





Pulp and Paper Manufacturing

กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษ

ดร. จริยาภรณ์ เสาร์ทอง



เนื้อหา

- องค์ประกอบของกระดาษ
- การเตรียมเยื่อกระดาษ
- กระบวนการผลิตกระดาษ
- คุณสมบัติของกระดาษ



องค์ประกอบของกระดาษ



- **Fibrous material (ส่วนที่เป็นเส้นใย)**

70-95% ขึ้นอยู่กับประเภทของกระดาษ

- **เส้นใยสั้น**

ได้จากไม้เนื้อแข็ง เช่น ต้นยูคาลิปตัส กระถินเทพา เส้นใยจะเล็ก ละเอียด ความแข็งแรงต่ำ กระดาษจะขาดง่าย แต่จะได้น้ำหนักกระดาษที่เรียบ สม่ำเสมอและมีความทึบแสง

- **เส้นใยยาว**

ได้จากไม้เนื้ออ่อน เช่น พวก ต้นสน เส้นใยจะหยาบ ยาว และมีความแข็งแรงสูง ทำให้ได้กระดาษที่ทนต่อแรงดึงแรงลักษณะ แต่เส้นใยจะจับเป็นกลุ่มก้อน เนื้อกระดาษจะหยาบ ไม่เรียบ

- **เศษของเส้นใย**

จากกระบวนการผลิต ลดต้นทุนการผลิต



องค์ประกอบของกระดาษ (ต่อ)




- **Non - Fibrous material (ส่วนที่ไม่ใช่เส้นใย)**

สารเคมีต่าง ๆ ใส่เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติให้ตรงกับการใช้งาน

- **Filler (ตัวเติม)**

เป็นผงแร่สีขาว เช่น ดินขาว (Kaolin clay), TiO_2 , CaCO_3

- ลดต้นทุนในการผลิต
- เพิ่มพื้นที่ผิวภายในกระดาษ ทำให้ทึบแสงมากขึ้น
- ทำให้เพิ่มการกระเจิงแสง มีความขาวสว่างเพิ่มขึ้น
- กระดาษมีผิวเรียบขึ้น
- การดูดซับน้ำหมึกดีขึ้น
- **แต่** ความเหนียวของกระดาษจะลดลง



องค์ประกอบของกระดาษ (ต่อ)

- **Sizing-agent (สารต้านการซึมน้ำ)**
 โดยจะช่วยลดพื้นที่ผิวของการดึงดูดระหว่างเส้นใยและ โมเลกุลของน้ำ ทำให้กระดาษจะต้านทานการเปียกน้ำได้ดีขึ้น เช่น สารส้มและชันสน ไช้ตั้ง ยางมะคอต
 - กระดาษที่ไม่ได้สารต้านการซึมน้ำ เช่นกระดาษชำระ
 - กระดาษที่ได้สารต้านการซึมน้ำเพียงเล็กน้อย เช่นกระดาษเขียนและกระดาษพิมพ์
 - กระดาษที่มีสารต้านการซึมน้ำในระดับสูง เช่น กระดาษกล่องนม หรือถ้วยกระดาษ
- **Starch (แป้งมัน)**
 เพิ่มความเหนียวของกระดาษ ด้านแรงดึง แรงดันทะลุ ลดการหลุดลอกของเส้นใยที่ผิวกระดาษ เพิ่มการคงตัวและเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกระดาษ (ป้องกันการแยกชั้นของกระดาษ ขณะพิมพ์) และยังช่วยเพิ่มการต้านทานการซึมน้ำ



องค์ประกอบของกระดาษ (ต่อ)

- **Optical brightening agent (สารฟอกขาว)**
 สารเพิ่มความขาวสว่างสารซึ่งเป็นสีข้อมประเภทเรืองแสง
- **Dyes (สารแต่งสี)**
 เพื่อรักษาโทนสีของกระดาษให้คงที่และชดเชยกับสีของลิกนินซึ่งมีสีเหลือง ใช้แต่งสีกระดาษ ให้ได้ระดับคล้ำที่ต้องการ โดยใช้สีแต่งในปริมาณน้อยๆ เติมลงในส่วนผสมของน้ำเยื่อ เช่น กระดาษขาวจะใช้สีม่วงหรือสีน้ำเงิน
- **Microbiological control agent (สารควบคุมจุลินทรีย์)**
 ป้องกันการเกิดเมือกจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้กระดาษสกปรก และขาดใด้งายในระหว่างการผลิต
- **Retention aid (สารเพิ่มการตกค้าง)**
 เพื่อยึดเหนี่ยวทั้งเยื่อและอนุภาคเล็กๆ ของตัวเติมเข้าด้วยกัน และจับตัวกันและคงอยู่ในการเนื่อกระดาษมากที่สุดในช่วงของการระบายน้ำบนตะแกรงลวดเดินแผ่น

