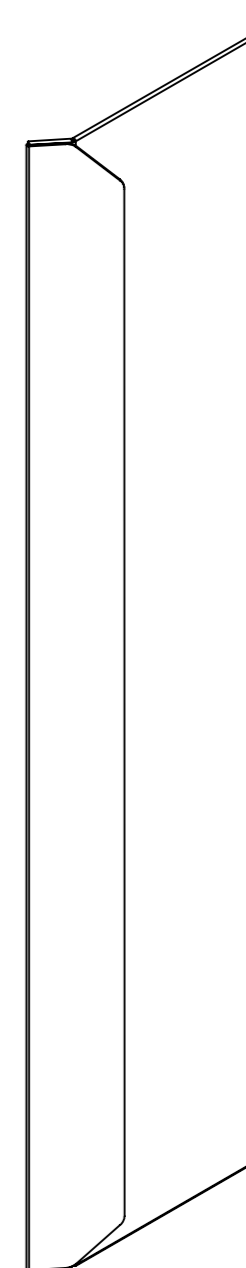
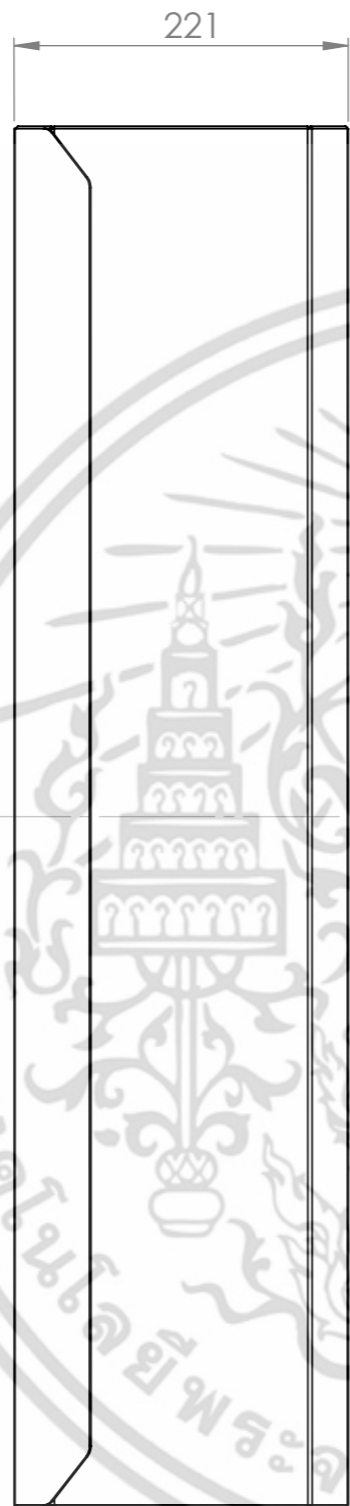
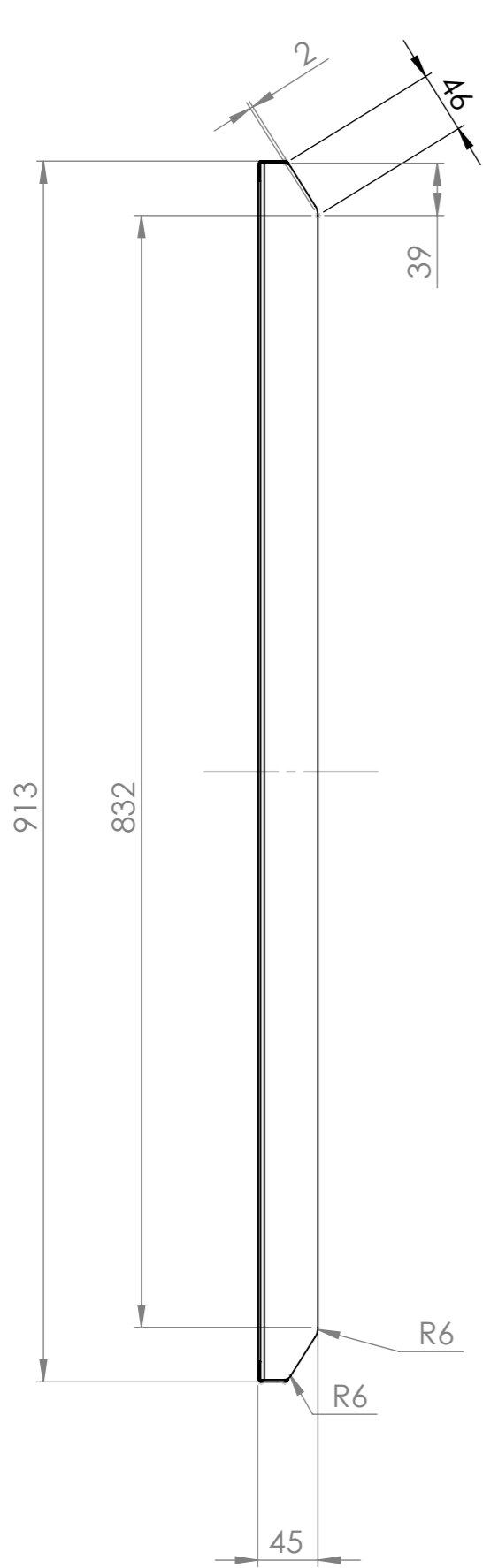
MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM

PART NO. XX KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

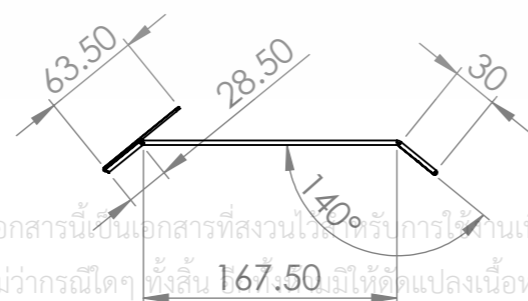
QUANTITY XX FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. SUWAT BOONCHUCHOAY CODE: 55020260

UNIT: MILLIMETERS SCALE X : X PAGE OF



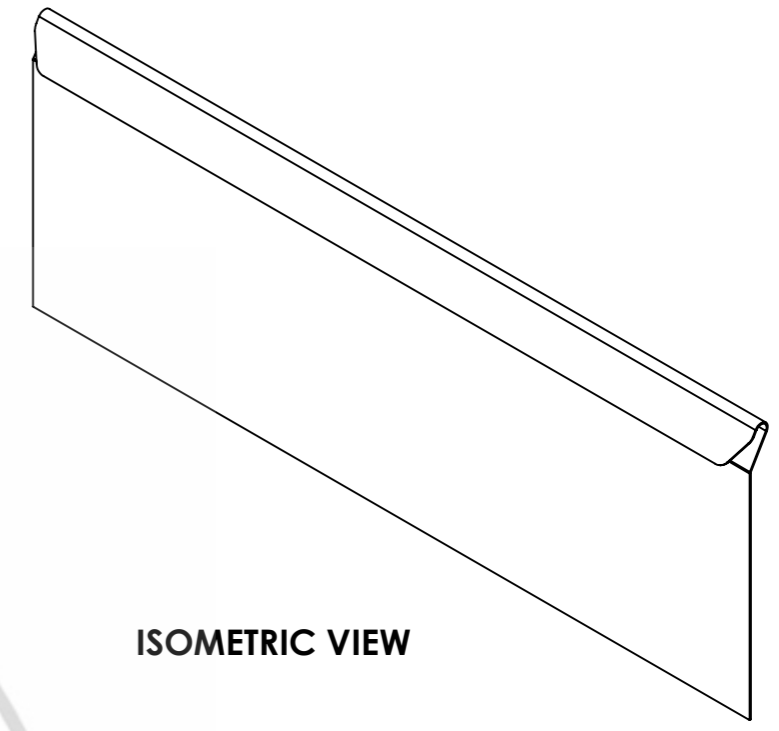
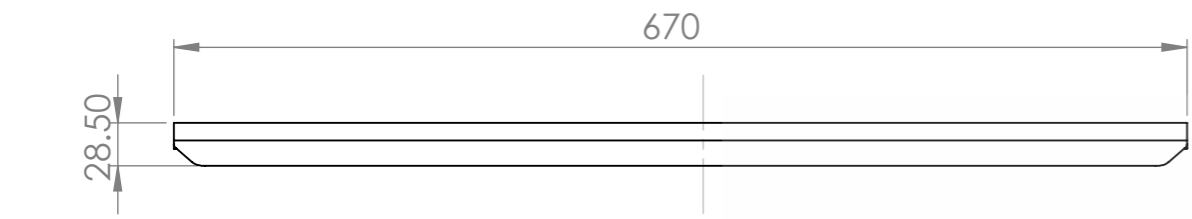
ISOMETRIC VIEW



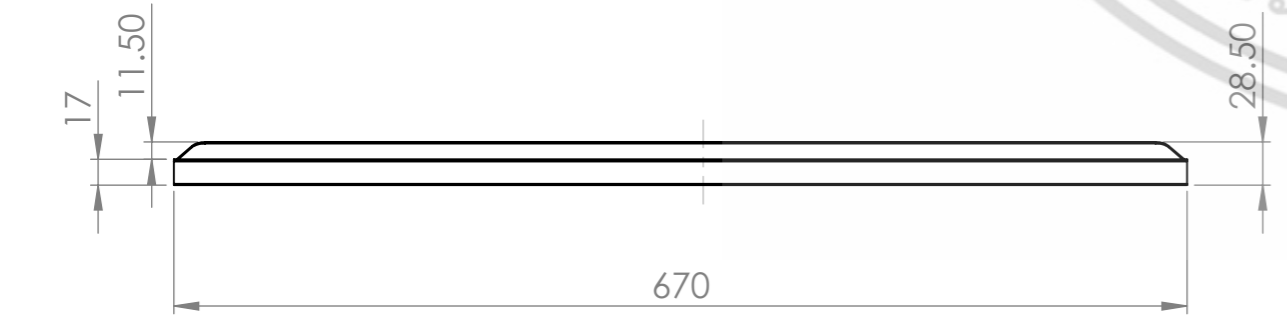
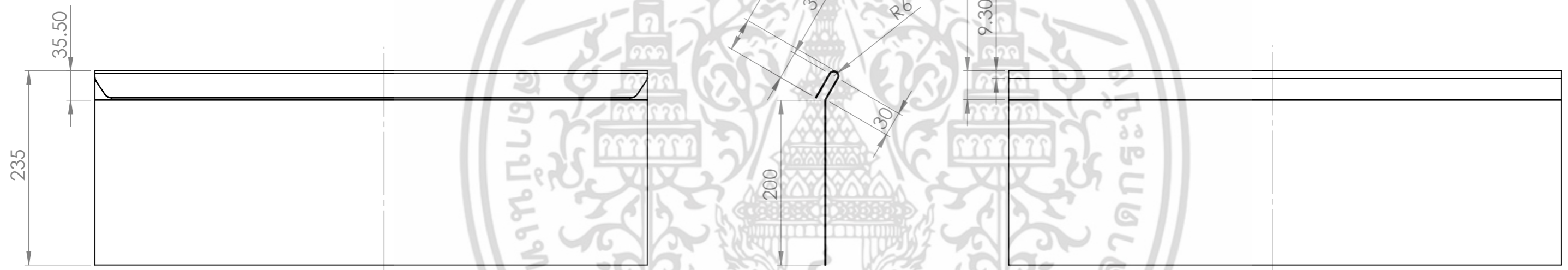
MIDDLE DOOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 167.50 มม ให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อเอกสารไว้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
KR05	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
2	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



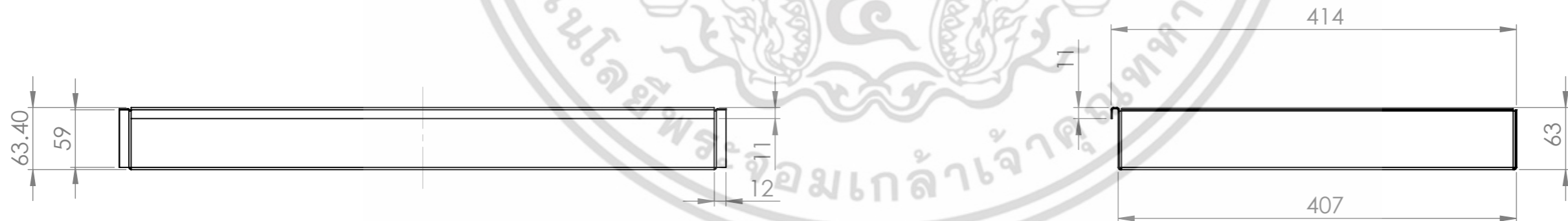
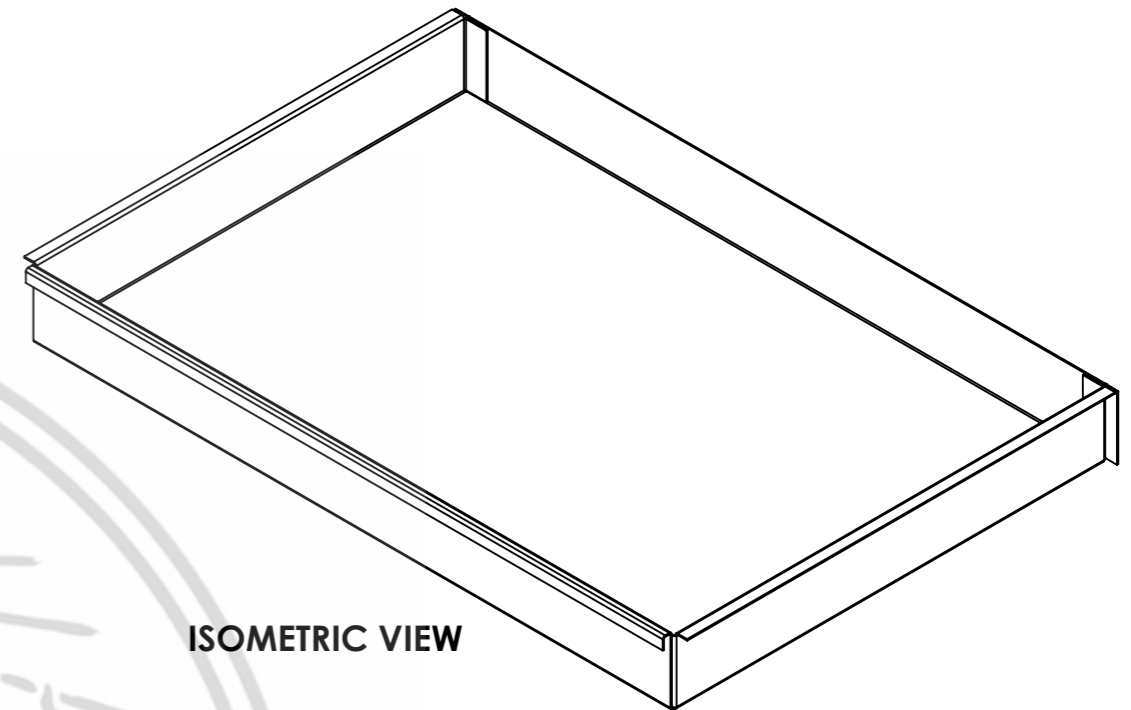
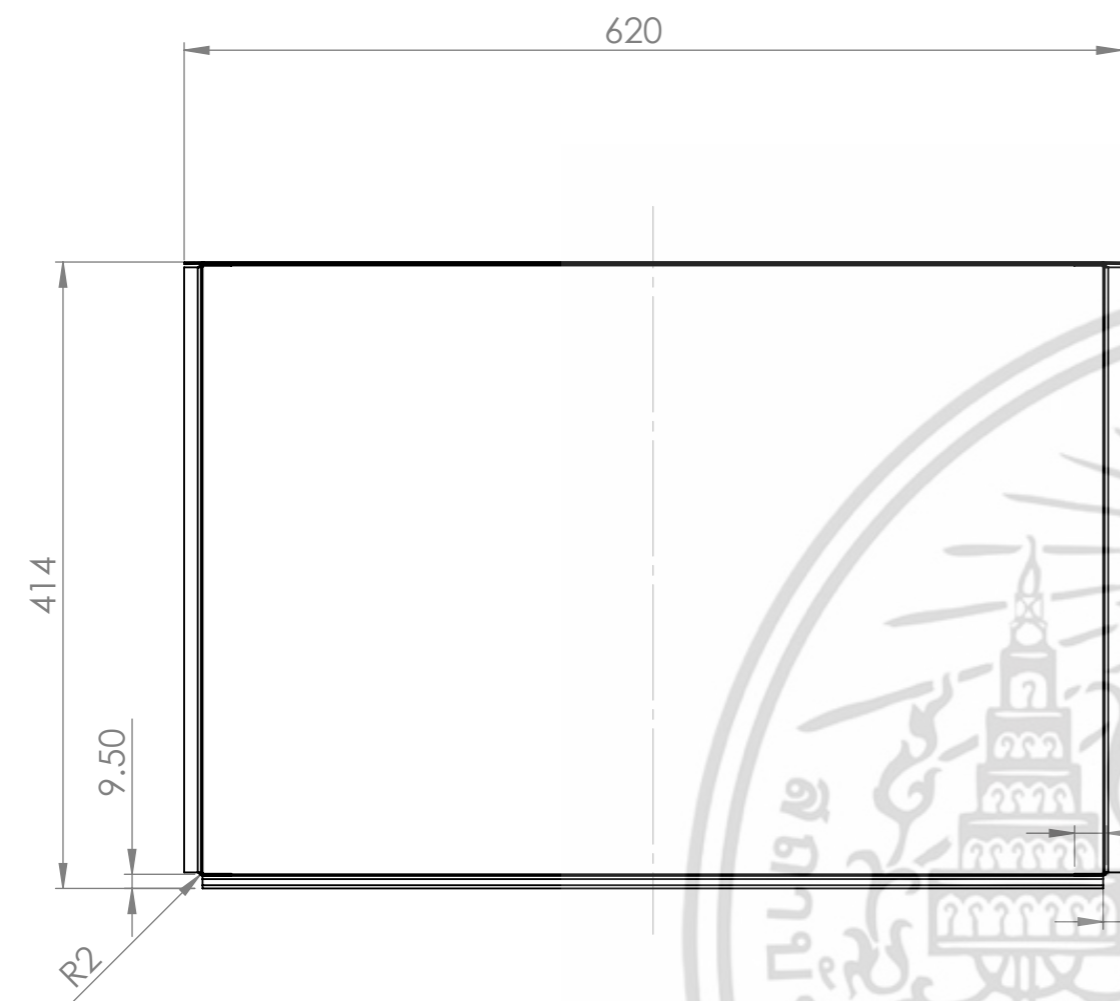
ISOMETRIC VIEW



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOWEST DOOR

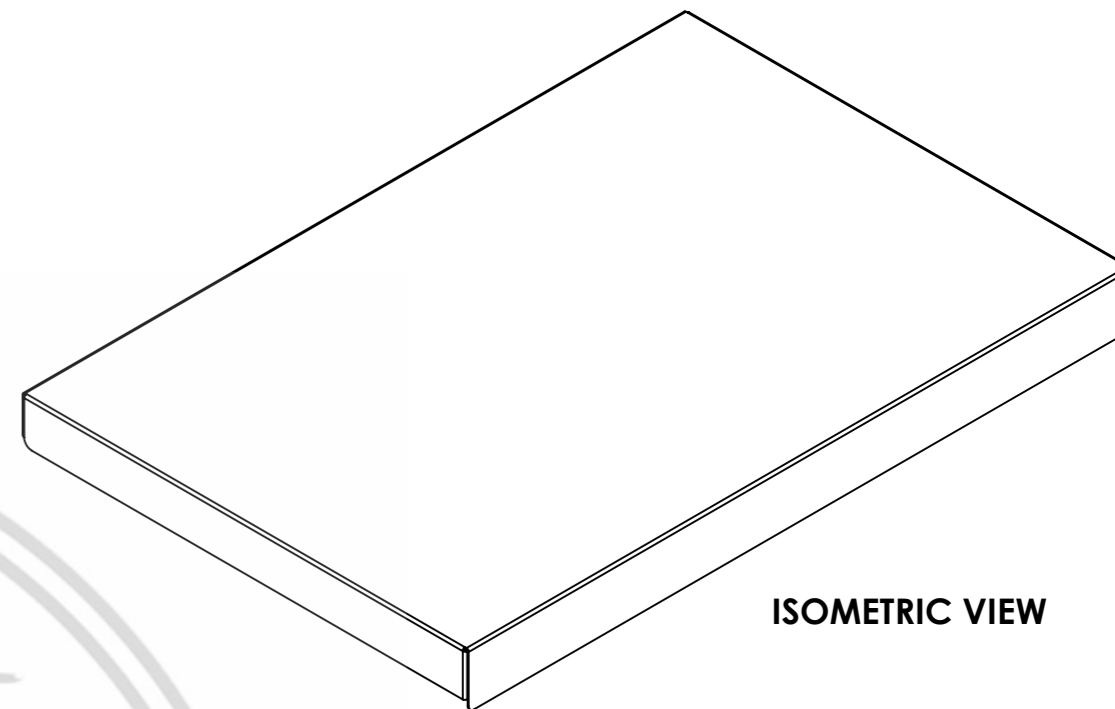
MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
KR04	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



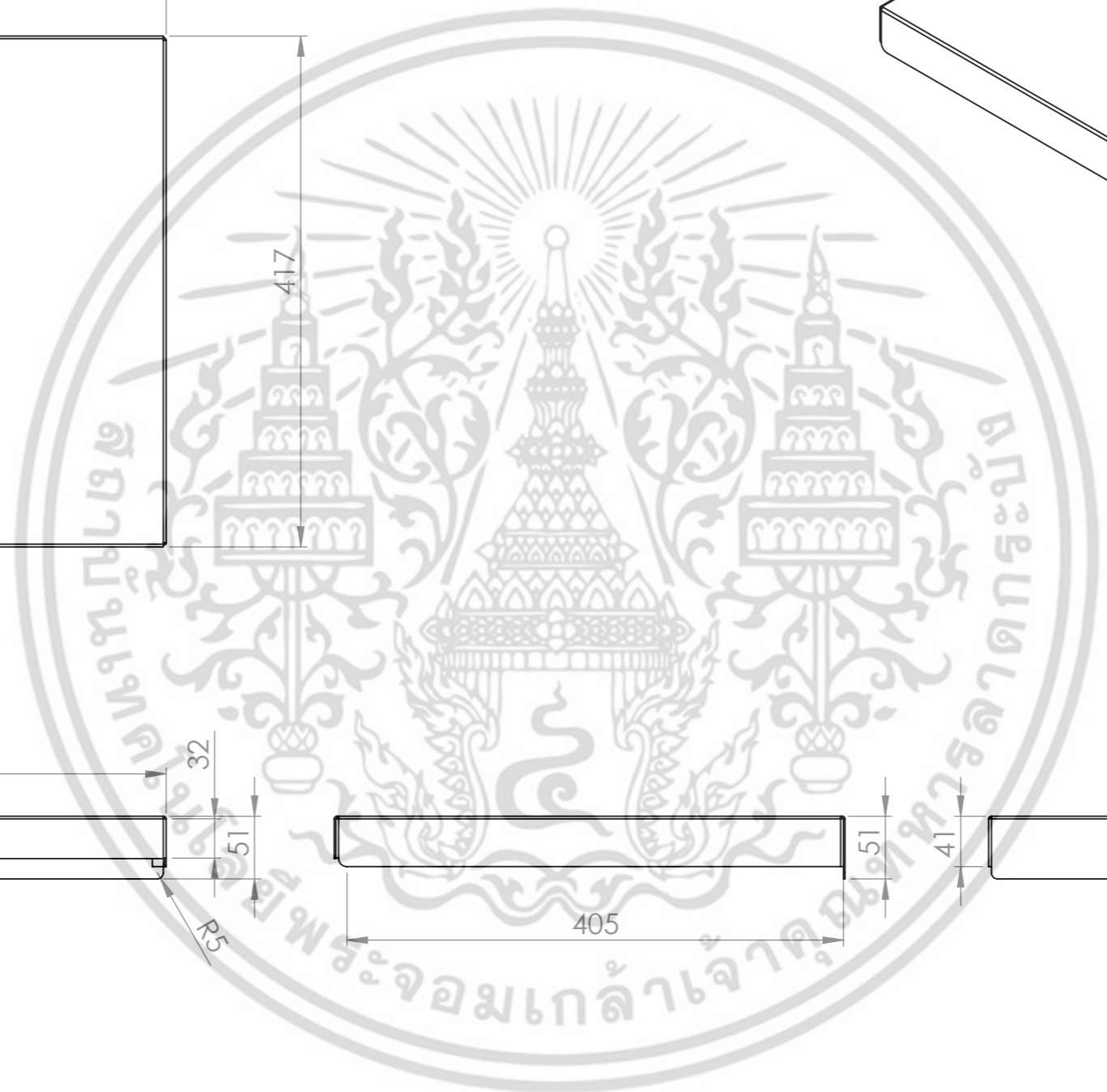
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารไว้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DRAWER 1

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD08	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



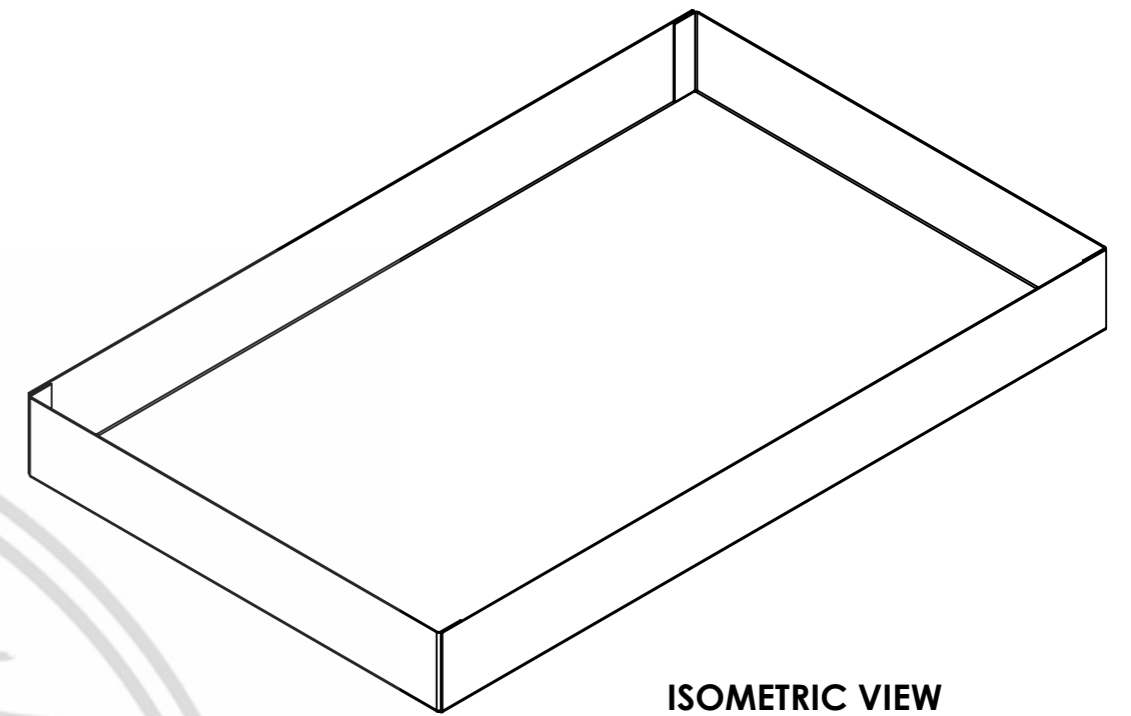
ISOMETRIC VIEW



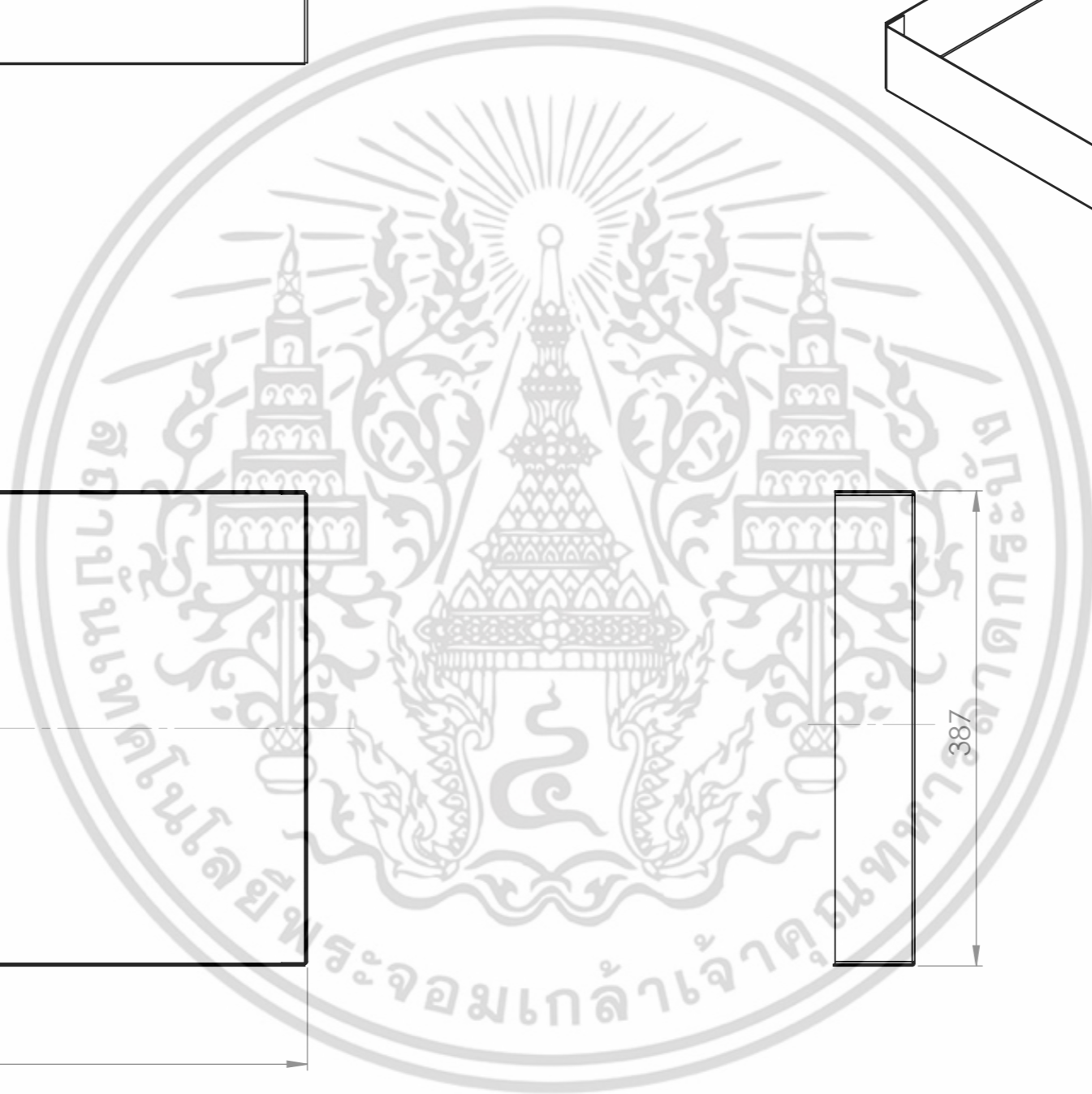
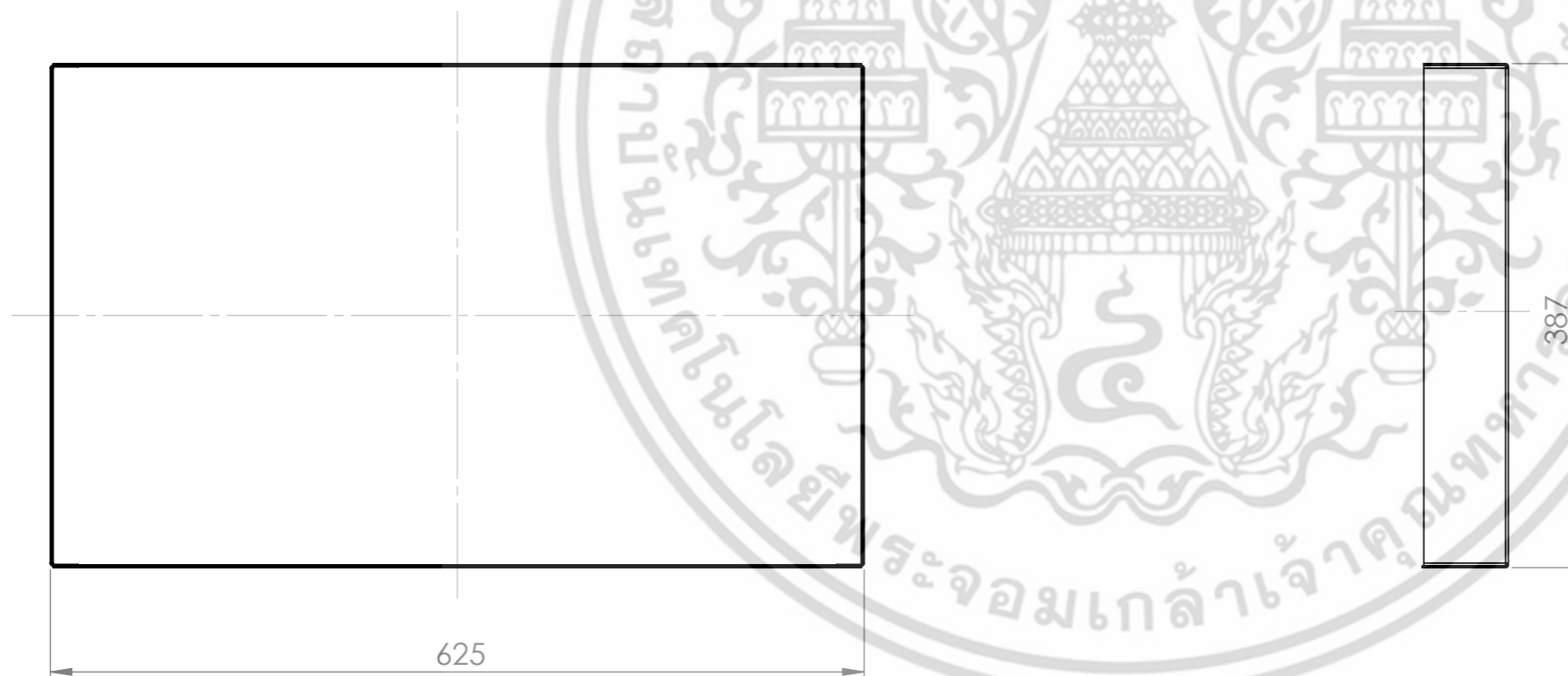
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างถึงชื่อผู้จัดทำในการนำไปใช้

DRAWER 1 COVER

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD05	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF

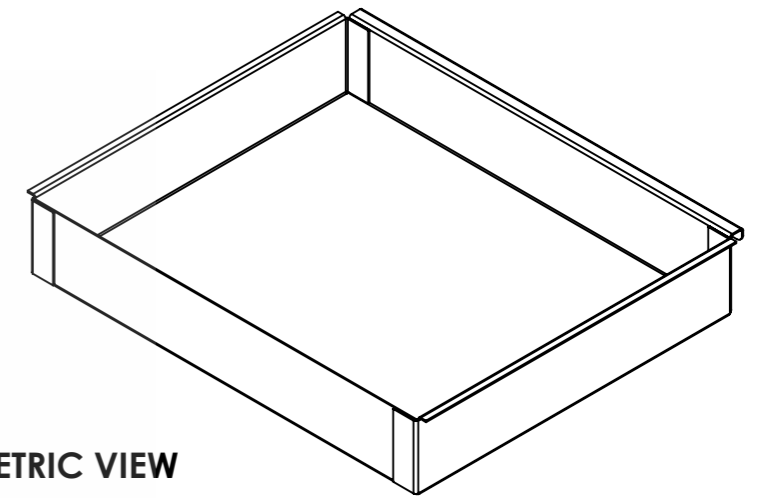
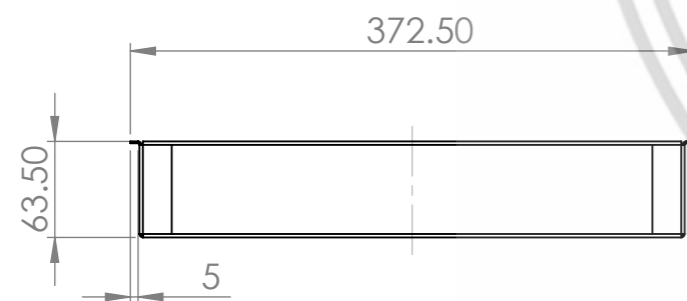
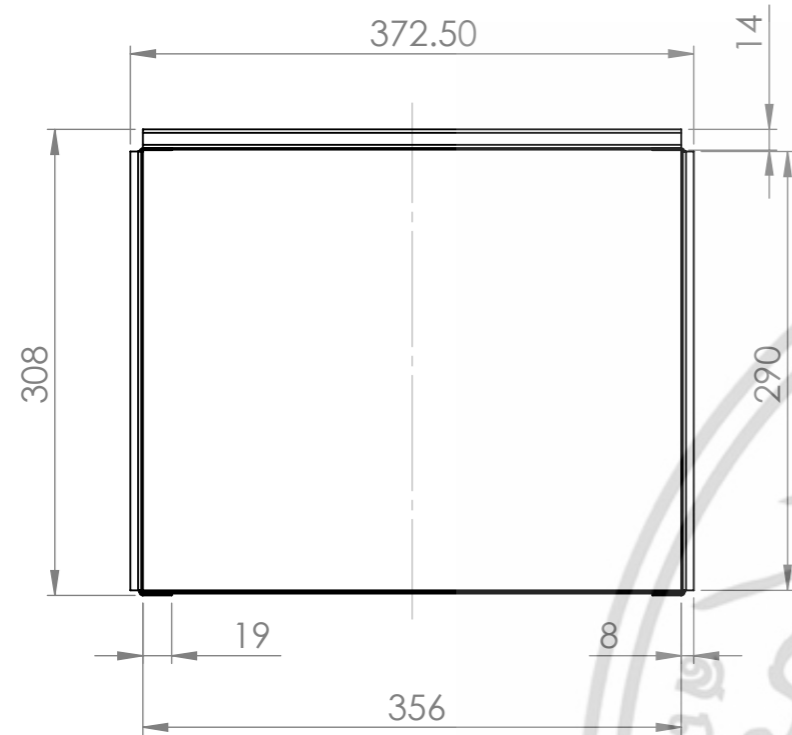


