

รู้เพื่อองเรื่องกระดาษ

ประสิทธิ์ ฤทธิศาสตร์*



วัสดุ

ที่ใช้เป็นพื้นพิมพ์รองรับการถ่ายทอดหมึกในงานพิมพ์ มีหลายชนิด เช่น กระดาษ พลาสติก แก้ว ไม้ โลหะ ฯลฯ กระดาษเป็นวัสดุที่ใช้ในการผลิตสิ่งพิมพ์มากกว่าวัสดุอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิตหนังสือ วารสาร หนังสือพิมพ์ สิ่งพิมพ์เพื่อการโฆษณาและประชาสัมพันธ์ ตลอดจนบรรจุภัณฑ์บางชนิด ในปัจจุบันนอกจากจะนำกระดาษไปใช้ในการพิมพ์และการเขียนแล้ว ยังนำไปใช้ทำเป็นกระดาษเช็ดหน้า กระดาษเช็ดปาก กระดาษเช็ดมือ กระดาษชำระ ถ้วย จาน หมวก รองเท้า ตลอดจนเรือและบ้านได้ด้วย บทความนี้มุ่งกล่าวเฉพาะกระดาษที่ใช้ในการพิมพ์เท่านั้น

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าในการผลิตสิ่งพิมพ์แต่ละรายการนั้น จะมีค่าใช้จ่ายของกระดาษประมาณร้อยละ 30 - 40 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของกระดาษ ปริมาณที่ต้องการ และคุณภาพของงานพิมพ์ นอกจากนี้เรื่องค่าใช้จ่ายแล้ว ลักษณะของกระดาษแต่ละชนิดยังมีผลต่อคุณภาพของงานพิมพ์ด้วย ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยเฉพาะผู้ออกแบบและผู้ผลิตสิ่งพิมพ์จำเป็นจะต้องมีความรู้เรื่องกระดาษพิมพ์ เพื่อจะได้กำหนดรูปลักษณะของสิ่งพิมพ์ให้ตอบสนองความต้องการผู้อ่าน และประหยัดค่าใช้จ่ายหรือลดความสูญเสียในการใช้กระดาษให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาการสื่อสารฯ คณะวิทยาการจัดการ สถาบันราชภัฏสงขลา

พัฒนาการของการทำกระดาษ

คำว่ากระดาษ สันนิษฐานกันว่ามาจากคำว่า cartas ในภาษาโปรตุเกส และคำว่า paper ในภาษาอังกฤษมาจากคำว่า papyrus ในภาษากรีก

“กระดาษ” ตามกรรมวิธีการผลิตในปัจจุบัน หมายถึงแผ่นวัสดุที่ทำจากเส้นใยของพืช (cellulose fiber) ซึ่งลอยตัวในน้ำ และทำให้แผ่กระจายเป็นแผ่นได้ เมื่อทำให้น้ำระเหยออกไป เส้นใยเหล่านี้ก็จะสานตัวและยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกันเป็นแผ่นบาง ๆ เหมาะสำหรับนำมาใช้ในการเขียน การพิมพ์ ห่อของ และอื่นๆ^๒

ในสมัยโบราณก่อนค้นพบวิธีทำกระดาษ มนุษย์ใช้แผ่นดินเหนียว แผ่นหิน ไม้ไผ่ เช่น ไม้ลาน ไม้ไผ่ กระดุกสัตว์ หนังสัตว์ และผ้า เป็นเครื่องรองรับการเขียนหนังสือ และภาพ วัสดุเหล่านี้ไม่สะดวกในการใช้เพื่อสื่อสารประจำวัน ซึ่งมีความจำเป็นมากขึ้นตามพัฒนาการของสังคม มนุษย์จึงคิดค้นวิธีประดิษฐ์วัสดุอย่างอื่นที่จะใช้เขียนได้สะดวกขึ้น

จีนเป็นชาติแรกที่ได้คิดทำกระดาษขึ้น เมื่อค.ศ. 105 ผู้ที่คิดคือ ไซลัน ชาวเมืองตีสยง เป็นทหารรักษาพระองค์ในสมัยของจักรพรรดิโฮตี้ โดยใช้วัสดุพวกเปลือกไม้ เศษปอ ผ้าขี้ริ้ว และอวนแหเก่าๆ มาผลิตเป็นกระดาษเพื่อใช้เขียนหนังสือ พิมพ์ไฟ แบงค์กึ่งเด็ก ธนบัตร และ

ใช้ห่อของ การมีกระดาษใช้ในเมืองจีนได้ช่วยให้การค้าเดินชีวิตประจำวันสะดวกสบายยิ่งขึ้น

การทำกระดาษยังคงทำกันเฉพาะในประเทศจีนนานถึงห้าศตวรรษราว ค.ศ. 600 (พ.ศ. 1143) จึงถ่ายทอดไปถึงเกาหลี และพระภิกษุชาวเกาหลีได้นำไปเผยแพร่ต่อยังประเทศญี่ปุ่นในปี ค.ศ. 610 (พ.ศ. 1153) ส่วนทางตะวันตกนั้น แพร่ไปถึงซามาร์คานด์ (Samarkand) ในเอเชียตะวันตกกลางประมาณ ค.ศ. 704-751 (พ.ศ. 1247-1294) ครั้งหนึ่งมีการรบระหว่างชาวอาหรับกับชาวตาตาร์ที่เมืองซามาร์คานด์ ชาวอาหรับรบชนะและได้นำตัวอย่างกระดาษกลับไปเมืองเมกกะด้วยในปี ค.ศ. 707 (พ.ศ. 1250) และต่อมาใน ค.ศ. 793 (พ.ศ. 1336) พระเจ้ากาหลิบฮารูนอาลราชิด (Caliph Haroun al Raschid) ได้นำช่างทำกระดาษชาวจีนไปเมืองแบกแดด^๓ จากนั้นความรู้เรื่องการทำกระดาษจึงเผยแพร่ไปถึงดามัสกัส ไคโร สเปน อิตาลี ฝรั่งเศส เยอรมนี และประเทศอื่นๆ ในยุโรป มีการตั้งโรงงานทำกระดาษในทวีปยุโรปเป็นแห่งแรกที่เมือง Jativa (หรือ Xativa) ในประเทศสเปน ประมาณ ค.ศ. 1151 (พ.ศ. 1694) และที่เมือง Fabriano ในประเทศอิตาลี ประมาณ ค.ศ. 1276 (พ.ศ. 1819) ต่อมา John Tate ได้ตั้งโรงงานทำกระดาษแห่งแรกในประเทศอังกฤษในปี ค.ศ. 1494 (พ.ศ.

2037) และ William Rottenhouse ตั้งโรงงานทำกระดาษแห่งแรกในสหรัฐอเมริกาที่เมืองฟิลาเดลเฟีย รัฐเพนซิลเวเนีย ในปี ค.ศ. 1690 (พ.ศ. 2233)

การทำกระดาษใน 17 ศตวรรษแรก ยังคงใช้วิธีทำด้วยมือ โดยใช้เศษผ้า ฝ้าย ปอ และป่าน เป็นวัตถุดิบผลิตเยื่อกระดาษที่ผลิตมีคุณภาพสูง เหนียว และทนทานแต่ทำได้ช้า ความต้องการกระดาษมีมากขึ้น และวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเยื่อกระดาษก็หายาก และมีราคาแพง ในปี ค.ศ. 1798 (พ.ศ. 2341) นิโคลาส หลุยส์ โรแบร์ต (Nicholas Louis Robert) ชาวฝรั่งเศสซึ่งเป็นลูกจ้างในโรงงานทำกระดาษ Didot & Co. ที่เมือง Essenay (หรือ Essonnes) ประเทศฝรั่งเศส ได้ประกาศการค้นพบเกี่ยวกับวิธีทำกระดาษเป็นแผ่นขนาดกว้าง 12 ฟุต ยาว 50 ฟุต โดยใช้ตะแกรงทำแผ่นกระดาษแบบสายพานหมุนรอบตัวในแนวนอน และให้กระดาษสะเด็ดน้ำและเลื่อนไหลไปตามสายพาน ผ่านมอริดน้ำ และอัดเป็นแผ่นเรียบ หลักการของเขาดี แต่ก็ไม่ประสบความสำเร็จ ต่อมา John Gamble ได้นำความคิดนี้มาสานต่อในประเทศอังกฤษ และได้ประดิษฐ์เครื่องจักรทำกระดาษได้ในปี ค.ศ. 1803 (พ.ศ. 2346) และสองพี่น้องตระกูลโฟร์ดริแยร์ คือ Henry และ Sealy Fourdrinier



ผู้สนับสนุนการประดิษฐ์ได้รับ ลิขสิทธิ์ในประดิษฐกรรมนี้ แต่ภาย หลังจากผลของการทุ่มเทความ พยายามเพื่อส่งเสริมการจำหน่าย เครื่องจักรทำกระดาษ โฟร์ดริเนียร์ก็ ถูกฟ้องล้มละลาย⁴ ประดิษฐกรรมนี้ ได้รับการตั้งชื่อตามตระกูลของเขาคือ The Fourdrinier papermaking machine เครื่องทำกระดาษ โฟร์ดริเนียร์ได้รับการปรับปรุงต่อมา จนสามารถใช้ผลิตได้ดีและประหยัด และยังใช้กันอยู่ในทุกวันนี้

ในปี ค.ศ. 1800 (พ.ศ. 2343) Matthias Koops ชาว อังกฤษ ได้จดลิขสิทธิ์วิธีทำกระดาษ จากฟางข้าว และในปี ค.ศ. 1801 (พ.ศ. 2344) เขาได้ทดลองพิมพ์หนังสือ โดยใช้กระดาษที่ทำจากเยื่อฟางข้าว และกระดาษที่ทำจากเยื่อไม้ยืนต้น อย่างละครึ่งเล่ม ปรากฏว่า กระดาษ ฟางข้าวออกสีเหลืองและมีคุณภาพ ต่ำกว่ากระดาษที่ทำจากไม้ การทำ กระดาษจากฟางข้าวจึงไม่ได้รับความ สนใจอีก แต่ความคิดในการทำ กระดาษจากไม้ได้รับการค้นคว้า ปรับปรุงต่อมา ในปี ค.ศ. 1840

Gottfried Keller ช่างทำนาฬิกา ชาวเยอรมันได้ประดิษฐ์เครื่องบดไม้ สำหรับทำเยื่อกระดาษได้สำเร็จ จากนั้นจึงนำเนื้อไม้มาเป็นวัตถุดิบในการ ทำเยื่อกระดาษอย่างแพร่หลาย ทำให้ สามารถผลิตกระดาษได้ในราคาถูก และเพียงพอกับความต้องการ เพราะ ไม้เป็นวัตถุดิบที่สามารถหาใช้ในการ ทำเยื่อกระดาษได้ง่ายกว่าวัตถุดิบอื่น ๆ ที่เคยใช้กันมาแต่ก่อน เป็นการเปิดศักราชของการผลิตเยื่อ กระดาษไม้บด (mechanical wood pulp หรือ groundwood pulp) ซึ่ง ใช้ทำกระดาษราคาถูกสำหรับพิมพ์ หนังสือพิมพ์ ต่อจากนั้นในปี ค.ศ. 1852 (พ.ศ. 2395) Burgess ชาว อังกฤษได้ค้นพบวิธีใช้โซดาไฟแยก เส้นใยพืชได้สำเร็จ เป็นการเริ่มต้น วิธีทำเยื่อกระดาษแบบเคมี (chemical wood pulp)⁵ จากเนื้อไม้ เขา ทดลองอยู่หลายปีจึงประสบผลสำเร็จ⁶

ปัจจุบันการทดลองค้นคว้า เกี่ยวกับวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ทำเยื่อ กระดาษและกรรมวิธีทางเคมีในการ ทำเยื่อกระดาษยังคงดำเนินต่อไป เพื่อให้สามารถผลิตกระดาษที่มีคุณ

ภาพดีในปริมาณที่มากขึ้น และเพื่อ ลดต้นทุนในการผลิตให้ต่ำลงด้วย

การผลิตกระดาษด้วย เครื่องจักรขนาดใหญ่ในปัจจุบัน โรง งานทำกระดาษบางแห่งซึ่งเป็นโรง งานที่ใหญ่มาก สามารถผลิต กระดาษม้วนหนึ่งขนาดกว้าง 230 นิ้ว ได้ยาวถึง 5 ไมล์⁷ และโรงงาน ขนาดใหญ่โดยทั่วไปสามารถผลิต กระดาษขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 300 เมตร ได้ในเวลาเพียง 1 นาทีเท่านั้น⁸

การทำกระดาษใน ประเทศไทย มีมาตั้งแต่สมัย สุโขทัย เป็นการผลิต กระดาษจากเปลือกข่อย เปลือกปอ เปลือกไม้โมกป่า ใบสับปะรด ฟางข้าว หน่อ ไม้ไผ่ป่า และเศษผ้า เป็นต้น⁹ เป็นการผลิตด้วยมือมาโดยตลอด ไม่ถึงขนาดเป็นอุตสาหกรรม การทำ กระดาษในลักษณะของโรงงาน อุตสาหกรรมนั้นกรมแผนที่ทหารบก ได้ริเริ่มทดลองเมื่อปี พ.ศ. 2460 ดำเนินงานมาจนถึง พ.ศ. 2465 จึง หยุดกิจการ ขณะนั้นมีเจ้าหน้าที่ซึ่ง เป็นลูกจ้างของกรมแผนที่ทหารบก

ได้รับการฝึกหัด มาพอที่จะมีความ ชำนาญในการทำ กระดาษบ้างแล้ว จึงได้ตั้งเป็นโรง งานทำกระดาษ ไทยที่ทำพ้ายพ ตำบลสามเสน กรุงเทพฯ เมื่อวันที่ 23 เมษายน 2466 โดยตั้งเครื่องจักร ทำกระดาษจาก ต่างประเทศมาใช้



ในการผลิต ในปี พ.ศ. 2479 ได้ตั้งโรงงานกระดาษ ที่จังหวัดกาญจนบุรี เป็นโรงงานแห่งที่สอง ส่วนแห่งที่สาม ได้ตั้งที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา คือ โรงงานกระดาษบางปะอิน เมื่อปี พ.ศ. 2500 โรงงานทำกระดาษทั้งสามแห่งนี้เป็นโรงงานของรัฐบาล ไม่สามารถผลิตกระดาษได้เพียงพอกับความต้องการบริษัทเอกชนจึงได้จัดตั้งโรงงานทำกระดาษขึ้นอีกหลายแห่ง ปัจจุบันมีโรงงานผลิตกระดาษในประเทศไม่น้อยกว่า 20 แห่ง ผลิตกระดาษได้ประมาณปีละ 200,000 ตัน โดย

