



การบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ในอุตสาหกรรมหลอมเศษโลหะ



ดร. กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน

**กองนวัตกรรมวัสดุพิเศษและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่**

16 พฤษภาคม 2561

Outline:

- ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม
- ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมหลอมโลหะ
- Best Available Techniques (BAT) ที่ใช้ในโรงงานหลอมโลหะ
- Best Available Techniques (BAT) สำหรับลดการปลดปล่อย U-POPs



ปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย



ทรัพยากรธรรมชาติ

รักษาพื้นที่ป่า 102.4 ล้านไร่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ทรัพยากรทางทะเล และชายฝั่ง



คุณภาพอากาศ

สารมลพิษที่เกินมาตรฐาน คือ ฝุ่นขนาดเล็ก ก๊าซโอโซน และเบนซีน



คุณภาพน้ำ

น้ำผิวดินเกินมาตรฐาน ร้อยละ 14
น้ำทะเลชายฝั่งมีคุณภาพเสื่อมโทรมบริเวณท่าเรือ และปากแม่น้ำใกล้โรงงานอุตสาหกรรม



“ขยะเป็นวาระแห่งชาติ”

ขยะมูลฝอยทั่วประเทศมีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่ก็มี การนำไปจัดการอย่างถูกวิธีเพิ่มขึ้น



ก๊าซเรือนกระจก

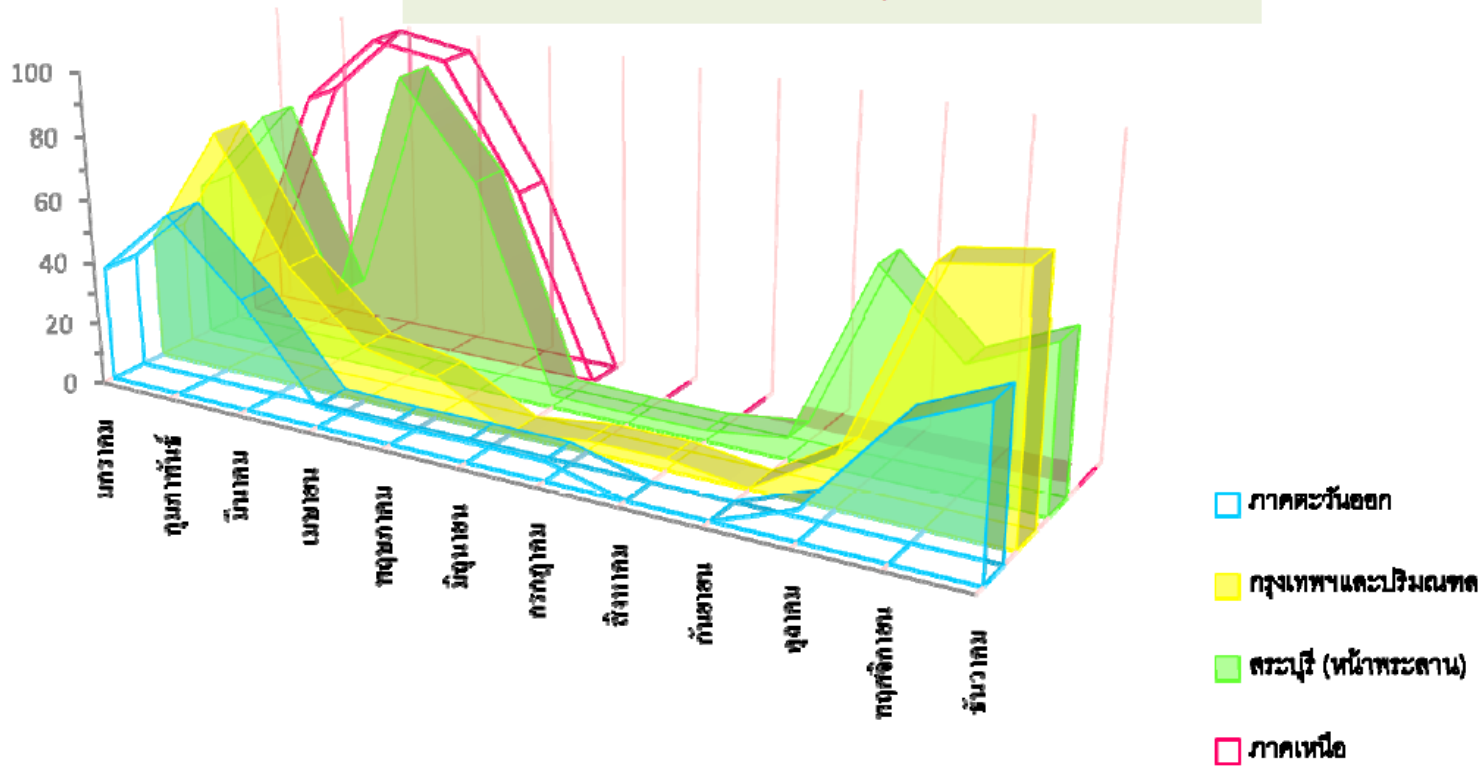
ภาคอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดปริมาณสูงสุด
แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 11 กำหนดให้ไทยมุ่งสู่การเป็น “เศรษฐกิจและสังคมคาร์บอนต่ำ”



สถานการณ์มลพิษทางอากาศ

จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐาน

ภาพแสดงการกระจายตัวของปัญหาคุณภาพอากาศในช่วงปี 2560



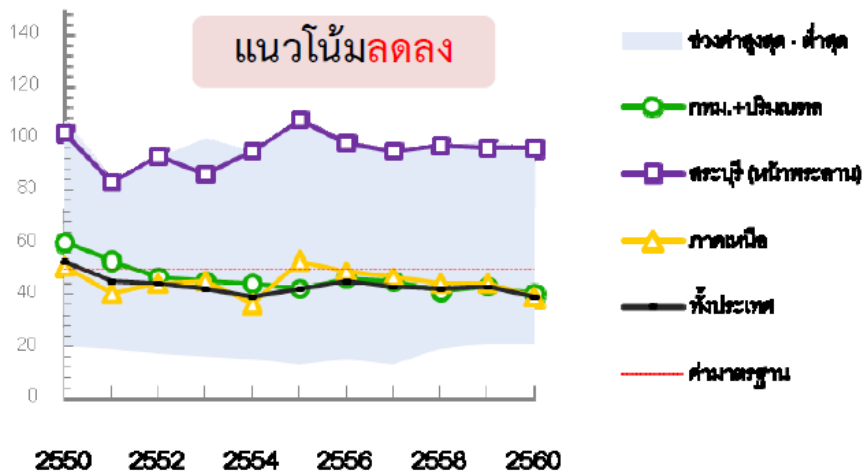
ภาพรวมคุณภาพอากาศมีแนวโน้มดีขึ้น

สารมลพิษที่มีปัญหา : ฝุ่นละออง (TSP PM₁₀ PM_{2.5}) ก๊าซโอโซน สารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs)

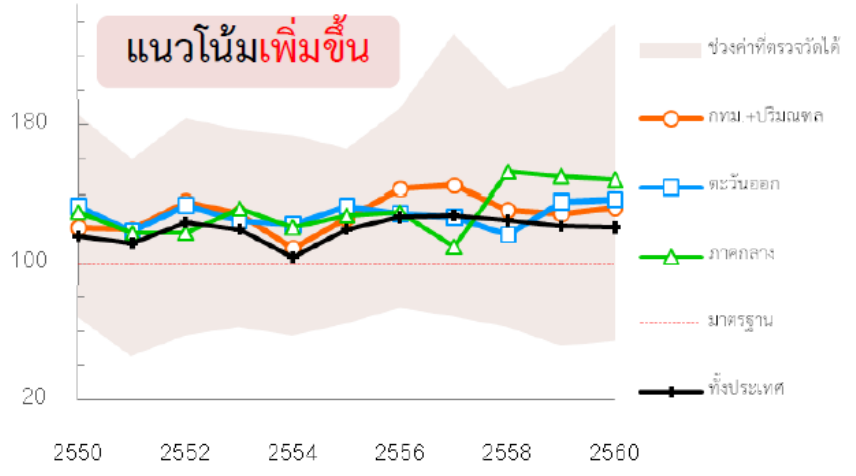
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ



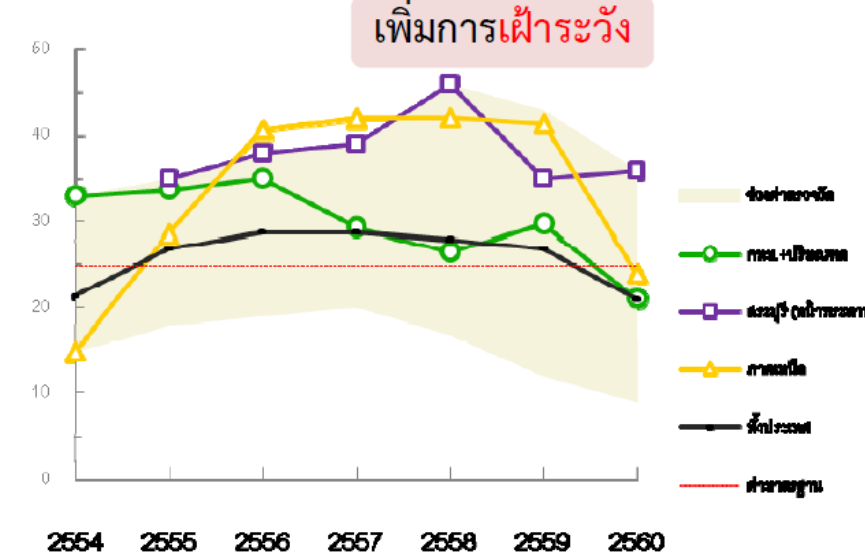
PM₁₀ เฉลี่ยรายปี (มกก./ลบ.ม.)