ISOMETRIC VIEW

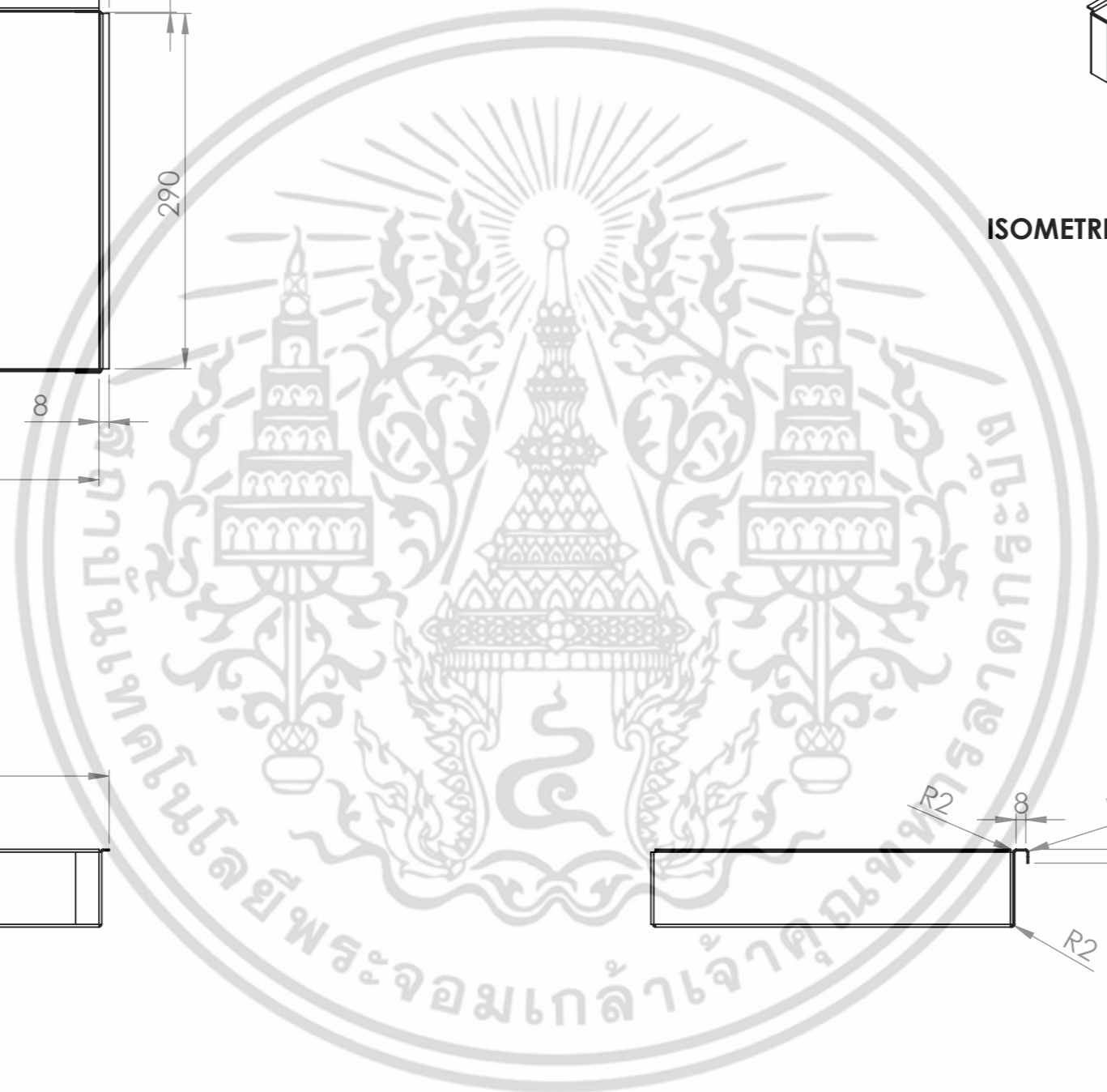


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
DRAWER 2
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารไว้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD09	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



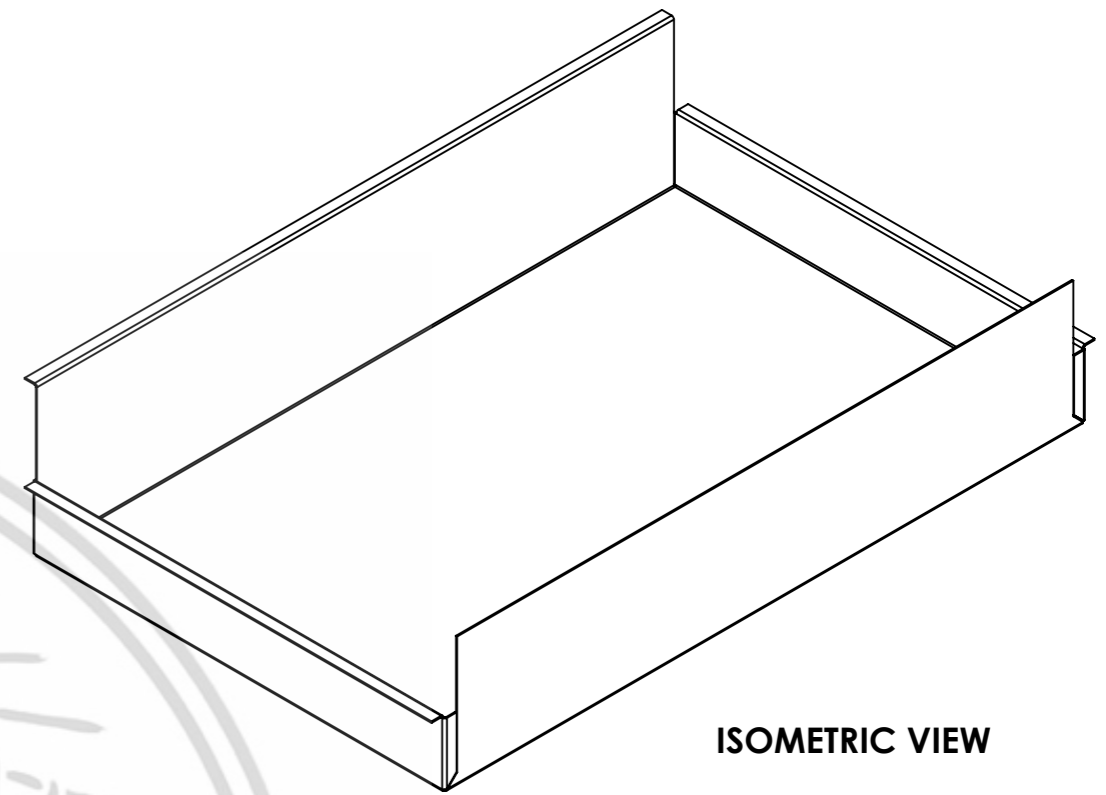
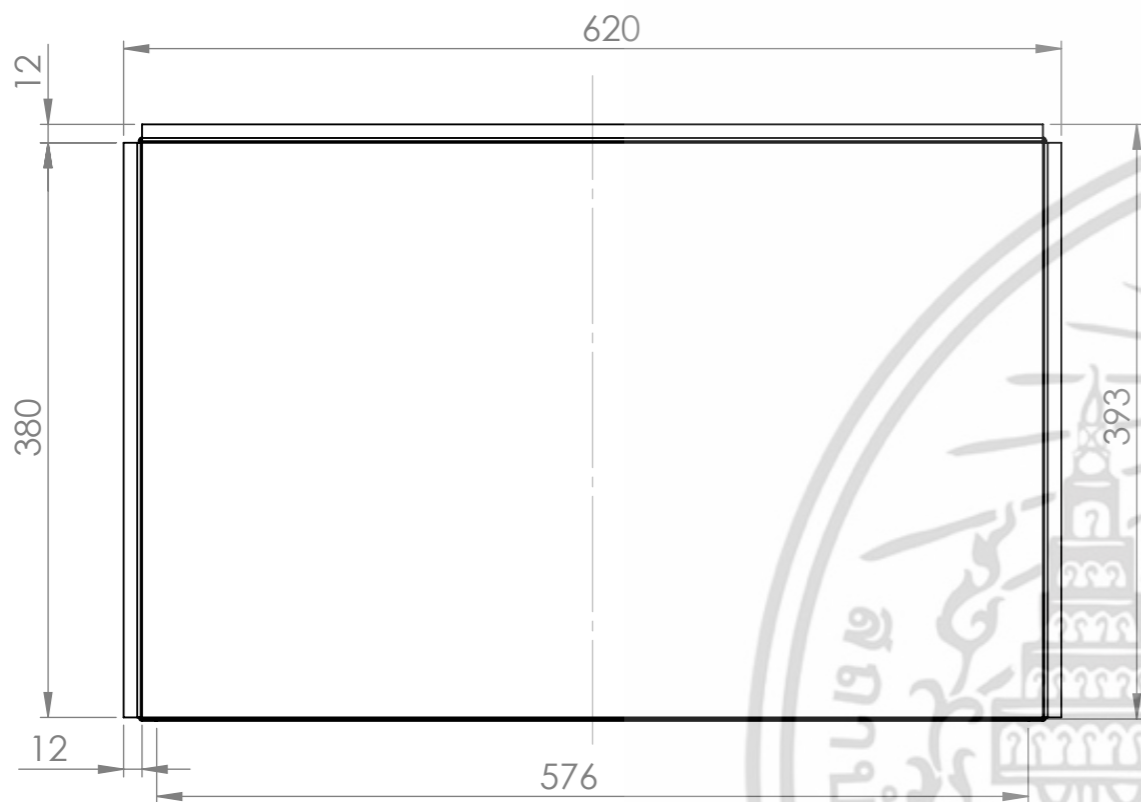
ISOMETRIC VIEW



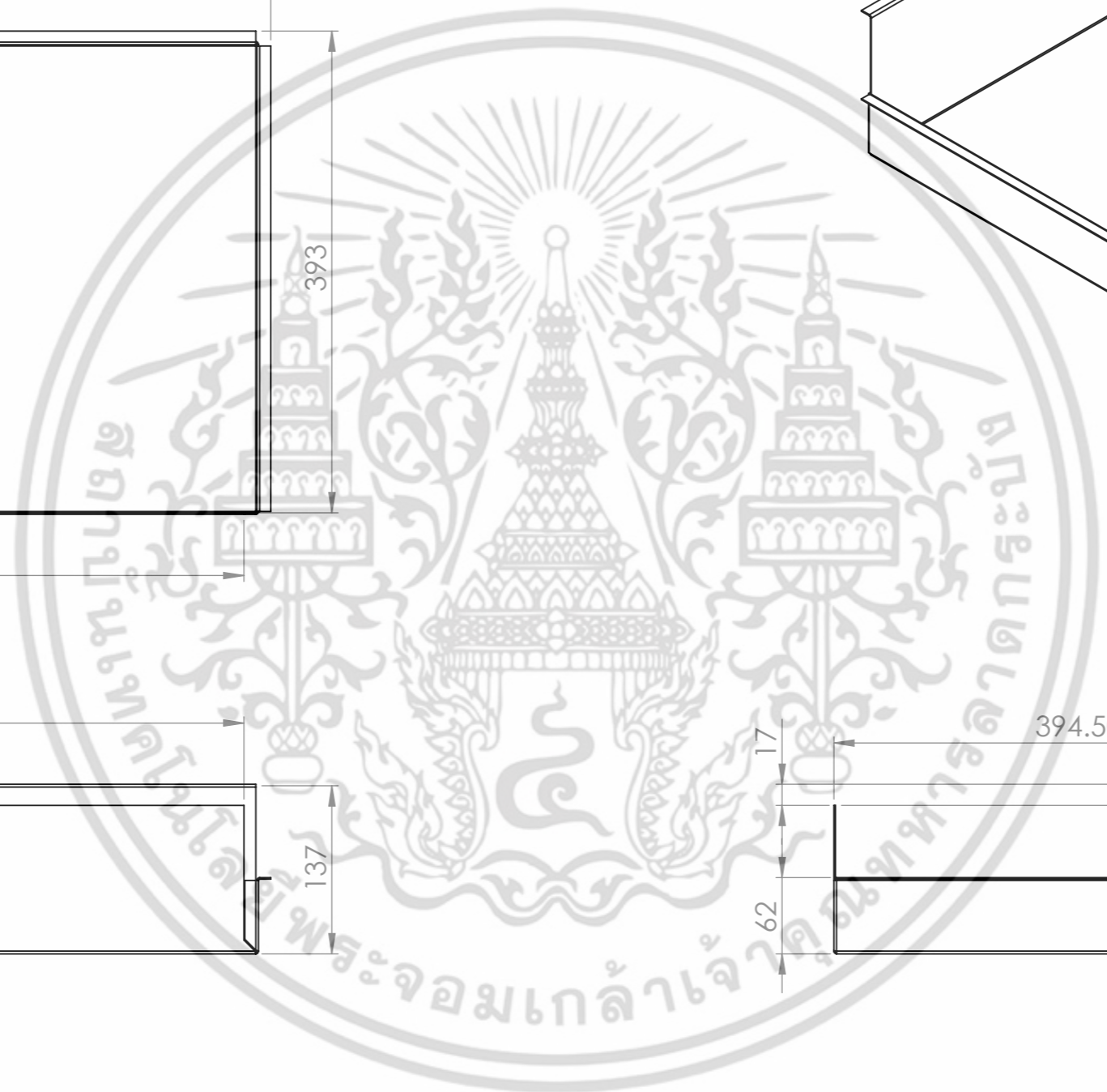
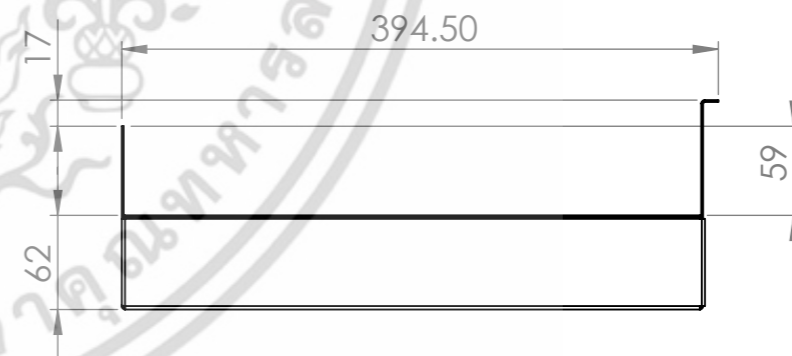
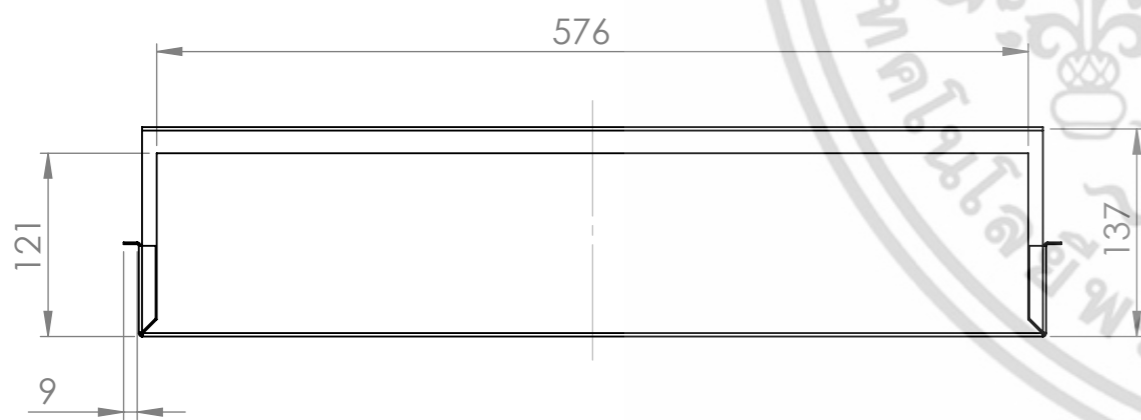
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำใบใช้

DRAWER 3

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD10	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
2	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF

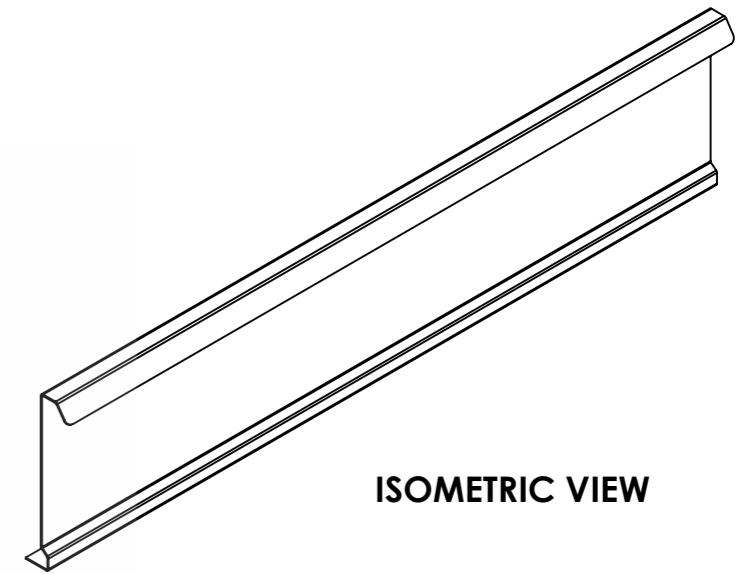
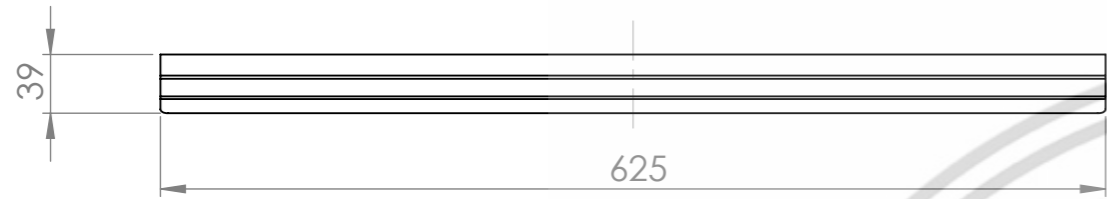


ISOMETRIC VIEW

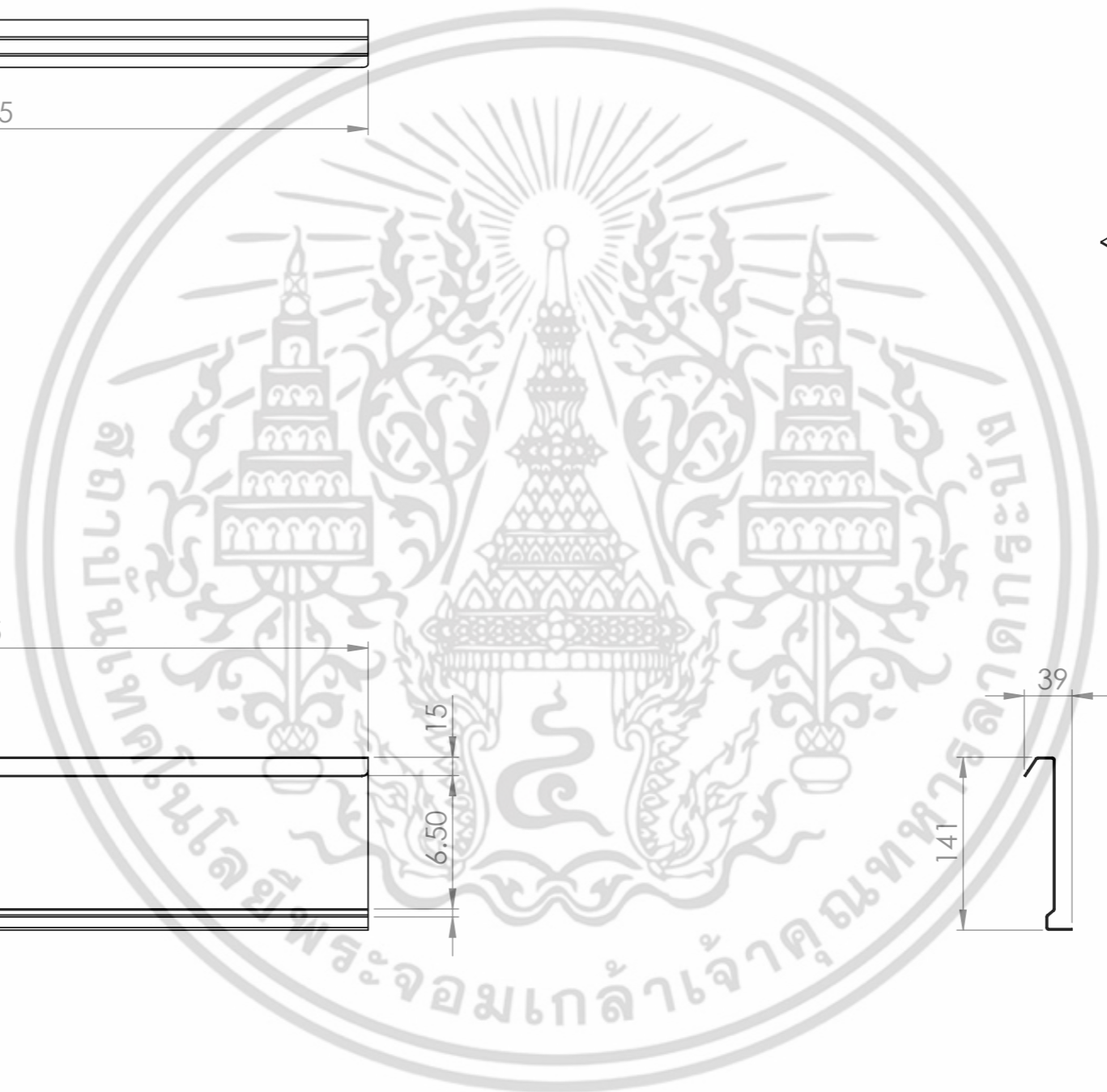


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
DRAWER 4
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำใบ

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD11	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF

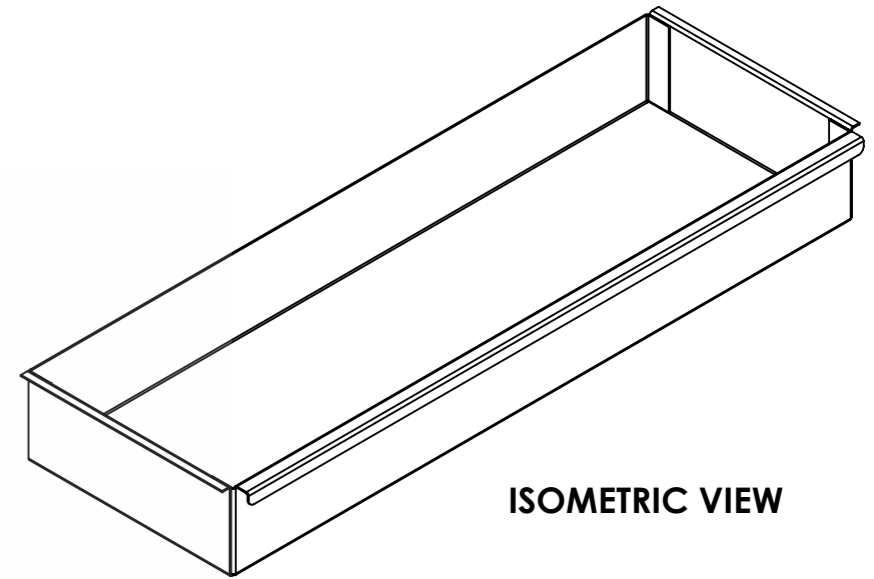
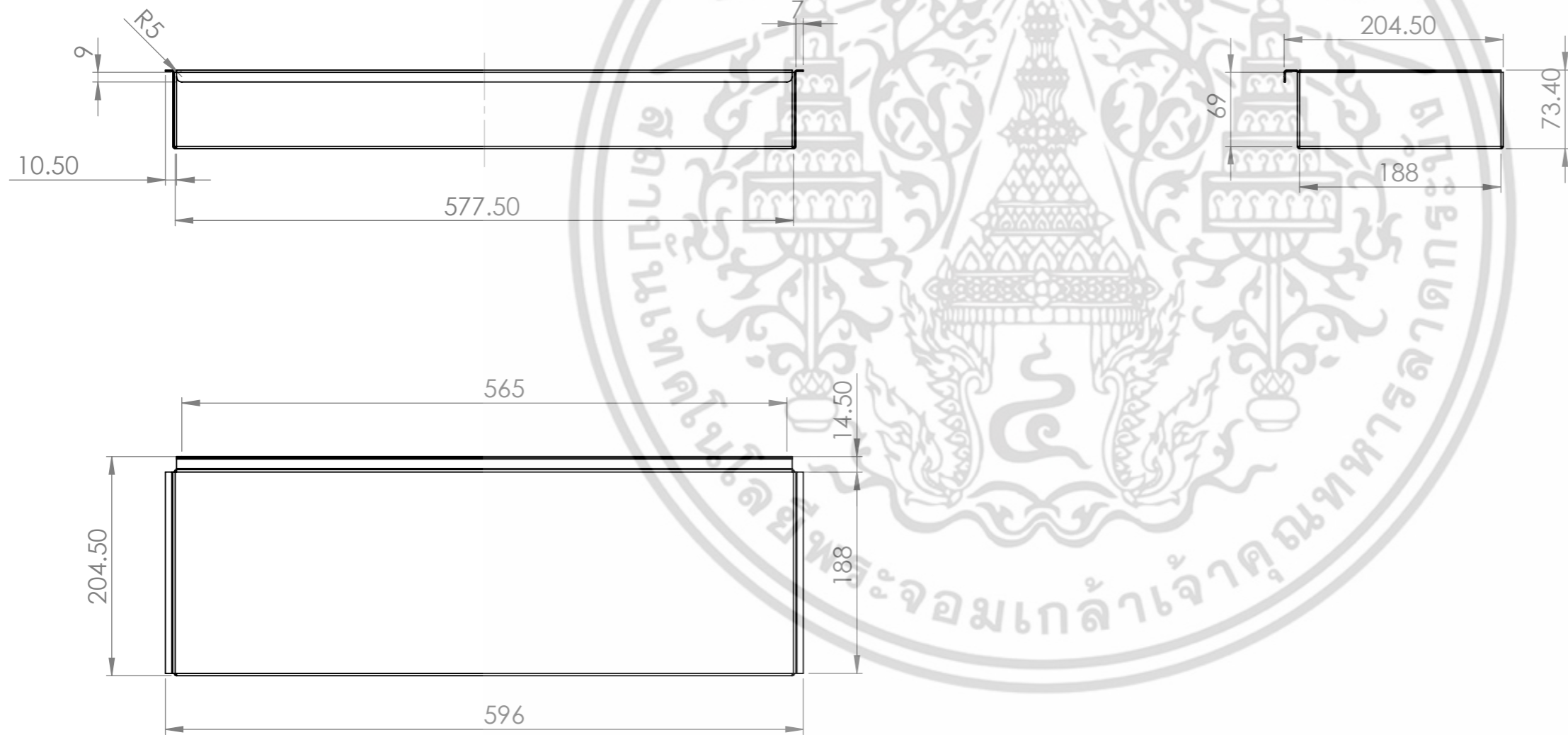


ISOMETRIC VIEW

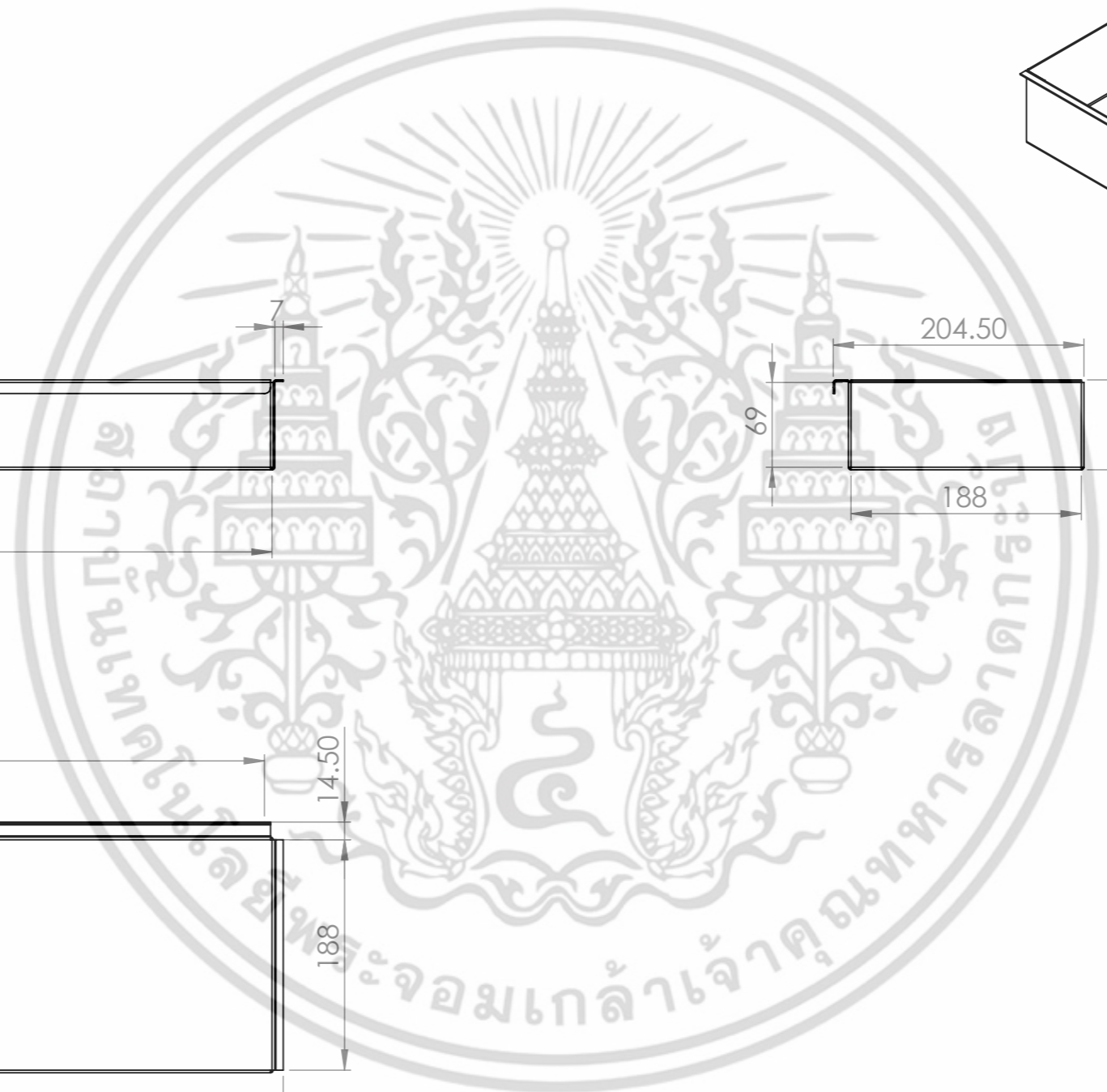


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
DRAWER 4 FRONT
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ที่ปรากฏมาเป็

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD12	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



ISOMETRIC VIEW



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อโครงการที่มีการนำไปใช้

DRAWER 5

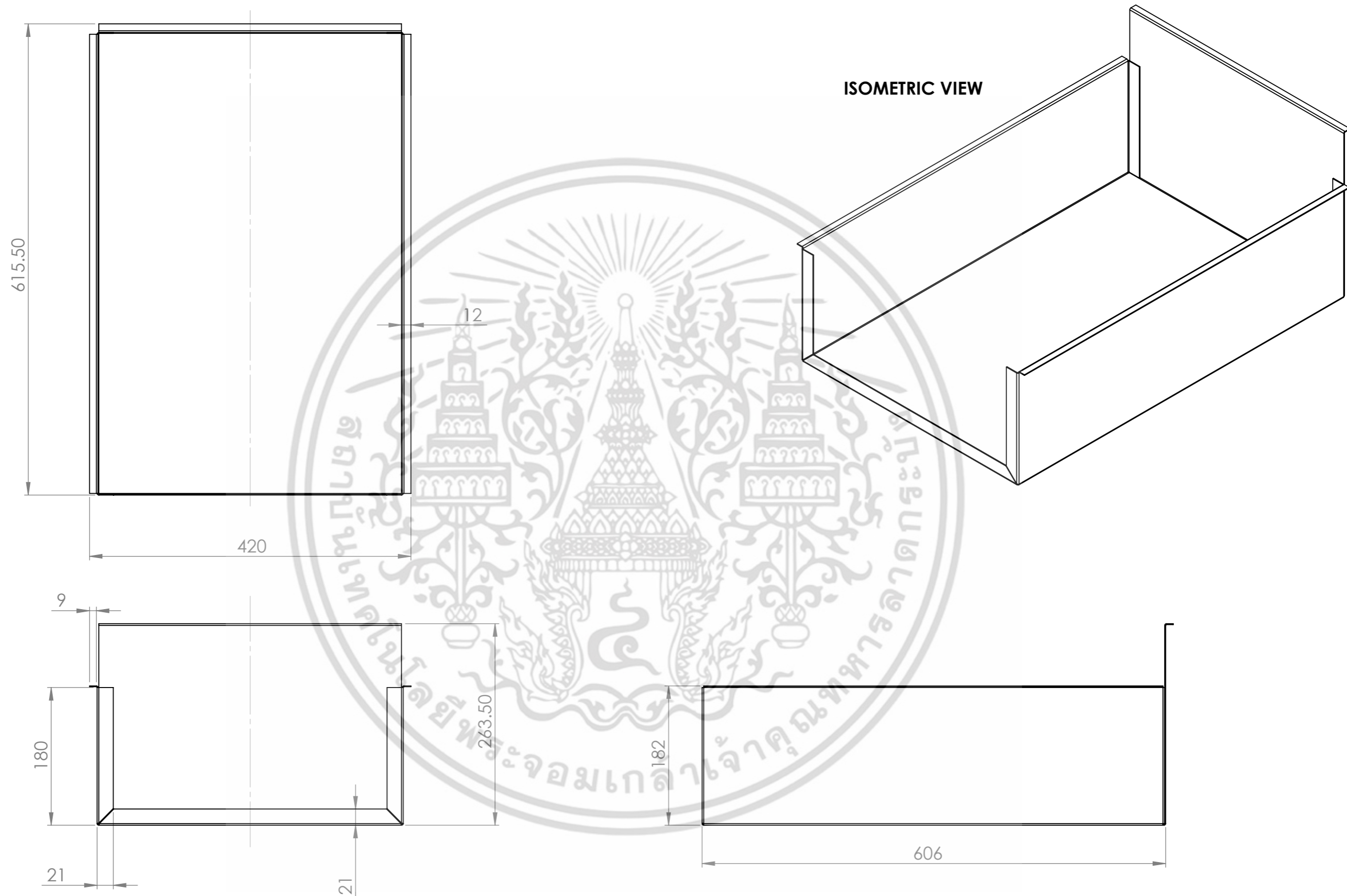
MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM

PART NO. KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

LD06 FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

QUANTITY MR. SUWAT BOONCHUCHOAY CODE: 55020260

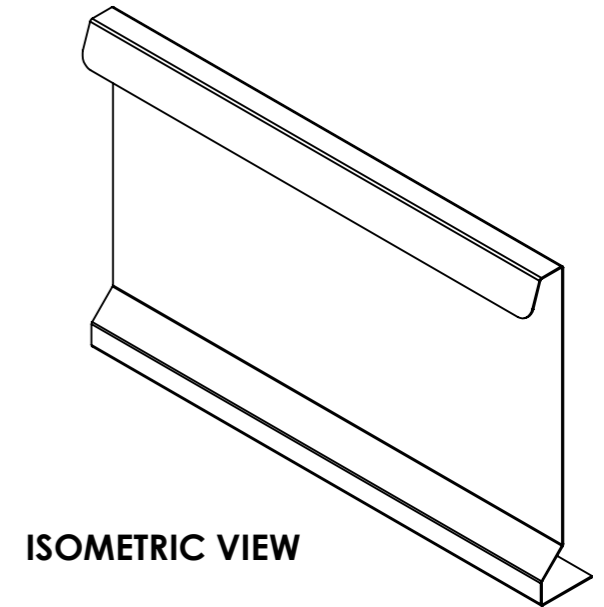
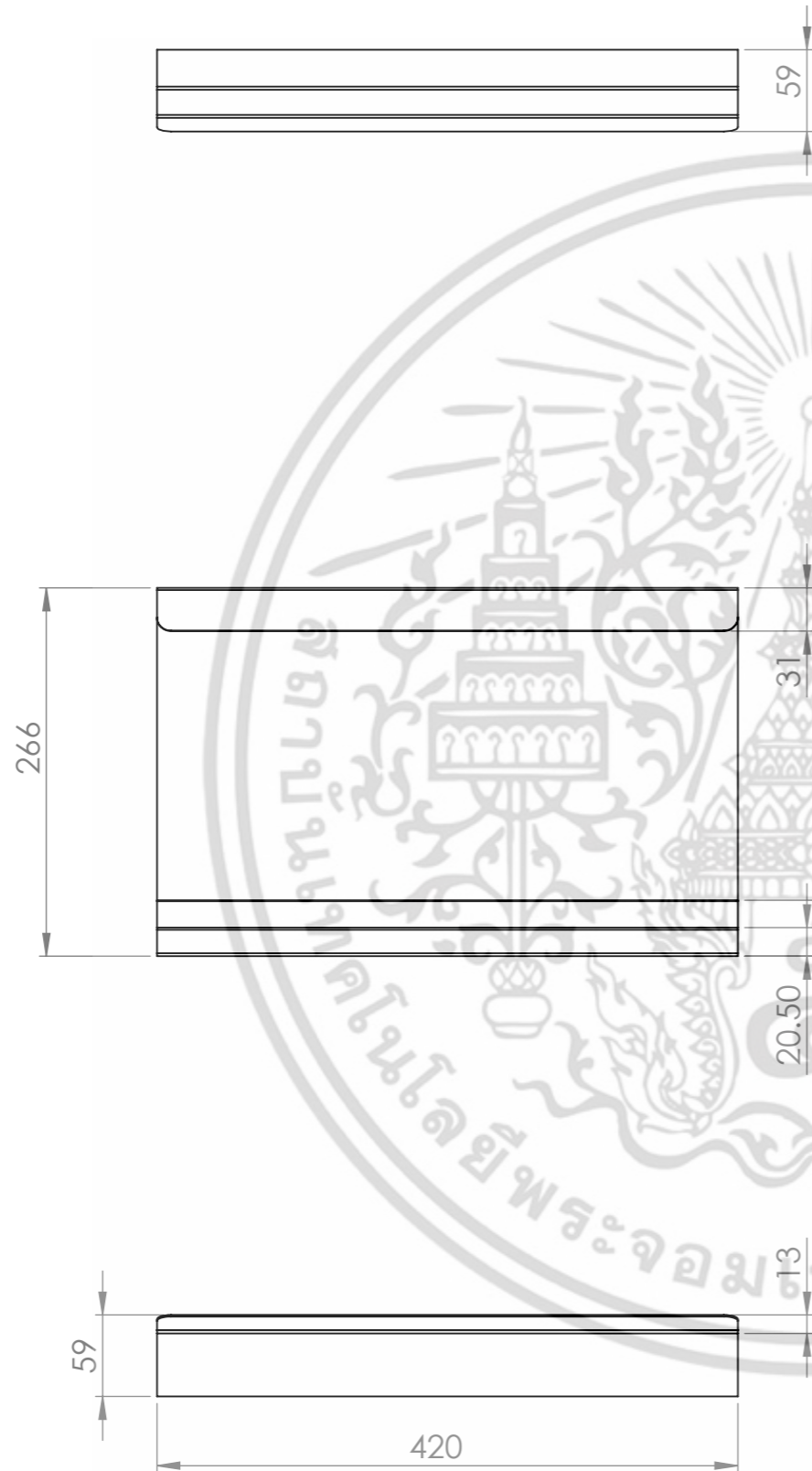
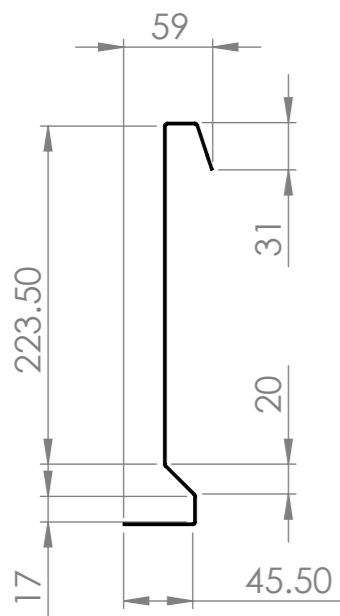
2 UNIT: MILLIMETERS SCALE 1 : 5 PAGE OF