มากใช้เยื่อกระดาษจากต่างประเทศ เป็นวัตถุดิบในการทำกระดาษ¹⁰

กรรมวิธีการทำกระดาษ

กรรมวิธีการทำกระดาษในปัจจุบัน จำแนกออกได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ

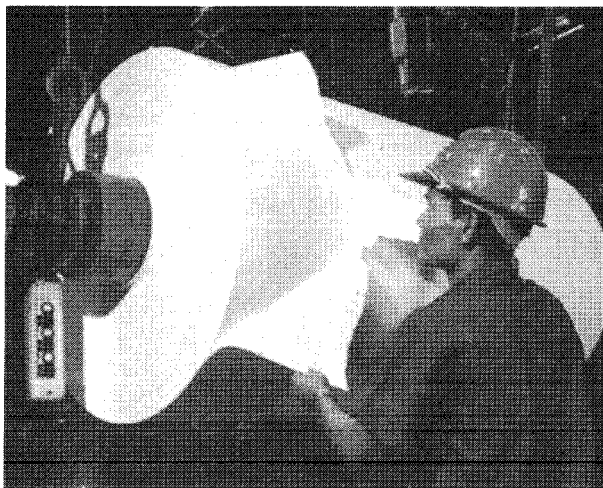
1. การผลิตเยื่อกระดาษ
2. การเตรียมเนื้อกระดาษก่อนทำแผ่น
3. การทำแผ่นด้วยเครื่องจักร
4. กระบวนการหลังทำแผ่นแล้ว¹¹

การผลิตเยื่อกระดาษ

วัตถุดิบที่ใช้ทำเยื่อกระดาษโดยทั่วไป ได้แก่ ปุยฝ้าย ป่าน ปอ ฟางข้าว ไม้ไผ่ ชานอ้อย ไม้สน ไม้ผลัดใบ ตลอดจนเศษผ้าและกระดาษเก่า วัตถุดิบเหล่านี้จะให้เส้นใย (cellulose fiber) ที่มีขนาดกว้างยาวแตกต่างกัน ซึ่งมีผลทำให้กระดาษที่ผลิตจากวัตถุดิบเหล่านี้มีคุณภาพแตกต่างกันไปด้วย

เส้นใยพืชที่นำมาใช้ทำกระดาษ จำแนกตามขนาดออกเป็น 2 ชนิด คือ เส้นใยสั้น (short fiber) และ เส้นใยยาว (long fiber)

เส้นใยสั้นแทรกตัวในเนื้อกระดาษได้ง่าย ทำให้ผิวกระดาษเรียบ เสริมความหนา ความทึบแสง และความต้านแรงด้นทะลุ แต่มีความเหนียวหรือความต้านแรงดึงต่ำ ตัวอย่างพืชที่ให้เส้นใยสั้น เช่น ฟางข้าว หญ้าจวบ ไม้ไผ่ ชานอ้อย ไม้เนื้อแข็งหรือไม้ผลัดใบ เป็นต้น พืชเหล่านี้จะให้เส้นใยยาวประมาณ 1.5 มม. เหมาะสำหรับใช้ทำกระดาษพิมพ์และเขียนทั่วไป ที่ไม่ต้อง



การคุณภาพมากนัก

เส้นใยยาวทำให้กระดาษเหนียวหรือมีความต้านแรงดึง สามารถทำให้เป็นกระดาษบางและเหนียวได้ พวกปุยฝ้าย ป่านลินิน (ป่านจากต้นแฟลกซ์) และปอ (jute และ hemp) ให้เส้นใยที่ยาวมาก ยาวประมาณ 10-15 มม. ส่วนพวกไม้สนจะให้เส้นใยยาวประมาณ 4 มม. (สน spruce ใช้ทำกระดาษมากกว่าสน pine เพราะสนประเภทหลังนี้มียางผสมมาก) เส้นใยจากปุยฝ้ายและป่านลินินใช้ทำกระดาษที่ต้องการความเหนียวและทนทานมาก เช่น กระดาษพิมพ์ธนบัตร เอกสารสำคัญ กระดาษหุ้มจดหมาย กระดาษแอร์เมล์ เป็นต้น เส้นใยจากปอมีคุณภาพรองลงมา ใช้ทำกระดาษมวนบุหรี่และกระดาษห่อของ เส้นใยจากต้นสนเป็นพวกเส้นใยยาวที่มีราคาถูกกว่าพวกฝ้าย ป่าน และปอ เหมาะสำหรันำมาใช้ทำกระดาษหนังสือพิมพ์

โรงงานทำกระดาษจะผสมเส้นใยสั้นและเส้นใยยาวเข้าด้วยกัน ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับการทำกระดาษแต่ละชนิดให้มีคุณภาพตามที่ต้องการ เช่น กระดาษปรู๊ฟ ต้องการให้ราคาถูก ไม่ต้องการความเหนียวมากนัก ก็มีสัดส่วนผสมของเส้นใยสั้นมากกว่ากระดาษเหนียว (kraft paper) ที่ใช้ในการทำถุงและกระดาษห่อของ ซึ่งต้องมีความเหนียวและความต้านแรงฉีกขาด ซึ่งต้องมีสัดส่วนผสมของเส้นใยยาวมากกว่าเส้นใยสั้น เป็นต้น

เยื่อกระดาษจากเนื้อไม้

พืชและไม้ยืนต้นทุกชนิด ล้วนมีเส้นใยที่จะนำมาใช้ทำกระดาษ

ได้ แต่มีข้อจำกัดบางประการที่ทำให้นำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตเยื่อกระดาษเพียงบางชนิด เท่านั้น เช่น กรรมวิธีในการแยกเส้นใยออกจากเนื้อไม้ทำได้ยาก บางชนิดมียางมาก ทำให้เนื้อกระดาษที่ได้มีคุณภาพไม่เหมาะกับการนำมาใช้งาน ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตสูง ไม่คุ้มทุน พืชบางชนิดปลูกยาก เติบโตช้า มีปริมาณไม่เพียงพอแก่การผลิตเป็นอุตสาหกรรม เป็นต้น อย่างไรก็ตาม กระดาษยังเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นที่ต้องการมากขึ้นเรื่อยๆ นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกจึงเพียรพยายามค้นคว้าและแสวงหาพืชที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษอยู่ตลอดเวลา

เนื้อไม้หลายชนิด เมื่อวิเคราะห์ทางเคมีแล้ว พบว่ามีองค์ประกอบสำคัญ คือ ธาตุคาร์บอนร้อยละ 50, ธาตุออกซิเจนร้อยละ 43.4, ธาตุไฮโดรเจนร้อยละ 6, ธาตุไนโตรเจนร้อยละ 0.1, และอ็อกไซด์ร้อยละ 0.5 เป็นเถ้า (ash) มีทราย

(cilica) ประกอบอยู่ด้วยเป็นส่วนใหญ่ ธาตุเหล่านี้จะจับตัวกันเป็นสารประกอบแบบต่างๆ ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มคือคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) หรือเซลลูโลส (cellulose) และลิกนิน(lignin)

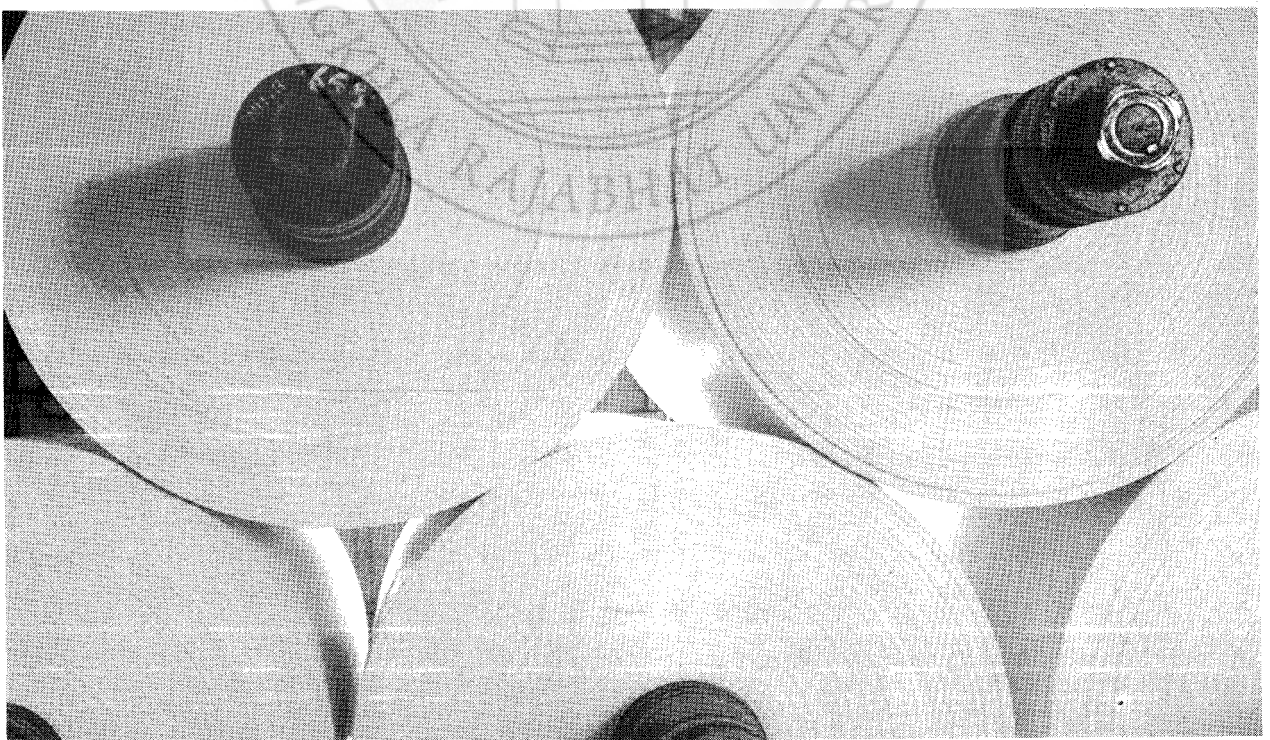
แต่ละโมเลกุลของเซลลูโลสจะรวมตัวกันเป็นเส้นใยเล็กๆ หรือ microfibrill ประกอบกันเป็นเส้นใยพืช (cellulose fiber) นำมาใช้ทำกระดาษ ส่วนลิกนินเป็นสารอื่นที่ไม่ใช่เส้นใย สารพวกนี้ทำหน้าที่เชื่อมเซลล์ต่างๆ ของพืชให้ยึดตัวกันเป็นเนื้อไม้ เช่น ยางและเมือก สารพวกนี้เป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ในการทำกระดาษ ทำให้กระดาษมีคุณภาพต่ำ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองคล้ำและกรอบเปราะได้ง่าย สังเกตได้จากกระดาษปรู๊ฟที่ใช้ในการพิมพ์หนังสือพิมพ์โดยทั่วไป ถ้าต้องการให้กระดาษมีคุณภาพดีขึ้น ก็จำเป็นต้องใช้กรรมวิธีทางเคมีกำจัดสารพวกนี้ออกจากเนื้อไม้

พืชแต่ละชนิดจะมีปริมาณของเซลลูโลสแตกต่างกัน เช่น ปุย

ฝ้าย มีเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 95 พากลินินหรือปานจากต้นแฟลกซ์มีเซลลูโลสประมาณร้อยละ 70 ไม้สนมีเซลลูโลสประมาณร้อยละ 55-61 และไม้เนื้อแข็งหรือไม้ผลัดใบโดยทั่วไปมีเซลลูโลสประมาณร้อยละ 58

กรรมวิธีในการทำเยื่อกระดาษจากเนื้อไม้ เริ่มด้วยการนำต้นไม้หรือซุงมาตากเปลือก (โดยใช้เครื่องจักร) จากนั้นจึงตัดเป็นท่อนประมาณท่อนละ 4 ฟุต หรือผ่านเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดเท่า ๆ กันยาวประมาณ 20 มม. และหนา 5 มม. (โดยใช้เครื่องจักรเช่นกัน) กรรมวิธีต่อจากขั้นนี้กระทำได้หลายวิธีตามชนิดของเยื่อกระดาษที่จะผลิต คือ

- 1) การทำเยื่อกระดาษไม่บด
 - 2) การทำเยื่อกระดาษเคมี
 - ก) โดยการใช้กรด
 - ข) โดยการใช้ด่าง
 - 3) การทำเยื่อกระดาษโดยใช้โซดาไฟ และใช้ซัลเฟต
- กรรมวิธีผสม



เยื่อกระดาษไม้บด

เยื่อกระดาษไม้บด (mechanical wood หรือ groundwood pulp) อาจทำจากไม้ที่ลอกเปลือกแล้วทั้งต้น หรือตัดเป็นท่อน หรือฝานเป็นชิ้นเล็ก ๆ ส่งเข้าเครื่องบด บดจนละเอียด เหมือนขี้เลื่อย โดยมากใช้ไม้สน spruce เป็นวัตถุดิบ เยื่อกระดาษที่ได้จะมีทั้งเส้นใยและสารพวกลิกนินปนกัน ทำให้กระดาษมีคุณภาพไม่ดี เปลี่ยนเป็นสีเหลืองคล้ำเมื่อถูกแสงแดด และเก็บไว้ได้ไม่ทนทาน และเส้นใยก็มักขาดเสียหาย ทำให้กระดาษขาดความเหนียว แต่ช่วงทั้งต้นเมื่อบดแล้วได้เยื่อกระดาษถึงร้อยละ 95 ทั้งยังไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมเกี่ยวกับพวกสารเคมีอย่างที่ใช้ในกระบวนการทำเยื่อกระดาษเคมี ต้นทุนการผลิตจึงต่ำ ผลิตกระดาษราคาถูก ใช้พิมพ์งานที่มีอายุการใช้จำกัด เช่น หนังสือพิมพ์รายวัน กระดาษที่ผลิตจากเยื่อชนิดนี้ คือ กระดาษปฐพี (newsprint) และกระดาษแข็งบางชนิดที่ไม่ต้องการความเหนียวของเยื่อกระดาษ ถ้าต้องการให้เยื่อไม้บดมีคุณภาพดีขึ้น ก็ต้องใช้กระบวนการเคมีประกอบด้วย

