



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก
An Artificial Limbs Design by Leather Scraps from Leather
tanning process

นายธีรทัต เลิศขำของกุล

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก
An Artificial Limbs Design by Leather Scraps from Leather
tanning process

นายธีรทัต เลิศข้าของกุล

เลขหมู่
เลขทะเบียน 138248
รับเดือนปี 5 ต.ค. 2558

b. 12710465
i.

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) : การออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก
ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ) : An Artificial Limbs Design by Leather Scraps from Leather
tanning process

แหล่งเงิน : เงินรายได้คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ประจำปีงบประมาณ : 2556

จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน: 100,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย : 1 ปี

ตั้งแต่ : ตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2556

ผู้วิจัย : นายธีรภัท เลิศข้าของกุล สาขาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาวัสดุเศษหนังจากขบวนการฟอกสำหรับการออกแบบขาเทียม 2) เพื่อออกแบบขาเทียมจากวัสดุเศษหนัง 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์ จัดทำแบบสัมภาษณ์เพื่อสัมภาษณ์ผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม เกี่ยวกับปริมาณและการจัดการของเศษหนังในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้สำหรับการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุเศษเหลือ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ (Physical) ด้านกลสมบัติ (Mechanical) และด้านเคมี (Chemical) 2) แบบสอบถาม จัดทำแบบสอบถามเพื่อสอบถามผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากวัสดุเศษเหลือที่นำกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ ตลอดจนการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยคำนึงถึงการตีปัญหา การออกแบบเบื้องต้น การกลั่นกรองการออกแบบ การวิเคราะห์ การตัดสินใจต้นแบบขั้นสมบูรณ์ 3) แบบทดสอบวัสดุ ใช้ทดสอบวัสดุที่ได้จากเศษเหลือในอุตสาหกรรมฟอกหนังเพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบขาเทียมเพื่อให้ได้รูปแบบผลิตภัณฑ์ขาเทียมให้สอดคล้องกับการนำไปใช้งานจริง 4) แบบประเมินความพึงพอใจ ใช้ประกอบการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

ผลการวิจัยพบว่า

ตอนที่ 1 การศึกษาวัสดุเศษหนังจากขบวนการฟอกสำหรับการออกแบบขาเทียม

1.1 ปัญหาเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

ปริมาณของเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก เฉลี่ย 200-300 ตันต่อเดือนต่อ 1 โรงงาน จำแนกลักษณะของเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก 3 ลักษณะคือ เป็นแผ่นที่ขนาดเล็กกลึงเป็นริ้ว และเป็นผง ซึ่งลักษณะของเศษหนังที่เหมาะสมมากที่สุดต่อการนำมาออกแบบขาเทียม คือลักษณะเป็นผง เนื่องจากมีความละเอียด สามารถขึ้นรูปได้ง่ายกว่าอีกสองลักษณะ

1.2 ปัญหาการใช้ขาเทียม ผลการศึกษาปัญหาการใช้ขาเทียมของผู้พิการทางขา

พบปัญหา ดังนี้

1.2.1 ในด้านความสะดวกสบาย ขนาดสัดส่วนของขาเทียมมีขนาดใหญ่พอสมควรทำให้น้ำหนักรวมของขาเทียมมีมาก การดูแลรักษาขาเทียมมีชิ้นส่วนหลายชิ้นส่วนที่นำมาประกอบเป็นขาเทียม ทำให้การดูแลมีขั้นตอนหลายขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 ในด้านความปลอดภัยในการใช้งาน

การทรงตัวขณะยืนไม่มีปัญหาแต่การวิ่งก้าวกระโดดนั้นทำไม่ได้เนื่องจากข้อเข่าเทียมเป็นแบบ single Axis ระบบการเบรกของข้อเข่าเทียมไม่สามารถรับแรงกระแทกได้มาก อาจเกิดการพังงอหรือ หดตัวได้

ตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนาขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

ด้านความสะดวกสบาย ทำการออกแบบพัฒนาขาเทียมให้มีขนาดหลากหลาย มีน้ำหนักที่ไม่มากหรือน้อยเกินไป โดยใช้วัสดุหลักเป็นเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอกที่ประกอบกับชิ้นส่วนอื่น ซึ่งเป็นการนำวัสดุเศษเหลือที่ต้องนำไปกำจัดทิ้ง มาสร้างมูลค่าและสร้างประโยชน์ อีกทั้งยังลดต้นทุนจากการใช้วัสดุเดิมที่ต้องสั่งซื้อเพื่อนำมาผลิตด้วย

ด้านความปลอดภัยในการใช้งานการออกแบบด้านความปลอดภัย เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาวัสดุใหม่มาใช้ในการผลิตเฉพาะส่วนขาและเท้า ซึ่งผิวสัมผัสของหนังนั้นมีความยืดหยุ่น นุ่ม ทนความร้อนและทำความสะอาดได้

ตอนที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

ในภาพรวมพบว่า ขนาดสัดส่วน การทรงตัวขณะยืน การเดินบนพื้นราบ การลุกนั่งจากเก้าอี้อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก น้ำหนัก การดูแลรักษา การก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง การเดินขึ้น-ลงทางลาดเอียง การเดินขึ้น-ลงบันได การนั่งและลุกจากพื้น การก้มเก็บวัตถุจากพื้นอยู่ในระดับความพึงพอใจปานกลาง และวิ่งแบบก้าวกระโดดอยู่ในระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด



คำสำคัญ : ขาเทียม, เศษหนัง, กระบวนการฟอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: An Artificial Limbs Design by Leather Scraps from Leather tanning process

Researcher: Teerat Lerdchamchongkuln

Faculty: Industrial Education

Department of Architectural Education and Design
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) to study remnants of leather on tanning processing for design prosthesis. 2) to design prosthesis from remnants of leather. 3) To evaluate user satisfaction of the product which the purposive sampling group.

The sample consisted of 1) Interview form, used for interview factory entrepreneurs about quantity and management's remnants of leather for study different qualities; physical, mechanical and chemical. 2). Questionnaire, used for query users about products made from remnants based design on the design principles by considered of troubleshooting, preliminary design, selecting design out, analysis and decision. 3). Material test, test remnants of leather on the tanning industry and brought the result to be design according to actual implementation. 4). Assessment of satisfaction, used for evaluated satisfaction of users.

The results of this research were;

Part1. Studying the remnants of leather on the tanning process for design prosthesis.

1.1 The problem with the remnants of leather on the tanning process.

The amount of remnants of leather on the tanning process average 200-300 tons per month per one factory. Characterized the remnants of leather on the tanning process is 3 types were 1. To be a smaller leather 2.To be a stripe leather and 3.To be a powdery leather. Although the powdery leather is most suitable for design prosthesis because it was finely and easily to forming.

1.2 The users 'problem and results of users study, who are people with leg disabilities problem

1.2.1 Comfortable, the prosthesis was a big size and heavy weight.

The prosthesis was very difficult to maintain because it has several components.

1.2.2 Safety, no problem with balance but the leap isn't continue because a knee prosthesis is single axis system. Knee prosthesis's brake system can't have much impact because it may be folded, bent or collapsed.

Part2.Design and Development of prosthesis made from remnants of leather on tanning process.

2.1 Comfortable, designed and developed prosthesis's size as several and balance weight. The main material is leather remnants that left over on the tanning process along with other parts to create value and benefit. It also reduces the cost of materials that must ordered to be produced.

2.2 Safety Design, this research was design and develop new materials used in the production of only the legs and feet. The leather is soft, flexible, heat resistant and washable.

Part3. The satisfaction of the users, From this research was found different sates faction were 1) Most satisfaction were the proportion of balance while standing, walking on flat floor and sitting on the chair. 2) Moderate satisfaction were weight, maintain, stepping over obstacle, walking up - down the slope, walking - up and down stairs, sitting - get up from the floor and bending. 3) Less satisfaction was running a jump.



Keyword: prosthesis, remnants of leather, tanning process.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีแนวทางในการศึกษาของเศษหนึ่งทศจากกระบวนการฟอก ซึ่งหนึ่งเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในเชิงบวก มีความหลากหลายในการใช้ประโยชน์ ขึ้นอยู่กับลักษณะ ปริมาณและคุณสมบัติของเศษเหลือนั้น ทั้งนี้ความคุ้มค่าในการนำไปแปรรูปก็มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากัน การออกแบบจึงมีบทบาทมากที่จะช่วยลดปริมาณของเสียและเศษหนึ่งทศในกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสร้างประโยชน์จากเศษเหลือในกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยมีแนวความคิดที่จะนำวัสดุเศษหนึ่งทศที่เหลือจากการฟอกมาออกแบบเป็นขาเทียมและเท้าเทียม เนื่องจากปัจจุบันมีผู้พิการขาขาดจำนวนมากขึ้นจากหลายสาเหตุ ทำให้ความต้องการในการใช้ขาเทียมเพิ่มขึ้น

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย จากเงินรายได้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ 2556 ในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ประกอบการโรงงานฟอกหนัง คุณมุณีธิดาเทียมในสมเด็จพระบรมราชชนนี บุคลากรในมูลนิธิขาเทียมในสมเด็จพระบรมราชชนนี ทุกคนที่ให้ความร่วมมือ ให้ข้อมูล ข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ ดารณี ธนวิวัฒน์ และคณาจารย์ในสาขาวิชาครุศาสตร์ สถาปัตยกรรมและการออกแบบทุกท่าน ทีมผู้ช่วยวิจัยทุกคนที่ทำงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณงามความดีอันใดที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และผู้อื่นที่สามารถนำงานวิจัยฉบับนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

ธีรชาติ เลิศข้าของกุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	4
1.5 กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	5
1.6 คำสำคัญของการวิจัย.....	6
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
1.8 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 อุตสาหกรรมฟอกหนัง.....	8
2.1.1 ความหมายของอุตสาหกรรมฟอกหนัง.....	9
2.1.2 โครงสร้างของอุตสาหกรรมฟอกหนัง.....	10
2.1.3 ประเภทหนังที่ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง.....	11
2.1.4 กระบวนการผลิตหนังฟอก.....	12
2.1.5 เศษเหลือจากกระบวนการฟอกหนัง.....	15
2.2 ขาและความพิการของขา.....	22
2.2.1 กายวิภาคของขา.....	22
2.2.2 วงจรการเดิน.....	36
2.2.3 ความหมายและประเภทของความพิการ.....	42
2.2.4 ประเภทของความพิการทางขา.....	44
2.3 ขาเทียม.....	44
2.3.1 ขาเทียมที่ใช้ในระดับเหนือเข่า.....	44
2.3.2 ขาเทียมที่ใช้ในระดับใต้เข่า.....	44
2.3.3 ส่วนประกอบของขาเทียม.....	45
2.3.4 วัสดุในการผลิตขาเทียม.....	45
2.3.5 การออกแบบกลไกขาเทียม.....	47
2.3.6 การฝึกใช้ขาเทียม.....	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 แนวคิด ทฤษฎีในการส่งเสริมการพัฒนา.....	59
2.4.1 การพัฒนาที่ยั่งยืน.....	59
2.4.2 การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ.....	69
2.4.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์.....	73
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	73
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	77
3.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัญหา.....	77
3.2 ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก.....	78
3.3 ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก.....	79
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	82
4.1 ขั้นตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การศึกษา.....	82
4.2 ขั้นตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การออกแบบและพัฒนาขาเทียม.....	83
4.3 ขั้นตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบขาเทียม- โดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก- ที่ทำการออกแบบและพัฒนาใหม่.....	85
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	87
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	88
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	90
บรรณานุกรม.....	91
ภาคผนวก.....	92
ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์ขอข้อมูลการทำวิจัย.....	92
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ทำการวิจัย.....	93
ภาคผนวก ค การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	98
ภาคผนวก ง การลงพื้นที่โรงงานขาเทียม.....	109
ภาคผนวก จ ต้นแบบ.....	125
ประวัติผู้วิจัย.....	140

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 4.1 ระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญในผลงานการออกแบบขาเทียม- จากวัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก.....	84
ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบขาเทียม- โดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก ที่ทำการออกแบบและพัฒนาใหม่	85



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1.1 แสดงปริมาณเศษหนึ่งจากชิ้นตอนการฟอก เช่น การตัดแต่ง การเจียร และการชุบบาง.....	2
ภาพที่ 1.2 แสดงภาพขยายเศษที่ได้จากกระบวนการฟอกโครม.....	2
ภาพที่ 1.3 แสดงรูปแบบขาเทียม.....	3
ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตหนังฟอก.....	13
ภาพที่ 2.2 ของเสียจากขั้นตอนการล้างและแช่น้ำหนัง.....	16
ภาพที่ 2.3 ของเสียจากขั้นตอนการแช่ปูนและกัดขน.....	16
ภาพที่ 2.4 ของเสียจากขั้นตอนการชุบฟุ้งผีด /ผ้าแยกชั้น.....	17
ภาพที่ 2.5 ของเสียจากขั้นตอนการล้างปูนของหนังชั้นล่าง.....	18
ภาพที่ 2.6 ก๊าซและน้ำเสียจากการล้างฤทธิ์ปูน.....	18
ภาพที่ 2.7 น้ำเสียจากการฟอกโครม.....	19
ภาพที่ 2.8 เศษของเสียและน้ำเสียจากการรีดน้ำและเจียรหนัง.....	19
ภาพที่ 2.9 น้ำเสียจากการปรับสภาพเป็นกลาง การฟอกซ้ำ ให้น้ำมัน และการย้อมสี.....	20
ภาพที่ 2.10 น้ำเสียจากการฟอกฝาด.....	21
ภาพที่ 2.11 น้ำเสียจากการฟอกฝาด.....	22
ภาพที่ 2.11 ลักษณะของท่าทางกายวิภาค.....	23
ภาพที่ 2.12 ลักษณะการเชื่อมต่อส่วนต่างๆของร่างกาย.....	24
ภาพที่ 2.13 ลักษณะระนาบและแกนของการเคลื่อนที่.....	25
ภาพที่ 2.14 ลักษณะระนาบและแกนซึ่งแบ่งโดยอาศัยความสัมพันธ์ของร่างกายเป็นเกณฑ์.....	25
ภาพที่ 2.15 ลักษณะของกระดูกสะโพก (Hip Bone), (a) วงสะโพก (Pelvic Girdle),- (b) กระดูกสะโพกทางด้านข้าง และ (c) กระดูกสะโพกทางด้านใน.....	28
ภาพที่ 2.16 ลักษณะของกระดูกจากสะโพกถึงปลายเท้า.....	30
ภาพที่ 2.17 ลักษณะกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกางขา.....	31
ภาพที่ 2.18 ลักษณะกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เหยียด.....	32
ภาพที่ 2.19 ลักษณะกล้ามเนื้อทางด้านหน้าของต้นขาส่วนบน.....	33
ภาพที่ 2.20 ลักษณะกล้ามเนื้อทางด้านหน้าของต้นขาส่วนบนและกล้ามเนื้อทางด้านหน้า - ของต้นขาส่วนกลาง.....	34
ภาพที่ 2.21 ร้อยละของประชากรที่เป็นผู้พิการในเมืองไทย.....	37
ภาพที่ 2.22 ร้อยละของผู้พิการมือ แขน ขา ขาดด้วน.....	37
ภาพที่ 2.23 ร้อยละของผู้พิการแขน ขา ขาดด้วน.....	37
ภาพที่ 2.24 ระยะการเดินทางในช่วงรับน้ำหนักมี 4 จังหวะ.....	38
ภาพที่ 2.25 การแกว่งของจุดศูนย์ถ่วง.....	39
ภาพที่ 2.26 แสดงถึงน้ำหนักของร่างกายที่กระทำต่อขาเทียม.....	40
ภาพที่ 2.27 การเดินในช่วงที่ขารับน้ำหนักจากระยะสั้นเท้าถึงระยะยืนกลางในแนวราบ.....	41
ภาพที่ 2.28 การเดินในช่วงเหวี่ยงขาในแนวราบต่างๆกัน.....	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 2.29 แสดงการดึงปลายแถบผ้าผ่านรูวาล์วและมือดันที่ด้านหน้าของขาเทียมเพื่อช่วยเข่าดึง.....	50
ภาพที่ 2.30 แสดงการแกว่งขาไปหน้า-หลัง.....	51
ภาพที่ 2.31 แสดงการหุบ-กาง ขา.....	51
ภาพที่ 2.32 แสดงการหมุนเท้าเข้า-ออก.....	52
ภาพที่ 2.33 แสดงการฝึกย่อเท้า และก้าวเท้าอยู่กับที่.....	53
ภาพที่ 2.34 แสดงการก้าวเดินพร้อมถ่ายน้ำหนัก.....	54
ภาพที่ 2.35 แสดงการก้าวเดินสลับขา.....	54
ภาพที่ 2.36 แสดงการเดินไปข้างหน้า.....	55
ภาพที่ 2.37 แสดงการนั่งเก้าอี้.....	56
ภาพที่ 2.38 แสดงการลุกจากเก้าอี้.....	57
ภาพที่ 2.39 แสดงการขึ้นบันได.....	57
ภาพที่ 2.40 แสดงการลงบันได.....	58
ภาพที่ 2.41 แสดงการลงนั่งกับพื้น.....	58
ภาพที่ 2.42 แสดงการลุกจากพื้น.....	59
ภาพที่ 2.43 แผนผังแสดงการพัฒนาอย่างยั่งยืน.....	60
ภาพที่ 2.44 แผนผังแสดงการพัฒนาทั้ง 3 ระบบ ที่สามารถพัฒนาตนเองไปได้สูงสุด.....	61
ภาพที่ ค.1 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	99
ภาพที่ ค.2 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	99
ภาพที่ ค.3 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	100
ภาพที่ ค.4 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	100
ภาพที่ ค.5 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	101
ภาพที่ ค.6 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	101
ภาพที่ ค.7 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	102
ภาพที่ ค.8 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	102
ภาพที่ ค.9 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	103
ภาพที่ ค.10 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	103
ภาพที่ ค.11 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	104
ภาพที่ ค.12 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	104
ภาพที่ ค.13 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	105
ภาพที่ ค.14 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	105
ภาพที่ ค.15 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	106
ภาพที่ ค.16 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	106
ภาพที่ ค.17 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	107
ภาพที่ ค.18 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	107
ภาพที่ ค.19 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง.....	108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ ค.20 ลักษณะของเศษหนึ่งทศนิยมที่เหลือจากการพอก.....	108
ภาพที่ ง.1 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	110
ภาพที่ ง.2 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	110
ภาพที่ ง.3 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	111
ภาพที่ ง.4 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	111
ภาพที่ ง.5 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	112
ภาพที่ ง.6 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	112
ภาพที่ ง.7 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	113
ภาพที่ ง.8 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	113
ภาพที่ ง.9 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	114
ภาพที่ ง.10 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	114
ภาพที่ ง.11 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	115
ภาพที่ ง.12 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	115
ภาพที่ ง.13 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	116
ภาพที่ ง.14 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	116
ภาพที่ ง.15 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	117
ภาพที่ ง.16 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	117
ภาพที่ ง.17 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	118
ภาพที่ ง.18 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	118
ภาพที่ ง.19 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	119
ภาพที่ ง.20 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	119
ภาพที่ ง.21 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	120
ภาพที่ ง.22 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	120
ภาพที่ ง.23 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	121
ภาพที่ ง.24 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	121
ภาพที่ ง.25 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	122
ภาพที่ ง.26 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	122
ภาพที่ ง.27 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	123
ภาพที่ ง.28 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	124
ภาพที่ ง.29 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	124
ภาพที่ ง.30 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว.....	125
ภาพที่ จ.1 ต้นแบบแกนชาเขียว.....	125
ภาพที่ จ.2 แม่แบบสำหรับขึ้นพิมพ์จากโฟม.....	126
ภาพที่ จ.3 วัตแบบพิมพ์จากแกนชาเขียว ด้านหน้า.....	127
ภาพที่ จ.4 วัตแบบพิมพ์จากแกนชาเขียว ด้านข้าง.....	127

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ จ.5 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 1	128
ภาพที่ จ.6 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 2	128
ภาพที่ จ.7 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 3	129
ภาพที่ จ.8 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 4	129
ภาพที่ จ.9 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 5	130
ภาพที่ จ.10 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 6	130
ภาพที่ จ.11 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 7	131
ภาพที่ จ.12 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 8	131
ภาพที่ จ.13 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 9	132
ภาพที่ จ.14 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 10	132
ภาพที่ จ.15 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 11	133
ภาพที่ จ.16 แสดงการเปรียบเทียบชาเทียบกับชาเทียมจากวัสดุเศษหนึ่งทศที่เหลือจากกระบวนการฟอก	133
ภาพที่ จ.17 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 1	134
ภาพที่ จ.18 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 2	134
ภาพที่ จ.19 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 3	135
ภาพที่ จ.20 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 4	135
ภาพที่ จ.21 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 5	136
ภาพที่ จ.22 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 6	136
ภาพที่ จ.23 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 7	137
ภาพที่ จ.24 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 8	137
ภาพที่ จ.25 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 9	138
ภาพที่ จ.26 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 10	138
ภาพที่ จ.27 แสดงการเปรียบเทียบเท้าเทียบกับเท้าเทียมจากวัสดุเศษหนึ่งทศที่เหลือจากกระบวนการฟอก	139
ภาพที่ จ.28 ต้นแบบชาเทียมและเท้าเทียมจากวัสดุเศษหนึ่งทศที่เหลือจากกระบวนการฟอก	139

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

การใช้ประโยชน์แหล่งทรัพยากรในปัจจุบันเป็นไปเพื่อสนองต่อความต้องการในการบริโภคที่มีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทรัพยากรที่สามารถเกิดทดแทนใหม่ได้ก็จะต้องมีปริมาณมากขึ้นในอัตราเดียวกันตามไปด้วย ในความเป็นจริงทรัพยากรถูกใช้หมดไปอย่างรวดเร็วเพราะการบริโภคทรัพยากรไม่ลดลง ทำให้ทรัพยากรไม่สามารถเกิดทดแทนใหม่ได้ทัน เพราะไม่มีการเก็บกลับคืนและนำทรัพยากรกลับมาใช้ใหม่ โดยส่วนใหญ่แล้วแหล่งทรัพยากรที่เป็นแหล่งของวัตถุดิบ วัสดุและเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม ดังนั้นการหมดเปลืองและลดลงไปของทรัพยากรเหล่านี้ถือว่าเป็นปัญหาที่มีความสำคัญ ต่อการใช้ทรัพยากรในอนาคตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่ออัตราการเก็บกลับคืนทรัพยากรจากเศษวัสดุของเหลือทิ้ง ของเสียจากอุตสาหกรรมหรือขยะจากบ้านเรือน คือ การรู้จักใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพในกระบวนการคัดแยกปรับปรุงคุณภาพของวัสดุให้มีความบริสุทธิ์เพียงพอ ที่จะนำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการเดิมหรือกระบวนการอื่นๆ รวมทั้งเข้าใจในคุณลักษณะของวัสดุเหลือใช้หรือของเสียทิ้งแล้ว

อุตสาหกรรมฟอกหนังและผลิตภัณฑ์จากหนังนับว่ามีบทบาทสำคัญเป็นอันดับต้นๆ ที่เป็นตัวขับเคลื่อนเศรษฐกิจ มีกำลังการผลิตและผลผลิตในปีหนึ่งๆ จำนวนมาก ในขณะเดียวกันก็ได้สร้างเศษเหลือจากการผลิตเป็นจำนวนมากด้วย โดยเฉพาะในกระบวนการฟอกหนัง การฟอกหนังเป็นการเปลี่ยนสภาพหนังดิบซึ่งเน่าเปื่อยได้ ให้เป็นหนังสำเร็จที่คงตัวกว่าไม่เน่าเปื่อย ทนทานต่อสภาพอากาศเพื่อนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หนังต่างๆ การรักษาสภาพหนังดิบไม่ให้เน่าเปื่อยจะต้องใช้สารเคมีบางชนิด ไปทำปฏิกิริยากับโปรตีน (Collagen) ในหนังสัตว์ การฟอกหนังจะเกิดเศษจากการขูด การเจียร ขอบหนังเพื่อปรับรูปทรง ซึ่งมีจำนวนมาก เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติของเศษหนังที่เกิดจากกระบวนการฟอกจะพบว่ายังมีคุณสมบัติที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้อีกในรูปแบบอื่นได้ เพราะหนังเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในเชิงบวกมีความหลากหลายในการใช้ประโยชน์ มีความคงทนต่อการฉีกขาด ทนต่อเชื้อรา ป้องกันความร้อนและความเย็นได้ดี อากาศสามารถผ่านได้ เป็นฉนวนได้ดี ทนต่อสารเคมีและสามารถรักษารูปทรงของตัวเองได้ดีด้วย

จากการสำรวจ จำนวนโรงงานฟอกหนังที่สำรวจตั้งแต่ปี 2546 มี 137 โรงงาน และในปี 2551 เพิ่มขึ้นเป็น 200 โรงงาน ปริมาณเศษหนังจากโรงงานฟอกหนังที่ผ่านกระบวนการฟอกมีปริมาณเศษหนัง เฉลี่ย 200-300 ตันต่อเดือนต่อ 1 โรงงาน จากการศึกษาคุณสมบัติของหนัง การเปรียบเทียบลักษณะของเศษหนังที่ผ่านกระบวนการฟอกและลักษณะรูปแบบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่คาดว่าจะสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อใช้งานได้จริง คำนวณเป็นประโยชน์ต่อสังคม



ภาพที่ 1. แสดงปริมาณเศษหนึ่งจากขั้นตอนการฟอก เช่น การตัดแต่ง การเจียร และการขูดบาง
ที่มา : อีราทัต เลิศข้าของกุล, 20 มกราคม 2555



ภาพที่ 2. แสดงภาพขยายเศษที่ได้จากกระบวนการฟอกโครม
ที่มา : อีราทัต เลิศข้าของกุล, 20 มกราคม 2555

ในระบบโรงงานอุตสาหกรรมใช้วิธีการจัดการเศษเหลือนี้โดยวิธีต่างๆ เช่น อัดแท่ง อัดก้อน ทำเชื้อเพลิง ลดขนาดเพื่อนำไปฝังกลบ หรือนำไปทำอาหารสัตว์ วิธีการข้างต้นที่กล่าวมานี้ล้วนมีต้นทุน ซึ่งถือว่าเป็นภาระหนึ่งที่โรงงานต้องรับผิดชอบ เมื่อพิจารณาถึงลักษณะของเศษหนึ่งที่เหลือมีลักษณะ 3 ลักษณะคือ มีขนาดเล็กกลอง เป็นริว และเป็นผง ซึ่งหนึ่งเป็นวัสดุมีคุณสมบัติในเชิงบวก มีความหลากหลายในการใช้ประโยชน์ ขึ้นอยู่กับลักษณะ ปริมาณและคุณสมบัติของเศษเหลือหนึ่ง ทั้งนี้ ความคุ้มค่าในการนำไปแปรรูปก็มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากัน การออกแบบจึงมีบทบาทมากที่จะช่วยลดปริมาณของเสียและเศษหนึ่งที่เหลือในกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมละสร้างประโยชน์จากเศษเหลือในกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นต้องเริ่มตั้งแต่กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์เพราะแม้ว่าต้นทุนของการออกแบบผลิตภัณฑ์จะมีเพียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 5-10 ของต้นทุนผลิตภัณฑ์รวม แต่ผลสืบเนื่องจากความสำคัญของการออกแบบผลิตภัณฑ์จะเป็นตัวกำหนดโครงสร้างต้นทุนถึงร้อยละ 60

ปัจจุบันมีผู้พิการขาขาดจำนวนมากขึ้นจากหลายสาเหตุ ทำให้ความต้องการในการใช้ขาเทียมเพิ่มขึ้น ขาเทียมถูกสร้างขึ้นมาเพื่อทดแทนอวัยวะในส่วนที่ขาดหายไปเพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตประจำวัน อย่างมีประสิทธิภาพและถูกสุขลักษณะ

มูลนิธิขาเทียมในสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี พระราชทานกำเนิดโดยสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เมื่อปี พ.ศ. 2535 เมื่อทรงทราบว่า รศ.นพ.เทอดชัย ชีวะเกตุ สามารถประดิษฐ์ขาเทียมที่มีน้ำหนักเบา สวมใส่สบาย จากขยะพลาสติกและมีราคาถูกกว่าขาเทียมต่างประเทศที่ผลิตในประเทศไทยถึง 10 เท่า ทรงมีพระราชดำริ ให้จัดตั้งมูลนิธิขาเทียมฯ ขึ้นเพื่อทำขาเทียมให้แก่คนพิการขาขาดที่ยากไร้ด้อยโอกาส โดยไม่คิดมูลค่าและไม่เลือก เชื้อชาติ ศาสนา และยังมีชมรมนักพัฒนาอุตสาหกรรมไทย เป็นอีกหน่วยงานหนึ่งที่มีหลักการคล้ายๆกันคือ มีจุดประสงค์ที่ในการช่วยเหลือเพื่อนมนุษย์เช่นเดียวกัน จึงทำให้เกิดการรวมตัวกันเมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2539 ของกลุ่มที่ทำโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนหนึ่ง ก่อตั้ง "ชมรมนักพัฒนาอุตสาหกรรมไทย (THAI INDUSTRIALIST DEVELOPMENT FORUM)" ซึ่งมีสมาชิกจาก 103 โรงงาน ประกอบกิจการต่างๆ กัน เช่น โรงงานจักรเย็บผ้า โรงงานสร้างเครื่องจักร โรงงานหล่อเหล็ก โรงงานทำนอตและสกรู โรงงานทำพลาสติก โรงงานฉีดอะลูมิเนียม โรงกลึง โรงงานยาง และอื่นๆ การรวมตัวของสมาชิก "ชมรมนักพัฒนาอุตสาหกรรมไทย" ทุกคนต่างช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำธุรกิจร่วมกัน มีการจัดแสดงสินค้าในต่างประเทศ เยี่ยมชมโรงงานในต่างประเทศ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดสายสัมพันธ์อันดีต่อกัน จากความสนิทสนมและเป็นผู้ที่มีจิตใจเสียสละในกลุ่มของสมาชิกของชมรมฯ จึงร่วมกันทำงานที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม มีการจัดกิจกรรมของชมรมเป็นกิจกรรมเพื่อสังคมและการดูแลเรื่องสิ่งแวดล้อม มีการทำขาเทียมโดยความร่วมมือจากมูลนิธิขาเทียมในสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี นอกจากขาเทียมที่ใช้กับคนแล้วยังมีขาเทียมสำหรับช้างด้วยซึ่งเป็นการทำเพื่อสังคมอย่างแท้จริง



ภาพที่ 3. แสดงรูปแบบขาเทียม

ที่มา : ชลธร รักดี, 2549

ดังนั้นจากการศึกษาข้อมูลข้างต้นซึ่งตรงกรอบแนวคิด (ทรงกลด จารุสมบัติ, 2546) ทางด้านการจัดการวัสดุเศษเหลือ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อไปเรื่องการออกแบบขาเทียมที่ใช้วัสดุเศษหนังที่ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำมาเป็นข้อมูลประกอบการวิจัย และด้วยความเป็นมาเกี่ยวกับทรัพยากรที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม การผลิตที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากมาย ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับแนวความคิดเรื่องการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการทรัพยากรให้คุ้มค่าและเป็นประโยชน์เพื่อสังคมจึงเป็นแรงบันดาลใจที่จะนำไปสู่การออกแบบผลิตภัณฑ์จากวัสดุเศษหนังในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเลือก ขาเทียมเป็นกรณีศึกษา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาวัสดุเศษหนังจากขบวนการฟอกสำหรับการออกแบบขาเทียม
- 1.2.2 เพื่อออกแบบขาเทียมจากวัสดุเศษหนัง
- 1.2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตในการวิจัยดังนี้

- 1.3.1 ด้านโรงงานอุตสาหกรรม
- 1.3.2 ด้านรูปแบบของวัสดุเศษเหลือ
- 1.3.3 ขอบเขตด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1.4.1.1 แบบสัมภาษณ์ จัดทำแบบสัมภาษณ์เพื่อสัมภาษณ์ผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม เกี่ยวกับปริมาณและการจัดการของเศษหนังในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้สำหรับการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุเศษเหลือ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ (Physical) ด้านกลสมบัติ (Mechanical) และด้านเคมี (Chemical)

1.4.1.2 แบบสอบถาม จัดทำแบบสอบถามเพื่อสอบถามผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์จากวัสดุเศษหนังที่นำกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ ตลอดจนการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยคำนึงถึงการแก้ปัญหา การออกแบบเบื้องต้น การกลั่นกรองการออกแบบ การวิเคราะห์ การตัดสินใจต้นแบบขั้นสมบูรณ์

1.4.1.3 แบบทดสอบวัสดุ ใช้ทดสอบวัสดุที่ได้จากเศษเหลือในอุตสาหกรรมการฟอกหนังเพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบขาเทียมเพื่อให้ได้รูปแบบผลิตภัณฑ์ขาเทียมให้สอดคล้องกับการนำไปใช้งานจริง

1.4.1.4 แบบประเมินความพึงพอใจ ใช้ประกอบการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

1.5 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ในการวิจัยนี้ใช้กรอบแนวคิดทางการจัดการวัสดุเศษเหลือ(ทรงกลด จารุสมบัติ, 2546) คือการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุเศษเหลือ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ (Physical) ด้านกลสมบัติ (Mechanical) และด้านเคมี (Chemical) เมื่อวัสดุมีคุณสมบัติที่สามารถพัฒนาเป็นวัสดุใหม่ได้ ต้องอาศัยกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ

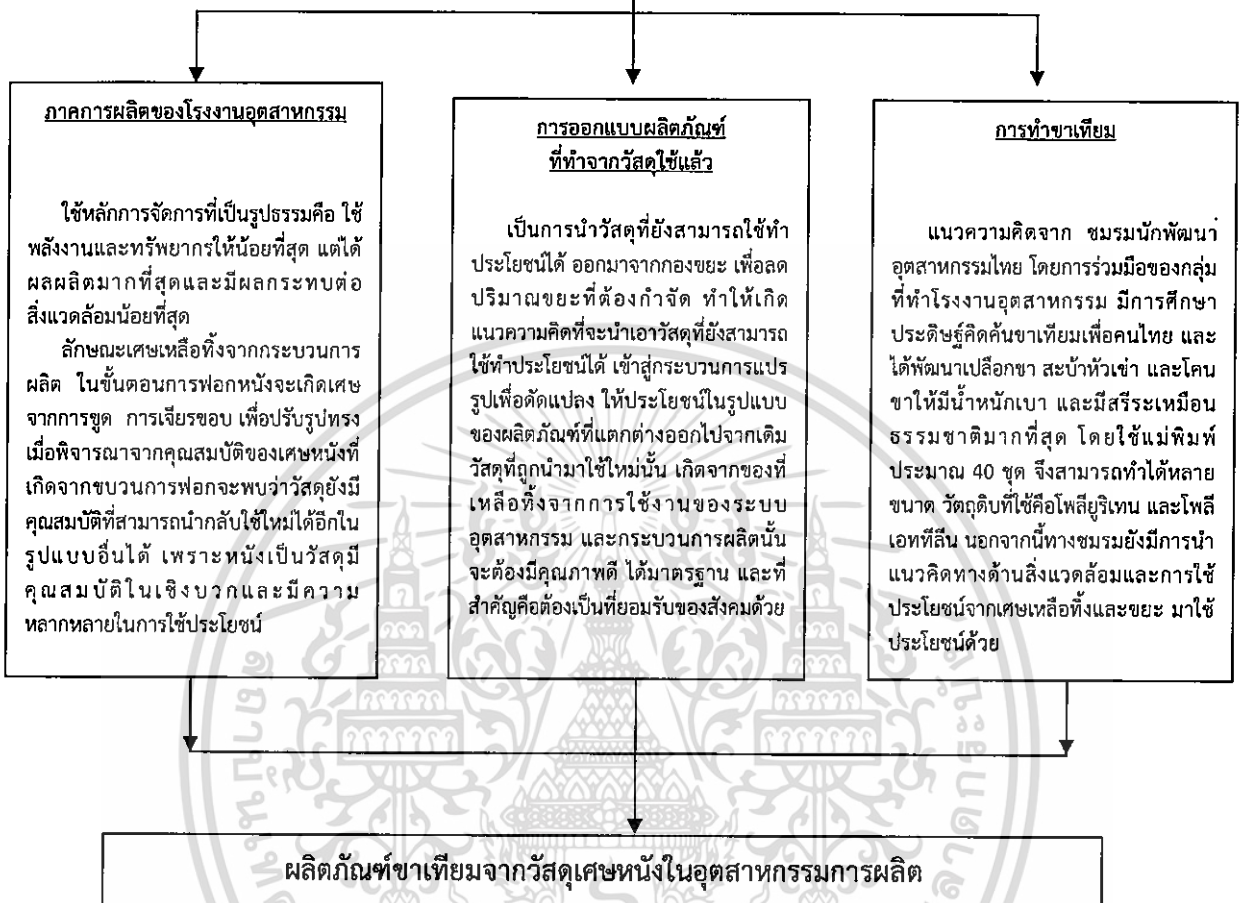
กรอบแนวคิดทางการออกแบบทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ Earle (อ้างใน นิรัช สุตสังข์, 2543, 29) โดยการคำนึงถึงการตีปัญหา การออกแบบเบื้องต้น การกลั่นกรองการออกแบบ การวิเคราะห์ การตัดสินใจต้นแบบขั้นสมบูรณ์

1.5.1 ศึกษาแนวความคิดเกี่ยวกับภาคการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม เกี่ยวกับลักษณะเศษที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม กระบวนการผลิตจำเป็นต้องเกิดการสูญเสียเศษเหลือจากการแปรรูปหรือการเตรียมวัสดุ ซึ่งวัสดุหลักในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม เป็นวัสดุมาตรฐาน ดังนั้นในกระบวนการผลิตจะต้องมีเศษเหลือเกิดขึ้น และลักษณะของเศษเหลือก็มีความแตกต่างกันออกไป

1.5.2 การศึกษาแนวคิดทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุใช้แล้ว เป็นการนำวัสดุที่ยังสามารถใช้ทำประโยชน์ได้ออกมาจากกองขยะ เพื่อลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัด ทำให้เกิดแนวความคิดที่จะนำเอาวัสดุที่ยังสามารถใช้ทำประโยชน์ได้ มาเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเพื่อตัดแปลง ใช้ประโยชน์ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างออกไปจากเดิม



การออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก



แผนภาพที่ 1: แสดงผังกรอบแนวความคิดในการวิจัย

1.6 คำสำคัญของการวิจัย

ขาเทียม, เศษหนัง, กระบวนการฟอก

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้รูปแบบผลิตภัณฑ์ขาเทียมให้สอดคล้องกับการนำไปใช้งานจริง

1.7.2 ลดปริมาณของเสียและลักษณะของวัสดุเศษเหลือเพื่อใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า

1.7.3 ผลของการวิจัยนำไปสู่การพัฒนาวิธีการใช้วัสดุที่มีอยู่ได้อย่างถูกต้องและคุ้มค่า

อย่างเป็นระบบ

1.7.4 ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือของภาคอุตสาหกรรมการผลิตและหน่วยงานด้านสังคม

1.8 นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการจัดทำโครงการวิจัยครั้งนี้ มีนิยามศัพท์ซึ่งเกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยเรื่องการออกแบบชาเขียวโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก ดังนี้

1.8.1 ชาเขียว หมายถึง ชาที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ทดแทนชาที่ขาดหายไป ไม่ว่าจะเกิดจากอุบัติเหตุ อากาศป่วยหรือไม่มีชาโดยกำเนิด ชาเขียวมีมากมายหลายชนิด เพื่อการใช้งานที่ใกล้เคียงกับสภาพจริงให้มากที่สุด

1.8.2 วัสดุเศษหนังที่เหลือทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรม หมายถึง เศษหนังจากโรงงานฟอกหนังที่เกิดขึ้นหลังกระบวนการฟอก เช่น การตัดแต่ง การเจียร และการขูดบาง เศษหนังที่ผ่านการฟอกในขั้นตอนต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นมาตรฐาน



บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

“การออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก” ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามรายละเอียดหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 อุตสาหกรรมฟอกหนัง

2.1.1 ความหมายของอุตสาหกรรมฟอกหนัง

2.1.2 โครงสร้างของอุตสาหกรรมฟอกหนัง

2.1.3 ประเภทหนังที่ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง

2.1.4 กระบวนการผลิตหนังฟอก

2.1.5 เศษเหลือจากกระบวนการฟอกหนัง

2.2 ขาและความพิการของขา

2.2.1 กายวิภาคของขา

2.2.2 วงจรการเดิน (Walking Cycle)

2.2.3 ความหมายและประเภทของความพิการ

2.2.4 ประเภทของความพิการทางขา (ความพิการทางการเคลื่อนไหวทางร่างกาย)

2.3 ขาเทียม (Lower Extremities Protheses)

2.3.1 ขาเทียมที่ใช้ในระดับเหนือเข่า

2.3.2 ขาเทียมที่ใช้ในระดับใต้เข่า

2.3.3 ส่วนประกอบของขาเทียม

2.3.4 วัสดุในการผลิตขาเทียม

2.3.5 การออกแบบกลไกขาเทียม

2.3.6 การฝึกใช้ขาเทียม

2.4 แนวคิด ทฤษฎีในการส่งเสริมการพัฒนา

2.4.1 การพัฒนาที่ยั่งยืน

2.4.2 การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

2.4.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์

2.4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการผลิต พลังงานและสิ่งแวดล้อม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุตสาหกรรมฟอกหนัง

อุตสาหกรรมฟอกหนัง เป็นอุตสาหกรรมต้นน้ำของอุตสาหกรรมเครื่องหนังและอุตสาหกรรมรองเท้า โดยอุตสาหกรรมฟอกหนังมีวัตถุดิบหลัก คือ หนังสัตว์ต่างๆ เช่น โค กระบือ กระเบน จระเข้ เป็นต้น อุตสาหกรรมนี้มีการดำเนินงานในประเทศมายาวนานกว่า 60 ปี ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ในปัจจุบันได้รับช่วงต่อการดำเนินธุรกิจจากบรรพบุรุษสืบต่อกันมา ร้อยละ 60

ของผู้ประกอบการ เปิดดำเนินการมาแล้วมากกว่า 20 ปี และร้อยละ 50 ของจำนวนนี้ดำเนินการมา มากกว่า 30 ปี

โรงงานฟอกหนังที่ได้จดทะเบียนไว้กับกรมโรงงานอุตสาหกรรม ณ เดือนตุลาคม 2544 มีจำนวนทั้งสิ้น 175 โรง มีการจ้างคนงานประมาณ 5,000 คน ลดลงจากจำนวนโรงงานและการจ้าง คนงาน ณ เดือนกันยายน 2542 ที่มี 181 โรงงาน หรือลดลงร้อยละ 3.33 และมีการจ้างงานประมาณ 6,000 คน หรือลดลงร้อยละ 16.67 อย่างไรก็ตามจากข้อมูลของกรมปศุสัตว์ โรงงานฟอกหนังใน ประเทศมีจำนวนทั้งสิ้น 144 โรงงาน โดย 137 โรงงาน ตั้งอยู่ในจังหวัดสมุทรปราการ ในเขต อุตสาหกรรมฟอกหนังบริเวณกิโลเมตรที่ 30 และ 34 บนถนนสุขุมวิท ที่เหลือกระจายอยู่ในจังหวัด อื่นๆ ได้แก่ อุบลราชธานี ขอนแก่น เชียงราย น่าน แพร่ สมุทรสาครและชุมพร จังหวัดละประมาณ 1 โรงงาน

2.1.1 ความหมายของอุตสาหกรรมฟอกหนัง

2.1.1.1 ความหมายของอุตสาหกรรม

พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ได้ให้ความหมายของ อุตสาหกรรมว่า “การทำสิ่งของเพื่อให้เกิดผลประโยชน์เป็นกำไร การประกอบธุรกิจขนาดใหญ่ที่ต้อง ใช้แรงงานและทุนมาก”

พระราชบัญญัติบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2502 ได้ให้ความหมายของอุตสาหกรรมว่า “เป็นการประกอบอุตสาหกรรมรวมถึงการทำกิจกรรม การดำเนินการวิธีและการซ่อมสิ่งของ การทำเหมืองแร่ การผลิตและการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าหรือ พลังงานอย่างอื่น การขนส่ง การอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว การก่อสร้าง การปรับปรุงพื้นที่ และ เกษตรกรรมพาณิชย์”

พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 ได้ให้ความหมายของอุตสาหกรรมว่า “อาคารสถานที่หรือยานพาหนะที่ใช้เครื่องจักร มีกำลังรวมตั้งแต่ 2 แรงม้าขึ้นไปหรือใช้คนงานตั้งแต่ 7 คนขึ้นไป โดยใช้เครื่องจักรหรือไม่ก็ตาม เพื่อใช้สำหรับผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อม ซ่อมบำรุง ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพ หรือทำลายสิ่งใดๆ ทั้งนี้ตามประเภทหรือชนิดของโรงงานที่กำหนดใน กระทรวง”

จิราภรณ์ ขาวงษ์ (ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์การอุตสาหกรรม) ได้ให้ความหมายของอุตสาหกรรม 2 ความหมาย ว่าดังนี้

“ความหมายแคบ หมายถึง การผลิตหรือการแปรสภาพของวัตถุดิบของให้ เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเพื่อการค้า หรือดำเนินการผลิตสิ่งของหรือสินค้า โดยมีโรงงานเป็นที่ทำการ ผลิต ที่เรียกว่า อุตสาหกรรมประเภทโรงงาน (Manufacturing industry)”

“ความหมายกว้าง หมายถึง การประกอบธุรกิจต่างๆที่ต้องอาศัยเงินลงทุน วัตถุดิบเครื่องจักร และแรงงาน มาผสมผสานกันเพื่อผลิตสินค้าและบริการสำหรับซื้อขายกันใน ห้างตลาด ได้แก่ การก่อสร้าง การโรงแรม การโทรคมนาคม การขุดเจาะน้ำมัน การพิมพ์ อุตสาหกรรมรถยนต์ ปีโตรเคมี”

จากนิยามข้างต้นสามารถสรุปความหมายของ “อุตสาหกรรม” คือ การ ผลิตหรือการแปรสภาพของวัตถุดิบของให้เกิดมูลค่า ต้องอาศัยเงินลงทุน วัตถุดิบเครื่องจักร และ แรงงาน มาผสมผสานกันเพื่อผลิตสินค้า บริการ

2.1.1.2 ความหมายของการฟอกหนัง

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2545 ได้ให้ความหมายของการฟอกหนังว่า “การเปลี่ยนสภาพหนังดิบซึ่งเน่าเปื่อยได้ ให้เป็นหนังสำเร็จรูปที่คงตัวกว่าไม่เน่าไม่เปื่อย มีความทนทานต่อสภาพอากาศและน้ำร้อน เพื่อนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หนังต่างๆ กระบวนการฟอกหนังนั้น จำเป็นจะต้องมีการใช้สารเคมีต่างๆ มาเกี่ยวข้อง เช่น โครเมียม, ฝาด”

จากนิยามข้างต้นสามารถสรุปความหมายของ “อุตสาหกรรมฟอกหนัง” คือ การเปลี่ยนสภาพหนังดิบเป็นหนังสำเร็จรูปที่คงตัวกว่า ไม่เน่าไม่เปื่อย มีความทนทานต่อสภาพอากาศและน้ำร้อน โดยอาศัยกระบวนการทางเคมีเพื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ

2.1.2 โครงสร้างของอุตสาหกรรมฟอกหนัง (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2545)

อุตสาหกรรมหนังฟอกได้เกิดขึ้นในประเทศไทยประมาณ 67 ปีมาแล้ว การผลิตหนังฟอกในสมัยนั้นอาศัยประสบการณ์และความชำนาญ โดยใช้อุปกรณ์เครื่องจักรที่ทำขึ้นมาเองและดัดแปลงจากเครื่องจักรเก่าๆ เคมีภัณฑ์ที่ใช้ฟอกหนังสกัดจากธรรมชาติและมีน้ำเข้าจากต่างประเทศบ้าง การผลิตเป็นธุรกิจครอบครัวซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นหนังโคภายในประเทศประมาณวันละ 50-100 ตัว

ต่อมาในปี พ.ศ.2503-พ.ศ.2504 พณฯ นายกรัฐมนตรี จอมพลสฤษดิ์ ธนะรัชต์ เห็นว่ามีกลิ่นเหม็นของหนังได้ทำลายสภาพแวดล้อมกรุงเทพมหานคร จึงได้กำหนดเขตอุตสาหกรรมหนังฟอกขึ้นและให้ย้ายฐานการผลิตทั้งหมดมาอยู่ที่จังหวัดสมุทรปราการ อุตสาหกรรมหนังฟอกแบ่งเป็นสองกลุ่มแต่ละกลุ่มได้จัดตั้งบริษัทตัวแทนซึ่งผู้ถือหุ้นเป็นผู้ประกอบการในแต่ละกลุ่มนั้นเอง ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการจัดตั้งคือ

1. เป็นศูนย์รวมของกลุ่มในการกำหนดนโยบายการอยู่ร่วมกัน และเป็นตัวแทนกลุ่มในการติดต่อและเจรจากับบุคคลภายนอกโดยเฉพาะเจ้าหน้าที่รัฐบาล
2. เป็นตัวแทนของกลุ่มในการซื้อวัตถุดิบและเคมีภัณฑ์ทุกชนิด เพื่อสร้างกำลังต่อรองและควบคุมราคาวัตถุดิบและเคมีภัณฑ์เหล่านั้น แล้วนำมาจำหน่ายให้แก่สมาชิกในกลุ่ม
3. เป็นตัวแทนของกลุ่มในการช่วยสมาชิกส่งออกผลิตภัณฑ์และผลพลอยได้จากการฟอกหนัง เนื่องจากสมาชิกส่วนใหญ่พูดภาษาอังกฤษไม่ได้ จึงต้องให้กลุ่มดำเนินการแทนและมีการเลือกกรรมการบริหารทุกปี

ในช่วงที่ย้ายฐานการผลิตมาอยู่จังหวัดสมุทรปราการตลาดมีความต้องการหนังฟอกสำเร็จรูปมากขึ้น โรงงานฟอกหนังเกิดขึ้นเป็นเงาตามตัว ส่วนใหญ่จะเป็นโรงงานขนาดเล็กและขนาดกลางเท่านั้น ต่อมาในปี พ.ศ. 2515 จึงเกิดโรงงานขนาดใหญ่ที่ทำการผลิตครบวงจร คือ ทำตั้งแต่ฟอกหนังและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หนัง เช่น กระเป๋า เข็มขัด ถุงมือ ฯลฯ ซึ่งได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน คือ โรงงานฟอกหนังชัยวัฒนา ปัจจุบันมีโรงงานขนาดใหญ่หลายโรงงานด้วยกัน

2.1.3 ประเภทหนังที่ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง

หนังสัตว์ที่นำมาผลิตเครื่องหนังมาจากสัตว์หลายชนิด ได้แก่ โค กระบือ แพะ แกะ งู จระเข้ สุนัข เป็นต้น แต่โดยทั่วไปนิยมใช้หนังโคและกระบือ ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 90 ของหนังสัตว์ที่ใช้ผลิตทั้งหมด เพราะสามารถจัดหาได้ง่าย โดยหนังสัตว์เหล่านี้ก่อนที่จะนำไปผลิตเครื่องหนังจะต้องผ่านกระบวนการผลิตจนได้หนังลักษณะต่างๆ ที่สำคัญๆ ได้แก่