4 Main steps

1. Raw material preparation

2. Pulping Processes

- Wood-Based Chemical Pulping
 - Kraft Pulping
 - Sulfite Pulping
 - Semi-Chemical Pulping
- Wood-Based Mechanical Pulping
- Recycle Fiber Pulping

3. Bleaching

- Chemical Pulp
- Mechanical Pulp

4. Papermaking

ขั้นตอนการเตรียม

การเตรียมเยื่อกระดาษ

ตัดไม้เป็นท่อน → ตัดไม้เป็นชิ้น → ย่อยให้เป็นเยื่อ



ล้างเยื่อไม้

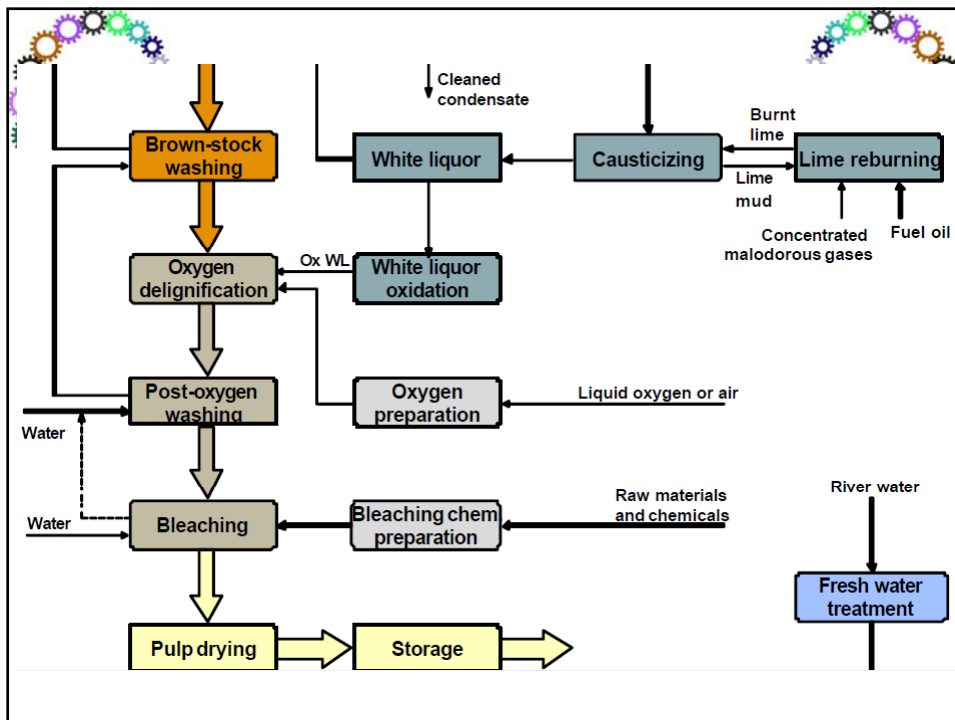
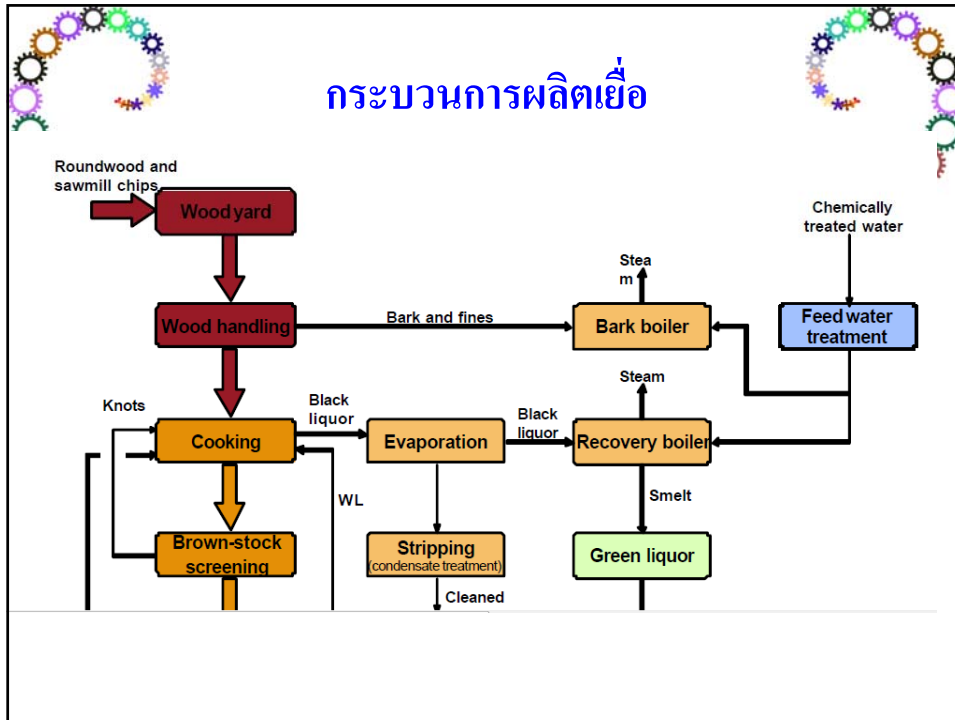
รีดน้ำออก