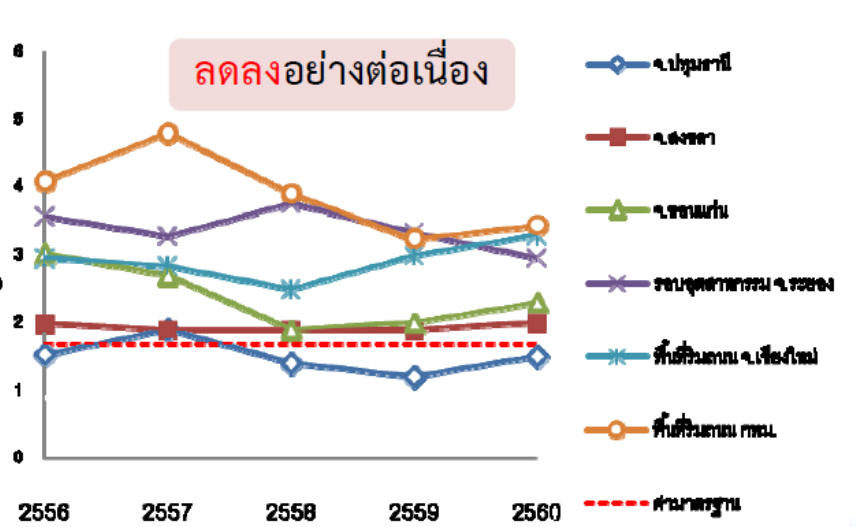
ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมงสูงสุด (ppb)



PM_{2.5} เฉลี่ยรายปี (มกก./ลบ.ม.)



สารเบนซินเฉลี่ยรายปี (มกก./ลบ.ม.)

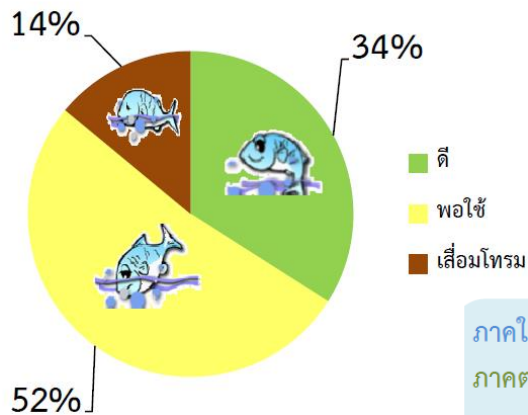


ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ



สถานการณ์มลพิษทางน้ำ

คุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ปี 2560



แหล่งน้ำคุณภาพเสื่อมโทรมสุด
5 อันดับ

1. เจ้าพระยาตอนล่าง จ.สมุทรปราการ
2. ท่าจีนตอนล่าง จ.สมุทรสาคร
3. พังราดตอนบน จ.จันทบุรี
4. ระยองตอนล่าง จ.ระยอง
5. กวาง จ.ลำพูน

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

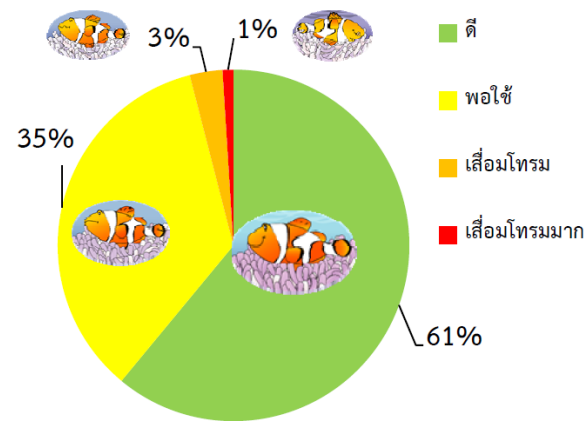
ภาคใต้ : คุณภาพน้ำดีกว่าภาคอื่น
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ : ลำดับรอง
ภาคกลาง : คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมกว่าภาคอื่น

คุณภาพน้ำดี : อ่าวไทยฝั่งตะวันออก
อ่าวไทยตะวันตก ชายฝั่งอันดามัน

คุณภาพน้ำพอใช้ : อ่าวไทยตอนใน

คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมมาก
ปากคลอง 12 ธันวาคม หน้าโรงงานฟอกย้อม กม. 35
จังหวัดสมุทรปราการ
ปากคลองท่าเคย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

คุณภาพน้ำทะเล ปี 2560



พื้นที่คุณภาพน้ำทะเลเสื่อมโทรมสุด
5 อันดับ

1. ปากคลอง 12 ธันวาคม จ.สมุทรปราการ
2. หน้าโรงฟอกย้อม กม. 35 จ.สมุทรปราการ
3. ปากคลองท่าเคย จ.สุราษฎร์ธานี
4. ปากแม่น้ำเจ้าพระยา จ.สมุทรปราการ
5. ปากแม่น้ำท่าจีน จ.สมุทรสาคร



สถานการณ์การจัดการขยะมูลฝอย ปี 2560

ขยะมูลฝอยเกิดขึ้น 27.40 ล้านตัน

(เพิ่มขึ้นจากปี 2559 ร้อยละ 1.26)

อัตราการเกิดขยะ 1.13 กก./คน/วัน (ลดลงจากปี 2559 ร้อยละ 0.9)



นำไปกำจัดถูกต้อง

11.70 ล้านตัน (ร้อยละ 43)
(เพิ่มขึ้นจากปี 2559 ร้อยละ 22)



นำไปรีไซเคิล

8.52 ล้านตัน (ร้อยละ 31)
(เพิ่มขึ้นจากปี 2559 ร้อยละ 47)



นำไปกำจัดไม่ถูกต้อง

7.18 ล้านตัน (ร้อยละ 26)
(ลดลงจากปี 2559 ร้อยละ 39)

ปัจจัยที่มีผลต่อการบริหารจัดการขยะมูลฝอย

- อัตราค่าธรรมเนียมที่เรียกเก็บไม่สอดคล้องกับต้นทุน
- ไม่มีการคัดแยกขยะจากต้นทาง
- ความพร้อมของ อปท.
- สถานที่กำจัดขยะไม่เพียงพอ/ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ
- มีการใช้สินค้า/บรรจุภัณฑ์กำจัดและย่อยสลายตามธรรมชาติยาก



ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ



สถานการณ์ของเสียอันตรายจากชุมชน ปี 2560

ของเสียอันตรายจากชุมชน
เกิดขึ้น **618,749** ตัน



ได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง
60,619 ตัน (ร้อยละ 9.8)



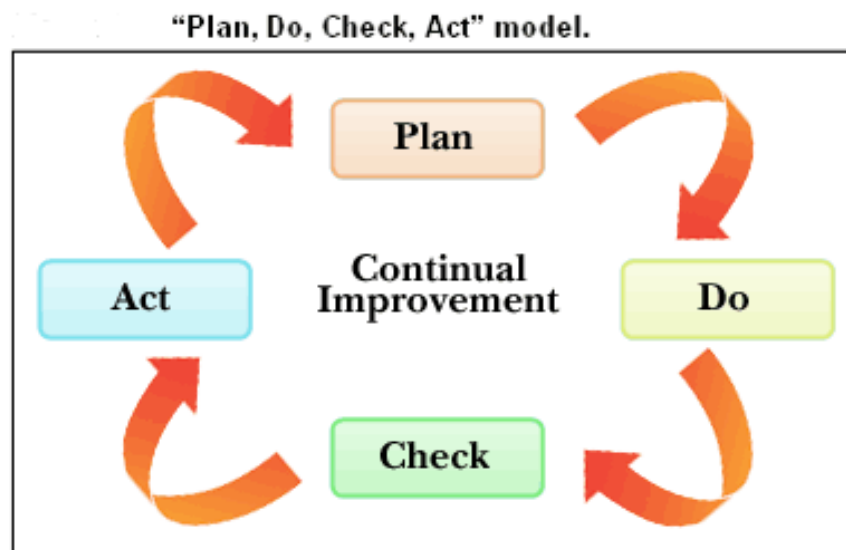
ปัจจัยที่มีผลต่อการบริหารจัดการ ของเสียอันตรายจากชุมชน

- ยังมีระบบคัดแยก เก็บ รวบรวม และขนส่งไปกำจัด ไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่
- ขาดกฎระเบียบในการคัดแยกของเสียอันตรายจากชุมชนออกจากขยะมูลฝอยทั่วไป
- ศูนย์รวบรวมของเสียอันตรายจากชุมชนเพื่อรอส่งไปกำจัดอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลางไม่ครอบคลุมทั่วประเทศ
- สถานที่บำบัด/กำจัด มีไม่เพียงพอ
- มีซากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์บางประเภท ถูกนำไปรีไซเคิลไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ
- ไม่มีการคัดแยกของเสียอันตรายจากบ้านเรือน

ระบบการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Management System: EMS)

เป้าหมาย:

เพื่อกำหนดมาตรการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตอย่างต่อเนื่อง



Effective EMS Development Tool



องค์ประกอบที่สำคัญของ EMS:

- Policy Statement
การกำหนดนโยบายขององค์กรด้านสิ่งแวดล้อม
- Identification of Significant Environmental Impacts
การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต รวมถึงกิจกรรมและการบริการต่างๆ
- Development of objectives and targets
การกำหนดเป้าหมายขององค์กรที่ท้าทาย
- Implementation
แผนการดำเนินงานเพื่อบรรลุเป้าหมายที่กำหนด
- Training
สร้างความตระหนักและเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อความรับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อมให้แก่พนักงาน
- Management review
สรุปผลและทบทวน