2.1.3.1 หนังสด (Fresh Hide) หมายถึง หนังที่ชำแหละจากสัตว์โดยวิธีธรรมดา หรือโดยการใช้เครื่องจักรและยังไม่ผ่านกรรมวิธีการเก็บรักษา ซึ่งหนังสดของสัตว์ต่างชนิดจะมีน้ำหนักและขนาดแตกต่างกัน เช่น โค โดยเฉลี่ยจะได้หนังหนักประมาณ 20 กิโลกรัม ขนาด 30 ตารางฟุต ส่วนกระบือ โดยเฉลี่ยจะได้หนังหนักประมาณ 44 กิโลกรัม ขนาด 40-45 ตารางฟุต

2.1.3.2 หนังดิบ (Raw Hides) หมายถึง หนังสัตว์ที่ได้จากโรงงานฆ่าสัตว์ หรือหนังสดที่ยังไม่ได้ผ่านกรรมวิธีการฟอกหนัง แต่จะผ่านกรรมวิธีการเก็บรักษาในลักษณะต่างๆ คือ

- 1) หนังแช่น้ำเกลือ (Saline Cure Hide) หมายถึง หนังสดที่เก็บรักษาโดยแช่ในน้ำเกลือเข้มข้น
- 2) หนังหมักเกลือ (Wet Salted Hide) หมายถึง หนังสดที่เก็บรักษาโดยเกลือเป็นสารกันเสีย
- 3) หนังตากแห้ง (Dried Hide) หมายถึง หนังสดที่เก็บรักษาโดยการตากให้แห้ง
- 4) หนังอบน้ำยา (Ardenicated Hide) หมายถึง หนังสดที่เก็บรักษาโดยวิธีชุบน้ำยากันแมลงแล้วนำไปตากให้แห้ง
- 5) หนังหมักเกลือตากแห้ง (Dry Salted Hide) หมายถึง หนังหมักเกลือที่ใส่เกลือจนซึมเข้าไปในเนื้อของหนังดีแล้วจึงนำไปตากแดดให้แห้ง

2.1.3.3 หนังฟอก (Leather) หมายถึง หนังดิบที่นำไปแช่ในน้ำเกลือไม่หรือยาเคมีเพื่อเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติภายในของหนังสัตว์ ให้เป็นหนังสัตว์ที่ปราศจากการเน่าเปื่อยและสามารถนำมาดัดแปลง (ย้อมสี อัดลาย) เป็นผลิตภัณฑ์หนังต่างได้ การนำหนังดิบมาเป็นหนังฟอกจะมีการสูญเสียน้ำหนัก เพราะจะแห้งโดยเฉลี่ยหนังดิบหนัก 4 กิโลกรัม เมื่อผ่านกระบวนการฟอกแล้วจะเหลือหนังฟอกประมาณ 1 กิโลกรัม หนังฟอกแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

- 1) หนังทรงหรือหนังชั้นนอก (Upper Leather) เป็นหนังที่เหมาะสมสำหรับผลิตรองเท้า กระเป๋าและเฟอร์นิเจอร์
- 2) หนังท้องหรือหนังชั้นใน (Side Leather) เป็นหนังที่ใช้ผลิตถุงมือหนังและหนังซับใน
- 3) หนังชั้นล่าง เป็นหนังที่นำไปผลิตเป็นของเล่นสำหรับสุนัข

2.1.3.4 หนังฟอกกึ่งสำเร็จรูป (Wet Blue) หมายถึง หนังฟอกที่ยังฟอกไม่เสร็จสมบูรณ์ ยังขาดกรรมวิธีการผลิตอีก 1 ช่วง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิตของแต่ละโรงงานที่มีความชำนาญต่างกัน เพื่อผลิตเป็นหนังฟอกสำเร็จรูปต่อไป หนังฟอกประเภทนี้มีการผลิตและจำหน่ายกันทั้งในและนอกประเทศ

2.1.3.5 หนังสั๊ต แ่่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) หนังสั๊ตลาย หมายถึง หนังสั๊ตที่มีรอยแผลหรือตำหนิ จึงนำมาสั๊ตลายเพื่อลดรอยแผล

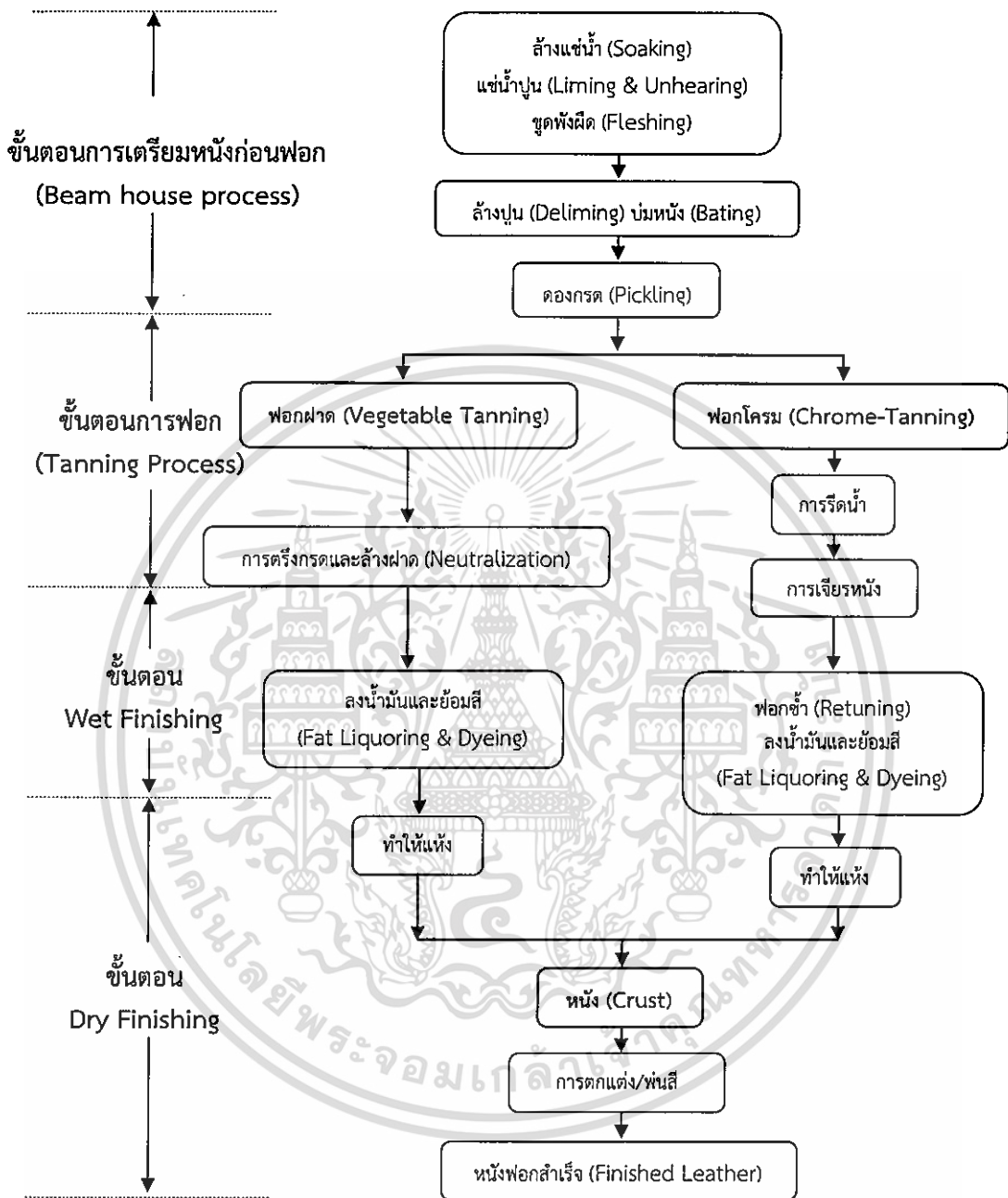
2) หนังสั๊ตแ่่น หมายถึง หนังสั๊ตที่ผลิตด้วยการนำเศษหนังสั๊ตมาสั๊ตเป็นแ่่น

2.1.4 กระบวนการผลิตหนังสั๊ตฟอก

อุตสาหกรรมฟอกหนังสั๊ต ลำดับโรงงานที่ 29 ตามบัญญัติท้ายกระทรวง (พ.ศ. 2535) ได้กำหนดให้โรงงานทุกประเภทเป็นโรงงานจำพวกที่ 3 ประกอบด้วยประเภทหรือชนิดของโรงงาน เช่น โรงงานหมัก ซ้ำแผล อบ ปั่น บด ฟอก ชั๊ตและแต่งสำร็จ สั๊ตให้เป็นลายนูนหรือเคลือบสีหนังสั๊ตว์ ดังนั้นโรงงานใดที่มีลักษณะการผลิตที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับที่กล่าว ต้องได้รับการอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่จึงจะสามารถประกอบกิจการได้ กระบวนการฟอกหนังสั๊ตเริ่มจากวัตถุดิบที่เป็นหนังสั๊ตเค็ม (หนังสั๊ตแ่่งเกลือ) ผ่านกระบวนการต่างๆ จนเป็นหนังสั๊ตสำเร็จพ่นสีส่งจำหน่ายได้นั้นจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบเคมีภัณฑ์พลังงาน และน้ำเป็นจำนวนมาก ซึ่งกลายเป็นของเสียทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำเสีย อากาศเสียและกากของเสียจากหนังสั๊ต จากการผลิต ปัญหามลพิษที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะจากอุตสาหกรรมฟอก พบว่ามีปัญหาน้ำเสีย กลิ่นเหม็นและเศษเหลือของหนังสั๊ตจากการฟอกโครม ซึ่งยังไม่สามารถแก้ไขได้อย่างเป็นการถาวร ซึ่งในขณะที่ภาครัฐส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นเมืองแฟชั่นเสื้อผ้าและเครื่องแต่งกาย เครื่องหนังสั๊ตที่มีคุณภาพย่อมเป็นส่วนประกอบที่ได้รับผลจากการส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมย่อมจะมีมากขึ้น จึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงกับปัญหามลพิษและเศษเหลือที่จะตามมา

วัตถุดิบของอุตสาหกรรมฟอกหนังสั๊ต ถ้าเป็นอุตสาหกรรมที่ดำเนินการทุกขั้นตอนโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหม่ๆ ได้ 3 ขั้นตอน จะใช้หนังสั๊ตดิบที่หมักเกลือป้องกันกรเน่าเสียมาผ่านการกระบวนการเตรียมการฟอก การฟอก และการตกแต่งเคลือบผิวพ่นสีต่างๆ ตามความต้องการอุตสาหกรรมบางแห่งจะใช้หนังสั๊ตเขียว(Wet blue) ซึ่งผ่านกรรมวิธีการฟอกโครม (Chrome tanning) มาแล้ว ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไปตามแผนภูมิการผลิตต่อไปนี้

หนังดิบส่งเข้าโรงงาน (Raw hides)



ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตหนังฟอก

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมฟอกหนัง, พ.ศ.2549:23

2.1.4.1 กรรมวิธีเตรียมหนังก่อนฟอก (Beam house Process) การเตรียมหนังก่อนฟอก เป็นการกำจัดส่วนที่ไม่ต้องการ เช่น ขน เศษหนัง กีบเท้า ฯลฯ ออกจากหนังดิบและเตรียมหนังให้พร้อมที่จะฟอก มีการแช่น้ำปูน กัดขนออกด้วยซัลไฟด์ ซูดฟิงไซด์ แล่หนัง ล้างน้ำปูนและบ่มหนัง น้ำเสียที่เกิดจากกรรมวิธีขั้นตอนนี้มีฤทธิ์เป็นด่างอย่างแรงและมีสิ่งเจือปนคือเศษหนัง ขน ซึ่งเป็นสารจำพวกโปรตีนและไขมัน ตลอดจนสารเคมีที่ใช้ได้แก่ ปูนขาว สารพวกสบู่เหลือ แอมโมเนีย อัลคาไลน์ ซัลไฟด์ และยาฆ่าเชื้อ ทั้งนี้เมื่อผ่าแยกชั้นแล้วส่วนบนเรียกหนัง upper หรือ grain เอาไปผลิตหนังฟอกส่วนล่างเรียกว่าหนังส่วนล่างหรือ splits

2.1.4.2. การฟอก (Tanning process) ภายหลังจากที่ได้ทำความสะอาดผ่านหนังดิบให้มีขนาดตามต้องการแล้วจะนำหนังไปผ่านการฟอก ซึ่งการฟอกหนังก็คือการเปลี่ยนสภาพหนังสัตว์ดิบซึ่งเน่าเปื่อยได้ไปเป็นหนังสำเร็จซึ่งคงตัวกว่า ไม่เน่าเปื่อย มีความทนทานต่อสภาพอากาศและน้ำร้อน ทั้งนี้การรักษาสภาพหนังไม่ให้เน่าเปื่อยจะอาศัยสารเคมีบางชนิด ได้แก่ ผาต โครเมียม หรือ สารเคมีอื่นเข้าไปทำปฏิกิริยากับคอลลาเจน (โปรตีน) ในหนัง การฟอกหนังที่นิยมใช้มีสองวิธี คือ “การฟอกโครม” ซึ่งอาศัยโครเมียม และ “การฟอกผาต” ซึ่งอาศัยแทนนินหรือสารสังเคราะห์มาเป็นตัวฟอก ทั้งนี้การฟอกโครมเป็นที่นิยมกว่า เนื่องจากใช้เวลาสั้น สารเคมีราคาถูก หนังที่ฟอกแล้วทนต่อความร้อนและความชื้นดีกว่า

การดองกรดเป็นขั้นตอนที่จำเป็นต้องมีการฟอกทั้งสองวิธี สารเคมีที่ใช้คือ เกลือแกง กรดกำมะถันและกรดฟอร์มิก วัตถุประสงค์ของการดองกรดก็เพื่อปรับ pH ให้เหมาะสมกับปฏิกิริยาการฟอกหนังระหว่างการฟอกอาจมีการเติมสารเคมีพิเศษ (สารช่วยฟอกหรือสารช่วยตรึงโครเมียม) ลงไประหว่างการดองกรดเพื่อให้หนังจับโครเมียมได้ดีขึ้นและเพื่อลดปริมาณโครเมียมในน้ำเสีย

การฟอกแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) การฟอกโครม เป็นการฟอกที่กระทำในถังหมักซึ่งจะใช้สารเคมีพวกเบสิกโครเมียม (Cr^{3+}) เป็นตัวฟอกโดยทั่วไปแล้วประมาณร้อยละ 70 ของโครเมียมที่เติมลงไปจะทำปฏิกิริยากับหนังที่เหลืออีกร้อยละ 30 จะถูกปล่อยทิ้งไปกับน้ำเสีย การตรึงโครมให้อยู่กับหนังสามารถเพิ่มขึ้นได้ด้วยการปรับ pH ดังนั้นระหว่างการฟอกโครมจึงต้องมีการเติมโซเดียมคาร์บอเนตลงไปทีละน้อยๆเพื่อปรับ pH ให้ได้ประมาณ 4.5 หนังที่ผ่านการฟอกโครมแล้ว เรียกว่า หนัง Wet-Blue

2) การฟอกผาต สามารถกระทำได้ในถังไม้ป่นหรือบ่อคอนกรีต ที่ต่อแบบอนุกรม (เรียงๆ กันไป) โดยจะใช้แทนนิน ซึ่งสกัดจากเปลือกไม้พวยกยูคาลิปตัส ต้นควิบบราโคและอื่นๆ มาเป็นสารฟอก ทั้งนี้น้ำฟอกที่ใช้แล้วสามารถนำมาใช้ซ้ำได้อีก

ขั้นตอนสำคัญของการฟอกผาตคือ การล้างผาตส่วนเกินโดยใช้กรดออกซาลิกล้างผาตออกจากหนังซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพหนังอย่างมาก หนังสำเร็จรูปที่เกิดจากการฟอกผาตมีต้นทุนการผลิตสูงกว่าการฟอกโครมและมีน้ำหนักมากกว่าการฟอกโครม มักใช้เป็นพื้นรองเท้าเข็มขัด

หลังจากการฟอกแล้วหนังจะถูกรีดน้ำทำให้แห้ง เจียรผิวด้วยเครื่องตัดแต่งและคัดเลือกเพื่อเก็บไว้รอจำหน่ายหรือแปรรูปต่อไป

2.1.4.3 การฟอกซ้ำ ย้อมสี ให้น้ำมันและการตกแต่งหนัง (Finishing Process)

การฟอกซ้ำมักกระทำกับหนังที่ได้มาจากฟอกโครม โดยทำขึ้นเพื่อปรับปรุงคุณภาพหนังให้เหมาะสมกับความต้องการของตลาด ในการนี้สารเคมีที่ใช้อาจเป็นโครเมียม แทนนินหรือซินแทน (ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ขึ้น) ก็ได้การย้อมสีจะกระทำตามที่ตลาดต้องการหรืออาจไม่ย้อมสีก็ได้ ขั้นตอนของการย้อมสีแตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของสีที่ใช้ ย้อม ปกติจะใช้กรดฟอร์มิคปรับสภาพก่อนการย้อมด้วยสี และการตรึงให้สีติดหนัง ซึ่งต้องอาศัยอุณหภูมิสูง มักใช้ไอน้ำมาทำให้หนังร้อนขึ้น

หนังที่จะนำไปใช้งานจำเป็นต้องมีความอ่อนนุ่มอยู่ตัว ดังนั้นจำเป็นต้องมีการให้น้ำมันให้แก่หนังที่ฟอกแล้วการทำน้ำมันอาจทำพร้อมการฟอกซ้ำหรือการย้อมสี หรืออาศัยการทาต่างหากก็ได้ หนังที่ผ่านขั้นตอนนี้แล้วจะนำไปผ่านการฟีนสี พิมพ์ลายและอื่นๆ เพื่อให้ตรงกับความต้องการของตลาดต่อไป

2.1.5 เศษเหลือจากกระบวนการฟอกหนัง

หนังเป็นกระบวนการแปรรูปหนังสัตว์โดยอาศัยน้ำ สารเคมีและกระบวนการทางกล ดังนั้นน้ำเสียจากการฟอกหนังจึงมีสารมลพิษปะปนอยู่สูง นอกจากนี้ยังมีกากของแข็งที่ออกมาด้วย ทั้งนี้ลักษณะของน้ำเสีย ปริมาณสารมลพิษถ้ารวมทั้งกากของเสียจะแปรเปลี่ยนไปตามกระบวนการผลิตและแหล่งที่ทำการฟอกหนัง ขั้นตอนที่ทำให้เกิดของเสียที่สำคัญจากกล่าวสรุปได้ ดังนี้

2.1.5.1 ขั้นตอนการเก็บรักษาหนัง

2.1.5.2 ขั้นตอนการล้างและแช่น้ำหนัง

2.1.5.3 ขั้นตอนการแช่น้ำปูนและกัดขน

2.1.5.4 ขั้นตอนการขูดฟังกัด

2.1.5.5 ขั้นตอนการล้างปูนของหนังส่วนล่าง

2.1.5.6 ขั้นตอนการล้างทำลายฤทธิ์ปูนและการบ่มหนัง

2.1.5.7 ขั้นตอนการดองกรดและการฟอกโครม

2.1.5.8 ขั้นตอนการรีดน้ำและการเจียรหนัง

2.1.5.9 การปรับสภาพ การฟอกซ้ำและการย้อมสี สำหรับหนังฟอกโครม

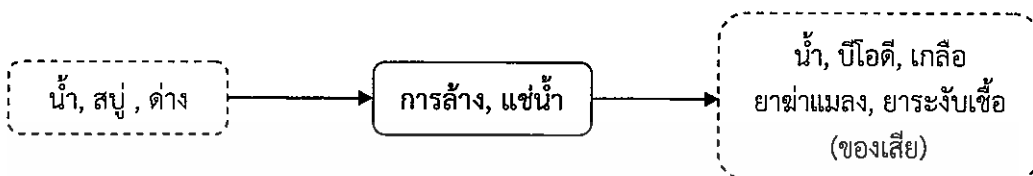
2.1.5.10 เศษเหลือจากกระบวนการฟอกหนังในขั้นตอนการฟอกผาด

2.1.5.1 ขั้นตอนการเก็บรักษาหนัง

การเก็บรักษาหนังสัตว์ไม่ใช่ขั้นตอนของการฟอกหนังแต่จำเป็นต้องรักษาหนังไม่ให้เน่า ซึ่งปกติมักใช้การหมักด้วยเกลือประมาณ 20% ของน้ำหนักสัตว์ดิบโดยหนังสัตว์จะสูญเสียความชื้นออกจากหนังในปริมาณเท่าๆ กับน้ำหนักเกลือที่เพิ่มขึ้นในหนัง นอกจากนี้ยังมีการใส่ยาระงับเชื้อหรือยาฆ่าแมลงเพื่อช่วยรักษาหนังด้วย ดังนั้นก่อนนำหนังมาเข้ากระบวนการผลิต (หรือฟอก) จึงต้องสะบัดหนังหรือเคาะเอาเกลือออกก่อนและเกลือนี้นับเป็นกากของเสียชนิดแรกที่เกิดจากอุตสาหกรรมฟอกหนัง ถ้าปล่อยน้ำเสียที่มีเกลือกลงสู่สิ่งแวดล้อมจะมีผลกระทบต่อทำให้ปลุกพืชไม้ได้ สัตว์น้ำตาย น้ำกร่อยไม่สามารถเอามาทำน้ำประปาได้ ฯลฯ

2.1.5.2 ขั้นตอนการล้างและแช่น้ำหนัง

การล้างและแช่น้ำหนังเป็นการคืนน้ำให้แก่หนังซึ่งมีการเติมสบู่และต่างน้ำเสียที่เกิดขึ้นประกอบไปด้วย บีโอดี ซีโอดี เกลือ ยาฆ่าแมลง ยาระงับเชื้อ เศษเนื้อ ขน หนัง และตะกอนดิน ดังภาพ 2.2

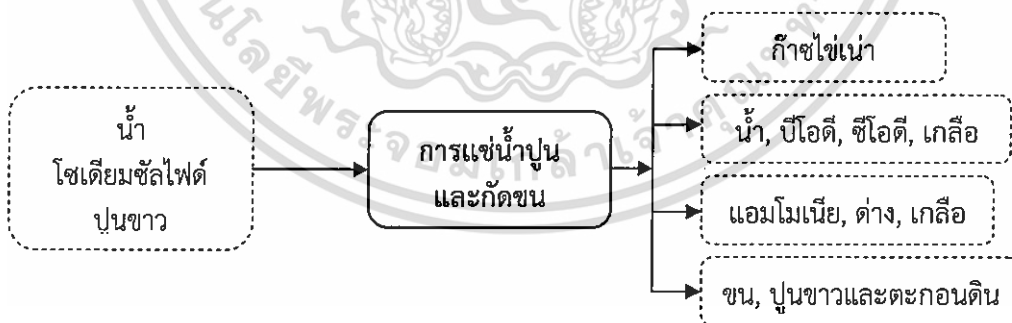


หมายเหตุ : บีโอดีและซีโอดี เป็นหน่วยวัดความสกปรกของน้ำเสียถ้ามีค่านี้น้ำจะมีโอกาสเน่าเหม็นได้มาก

ภาพที่ 2.2 ของเสียจากขั้นตอนการล้างและแช่น้ำหนัง

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, มาตรฐานการตรวจสอบโรงงานฟอกหนัง, พ.ศ. 2549:26

2.1.5.3 ขั้นตอนการแช่น้ำปูนและกัดขน นับเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่ทำให้เกิดน้ำเสียมลพิษสูงมาก เนื่องจากส่วนขนและหนังกำพร้าละลายออกมาตลอดจนสิ่งสกปรกอื่นที่สะสมอยู่ในหนังจะถูกชะล้างออกมาพร้อมกับปูนขาว(ใช้ทำให้หนังบวม), เกลือและสารประกอบซัลไฟด์ (ใช้กัดละลายขน) ที่ใส่ลงไปนอกจากนี้ยาระงับเชื้อและยาฆ่าแมลงที่สะสมอยู่ในหนังก็จะปะปนออกมาพร้อมน้ำเสียด้วย ในน้ำเสียจึงพบว่า มีค่า pH สูง บีโอดี, ซีโอดี, เกลือ, ซัลไฟด์, ยาฆ่าแมลง, ยาระงับเชื้อ, แอมโมเนีย, ต่างและสารแขวนลอย กากของเสียได้แก่ ขน ปูนขาวและตะกอนดิน ก๊าซเสียที่เกิดขึ้นคือไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ก๊าซไข่เน่า) ในกรณีที่เติมต่างลงไปไม่พอและ pH ต่ำกว่า 9.5 ดังภาพ 2.3



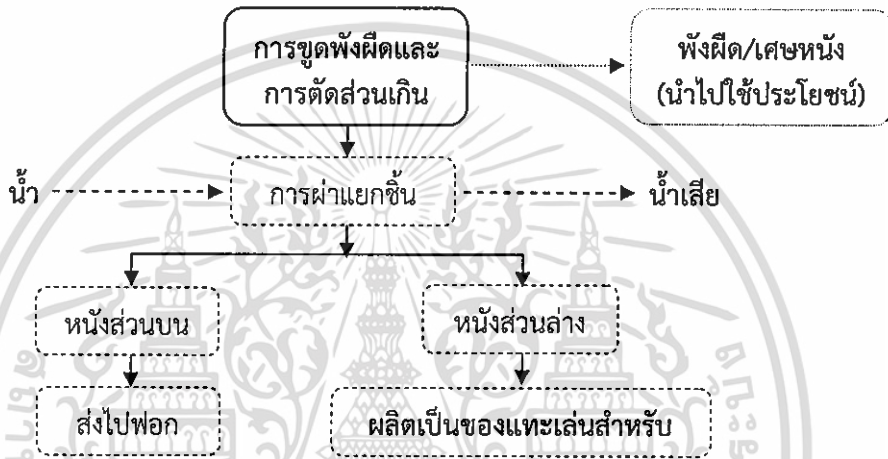
หมายเหตุ : *แอมโมเนียทำให้ระคายจมูกและทางเดินหายใจ ก๊าซไข่เน่ามีกลิ่นเหม็นรุนแรง ถ้ามีมากพอทำให้หมดสติและตายได้ *ขน, ปูนขาวและตะกอนดินทำให้น้ำตื้นเขินและอาจเกิดการเน่าได้

ภาพที่ 2.3 ของเสียจากขั้นตอนการแช่น้ำปูนและกัดขน

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, มาตรฐานการตรวจสอบโรงงานฟอกหนัง, พ.ศ. 2549:26

2.1.5.4 ขั้นตอนการชุดฟุ้งผีด (fleshing) และการผ่าแยกชั้น (splitting)

หนังที่ผ่านการแช่ปูนแล้วจะนำมาชุดฟุ้งผีดด้วยเครื่องชุดซึ่งมีน้ำหล่อเลี้ยง อยู่จากนั้นจะนำไปเข้าเครื่องผ่าซึ่งอาศัยน้ำหล่อเลี้ยงเช่น ปกติหนังกระปือจะผ่าได้เป็น 3-4 ชั้น สอง ชั้นด้านบนจะไปฟอกโครม ชั้นในหรือหนังส่วนล่างจะนำไปล้างทำลายฤทธิ์ปูนก่อนนำไปผลิตอาหาร ทะเล่เล่นของสุนัขต่อไป ของเสียที่สำคัญในกระบวนการนี้คือ เศษหนังและฟุ้งผีดซึ่งได้จากส่วนล่างสุด ของหนังสัตว์ ดังภาพ 2.4 เศษหนังดังกล่าวมีสีเขียวคล้ำเนื่องจากการทำปฏิกิริยาในขั้นตอนการแช่ น้ำ ปูนและกัตชน ส่วนน้ำเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้มีปริมาณน้อยและมีลักษณะเหมือนน้ำเสียจากขั้นตอน การแช่ น้ำปูนแต่มีความเข้มข้นต่ำกว่า

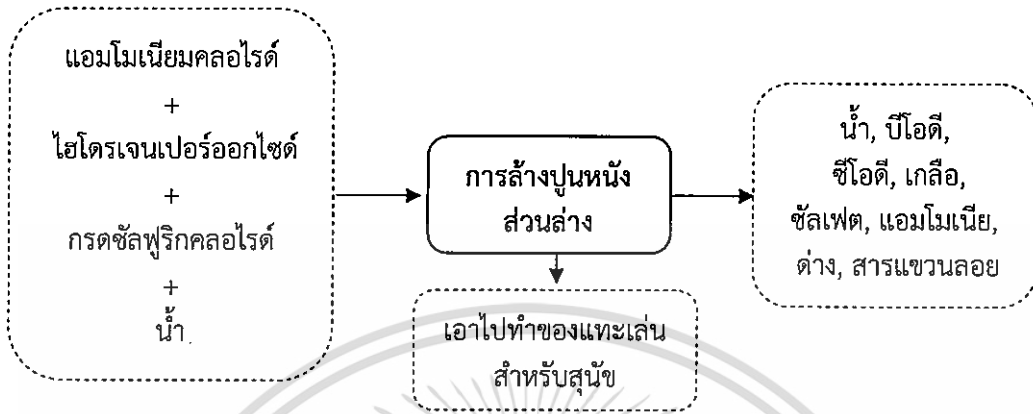


ภาพที่ 2.4 ของเสียจากขั้นตอนการชุดฟุ้งผีด /ผ่าแยกชั้น

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, มาตรฐานการตรวจสอบโรงงานฟอกหนัง, พ.ศ. 2549 : 27

2.1.5.5 ขั้นตอนการล้างปูนของหนังส่วนล่าง (deliming of splittings)

การล้างปูนออกจากหนังส่วนล่าง จำเป็นต้องเติมเกลือแอมโมเนียคลอไรด์ เพื่อลดการพองบวมของหนังและทำให้เป็นกลางโดยใช้กรดปรับ PH ลดลงประมาณ 7-8 ใน ขณะเดียวกันก็จำเป็นต้องเติมสารออกซิไดซ์เพื่อช่วยกัดสีหนังให้จางลง ในที่นี้คือ ไฮโดรเจนเปอร์ ออกไซด์ น้ำเสียที่เกิดขึ้นมีสีขาวขุ่น ประกอบไปด้วย บีโอดี, ซีโอดี, เกลือ, ซัลเฟต, แอมโมเนีย, ต่าง, สารแขวนลอย, คลอไรด์ ดังภาพที่ 2.5 (ขั้นตอนนี้อาจมีเฉพาะบางโรงงาน บางแห่งอาจไม่มีขั้นตอนนี้ ในการผลิต



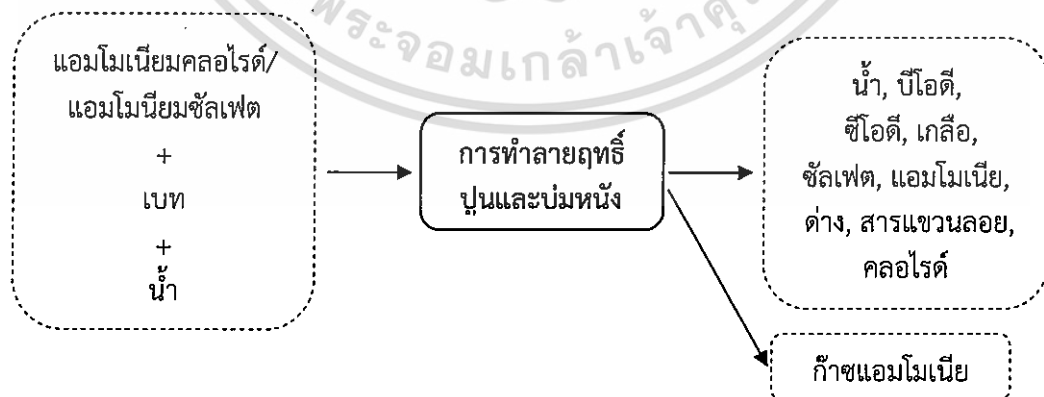
หมายเหตุ : คลอไรด์คือส่วนประกอบของเกลือ ถ้าทิ้งลงน้ำทำให้น้ำกร่อย

ภาพที่ 2.5 ของเสียจากขั้นตอนการล้างปูนของหนังชั้นล่าง

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, มาตรฐานการตรวจสอบโรงงานฟอกหนัง, พ.ศ. 2549:28

2.1.5.6 ขั้นตอนการล้างทำลายฤทธิ์ปูนและการบ่มหนัง (pelt deliming and bating)

การล้างทำลายฤทธิ์ปูนและการบ่มหนังเป็นการลด PH โดยเติมแอมโมเนียมคลอไรด์และหรือแอมโมเนียซัลเฟตลงไปในถัง สารเคมีจะต้องมีปริมาณมากพอที่จะทำลายฤทธิ์ปูนได้ทั้งหมด มีการเติมเอนไซม์หรือเบท เพื่อช่วยย่อยเส้นใยหนังให้เรียบ ทำให้นุ่ม น้ำเสียที่เกิดขึ้นจึงประกอบไปด้วย บีโอดี, ซีโอดี, เกลือ, ซัลเฟต, แอมโมเนีย, ต่าง, สารแขวนลอย, คลอไรด์ นอกจากนี้ยังมีก๊าซแอมโมเนียเกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ด้วย

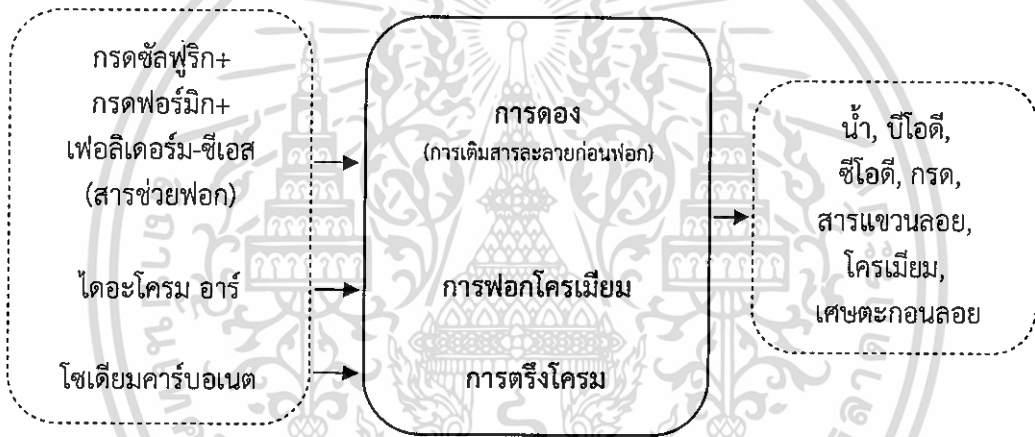


ภาพที่ 2.6 ก๊าซและน้ำเสียจากการล้างฤทธิ์ปูน

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, มาตรฐานการตรวจสอบโรงงานฟอกหนัง, พ.ศ. 2549 : 28

2.1.5.7 ขั้นตอนการตองกรดและการฟอกโครม (picking and chrome tanning)

การตองกรดเป็นการปรับ pH ให้เหมาะสมต่อการฟอกโครมโดยการเติมเกลือแกง(โซเดียมคลอไรด์) หรือโซเดียมซัลเฟตและกรดซัลฟูริก เพื่อลดการพองบวมของหนัง ให้ pH มีค่าประมาณ 1.4-3.0 ใช้ระยะเวลาตองกรดประมาณ 1-2 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติมโครเมียมซัลเฟต ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนในหนัง โดยปกติประมาณร้อยละ 70 ของน้ำหนักโครเมียมจะค้างอยู่ในหนังโครมบางแห่งอาจเติม “สารช่วยฟอก” ในช่วงของการตอง (เพื่อให้หนังจับโครเมียมได้ดีและเพื่อช่วยลดโครเมียมในน้ำเสีย) การตรึงโครมให้อยู่กับหนังเพิ่มขึ้นได้ด้วยการเพิ่ม PH และอุณหภูมิ ในน้ำเสียที่เกิดขึ้นจึงพบกรด, เกลือ, สารแขวนลอย, บีโอดี, ซีโอดี, และโครเมียม ส่วนเศษตะกอนลอย (float residues) ที่เกิดขึ้นมีโครเมียมปนอยู่และจะหลุดออกมาพร้อมน้ำทิ้งด้วย (ปริมาณโครเมียมในน้ำทิ้งมีค่าประมาณ 2,000-4,000 มก./ล.)

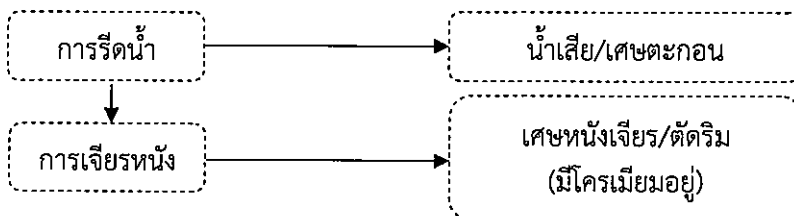


ภาพที่ 2.7 น้ำเสียจากการฟอกโครม

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, มาตรฐานการตรวจสอบโรงงานฟอกหนัง, พ.ศ. 2549 : 29

2.1.5.8 ขั้นตอนการรีดน้ำและการเจียรหนัง (sammying and shaving)

การรีดน้ำออกจากแผ่นหนังทำให้เกิดน้ำเสียจำนวนหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับน้ำเสียจากการฟอกโครม ส่วนการเจียรหนังจะทำให้เกิดเศษหนังเจียรซึ่งมีโครเมียมปนอยู่และเป็นปัญหามากต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากนำไปทิ้งถมที่ หรือทิ้งกองขยะหรือเผาธรรมชาติไม่ได้

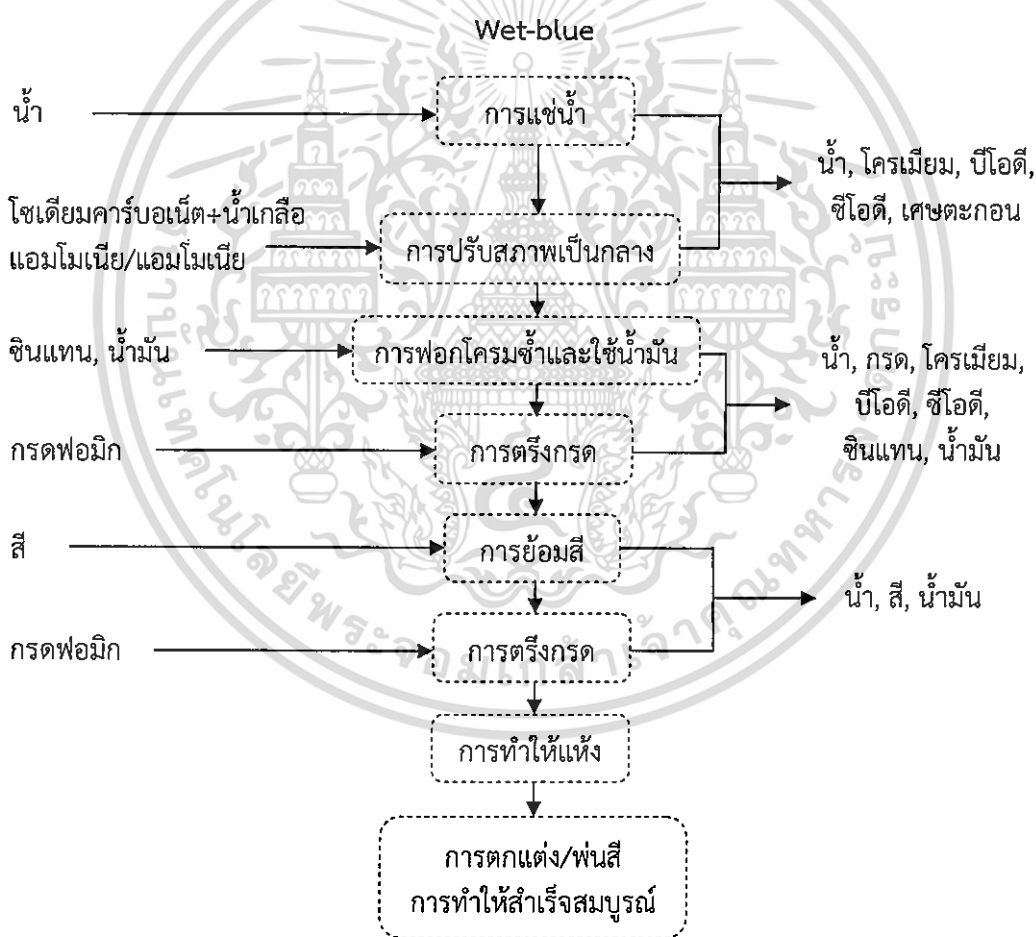


ภาพที่ 2.8 เศษของเสียและน้ำเสียจากการรีดน้ำและเจียรหนัง

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, มาตรฐานการตรวจสอบโรงงานฟอกหนัง, พ.ศ. 2549:29

2.1.5.9 การปรับสภาพ การฟอกซ้ำและการย้อมสี สำหรับหนังฟอกโครม
(Neutralization, Retanning, Dyeing and Fat Liquoring)

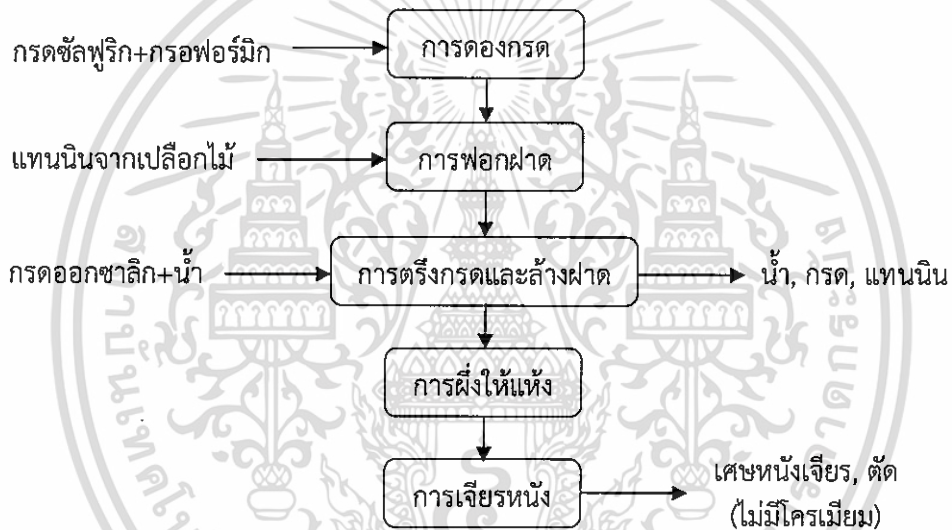
การปรับสภาพเป็นการเติมเกลือแอมโมเนียหรือโซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อเพิ่ม PH ให้ได้ประมาณ 5-6 เพื่อกัดโครมส่วนเกินและเตรียมพร้อมเพื่อการฟอกซ้ำและย้อมสี จึงพบว่ามิโครเมียมในน้ำทั้งส่วนนี้พร้อมกับเศษตะกอนหนังการฟอกซ้ำจะทำพร้อมๆ กับการใช้น้ำมัน จึงมีการเติมกรดฟอสฟอริก ซินแทน (น้ำยาฟอกสังเคราะห์) และน้ำมันลงไป ซึ่งสารเคมีที่เหลือจากการดูดซึมก็จะปะปนออกมากับน้ำทิ้งซึ่งมักพบโครเมียมด้วย ตามภาพที่ 2.9 การย้อมสีแบบเปียกซึ่งมักใช้กับหนังโครมเป็นการย้อมสีหนังทั้งหมด ไม่เหมือนการพ่นหรือทาสีซึ่งมักใช้กับหนังฟอกผาด สารเคมี กรดอินทรีย์ และน้ำร้อนจะช่วยให้การย้อมเสร็จสมบูรณ์ และจะพบสารดังกล่าวในน้ำทิ้งที่เหลืออยู่น้ำเสียจากขั้นตอนส่วนนี้แม้จะมีเล็กน้อยมากยังต้องส่งไปให้เมดสีจมตัวในถังตกตะกอน แล้วเอาน้ำที่เหลือไปบำบัดที่ระบบฯ ต่อไป



ภาพที่ 2.9 น้ำเสียจากการปรับสภาพเป็นกลาง การฟอกซ้ำ ให้น้ำมัน และการย้อมสี
ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, มาตรฐานการตรวจสอบโรงงานฟอกหนัง, พ.ศ. 2549 : 31

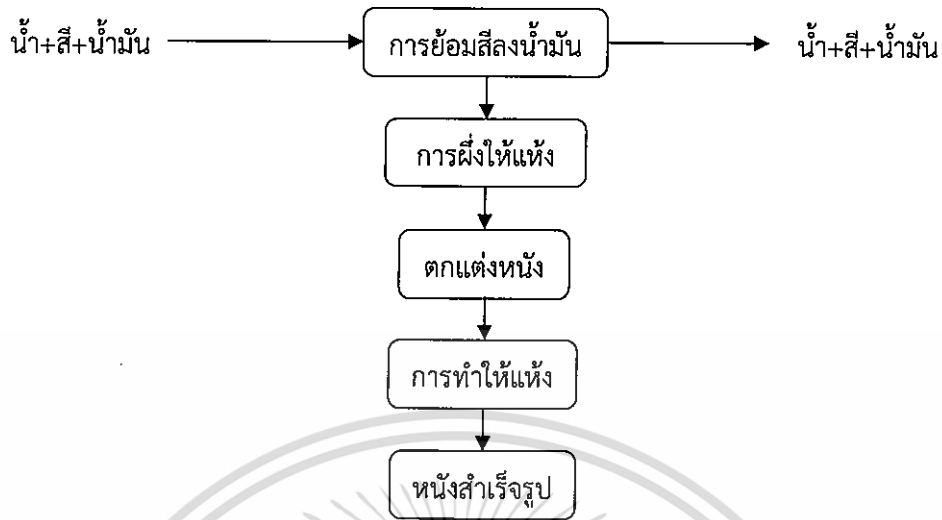
2.1.5.10 ขั้นตอนการฟอกฝาด สามารถกระทำได้ในถังไม้ป่นหรือบ่อคอนกรีตอนุกรม โดยจะใช้แทนนินซึ่ง สกัดจากเปลือกไม้พวยยูคาลิปตัส ต้นควิบบราโคและอื่นๆ มาเป็นสารฟอก เนื่องจากสารเคมีราคาสูงจึงมักมีการนำน้ำฝาดไปใช้ใหม่โดยไม่ทิ้งระบายออก เพียงแต่เติมสารฟอกฝาดเพิ่มลงไปจนถึงฟอกจึงไม่มีผลกระทบเพราะไม่มีการทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม แต่น้ำเสียที่เกิดจากการล้างฝาดกลับจะเป็นปัญหามากกว่า ในการล้างฝาดจำเป็นต้องอาศัยกรดออกซาลิกซึ่งจะเหลืออยู่ในน้ำเสียพร้อมกับฝาดส่วนเกินด้วย (ภาพ 2.10)

เศษหนังเจียรจากการฟอกฝาดไม่มีโครเมียมจึงสามารถกำจัดด้วยวิธีธรรมดาและไม่เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนการทอสีหนังฟอกฝาดก็เป็นการทา/พ่นสีลงไปผิวหน้าของหนังและไม่มีน้ำเสียที่มีปริมาณมากนัก (ภาพ 2.11) อาจบำบัดได้โดยปล่อยให้ตกตะกอนแล้วส่งน้ำที่เหลือไปยังระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน



ภาพที่ 2.10 น้ำเสียจากการฟอกฝาด

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, มาตรฐานการตรวจสอบโรงงานฟอกหนัง, พ.ศ. 2549 : 31, 32



ภาพที่ 2.11 น้ำเสียจากการฟอกฝาด

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, มาตรฐานการตรวจสอบโรงงานฟอกหนัง, พ.ศ. 2549:32

2.2 ขาและความพิการของขา

ขา เป็นส่วนหนึ่งในร่างกายที่รองรับน้ำหนักทั้งหมด อยู่ระหว่างข้อเท้าและสะโพก ใช้ในการเคลื่อนที่ ปลายสุดของขามักเป็นโครงสร้างที่พัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงเป็นโครงสร้างอื่นที่รับน้ำหนักของสัตว์บนพื้น เท้าของสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีสองขา (bipedal vertebrate) มักจะเป็นขาของสัตว์นั้นๆ

ขาของมนุษย์ (อังกฤษ:human leg) หมายถึง ulyangค์ล่าง (lower limb) ของร่างกายมนุษย์ นับตั้งแต่สะโพก (hip) ไปจนถึงข้อเท้า (ankle) ได้แก่ ต้นขา (thigh) ,เข่า (knee) ,ปลายขา (cnemis) กระดูกที่ใหญ่ที่สุดในร่างกายมนุษย์คือ กระดูกต้นขา (femur) ก็อยู่ในขาด้วย

ในทางกายวิภาคศาสตร์มนุษย์ ขาเป็นส่วนหนึ่งของulyangค์ล่างที่อยู่ระหว่างเข่าและข้อเท้า (ส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไปจนถึงสะโพกจะเรียกว่า ต้นขา) ส่วนบริเวณที่เราเรียกกันทั่วไปว่า ขา คือนับตั้งแต่สะโพกตลอดถึงข้อเท้าจะใช้ว่า "ulyangค์ล่าง" (lower limb) ซึ่งในที่นี้จะใช้นิยามของ ขา ตามที่เรียกกันทั่วไปส่วนของขาที่นับจากเข่าถึงข้อเท้าเรียกว่า ปลายขา (cnemis หรือ crus) โดยส่วนหลังเรียกว่า น่อง (calf) และส่วนหน้าเรียกว่า แข้ง (shin)

2.2.1 กายวิภาคของขา

เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม (2537: 1-6) กล่าวไว้ว่า การเคลื่อนไหวร่างกายเป็นสิ่งสำคัญและมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตเป็นอย่างยิ่งเมื่อใดร่างกายขาดการเคลื่อนไหว หรือมีการเคลื่อนไหวไม่เพียงพอย่อมทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายด้อยลงไป หรืออาจเกิดโรคแทรกซ้อนต่างๆขึ้นได้ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวร่างกายจึงเป็นสิ่งจำเป็นโดยเฉพาะในผู้ที่มืออาชีพที่ต้องทำงานเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย เช่น นักกีฬา ผู้ฝึกซ้อม นักกายภาพบำบัด ทั้งนี้เพื่อที่จะได้สามารถวิเคราะห์การเคลื่อนไหวและเข้าใจกลไกการทำงานของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างถูกต้อง

1. ท่าทางกายวิภาค (Anatomical Position)

ท่าทางกายวิภาคเป็นท่ายืนตัวตรง ใบหน้ามองตรง แขนห้อยตรงข้างลำตัวโดยหันฝ่ามือออกไปทางด้านหน้า เข่าตรง เท้าชิดโดยนิ้วเท้าชี้ตรงไปด้านหน้า

การที่ต้องกำหนดท่าทางการวิภาคขึ้นนี้ก็เพื่อความสะดวกในการอธิบายการเคลื่อนไหวของร่างกายให้เข้าใจตรงกัน ท่าทางกายวิภาคจึงนับว่าเป็นท่ามาตรฐานที่ทุกคนต้องมีความเข้าใจที่ตรงกัน อย่างไรก็ตามท่าทางกายวิภาคนี้มีได้เป็นท่าที่นำมาใช้ในทักษะทางกีฬาหรือการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เพราะกิจกรรมหรือการเคลื่อนไหวทางการกีฬาหรือในชีวิตประจำวัน จะมีท่าเริ่มต้น (Starting Position) ที่แตกต่างกันออกไป มิได้เริ่มต้นมาจากท่าทางกายวิภาค แต่การกำหนดท่าทางการวิภาคขึ้นมา ก็เพื่อ เป็นกรอบในการอธิบายลักษณะการเคลื่อนไหว รวมทั้งบอกตำแหน่งของกล้ามเนื้อ กระดูก เอ็นและอวัยวะต่างๆของร่างกาย เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