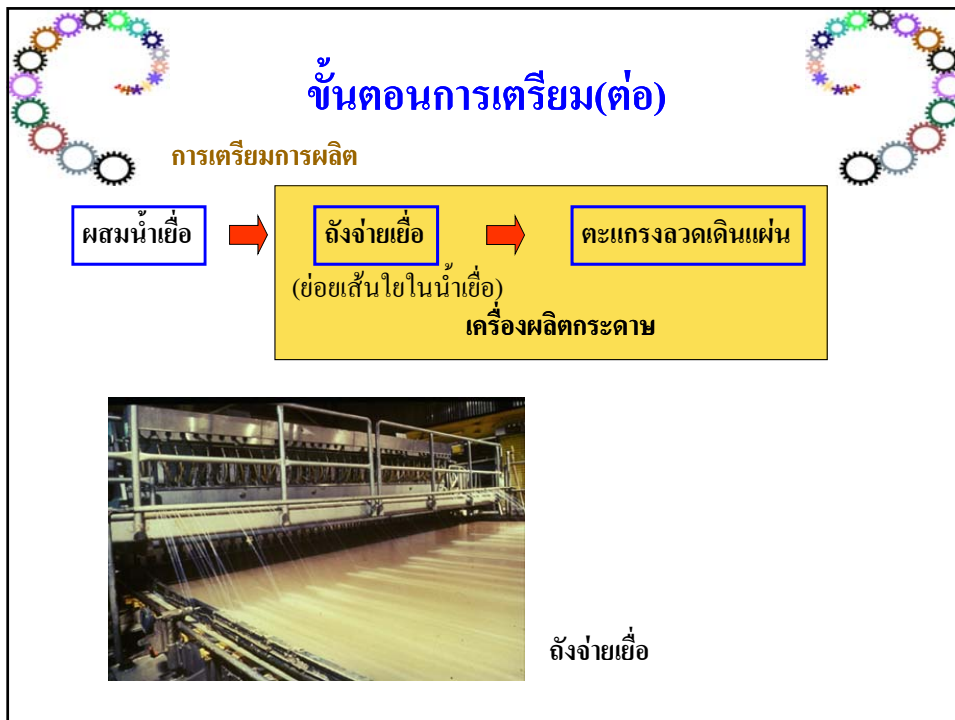
น้ำเยื่อกระดาษ

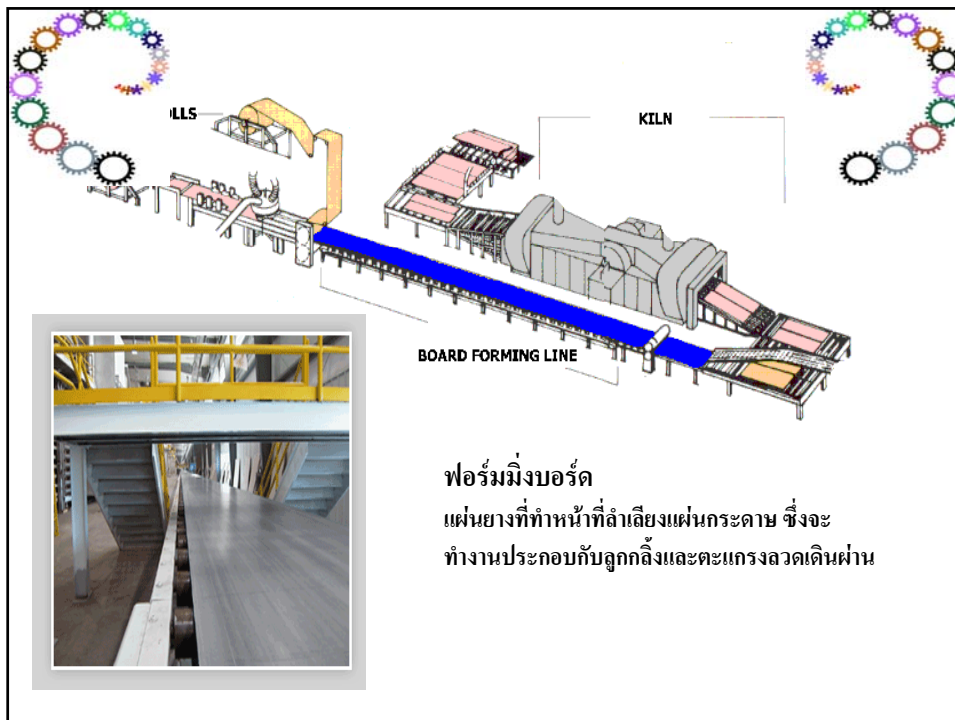


(ต้มกับ NaOH, Na₂S
ที่อุณหภูมิ 155 - 175 °C
และความดันสูง)