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อผู้จัดทำทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

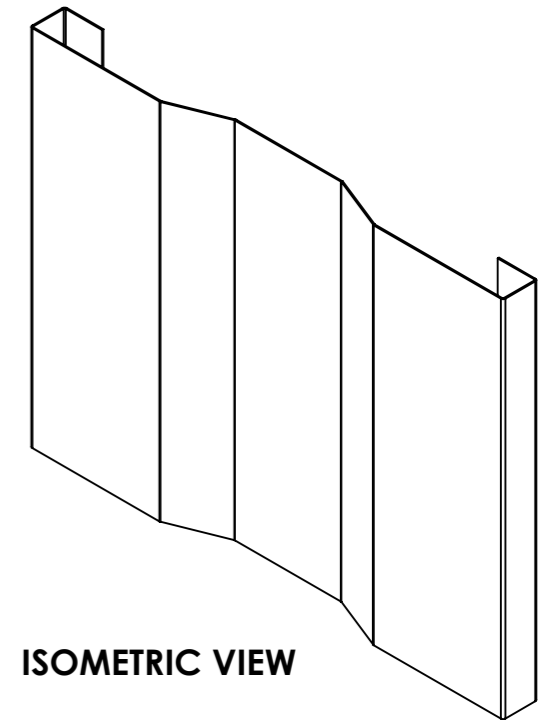
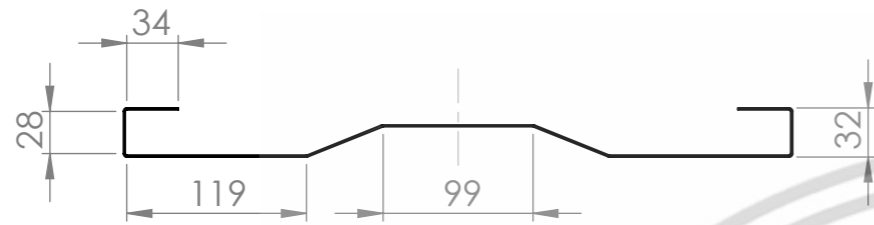
DRAWER 6

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
LD07	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้อง

DRAWER 6 FRONT	MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM		
	PART NO. : LD08	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
	QUANTITY : 1	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	CODE: 55020260
	PAGE	OF	

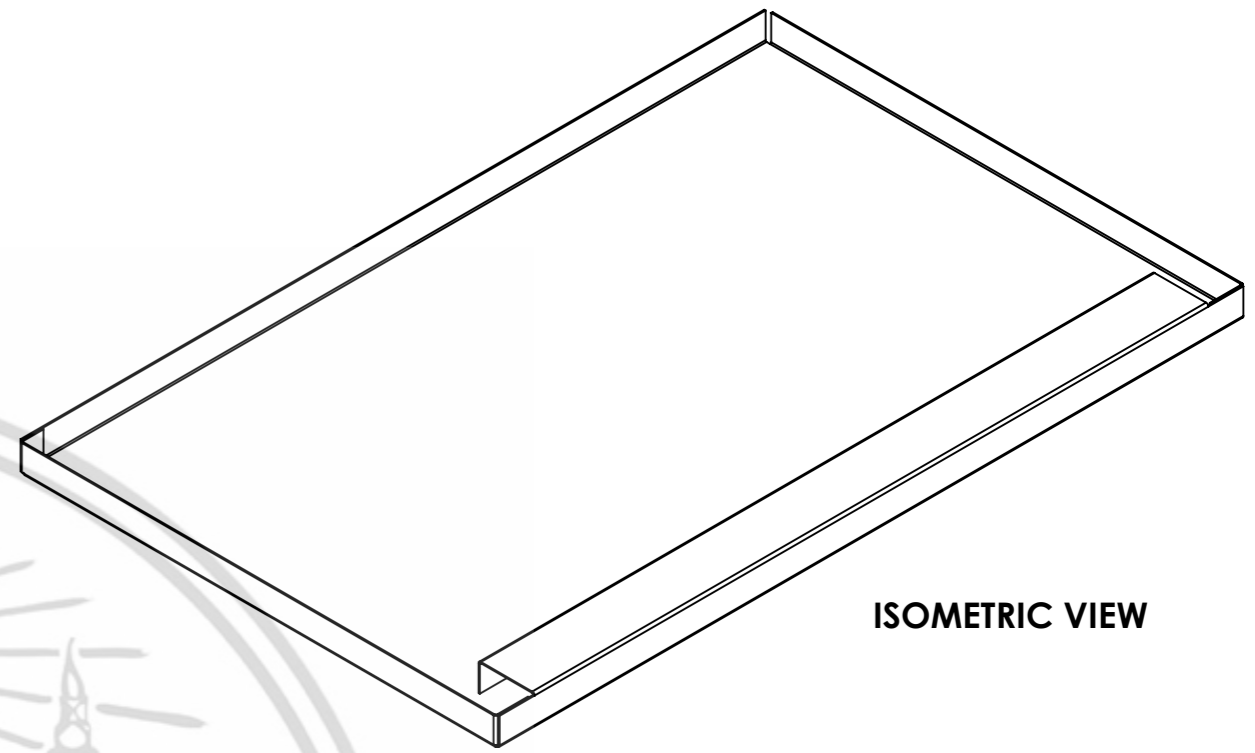
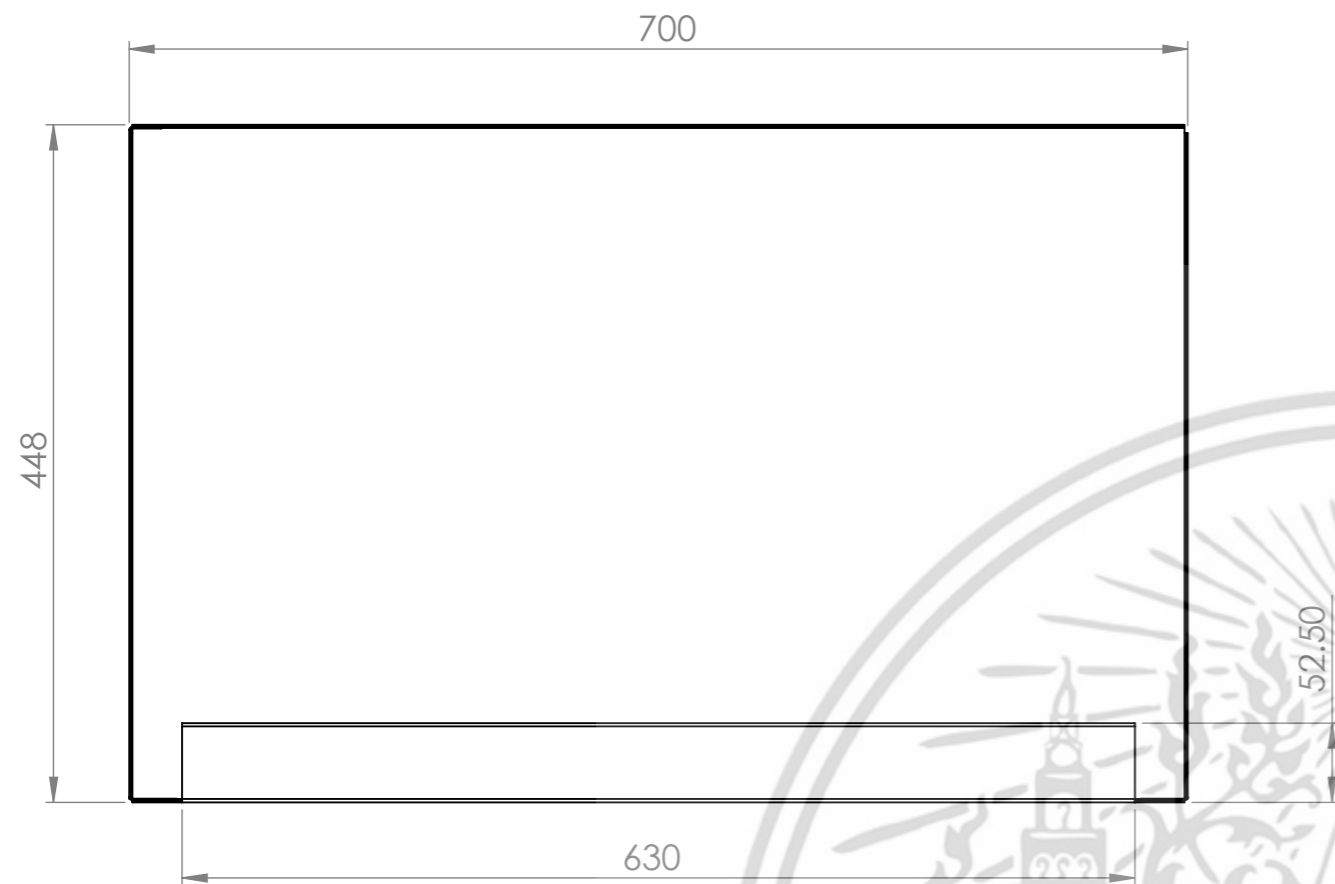


ISOMETRIC VIEW

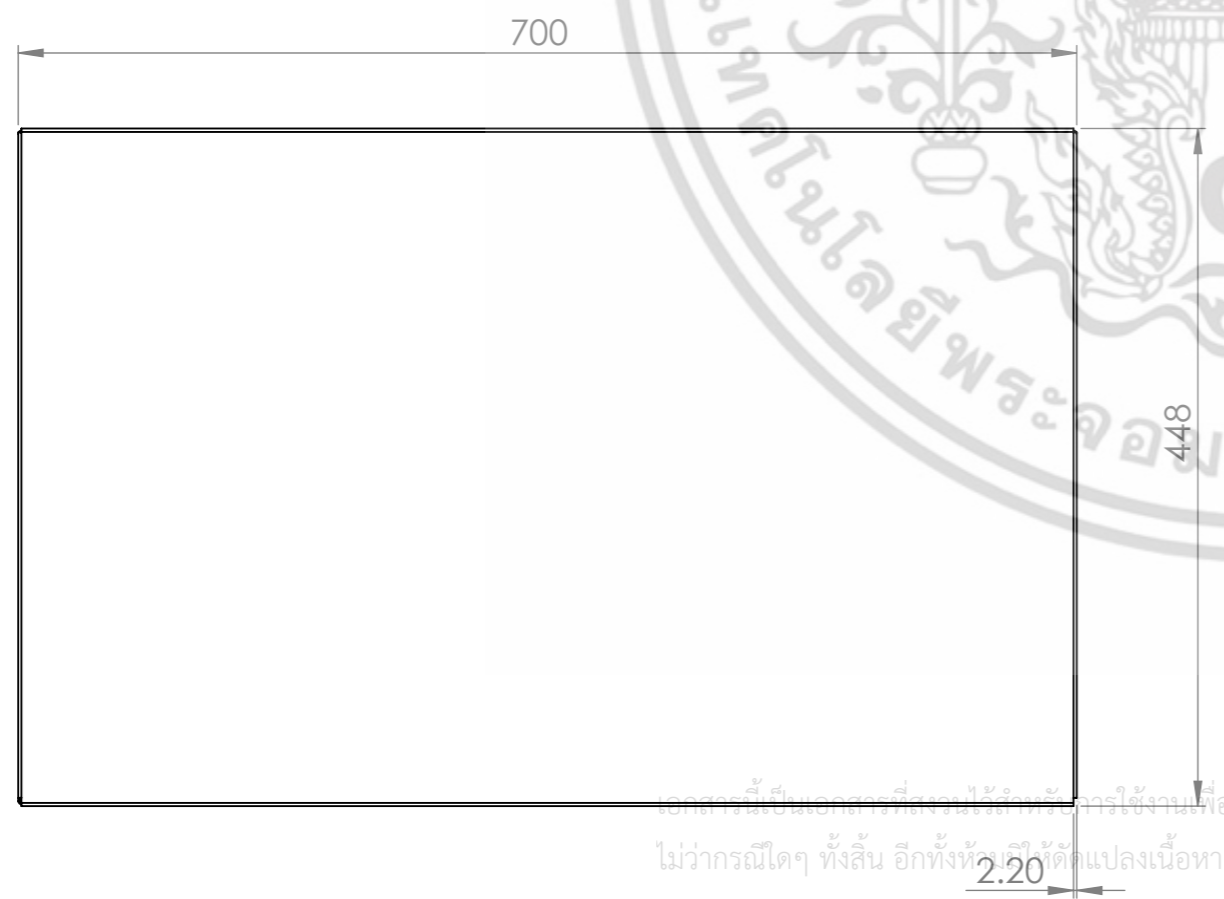
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
 ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มาเปิดเผย

UPPER DRAWER CASE
SIDE

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD02	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUHOAY	CODE: 55020260	
2	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



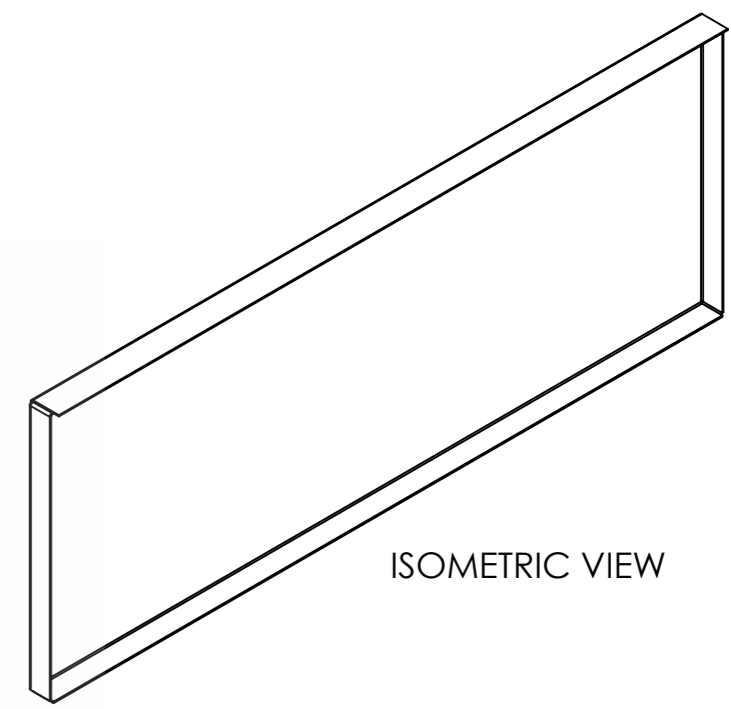
ISOMETRIC VIEW



UPPER DRAWER CASE
BASE

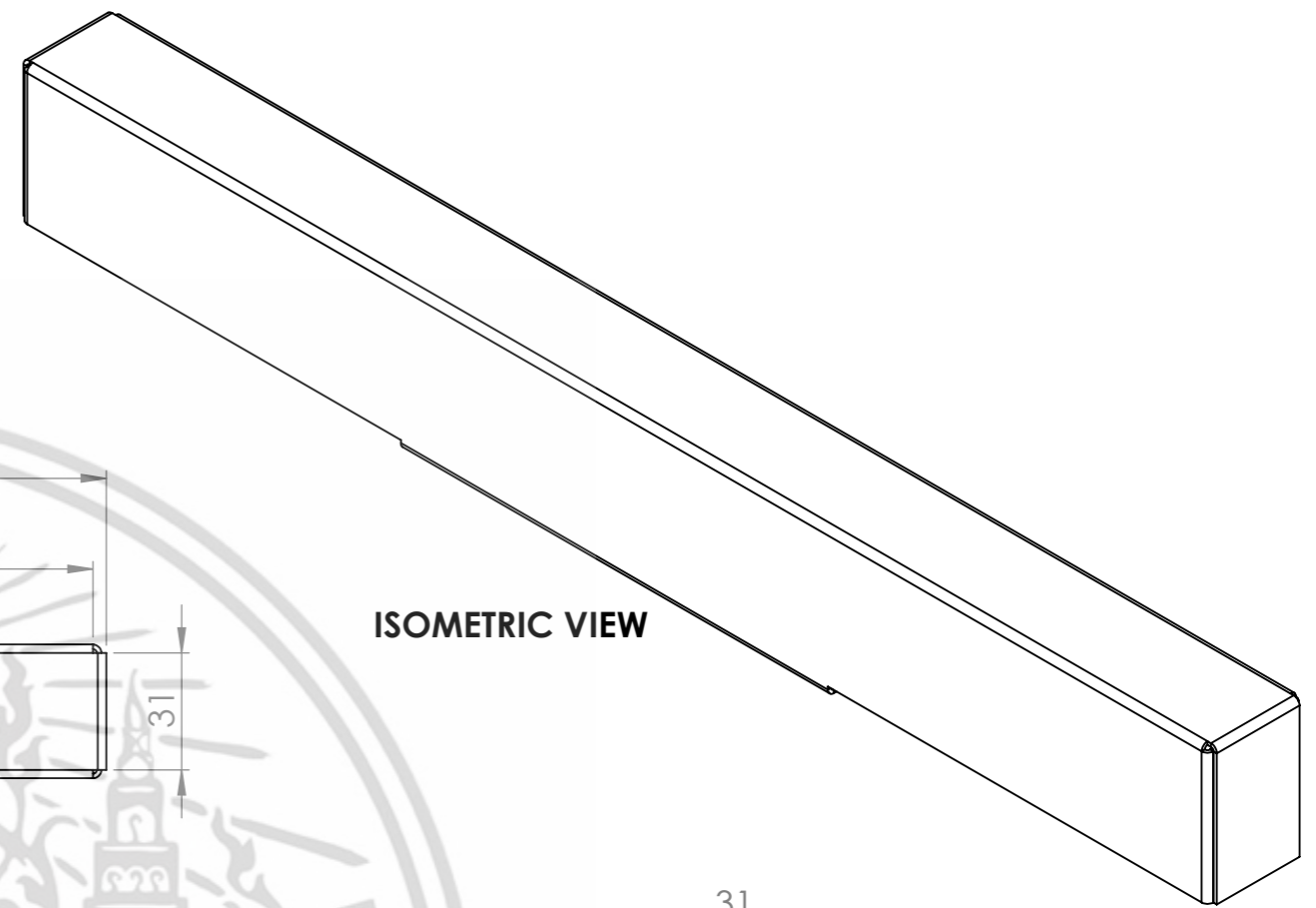
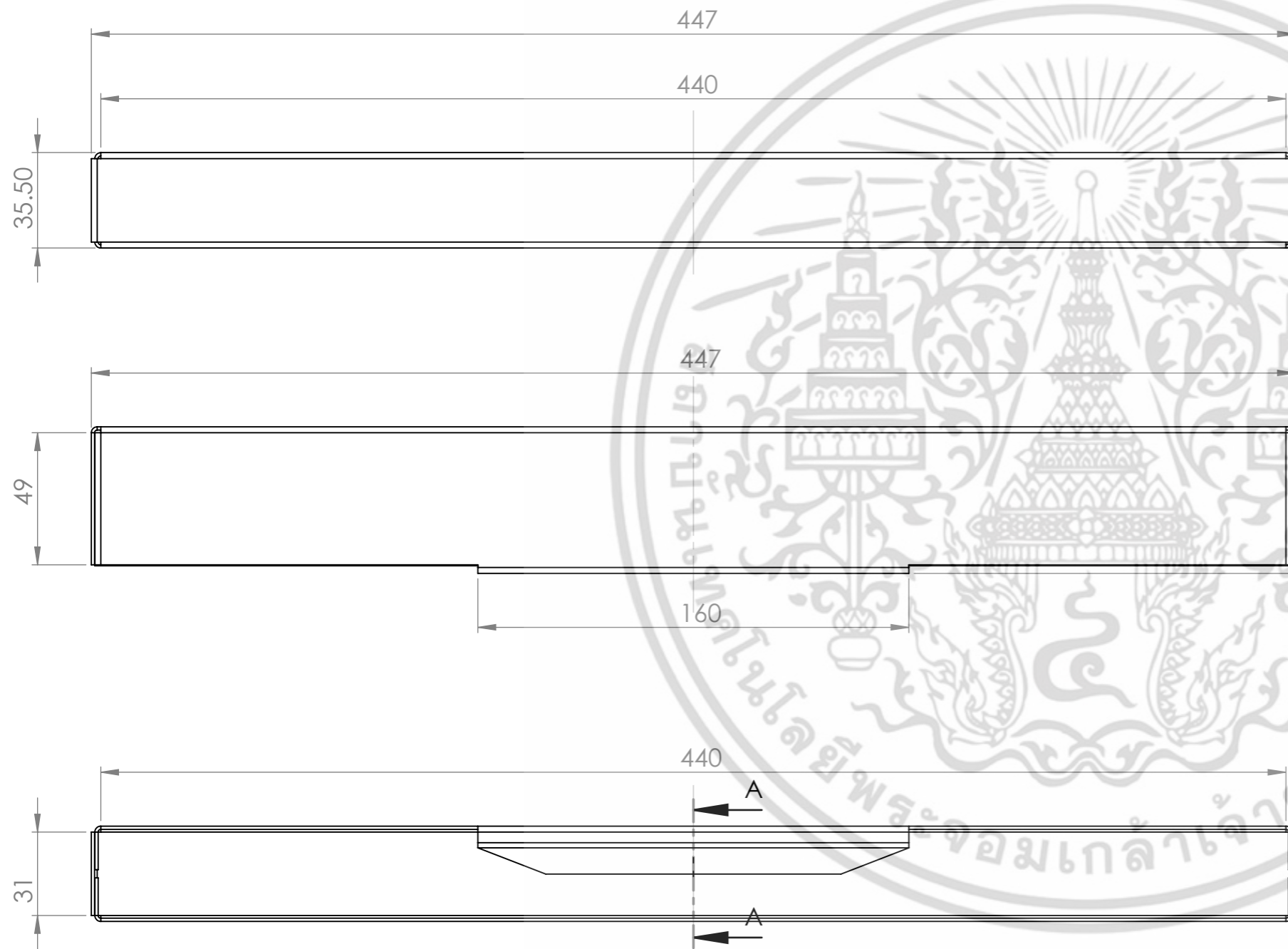
MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD04	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไข ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอยู่ใต้อังตงเงืงของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำใบ

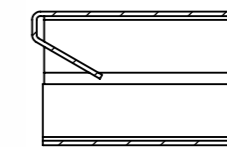
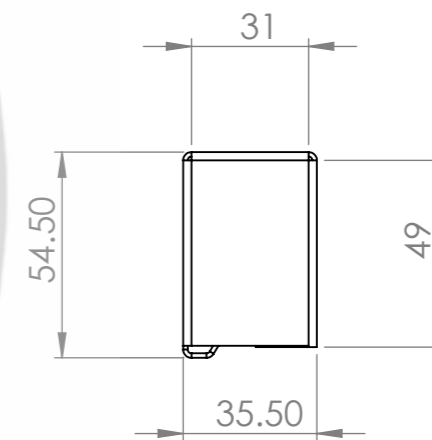


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาทุกครั้งที่มีการนำ
**UPPER DRAWER CASE
 BACK**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD03	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



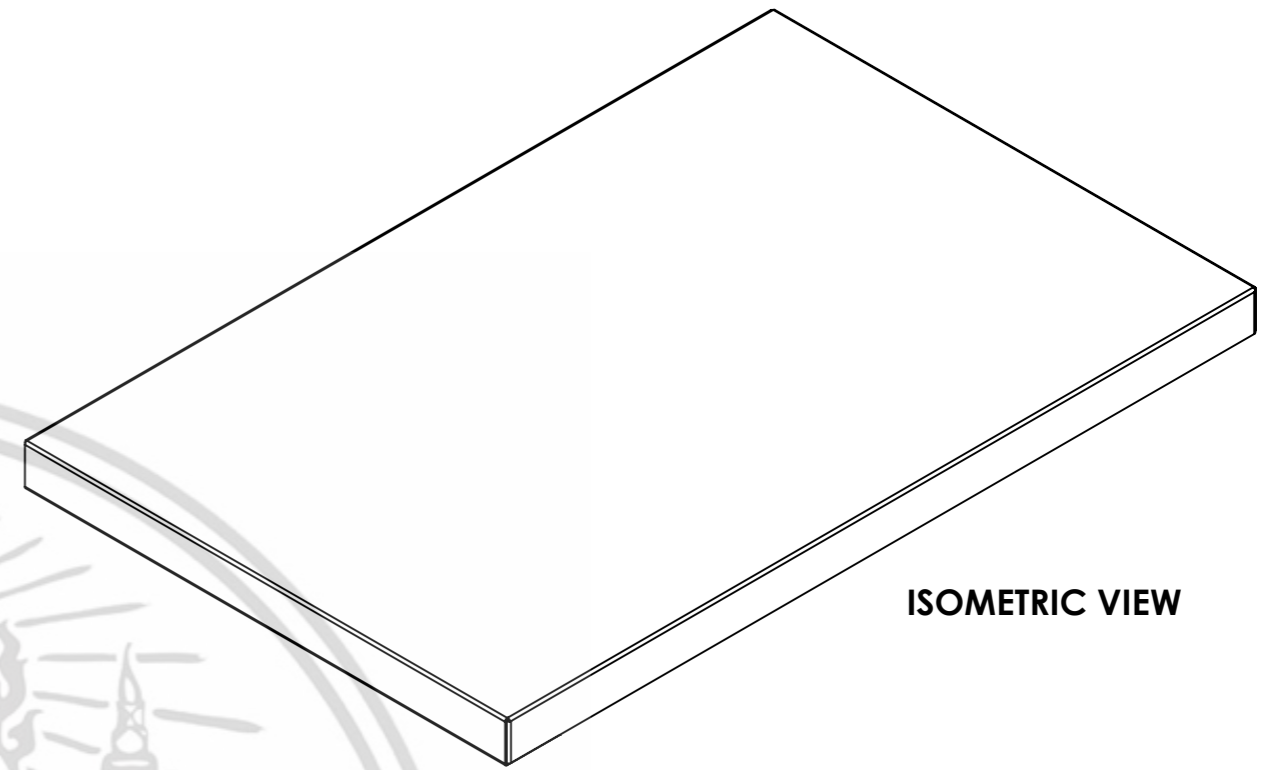
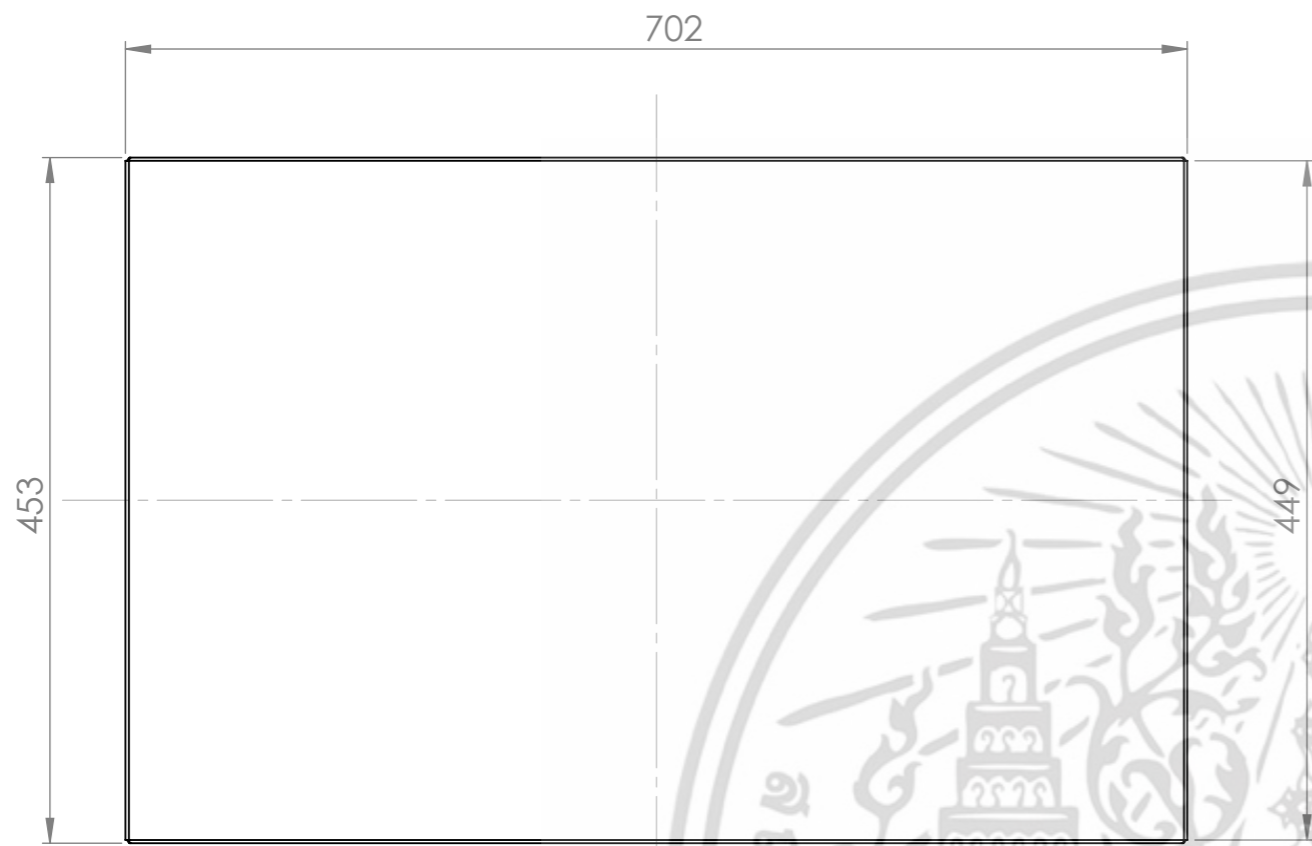
ISOMETRIC VIEW



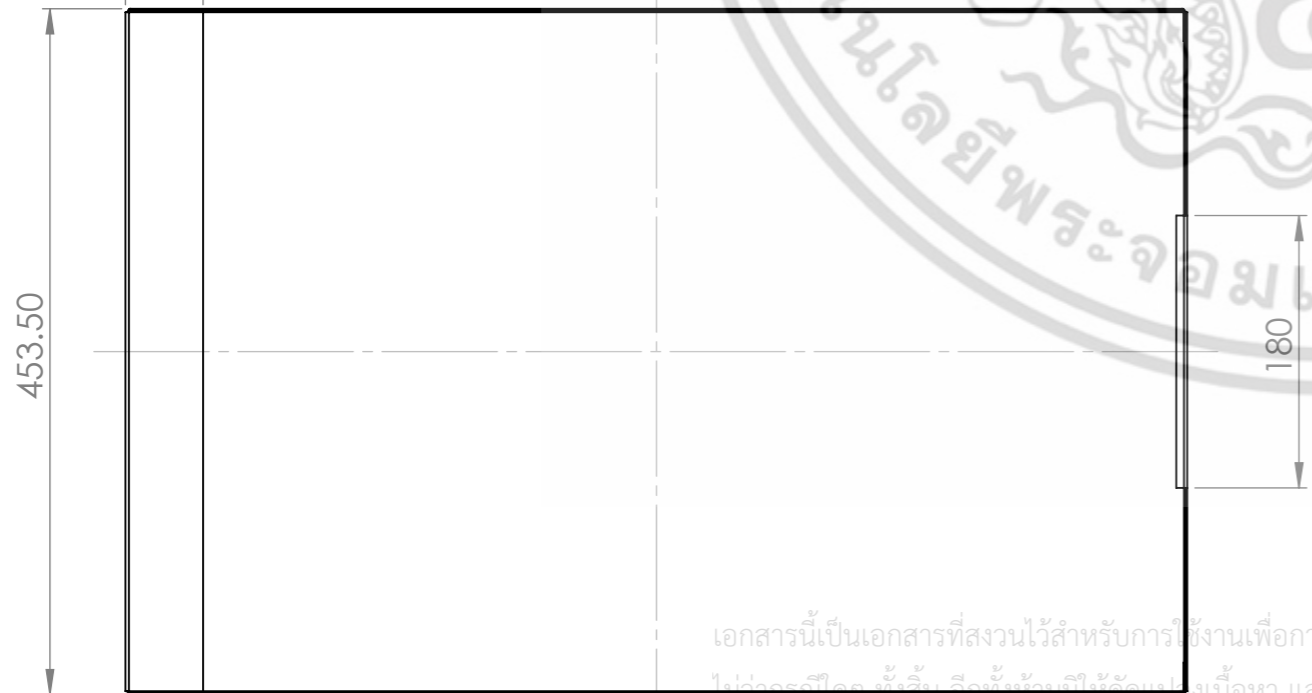
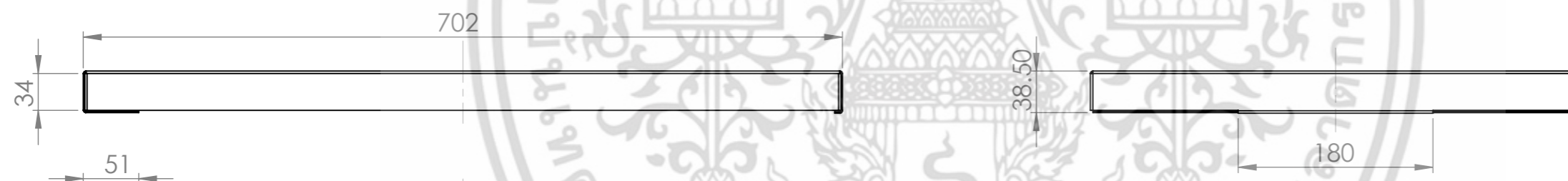
SECTION A-A
SCALE 1 : 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอยู่ใต้อิทธิพลของลิขสิทธิ์ที่ปรากฏ
**UPPER DRAWER CASE
 TOP**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD01	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 2	PAGE OF

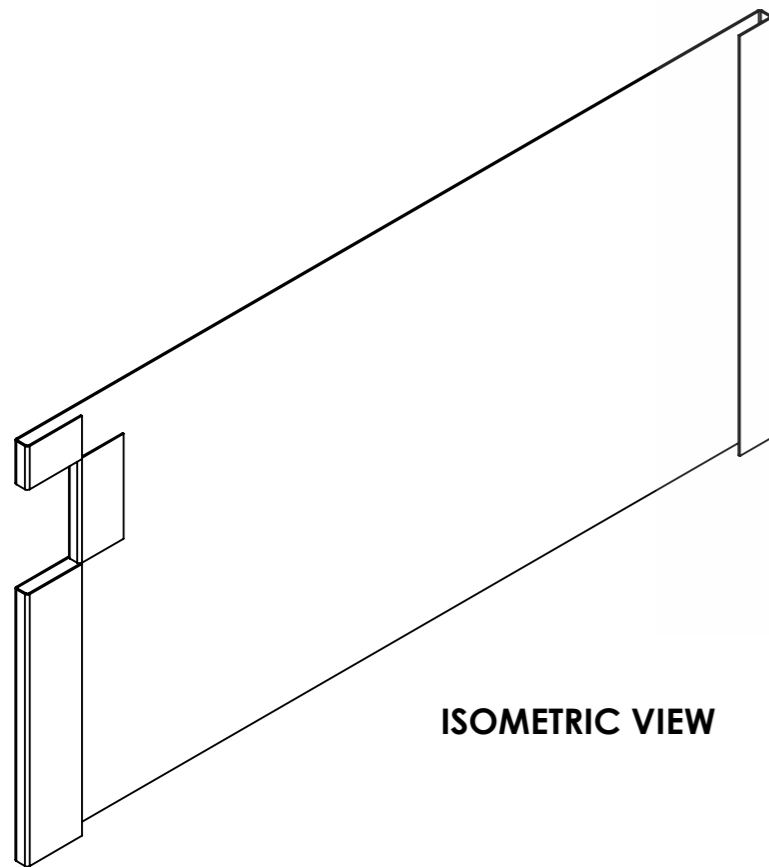
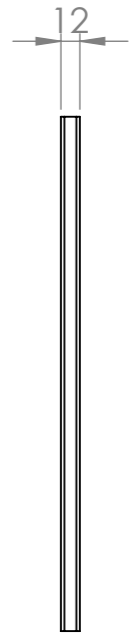
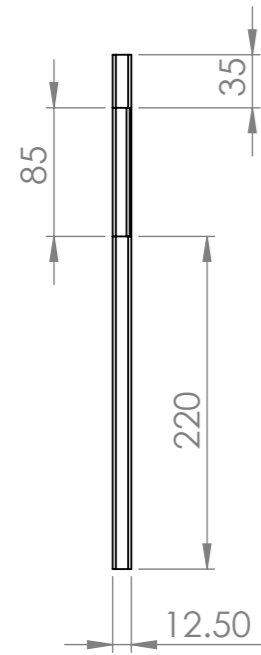


