

เชื้อเพลิงจากขยะ

Refuse Derived Fuel (RDF)

สุรชัย ลิ้มยิ่งเจริญ*

[รับตีพิมพ์เมื่อ 20 มกราคม 2532]

บทคัดย่อ

บทความกล่าวถึงประเภทและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่ผลิตขึ้นมาจากขยะ (RDF) กระบวนการต่าง ๆ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะ ข้อดีและข้อเสียของการแปรรูปขยะเป็น RDF ศักยภาพการใช้งานและปัญหาที่เกี่ยวข้องในการผลิต RDF นอกจากนี้ยังให้ข้อวิจารณ์และสรุปในเชิงความเหมาะสมของการผลิต RDF ทั้งสำหรับประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนาด้วย

1. บทนำ

การใช้ขยะเป็นแหล่งพลังงานเป็นทางเลือกในการสกัดทรัพยากรกลับมาใช้งานใหม่ที่มีศักยภาพสูงและน่าสนใจ ขยะสามารถนำไปเผาในเตาที่ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับแลกเปลี่ยนพลังงานเพื่อนำกลับมาใช้งานได้ นอกเหนือไปจากนั้น เรายังสามารถนำขยะไปผ่านกระบวนการทางจักรกลเคมีหรือชีวเคมีเพื่อสกัดเอาองค์ประกอบในรูปพลังงานของมันกลับมาใช้ได้

การสกัดพลังงานและวัสดุจากขยะกลับคืนมาใช้งานจำเป็นต้องได้รับการพิจารณาควบคู่กันไป เนื่องจากการสกัดสิ่งใดสิ่งหนึ่งกลับคืนมาใช้ อาจมีผลกระทบถึงอีกสิ่งหนึ่งได้ [10] การสกัดอินทรีย์วัตถุจากขยะ เช่น แก้ว และโลหะ ไม่สร้างปัญหาแก่ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ ทั้งยังช่วยเพิ่มค่าความร้อนของเชื้อเพลิงและลดปริมาณเถ้าลงด้วย

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คู่แข่งที่สำคัญจริง ๆ ของการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะ [Refuse Derived Fuel RDF] คือการแยกกระดาษและพลาสติกกลับมาใช้ ใช้นี้มีผลต่อความมั่งคั่งของการผลิต RDF ที่เดียว [8] เนื่องจากการแยกกระดาษและพลาสติกออกทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงและปริมาณเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ลดลง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเปรียบเทียบราคาค่าเชื้อเพลิงกับราคากากระดาษและพลาสติกอย่างลึกซึ้ง อีกประการหนึ่งการแยกส่วนของขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เพื่อใช้ทำปุ๋ยอาจจะให้ประโยชน์ทางนิเวศน์มากกว่าประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่จะได้จากการผลิตเชื้อเพลิงก็ได้

การผลิต RDF มีรากฐานสำคัญอย่างมากอยู่ที่กระบวนการลดขนาดและแยกแยะชนิดของวัสดุ กระบวนการเหล่านี้ก็มีใช้กันอยู่ในการสกัดวัสดุจากขยะกลับคืนมาใช้และมีพิสัยของวิธีการที่ใช้ให้เลือกกว้าง สำหรับการแปรรูปอินทรีย์สารในขยะให้เป็นเชื้อเพลิงเหลว หรือก๊าซเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันไพโรลิติก (Pyrolytic oils) แอลกอฮอล์ มีเทน ฯลฯ ยังอยู่ในช่วงต้นของการพัฒนาจึงจะไม่กล่าวถึงในบทความนี้

การสกัดทรัพยากรกลับคืนมาใช้ไม่ได้มีองค์ประกอบเพียงแค่ระบบเครื่องจักรกลที่ดำเนินการวิธีกับขยะเท่านั้น การดำเนินงานให้ประสบผลสำเร็จจำเป็นต้องอาศัยการบริหารงานและบุคลากรในการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องและมีประสบการณ์ ต้องการแหล่งวัตถุดิบ (คือขยะ) ที่มีอยู่อย่างสม่ำเสมอไม่ขาดช่วง และต้องมีตลาดรับซื้อพลังงานเชื้อเพลิงที่ผลิตได้อย่างต่อเนื่อง

2. การแยกประเภท RDF

ประเภทของ RDF แยกได้ตามกระบวนการที่ใช้ผลิตคือ จักรกล เคมี หรือชีวเคมี ดังที่กล่าวมาในตอนบนแล้วว่า RDF ที่ผลิตโดยอาศัยกระบวนการทางเคมีและชีวเคมี ยังอยู่ในช่วงต้นของการพัฒนา ดังนั้นต่อไป RDF จะหมายถึงเชื้อเพลิงที่ผลิตจากขยะโดยอาศัยกรรมวิธีทางจักรกล RDF ที่ผลิตโดยกรรมวิธีทางจักรกลซึ่งเป็นเนื้อหาของบทความนี้สามารถแบ่งย่อยออกได้ 5 ชนิด คือ

ก) RDF อย่างหยาบ (Coarse RDF หรือ Coarsely shredded RDF)

ข) RDF อย่างละเอียด (Fluff RDF หรือ Finely shredded RDF)

ค) RDF แบบผงฝุ่น (Dust RDF)

ง) RDF แบบอัดเม็ด (Densified RDF)

จ) RDF แบบเยื่อเปียก (Wet pulped RDF)

Coarse RDF เป็นขยะส่วนที่มีน้ำหนักเบา ผ่านการย่อยบดลดขนาดโดยมีขนาดโตที่สุด อยู่ระหว่าง 100 มม. ถึง 150 มม. และผ่านเครื่องเป่าอากาศแยกส่วน (Air classifier) แยกเอาส่วนที่มีน้ำหนักมากออกไป Coarse RDF มีที่ใช้ในหม้อไอน้ำซึ่งมีการเผาเชื้อเพลิงโดย Semi-suspension

Fluff RDF ทำจาก Coarse RDF โดยนำไปผ่านการคัดแยกขนาด (Screening) การเป่าแยกส่วน (Air classification) และการลดขนาด จนมีขนาดของชิ้นโตที่สุดระหว่าง 20 มม. ถึง 25 มม. Fluff RDF มีชิ้นเล็กลงกว่า Coarse RDF เนื่องจากมีการแยกเอาอินทรีย์สารขนาดเล็กๆ เช่น เศษแก้ว ทราย และดินออกไป

Dust RDF ได้จากการนำ Fluff RDF ไปเติมสารเคมีให้เปราะ อบแห้ง และบดเป็นผง ขนาดของ Dust RDF เทียบได้กับถ่านหินบดเป็นผง เช่นร้อยละ 80 โดยน้ำหนักสามารถผ่านตะแกรงรอนเบอร์ 20 ได้ (ขนาดรูตะแกรง 0.841 มม.)

Densified RDF (ย่อว่า d-RDF) ผลิตจากการอัดแน่น Fluff RDF โดยใช้เครื่องอัดแบบเกลียว (Extrusion) หรือแบบกระแทก (Compaction) d-RDF ที่ได้อาจเป็นก้อนแบบอิฐ (Briquette) หรือเป็นเม็ดแบนกลม (Pellet) d-RDF มีศักยภาพในการค้าสูงเนื่องจากคุณภาพที่ได้รับการปรับปรุงขึ้นในด้านการขนถ่ายและเก็บรักษา

Wet - pulped RDF ได้จากการกวนขยะกับน้ำให้กลายเป็นของเหลวลักษณะน้ำครำ (Slurry) ขยะชิ้นใหญ่ที่มีน้ำหนักจะถูกตัดเก็บออกด้านล่างของถัง ส่วน Slurry จะผ่านไปยัง Cyclone ซึ่งแยกเอาส่วนที่มีน้ำหนักมากเช่นแก้วและโลหะออก ส่วนที่เป็นเส้นใยซึ่งอยู่ในลักษณะสารแขวนลอย (Suspension) จะผ่านเครื่องกด (Press) เพื่อสกัดน้ำออกเหลือเป็น wet-pulped RDF ที่มีความชื้นประมาณร้อยละห้าสิบ

3. คุณสมบัติของขยะและ RDF

ขยะเกิดขึ้นในปริมาณและองค์ประกอบที่แตกต่างกันไปตามแหล่งที่มา ปริมาณ ลักษณะ และอัตราส่วนองค์ประกอบของขยะยังเปลี่ยนไปตามฤดูกาล และเปลี่ยนตามวิถีการดำรงชีวิต ที่

เปลี่ยนรูปแบบไปตามกาลเวลาค่อย ๆ ข้อมูลสถิติเหล่านี้มีความสำคัญต่อการวางแผนระบบผลิต RDF การใช้เฉพาะตัวเลขเฉลี่ยประชาชาติ (National averages) อาจทำให้เกิดการประมาณค่าสูงหรือต่ำเกินไป ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป

ตารางที่ 1 แสดงค่าประมาณการเฉลี่ยของส่วนประกอบของขยะในสหราชอาณาจักร และค่าประมาณการของค่าความร้อนจำเพาะ โดยให้ค่าความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 20 ถึง 30 [10] ค่าประมาณการที่ได้เป็นค่าที่คิด ณ จุดรับขยะ ข้อที่น่าสังเกตคือ สัดส่วนของกระดาษที่สูงถึงร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก เป็นสัดส่วนที่มีค่าความร้อนจำเพาะสูง มีผลสำคัญต่อค่าความร้อนจำเพาะรวมของขยะกล่าวคือ มีส่วนรวมถึงร้อยละ 43 ของค่าความร้อนจำเพาะรวมตัวเลขนี้แสดงให้เห็นได้ชัดถึงความไม่เป็นปรกฏกันระหว่างการสกัดนำกระดาษจากขยะมาใช้และการผลิต RDF