กระบวนการผลิตเยื่อ







กระบวนการผลิตกระดาษ(ต่อ)

2. Pressing Section (ส่วนกดรีดน้ำ)

สายของแผ่นกระดาษที่เกิดขึ้นหลังจากการแยกน้ำแล้วจะเคลื่อนที่เข้าไประหว่างลูกกลิ้งกดรีดน้ำเพื่อขจัดน้ำออกจากแผ่นกระดาษให้ได้มากที่สุดก่อนที่จะส่งต่อไปยังหน่วยทำแห้ง ปริมาณน้ำที่ยังมีอยู่ในแผ่นกระดาษเปียกหลังผ่านการกดรีดน้ำแล้วเหลืออยู่ประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ลูกกลิ้งกดรีดน้ำยังมีหน้าที่คล้ายกับลูกกลิ้งแดนดี (Dandy roll) คือ ช่วยกดอัดให้เส้นใยเซลลูโลสมาอยู่ใกล้กันและเกิดพันธะเคมีต่อกันได้มากยิ่งขึ้น ทำให้แผ่นกระดาษมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ช่วยเพิ่มความเรียบให้กับผิวกระดาษด้วย

Forming

Pressing

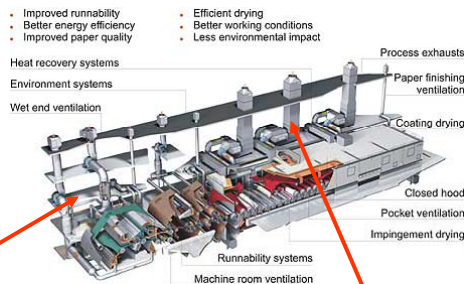
Predrying

Dandy roll

กระบวนการผลิตกระดาษ(ต่อ)

3. Dying Section (ส่วนอบแห้งกระดาษ)

อาศัยความร้อนจากไอน้ำอ้อมตัวความดันต่ำที่ถูกจ่ายเข้าไปข้างในลูกอบแห้ง ทำให้ผิวลูกอบแห้งร้อนขึ้น



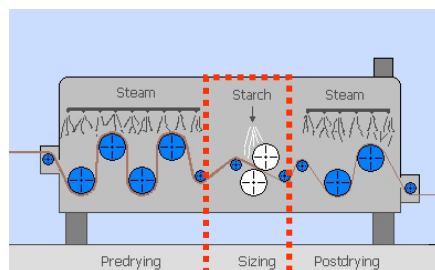
ไอน้ำที่ป้อนเข้ามาในระบบ

ลมร้อนที่ป้อนเข้ามาในระบบ

กระบวนการผลิตกระดาษ(ต่อ)

4. Size Press Section (ส่วนฉาบผิวกระดาษ)

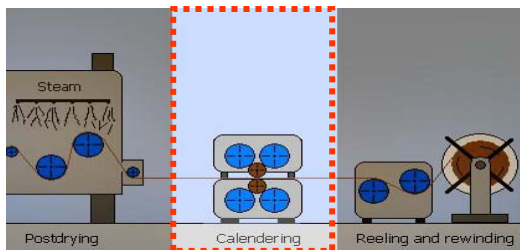
กระดาษที่ผ่านการอบแห้งขั้นแรก จะถูกฉาบด้วยน้ำแป้งมัน ซึ่งอาจเติมสารฟอกขาวด้วย ผิวกระดาษจะแข็งขึ้นและต้านทานน้ำมากขึ้น เพราะน้ำแป้งจะอุดรูที่ผิวกระดาษ แล้วทำการอบอีกครั้งด้วยระบบลมร้อน



กระบวนการผลิตกระดาษ(ต่อ)

5. Calendaring Section (ส่วนรีดผิวกระดาษ)

ประกอบด้วยลูกรีดทรงกระบอกซึ่งทำจากโลหะวางซ้อนกัน ผิวของลูกรีดจะแข็งและเรียบมาก กระดาษจะถูกดึงผ่านไประหว่างลูกรีด ทำให้กระดาษบางลง เรียบขึ้น และมีความหนาสม่ำเสมอขึ้นด้วย



ลูกรีด

กระบวนการผลิตกระดาษ(ต่อ)

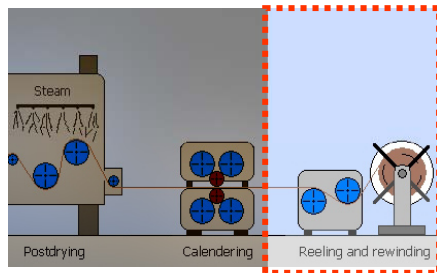
6. Supercalendering (ส่วนขัดผิวกระดาษ)