เยื่อกระดาษเคมี

เยื่อกระดาษเคมี (chemical wood pulp) เป็นเยื่อกระดาษที่ผลิตจากกระบวนการทางเคมี ไม้ที่ถูกฝานเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้ว จะถูกส่งเข้าหม้ออบไอน้ำแรงดันสูง (digester) เพื่อย่อยเนื้อไม้โดยใช้กรดหรือด่างเป็นตัวทำปฏิกิริยาขจัดลิกนินออกจากเนื้อไม้ ทำให้ได้เส้นใยที่เหนียวและขาวสะอาด สำหรับผลิตกระดาษที่มีคุณภาพสูง เยื่อกระดาษที่ผลิตโดยกระบวนการ

เคมีนี้ เสียค่าใช้จ่ายสูงมาก เนื้อไม้ที่ขจัดลิกนินออกแล้วจะมีน้ำหนักลดลง เนื้อไม้ 100 ตัน อาจได้เยื่อกระดาษเคมีเพียง 55 ตัน เท่านั้น เยื่อกระดาษเคมีจำแนกตามกรรมวิธีการผลิตได้เป็น 3 ชนิด คือ เยื่อกระดาษซัลไฟด์ เยื่อกระดาษซัลเฟต และเยื่อกระดาษโซดา

ก. เยื่อกระดาษซัลไฟด์

(sulphite pulp) เป็นเยื่อกระดาษที่ผลิตโดยใช้กรดเป็นตัวทำปฏิกิริยา สารเคมีที่ใช้คือ calcium bisulphite และ sulphur dioxide วัตถุดิบที่ใช้เป็นพวกไม้สน จะได้เยื่อกระดาษเส้นใยยาว อ่อนนุ่ม และแบนราบ ทำให้กระดาษที่ผลิตจากเยื่อชนิดนี้เป็นกระดาษที่เหนียว แต่มีความทึบแสงน้อย เหมาะสำหรับทำกระดาษเขียนชนิดต่าง ๆ

ข. เยื่อกระดาษซัลเฟต

(sulphate pulp) เป็นเยื่อกระดาษที่ผลิตโดยใช้ด่างเป็นตัวทำปฏิกิริยา สารเคมีที่ใช้คือ sodium sulphate, sodium hydroxide และ sodium sulphide เนื้อไม้หลายชนิดนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษแบบนี้ได้ โดยเฉพาะพวกไม้สนไพน์ ซึ่งเป็นไม้ที่มียางมาก ไม่เหมาะกับการทำเยื่อกระดาษซัลไฟด์ กระบวนการซัลเฟตจะช่วยรักษาความยาวของเส้นใยและเสริมความเหนียวด้วย จึงเหมาะสำหรับนำมาใช้ทำเยื่อผลิตกระดาษเหนียว (kraft paper) ที่ใช้ในการทำกระดาษห่อของและถุงกระดาษ

ค. เยื่อกระดาษโซดา

(soda pulp) เป็นเยื่อกระดาษที่ผลิตโดยใช้ด่างเป็นตัวทำปฏิกิริยา สารเคมีที่ใช้ คือ โซดาไฟ (caustic soda หรือ sodium hydroxide) วัตถุดิบที่ใช้ได้แก่ ไม้เนื้อแข็ง และ

ฟางข้าว เส้นใยที่ได้เป็นพวกเส้นใยสั้น อ่อนนุ่ม มีความเหนียวไม่มาก แต่มีความหนาและทึบแสงและทำให้ผิวเรียบได้ง่าย เหมาะสำหรับใช้ทำกระดาษพิมพ์ทั่วไป

เยื่อกระดาษโดยกรรมวิธีผสม เป็นเยื่อกระดาษที่ผลิตโดยใช้กระบวนการทำเยื่อกระดาษไม้บดและการทำเยื่อกระดาษเคมีผสมกัน เพื่อเสริมคุณภาพของเยื่อกระดาษไม้บด ใช้ในการทำเยื่อกระดาษจากไม้เนื้อแข็ง ฟางข้าว และชานอ้อย

นอกจากเยื่อกระดาษที่ทำจากเนื้อไม้ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีเยื่อกระดาษที่ทำจากวัตถุดิบอื่น ๆ อีก เช่น เยื่อกระดาษเศษผ้า และเยื่อกระดาษเก่า

เยื่อกระดาษเศษผ้า

เศษผ้าที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบเป็นพวกเศษผ้าฝ้ายและผ้าลินิน ซึ่งจะให้เส้นใยที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ ใช้ทำกระดาษที่ต้องการความเหนียวทนทาน และมีราคาแพง

เยื่อกระดาษเก่า

กระดาษที่ใช้แล้ว นำมาใช้ทำเยื่อกระดาษใหม่ได้ ถ้ากระดาษเก่าหรือเศษกระดาษนั้นเคยพิมพ์หรือเขียนแล้ว ต้องฟอกด้วยด่างให้หมดหมึกก่อนเพื่อให้ได้เยื่อที่สะอาด เยื่อที่ได้จะมีเส้นใยสั้นลง

ในบรรดาวัตถุดิบที่นำมาใช้ผลิตเยื่อกระดาษนั้น เนื้อไม้ (wood) จากไม้สนและไม้ผลัดใบ หรือไม้เนื้อแข็ง นำมาใช้ทำเยื่อกระดาษมากกว่าร้อยละ 90 ของเยื่อกระดาษที่ผลิตทั่วโลก

เยื่อกระดาษที่ได้จากการผลิตในขั้นต้นนี้ ก่อนจะนำไปทำเป็นแผ่นกระดาษ จะต้องผ่าน

กรรมวิธีต่าง ๆ เพื่อจัดสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการ เช่น เศษไม้ ตาไม้ ออกจากเส้นใยโดยการกรองหรือร้อน และผ่านเครื่องทำสะอาด เพื่อให้ทรายหรือเศษผงตกตะกอน จากนั้นจึงฟอกเยื่อด้วยสารเคมีที่

เป็นสารประกอบของคลอรีน ที่ใช้มากคือ *calcium hypochlorite* ทำให้เชื้อขาวสะอาด และขจัดสารพวกลิกนินที่ยังหลงเหลืออยู่ให้หมดไปด้วย จากนั้นจึงล้างเยื่อให้สะอาดด้วยน้ำ

เตรียมเนื้อกระดาษก่อนทำแผ่น

กรรมวิธีที่สำคัญในขั้นนี้คือการดีเยื่อและการเติมสารเสริมคุณภาพของเนื้อกระดาษ

การดีเยื่อกระดาษ จะช่วยให้เส้นใยแตกตัว เกิดเมือก (gelatin) และจับตัวกันแน่นดีขึ้นเวลาเป็นแผ่น ระยะเวลาในการดีเยื่อมีผลต่อคุณภาพของกระดาษด้วย การดีเยื่อในช่วงเวลาสั้น เนื้อกระดาษที่ผลิตออกมาจะนุ่มหนา และทึบแสง ในลักษณะของกระดาษขับ แต่ถ้าดีเป็นเวลานาน เนื้อกระดาษจะแข็ง บาง ราบเรียบ และลดความทึบแสงลง

เพื่อให้เนื้อกระดาษมีคุณภาพดีขึ้นต้องเติมสารเสริมคุณภาพลงไปด้วย ได้แก่ *sizing*, *fillers* และพวกสารสี

sizing หรือ *size* เช่น ชันสน เพื่อทำให้เยื่อกระดาษด้านการดูดซึมน้ำ สำหรับทำกระดาษเขียนและกระดาษพิมพ์ออฟเซต หรือสารพวกแป้ง (starch) ซึ่งจะเติมในภายหลังขณะทำแผ่น เพื่อให้ผิวกระดาษเรียบขึ้น เหมาะแก่การพิมพ์มากยิ่งขึ้น

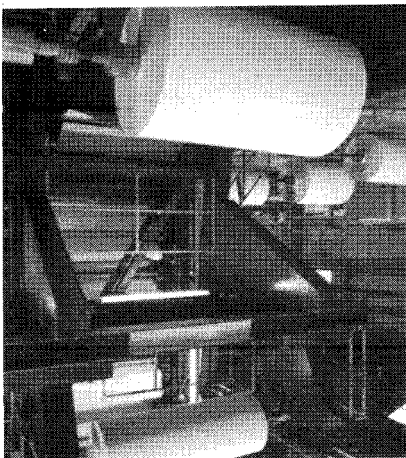
fillers หรือ *loading agent* ได้แก่ ดินขาว เพื่อให้ผิวกระดาษดีขึ้น มีความทึบแสง และรับหมึกได้ดี หรือเติม titanium dioxide เพื่อทำให้กระดาษมีความทึบแสงและความขาวสว่าง เป็นต้น สารพวกฟิลเลอร์นี้จะแทรกตัวระหว่างช่องว่างของเส้นใย

สารสี (*color matter*) ได้แก่ พวกสีที่ละลายน้ำได้ และสีที่ไม่ละลายน้ำ การเพิ่มสีของเนื้อกระดาษจะเติมสารส้มลงไปด้วยเพื่อให้สารพวก *size* และสีจับตัวบนเส้นใย

เส้นใยผสมกับสารพวก *size*, *fillers* และสารส้มรวมกันเป็น “เนื้อกระดาษ” หรือ “stock”¹² หรือ “furnish”¹³

ทำแผ่นด้วยเครื่องจักร

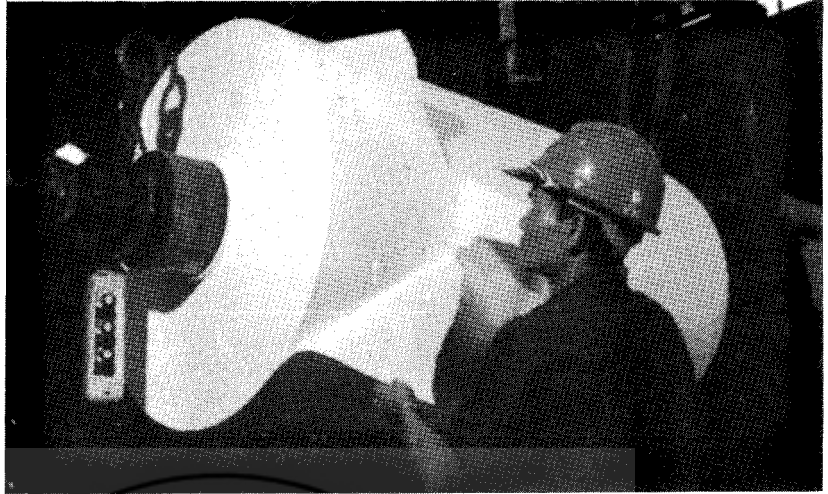
ในขั้นนี้ เนื้อกระดาษที่เตรียมไว้แล้วจะผสมกับน้ำโดยใช้น้ำประมาณร้อยละ 99 ส่งผ่านเข้าเครื่องจ่ายเยื่อกระดาษ (headbox) ซึ่งจะทำหน้าที่ปล่อยเยื่อกระดาษให้กระจายลงบนแผ่นสายพานตะแกรงลวดเนื้อละเอียด



(ประมาณเส้นลวด 12-40 เส้นต่อ ตารางเซนติเมตร) กว้างประมาณ 6-25 ฟุต ตามขนาดของกระดาษที่จะผลิต ช่วงต้นของตะแกรงลวดนี้จะไหวตัวไปมาทางด้านข้าง เพื่อให้เส้นใยสานตัวกัน เพราะตามปกติเส้นใยจะเรียงตัวกันไปตามทางเลื่อนไหลของตะแกรงลวด แผ่นกระดาษชุ่มน้ำนี้จะเคลื่อนไปตามสายพานตะแกรงลวดเป็นทางยาวประมาณ 50 ฟุต ระหว่างที่เคลื่อนตัวไปข้างหน้านั้นน้ำจะหยดลงข้างล่าง ลอดรูตะแกรงลงไป จนใกล้จะถึงปลายอีกข้างหนึ่งของตะแกรง น้ำจะถูกดูดออกด้วยกล่องสูญญากาศ และก่อนจะสิ้นสุดปลายตะแกรง แผ่นกระดาษที่ยังชุ่มน้ำอยู่นี้จะผ่านโม ซึ่งภายในกลวงและหุ้มไว้ด้วยตะแกรงลวด เรียกว่า dandy roll ซึ่งจะทำหน้าที่กดกระดาษให้เส้นใยจับตัวกันดีขึ้น และช่วยรีดน้ำออกอีกส่วนหนึ่งด้วย สิ้นสุดปลายตะแกรงในช่วงนี้แล้ว จะมีน้ำอยู่ในแผ่นกระดาษประมาณร้อยละ 85 ขั้นตอนในช่วงแรกของเครื่องทำกระดาษนี้ เรียกว่า wire part หรือ paper-forming section

ลูกโมแดนตินี่ถ้าออกแบบลวดลายหรือเครื่องหมายทำด้วยเส้นลวดติดไว้ด้วย ลวดลายนั้นก็จะถูกกดลงบนแผ่นกระดาษที่ยังชุ่มน้ำอยู่ ทำให้เกิดเป็นรอยตามลวดลายที่ออกแบบไว้ มีปรากฏในกระดาษที่ผลิตเป็นพิเศษ ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ เมื่อเรานำแผ่นกระดาษนั้นมาส่องดูที่เรียกว่าลายน้ำ

ความหนาของแผ่นกระดาษเกิดจากปริมาณของเนื้อกระดาษที่ปล่อยลงบนสายพานตะแกรงลวดและความเร็วในการ



เคลื่อนไปข้างหน้าของสายพานตะแกรงลวด ถ้าเนื้อกระดาษมากและสายพานนี้เคลื่อนช้าลงกระดาษก็จะหนามากขึ้น

เมื่อกระดาษชุ่มน้ำนี้เคลื่อนไปสู่สุดท้ายพาน ในแนวนอนแล้ว ก็จะถูกส่งไปตามสายพานสักหลาด (felt) ผ่านชุดของไมรีดน้ำในช่วงที่สองของเครื่องทำกระดาษ หรือ press section น้ำจะถูกรีดออกเหลืออยู่ในแผ่นกระดาษประมาณร้อยละ 65 จากนั้นกระดาษที่ยังหมาดน้ำอยู่นี้จะถูกส่งผ่านชุดของโมอบแห้งในช่วงที่สามของเครื่องทำกระดาษ หรือ drying section โมอบแห้งเป็นโมโลหะผิวขัดเรียบ ข้างในกลวง เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4-6 ฟุต เครื่องทำ

กระดาษขนาดใหญ่อาจมี โมอบแห้งถึง 30 ลูก ความร้อนของผิวโมเกิดจากไอน้ำร้อนที่อัดผ่านเข้าไปในโม