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของขยะในสหราชอาณาจักร

ส่วนประกอบ	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ค่าความร้อนจำเพาะ เฉลี่ย ณ จุดรับ (กิโลจูลต่อกิโลกรัม)
ฝุ่นผงละเอียด (20 มม.)	19	9,600
กระดาษ	30	14,600
ผัก	21	6,700
โลหะ	9	-
แก้ว	9	-
เศษผ้า	3	16,300
พลาสติก	3	37,000
อื่นๆ	6	17,600
รวมทั้งสิ้น	100	10,266

หมายเหตุ ก) ค่าในตารางเป็น National averages

ข) ความชื้นโดยทั่วไป ร้อยละ 20-30

ที่มา : Porteous [10]

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของขยะจากประเทศต่าง ๆ

	สหราชอาณาจักร	สหรัฐ	สเปน	ฝรั่งเศส	เยอรมนี	อิตาลี	กรีซ	โปรตุเกส	สเปน	อิตาลี	กรีซ	โปรตุเกส
ผักและผลไม้สด	17.8	28	44.0	75.1	9.4	60	-	24.6	4.6			
กระดาษ	29.0	37	24.6	1.5	32.4	2	4	7.5	43.1			
โลหะ	9.6	9	1.0	0.1	2.2	2	0.4	1.1	3.0			
แก้ว	10.4	9	1.0	0.2	9.7	2	0.2	2.8	1.3			
สิ่งทอ	1.6	3	3.0	3.1	9.6	-	-	3.7	9.3			
พลาสติก/ยาง	6.0	3	7.0	0.9	6.2	2	1.8	2.3	6.1			
สารเคมีอันตราย	3.8	1	-	0.2	4.9	7	0.6	-	3.9			
สารอินทรีย์	1.5	1	3.5	6.9	-	-	78.0	56.0	-			
สารเจือปนมากกว่า 10mm.	-	9	4.8	12.0	14.1	-	-	-	6.4			
อื่นๆ	20.3	-	11.1	-	11.5	25	15	2.0	22.3			
รวมทั้งสิ้น	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
ประชากร (ล้านคน)	-	56	3.3	1.65	4.5	5	7.3	-	2.3			
ขยะที่เกิด (กก. ต่อหัวต่อวัน)	1.6	0.9	0.455	0.415	0.85	0.604	1.5	0.45	0.87			
ขยะที่เกิดต่อหัว (ตันต่อตัน)	0.115	-	550	250	1,400	1,100	4,000	-	730			

ที่มา : Connor[3]

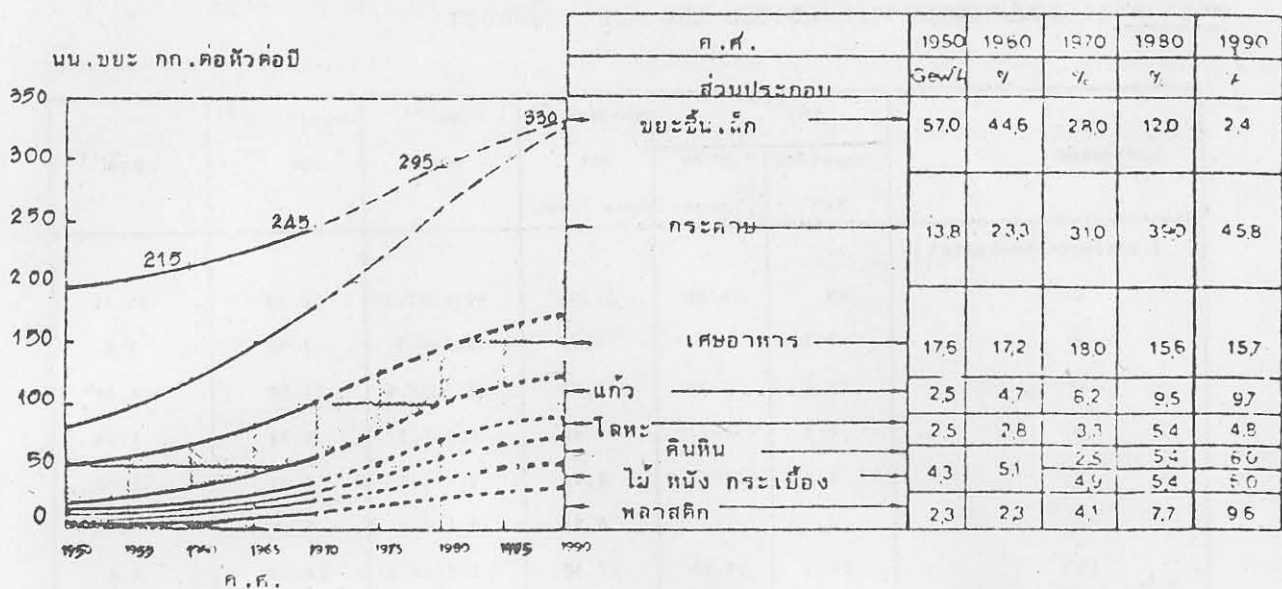
ตารางที่ 2 และ 3 แสดงส่วนประกอบของขยะที่แปรไปตามประเทศและท้องถิ่นตามลำดับ สัดส่วนที่ต่างกันไปขององค์ประกอบจะมีผลต่อการออกแบบและการดำเนินการของกระบวนการคัดแยกชิ้นส่วนของขยะ สิ่งนี้ทำให้การตัดสินใจต่างๆขึ้นอยู่กับสภาพที่ตั้งของโรงงานเป็นอย่างมาก

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของขยะในแต่ละท้องถิ่น

องค์ประกอบขยะ ณ จุดรับ	ร้อยละ		
	Doncaster	Bradford	Stevanage
ขนาดเล็กกว่า 20 มม.	15	17	25
ผักและของเน่าเปื่อยได้	28	30.9	16
กระดาษ	24	25.4	32
โลหะ	11	6.2	9
สิ่งทอ	4	1.8	5
แก้ว	11	10.6	6
พลาสติก	5	5.2	5
อื่น ๆ	2	2.9	2

ที่มา : Porteous [10]

รูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนองค์ประกอบของขยะกับเวลาซึ่งผ่านไอนั้นเป็นเครื่องบ่งชี้ระดับการพัฒนาของความเป็นอยู่ของมนุษย์ จะเห็นแนวโน้มที่สัดส่วนของกระดาษ พลาสติก และแก้วจะเพิ่มขึ้นกับเวลา เนื่องจากความหนาแน่นต่ำจึงทำให้ปริมาตรรวมของขยะเพิ่มขึ้นตามเวลาด้วยการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนองค์ประกอบของขยะเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการวางแผนการผลิต RDF ในระยะยาว



รูปที่ 1 พัฒนาการทางเวลาของส่วนประกอบของขยะจากเมือง Stuttgart [4]

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ RDF มีความสำคัญเมื่อนำ RDF ไปเผาเป็นจำนวนมาก เนื่องจากต้องมีการวางรูปแบบของระบบให้มีการกระจายของอากาศ เพื่อให้เกิดการสันดาปของก๊าซไวไฟและ Fixed carbon ที่เหลืออยู่ในกองเชื้อเพลิง ความชื้นของ RDF จะทำให้ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำลดลง และปริมาณเถ้าจาก RDF จะมีผลต่อการออกแบบการทำงานของอุปกรณ์ขนถ่ายเถ้าจากเตา ค่าตัวอย่างการวิเคราะห์ทางเคมีของ RDF ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4

4. กรรมวิธีย่อยต่าง ๆ ในการผลิต RDF และกระบวนการผลิต RDF

วัตถุประสงค์เบื้องต้นของกระบวนการผลิต RDF คือขจัดชิ้นส่วนของขยะที่ไม่ดีไฟออกไป เพื่อปรับปรุงลักษณะการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ให้ดีขึ้น เนื่องจากขยะเป็นอเนกวัตถุ (Heterogeneous substance) หลากหลายไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ ทั้งชนิดและขนาด จึงจำเป็นต้องได้รับการคัดแยกขนาด (Screening) และลดขนาดลง (Size reduction) ให้มีขนาดสม่ำเสมอขึ้น ง่ายต่อการแยกแยะออกเป็นประเภทต่าง ๆ กระบวนการผลิต RDF ที่จะได้รับการกล่าวถึงในภายหลัง จะแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการลดขนาดและคัดเลือกแยกขนาดของขยะ ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ปรากฏในแทบทุกกระบวนการผลิต

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบทางเคมีของขยะ และ RDF ชนิดต่างๆ

องค์ประกอบ	ขยะ (1)		Shredded (2)	Dust (1)	Densified (3)	ค่าอื่น (4)
	Hempstead	USEPA	RDF	RDF	RDF	
	N.Y	รัฐนิวยอร์ก	Ames Iowa			
I. Ultimate Analysis						
C	25	15.30	30.86	41.6-47.3	34.38	80.35
H	3.3	2.5	4.77	5.5-6.3	3.92	5.0
O	21.1	12-24	22.88	33.3-38.6	23.96	4.31
N	0.5	0.2-1.0	0.42	0.6-1.5	0.34	1.48
S	0.1	0.02-1.0	0.43	0.1-0.6	0.23	0.86
A	-	-	0.24	0.1-0.7	0.40	-
เถ้า	22	15-25	17.38	5.0-12.0	24.55	5.8
ความชื้น	28	15-35	23.03	1.0-5.0	12.62	2.2
II. Proximate Analysis						
Volatile matter	43.4	50.60	54.65	88.6	54.08	26.9
Fixed carbon	6.6	1.9	4.95		8.09	65.1
เถ้า	22	15-25	17.37	7.4	24.41	5.8
ความชื้น	28	15-35	23.03	2.0	12.62	2.2
ค่าความร้อนจำเพาะ, kJ/kg	10467	6278-13256	13050	18143	12872	
ความหนาแน่นรวม, kg/m ³	-	-	128.1	400.560	286.72	
(Bulk Density)						