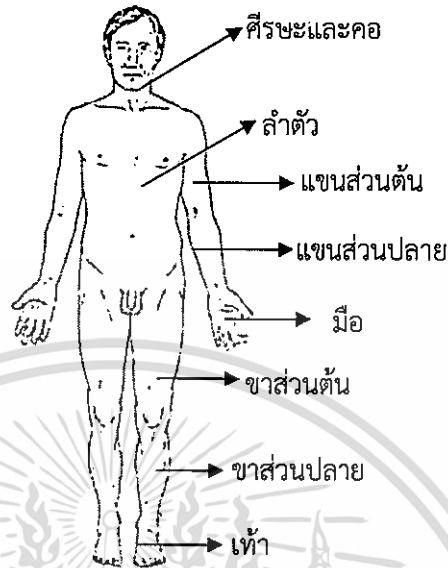


ภาพที่ 2.11 ลักษณะของท่าทางกายวิภาค

ที่มา : ชลธร รักดี, 2549

2. ระบบการเชื่อมต่อของร่างกาย (The link System of the Body)

เมื่อพิจารณาโครงร่างของมนุษย์เรานั้น จะพบว่าร่างกายมนุษย์นั้นประกอบไปด้วยส่วนต่างๆเป็นท่อน (Segment) แต่ละท่อนจะเชื่อมต่อกันบริเวณข้อต่อ และเมื่อมีการเคลื่อนไหวร่างกายก็จะเป็นการเคลื่อนที่แต่ละส่วนในร่างกายเหล่านั้นในลักษณะต่างๆดังนั้นเพื่อให้เกิดความสะดวกในการอธิบายการเคลื่อนไหวของร่างกายก็จะถือว่าร่างกายของเราประกอบไปด้วยส่วนต่างๆที่มีลักษณะเป็นท่อนตรงและเชื่อมต่อกันที่บริเวณแกนของข้อต่อ



ภาพที่ 2.12 ลักษณะการเชื่อมต่อส่วนต่างๆของร่างกาย
ที่มา : ชลธร รัตติ, 2549

สำหรับการแบ่งส่วนต่างๆ ของร่างกายออกเป็นส่วนๆ นั้นจะมีการแบ่งหลายแบบขึ้นอยู่กับว่าจะต้องการรายละเอียดมากน้อยแค่ไหน เช่น มือ ถ้าไม่สนใจการเคลื่อนที่ของนิ้วมือจะถือว่าเป็นมือเป็น 1 ส่วน แต่ถ้าต้องการวิเคราะห์ในรายละเอียดการเคลื่อนไหวของนิ้วมือก็จะแบ่งย่อยๆ ลงไปอีกหลายส่วน ในที่นี้จะแบ่งการเชื่อมต่อของร่างกายออกเป็น 8 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ศีรษะและคอ (Head - Neck)

ส่วนที่ 2 ลำตัว (Trunk)

ส่วนที่ 3 แขนส่วนต้น (Arm)

ส่วนที่ 4 แขนส่วนปลาย (Forearm)

ส่วนที่ 5 มือ (Hand)

ส่วนที่ 6 ขาส่วนต้น (Upper leg)

ส่วนที่ 7 ขาส่วนปลาย (Leg)

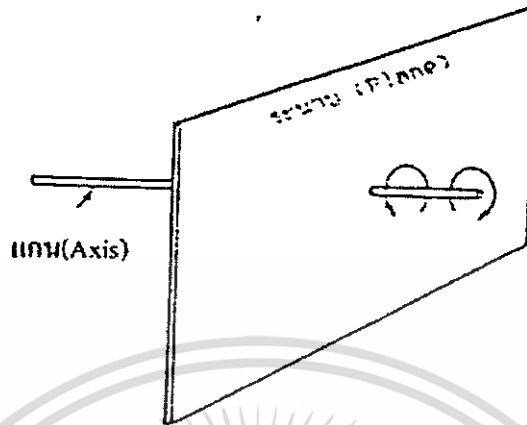
ส่วนที่ 8 เท้า (Foot)

ส่วนของร่างกายที่เป็นแขนส่วนต้น แขนส่วนปลาย มือ ขาส่วนต้น ขาส่วนปลาย และเท้าจะมีส่วนละสองข้าง ชายและขวา

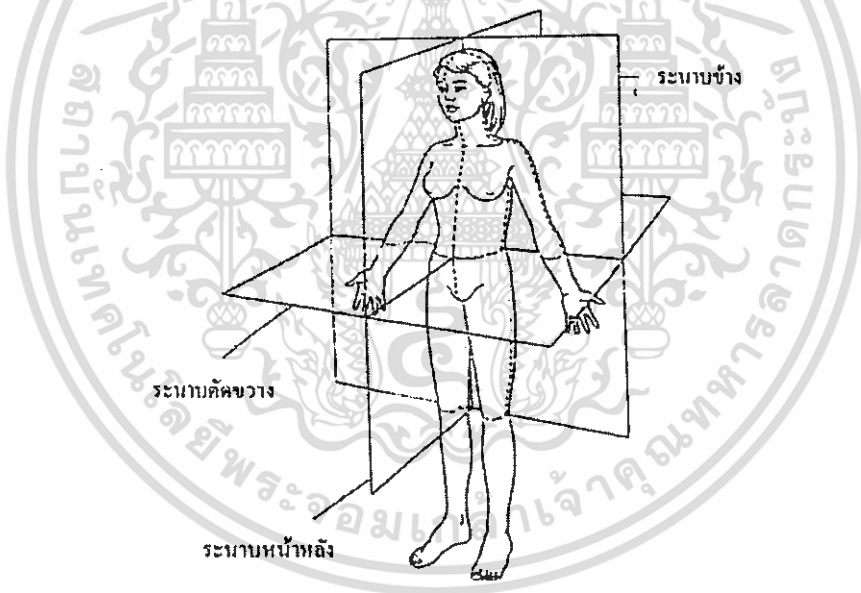
3. ระนาบและแกน (Plane and Axis)

ในการอธิบายการเคลื่อนที่ของร่างกายไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนที่ของร่างกายทั้งหมด หรือเป็นการเคลื่อนที่เพียงบางส่วนของร่างกาย เช่น ส่วนแขนหรือส่วนขา จะต้องมีการอธิบายว่าเป็นการเคลื่อนที่ในระนาบใดและเคลื่อนที่รอบแกนใด ถ้านำกระดาษแข็งมาเจาะรูตรงกลางแล้วใช้ดินสอดเสียบเข้าไปในรูตรงกลางที่เจาะไว้ แผ่นกระดาษจะทำหน้าที่เป็นระนาบ ส่วนแท่งดินสอด

จะทำหน้าที่เป็นแกน ดังนั้นระนาบก็คือพื้นที่ราบนั่นเอง ส่วนแกนคือแนวตรงที่ทะลุผ่านระนาบ แกนกับระนาบจะต้องตั้งฉากกันเสมอ



ภาพที่ 2.13 ลักษณะระนาบและแกนของการเคลื่อนที่
ที่มา : ชลธร รักดี, 2549



ภาพที่ 2.14 ลักษณะระนาบและแกนซึ่งแบ่งโดยอาศัยความสัมพันธ์ของร่างกายเป็นเกณฑ์
ที่มา : ชลธร รักดี, 2549

การแบ่งชนิดของระนาบและแกนโดยอาศัยความสัมพันธ์ของร่างกายเป็นเกณฑ์นั้นจะแบ่งระนาบและแกนออกเป็นอย่างละ 3 ชนิด

3.1 ชนิดของระนาบ

3.1.1 ระนาบหน้าหลัง (Anteroposterior Plane) ระนาบหน้าหลังนี้อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าระนาบซาคิจทอล (Sagittal Plane) เนื่องจากระนาบนี้เป็นระนาบที่ขนานกับรอยเชื่อมซาคิจทอล (Sagittal Suture) ในกะโหลกศีรษะ ระนาบหน้าหลังจะแบ่งส่วนของร่างกายออกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีกซ้ายและซีกขวา ถ้าระนาบนี้อยู่ตรงกลางลำตัวระนาบนี้ก็จะผ่านจุดศูนย์กลางของร่างกาย (ในท่ายืน) และแบ่งส่วนของร่างกายออกเป็นสองซีกซ้ายขวาเท่าๆกัน

3.1.2 ระนาบข้าง (Lateral Plane) ระนาบนี้อาจเรียกว่าระนาบด้านหน้า (Frontal plane) เนื่องจากระนาบนี้อยู่ด้านหน้าของวัตถุ และระนาบนี้อาจเรียกว่าระนาบโคโรนอล (Coronal Plane) เนื่องจากระนาบนี้ขนานกับรอยเชื่อมโคโรนอล (Coronal Suture) ในกะโหลกศีรษะ ระนาบข้างจะแบ่งส่วนของร่างกายออกเป็นด้านหน้าและด้านหลัง

3.1.3 ระนาบตัดขวาง (Transverse Plane) หรือระนาบแนวนอน (Horizontal Plane) เป็นระนาบที่แบ่งส่วนของร่างกายออกเป็นส่วนบนและส่วนล่าง

ระนาบทั้ง 3 ชนิดนี้ถ้าแบ่งผ่านจุดศูนย์กลางของร่างกายก็จะถือว่าเป็นระนาบหลัก (Principle Plane หรือ Cardinal Plane) และจุดตัดกันของทั้ง 3 ระนาบหลักก็จะตรงกับตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของร่างกาย เมื่ออยู่ในท่าทางกายวิภาค

3.2 ชนิดของแกน

3.2.1 แกนหน้าหลัง (Anteroposterior Axis) หรือแกนซาคิตอล (Sagittal Axis) เป็นแนวตรงที่ตั้งฉากกับระนาบข้าง

3.2.2 แกนข้าง (Lateral Axis) หรือแกนด้านหน้า (Frontal Axis) หรือแกนโคโรนอล (Coronal Axis) เป็นแนวตรงที่ตั้งฉากกับระนาบหน้าหลัง

3.2.3 แกนตั้ง (Vertical Axis) หรือแกนตามยาว (Longitudinal Axis) เป็นแนวตรงที่ตั้งฉากกับระนาบตัดขวาง

4. กายวิภาคที่มองเห็นภายนอก (Surface Anatomy)

เท็ดซีย์ ซีวเกตุ (2541:4 – 14) ได้กล่าวไว้ว่ากายวิภาคที่มองเห็นภายนอกมีความสำคัญมากสำหรับการทำขาเทียม เพราะการวัดการบันทึกข้อมูลของขาจะทำได้ถ้าไม่รู้จัก Surface Anatomy ซึ่งประกอบไปด้วย

4.1 Iliac crest คือ ส่วนบนสุดของกระดูก Ilium ที่สามารถคลำได้ในระดับเอว หลายคนใช้จุดนี้เป็นตัวบอกระดับความสูง ตำแหน่งขาเทียม

4.2 Greater Trochanter เป็นปุ่มกระดูกนูนใหญ่ทางด้านข้างของเชิงกราน เป็นส่วนของกระดูก Femur ในการทำขาเทียม เบ้า ICS นั้นขอบบนของเบ้าทางด้านข้างต้องอยู่เหนือ Greater Trochanter

4.3 Anterior Superior Iliac Spine เป็นปุ่มทางด้านหน้าของกระดูก Ilium ซึ่งขอบบนของเบ้าด้านหน้าจะต้องไม่กดที่ปุ่มนี้ไม่ว่าจะอยู่ในท่ายืนหรือท่านั่ง

4.4 Pubic Symphysis เป็นรอยเชื่อมต่อกระดูก pubis 2 ข้าง ขาบ้านเรียกว่ากระดูกหัวหน่าว ที่สำคัญคือด้านข้าง (Pubic Tubercle และ Pubic Ramus) เป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อ

4.5 Adductor Muscles เป็นลำของกล้ามเนื้อที่ยึดกับด้านข้างของ Pubic Symphysis มีความสำคัญในการทำขาเทียมที่จะต้องทำเบ้าเป็นร่องเพื่อให้กล้ามเนื้อนี้อยู่เพื่อไม่ให้เกิดการเสียดสีและการกดซึ่งจะทำให้เจ็บปวดเวลาเดิน

4.6 Gluteal Fold เป็นร่องบริเวณก้น ที่ขาบ้านเรียกว่าก้นหอย เป็นระดับขอบล่างของกล้ามเนื้อ Gluteus Maximus

4.7 Inguinal Fold (ขาหนีบ) เป็นร่องที่โคนขาด้านหน้าพาดจากบริเวณ Anterior Superior Iliac Spine มายัง Pubis เวลาแต่งขอบของเป้าทางด้านหน้าจะต้องตัดแต่งให้ต่ำกว่าระดับ Inguinal Fold เมื่อเวลานั่งแล้วขอบของเป้าจะต้องไม่เข้าไปกดหรือค้ำที่ Inguinal Fold

4.8 Perinum (ฝีเย็บ) เป็นพื้นที่ที่อยู่ใต้ Pubis ระหว่างด้านในของต้นขาทั้ง 2 ข้าง มีรูเปิดของอวัยวะขับถ่ายอยู่ ขอบทางด้านใน (Medial Border) ของเป้าจะต้องไม่ไปกดหรือเสียดสีเพราะจะทำให้เจ็บ

4.9 Anal Cleft เป็นร่องที่อยู่ระหว่างก้น (Buttock) ทั้ง 2 ข้าง

5. กายวิภาคภายในขาที่จำเป็นต้องทราบคือ

5.1 กระดูก (Bone) เป็นโครงสร้างของร่างกายที่รับน้ำหนัก รับแรงที่เกิดขึ้นเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อ (Muscle) เอ็นของกล้ามเนื้อ (Tendon) และเอ็นที่ยึดกระดูกสองชิ้นเข้าไว้ด้วยกัน (Ligament) ในการทำขาทีเย็บกระดูกจะเป็นแกนของการเคลื่อนไหว เป็นส่วนที่ต้องระวังไม่ให้เป้าเข้าไปกดกระดูก เพราะนอกจากจะทำให้เจ็บปวดแล้ว ยังทำให้เนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างกระดูกและเป้าได้รับอันตรายเป็นแผล ดังนั้นจึงต้องเรียนรู้ลักษณะของกระดูกที่เกี่ยวข้องสำหรับการทำขาทีเย็บเนื้อเข้า โดยเฉพาะจะต้องรู้จักกระดูกต่อไปนี้

5.1.1 กระดูกเชิงกราน (Pelvis) เป็นกระดูกที่ป้องกันอวัยวะภายในช่องท้องส่วนกลาง โครงกระดูกนี้ประกอบไปด้วย กระดูก Innominate 2 ข้างและกระดูก Sacrum มาเชื่อมต่อกันเป็นลักษณะเหมือนวงแหวน กระดูก Innominate เป็นกระดูกใหญ่เกือบครึ่งหนึ่งของเชิงกรานประกอบไปด้วยกระดูก 3 ชิ้น มาเชื่อมต่อกันโดยจุดที่เชื่อมต่อกันนั้นจะเป็นโพรงรูปครึ่งวงกลมที่เป็นส่วนประกอบของข้อตะโพก (Hip Joint) โพรงนี้เรียกว่าเป้าข้อตะโพก หรือ Acetabulum ที่จะหุ้มหัวกระดูก Femur ข้อตะโพกนี้เป็นข้อที่ใหญ่และเคลื่อนไหวได้ทุกทิศทาง (Flexion, Extension, Abduction, Adduction และCircumduction) กระดูกแต่ละชิ้นของ Innominate มีดังนี้



ภาพที่ 2.15 ลักษณะของกระดูกสะโพก (Hip Bone), (a) วงสะโพก (Pelvic Girdle), (b) กระดูกสะโพกทางด้านข้าง และ (c) กระดูกสะโพกทางด้านใน

ที่มา : ชลธร รัตติ, 2549

5.1.1.1. Ilium เป็นกระดูกชิ้นใหญ่ที่สุดใน 3 ชิ้น มีลักษณะเป็นแผ่นโค้ง ขอบบนเรียกว่า Iliac Crest ในคนผอมจะสังเกตเห็นได้ชัด และคลำได้ชัดเจน ด้านหน้า (Anterior) ของขอบเป็นปุ่มกระดูกคลำได้เรียกว่า Anterior Superior Iliac Spine ด้านหลัง (Posterior) ของขอบเป็นปุ่มกระดูกคลำได้เรียกว่า Posterior Superior Iliac Spine สันกระดูก Iliac (Iliac Crest) เป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อหน้าท้อง (Abdominal Muscles) ผิวด้านใน (Inner Surface) เป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อ Iliacus ซึ่งช่วยในการงอข้อสะโพก ผิวด้านนอก (Outer surface) ส่วนใหญ่เป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อ Tensor Fascia Latae Gluteus Minimus, Gluteus Medius ซึ่งใช้ในการกางขา (Abduct) ส่วนล่าง (inferior) ของกระดูกจะเรียวกแคบลงมาเชื่อมต่อกับกระดูก Pubis ที่มาจากทางด้านหน้าและ Ischium ที่มาจากทางด้านหลัง และตรงที่กระดูกทั้งสามมาเชื่อมต่อกันจะมีลักษณะเป็นบ้ำเรียกว่า Acetabulum ซึ่งเป็นส่วนประกอบของข้อสะโพก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.1.2. กระดูก Pubis เป็นกระดูกที่อยู่ทางด้านหน้าและด้านล่างของกระดูก Ilium ยึดเชื่อมติด Ilium ทาง Superior Rami และเชื่อมติดกระดูก Ischium ทาง Inferior Rami และเชื่อมต่อกับกระดูก Pubis ด้านตรงกันข้ามทางด้านหน้าที่เรียกว่า Symphysis Pubis ทางด้านหน้าของกระดูก Pubis มีปุ่มกระดูกที่เรียกว่า Pubic tubercle โดยเป็นที่ยึดของกล้ามเนื้อ Adductor Brevis ปลายด้านหลังของกระดูกส่วน Superior Rami จะไปเชื่อมต่อกับกระดูก Ilium และส่วน Inferior Rami จะไปเชื่อมต่อกับ Rami ของ Ischium ในการทำเข้า ICS ถ้าทำไม่ตีขอบเข้าด้านใน (Medial) จะกดบน Rami นี้ทำให้เจ็บปวด

5.1.1.3. กระดูก Ischium เป็นส่วนของกระดูก innominate ที่อยู่ด้านล่างสุด (Inferior) มีปุ่มกระดูกสำคัญขนาดใหญ่คือ Ischial Tuberosity ซึ่งเวลานั่งจะรับน้ำหนักตัว ปุ่มนี้มี Superior Rami ไปเชื่อมกับ Inferior Rami ของกระดูก Pubis ที่ Superior Rami จะเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อ Adductor และกล้ามเนื้อ Hamstring ส่วนด้านหลังจะไปเชื่อมต่อกับกระดูก Ilium และ Pubic เป็นเบ้า Acetabulum Ischial Tuberosity นี้มีความสำคัญมากในการทำเข้ายึดขาเทียมเหนือเข่า เพราะเป็นปุ่มกระดูกที่จะบังคับไม่ให้เบ้าและตอขาเคลื่อนที่เลื่อนไปมา ซึ่งทำให้ทำเดินดีขึ้นและทำให้เบ้าของขาเทียมนี้มีชื่อว่า Ischial Containment Socket

5.1.2 กระดูกก้นกบ (Scrum) มีลักษณะเหมือนนกบ รูปร่างโค้งนูนออกมาทางด้านหลังขอบทั้ง 2 ข้าง (ซ้ายและขวา) ของกระดูกเชื่อมต่อกับกระดูก Ilium ข้างซ้ายและขวาตรงข้อต่อที่เรียกว่า Sacro-Iliac Joint และขอบด้านข้างทั้ง 2 ข้างเป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อ Gluteus Maximus

5.1.3 กระดูกต้นขา (Femur) เป็นกระดูกยาว (Long Bone) ที่ใหญ่ที่สุดและแข็งแรงที่สุด มีส่วนประกอบสำคัญคือ

5.1.3.1 หัวกระดูกฟิเมอร์ (Femoral Head) มีลักษณะกลมอยู่ในเบ้า Acetabulum ประกอบเป็นข้อต่อโพก (Hip Joint)

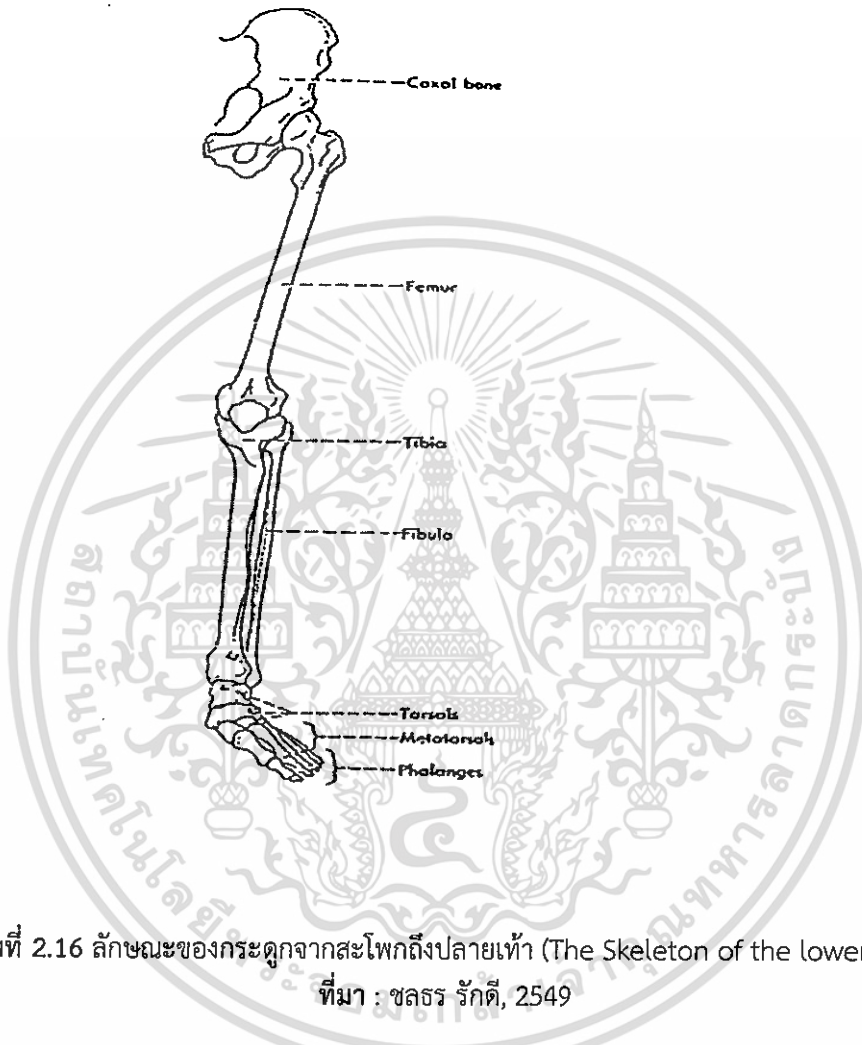
5.1.3.2 Greater Trochanter มีลักษณะเป็นปุ่มกระดูกใหญ่ทางด้านข้าง (Lateral) ของกระดูก Pelvis ในคนผอมจะมองเห็นได้ชัด ปุ่มนี้คล้ายได้ง่าย และเป็นเครื่องหมายที่ร่างกายอุปกรณ์ทุกคนต้องรู้จักด้านใน (Medial aspect) ปุ่มนี้เป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกางขา (Abduct) และหมุน (Rotate) ขาออกด้านนอก (External Rotate) หรือหมุนขาเข้าด้านใน (internal Rotate)

5.1.3.3 Lesser Trochanter เป็นปุ่มกระดูกเล็กที่อยู่ด้านใน (Medial) ใต้คอกระดูก (Femoral Neck) เป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการงอข้อต่อโพก

5.1.3.4 Femoral Shaft คือ ส่วนยาวของกระดูก Femur ทั้งหมดเป็นแกนในของต้นขา (Thigh) ทางด้านหน้าของแกนเป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อ Quadriceps โดยเฉพาะกล้ามเนื้อ Vastus Intermedius

5.1.3.5 Femoral Condyle เป็นส่วนปลายของกระดูก Femur ที่บานออกมีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อที่จะเพิ่มพื้นที่ของข้อเข่า เพราะข้อเข่าต้องรับน้ำหนักตัวและรับแรงที่มาก ปลายของ Femoral Condyle จะเป็นส่วนประกอบของข้อเข่า ดังนั้นจึงมีกระดูกอ่อน (Hyaline Cartilage) คลุมอยู่ Condyle แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สิวใหญ่ที่อยู่ซีกแนวกลางลำตัว เรียกว่า Medial Femoral Condyle และส่วนนอกเรียกว่า Lateral Femoral Condyle ส่วนที่

เหนือ Condyle คือส่วนกระดูกที่เริ่มบานออก เราเรียกว่า Supracondyle ส่วนนี้มีความสำคัญในการทำขาเทียมได้เข้าที่ไม่ต้องใส่สายรัดเหนือเข่า (Supracondyle Suspension Strap) เพราะเราจะแต่งขอบบนของเข่าให้โค้งเข้าไปยึดตรงบริเวณ Supracondyle นี้ เข่าแบบนี้เรียกว่า PTB Supracondyle Suspension Socket



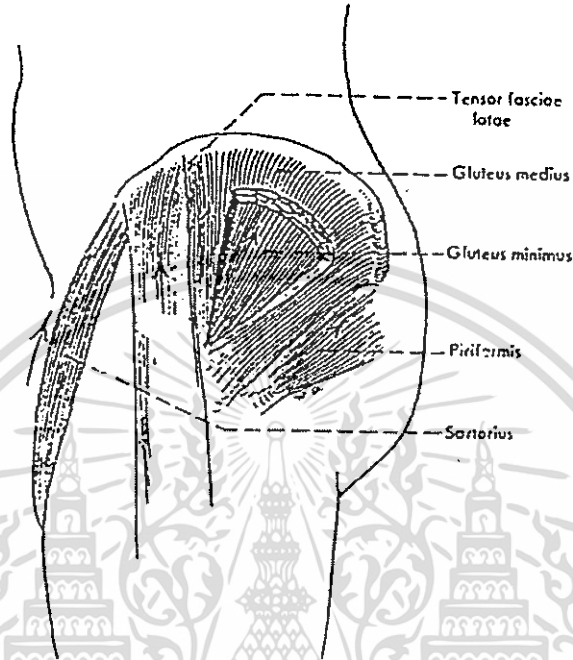
ภาพที่ 2.16 ลักษณะของกระดูกจากสะโพกถึงปลายเท้า (The Skeleton of the lower limb)
ที่มา : ชลธร รัตติ, 2549

5.1.4 กระดูกสะบ้า (Patella) เป็นกระดูกทางด้านหน้าของข้อเข่า แทรกอยู่ระหว่าง Quadriceps Tendon และ Patella Tendon มีประโยชน์ในทางเชิงกลที่ช่วยในการเหยียดข้อเข่า

5.2 กล้ามเนื้อ (Muscle) สิ่งแรกที่ต้องทำความเข้าใจคือ การทำงานของกล้ามเนื้อนั้นจะเป็นการหดตัว และกล้ามเนื้อจะทำงาน (หดตัว) ได้ดีที่สุดเมื่ออยู่ในสภาพความยาวตามธรรมชาติ (Anatomical length) ของมัน ถ้าก่อนที่กล้ามเนื้อจะทำงานมันอยู่ในสภาพความยาวที่สั้นหรือยาวกว่าปกติ กล้ามเนื้อจะทำงานได้ไม่เต็มที่ เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้งานจะบรรยายกล้ามเนื้อตามกลุ่มลักษณะการทำงานได้แก่ Abductors เป็นกล้ามเนื้อกลุ่มที่ใช้ในการกางขา กลุ่มนี้มีความสำคัญมากนอกจากจะใช้กางขาแล้ว ยังเป็นกล้ามเนื้อที่ป้องกันไม่ให้ลำตัวล้มลงไปด้านหลังข้าม เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะเดินลงน้ำหนักข้างซ้าย (Stance Phase) ขาขวาอยเหวี่ยงไปข้างหน้า (Swing Phase) กล้ามเนื้อกลุ่มนี้จะช่วยดึงให้กระดูกเชิงกรานอยู่ในระดับขนานกับพื้นลำตัวจึงไม่ล้มไปทางด้านขวา กล้ามเนื้อเหล่านี้ได้แก่



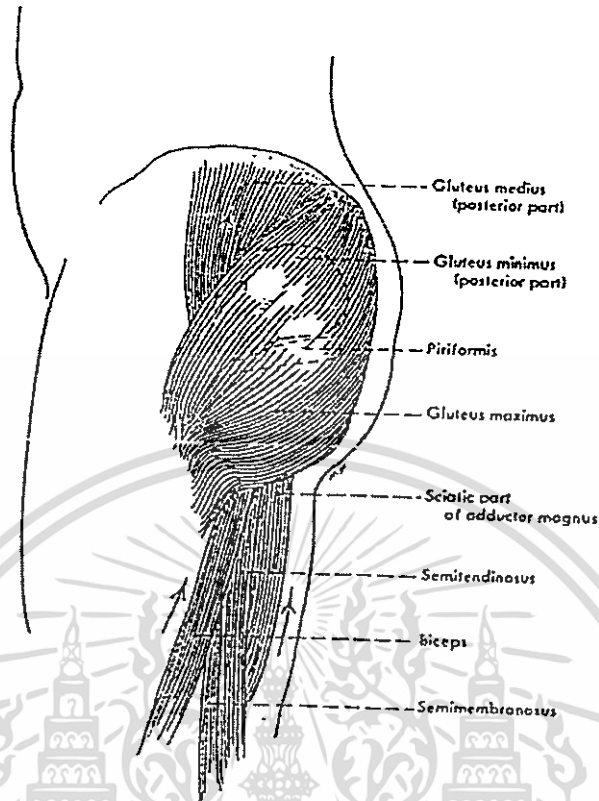
ภาพที่ 2.17 ลักษณะกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกางขา (The Abductors of the Thigh)

ที่มา : ชลธร รักดี, 2549

1. Gluteus Medius และ Gluteus Minimus สองมัดนี้ เกาะที่ผิวด้านนอกของกระดูก Ilium ทั้งหมดทอดออกไปเกาะที่ปลายบนของ Greater Trochanter เมื่อกล้ามเนื้อทำงานก็จะดึงให้ขากางออก (abduct) แต่ถ้าเท้าหรือขายืนบนพื้นรับน้ำหนักตัว กล้ามเนื้อนี้จะดึงรั้งไม่ให้กระดูกเชิงกราน (Pelvis) เอียงไปด้านตรงกันข้าม

2. Tensor Fascia Latae เกาะจากขอบด้านนอกของ Iliac Crest ส่วนหน้าที่เป็นแนวลงมาที่ Iliotibial Band มาเกาะที่ทางด้านนอกของข้อเข่า

Extensors กล้ามเนื้อกลุ่มนี้ทำหน้าที่เหยียด (Extend) ข้อตะโพก หรือคือการดึงกระดูก Femur ไปทางด้านหลัง ถ้าข้างนั้นไม่ได้รับน้ำหนักตัว แต่ถ้าขาและเท้าข้างนั้นรับน้ำหนักตัวก็จะทำให้กระดูก Pelvis หมุนมาทางด้านหลัง เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ตัวล้มไปทางด้านหน้า จึงมีความสำคัญมากเวลาเดิน เพราะจะทำให้ลำตัวยืนตรงตั้งแต่ข้อตะโพกขึ้นมา ถ้ากล้ามเนื้อกลุ่มนี้เสียเราจะเดินเหมือนลิงคือ เดินแบบข้อตะโพกงอ กล้ามเนื้อกลุ่มนี้ได้แก่



ภาพที่ 2.18 ลักษณะกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เหยียด (The Extensors of the Thigh)

ที่มา : ชลธร รักดี, 2549

1. Gluteus Maximus เป็นกล้ามเนื้อขนาดใหญ่จากด้านข้างของกระดูก Sacrum (ก้นกบ) และบางส่วนของ Iliac Crest ที่ Posterior Superior Iliac Spine ไปเกาะที่ Iliotibial Band กระดูก Femur ทางด้านหลัง ขอบล่างของกล้ามเนื้อนี้จะตรงกับ Glutial Fold

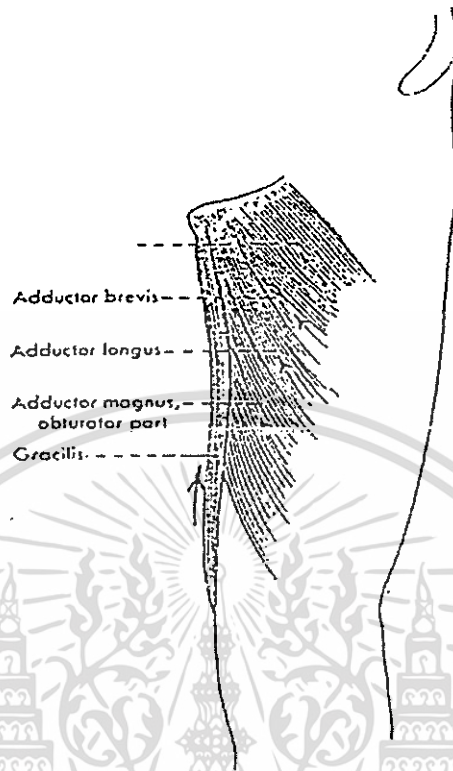
2. Hamstring เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ด้านหลังของต้นขาหรือโคนขา โดยมีจุดต้น (Origin) ที่ Ischial Tuberosity แล้วแยกออกเป็น

2.1 Lateral Hamstring อันประกอบไปด้วย Biceps ซึ่งไปเกาะทางด้านหลังของหัวกระดูก Fibula

2.2 Medial Hamstring ประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อ Semitendinosus และ Semimembranosus จากจุดต้นที่ Ischial Tuberosity ไปเกาะที่ด้านหลังของ Medial Tibial Condyle

3. Adductor Magnus ซึ่งมีจุดเริ่มต้นที่ Ischial Rami ซึ่งอยู่หน้าของ Ischial Tuberosity และไปเกาะที่ Adductor Tubercle เนื่องจากแนวของกล้ามเนื้ออยู่ทางด้านหลังข้อตะโพก (Hip Joint) จึงช่วยทำให้ข้อตะโพกเหยียด แต่ไม่ใช่ตัวหลักในการเหยียดข้อตะโพก

Adductors กล้ามเนื้อกลุ่มนี้ทำหน้าที่หุบ (Adduct) ข้อตะโพกและยังช่วยในการงอ (Flex) ข้อตะโพกและช่วยหมุนข้อตะโพกออก (External rotate) เพื่อให้เกิดความมั่นคงในตอนที่ขาข้างนั้นรับน้ำหนัก (Stance Phase) กล้ามเนื้อกลุ่มนี้ประกอบไปด้วย



ภาพที่ 2.19 ลักษณะกล้ามเนื้อทางด้านหน้าของต้นขาส่วนบน
(The Anteriorly Placed Adductors of the Thigh)

ที่มา : ชลธร รักดี, 2549

1. Adductor Longus จุดต้น (Origin) ที่ Pubic Tubercle ไปเกาะที่ Linea Aspera

2. Adductor Brevis มีจุดต้นที่ Inferior Ramus ของกระดูก Pubis ไปเกาะที่ส่วนต้นของ Linea Aspera

3. Adductor Magnus จุดต้นอยู่ต่ำลงมาอีกคือที่ Inferior Ramus ของกระดูก Pubis และ Upper Ramus ของกระดูก Ischium และ Ischial Tuberosity แผลออกไปเหมือนใบพัดเกาะตลอดแนวความยาวด้านในของกระดูก Femur ไปจนถึง Adductor Tubercle เป็นกล้ามเนื้อที่ใช้ที่สุดในบรรดากล้ามเนื้อที่ใช้ในการหุบขา จึงมีกำลังมาก และเนื่องจากแนวของกล้ามเนื้ออยู่ด้านหลังข้อตะโพกจึงมีหน้าที่ช่วยเหยียดข้อตะโพกด้วย

4. Gracilis มีจุดต้นที่ Inferior Ramus ของกระดูก Pubis และ Superior Ramus ของกระดูก Ischium เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านในสุดของต้นขา มีรูปแบบเรียวยาวไปเกาะที่ผิวด้านใน ส่วนบนของกระดูก Tibia (Medial Surface of Tibia Plateau)

Flexor เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่งอ (Flex) ข้อตะโพก คือดึงให้กระดูก Femur เคลื่อนที่มาข้างหน้า เพราะแนวกล้ามเนื้อที่ออกแรงอยู่ด้านหน้าข้อตะโพก มีความสำคัญใน

การเดินช่วงปลายของ Stance Phase ตอนสั้นเริ่มลอยจากพื้นเพื่อป้องกันไม่ให้ข้อตะโพกเหยียดมากเกินไป (Hyperextension) และดึงกระดูก Femur มาทางด้านหน้า (Flexion) เพื่อเริ่ม Swing Phase กล้ามเนื้อที่สำคัญได้แก่

1. Iliopsoas เป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่มีจุดต้น 2 จุด จุดหนึ่งเกาะที่ผิวด้านในของกระดูก Iliac เราเรียกกล้ามเนื้อส่วนนี้ว่า Iliacus อีกจุดหนึ่งเกาะที่ Transverse Process ของกระดูกเอว (Lumbar Vertebrae) กล้ามเนื้อส่วนนี้เรียกว่า Psoas กล้ามเนื้อ 2 มัดนี้มารวมกันเกาะที่กระดูก Lesser Trochanter โดยทอดผ่านหน้าข้อต่อตะโพก ดังนั้นแนวแรงก็อยู่หน้าข้อต่อตะโพกจึงทำให้กระดูก Femur เคลื่อนที่มาข้างหน้า นั่นคือทำให้ตะโพกงอ

2. Pectineus เป็นกล้ามเนื้อมัดไม่ใหญ่ จุดต้นที่ Superior Ramus ของกระดูก Pubis และไปเกาะที่ใต้ Lesser Trochanter

Knee Extensors กล้ามเนื้อกลุ่มนี้มีความสำคัญมากในการทำขาเทียม สำหรับผู้ป่วยที่ถูกตัดขาได้ข้อเขาเพราะจะช่วยเหยียด (Extend) ข้อเขาป้องกันไม่ให้ข้อเขาพับในขณะที่รับน้ำหนักตัว กล้ามเนื้อนี้ได้แก่

Quadriceps เป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่อยู่ทางด้านหน้าของต้นขา (Thigh) เป็นกลุ่มของกล้ามเนื้อ 4 มัดมารวมกันจึงได้ชื่อรวมว่า Quadriceps กล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดคือ Rectus Femoris, Vastus Laealis และ Vastus Medialis ส่วนปลายของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดจะมารวมกันที่เหนือกระดูกสะบ้าเป็น Quadriceps Tendon และเกาะขอบบน (Upper Border) ของกระดูก Patella และจากกระดูก Patella เป็น Patella Tendon ไปเกาะที่ Tibial Tuberosity

ภาพที่ 2.20 ลักษณะกล้ามเนื้อทางด้านหน้าของต้นขาส่วนบนและกล้ามเนื้อทางด้านหน้าของต้นขาส่วนกลาง (The Anteriorly Placed Adductors of the Thigh)

ที่มา : ชลธร รักดี, 2549

5.3 เส้นเลือดและเส้นประสาท มักจะอยู่และไปด้วยกัน โดยเส้นเลือดนำอาหารและออกซิเจนไปยังเซลล์ส่วนต่างๆของร่างกาย และนำของเสียกลับมายังตับและไต เส้นประสาทนำคำสั่งที่สมองสั่งมายัง Motor Cell ในไขสันหลัง Motor Cell จะออกคำสั่งไปยังกล้ามเนื้อ บังคับให้กล้ามเนื้อทำงานตามต้องการ และยังรับรู้ความรู้สึกจากอวัยวะรับรู้ความรู้สึกที่กระจายอยู่ในผิวหนังและเนื้อเยื่อทั่วไปกลับมายังไขสันหลังเพื่อขึ้นไปแปลผลที่สมอง ในการทำขาเทียมนั้นโดยเฉพาะขาเทียมเนื้อเขาจะต้องรู้จุดที่

เส้นเลือดเส้นประสาทผ่านอยู่ทางด้านหน้าของข้อตะโพกใน Femoral Triangle ตรงบริเวณขาหนีบ ซึ่งเราสามารถคลำชีพจรได้อย่างชัดเจนในการทำเข้าขาเทียมแบบ Quadrilateral Socket ขอบด้านหน้าของเป้าจะเว้าเข้ามาที่จุดนี้ ซึ่งถ้ากดมากเกินไปจะทำให้ขาที่ผิวหนังบริเวณปลายคอขาได้ทางด้านหลังของต้นขาจะมีเส้นประสาทใหญ่ผ่านกึ่งกลางเส้นประสาทนี้ฝังลึกอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อ Hamstring เส้นประสาทเส้นนี้คือ เส้นประสาท Sciatic

ในการตัดขาหรือแขน ถ้าเทคนิคการตัดเส้นประสาทไม่ดี จะทำให้เกิดปมประสาท (Neuroma) อยู่ใต้ผิวหนังซึ่งจะไวต่อแรงกดของเป้าก่อให้เกิดความเจ็บปวดมาก ทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถใส่ขาเทียมได้

6. การเคลื่อนไหวและการทำงานของอวัยวะมนุษย์ขณะเดิน

6.1 ตะโพก ในขณะที่เรายืนน้ำหนักตัวจะผ่านลงมาทางกระดูกก้นกบ ผ่านข้อตะโพก ขาทั้งสองข้างลงไปยังเท้าและไปสู่พื้น แต่ในขณะที่นั่งน้ำหนักจะไม่ผ่านตั้งแต่เข้าไปถึงเท้า

6.2 ข้อตะโพก

6.2.1 การงอข้อตะโพก (Flexion) มี 3 ลักษณะคือ

6.2.1.1 งอโดยยกต้นขามาทางด้านหน้าทำได้ประมาณ 120-135 องศา

6.2.1.2 งอโดยแอ่นลำตัวไปด้านหลัง ทำให้ช่วงล่างแอ่นไปด้านหลัง ซึ่งลักษณะการแอ่นแบบนี้ต้องมีในขาเทียมเช่นกัน

6.2.1.3 งอโดยทั้งสองแบบที่กล่าวมารวมกัน

6.2.2 เหยียด (Extension) จะทำได้ประมาณ 30 องศา

6.2.3 กางขา (Abduction) จะทำได้ประมาณ 45-50 องศา

6.2.4 หุบขาเข้า (Adduction) จะทำได้ประมาณ 20-30 องศา

6.2.5 ปิดขาเข้า (Internal Rotate) จะทำได้ประมาณ 35 องศา

6.2.6 ปิดขาออก (External Rotate) จะทำได้ประมาณ 45 องศา

6.3 ข้อเข่าข้อ

ทำหน้าที่งอและเหยียดขา ซึ่งถ้ามองเผินๆ แล้วทำงานคล้ายข้อศอกแต่จริงๆ ไม่ใช่เพราะข้อศอกเป็นแบบบานพับแท้ (Pure Hinge Joint) ความแตกต่างของ 2 ข้อนี้ถูกค้นพบโดยสองพี่น้องตระกูล Weber ขณะข้อเข่าข้อมากขึ้นนั้น แนวแกนของข้อเข่าจะเปลี่ยนไปเรื่อยๆ เพราะกระดูกต้นขาส่วนล่างไม่ได้โค้งสม่ำเสมอ ซึ่งความจริงทำให้เกิดอุปสรรคยุ่งยากไม่น้อยในการวางข้อขาเทียม เนื่องจากข้อขาเทียมนั้นอยู่คงที่ ไม่สามารถเปลี่ยนแนวแกนของข้อตามการงอของข้อเข่าอย่างในข้อเข่าธรรมชาติ เว้นเสียแต่ว่าจะใช้ข้อเข่าชนิดพิเศษ ที่มีหลายแนวแกน (Polycentric Below Knee Leg Joint) ซึ่งมีน้ำหนักมากกว่า เทอะทะกว่า และราคาแพงกว่า

ข้อเข่านี้ถ้าเปรียบเทียบกับขนาดของกระดูกแล้วถือได้ว่าเป็นข้อที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของร่างกายคนเรา แต่ถ้าพิจารณาเพียงผิวหน้ากระดูกที่มารับเป็นข้อ (Bony Surface) แล้วข้อเข่ากลับเป็นข้อที่อ่อนแอที่สุด เพราะจะหาท่าของข้อเข่าท่าใดที่ผิวกระดูกและข้อมารับกันอย่างเต็มที่แทบไม่มี แต่ธรรมชาติได้ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของข้อเข่าโดยมีเอ็นและพังผืดยึดอยู่โดยรอบ

6.4 ข้อเท้า ทำหน้าที่เหมือนบานพับกระดูกข้อ (Dorsal Flexion) และ (Plantar Flexion) เนื่องจากกระดูกปลายเท้าส่วนหน้ายาวกว่าด้านหลัง ดังนั้นในขณะที่เขย่งปลายเท้า ข้อเท้าจะหลวมกว่าปกติ ถ้าปลายเท้ากระดูกข้อข้อเท้าจะแน่นกว่า มุมการกระดูกข้อเท้าไม่เกิน

90 องศา นอกจากนี้ยังสามารถพลิกไปทางซ้ายและขวา (Inversion and Eversion) ของเท้าขวาและเท้าซ้ายมุมการพลิกของเท้าจะไม่เกิน 20 องศาเข้าหาตัว คุณสมบัติเหล่านี้ถูกพัฒนาได้ในข้อเท้าเทียม 6.5 เท้า เท้าของมนุษย์มีกระดูกถึง 26 ชิ้น ซึ่งเป็นอวัยวะที่ซับซ้อนมาก มีเอ็นและกล้ามเนื้อยึดอยู่มากมาย เท้าจริงจะไม่อ่อนมากและแข็งเกินไป (Semirigid) สามารถปรับตัวได้ทุกสถานการณ์แข็งเมื่อได้รับน้ำหนัก เช่น ยืน วิ่ง เดินไปข้างหน้า แต่จะอ่อนเป็นสปริงเมื่อก้าวเดิน เดินร่าเท้าของคนเรามีข้อต่อมากมายจึงเคลื่อนไหวได้ดี และยังสามารถดูดซับแรงได้เป็นอย่างดี เดินในที่ขรุขระได้ ซึ่งตรงจุดนี้เท้าเทียมส่วนใหญ่ยังทำไม่ได้ ในปัจจุบันเท้าเทียมโดยมากอาศัยเพียงยางและวัสดุจำพวกโฟมมารองรับแรงและการยืดหยุ่นไปหน้าและหลัง

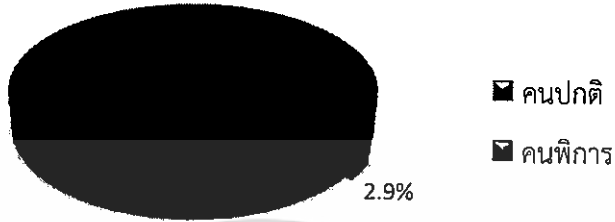
2.2.2 วงจรการเดิน (Walking Cycle)

ผลการสำรวจพบว่าประเทศไทยมีประชากรที่เป็นผู้พิการประมาณ 1.9 ล้านคนหรือคิดเป็นร้อยละ 2.9 ของประชากรทั้งประเทศดังแสดงในภาพ 2.12 และเมื่อพิจารณาผู้พิการจำแนกตามเพศ กลุ่มอายุ เขตการปกครองและภาค พบว่า ผู้หญิงมีร้อยละของผู้พิการมากกว่าผู้ชายเล็กน้อย (ร้อยละ 3.0 และร้อยละ 2.7 ตามลำดับ) ร้อยละของประชากรที่พิการแปรผันตามอายุ โดยในกลุ่มเด็กและเยาวชน (อายุ 0 - 24 ปี) มีร้อยละประชากรที่พิการน้อยที่สุด คือ น้อยกว่าร้อยละ 1.0 ของเด็กและเยาวชนทั้งหมด และร้อยละประชากรที่พิการจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งกลุ่มอายุตั้งแต่ 70 ปีขึ้นไป มีร้อยละประชากรพิการมากที่สุดถึงประมาณหนึ่งในสี่ (ร้อยละ 24.6) (กลุ่มสถิติสังคม, 2550) ในปัจจุบันมีผู้พิการแขนขาขาดเป็นจำนวนมาก จากรายงานการสำรวจคนพิการ พ.ศ. 2544 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรีพบว่า มีผู้พิการมือแขนขาขาด/ตัวนทั้งหมด 50,825 คน คิดเป็นร้อยละ 4.6 ของผู้พิการทั้งหมดดังแสดงในรูป 2.21 หากรวมผู้ที่มีนิ้วมือขาด/ตัวนด้วยจะเพิ่มเป็น 100,505 คน (ร้อยละ 9.1 ของผู้พิการทั้งหมด) และหากรวมผู้ที่มีนิ้วเท้าขาด/ตัวนด้วยจะเพิ่มเป็น 122,042 คน (ร้อยละ 11.1 ของผู้พิการทั้งหมด) โดยสาเหตุของความพิการอาจเป็นจากมืออวัยวะสำคัญที่ช่วยให้การดำรงชีวิตและการดำเนินชีวิตเป็นไปโดยราบรื่นเหมือนคนปกติ นอกจากนี้สังคมและประเทศชาติยังสูญเสียโอกาสที่จะได้แรงงานหรือผลงานดี ๆ จากคนเหล่านี้ด้วย ทั้งที่ถ้าเขาเหล่านี้เป็นปกติความสามารถของเขาต้องมีไม่น้อยกว่าคนอื่นแน่นอน สังคมและประเทศชาติก็จะได้ประโยชน์จากส่วนนั้นเพิ่มขึ้น (จักรพงษ์ พิพิธภักดี, 2552) คนทั่วไปที่มีครอบครัว 32 โดยเฉพาะมีมือมีเท้าครบถ้วน ใช้การได้ตามปกติ ย่อมจะไม่มีวันเข้าใจความเจ็บปวดรวดร้าวในหัวใจของคนที่ขาดอวัยวะเหล่านี้ไป ซึ่งการฟื้นฟูสมรรถภาพผู้พิการกลุ่มนี้จะช่วยให้ผู้พิการเหล่านี้มีระดับความสามารถสูงขึ้นช่วยเหลือตนเองได้ และสามารถดำรงตนอยู่ในสังคมได้อย่างปกติและมีความสุขตามที่สภาพร่างกายและ สังคมจะเอื้ออำนวย และยังสามารถก่อให้เกิดผลผลิตแก่สังคมได้ (ปรุ้ง พวงนิตดา, 2551)

จากสถิติที่รวบรวมได้ คนขาขาดมีร้อยละ 85 คนแขนขาดมีร้อยละ 15 เท่านั้นดังรูป 2.23 เหตุผลของเรื่องนี้ มีหลายประการ เช่น เส้นเลือดที่ไปเลี้ยงขาและเท้า เป็นเส้นเล็ก เพราะต้องนำเลือดจากหลอดเลือดหัวใจเดินทางไปไกล คนที่ตัวสูงก็ไปไกลมาก คนตัวเตี้ยก็ไปไกลน้อย เมื่อเทียบกับเส้นเลือดที่เดินทางจากหัวใจไปยังแขนและมือ ส่วนที่เลยมือลงไปจนถึงปลายนิ้วเท้า คือส่วนที่เส้นเลือดต้องนำเลือดลงไปหล่อเลี้ยงร่างกาย ยาวไกลกว่าแขนและมือ ซึ่งก็เลยจำเป็นต้องเป็นเส้นเลือดเล็กๆถ้าใช้เส้นเลือดใหญ่ก็ไม่สามารถหาเลือดมาใช้ได้เพียงพอ และคงต้องใช้แรงดันเลือดเพิ่มขึ้นอีกมากทีเดียว เมื่อเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงขาและเท้าเป็นเส้นเลือดเล็ก โอกาสที่จะตีบตัน คอเลสเตอรอล