Worldwide standards EMS: ISO 14001

International Organization for Standardization ได้จัดทำอนุกรมมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม “ISO 14000 Series” เป็นชุดมาตรฐาน เริ่มจากหมายเลข 14001 จนถึง 14100 โดยทั้งหมดจะเกี่ยวข้องกับการจัดการสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น เช่น

- Environmental Management Systems (EMS) เช่น ISO 14001 เกี่ยวกับระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม
- Environmental Auditing and Related Environmental Investigation (EA) เช่น ISO 14010 –14012 เกี่ยวกับการตรวจสอบสิ่งแวดล้อม
- Environmental Labelling (EL) เช่น ISO 14020 –14024 เกี่ยวกับฉลากสิ่งแวดล้อม
- Environmental Performance Evaluation (EPE) เช่น ISO 14031 เกี่ยวกับการประเมินผลการปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อม
- Life Cycle Assessment (LCA) เช่น ISO 14040 –14043 เกี่ยวกับการวิเคราะห์และการประเมินวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์
- Terms and Definitions (T&D) เช่น ISO 14050 เกี่ยวกับคำศัพท์และนิยาม
- WG 1 “Environmental Aspects of Product Standards” เกี่ยวข้องข้อพิจารณาด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์



PDCA Cycle	ISO 14001
Plan	4.2 Environmental Policy
	4.3 Planning
	4.3.1 Environmental Aspects
	4.3.2 Legal and Other Requirements
	4.3.3 Objectives, Targets, Programmes
Do	4.4 Implementation and Operation
	4.4.1 Resources, Roles, Responsibilities and Authority
	4.4.2 Competence, Training and Awareness
	4.4.3 Communication
	4.4.4 Documentation
	4.4.5 Control of Documents
	4.4.6 Operational Control
	4.4.7 Emergency Preparedness and Response
Check	4.5 Checking
	4.5.1 Monitoring and Measurement
	4.5.2 Evaluation of Compliance
	4.5.3 Nonconformity, Corrective Action and Preventive Action
	4.5.4 Control of Records
	4.5.5 Internal Audit
Act	4.6 Management Review



ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

- มลพิษทางอากาศ
 - Dust, Particulate Matter (PM)
 - Off-gas : CO, CO₂, SO_x, NO_x, HCl, HF, HC, Alkalichlorides, Organic compounds (e.g. PCDD/F, PCB, HCB) etc.
- มลพิษทางน้ำ เช่น Oil, Grease, Phenol, Heavy/Toxic metal, Organic compounds, etc.
- กากของเสีย เช่น Slag, Dross, Scale, กากตะกอนจากระบบบำบัดต่างๆ, etc.
- มลพิษอื่นๆ เช่น ความร้อน, เสียง, การสั่นสะเทือน เป็นต้น



การกำหนดมาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม

สามารถทำได้โดยศึกษาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

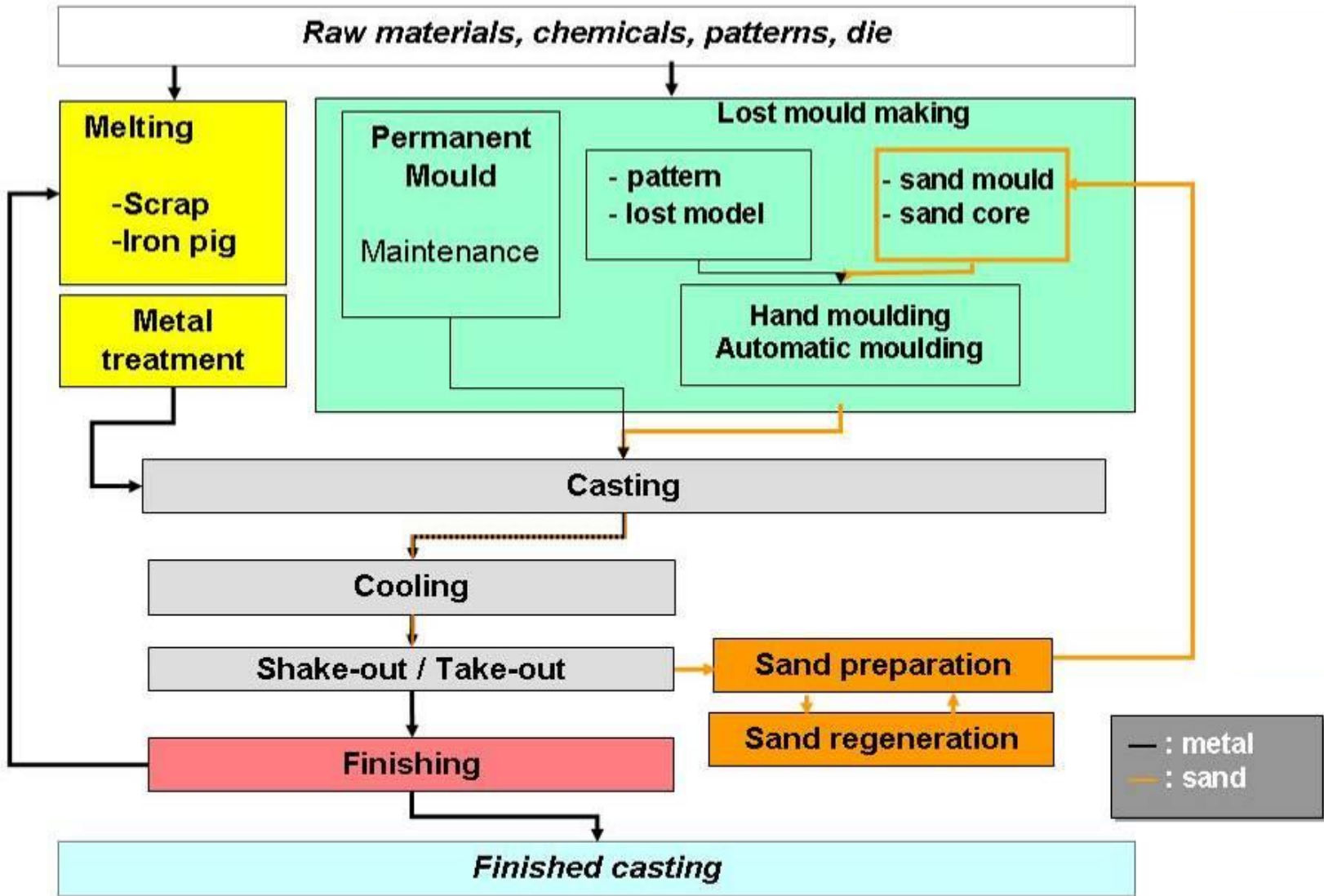
- แหล่งกำเนิดมลพิษ
- สาเหตุของการเกิดมลพิษ
- สภาพและช่วงเวลาที่เกิดมลพิษ
- ชนิด ปริมาณ และคุณลักษณะของมลพิษ
- วิธีป้องกันไม่ให้เกิด หรือลดปริมาณการเกิดมลพิษ

การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีจะช่วยให้

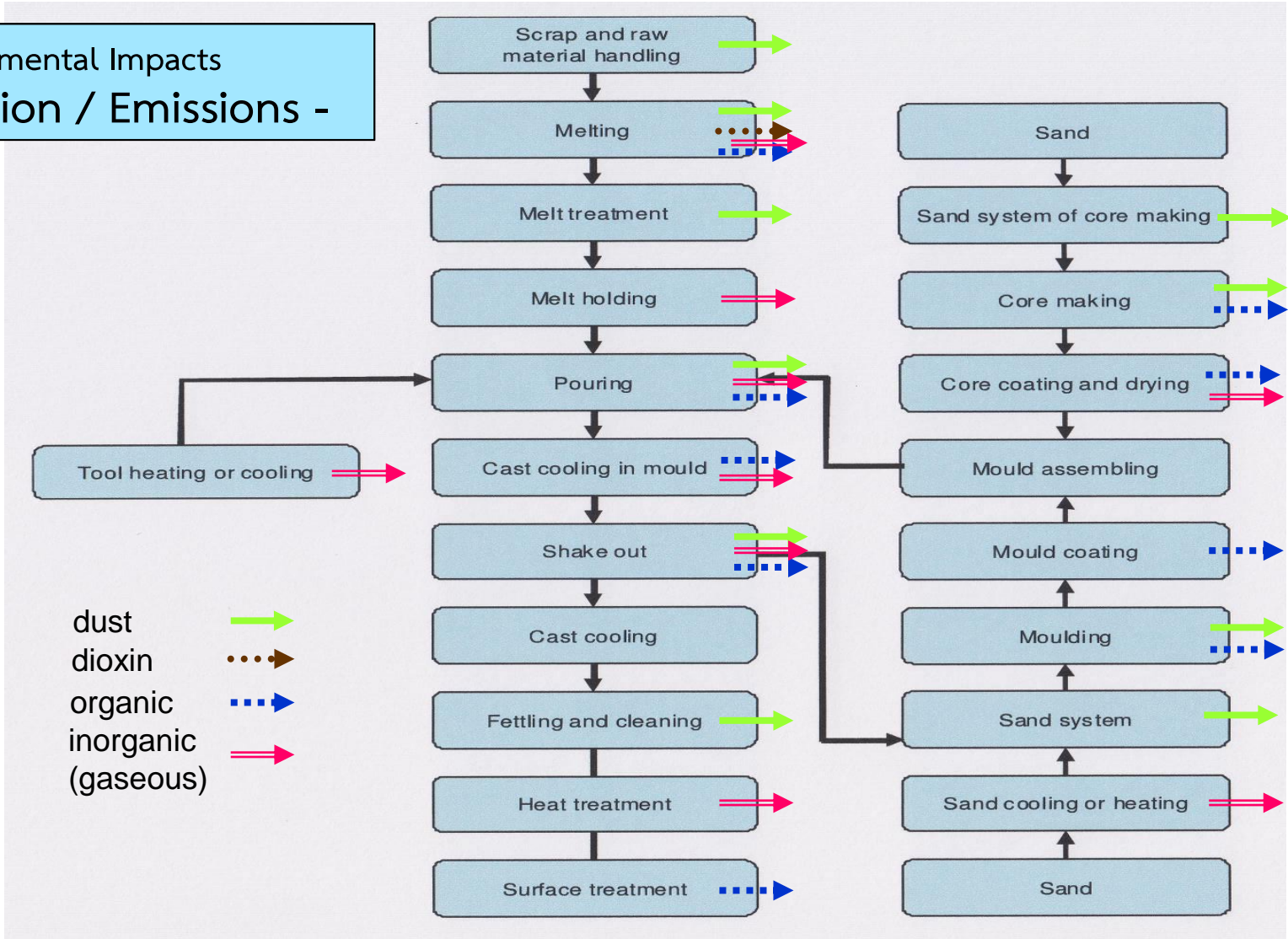
- ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- ลดการใช้ทรัพยากร ลดของเสีย ประหยัดต้นทุนการผลิต
- เพิ่มผลผลิต เพิ่มประสิทธิภาพ เพิ่มคุณภาพ
- ลดความเสี่ยง เพิ่มความปลอดภัย
- สร้างภาพลักษณ์ที่ดีขององค์กร
- ก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน



Process Flow-Chart Metal Casting Industry

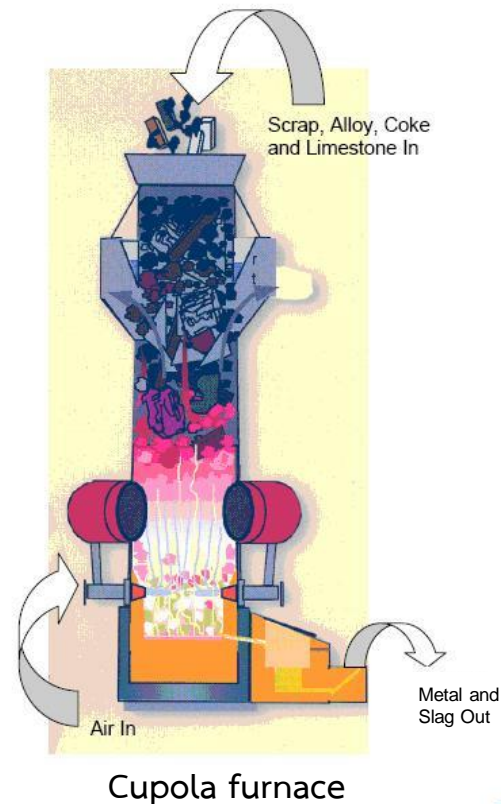


Environmental Impacts
- Air Pollution / Emissions -



มลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต:

- Storage and Handling raw materials
 - Dust from uncovered storage of scrap, pig iron, sand, coke, etc.
 - Volatile organic compounds (VOC) from tanks of organic binders
- Melting and Metal treatment
 - Dust (metal content)
 - CO / CO₂
 - SO_x (depend on type of fuel)
 - NO_x
 - HF
 - Dioxins / Furans
 - Organic pollutants





Induction furnace



Electric Arc furnace



Rotary furnace



Reverberatory furnace

- Mould and Core production
 - Dust
 - CO(emitted during core and mould curing or drying)
 - Organic pollutants

Binder system	Furan bonded sand	Phenolic bonded sand
Volatile organic compounds (VOCs)	1,4	1,25
Phenol	0,02	0,18
Formaldehyde	0,08	0,15
All data in kg/tonne molten metal		

Source: BREF Document Smitheries and Foundries, 2005

- Sand preparation / Sand regeneration
 - Dust
 - CO / CO₂
 - SO₂
 - NO_x
 - Organic compounds



- Casting, Cooling and Shake-out
 - Dust
 - CO / CO₂
 - Degradation compounds from binder type (e.g. Aromatics, Benzene, formaldehyde, Phenol, Amines, VOC)
 - Organic compounds by using expandable pattern casting (lost foam/ full mould casting)
 - Odour
- Finishing
 - Dust (metal content) and Respirable dust
- Painting
 - Organic compounds



น้ำเสียในกระบวนการผลิต:

โรงงานหลอมเศษโลหะมีการใช้น้ำมากโดยเฉพาะในกระบวนการหล่อเย็นและการทำความสะอาด โดยน้ำเสียที่เกิดขึ้นมักจะมีการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกต่างๆ เช่น เศษโลหะ ดิน ทราย น้ำมัน สารหล่อลื่น รวมถึงสารเคมีจำพวก amines และ sulphates เป็นต้น สำหรับกระบวนการที่มีน้ำทิ้งหรือน้ำเสีย ได้แก่

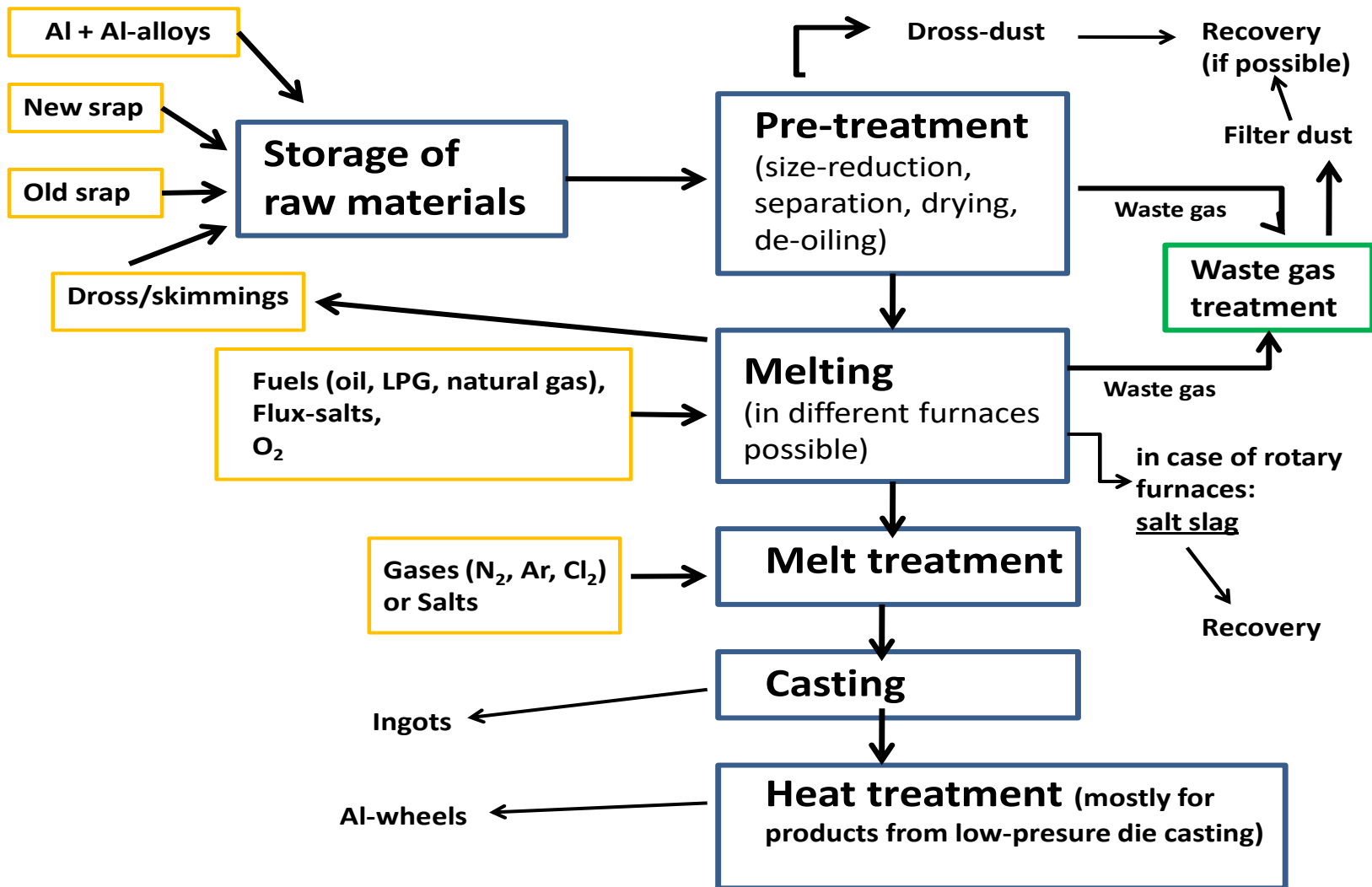
- Storage of scrap and drainage of the storage area
- Cleaning process
- Mould and core making
- Sand treatment and sand reclamation
- Cooling system
- Wet scrubber
- Fettling shop
- Cold baths for heat treatment
- Painting shop



กากของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ได้แก่

- Sand from the sand treatment and sand reclamation
- Slag / dross from melting and metal treatment processes
- Scale from casting and rolling processes
- Dusts of raw materials
- Dust from the smelting / casting operation, which is deposited in a filter
- Dust from the fettling shop that is collected in separating installation
- Swarfs / turnings from the fettling shop
- Spent abrasives from grit/shot blasting
- Scrubber liquid and sludge spreading operations and the waste water treatment plant
- Refractory waste from electric furnaces, ladles and tapping spouts
- Chemical and oil tanks
- General internal industrial waste.





การใช้แนวทางด้านเทคนิคที่ดีที่สุด (BAT) /แนวปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีที่สุด (BEP)
เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

Best Available Techniques (BAT) :

“the **most effective** and **advanced** stage in the development

- of **activities** (process, installations) and their **methods of operation**
- which indicate the practical suitability of **particular techniques** for providing in principle the basis for emission limit values
- designed to **prevent** and **reduce emissions** and the **impact on the environment** as a whole.”