ที่มา: 1) Vesilind & Rimer[16]

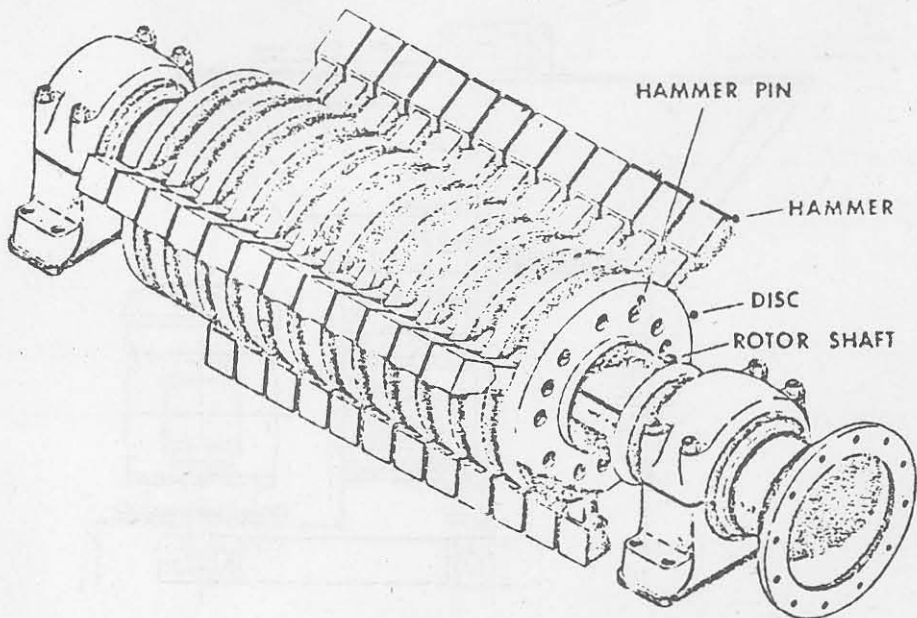
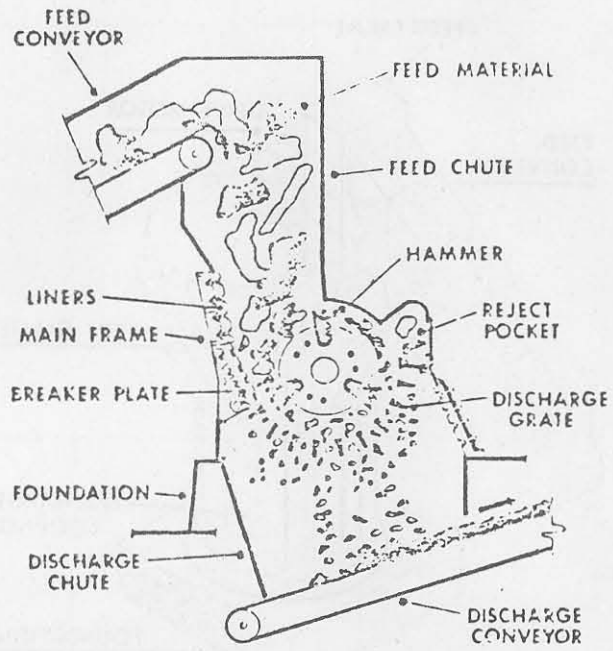
3) Wiles[17]

2) Porteous[10]

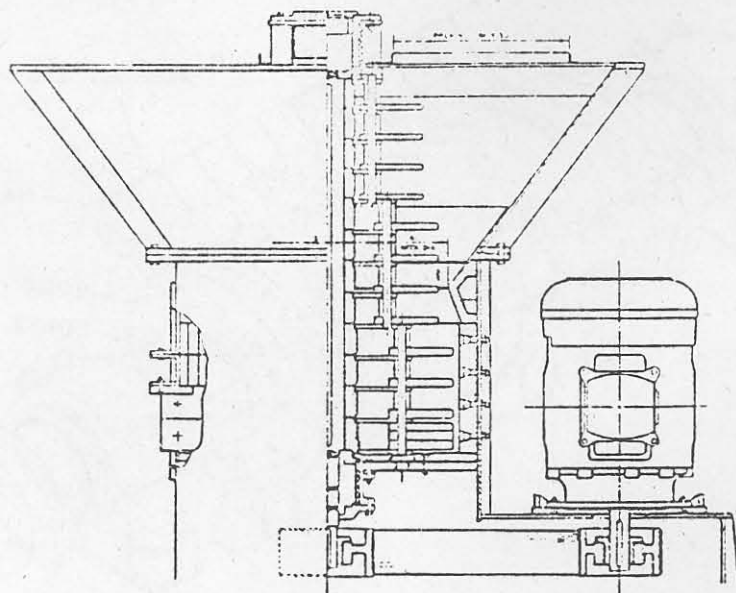
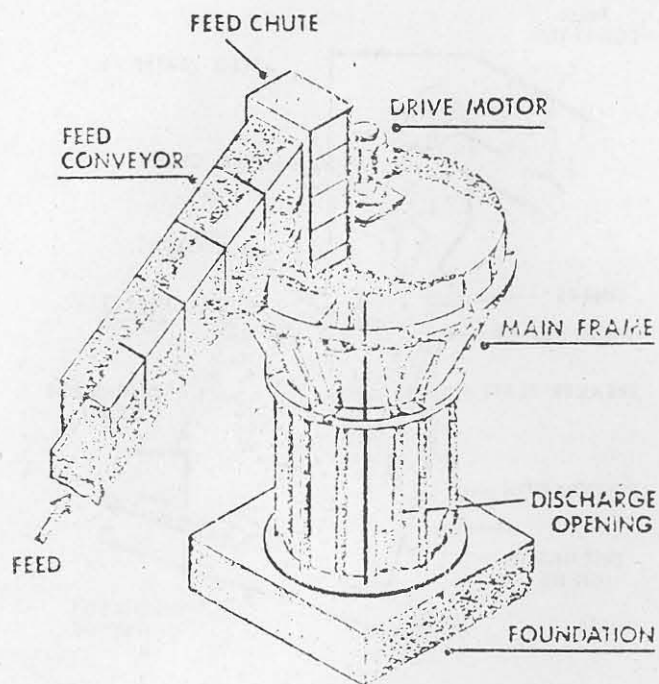
4) Harker & Allen[5]

อุปกรณ์ย่อยลดขนาดที่ใช้กันมากกับขยะที่เก็บจากชุมชนคือ Swing hammer mills มีทั้งเพลาตั้งและเพลาอนซึ่งเรียกว่า เครื่องย่อยขยะ (Shredders) ดังแสดงในรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ส่วนประกอบของเครื่องย่อยขยะมีโรเตอร์ซึ่งมีฉนวนเหวี่ยง (Swing hammer) ติดอยู่โดยอาศัยหมุดยึดโรเตอร์บรรจุในโครงห่อหุ้ม (Housing) ที่แข็งแรง

เครื่องย่อยขยะแกนอนมีโรเตอร์วางนอนบน Bearings ที่ปลายทั้งสอง การป้อนขยะทำโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงหรือสายพาน ใต้ตัวโรเตอร์จะมีตะแกรง (Discharge grate) เพื่อปล่อยให้ชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กกว่ารูผ่านไป ชิ้นส่วนที่โตกว่าจะถูกย่อยจนกว่าขนาดจะเล็กกว่า



รูปที่ 2 เครื่องย่อยขยะพลาสติก [16]



รูปที่ 3 เครื่องย่อยขยะเพลิง [16]

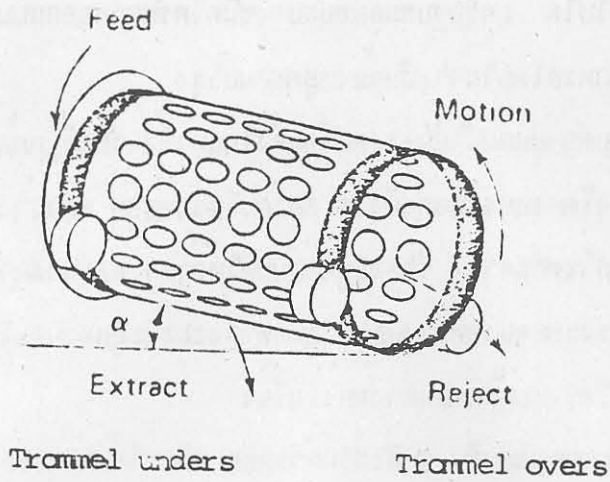
รุตะแกรงจึงจะผ่านไปได้ เครื่องบดย่อยขยะบางชนิดได้รับการออกแบบให้หมุนกลับทางได้ เพื่อเปลี่ยนด้านพื้นผิวที่สึกหรอโดยไม่จำเป็นต้องหยุดซ่อมบำรุง

เครื่องบดย่อยแกนตั้งนั้นโรเตอร์จะตั้งในแนวตั้ง วัตถุที่ถูกย่อยจะเคลื่อนตัวลงโดยแรงโน้มถ่วงตามช่องว่างโดยรอบระหว่างตัวโรเตอร์กับโครงห่อหุ้ม ช่องว่างนี้จะกว้างตอนบนและค่อยๆ แคบลงโดยลำดับไปทางตอนล่าง วัตถุจะถูกย่อยบดให้ค่อยๆ ลดขนาดลงโดยลำดับ โดยที่เครื่องบดย่อยแบบนี้ไม่มีตะแกรงแยกขนาดที่ช่องออก ขนาดของขยะจะถูกควบคุมโดยความกว้างของช่องว่างระหว่างโรเตอร์กับโครงห่อหุ้มที่ตอนล่างของเครื่อง