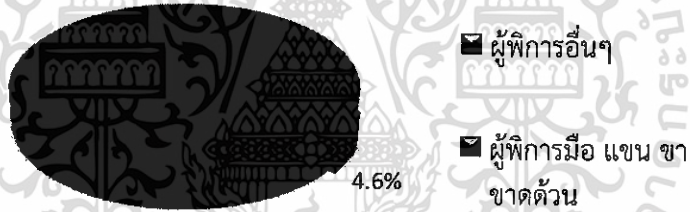
เกาะก็มีมาก เกิดการเสียหายได้ง่าย ขาและเท้าจึงมีความอ่อนแอ เกิดเป็นบาดแผลง่ายและเมื่อเป็นแผลแล้วก็รักษายาก (ปรุง พวงนัลดดา, 2551)

ร้อยละของประชากรที่เป็นผู้พิการในเมืองไทย



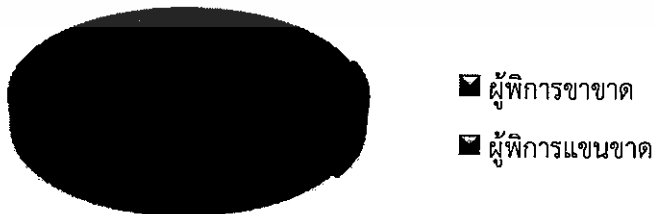
ภาพที่ 2.21 ร้อยละของประชากรที่เป็นผู้พิการในเมืองไทย
ที่มา : กลุ่มสถิติสังคม สำนักงานสถิติแห่งชาติ, พ.ศ. 2550

ร้อยละของผู้พิการมือ แขน ขา ขาดด้วน



ภาพที่ 2.22 ร้อยละของผู้พิการมือ แขน ขา ขาดด้วน
ที่มา : จักรพงษ์ พิพิธภักดี, พ.ศ. 2552

ร้อยละของผู้พิการแขน ขา ขาดด้วน



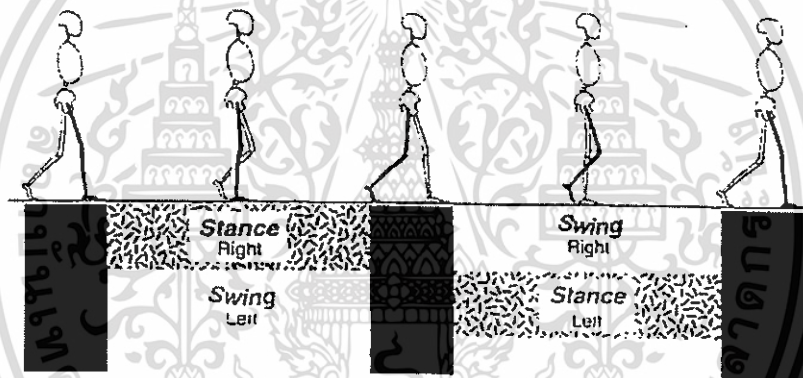
ภาพที่ 2.23 ร้อยละของผู้พิการแขน ขา ขาดด้วน
ที่มา : ปรุง พวงนัลดดา, พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งวงจรการเดินเริ่มจากระยะที่ส้นเท้าข้างหนึ่งแตะพื้น สิ้นสุดลงเมื่อเท้าของข้างนั้นแตะพื้นอีกครั้งหนึ่งจะคิดเป็นระยะทางมีค่าเท่ากับ 100% หนึ่งวงจรการเดินแบ่งได้ 2 ช่วงคือ

2.2.2.1 ช่วงรับน้ำหนัก (Stress Phase) เริ่มจากส้นเท้าแตะพื้น สิ้นสุดลงเมื่อเท้าข้างนั้นพ้นพื้นคิดเป็นระยะทางประมาณ 60% ของวงจรการเดิน ช่วงนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะคือ

1. ระยะส้นเท้าแตะพื้น (Hell Strike) เป็นระยะที่ส้นเท้าของขาข้างนั้นแตะพื้น
2. ระยะวางเท้าราบ (Foot Flat) เป็นระยะสั้นๆหลังจากที่ส้นเท้าแตะพื้นฝ่าเท้าทั้งหมดวางราบกับพื้น
3. ระยะยืนกลาง (Mind Stance) เท้าข้างนั้นจะรับน้ำหนักของร่างกายทั้งหมดในระยะนี้สิ้นสุดลงเมื่อส้นเท้าพ้นพื้น
4. ระยะเท้าถีบ (Push Off หรือ Toe Off) เป็นระยะที่ปลายเท้ากำลังถีบพื้น



ภาพที่ 2.24 ระยะการเดินในช่วงรับน้ำหนักมี 4 จังหวะ
ที่มา : ชลธร รักดี, 2549

2.2.2.2 ช่วงแกว่งขา (Swing Phase) เป็นช่วงที่ขาแกว่งเท้าพ้นพื้น คิดเป็นระยะทางประมาณ 40% ของวงจรการเดิน การเดินช่วงนี้แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ

1. ระยะมีอัตราเร่ง (Acceleration) เป็นระยะของช่วงแกว่งขา ขาจะมีอัตราเร่งเพื่อให้เท้าก้าวต่อไป ระยะนี้ลำตัวจะอยู่หน้าต่อขาที่แกว่ง
2. ระยะแกว่ง (Mid Swing) เป็นระยะที่ขากำลังแกว่งอยู่ในแนวใต้ลำตัว เป็นระยะที่ขาเหวี่ยงมากเพื่อให้เท้าพ้นขึ้นจากพื้น
3. ระยะลดอัตราเร่ง (Deceleration) เป็นระยะที่ขาเคลื่อนไหวมาด้านหน้าต่อลำตัวและมีการลดอัตราเร่งของขาลงโดยกล้ามเนื้อ เพื่อให้ส้นเท้าแตะพื้นระยะนี้ลำตัวจะอยู่หลังต่อขาที่แกว่ง

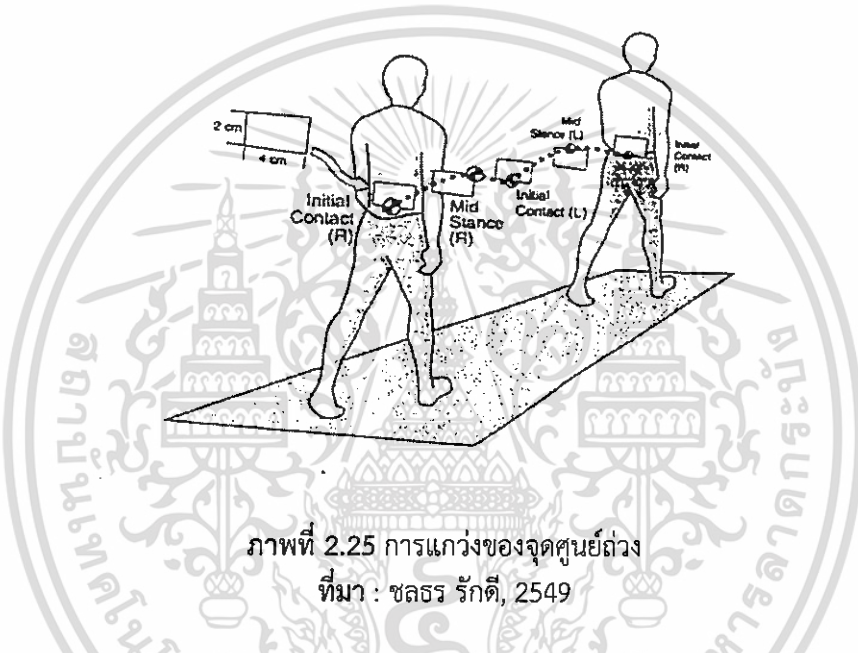
2.2.2.3 ช่วงที่เท้าทั้งสองข้างแตะพื้นพร้อมกัน (Double Support) คิดเป็นระยะทางประมาณ 22% ของวงจรการเดิน เกิดในระยะแยกและระยะหลังของช่วงขาที่รับน้ำหนัก คือ

ขณะที่เท้าของขาหน้ากำลังสัมผัสพื้น และเท้าของขาหลังยังคงสัมผัสพื้นอยู่ เมื่อเดินเร็วขึ้นระยะเวลาที่เท้าทั้ง 2 ข้างแตะพื้นพร้อมกัน จะสั้นลงและหายไปในที่สุดเมื่อเป็นการวิ่ง

ลักษณะทั่วไปของการเดินปกติ จะประกอบไปด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. แขนทั้ง 2 ข้างจะแกว่งสลับกัน และแกว่งไปพร้อมกับขาด้านตรงข้าม โดยมีระยะการแกว่งที่เท่ากัน

2. การเคลื่อนที่ของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายในแนวตั้ง ขณะเดินปกติ จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายจะเปลี่ยนไปจากขณะยืนปกติ โดยจะเคลื่อนที่ขึ้นจุดสูงสุดเมื่อขาอยู่ในระยะยืนกลางประมาณ 1 นิ้ว จะเคลื่อนที่ลงต่ำสุดในช่วงที่ขาทั้ง 2 ข้างรับน้ำหนักประมาณ 1 นิ้ว รวมเป็นระยะการเคลื่อนไหวของจุดศูนย์ถ่วงในแนวตั้ง 2 นิ้ว

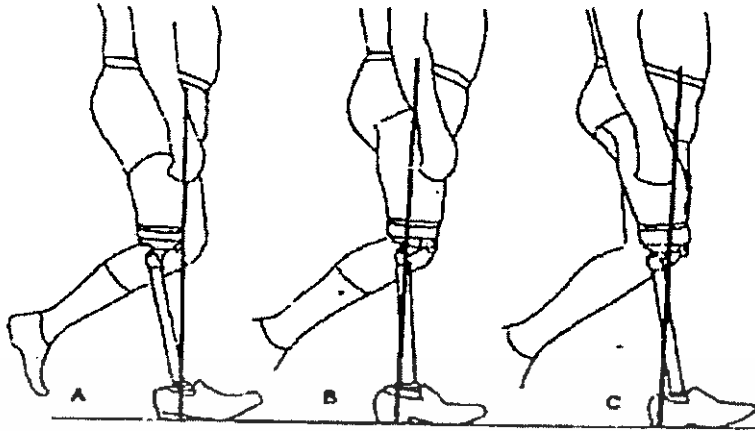


ภาพที่ 2.25 การแกว่งของจุดศูนย์ถ่วง
ที่มา : ชลธร รัตติ, 2549

3. การเคลื่อนที่ของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายไปด้านข้างการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์ถ่วงนี้จะเกิดขึ้นขณะมีการเปลี่ยนมารับน้ำหนัก โดยที่จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายปกติจะเลื่อนไปด้านที่ขารับน้ำหนักประมาณ 1 นิ้ว รวมเป็นระยะการเคลื่อนที่ทั้งหมด 2 นิ้ว

4. การลดระดับของกระดูกเชิงกรานไปด้านขาที่แกว่ง การลดระดับของกระดูกเชิงกรานนี้จะเกิดรอบข้อต่อโพกข้างขาที่รับน้ำหนัก โดยกระดูกเชิงกรานจะลดระดับลงมาทำมุมประมาณ 5 องศา กับแนวราบ

5. การหมุนกระดูกเชิงกรานไปด้านหน้าแนวราบตั้ง กระดูกเชิงกรานด้านที่ขากำลังแกว่งจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าประมาณ 4 องศา โดยใช้ข้อต่อโพกของขาที่รับน้ำหนักเป็นจุดหมุนและจะเคลื่อนที่ไปด้านหลัง 4 องศาเช่นกัน



ภาพที่ 2.26 แสดงถึงน้ำหนักของร่างกายที่กระทำต่อขาเทียม
ที่มา : ชลธร รัตติ, 2549

6. การงอเข้าในช่วงที่ขาจับน้ำหนัก ข้อเข้าจะงอตลอดเวลาของการเดิน ช่วงนี้ยกเว้นขณะที่ ส้นเท้าแตะพื้นเท่านั้น เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายในแนวตั้งมากเกินไป

7. ความกว้างของฐานการเดิน เป็นระยะระหว่างจุดกึ่งกลางของส้นเท้าข้างหนึ่งไปยังจุด กึ่งกลางของส้นเท้าอีกข้างหนึ่งในคนปกติมีค่าประมาณ 2-4 นิ้ว คนไทยในเพศชายมีค่าเฉลี่ย 7.9 ซม. เพศหญิงเฉลี่ย 6.7 ซม.






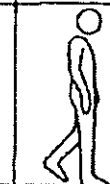


8. ความยาวของการเดิน เป็นความยาวของก้าว ระหว่างส้นเท้าของขาข้างหนึ่งกับส้นของขา อีกข้างหนึ่ง ค่าประมาณ 15 นิ้ว เพศชาย 62.5 ซม. เพศหญิง 59.2 ซม.

9. จำนวนก้าวในเวลาที่กำหนด (Cadence) ในคนที่เดินช้ามีจำนวน 70 ก้าวใน 1 นาที แต่คน เดินเร็ว 130 ก้าวใน 1 นาที การเดินปกติมีค่าประมาณ 110-115 ก้าวใน 1 นาที คนไทย เพศชาย- หญิง ค่าเฉลี่ย 106 ก้าว

การวิเคราะห์การเดิน

ในที่นี้จะวิเคราะห์ในระนาบหน้าหลัง (Sagittal Plane) เท่านั้นโดยจะวิเคราะห์เกี่ยวกับ คิเนแมติกส์ (Kinematics) ของข้อต่อขา และคิเนติกส์ (Kinetics) ของร่างกายกล้ามเนื้อ ซึ่งจะแบ่งเป็น 3 ระยะคือ

1. ระยะส้นเท้าแตะถึงพื้นระยะกลาง (Heel Strike to Mid Stance)
2. ระยะยืนกลางถึงระยะถีบเท้าหรือระยะปลายเท้าพื้นพื้น (Mid Stance Push Off or Toe Off)
3. ระยะแกว่ง (Swing Phase)

Single support			Double support		Single support		Double support
							
Initial swing	Midswing	Terminal swing	Initial contact	Loading response	Midstance	Terminal stance	Pre-swing

ภาพที่ 2.27 การเดินในช่วงที่ขารับน้ำหนักจากระยะสั้นเท้าถึงระยะยืนกลางในแนวราบ
ที่มา : ชลธร รัตติ, 2549

1. การวิเคราะห์การเดินจากระยะสั้นเท้าและพื้นถึงระยะกลาง

การเดินในช่วงที่ขารับน้ำหนักจากระยะสั้นเท้าถึงระยะยืนกลางในแนวราบต่างกันข้อเข้า-การวิเคราะห์คิเนแมติกส์(Kinematics) ก่อนที่สั้นเท้าจะแตะพื้นแล้วจะเริ่มมีการ งอข้อเข้าไปจนถึงระยะวางเท้าวางราบกับพื้น ข้อเข้าจะงอประมาณ 20 องศา แต่ในระยะยืนกลางข้อ เข้าจะงอเพียง 15 องศาข้อเท้า-ขณะที่สั้นเท้าแตะพื้น ข้อเท้าจะอยู่ในท่ากลางระหว่างการ กระดกปลายเท้าขึ้น กับ การเหยียดปลายเท้าลง ต่อมาจะมีการเหยียดปลายเท้าลง จนกระทั่งฝ่าเท้าวางราบกับพื้น ในระยะนี้ ปลายเท้าจะเหยียดลงประมาณ 15 องศา จากนั้นขาที่อนล่างจะเคลื่อนมา ด้านหน้าจนถึงระยะยืน กลาง ซึ่งทำให้ข้อเข้ากระดกขึ้นประมาณ 2-3 องศา

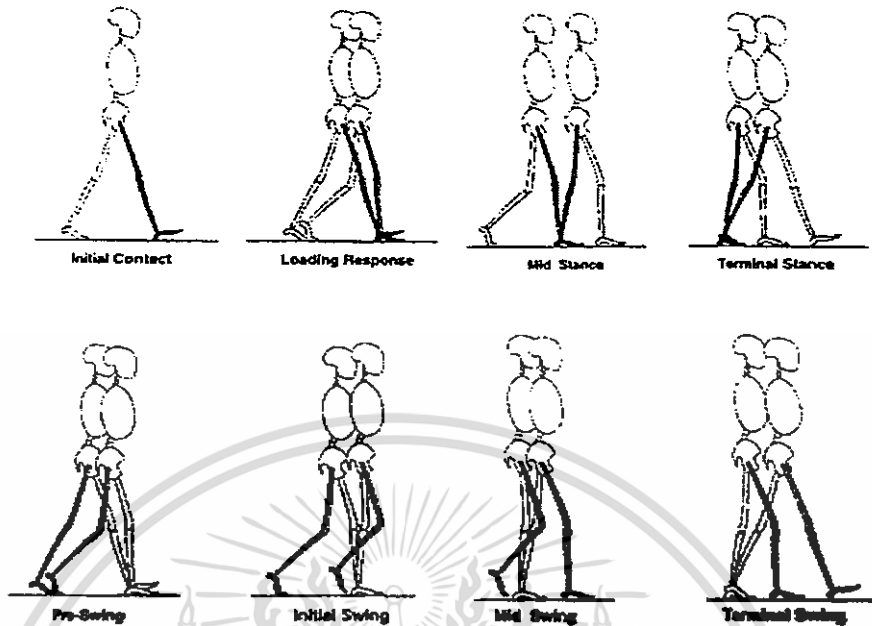
การวิเคราะห์การเดินจากระยะกลางจนถึงระยะปลายเท้าพื้นข้อเข้า-การวิเคราะห์ทางคิเนติกส์ (Kinetics) ในระยะยืนกลางข้อเข้าจะงอประมาณ 15 องศาหลังจากระยะนี้ไปข้อเข้าจะเหยียดมากขึ้น จนถึงก่อน ระยะสั้นเท้าพื้นพื้น ข้อเข้าจะงอเพียง 4 องศา และจากระยะสั้นเท้าพื้นพื้นจนถึงระยะปลายเท้าพื้นพื้นข้อเข้าจะเริ่ม งอมากขึ้นจนถึง 40 องศา การวิเคราะห์ทางคิเนติกส์ (Kinetics) ในระยะยืนกลางผลของ แรงกระทำจากพื้นจะผ่านหลัง ต่อข้อเข้า ทำให้เกิดการงอเข้า

ข้อเท้า-จะกระดกขึ้นประมาณ 3 องศา และก่อนสั้นเท้าพื้นพื้นจะกระดกขึ้นประมาณ 15 องศา จากระยะนี้ถึงระยะเท้าพื้นพื้นข้อเท้าจะค่อยๆเหยียดลงประมาณ 20 องศา

การวิเคราะห์ท่าเดินในช่วงแกว่งขา

ข้อเข้า-ระยะแรกของการแกว่งขาจะเกิดอัตราเร่งที่เกิดจากการถีบปลายเท้าในระยะ Push Off กล้ามเนื้อ Quadriceps ที่ทำงานแบบเหยียดออกในช่วงก่อนถีบปลายเท้านั้นก็เพื่อป้องกันการยกสั้นเท้ามากเกินไป ระยะต่อมากล้ามเนื้อมัดนี้ทำงานแบบหดสั้น เพื่อแกว่งขาที่อนล่างไปด้านหน้าตลอดระยะแกว่งขา ข้อเข้า จะงอโดยกล้ามเนื้อในการงอเข้าจะทำงานแบบหดสั้นจะงอ มากที่สุดในระยะขาแกว่งกลาง มีค่าประมาณ 65 องศาในช่วงหลังระยะการแกว่งขาจะมีอัตราเร็วลง โดยการทำงานของกล้ามเนื้อHamstrings จะช่วยให้สั้นเท้าแตะพื้นอีก

ข้อเท้า-กล้ามเนื้อจะทำงานหดสั้นตลอดเวลาเพื่อหดยาสั้นขึ้นและทำให้ปลายเท้าพื้นพื้น ก่อนที่ขาจะแกว่งไปได้



ภาพที่ 2.28 การเดินในช่วงเหยียดขาในแนวราบต่างๆกัน
ที่มา : ชลธร รัตติ, 2549

2.2.3 ความหมายและประเภทของความพิการ

2.2.3.1 ความหมายของความพิการ

ความพิการ หมายถึง บุคคลซึ่งมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือเข้าไปมีส่วนร่วมทางสังคม เนื่องจากมีความบกพร่องทางการเห็น การได้ยิน การเคลื่อนไหว การสื่อสาร จิตใจ อารมณ์ พฤติกรรม สติปัญญา การเรียนรู้ หรือความบกพร่องอื่นใด ประกอบกับมีอุปสรรคในด้านต่างๆ และมีความจำเป็นเป็นพิเศษที่จะต้องได้รับความช่วยเหลือด้านหนึ่งด้านใด เพื่อให้สามารถปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือเข้าไปมีส่วนร่วมทางสังคมได้อย่างบุคคลทั่วไป ทั้งนี้ ตามประเภทและหลักเกณฑ์ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ประกาศกำหนด (กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์, ประเภทและหลักเกณฑ์ความพิการ, พ.ศ. 2552)

2.2.3.2 ประเภทและหลักเกณฑ์ความพิการ

ซึ่งได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ ๒๙ พฤษภาคม ๒๕๕๒ เล่ม ๑๒๖ ตอนพิเศษ ๗๗ ง กำหนดประเภทความพิการไว้ ๖ ประเภท ตามหลักเกณฑ์ ดังนี้

1. ความพิการทางการเห็น ได้แก่

1.1 ตาบอด หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องในการเห็น เมื่อตรวจวัดการเห็นของสายตาข้างที่ดีกว่าเมื่อใช้แว่นสายตาธรรมดาแล้ว อยู่ในระดับแยกกว่า ๓ ส่วน ๖๐ เมตร (๓/๖๐) หรือ ๒๐ ส่วน ๔๐๐ ฟุต (๒๐/๔๐๐) ลงมาจนกระทั่งมองไม่เห็นแม้แต่แสงสว่าง หรือมีลานสายตาแคบกว่า ๑๐ องศา

1.2 ตาเห็นเลือนราง หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องในการเห็นเมื่อตรวจวัดการเห็นของสายตาข้างที่ตีกว่า เมื่อใช้แว่นสายตาธรรมดาแล้ว อยู่ในระดับตั้งแต่ ๓ ส่วน ๖๐ เมตร (๓/๖๐) หรือ ๒๐ ส่วน ๔๐๐ ฟุต (๒๐/๔๐๐) ไปจนถึงแยกกว่า ๖ ส่วน ๑๘ เมตร (๖/๑๘) หรือ ๒๐ ส่วน ๗๐ ฟุต (๒๐/๗๐) หรือมีลานสายตาแคบกว่า ๓๐ องศา

2. ความพิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมาย ได้แก่

2.1 หูหนวก หมายถึง การที่บุคคล การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องในการได้ยินจนไม่สามารถรับข้อมูลผ่านทางทางการได้ยิน เมื่อตรวจการได้ยิน โดยใช้คลื่นความถี่ที่ ๕๐๐ เฮิรตซ์ ๑,๐๐๐ เฮิรตซ์ และ ๒,๐๐๐ เฮิรตซ์ ในหูข้างที่ได้ยินดีกว่าจะสูญเสียการได้ยินที่ความดังของเสียง ๙๐ เดซิเบลขึ้นไป

2.2 หูตึง หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องในการได้ยิน เมื่อตรวจวัดการได้ยิน โดยใช้คลื่นความถี่ที่ ๕๐๐ เฮิรตซ์ ๑,๐๐๐ เฮิรตซ์ และ ๒,๐๐๐ เฮิรตซ์ ในหูข้างที่ได้ยินดีกว่าจะสูญเสียการได้ยินที่ความดังของเสียงน้อยกว่า ๙๐ เดซิเบลลงมาจนถึง ๔๐ เดซิเบล

2.3 ความพิการทางการสื่อความหมาย หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องทางการสื่อความหมาย เช่น พูดไม่ได้ พูดหรือฟังแล้วผู้อื่นไม่เข้าใจ เป็นต้น

3. ความพิการทางการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกาย ได้แก่

3.1 ความพิการทางการเคลื่อนไหว หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องหรือการสูญเสียความสามารถของอวัยวะในการเคลื่อนไหว ได้แก่ มือ เท้า แขน ขา อาจมาจากสาเหตุอัมพาต แขน ขา อ่อนแรง แขน ขาขาด หรือภาวะเจ็บป่วยเรื้อรังจนมีผลกระทบต่อการทำงานมือ เท้า แขน ขา

3.2 ความพิการทางร่างกาย หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องหรือความผิดปกติของศีรษะ ใบหน้า ลำตัว และภาพลักษณ์ภายนอกของร่างกายที่เห็นได้อย่างชัดเจน

4. ความพิการทางจิตใจหรือพฤติกรรม หรือออทิสติก ได้แก่

4.1 ความพิการทางจิตใจหรือพฤติกรรม หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากความบกพร่องหรือความผิดปกติทางจิตใจหรือสมองในส่วนของการรับรู้ อารมณ์ หรือความคิด

4.2 ความพิการทางออทิสติก หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากความ

บกพร่องทางพัฒนาการด้านสังคม ภาษาและการสื่อความหมาย พฤติกรรมและอารมณ์ โดยมีสาเหตุมาจากความผิดปกติของสมอง และความผิดปกติที่นั้นแสดงก่อนอายุ ๒ ปีครึ่ง ทั้งนี้ให้รวมถึงการวินิจฉัยกลุ่มออทิสติกสเปกตรัมอื่น ๆ

5. ความพิการทางสติปัญญา ได้แก่ การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีพัฒนาการช้ากว่าปกติ หรือมีระดับเชาวน์ปัญญาต่ำกว่าบุคคลทั่วไป โดยความผิดปกติที่นั้นแสดงก่อนอายุ ๑๘ ปี

6. ความพิการทางการเรียนรู้ ได้แก่ การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคมโดยเฉพาะด้านการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผลมาจากความบกพร่องทางสมอง ทำให้เกิดความบกพร่องในด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ หรือกระบวนการเรียนรู้พื้นฐานอื่นในระดับความสามารถที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามช่วงอายุและระดับสติปัญญา

2.2.4 ประเภทของความพิการทางขา

ความพิการทางการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกาย ได้แก่

3.1 ความพิการทางการเคลื่อนไหว หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องหรือการสูญเสียความสามารถของอวัยวะในการเคลื่อนไหว ได้แก่ มือ เท้า แขน ขา อาจมาจากสาเหตุอัมพาต แขน ขา อ่อนแรง แขน ขาขาด หรือภาวะเจ็บป่วยเรื้อรังจนมีผลกระทบต่อการทำงานมือ เท้า แขน ขา

3.2 ความพิการทางร่างกาย หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องหรือความผิดปกติของศีรษะ ใบหน้า ลำตัว และภาพลักษณ์ภายนอกของร่างกายที่เห็นได้อย่างชัดเจน

2.2.5 ขาเทียม (Lower Extremities Protheses)

ขาเทียม คือ อุปกรณ์ที่ถูกออกแบบ ประดิษฐ์ ผลิต ดัดแปลง แก้ไข ซ่อมแซม และสร้างขึ้นเพื่อใช้ช่วยเหลือในการเคลื่อนไหวของร่างกาย ทั้งนี้สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย โดยอาศัยทักษะฝีมือและความเชี่ยวชาญชำนาญเฉพาะบุคคลค่อนข้างสูง (ร่วมกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องวัสดุศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และเรื่องวิทยาศาสตร์การแพทย์ด้านกายวิภาคประยุกต์ ด้านชีวกลศาสตร์และการเคลื่อนไหวประยุกต์พอสมควร)

ขาเทียม จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.2.6.1 ขาเทียมที่ใช้ในระดับเหนือเข่า

ผู้ใส่ขาเทียมในระดับเหนือเข่า การทำงานจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าชนิดใต้เข่า การเดินอาจจะต้องใช้ไม้เท้าช่วย ทั้งนี้เพราะไม่สามารถควบคุมบริเวณข้อเข่าได้เหมือนข้อเข่าจริง

2.2.6.2 ขาเทียมที่ใช้ในระดับใต้เข่า

ผู้ใส่ขาเทียมระดับใต้เข่าจะสามารถเดินได้ดีกว่าพวกที่ใช้ขาเทียมในระดับเหนือเข่า ซึ่งถ้าหากไม่สังเกตจะไม่ทราบเลยว่าผู้นั้นใส่ขาเทียมอยู่ ผู้ใส่ขาเทียมในระดับใต้เข่า

ส่วนมากจะสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้เหมือนคนปกติ เช่น การเดิน การเล่นกีฬาเบาๆ และการขับรถ

2.2.6 ส่วนประกอบของขาเทียม

ส่วนประกอบของขาเทียม จะแบ่งออกเป็นสองส่วนดังนี้

2.2.6.1 ส่วนที่ลงน้ำหนัก ส่วนนี้จะทำรูปร่างคล้ายกับขาส่วนที่ขาด ซึ่งมักทำด้วยพลาสติกและไม้ ส่วนบนจะมีลักษณะเป็นเท้าเพื่อสวมเข้ากับขาส่วนที่ขาด (Stump) คล้ายกับการใส่รองเท้าส่วนนี้จะมีความสำคัญมากเพราะต้องทำให้พอดี และจะต้องสามารถกระจายน้ำหนักจากส่วนปลายของขาข้างที่ขาดไปยังส่วนอื่น ถ้าทำไม่ได้น้ำหนักของร่างกายจะตกไปที่จุดหนึ่งจุดใด ส่วนตรงข้อเท้าที่ใช้นั้นมักจะทำเพียงแกนเดียวซึ่งเพียงพอในการเดินสำหรับขาเทียมในระดับเหนือเข่า ส่วนที่สำคัญที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับบริเวณข้อเข่าซึ่งมีความสำคัญในการเดินและการนั่ง ดังนั้น การงอและเหยียดข้อเข่าของขาเทียมนี้จึงมีความสำคัญมาก มีการสร้างข้อเข่าให้มีประสิทธิภาพการใช้งานแตกต่างกันหลายชนิดตามความสะดวกในการใช้ และมีราคาแตกต่างกันออกไป แบบทั่วไปก็จะใช้แรงเหยียดในขณะเดินเพื่อบังคับข้อให้เหยียดบางชนิดก็ใช้มีอบังคับบางชนิดก็ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้าไปเพื่อช่วยในการเดินเหมือนธรรมชาติมากที่สุด

2.2.6.2 ส่วนที่ยึดติดกับร่างกาย ส่วนที่ยึดขาเทียมให้ติดกับร่างกายนั้นส่วนมากจะมีลักษณะเป็นสายรัดเพื่อยึดขาเทียมเข้ากับส่วนของร่างกาย ในการใส่ขาเทียมให้มีประสิทธิภาพนั้นจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายองค์ประกอบ เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของผู้ใส่ ความพอดีของขาที่ใส่เข้าไป รูปร่างของตอขา (Stump) ในบางคนเมื่อใช้ขาเทียมไปแล้วไม่ได้ออกกำลังบริหารขาอย่างสม่ำเสมอก็อาจจะทำให้หลวมได้ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการสวมถุงที่ตอขาหลายๆชั้น แต่ถ้าหลวมมากก็ต้องนำขาเทียมไปปรับปรุงแก้ไข หรือในรายที่ใช้แล้วเจ็บก็จะต้องปรับปรุงแก้ไขเช่นกัน สำหรับผู้ที่ใช้ขาเทียมนั้นจะต้องบริหารกล้ามเนื้อขาอย่างสม่ำเสมอ เพราะผู้ที่มีกล้ามเนื้อขาที่แข็งแรงจะทำให้การเดินมีประสิทธิภาพ

2.2.7 วัสดุในการผลิตขาเทียม

2.2.7.1 อลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบาโลหะผสมของอลูมิเนียมบางอย่างมีความโปร่ง เช่น เหล็กเหนียวธรรมดา และมีคุณสมบัติในการคัดโค้ง เป็นอย่างดี ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่างๆ ในสถานะปกติ ไม่มีเกลือ และเป็นสารพิษปรากฏอยู่ อลูมิเนียมบริสุทธิ์เป็นสารละลายที่นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดีนั้นนอกจากนั้นอลูมิเนียมเป็นโลหะที่ไม่มีประกายไฟและไม่มีสีนำแผ่นเหล็กเช่นกัน

อลูมิเนียมสามารถทำเป็นรูปร่างต่างๆได้ เช่น เป็นแผ่น เส้น พรอยด์ได้โดยวิธีการหล่อ รีด ขึ้นรูป ปั้น ดึง นอกจากนี้ยังสามารถขึ้นรูปด้วยค้อน ดีด้วยความร้อน มีคุณสมบัติการกลึงตกแต่งได้ง่าย แต่การใช้ความเร็วในการกลึงแต่งเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของการทำชิ้นส่วนอลูมิเนียม ฉะนั้นต้องเลือกความเร็วในการกลึงแต่งให้ถูกต้อง

อลูมิเนียมบริสุทธิ์หลอมละลายที่อุณหภูมิ 1220 ฟาเรนไฮต์ อลูมิเนียมผสมมีจุดหลอมละลายที่ระหว่าง 900-1220 ฟาเรนไฮต์ อลูมิเนียมผสมเป็นอลูมิเนียมที่มีส่วนผสมของสารอื่นส่วนผสมที่ผสมลงไปมีส่วนทำให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติเปลี่ยนไป ในเรื่องความแข็งแรง การอดทนต่อการรับน้ำหนัก สารที่นิยมผสมลงไปได้แก่ ซิลิกอน แมกนีเซียม ทองแดง แมงกานีส

อลูมิเนียมอัลลอยด์ ในปัจจุบันมีอยู่หลายร้อยชนิด แต่ที่นิยมนำมาใช้ทำชิ้นส่วน ผลิตภัณฑ์ในเมืองไทยมีอยู่ไม่กี่ชนิด แต่ละชนิดใช้ในงานที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ ที่ต้องการสำหรับงานนั้นๆ

1) คุณสมบัติของอลูมิเนียม

1.1) ข้อดีของอลูมิเนียม

1.1.1) น้ำหนักเบามาก (1/3 เท่าของเหล็ก)

1.1.2) ไม่เป็นสนิม

1.1.3) ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี

1.1.4) หาซื้อได้ง่าย

1.1.5) ขึ้นรูปได้ง่าย

1.1.6) เมื่อชุบสีแล้วจะเพิ่มความแข็งแรงขึ้นมาก

1.1.7) เป็นตัวนำไฟฟ้า

1.1.8) เป็นโลหะที่ไม่มีพิษต่อร่างกายมนุษย์

1.1.9) อายุการใช้งานพอประมาณ

1.1.10) การบำรุงรักษาง่าย

1.2) ข้อเสียของอลูมิเนียม

1.2.1) เกิดรอยขีดข่วนได้ง่าย

1.2.2) รับน้ำหนักได้ไม่ค่อยดี

2.2.7.2 เอทิลีนไวนิลอะซิเตตหรืออีวีเอ (ethylene vinyl acetate-EVA)

เอทิลีนไวนิล Acetate เป็นพอลิเอทิลีนของอะซิเตตและไวนิล น้ำหนัก ร้อยละไวนิลอะซิเตตมักจะแตกต่างกันไป 10-40% กับเอทิลีนเป็นส่วนที่เหลือ

EVA ยังใช้ในการประยุกต์ใช้วิศวกรรมชีวการแพทย์เป็นอุปกรณ์นำส่งยา โพลีเมอร์จะละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ (เช่นคลอโรฟอร์มอีทิลีน) ยามงและบรรจุ (โดยปกติน้ำตาล เฉื่อย) มีการเพิ่มเพื่อแก้ปัญหาสภาพคล่องและผสมอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนผสมของยาเสพติดฟิลเลอร์เมอร์เป็นแล้วโยนลงในแม่พิมพ์ที่ -80 องศาและแช่แข็งจนกว่าจะแห้ง แข็ง อุปกรณ์เหล่านี้ใช้ในการวิจัยเพื่อการส่งมอบยาเสพติดค่อยๆปล่อยสารในช่วงเวลา ในขณะที่ลิเมอร์จะไม่ย่อยสลายได้ภายในร่างกายก็จะเฉื่อยมากและเป็นสาเหตุของการเกิดปฏิกิริยาน้อยหรือไม่มี การฝังดังต่อไปนี้

EVA เป็นหนึ่งในวัสดุที่รู้จักกันแพร่หลายเป็น ยางขยาย หรือ ยางโฟม โฟม EVA ใช้เป็นช่องว่างในอุปกรณ์สำหรับการเล่นกีฬาต่างๆเช่นรองเท้าสกี, ฮอกกี้, มวย, ศิลปะการต่อสู้ผสม, รองเท้า Wakeboard, รองเท้า waterski และทุบประมง มันจะใช้มักจะเป็นใช้คัพในรองเท้ากีฬาตัวอย่างเช่น นอกจากนี้เนื่องจากของการพองของ EVA ได้ทำทางลงผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่แบบดั้งเดิมเช่นแว่นตาลอย นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมพลังแสงอาทิตย์พลังเป็นวัสดุห่อหุ้มเซลล์ซิลิคอนในการผลิตของโมดูลไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ รองเท้า EVA และรองเท้าแตะในปัจจุบันที่นิยมมาก เพราะจากคุณสมบัติเช่นน้ำหนักเบาถ่ายต่อการแม่พิมพ์, กลิ่น, เป็นเงา, และราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับยางธรรมชาติ

EVA เป็นโคโพลิเมอร์โพลีไวนิล (PVAc) acetate อยู่บนพื้นฐานของไวนิลอะซิเตท (VAM) plastized ภายในกับไวนิลอะซิเตท ethylene (VAE) PVAc copolymer เป็นกาวที่ใช้ในบรรจุภัณฑ์สิ่งทอ, การทำปกหนังสือสำหรับพันธะฟิล์มพลาสติก, โลหะ, กระดาษเคลือบเป็นโพลิเมอร์ชนิดหนึ่งได้จากการทำโพลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization) ของสารเอทิลีนโมโนเมอร์ (ethylene monomer) กับสารไวนิลอะซิเตดโมโนเมอร์ (vinyl acetate monomer-VAM)

อีวีเอได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมหลายแขนง อาทิ การบรรจุหีบห่อ พื้นรองเท้า ของเล่นเด็กฉนวนหุ้มกันไฟฟ้า อุปกรณ์การแพทย์ที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง เป็นต้น

1) Ethylene Vinyl Acetate (EVA)

1.1) ข้อดีของ EVA

- 1.1.1) มีความนุ่ม
 - 1.1.2) ยืดหยุ่น โค้งงอได้ดี
 - 1.1.3) น้ำหนักเบา
 - 1.1.4) ทนทาน
 - 1.1.5) ทนต่อแรงกระแทก
 - 1.1.6) ทำความสะอาดง่าย
 - 1.1.7) สามารถบีบเป็นลวดลายต่างๆ ได้ด้วยระบบ Hot Press และ Cold Press
 - 1.1.8) สามารถนำไปแปรรูปเป็นสินค้าเพื่อเพิ่มมูลค่า และนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆได้หลากหลาย
 - 1.1.9) ขึ้นรูปได้ง่าย
 - 1.1.10) มีความคงทนต่ออุณหภูมิและสภาพแวดล้อมได้ดี
 - 1.1.11) การทนต่อรังสียูวี EVA
 - 1.1.12) มีกลิ่นน้อยหรือไม่มีเลย
- #### 1.2) ข้อเสีย EVA
- 1.2.1) สำหรับการใช้งานภายนอก สีจะซีดก่อนที่วัสดุจะเสื่อมคุณภาพ และไม่สามารถเติมกลิ่นหอมได้

2.2.8 การออกแบบกลไกขาเทียม

ในการออกแบบข้อเข้าเทียมและข้อเข้าเทียมนั้น เราจะคำนึงถึงรูปแบบของการเคลื่อนที่ของระบบต่อโยงเป็นสำคัญ ซึ่งระบบจะต้องสามารถเคลื่อนที่ได้ คล้ายคลึงกับองศาของการเดินตามธรรมชาติ และเมื่อได้แบบจำลองการทำงานระบบต่อโยงแล้ว ก็ต้องพิจารณาถึงรูปร่างของชิ้นส่วนใช้งานจริงด้วย สำหรับข้อเข้าเทียมในท้องตลาดเป็นระบบต่อโยงแบบ 4 ชั้น (4 Bar-Linkage) ซึ่งใช้ชิ้นส่วนไม่มาก และสามารถเคลื่อนที่ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด

สำหรับข้อเข้านั้น เราจะใช้ชั้นต่อโยง 2 ชั้น มีจุดหมุน 1 จุด เรียกได้ว่าเป็นเท้าเทียมแบบแกนเดี่ยว อาจจะเคลื่อนที่ในแนวพับงอขึ้นลง เพื่อให้ฝ่าเท้าสามารถสัมผัสกับพื้นได้ดีช่วยในการทรงตัวได้ดีและทำให้เกิดความนุ่มนวลสบายเท้า

การออกแบบข้อเข้าเทียมและข้อเท้าเทียมของเรานั้นต้องการให้มีความง่ายในการสร้างชิ้นงานจริง เราจึงพยายามออกแบบให้ข้อเท้าและข้อเข้ามีการเคลื่อนที่ที่สัมพันธ์ โดยจะใช้ผลการวิเคราะห์การเดิน และ Diagram การเดินเป็นตัวกำหนดองศาการเคลื่อนที่

2.8.1.1 ระบบต่อโยงแบบ 4 ชั้น (Four-Bar Linkage)

ระบบต่อโยงแบบ 4 ชั้น เป็นระบบต่อโยงแบบพื้นฐานและง่ายต่อการวิเคราะห์รูปแบบของการเคลื่อนที่ซึ่งระบบต่อโยงแบบ 4 ชั้นนั้น สามารถเลือกชั้นต่อโยงที่อยู่กับที่ (Fix Link) ได้ คือ มีการเปลี่ยนแปลงชั้นต่อโยงอยู่กับที่หรือ Inversion นั้น ทำให้การเคลื่อนที่ของชั้นต่อโยงเปลี่ยนแปลงไป ในระบบต่อโยง 4 ชั้น จะมีชั้นต่อโยงทั้งหมด 4 ชั้น จึงสามารถเปลี่ยนแปลงชั้นที่อยู่กับที่ได้ 4 แบบ

การวิเคราะห์และออกแบบระบบต่อโยงอาจแบ่งได้ 2 วิธี คือ

1. วิธีเชิงกราฟ (Graphical Method) ซึ่งวิธีนี้เราจะใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของแบบจำลองกลไกการทำงาน (Kinematics Diagram) เพื่อให้เห็นการเคลื่อนที่ของกลไก และความเป็นไปได้เมื่อนำมาสร้างเป็นงานจริง

2. วิธีเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Method) เราจะใช้ในการวิเคราะห์หามุมที่สัมพันธ์กันขณะชั้นต่อโยงกำลังเคลื่อนที่ เพื่อประโยชน์ในการคำนวณหาแรงที่กระทำภายในชั้นต่อโยง ดังนั้นในขั้นตอนแรกเราจะต้องใช้วิธีเชิงกราฟออกแบบแบบจำลองกลไกการทำงานก่อน โดยจะต้องกำหนดเงื่อนไขการทำงานก่อนว่าเราจะให้การเคลื่อนที่ของชั้นต่อโยงด้านรับงูเคลื่อนที่เป็นมุมเท่าไรและชั้นต่อโยงด้านส่งจะเคลื่อนที่เป็นมุมเท่าไร

2.8.1.2 การใช้วิธีการทางกราฟิกออกแบบกลไกข้อเข้าเทียม

โดยปกติเราต้องการให้ข้อเข้าเทียมสามารถพับงอได้มากๆ ซึ่งนั่นหมายถึงว่าชั้นต่อโยงด้านรับจะต้องเคลื่อนที่แบบ Crank เพราะจะได้มีมุมงอมากๆ แต่ก็ได้ไม่ได้หมายความว่า จะต้องหมุนได้รอบ เพียงแต่ความต้องการให้มีมุมงอมากๆ แต่ก็ได้ไม่ได้หมายความว่า จะต้องหมุนได้รอบเดียว เพียงแต่ความต้องการให้มีมุมงอมากๆ ส่วนชั้นต่อโยงด้านส่งนั้นเราจะใช้เป็นส่วนของสปริงเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่กลับเมื่อสปริงส่งแรงดันกลับมาหรืออาจจะมองชั้นส่วนต่อโยงด้านส่งให้ทำหน้าที่เป็นชั้นต่อโยงด้านรับในขณะเดียวกัน เพราะฉะนั้นมุมของชั้นต่อโยงด้านส่งจึงควรจะน้อยเพื่อให้ระยะยืดหดของสปริงน้อย เพื่อป้องกันการดุ้ง (Buckling) ของสปริง

ในส่วนที่เป็นจุดหมุนของชั้นต่อโยงด้านรับนั้นเปรียบเสมือนจุดหมุนของหัวเข่าหากแต่จุดหมุนของหัวเข่าจริงนั้นจะมีการเปลี่ยนตำแหน่งได้เพื่อทำให้ความยาวของขาเปลี่ยนแปลง

2.2.9 การฝึกใช้ขาเทียม

นงนุช จิรวีรกุล (2541:82-112) กล่าวว่า กรฝึกให้ผู้ป่วยสามารถใช้ขาเทียมเป็นกระบวนการสำคัญอันหนึ่งในการผลิตกายอุปกรณ์เทียม เพราะจะทำให้ผู้ป่วยสามารถสวมใส่ และใช้เดินหรือใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นายช่างอาจมีความสามารถในการผลิตขาเทียมได้ดีแต่หากขาดการฝึกให้ผู้ป่วยรู้จักใช้ให้ถูกวิธี ขาเทียมนั้นก็คงไม่มีประสิทธิภาพดีเท่ากับคุณภาพที่ผลิตได้

ควรฝึกให้ผู้ป่วยมีความสามารถใช้ขาเทียมครอบคลุม 14 หัวข้อดังนี้

- 2.2.9.1 การใส่ (Apply)
- 2.2.9.2 การฝึกทรงตัว (Balance)
- 2.2.9.3 การย่ำเท้าและเดินอยู่กับที่ (Marking Time and Walking in Place)
- 2.2.9.4 ก้าวเดินพร้อมถ่ายน้ำหนัก (Weight Shifting-in-Step Position)
- 2.2.9.5 ก้าวเดินสลับขา (Swing 3 Through 3 Alternate Limb)
- 2.2.9.6 ฝึกร่วมการถ่ายน้ำหนักและก้าวเดิน (Combined Shift and Swing)
- 2.2.9.7 ฝึกการทรงตัว (Balance Recovery)
- 2.2.9.8 เดินไปข้างหน้า (Forward Walking)
- 2.2.9.9 การนั่งเก้าอี้ (Sitting in a Chair)
- 2.2.9.10 การลุกจากเก้าอี้ (Rising from Chair)
- 2.2.9.11 การขึ้นบันได (Ascending Stairs)
- 2.2.9.12 การลงบันได (Descending Stairs)
- 2.2.9.13 การลงนั่งกับพื้น (Sitting on Floor)
- 2.2.9.14 การลุกจากพื้น (Rising from Floor)

2.2.9.1 การใส่ (Apply)

การสอนให้ผู้ป่วยใส่ขาเทียมได้ถูกต้องจะช่วยให้กล้ามเนื้อหรือปุ่มกระดูกอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องของขาเทียมที่นายช่างได้จัดทำไว้ จะช่วยให้ผู้ป่วยรู้สึกสบายใจ ไม่เจ็บและสามารถใช้ขาเทียมได้ดี

1. อุปกรณ์ที่ช่วยในการใส่ มีดังนี้

- 1.1 แแถบผ้า จะยึดหรือไม่ก็ได้ ควรมีความกว้าง 2-6 เซนติเมตร ยาวประมาณ 75 เซนติเมตร ความยาวควรพิจารณาให้เหมาะสมกับความยาวของตอขา
- 1.2 แป้งฝุ่นทาทัว (Talcum Powder)
- 1.3 ราวฝึกเดิน (Parallel Bar)
- 1.4 เก้าอี้ (Chair)

2. ขั้นตอนการใส่ มีดังนี้

2.1 ทาแป้งและพันตอขา ให้ผู้ป่วยนั่งหรือยืน ทาแป้งฝุ่นทาทัวบางๆให้ทั่วตอขา ไม่ควรทาแป้งหนาเกินไป เนื่องจากแป้งอาจไปอุดตันवालได้ ต่อจากนั้นพันตอขาด้วยแถบผ้าให้เหลือปลายที่ปลายตอขายาวประมาณ 30 เซนติเมตร เพื่อใช้ในการดึง

2.2 ปลดवाल จากขาเทียมด้วยนิ้วมือ

2.3 ใส่ปลายแถบผ้า ผ่านรูवालและใส่ต่อลงในเท้า

2.4 ใส่ต่อขาลงในเท้า ขั้นตอนนี้มักให้ผู้ป่วยยืน วางเท้าของขาเทียมให้อยู่หน้าตอขาปกติ มักให้สันเท้าของฝ่าเท้าเทียมอยู่ระดับเดียวกับนิ้วเท้าของขาปกติ

2.5 จัดตอขาก่อนดึง ให้วางมือที่อยู่ด้านเดียวกับตอขาไว้ด้านหน้าของเท้า บริเวณเหนือหัวเข่าและออกแรงกดไปทางด้านหลัง เพื่อป้องกันการงอของข้อเข่า ซึ่งจะช่วยให้ผู้ป่วยล้มได้และอีกมือหนึ่งดึงปลายแถบผ้าจนรู้สึกว่าจะดึง

2.6 จัดส่วนของหัวกระดูก สะโพก กล้ามเนื้อและเส้นเอ็น โดยเฉพาะ บริเวณขาหนีบให้เข้าที่

2.7 การดึงแถบผ้า เพื่อให้ต่อขาหลังสู่เป้าได้ดีใช้เทคนิคการบีบตอขาโดยการงอและเหยียดเข้าข้างปกติพร้อมๆกับการดึงแถบผ้า จะช่วยให้เกิดแรงดันให้ต่อขาหลังเข้าได้ง่ายขึ้น

2.8 ขยับเนื้อหรือผิวหนังบริเวณขอบของเป้า

2.9 ใส่วาล์วกลับเข้าที่เดิม



ภาพที่ 2.29 แสดงการดึงปลายแถบผ้าผ่านรูวาล์วและมือดันที่ด้านหน้าของขาเทียมเพื่อช่วยเข้าตั้ง (Extend Knee)

ที่มา : นงนุช จิรวีร์กุล, 2541

2.2.9.2 การฝึกทรงตัว (Balance)

1. การลงน้ำหนัก และการทรงตัว (Weight-Bearing and Balancing)

1.1 ให้ผู้ป่วยยืนในราวคู่นาน และมีกระจกอยู่ด้านหน้า

1.2 ยืนแยกขา ให้ขอบในของเท้าห่างกันประมาณ 10-15 เซนติเมตร

แนะนำให้ผู้ป่วยยืนตัวตรง และลงน้ำหนักที่ 2 ข้าง เท่าๆกัน

1.3 ฝึกให้ยืนตัวตรง และลงน้ำหนักที่ขา 2 ข้างเท่าๆกัน จนผู้ป่วยรู้สึก

คุ้นเคยกับการทรงตัว

2. การถ่ายเทน้ำหนักตัวด้านข้าง (Weight Shifting Side to Side)

2.1 ยืนตัวตรง ลงน้ำหนักขาสองข้างเท่าๆกัน

2.2 ถ่ายน้ำหนักตัวมาทางด้านขาเทียม โดยเข้าตรง และเท้าอยู่ติดพื้น

ทั้งสองเท้า ถ่ายน้ำหนักจากบริเวณสะโพก มีไขเอียงตัว ควรให้ระดับไหล่และกระดูกเชิงกรานอยู่ในแนวระนาบเสมอ

2.3 ถ่ายน้ำหนักสู่ข้างปกติ แล้วทำซ้ำหลายๆครั้งเพื่อให้คุ้นเคยการถ่ายเทน้ำหนักด้านข้าง ทำอย่างนุ่มนวลช้าๆ