Best Available Techniques (BAT)

- **Best:** most effective in achieving a high general level of protection of the environment as a whole.
- **Techniques** : the technology used and the way in which the installation is designed, built, maintained, operated and decommissioned
- **Available** techniques : developed on a scale which allows
 - implementation in the specific industrial sector,
 - under economically and technically viable conditions,
 - taking into consideration the costs and advantages,
 - reasonably accessible to the operator,



Best Environmental Practices (BEP)

The application of the most appropriate combination of environmental control measures and strategies

- environmental management system in the plants
- the way of the management of a plant, maintenance and repair of facilities to reduce emissions
- the training of managing staff of the enterprise to options for the efficient use of energy and influence on the prevention of environmental damage
- the involvement of all employees of the company in creating an environmentally friendly production
- the information of the public about it Environmental effects of the plant



Best Available Techniques (BAT) ทั่วไปที่ใช้ในโรงงานหลอมโลหะ

- Environmental Management
- Material flows management
- Reduction of fugitive emissions
- Dusty materials in silos equipped with fabric filter



Best Available Techniques (BAT) ทั่วไปสำหรับกระบวนการหลอมโลหะ

- เลือกใช้เทคโนโลยีการผลิตโดยคำนึงถึง low-effect, low-emission และ low-waste ตลอดจนการใช้วัตถุดิบ และการใช้ทรัพยากร เช่น น้ำและพลังงาน
- เลือกใช้กระบวนการ เครื่องจักรอุปกรณ์ หรือวิธีการผลิตที่มีการใช้งานเป็นผลสำเร็จจริงในระดับอุตสาหกรรม
- เลือกใช้วัตถุดิบหรือสารเคมีที่ไม่เป็นอันตราย
- ใช้หลักการ 3R กับของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต
- วางแผนการติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์และวันที่เริ่มผลิตที่สอดคล้องกับเทคโนโลยี ณ ปัจจุบัน



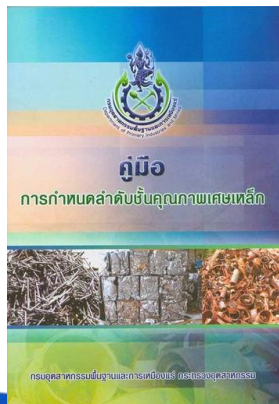
Best Available Techniques (BAT) การลดการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

- ประเมินจุดที่มีโอกาสเกิดมลพิษทางอากาศ เช่น สถานที่เก็บวัตถุดิบ ขั้นตอนปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบ เตาหลอม เตาปรุ และขั้นตอนการหล่อ เป็นต้น
- ชนิดและคุณภาพของวัตถุดิบมีผลโดยตรงกับการเกิดมลพิษทางอากาศ
- วิธีการเคลื่อนย้ายและการป้อนวัตถุดิบมีผลกับการเกิดมลพิษทางอากาศ
- การใช้ฟลักซ์และสารปรุแต่งน้ำโลหะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ
- พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีผลโดยตรงกับการเกิดมลพิษทางอากาศ
- การจัดการของเสียที่ไม่เหมาะสม (Slag, Dross, Skimming, Scale, Sludge) อาจส่งผลต่อการเกิดมลพิษทางอากาศ



Best Available Techniques (BAT) ในการจัดเก็บวัสดุดิบ ผลิตภัณฑ์ และของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต

- Separation of different compounds in raw material
- Non-dusty, non soluble, or large item material in open stockpiles allowed
- Oil containing or water-soluble components under cover
- De-oiling or de-coating of raw material
- Sizing or compacting of metal scrap
- Fine dusts in enclosed buildings, silos or in sealed packaging



Material	Storage	Handling	Pre-Treatment	Comment
Fuel and other oils	Tanks or drums in bunded areas	Secure pipeline or manual system	Heated storage and pipelines	Back-venting of displaced gases
Fluxes and salts	Enclosed (silo) if dust forming	Enclosed conveyers with dust collection		
Fine dust, skimmings, dross etc.	Enclosed if dust forming	Enclosed with dust collection	Milling and density separation	
Swarf	Covered bays if soluble or emulsified oils	Mechanical loader	Swarf dryer, centrifuging	Oil collection if necessary
Coarse dust	Open or covered bays	Mechanical loader	Swarf dryer if necessary	Oil collection if necessary
Lump (raw material or slag)	Open	Mechanical loader		Oil collection if necessary
Whole items, foils and sheets	Open or covered bays	Mechanical loader		Oil collection if necessary
Chlorine gas or mixtures containing chlorine	Approved pressure vessels	Approved methods		
Products- slab, billets, sheets, ingots	Open storage		Pre-heating	
Process residues for recovery e.g. skimmings, salt slags, linings	Covered or enclosed depending on dust formation	Depends on conditions	Separation by milling and/or dissolution. Potentially very dusty	Skimmings and salt slag need to be kept dry.
Wastes for disposal	Covered or enclosed bays or covered containers for transport depending on material	Depends on conditions		Appropriate drainage system

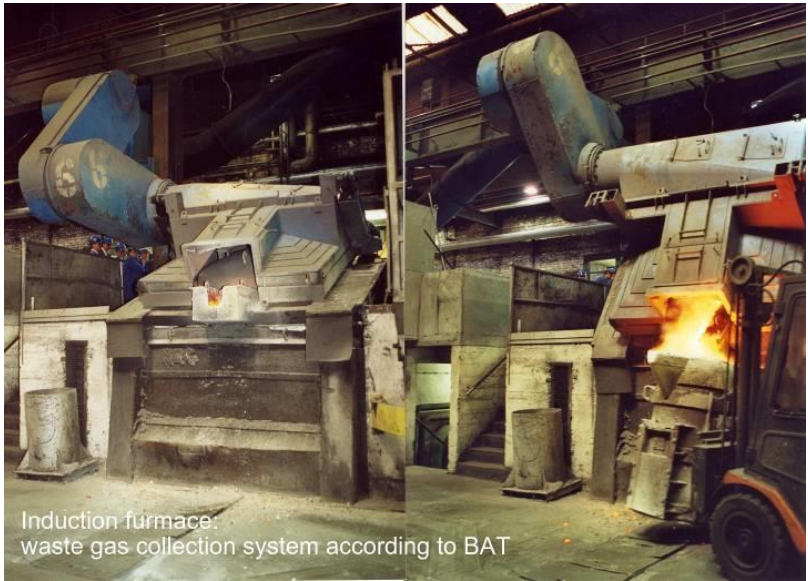


Best Available Techniques (BAT) ในกระบวนการหลอมโลหะ

Induction Furnace

- The capture of smoke and dust is the most difficult problem to solve when installing an off-gas collection system on a coreless induction furnace, since there is no exhaust shaft
 - Swing aside hoods
 - Cover extraction
- Melt clean scrap, avoiding rusty and dirty inputs and adhering sand
- Use medium frequency power, and when installing a new furnace, to change any mains frequency furnace to medium frequency (50 Hz to 250 Hz)
- Evaluate the possibility of waste heat recuperation and to implement a heat recovery system if applicable
- Use a hood, lip extraction or cover extraction on each induction furnace to capture the furnace off-gas and to maximize off-gas collection during the full working cycle





Induction furnace:
waste gas collection system according to BAT



Induction furnace:
hood opened to demonstrate
waste gas collection efficiency
(usually closed)