เป็นการปรับปรุงคุณภาพของผิวกระดาษ โดยจะมีทำน้ำที่หลักๆ 2 ประการ ทำการขัดผิวกระดาษที่ให้ความเรียบและเคลือบผิว โดยมีลูกกลิ้งที่ทำจากเหล็กกล้าขัดมันเรียงสลับกับลูกกลิ้งที่หุ้มด้วยกระดาษหรือฝ้าย ทำให้กระดาษมันวาว



กระบวนการผลิตกระดาษ(ต่อ)

7. Reeling and Rewinding (ส่วนกรอและเก็บม้วนกระดาษ)



คุณสมบัติของกระดาษ

■ Structural Properties (คุณสมบัติด้านโครงสร้าง)

■ Basic weight, Grammage (น้ำหนักมาตรฐาน)


น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ที่เก็บในสถานะอุณหภูมิและความชื้นที่ได้มีการควบคุมตามมาตรฐานกำหนด หน่วยที่ใช้ตามระบบสากลทั่วไปจะเป็น กรัมต่อตารางเมตร หรือ แกรมเมจ นอกจากนี้ใช้เป็นเกณฑ์ในการซื้อขายแล้ว ยังใช้เป็นเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษด้านอื่นด้วย

■ Caliper (ความหนา)

ส่วนใหญ่หน่วยเป็นมิลลิเมตร ความหนาจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ น้ำหนักมาตรฐาน แรงกดขณะเดินแผ่น การบดเยื่อและชนิดของเยื่อที่ใช้

■ Formation (ความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษ)

แสดงความแตกต่างของปริมาณเส้นใยที่เกี่ยวข้องประสานหรือเกิดพันธะเคมีต่อกัน ในแต่ละบริเวณของกระดาษ การเพิ่มความสม่ำเสมออาจทำได้โดย เพิ่มปริมาณใยสั้นมากขึ้น เพิ่มปริมาณการบดเยื่อ ลดความเร็วของสายพานตะแกรงแยกน้ำ เป็นต้น




คุณสมบัติของกระดาษ(ต่อ)

- **Directionality** (ทิศทางการวางตัวของเส้นใย)

แนวหรือทิศทางการวางตัวของเส้นใยเซลลูโลสในกระดาษ ส่วนมากมีการเรียงตัวไปในทิศทางการไหลและการเคลื่อนที่ของตระแกรงบนเครื่องผลิตกระดาษ แนวขนานเครื่อง (Machine Direction, MD) ส่วนอีกแนวเรียกว่า แนวขวาง(Cross Direction, CD) ทำให้คุณสมบัติของกระดาษในแต่ละแนวแตกต่างกัน
- **Two-sidedness** (ความแตกต่างของผิวกระดาษสองด้าน)

ด้านตะแกรงและด้านลึกลาด ซึ่งไม่ควรแตกต่างกันมากนัก เพราะจะมีผลต่อความเรียบ และการดูดซึมน้ำ ปัจจุบันมีความพยายามปรับปรุงตะแกรงให้มีความเรียบสูงขึ้น



คุณสมบัติของกระดาษ(ต่อ)


- **Mechanical Properties** (คุณสมบัติทางกล)

ปัจจัยที่กระทบการใช้งาน ความต้านทานแรงที่มากกระทำในลักษณะต่าง ๆ เช่น แรงดึง แรงเฉือน แรงบิด ซึ่งเกิดขึ้นตั้งแต่ขั้นตอนการผลิต แปรรูปไปจนถึงการใช้งาน

 - **Tensile Strength** (ความแข็งแรงต่อแรงดึง)

จะมีผลต่อการพิมพ์ป้อนแบบม้วนมากกว่าการพิมพ์ป้อนแบบแผ่น แรงดึงน้อยกระดาษอาจขาดระหว่างพิมพ์ ปัจจัยที่มีผลคือ ชนิดของเยื่อ ปริมาณการบด การกรดรีดน้ำ ปริมาณความชื้นในกระดาษ และปริมาณตัวเติม
 - **Bursting Strength** (ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุ)

จะมีผลมากในการพิจารณา ในกรณีที่น่ากระดาษไปทำเป็นเครื่องบรรจุภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ



คุณสมบัติของกระดาษ(ต่อ)

- **Tearing Strength** (ความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาด)
กระดาษที่ต้องพิจารณา คือกระดาษทำถุงและกระดาษพิมพ์และเขียน
- **Stiffness** (ความแข็งหรือการทรงรูปของกระดาษ)
เป็นความต้านทานต่อการโค้งงอที่เกิดจากน้ำหนักของกระดาษเอง การบดเยื่อมากเกินไปทำให้ความแข็งตัวของกระดาษลดลงเนื่องจากเส้นใยมีความยาวน้อยลง
- **Fold Strength** (ความแข็งแรงต่อการพับ)



คุณสมบัติของกระดาษ(ต่อ)