3. การถ่ายเทน้ำหนักตัว หน้า-หลัง (Weight Shifting Forward and Backward)

3.1 ยืนตัวตรง ลงน้ำหนักขาสองข้างเท่าๆกัน

3.2 ถ่ายเทน้ำหนักไปที่ด้านหน้าของเท้า (Fore Feet) โดยไม่ย่อเข่าหรือสะโพกแล้วกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น

3.3 ถ่ายเทน้ำหนักไปที่ส้นเท้า (Heel) โดยไม่ย่อเข่าหรือสะโพกเช่นกันแล้วกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น

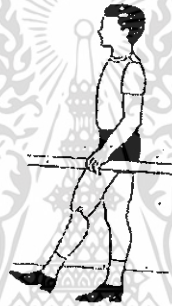
4. แกว่งขาหน้า-หลัง (Forward and Back Ward Swing)

4.1 เริ่มต้นด้วยการยืนตัวตรง ลงน้ำหนักขาเท่ากันทั้งสองข้าง

4.2 ถ่ายเทน้ำหนักมาที่ขาข้างปกติ ยืนทรงตัวด้วยขาข้างปกติเพียงข้างเดียวแกว่ง (Swing) ขาที่ใส่ขาเทียมไปด้านหน้า-หลัง ทำซ้ำพอประมาณ

4.3 กลับสู่ท่าเริ่มต้น คือ ยืนตรง ลงน้ำหนักขาเท่ากันสองข้างต่อจากนั้นถ่ายน้ำหนักมาที่ขาเทียม ยืนทรงตัวด้วยขาเทียม แล้วแกว่ง (Swing) ขาปกติไปด้านหน้า-หลัง

4.4 ทำซ้ำ (4.1, 4.2, 4.3) สลับกันไปมา



ภาพที่ 2.30 แสดงการแกว่งขาไปหน้า-หลัง (Forward and Backward Swing)

ที่มา : นงนุช จิรวีรกุล, 2541

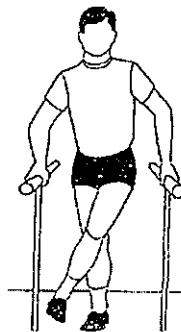
5. การฝึกหุบ-กางขา (Abduction and Adduction)

5.1 เริ่มต้นด้วยการยืนตัวตรง ลงน้ำหนักขาเท่ากันทั้งสองข้าง

5.2 แกว่ง (Swing) ขาเทียมมาด้านขาปกติ ผ่านหน้าต่อขาปกติ แล้วแกว่งกลับไปด้านขาเทียม

5.3 แกว่งขาเทียมต่อ แต่แกว่งเป็นรูปวงกลม (Circular Movement)

5.4 สลับยืนลงน้ำหนักตัวด้วยขาเทียม แล้วแกว่งขาปกติ



ภาพที่ 2.31 แสดงการหุบ-กาง ขา (Abduction and Adduction)

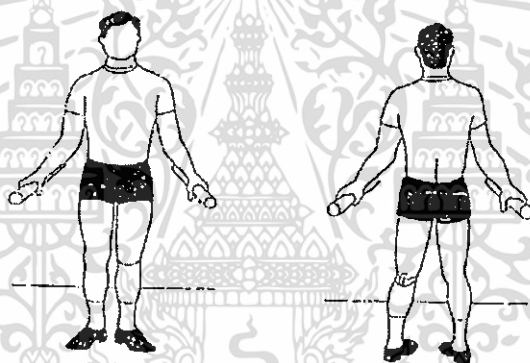
ที่มา : นงนุช จิรวีรกุล, 2541

6. หมุนขาบนสันเท้า (Pivot on Heel)

- 6.1 ยืนตัวตรง ลงน้ำหนักขาสองข้างเท่ากัน
- 6.2 ถ่ายน้ำหนักไปยังสันเท้าทั้งสองข้าง
- 6.3 หมุนปลายเท้าออกด้านนอก แล้วกลับที่เดิม
- 6.4 หมุนปลายเท้าเข้าด้านใน แล้วกลับที่เดิม

7. หมุนขาบน ปลายเท้า (Pivot on Toe)

- 7.1 ยืนตัวตรง ลงน้ำหนักขาสองข้างเท่ากัน
- 7.2 ถ่ายน้ำหนักไปที่ปลายเท้าทั้งสอง
- 7.3 หมุนปิดสันเท้าออกนอก แล้วกลับที่เดิม
- 7.4 หมุนปิดสันเท้าเข้าในแล้วกลับที่เดิม



ภาพที่ 2.32 แสดงการหมุนเท้าเข้า-ออก (Heel In, Heel Out)

ที่มา : นงนุช จิรวีรกุล, 2541

2.2.9.3 การย่ำเท้าและเดินอยู่กับที่ (Marking Time and Walking in Place)

เป็นขั้นตอนเริ่มต้นที่สำคัญที่จะฝึกให้ผู้ป่วยก้าวเดินได้ถูกต้อง หลักการควรเน้นให้ผู้ป่วย งอตะโพก (Flex Hip), งอเข่า (Flex Knee), เหยียดตะโพก (Extend Hip), เหยียดเข่า (Extend Knee)

เพื่อให้มีการก้าวเดินใกล้เคียงกับธรรมชาติ ซึ่งจะช่วยให้ใช้พลังงานในการเดินน้อยลงท่าทางในการเดินที่ใกล้เคียงปกติ หากไม่ฝึกซ้อมในการที่นำเสนอ แล้วปล่อยให้ผู้ป่วยเดินแบบเหวี่ยงขา (Swing) จะทำให้ผู้ป่วยเดินโดยท่าทางการเดินผิดปกติ และทำให้เหนื่อยเนื่องจากต้องใช้พลังงานมาก ท่าเดินที่ผิดปกติต่อไปก็จะทำให้ผู้ป่วยมีปัญหา หลังคดและกล้ามเนื้อบริเวณตะโพกและต้นขาลีบเล็กตามมา

1. เริ่มต้นด้วยท่ายืน ยืนตัวตรง ลงน้ำหนักขาทั้งสองข้างเท่ากัน ต่อจากนั้นจะฝึกด้วยการฝึกงอเข่าของขาทั้งสองข้างสลับกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ถ่ายน้ำหนักมาที่ขาข้างปกติ พยายามงอข้อเข่าของขาเทียม (Flex Knee) โดยออกแรงที่ปลายตอขาต้นมาข้างหน้า พร้อมการงอตะโพก (Flex Hip) เข่าของขาเทียมจะเริ่มงอให้ข้อเพียงเล็กน้อย ให้ส้นเท้าพ้นพื้น แต่ปลายเท้ายังติดพื้น (เปิดส้นเท้า)

3. ย่ำเท้ากลับ โดยการเหยียดเข่าของขาเทียม (Extend Knee) โดยออกแรงที่ปลายตอขาต้นมาข้างหลังพร้อมกับออกแรง เหยียดตะโพก (Extend Hip) โดยการเกร็งกล้ามเนื้อบริเวณก้น (Hip Extensor)

4. ต่อมา บังคับให้ข้อเข่าเหยียดตลอดเวลา โดยการเหยียดตะโพก และถ่ายน้ำหนักมาที่ขาเทียม ทรงตัวด้วยขาเทียม จากนั้นค่อยๆงอเข่าขาปกติ เช่นเดียวกันคือเพียงส้นเท้าพ้นพื้น แต่ปลายเท้ายังติดพื้นอยู่

5. เหยียดหัวเข่า ขาปกติ กลับสู่ท่ายืน ลงน้ำหนักขาสองข้างเท่ากันแล้วฝึก ย่ำเท้าสลับขาเช่นนี้

6. ต่อจากย่ำเท้าแล้วให้ฝึกก้าวเดิน ขั้นตอนทำเช่นเดียวกันแต่ขอให้งอเข่างอตะโพกให้มากขึ้นจนเท้าสูงลอยพ้นจากพื้น ประมาณ 2.5 เซนติเมตร



ภาพที่ 2.33 แสดงการฝึกย่ำเท้า และก้าวเท้าอยู่กับที่ (Marking Time and Walking in Place) ที่มา : นงนุช จิรวีรกุล, 2541

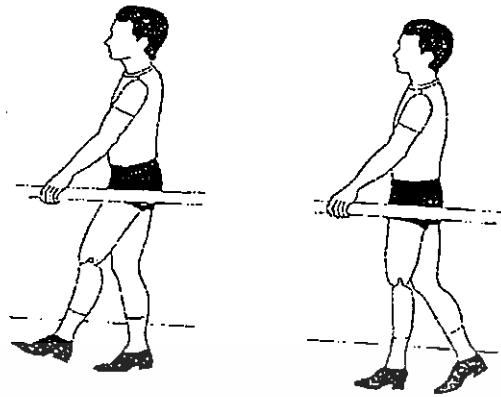
2.2.9.4 ก้าวเดินพร้อมถ่ายน้ำหนัก (Weight Shifting-in-Step Position)

1. ยืนให้ส้นเท้าของขาเทียม อยู่หน้าต่อเท้าปกติ ประมาณ 5-10 เซนติเมตร

2. ถ่ายน้ำหนักมาด้านหน้าที่ขาเทียม โดยการเคลื่อนย้ายกระดูกเชิงกรานมาด้านหน้าพร้อมกับเหยียดข้อตะโพก (Extend Hip) เพื่อช่วยให้ข้อเข่าเหยียดตึง (Extend Knee) ขณะถ่ายน้ำหนักมาด้านหน้า งอเข่าของขาปกติได้เล็กน้อยก็จะทำให้เกิดการก้าวเดิน และถ่ายน้ำหนักมาที่ขาเทียมที่อยู่ด้านหน้า

3. ถ่ายน้ำหนักกลับ โดยยกเท้าเทียมกลับที่ท่าเริ่มต้น

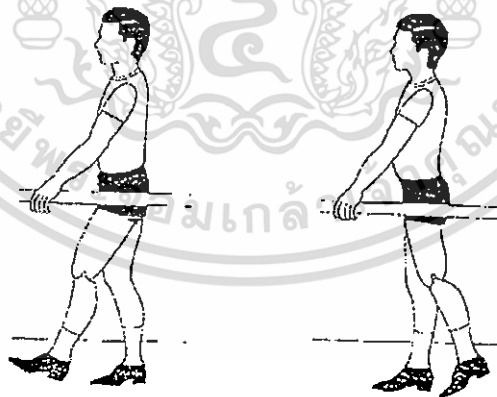
4. ทำซ้ำ (ทำซ้ำ 4.1-4.3) โดยยืนบนขาเทียม แล้วก้าวเท้าออกไปด้านหน้า งอเข่าของขาเทียมเล็กน้อย ใช้นิ้วเท้าของขาเทียมติดพื้นตลอดเวลา



ภาพที่ 2.34 แสดงการก้าวเดินพร้อมถ่ายน้ำหนัก (Weight Shifting-in-Step Position)
ที่มา : นงนุช จิรวีรกุล, 2541

2.2.9.5 ก้าวเดินสลับขา (Swing 3 Through 3 Alternate Limb)

1. ยืนให้ส้นเท้าของขาเทียมอยู่หน้าต่อเท้าปกติ 5-10 เซนติเมตร
2. ฝึกการเดินโดยถ่ายน้ำหนักไปที่ขาเทียม เท้าข้าง (Swing) ขาข้างปกติ มาอยู่หน้าต่อขาเทียม
3. ถ่ายน้ำหนักมาที่ขาปกติ
4. กลับสู่ท่าเริ่มต้น
5. ทำซ้ำ (ข้อ 5.1-5.4) แต่ให้ขาดีอยู่หน้าต่อขาเทียม ควรให้ผู้ป่วยองคตะโพก (Flex Hip) เพื่อช่วยเหวี่ยงขาเทียมไปอยู่หน้าต่อขาดี เพื่อให้เกิดการก้าว



ภาพที่ 2.35 แสดงการก้าวเดินสลับขา (Swing 3 Through 3 Alternate Limb)
ที่มา : นงนุช จิรวีรกุล, 2541

2.2.9.6 ฝึกกรรมการถ่ายเทน้ำหนักและก้าวเดิน (Combined Shift and Swing)

1. ให้ขาเทียมอยู่หน้าต่อขาดี ประมาณ 5-10 เซนติเมตร ถ่ายเทน้ำหนักไปด้านหน้าขาเทียม แล้วถ่ายเทน้ำหนักกลับที่ขาดี แล้วถ่ายเทน้ำหนักกลับไปขาเทียมอีก พร้อมกับก้าวขาดีไปข้างหน้า

2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1. แต่เริ่มต้นที่ขาปกติ อยู่หน้าต่อขาเทียม

2.2.9.7 ฝึกการทรงตัว (Balance Recovery)

1. ยืนให้ขาเทียมอยู่หน้าต่อขาปกติ 10-15 เซนติเมตร
2. ฝึกการทรงตัว โดยพยายามถ่ายเทน้ำหนักไปที่ด้านหน้าขาเทียม จนสั่นเท้าอยู่สูงจากพื้นจนเกือบจะเสียสมดุล แล้วรีบถ่ายเทน้ำหนักกลับมาด้านหน้า

3. ทำเช่นเดียวกับข้อ 7.2 แต่ครั้งนี้ขณะที่จะเสียสมดุลให้รีบก้าวเท้าปกติไปด้านหน้า

2.2.9.8 เดินไปข้างหน้า (Forward Walking)

ฝึกก้าวเดินไปข้างหน้าในราวฝึกเดิน พยายามก้าวเดินขาเทียมและงอเข้า

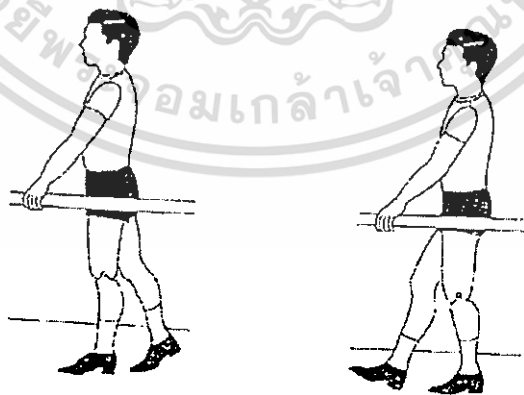
1. ยืนลงน้ำหนักที่ขาทั้งสองข้างเท่ากัน แยกเท้าห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร

2. ถ่ายเทน้ำหนักตัวไปด้านหน้า จ้ากระทั่งกำลังจะเสียสมดุลแล้วก้าวเท้าปกติออกไปรับน้ำหนักด้านหน้า

3. ถ่ายเทน้ำหนักตัวลงที่ขาปกติ ต่อจากนั้นเริ่มงอเข้าของขาเทียมและแกว่งขาเทียมมาวางหน้าต่อขาปกติ พยายามให้เคลื่อนไหวเป็นจังหวะนุ่มนวล

4. ถ่ายเทน้ำหนักมาที่ขาเทียม และแกว่งขาข้างปกติมาด้านหน้าต่อขาเทียมอีก เมื่อส้นเท้าของขาปกติสัมผัสพื้น ก็ถ่ายน้ำหนักมาที่ขาข้างปกติ เริ่มงอเข้าของขาเทียมแล้วแกว่งขาเทียมมาวางหน้าต่อขาปกติ

5. ทำสลับกันจะทำให้เกิดการก้าวเดินไปข้างหน้า



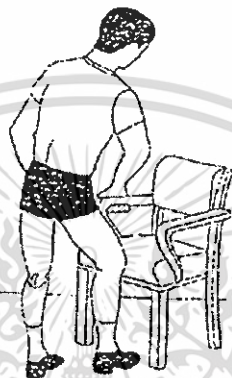
ภาพที่ 2.36 แสดงการเดินไปข้างหน้า (Forward Walking)

ที่มา : นงนุช จิรวีรกุล, 2541

2.2.9.9 การนั่งเก้าอี้ (Sitting in a Chair)

ควรใช้เก้าอี้ฝึกที่มีที่วางแขน และวางให้นั่งพืงพืงกับก้ำแพง

1. หันหน้าเข้าหาเก้าอี้ ก้าวเท้าปกติเข้าหาเก้าอี้ และขาเทียมอยู่หลังต่อขาปกติเล็กน้อย
2. ค่อยๆ หมุนตัว โดยถ่ายทอดน้ำหนักตัวมาที่ขาปกติ และหมุนออกมาที่วงนอกและหมุนขาเทียมออกมาที่วงนอกของเก้าอี้ จนหันหลังให้เก้าอี้
3. แล้วจึงค่อยทรุดตัวลงนั่ง

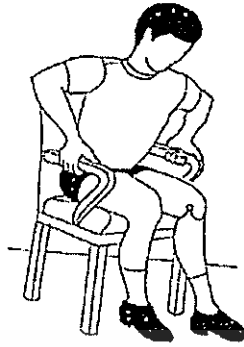


ภาพที่ 2.37 แสดงการนั่งเก้าอี้ (Sitting in a Chair)

ที่มา : นงนุช จิรวีรกุล, 2541

2.2.9.10 การลุกจากเก้าอี้ (Rising from Chair)

1. วางเท้าเท้าปกติให้อยู่ชิดเก้าอี้ วางเท้าขาเทียมอยู่หน้าต่อเท้าปกติ
2. มือสามารถนำมาใช้ในการพยุงตัวลุกขึ้น โดยสามารถวางที่
 - 2.1 หน้าขาของขาปกติ
 - 2.2 ที่วางแขนของเก้าอี้
3. โน้มตัวมาข้างหน้าในระดับเอว แล้วยันตัวลุกขึ้นโดยเหยียบสะโพกและเข่าของขาปกติ พร้อมกับออกแรงยันที่มือทั้งสองข้าง
4. เมื่อยืนขึ้นแล้วจึงถ่ายน้ำหนักมาที่ขาเทียม แล้วก้าวมาข้างหน้าด้วยขาปกติ



ภาพที่ 2.38 แสดงการลุกจากเก้าอี้ (Rising from Chair)

ที่มา : นงนุช จิรวีรกุล, 2541

2.2.9.11 การขึ้นบันได (Ascending Stairs)

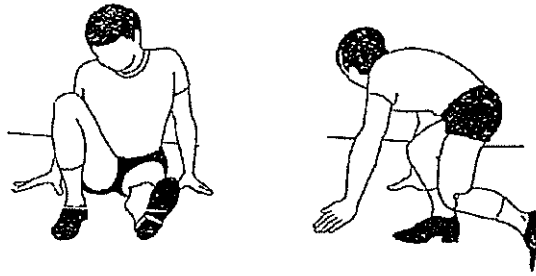
- แรก
1. ก้าวขึ้นบันไดก้าวแรกด้วยขาข้างปกติ วางเท้าข้างปกติบนบันไดขั้น
 2. เหยียดตะโพก และเหยียดเข่าของขาปกติ (Extend Hip and Knee) เพื่อช่วยยกตัวขึ้น และนำขาเทียมมาวางบนขั้นบันได
 3. ก้าวต่อไปทำลักษณะเดียวกับข้อ 1.1, 1.2 โดยก้าวขาที่ดีนำ

ภาพที่ 2.39 แสดงการขึ้นบันได (Ascending Stairs)

ที่มา : นงนุช จิรวีรกุล, 2541

2.2.9.12 การลงบันได (Descending Stairs)

- การเริ่มฝีกลงบันได โดยฝึกที่ระดับความสูงขั้นสุดท้ายก่อนถึงพื้น
1. ถ่ายน้ำหนักมาที่ขาข้างปกติ ยืนทรงตัวด้วยขาข้างปกติ
 2. หย่อนขาเทียมลง โดยงอตะโพกขาเทียมเล็กน้อย แล้ววางเท้าด้านขาเทียมลงที่บันไดขั้นต่ำลงมา แล้วถ่ายน้ำหนักมาที่ขาเทียม
 3. หย่อนเท้าข้างปกติ ตามลงมาอยู่ที่ขั้นเดียวกับขาเทียม จากนั้นก้าวต่อไปทำซ้ำข้อ1.-2.



ภาพที่ 2.42 แสดงการลุกจากพื้น (Rising from Floor)

ที่มา : นงนุช จิรวีรกุล, 2541

2.3 แนวคิด ทฤษฎีในการส่งเสริมการพัฒนา

2.3.1 การพัฒนาที่ยั่งยืน

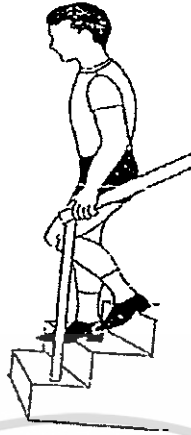
2.3.1.1 แนวคิดของการพัฒนาที่ยั่งยืน

“การพัฒนาที่ยั่งยืน” เป็นแนวคิดในการพัฒนาที่เข้ามามีบทบาทในสังคมโลกและสังคมไทยในทุกๆ ด้าน แนวคิดนี้มีที่มาจาก การประชุมสุดยอดว่าด้วยสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ ณ กรุงสต็อกโฮล์ม ประเทศสวีเดน เมื่อปี พ.ศ. 2515 ที่จัดโดยองค์การสหประชาชาติ เพื่อเรียกร้องให้ทั่วโลกคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างฟุ่มเฟือยจนเกินขีดจำกัดของธรรมชาติ ผลการประชุมครั้งนี้ทำให้เรื่องสิ่งแวดล้อมได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในประชาคมระหว่างประเทศและนำไปสู่การจัดตั้งหน่วยงานที่รับผิดชอบทางด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศต่างๆ ในเวลาต่อมา เช่น โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programmer หรือ UNEP) และคณะกรรมการโลกในเรื่องสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (World Commission on Environment and Development) เป็นต้น โดยคณะกรรมการโลกในเรื่องสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา ได้ทำการศึกษาเรื่องการสร้างความสมดุลระหว่างสิ่งแวดล้อมกับการพัฒนา ซึ่งต่อมาได้เผยแพร่เอกสารชื่อ Our Common Future เรียกร้องให้ประชาชนในโลกเปลี่ยนแปลงวิธีการดำเนินชีวิตที่ฟุ่มเฟือย และให้มีการพัฒนาที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

สำหรับนิยามความหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้น ได้มีผู้ให้คำนิยามที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป ดังนี้

คณะกรรมการโลกเรื่องสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (World Commission On Environment and Development; WCED, 1987) ได้ให้นิยามของ “การพัฒนาที่ยั่งยืน” ว่า การพัฒนาและตอบสนองของคนรุ่นปัจจุบัน โดยไม่ทำให้คนในรุ่นอนาคตต้องประณีประนอมยอมลดทอนความสามารถ ในการที่จะตอบสนองความต้องการของตนเอง (Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs)

G.H. Brundland (1987, อ้างใน สุภิญญา อนุภานนท์, 2547:134) ประธานคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมและการพัฒนาของโลก (World Commission on Environment and Development; WCED) ให้คำจำกัดความไว้ว่า การพัฒนาแบบยั่งยืนคือ การ



ภาพที่ 2.40 แสดงการลงบันได (Descending Stairs)

ที่มา : นงนุช จิรวีรกุล, 2541

2.2.9.13 การลงนั่งกับพื้น (Sitting on Floor)

ต้องอาศัยแรงจากขา และแขนข้างปกติ

1. วางขาเทียมให้อยู่หน้าต่อขาดีเล็กน้อย

2. หมุนตัวมาด้านขาปกติเล็กน้อย

3. ค่อยๆ โน้มตัวลงจากระดับเอวและงอเข่า งอตะโพกลง จนมือแตะพื้น

ค่อยๆ พยุงตัวลงต่อ และนั่งลงกับพื้น



ภาพที่ 2.41 แสดงการลงนั่งกับพื้น (Sitting on Floor)

ที่มา : นงนุช จิรวีรกุล, 2541

2.2.9.14 การลุกจากพื้น (Rising from Floor)

1. งอขาดีจนมาอยู่หน้าต่อลำตัว

2. วางมือไว้ข้างลำตัวทั้งสองด้าน

3. หมุนตัวมาด้านขาปกติ จากนั้นใช้มือยันตัวลุกขึ้น พร้อมกับเหยียดขา

4. ลากขาเทียมมาให้อยู่ระดับเดียวกับขาปกติแล้วยันตัวลุกขึ้น

ปกติขึ้น

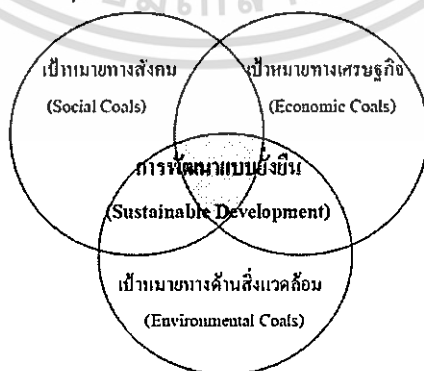
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัฒนาที่รับประกันว่าสามารถจะตอบสนองความต้องการทั้งหลายในปัจจุบันได้โดยไม่ทำให้ความสามารถที่จะสนองความต้องการของรุ่นต่อไปในอนาคตเสื่อมเสีย (to ensure that development meet the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs)

โดยเห็นว่าการพัฒนานั้นไม่ใช่เรื่องที่ตายตัวแต่จะเปลี่ยนแปลงได้ นั่นคือการพัฒนาแบบยั่งยืนเป็นกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ แต่ในการดำเนินการเพื่อนำทรัพยากรมาใช้ประโยชน์ (explotation), ทิศทางของการลงทุนต่างๆ (direction of investments), การกำหนดทิศทางในการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม (orientation of technological development) และการเปลี่ยนแปลงองค์การต่างๆ (institutional changes) เหล่านี้ จะสอดคล้องกับอนาคตเช่นเดียวกับปัจจุบัน หรือ อย่างน้อยที่สุดการพัฒนาที่เรียกว่าแบบยั่งยืนนั้นจะต้องเป็นการพัฒนาที่ไม่เป็นอันตรายต่อระบบธรรมชาติทั้งหลายที่เป็นปัจจัยทำให้ชีวิตอยู่รอดได้ แนวทางของ WCED ได้กล่าวอย่างชัดเจนว่า กลุ่มคนยากไร้ซึ่งเป็นส่วนใหญ่ของสังคมจะต้องให้ความสำคัญที่สุด การพัฒนาแบบยั่งยืนต้องเน้นสนองความต้องการของประชากรผู้ยากไร้และขณะเดียวกัน ต้องไม่ทำอะไรที่เป็นการอนาคตของคนรุ่นต่อไป ซึ่งจากคำนิยามนี้ เชื่อว่าเป็นสิ่งที่ทำได้ นั่นคือ การพัฒนาไปก็รักษาสิ่งแวดล้อมไว้ด้วย โดยการพัฒนายังคงยึดมั่นในเป้าหมายการเจริญเติบโต (growth) เพียงแต่ว่าการเจริญต้องเป็นไปอย่างมีคุณภาพ และลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

สถาบันนวัตกรรม วชิรจันทร์ (2549) กล่าวไว้ว่า การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) หมายถึง “การตอบสนองความต้องการของคนรุ่นปัจจุบัน โดยไม่มีผลกระทบในทางลบต่อความต้องการของคนรุ่นต่อไปในอนาคต”

คณะกรรมการแห่งโลกด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาของสหประชาชาติ (UN World Commission on Environment and Development) (2530) ให้ความหมายการพัฒนาแบบยั่งยืนว่า การพัฒนาแบบยั่งยืนคือ การพัฒนาที่สามารถจะบรรลุความต้องการทั้งหลายในปัจจุบันโดยที่พัฒนานี้จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายต่อความสามารถในการพัฒนาของคนรุ่นต่อไปในอนาคต (Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs) รูปแบบโดยทั่วๆ ไปของการพัฒนาแบบยั่งยืนจะเป็นดังนี้



ภาพที่ 2.43 แผนผังแสดงการพัฒนาอย่างยั่งยืน

ที่มา : เพ็ญพิสุทธิ์ หอมสุวรรณ, 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 เป้าหมายของการพัฒนาแบบยั่งยืนมีดังนี้

1) เป้าหมายทางสังคม ในการพัฒนาชนบทเพื่อจะให้ได้ผลเป็นรูปธรรมนั้น ต้องเข้าใจรูปแบบของสังคมชนบทที่อยู่ในพื้นที่นั้นๆ

2) เป้าหมายทางเศรษฐกิจ ต้องเข้าใจปัจจัยต่างๆที่จะมีผลต่อระบบเศรษฐกิจของสังคมชนบทและในการพัฒนาระบบเศรษฐกิจดังกล่าว ต้องนำเอาปัญหาจากผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมมาพิจารณาด้วย

3) เป้าหมายทางด้านสิ่งแวดล้อม (ทรัพยากรธรรมชาติ) การศึกษาเป้าหมายทางด้านสิ่งแวดล้อมของทรัพยากรธรรมชาติ เราจำเป็นต้องเข้าใจถึงผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในการพัฒนาชนบท (สุภิญญา อุนกานนท์, 2547:140-141)

Edward B. Barbier (1987:104, อ้างใน วราพร ศรีสุพรรณ, 2543) ได้เสนอว่าการพัฒนาเศรษฐกิจแบบยั่งยืน (sustainable economic development) เป็นรูปแบบการพัฒนาที่สามารถตอบสนองเป้าหมายของระบบ 3 ระบบ ด้วยกัน คือ ระบบทางชีววิทยา ระบบเศรษฐกิจ และระบบสังคม โดยแต่ละระบบสามารถพัฒนาไปสู่เป้าหมายของตนได้

เป้าหมายของระบบทางชีววิทยาคือ การนำไปสู่ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic Diversity) ความสามารถในการกลับคืนสู่สมดุลในกรณีที่ถูกรบกวนหรือถูกใช้ไป (Resilience) และความสามารถในการให้ผลผลิตทางชีวภาพ (Biological productivity)

เป้าหมายของระบบเศรษฐกิจคือ การนำไปสู่การได้รับความต้องการขั้นพื้นฐานอย่างเพียงพอ ส่งเสริมให้เกิดความเท่าเทียมกัน (equity-enhancing) มีสินค้าและบริการเพิ่มขึ้น

เป้าหมายของระบบสังคมคือ การนำไปสู่ความหลากหลายทางวัฒนธรรม (cultural diversity) มีสถาบันที่ยั่งยืนยาวนาน มีความเป็นธรรมทางสังคม และมีส่วนร่วมจากผู้คนต่างๆในสังคม

ภาพที่ 2.44 แผนผังแสดงการพัฒนาทั้ง 3 ระบบ ที่สามารถพัฒนาตนเองไปได้สูงสุด
ที่มา : วราพร ศรีสุพรรณ, 2543

G.H. Brundland (2530, อ้างใน สุภิญญา อุนกานนท์, 2547:134) ประธานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาของโลก (World Commission on Environment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and Development; WCED) ให้ความสำคัญกับความไว้ว่า การพัฒนาแบบยั่งยืน คือ การพัฒนาที่รับประกันว่าสามารถจะสนองความต้องการทั้งหลายในปัจจุบันได้โดยไม่ทำให้ความสามารถที่จะตอบสนองความต้องการของรุ่นต่อไปในอนาคตเสื่อมเสีย (to ensure that development meet the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs)

โดยเห็นว่าการพัฒนานั้นไม่ใช่เรื่องที่ตายตัวแต่ละจะเปลี่ยนแปลงได้ นั่นคือ การพัฒนาแบบยั่งยืนเป็นขบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ แต่ในการดำเนินการเพื่อนำทรัพยากรมาใช้ประโยชน์ (exploitation), ทิศทางของการลงทุนต่างๆ (direction of investments), กรกำหนดทิศทางการพัฒนาอย่างเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม (orientation of technological development) และการเปลี่ยนแปลงองค์การต่างๆ (institutional changes) เหล่านี้ จะต้องสอดคล้องกับอนาคต เช่นเดียวกับปัจจุบัน หรืออย่างน้อยที่สุดการพัฒนาที่เรียกว่าแบบยั่งยืนนั้น จะต้องเป็นการพัฒนาที่ไม่เป็นอันตรายต่อระบบธรรมชาติทั้งหลายที่เป็นปัจจัยที่เป็นปัจจัยทำให้ชีวิตอยู่รอดได้ แนวทางของ WCED ได้กล่าวอย่างชัดเจนว่า กลุ่มคนยากไร้ ซึ่งเป็นส่วนใหญ่ของสังคมจะต้องให้ความสำคัญที่สุด การพัฒนาแบบยั่งยืนต้องเน้นสนองความต้องการของประชากรที่ยากไร้และขณะเดียวกัน ต้องไม่ทำอะไรที่เป็นอนาคต ของคนรุ่นต่อไป ซึ่งจากคำนิยามนี้ เชื่อว่าเป็นสิ่งที่ทำได้ นั่นคือ การพัฒนาไปก็รักษาสิ่งแวดล้อมไว้ด้วย โดยการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายการเจริญเติบโต (growth) เพียงแต่ว่าการเจริญต้องเป็นผลอย่างมีคุณภาพ และลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

ชโยนันต์ สมทุวณิช (2541:57-63) กล่าวไว้ว่า การพัฒนาที่ยั่งยืน ปรัชญาและอุดมการณ์ในการพัฒนาจะต้องอยู่ในพื้นฐานหลักการที่เรียกว่า " ความยุติธรรมระหว่างคน 2 ยุค " หรือแนวคิดของ การพัฒนาที่ยั่งยืน มุมมองของมนุษย์จะต้องปรับเปลี่ยน ให้เปิดกว้างยอมรับความจริงถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ที่จะติดตามมาจาก การกระทำ ของตน มนุษย์จะต้องประสานแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคมศาสตร์ และ จริยศาสตร์ เข้าด้วยกัน เพื่อสร้างเป็นข้อกำหนด ท้าไปขึ้นโดยเริ่มต้นจากการปูพื้นฐานความรู้ทางด้านนิเวศวิทยา และระบบนิเวศสร้างความ เข้าใจถึงปฏิสัมพันธ์ในระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง และปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ต่อจากนั้นจึงชี้ให้เห็นถึง หลักการ ถ่ายทอดพลังงาน โดยการกินต่อกันเป็นทอดๆ และวัฏจักรของสสาร ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการทำให้สสาร และพลังงาน สามารถหมุนเวียน ในระบบนิเวศ ก็จำเป็นจะต้องสร้างให้เกิดเป็นความคิดรวบยอดขึ้น ในระบบความคิดพร้อมจะนำไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์ต่างๆ เพื่อให้การดำเนินการพัฒนาที่ยั่งยืน ประสบผลสำเร็จความหมายของ การพัฒนาที่ยั่งยืน โดยทั่วไปหมายถึง การพัฒนาเพื่อบรรลุถึงความต้องการของมนุษยชาติในปัจจุบัน (โดยเฉพาะคนยากจน) ขณะเดียวกันก็ จะต้องไม่เป็นลทอน หรือเบียดบังโอกาสที่จะบรรลุความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ในรุ่นต่อ ๆ ไปด้วย ซึ่งนักนิเวศวิทยามีความเห็น ว่า มนุษย์จะต้องปรับเปลี่ยนวิถีคิด และวิถีทางแห่งการดำรงชีวิตของตนในปัจจุบันใหม่ อย่างถอนรากถอนโคนเล็กความคิดที่เรียกว่า สภาพจิตแบบ บุคฝ่า พรหมแดน หรือ Frontier mentality เสีย เปลี่ยนวิถีคิดโลกทรศน์ และคำนิยามจากมองระยะสั้นไปสู่การมองระยะยาว และเน้นที่ ผลประโยชน์ของ โลกธรรมชาติเป็นเกณฑ์ การพัฒนาที่ยั่งยืนจะต้องผสมผสานแนวคิด หรือพยายามให้อยู่ในกรอบความคิดทางเศรษฐศาสตร์ นิเวศวิทยา และสังคมวิทยา เพราะการประสานหลักการทั้งสาม เข้ากับการปฏิบัติพัฒนา จะช่วยให้ แนวทางการพัฒนาเป็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือมุ่งตรงไปสู่จุดหมาย

อันหนึ่งอันเดียวกันอย่างสมบูรณ์ การเขียนแนวคิด ที่นำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ของนิเวศวิทยา แต่ละท่านอาจแตกต่างกันบ้าง ในหัวข้อปลีกย่อยแต่ประเด็นหลัก ๆ ในการเขียน ดังที่ Miller G. Tyler ได้แสดงออกมานั้น ย้ำให้มนุษย์ทุกคนเห็นว่าการประสานหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ จริยธรรม สิ่งแวดล้อม และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติอย่างผสมผสาน และเป็นรูปธรรมจะทำให้มนุษย์กับ สิ่งแวดล้อมอยู่ควบคู่กันไป โดยสันติสุขสงบและยั่งยืน

การพัฒนาพลังงานยั่งยืนควรจะพิจารณามุมมองห้าประการนี้ด้วย ได้แก่

1) การพัฒนาพลังงานยั่งยืน ควรอยู่บนพื้นฐานของการใช้เทคโนโลยี และระบบการจัดการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจะทำให้เกิดผลประโยชน์แก่สังคมมากที่สุด

2) การพัฒนาที่ยั่งยืน ควรอยู่บนพื้นฐานของการใช้พลังงานทดแทนจากแหล่งทรัพยากรภายในประเทศ ซึ่งสามารถมั่นใจในแหล่งทรัพยากรและส่งเสริมให้เกิดการบำรุงรักษาแหล่งทรัพยากรอีกด้วย นอกจากนี้ โดยทั่วไปแล้ว การใช้พลังงานทดแทนทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยกว่า

3) การผลิตและการใช้พลังงาน ซึ่งครอบคลุมถึงเทคโนโลยีและระบบการจัดการ จะต้องไม่ทำลายระบบนิเวศน์ สังคมและวัฒนธรรม

4) ถ้าในอนาคตไม่สามารถหลีกเลี่ยงผลกระทบเหล่านี้ได้ ผู้ที่ก่อมลพิษก็ต้องเป็นผู้จ่ายเงินเนื่องจากตนเองได้รับผลประโยชน์ โดยใช้หลักการผู้ก่อมลพิษต้องเป็นผู้จ่าย

มุมมองทั้ง 4 ข้อนี้ จะชะลอหรือแม้กระทั่งสามารถลดอัตราการเจริญเติบโตของการผลิตพลังงาน การเปลี่ยนรูปพลังงาน เทคโนโลยีของการใช้พลังงาน และการลงมือปฏิบัติที่ไม่พึงปรารถนา ยิ่งไปกว่านั้น กระบวนการจ่ายค่าชดเชยจากผู้ที่ได้รับประโยชน์ไปสู่ประชาชน คริวเรือน ชุมชนหรือระบบนิเวศน์ ซึ่งได้รับผลกระทบจากการผลิตและการใช้พลังงาน จะช่วยลดผลกระทบที่เกิดขึ้นกับบุคคลหรือกลุ่มบุคคลเหล่านี้ รวมถึงรักษาความเท่าเทียมกันในสังคมไทยด้วย

5) การจัดตั้งกลไกเพื่อแก้ไขความขัดแย้งที่อยู่บนพื้นฐานของความเท่าเทียมกัน และเป็นที่ยอมรับของสังคม ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการรักษาความมั่นคงของสังคมและวัฒนธรรมในสถานการณ์ที่มีความขัดแย้ง ที่มีสาเหตุมาจากการผลิต การเปลี่ยนรูป และการบริโภคพลังงาน

เพ็ญพิสุทธิ์ หอมสุวรรณ (2550) กล่าวไว้ว่า จากแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่กล่าวมาได้ข้างต้นนั้น สามารถสรุปความหมายของคำว่าพัฒนาอย่างยั่งยืน ได้คือ การพัฒนาที่ตอบสนองความต้องการของคนในรุ่นปัจจุบันโดยไม่ทำให้ความสามารถในการพัฒนาของคนรุ่นต่อไปในอนาคตเสื่อมเสีย เป็นการพัฒนาที่ไม่เป็นอันตรายต่อระบบธรรมชาติ โดยมีรูปแบบของการพัฒนาที่คล้ายๆ กัน คือจะประกอบไปด้วยความสมดุลระหว่าง 3 ระบบ ซึ่งทางคณะกรรมการแห่งโลกด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาของสหประชาชาติ ได้เสนอว่า การพัฒนาอย่างยั่งยืน จะต้องประกอบด้วย เป้าหมายทางสังคม (Social Coals), เศรษฐกิจ (Economic Coals) และสิ่งแวดล้อม (Environmental Coals) ส่วน Edward B. Barbier ได้เสนอเป้าหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่แตกต่างออกไป คือ เป้าหมายของระบบชีววิทยา และเน้นที่จะให้แต่ละระบบสามารถพิจารณาตนเองได้สูงสุด สำหรับ WCED มีประเด็นสำคัญที่กล่าวว่า การพัฒนาที่ยั่งยืนจะเป็นการตอบสนองความต้องการของคนรุ่นปัจจุบัน แต่ไม่ได้ระบุว่าเป็นความต้องการของคนกลุ่มใดที่

น่าจะพัฒนาให้ยั่งยืน อีกประเด็นหนึ่งก็คือ ถ้านำเอาทรัพยากรที่ใช้หมดแล้วไปมา ตอบสนองความต้องการของคนรุ่นปัจจุบัน อาจทำให้คนรุ่นต่อไปไม่มีโอกาสได้นำทรัพยากรเหล่านั้นมาตอบสนองความต้องการของตนเองได้ ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับเงื่อนไขบางประการ คือ การเพิ่มขึ้นของประชากร เพราะถ้ามีประชากรเพิ่มขึ้นนั้นก็หมายความว่า จะต้องใช้ทรัพยากรเพิ่มขึ้น ทำให้การแก้ไขปัญหาต่างๆ ยากขึ้นไปด้วย เงื่อนไขอีกประการหนึ่งคือ การลดการบริโภคและการปรับเปลี่ยนวิถีดำรงชีวิต โดยให้ทุกคนบริโภคเท่าที่จำเป็นในการดำรงชีวิต แต่ถ้าเงื่อนไขทั้งสองประเด็นนี้ไม่เกิดขึ้น การพัฒนาอย่างยั่งยืนก็เกิดขึ้นได้ยาก อย่างไรก็ตาม G.H. Brounland เห็นว่าการพัฒนาแบบยั่งยืนเป็นกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ แต่จะต้องสอดคล้องกับอนาคตเช่นเดียวกับปัจจุบัน โดยการพัฒนายังคงยึดมั่นในเป้าหมายการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ เพียงแต่ต้องเป็นไปอย่างมีคุณภาพพร้อมๆ กับการรักษาสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นเป้าหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืนอย่างแท้จริง

ในบริบทของไทยนั้น แนวคิด “การพัฒนาอย่างยั่งยืน” เทียบได้กับแนวทางการพัฒนาตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ หรือทฤษฎี “เศรษฐกิจพอเพียง” ซึ่งเป็นการพัฒนาที่เน้นการพึ่งพาตนเองและความพอเพียงเป็นหัวใจสำคัญ โดยคำนึงถึงสภาพทางกายภาพของท้องถิ่น ระบบนิเวศชุมชน และสภาพสังคมของประชาชนในแต่ละพื้นที่

2.3.1.3 หลักการพัฒนาอย่างยั่งยืน

Becky J. Brown และคณะ (1987:717, อ้างในวราพร ศรีสุพรรณ, 2543) ได้เสนอลักษณะของการพัฒนาแบบยั่งยืนไว้ดังนี้

- 1) มีความต่อเนื่องของเผ่าพันธุ์มนุษย์บนโลก โดยมีการให้กำเนิดชีวิตใหม่ และผู้ที่เกิดใหม่สามารถอยู่รอดเติบโต มีลูกหลานต่อเนื่องไปในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย
 - 2) สามารถรับปริมาณสำรอง (stock) ของทรัพยากรทางชีวภาพ และสามารถให้ผลผลิตทางเกษตรได้อย่างต่อเนื่องยาวนาน
 - 3) มีจำนวนประชากรมนุษย์คงที่
 - 4) สามารถจำกัดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ
 - 5) เน้นการพัฒนาในระดับ small-scale และในรูปแบบการพึ่งตนเองได้ (self-reliance)
 - 6) สามารถรักษาระบบนิเวศและคุณภาพของสิ่งแวดล้อมได้อย่างต่อเนื่อง
- การประชุมของ World Commission on Environment and Development (WCED) ณ กรุงโตเกียว เมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2530 ได้เรียกร้องให้ประเทศต่างๆ พัฒนาประเทศอยู่บนพื้นฐาน ดังนี้

- 1) ปรับทิศทางเจริญเติบโต
- 2) เปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตอย่างมีคุณภาพ
- 3) การดำรงรักษาทรัพยากรธรรมชาติ
- 4) รักษาอัตราการเติบโตของประชากร
- 5) พิจารณาการใช้เทคโนโลยีและการจัดการสมัยใหม่
- 6) การตัดสินใจในการพัฒนาด้วยการผสมผสานทั้งเรื่องสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจเข้าด้วยกัน
- 7) พื้นฟูความสัมพันธ์ทางเศรษฐกิจระหว่างประเทศ

8) ความร่วมมือระหว่างประเทศอย่างจริงจัง (วินัย วีระวัฒนานนท์, 2541:163-164)

United Nation Environment Program (UNEP) และ WORD Wild Fund for Nature (WWF) ได้ให้คำจำกัดความถึงขอบเขตของการพัฒนาที่ยั่งยืนไว้ดังนี้

- 1) การให้ความเคารพต่อชีวิตอื่นๆ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต
- 2) ปรับปรุงคุณภาพชีวิตของมนุษย์
- 3) การดำรงรักษาโลกและความหลากหลายทางชีวภาพ
- 4) ลดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ
- 5) การคำนึงถึงสมรรถนะ (Carrying Capability) ของโลก
- 6) การปรับเปลี่ยนทัศนคติและพฤติกรรมของบุคคล
- 7) ให้ชุมชนดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมด้วยตัวเอง
- 8) กำหนดของเขตในการผสมผสานระหว่างการพัฒนาและการอนุรักษ์
- 9) ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างประเทศ (วินัย วีระวัฒนานนท์, 2541:164)

2541:164)

วินัย วีระวัฒนานนท์ (2538:95-100) ได้มีแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งหมายถึง การพัฒนาที่จะส่งผลต่อมนุษย์และมวลมนุษย์ได้อย่างถาวร มั่นคง โดยมีหลักการดังนี้

- 1) มนุษย์จะยังต้องอาศัยปัจจัยในการดำรงชีวิตจากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่บนโลกนี้เท่านั้น
- 2) การดำรงชีวิตของมนุษย์ด้วยกัน การดำเนินชีวิตของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้นจะต้องเกื้อกูลซึ่งกันและกัน
- 3) การพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติจะเป็นพลังสำคัญในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติที่เสื่อมโทรมจะต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน
- 4) การพัฒนาคุณภาพประชากรและการใช้ทรัพยากร จะเพิ่มขึ้นได้ในปริมาณที่จำกัดเท่านั้น โดยนโยบายของการพัฒนาที่ยั่งยืน ต้องก่อให้เกิดผลที่ยั่งยืนยาวนาน ไม่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมแก่คุณภาพสิ่งแวดล้อม และต้องกระทำอย่างจริงจัง ซึ่งมีวิธีการ คือ การควบคุมการเพิ่มประชากร การฟื้นฟูสภาพแวดล้อม การป้องกันกำจัดสารพิษ การวางแผนการใช้ที่ดิน และน้ำ การประหยัดใช้ทรัพยากร การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสม ค่านิยมที่เหมาะสมการควบคุมอาวุธสงครามและให้การศึกษา

ปรีชา เปลี่ยนพงส์สานต์ (2547) ได้กล่าวว่า การพัฒนาแบบยั่งยืนยาวนาน คือการพัฒนาที่สนองความต้องการและความฝันของคนรุ่นปัจจุบัน โดยไม่ทำลายโอกาสความสามารถ และอนาคตของคนรุ่นหลังของเรา โดยมีหลักการพื้นฐานที่ต้องเน้นมากที่สุด 2 ข้อด้วยกันคือ

- 1) จะต้องมีการสนองความต้องการของมวลชนผู้ยากไร้ ซึ่งถูกละเลยหรือถูกทอดทิ้งมาตลอดในกระบวนการพัฒนาที่ผ่านมา

2) จะต้องมี การวางขีดจำกัดบางอย่าง เพื่อปกป้องพิทักษ์ฐานทรัพยากรธรรมชาติในระบบสิ่งแวดล้อมของเรา

สรุปได้ว่า คือ การพัฒนา (การผลิต การบริโภค การดำรงชีวิต) ต้องมีบรรทัดฐานและวิถีทางภายใต้ขอบเขตของความเป็นไปได้ทางนิเวศ เมื่อเป็นเช่นนี้ เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมจะแยกออกจากกันไม่ได้เลย เศรษฐศาสตร์และนิเวศวิทยา จะต้องรวมเข้ากันเป็น “ศาสตร์แห่งการพัฒนาแบบยั่งยืนยาวนาน”

ดังนั้น ยุทธศาสตร์การพัฒนาแบบยั่งยืนยาวนาน จะต้องครอบคลุม “หลักการพื้นฐาน” ดังต่อไปนี้

1) ต้องถือว่าการสร้างวัตถุเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งในการยกระดับชีวิตเป็นอยู่ของมวลชนผู้ยากไร้ ความยากจนที่ดำรงอยู่มีส่วนสำคัญในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ถูกต้อง

2) การสนองความต้องการพื้นฐานของมวลชน เป็นภารกิจที่สำคัญ และสามารถทำได้โดยไม่ต้องมีการทำลายล้างทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

3) ต้องมีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งหมายความว่า จะต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการผลิต และการบริโภคเพื่อลดแรงกดดันที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ

4) วิถีทางพัฒนาแบบใหม่จะต้องใช้พลังงานแบบน้อยลงอย่างประหยัด ในขณะเดียวกันเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะเป็นปัจจัยสำคัญในการสนองความต้องการของประชาชนได้มากขึ้น โดยใช้พลังงานในขอบเขตจำกัด

5) จะต้องรักษาความสมดุลระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม การขายตัวประชากรและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง

หลัก 5 ข้อนี้ถือได้ว่าเป็นหลักการพื้นฐานที่จำเป็นต้องมี และจะต้องได้รับการปฏิบัติเพื่อบรรลุเป้าหมาย “การพัฒนาแบบยั่งยืนยาวนาน”

จะเห็นได้ว่าการพัฒนาอย่างยั่งยืนของ Brown นั้นจะเน้นการรักษาทรัพยากรทางชีวภาพระบบนิเวศและคุณภาพสิ่งแวดล้อม ให้สามารถผลิตผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีการควบคุมจำนวนประชากรให้คงที่และพัฒนาให้สามารถพึ่งตนเองได้ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับหลักการของ WCED, UNEP, WWF และวินัย วีระวัฒนานนท์ มีหลักการที่คล้ายกัน คือ การพัฒนาคุณภาพชีวิต สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงจำกัดการเพิ่มจำนวนประชากรและการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับความต้องการของประชาชน รวมทั้งรักษาสมดุลระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม ประชากร และสิ่งแวดล้อม ให้มีความต่อเนื่องกัน

2.3.1.4 นโยบายการพัฒนาที่ยั่งยืน

วินัย วีระวัฒนานนท์ (2541) ได้กล่าว การพัฒนาที่จะก่อให้เกิดผลที่ยั่งยืนยาวนาน คือการพัฒนาที่ไม่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมแก่คุณภาพสิ่งแวดล้อม และต้องกระทำอย่างจริงจัง โดยดำเนินการในด้านต่างๆ ดังนี้

- 1) การควบคุมการเพิ่มประชากร
- 2) การฟื้นฟูสภาพแวดล้อม
- 3) การป้องกันกำจัดสารพิษ
- 4) การวางแผนใช้ที่ดินและน้ำ

- 5) การประหยัดการใช้ทรัพยากร
- 6) การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสม
- 7) ค่านิยมและวัฒนธรรมที่เหมาะสม
- 8) การควบคุมอาวุธสงคราม
- 9) การให้การศึกษา