Induction furnace:
closed hood melting phase

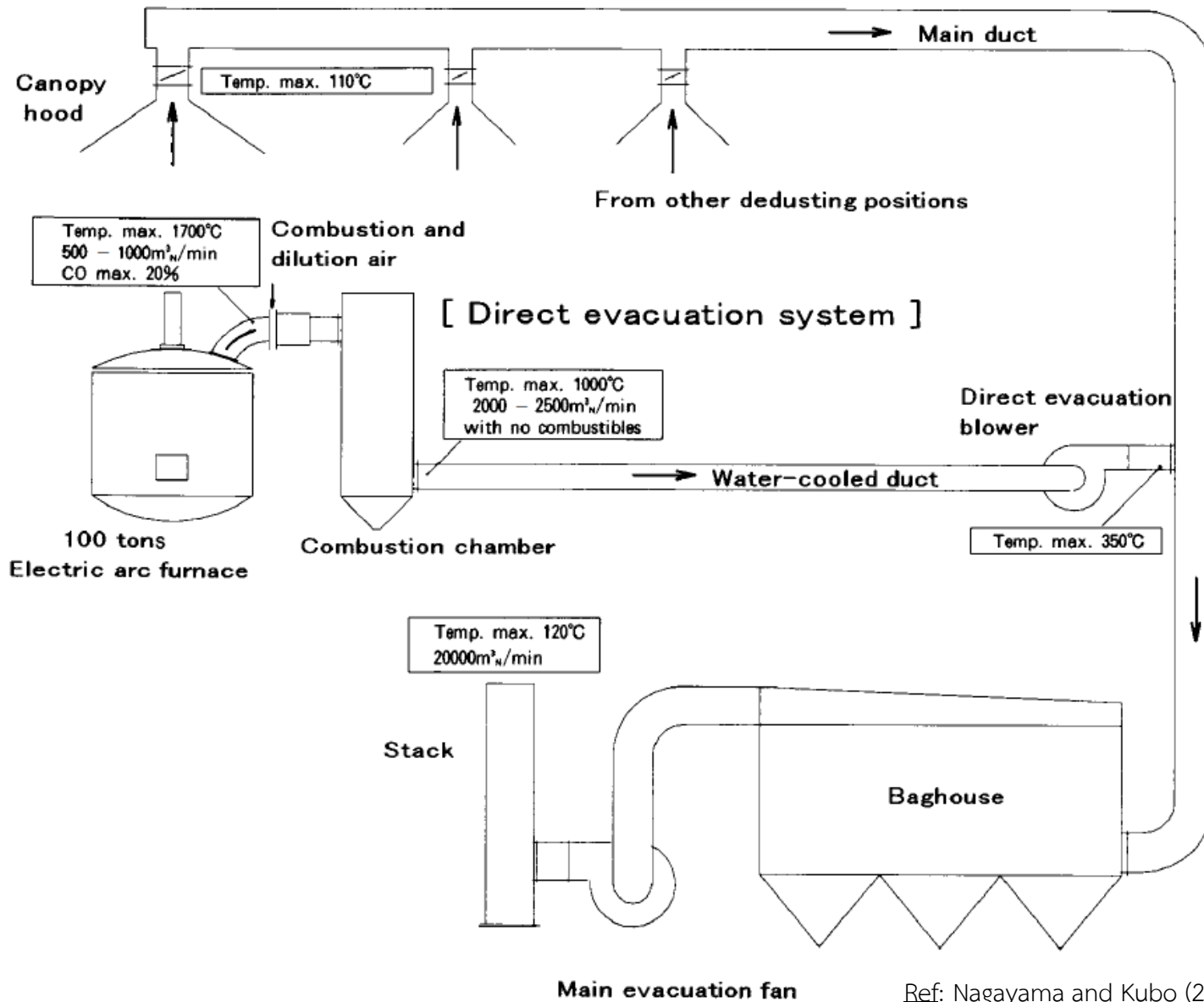


Best Available Techniques (BAT) ในกระบวนการหลอมโลหะ

Electric Arc Furnace

- Apply reliable and efficient process controls to shorten the melting and treatment time
- Capture furnace off-gas using one of the following techniques:
 - Roof mounted hoods
 - Canopy hoods
 - Direct furnace or “fourth-hole” evacuation
 - Partial furnace enclosure
 - Total furnace enclosure (Dog-house)
- Cool the furnace off-gas and dedust using a bag filter
- Recycle filter dust





Ref: Nagayama and Kubo (2001)

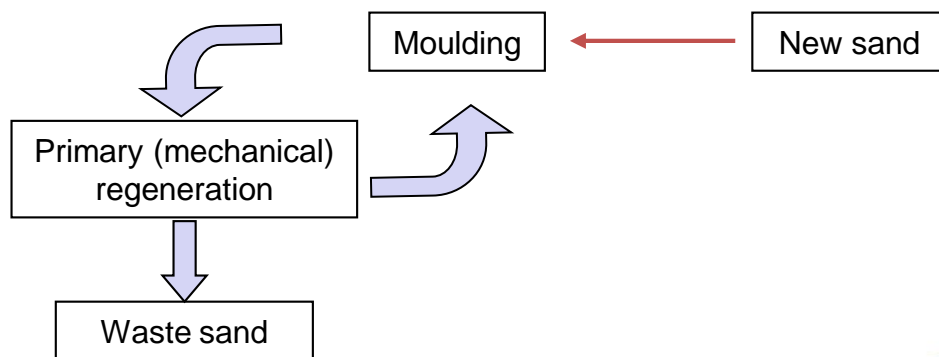
EAF Melting shop dedusting system



Best Available Techniques (BAT) ในกระบวนการทำแบบหล่อทราย

Green sand moulding

- Enclose all the unit operations of the sand plant (vibrating screen, sand dedusting, cooling, mixing operations) and to dedust the exhaust gas by using fabric filter.
- Apply primary regeneration. The new sand addition depends on the amount of cores used and their compatibility.
- For green sand monosystems, regeneration ratios (mass of regenerated sand/total sand mass) of 98 % are associated with the use of BAT. In case of high degree of incompatible cores the BAT-associated regeneration ratio is 90 – 94%.



Chemically Bounded Sand moulding

Sand type	Technique	Regeneration ratio (%)
Cold setting mono sand	Simple mechanical regeneration	75 – 80
Silicate mono sand	Heating and pneumatic treatment	45 – 85
Monosands of cold-box, SO ₂ , hot-box, cironing Mixed organic sands	Cold mechanical or thermal regeneration	in cores: 40 – 100 in moulds: 90 – 100
Mixed green and organic sand	mechanical-thermal-mechanical treatment, grinding or pneumatic	in cores: 40 – 100 in moulds: 90 – 100
Regeneration ratio: mass of regenerated sand/total mass of sand used		



Best Available Techniques (BAT) ในกระบวนการหล่อโลหะ

- Enclose pouring and cooling lines and provide exhaust extraction, for serial pouring line
- Enclose the shake-out equipment, and treat the exhaust gas using wet or dry dedusting
- BAT associated emission level for dust is specified by 5 - 20 mg/m³



Best Available Techniques (BAT) ในการจัดการของเสีย

Slag

The minimization of the slag can be formed through the following measures:

- Use of clean scrap
- Lower metal temperatures
- Avoid overheating (at times high temperatures)
- Avoidance of long dwell times of molten metal in the furnace
- The appropriate use of fluxes
- The appropriate use / selection of refractory brick lining
- Use of water cooling for furnace walls, to avoid wear and tear on the refractory lining
- For an external recycling of slag treatment may be required in the foundry (pretreatment)



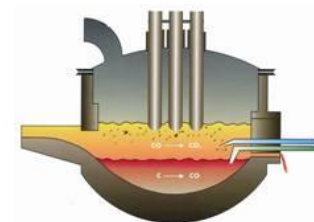
Dust from fabric filters

- In all production processes, unavoidable dusty waste is caused by using indispensable fabric filters the to fall also dusty waste .
- The dust contains elements which evaporate at the high temperatures of the melting process and condense on cooling the gases again, such as zinc and lead
- Several technologies can recover filter dusts in sufficient concentration of metal
- The fly ash is disposed as waste in landfill



Best Available Techniques (BAT) โดยกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ สำหรับการกระบวนการผลิตเหล็กกล้าจากเศษเหล็กด้วยเตาอาร์คไฟฟ้า (EAF)

- การเลือกชนิดและกำหนดส่วนผสมเศษเหล็ก
- การเลือกใช้หม้อแปลงสำหรับเตาอาร์คไฟฟ้า (Ultrahigh-Power: UHP > 0.70 MVA/ton)
- การทำโฟมสแลก (Slag Foaming)
- การพ่นออกซิเจนลงในเตาหลอมเพื่อช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์
- การใช้หัวเผาเชื้อเพลิงผสมออกซิเจน
- การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก
(ลด Temp 60 °C => ลดพลังงาน 10 kWh/ton, ลดเวลาทำงานได้ 8 นาที และลดวัสดุทนไฟ 1 kg/ton)
- การใช้ระบบควบคุมการทำงาน
- การจัดการข้อมูลและวิเคราะห์เพื่อประเมินประสิทธิภาพโดยรวม



Best Available Techniques (BAT) สำหรับลดการปลดปล่อย U-POPs

PCDDs/PCDFs (Dioxins และ furans) จะเกิดขึ้นเมื่อมีสารอินทรีย์คาร์บอน สารคลอรีน หรือ PCDDs/PCDFs ปะปนอยู่ในวัตถุดิบ/สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต

การเกิด PCDDs/PCDFs จากการเผาไหม้จะอยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 200-550 °C โมเลกุลของ PCDDs/PCDFs จะเริ่มถูกทำลายที่อุณหภูมิ 850 °C ขึ้นไป และจะถูกทำลายเกือบสมบูรณ์เมื่ออุณหภูมิขึ้นไปถึง 1,100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 วินาที อย่างไรก็ตามเมื่ออุณหภูมิลดลงก็อาจเกิดขึ้นมาใหม่ได้อีก

หลักการลดการปลดปล่อย Dioxins และ furans ในกระบวนการหลอมเศษโลหะสามารถทำได้ดังนี้

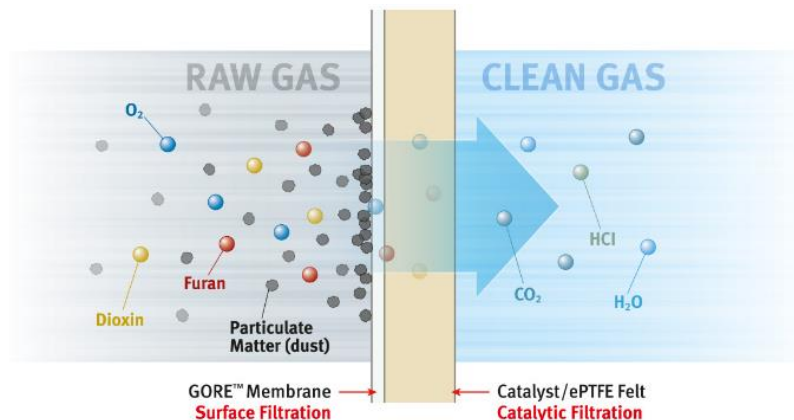
- คัดแยกและทำความสะอาดวัตถุดิบเพื่อกำจัดคราบน้ำมัน สารอินทรีย์ สารประกอบคลอรีน และพลาสติก
- วัตถุดิบที่มีการเคลือบสี อาจเลือกใช้วิธีการ Decoating ก่อนป้อนเข้าสู่เตาหลอม (กรณีที่ใช้ Thermal decoating จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ Afterburner เพื่อทำลายสารอินทรีย์ใน Off-gas ด้วย)