- **Optical Properties** (สมบัติด้านทัศนศาสตร์)
คือคุณสมบัติทางแสงของกระดาษที่ปรากฏต่อสายตา ต้องพิจารณาโดยหลักการทางจิตวิทยา เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการมองเห็นของสายตามนุษย์
- **Brightness** (ความสว่าง)
คือค่าการสะท้อนของแสงสีน้ำเงินที่ช่วงคลื่น 457 นาโนเมตร เพื่อดูผลของการฟอกเยื่อ
- **Opacity** (ความทึบแสง)
เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นต่อการพิมพ์และเขียน กระดาษจะต้องทึบแสงพอที่จะบังภาพหรืออักษรที่อยู่ด้านหลังไม่ให้ปรากฏจนเกิดปัญหาในการอ่านแลความชัดเจนของสิ่งที่พิมพ์



คุณสมบัติของกระดาษ(ต่อ)



- **Gloss (ความมันวาว)**

เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของกระดาษเคลือบผิว โดยใช้หลักการของมุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ ความมันวาวไม่ได้สัมพันธ์ต่อความเรียบเสมอไป กระดาษบางชนิด เช่นกระดาษอาร์ต จะมีความมันวาวต่ำ แต่ให้ผลงานพิมพ์คุณภาพสูงได้

- **Whiteness (ความขาว)**



Occupational Health and Safety



1. Chemical Hazards
2. Physical Hazards
3. Wood dust
4. Heat
5. Noise



Chemical Hazards



ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเยื่อและกระดาษที่สามารถทำอันตราย
สุขภาพและความปลอดภัยแก่คนงานมีดังนี้

- **Gases:** สารประกอบของกำมะถัน, คลอรีน ไดออกไซด์
- **Liquid:** กรดต่าง ๆ โซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลาย สารเติมแต่ง
ต่างๆ สีข้อม และหมึก
- **Solid:** โซเดียมคลอไรด์, โซเดียมซัลเฟต, แคลเซียมคาบอเนต, ปูน
ขาว, ใยแก้ว และ อื่น ๆ



Recommended for Chemical Hazards



1. Automate pulping and bleaching operations to the extent possible ทำกระบวนการผลิตเยื่อและฟอกสีด้วยระบบอัตโนมัติ

such that operators can monitor and operate the processes from control rooms isolated from potential chemical exposures and other health and safety hazards.

2. Minimizes the use of bleaching and other chemicals ลด

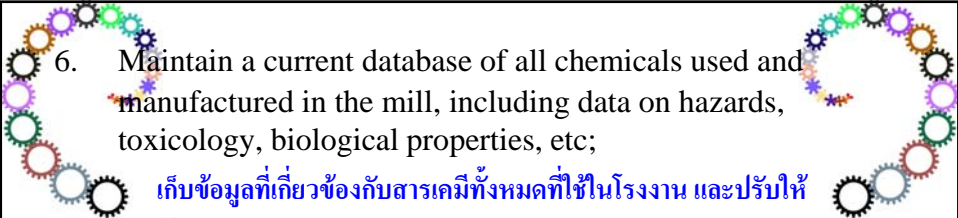
การฟอกสีและการใช้สารเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฟอกด้วยคลอรีน

3. Provide engineering controls สร้างระบบควบคุม เช่น

- Automatic digester capping valves,
- Local exhaust at batch digesters and blow tanks capable of venting at the rate that the vessels' gases are released;
- Enclosed or ventilated lime conveyors

4. Install continuous gas monitors with alarms where leaks or generation of hazardous gases may occur มีระบบตรวจสอบและสัญญาณเตือนการรั่วของแก๊ส (Chlorine storage area, chlorine dioxide generator, and bleaching areas)



5. Provide all employees, contractors, and visitors in hazardous gases areas with emergency escape respirators บอกรับพนักงานและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนทราบถึงบริเวณที่มีแก๊ซอันตราย พร้อมทั้งบอกทางออกฉุกเฉิน

- 
6. Maintain a current database of all chemicals used and manufactured in the mill, including data on hazards, toxicology, biological properties, etc;

เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีทั้งหมดที่ใช้ในโรงงาน และปรับให้เป็นข้อมูลปัจจุบันอยู่เสมอ

7. Identify and prevent possible chemical reactions that can result in formation of hazardous gases and other substances All chemicals used or manufactured at the site should be reviewed for reactivity with other classes of chemicals used at the facility;

บ่งชี้และป้องกันปฏิกิริยาเคมีที่อาจจะเกิดขึ้นและเป็นอันตราย และสารเคมีทุกตัวที่ใช้ในโรงงานควรมีการให้ความรู้กับพนักงาน





8. Label, mark, package and store all chemicals and hazardous materials according to national and internationally recognized requirements and standards;

ติดฉลาก เขียนเครื่องหมาย และเก็บ สารเคมีและวัสดุอันตราย ตามมาตรฐาน หรือข้อกำหนดของสารนั้น ๆ