กระดาษที่อบแห้งแล้ว จะส่งผ่านเข้าชุดของโมขัดผิว เพื่อให้ผิวกระดาษเรียบ (calender) กระดาษที่ขัดผิวมันเรียบธรรมดาในขั้นตอนนี้เรียกว่า machine finish paper กระดาษที่สำเร็จออกมาจากปลายเครื่องนี้จะทำออกมาเป็นม้วนใหญ่ มีความชื้นเหลืออยู่ประมาณร้อยละ 3-6

ตั้งแต่เริ่มปล่อยเยื่อกระดาษเพื่อทำแผ่น จนกระดาษถูกส่งเข้าม้วนนี้ ในเครื่องทำกระดาษขนาดใหญ่ อาจเป็นระยะทางยาวถึง 120 เมตร โดยใช้เวลาเพียงสองสามนาทีเท่านั้น

กระบวนการหลังทำแผ่นแล้ว

กระดาษที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตมาโดยลำดับดังกล่าวข้างต้นนั้น ถ้าไม่ประสงค์จะตกแต่งผิวกระดาษเป็นพิเศษ ก็สามารถนำไปใช้งานได้แล้ว ความมันเรียบของผิวกระดาษที่สำเร็จออกจากเครื่องทำกระดาษ อาจจำแนกระดับคุณภาพของผิวกระดาษ จากหายาไปสู่ความเป็นมันเรียบมากขึ้นตามลำดับ ชื่อที่เรียกลักษณะของผิวกระดาษคือ atique, eggshell, vellum, machine finish (MF), และ English finish (EF) ถ้าต้องการความเป็นมันวาวมากกว่านี้ที่เรียกว่า super หรือ supercalender (SC) โดยทั่วไปก็จะแยกทำต่างหากจากเครื่องทำกระดาษ แต่ในปัจจุบันเครื่องทำกระดาษสมัยใหม่สามารถติดตั้งเครื่องขัดผิวเป็นพิเศษนี้เข้ากับเครื่องทำกระดาษด้วยได้

การทำ supercalender จะทำได้ โดยผ่านกระดาษที่ผลิตออกมา เข้าไปในชุดของโมจัดผิว ซึ่งชุดหนึ่งจะมีประมาณ 8-12 โม ชุดโมนี้จะเรียงลำดับกันในแนวตั้ง สลับกันระหว่างโมเหล็กกับโมไฟเบอร์ โมเหล็กจะถูกทำให้ร้อนโดยการผ่านไอน้ำเข้าไปในโม กระดาษที่ผ่านชุดของโมออกมาแล้วจะมีผิวเรียบลื่นและมันวาวเป็นพิเศษ

การเคลือบผิว (coating) เป็นกรรมวิธีอีกอย่างหนึ่งที่ใช้ในการเสริมคุณภาพของผิวกระดาษให้มันเรียบเป็นพิเศษ วัตถุดิบที่ใช้ในการเคลือบผิว เช่น ดินขาวชนิดพิเศษ (china clay), calcium carbonate, barium sulphate เป็นต้น การเคลือบผิวนี้ ถ้าเคลือบในเครื่องทำกระดาษก็เรียกว่า on-machine coating และถ้าเคลือบผิวบนเครื่อง ก็เรียกว่า off-machine coating ซึ่งมีคุณภาพดีกว่าเคลือบในเครื่อง แต่ค่าใช้จ่ายก็สูงขึ้น การเคลือบผิวอาจทำทั้งสองด้านของแผ่นกระดาษหรือเพียงด้านเดียว หลังจากเคลือบผิวแล้ว ถ้ามีการจัดผิวต่อไป ผิวกระดาษก็จะมันวาวเป็นพิเศษ แต่ถ้าไม่จัดผิวกระดาษก็จะเรียบด้าน

กระดาษที่ผลิตออกมาจากเครื่องทำกระดาษจะเป็นกระดาษม้วนใหญ่ มีความกว้าง 1.5 - 8.5 เมตร แล้วแต่ขนาดของเครื่อง จำเป็นต้องแบ่งออกเป็นม้วนเล็ก ๆ ให้เหมาะกับขนาดของเครื่องพิมพ์ วิธีแบ่งม้วนกระดาษจากม้วนใหญ่เป็นม้วนเล็กทำได้โดยคลายกระดาษจากม้วนใหญ่ผ่านเครื่องตัด (slitter) แล้วม้วนเป็นม้วนเล็กตามขนาดที่ต้องการ ถ้าต้องการทำเป็นแผ่นก็นำกระดาษม้วนเล็กมาตัดเป็นแผ่นต่อไป

ชนิดของกระดาษ

กระดาษที่ผลิตออกมาจะมีคุณสมบัติและคุณภาพแตกต่างกันออกไปตามชนิดของเยื่อ ตามชนิดและปริมาณของสารเสริมคุณภาพ ตามลักษณะของการตีเยื่อกระดาษ ตามชนิดของเครื่องทำกระดาษ และตามกรรมวิธีหลังจากเสร็จเป็นแผ่นแล้ว นอกจากนั้นกระดาษแต่ละชนิดยังแตกต่างกันตามคุณลักษณะของกระดาษ เช่น ความหนา ความเรียบของผิว การดูดซึมน้ำ ความทึบแสง เหล่านี้เป็นต้น กระดาษที่ผลิตออกมาจึงมีมากมายหลายชนิด จำแนกตามลักษณะของการนำไปใช้ได้ 5 ประเภท¹⁴ คือ

1. กระดาษพิมพ์
2. กระดาษเขียน
3. กระดาษห่อของ
4. กระดาษแข็ง
5. กระดาษชนิดพิเศษอื่น ๆ

แต่ละประเภทดังกล่าวนี้ ยังแตกต่างกันออกไปอีกตามคุณภาพและราคา

กระดาษพิมพ์

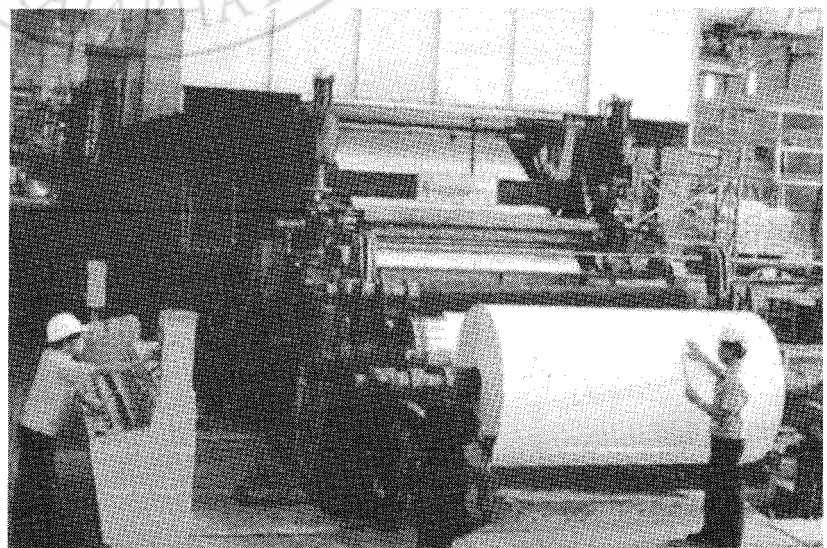
กระดาษที่ใช้ในการพิมพ์ ต้องเป็นกระดาษที่มีคุณสมบัติรับหมึกได้ดี มีความเหนียวและความทึบแสง มีสีตามต้องการ มีคุณสมบัติอื่น ๆ อีก กระดาษพิมพ์ที่ใช้มากในประเทศไทย คือ กระดาษปรู๊ฟ กระดาษปอนด์ กระดาษอาร์ต และกระดาษปก

กระดาษเขียน

กระดาษเขียนก็เช่นเดียวกับกระดาษพิมพ์ คือ ต้องมีความเหนียว มีสีตามต้องการ มีผิวมันเรียบ และต้องผ่านการดูดซึมของหมึกได้ดี ที่มีคุณภาพดีเยี่ยมคือกระดาษที่ผลิตจากเยื่อกระดาษ เศษผ้า แต่โดยมากที่ใช้กันทั่วไปมักเป็นกระดาษที่ผลิตจากเยื่อกระดาษเคมี ซึ่งมีคุณภาพรองลงมา

กระดาษพิมพ์และ

กระดาษเขียนนี้ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม¹⁵ กำหนดไว้เป็น 4 ประเภท คือ



1. กระดาษปอนด์ (fine paper) หมายถึงกระดาษที่ทำจากเยื่อเคมีฟอกขาว หรือทำจากเยื่ออื่นใดที่มีคุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษเท่าเทียมกัน แบ่งออกเป็น 7 ชนิด คือ

1.1 กระดาษปอนด์สำหรับพิมพ์ (printing paper) หมายถึง กระดาษปอนด์ที่ทำขึ้นเพื่อใช้พิมพ์ด้วยระบบเลตเตอร์เพรส

1.2 กระดาษปอนด์สำหรับพิมพ์ออฟเซต (offset printing paper) หมายถึง กระดาษปอนด์ที่ทำขึ้นเพื่อให้เหมาะกับการพิมพ์ ระบบออฟเซต

1.3 กระดาษปอนด์สำหรับเขียน (writing paper) หมายถึง กระดาษปอนด์ที่ทำขึ้นเพื่อใช้เขียนด้วยน้ำหมึกแล้วไม่ซึม

1.4 กระดาษปอนด์สำหรับพิมพ์และเขียน (printing and writing paper) หมายถึงกระดาษปอนด์ที่มีคุณสมบัติตามข้อ 1.1 และข้อ 1.3

1.5 กระดาษปอนด์สำหรับอัดสำเนา (duplicating paper) หมายถึงกระดาษปอนด์ที่ทำขึ้นเพื่อใช้อัดสำเนา

1.6 กระดาษแอร์เมลล์ (manifold or air mail paper) หมายถึง กระดาษปอนด์บางซึ่งเหมาะสำหรับพิมพ์ดีดและเขียน

1.7 กระดาษโปสเตอร์หรือกระดาษเอ็มจี (M.G. paper) หมายถึงกระดาษปอนด์ที่ทำขึ้นเพื่อการพิมพ์ มีความมันเพียงหน้าเดียว

2 กระดาษอาร์ต (art paper) หมายถึงกระดาษซึ่งเคลือบด้วยสารสีขาว (white

pigment) หน้าเดียวหรือสองหน้า เพื่อให้ผิวกระดาษมันเรียบ

3 กระดาษวาดเขียน (drawing paper) หมายถึงกระดาษเนื้อหนา ผิวหยาบ ทนต่อการขูดลบ เหมาะสำหรับเขียนด้วยดินสอ น้ำหมึก หรือระบายด้วยสีน้ำ

4. กระดาษปก (cover paper) หมายถึง กระดาษหนาที่ทรงรูปได้ดี ใช้ทำปกสมุด หรือปกหนังสือ และมีความทนต่อการพับขาด

ในที่นี้ผู้เขียนใคร่อธิบายเพิ่มเติม เพื่อให้เห็นความแตกต่างของกระดาษปฐูฟ (newsprint) ซึ่งเป็นกระดาษที่ใช้แพร่หลายมากในงานพิมพ์หนังสือ นิตยสารและหนังสือพิมพ์ในประเทศไทย และกระดาษปอนด์ (fine paper หรือ wood free paper หรือ free sheet paper) ซึ่งมีคุณภาพดีกว่ากระดาษปฐูฟ แต่ราคาค่อนข้างแพง จึงใช้ในงานพิมพ์แพร่หลายน้อยกว่ากระดาษปฐูฟ

กระดาษปฐูฟ เป็นกระดาษพิมพ์ที่มีคุณภาพต่ำ ทำจากเยื่อกระดาษไม้บดซึ่งมีใยสั้น และมีส่วนผสมของเยื่อกระดาษเคมีซึ่งมีใยยาวเพียงเล็กน้อย ทำให้กระดาษไม่เหนียว และเก็บไว้ไม่ได้ นานเปลี่ยนเป็นสีเหลืองคล้ำได้ง่าย เพราะมีสารพวกลิกนินปนในเนื้อกระดาษด้วย มีคุณสมบัติพิเศษ คือดูดซึมน้ำมันได้ดีทำให้หมึกแห้งได้เร็ว เพราะกระดาษประเภทนี้มักใช้ในการพิมพ์หนังสือพิมพ์ที่มีความเร็วสูง กระดาษปฐูฟที่มีคุณภาพดีกว่ากระดาษปฐูฟธรรมดา เรียกว่า

กระดาษปฐูฟมัน (glazed newsprint) เป็นกระดาษปฐูฟที่ผ่านกรรมวิธีขัดผิวให้มันเรียบ สามารถนำมาใช้ในงานพิมพ์ที่มีคุณภาพดีขึ้น กระดาษปฐูฟธรรมดาเหมาะสำหรับใช้กับงานพิมพ์ประเภทลายเส้นอย่างเดียว ถ้ามีภาพซึ่งเป็นสกรีนก็ควรใช้กระดาษปฐูฟมัน หรือกระดาษปอนด์

กระดาษปอนด์ เป็นกระดาษที่ผลิตจากเยื่อกระดาษเคมีฟอกขาว ทั้งประเภทใยสั้นและประเภทใยยาว หรือผสมกัน ถ้าผลิตจากเยื่อกระดาษที่ไม่ได้ทำจากเนื้อไม้ เช่น ฟางข้าว หญ้าขจรจบ ก็เรียกว่า wood free paper หรือถ้าผลิตจากเยื่อกระดาษเคมีอย่างเดียว ไม่มีเยื่อไม้บดเป็นส่วนผสมก็เรียกว่า free sheet paper กระดาษปอนด์ที่ผลิตในประเทศไทยมักเรียกกันโดยทั่วไปว่า กระดาษฟอกขาว ซึ่งโดยมากมักมีผิวหยาบ ถ้าผ่านกรรมวิธีขัดผิวก็จะมีผิวกระดาษเรียบเป็นมันมากขึ้น

กระดาษห่อของ กระดาษห่อของเป็นพวกกระดาษเหนียว (kraft paper) ผลิตจากเยื่อกระดาษประเภทเส้นใยยาว ที่มีคุณภาพดีจะผลิตจากเยื่อกระดาษซัลเฟตที่มีคุณภาพรองลงไปจะผลิตจากเยื่อกระดาษซัลไฟด์หรือเยื่อกระดาษซัลไฟด์ผสมกับเยื่อกระดาษซัลเฟต และเนื่องจากกระดาษประเภทนี้ต้องการความเหนียวทนทานเป็นพิเศษจึงมักไม่ฟอกสี เพราะกรรมวิธีการฟอกสีจะมีส่วนทำให้เส้นใยลดความเหนียวลงได้ กระดาษประเภทนี้จึงมักผลิต