โดยเฉพาะการศึกษาที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ ระบบนิเวศ สังคม วัฒนธรรม เทคโนโลยี หรือวิชาการด้านอื่นๆ จะก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในชีวิตและธรรมชาติอย่างรอบด้าน และก่อให้เกิดทักษะที่จำเป็นแก่การดำรงชีวิตที่แท้จริง

2.3.1.5 ความเชื่อมโยงของเหตุปัจจัยของการพัฒนาที่ยั่งยืน

การพัฒนาที่ผ่านทำให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้เกิดปัญหาต่างๆตามมา ดังนี้

1) ความต้องการบริโภคสินค้าและบริการที่ไม่สมเหตุผล ฟุ่มเฟือย เป็นเหตุให้เกิดการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ในการผลิตและการบริการที่เกินพอดี เกินความต้องการของการดำเนินชีวิตแบบพอเพียง มีของเหลือทิ้งเป็นมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมมาก และทำให้คุณภาพทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม ขาดสมดุล แม้จะส่งผลให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจก็ตาม

2) การที่ชุมชนไม่เข้มแข็ง รั่ววัฒนธรรมและแนวความคิดผิดๆ มาจากต่างประเทศ เกี่ยวกับความฟุ่มเฟือย วัตถุนิยม และบริโภคนิยม ทั้งยังขาดการอบรม ละทิ้งขนบธรรมเนียมประเพณีดั้งเดิมทำให้สังคมเปลี่ยนเป็นสังคมบริโภค กอบโกย สะสม เกิดการลงทุนทางธุรกิจที่สูงเกินไป ทำให้เกิดผลเสียทางเศรษฐกิจ เกิดความขัดแย้งทางสังคม และทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมถูกทำลายอย่างรุนแรง

3) การเคลื่อนย้ายทุนจากต่างประเทศ ส่งผลทั้งทางบวกและทางลบต่อระบบเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ขึ้นอยู่กับความสามารถในการแข่งขันและเครือข่ายธุรกิจของประเทศ การพัฒนาเศรษฐกิจที่พึ่งพิงอยู่กับทุนต่างประเทศโดยขาดรากฐานที่มั่นคงภายใน ทำให้เกิดการล่มสลายของระบบอย่างไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรวดเร็ว

4) นโยบายการเร่งรัดพัฒนาเศรษฐกิจของรัฐในอดีต ทำให้มีการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานและโครงการขนาดใหญ่จำนวนมาก โดยขาดการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีการใช้ทรัพยากรเป็นฐานการผลิตอย่างฟุ่มเฟือย เกิดอัตราการฟื้นตัวของระบบธรรมชาติ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนของระบบนิเวศ

5) การที่ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็วและรุนแรงนี้ ทำให้เกิดเสียงเรียกร้องของสังคมทั้งภายในและภายนอกประเทศ ผลักดันให้รัฐบาลดำเนินมาตรการใดๆ ที่มีผลในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งรวมถึงการแก้ไขกฎหมายและทบทวนนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะเป็นการเสริมสร้างความเข้มแข็งของสังคมและเศรษฐกิจของประเทศในระยะยาว และรักษาต้นทุนทางทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมไว้ได้อย่างยั่งยืนสำหรับคนรุ่นต่อไป

6) ยุทธศาสตร์การแก้ไขปัญหาความยากจนและยุทธศาสตร์การเพิ่มทุนทางสังคม โดยเน้นการมีส่วนร่วมของประชาชน เมื่อเกิดการบริหารจัดการที่ดีก็เกิดการแบ่งสรรทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตที่ยุติธรรมและเกิดการกำกับดูแลด้านอุปสงค์ที่สมเหตุสมผลและไม่ฟุ่มเฟือย ลดความขัดแย้งในสังคม เปิดโอกาสให้สังคมเรียนรู้ พัฒนาความคิดและจิตใจ จนทำให้เกิดสังคมพึ่ง และพัฒนาตนเองได้ในที่สุด

7) ยุทธศาสตร์เพิ่มความสามารถในการแข่งขัน นอกจากจะช่วยให้ประเทศสามารถควบคุมการเคลื่อนย้ายทุนจากต่างประเทศเพื่อลดความสูญเสียที่อาจเกิดกับระบบเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมของประเทศยังเป็นกลไกขับเคลื่อนให้เกิดการขยายการผลิตและการตลาดที่เหมาะสมที่จะทำให้อุตสาหกรรมเติบโตแบบยั่งยืน (กรอบแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน, 2550:1-3)

2.3.1.6 จุดมุ่งหมายปลายทางของการพัฒนาที่ยั่งยืน

การที่ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาคน ให้ “คนเป็นศูนย์กลางการพัฒนา” และดุลยภาพเป็นเงื่อนไขของความยั่งยืน ดังนั้น จุดมุ่งหมายปลายทางของการพัฒนาที่ยั่งยืน คือ “การพัฒนาที่ทำให้เกิดดุลยภาพของเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อการอยู่ดีมีสุขของประชาชนต่อไป”

เศรษฐกิจ ที่ทำให้เกิดดุลยภาพของการพัฒนา คือ เศรษฐกิจที่มีรากฐานมั่นคง มีขีดความสามารถในการแข่งขันและสามารถพึ่งตนเองได้ โดยมีเศรษฐกิจพอเพียงตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เป็นแนวคิดหลัก

สังคม ให้รวมถึง วัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นซึ่งเป็นระเบียบวิถีชีวิตของสังคมที่ทำให้มนุษย์ปรับตัวและดำรงชีวิตอยู่กับสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่นได้โดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และให้รวมถึง ศาสนธรรม ซึ่งเป็นระเบียบจิตใจของคนในสังคม ที่ทำให้สังคมอยู่ได้โดยสงบสุข

ทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง ทรัพยากรของประเทศทั้งที่สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น น้ำและฝูงปลาในทะเล และที่ไม่สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น ก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน

สิ่งแวดล้อม หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตเกี่ยวโยงสัมพันธ์กันเป็นระบบนิเวศ ที่สามารถให้คุณและให้โทษต่อมนุษย์ได้ขึ้นอยู่กับความสมดุลหรือไม่สมดุลของระบบนิเวศ

ความสมดุลและเชื่อมโยงระหว่างเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกับจุดหมายการพัฒนาที่ทำให้ประชาชนอยู่ดีมีสุขตลอดไป (กรอบแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน, 2550:3-4)

2.3.1.7 การดำเนินงานให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน

การพัฒนาที่ยั่งยืนเกี่ยวข้องกับคนทุกคน หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ทุกหน่วยงานเป็นภารกิจที่ใหญ่หลวง ซึ่งจะทำให้สำเร็จได้ต้องประกอบด้วย

1) การพัฒนาความรู้ทั้งเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2) กระตุ้นให้เกิดการตื่นตัวของสังคมที่ทั่วถึงและต่อเนื่อง

3) มีความต้องการทางการเมืองที่ชัดเจนและต่อเนื่อง

การพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศจะเป็นผลสำเร็จได้ต้อง เกิดจากการพัฒนา ระดับชุมชนที่ยั่งยืนและทั่วถึงทั้งระดับหมู่บ้าน ตำบล และจังหวัด จึงจะทำให้ประเทศมีการพัฒนาที่ยั่งยืนได้ (กรอบแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน, 2550:5)

2.3.2 การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

Eco-design เป็นกระบวนการหนึ่งในขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งถูกนำมาใช้ในช่วงทศวรรษ 1970/80 โดยชาวญี่ปุ่นซึ่งได้รวมเข้าไปในกระบวนการควบคุมคุณภาพและในปี 1986 มีการนำวิธีการ ซิกซ์ ซิกมา (Six Sigma) ซึ่งบุกเบิกโดย บิล สมิธ ที่บริษัทโมโตโรลา ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเพื่อลดความล่าช้าอันเนื่องมาจากการเกิดข้อผิดพลาด โดยการให้คำจำกัดความของความเปี่ยงเบนที่ไม่สามารถยอมรับได้จากค่าเฉลี่ย หรือเป้าหมาย เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างมีระบบ เพื่อปรับกระบวนการจัดการในการลดการเกิดข้อผิดพลาดต่างๆ หลายบริษัทที่ไม่ได้นำระบบนี้มาใช้เกิดการเปลี่ยนแปลงจนต้องออกจากธุรกิจนี้ไป หรือสูญเสียส่วนแบ่งตลาดไป ปัจจุบันนี้ก่อนที่จะทำการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์หากพิจารณาไปรอบๆ จะพบว่าหลายบริษัทนำเอา Eco-design มาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมหลักทางธุรกิจ

อะไรคือสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งนี้? นั่นคือความตระหนักของประชาชนที่เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วต่อความเสียหายด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของพวกเขาและลูกหลาน ประกอบกับความเข้มข้นของการออกกฎหมายใหม่ๆ ในหลายประเทศเพื่อลดการสูญเสียดังกล่าว จากตัวอย่างของการสำรวจในสหรัฐอเมริกา ซึ่งดำเนินการโดย Zogby International (ประเทศที่ไม่ค่อยสนใจความรุนแรงของปัญหาสิ่งแวดล้อม) พบว่า “ประมาณสามในสี่ของประชาชนทั่วไป หรือร้อยละ 74 เชื่อว่าปัญหาภาวะโลกร้อนในปัจจุบันนี้เกิดขึ้นมา 2 ปีแล้ว” นอกจากนี้ “จากการสำรวจยังชี้ให้เห็นว่ามาตรการที่จะช่วยลดผลกระทบได้มาก คือ ต้องการให้อุตสาหกรรมหลักๆ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้นโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจ ทั้งนี้ มีผู้เห็นด้วยกับการนำมาตรการนี้มาบังคับใช้ประมาณร้อยละ 72”

เครือข่ายการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจไทย (2550) ให้ความหมายของ Ecodesign ว่า Ecodesign หมายถึง วิธีการออกแบบอย่างครบวงจรเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติและหลีกเลี่ยงผลกระทบที่จะทำลายสิ่งแวดล้อม อาจกล่าวได้ว่าเป็นกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแบบบูรณาการ ซึ่งมีความหมายรวมถึง การวิเคราะห์สมรรถนะทางด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ การจัดการซากที่หมดอายุ การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในทุกช่วงของวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ควบคู่กับการวิเคราะห์ปัจจัยด้านอื่นๆ เช่น ต้นทุน การควบคุมกระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพ และการตลาด เป็นต้น

นักวิชาการการออกแบบผลิตภัณฑ์มีความเห็นโดยพ้องกันว่า แม้ว่าต้นทุนของการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางตรงจะมีเพียง 5-13% ของต้นทุนผลิตภัณฑ์รวม แต่ผลสืบเนื่องจากการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้จะเป็นผู้กำหนด โครงสร้างต้นทุนถึง 60-80 % ฉะนั้นการจัดการเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ก็เช่นกัน การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีบทบาทมากที่สุดควรเริ่มตั้งแต่กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์

หลักการพื้นฐานของการทำ EcoDesign คือการประยุกต์หลักการของ 4R ในทุกช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ ช่วงของวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่ว่ามี ได้แก่ ช่วงการวางแผนผลิตภัณฑ์ (Planning Phase) ช่วงการออกแบบ (Design phase) ช่วงการผลิต (Manufacturing phase) ช่วงการนำไปใช้ (Usage phase) และช่วงการทำลายหลังการใช้เสร็จ (Disposal phase) สำหรับหลักการของ 4R ได้แก่ การลด (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และ การซ่อมบำรุง (Repair) ซึ่งทั้ง 4R จะมีความสัมพันธ์ กับแต่ละช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์

การลด (Reduce) หมายถึงการลดการใช้ทรัพยากรในช่วงต่าง ของวงจรชีวิต ซึ่งสามารถเกิดได้ในทุกช่วงของวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยมากจะพบในช่วงการออกแบบ ช่วงการผลิต และ การนำไปใช้ อาทิเช่น การลดการใช้ทรัพยากรในการออกแบบ การออกแบบเพื่อลดอัตราการใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต การออกแบบเพื่อลดอัตราการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต และการออกแบบเพื่อลดอัตราการใช้พลังงานในระหว่างการใช้งาน เป็นต้น

การใช้ซ้ำ (Reuse) หมายถึงการนำผลิตภัณฑ์หรือ ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ซึ่งผ่านช่วงการนำไปใช้เรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะเข้าสู่ช่วงของการทำลาย กลับมาใช้ใหม่ ทั้งที่เป็นการใช้ใหม่ในผลิตภัณฑ์เดิม หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ก็ตาม ได้แก่ การออกแบบเพื่อการนำกลับมาใช้ซ้ำ (Design for Reuse) เช่นการออกแบบให้ผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่นมีชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนที่ใช้ร่วมกันได้ เมื่อรุ่นแรกหยุดการผลิตแล้วยังสามารถเก็บคืนและนำบางชิ้นส่วนมาใช้ในการผลิตรุ่นต่อไปได้ เป็นต้น

การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) หมายถึงการนำผลิตภัณฑ์ หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ที่อยู่ในช่วงของการทำลาย มาผ่านกระบวนการแล้ว นำกลับในใช้ใหม่ตั้งแต่ช่วงของการวางแผน การออกแบบ หรือ แม้แต่ช่วงของการผลิต ได้แก่ การออกแบบให้ถอดประกอบได้ง่าย (Design for Disassembly) การออกแบบเพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่ (Design for Recycle) เช่นการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้วัตถุดิบพลาสติกหรือ กระดาษที่ง่ายต่อการนำกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น

การซ่อมบำรุง (Repair) หมายถึงการออกแบบให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุง ทั้งนี้มีแนวคิดที่ว่า หากผลิตภัณฑ์สามารถซ่อมบำรุงได้ง่ายจะเป็นการยืดอายุช่วงชีวิตของการใช้งาน (Extended Usage Life) ซึ่งท้ายที่สุดสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ การซ่อมบำรุงนี้เกิดภายในช่วงชีวิตของการใช้งานเท่านั้น แตกต่างจากการใช้ซ้ำ (Reuse) ซึ่งเป็นการนำชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ที่เสร็จจากช่วงการใช้งานแล้วมาใช้อีกครั้ง การซ่อมบำรุงนี้ได้แก่ การออกแบบให้เปลี่ยนอะไหล่ได้ง่าย เป็นต้น

ปรัชญาปรัชญา บัญญัติ (2556) ให้ความหมายของ Ecodesign ว่า Eco Design มาจากสองคำรวมกัน คือ Economic (เศรษฐศาสตร์) และ Ecological (นิเวศวิทยา) เมื่อรวมกับ Design (การออกแบบ) จึงเรียกว่า Eco Design เป็นกระบวนการที่ผนวกแนวคิดด้านเศรษฐกิจและด้านสิ่งแวดล้อมเข้าไปในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการโดยเป้าหมายหลักของการออกแบบเพื่อให้การบริโภคทรัพยากรธรรมชาติ พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำที่สุด การออกแบบผลิตภัณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อม (Design for Environment, DfE) คือเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบเพื่อให้มีความสามารถที่ดีขึ้น (Design + ability) โดยมุ่งเน้นประเด็นพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก ได้แก่ การออกแบบเพื่อลดการใช้วัสดุ (Design for Minimize Material

Usage) การออกแบบเพื่อการถอดประกอบ (Design for Disassemble) การออกแบบเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (Design for Recycling) การออกแบบเพื่อการซ่อมบำรุง (Design for Maintenance) เป็นต้น

ปัจจุบันกระแสสิ่งแวดล้อมได้กลายเป็นกระแสสำคัญในการผลิตและการบริโภคในทั่วทุกมุมโลกเนื่องจากปัญหาภาวะโลกร้อนได้ก่อให้เกิดสภาพการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ การสูญเสียที่อยู่อาศัย และการแพร่กระจายของเชื้อโรคใหม่ เป็นต้น ทำให้คนทั่วโลกรวมทั้งภาคอุตสาหกรรม ต้องปรับตัวให้สอดคล้องกับกฎระเบียบและกระแสของตลาดผู้บริโภค ที่ต้องการผู้ผลิตที่มีความสนใจในปัญหาสิ่งแวดล้อม การส่งเสริมให้เกิดการผลิตที่มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมนั้น จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือมาช่วยในที่จะขอกกล่าวถึง เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อม 2 ชนิดคือ

- 1) การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment) และ
- 2) การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco Design) ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนเนื่องจากเป็นการพัฒนาควบทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม

การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment : LCA) คือ กระบวนการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือกิจกรรมต่างๆในเชิงปริมาณ (Quantitative) โดยพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิตครอบคลุมตั้งแต่การสกัดหรือการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่งและการกระจาย การใช้งานผลิตภัณฑ์ การบำรุงรักษา การใช้ซ้ำ (Reuse) การหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) รวมถึงการกำจัดเศษซากของผลิตภัณฑ์หลังจากหมดอายุการใช้งาน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าพิจารณาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เกิดจนตาย (Cradle to Grave) โดยมีการระบุถึงปริมาณพลังงานและวัตถุดิบที่ใช้ รวมถึงของเสียที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม เพื่อที่จะหาวิธีในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ปัจจุบัน LCA เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในหลายประเทศและหลากหลายอุตสาหกรรมและเป็นส่วนหนึ่งของอนุกรมมาตรฐาน ISO 14000 (14040)

สันทนา อมรไชย (2554) ให้นิยามของ Ecodesign ว่า Eco Design มิใช่เป็นเพียงแค่แนวทางในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเท่านั้น ยังมีความสำคัญต่อการค้าและการส่งออกด้วยเนื่องจากในปัจจุบันประเทศในกลุ่มพัฒนาแล้ว ไม่ว่าจะเป็น สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา หรือญี่ปุ่น ต่างให้ความสนใจด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ดังจะเห็นได้ว่ามีการออกข้อกำหนดและกฎระเบียบทางการค้าที่สัมพันธ์กับการรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น ระเบียบว่าด้วยการจัดการเศษเหลือทิ้งจากผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Waste Electrical and Electronic Equipment; WEEE) หรือระเบียบเกี่ยวกับการจัดการซากของยานยนต์ (End of Life Vehicles; ELV) ซึ่งมาตรการเหล่านี้ส่งผลให้ผู้ประกอบการต้องเข้ามาเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงต่อเศษซากวัสดุจากผลิตภัณฑ์ของตน ผู้ประกอบการจึงต้องปรับปรุงและพัฒนาสินค้าของตนเพื่อที่จะสามารถส่งออกสินค้าได้

Eco Design เป็นแนวทางหนึ่งในการแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม นอกเหนือจากแนวทางอื่นๆ ที่เป็นที่ยุติกันดี ไม่ว่าจะเป็น เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology; CT) หรือวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment; LCA) ซึ่งในประเทศไทยพบว่า ปัจจุบันมีหน่วยงานของรัฐ องค์กรอิสระ และสถาบันการศึกษาหลายแห่งที่มีโครงการ

ศึกษาและการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ด้าน EcoDesign มากขึ้น ตลอดจนการเผยแพร่ความรู้และสนับสนุนให้ภาคอุตสาหกรรมสามารถนำ EcoDesign มาผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

หลักการพื้นฐานของการทำ Eco Design คือ การนำหลัก 4R ได้แก่ การลด (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และการซ่อมบำรุง (Repair) มาประยุกต์ใช้ในทุกช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ คือตั้งแต่การวางแผนผลิตภัณฑ์ การออกแบบ การผลิต การนำไปใช้ และการทำลายหลังการใช้เสร็จ

ศูนย์เฉพาะทางด้านกระประเมินวัฏจักรชีวิต และการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ (2556) ให้ความหมายของ Ecodesign ว่า Ecodesign หมายถึง วิธีการออกแบบอย่างครบวงจรเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติและหลีกเลี่ยงผลกระทบที่จะทำลายสิ่งแวดล้อม อาจกล่าวได้ว่าเป็นกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแบบบูรณาการ มีความหมายรวมถึง การวิเคราะห์สมรรถนะทางด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ ควบคู่กับการวิเคราะห์ปัจจัยอื่นๆ เช่น ต้นทุน การควบคุมการผลิต การควบคุมคุณภาพ และการตลาด เป็นต้น

นักวิชาการการออกแบบผลิตภัณฑ์มีความเห็นโดยพ้องกันว่า แม้ว่าต้นทุนของการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางตรงจะมีเพียง 5-13% ของต้นทุนการผลิตรวมแต่ผลสืบเนื่องจากการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นจะเป็นผู้กำหนดโครงสร้างต้นทุนถึง 60-80% ฉะนั้นการจัดการเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีบทบาทมากที่สุดควรเริ่มตั้งแต่กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์

หลักการทำ Ecodesign คือการประยุกต์หลักการของ 4R ในทุกช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ ช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ที่วานี้ ได้แก่ ช่วงการวางแผนผลิตภัณฑ์ (Planning Phase) ช่วงการออกแบบ (Design Phase) ช่วงการผลิต (Manufacturing phase) ช่วงการนำไปใช้ (Usage Phase) ช่วงการทำลายหลักการใช้เสร็จ (Disposal Phase) สำหรับหลักการของ 4R ได้แก่ การลด (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และการซ่อมบำรุง (Repair) ซึ่งทั้ง 4R จะมีความสัมพันธ์กับแต่ละช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์

การออกแบบเชิงสร้างสรรค์ของธุรกิจสมุนไพรร (2556) ให้นิยามของ Ecodesign ว่าเป็นการบูรณาการแนวคิดด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ สังคม และวิถีชุมชน เข้ามาไว้ในขั้นตอนการออกแบบตลอดทั้งวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Thinking) ของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เริ่มตั้งแต่ การออกแบบ การเลือกใช้วัตถุดิบ การผลิต การบรรจุ การขนส่ง การนำไปใช้ การซ่อมบำรุง การกำจัด การนำกลับมาใช้ประโยชน์หลังหมดอายุการใช้งาน

การนำ EcoDesign มาประยุกต์ใช้จะคำนึงถึงกลไก 7 ด้าน คือ

- 1) ลดการใช้วัสดุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Reduction of low-impact materials)
- 2) ลดปริมาณและชนิดของวัสดุที่ใช้ (Reduction of materials used)
- 3) ปรับปรุงกระบวนการผลิต (Optimization of production techniques)
- 4) ปรับปรุงระบบการขนส่งผลิตภัณฑ์ (Optimization of distribution system)
- 5) ปรับปรุงขั้นตอนการใช้ผลิตภัณฑ์ (Optimization of impact during use)
- 6) ปรับปรุงอายุผลิตภัณฑ์ (Optimization of initial lifetime)
- 7) ปรับปรุงขั้นตอนการทิ้งและทำลายผลิตภัณฑ์ (Optimization of end-of-life)

2.3.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์

นรินทร์ วิภาดา (2539:89-90, อ้างถึงโดย นิรัช สุตสังข์, 2548:5-6) ให้นิยามของการออกแบบผลิตภัณฑ์ว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์ (industrial design) ซื่อย่อ ID. คือ การผสมผสานอย่างลงตัวของความเป็นวิทยาศาสตร์ (science) กับความเป็นศิลปะ (art) ผสมกลมกลืนกันจนเป็นเนื้อเดียวกันในอัตราส่วนเท่าๆกัน 50:50 เช่น การออกแบบรถยนต์ จะมีการผสมผสานความเป็นวิทยาศาสตร์และความเป็นศิลปะเพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีสุนทรียะในการใช้งาน

สุกิตติ กลางวิสัย (2527, อ้างถึงโดย นิรัช สุตสังข์, 2548:5-6) ได้ศึกษาคำว่า Industrial Design หรือที่เรียกในภาษาไทยว่า ออกแบบอุตสาหกรรมนั้นเชื่อว่าเริ่มใช้ศัพท์เป็นครั้งแรกในระหว่างการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 1 ในด้านการศึกษา ผู้บุกเบิก รุ่นบรรพบุรุษ ได้แก่ John Ruskin และ William Morris Bill และภาควิชาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรมแห่งแรกของโลกได้เปิดขึ้น สำหรับการค้นคว้าหลักสูตรแม่บททางวิชาอุตสาหกรรมสำหรับการเรียนการสอนในระดับเตรียมอุดมศึกษา สำหรับเป็นมาตรฐานของการเรียนการสอนวิชาออกแบบอุตสาหกรรมในอนาคต โดยโครงการ IACP “Industrial Art Curriculum Project” ซึ่งเป็นโครงการที่ช่วยพัฒนาหลักสูตรแม่บท การเรียนการสอนวิชาออกแบบหลังปี ค.ศ.1972 แนวโน้มการนำวิธีสร้างหลักสูตรซึ่งเรียกว่า discipline-centered schema ซึ่งมีแม่บทเป็นพื้นฐานมาใช้มากขึ้น สำหรับความรู้ด้านการออกแบบอุตสาหกรรมศึกษา ความรู้ที่มนุษย์นำมาใช้เพื่อการออกแบบนั้นส่วนใหญ่เป็นศาสตร์ไม่ใช่ศิลป์และความรู้ของมนุษย์สามารถจัดได้ 4 กลุ่ม

1. Formal Knowledge คือ ความรู้ที่เป็นเครื่องในการจัดวางระเบียบเพื่อนำไปประยุกต์กับความรู้ด้านอื่นๆ ซึ่งได้แก่ ความรู้ด้านตรรกศาสตร์ คณิตศาสตร์ และภาษาศาสตร์
2. Descriptive Knowledge คือ ความรู้เรื่องข้อมูลและข่าวสารเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อันได้แก่ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพและพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตทั้งหลาย
3. Prescriptive Knowledge คือ ความรู้ที่ก่อให้เกิดความสามารถในการใช้สติปัญญาตัดสินคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (value judgment) อันได้แก่ วิชาปรัชญา วรรณคดี และศิลปศาสตร์
4. Praxiological Knowledge คือ ความรู้ที่ก่อให้เกิดความสามารถในการปฏิบัติ อันได้แก่ วิชานิติศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ แพทย์ศาสตร์ และเทคนิควิทยาอุตสาหกรรม จากความรู้ด้านนี้จึงทำให้เกิดเป็นวิชาการด้านการออกแบบและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐวดี มณีพรหม (2553:บทคัดย่อ) กล่าวไว้ว่า การศึกษาครั้งนี้เป็นเชิงพรรณนา เพื่อศึกษาความชุกของภาวะความสุขและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในผู้พิการเนื่องจากการตัดขาที่มารับบริการที่ศูนย์กายอุปกรณ์ในประเทศไทย โดยเก็บข้อมูลจากผู้พิการ เนื่องจากการตัดขาในระดับข้อเท้าถึงสะโพก จำนวน 400 ราย ที่มารับบริการที่ศูนย์กายอุปกรณ์ 4 แห่ง ในประเทศไทย ได้แก่ มูลนิธิขาเทียมในสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี 2. โรงพยาบาลทหารผ่านศึกและองค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์ 3. โรงพยาบาลศิริราช และ 4. ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการ

แพทย์แห่งชาติ โดยใช้แบบสอบถาม 7 ชุด ได้แก่ 1. แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล 2. ดัชนีวัดความสุขคนไทยฉบับสั้น 15:ข้อ ใหม่ ปี 2547 3. แบบสอบถามภาพลักษณ์ในผู้พิการที่เนื่องจากการตัดขา 4. แบบวัดความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเองของคูเปอร์สมิท ฉบับผู้ใหญ่ 5. แบบสอบถามความสัมพันธ์และหน้าที่ของครอบครัว 6. แบบประเมินการสนับสนุนทางสังคม และ 7. แบบสอบถามการปรับตัวและแก้ไขปัญหาคความขัดแย้งวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเสนอความชุกของภาวะความสุขในผู้พิการเนื่องจากการตัดขาเป็นสัดส่วนและร้อยละหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ (chi-square) และหาปัจจัยทำนายภาวะความสุขของผู้พิการเนื่องจากการตัดขาโดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยแบบลอจิสติก (logistic regression) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับนัยกว่า 0.05

ผลการศึกษาพบว่า ผู้พิการเนื่องจากการตัดขาส่วนใหญ่ (ร้อยละ 74) มีภาวะความสุขเท่ากับคนทั่วไปและมากกว่าคนทั่วไป ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะความสุข ได้แก่ สถานะภาพมีคู่ ($p < 0.05$) มีรายได้ ($p < 0.05$) รายได้ตั้งแต่ 2,001 บาท/เดือนขึ้นไป ($p < 0.05$) ใส่ขาเทียม ($p < 0.01$) พอใจต่อขาเทียมมากและมากที่สุด ($p < 0.01$) กังวลด้านภาพลักษณ์น้อยและปานกลาง ($p < 0.01$) เห็นคุณค่าในตนเองสูง ($p < 0.01$) มีความสัมพันธ์และหน้าที่ในครอบครัวดี ($p < 0.01$) มีการสนับสนุนสังคมปานกลางและดี ($p < 0.01$) มีการปรับตัวและแก้ไขปัญหาคความขัดแย้งที่ดี ($p < 0.01$) ปัจจัยทำนายภาวะความสุข ได้แก่ พอใจในขาเทียมมากและมากที่สุด ($p < 0.05$) เห็นคุณค่าในตัวเองสูง ($p < 0.01$) มีความสัมพันธ์และการทำหน้าที่ของครอบครัวดี ($p < 0.01$) มีการปรับตัวและแก้ไขปัญหาคความขัดแย้งที่ดี ($p < 0.05$)

ทิพย์ประภา บุรณโภคา (2548:บทคัดย่อ) กล่าวไว้ว่า การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการดำเนินงาน ปัญหาและความต้องการความช่วยเหลือของธุรกิจอุตสาหกรรมฟอกหนัง ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ กรรมการผู้จัดการ หัวหน้าผู้จัดการ หรือรองผู้จัดการของโรงงานอุตสาหกรรมฟอกหนังจำนวน 144 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบสอบถาม การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการส่งและรับคืนแบบสอบถามทางไปรษณีย์ สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าร้อยละ ความถี่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลวิจัยพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีตำแหน่งที่เป็นกรรมการผู้จัดการ อายุ 50 ปีขึ้นไป มีวุฒิการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี ประสบการณ์การทำงานในโรงฟอกหนังมากกว่า 10 ปี การลงทุนส่วนใหญ่เป็นของไทย 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นธุรกิจขนาดกลาง มีทรัพย์สินสุทธิในปัจจุบัน 5-50 ล้านบาท จัดจำหน่ายหนังฟอกเองโดยตรง มีการจัดจำหน่ายทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ จัดตั้งในรูปแบบของบริษัทจำกัด การฟอกหนังใช้หนังสัตว์ใหญ่ วัตถุดิบหลักคือ หนังสัตว์ มีแหล่งนำเข้าจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากขาดแคลนหนังดิบเกรดเอ ภายในประเทศ วัตถุดิบรองคือเคมีภัณฑ์นำเข้าจากต่างประเทศ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีตลาดส่งออกหลักที่สำคัญ คือสหรัฐอเมริกา

ปัญหาในด้านต่างๆ ของธุรกิจอุตสาหกรรม ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลางเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ส่วนใหญ่มีปัญหาในระดับปานกลาง ยกเว้น ด้านการตลาดมีปัญหาในระดับน้อย เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ส่วนใหญ่มีปัญหาในระดับปานกลาง ยกเว้นด้านการตลาดมีปัญหาในระดับน้อย เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ามีปัญหาในระดับมากเพียง 2 ข้อ คือขั้นตอนการส่งออก และยอดการส่งออกที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง

เรื่องความต้องการความช่วยเหลือของธุรกิจอุตสาหกรรมฟอกหนัง จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผลการวิจัยพบว่า ด้านการผลิตผู้ประกอบการมีความต้องการความช่วยเหลือในเรื่องการตลาด

ภาชนะนำเข้าวัตถุดิบทั้งหนักดิบ และเคมีภัณฑ์ ส่วนในด้านการตลาดผู้ประกอบการมีความต้องการงบประมาณเพื่อการจัดงานแสดงสินค้าให้เป็นที่รู้จักแพร่หลายทั้งตลาดในประเทศและตลาดต่างประเทศ ด้านการเงินผู้ประกอบการมีความต้องการให้สถาบันการเงินทั้งภาครัฐและเอกชนให้สนับสนุนเรื่องการกู้เงิน ในด้านบุคลากรผู้ประกอบการมีความต้องการให้มีโรงเรียนสอนเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเครื่องหนังโดยเฉพาะเพื่อพัฒนาบุคลากรให้ตรงสายงาน และด้านการส่งออกผู้ประกอบการมีความต้องการให้ลดค่าขนส่งทั้งทางเรือและทางอากาศ

ธีรเดช ชีวนันทชัย (2546:บทคัดย่อ) กล่าวว่า วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาการนำวัสดุเศษหนังที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมฟอกหนังนำกลับมาใช้ประโยชน์ในการนำมาผลิตเป็นแผ่นไฟเบอร์บอร์ดฉนวนกันความร้อนที่มีน้ำหนักเบา และมีค่าการนำความร้อนต่ำ โดยที่นำเศษหนังสัตว์ผสมกับ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์และทำการอัดด้วยความร้อนให้แผ่นไฟเบอร์บอร์ดมีขนาด 35 cm X 35 cm X 1 cm และทำการศึกษาถึงความหนาแน่นและปริมาณกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ ที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นฉนวนกันความร้อน โดยตัวแปรดังกล่าว ที่ทำการวิเคราะห์พิจารณาที่ความหนาแน่น 0.4 0.6 และ 0.9 กรัม/ลูกบาศก์เมตร และที่ระดับปริมาณกาวยูเรีย ฟอร์มัลดีไฮด์ พิจารณาที่ 20% 25% และ 30% โดยน้ำหนักเส้นใยหนังสัตว์แห้ง เมื่อได้ผลิตแผ่นไฟเบอร์บอร์ดดังกล่าวจะทำการทดสอบและวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกลและสมบัติทางความร้อน ตามมาตรฐานของแผ่นฉนวนความร้อน ASTM C 208-95 จากผลการทดสอบแสดงถึงความหนาแน่นเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 0.6 กรัม/ลูกบาศก์เมตร ขึ้นไป และระดับปริมาณกาวเริ่มขึ้นตั้งแต่ 20% จะได้ผลทดสอบสมบัติเชิงกล ค่าโมดูลัสแตกกร้าว โมดูลัสยืดหยุ่น และค่าแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จากผลทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนอยู่ระหว่าง 0.058-0.085 W/m.K ถึงแม้การทดสอบทางกายภาพจะเกินมาตรฐาน ทางด้านความชื้นและการดูดซึมน้ำ สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ในอนาคต ดังนั้นสรุปได้ว่าเส้นใยจากเศษหนังสัตว์ที่ได้มาจากโรงงานฟอกหนังนั้น เป็นเส้นใยที่น่าสนใจ และมีความเป็นไปได้ในการนำมาผลิตเป็นวัสดุซับเสียงและ ฉนวนกันความร้อนภายในอาคารและอุตสาหกรรมได้

ปกรณ์ เหล่ากุลติลก และคณะกรมการ (2537:บทคัดย่อ) กล่าวว่า ใครงการ การออกแบบขาเทียมนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหารูปแบบของขาเทียม ที่สามารถนำมาใช้ในประเทศได้ โดยมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับของต่างประเทศแต่มีราคาถูก วิธีการศึกษาโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์เพื่อออกแบบขาเทียม โดยขาเทียมที่ออกแบบเป็นแบบที่มีท่อเป็นโครงร่าง ในส่วนของ กลไกขาเทียมจะออกแบบให้มีลักษณะการทำงานตามผลวิเคราะห์การเดิน สำหรับกลไกข้อเท้าเทียมเป็นระบบขึ้นต่อโยง 4 ชั้น แบบหมุนและแกว่ง ส่วนกลไกข้อเท้าเป็นระบบแกนเดี่ยว เมื่อได้ทำการออกแบบและเลือกวัสดุเพื่อใช้ในการสร้างขาเทียม จึงได้นำขาเทียมต้นแบบที่ปรับปรุง แล้วไปทำการทดลองกับผู้ป่วย ผลการทดลองพบว่าขาเทียมต้นแบบสามารถแสดงลักษณะการทำงานได้คล้ายคลึงกับการทำงานที่ออกแบบไว้ หากแต่ขาเทียมต้นแบบนั้นยังมีการประกอบชิ้นส่วนที่ไม่ดีพอ จึงทำให้เกิดเสียงดังขณะเดิน

ศุภชัย ยิ่งเจริญ (2548:บทคัดย่อ) กล่าวว่า งานวิจัยเป็นการออกแบบระบบควบคุมขาเทียมเหนือเข่า ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นหน่วยประมวลผลและใช้วิธีการควบคุมแบบฟuzzyอัลกอริทึม ผู้วิจัยได้สร้างข้อเข่าเทียมและใช้กระบอกนิวแมติกส์มาประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ในการสร้างแรงเสียดทาน ขณะเหยียดขาและช่วยการชะลอการเหยียดขาช่วงปลาย ซึ่งควบคุมแรงต้านโดยการปรับหรี

วาล์วที่กั้นระหว่างห้องของกระบอกโดยใช้สแตมป์มอเตอร์ในการปรับตำแหน่งวาล์ว สำหรับเซนเซอร์ที่ใช้ในระบบจะใช้วิธีกดเข้าด้วยสแตมป์มอเตอร์ที่ติดตั้งอยู่บนผิวของเบ้าสวมขา ขณะที่การตรวจวัดคาบเวลาการเหวี่ยงขา ได้ใช้อุปกรณ์ตรวจวัดสนามแม่เหล็กที่ติดตั้งแม่เหล็กถาวรที่จุดหมุนข้อเข้าให้สัญญาณ แรงดันอินพุตแก๊สไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐาน โดยมีฟังก์ชันกฎของการควบคุมทั้งหมด 25 กฎ ระบบจะนำผลที่ได้ของแต่ละกฎมาบวกกันและคำนวณหาค่าควบคุม โดยการหาจุดกลางปริมาตรของพีชชีเซตออกมาเป็นข้อมูลในการควบคุม ในการวิจัยนี้เลือกใช้กฎจากการสอบถามจากตัวอย่างของฟังก์ชัน และในการทดสอบระบบควบคุมได้ใช้เครื่องจำลองสัญญาณสร้างสถานการณ์รูปแบบการเดิน จากตัวอย่างข้อมูลที่เก็บจากผู้ฝึกการ 6 ลักษณะและบันทึกผลการตอบสนองด้วยเครื่องบันทึกจำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาความถูกต้องแม่นยำขณะเดียวกันในการควบคุมตำแหน่งวาล์วจะสามารถให้ความถูกต้องของการควบคุมตำแหน่ง 80 เปอร์เซ็นต์ และใช้ช่วงเวลาการตอบสนองต่อสัญญาณมากกว่า 10 วินาที เมื่อเปรียบเทียบกับการคำนวณ ส่วนระบบแก้ไขข้อผิดพลาดจากการใช้งานพบว่ายังต้องปรับปรุงด้านน้ำหนักและการลดการสั่นหรือของจุดหมุน

อภิศักดิ์ สิทธิโชคอรุณ (2544:บทคัดย่อ) กล่าวไว้ว่า เนื่องจากปัญหามลพิษทางภาคอุตสาหกรรมที่ส่งผลกระทบต่อสังคม (Externality) นั้นได้ส่งผลให้ภาระงบประมาณของภาครัฐในการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้นในการแก้ปัญหาดังกล่าวโดย การจัดเก็บค่าปล่อยมลพิษจากภาคอุตสาหกรรมจึงมีความสำคัญเชิงนโยบายของรัฐ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกำหนดค่าปล่อยมลพิษ ในกรณีศึกษาอุตสาหกรรมฟอกหนัง จากการปล่อยน้ำเสีย โดยใช้ข้อมูลในปี พ.ศ.2542 และใช้แบบจำลองแบบจำลอง Cobb-Douglas production function เป็น Model ที่ใช้ประมาณความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและปัจจัยการผลิต โดยปัจจัยการผลิตที่ใช้ใน Model ดังกล่าวประกอบด้วย หนึ่งคิบ สารเคมี แรงงาน ปริมาณน้ำ ซึ่งการกำหนดแบบจำลองดังกล่าวจะถูกนำไปจำลองหาค่าปล่อยมลพิษ โดยในการศึกษานั้นได้มีสมมติฐานเบื้องต้นว่าเมื่อมีการผลิตมาก จึงทำให้เกิดปัญหามลพิษมากตามการผลิต ดังนั้นในการกำหนดค่าปล่อยมลพิษจึงกำหนดจากมูลค่าส่วนเพิ่มมลพิษ เพื่อแก้ไขปัญหามลพิษที่เกิดขึ้น จำเป็นจะต้องมีการลดมลสารที่ก่อให้เกิดมลพิษ ในการศึกษานี้มีมลสารที่นำมาใช้ในการศึกษาคือค่า บีโอดี ดังนั้นในการลดค่าบีโอดีเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมนั้น ในมุมมองของผู้ผลิตภาคอุตสาหกรรมการลดค่าบีโอดีจึงเปรียบเสมือน ต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิตของผู้ผลิต

ผลการศึกษาพบว่า ภายใต้แบบจำลอง Cobb-Douglas production function ปัจจัยการผลิตที่มีนัยสำคัญต่อปริมาณหนึ่งคิบฟอกในระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 คือ หนึ่งคิบ (ค่า t-stat=4.4970) ปัจจัยการผลิตที่มีนัยสำคัญต่อปริมาณหนึ่งคิบฟอกในระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คือ สารเคมี (ค่า t-stat=2.0395) ส่วนปัจจัยการผลิตที่เหลือ ซึ่งประกอบด้วย แรงงานและปริมาณน้ำใช้ มีนัยสำคัญในระดับความเชื่อมั่นที่น้อยกว่าร้อยละ 90 นอกจากนี้ผลการศึกษาได้พบว่าผลตอบแทนต่อขนาดอุตสาหกรรม (Return to Scale) เป็นผลตอบแทนขนาดเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 2.0130 และ อัตราการเก็บค่าปล่อยมลพิษควรจัดเก็บที่กิโลกรัมบีโอดีละ 1,680.04 บาท

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับการวิจัยเรื่อง “การออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก” โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อศึกษาวัสดุเศษหนังจากขบวนการฟอกสำหรับการออกแบบขาเทียม ออกแบบขาเทียมจากวัสดุเศษหนังและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

ดังนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ “การออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก” ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัญหา

3.2 ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบขาเทียม โดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

3.3 ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

3.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัญหา

3.1.1 การศึกษาปัญหา

3.1.1.1 ศึกษาปัญหาวัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก จากผู้ประกอบการโรงงานฟอกหนัง และศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอกและขาเทียม

3.1.1.2 ศึกษาปัญหาการใช้ขาเทียมของผู้พิการขาเทียม

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสัมภาษณ์ปัญหาเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก ผู้วิจัยได้ใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการกำหนดประเด็นสัมภาษณ์ประกอบด้วย ปริมาณ รูปแบบ ขนาด และวิธีการจัดการกับเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

3.1.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1.3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

3.1.3.2 ศึกษาวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.3.3 กำหนดประเด็นและจำนวนข้อของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.3.4 ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์ปัญหาวัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

3.1.3.5 ตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบสัมภาษณ์

3.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้ประกอบการโรงงานฟอกหนัง เพื่อขอสัมภาษณ์ เก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอกและขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ คณะครุ

ศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงเลขาธิการมูลนิธิฯ
 เทียมในพระศรีนครินทราบรมราชชนนีเพื่อขอสัมภาษณ์ เก็บข้อมูลเกี่ยวกับขาเทียม

3.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้รับข้อมูลมาแล้วผู้วิจัยตรวจสอบความเรียบร้อย และความถูกต้องของแบบ
 สัมภาษณ์ทุกฉบับ ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์เนื้อหาและข้อสรุป

3.2 ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบขาเทียม โดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

3.2.1 การออกแบบและพัฒนา

3.2.1.1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 มาใช้เป็นพื้นฐานในการ
 ออกแบบ

3.2.1.2 ทำการออกแบบร่าง

3.2.1.3 นำแบบร่างขาเทียมไปเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอคำแนะนำตอบแบบประเมิน
 ในการออกแบบโดยมีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญดังนี้

- | | |
|---|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล นาคพิพัฒน์ | อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร-
ลาดกระบัง |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย | ศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนศ ภิรมย์การ
(ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ) | อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์
สถาปัตยกรรมและการออกแบบ
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร-
ลาดกระบัง |

3.2.1.4 ปรับปรุงแบบร่างขาเทียมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.2.1.5 ทำการผลิตตามแบบร่างที่ทำการแก้ไขแล้ว โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) สร้างแบบด้วยโฟม
- 2) ขึ้นรูปด้วยปูนพลาสติก
- 3) ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินการออกแบบและพัฒนา สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ตอบแบบประเมิน
 รูปแบบของขาเทียม ด้านกรรมวิธีการผลิตและการเลือกสรรวัสดุ

3.2.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.2.3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องขาเทียม

3.2.3.2 ศึกษาวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.3.3 กำหนดประเด็นและจำนวนข้อของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.3.4 ดำเนินการสร้างแบบประเมินการออกแบบ ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วน

ประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

3.2.3.5 ตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบประเมิน

3.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้เชี่ยวชาญ เพื่อขอเก็บข้อมูลและขอให้ตอบแบบประเมิน

3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้รับข้อมูลมาแล้วผู้วิจัยตรวจสอบความเรียบร้อย และความถูกต้องของแบบประเมินทุกฉบับ การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา หาค่าเฉลี่ย (Mean: \bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D) เสนอเป็นตารางประกอบคำบรรยายข้อสรุป โดยแบ่งเป็นเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.50-5.00 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด

3.50-4.49 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมาก

2.50-3.49 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อย

1.00-1.49 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

3.3 ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

3.3.1 ผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับขาเทียมจากวัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

3.3.1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 1 คน

3.3.1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุ จำนวน 2 คน

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินการศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก สำหรับผู้เชี่ยวชาญตอบแบบประเมินในประเด็นด้านความสะดวกในการใช้งานประเด็นด้านความปลอดภัยในการใช้งาน

3.3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.3.3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขาเทียม

3.3.3.2 ศึกษาวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.3.3 กำหนดประเด็นและจำนวนข้อของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.3.4 ดำเนินการสร้างแบบประเมินการออกแบบ ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วน

ประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

3.2.3.5 ตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบประเมิน

3.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอหนังสือจาก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้เชี่ยวชาญ เพื่อขอเก็บข้อมูลการประเมิน 1. ด้านความสะดวกในการใช้งาน 2. ด้านความปลอดภัยในการใช้งานโดยการนำเอาขาเทียมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาให้ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบประเมิน การศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้ขาเทียม

3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้รับข้อมูลมาแล้วผู้วิจัยตรวจสอบความเรียบร้อย และความถูกต้องของแบบประเมินทุกฉบับ การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา หาค่าเฉลี่ย (Mean: \bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D) เสนอเป็นเป็นตารางประกอบคำบรรยายข้อสรุป โดยแบ่งเป็นเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.50-5.00 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด

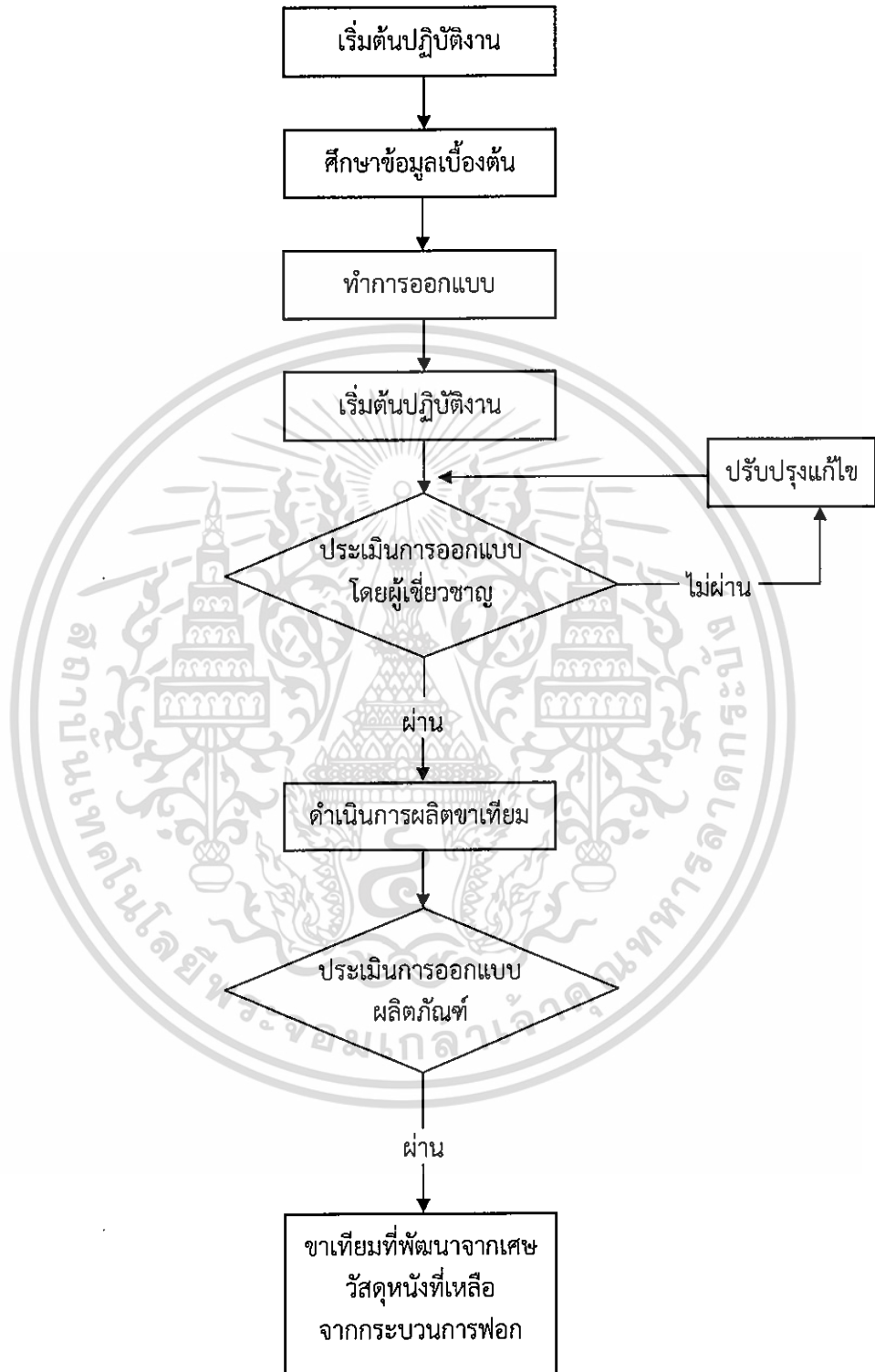
3.50-4.49 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมาก

2.50-3.49 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อย

1.00-1.49 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนารูปแบบข้อเข่าเทียมชนิดเหนือเข่า โดยมีขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาขาเทียมจากเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ตอบแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์แล้วนำเสนอในรูปแบบการเรียงเรียงโดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

4.1 ขั้นตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การศึกษาปัญหา ดำเนินการโดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

4.1.1 วิเคราะห์ข้อมูลเนื้อหาเฉพาะหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก จากผู้ประกอบการโรงงานฟอกหนัง และศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเฉพาะหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก

4.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลเนื้อหาแบบสัมภาษณ์ ปัญหาการใช้ชาเทียมโดยผู้พิการที่ใช้ชาเทียม

4.2 ขั้นตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การออกแบบและพัฒนาชาเทียม

ดำเนินการโดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

4.2.1.1 การออกแบบชาเทียมชาเทียมจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก

4.2.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินผลการออกแบบของผู้เชี่ยวชาญ