เครื่องบดย่อยแบบอื่น ๆ ที่ใช้ในการผลิต RDF ได้แก่ Steel ball mills และ Wet pulpers Steel ball mill ใช้บด RDF ให้ละเอียดเป็นผงในการผลิต Dust RDF ส่วน Wet pulper ใช้ผลิต Wet-pulped RDF

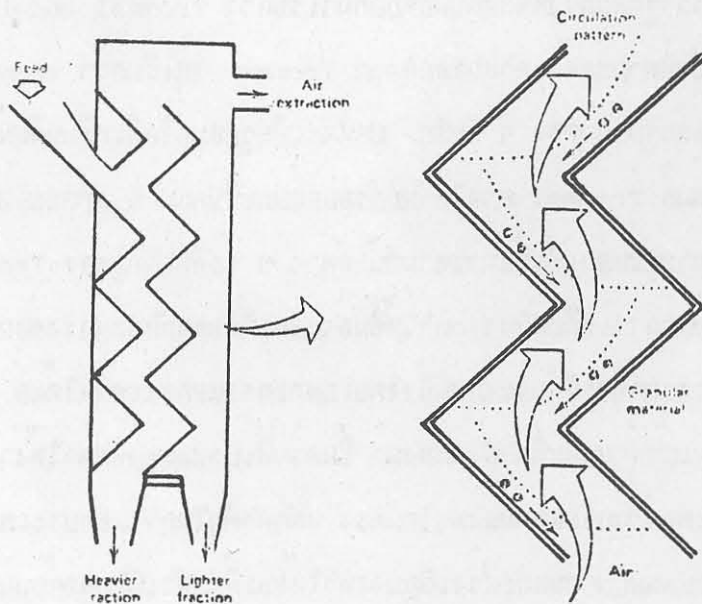
เครื่องแยกขนาดและชนิดของส่วนประกอบของขยะที่ใช้มากในเกือบทุกๆ กระบวนการผลิต RDF ได้แก่ Trommels, Air Classifiers และ Magnetic Separators Trommel มีโครงสร้างเป็นทรงกระบอกแข็งแรงสำหรับรองรับท่อตะแกรงลวดหรือท่อเหล็กเจาะรูเป็นตะแกรงปลายทั้งสองของท่อเปิดออก [2] แนวแกนของท่อวางเอียงทำมุมเล็กน้อยกับแนวระดับขยะที่มีส่วนผสมหลายอย่างเข้าสู่ปลายท่อด้านบน เมื่อ Trommel หมุนขยะก็จะหมุนตามและตกลงสู่พื้นตะแกรง ชิ้นส่วนขนาดเล็กกว่ารูตะแกรงก็จะหล่นลอดออกมาเรียกว่า Trommel unders ชิ้นส่วนขนาดใหญ่ก็จะเคลื่อนตัวไปยังปลายท่อด้านล่างและออกจาก Trommel ไปเรียกว่า Trommel overs รุตะแกรงอาจมีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กันไป ปกติจะเป็นรูปกลมหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าและมีการกระจายของรูอย่างสม่ำเสมอ Trommel อาจได้รับการออกแบบเป็นตอน ๆ แต่ละตอนมีรูตะแกรงแตกต่างกันไป ทั้งนี้เพื่อแยกขยะออกเป็นชิ้นส่วนตามขนาดต่าง ๆ ข้อดีที่สำคัญของ Trommel คือไม่ค่อยมีการอุดตันโดยลักษณะการเคลื่อนไหวยังจะทำให้ชิ้นส่วนขยะที่ดีติดอยู่กับตะแกรงค่อย ๆ หลุดไปในที่สุด

เครื่องแยกขยะอีกประเภทหนึ่งโดยเฉพาะการแยกกระดาษได้แก่ Air classifier เครื่องแบบนี้ใช้ลมเป่าผ่านขยะที่กำลังตกลงมา ชิ้นส่วนที่เบาและถูกพัดพาได้ง่าย จะลอยไปตามลม ชิ้นส่วนหนัก ๆ จะตกผ่านกระแสนลมลงมาโดยตรง หลักสำคัญในการแยกประเภทชิ้นส่วนของขยะคือ การทำให้เกิดกระแสลมปั่นวนและแรงเฉือนจะทำให้ขยะที่จับตัวเป็นกลุ่มก้อนแตกออกจากกัน ทำให้แยกชิ้นส่วนขยะได้ดีขึ้น การทำให้เกิดกระแสลมปั่นวนและแรงเฉือนทำได้หลายวิธี ที่ใช้กันมากที่สุดจะอาศัยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Zig Zag Classifier ดังแสดงในรูปที่ 5

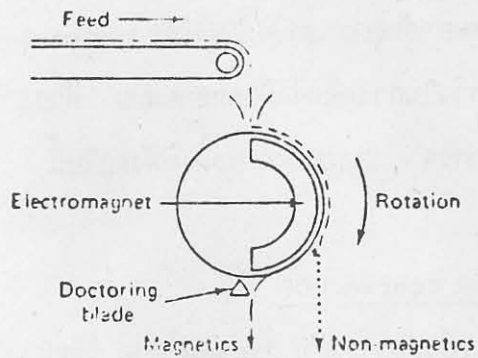


รูปที่ 4 ไคอะแกรมแสดง Trommel [16]

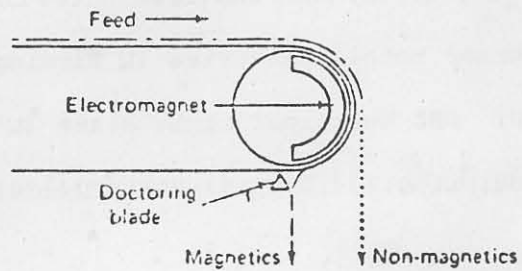
โลหะที่เป็นสารแม่เหล็กจะถูกแยกออกโดยอาศัย Magnetic separator ซึ่งกระทำได้ทั้งก่อนหน้าและภายหลังการแยกด้วยการเป่าลม Magnetic separator 2 ประเภทที่ใช้กันมากในการผลิต RDF คือแบบ Holding และแบบ Suspended ซึ่งมีหลักการทำงานดังแสดงได้โดยอาศัยรูปที่ 6



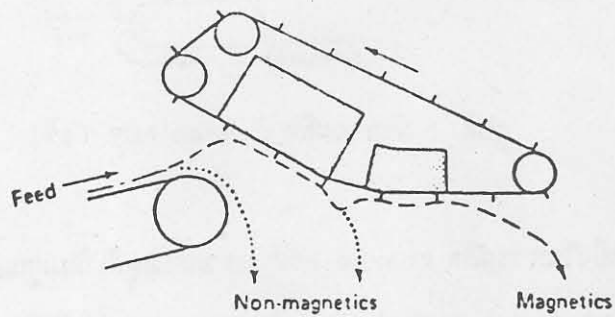
รูปที่ 5 ไคอะแกรมของ Zigzag Classifier [1]



n) Drum type holding separator



๒) Belt type holding separator



๓) Suspended type separator

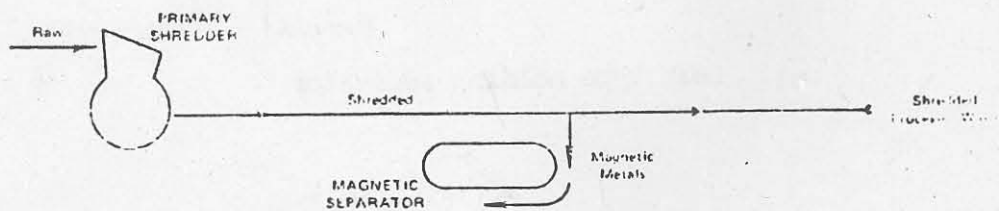
รูปที่ 6 Magnetic separator แบบต่าง ๆ [16]

กระบวนการอื่นๆ ที่มีใช้ในการผลิต RDF เหมือนกันได้แก่ การอัด RDF ให้หนาแน่นเพิ่มขึ้น (Densifying) และการทำให้ RDF เปราะจนแตกง่าย (Embrittling) การอัดแน่นโดย Briquetter และ Pellitizer มีใช้ในการผลิต d-RDF ในขณะที่สารเคมีที่ใช้ใส่ใน RDF ทำให้เส้นใยเซลลูโลส เปราะจนแตกง่ายในกระบวนการผลิต Dust RDF [7]

ในระบบผลิต RDF อุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้นจะถูกคัดเลือกและนำมาต่อเชื่อมกันเข้าอย่างเหมาะสม โดยอาศัยอุปกรณ์สำหรับลำเลียง (Conveyors) และสถานที่เก็บพัสดุในระหว่างกรรมวิธี แนวทางในการผลิตจึงมีได้หลายแบบ ตัวอย่างของกระบวนการผลิตที่เลือกมาแสดง โดยให้สอดคล้องกับการจำแนกประเภท RDF มีดังต่อไปนี้