ISOMETRIC VIEW

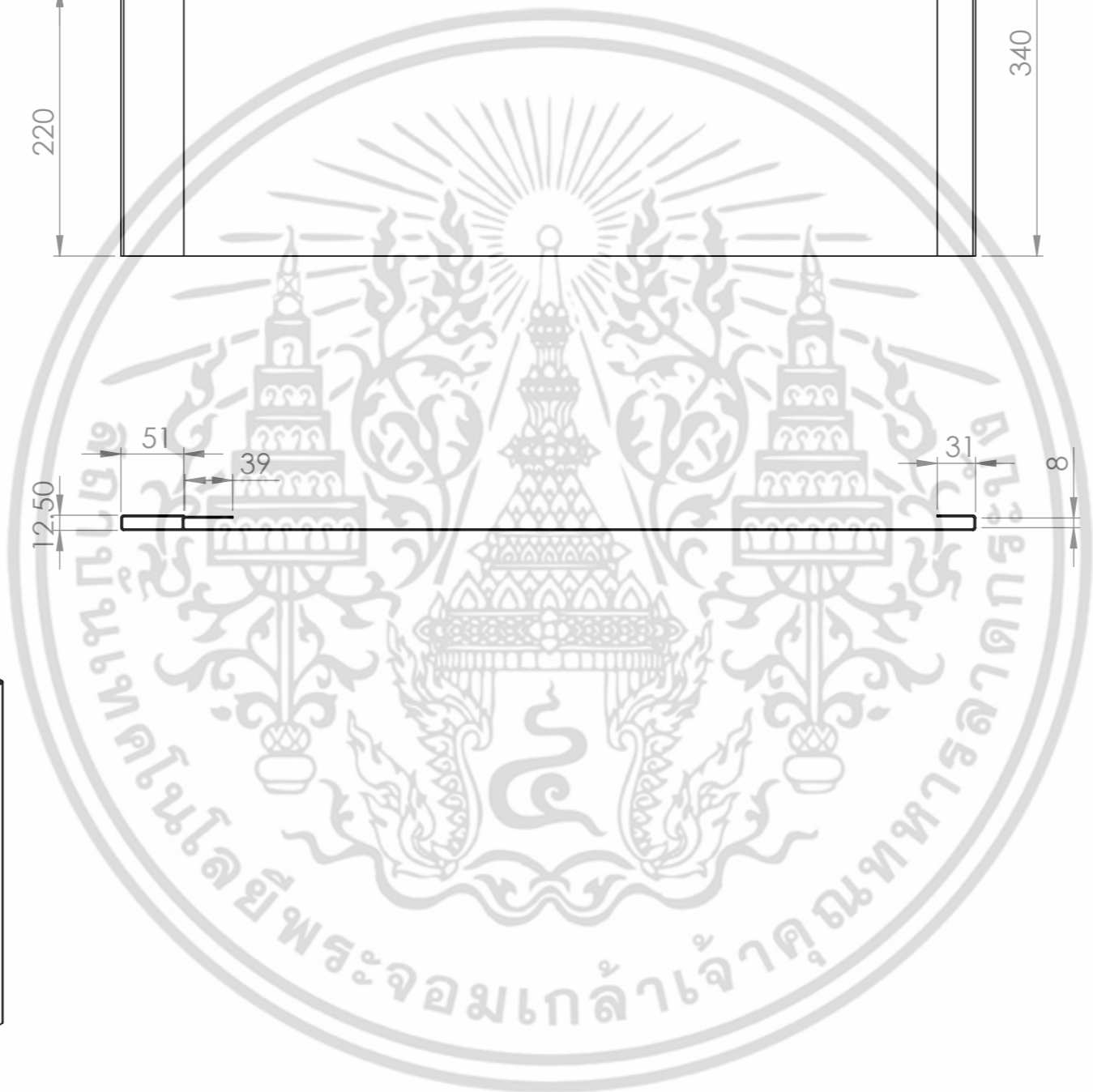


<p>เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ ไม่ควรดัดแปลงแก้ไข หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์</p>				MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
				PART NO. : LD01	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
QUANTITY 1	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY		CODE: 55020260				
UNIT: MILLIMETERS		SCALE 1 : 5	PAGE	OF			

LOWER DRAWER CASE
TOP



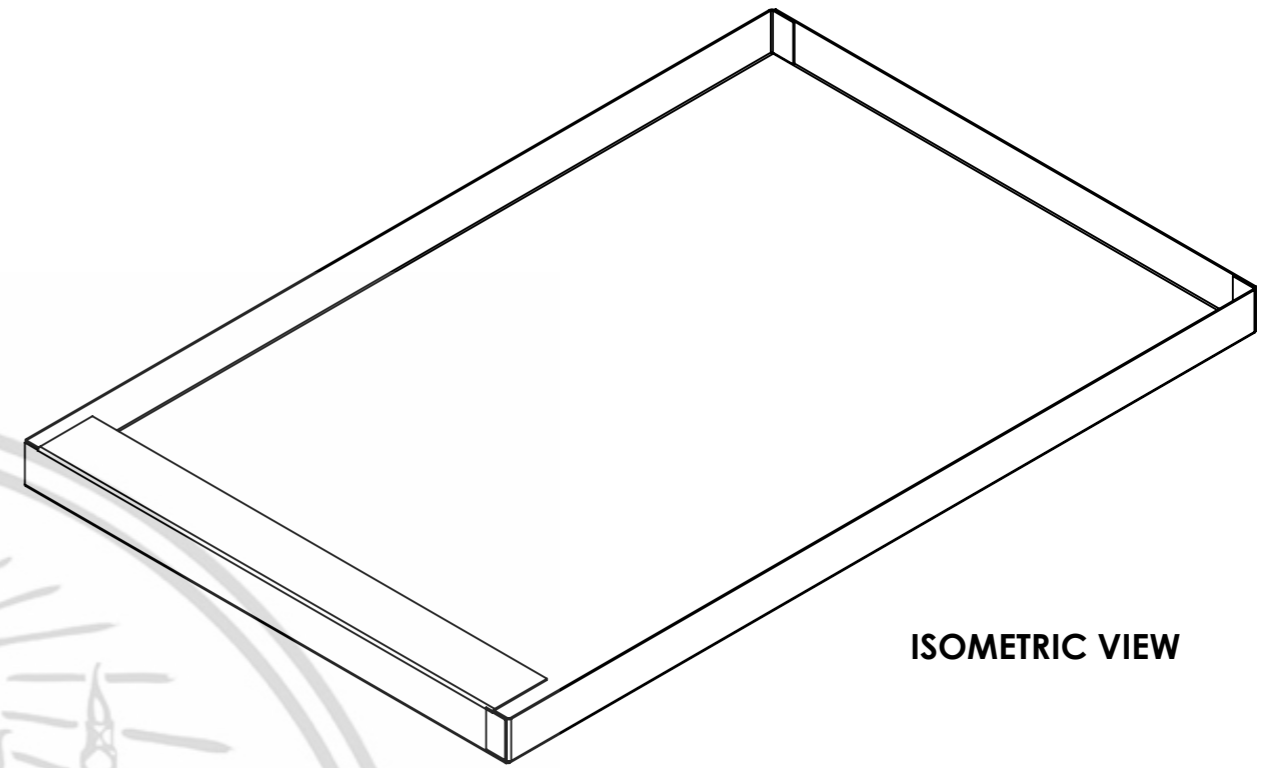
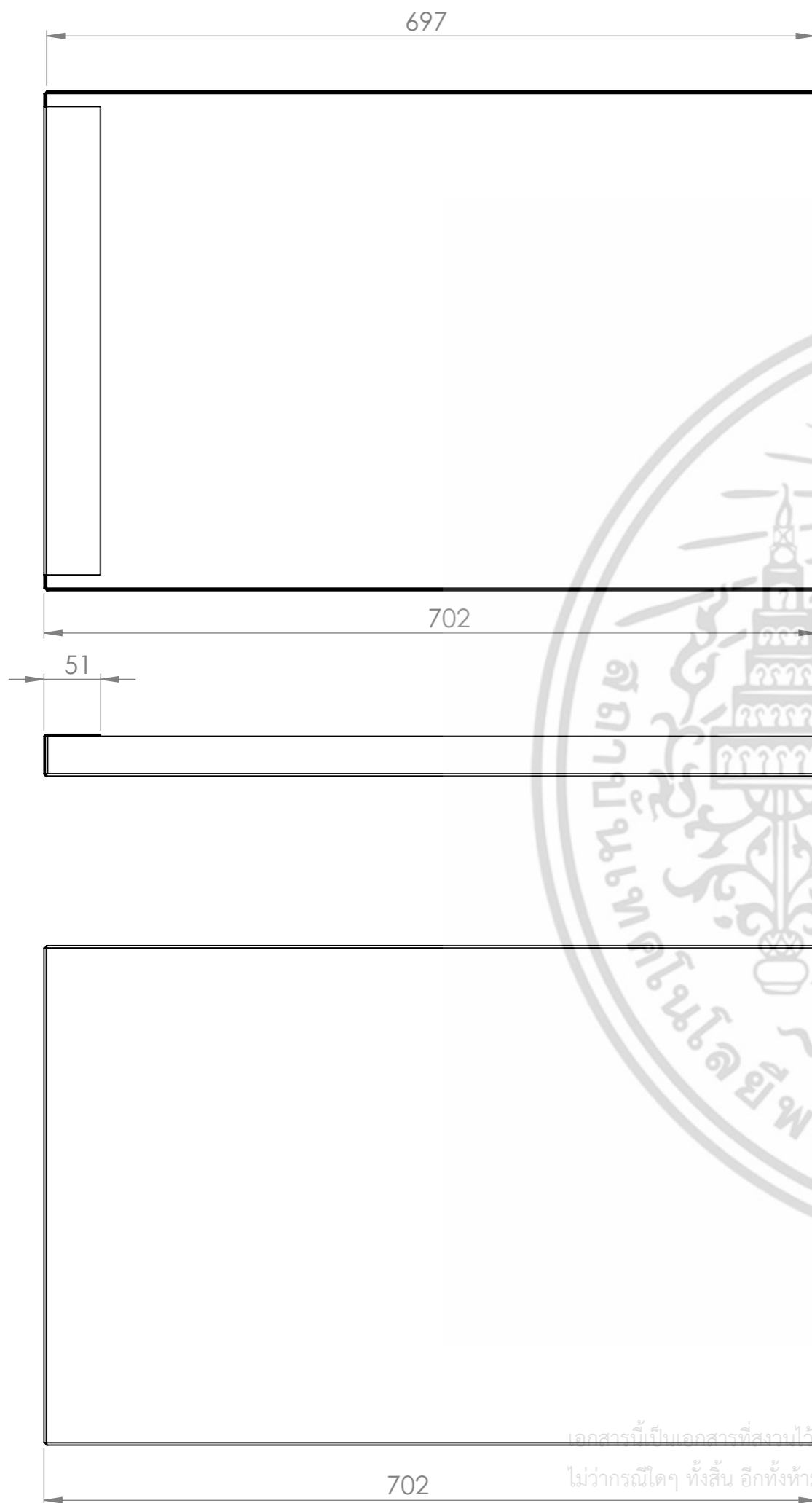
ISOMETRIC VIEW



LOWER DRAWER CASE
SIDE

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
2 (MIRROR)	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขการใช้งานที่ปรากฏบนใบนี้



**LOWER DRAWER CASE
BASE**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM

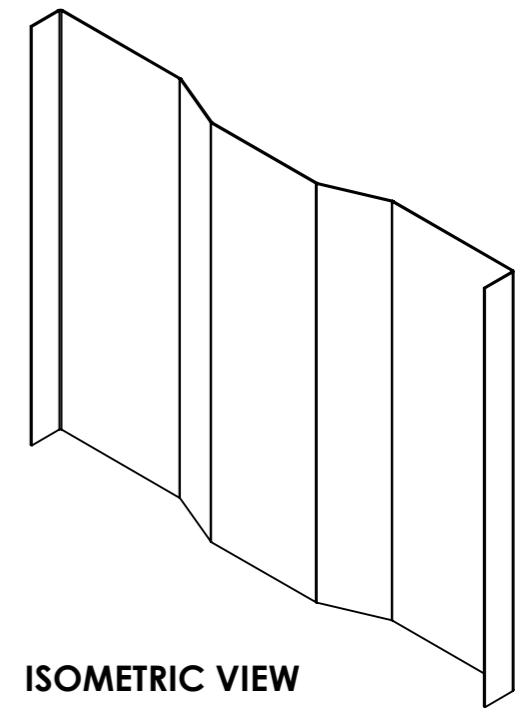
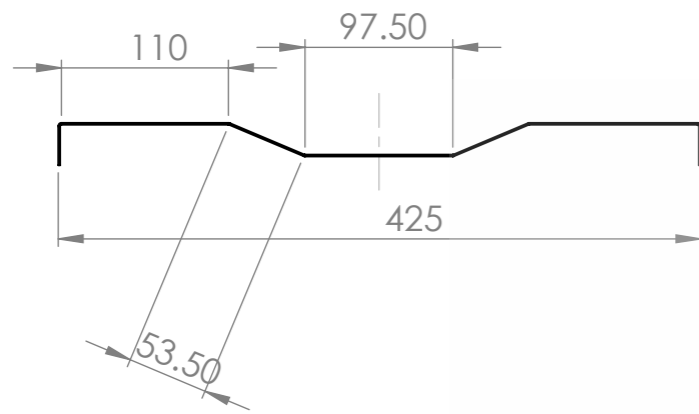
PART NO. KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

LD05 FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

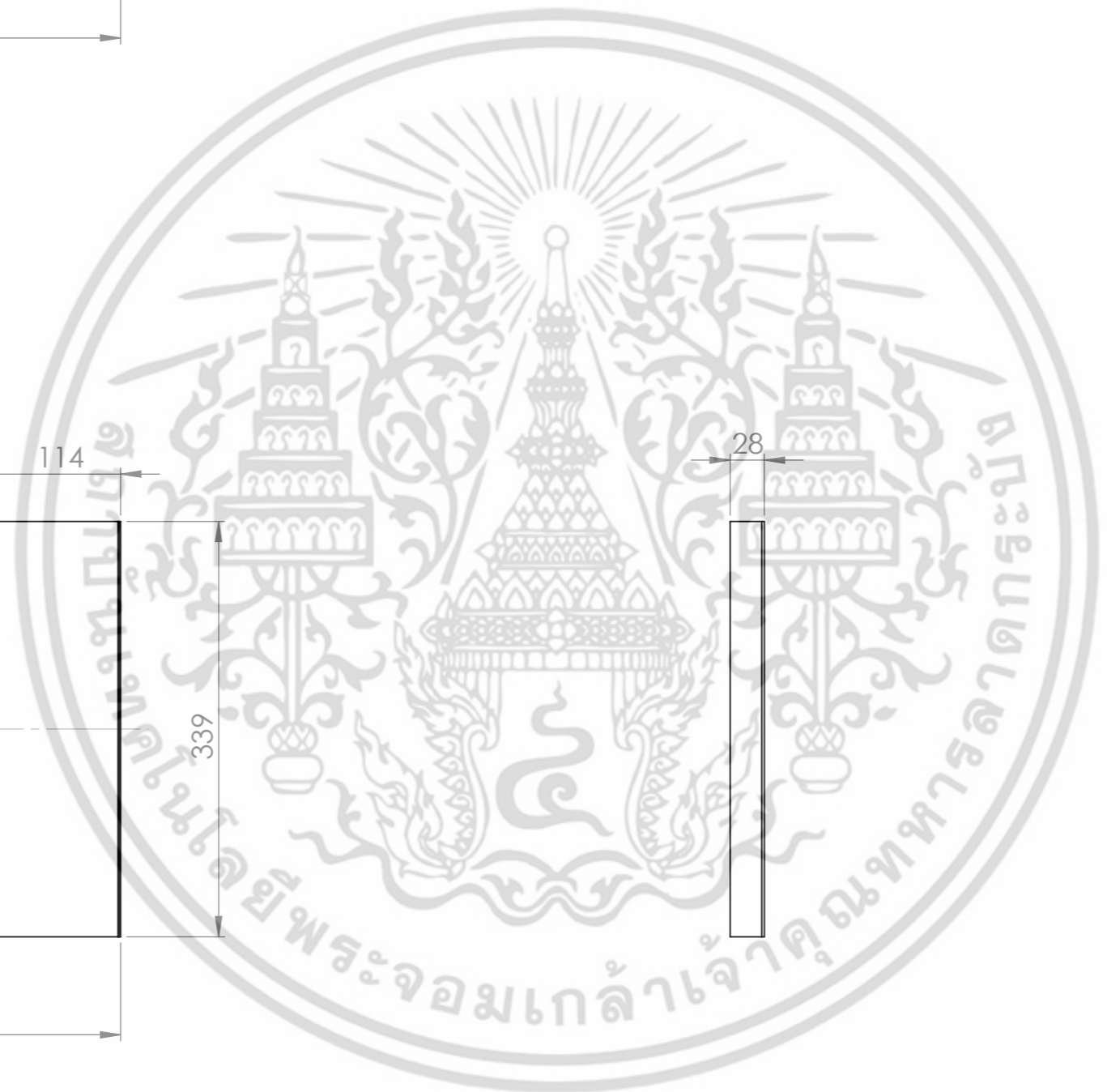
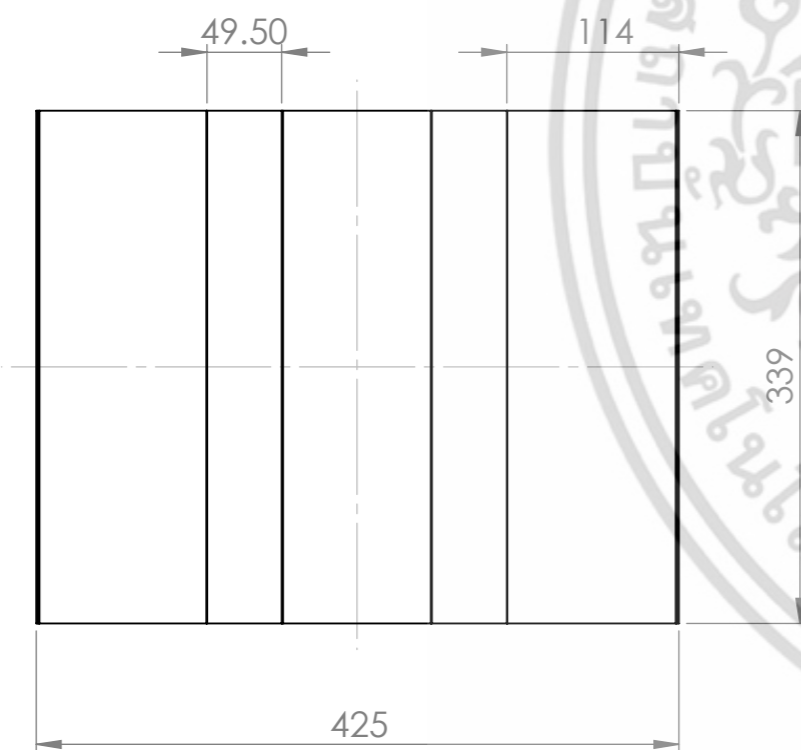
QUANTITY MR. SUWAT BOONCHUCHOAY CODE: 55020260

1 UNIT: MILLIMETERS SCALE 1 : 5 PAGE OF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มาไปใช้



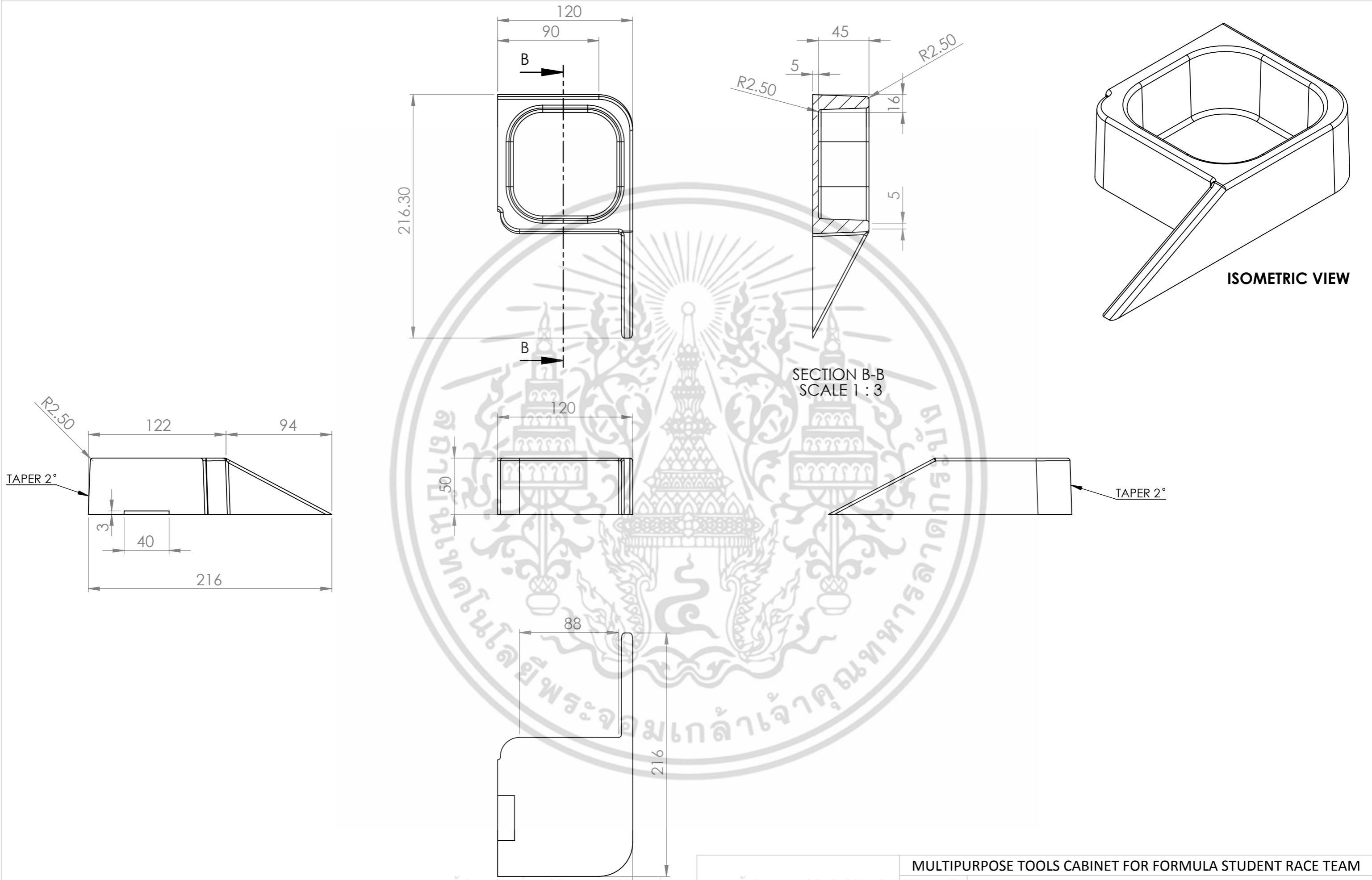
ISOMETRIC VIEW



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มาใช้

**LOWER DRAWER CASE
 BACK**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
LD04	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



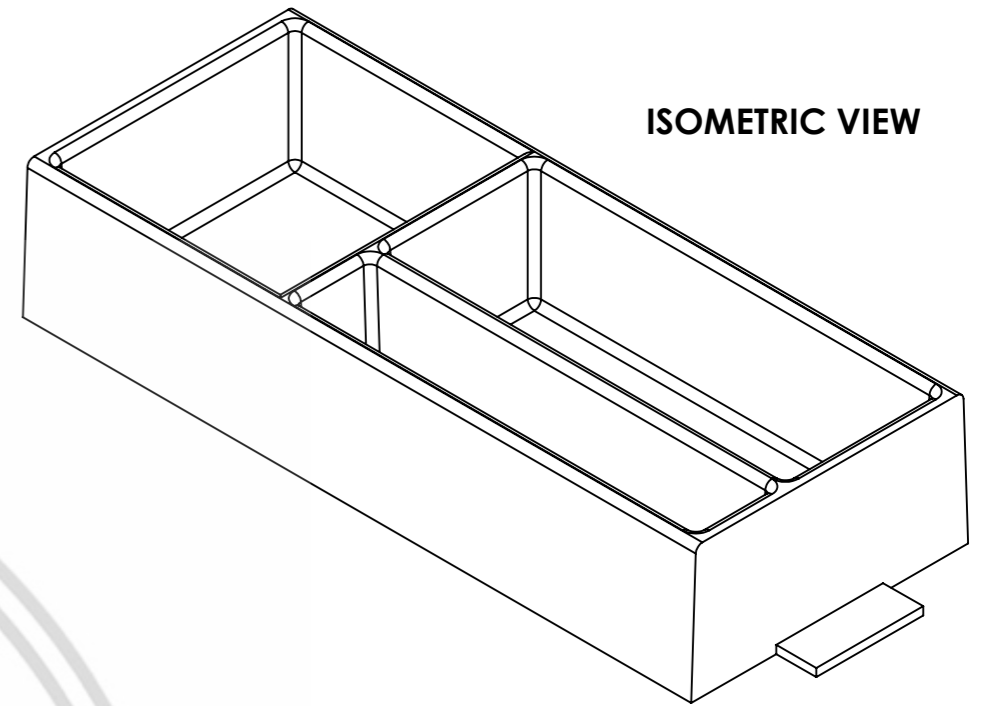
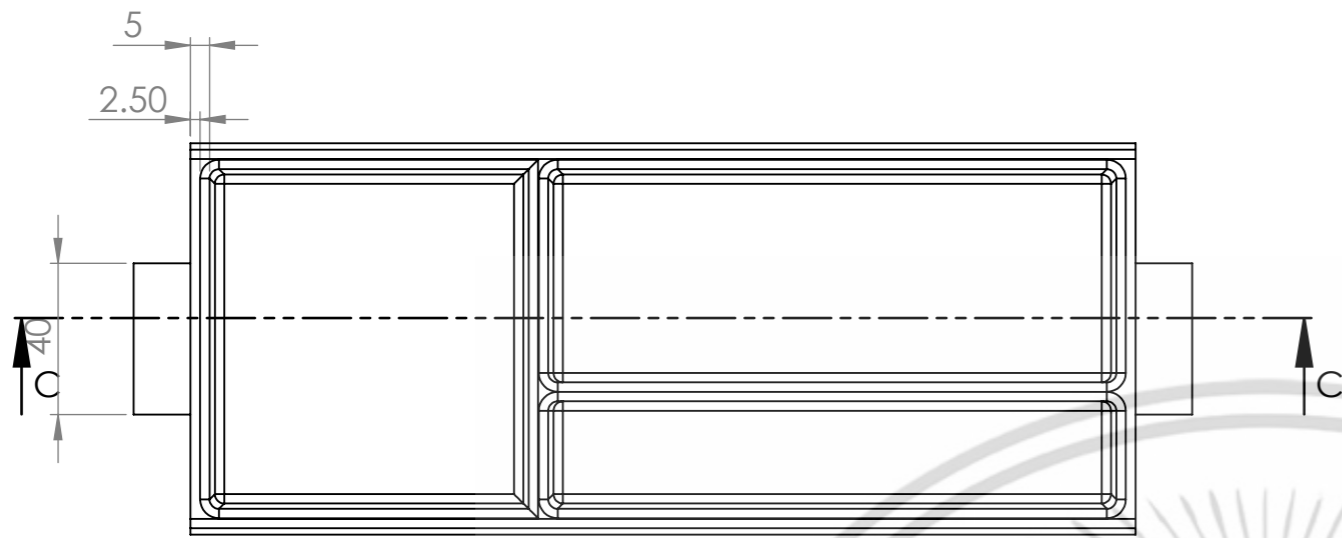
SECTION B-B
SCALE 1 : 3

ISOMETRIC VIEW

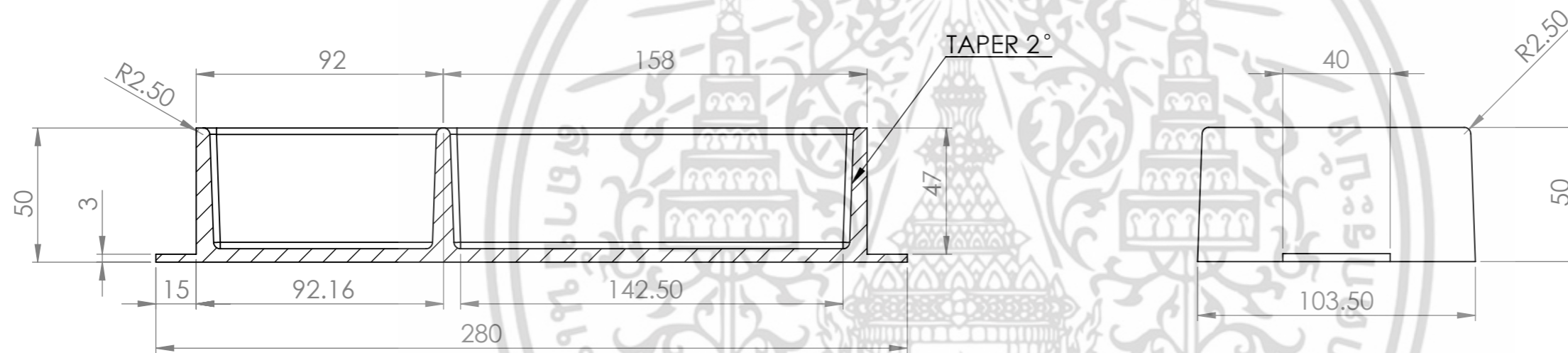
**SMALL TABLE
COMPARTMENT**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO. : KR09,11	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
QUANTITY 2 (MIRROR)	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
	MR. SUWAT BOONCHUHOAY	CODE: 55020260	
	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 3	PAGE OF

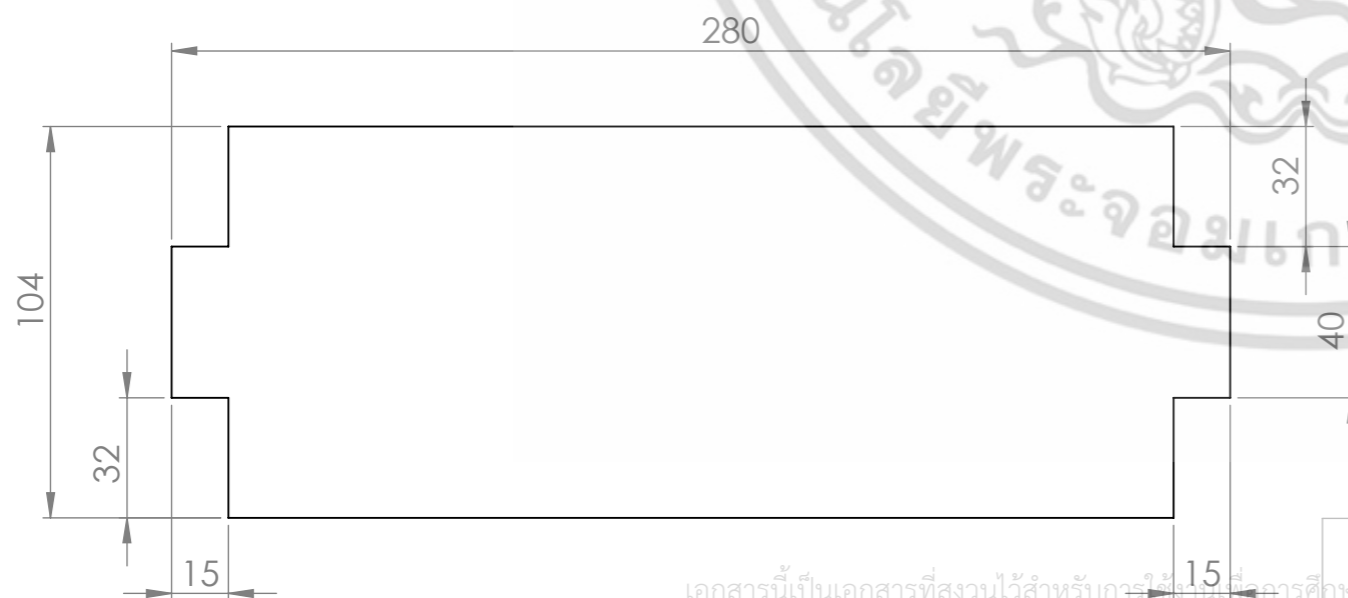
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างที่มาในการนำไปใช้



ISOMETRIC VIEW



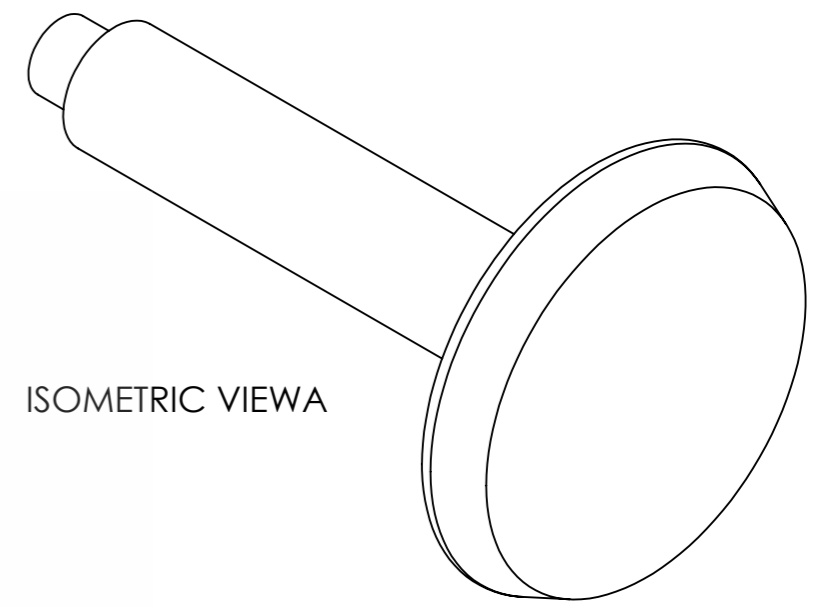
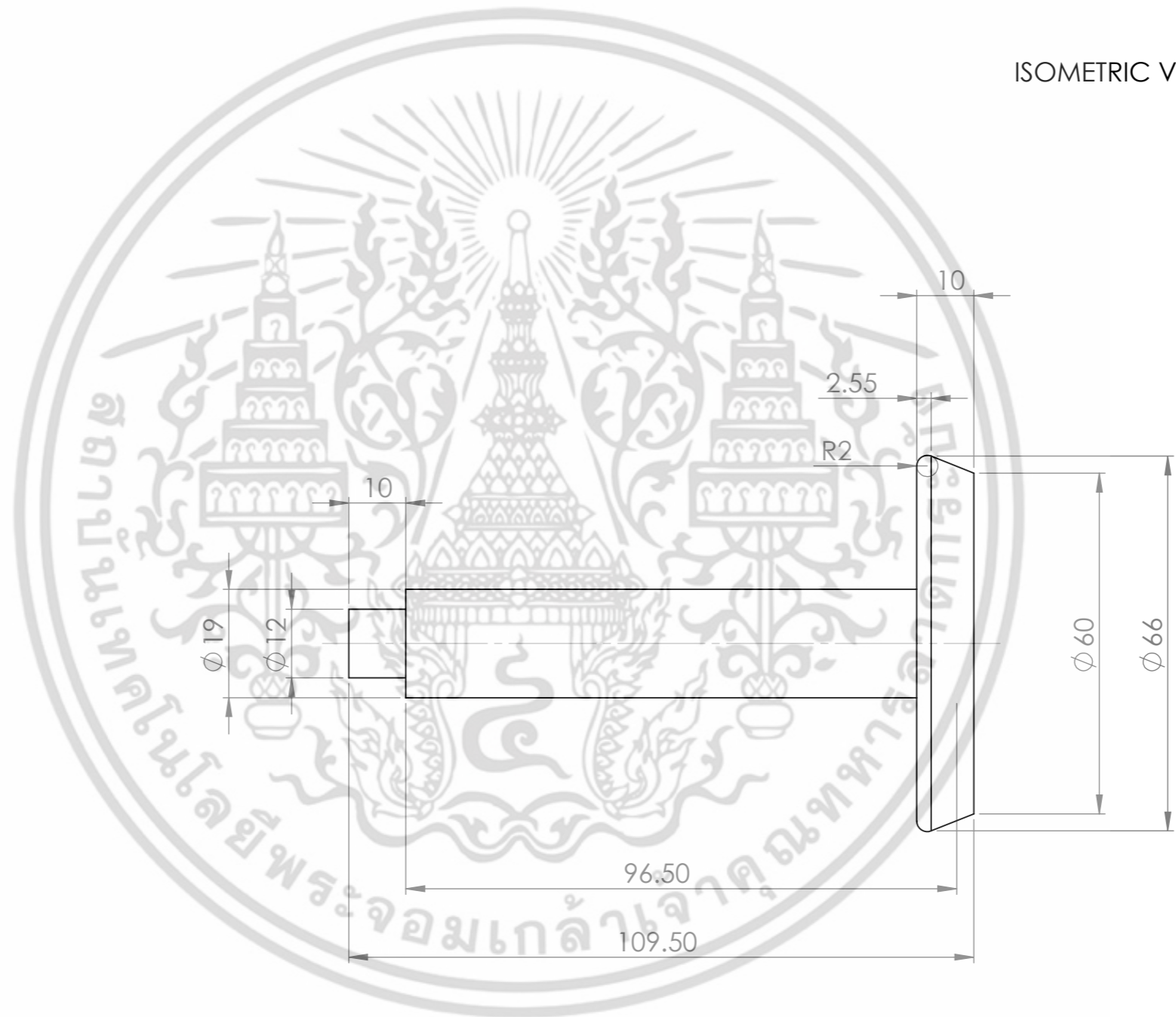
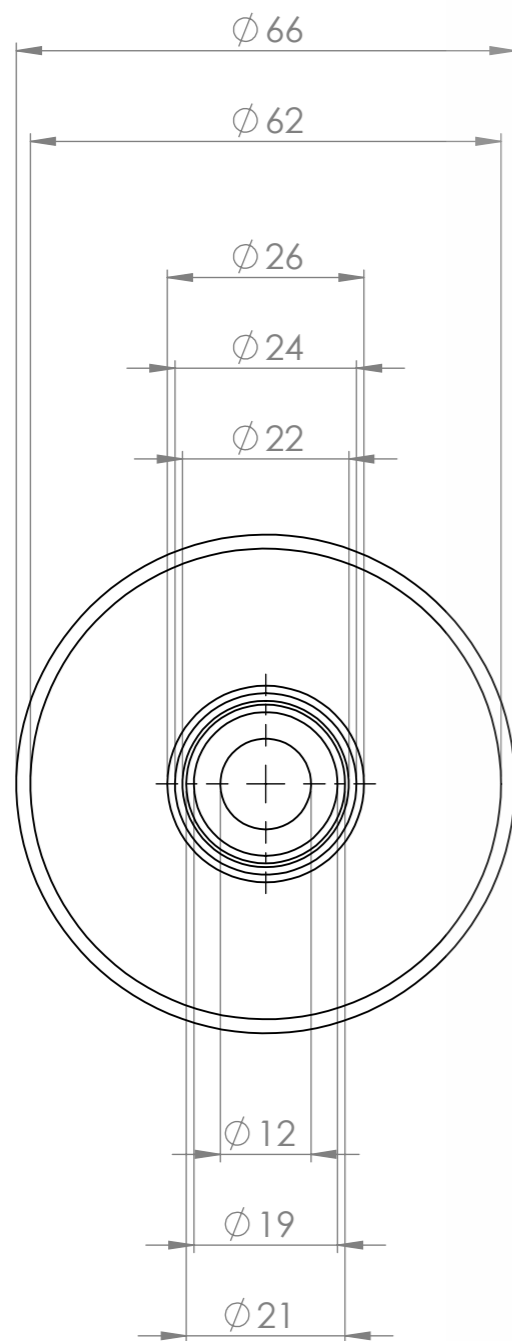
SECTION C-C



LARGE TABLE
COMPARTMENT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของอาจารย์ผู้จัดทำไว้

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
KR10	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 2	PAGE OF