ออกมาเป็นกระดาษสีน้ำตาลเป็น ส่วนมาก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม¹⁶ จำแนกกระดาษ เหนียวเป็น 5 ชนิด คือ

1. กระดาษเหนียวสำหรับ ทำถุงหลายชั้น (multiwall bag paper)

2. กระดาษเหนียวเวด สเตรงท์ (wet strength paper)

3. กระดาษเหนียวสำหรับ ห่อและทำถุงชั้นเดียว (wrapping paper of single wall bag paper)

4. กระดาษเหนียวสำหรับ ทำผิวกล่อง (kraft linerboard)

5. กระดาษเหนียวริบด์ คราฟท์ (ribbed kraft paper)

กระดาษแข็ง

กระดาษแข็งโดยมากผลิต จากเยื่อกระดาษเส้นใยสั้น เช่น ฟาง ข้าว ชานอ้อย เศษกระดาษที่ใช้แล้ว เป็นต้น หรือทำจากกระดาษบาง หลาย ๆ แผ่นผนึกซ้อนเข้าด้วยกัน เพื่อเพิ่มความหนาตามมาตรฐานที่ ใช้ในอังกฤษ ถือว่ากระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานเกินกว่า 220 g/m² จึงจะพิจารณาเป็นกระดาษแข็งที่ เรียกว่า board สำหรับของไทยเรานั้น มาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม¹⁷ กำหนดมาตรฐาน ของกระดาษแข็งเพื่อการพิมพ์ และ กระดาษทำลูกฟูก ไว้ดังนี้

กระดาษแข็งเพื่อการพิมพ์ (printing paperboard) หมายถึงกระดาษกล่องและ กระดาษการ์ดที่ใช้ทำขึ้นเพื่อใช้ พิมพ์ด้านเดียวหรือสองด้าน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. กระดาษกล่อง (boxboard) หมายถึง กระดาษ หนาชั้นเดียวหรือหลายชั้น ซึ่งด้าน หนึ่งของกระดาษ เหมาะสำหรับการ พิมพ์และสามารถทรงตัวอยู่ได้ ในแนวตั้ง แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 กระดาษกล่อง เคลือบ (one side coated board) หมายถึง กระดาษกล่องซึ่งผิวหน้า ด้านที่ใช้พิมพ์เคลือบด้วยสารสีขาว เพื่อให้เหมาะกับงานพิมพ์เป็นพิเศษ

1.2 กระดาษกล่อง ไม่เคลือบ (uncoated board) หมายถึง กระดาษกล่องซึ่งผิวหน้า ด้านที่ใช้พิมพ์ไม่ได้เคลือบสารสีขาว หรือวัตถุใดเป็นพิเศษ

2. กระดาษการ์ด (card board) หมายถึง กระดาษหนาชั้น เดียวหรือหลายชั้นซึ่งใช้พิมพ์ได้ทั้ง สองหน้า และสามารถทรงตัวอยู่ได้ ดีเป็นพิเศษในแนวตั้ง แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 กระดาษการ์ด มนิลา (manila board) หมายถึง

กระดาษการ์ดหลายชั้น ซึ่งด้าน นอกทั้งสองด้านมีคุณสมบัติเหมือน กันและใช้พิมพ์ได้ ส่วนชั้นในมี คุณสมบัติต่างกันออกไป

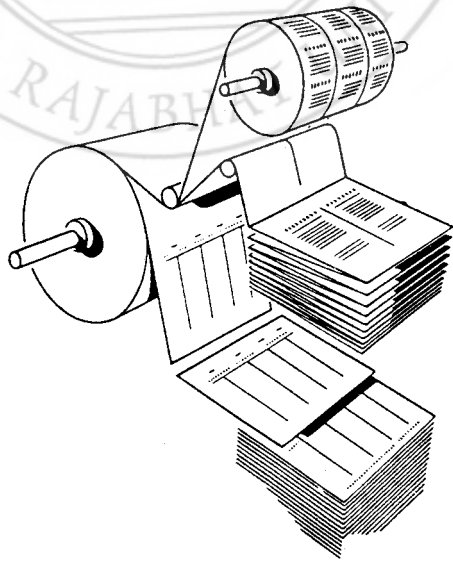
2.2 กระดาษการ์ด ไวออรี่ (ivory board) หมายถึง กระดาษการ์ดชั้นเดียวหรือหลาย ชั้นซึ่งมีคุณสมบัติทุก ๆ ชั้นเหมือนกัน

กระดาษทำลูกฟูก

เป็นวัตถุดิบที่สำคัญอย่าง หนึ่งในการทำกล่อง มาตรฐานผลิต ภัณฑ์อุตสาหกรรม¹⁸ ได้ให้ความ หมายของคำบางคำที่ควรทราบดังนี้ กระดาษทำลูกฟูก หมายถึง กระดาษที่นำมาใช้ทำเป็นลอน เพื่อประกอบเป็นแกนกลางของ แผ่นลูกฟูก

กระดาษลูกฟูก (corrugated medium) หมายถึง กระดาษทำลูกฟูกที่ได้นำมาขึ้นลอน แล้ว

แผ่นลูกฟูก (corrugated board) หมายถึงกระดาษที่มีโครง สร้างประกอบด้วย กระดาษสำหรับทำผิว กล่องอย่างน้อย 2 แผ่น กับกระดาษลูกฟูก อย่างน้อย 1 แผ่น สำหรับนำไปใช้ในการ ทำกล่อง



กระดาษชนิดพิเศษอื่น ๆ

กระดาษประเภทนี้ได้แก่กระดาษที่ผลิตขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ อีกมากมาย เช่น กระดาษเช็ดหน้า (facial tissue) กระดาษเช็ดปาก (table napkins) กระดาษเช็ดมือ (paper towels) กระดาษชำระ (toilet tissue) และกระดาษเซลลูโลสวัตติง (cellulose wadding) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งของผ้าอนามัย กระดาษชนิดพิเศษเหล่านี้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดและประกาศใช้บ้างแล้ว (ดู มอก. 214-2520, มอก. 215-2520, มอก. 239-2520, มอก. 240-2520, มอก. 278-2521)

ลักษณะเฉพาะของกระดาษ

กระดาษพิมพ์มีลักษณะเฉพาะ (paper characteristics) บางประการที่ผู้ทำสิ่งพิมพ์ควรทราบเพื่อจะเลือกใช้กระดาษได้เหมาะสมกับงานพิมพ์ยิ่งขึ้น (ถ้าเลือกได้)

1. เกรน

เกรน (grain) เป็นแนวของเส้นใยที่ก่อตัวขึ้นในเนื้อกระดาษขณะเคลื่อนไปบนสายพานตะแกรงของเครื่องทำกระดาษ มีทิศทางไปตามทางยาวของแผ่นตะแกรงหรือทางยาวของเครื่อง ในลักษณะเดียวกับที่ท่อนซุงไหลไปตามกระแสน้ำ

แนวตามเกรน หรือตามทางยาวของเครื่องนี้ มีศัพท์เฉพาะเรียกว่า “ด้านขนานเครื่อง” (machine direction หรือ MD) หมายถึง “แนวของกระดาษที่มีทิศทางไปตามความยาวของเครื่องทำกระดาษ”¹⁹

แนวขวางเกรน มีศัพท์เฉพาะเรียกว่า “ด้านขวางเครื่อง” (cross machine direction หรือ CM) หมายถึง “แนวของกระดาษที่มีทิศทางตั้งฉากกับด้าน

ขนานเครื่อง”

ในที่นี้จะเรียกง่าย ๆ ว่า “แนวตามเกรน” และ “แนวขวางเกรน”

เกรนของกระดาษมีผลต่อการพิมพ์และการทำเล็ม คือ

1. กระดาษจะพับในแนวตามเกรน ได้ง่ายกว่าในแนวขวางเกรน การพับแนวขวางเกรนอาจทำให้เกิดการหักขาดได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของกระดาษแข็ง เช่น ปกหนังสือ

2. ถ้าออกแบบหนังสือให้แนวตามเกรนของกระดาษ คู่ขนานกับสันหนังสือ ก็จะเปิดแผ่นหน้าหนังสือ นั้นได้ง่าย

3. กระดาษจะฉีกขาดในแนวตามเกรนง่ายกว่าแนวขวางเกรน

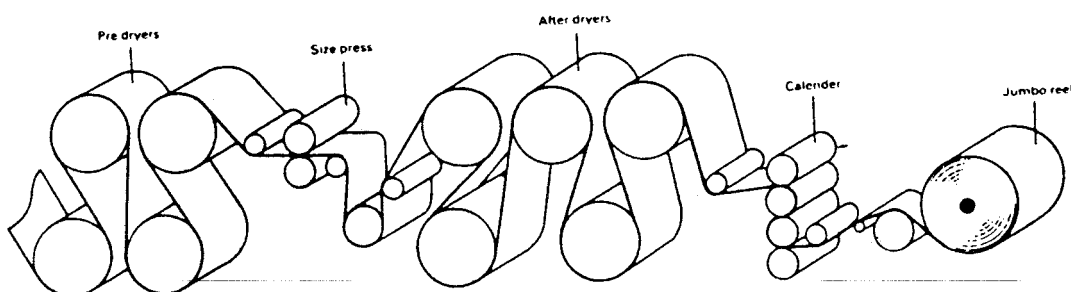
4. กระดาษจะขยายและหดตัวในแนวขวางเกรนได้มากกว่าในแนวตามเกรน

กระดาษม้วนจะมีแนวของเกรนไปตามทางยาวของกระดาษ และแนวของเกรนในกระดาษแผ่นนั้น โรงงานทำกระดาษจะบอกแนวของเกรนไว้ที่ห่อกระดาษ โดยขีดเส้นใต้ไว้ที่ตัวเลขแสดงขนาดของกระดาษ เฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง เพื่อให้ทราบว่าแนวของเกรนไปทางด้านนั้น เช่น

25 x 38 หมายความว่า แนวของเกรนไปทางด้านยาว (grain-long)

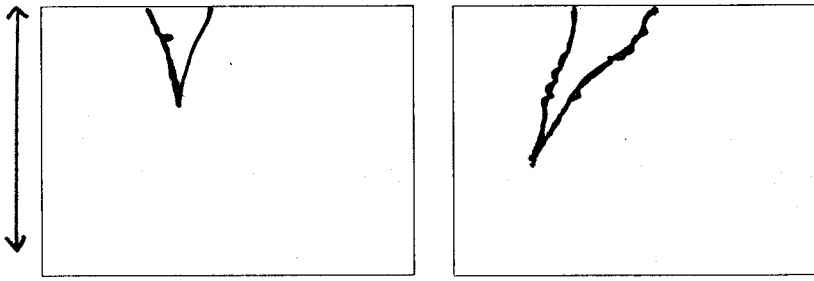
25 x 38 หมายความว่า แนวของเกรนไปทางด้านสั้น (grain-short)

ถ้าเราไม่ทราบว่า กระดาษนั้นมีแนวของเกรนไปทางใด ก็มีวิธีทดสอบหลายวิธีที่น่าสนใจและทดลองได้โดยง่าย คือ



1 โดยวิธีฉีกและพับ (tear and fold test)

รอยฉีกตามเกรนจะตรงกว่ารอยฉีก ขวางเกรน

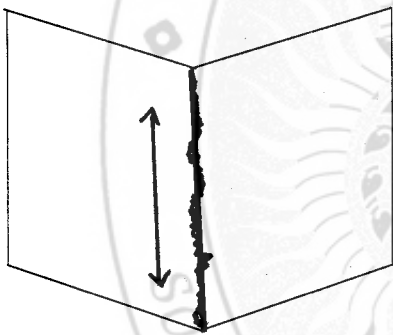


ฉีกตามเกรน

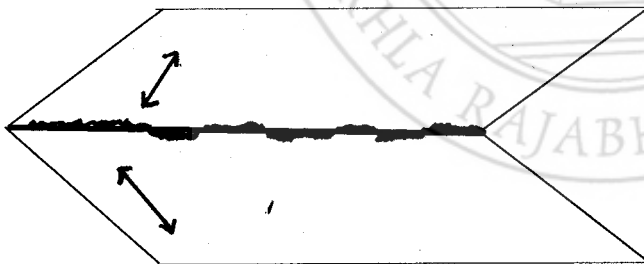
ฉีกขวางเกรน

(ลูกศรแสดงแนวของเกรน)

การพับตามเกรนจะง่าย และรอยพับจะเรียบการพับขวางเกรนจะยาก และมีรอยแตกหักของเส้นใย



พับตามเกรน



พับขวางเกรน

2 โดยแถบกระดาษ (strip test) ตัด

กระดาษที่จะหาแนวของเกรนเป็นแถบกระดาษขนาดกว้างประมาณ 1/2 นิ้ว และยาวประมาณ 6-8 นิ้ว จำนวน 2 ชิ้นทางกว้างชิ้นหนึ่ง และทางยาวอีกชิ้นหนึ่งวางคู่กัน จับปลายข้างหนึ่งยกขึ้นพร้อมกัน ดูการโค้งตัวของแถบกระดาษทั้งสองชิ้น กระดาษในแนวขวางเกรนจะโค้งตัวมากกว่า

2 น้ำหนักมาตรฐาน

น้ำหนักมาตรฐาน (basis weight) หมายถึง

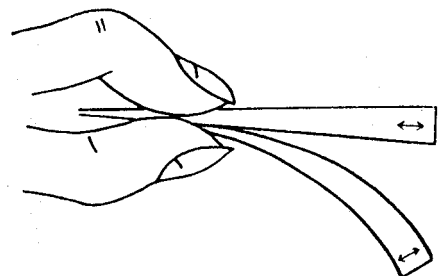
ถึง น้ำหนักของกระดาษต่อพื้นที่ของกระดาษตามขนาดมาตรฐานที่กำหนด อาจเป็นต่อแผ่นหรือต่อรีม (1รีมเท่ากับ 500 แผ่น) น้ำหนักมาตรฐานกำหนดแตกต่างกันบ้างในบางประเทศ ในอนาคตทุกประเทศอาจใช้มาตรฐานเดียวกัน ตามมาตรฐานของ ISO ทั้งขนาดและน้ำหนักของกระดาษ

ประเทศไทยใช้น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษตามที่ ISO กำหนด หรือที่เรียกว่า grammage คือ “น้ำหนักของกระดาษเป็นกรัมต่อพื้นที่กระดาษ 1 ตารางเมตร” เช่น