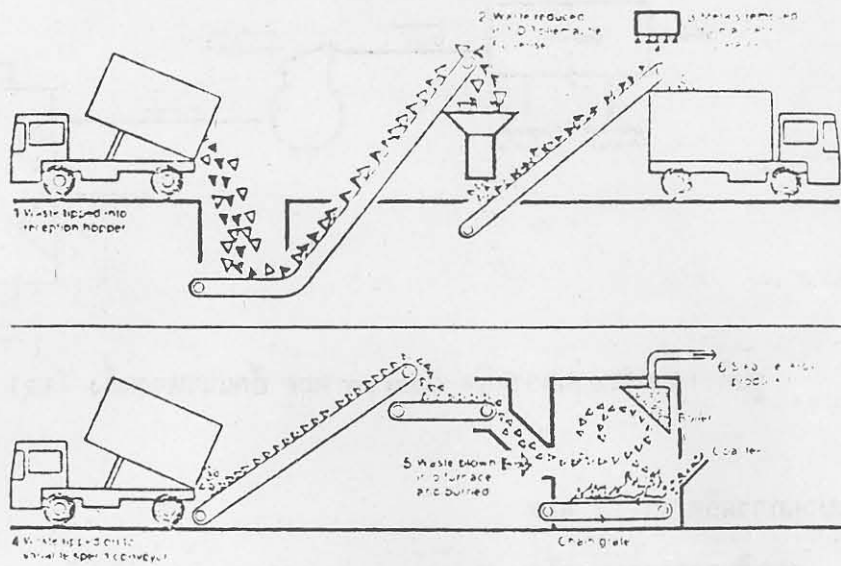
4.1 กระบวนการผลิต Coarse RDF

รูปที่ 7 เป็นผังการผลิต Coarse RDF วิธีหนึ่ง ขยะดิบจะถูกย่อยในเครื่องบดย่อย หลังจากนั้นสารแม่เหล็กจะถูกแยกออกโดย Magnetic separator กระบวนการนี้ทำให้ค่าเชื้อเพลิงของ RDF สูงกว่าของขยะดิบและชิ้นส่วนมีขนาดกระจายสม่ำเสมอมากขึ้น ตัวอย่างในโรงงานได้แก่ Imperial Metal Industries ใน Birmingham, U.K. ซึ่งใช้ RDF เป็นเชื้อเพลิงเสริม [10] และ Municipal Light Plant ใน Ohio, U.S.A. ใช้ RDF เป็นเชื้อเพลิงหลัก ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเสริม [15] แผนภูมิของโรงงานทั้งสองแสดงไว้ในรูปที่ 8 และ 9



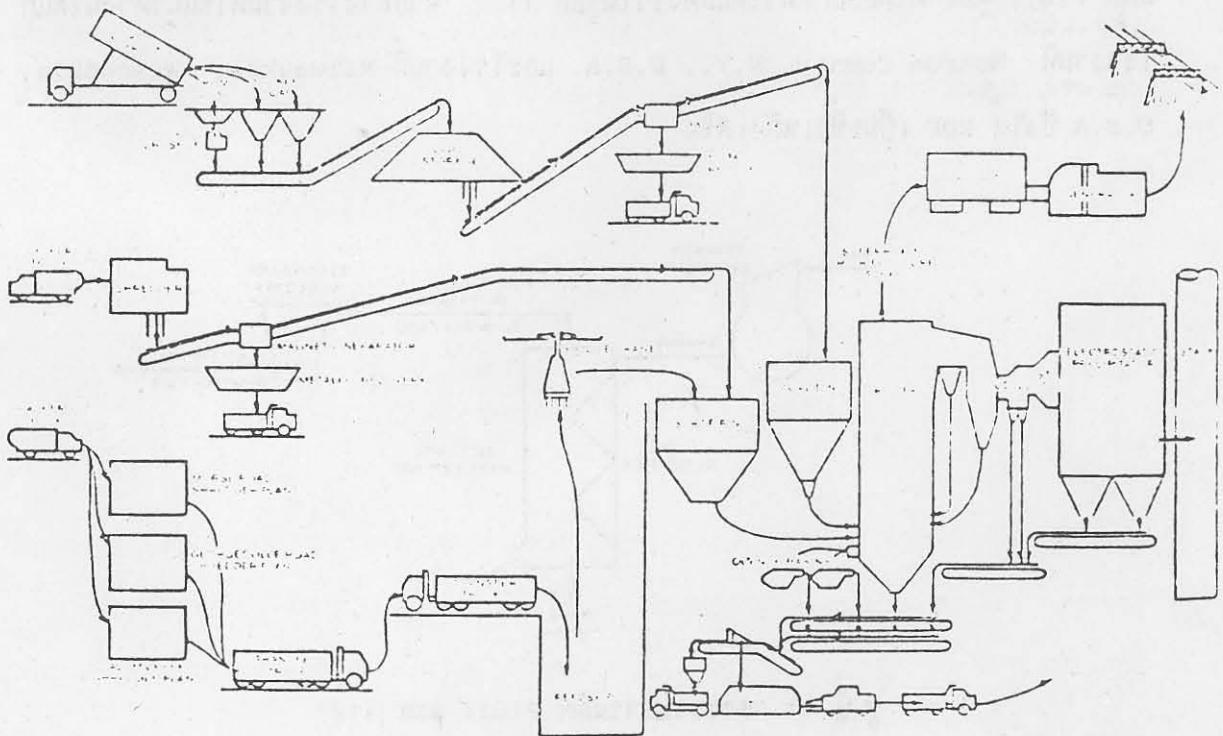
รูปที่ 7 ผังการผลิต Coarse RDF [12]

รูปที่ 10 แสดงวิธีหนึ่งในการผลิต Coarse RDF แล้วและอลูมิเนียมถูกแยกออกจากขยะโดย Trommel Trommel Overs จะถูกบดย่อยให้มีขนาดพอสมควรและมีการกระจายสม่ำเสมอขึ้น เพื่อให้ Air classifier แยกส่วนที่เบาไหม้ได้ซึ่งน้ำหนักเบาออกจากส่วนที่มีน้ำหนักมากได้ดียิ่งขึ้น

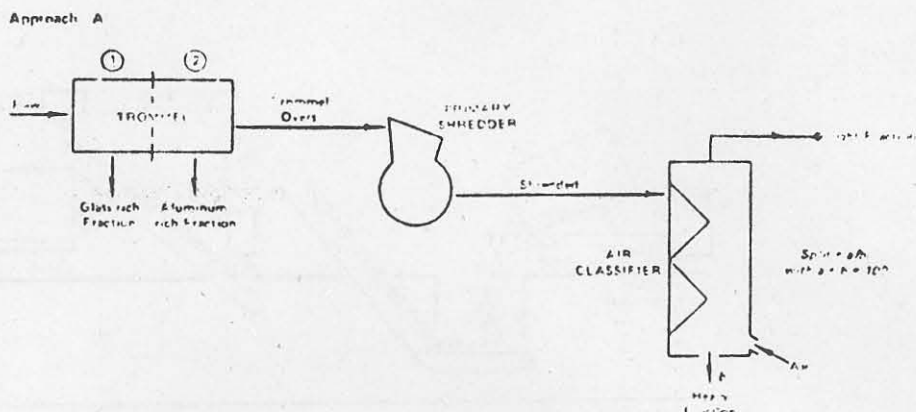


IMI flowsheet: refuse as a supplementary fuel (IMI Ltd) (Screening for the extraction of the minus 25 mm fraction is now recommended after pulverising.)

รูปที่ 8 ฟังงานของโรงงาน Imperial Metal Industries [10]



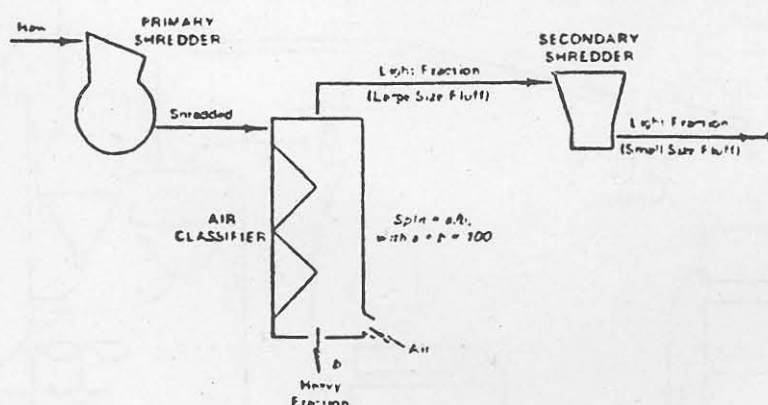
รูปที่ 9 ฟังงานของ Municipal Light plant [15]



รูปที่ 10 กระบวนการผลิต Coarse RDF อีกแนวทางหนึ่ง [12]

4.2 กระบวนการผลิต Fluff RDF

ขยะดิบจะถูกลดขนาดโดย Primary shredder แล้วผ่านไปยัง Air classifier เพื่อแยกชิ้นส่วนหนัก ๆ ออกไป ก่อนการเป่าลมแยกส่วนหากต้องการคัดแยก (Screening) เอาส่วนที่ไม่ติดไฟออกก็สามารถทำได้ หลังจากการเป่าลมแยกส่วนแล้วชิ้นส่วนน้ำหนักเบาจะผ่านการบดย่อยอีกครั้งโดย Secondary shredder ผลลัพธ์ที่ได้คือ Fluff RDF แผนภูมิกระบวนการผลิต Fluff RDF ที่ได้อธิบายมาได้แสดงไว้ในรูปที่ 11 ตัวอย่างโรงงานที่ใช้แนวทางนี้ได้แก่ โรงงานที่ Monroe County, N.Y., U.S.A. และโรงงานที่ Milwaukee, Wisconsin, U.S.A ซึ่งใช้ RDF เป็นเชื้อเพลิงเสริม



รูปที่ 11 กระบวนการผลิต Fluff RDF [12]