- เลือกใช้ระบบการป้องกันวัตถุระเบิดแบบปิด และควบคุมให้มี Negative air pressure ภายในเตาหลอม เพื่อลดการรั่วไหลของอากาศออกสู่ภายนอก
- เลือกใช้เชื้อเพลิงที่ไม่เป็นสารตั้งต้น เช่น น้ำมันเตาชนิดเบา (light fuel oil) LPG และ natural gas
- เลือกใช้หัวเผาเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพ และควบคุมการเผาไหม้ในเตาให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสม
- อาจใช้วิธีการพ่นออกซิเจนในเตาหลอมเพื่อช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น
- ติดตั้ง Afterburner ที่มีอุณหภูมิสูง ($> 950\text{ }^{\circ}\text{C}$) และทำให้ลดอุณหภูมิลงต่ำกว่า $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ อย่างรวดเร็ว
- อาจใช้การฉีดผงถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) และหินปูน หรือ Calcium hydrate ไปยัง Off-gas ที่เกิดขึ้นจากเตาหลอม เพื่อดูดซับ PCDDs/PCDFs
- เลือกใช้อุปกรณ์กำจัดฝุ่นที่มีประสิทธิภาพ เพื่อดักจับ PCDDs/PCDFs ที่ถูกดูดซับหรือปะปนไปกับฝุ่น

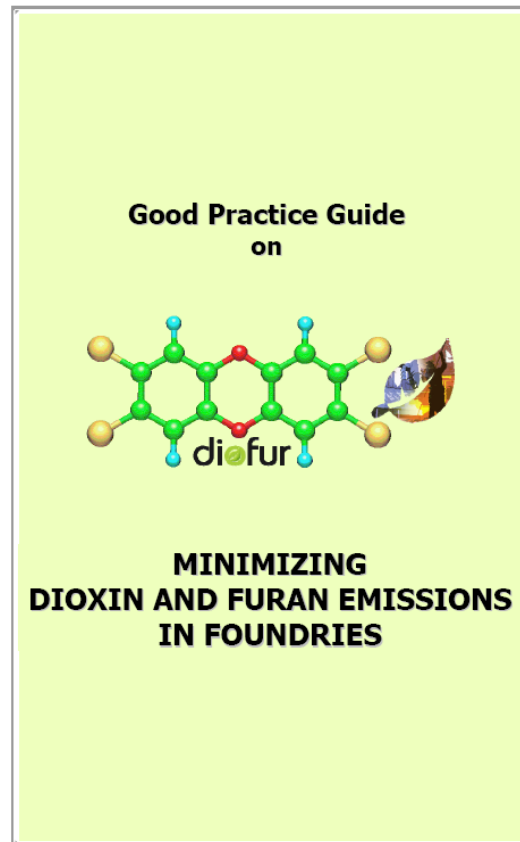


- การใช้ Catalyst-coated filter โดยติดตั้งอุปกรณ์กำจัดฝุ่นแบบถุงกรอง 2 ชุด ชุดแรกเพื่อดักจับฝุ่น และชุดที่สองเคลือบด้วยสารเร่งปฏิกิริยาซึ่งสามารถกำจัด PCDDs/PCDFs ที่อุณหภูมิ 180-220 °C



The following presentation is based on:

**Good Practice Guide on
MINIMIZING DIOXIN AND FURAN
EMISSIONS IN FOUNDRIES**





RAW MATERIAL: PIG IRON

CLASSIFICATION OF THE MATERIAL ACCORDING TO DIOXIN FORMATION

Scale (0-5): 5



0=MOST DANGEROUS 5= SAFEST

COMPOSITION

C	Si	Mn	P	S
3.5-4.5	0-3	0.1-1	<0.15	<0.1

It can be observed a high carbon percentage that could be one of the carbon sources for dioxins formation.

POLLUTANT CONTENT

It usually has not high pollutant content. It can have traces of **pollutants in layer of earth or oxides** got due to storage in places where other raw materials have been before.

APPEARANCE (usual cleanliness grade)

It usually comes in ingots of 5-20 kg.

SIZE (Bulk density)

It has **high density** because it is a compact material. Due to its shape its easy to pile up so it is not necessary a bigger storing place than necessary.

PRICE

Usually it's an **expensive raw material** because it is iron of the first melting; it has a **good quality**.

EFFICIENCY

Due to its high density it has a **very high efficiency**.

CHARACTERISTICS

MANIPULATION

It is **not required a special manipulation** system because it is moved by an electric magnet.

WARNINGS

✓ Store in places only used for pig iron ingots to avoid other pollutant addition. However, due to its low specific area it is not easily polluted.

SUPPLIERS

It is recommended to work with reliable suppliers with enough traceability in its products and tidy installations to avoid the pollutant transference from usually polluted materials to usually no polluted ones. In other words, suppliers should not mix materials likely to form dioxins with the raw materials.

RECOMMENDATIONS

This sheet is part of the Good Practice Guide on prevention of dioxin formation in iron foundries and it is for public use.

This guide offers advices, recommendations and individual data to perform correctly the use, dosage and selection of the raw materials for iron casting, in order to minimize dioxin formation. All the data included in this guide have been obtained from the **Diofur Project**, carried out under EU's Sixth Framework Programme.





RAW MATERIALS: FOUNDRY RETURNS

CLASSIFICATION OF THE MATERIAL ACCORDING TO DIOXIN FORMATION

Scale (0-5): 5



0=MOST DANGEROUS 5= SAFEST

COMPOSITION

C	Si	Mn	P	S
2.5-3.5	1.0-3.0	0.15-1.0	<0.15	<0.1

The composition of the returns depends on its process but they have been included average values. High carbon content.

POLLUTANT CONTENT

There are two possibilities:

- ✓ **Returns of the foundry:** it is material that has not gone out of the foundry so at the most it can contain sand. **If the sand is not enough burned it can contain organic carbon** being a carbon source for dioxin formation. Basically consist of pouring systems and rejected castings.
- ✓ **External returns:** It is material returned by the customer and it **can be previously painted or treated by zinc. Paintings have chlorine** which can be the source for dioxin formation.

APPEARANCE (usual cleanliness grade)

It can be different depending on the kind of pieces and parts casted in the foundry.

SIZE (Bulk density)

It has **low density** because they are pieces with different geometry. It is strongly recommended to break them in order to increase the density.

PRICE

Usually it is **not considered as a cost** in raw materials. They have **good quality**.

EFFICIENCY

It is oxide and impurity free so it has a **high efficiency**.

CHARACTERISTICS

MANIPULATION

Its manipulation with an electric magnet can be **complicate due to the variety of geometries** among the pieces. This matter can be solved by machines which reduce the size and compact the material by breaking.

WARNINGS

- ✓ The only precaution is not to use a very high percentage of external treated returns because the painting can be a chlorine source. Diluting them daily this problem is avoided.

SUPPLIERS

It is recommended to work with reliable suppliers with enough traceability in its products and tidy installations to avoid the pollutant transference from usually polluted materials to usually no polluted ones. In other words, suppliers should not mix materials likely to form dioxins with the raw materials.

RECOMMENDATIONS

This sheet is part of the Good Practice Guide on prevention of dioxin formation in iron foundries and it is for public use.

This guide offers advices, recommendations and individual data to perform correctly the use, dosage and selection of the raw materials for iron casting, in order to minimize dioxin formation. All the data included in this guide have been obtained from the **Diofur Project**, carried out under EU's Sixth Framework Programme.





RAW MATERIALS: **SCRAP IRON**

CLASSIFICATION OF THE MATERIAL ACCORDING TO DIOXIN FORMATION

Scale (0-5): 1



0=MOST DANGEROUS 5= SAFEST

COMPOSITION

C	Si	Mn	P	S
2.5-3.5	1.0-3.0	0.15-1.0	<0.15	<0.1

CHARACTERISTICS

POLLUTANT CONTENT

The pollutant content depends on the origin but it can contain: **paintings, oil, and plastics which can be a potential source of chlorine, other metals or even earth.** It is recommended to buy the cleanest possible scrap.

APPEARANCE (usual cleanliness grade)

It can have a wide range of appearances depending on its origin.

SIZE (Bulk density)

Scraps with the **highest possible density** are recommended to obtain a high efficiency rate. The size depends directly in the used furnace.

PRICE

It is a raw material with a **middle price.** Normally the cleanliness has an influence in the scrap.

EFFICIENCY

The efficiency can vary **between middle and high** depending on the scrap quality.

RECOMMENDATIONS

MANIPULATION

It is **not required a special manipulation** system because it is moved by an electric magnet.

WARNINGS

- ✓ It is recommended to use **clean scrap or burned scrap** in order to eliminate before process the potential dioxin sources.

SUPPLIERS

It is recommended to work with reliable suppliers with enough traceability in its products and tidy installations to avoid the pollutant transference from usually polluted materials to usually no polluted ones. In other words, suppliers should not mix materials likely to form dioxins with the raw materials.

This sheet is part of the Good Practice Guide on prevention of dioxin formation in iron foundries and it is for public use.

This guide offers advices, recommendations and individual data to perform correctly the use, dosage and selection of the raw materials for iron casting, in order to minimize dioxin formation. All the data included in this guide have been obtained from the **Di-ofur Project**, carried out under EU's Sixth Framework Programme.





RAW MATERIALS: CHIPS

CLASSIFICATION OF THE MATERIAL ACCORDING TO DIOXIN FORMATION

Scale (0-5): 1



0=MOST DANGEROUS 5= SAFEST

COMPOSITION

C	Si	Mn	P	S
2.5-3.5	1.0-3.0	0.15-1.0	<0.15	<0.1

It currently is the same material than returns and thus it can be one of the carbon sources for dioxins formation.

POLLUTANT CONTENT

Chips are made by swarfs cleared in the machining operation so they have a **high content (up to 3%) of oil**, which can be a potential chlorine source for dioxin formation. They are a recycled product currently used in foundries with machining shop.