4.3 ขั้นตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบชาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก ที่ทำการออกแบบและพัฒนาใหม่ นำเสนอตามลำดับดังนี้

4.1 ขั้นตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การศึกษาปัญหาวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก นำเสนอตามลำดับ ดำเนินการโดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

วิเคราะห์ข้อมูลปัญหา จากผู้ประกอบการโรงงานฟอกหนัง และผู้เชี่ยวชาญ

4.1.1 วิเคราะห์ข้อมูลเนื้อหาเฉพาะหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก จากผู้ประกอบการโรงงานฟอกหนัง และศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก

4.1.1.1 ปริมาณของเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก จากการสำรวจ จำนวนโรงงานฟอกหนังที่สำรวจตั้งแต่ปี 2546 มี 137 โรงงาน และในปี 2551 เพิ่มขึ้นเป็น 200 โรงงาน ปริมาณเศษหนึ่งจากโรงงานฟอกหนังที่ผ่านกระบวนการฟอกมีปริมาณเศษหนึ่ง เฉลี่ย 200-300 ตัน ต่อเดือนต่อ 1 โรงงาน ซึ่งถือว่าเป็นภาระที่โรงงานต้องรับผิดชอบ

4.1.1.2 ลักษณะของเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก จำแนกได้ 3 ลักษณะ คือ เป็นแผ่นที่ขนาดเล็กลง เป็นริ้ว และเป็นผง

ลักษณะของเศษหนึ่งที่เหมาะสมมากที่สุดต่อการนำมาออกแบบชาเทียม คือ ลักษณะเป็นผง

4.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลเนื้อหาแบบสัมภาษณ์ ปัญหาการใช้ชาเทียมโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.1.2.1 ด้านความสะดวกสบาย

1) ขนาดสัดส่วนของชาเทียมมีขนาดใหญ่พอสมควรทำให้น้ำหนักรวมของชาเทียมมีมาก

2) การดูแลรักษาขาเทียม เนื่องจากขาเทียมมีชิ้นส่วนหลายชิ้นส่วนที่นำมาประกอบเป็นขาเทียม ทำให้การดูแลมีขั้นตอนหลายขั้นตอน

4.1.2.2 ความความปลอดภัยในการใช้งาน

1) การทรงตัวขณะยืนไม่มีปัญหา แต่จะเกิดปัญหาขึ้นเฉพาะตอนทดลองใส่ขาเทียมใหม่ๆ เท่านั้น

2) การเดินบนพื้นราบโดยใช้ขาเทียม สามารถเดินได้

3) การก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง ต้องเป็นสิ่งกีดขวางที่ไม่สูงหรือใหญ่มากเกินไป

4) การเดินขึ้น-ลงทางลาดเอียง ไม่ปลอดภัยทำได้ยาก เนื่องจากข้อเท้าเป็นแบบแข็งงอไม่ได้ การเดินลงข้อเท้าจะพับอาจล้มได้ ต้องมีราวบันไดไว้จับประคองเพื่อการทรงตัว

5) การเดินขึ้นลงบันไดจะต้องมีราวบันไดเหมือนการเดินทางลาดเอียง การก้าวขึ้นนั้นต้องเอาขาข้างที่ดีก้าวนำและยกขาเทียมตาม ส่วนการเดินลงต้องก้าวขาข้างที่เป็นขาเทียมนำก่อนแล้วจึงก้าวขาที่ดีตาม

6) การนั่งและลุกจากเก้าอี้ ทำได้ยากเพราะข้อเท้าเทียมเบรกขณะงอไม่ได้ ต้องใช้มือช่วยประคองค่อยๆ นั่งลง แต่ตอนลุกขึ้นจากเก้าอี้จะต้องเอียงตัวไปข้างหน้าแล้วใช้ขาข้างดีออกแรงดันตัวขึ้น

7) การนั่งและลุกจากพื้นทำได้ยากเพราะการงอของข้อเท้าเทียมงอได้ไม่มาก

8) การก้มเก็บวัตถุจากพื้นผู้พิการที่มีต่อขายาวจะทำได้แต่ไม่ดี

9) การวิ่งก้าวกระโดดนั้นทำไม่ได้เนื่องจากข้อเท้าเทียมเป็นแบบ single Axis ระบบการเบรกของข้อเท้าเทียมไม่สามารถรับแรงกระแทกได้มาก อาจเกิดการพังหรือทรุดตัวได้

4.2 ชั้นตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การออกแบบและพัฒนาขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก ดำเนินการโดยแบ่งเป็น 2 ชั้นตอน ดังนี้

4.2.1.1 การออกแบบขาเทียมจากวัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก สรุปเป็นการออกแบบในด้านต่างๆ นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1) ด้านความสะดวกสบาย

ทำการออกแบบพัฒนาขาเทียมให้มีขนาดหลากหลาย มีน้ำหนักที่ไม่มากหรือน้อยเกินไป โดยใช้วัสดุหลักเป็นเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอกที่เหลือจากโรงงานหนังฟอก ประกอบกับชิ้นส่วนอื่น ซึ่งเป็นการนำวัสดุเศษหนังที่ต้องนำไปกำจัดทิ้ง มาสร้างมูลค่าและสร้างประโยชน์ อีกทั้งยังลดต้นทุนจากการใช้วัสดุเดิมที่ต้องสั่งซื้อเพื่อนำมาผลิตด้วย

2) ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน

ในการออกแบบด้านความปลอดภัย เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาวัสดุใหม่มาใช้ในการผลิตเฉพาะส่วนขาและเท้า ซึ่งผิวสัมผัสของหนังนั้นมีความยืดหยุ่น นุ่ม ทนความร้อนและทำความสะอาดได้

4.2.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินผลการออกแบบของผู้เชี่ยวชาญ ทั้งในด้านรูปแบบของชาเขียว ด้านกรรมวิธีการผลิตและการเลือกสรรวัสดุ นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1) การประเมินผลงานการออกแบบ

เพื่อนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาใช้ในการประเมินการออกแบบชาเขียวจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก เพื่อสรุปหารูปแบบของชาเขียวที่เหมาะสมที่สุด เพื่อนำมาสร้างชาเขียวจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอกต้นแบบ แล้วนำไปทดลองใช้กับผู้ฝึกในชั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4.1 ระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญในผลงานการออกแบบชาเขียวจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก

หัวข้อในการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ		
	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านรูปแบบของข้อเข้าเขียว			
1.1 ขนาดสัดส่วน	3.60	0.55	มาก
1.2 การดูแลรักษา	3.20	0.84	ปานกลาง
1.3 การทำงานของชาเขียว	3.60	0.89	มาก
1.4 ความปลอดภัย	3.80	0.84	มาก
2. ด้านกรรมวิธีการผลิต			
2.1 การผลิตขึ้นรูปชิ้นงาน	3.80	0.84	มาก
3. การเลือกใช้วัสดุ			
3.1 วัตถุดิบที่เลือกใช้	3.80	0.45	มาก
3.2 ชิ้นส่วนมาตรฐานที่เลือกใช้	4.00	0.71	มาก

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญในผลงานการออกแบบชาเขียวจากเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก มีความเหมาะสมในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ด้านรูปแบบของข้อเข้าเขียว

1.1 ขนาดสัดส่วนของชาเขียวจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก มีระดับความเหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 3.60)

1.2 การดูแลรักษา การดูแลรักษาชาเขียวจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก มีระดับความเหมาะสมปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.20)

1.3 การทำงานของชาเขียวจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก มีระดับความเหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 3.60)

1.4 ความปลอดภัยในการเคลื่อนไหวของชาเขียวจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก มีระดับความเหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 3.80)

2. ด้านกรรมวิธีการผลิต

2.1 การผลิตขึ้นรูปชิ้นงานขาเทียมจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก มีระดับความเหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 3.80)

3. การเลือกใช้วัสดุ

3.1 วัสดุที่เลือกใช้ มีระดับความเหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 3.80)

3.2 ชิ้นส่วนมาตรฐานที่เลือกใช้ในการทำขาเทียมจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก มีระดับความเหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 4.00)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ

เนื่องจากวัสดุหนึ่งยังเป็นวัสดุที่ได้จากธรรมชาติจึงมีข้อจำกัดในเรื่องของอายุการใช้งานและการเสื่อมสภาพตามการใช้งาน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้ผลอย่างคุ้มค่าต้องพัฒนาในแง่ของการป้องกันรักษาผลิตภัณฑ์ให้มีอายุการใช้งานตามสภาพจริงให้มากขึ้นและในกระบวนการออกแบบต้องเสนอแนวคิดเรื่องรูปแบบการใช้งานให้ควบคู่ไปกับอุปกรณ์สำเร็จรูปเพื่อลดภาระของขาเทียม

4.3 ขั้นตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก ที่ทำการออกแบบและพัฒนาใหม่ นำเสนอตามลำดับดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก ที่ทำการออกแบบและพัฒนาใหม่

หัวข้อในการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ		
	\bar{x}	SD	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านความสะดวกสบาย			
1.1 ขนาดสัดส่วน	3.60	0.55	มาก
1.2 น้ำหนัก	3.00	0.00	ปานกลาง
1.3 การดูแลรักษา	3.20	0.84	ปานกลาง
รวมด้านความสะดวกสบาย	3.27	0.42	ปานกลาง
2. ด้านความปลอดภัย			
2.1 การทรงตัวขณะยืน	3.60	0.55	มาก
2.2 การเดินบนพื้นราบ	3.80	1.10	มาก
2.3 การก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง	3.00	0.71	ปานกลาง
2.4 การเดินขึ้น-ลงทางลาดเอียง	2.80	0.40	ปานกลาง
2.5 การเดินขึ้น-ลงบันได	3.00	0.00	ปานกลาง
2.6 การนั่งและลุกจากเก้าอี้	3.60	0.55	มาก
2.7 การนั่งและลุกจากพื้น	3.40	0.55	ปานกลาง
2.8 การก้มเก็บวัตถุจากพื้น	3.00	0.71	ปานกลาง
2.9 วิ่งแบบก้าวกระโดด	1.29	0.39	น้อยที่สุด
รวมด้านความปลอดภัย	3.20	0.29	ปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง 4.2 พบว่าภาพรวมของการออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเซทไนต์ที่เหลือจากกระบวนการฟอกด้านความสะอาดสบาย มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.27) ด้านความปลอดภัย มีความเหมาะสมระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.20) ความปลอดภัยของการเดินบนพื้นราบ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ระดับความเหมาะสมอยู่ที่ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.80) และการวิ่งแบบก้าวกระโดดมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดระดับความเหมาะสมอยู่ที่ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.60)

ข้อเสนอแนะ เรื่องน้ำหนักของขาเทียมที่เพิ่มมากขึ้นอาจจะเป็นปัญหากับผู้ใช้งานในระยะแรก อาจส่งผลในการทรงตัว การนั่งและลุกจากพื้น การก้มเก็บวัตถุจากพื้น แต่ก็จะสามารถปรับตัวได้ในที่สุดดังนั้นถ้าสามารถผลิตขาเทียมให้น้ำหนักใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เดิมก็จะทำให้ผู้ใช้งานทำกิจกรรมได้รวดเร็วขึ้น



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

“การออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก” ผู้วิจัยได้สรุปผล
อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะ นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก มีวัตถุประสงค์ของการ
วิจัย ดังนี้

- 5.1 เพื่อศึกษาวัสดุเศษหนังจากขบวนการฟอกสำหรับการออกแบบขาเทียม
- 5.2 เพื่อออกแบบขาเทียมจากวัสดุเศษหนัง
- 5.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

5.2 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยประกอบด้วย

5.2.1 ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์การศึกษาปัญหา

- 5.2.1.1 ผู้ประกอบการโรงงานหนังฟอก ในจังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 5 คน
- 5.2.1.2 ผู้พิการทางขาที่ใช้ขาเทียม จำนวน 5 คน

5.2.2 ขั้นตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การออกแบบและพัฒนาขาเทียม

- 5.2.2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 1 คน
- 5.2.2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุ จำนวน 2 คน

5.2.3 ขั้นตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบขาเทียมโดยใช้
วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก ที่ทำการออกแบบและพัฒนาใหม่

- 5.2.3.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 1 คน
- 5.2.3.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุ จำนวน 2 คน

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.3.1 ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหา

แบบสัมภาษณ์ปัญหาเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก ผู้วิจัยได้ใช้แบบสัมภาษณ์เป็น
เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการกำหนดประเด็นสัมภาษณ์ประกอบด้วยปริมาณ รูปแบบ
ขนาด และวิธีการจัดการกับเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

5.3.2 ขั้นตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การออกแบบและพัฒนาขาเทียม

แบบประเมินการออกแบบและพัฒนาขาเทียม สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ตอบแบบประเมิน
รูปแบบของขาเทียม ด้านกรรมวิธีการผลิตและการเลือกสรรวัสดุ

5.3.3 ขั้นตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบขาเทียมโดยใช้
วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก ที่ทำการออกแบบและพัฒนาใหม่

แบบประเมินการศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก สำหรับผู้เชี่ยวชาญตอบแบบประเมินในประเด็นด้านความสะดวกในการใช้งานประเด็นด้านความปลอดภัยในการใช้งาน

5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึง

- ผู้ประกอบการโรงงานฟอกหนัง เพื่อขอสัมภาษณ์ เก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

- เลขาธิการมูลนิธิขาเทียมในพระศรีนครินทร์ราชบรรมราชชนนีเพื่อขอสัมภาษณ์ เก็บข้อมูลเกี่ยวกับขาเทียม

- ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ เพื่อขอข้อมูลการตอบแบบประเมินเกี่ยวกับขาเทียม

- ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุ เพื่อขอข้อมูลการตอบแบบประเมินเกี่ยวกับขาเทียม

- ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์เทียม เพื่อขอข้อมูลการตอบแบบประเมินเกี่ยวกับขาเทียม

- ผู้พิการขาเทียม เพื่อขอข้อมูลการตอบแบบประเมินเกี่ยวกับขาเทียม

เมื่อได้รับอนุญาตแล้วจึงได้ไปเก็บรวบรวมข้อมูลขอสัมภาษณ์ และเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยนำเอาขาเทียมที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาใหม่มาให้คณะผู้เชี่ยวชาญและให้ผู้พิการทางขาทดลองใช้ขาเทียม ประเมินการประเมิน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์ แจกแบบประเมินและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วผู้วิจัยตรวจสอบความเรียบร้อย ความถูกต้องของแบบสัมภาษณ์และแบบประเมินทุกฉบับ การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหาและการบรรยายข้อสรุป การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมิน ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา หากค่าเฉลี่ยเสนอเป็นตารางประกอบคำบรรยายข้อสรุปและสังเคราะห์ข้อมูล

5.6 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การของวิจัย แบ่งเป็น 3 ตอน ตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาวัสดุเศษหนังจากขบวนการฟอกสำหรับการออกแบบขาเทียม

ปัญหาเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

ปริมาณของเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก จากการสำรวจ จำนวนโรงงานฟอกหนังที่สำรวจตั้งแต่ปี 2546 มี 137 โรงงาน และในปี 2551 เพิ่มขึ้นเป็น 200 โรงงาน ปริมาณเศษหนังจากโรงงานฟอกหนังที่ผ่านกระบวนการฟอกมีปริมาณเศษหนัง เฉลี่ย 200-300 ตันต่อเดือนต่อ 1 โรงงาน ซึ่งถือว่าเป็นภาระที่โรงงานต้องรับผิดชอบ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากผู้ประกอบการโรงงาน เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้จำแนกลักษณะของเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก 3 ลักษณะคือ เป็นแผ่นที่ขนาดเล็กกลวง เป็นริ้ว และเป็นผง ซึ่งลักษณะของเศษหนังที่เหมาะสมมากที่สุด

ต่อการนำมาออกแบบขาเทียม คือลักษณะเป็นผง เนื่องจากมีความละเอียด สามารถขึ้นรูปได้ง่ายกว่า อีกสองลักษณะ

ปัญหาการใช้ขาเทียม ผลการศึกษาปัญหาการใช้ขาเทียมของผู้พิการทางขา พบปัญหา ดังนี้

ในด้านความสะดวกสบาย ขนาดสัดส่วนของขาเทียมมีขนาดใหญ่พอสมควรทำให้น้ำหนักรวมของขาเทียมมีมาก การดูแลรักษาขาเทียม เนื่องจากขาเทียมมีชิ้นส่วนหลายชิ้นส่วนที่นำมาประกอบเป็นขาเทียม ทำให้การดูแลมีขั้นตอนหลายขั้นตอน

ในด้านความปลอดภัยในการใช้งาน

การทรงตัวขณะยืนไม่มีปัญหา แต่จะเกิดปัญหาล้มขณะตอนทดลองใส่ขาเทียมใหม่ๆ เท่านั้น การเดินบนพื้นราบโดยใช้ขาเทียม สามารถเดินได้ การก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง ต้องเป็นสิ่งกีดขวางที่ไม่สูงหรือใหญ่มากเกินไป การเดินขึ้น-ลงทางลาดเอียง ไม่ปลอดภัยทำได้ยาก เนื่องจากข้อเท้าเป็นแบบแข็งงอไม่ได้ การเดินลงข้อเท้าจะพับอาจล้มได้ ต้องมีราวบันไดไว้จับประคองเพื่อการทรงตัว การเดินขึ้นลงบันไดจะต้องมีราวบันไดเหมือนการเดินทางลาดเอียง การก้าวขึ้นนั้นต้องเอาขาข้างที่ดี ก้าวนำและยกขาเทียมตาม ส่วนการเดินลงต้องก้าวขาข้างที่เป็นขาเทียมนำก่อนแล้วจึงก้าวขาที่ดีตาม การนั่งและลุกจากเก้าอี้ ทำได้ยากเพราะข้อเท้าเทียมเบรกขณะงอไม่ได้ต้องใช้มือช่วยประคองค่อยๆ นั่งลง แต่ตอนลุกขึ้นจากเก้าอี้จะต้องเอียงตัวไปข้างหน้าแล้วใช้ขาข้างดีออกแรงดันตัวขึ้น นั่งและลุกจากพื้นทำได้ยากเพราะการงอของข้อเท้าเทียมงอได้ไม่มาก การก้มเก็บวัตถุจากพื้นผู้พิการที่มีต้อเขี่ยยาวจะทำได้แต่ไม่ดี การวิ่งก้าวกระโดดนั้นทำไม่ได้เนื่องจากข้อเท้าเทียมเป็นแบบ single Axis ระบบการเบรกของข้อเท้าเทียมไม่สามารถรับแรงกระแทกได้มาก อาจเกิดการพังงอหรือ หดตัวได้

ตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนาขาเทียมโดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

การออกแบบขาเทียมจากวัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก ในด้านความสะดวกสบาย ทำการออกแบบพัฒนาขาเทียมให้มีขนาดหลากหลาย มีน้ำหนักที่ไม่มากหรือน้อยเกินไป โดยใช้วัสดุหลักเป็นเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอกที่เหลือจากโรงงานหนังฟอก ประกอบกับชิ้นส่วนอื่น ซึ่งเป็นการนำวัสดุเศษหนังที่ต้องนำไปกำจัดทิ้ง มาสร้างมูลค่าและสร้างประโยชน์ อีกทั้งยังลดต้นทุนจากการใช้วัสดุเดิมที่ต้องสั่งซื้อเพื่อนำมาผลิตด้วย

ด้านความปลอดภัยในการใช้งานการออกแบบด้านความปลอดภัย เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาวัสดุใหม่มาใช้ในการผลิตเฉพาะส่วนขาและเท้า ซึ่งผิวสัมผัสของหนังนั้นมีความยืดหยุ่น นุ่ม ทนความร้อนและทำความสะอาดได้

ตอนที่ 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

การศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ขาเทียมจากวัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก ในด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน ในภาพรวมพบว่า ขนาดสัดส่วน การทรงตัวขณะยืน การเดินบนพื้นราบ การลุกนั่งจากเก้าอี้อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก น้ำหนัก การดูแลรักษา การก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง การเดินขึ้น-ลงทางลาดเอียง การเดินขึ้น-ลงบันได การนั่งและลุกจากพื้น การก้มเก็บวัตถุจากพื้นอยู่ในระดับความพึงพอใจปานกลาง และวิ่งแบบก้าวกระโดดอยู่ในระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 อภิปรายผลการวิจัย

การออกแบบขาเทียมจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก โดยสรุปผลการวิจัยพบว่าผู้พิการนั้นต้องการขาเทียมที่ดีเพื่อเพิ่มสมรรถภาพทางร่างกายและจิตใจให้ดียิ่งขึ้น มีความสอดคล้องกับบทความของรายการสยามมานุสติ (2544: 1) [Online] ว่าปัจจุบันสังคมได้เปิดโอกาสให้คนพิการได้แสดงความสามารถเพิ่มมากขึ้นสามารถทำงานหรือเรียนหนังสือร่วมกับคนปกติได้ นอกจากนี้ผู้พิการยังมีความสามารถเล่นกีฬาประเภทต่างๆได้เป็นอย่างดี ซึ่งความสามารถดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้จำเป็นต้องรับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางร่างกายและจิตใจและการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้พิการ ได้รับการบำบัดให้มีความสามารถเพิ่มขึ้นจนสามารถช่วยเหลือตัวเองและสามารถประกอบอาชีพได้ องค์ประกอบของการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ ได้แก่ กายอุปกรณ์เสริม และกายอุปกรณ์สำหรับผู้พิการ

จากการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการออกแบบขาเทียมจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก ที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาขึ้น ในด้านความสะดวกสบาย ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน ในภาพรวมซึ่งสรุปได้ว่าการใช้ขาเทียมจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอกนั้นทำได้คล่องตัวและมั่นคงดี เนื่องจากมีน้ำหนักพอดี วัสดุเศษหนึ่งที่ใช้สามารถยึดหยุดได้ ทนต่อสภาพอากาศ ทำให้มีความเชื่อมั่นในการเคลื่อนไหวต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของมนตรี ยอดบางเตย (2538: 72) ซึ่งกล่าวไว้ว่า หน้าที่ใช้สอยนับเป็นสิ่งสำคัญ เพราะผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้นต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามความเป็นจริงสนองความต้องการของผู้ใช้ให้มากที่สุด การออกแบบต้องคำนึงถึงหน้าที่ให้ความสามารถตอบสนองได้จริง สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีระบบกลไก หรือเครื่องจักรเข้ามาประกอบด้วยควรมีการทำงาน สมรรถภาพการทำงานที่คล่องตัวทำงานได้สะดวกไม่ขัดข้อง ง่ายและปลอดภัย

บรรณานุกรม

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม. (2540). คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม
พอกหนังสือ. กรุงเทพฯ : สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2551). โครงการ "จัดทำคู่มือข้อมูลวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCI-LCA)."
[ม.ป.ท.].
- เครือข่ายการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจไทย, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2550). "หลักการ
ของ EcoDesign" [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [http://www2.mtec.or.th/website/
article_list.aspx?id=46&cate=26](http://www2.mtec.or.th/website/article_list.aspx?id=46&cate=26). สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2556.
- ชลธร รัตติ. (2549). "การศึกษาและพัฒนาข้อเข้าของขาเทียมชนิดเหนือเท้า." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์
อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ณัฐดี มณีพรหม. (2553). "ภาวะความสุขและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของผู้พิการเนื่องจากการตัดขาที่มารับ
บริการที่ศูนย์กายอุปกรณ์ในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา
สุขภาพจิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรเดช ชีวันนัทชัย. (2546). "การพัฒนากระบวนการผลิตไฟเบอร์บอร์ดจากเศษหนังสัตว์ที่มีค่าการนำ
ความร้อนต่ำ." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนบุรี.
- นิรัช สุดสังข์. (2548). การวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
โอเดียนสโตร์.
- ปรุง พวงนัตตา. (2551). เทอดชัย ชีวะเกตุ : หมอผู้เติมเต็มชีวิตใหม่แก่ผู้พิการขาขาด. กรุงเทพฯ :
ข้าวฟ่าง.
- ปัญญาพัชรกร บุญพร้อม. (2556). เครื่องมือจัดการสิ่งแวดล้อม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
[http://www.stou.ac.th/study/sumrit/9-53\(500\)/page3-9-53\(500\).html](http://www.stou.ac.th/study/sumrit/9-53(500)/page3-9-53(500).html). สืบค้นเมื่อ 30
กรกฎาคม 2556.
- เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม. (2537). การเคลื่อนไหวของมนุษย์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพลศึกษา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วราพร ศรีสุพรรณ. (2543). เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง การพัฒนาแบบยั่งยืน : ทางเลือกใหม่
ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม. คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วิทยาลัยชุมชนสระแก้ว. (2556). "ความหมายของผลิตภัณฑ์." [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://www.skcc.ac.th/elearning/bc0203/?p=54#1>. สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2556.
- วิชาภา ภูจินดา. (2549). เทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม. [ม.ป.ท.].
- วินัย วีระพัฒนานนท์. (2538). สิ่งแวดล้อมและการพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ส่องสยาม.
- ศุภชัย ยิ่งเจริญ. (2548). "การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมขาเทียมเหนือเท้าแบบพีชซีอัลกอริทึม."
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2551). เอกสารแนะนำศูนย์เฉพาะทางด้านประเมินวัฏจักรชีวิต
และผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ. [ม.ป.ท.].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2556). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www2.mtec.or.th/th/special/fcecolca/pdf/whai_is_EcoDesign_PostDate040707.pdf. สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2556.
- สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. (2549). การประเมินวัฏจักรชีวิตและการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ. [ม.ป.ท.].
- สุปัญญา ไชยชาญ. (2543). หลักการตลาด. กรุงเทพฯ : ปรกาศพริก.
- สุภิญญา อนุกานนท์. (2547). เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดที่ พี เอ็น เพรส.
- สุรัช ลิขนะไพบุลย์. (2539). "การส่งออกหนึ่งพอกสำเร็จรูปของประเทศไทย ปี 2539." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2550). "กรอบแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน." [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.nesdb.go.th/econSocail/naturalResource/attachment/02.doc>. สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2556.
- สันทนา อมรไชย. (2556). บทความผลิตภัณฑ์สีเขียว เพื่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://businessconnectionknowledge.blogspot.com/2011/12/3-eco-design.html>. สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2556.
- อภิศักดิ์ สิทธิโชคอรุณ. (2544). "การกำหนดค่าปล่อยมลพิษ : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมพอกหนึ่ง." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3337



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕ สิงหาคม 2555

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เข้าศึกษาดูงานด้านกระบวนการการทำชาเทียม

เรียน เลขาธิการมูลนิธิชาเทียม ในสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี

ด้วยหลักสูตรครุศาสตร์การออกแบบ สาขาสถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้เปิดสอนในรายวิชาเกี่ยวกับการออกแบบ เช่นวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ การเขียนแบบ การสร้างหุ่นจำลอง พื้นฐานการใช้โรงงาน เทคโนโลยีการผลิต และ วัสดุอุตสาหกรรม ให้แก่นักศึกษาระดับปริญญาตรี ในภาคเรียนที่ 1/2555 เพื่อให้นักศึกษาได้รับความรู้และประสบการณ์อย่างครบถ้วนและบรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

หลักสูตรครุศาสตร์การออกแบบ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่ามูลนิธิชาเทียม ในสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เป็นแหล่งความรู้และข้อมูลที่มีความพร้อมสมควรแก่การศึกษาดูงาน จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ศึกษาดูงานเรื่องกระบวนการการทำชาเทียม ในวันที่ 27 สิงหาคม 2555 นักศึกษาเข้าศึกษาดูงานจำนวน 70 คน และอาจารย์ 5 คน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ สุนทรคนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี

สาขาวิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ

โทร.(02)329-8000 ต่อ 6066

โทรสาร (02)329-8442 kvpranti@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2
2.3

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความคิดเห็นในการออกแบบและพัฒนาขาเทียม
โดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ/สกุล วัน/เดือน/ปี ที่ทำการประเมิน/...../.....

ข้อ	หัวข้อในการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.	ด้านรูปแบบของขาเทียม					
1.1	ขนาดสัดส่วน					
1.2	การดูแลรักษา					
1.3	การทำงานของขาเทียม					
1.4	ความปลอดภัยในการเคลื่อนไหว					
2.	ด้านกรรมวิธีการผลิต					
2.1	การผลิตขึ้นรูปชิ้นงาน					
3.	การเลือกใช้วัสดุ					
3.1	วัสดุดิบที่เลือกใช้					
3.2	ชิ้นส่วนมาตรฐานที่เลือกใช้					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
(.....)

ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินการศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้งานขาเทียม
โดยใช้วัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ/สกุล วัน/เดือน/ปี ที่ทำการประเมิน/...../.....

ข้อ	หัวข้อในการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.	ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน					
1.1	ขนาดสัดส่วน					
1.2	น้ำหนัก					
1.3	การดูแลรักษา					
2.	ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน					
2.1	การทรงตัวขณะยืน					
2.2	การเดินบนพื้นราบ					
2.3	การก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง					
2.4	การเดินขึ้น-ลงทางลาดเอียง					
2.5	การเดินขึ้น-ลงบันได					
2.6	การนั่งและลุกจากเก้าอี้					
2.7	การนั่งและลุกจากพื้น					
2.8	การก้มเก็บวัสดุจากพื้น					
2.9	วิ่งแบบก้าวกระโดด					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
(.....)

ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

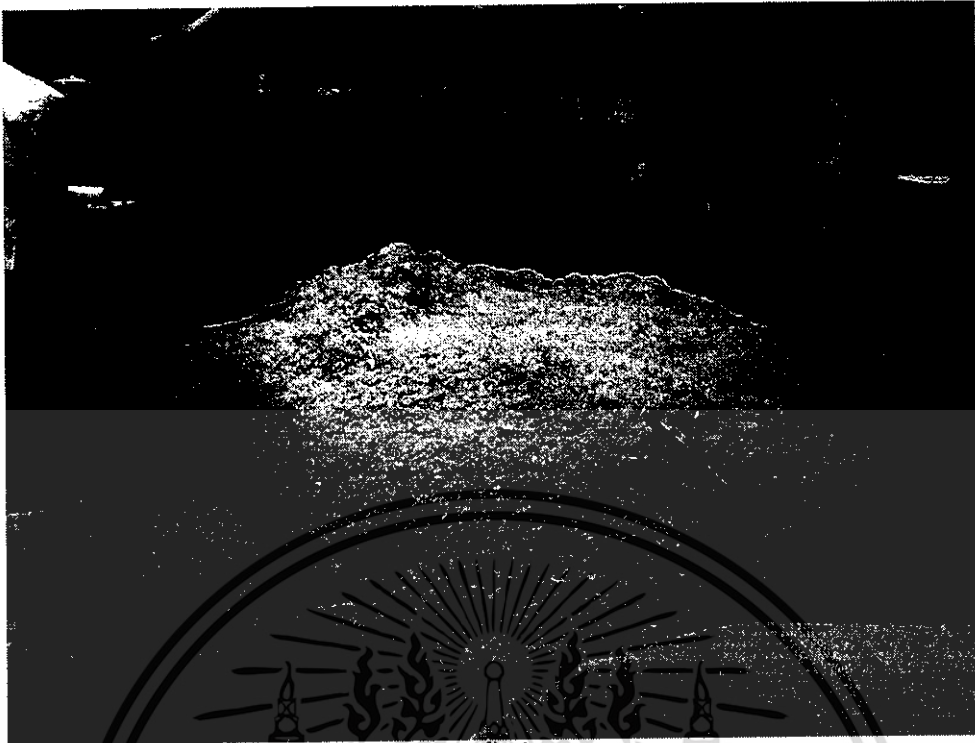


ภาพที่ ค.1 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : วีรชาติ เลิศชำซองกุล, 7 ตุลาคม 2555

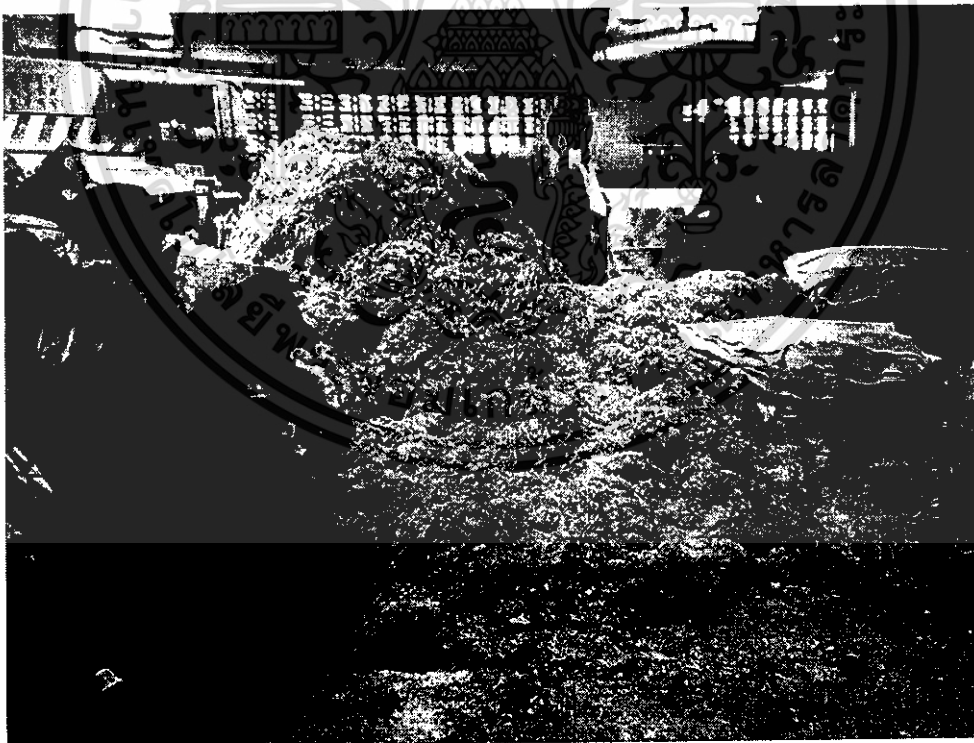


ภาพที่ ค.2 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : วีรชาติ เลิศชำซองกุล, 7 ตุลาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

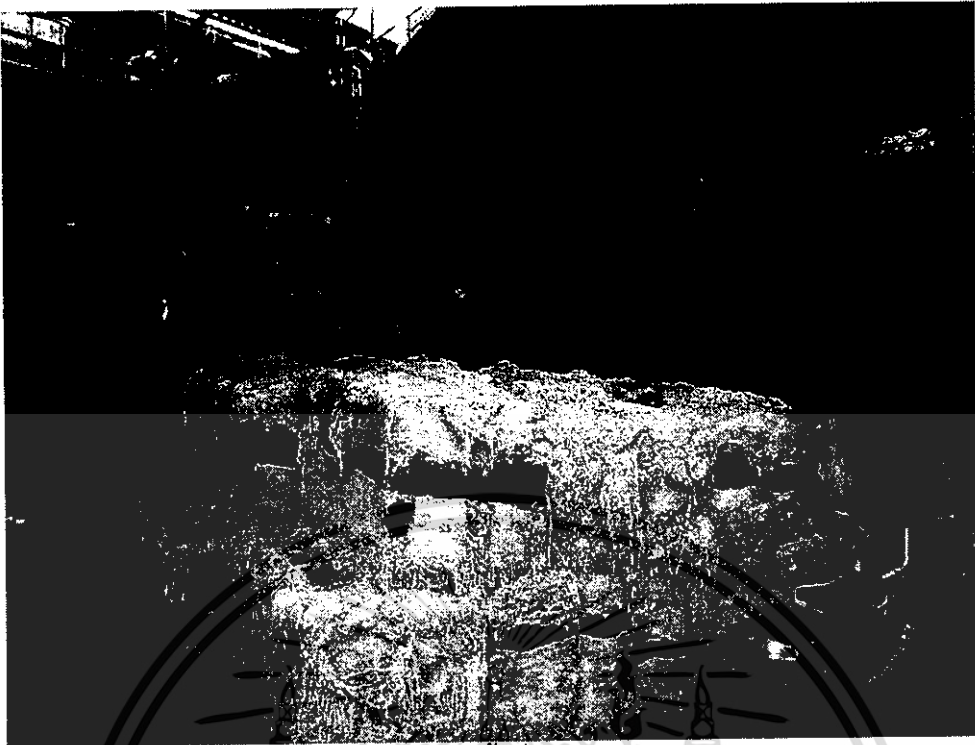


ภาพที่ ค.3 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : ธีรทัต เลิศชำซองกุล, 7 ตุลาคม 2555



ภาพที่ ค.4 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : ธีรทัต เลิศชำซองกุล, 7 ตุลาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

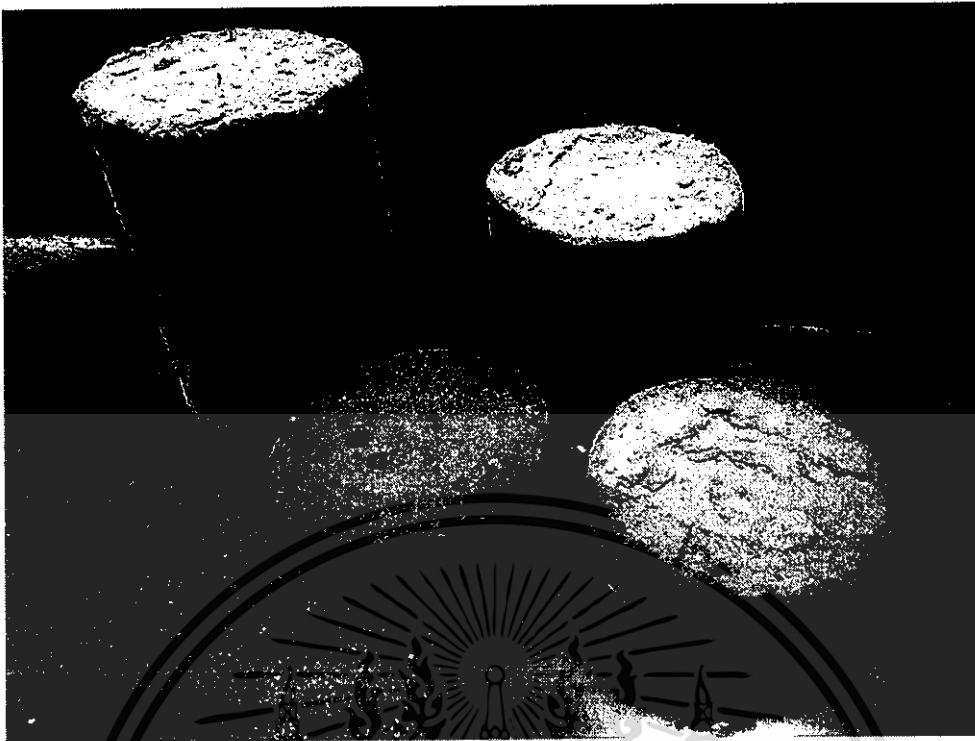


ภาพที่ ค.5 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : อีราหัต เลิศชำของกุล, 7 ตุลาคม 2555



ภาพที่ ค.6 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : อีราหัต เลิศชำของกุล, 7 ตุลาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

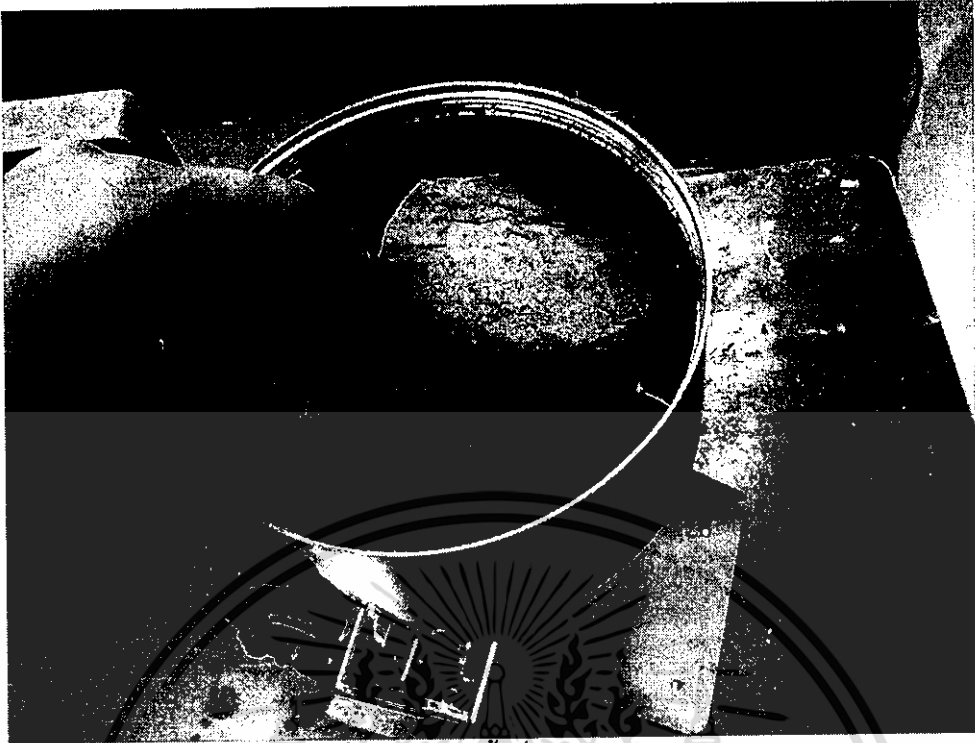


ภาพที่ ค.7 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : อีราหัต เลิศข้าของกุล, 7 ตุลาคม 2555



ภาพที่ ค.8 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : อีราหัต เลิศข้าของกุล, 7 ตุลาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

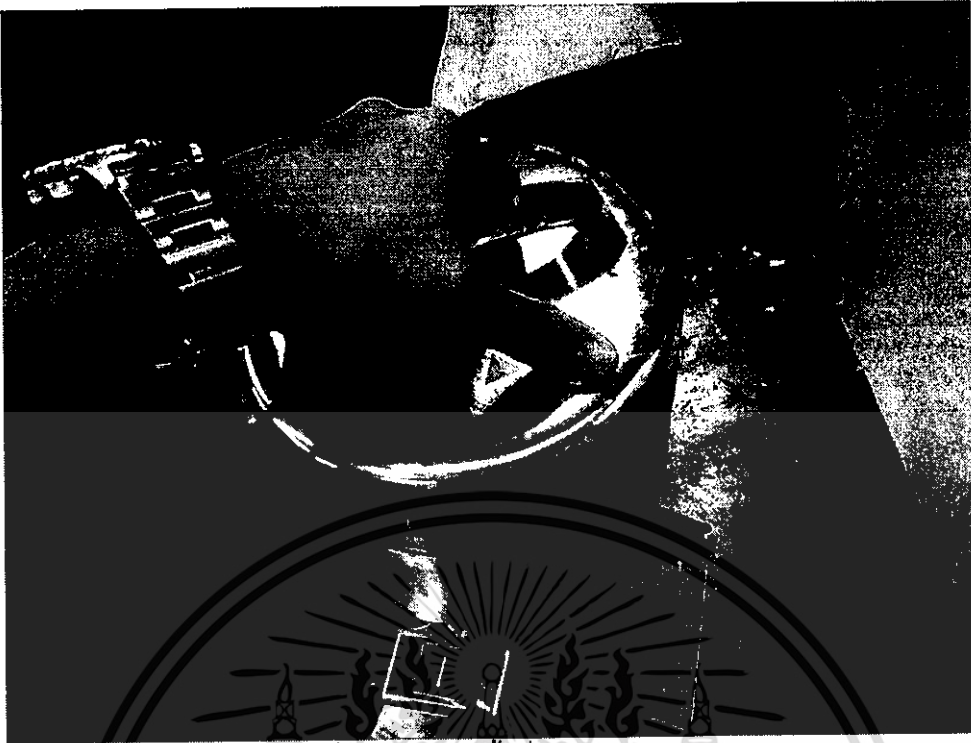


ภาพที่ ค.9 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : ธีรชาติ เลิศข้าของกุล, 7 ตุลาคม 2555



ภาพที่ ค.10 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : ธีรชาติ เลิศข้าของกุล, 7 ตุลาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

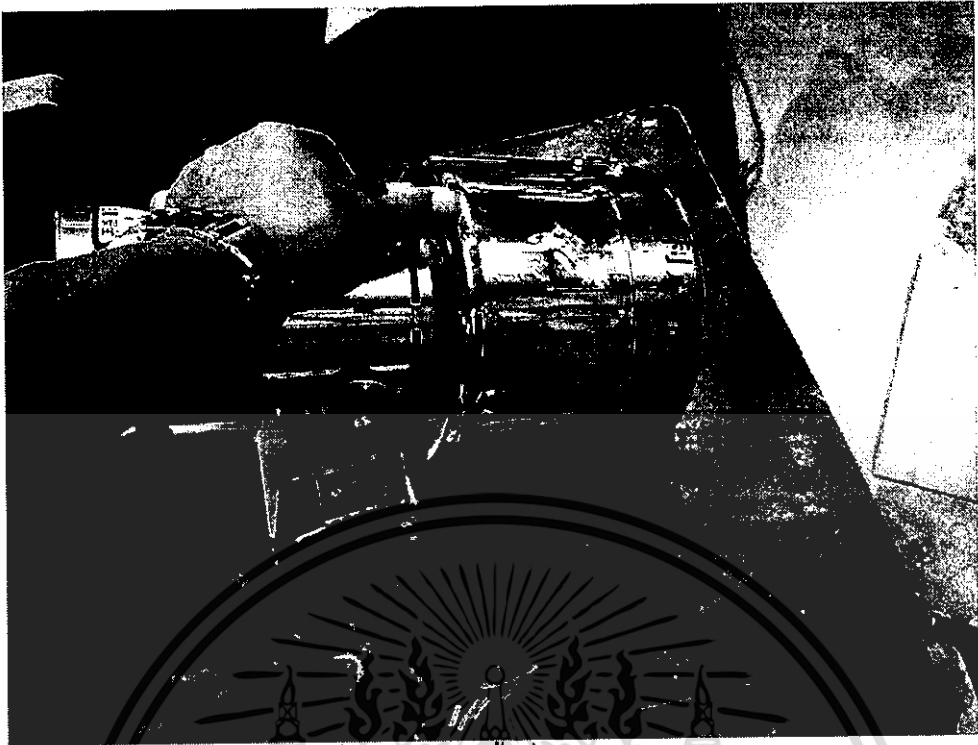


ภาพที่ ค.11 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : อีราทัต เลิศชำของกุล, 7 ตุลาคม 2555



ภาพที่ ค.12 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : อีราทัต เลิศชำของกุล, 7 ตุลาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

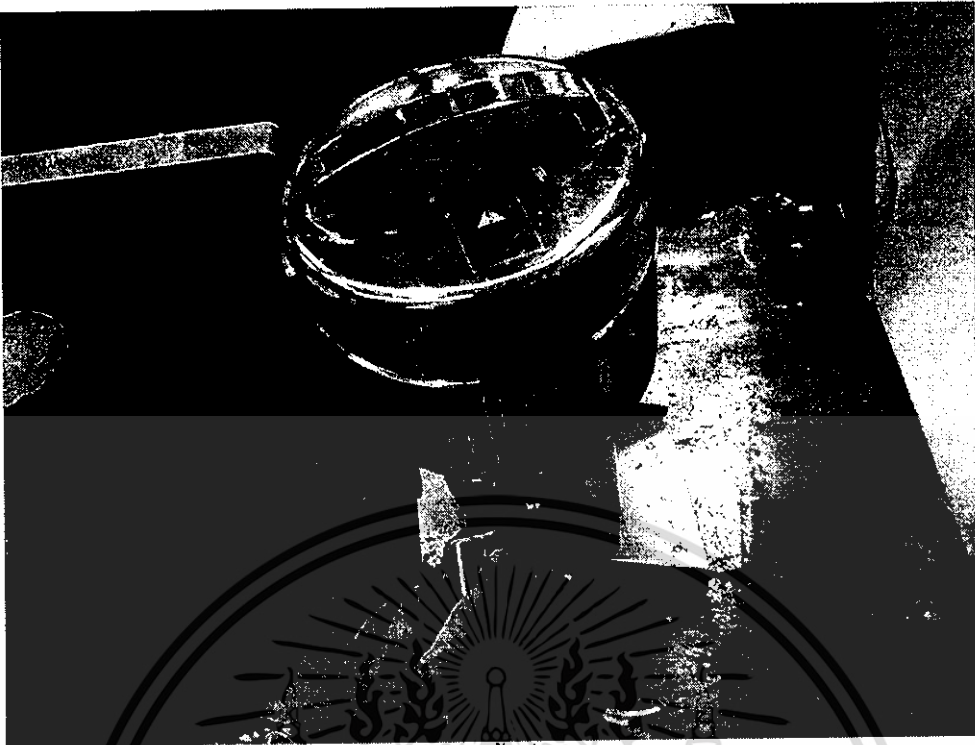


ภาพที่ ค.13 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : อีราทัต เลิศชำของกุล, 7 ตุลาคม 2555



ภาพที่ ค.14 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : อีราทัต เลิศชำของกุล, 7 ตุลาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

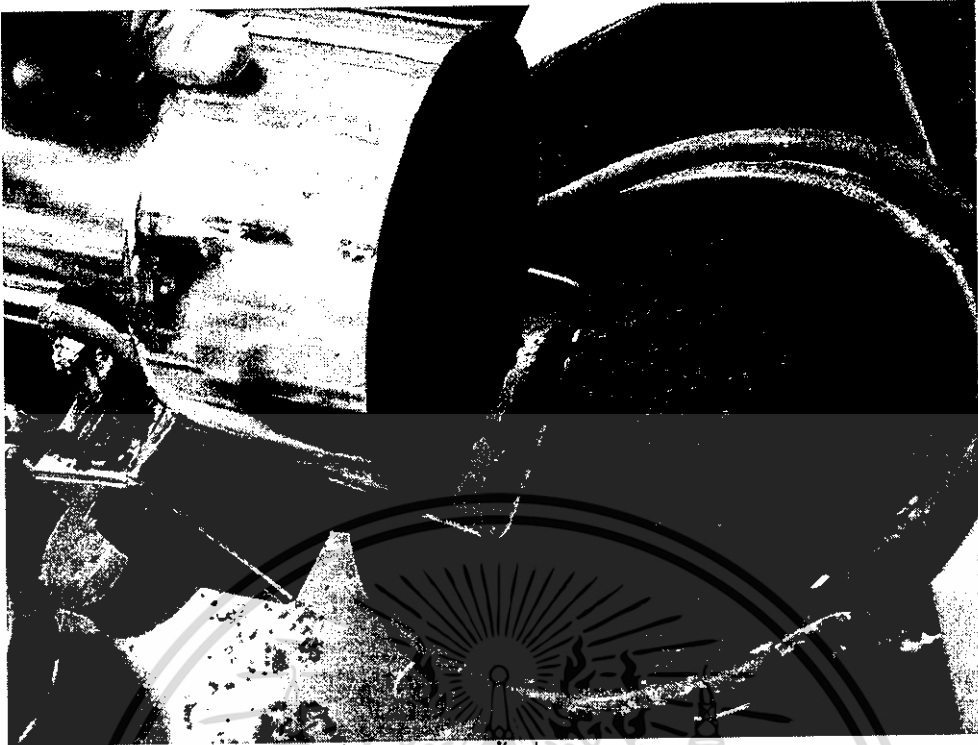


ภาพที่ ค.15 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : อีราหัต เลิศข้าของกุล, 7 ตุลาคม 2555



ภาพที่ ค.16 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : อีราหัต เลิศข้าของกุล, 7 ตุลาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