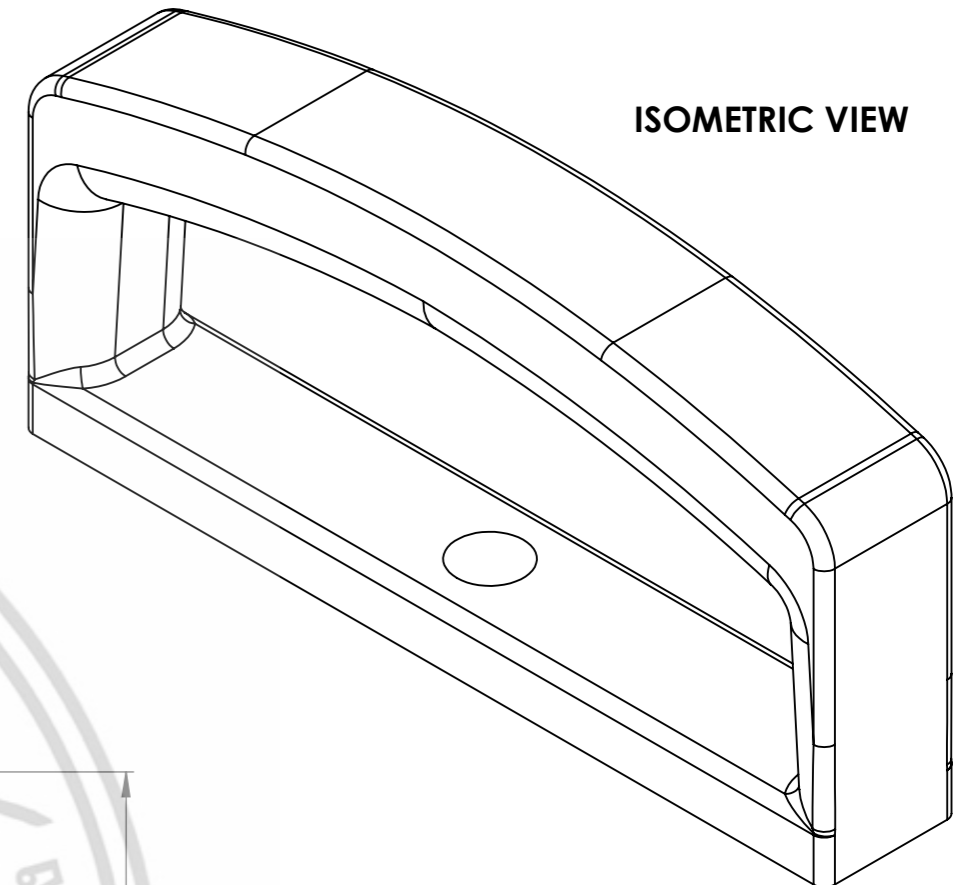
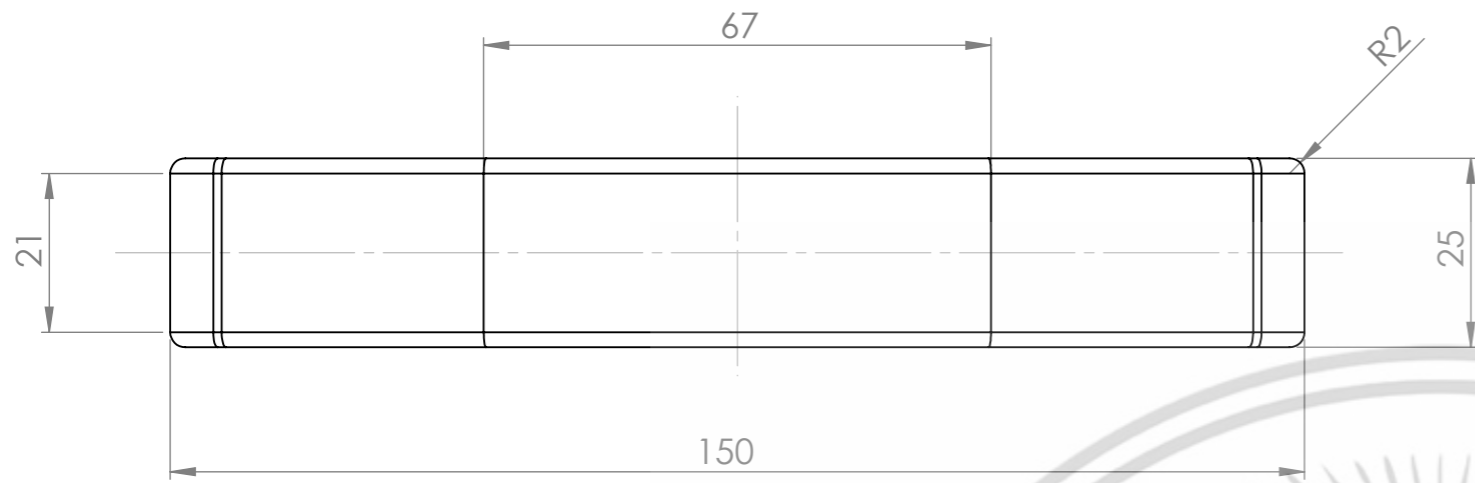


ISOMETRIC VIEWA

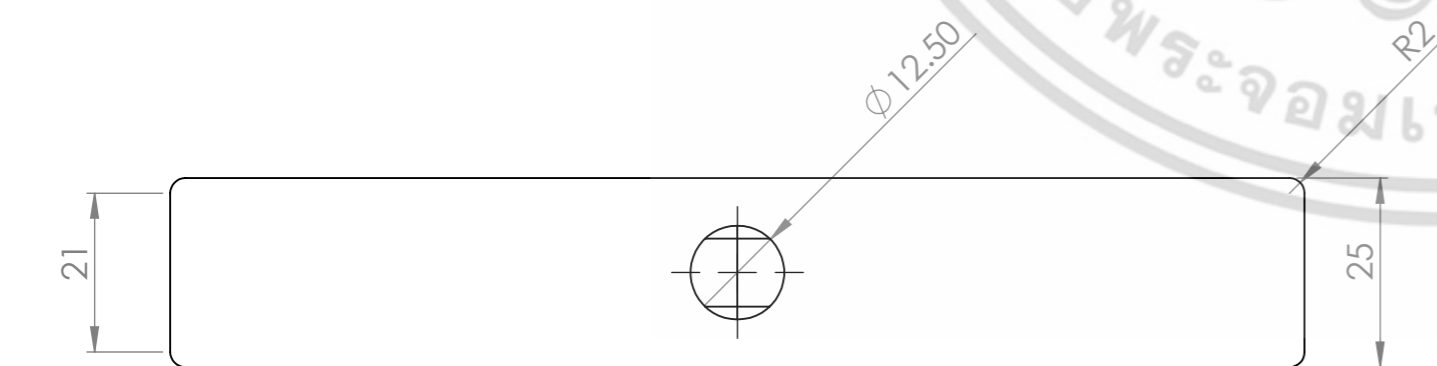
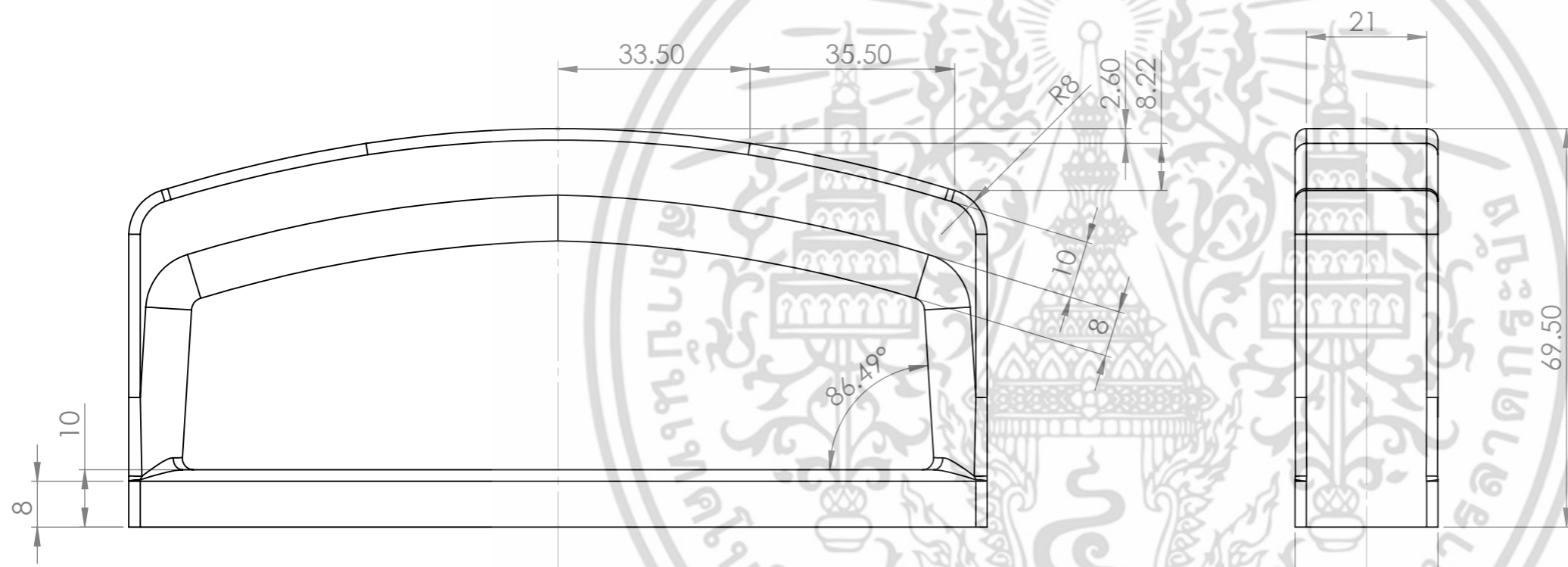
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาของข้อมูลทุกครั้ง

WHEEL LOCK PIN

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO. : KR08	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY : 4	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 1	PAGE OF



ISOMETRIC VIEW

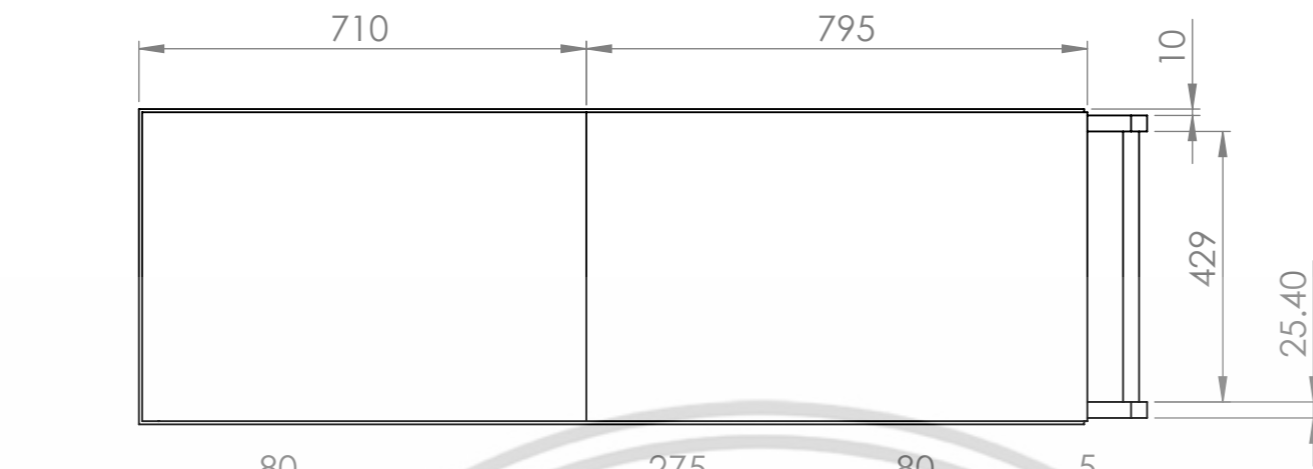


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาของข้อมูลที่มีการนำใบใช้

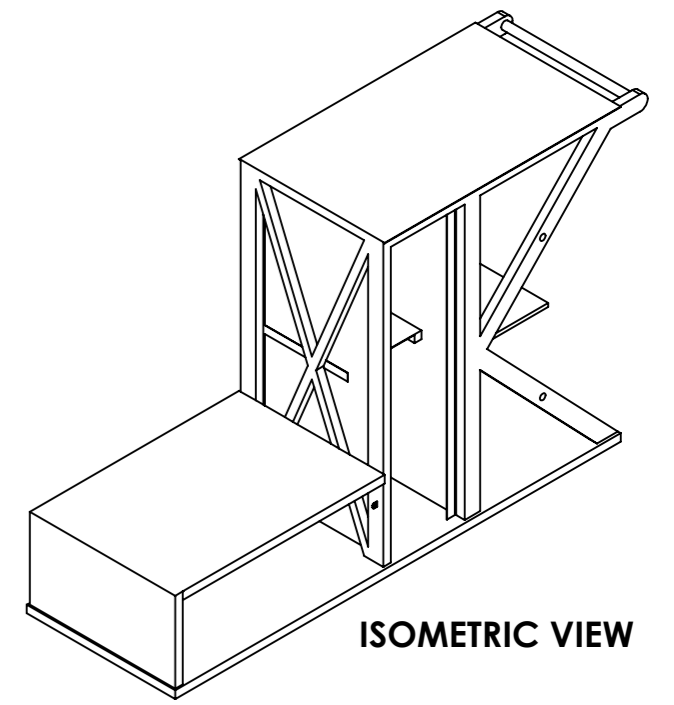
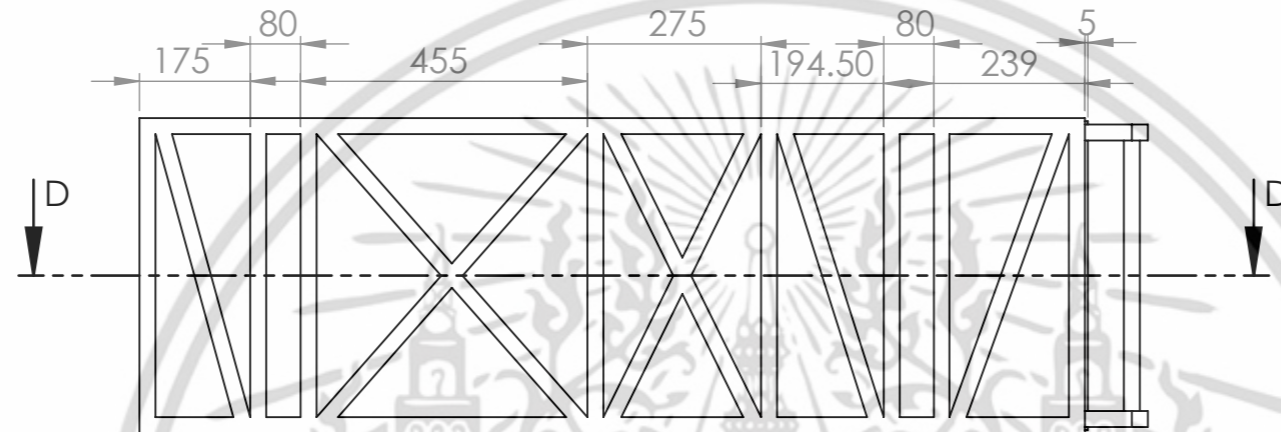
**WHEEL LOCK
PIN HANDLE**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO. : KR07	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
QUANTITY 4	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
	MR. SUWAT BOONCHUHOAY	CODE: 55020260	
	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 1	PAGE OF

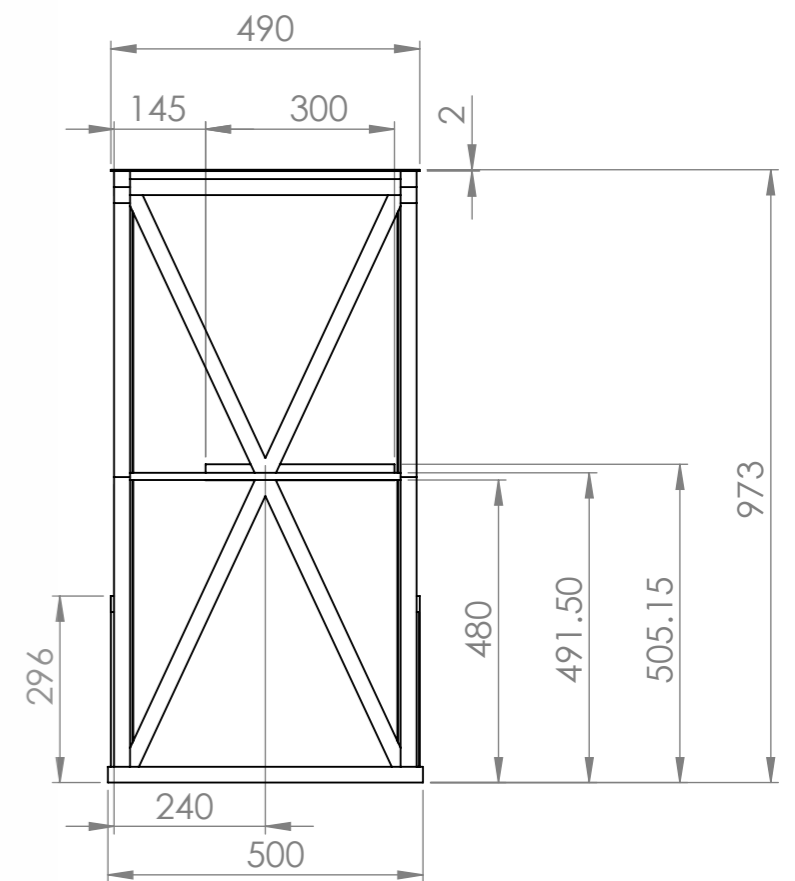
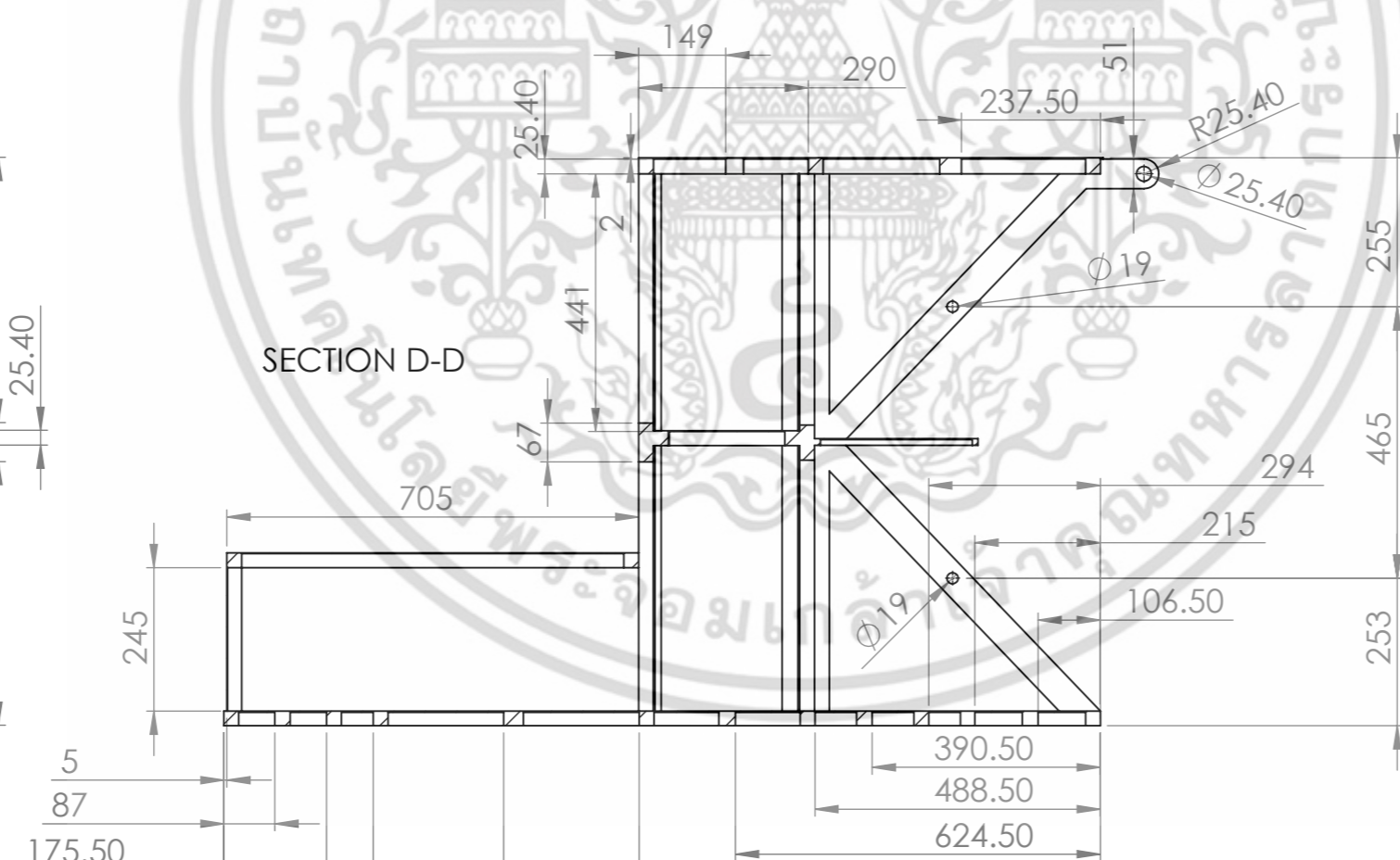
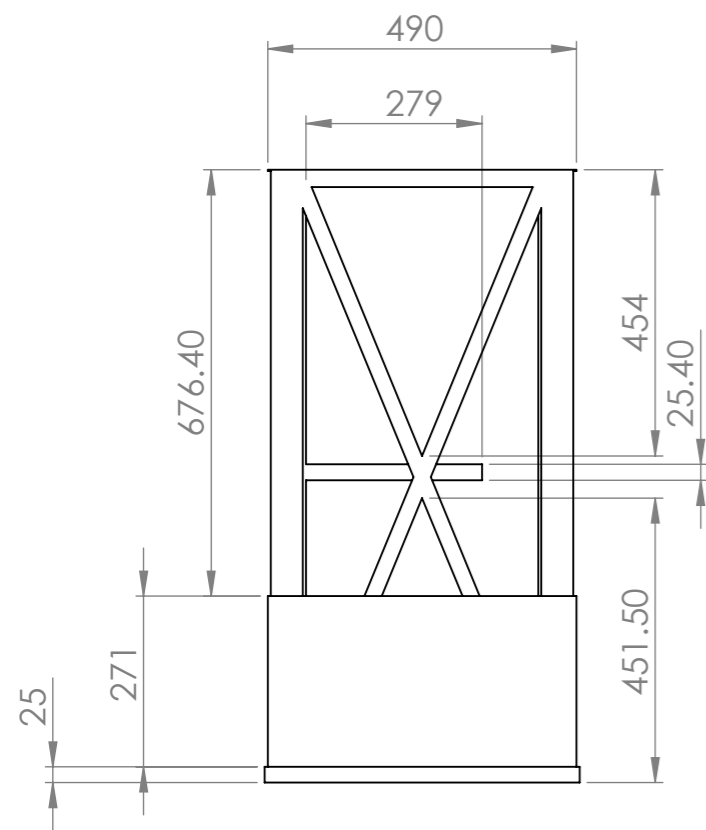
TOP



BOTTOM



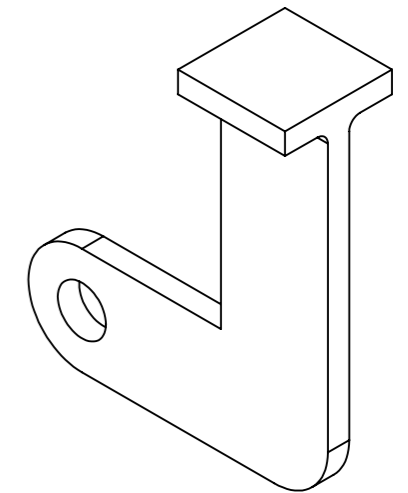
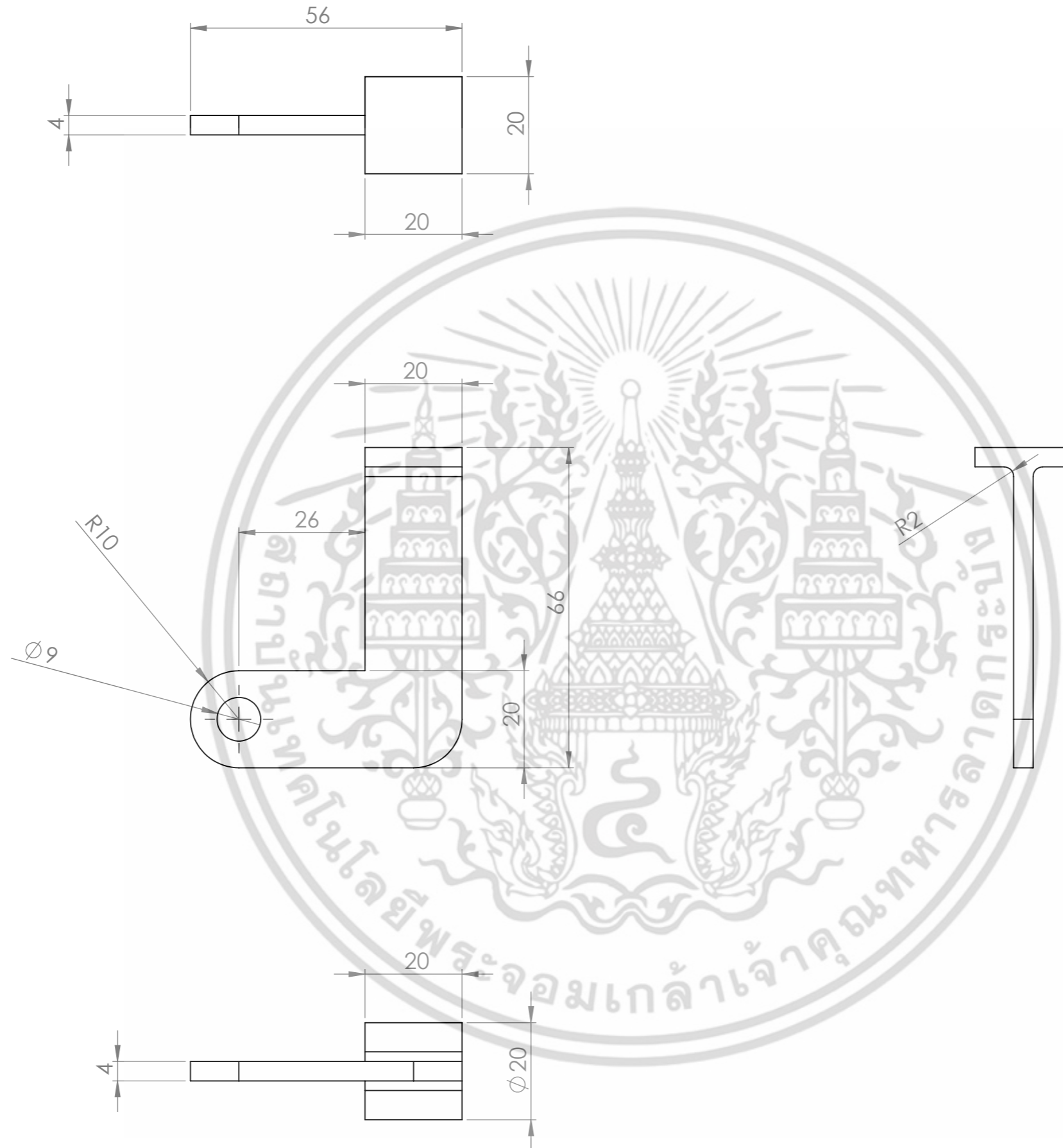
ISOMETRIC VIEW



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KART FRAME

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO. : KR01		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
QUANTITY : 1		FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
		MR. SUWAT BOONCHUOAY	CODE: 55020260
		UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 12
		PAGE	OF

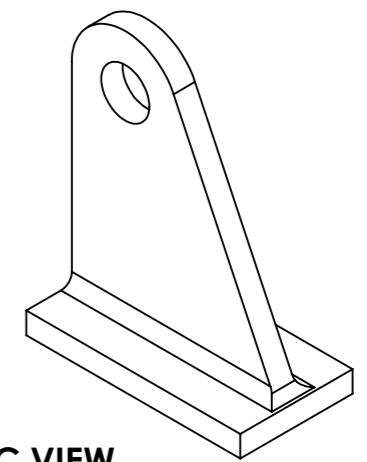
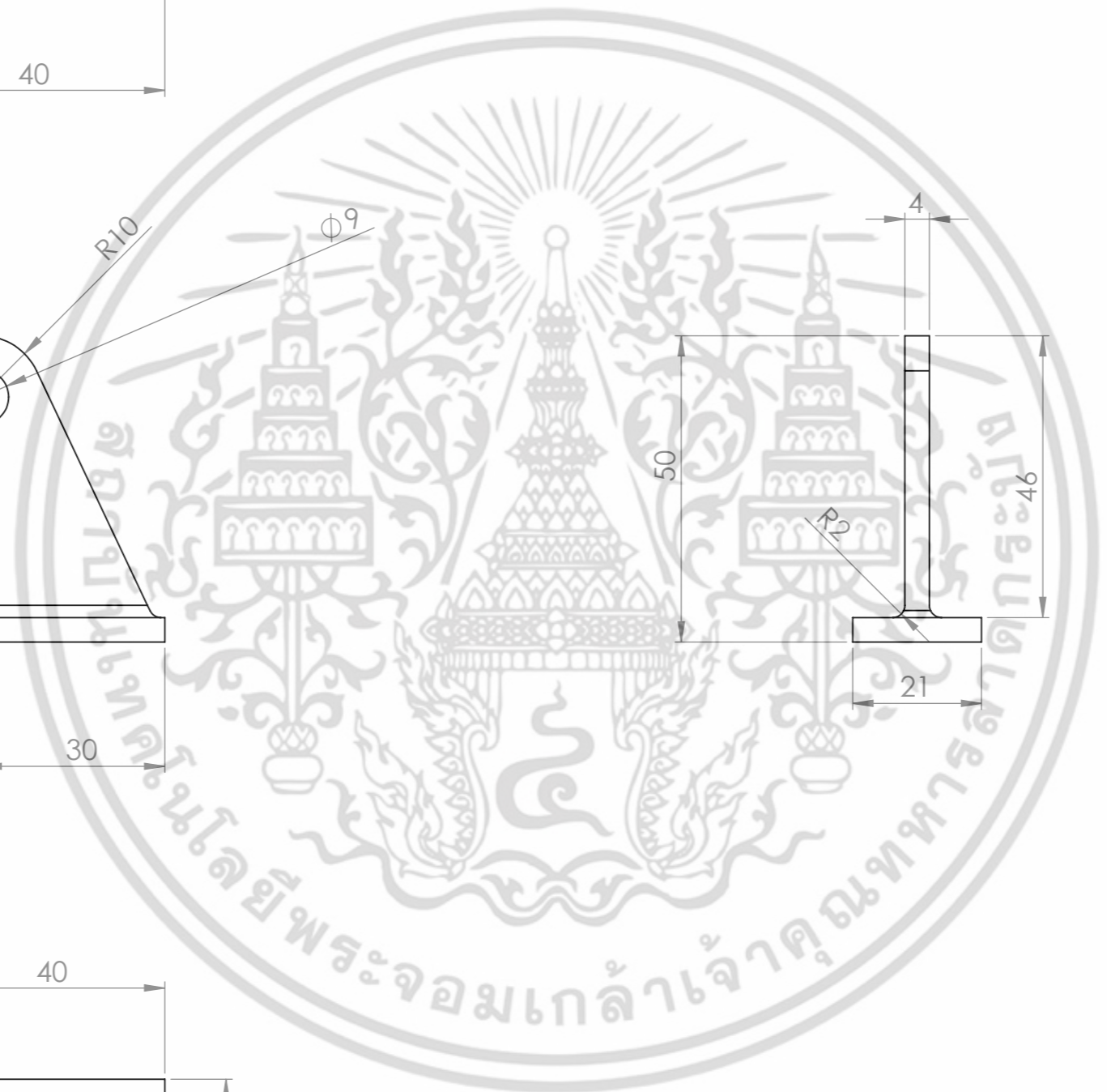
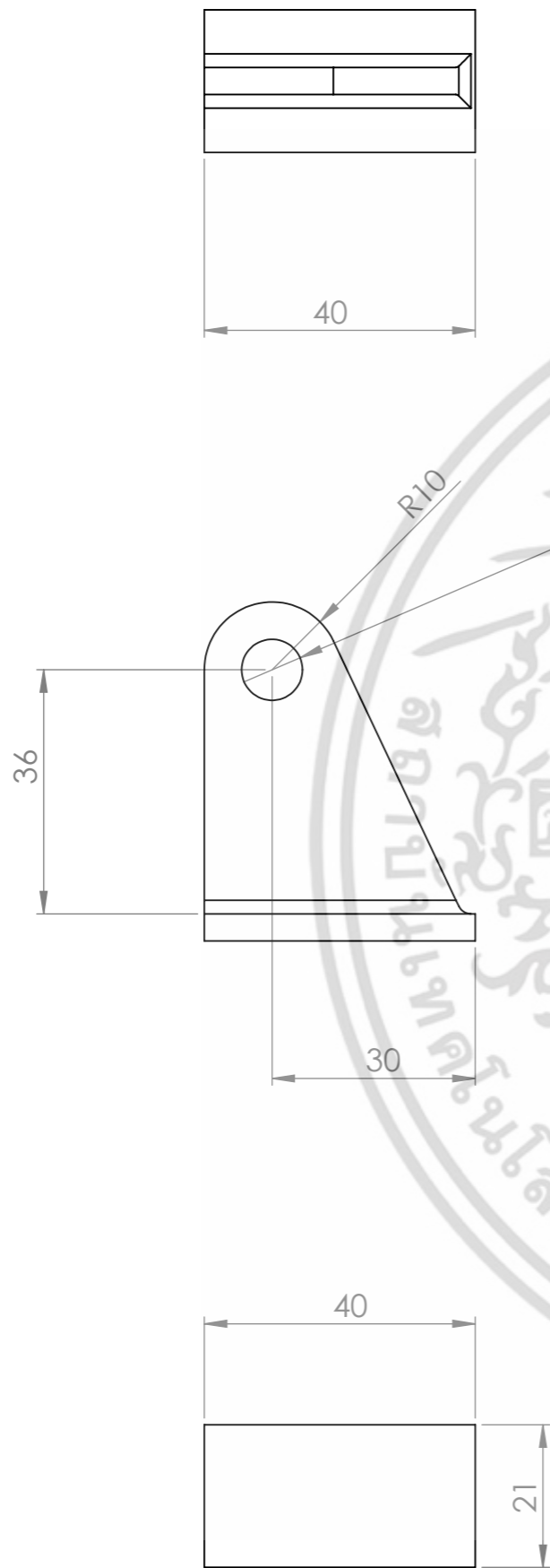


ISOMETRIC VIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปเผยแพร่ในที่สาธารณะได้
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อผู้จัดทำทุกครั้งที่มีการนำใบ

**DRAWER 1 COVER
HINGE 1**

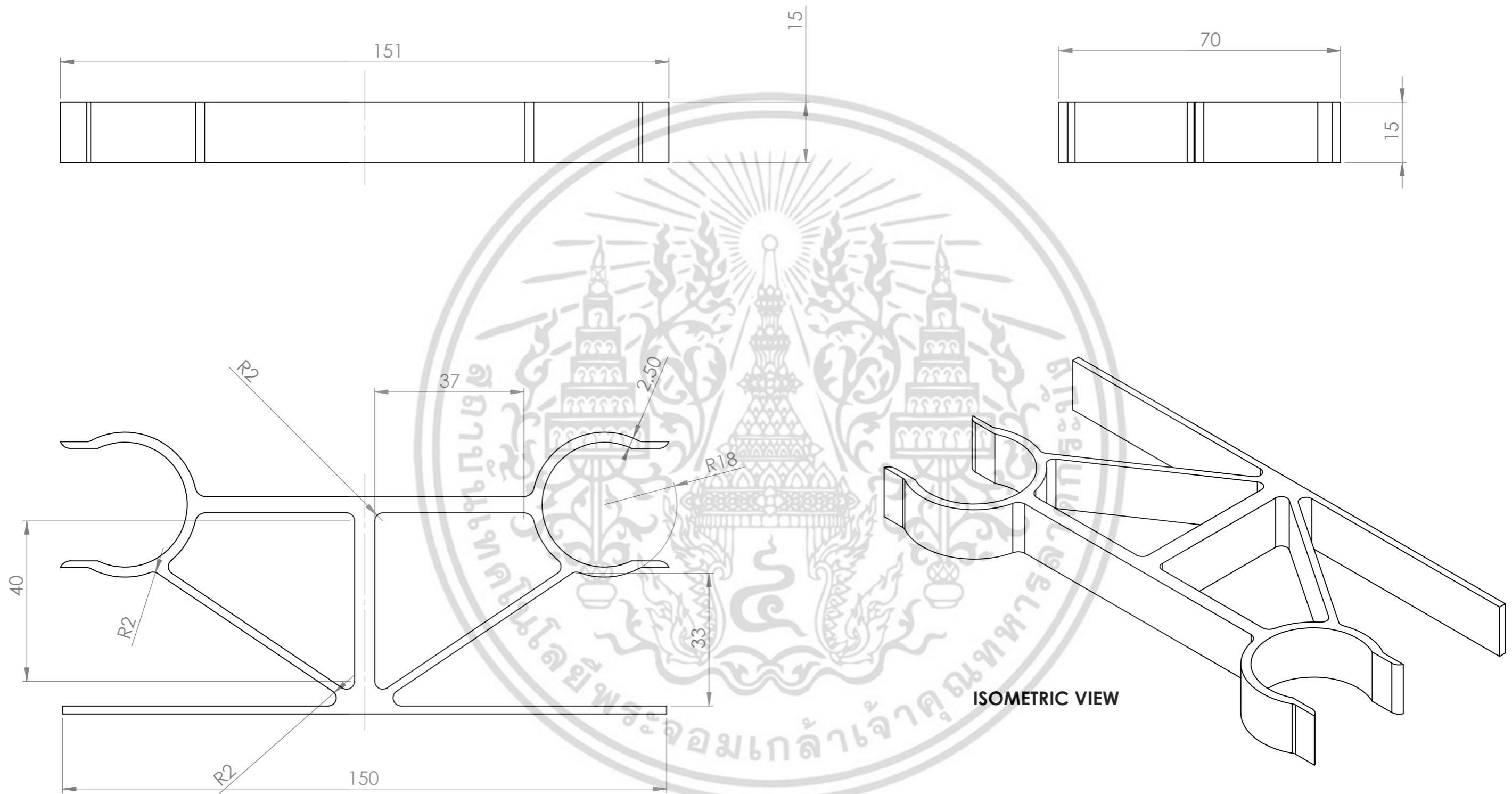
MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD06	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUHOAY	CODE: 55020260	
2	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 1	PAGE OF