4.3 กระบวนการผลิต Dust RDF

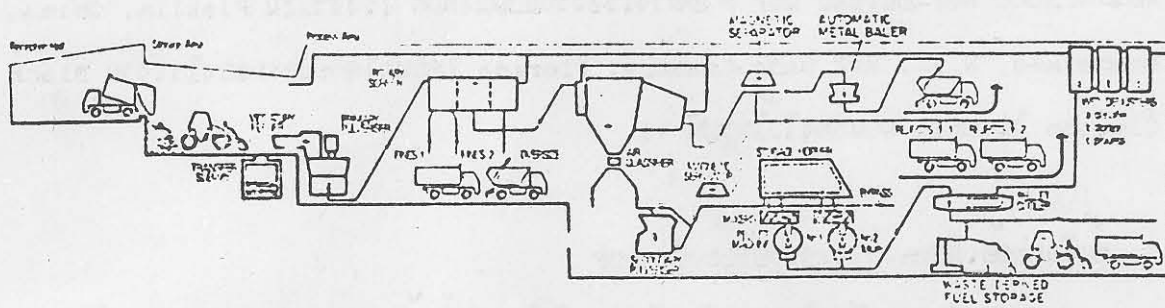
แผนภูมิกระบวนการผลิต Dust RDF ที่มีชื่อการค้าว่า ECO FULL^(R) II ที่ Bridgeport, Connecticut, U.S.A. ได้แสดงไว้ในรูปที่ 12 [16] ในกระบวนการนี้หลังจากที่ใช้มือแยกเก็บชิ้นส่วนขนาดใหญ่มากออกไปแล้ว ส่วนที่เหลือจะถูกบดเข้า Primary trommel อีก ชยะชิ้นเล็กที่เป็น Trommel unders จะถูกลำเลียงไปผ่าน Magnetic separator เพื่อแยกสารแม่เหล็กออกไปส่วนที่ปลอดสารแม่เหล็กถูกลำเลียงไปยัง Air Classifier ที่ใช้อากาศร่อนเป่าเพื่อทำให้ชยะแห้งไปในตัว นอกเหนือไปจากการแยกส่วนเป็นน้ำหนักเบาและน้ำหนักรวม ส่วนน้ำหนักรวมเบาจะถูกลำเลียงไปเข้า Secondary trommel เพื่อแยกแก้วและเศษหินออก จากนั้นก็จะมีการเติมสารเคมี Embrittling agent ทำให้เส้นใยเซลลูโลสเปราะแตกหักง่าย อันจะเป็นผลให้ลดพลังงานที่ใช้ในการบดให้เป็นผง ซึ่งกระทำในขั้นตอนต่อมาโดย Steelball mill กรรมวิธีขั้นสุดท้ายเป็นการแยก RDF ออกจาก Steel balls โดยเครื่องเป่าลม RDF จะถูกแยกเป็นส่วน ๆ ตามขนาดอนุภาค ส่วนที่มีอนุภาคโตจะถูกบดเข้าไบบดใน Steel ball mill ใหม่เพื่อให้ได้ขนาดที่ต้องการ Steel balls จะถูกทำให้ร้อนขึ้นและส่งกลับไปยัง Steel ball mill

4.4 กระบวนการผลิต Densified RDF (d-RDF)

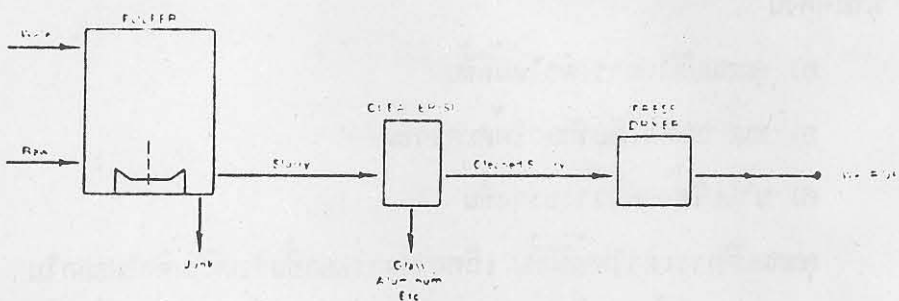
ชยะดิบจะถูกบดคยอยใน Primary shredder จากนั้นจะผ่านเข้าไปแยกเอาชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักรวมและไม้ติดไฟออกใน Air classifier ก่อนการเป่าลมแยกส่วนจะทำการแยกเอาแก้วออกหรือไม่ก็ทำได้ตามต้องการ จากการแยกส่วนโดยการเป่าลม ชิ้นส่วนน้ำหนักรวมเบาจะถูกลำเลียงไปบดคยอยอีกใน Secondary shredder จะได้เป็น Fluff RDF กรรมวิธีสุดท้ายเป็นการอัด Fluff RDF ให้มีความหนาแน่นเพิ่มอาจอัดเป็น Pellet โดย Pelletizer หรืออัดเป็นก้อนแบบอิฐโดย Briquetter ก็ได้ ตัวอย่างโรงงานได้แก่ Byker Reclamation Plant, Type and Wear County Council, U.K. [10] ซึ่งมีแผนภูมิดังแสดงในรูปที่ 13

4.5 กระบวนการผลิต Wet-pulped RDF

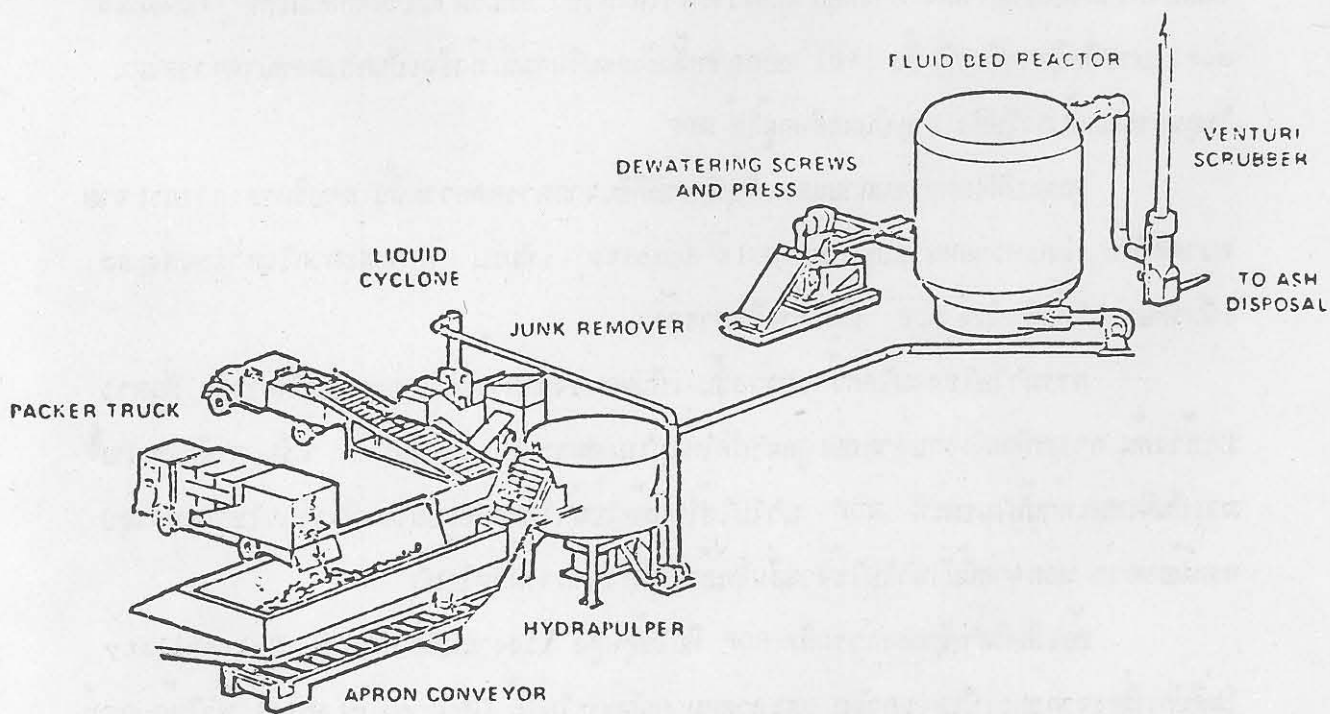
กระบวนการผลิตโดยกรรมวิธีของ Black Clawson ได้นำมาแสดงในรูปที่ 14 โดยที่จะไม่อธิบายซ้ำเนื่องจากได้อธิบายกระบวนการนี้ไปแล้วในเรื่องการจำแนกประเภทของ RDF



รูปที่ 13 Byker Reclamation Plant [10]



รูปที่ 14 กระบวนการผลิต Wet-pulped RDF [12]



รูปที่ 15 โรงงาน "Black Clawson" [1]

ตอนที่เกี่ยวกับ wet-pulped RDF ตัวอย่างโรงงานแบบนี้ได้แก่ โรงงานใน Flaklin, Ohio; Hempstead, N.Y., และ Dade County, Florida โดยนำไคอะแกรมของโรงงาน Black Clawson ใน Ohio มาแสดงไว้ในรูปที่ 15

5. ข้อดีและข้อเสียของการแปรรูปขยะเป็น RDF

หากพิจารณาในเชิงการสกัดพลังงานกลับคืนมาใช้แล้ว ขยะสามารถนำไปเผาและนำความร้อนกลับมาในรูปของไอน้ำ หรือนำไปผลิตเป็น RDF ก็ได้เช่นกัน การนำขยะไปผลิตเป็น RDF มีข้อดีดังนี้

ก) คุณสมบัติในการเผาไหม้ดีขึ้น

ข) ขนถ่ายและเก็บรักษาได้สะดวกขึ้น

ค) นำไปใช้งานกว้างขวางขึ้น

คุณสมบัติการเผาไหม้ที่ดีขึ้น เกิดจากการแยกชิ้นส่วนที่ไม่ติดไฟออกไป และขนาดของชิ้นส่วนกระจายสม่ำเสมอขึ้นทำให้ควบคุมการเผาไหม้ได้ง่ายขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อการปฏิบัติงานของโรงงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดพลังงานกลับคืน การแยกชิ้นส่วนที่ไม่ติดไฟออกไปเป็นการเพิ่มค่าความร้อนเชื้อเพลิง ทำให้อุณหภูมิการเผาไหม้สูงขึ้น ลดปริมาณอากาศส่วนเกิน (Excess air) ประสิทธิภาพจึงเพิ่มขึ้น [10] นอกจากนั้นยังลดปริมาณขี้เถ้าซึ่งเป็นการลดขนาดการลงทุนในอุปกรณ์ขนย้ายไปทิ้ง อันเป็นผลดีต่อผู้ใช้ RDF