9. Ensure contractor personnel, including maintenance contractors retained during shutdowns, are trained in and follow site safety procedures, including use of personal protective equipment and handling of chemicals;

แจ้งทุกคนรวมทั้งพนักงานซ่อมบำรุงทราบถึงอันตรายของสารเคมี รวมทั้งวิธีการป้องกัน ตลอดจนการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลขณะที่มีการทำงานหรือเคลื่อนย้ายสารเคมี และวิธีปฏิบัติหากมีการสัมผัสสารเคมีขึ้น



10. Use water-based (rather than solvent-based) inks and dyes;

ใช้สารเคมีที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก แทนการใช้สารละลาย หมึก หรือสีย้อม

12. Implement an inspection and maintenance program to prevent and identify leaks, equipment failure, etc.

พัฒนาโปรแกรมการซ่อมบำรุงและการตรวจสอบ เพื่อป้องกันการรั่ว และการชำรุดของอุปกรณ์



Physical Hazards



- Install catch platforms under conveyors that cross passageways or roadways;
- Quickly clean up spills;
- Use non-skid walking surfaces that allow drainage;
- Install guard rails on walkways adjacent to production lines or at height, and clearly mark traffic lanes for vehicles and pedestrians;
- Equip mobile equipment with roll-over protection.
- Establish routines to ensure that heavy loads are not moved by crane over personnel;

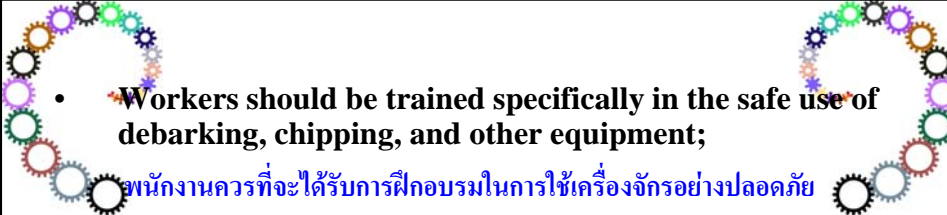


Physical Hazards



Machine Safety

- Equipment with moving parts (e.g., the in-running nips between the chain and sprocket of conveyors; Conveyor drums, drive belts, pulleys, and shafts; rollers on paper machines; shredder feed rolls; etc.) should be fitted with safety guards or interlocks capable of preventing access to moving parts; **ชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนย้ายควรมีอุปกรณ์ป้องกัน**
- Equipment must be shut off and locked out before maintenance, cleaning, or repairs are undertaken; **อุปกรณ์ที่มีการทำความสะอาด หรือการซ่อมบำรุงต้องทำการปิดเครื่องหรือล๊อคก่อน**



- **Workers should be trained specifically in the safe use of debarking, chipping, and other equipment;**
พนักงานควรที่จะได้รับการฝึกอบรมในการใช้เครื่องจักรอย่างปลอดภัย
- **Work stations should be aligned to minimize human danger from fragments which could arise from breakage;**
สถานที่ทำงานควรมีการกำหนดบริเวณที่ชัดเจนเพื่อป้องกันเศษไม้ที่กระเด็นออกไป
- **Equipment should be regularly inspected and maintained to prevent equipment failure;**
อุปกรณ์ควรมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอยู่เป็นประจำ
- **All personnel operating cutting equipment should use protective eyewear, and other PPE as necessary.**
ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันตลอดเวลาขณะปฏิบัติหน้าที่

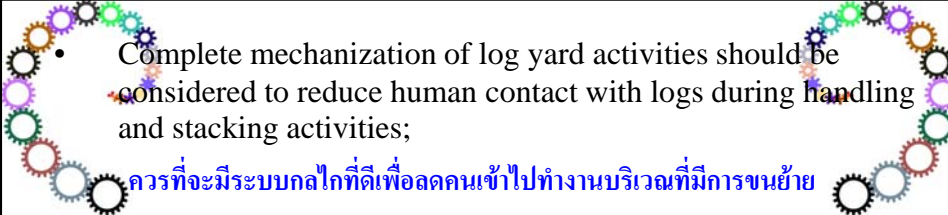


Log Handling Activities

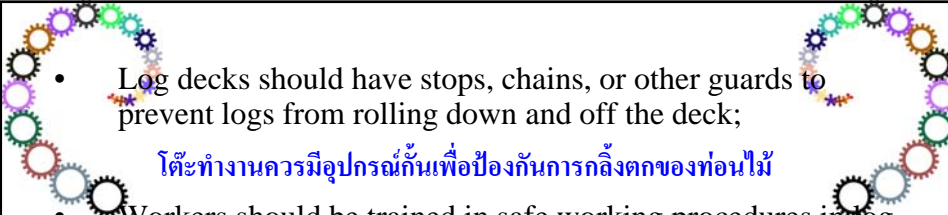
Logs are generally unloaded from railroad cars or heavy trucks and stacked by machines before being moved to log conveyors and log decks for processing in the pulp mill.