ISOMETRIC VIEW

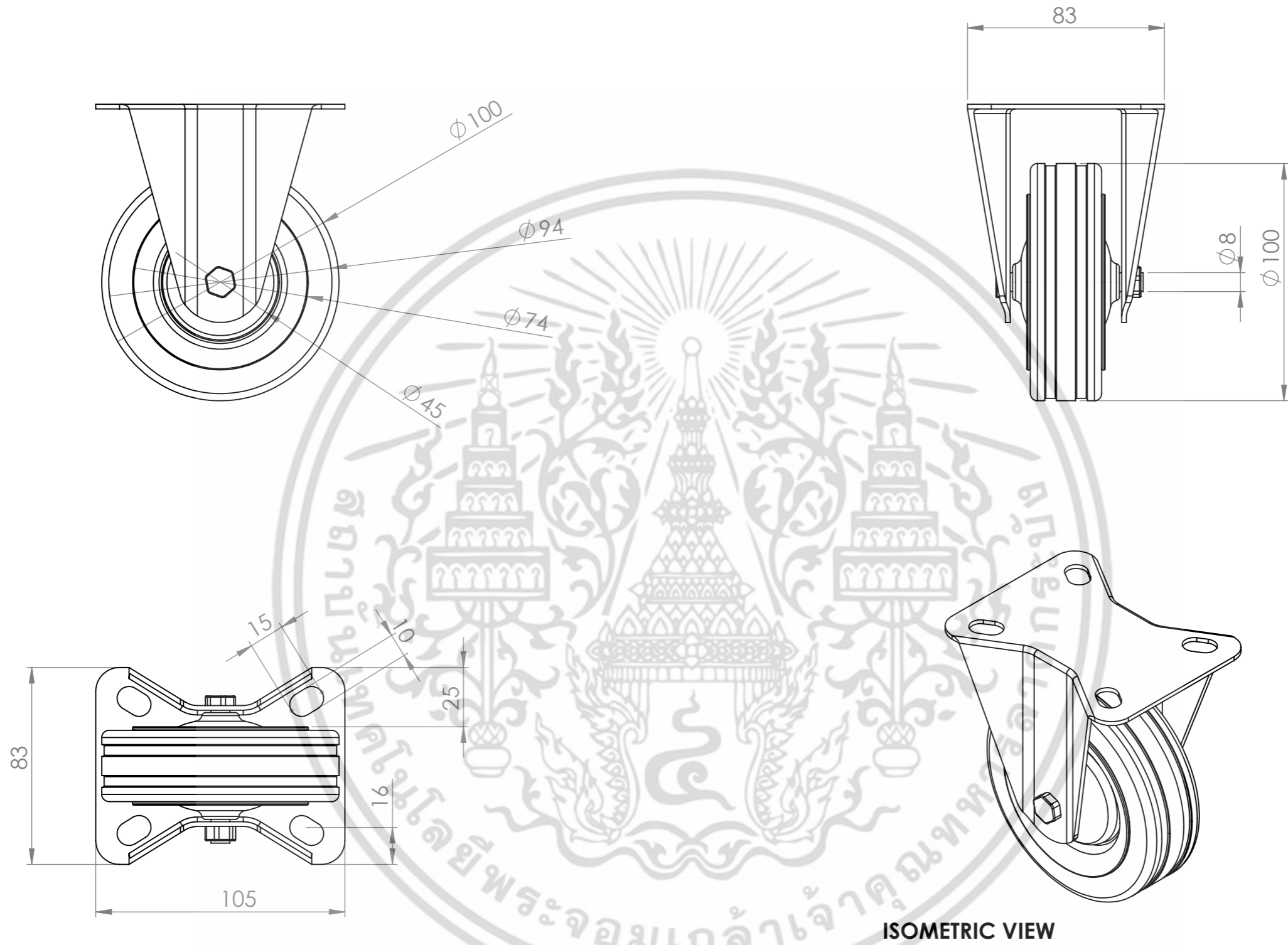
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอยู่ภายใต้ลิขสิทธิ์ที่มหาวิทยาลัยฯ
DRAWER 1 COVER HINGE 2

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD07	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
2	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 1	PAGE OF



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาของข้อมูลทุกครั้งที่มาใช้

FIRE EXTINGUISH MOUNT	MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM		
	PART NO. : KR06	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
	QUANTITY 1	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
		MR. SUWAT BOONCHUHOAY	CODE: 55020260
	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 1	PAGE OF



ISOMETRIC VIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อผู้จัดทำเอกสารนี้

KART WHEEL FIX

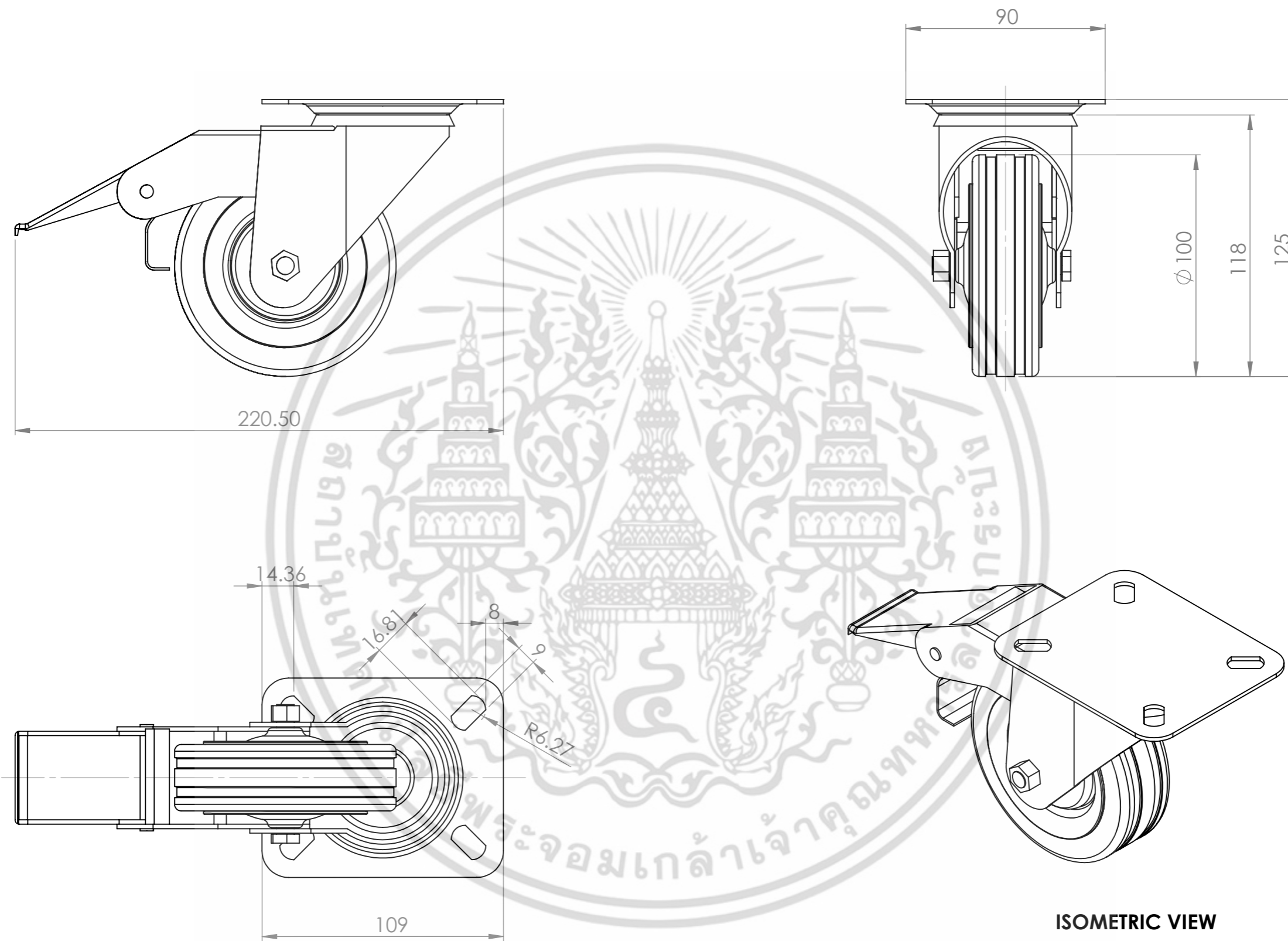
MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM

PART NO. KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

KR02 FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

QUANTITY MR. SUWAT BOONCHUHOAY CODE: 55020260

2 UNIT: MILLIMETERS SCALE 1 : 2 PAGE OF

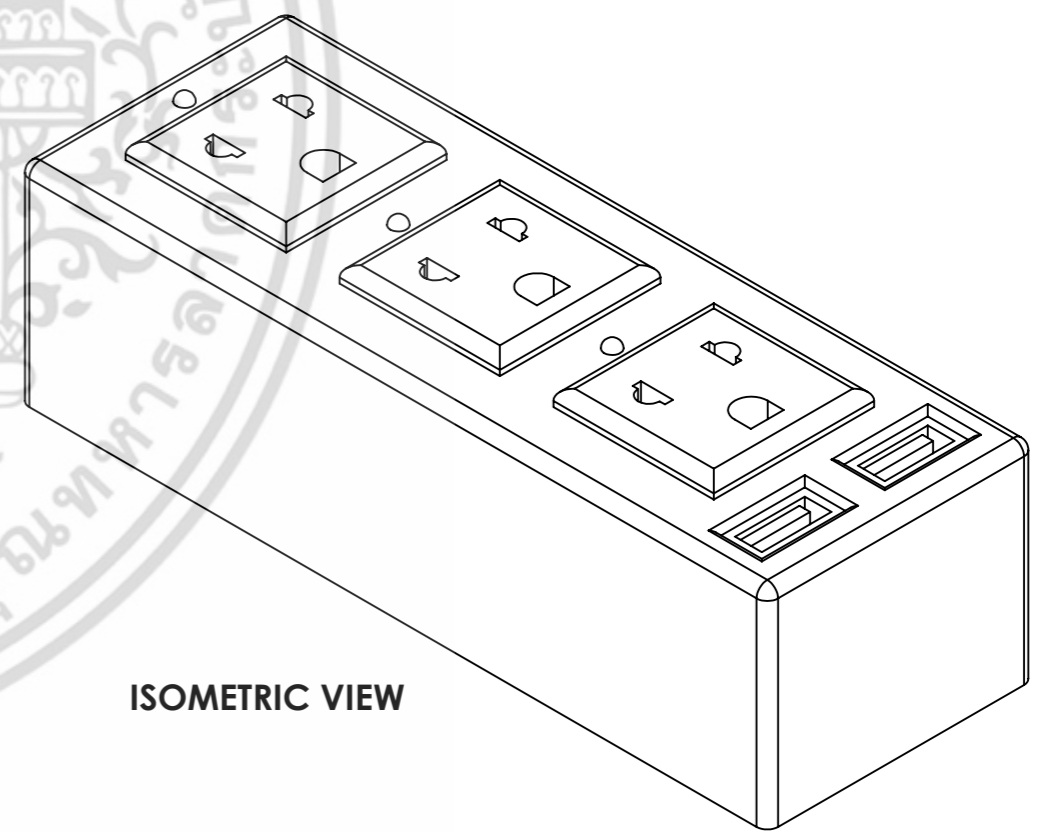
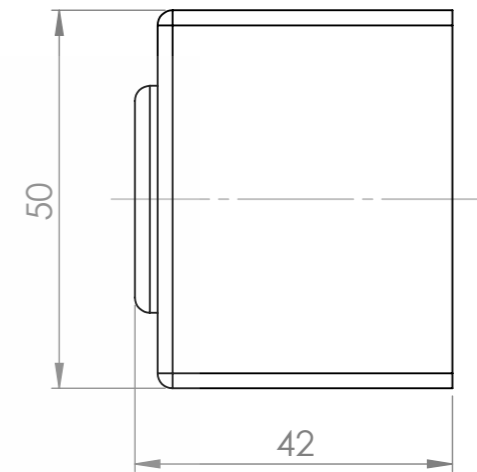
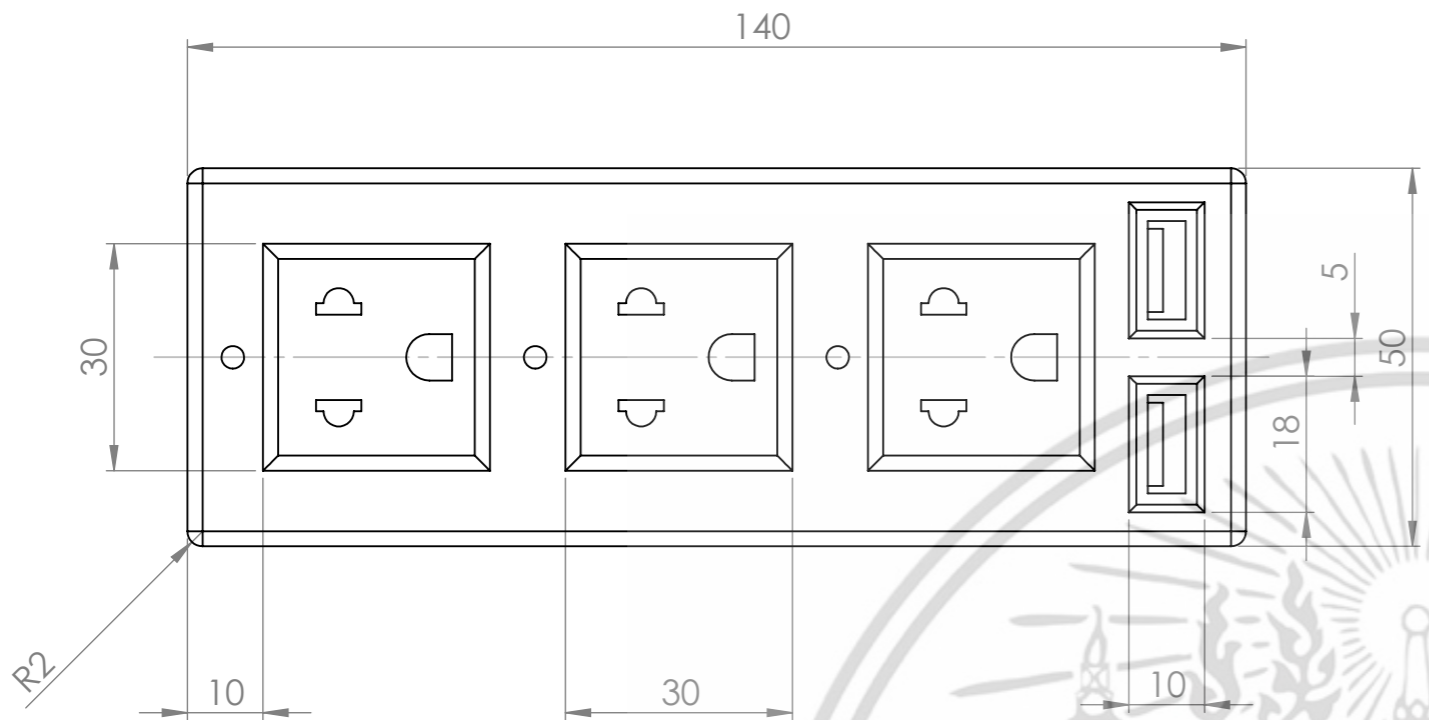


ISOMETRIC VIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้อง

KART WHEEL STEER

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO. : KR03	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
QUANTITY 2	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 2	PAGE OF

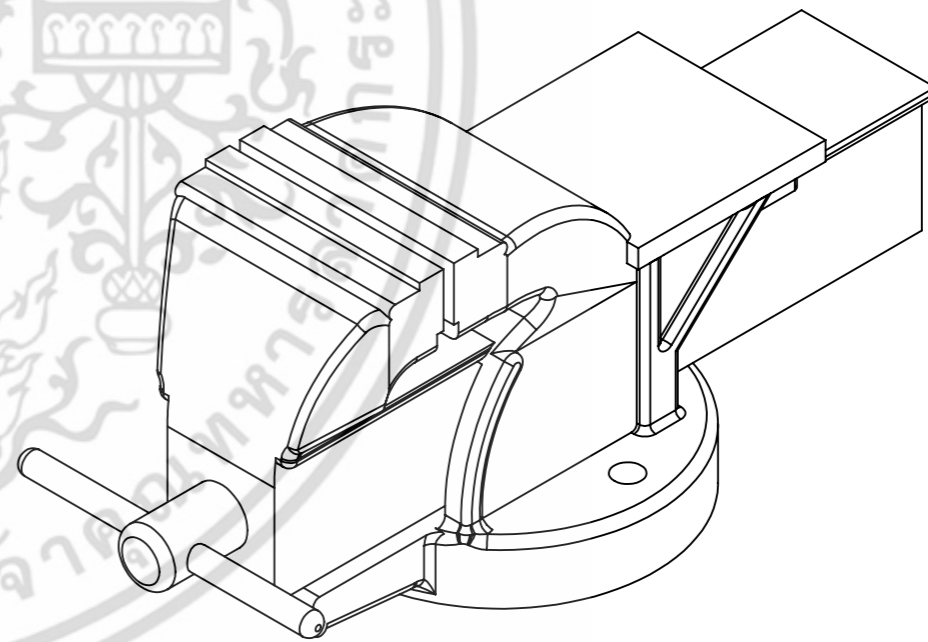
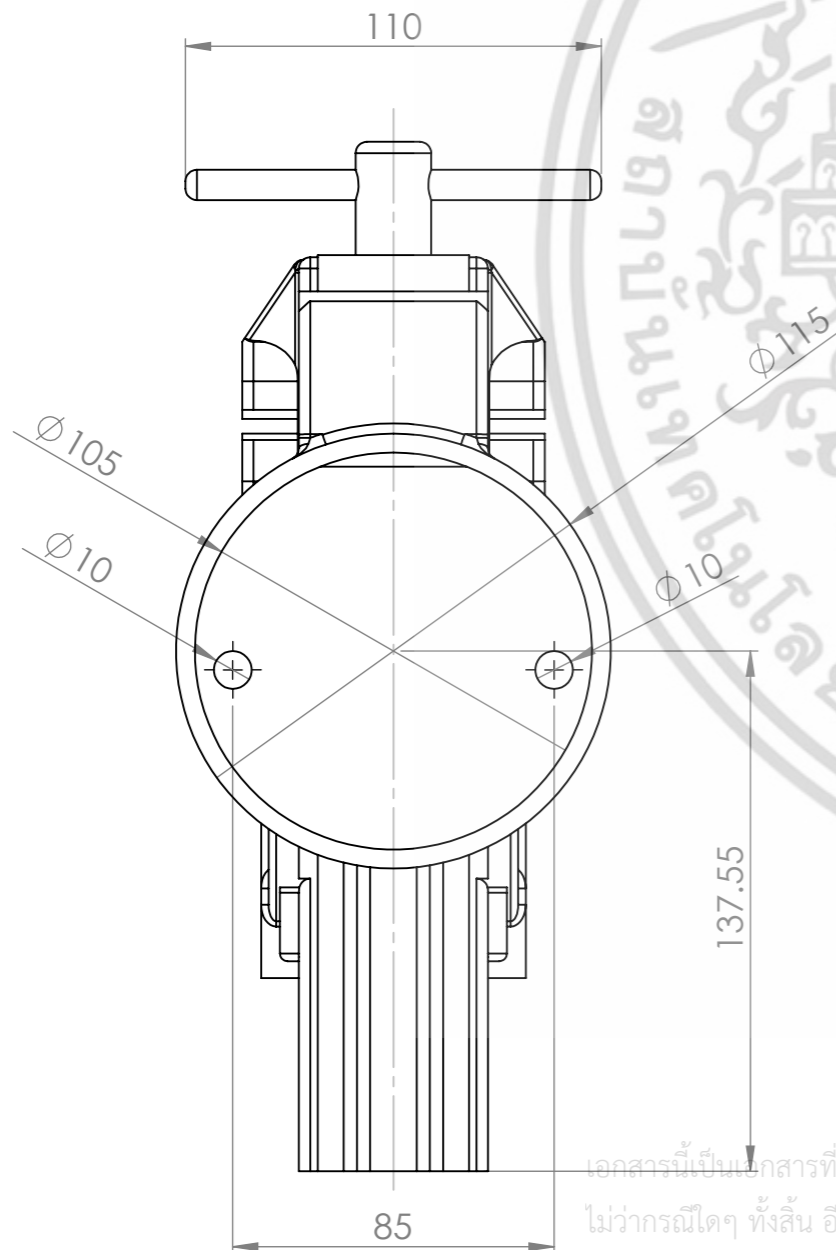
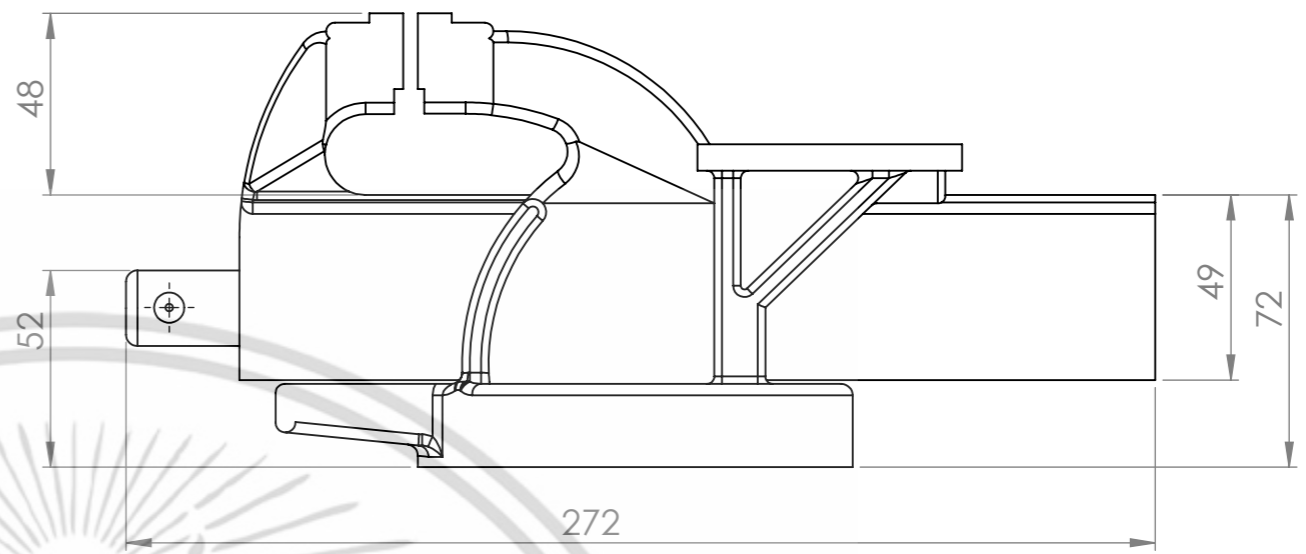
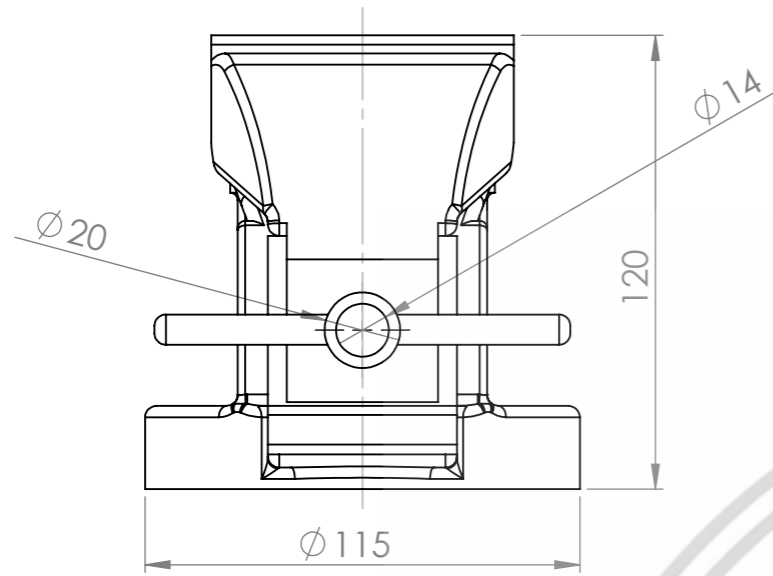


ISOMETRIC VIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้อง

ELECTRIC OUTLET

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO. : KR12	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY : 1	MR. SUWAT BOONCHUOAY	CODE: 55020260	
	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 1	PAGE OF

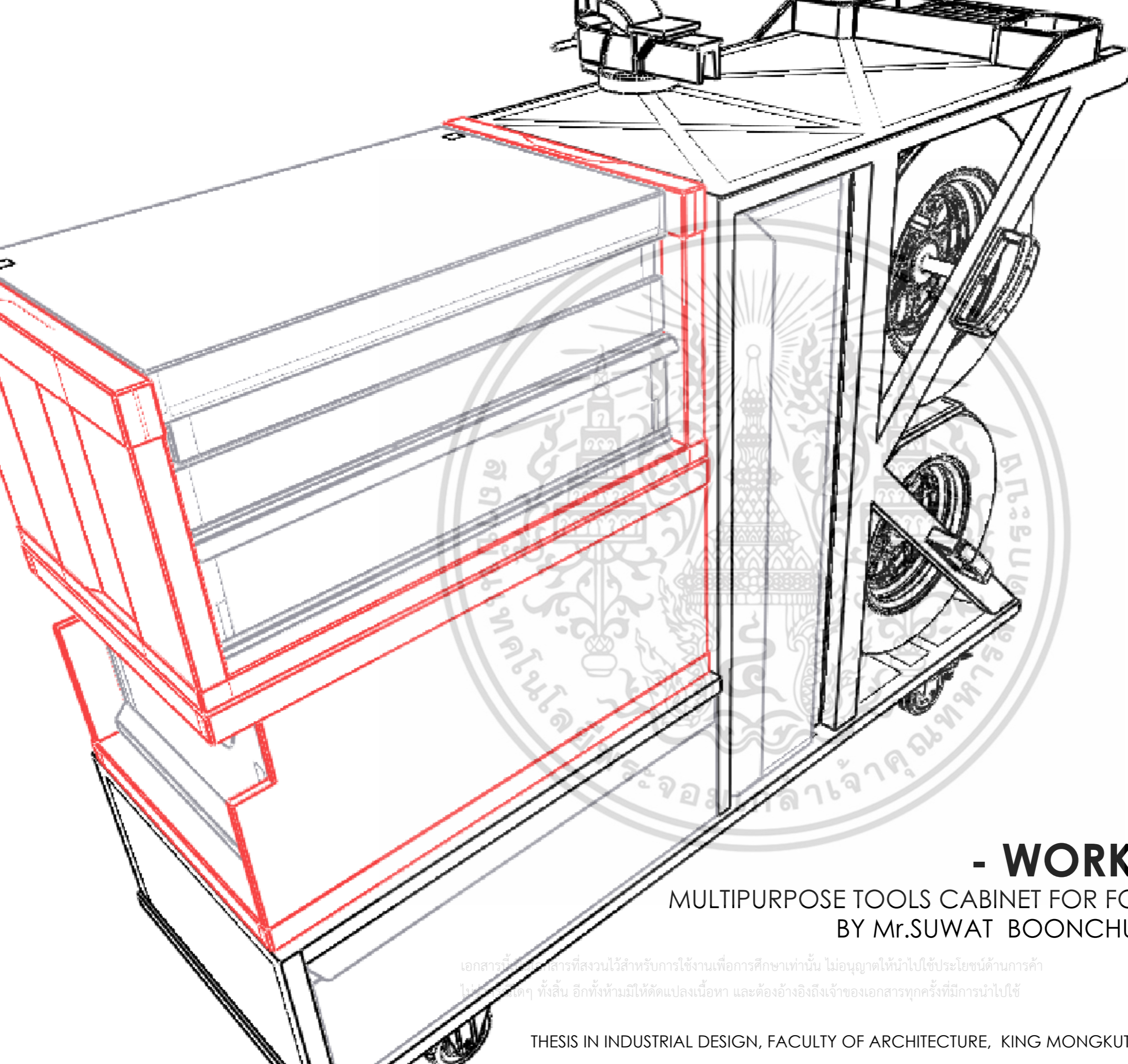


ISOMETRIC VIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อผู้จัดทำทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

METAL VICE

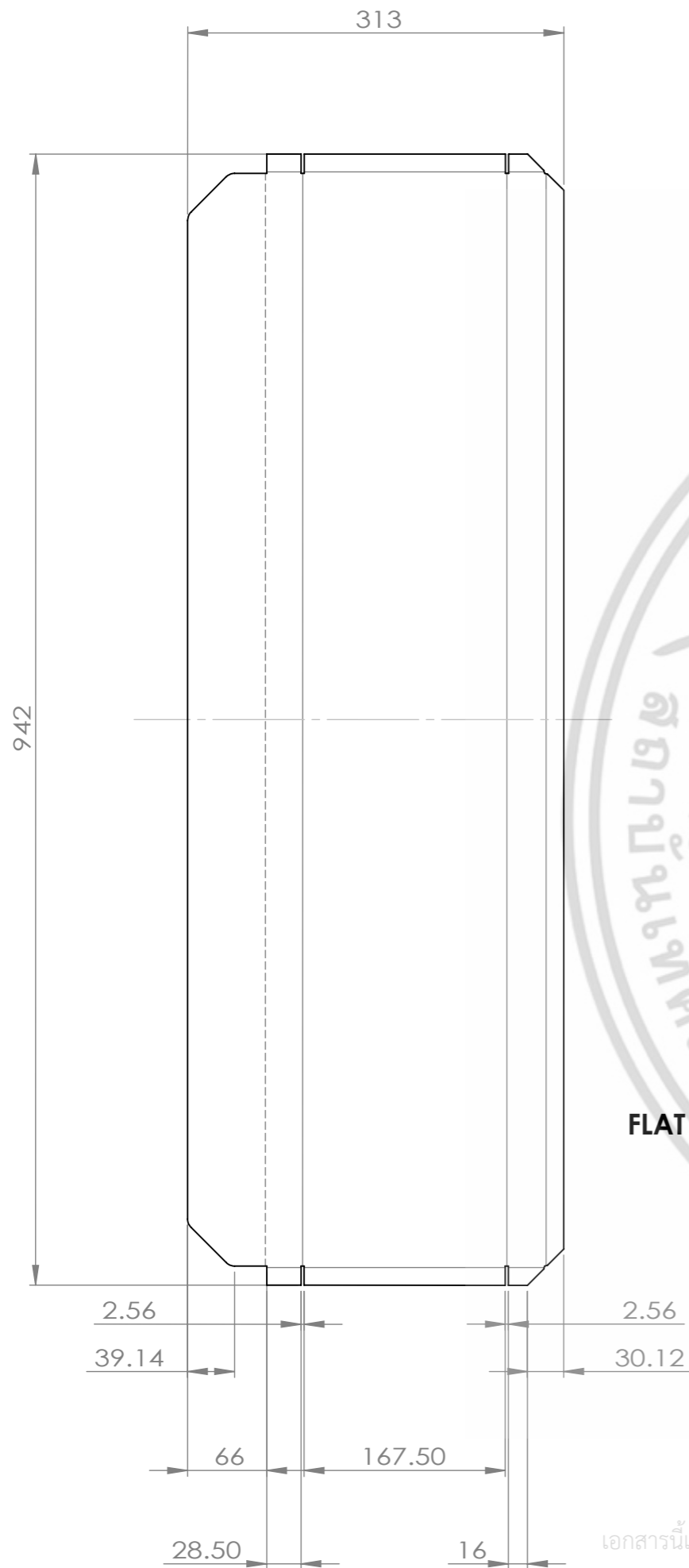
MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO. KR13	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY 1	MR. SUWAT BOONCHUOAY	CODE: 55020260	
	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 2	PAGE OF



- WORKING DRAWING -

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM
BY Mr.SUWAT BOONCHUCHOAY CODE : 55020260

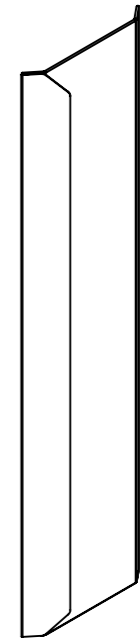
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
โดยไม่ได้รับอนุญาต ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



FLAT PATTERN



FOLDING GUIDE

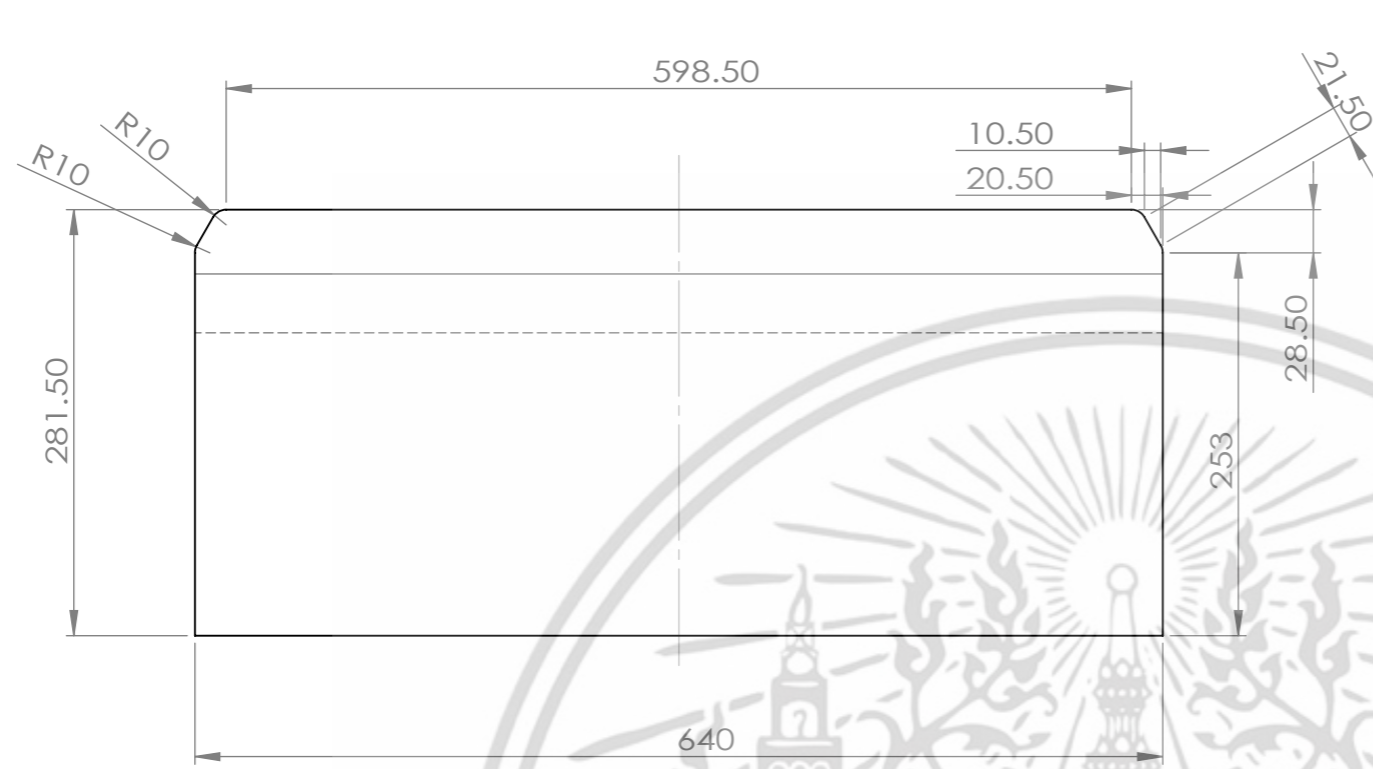


ISOMETRIC VIEW

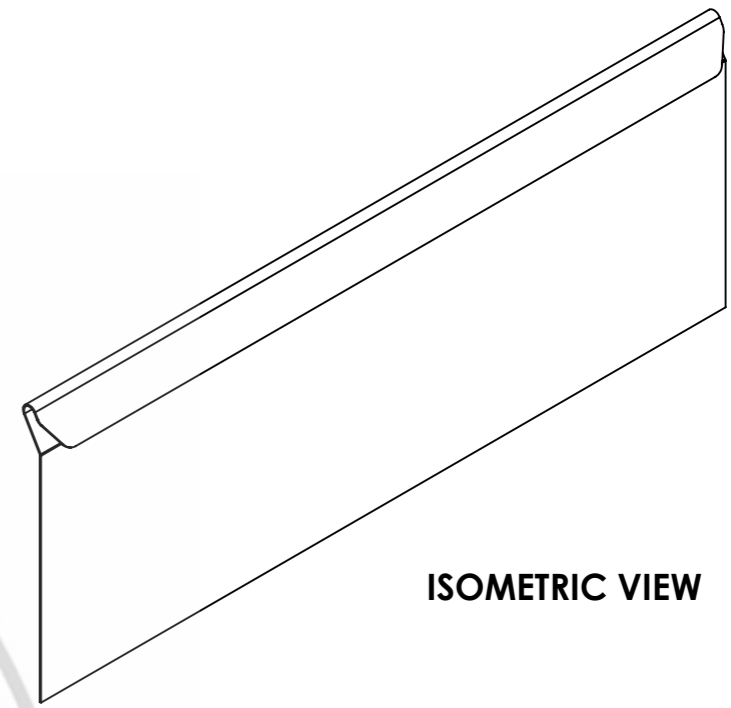
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงที่มาของข้อมูลทุกครั้ง

MIDDLE DOOR FLAT PATTERN & FOLDING GUIDE	MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM		
	PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
	QUANTITY	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
	2	MR. SUWAT BOONCHUHOAY	CODE: 55020260
	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF

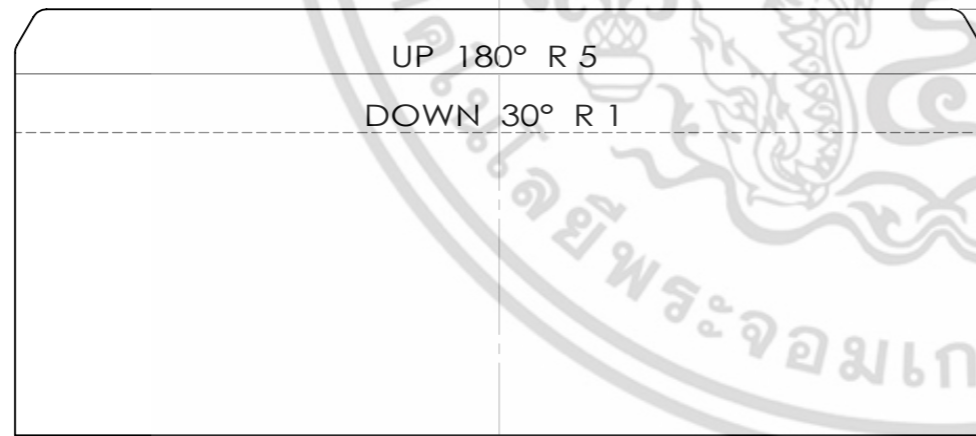
FLAT PATTERN



ISOMETRIC VIEW



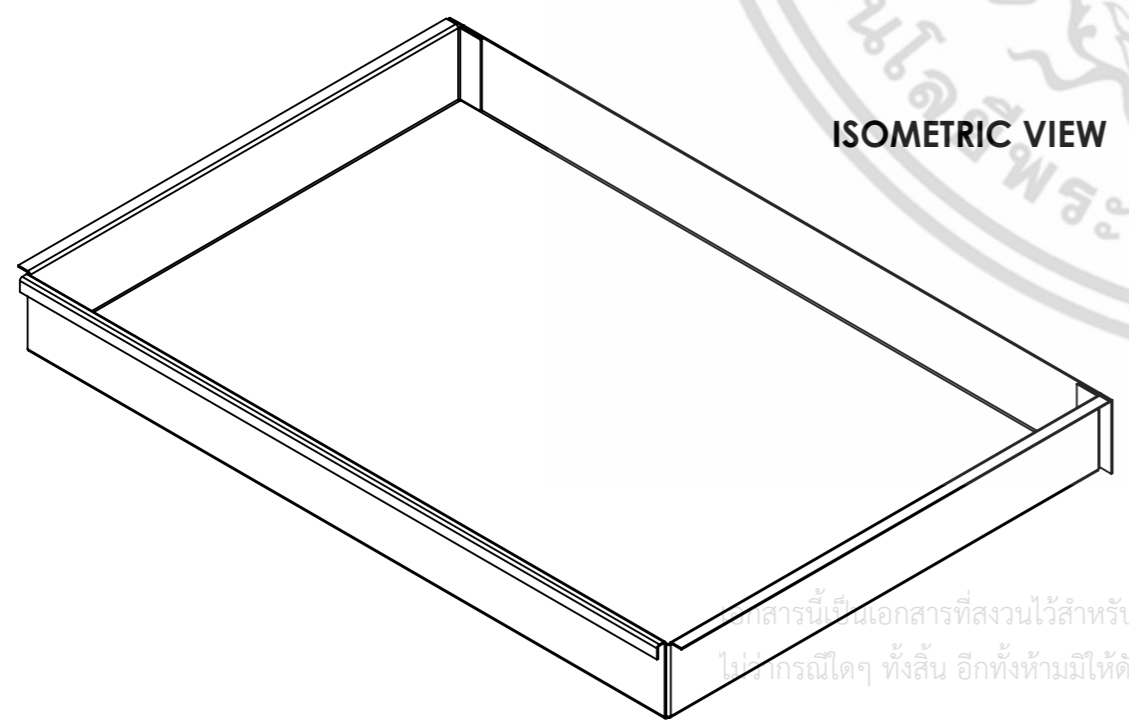
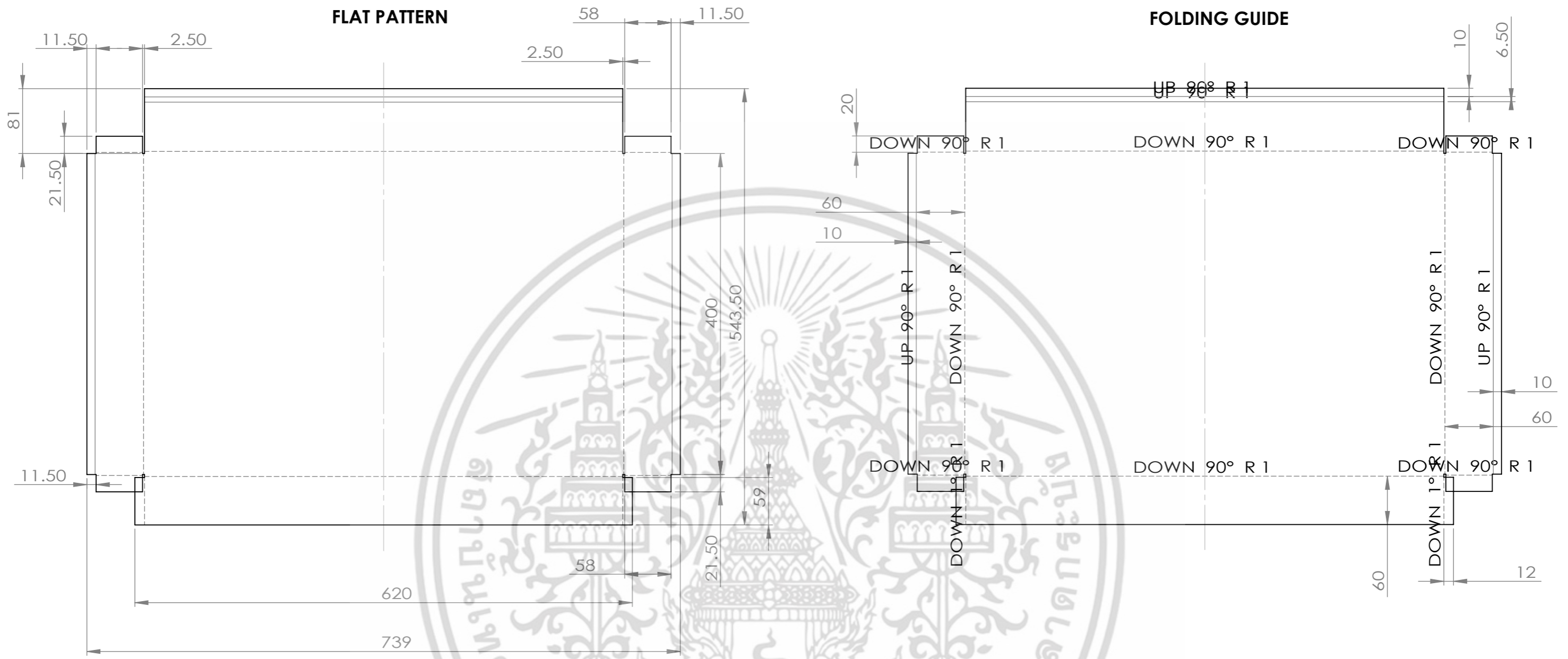
FOLDING GUIDE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นชอบโดยโรงเรียนใด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงแหล่งที่มาของเอกสารที่ต้นฉบับการนำมาใช้

**LOWEST DOOR
FLAT PATTERN &
FOLDING GUIDE**

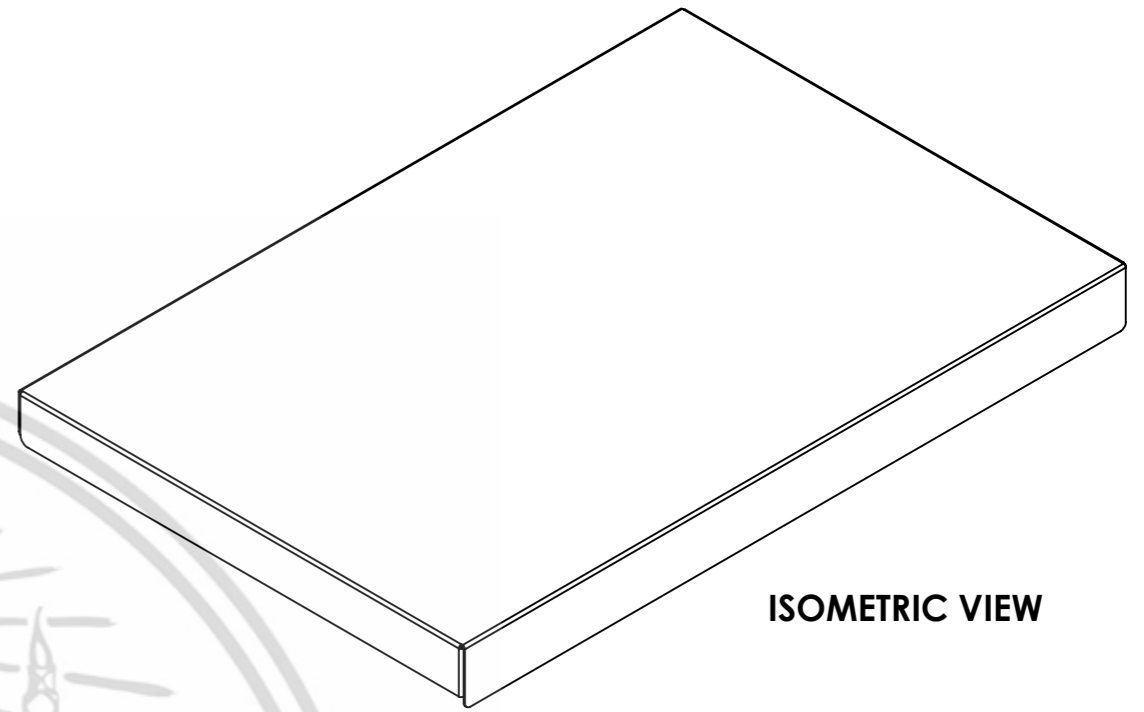
MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
KR04	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



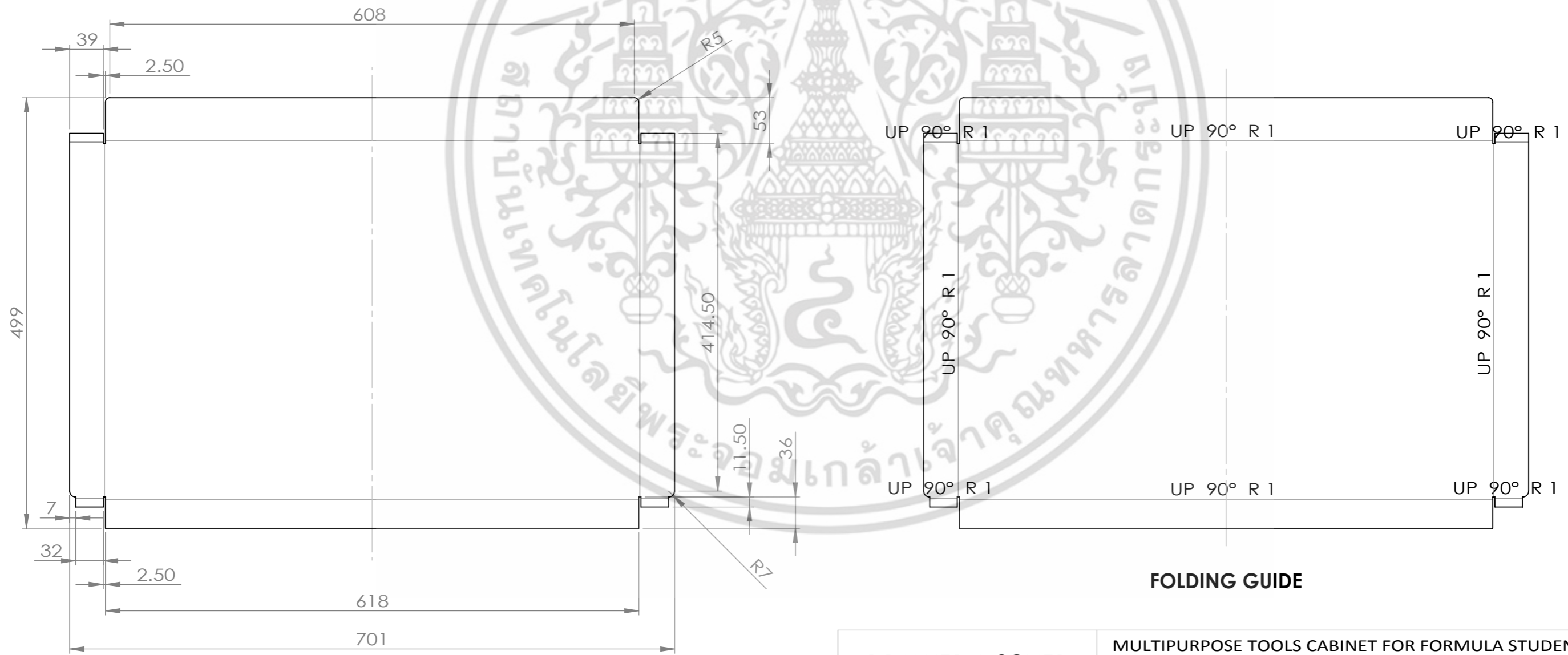
ISOMETRIC VIEW

**DRAWER 1
FLAT PATTERN &
FOLDING GUIDE**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD08	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



ISOMETRIC VIEW



FLAT PATTERN

FOLDING GUIDE

**DRAWER 1 COVER
FLAT PATTERN &
FOLDING GUIDE**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM

PART NO: KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

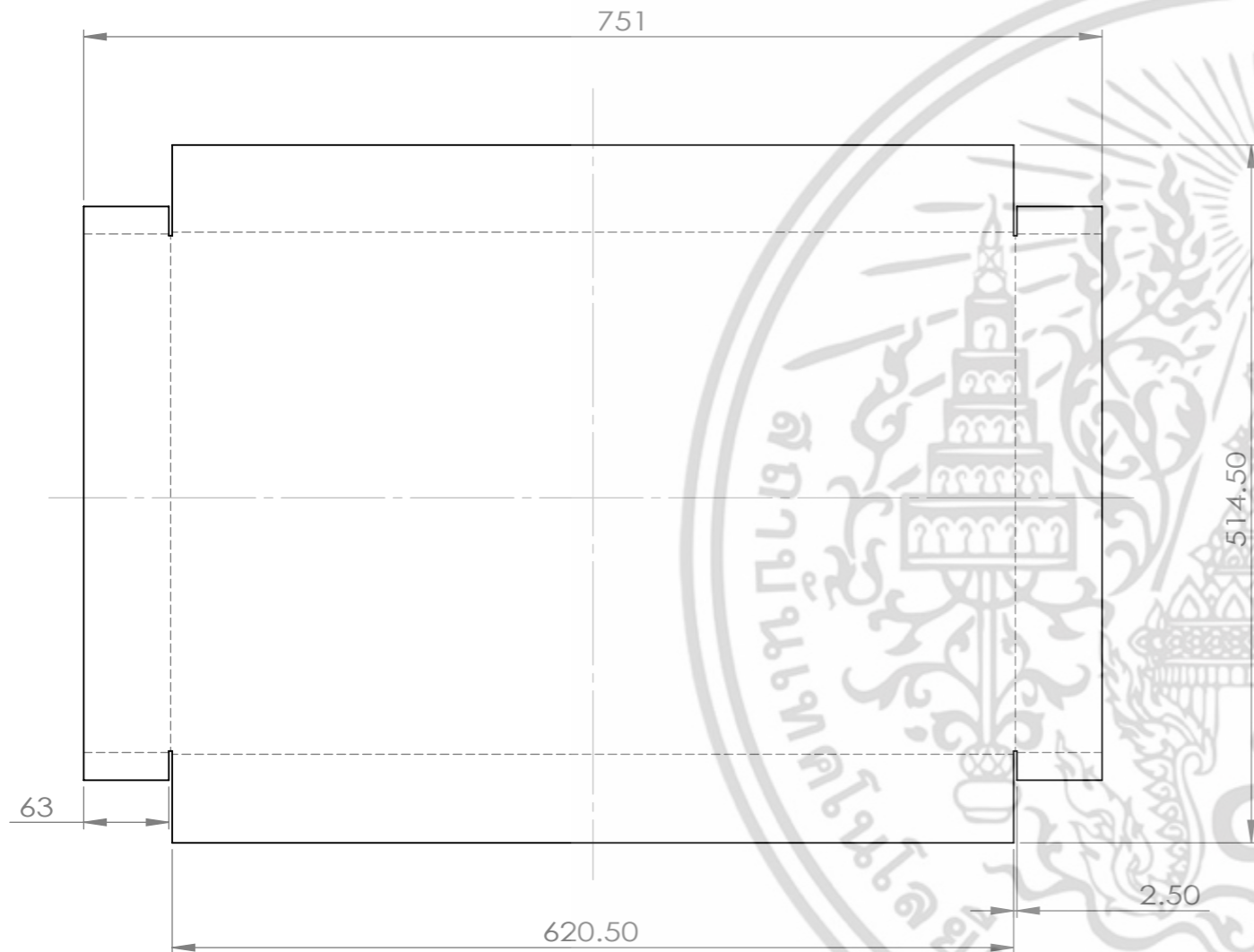
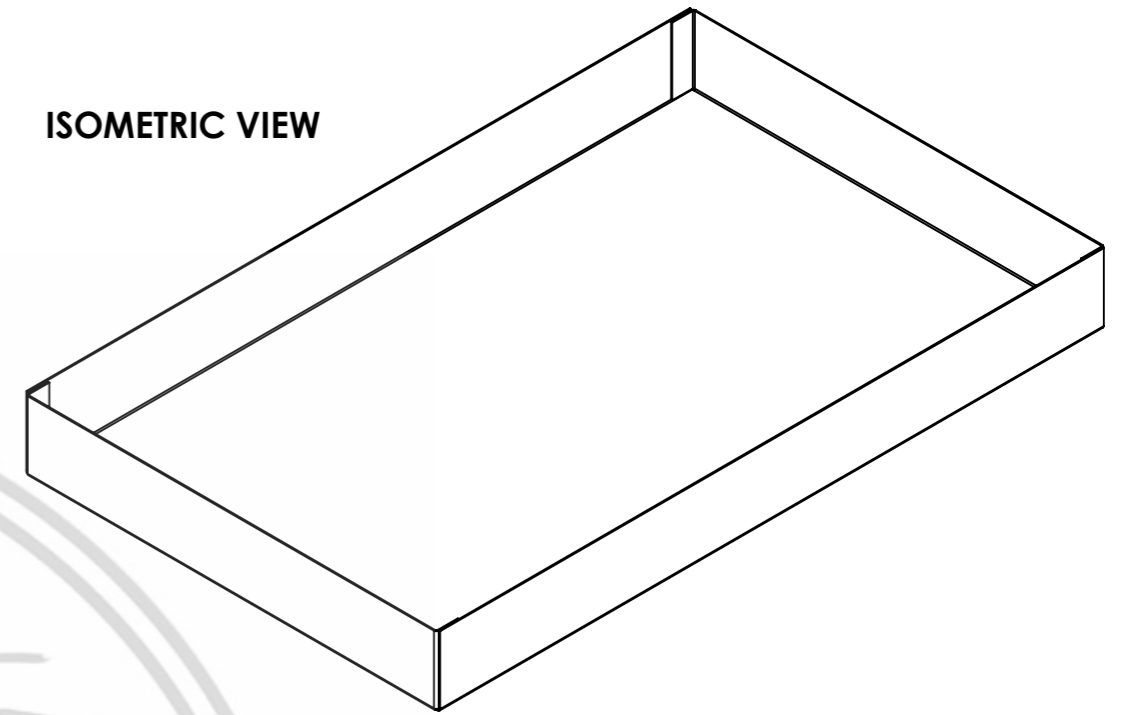
UD95 FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

QUANTITY MR. SUWAT BOONCHUCHOAY CODE: 55020260

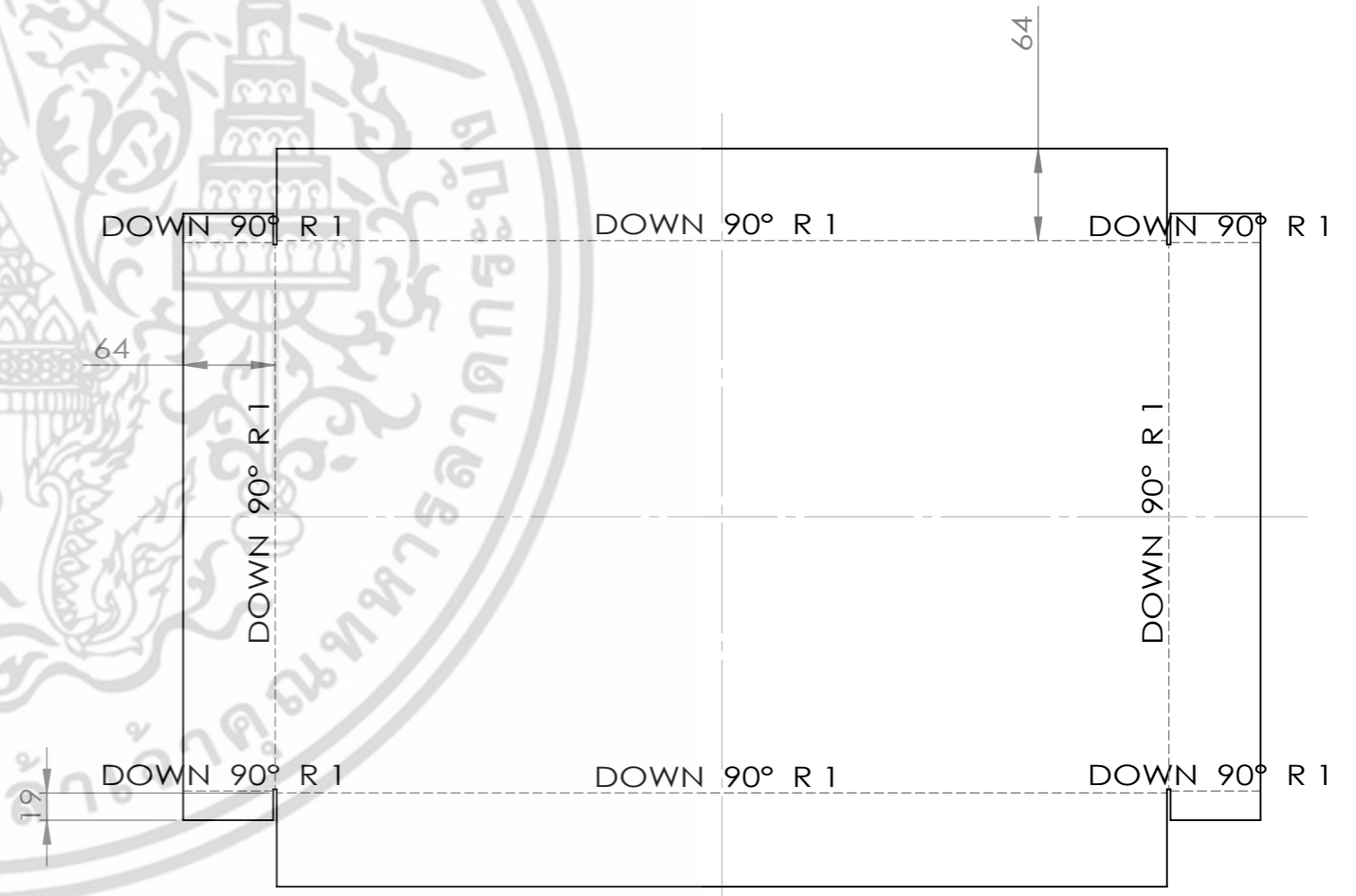
1 UNIT: MILLIMETERS SCALE 1 : 5 PAGE OF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาของข้อมูลทุกครั้ง

ISOMETRIC VIEW



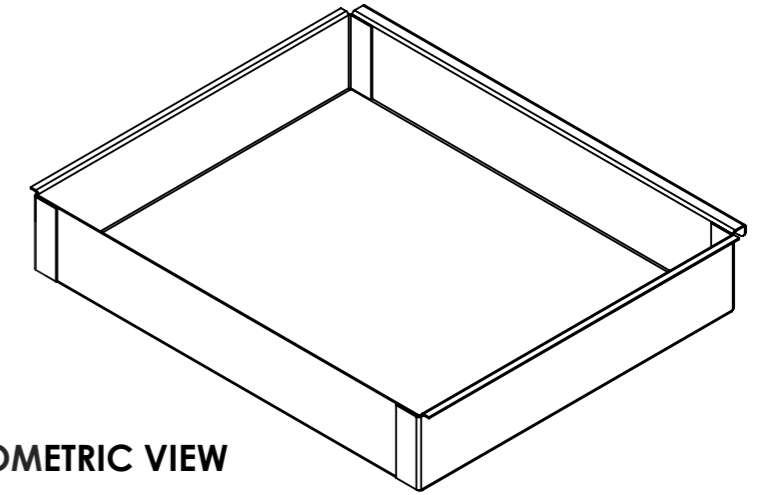
FLAT PATTERN



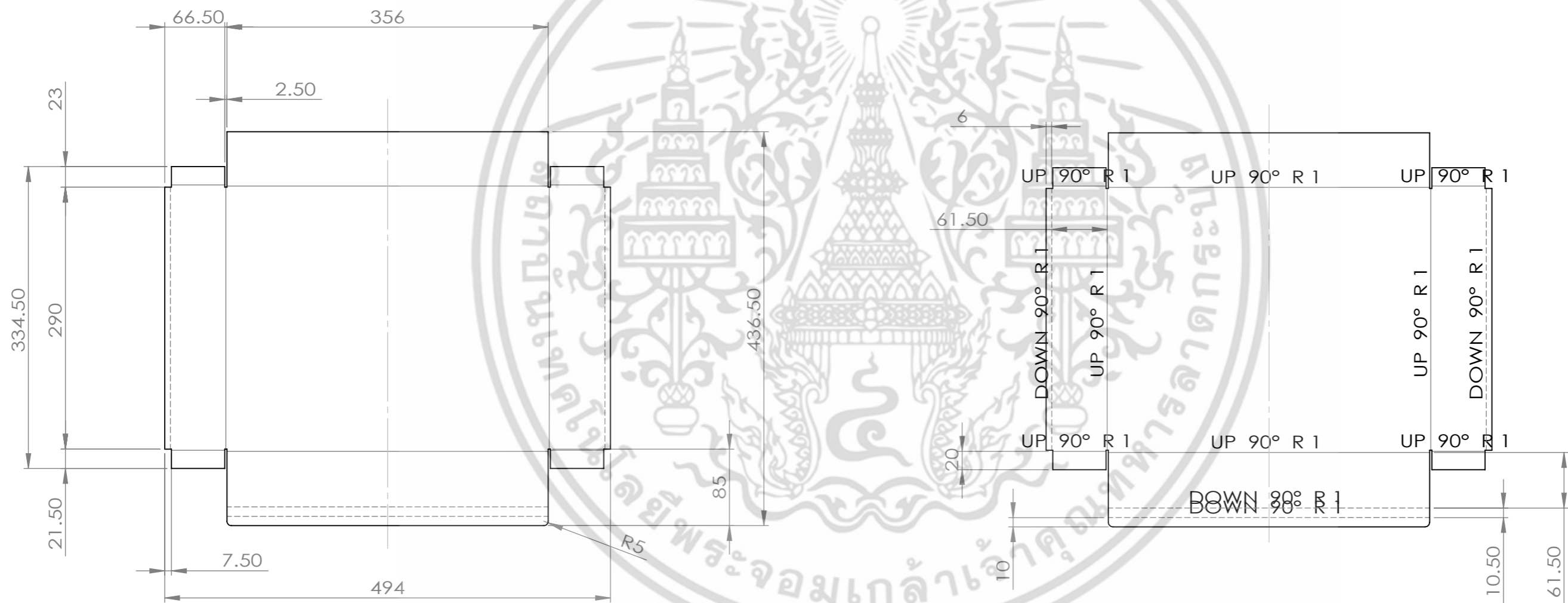
FOLDING GUIDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น...
DRAWER 2
FLAT PATTERN &
FOLDING GUIDE

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO. UD09	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
QUANTITY 1	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



ISOMETRIC VIEW



FLAT PATTERN

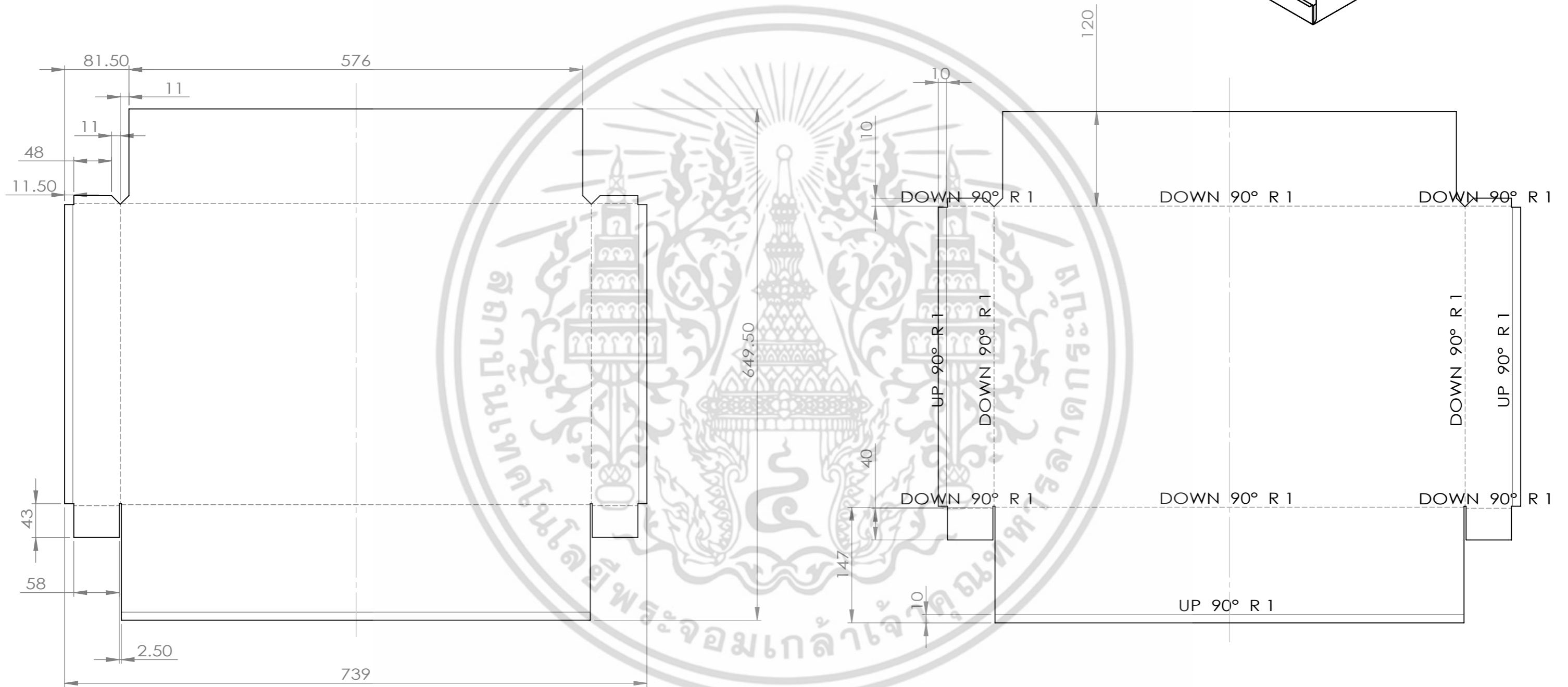
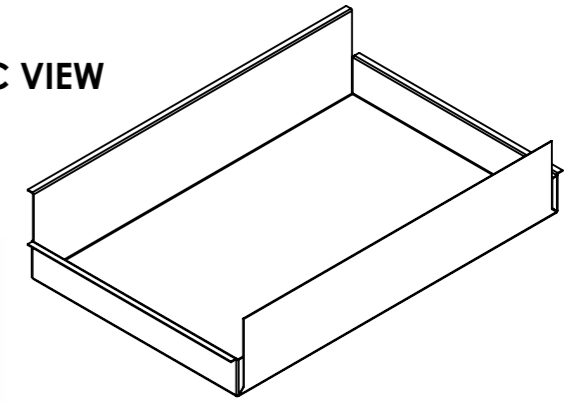
FOLDING GUIDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาในการนำใบเสนอ

**DRAWER 3
 FLAT PATTERN &
 FOLDING GUIDE**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD10	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
2	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF

ISOMETRIC VIEW

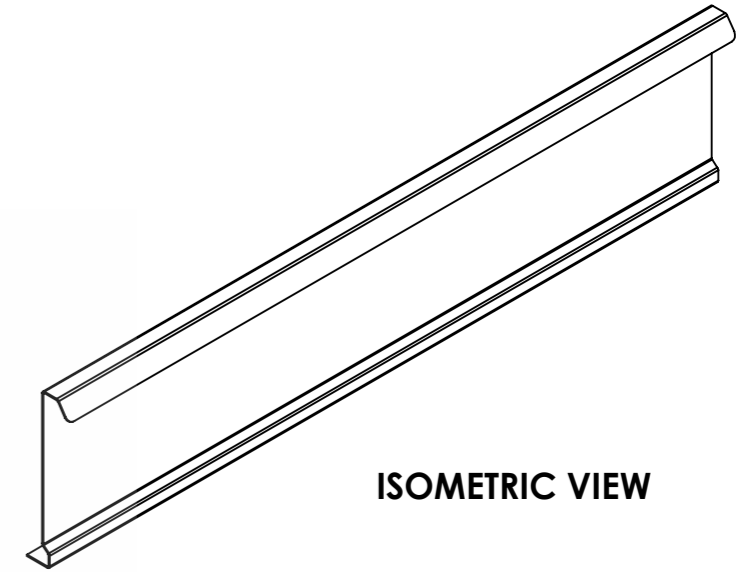


FLAT PATTERN

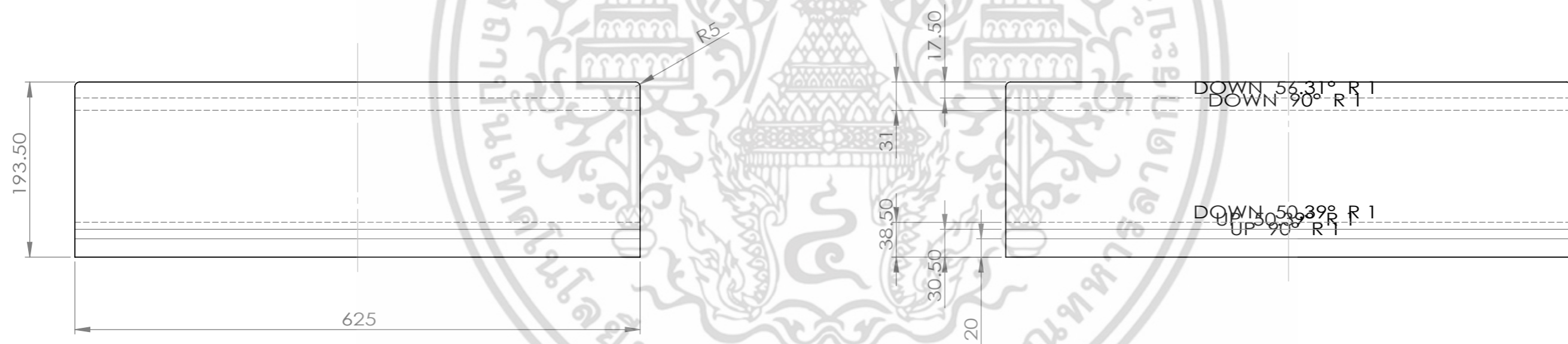
FOLDING GUIDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อใช้ประโยชน์ด้านอื่น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ที่มีการนำใบ
**DRAWER 4
FLAT PATTERN &
FOLDING GUIDE**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD11	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



ISOMETRIC VIEW



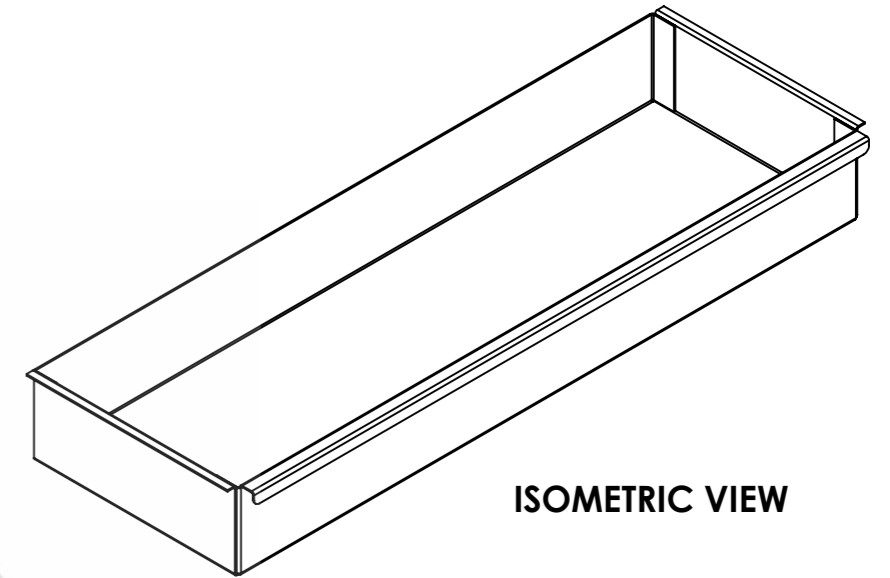
FLAT PATTERN

FOLDING GUIDE

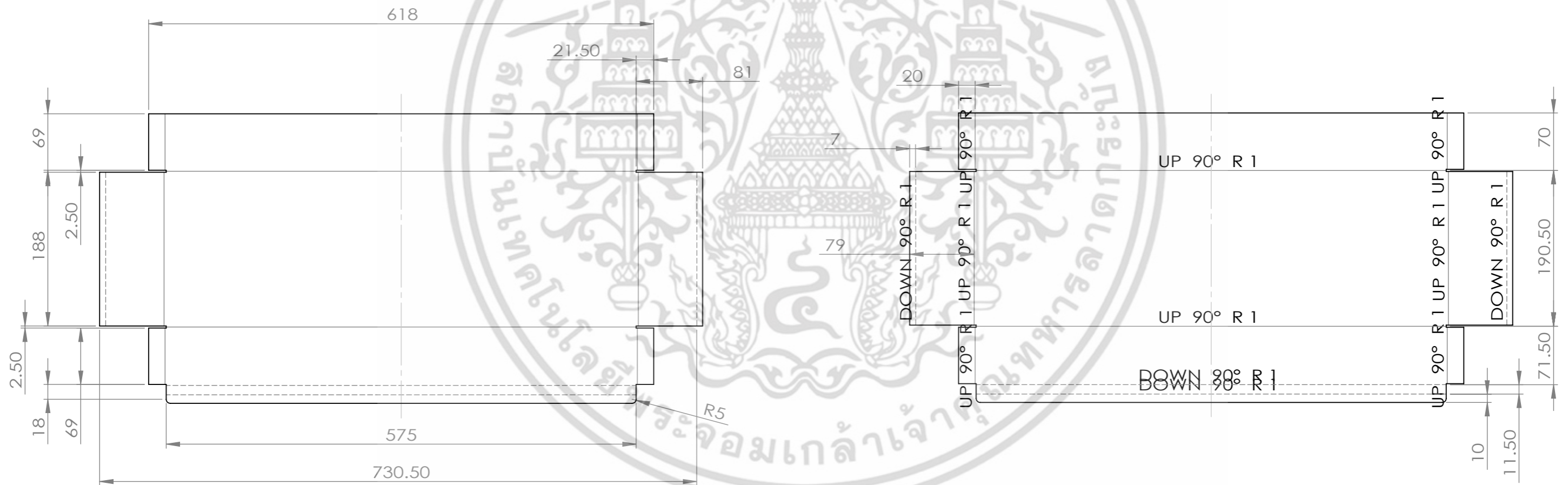
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างถึงที่มาเสมอ

DRAWER 4 FRONT FLAT PATTERN & FOLDING GUIDE

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD12	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