คุณสมบัติในการขนถ่ายและเก็บรักษาที่ดีขึ้นจากการลดความชื้น ลดปริมาตรการกระจายขนาดที่ดีขึ้น และความหนาแน่นรวม (Bulk density) เพิ่มขึ้น ความสะดวกในการขนส่งและเก็บรักษาทำให้ผลิตภัณฑ์ RDF มีคุณค่าเชิงการค้า

การนำไปใช้งานไคกว้างขวางขึ้น เป็นผลมาจากการปรับปรุงคุณสมบัติต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น การสกัดพลังงานจากขยะถูกจำกัดให้อยู่ในเฉพาะ Incinerator หรือเตาที่ออกแบบมาเป็นพิเศษเท่านั้นในขณะที่ RDF นำไปใช้ในหม้อไอน้ำได้หลายแบบโดยมีการแก้ไขดัดแปลงอุปกรณ์น้อยกว่า นอกจากนี้ยังนำไปใช้งานอื่นได้ด้วยนอกจากการผลิตไอน้ำ

ข้อเสียที่สำคัญของการผลิต RDF คือใช้ทุนสูง โรงงานผลิต RDF มี Reliability ไม่ดีนักเนื่องจากขยะเป็นอเนกวัตถุ และคาดหมายลักษณะไม่ได้ (Unpredictable) ทำให้อุปกรณ์ในกระบวนการผลิตทำงานผิดพลาด สึกหรอหรือชำรุดเสียหายง่าย [9]

6. ศักยภาพการนำ RDF ไปใช้ประโยชน์

การใช้ประโยชน์ RDF ส่วนใหญ่เป็นในหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำใช้โดยตรงหรือเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าอีกทอดหนึ่ง การใช้ RDF อาจอยู่ในรูปเชื้อเพลิงเสริมซึ่งต้องการการดัดแปลงหม้อไอน้ำที่ใช้ถ่านหินหรือน้ำมันอีกเพียงเล็กน้อย หรืออาจไม่ต้องดัดแปลงเลยก็ได้สำหรับการใช้ RDF เป็นเชื้อเพลิงหลักทำได้ในหม้อไอน้ำที่ออกแบบเป็นพิเศษ ศักยภาพในการใช้ขึ้นกับความได้เปรียบของค่าเชื้อเพลิงหลักทำได้ในหม้อไอน้ำที่ออกแบบเป็นพิเศษ ศักยภาพในการใช้ขึ้นกับความได้เปรียบของค่าเชื้อเพลิงที่ลดลงต่อค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการเปลี่ยนจากเชื้อเพลิงเดิมมาเป็น RDF และยังคงบวกค่าความเสี่ยงต่อผู้ใช้ในส่วนค่าใช้จ่ายด้วย

การเผา RDF ในเตาซีเมนต์และการเผา RDF ร่วมกับตะกอนจากน้ำเสีย (Sewage sludge) ก็มีศักยภาพเช่นกัน เตาซีเมนต์เอื้ออำนวยต่อการเผาไหม้ RDF 3 ข้อ [10] ข้อแรกคือเตามีขนาดใหญ่อุณหภูมิสูงสามารถทำลายสารอินทรีย์ที่มีกลิ่นและพิษใน RDF ได้อย่างสมบูรณ์ ข้อสองวัตถุดิบในการทำซีเมนต์มีแคลเซียมคาร์บอเนตสามารถดูดซับก๊าซที่เป็นกรดจากการเผา RDF ออกไปได้ และข้อที่สามคือเตาปกติตั้งอุปกรณ์จัดฝุ่นละอองที่มีประสิทธิภาพสูงอยู่แล้วอุปกรณ์คือต้องทำ RDF ให้มีขนาดเล็กเท่าๆกันเพื่อเป่าเข้าในเตาซีเมนต์ได้ [12] การใช้ RDF ในเตาซีเมนต์ได้รับการทดสอบแล้วโดย BlueCircleGroup, ShorehamWorks, Susse, U.K. และ Browning, Ferris/Raytheon, Texas, U.S.A.

การเผา RDF กับตะกอนน้ำเสียเป็นผลดีในการจัดของเสียโดยได้พลังงานกลับมาใช้ในโรงงานปรับปรุงคุณภาพน้ำ [2] Franklin, Ohio, U.S.A น้ำเสียจากกระบวนการ wet pulping จะถูกผสมกับตะกอนน้ำเสียจากโรงงานปรับปรุงคุณภาพน้ำถูกกักตุนเหลือของแข็งร้อยละ 45 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำไปเผาในเตา Fluidised bed อีกโครงการหนึ่งเป็นการเผา Fluff RDF กับตะกอนน้ำเสีย ไอน้ำที่ผลิตได้ใช้ในสถานที่นั้น

7. ปัญหาอุปสรรคในการผลิต RDF

อุปสรรคที่เกิดขึ้นแยกเป็นทางเทคนิค ทางเศรษฐศาสตร์ และทางสภาพแวดล้อมเมื่อเปรียบเทียบ RDF กับเชื้อเพลิงฟอสซิลที่เคยอยู่เดิม

ปัญหาทางเทคนิค มีดังนี้ [4]

ก) การสูญเสียความเชื่อมั่น (Loss of reliability) ของโรงงานผลิต

ข. อันตรายจากการระเบิดในเครื่องบดขยี้ และอัคคีภัยในถุงใส่กรองจากฝุ่นอินทรีย์ที่เกิดขึ้น

ค. ความจำเป็นในการดัดแปลงหม้อไอน้ำ และการเปลี่ยนแนวทางปฏิบัติงานในการเดินเครื่องหม้อไอน้ำเนื่องจากคุณสมบัติทางการเผาไหม้ของ RDF

ก) การสูญเสียความเชื่อมั่น เกิดจากขยะเป็นอเนกวัตถุและคาดคะเนองค์ประกอบไม่ได้เมื่อป้อนเข้าโรงงานที่มีการวางระบบการปฏิบัติงานและมาตรฐานผลิตภัณฑ์สำหรับวัตถุดิบคุณภาพหนึ่ง ๆ นั้น หากวัตถุดิบมีคุณภาพผิดไปจากที่กำหนดไว้จะนำไปสู่ความยากลำบากในการปฏิบัติงาน การชำรุดของอุปกรณ์ และผลิตภัณฑ์คุณภาพต่ำลง

ข) การระเบิดในโรงงาน มีสาเหตุจากชิ้นส่วนของขยะจำพวก ดินปืน หินเนอร์ น้ำมันเบนซิน หรือฝุ่นละอองที่ระเบิดได้รวมตัวกันอย่างหนาแน่น เมื่อมีประกายไฟเกิดขึ้นและมีออกซิเจนพอการป้องกันทำได้โดยตรวจตราวัตถุดิบก่อนป้อนเข้าเครื่องบดขยี้ การมีหอระบายอากาศเพียงพอและการจัดหาอุปกรณ์ดับเพลิง

ค) RDF มีค่าความร้อนเชื้อเพลิงต่ำทำให้หม้อไอน้ำทำงานได้ไม่เต็มกำลัง ปัญหาเกิดจากปริมาณที่อุปกรณ์รับเชื้อเพลิงมีอยู่จำกัด ด้วยปริมาณเต็มทีของอุปกรณ์ RDF จะให้ความร้อนต่ำกว่าเชื้อเพลิงเดิมซึ่งมีค่าความร้อนเชื้อเพลิงสูงกว่า การจะให้ไต้กำลังเต็มอัตราเมื่อใช้ RDF จำเป็นต้องดัดแปลงอุปกรณ์รับเชื้อเพลิงให้เพิ่มปริมาณได้มากขึ้น นอกจากนี้ RDF มีปริมาณขี้เถ้าสูงและจุลหอยของขี้เถ้ายังต่ำด้วยทำให้เกิดปัญหาการหลอมตัวเป็นขี้ตะกรัน ซึ่งจะสร้างปัญหากับอุปกรณ์ขนขี้เถ้าไปทิ้งหากใช้ RDF เป็นปริมาณมาก ๆ

ปัญหาทางเศรษฐศาสตร์ ที่สำคัญคือการขาดแคลนตลาดสำหรับ RDF และตลาดรับซื้อไอน้ำจากโรงงานที่ใช้ RDF [13] ความจำเป็นในการดัดแปลงอุปกรณ์เดิมเพื่อให้ใช้กับ RDF ได้เป็นเหตุให้ขาดแคลนตลาดสำหรับ RDF เพราะผู้ใช้ไม่ต้องการลงทุนเพิ่มและยังต้องเสี่ยงกับผลระยะยาวจากการใช้ RDF ด้วย เนื่องจากยังไม่มีผลออกมาแน่นอนในเรื่องนี้ ราคา RDF จึงคิดได้จากราคาเชื้อเพลิงเดิมหักด้วยค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเปลี่ยนมาใช้ RDF และหักด้วยค่าลดหย่อนที่สะท้อนให้เห็นถึงความเสี่ยงที่ผู้ใช้ RDF จะต้องแบกรับ

ผลิตภัณฑ์หากอยู่ในรูปไอน้ำหรือไฟฟ้าจาก RDF การซื้อขายจะอยู่ในสัญญาระยะยาวเป็นผลให้ต้องมีอุปกรณ์ผลิตสำรองเพื่อให้การจำหน่ายมีความเชื่อถือได้ การลงทุนในอุปกรณ์ผลิตสำรองทำให้ราคาผลิตภัณฑ์สูงขึ้น นอกจากนี้แหล่งขยะอันเป็นวัตถุดิบจะต้องมีปริมาณเพียงพออย่างต่อเนื่องและไว้วางใจได้ด้วย