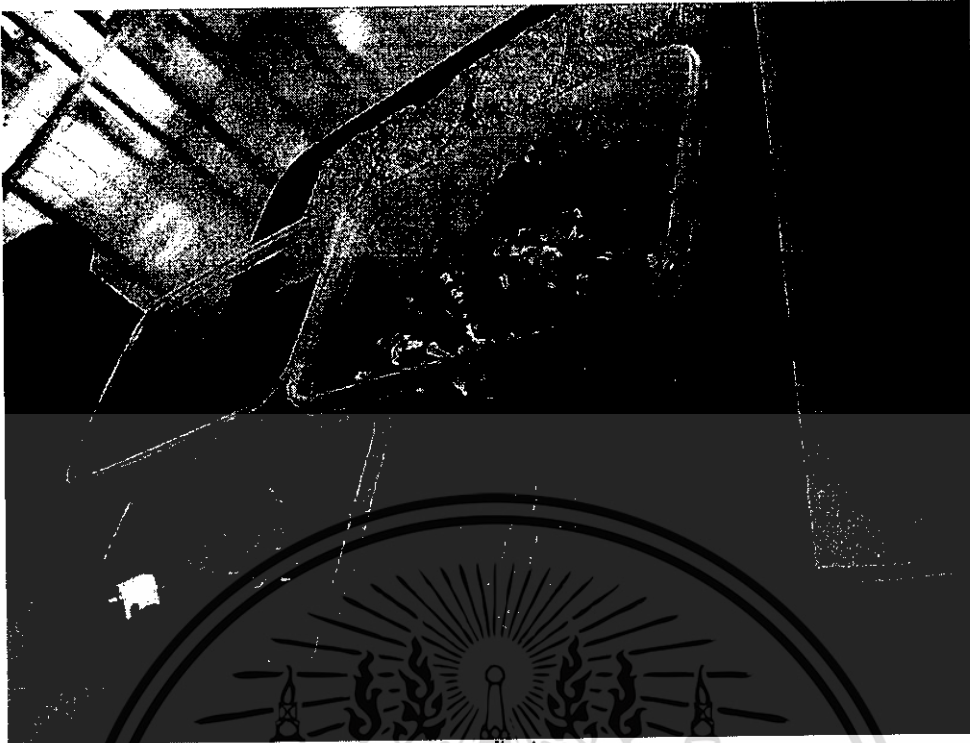


ภาพที่ ค.17 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : อีราทัต เลิศซ่าของกุล, 7 ตุลาคม 2555

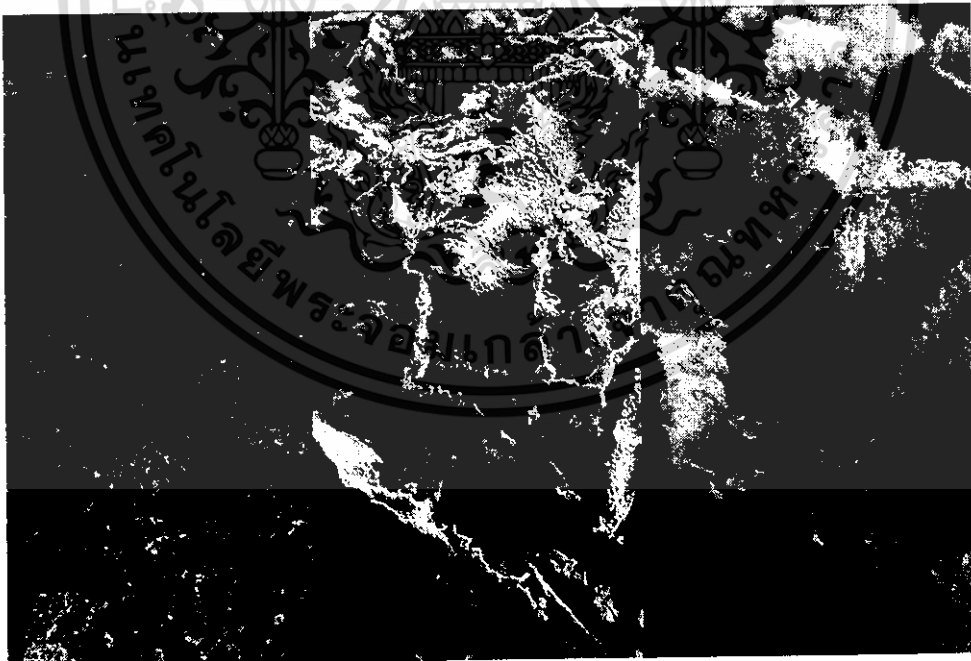


ภาพที่ ค.18 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : อีราทัต เลิศซ่าของกุล, 7 ตุลาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.19 การลงพื้นที่โรงงานฟอกหนัง
ที่มา : ธีราหัต เลิศข้าของกุล, 7 ตุลาคม 2555



ภาพที่ ค.20 ลักษณะของเศษหนังที่เหลือจากการฟอก
ที่มา : ธีราหัต เลิศข้าของกุล, 7 ตุลาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.1 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : อีราทัต เลิศซ่าของกุล, 8 กรกฎาคม 2556



ภาพที่ ง.2 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : อีราทัต เลิศซ่าของกุล, 8 กรกฎาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.3 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : ชีราหัต เลิศชำของกุล, 8 กรกฎาคม 2556



ภาพที่ ง.4 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : ชีราหัต เลิศชำของกุล, 8 กรกฎาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.5 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : อีราทัต เลิศข้าของกุล, 8 กรกฎาคม 2556



ภาพที่ ง.6 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : อีราทัต เลิศข้าของกุล, 8 กรกฎาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

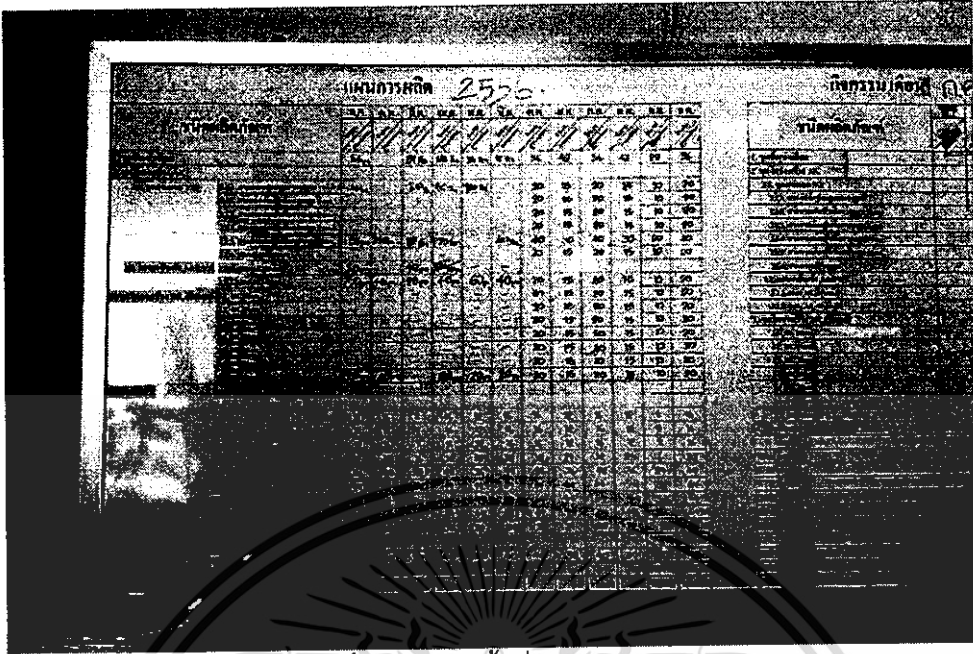


ภาพที่ ง.7 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : ธีราทัด เลิศชำของกุล, 8 กรกฎาคม 2556

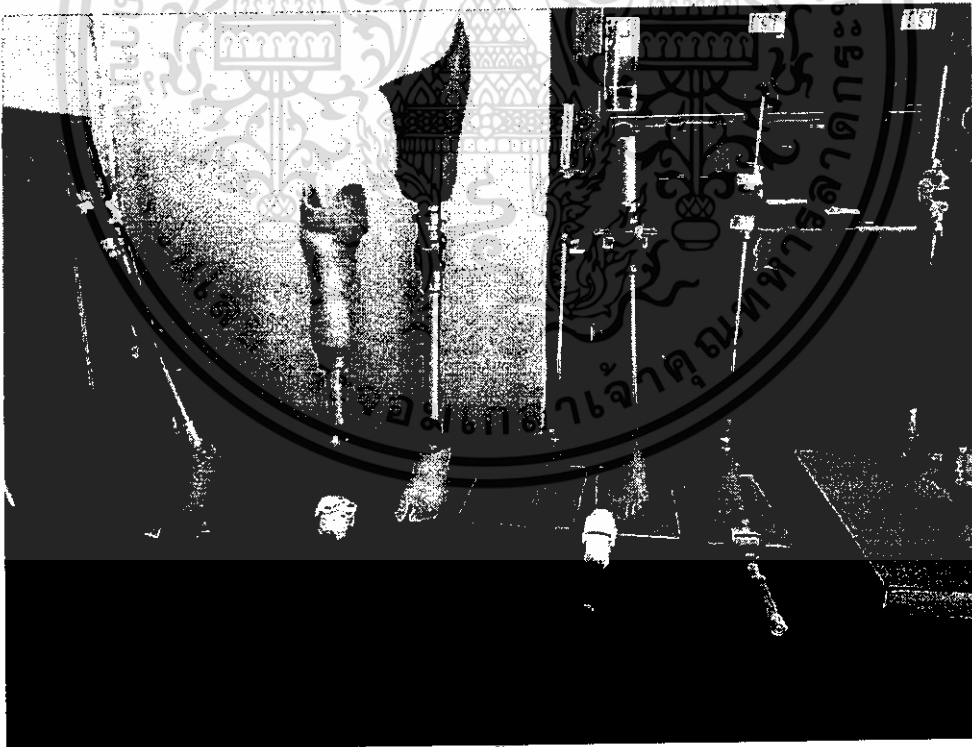


ภาพที่ ง.8 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : ธีราทัด เลิศชำของกุล, 8 กรกฎาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

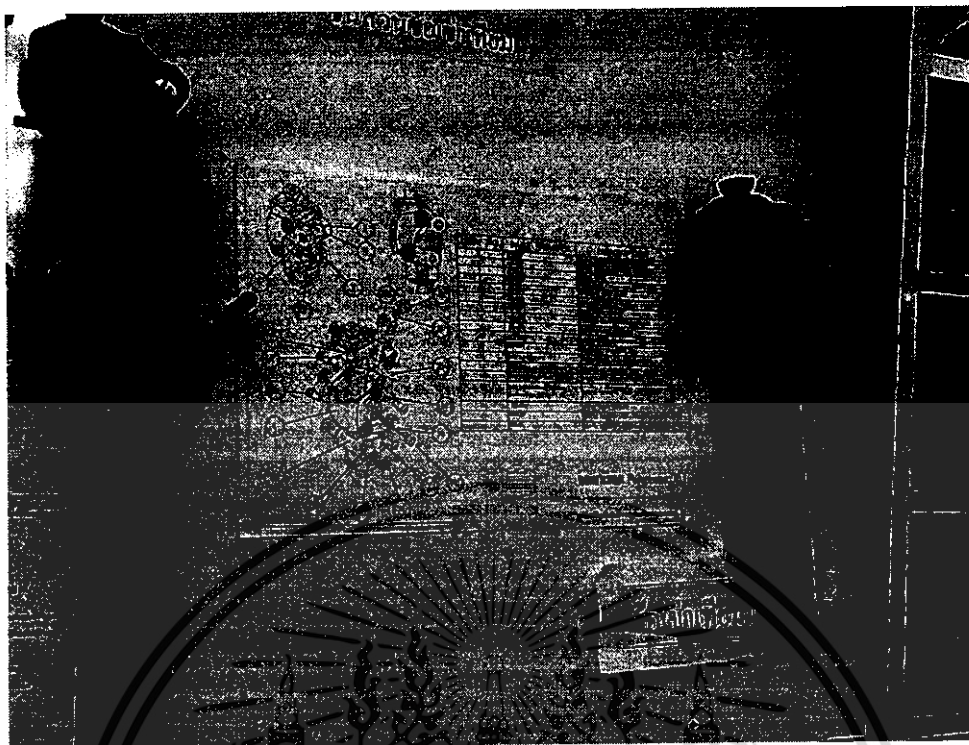


ภาพที่ ง.9 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : อีราหัต เลิศชำซองกุล, 8 กรกฎาคม 2556



ภาพที่ ง.10 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : อีราหัต เลิศชำซองกุล, 8 กรกฎาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

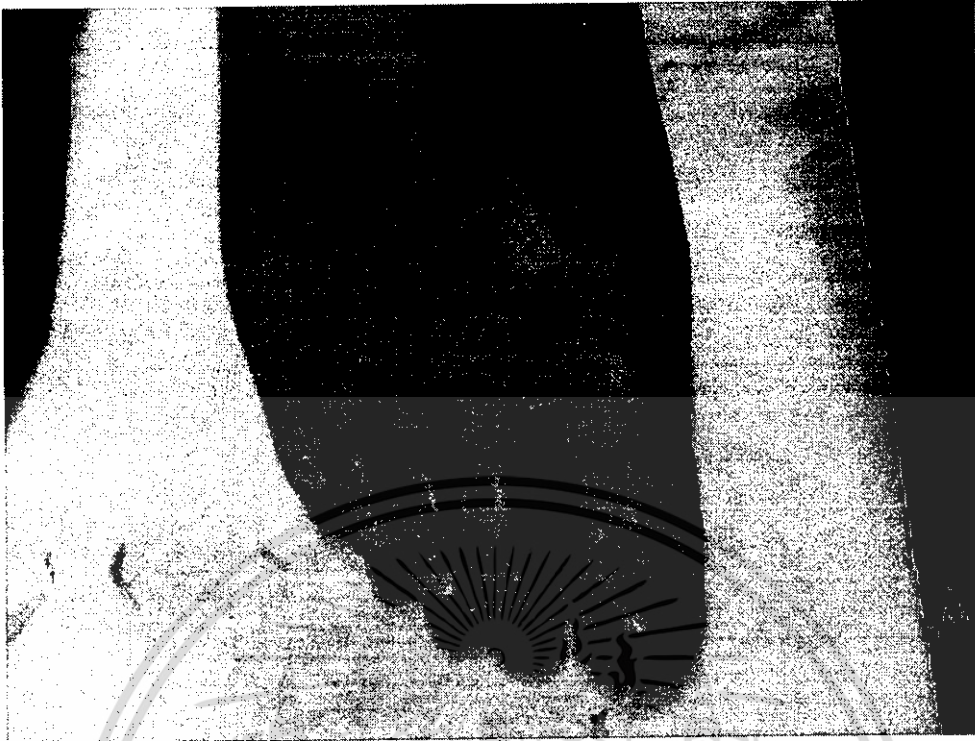


ภาพที่ ง.11 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว
ที่มา : ธีรทัต เลิศข้าของกุล, 8 กรกฎาคม 2556



ภาพที่ ง.12 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว
ที่มา : ธีรทัต เลิศข้าของกุล, 8 กรกฎาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

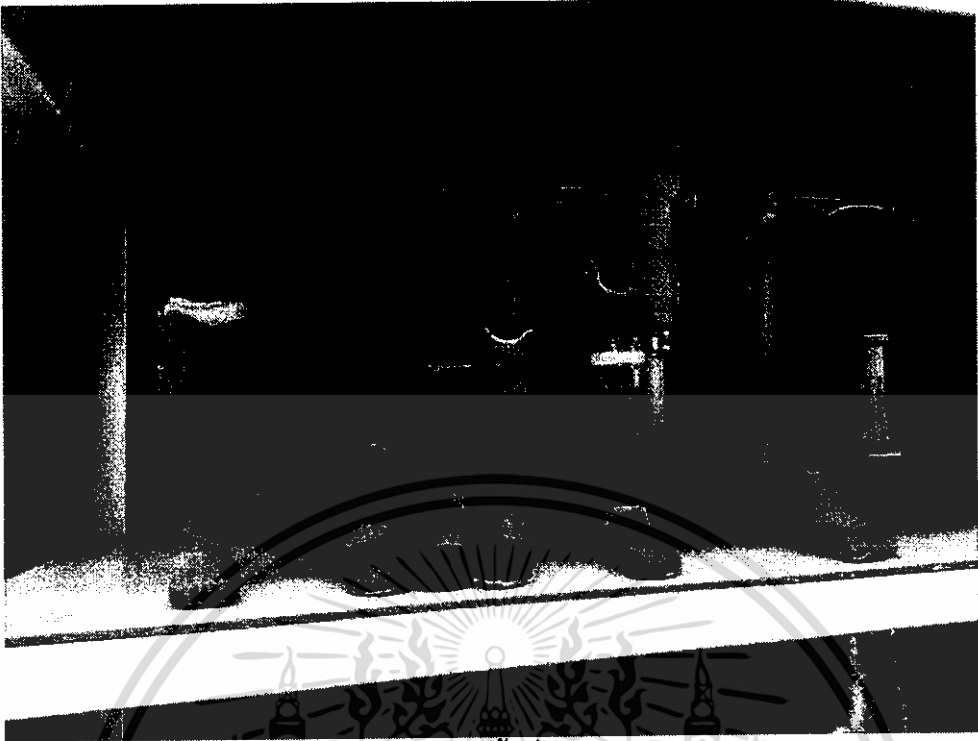


ภาพที่ ง.13 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว
ที่มา : อีราหัต เลิศชำของกุล, 8 กรกฎาคม 2556

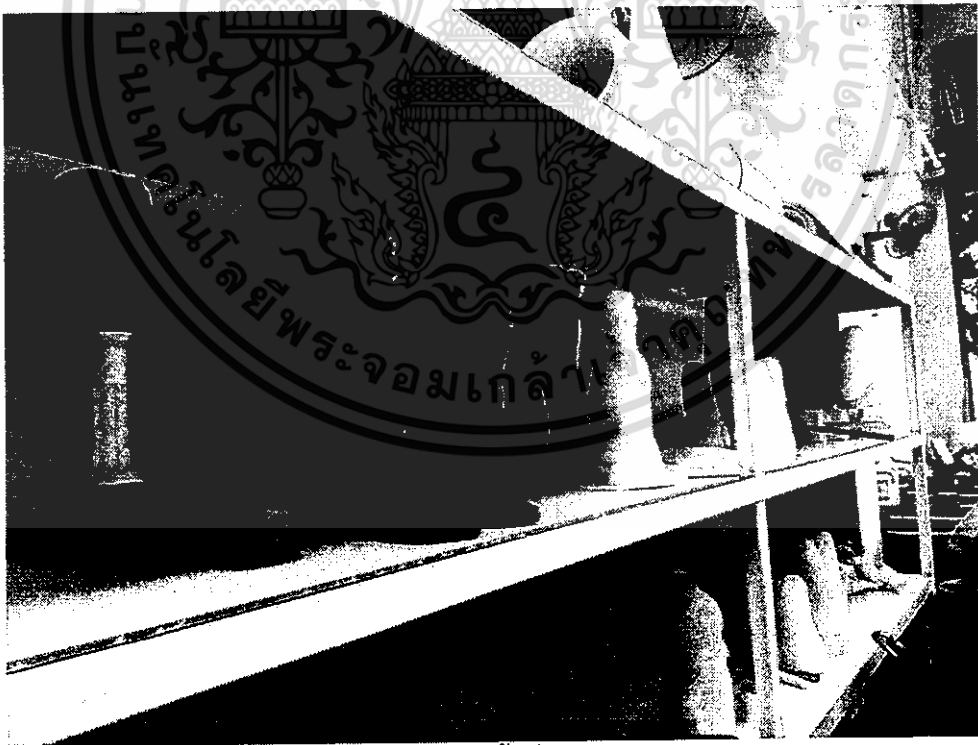


ภาพที่ ง.14 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว
ที่มา : อีราหัต เลิศชำของกุล, 8 กรกฎาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.15 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว
ที่มา : อีราทัต เลิศชำของกุล, 8 กรกฎาคม 2556



ภาพที่ ง.16 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว
ที่มา : อีราทัต เลิศชำของกุล, 8 กรกฎาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.17 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว
ที่มา : อีราหัต เลิศชำของกุล, 8 กรกฎาคม 2556

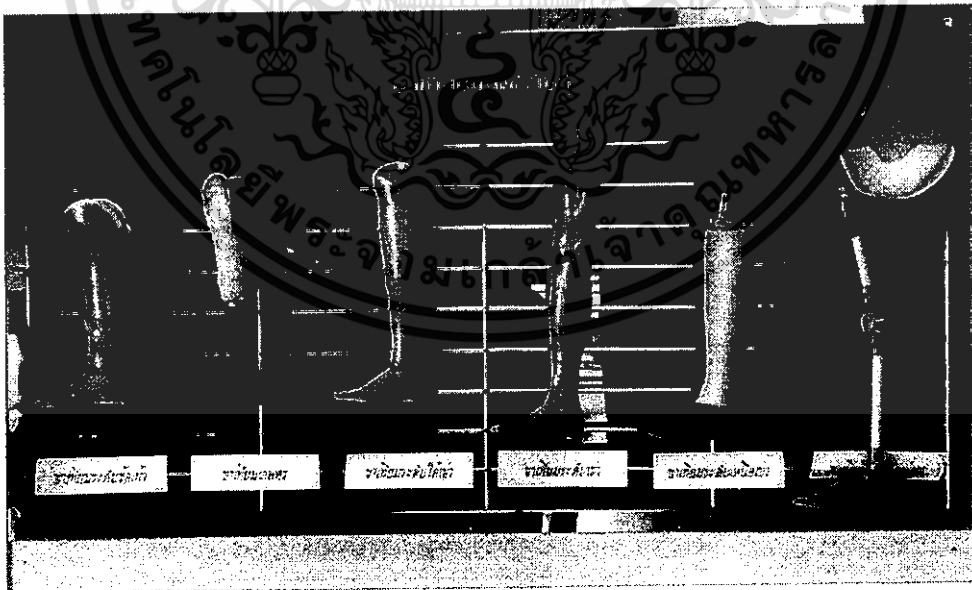


ภาพที่ ง.18 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว
ที่มา : อีราหัต เลิศชำของกุล, 8 กรกฎาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.19 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
 ที่มา : ชีราหัต เลิศชำของกุล, 8 กรกฎาคม 2556

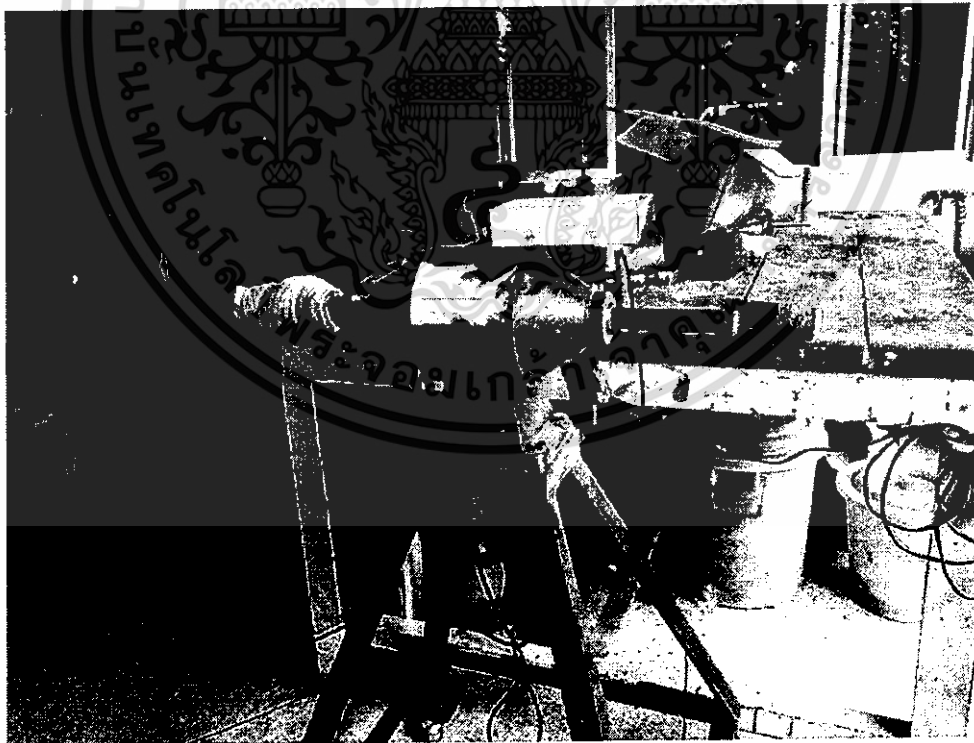


ภาพที่ ง.20 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
 ที่มา : ชีราหัต เลิศชำของกุล, 8 กรกฎาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

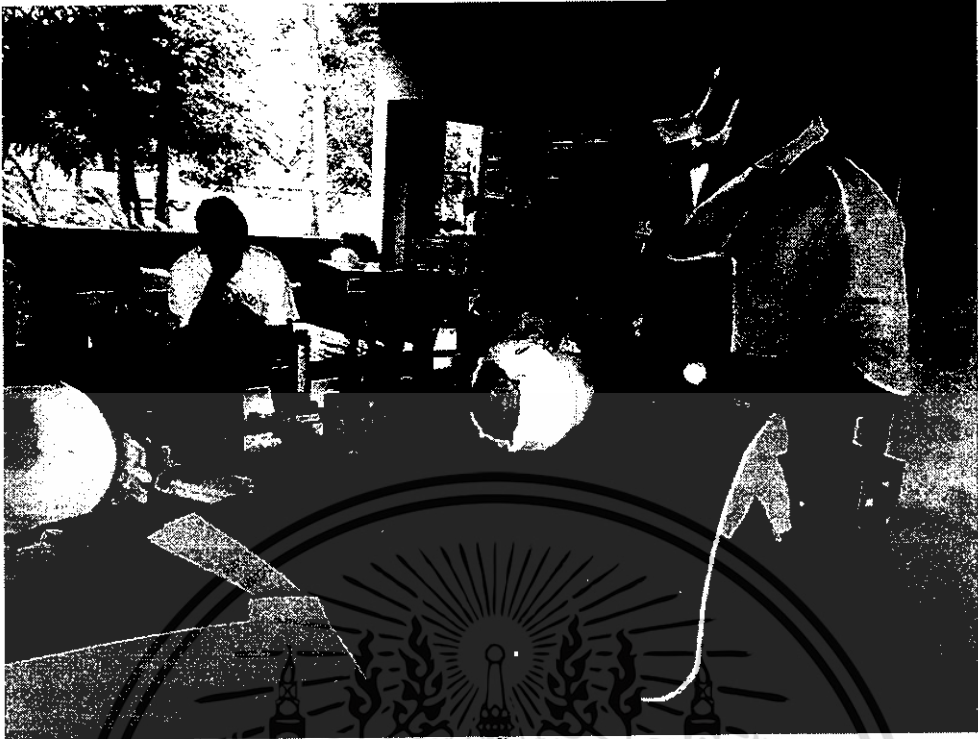


ภาพที่ ง.21 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : ธีรทัต เลิศข้าของกุล, 22 สิงหาคม 2556

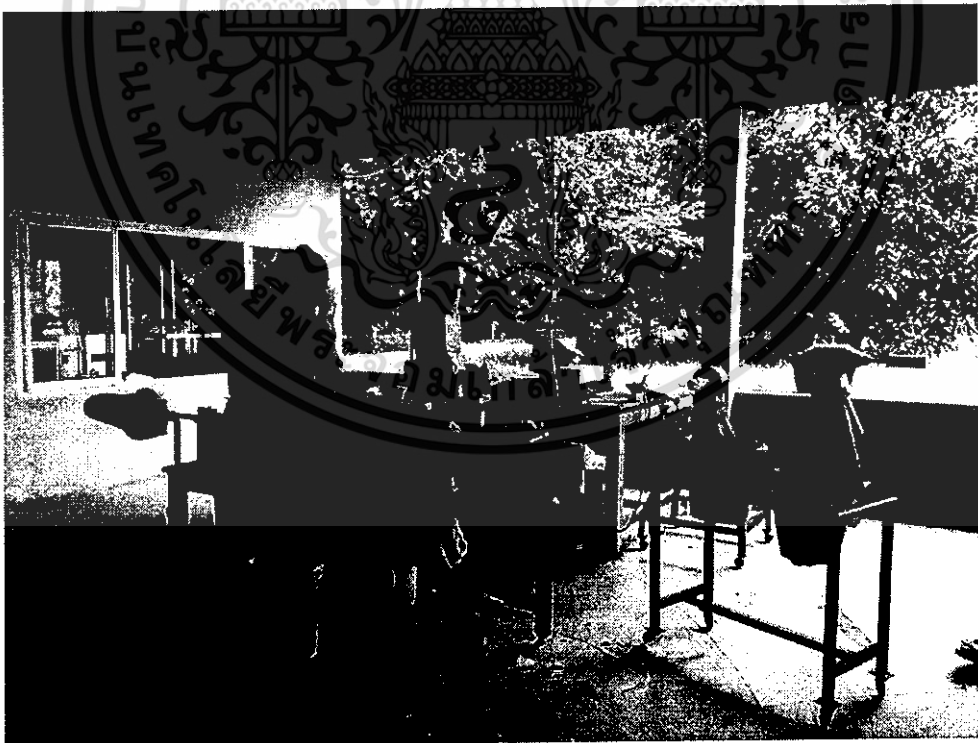


ภาพที่ ง.22 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : ธีรทัต เลิศข้าของกุล, 22 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

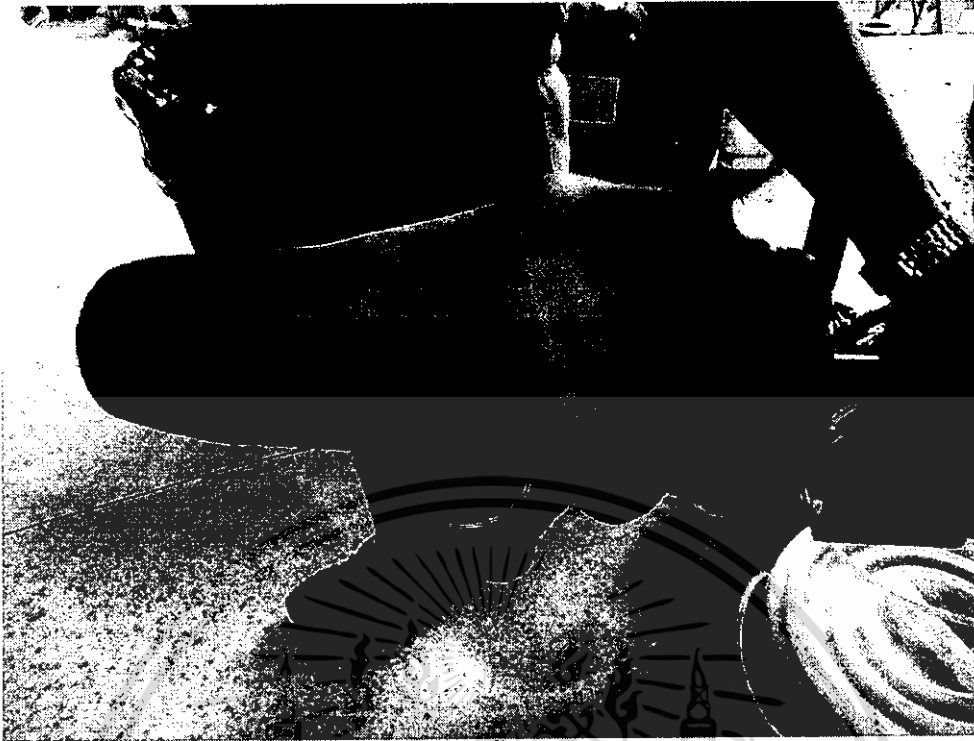


ภาพที่ ง.23 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : ธีรทัต เลิศชำของกุล, 22 สิงหาคม 2556



ภาพที่ ง.24 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : ธีรทัต เลิศชำของกุล, 22 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

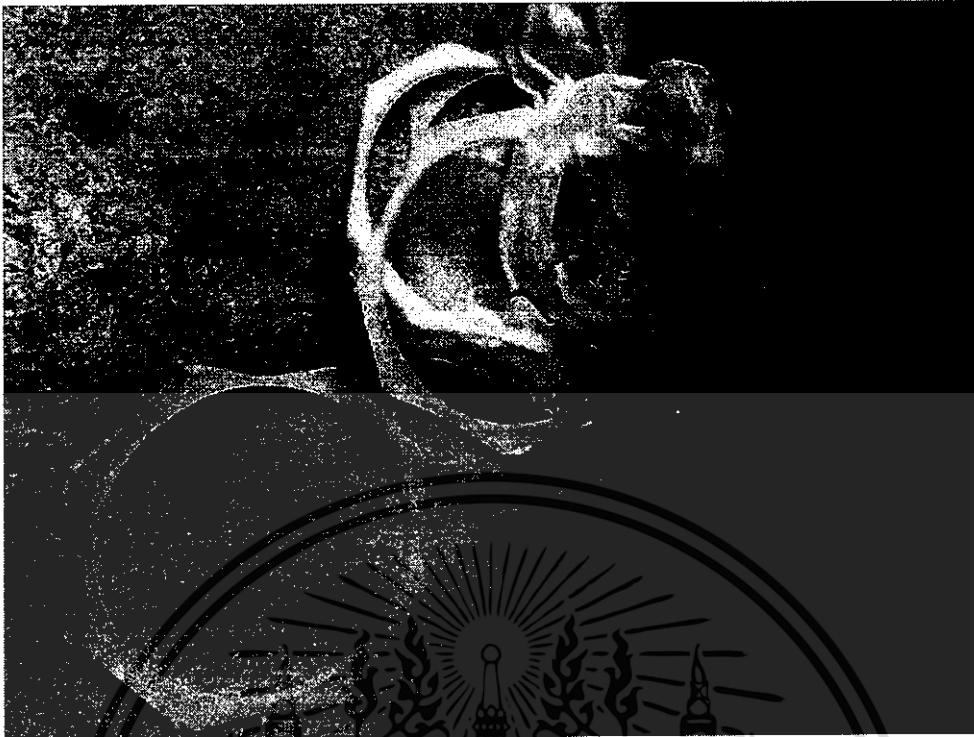


ภาพที่ ง.25 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว
ที่มา : อีราหัต เลิศชำของกุล, 22 สิงหาคม 2556



ภาพที่ ง.26 การลงพื้นที่โรงงานชาเขียว
ที่มา : อีราหัต เลิศชำของกุล, 22 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.27 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : อีราทัต เลิศซ่าของกุล, 22 สิงหาคม 2556



ภาพที่ ง.28 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : อีราทัต เลิศซ่าของกุล, 22 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.29 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : ธีรชาติ เลิศชำของกุล, 22 สิงหาคม 2556



ภาพที่ ง.30 การลงพื้นที่โรงงานชาเทียม
ที่มา : ธีรชาติ เลิศชำของกุล, 22 สิงหาคม 2556

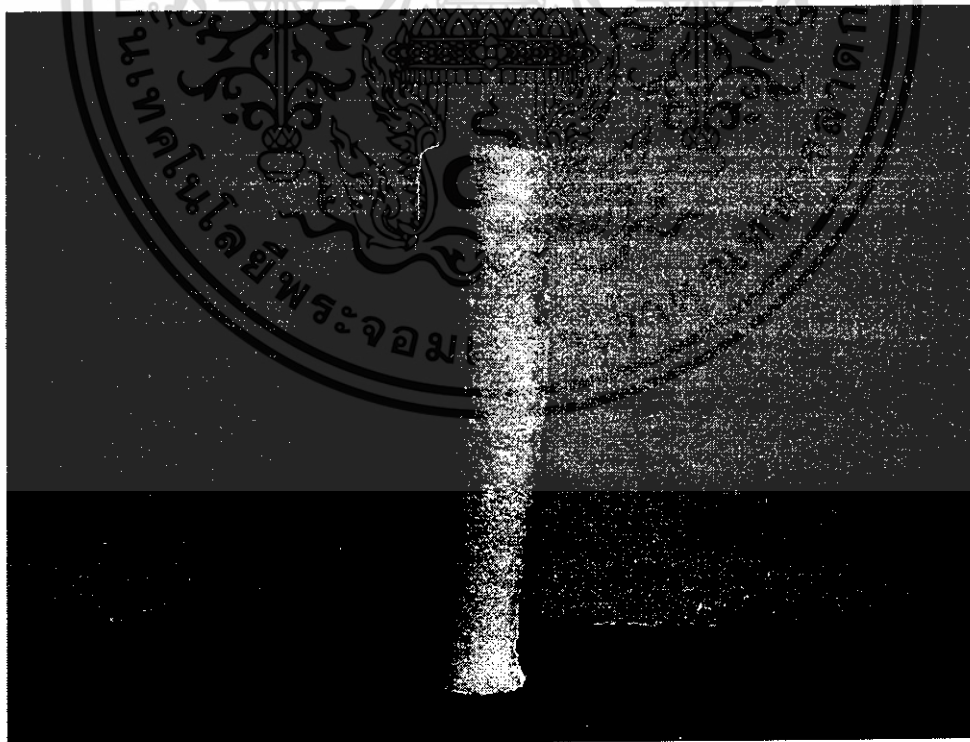
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.1 ต้นแบบแกนชาเตียม
ที่มา : อีราทัต เลิศซ่าของกุล, 31 สิงหาคม 2556



ภาพที่ จ.2 แม่แบบสำหรับขึ้นพิมพ์จากโคม
ที่มา : อีราทัต เลิศซ่าของกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.3 วัดแบบพิมพ์จากแกนขาเทียม ด้านหน้า
ที่มา : ธีราทัต เลิศชำของกุล, 31 สิงหาคม 2556



ภาพที่ จ.4 วัดแบบพิมพ์จากแกนขาเทียม ด้านข้าง
ที่มา : ธีราทัต เลิศชำของกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

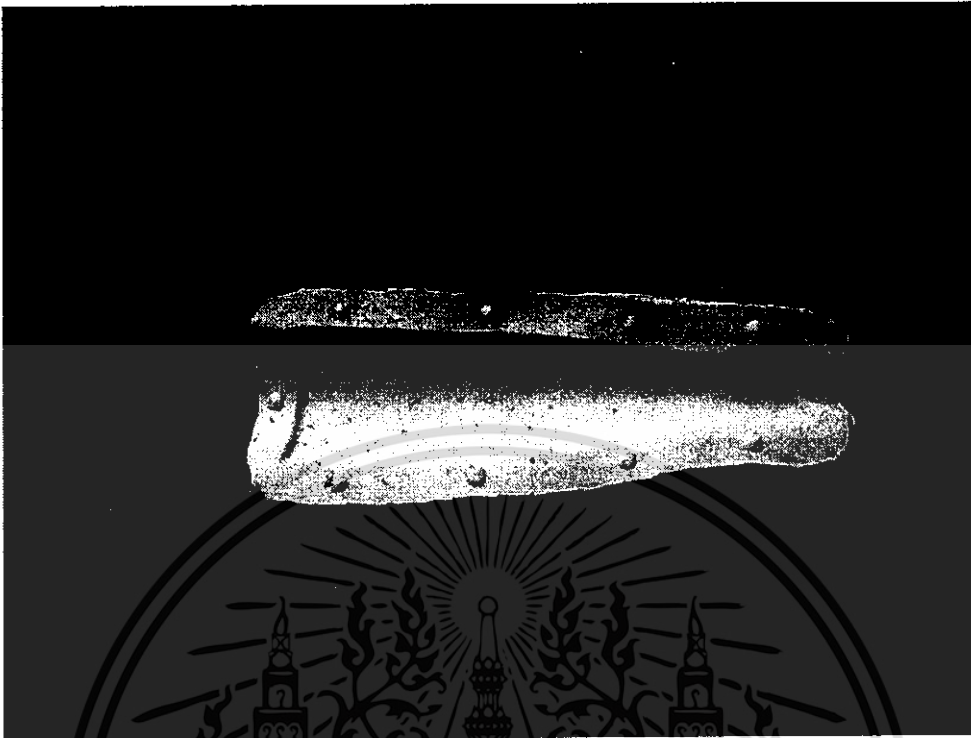


ภาพที่ จ.5 การขึ้นแบบขาด้วยแม่พิมพ์ 1
ที่มา : ธีรหัตต์ เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556

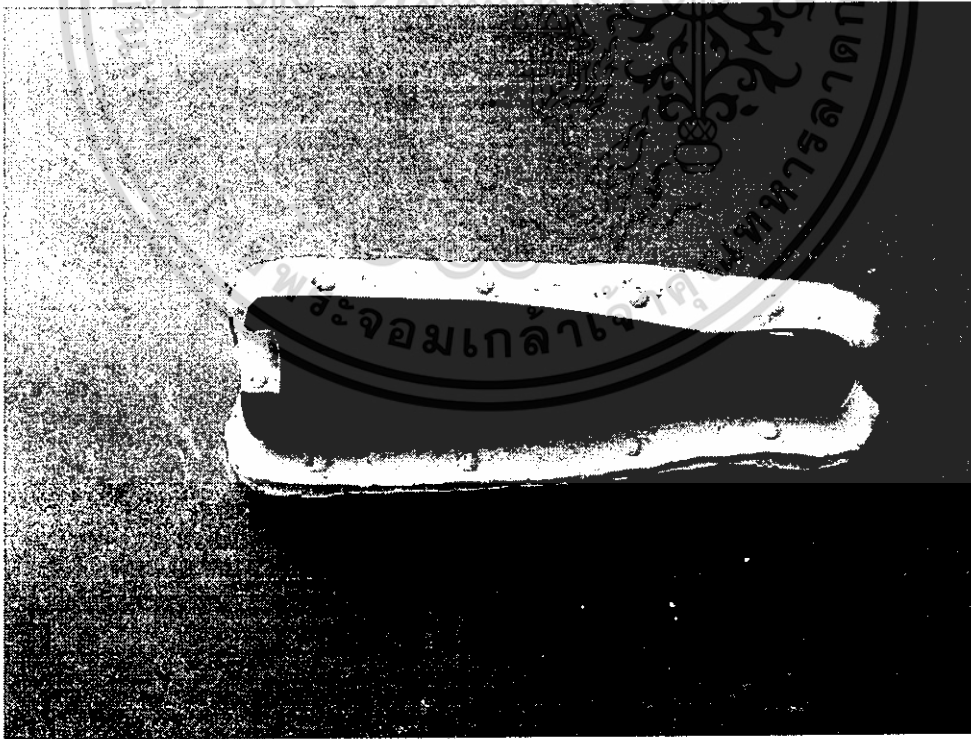


ภาพที่ จ.6 การขึ้นแบบขาด้วยแม่พิมพ์ 2
ที่มา : ธีรหัตต์ เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.7 การขึ้นแบบขาด้วยแม่พิมพ์ 3
ที่มา : อีราทัต เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556



ภาพที่ จ.8 การขึ้นแบบขาด้วยแม่พิมพ์ 4
ที่มา : อีราทัต เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.9 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 5
ที่มา : อีราทัต เลิศซ่าของกุล, 31 สิงหาคม 2556



ภาพที่ จ.10 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 6
ที่มา : อีราทัต เลิศซ่าของกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.11 การขึ้นแบบขาด้วยแม่พิมพ์ 7
ที่มา : อีราหัต เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556



ภาพที่ จ.12 การขึ้นแบบขาด้วยแม่พิมพ์ 8
ที่มา : อีราหัต เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

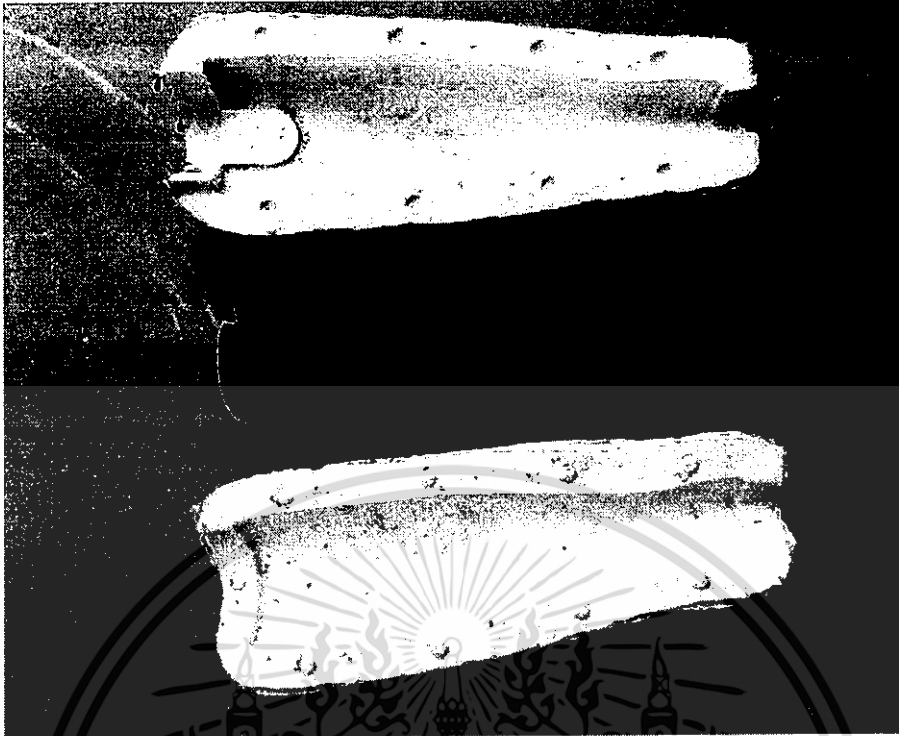


ภาพที่ จ.13 การขึ้นแบบขาด้วยแม่พิมพ์ 9
ที่มา : ธีรหัตต์ เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556



ภาพที่ จ.14 การขึ้นแบบขาด้วยแม่พิมพ์ 10
ที่มา : ธีรหัตต์ เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.15 การขึ้นแบบชาด้วยแม่พิมพ์ 11
ที่มา : อีราทัต เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556



ภาพที่ จ.16 แสดงการเปรียบเทียบชาเทียมกับชาเทียมจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก
ที่มา : อีราทัต เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.17 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 1
ที่มา : อีราทัต เลิศข้าของกุล, 31 สิงหาคม 2556



ภาพที่ จ.18 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 2
ที่มา : อีราทัต เลิศข้าของกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.19 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 3
ที่มา : ธีรชาติ เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556

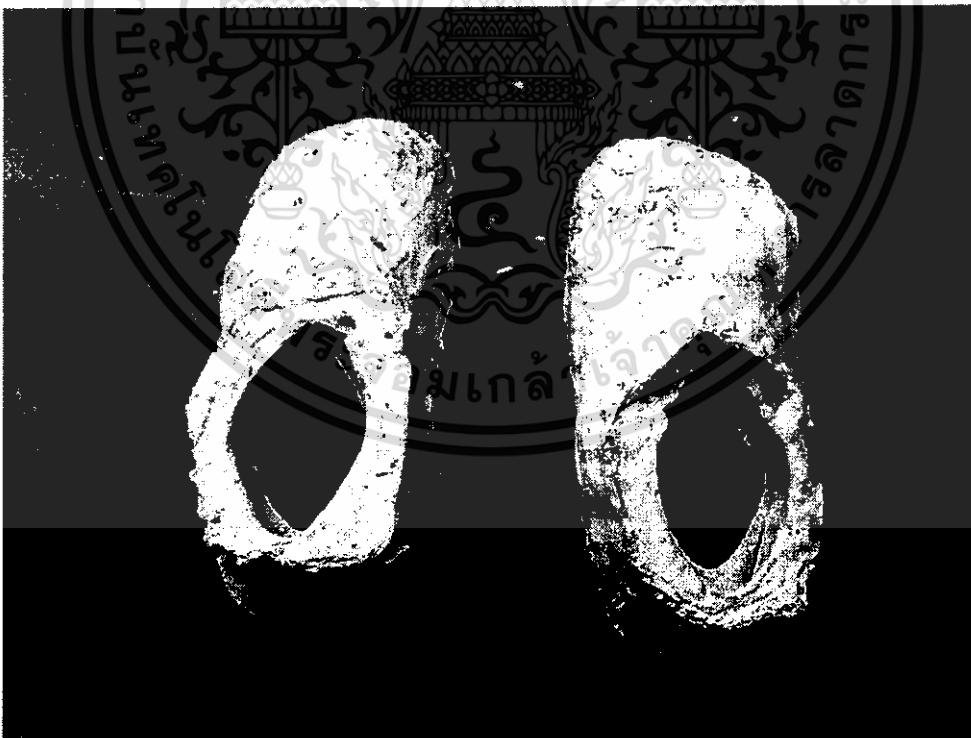


ภาพที่ จ.20 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 4
ที่มา : ธีรชาติ เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.21 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 5
ที่มา : อีราทัต เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556



ภาพที่ จ.22 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 6
ที่มา : อีราทัต เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.23 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 7
ที่มา : อีราทัต เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556



ภาพที่ จ.24 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 8
ที่มา : อีราทัต เลิศชำซองกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.25 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 9
ที่มา : ธีรทัต เลิศข้าของกุล, 31 สิงหาคม 2556



ภาพที่ จ.26 การขึ้นแบบเท้าด้วยแม่พิมพ์ 10
ที่มา : ธีรทัต เลิศข้าของกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.27 แสดงการเปรียบเทียบเท้าเทียมกับเท้าเทียมจากวัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก
ที่มา : อีราหัต เลิศข้าของกุล, 31 สิงหาคม 2556



ภาพที่ จ.28 ต้นแบบขาเทียมและเท้าเทียมจากวัสดุเศษหนังที่เหลือจากกระบวนการฟอก
ที่มา : อีราหัต เลิศข้าของกุล, 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) : นาย ธีรชาติ เลิศชำของกุล

ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) : Mr. Teeratat Lerdchamchongkuln

ตำแหน่งปัจจุบัน : อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

เบอร์โทรศัพท์ : 02-3298000 ต่อ 6080 *406 โทรสาร 02-3264324

โทรศัพท์มือถือ : 083-9232479

E-mail address: klekacha@kmitl.ac.th, mr.teeratat@gmail.com

4. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา (ตรี/โท/เอก/ประกาศนียบัตร)	อักษรย่อปริญญา และชื่อเต็ม	สาขาวิชา/วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษาและประเทศ
2537	ตรี	ค.อ.บ. (ครุศาสตร์ อุตสาหกรรม บัณฑิต)	ศิลปอุตสาหกรรม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประเทศไทย
2550	โท	วท.ม (วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต)	วนผลิตภัณฑ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประเทศไทย

5. ประสบการณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ/หรือที่ผ่านมา ทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพ

ในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

1. สาขาวิชาออกแบบเฟอร์นิเจอร์
2. สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
3. สาขาวิชาคอมพิวเตอร์
4. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

5.1 งานวิจัยที่ทำสำเร็จแล้ว

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน	สถานะภาพการทำวิจัย
1. การออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรม ตราสินค้า และบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม สำหรับชุมชน	2550	รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	งบประมาณ	ผู้ร่วมวิจัย (10%)
2. การพัฒนาและการออกแบบผลิตภัณฑ์ชุมชนอย่างยั่งยืน สำหรับชุมชน คนพิการและผู้ด้อยโอกาส	2551	รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	งบประมาณ	ผู้ร่วมวิจัย (10%)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน	สถานะภาพการทำวิจัย
3.การทำแผนประกอบอัดโค้งจากวัสดุเศษเหลือทางการเกษตร: (กรณีศึกษา แกลบ)	2551	รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	งบประมาณ	ผู้ร่วมวิจัย (30%)
4. การศึกษาและออกแบบของที่ระลึกสำหรับแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์: กรณีศึกษาตลาดน้ำอัมพวา	2555	รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	งบประมาณ	หัวหน้าโครงการ (100%)
5. การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจจากวัสดุเศษหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรม	2555	รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	งบประมาณ	หัวหน้าโครงการ (100%)
6. การออกแบบขาเทียมจากวัสดุเศษหนึ่งที่เหลือจากกระบวนการฟอก	2556	รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	งบประมาณ	หัวหน้าโครงการ (100%)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้