ISOMETRIC VIEW



FLAT PATTRN

FOLDING GUIDE

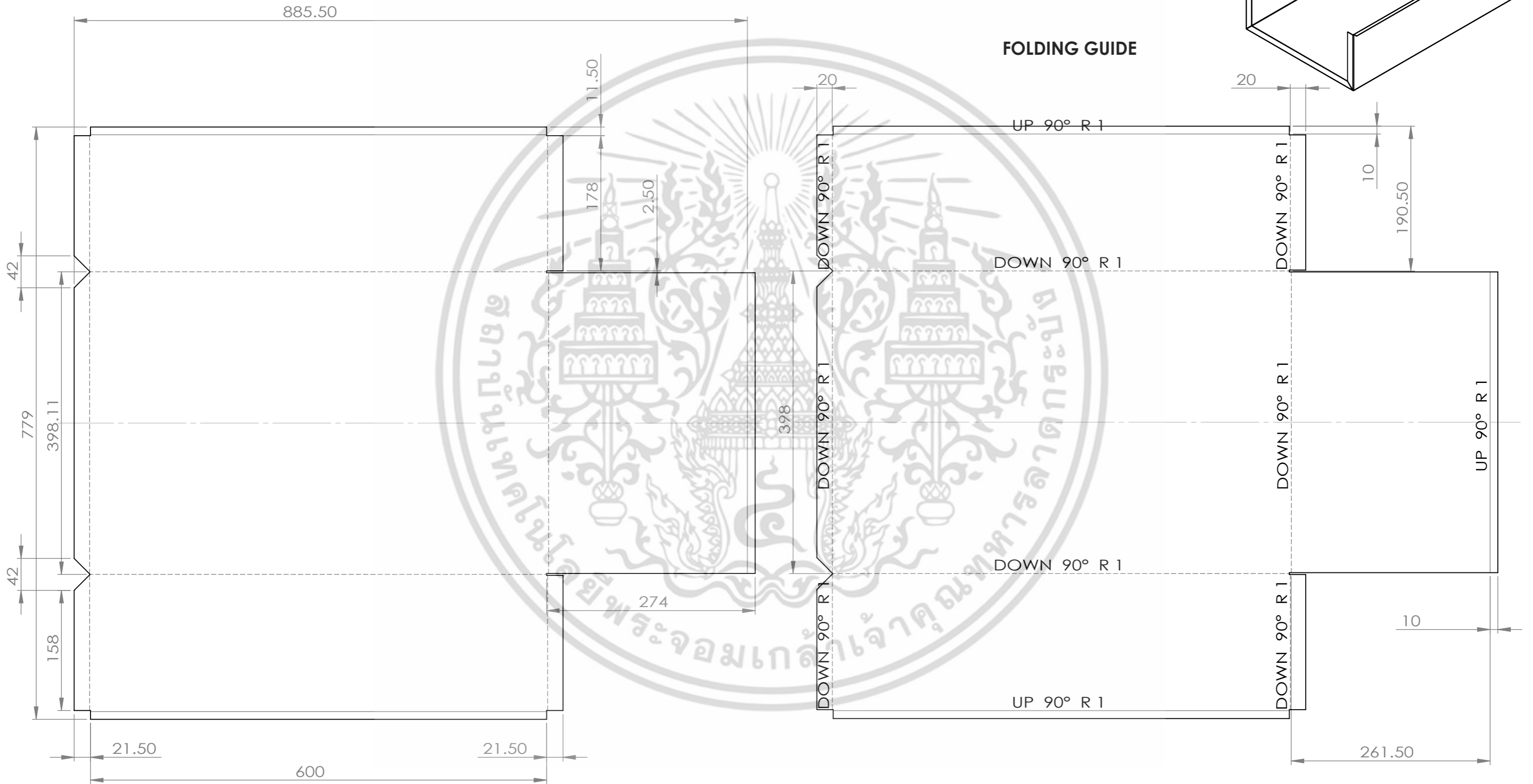
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ใด ๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ที่มีการนำใบ

**DRAWER 5
 FLAT PATTERN &
 FOLDING GUIDE**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
LD06	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
2	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF

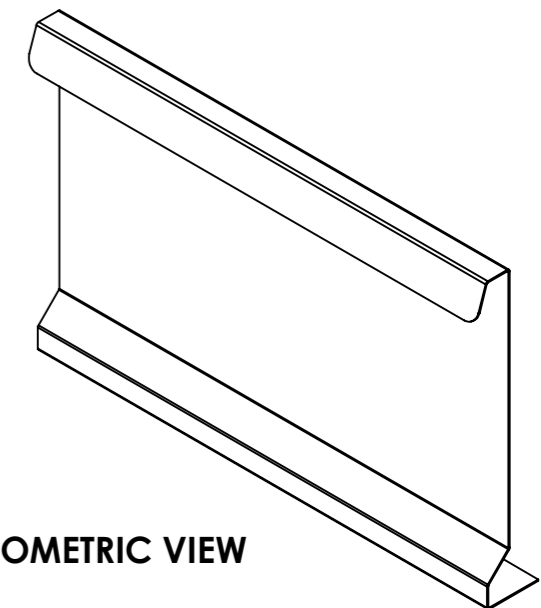
FLAT PATTERN

ISOMETRIC VIEW



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาของเอกสารนี้ทุกครั้งหากมี
**DRAWER 6
 FLAT PATTERN &
 FOLDING GUIDE**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
LD07	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



ISOMETRIC VIEW



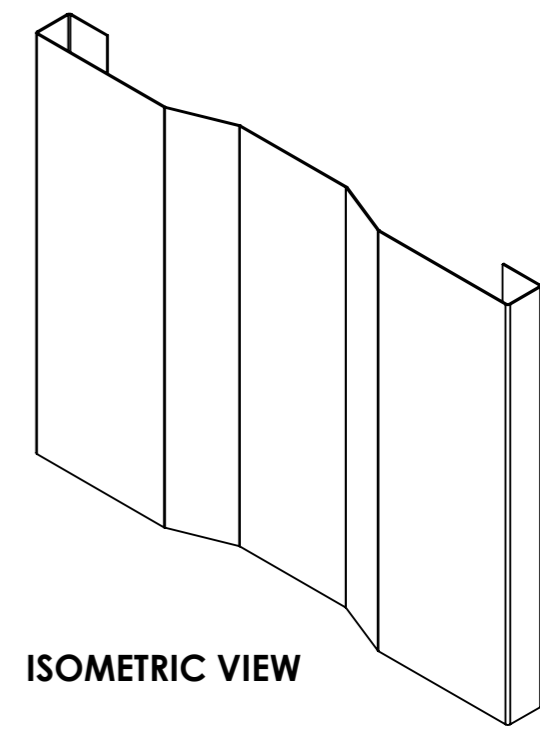
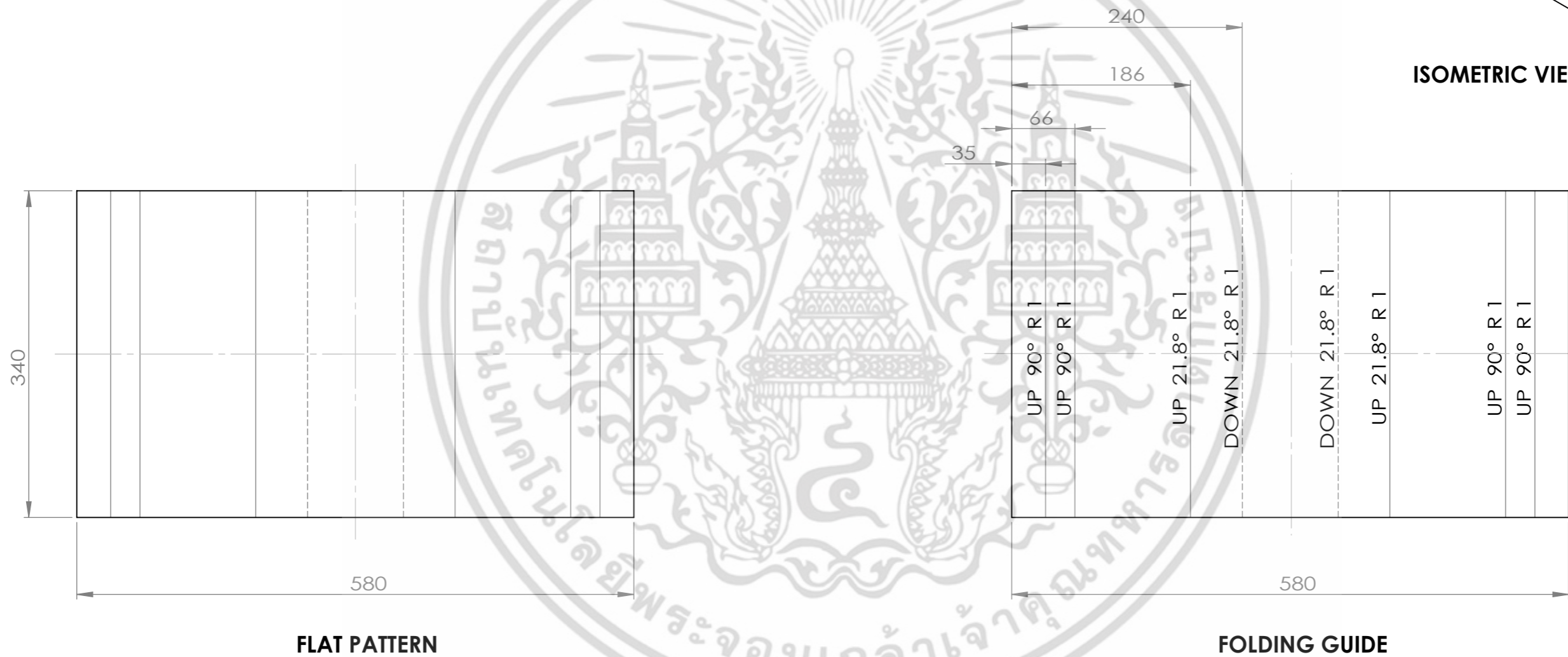
FLAT PATTERN

FOLDING GUIDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้าง
 KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

**DRAWER 6 FRONT
 FLAT PATTERN &
 FOLDING GUIDE**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
LD08	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



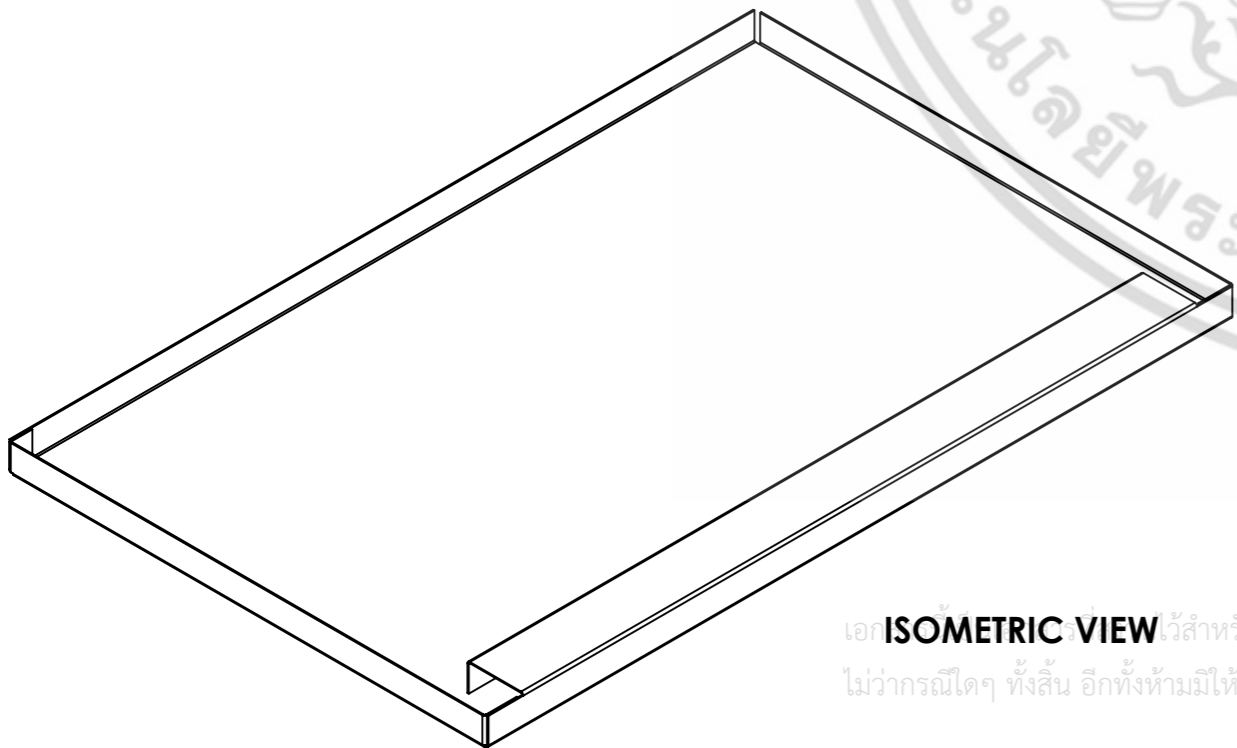
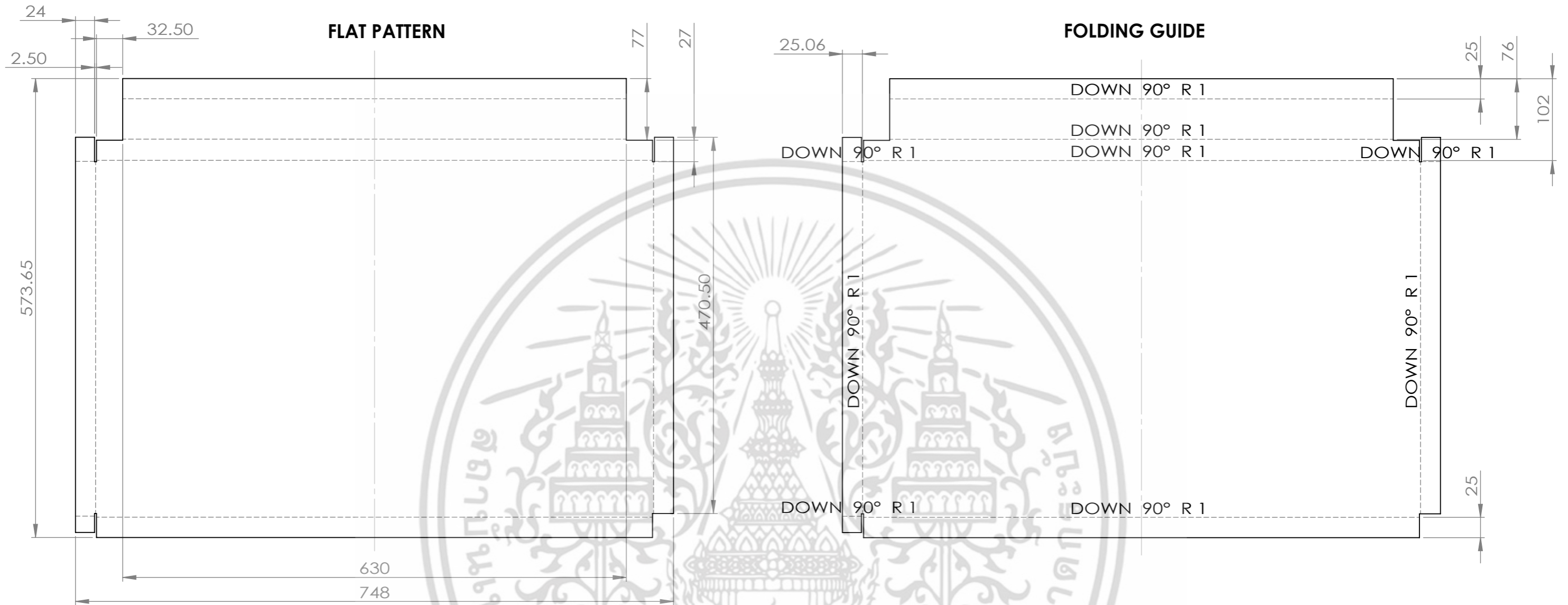
ISOMETRIC VIEW

FLAT PATTERN

FOLDING GUIDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต่อ

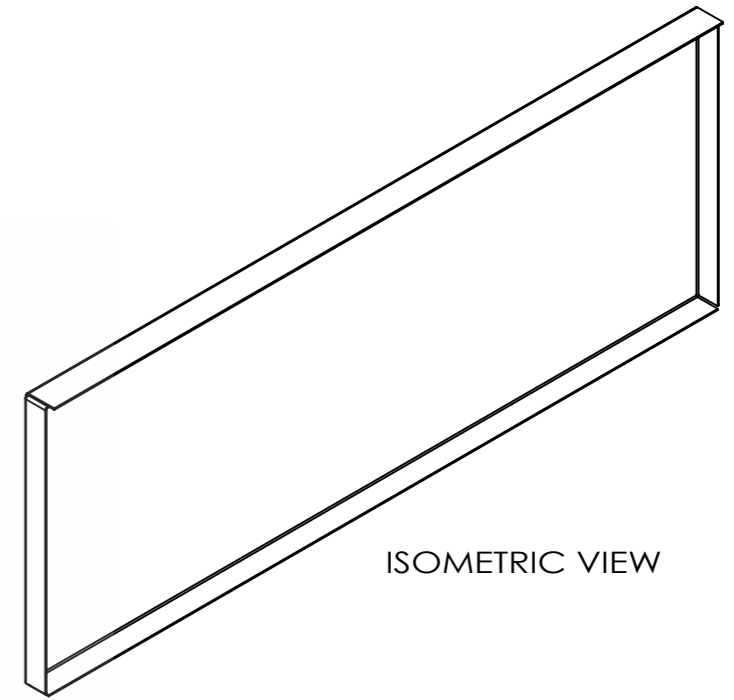
UPPER DRAWER CASE SIDE FLAT PATTERN & FOLDING GUIDE	MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
	PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
	UD02	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
	QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUHOAY		CODE: 55020260
2	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE	OF



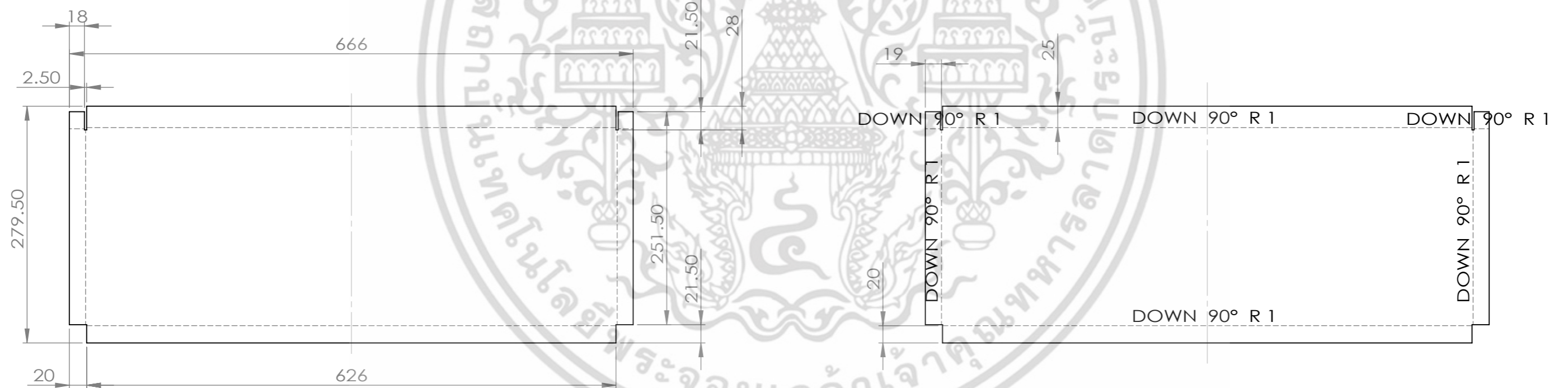
ISOMETRIC VIEW

UPPER DRAWER CASE
BASE FLAT PATTERN &
FOLDING GUIDE

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD04	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



ISOMETRIC VIEW



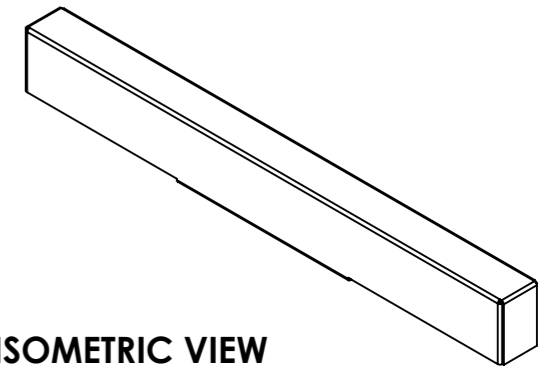
FLAT PATTERN

FOLDING GUIDE

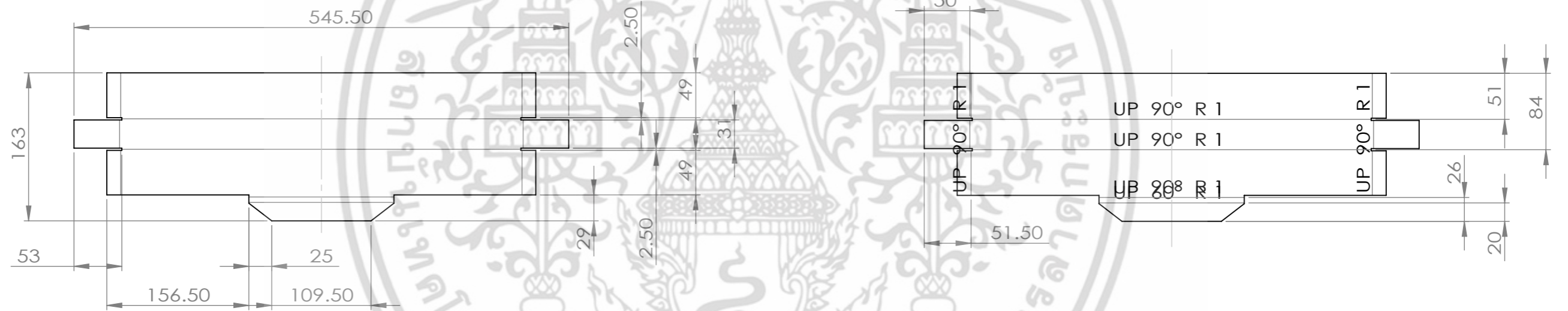
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้อง

**UPPER DRAWER CASE
BACK FLAT PATTERN &
FOLDING GUIDE**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD03	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



ISOMETRIC VIEW



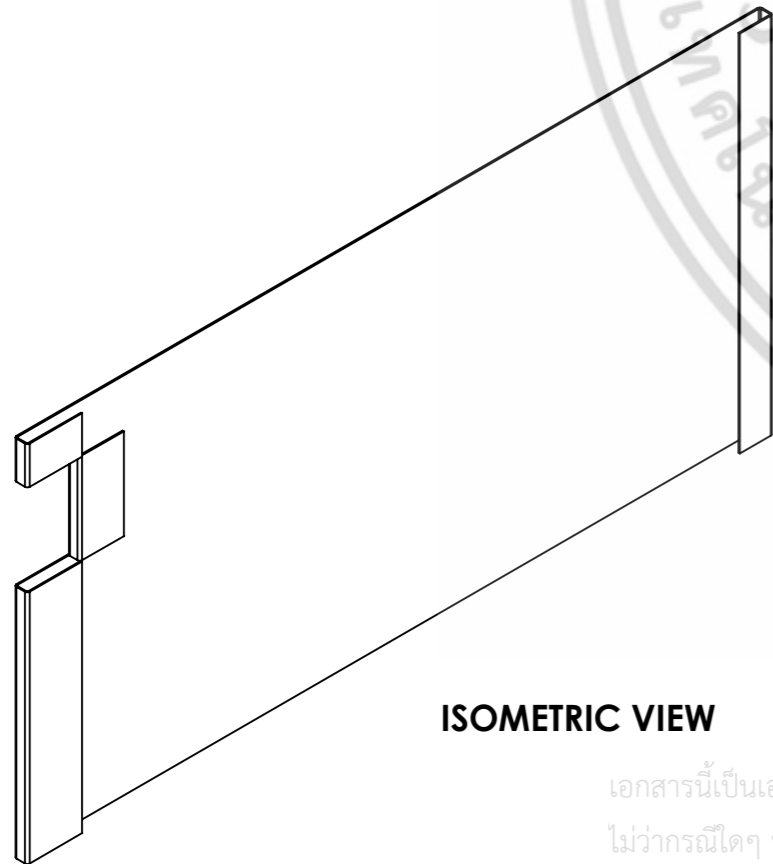
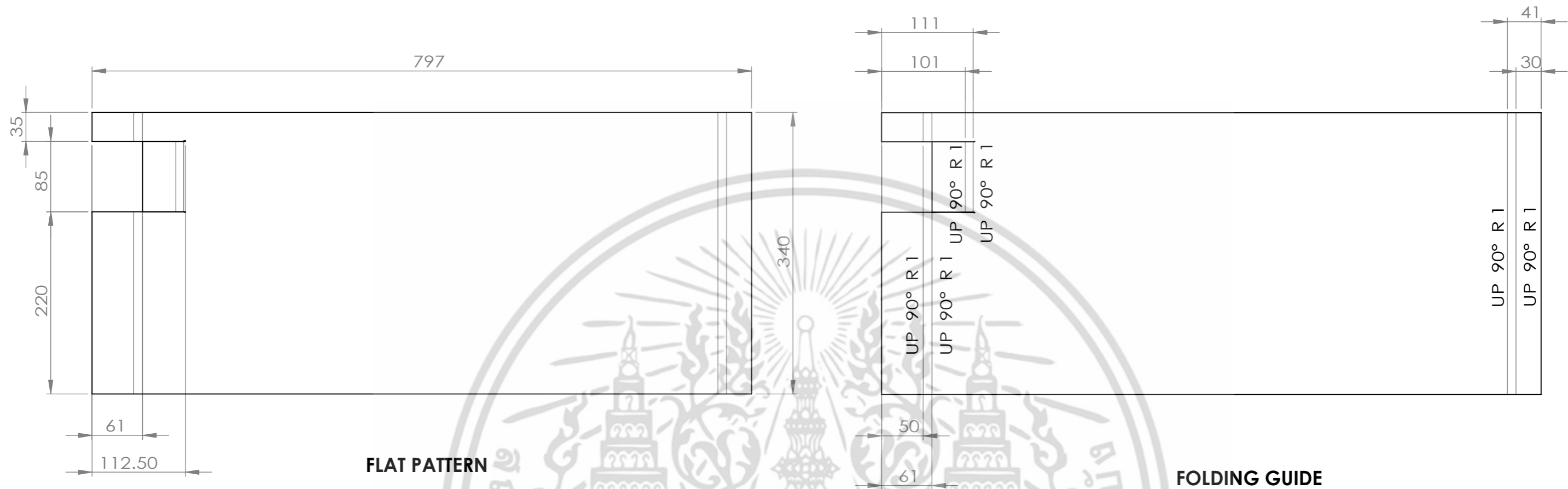
FLAT PATTERN

FOLDING GUIDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้อง

UPPER DRAWER CASE
TOP FLAT PATTERN &
FOLDING GUIDE

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
UD01	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



FLAT PATTERN

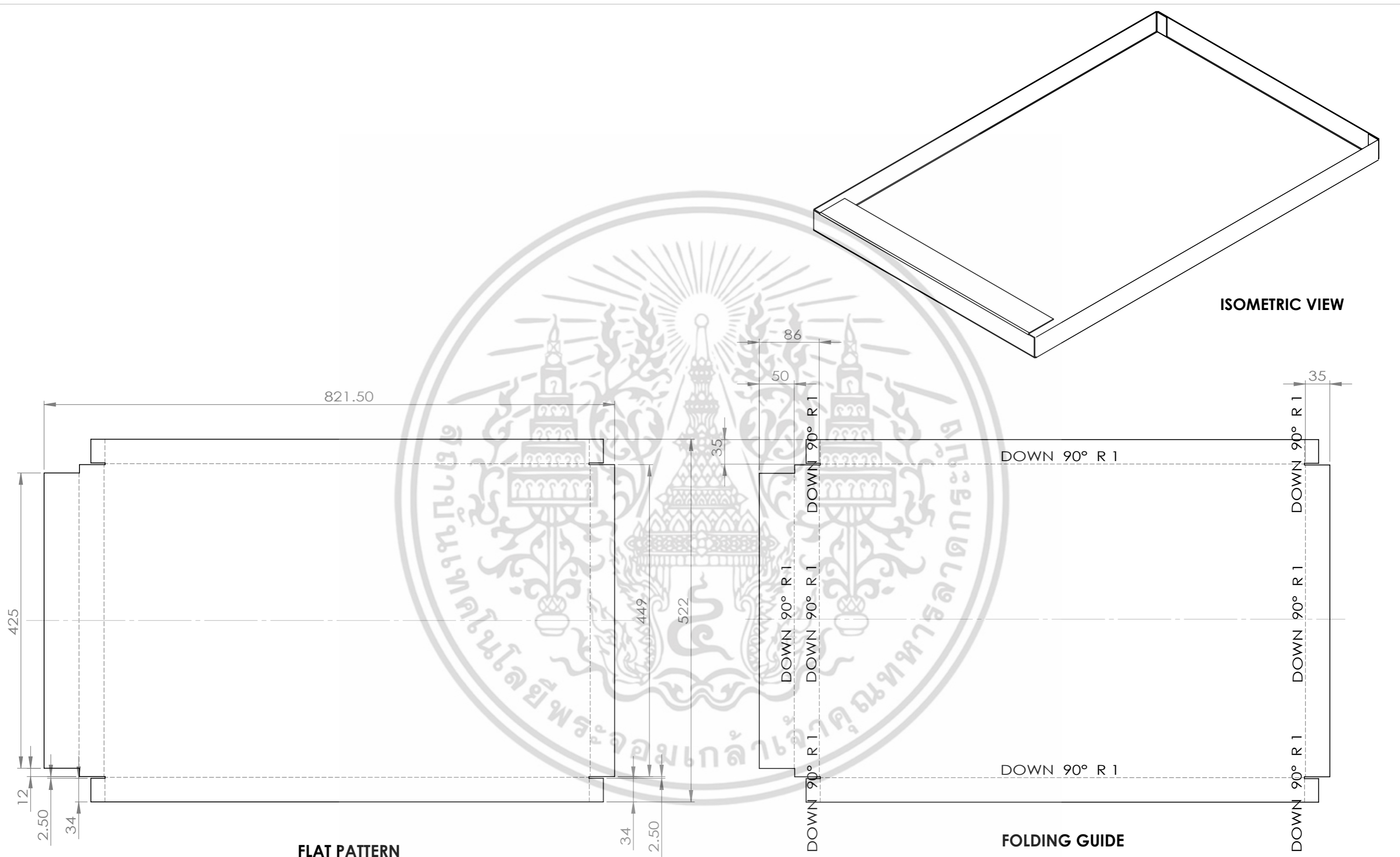
FOLDING GUIDE

ISOMETRIC VIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต่อ

**LOWER DRAWER CASE
SIDE FLAT PATTERN &
FOLDING GUIDE**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
LD02,03	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY		CODE: 55020260
2 (MIRROR)	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF



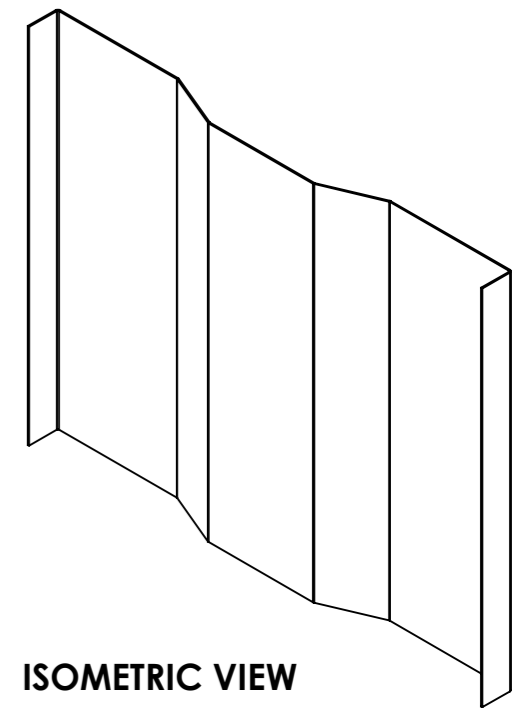
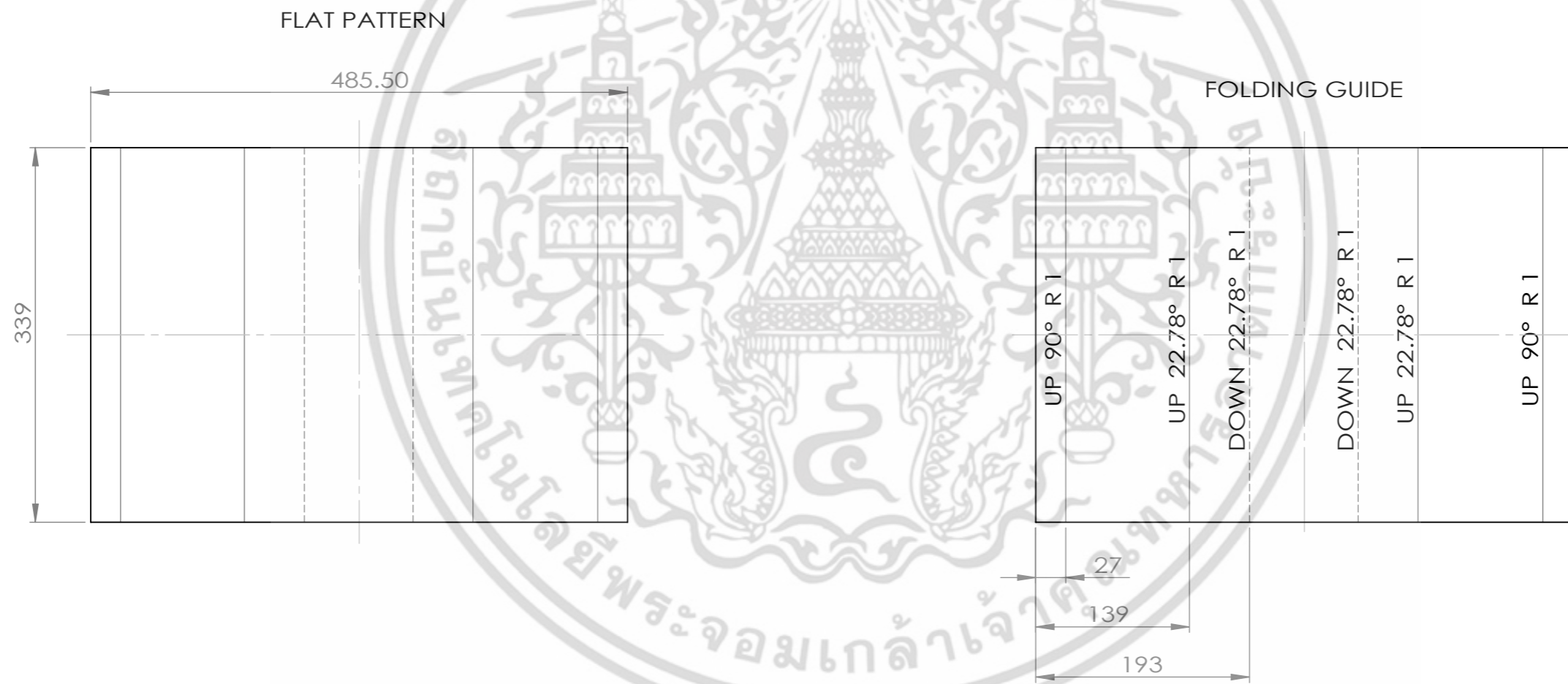
FLAT PATTERN

FOLDING GUIDE

ISOMETRIC VIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต่อ

LOWER DRAWER CASE BASE FLAT PATTERN & FOLDING GUIDE	MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
	PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
	LD05	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
	QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE	OF



ISOMETRIC VIEW

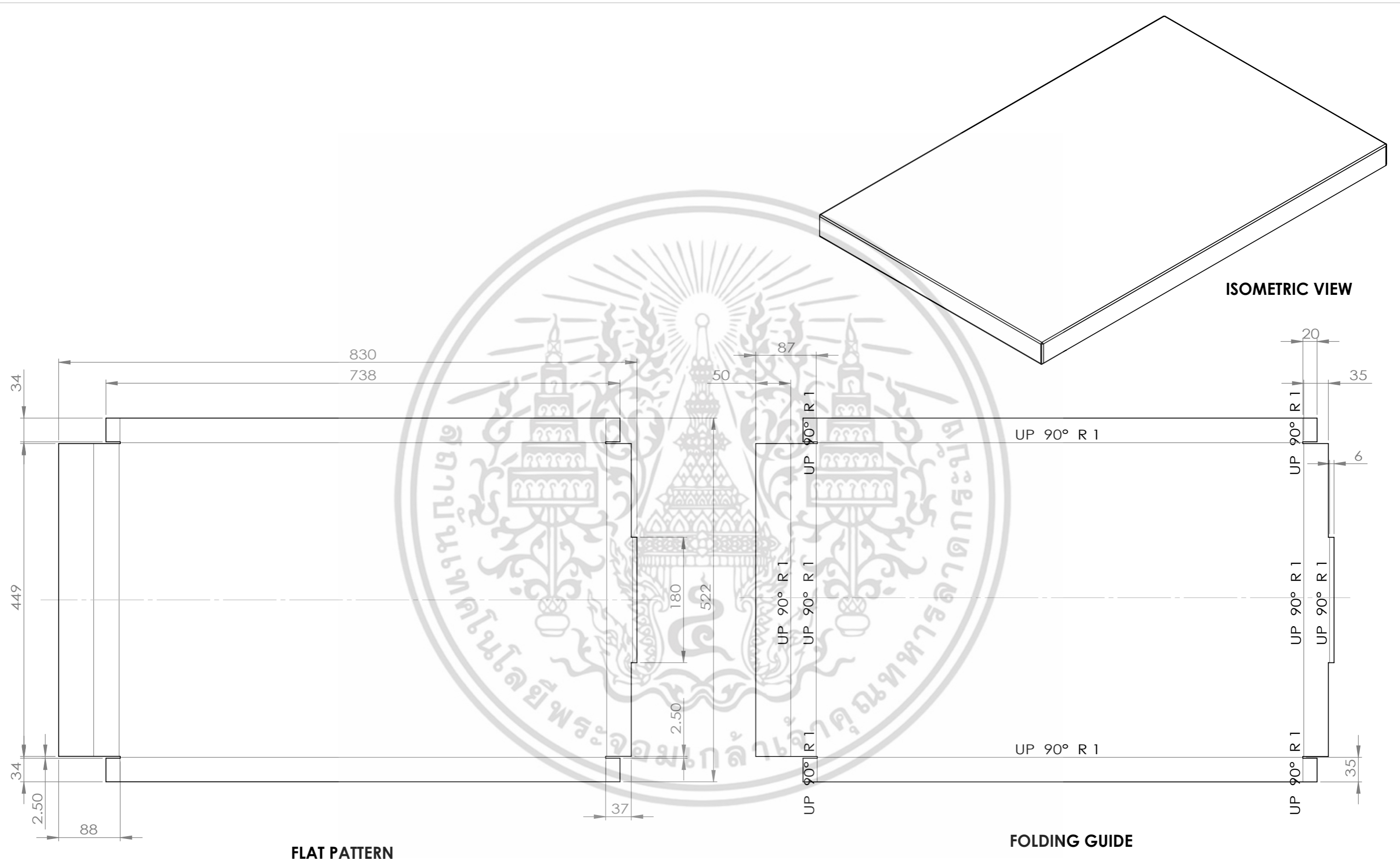
FLAT PATTERN

FOLDING GUIDE

LOWER DRAWER CASE
BACK FLAT PATTERN &
FOLDING GUIDE

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM			
PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
LD04	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และข้อมูล



FLAT PATTERN

FOLDING GUIDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้อง

**LOWERDRAWER CASE
TOP FLAT PATTERN &
FOLDING GUIDE**

MULTIPURPOSE TOOLS CABINET FOR FORMULA STUDENT RACE TEAM

PART NO.:	KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
LD01	FACULTY OF ARCHITECTURE	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN	
QUANTITY	MR. SUWAT BOONCHUCHOAY	CODE: 55020260	
1	UNIT: MILLIMETERS	SCALE 1 : 5	PAGE OF

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล นาย สุวรรต บุญชูช่วย
วัน เดือน ปีเกิด 16 ธันวาคม 2536
ที่อยู่ 221/107 หมู่ 3 หมู่บ้านเพชรชมพู 2 ถนนรังสิต - นครนายก
ตำบลลำผักกูด อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
โทร. 09-0974-5767

ประวัติการศึกษา
2558

สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (ศิลปอุตสาหกรรม)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้