Injuries due to vehicle movement in log yards can be severe, in addition to injuries from logs that roll off or are dropped **by handling equipment** or are **dislodged from log stacks**.

อันตรายอาจเกิดขึ้นขณะที่มีการขนย้ายท่อนไม้ เช่น ท่อนไม้หลุดจากที่จับ



- Complete mechanization of log yard activities should be considered to reduce human contact with logs during handling and stacking activities;
 ควรที่จะมีระบบกลไกที่ดีเพื่อลดคนเข้าไปทำงานบริเวณที่มีการขนย้าย
- Transport routes within log yards should be clearly demarcated and vehicle movement should be closely controlled;
 เส้นทางที่ขนถ่ายควรที่จะไม่มีอุปสรรคขวางกั้น หรือมีการควบคุมอย่างดี
- Log stacks should not be higher than a safe height defined by risk assessment which should take account of site-specific circumstances including stacking methodology;
 ท่อนไม้ไม่ควรที่จะยกสูงเกินกว่าระยะที่กำหนดไว้ในการป้องกันความเสี่ยง
- Access to log yards should be restricted to authorized personnel;
 บริเวณที่ทำงานควรเข้าไปได้เฉพาะบุคคลที่ได้รับการอนุญาต



- Log decks should have stops, chains, or other guards to prevent logs from rolling down and off the deck;
 โต๊ะทำงานควรมีอุปกรณ์กันเพื่อป้องกันการกลิ้งตกของท่อนไม้
- Workers should be trained in safe working procedures in log stack and deck areas, including avoidance of falling logs and planning of escape routes;
 พนักงานควรได้รับการฝึกอบรมวิธีการทำงานที่ปลอดภัย
- Workers should be provided with protective steel capped boots, hardhats, and high visibility jackets;
 พนักงานควรได้รับอุปกรณ์ป้องกันอันตรายเช่นรองเท้าบูธ หมวก และแจ็กเก็ต
- All mobile equipment should have audible reversing alarms.
 อุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ควรมีสัญญาณเตือนเมื่อมีการเคลื่อนที่

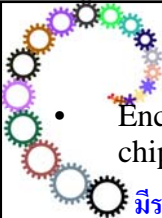



Wood dust



Exposure to wood dust is a potential concern in the wood handling area of pulp mills (e.g. in semi-mechanized chippers), as well as in the **initial stages of pulping**. Exposure to **fiber dust can occur in paper mills**. Paper fiber dust is also a fire hazard.

ฝุ่นจากไม้ อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนแรก ๆ ของการทำเยื่อกระดาษ หรือ อาจจะทำให้เกิดตอนที่ผลิตกระดาษ

- 
- Enclose and ventilate saws, shredders, dusters, and wood chip conveyors or use additives in liquid form;
- 

มีระบบเก็บและถ่ายเทขี้เลื่อยและเศษไม้หรือเก็บในสถานะที่เป็นของเหลว

- Regularly inspect and clean dusty areas to minimize dust explosion risk.

ตรวจสอบอุปกรณ์และทำความสะอาดฝุ่นไม้ เพื่อลดการกระจายของฝุ่น

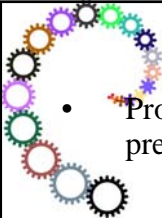



Heat



Many pulping operations, including pulp cooking, pulping chemical recovery, lime production, and paper drying involve high temperatures and, in some cases, high pressures.

แทบทุกขั้นตอนของการผลิตเยื่อและกระดาษก่อให้เกิดความร้อนขึ้น

- 
- Provide air-conditioned control rooms, including in wood preparation, pulping, bleaching, and paper-making areas;
- 

ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

- Schedule work in hot areas to allow acclimatization and rest periods;

บริเวณที่มีการทำงานที่ร้อนควรที่จะมีเวลาหยุดพักให้พนักงาน

- Provide heavy-duty protective clothing to workers potentially exposed to molten smelt or other high temperature materials;

มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เหมาะสม



Smelt



Implement safety procedures to minimize the potential for smelt/water explosions. Smelt should be transferred at a controlled rate, and recovery boilers maintained to prevent water leaks from the tube walls of the boiler. Chemical recovery boiler operations should be shut down at the first indication of a leak;

ควรควบคุมอัตราการปล่อยกลิ่น

- Consider use of mobile equipment with air-conditioned enclosed cabs.

อุปกรณ์ที่เคลื่อนย้ายได้ควรมีฝาปิดอย่างมิดชิด



Noise



Two major sources of noise are **wood debarking** in pulp mills and the **paper machine** in paper mills, but other processes can also be noise generators. Use of control rooms, as discussed above, is an effective engineering control.



Traffic



Pulp and paper mills require a large volume of wood, either as logs or as chips, and export a large volume product, and these materials are often transported by truck. This can result in a significant increase in truck traffic in the community.