“กระดาษฟอกขาว ชนิด 60 กรัม” (ที่ถูกควรใช้ว่า “60 กรัม / ตารางเมตร”) ก็หมายถึงกระดาษฟอกขาวนั้น ขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร จะมีน้ำหนักกระดาษเท่ากับ 60 กรัม

กระดาษพิมพ์ที่นิยมใช้ในประเทศไทยมี 2 ขนาด คือ ขนาด 31" x 43" และขนาด 24" x 35" ทั้งสองขนาดนี้แต่ละแผ่นมีพื้นที่ไม่เท่ากับ 1 ตารางเมตร ขนาด 31" x 43" มีพื้นที่เทียบได้เท่ากับ 0.86 ตารางเมตร และขนาด 24" x 35" มีพื้นที่เท่ากับ 0.54 ตารางเมตร แต่เราก็ใช้น้ำหนักมาตรฐานเรียกชนิดน้ำหนักของกระดาษทั้งสองขนาดนี้ได้ เช่น

“กระดาษฟอกขาว ขนาด 31" x 43" ชนิด 60 กรัม” นั่นคือ ถ้ากระดาษที่กล่าวถึงนี้มีพื้นที่ 1 ตารางเมตร ก็จะหนัก 60 กรัม แต่น้ำหนักจริงของกระดาษที่กล่าวถึงนี้ 1 แผ่น ซึ่งมี



ลูกศรแสดงแนวของเกรน

ในการออกแบบหนังสือนั้น เราจำเป็นต้องทราบความหนาของสันหนังสือ เพื่อจะได้เว้นระยะสันหนังสือในแผ่นปกได้ถูกต้อง และความหนาของ หนังสือก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับรูปลักษณ์ของหนังสือด้วย

พื้นที่ประมาณ 0.86 ตารางเมตร จะหนักเท่ากับ 60 ปอนด์
0.86 คือ 51.6 กรัม หรือประมาณ 52 กรัม เท่านั้น และ
ในทำนองเดียวกัน “กระดาษฟอกขาว ขนาด 24" x 35"
ชนิด 60 กรัม” จะมีน้ำหนักจริงเพียง 60 ปอนด์ 0.54 คือ
32.4 กรัม หรือ 33 กรัมโดยประมาณ

การซื้อขายกระดาษในประเทศไทยจะซื้อขาย
กันเป็นรีม และคติน้ำหนักเป็นกิโลกรัม

สำหรับน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษในสหรัฐ
อเมริกา มีข้อยุ่งยากมากกว่าของไทย เพราะมีกระดาษ
มากชนิด แต่ละชนิดก็กำหนดขนาดมาตรฐานต่างกันไป
เช่น

ขนาดมาตรฐานของ book paper คือ 25" x 38"
bond paper คือ 17" x 22"
cover paper คือ 20" x 26"

น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษในสหรัฐอเมริกา
หมายถึง “น้ำหนักเป็นปอนด์ของกระดาษขนาด
มาตรฐานแต่ละชนิด ในจำนวน 1 รีม หรือ 500 แผ่น”
(แต่ถ้ามีเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ M กำกับไว้ที่เลข
แสดงน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษด้วยก็หมายความว่า
บอกน้ำหนักไว้เป็น 2 เท่าของน้ำหนักมาตรฐาน หรือ
ต่อกระดาษจำนวน 1,000 แผ่น)

“60-lb. book paper” ก็หมายความว่า กระดาษ
book paper ขนาด 25" x 38" (ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐาน
ของกระดาษชนิดนี้) จำนวน 500 แผ่น หนัก 60 ปอนด์

“60-lb. cover paper” ก็หมายความว่า กระดาษ
cover paper ขนาด 20" x 26" (ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐาน
ของกระดาษชนิดนี้) จำนวน 500 แผ่น หนัก 60 ปอนด์

จากตัวอย่างดังกล่าวจะเห็นได้ว่า กระดาษ book
paper ชนิด 60 ปอนด์ ก็กับกระดาษ cover paper ชนิด 60
ปอนด์ เมื่อทำให้ขนาดแผ่นเท่ากัน ก็จะมีน้ำหนักไม่เท่า
กัน เช่น ถ้ากระดาษ cover paper ชนิด 60 ปอนด์ นี้มี
ขนาดใหญ่ขึ้น เป็นขนาด 25" x 38" (ซึ่งเป็นขนาด
มาตรฐานของกระดาษ book paper) แล้ว ก็จะมีน้ำหนัก
ประมาณ 110 ปอนด์ต่อจำนวนกระดาษ 500 แผ่น
(หาได้จากตารางหรือเปิดตารางเทียบน้ำหนักกระดาษ)

กระดาษ book paper ชนิด 60 ปอนด์ ของ
อเมริกานี้ ถ้าจะคิดเทียบน้ำหนักมาตรฐานเป็นกรัม/
ตารางเมตร ก็จะได้เท่ากับ 89 กรัม/ตารางเมตร เพราะ
ฉะนั้น จึงควรระวังในการใช้หน่วย “ปอนด์” หรือ
“กรัม” บอกชนิดน้ำหนักของกระดาษ โดยทั่วไปมัก
เข้าใจผิดว่า กระดาษชนิด 60 ปอนด์ กับกระดาษชนิด 60
กรัม/ตารางเมตรนั้น เป็นกระดาษชนิดเดียวกัน

3. ความหนาของกระดาษ

การบอกความหนาของกระดาษ (bulk) แต่
ละแผ่นที่เรียกว่า four-sheet caliper หมายถึง กระดาษ
จำนวน 4 แผ่น (ชนิดเดียวกัน) วางซ้อนกัน แล้ววัด
ด้วยเครื่องวัด micrometer แล้ว หนาเป็นกี่เท่าของ
1/1,000 นิ้ว ก็จะบอกหน่วยที่วัดได้เป็น mils หรือ
point (ต่างกับหน่วยที่ใช้วัดควมพิมพ์ อย่างนำมาปนกัน)
ตัวอย่างเช่นกระดาษชนิดหนึ่งวัดความหนาของ
กระดาษจำนวน 4 แผ่น หรือ 8 หน้าแล้วได้ 0.015 นิ้ว
หรือ 15/1,000 นิ้ว ที่เรียกหน่วยที่วัดได้ว่า 15 mils หรือ
15 points แต่โดยทั่วไปในการทำหนังสือเล่มนั้น จะ
พิจารณาความหนาของแผ่นกระดาษตามจำนวนหน้าต่อ
นิ้ว หรือ PPI (pages per inch) ในการออกแบบ
หนังสือนั้น เราจำเป็นต้องทราบความหนาของสัน
หนังสือเพื่อจะได้เว้นระยะสันหนังสือในแผ่นปกได้ถูกต้อง
และความหนาของหนังสือก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับรูป
ลักษณ์ของหนังสือด้วย

4. ด้านหน้าและด้านหลังของกระดาษ

กระดาษจะมีด้านหน้าและด้านหลังด้านหลัง
(wire side) คือด้านที่ติดกับตะแกรงในเครื่องทำกระดาษ
ด้านหน้า (felt side) ของแผ่นกระดาษจะเรียกว่า
ด้านหลังเหมาะแก่การพิมพ์ แต่ก็ก็เป็นด้านที่มักจะมีฝุ่น
ผงกระดาษติดอยู่ ทำให้เป็นปัญหาในการพิมพ์ระบบ
ออฟเซตมากกว่าด้านหลัง ผู้พิมพ์ก็ต้องพิจารณาให้
เหมาะสมกับงานพิมพ์ แต่ในการพิมพ์หนังสือเล่มนั้น
จำเป็นต้องใช้ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของกระดาษ ใน
ปัจจุบันนี้ปัญหาความแตกต่างของด้านหน้าและด้าน

หลังของกระดาษลดลงไปมาก เนื่องจากกรรมวิธีในการผลิตกระดาษมีคุณภาพดีขึ้น และเครื่องจักรสมัยใหม่ก็มักออกแบบใช้กระดาษทวดทั้งด้านหน้าและด้านหลัง เพื่อให้เยื่อกระดาษเรียงตัวเหมือนกันทั้งด้านหน้าและด้านหลังของแผ่น เหมาะสำหรับใช้เป็นกระดาษพิมพ์หนังสือพิมพ์ในระบบออฟเซต

5. ความทึบแสง

ความทึบแสง (opacity) เป็นคุณลักษณะที่จำเป็นอีกอย่างหนึ่งของกระดาษพิมพ์ที่ผู้ทำสิ่งพิมพ์จะต้องนำมาพิจารณาประกอบด้วย กระดาษพิมพ์ที่ดีควรมีความทึบแสงเพียงพอที่จะไม่ให้เกิดเงาภาพของอีกด้านหนึ่ง เพราะจะทำให้ความชัดของตัวหนังสือและภาพลดลง ทำให้เป็นปัญหาในการอ่าน

6. ความเหนียวของกระดาษ

ความเหนียวของกระดาษ (strength) สัมพันธ์กับปริมาณของเส้นใยยาวและการสานตัวของเส้นใยในเนื้อกระดาษ เนื้อกระดาษที่มีเส้นใยยาวจำนวนมากก็จะมีความเหนียวของกระดาษเพิ่มขึ้น กระดาษจะฉีกขาดง่ายในแนวตามเกรน แต่จะมีฉีกขาดยากในแนวขวางเกรน กระดาษม้วนที่ใช้ในการพิมพ์ระบบออฟเซตจะต้องมีความเหนียวทั้งความต้านทานแรงดึงและความต้านทานการฉีกขาดด้วย

นอกจากลักษณะบางประการของกระดาษที่กล่าวมาแล้วนี้ ผู้ทำสิ่งพิมพ์ควรจะได้พิจารณาถึงลักษณะอื่น ๆ ประกอบด้วย เช่น สีของกระดาษ ความเรียบของผิวกระดาษความต้านทานแรงดึงของผิวกระดาษ ความต้านทานการดูดซึมน้ำ เป็นต้น ลักษณะบางประการจะเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของการเดินเครื่องพิมพ์ (runnability) ซึ่งถ้าไม่เหมาะสมก็จะทำให้ต้องหยุดเครื่องพิมพ์บ่อย ๆ เพื่อแก้ปัญหาในขณะที่พิมพ์ และลักษณะบางประการจะเกี่ยวข้องกับคุณภาพของสิ่งพิมพ์ (print quality) เช่น ความชัดของภาพ คุณภาพของสี เป็นต้น ควรที่ผู้สนใจจะได้ศึกษาในรายละเอียดต่อไป

ขนาดของกระดาษ

กระดาษพิมพ์และกระดาษเขียนในแต่ละประเทศมีขนาดพื้นฐาน (basic size) แตกต่างกัน องค์กรระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International

Organization for Standardization หรือ ISO)^{๑๐} ได้กำหนดขนาดมาตรฐาน (standarsize) ของกระดาษ เพื่อให้ทุกประเทศใช้เป็นอย่างเดียวกัน ในปี ค.ศ. 1961 ได้กำหนดมาตรฐานขนาดตัดริมของกระดาษพิมพ์และกระดาษเขียน (ISO/R 216-1961 (E) DIN 476)^{๑๑} และในปี ค.ศ. 1974 ได้กำหนดมาตรฐานกระดาษก่อนตัดริม (ISO 748-1974, ISO 593-1974 และ ISO 470-1975)^{๑๒}

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้แสดงเหตุผลในการกำหนดมาตรฐานกระดาษว่า "การตัดกระดาษใช้งานทั่วไปในประเทศไทยขณะนี้ ผู้ใช้กระดาษต่างตัดต่างใช้กันอย่างคามใจชอบตามขนาดของกระดาษก่อนตัดริมหรือที่เรียกกันทั่วไปว่ากระดาษริมใหญ่ กระดาษริมใหญ่ที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดมีหลายขนาดด้วยกัน การไม่มีมาตรฐานขนาดกระดาษก่อนตัดริมทำให้การผลิต การใช้ การขนส่ง การเก็บรักษา และผลิตผลจากกระดาษตลอดจนอุปกรณ์ของใช้เชื่อมโยงกับผลิตผลของกระดาษ ไม่ประหยัดในด้านเศรษฐกิจ และสิ้นเปลืองโดยไม่สมควร ทั้งยังเป็นช่องทางให้เกิดความไม่ยุติธรรมในการซื้อขาย"^{๑๓}

มาตรฐานของกระดาษตามที่ ISO กำหนดนี้ในปัจจุบันสำนักงานมาตรฐานในประเทศต่าง ๆ และวงการอุตสาหกรรมกระดาษและการพิมพ์ได้ยอมรับและกำหนดเป็นมาตรฐานสำหรับใช้ในแต่ละประเทศมากขึ้น โดยลำดับ รวมทั้งในประเทศไทยด้วย แต่การใช้จริงจังในแต่ละประเทศไม่อาจทำได้ในทันที เพราะเป็นข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้องเนื่องกันหลายวงการ เช่น อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ การผลิตเครื่องจักร (เช่น เครื่องพิมพ์ เครื่องตัดกระดาษ เครื่องถ่ายเอกสาร) รวมทั้งโรงพิมพ์และผู้ออกแบบสิ่งพิมพ์ด้วย ดังนั้น แม้ในปัจจุบันมีแนวโน้มว่ามาตรฐานขนาดกระดาษของ ISO จะเป็นที่ยอมรับมากยิ่งขึ้น แต่ ขนาดกระดาษแบบดั้งเดิมที่ใช้กันโดยทั่วไปในแต่ละประเทศก็ยังคงมีความจำเป็นต้องใช้ต่อไปอีกนาน ขนาดกระดาษที่ใช้ในประเทศไทยและอีกหลายประเทศในขณะนี้จึงมี 2 แบบ คือ ขนาดกระดาษแบบดั้งเดิม (traditional paper size) ซึ่งเป็นขนาดพื้นฐาน (basic size) ที่นิยมใช้มาแต่แรกเริ่มของอุตสาหกรรมการพิมพ์ในประเทศ และขนาดกระดาษแบบสากล (international paper size) ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐาน (standard size) ตามที่ ISO กำหนดและสำนักงานมาตรฐานในประเทศรับมาประกาศใช้ภายในประเทศอีกต่อหนึ่ง

ขนาดพื้นฐานหรือขนาดกระดาษแบบดั้งเดิมที่ซื้อขายกันโดยทั่วไปในประเทศไทย²⁴

กระดาษริมใหญ่	ขนาด	
	มิลลิเมตร	นิ้ว
กระดาษพิมพ์เขียนโดยทั่วไป	787 x 1,092	31 x 43
กระดาษพิมพ์ทั่วไป	610 x 889	24 x 35
กระดาษห่อซอง	889 x 1,194	35 x 47
กระดาษพิมพ์บาง	559 x 864	22 x 34
กระดาษอัดสำเนา	686 x 864	27 x 34