ปัญหาสภาพแวดล้อม ได้แก่ ฝุ่นละอองจากโรงงานผลิต RDF ทำให้อากาศเสีย และควันจากปล่องโรงงานที่ใช้ RDF เป็นเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังมีน้ำเสียจากการดับขี้เถ้าของ RDF ด้วย [11] อุปกรณ์ที่ใช้ลดปัญหานี้ได้แก่ระบบกรองฝุ่นละออง สเปรย์ฉีดละอองน้ำ หน้ากากกันฝุ่นและจุลินทรีย์และการทำความสะอาดรายวันเพื่อควบคุมการเกิดฝุ่นในโรงงานผลิต RDF

ก๊าซจากปล่องโรงงานที่ก่อปัญหาสภาพแวดล้อมมากได้แก่ออกไซด์ของกำมะถัน สารประกอบคลอไรด์ และสารจำเพาะบางประเภทเมื่อเปรียบเทียบกับกำมะถันที่เผาถ่านหินแล้ว การเผา RDF ผสมถ่านหินจะปล่อยคลอไรด์และสารบางประเภทสูงขึ้นแต่ปล่อยออกไซด์ของกำมะถันน้อยลง ดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6 โสเทหนักบางประเภทเช่นตะกั่วมีรายงานว่าเพิ่มขึ้นในขณะที่ธาตุบางชนิดเช่นปรอทลดลง

การวิเคราะห์เปรียบเทียบน้ำที่ใช้ดับขี้เถ้าจากการเผาถ่านหินอย่างเดียวกับน้ำที่ใช้ดับขี้เถ้า จากการเผา RDF ผสมถ่านหินชี้ว่าการใช้ RDF ผสมถ่านหินทำให้น้ำทิ้งมี BOD และอนุภาคแขวนลอยเพิ่มขึ้นและลคอกซิเจนที่ละลายอยู่ [12]

ตารางที่ 5 การทดสอบควันที่ปล่อยจากการใช้ RDF จากหม้อไอน้ำที่ 5 ที่ AMES, IOWA

สารประกอบ	ร้อยละ RDF ที่ใช้โดยค่าความร้อนที่ป้อนเข้า		
	0	20	50
1. สารจำเพาะบางประเภทที่ไม่ได้			
ควบคุม (g/MJ)	3.6	4.0	3.4
2. NO _x (stack, mg/MJ)	80	72	68
3. กำมะถัน (g/MJ)	2.3	1.7	1.6
4. คลอไรด์ (mg/MJ)	12	78	93
5. ฟอรัลดีไฮด์ (mg/MJ)	0.2	0.6	3.0
6. ไซยาไนต์ (mg/MJ)	0.22	0.17	0.19

ที่มา : Porteous [10]

ตารางที่ 6 การทดสอบควันท่ีปล่อยจากการใช้ RDF จากหม้อไอน้ำที่ 5 ที่ AMES, IOWA

สารประกอบ	ร้อยละ RDF ที่ใช้โดยค่าความร้อนที่ป้อนเข้า		
	0	20	50
1. สารจำเพาะบางประเภทที่ไม่ได้			
ควมคุม (g/MJ)	2.5	3.6	4.1
2. NO _x (stack, mg/MJ)	131	130	113
3. กำมะถัน (g/MJ)	0.8	0.3	0.4
4. คลอไรด์ (mg/MJ)	6	47	79
5. ฟอรัลดีไฮด์ (mg/MJ)	5.8	0.7	1.3
6. ไฮยาไนต์ (mg/MJ)	0.14	0.21	0.16

ที่มา : Porteous [10]

8. วิจารณ์และสรุป

แม้ว่าการแปรรูปขยะเป็น RDF จะให้คุณสมบัติการเผาไหม้ที่ดีขึ้น กระนั้นก็ยังไม่ใช่ความสะอาดและประหยัดเท่ากับเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ให้พลังงานสูงและสม่ำเสมอ เช่น ถ่านหิน น้ำมันหรือก๊าซธรรมชาติ ปัญหาทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ทำให้การตัดสินใจในการสร้างโรงงาน RDF เป็นสิ่งที่ขึ้นอยู่กับตำบลแหล่งที่จะสร้างอย่างมากเงื่อนไขต่อการคุ้มทุนของการสกัดพลังงานคืนจากขยะมีดังนี้คือ ประการแรกขยะจะต้องมีปริมาณกระดาษ ผลิภัณฑ์ปิโตรเลียมบนอยู่สูง ได้แก่ขยะจากชุมชนที่พัฒนาแล้ว ประการสองชุมชนที่ตั้งของโรงงาน RDF มีข้อจำกัดทางสภาพแวดล้อมหรือขาดแคลนที่ดินสำหรับทิ้งขยะ และประการสุดท้ายมีตลาดรับซื้อพลังงานอยู่ใกล้และพลังงานจากแหล่งอื่นราคาสูงกว่า

อย่างไรก็ตามหากคิดในแง่ที่ว่า การกำจัดขยะเองต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายอยู่แล้ว การเผาขยะเป็นเชื้อเพลิงจึงเป็นการทั้งสร้างแหล่งพลังงานและกำจัดขยะไปพร้อมกันทีเดียว ค่าใช้จ่ายด้านขนส่งเก็บรวบรวม และดำเนินการมวืกับขยะในบางส่วนจึงเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องเกิดขึ้นอยู่แล้วกับการกำจัดขยะจึงไม่ควรนำส่วนนี้ไปคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการผลิต RDF [10] หากแยกค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะออกแล้วเช่นนี้ราคาต้นทุนของการผลิต RDF ก็จะลดลงได้มากหรือเราอาจคิด

ในอีกแนวทางหนึ่งว่าเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนของ RDF กับราคาซื้อเพลิงแบบเดิมส่วนต้นทุน RDF ที่สูงกว่านั้นถือได้ว่าเป็นค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ และมีทางเป็นไปได้ที่ส่วนต้นทุนที่สูงกว่าและเราก็คือว่าเป็นค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะโดยการผลิตเป็น RDF นั้นอาจจะต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะโดยวิธีที่ใช้อยู่เดิมในปัจจุบัน การประเมินจุดคุ้มทุนของการผลิต RDF จึงควรเทียบกับ ราคาซื้อเพลิงแบบเดิมบวกค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะโดยวิธีอื่น

ในกรณีของประเทศกำลังพัฒนาหรือด้อยพัฒนา เทคโนโลยี RDF จะค่อนข้างใหม่ยังมีปัญหาต้องแก้ไขอีกมาก การดำเนินการต้องใช้ทักษะการบริหารระดับสูงและใช้ทุนมากโรงงาน RDF ที่จัดว่าราคาต่ำก็ยังถือว่าใช้ทุนมากสำหรับประเทศกำลังพัฒนา [3] ดังนั้นการผลิต RDF จึงไม่เป็นแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาล้างงานและการกำจัดของเสียสำหรับประเทศกำลังพัฒนา

9. เอกสารอ้างอิง

1. Barton, A.F.M. (1979), Resource Recovery and Recycling, John Wiley, New York.
2. Campbell, J.A. et al (1981), "Trommelling Proves Effective Step in Many Resource Recovery Systems", Solid Wastes Management, V24, No. 1, p 34.
3. Connor, M.A. (1980), "A Solid Waste Disposal Strategy for Developing Countries", First International Conference on Technology for Development, Canberra, 24 November 1980 pp233-237.
4. Fürmaier, B. (1979), "Necessity and Possibilities of Waste Treatment and Waste Recovery for Reuse : Shown by the Domestic Waste Disposal Program of Bavaria", Recycling Berlin' 79, Vol.1, International Recycling Congress Berlin' 79.
5. Harker, J.H. & D.A. Allen (1972), Fuel Science, Oliver and Boyd Pub., Edinburgh.

6. Hasselriis, F. (1980), "Eco Fuel and the Bridgeport Facility", Design & Management for Resource Recovery, Vol. 1 Energy from Waste, edited by T.C. Frankiewicz, Ann Arbor Science Pub., Michigan.
7. Hecht, N.L. et al (1980), "Technology for Powdered Fuel Preparation from Solid Waste", Design & Management for Resource Recovery, Vol.1 Energy from Waste, edited by T.C. Frankiewicz, Ann Arbor Science Pub., Michigan.
8. Johnson, N. et al (1981), "California Waste Energy Projects Learn from Others", Solid Waste Management, V24, No.8, p 82.
9. Martyn, P. (1983) "Garbage Power", Renewable Energy News, 16 March 1983.
10. Porteous, A. (1981), "Refuse Derived Fuels", Applied Science Pub., London.
11. Reilly T.C. & Powers D.J., (1980), "Resource Recovery System Part II, Environmental, Energy, and Economic Factors", Solid Waste Management, V23, No.6, p 38.
12. Renard, M.L. (1978), "Refuse-Derived Fuel (RDF) and Densified Refuse-Derived Fuel (d-RDF)", National Center for Resource Recovery, Inc., Report No. RM 77-2.
13. Scaramelli, A.B. (1982), "Energy Market Key to Project Planning", Solid Waste Management, V25, p 12.
14. Serper A. (1980), "Resource Recovery Field Stands Poised between Problems, Solutions", Solid Waste Management, V23, No.5 p 16.

15. Anon (1981), "Refuse and Coal-Fired Electric Plant will Help City Solve Two Problems", Cover story, Solid Waste Management, V24, No.5, p 26.
16. Vesilind R.A. & Rimer, A.E. (1981), "Unit Operations in Resource Recovery Engineering", Prentice Hall, New Jersey.
17. Wiles, C.C. (1979), "The Production and Use of Densified Refuse Derived Fuel", Municipal Solid Waste Resource Recovery, Proc. of the 5th Annual Res. Symp. at Orlando, Florida, pp 274-292.