กระดาษพิมพ์ขนาด 31 x 43 นิ้ว และขนาด 24 x 35 นิ้ว เป็นขนาดกระดาษที่นิยมใช้โดยทั่วไปในงานพิมพ์หนังสือและนิตยสารในประเทศ ในอดีตและปัจจุบันกระดาษพิมพ์ขนาด 31 x 43 นิ้ว นำมาใช้ในงานพิมพ์หนังสือมากที่สุด แต่ในระยะต่อไปกระดาษพิมพ์ขนาด 24 x 35 นิ้ว จะนำมาใช้ในงานพิมพ์หนังสือมากขึ้น เพราะเป็นขนาดที่พับและตัดริมได้ใกล้เคียงกับขนาดตัดริมชุด A โดยเฉพาะขนาดตัดริมของนิตยสารในประเทศมีแนวโน้มที่จะให้ขนาดแปดหน้ายกใหญ่ (ประมาณ 8.5 x 11.5 นิ้ว) ซึ่งใกล้เคียงกับขนาด A4 (8.27 x 11.69 นิ้ว) มากยิ่งขึ้น สิ่งพิมพ์ขนาดแปดหน้ายกใหญ่นั้นใช้กระดาษขนาด 24 x 35 นิ้วเป็นกระดาษพิมพ์

ขนาดพื้นฐานของกระดาษพิมพ์ในประเทศอังกฤษ²⁵

ชื่อขนาด	ขนาด	
	มิลลิเมตร	นิ้ว
Foolscap	343 x 432	31 1/2 x 17
Post	387 x 483	15 1/2 x 19
Crown	381 x 508	15 x 20
Large crown	406 x 533	16 x 21
Large post	419 x 533	16 1/2 x 21
Demy	445 x 572	17 1/2 x 22 1/2
Medium	457 x 584	18 x 23
Royal	508 x 635	20 x 25
Double crown	508 x 762	20 x 30
Imperial	559 x 762	22 x 30

หมายเหตุ การบอกขนาดกระดาษในประเทศอังกฤษ จะบอกด้านยาวก่อนด้านกว้าง เช่น 17 x 13 1/2 นิ้ว และในการบอกขนาดของหนังสือ จะบอกความลึกหรือความสูงในแนวตั้งของหนังสือก่อนความกว้าง เช่น 7 x 5 นิ้ว หมายถึงหนังสือที่ออกแบบในแนวตั้ง (broad หรือ upright) และ 5 x 7 1/2 นิ้ว หมายถึงหนังสือที่ออกแบบในแนวนอน (landscape หรือ oblong) แต่ในตารางข้างต้นนี้ ผู้เขียนบอกขนาดตามวิธีที่นิยมในประเทศไทย คือ กว้าง x ยาว

ขนาดพื้นฐานของกระดาษในประเทศสหรัฐอเมริกา²⁶

ชนิดของกระดาษ	ขนาด	
	มิลลิเมตร	นิ้ว
Bond, ledger, manifold railroad manila, writing	432 x 559	17 x 22
Blotting	483 x 610	19 x 24
Box cover, cover	508 x 660	20 x 26
Manuscript cover	457 x 787	18 x 31
Blanks, tough check	559 x 711	22 x 28
Mill bristol, postcard, tag, wedding bristol	572 x 724	22½ x 28½
Index bristol	648 x 775	25½ x 30½
Mill bristol	572 x 889	22½ x 35½
Box cover, glassine, hanging, newsprint, poster, tag, tissues, waxing tissues, wrapping, wrapping tissues	610 x 914	24 x 36
Bible, book, box cover, gummed, offset	834 x 985	25 x 38

กระดาษที่ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกามีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดยังแตกต่างกันทั้งสี ขนาด น้ำหนัก และคุณสมบัติอื่น ๆ กระดาษพิมพ์ที่ใช้แพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แก่ bond, coated, text, cover, book, offset, index, label, tag และ newsprint²⁷

กระดาษพิมพ์ในปัจจุบันมีทั้งชนิดแผ่น (sheet) และชนิดม้วน (reel) ขนาดของกระดาษม้วนจะบอกตามความกว้างของแผ่นกระดาษ กระดาษม้วนที่มีใช้แพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกา มีขนาดความกว้างของแผ่นดังนี้^{๒๖}

นิ้ว	เซนติเมตร	นิ้ว	เซนติเมตร
22 1/2	57.15	33	83.82
23 1/2	59.05	34	86.36
23 1/2	59.69	44	111.76
25 1/2	64.77	45	114.3
26	66.04	50	127

ISO ได้กำหนดมาตรฐานขนาดกระดาษก่อนตัดรีม สำหรับนำไปตัดรีมเป็นกระดาษพิมพ์ และกระดาษเขียนตามขนาดตัดรีมชุด A และชุด B ดังนี้^{๒๗}

ขนาดกระดาษก่อนตัดรีมชุด RA ชนิดม้วน

ขนาดกระดาษก่อนตัดรีมชุด SRA ชนิดม้วน

ความกว้างของม้วนกระดาษ

ความกว้างของม้วนกระดาษ

มิลลิเมตร	นิ้ว	มิลลิเมตร	นิ้ว
430	16.93	450	17.72
610	24.02	640	25.20
860	33.86	900	35.43
1,220	48.03	1,280	50.39

ขนาดของกระดาษก่อนตัดรีมชุด RA ชนิดแผ่น

ชื่อขนาด	ขนาด	
	มิลลิเมตร	นิ้ว
RA0	860 x 1,220	33.86 x 48.03
RA1	610 x 860	24.02 x 33.86
RA2	430 x 610	16.93 x 24.02

A5 สำหรับงานทำนองเดียวกับ A4 ในกรณีเห็นว่า A4 โดดเกินไปสำหรับงานนั้น ๆ
 A6 สำหรับไปรษณียบัตรหรืองานทำนองเดียวกับ A4 และ A5 ในกรณีที่เห็นว่า A4 และ A5 จะเป็นขนาดที่โดดเด่นไปสำหรับงานนั้น ๆ

หนังสือราชการของไทยในปัจจุบันกำหนดขนาดของแบบพิมพ์ 3 ขนาด คือ A4 A5 และ A8^{๓๑} เช่น

A4 สำหรับกระดาษตราครุฑ กระดาษบันทึกข้อความ (ใหญ่) ทะเบียนหนังสือรับ ทะเบียนหนังสือส่ง ฯลฯ

A5 สำหรับกระดาษบันทึกข้อความ (เล็ก) สมุดส่งหนังสือ บัตรตรวจค้น และ

A8 สำหรับใบรับหนังสือ

กระดาษขนาดชุด B

ชื่อขนาด	ขนาด	
	มิลลิเมตร	นิ้ว
BO	1,000 x 1,414	39.37 x 55.67
B1	707 x 1,000	27.83 x 39.37
B2	500 x 707	19.68 x 27.83
B3	353 x 500	13.90 x 19.68
B4	250 x 353	9.84 x 13.90
B5	176 x 250	6.93 x 9.84
B6	125 x 176	4.92 x 6.93
B7	88 x 125	3.46 x 4.92
B8	62 x 88	2.44 x 3.46
B9	44 x 62	1.73 x 2.44
B10	31 x 44	1.22 x 1.73

ขนาดตัดริมชุด B สำหรับสิ่งพิมพ์ขนาดใหญ่ เช่น ไปสเตอร์ แผ่นภูมิทัศน์ เป็นต้น

กระดาษขนาดชุด C

ชื่อขนาด	ขนาด	
	มิลลิเมตร	นิ้ว
CO	917 x 1,297	36.10 x 51.06
C1	648 x 917	25.51 x 36.10
C2	458 x 648	18.03 x 25.51
C3	324 x 458	12.76 x 18.03
C4	229 x 324	9.02 x 12.76
C5	162 x 229	6.38 x 9.02
C6	114 x 162	4.49 x 6.38
C7	81 x 114	3.19 x 4.49
C8	57 x 81	2.24 x 3.19

3. ชุดรอง เรียกว่า ชุด B กำหนดให้ขนาดเท่ากับมัชฌิมเรขาคณิต (geometrical mean) ของขนาดที่อยู่ลำดับติดกันในชุด A

4. กระดาษยาว (long sizes) ได้จากการตัดกระดาษขนาดปกติในชุดที่กล่าวข้างต้นออกเป็นส่วนต่าง ๆ เท่า ๆ กัน โดยตัดขนานไปกับริมกระดาษด้านกว้าง เพื่อใช้งานเฉพาะอย่าง เช่น การตัดกระดาษในชุด A4 ออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละส่วนก็จะเป็น A4 (ดูรูปที่ 4)

5. ขนาดชุด C เป็นขนาดกึ่งกลางระหว่างขนาดตัดริมของกระดาษพิมพ์และกระดาษเขียน ขนาดชุด A และชุด B ที่มีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น 1 : 1.414 (ดูรูปที่ 5)

ชื่อขนาด

มาตรฐานของ ISO กำหนดการเรียกชื่อขนาดของกระดาษขนาดปกติ (regular derived sizes) และกระดาษยาว (long sizes) ดังนี้³³

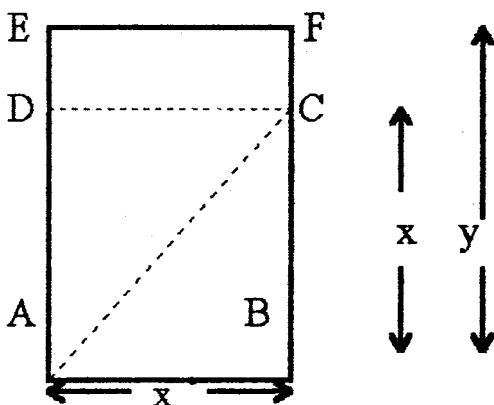
1. กระดาษขนาดปกติ ใช้อักษรเรียกชื่อชุดนำและ/หรือตามด้วยตัวเลข 0 ที่ตามหลังชื่อชุด แสดงว่าเป็นขนาดมูลฐานของชุดเลขอื่น ๆ ที่ตามหลังชื่อชุด แสดงจำนวนครั้งที่แบ่งครึ่ง จากขนาดมูลฐานเลขอื่น ๆ ที่นำหน้าชื่อขนาดมูลฐานของชุด แสดงขนาดเป็นจำนวนเท่าของขนาดมูลฐาน

2. กระดาษยาว แสดงด้วยเศษส่วนที่แบ่งกระดาษขนาดปกติตามด้วยชื่อขนาดที่แบ่งในชุดนั้น ๆ

สี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนกว้างต่อยาวเท่ากับ 1 : 1.414 นี้เรียกว่า golden square หรือ hypotenuse oblong สถาปนิกและนักออกแบบได้ใช้สี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบนี้ตลอดมาเป็นเวลานานและมีความเห็นกันโดยทั่วไปว่าเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบหนึ่งที่มีลักษณะสมดุลยิ่ง (a perfectly balanced rectangle)³⁴

สี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบนี้มีลักษณะพิเศษคือ เมื่อแบ่งครึ่งทางด้านยาวโดยให้เส้นแบ่งครึ่งขนานกับด้านกว้าง สี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปเล็กที่เกิดจากการแบ่งครึ่งด้านยาวของสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปใหญ่จะมีพื้นที่เป็นครึ่งหนึ่งของสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปใหญ่ และขณะเดียวกันอัตราส่วนของด้านกว้างต่อด้านยาวของสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปเล็กจะยังคงเป็น 1 : 1.414

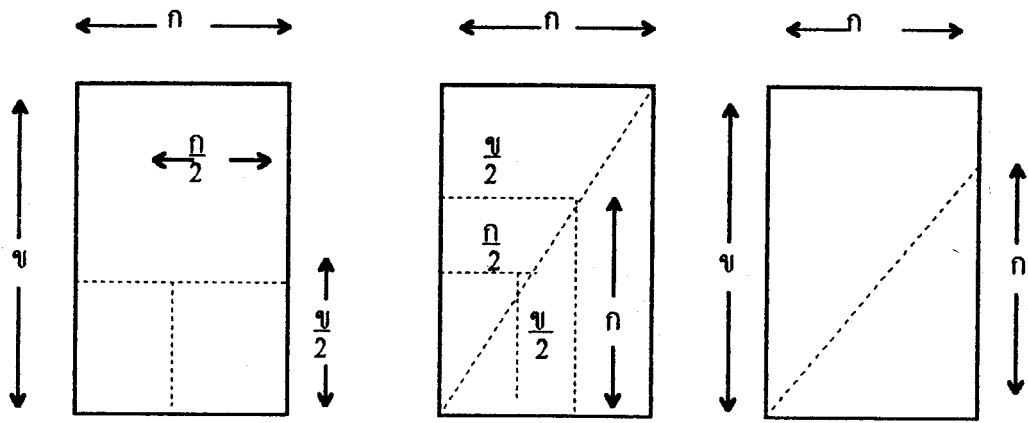
เราสามารถสร้างสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เรียกว่า golden square ได้ดังนี้



สร้างสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD ให้มีความยาวของด้านเท่ากับ x หน่วย เขียนเส้นโค้งรัศมี AC โดยให้ A เป็นจุดศูนย์กลางไปตัดเส้น AD ที่ตัดออกไปที่จุด E เส้น AE จะเป็นด้านยาวของสี่เหลี่ยมผืนผ้า AEFB

$$AE = AC = \sqrt{x^2 + x^2} = \sqrt{2x^2} = x\sqrt{2}$$

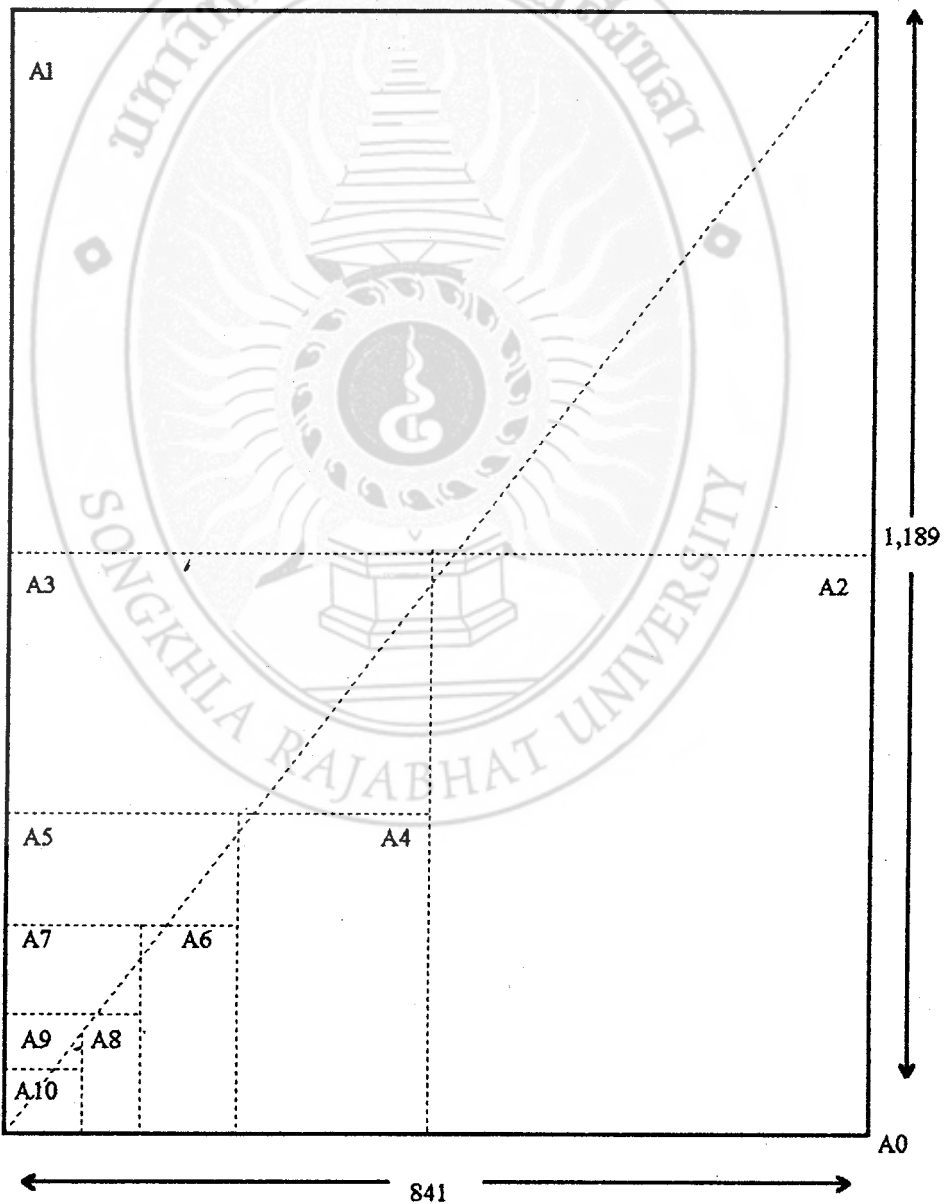
$$AB : AE = x : x\sqrt{2} = 1 : 1.414$$



รูปที่ 1 การแบ่งครึ่งขนาด

รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ของขนาด

รูปที่ 3 ความสัมพันธ์
ของด้านกว้างและด้านยาว



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ของขนาดตัดริมชุด A

A_0 เป็นชื่อขนาดมาตรฐานของชุด A กำหนดให้มีพื้นที่เท่ากับ 1 ตารางเมตรและอัตราส่วนของด้านกว้างต่อด้านยาวเท่ากับ $1 : 1.414$ นั่นคือ 0.841 เมตรต่อ 1.189 เมตร หรือ 841 มิลลิเมตรต่อ 1,189 มิลลิเมตร ถ้าแบ่งครึ่งทางด้านยาวของ A_0 ก็จะได้ขนาด A_1 มีพื้นที่เป็นครึ่งหนึ่งของขนาด A_0 มีอัตราส่วนของด้านกว้างต่อด้านยาวคือ 594 มิลลิเมตรต่อ 841 มิลลิเมตร เท่ากับ $1 : 1.414$ เช่นเดียวกัน

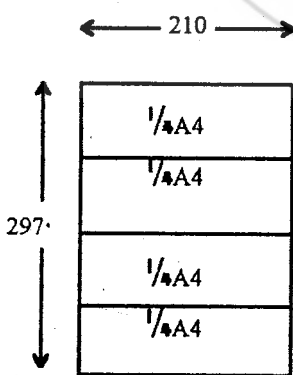
เมื่อแบ่งครึ่งทางด้านยาวของขนาด A_1 ต่อไปก็จะเป็นขนาด A_2 ซึ่งจะมีพื้นที่เป็นครึ่งหนึ่งของ A_1 และมีอัตราส่วนของด้านกว้างต่อด้านยาวเท่ากับ $420 : 594$ หรือ $1 : 1.414$ เช่นเดียวกัน

ขนาด $A_3, A_4, A_5, \dots, A_{10}$ ก็แบ่งครึ่งด้านยาวทำนองเดียวกันนี้ เลข 1, 2, 3, 10 หลังชื่อชุด A จึงเป็นเลขแสดงจำนวนครั้งที่แบ่งครึ่งจากขนาด A_0 ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐาน

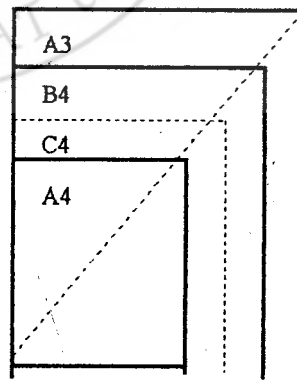
สำหรับขนาดที่ใหญ่กว่า A_0 จะเกิดจากการเพิ่มขนาดทางด้านกว้างเป็นเท่าตัวตามลำดับและเลขนำหน้าชื่อขนาดมาตรฐานของชุดจะแสดงขนาดเป็นจำนวนเท่าของขนาดมาตรฐาน เช่น เพิ่มด้านกว้างของขนาด A_0 คือ 2×841 เป็น 1,682 มิลลิเมตร ก็จะได้ขนาดใหญ่คือ $1,189 \times 1,682$ มิลลิเมตร มีพื้นที่เป็น 2 เท่าของขนาด A_0 จึงเรียกว่าขนาด $2A_0$ เมื่อเพิ่มด้านกว้างของขนาด $2A_0$ ต่อไปอีกเท่าตัว ก็จะได้ขนาดใหญ่คือ $1,682 \times 2,778$ มิลลิเมตร มีพื้นที่เป็น 4 เท่าของขนาด A_0 จึงเรียกว่าขนาด $4A_0$ เป็นต้น

ขนาดมาตรฐานของชุด B เรียกว่าขนาด B_0 กำหนดให้มีขนาดของด้านกว้างเท่ากับ 1,000 มิลลิเมตร และด้านยาวเท่ากับ 1,414 มิลลิเมตร อัตราส่วนของด้านกว้างต่อด้านยาวเท่ากับ $1,000 : 1,414$ หรือ $1 : 1.414$ สำหรับขนาด $B_1, B_2, B_3, \dots, B_{10}$ ก็เกิดจากการแบ่งครึ่งทางด้านยาวของแต่ละขนาดตามลำดับ (ขนาด $2B_0$ ก็จะใหญ่เป็น 2 เท่าของขนาด B_0 มีขนาดของด้านกว้างเท่ากับ 1,414 มิลลิเมตร และด้านยาวเท่ากับ 2,000 มิลลิเมตร)

ขนาดมาตรฐานของชุด C เรียกว่าขนาด C_0 กำหนดให้มีขนาดของด้านกว้างเท่ากับ 917 มิลลิเมตร และด้านยาวเท่ากับ 1,297 มิลลิเมตร อัตราส่วนของด้านกว้างต่อด้านยาวจะเท่ากับ $1 : 1.414$ เช่นเดียวกัน และเมื่อแบ่งครึ่งทางด้านยาวของแต่ละขนาดตามลำดับก็จะได้ขนาด $C_1, C_2, C_3, \dots, C_8$



รูปที่ 4 ตัวอย่างการตัดกระดาษขนาด A_4 เป็นกระดาษยาวสี่ส่วนเท่า ๆ กัน



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ของขนาดชุด A ชุด B และชุด C (ขนาดชุด C กำหนดจากขนาดชุด A และชุด B)

¹กำธร สติรกุล. สันนิษฐานว่า “โปรดุคตองเป็นผู้นำ
กระดาษแบบฝรั่งเข้ามาก่อนในสมัยศรีอยุธยา คำว่ากระดาษจึงมีใช้ติด
ปากมาตั้งแต่สมัยนั้น” ดูกำธร สติรกุล, หนังสือและการพิมพ์, พิมพ์ครั้งที่
3 แก้ไขเพิ่มเติม (กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2523),
หน้า 277.

²พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525, หน้า 25
ให้ความหมายของคำว่า “กระดาษ” ไว้เพียงกว้าง ๆ ว่า “วัตถุเป็น
แผ่นบาง ๆ โดยมากทำจากใยเปลือกไม้ ฟาง หญ้าบางชนิด หรือเศษผ้า
ใช้เขียนหนังสือ หรือห่อของ และอื่น ๆ

³ความตอนหนึ่งในหนังสือหลายเล่มที่พูดถึงประวัติของการ
ทำกระดาษโดยสังเขปต่างกันไปบ้าง ที่กล่าวถึงเมืองซามาร์คันด์และ
พระเจ้ากาหลิบนี้สรุปจาก Sean Jennett, *The Making of Books*, 4th
ed. (London : Faber & Faber, 1973), pp. 171 - 172. มีบาง
เล่มที่กล่าวต่างออกไปว่า ชาวอาหรับรับกระดาษมา ในการสงคราม
ใกล้เมืองซามาร์คันด์และได้จับเชลยชาวจีนที่มีความรู้เรื่องการทำ
กระดาษไปด้วย ชาวอาหรับได้รับการถ่ายทอดวิธีทำกระดาษจากเชลย
ที่จับได้นั้น

⁴Jennett, *The Making of Books*, pp. 173-174.

⁵David Hymes, *Production in Advertising and the
Graphic Arts* (New York: Holt, Rinehart and

⁶Richard M. Schlemmer, *Handbook of Advertising
Art Production*, 2d ed. (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall,
Inc., 1976). pp. 251-252.

⁷Jennett, *The Making of Books*, p. 179.

⁸R. D. Lewis, *Reading for Adults* (London: Longmans,
1972), Book 1, p. 76.

⁹ท. ไชยชาติ, “เครื่องรองรับอักษร,” *สามทหาร* (กุมภาพันธ์
2506), หน้า 17-20 และ (มีนาคม 2506), หน้า 19-25.

¹⁰ดูเพิ่มเติมใน อุดม ควรผดุง, *การพิมพ์แผนที่* (กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2520), หน้า 114-121.

¹¹L. C. Young, *Materials in Printing Processes*
(London: Focal Press, 1973), pp. 52-53

¹²*Pocket Pal: A Graphic Arts Production Handbook*,
11th ed. (New York: International Paper Company, 1974), p.
143.

¹³James Craig, *Production for the Graphic Designer*
(New York: Watson-Guption Publications, 1974), p. 127.

¹⁴Young, *Materials in Printing Processes*, pp. 100-
106

¹⁵มอก. 287-2521 *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระดาษพิมพ์และกระดาษเขียน* (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม
96 ตอนที่ 62 (26 เมษายน 2521)).

¹⁶มอก. 170-2519 *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระดาษเหนียว* (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 93 ตอนที่ 54 (1
เมษายน 2519)).

¹⁷มอก. 203-2521 *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระดาษแข็งเพื่อการพิมพ์* (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 96 ตอนที่

46 (30 มีนาคม 2522)).

¹⁸มอก. 321-2522 *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระดาษทำลูกฟูก* (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 97 ตอนที่ 26
(20 กุมภาพันธ์ 2523)).

¹⁹มอก. 287-2521 *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระดาษพิมพ์และกระดาษเขียน*, ข้อ 2.24 และข้อ 2.25

²⁰สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดชื่อ
เรียก ISO เป็นภาษาไทยในครั้งแรกว่า “องค์การระหว่างชาติเพื่อการ
วางมาตรฐาน” ต่อมาภายหลังจึงเรียกว่า “องค์การระหว่างประเทศว่า
ด้วยการมาตรฐาน”

²¹กระทรวงอุตสาหกรรมได้ประกาศ “มอก. 33-2516
*มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขนาดตัดริมของกระดาษพิมพ์และ
กระดาษเขียน*” ใน ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 90 ตอนที่ 69 (15 มิถุนายน
2516).

²²กระทรวงอุตสาหกรรมได้ประกาศ “มอก. 262-2521
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขนาดกระดาษก่อนตัดริม” ใน ราช
กิจจานุเบกษา เล่มที่ 95 ตอนที่ 79 (8 สิงหาคม 2521) และ “มอก. 380-
2524 *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ขนาดของเอกสาร*” ใน ราช
กิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่ม 98 ตอนที่ 144 (31 สิงหาคม 2524).
มาตรฐานขนาดของเอกสารนี้เกี่ยวเนื่องกับการใช้ขนาด ชุด C

²³มอก. 262-2521 *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ขนาดกระดาษก่อนตัดริม* (กรุงเทพมหานคร: สำนักงานมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2521), หน้า (3).

²⁴มอก. 33-2516 *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ขนาด
ตัดริมของกระดาษพิมพ์และกระดาษเขียน*, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพ
มหานคร: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวง
อุตสาหกรรม, 2524), หน้า 14, “ตารางที่ ก.2 ขนาดกระดาษริมใหญ่
ที่ซื้อขายในตลาดเดิม.”

²⁵Young, *Materials in Printing Processes*, p. 288.

²⁶Pocket Pal, p. 151.

²⁷Marshall Lee, *Bookmaking: The Illustrated Guide
to Design/Production/Editing*, 2d ed. (New York: R. R.
Bowker, 1979), p. 157.

²⁸Young, *Materials in Printing Processes*, pp. 282-
285; และ “มอก. 262-2521 *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขนาด
ก่อนตัดริม*.”

²⁹มอก. 33-2516 *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ขนาด
ตัดริมของกระดาษพิมพ์และกระดาษเขียน*, หน้า 14.

³⁰ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยงานสารบรรณ พ.ศ.
2526 “หมวด 4 มาตรฐานตรา แบบพิมพ์ และซอง”

³¹หลักการข้อ 1-4 จาก มอก. 33-2516 *มาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขนาดตัดริมของกระดาษพิมพ์และกระดาษเขียน*,
ข้อ 3 และหลักการข้อ 5 จาก มอก. 380-2524 *มาตรฐานผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรม, ขนาดของเอกสาร, ผนวก ก., ข้อ ก.1*

³²มอก. 33-2516..., ข้อ 4.

³³Young, *Materials in Printing Processes*, p. 282.