APPEAREANCE (usual cleanliness grade)

Due to its high oil content it has **an oily appearance**.

SIZE (Bulk density)

It has a **good enough density**, especially for chips of iron scrap. It is recommendable to make chips from the original swarfs in order to increase a little bit the density and facilitate the manipulation. The size could be small (pellets) or medium (chips).

PRICE

As well as the returns, it's a **very cheap raw material** because it is a waste of the machining operation.

EFFICIENCY

Due to its bad mechanical strenght it has a **low efficiency**. Using chips the efficiency is better than for swarfs.

MANIPULATION

The **manipulation of the chips is complicated because they break** during the transport.

WARNINGS

- ✓ If the oil content is very high it can be difficult the manipulation by electric magnet.
- ✓ It is recommended to:
 - ➔ Increase de bulk density if the chips are bought.
 - ➔ Compact the swarfs before making chips, for swarfs cleared in the machining of the own plant.

SUPPLIERS

It is recommended to work with reliable suppliers with enough traceability in its products and tidy installations to avoid the pollutant transference from usually polluted materials to usually no polluted ones. In other words, suppliers should not mix materials likely to form dioxins with the raw materials.

This sheet is part of the Good Practice Guide on prevention of dioxin formation in iron foundries and it is for public use.

This guide offers advices, recommendations and individual data to perform correctly the use, dosage and selection of the raw materials for iron casting, in order to minimize dioxin formation. All the data included in this guide have been obtained from the **Diofur Project**, carried out under EU's Sixth Framework Programme.

CHARACTERISTICS

RECOMMENDATIONS





FURNACES: ROTARY FURNACE

CLASSIFICATION OF THE MATERIAL ACCORDING TO DIOXIN FORMATION

Scale (0-5): 4



0=MOST DANGEROUS 5= SAFEST

TYPICAL CHARGE

Pig iron	Returns	Iron Scrap	Packed sheet	Steel scrap	Chips
50%	40%	5%	-	5%	-

The 90% of the scrap are pig iron and returns which have not a high risk of dioxin formation. For more details see the task guidance sheets of each raw material.

DIOXIN EMISSION IN ROTARY FURNACES

Because of the furnace characteristics normally clean raw materials are used and therefore there is a not high emission rate of dioxins. However, as dioxins are semivolatile compounds they can be emitted as gas or particles so **sometimes a depuration system is required not to exceed the emission limit value as occurs for some foundries**. A bigger furnace size and so, a **higher production rate does not involve a higher emission rate**. The gas line and process design are the main influence in the dioxin formation (see recommendations in the following lines).

FOUNDRIES	Dioxin emission rate ng I-TEQ/Nm ³
WITHOUT DEPURATION SYSTEM	0.02 - 0.10
WITH DEPURATION SYSTEM	≈0.002

Emission limit value 0.1 ng I-TEQ/Nm³

CHARACTERISTICS

DIOXIN CAPTURE SYSTEM

According to current legislation, specific **dioxin capture systems are not required** because they have been measured low emission rates.

PROCESS DESIGN: GAS LINE

It is very important that gas lines should be designed to avoid dioxin formation by 'de novo' synthesis (occurred when gases reach temperatures between 250–450 °C with low cooling rate). However, this phenomenon is almost impossible to avoid in cases where interchangers or long lines are required. In these cases it must be taken into account a special waste treatment and handling. When possible, exhausts quenching is recommended.

PROCESS PARAMETERS CONTROL

- ✓ The main parameter to check is that **charged raw materials should be clean**.

RECOMMENDATIONS

This sheet is part of the Good Practice Guide on prevention of dioxin formation in iron foundries and it is for public use.

This guide offers advices, recommendations and individual data to perform correctly the melting process in furnaces used in iron foundries, in order to minimize dioxin formation. All the data included in this guide have been obtained from the **Diofur Project**, carried out under EU's Sixth Framework Programme.





FURNACES: BLAST CUPOLA

CLASSIFICATION OF THE MATERIAL ACCORDING TO DIOXIN FORMATION

Scale (0-5): 1



0=MOST DANGEROUS 5= SAFEST

TYPICAL CHARGE

Pig iron	Returns	Iron Scrap	Packed sheet	Steel scrap	Chips
15%	40%	15%	0%	20%	10%

The use of iron scrap and chips containing oil and paintings is a chlorine source for the dioxins formation. For more details see the task guidance sheets of each raw material.

DIOXIN EMISSION IN CUPOLA FURNACES

This type of furnace has **the higher potential risk of dioxin formation**. The high rates of charged chips, iron scrap and steel scrap provide oil and paintings, which are the major source of chlorine for dioxin formation. For blast cupolas it is absolutely **necessary a depuration system** in order to capture dioxins condensed and adsorbed on particles. A bigger furnace size and so, a **higher production rate does not involve a higher emission rate**. The gas line and process design are the main influence in the dioxin formation (see recommendations in the following lines).

FOUNDRIES	Dioxin emission rate ng I-TEQ/Nm ³
WITHOUT DEPURATION SYSTEM + NO CONTROL OF PROCESS PARAMETERS	4.0 - 7.0
WITH DEPURATION SYSTEM + CONTROL OF PROCESS PARAMETERS	0.0010 - 0.5000
WITH DEPURATION SYSTEM + CONTROL OF PROCESS PARAMETERS + ABATEMENT SYSTEM	0.0001 - 0.0600*

*See explanatory note at the end of the document

Emission limit value 0.1 ng I-TEQ/Nm³

CHARACTERISTICS

DIOXIN CAPTURE SYSTEM

According to current legislation, in order to assure emission rates below the established limit of it is necessary to install **dioxin capture systems especially in HBC. In CBC it has to be studied if it is possible to control the situation** controlling the process and its parameters.

PROCESS DESIGN: GAS LINE

It is very important that gas lines should be designed to avoid dioxin formation by 'de novo' synthesis (occurred when gases reach temperatures between 250-450 °C with low cooling rate). However, this phenomenon is almost impossible to avoid in cases where exchangers or long lines are required. In these cases it must be taken into account a special waste treatment and handling. When possible, exhausts quenching is recommended.

PROCESS PARAMETERS CONTROL

✓ The main parameters to check are: the use of **cleanest possible raw materials**, to have a steady and **continuous process**, to have **enough temperature at the stack** to allow the spraying of water. **However the control of these parameters could not be enough to assure an emission rate below the target**. For those cases an end of pipe solution would be necessary.

RECOMMENDATIONS

This sheet is part of the Good Practice Guide on prevention of dioxin formation in iron foundries and it is for public use.

This guide offers advices, recommendations and individual data to perform correctly the melting process in furnaces used in iron foundries, in order to minimize dioxin formation. All the data included in this guide have been obtained from the **Diofur Project**, carried out under EU's Sixth Framework Programme.





FURNACES: INDUCTION FURNACE

CHARACTERISTICS

CLASSIFICATION OF THE MATERIAL ACCORDING TO DIOXIN FORMATION

Scale (0-5): 5



0=MOST DANGEROUS 5= SAFEST

TYPICAL CHARGE

Pig iron	Returns	Iron Scrap	Packed sheet	Steel scrap	Chips
15%	50%	-	30%	5%	-

Due to the limited possibility of alloying, the induction furnace **charge generally consists of clean material**. For more details see the task guidance sheets of each raw material.

DIOXIN EMISSION IN INDUCTION FURNACES

As well as using clean charge, the furnace does not produce a ducted high temperature flue-gas stream that cools down slowly. Therefore, there are no potential sources of chlorine and *de-novo* synthesis is not likely to occur. The BREF document on Smitheries and Foundries mentions that induction furnaces show a low risk of dioxin formation and therefore they have not been measured emission rates from this type of furnace in the Diofur project (main data source of this Good Practice Book). The following table includes data from the BREF document:

	Dioxin emission rate ng I-TEQ/Nm ³
Foundries WITH DEPURATION SYSTEM	0.003 - 0.010
Emission limit value 0.1 ng I-TEQ/Nm³	

RECOMMENDATIONS

DIOXIN CAPTURE SYSTEM

According to current legislation, specific **dioxin capture systems are not required** because they have been measured low emission rates.

PROCESS DESIGN: GAS LINE

For this type of furnaces, it is not produce a ducted high temperature flue-gas stream that cools down slowly so the process design does not affect to the dioxin formation. However a non common designs involving long ducts and other parameters where slow cooling processes could occur should be avoided.

PROCESS PARAMETERS

- ✓ Process parameter values related to a normal furnace working day assure emissions below the limit.

This sheet is part of the Good Practice Guide on prevention of dioxin formation in iron foundries and it is for public use.

This guide offers advices, recommendations and individual data to perform correctly the melting process in furnaces used in iron foundries, in order to minimize dioxin formation. All the data included in this guide have been obtained from the **Diofur Project**, carried out under EU's Sixth Framework Programme.





FURNACES: ELECTRIC ARC FURNACE

CHARACTERISTICS

CLASSIFICATION OF THE MATERIAL ACCORDING TO DIOXIN FORMATION

Scale (0-5): 3



0=MOST DANGEROUS 5= SAFEST

TYPICAL CHARGE

Pig iron	Returns	Iron Scrap	Packed sheet	Steel scrap	Chips
5%	50%	10%	5%	20%	10%

The risk of dioxin formation is due to the use of polluted charge with oil and paintings mainly iron scrap, steel scrap and chips. However these type of raw materials represent around 40% so the risk is lower than for blast furnaces.

DIOXIN EMISSION IN ELECTRIC ARC FURNACES

This type of furnaces represents a mid-low emission rate of dioxins. However, as dioxins are semivolatile compounds they can be emitted as gas or particles so **sometimes a depuration system is required not to exceed the emission limit value**. A bigger furnace size and so, a **higher production rate does not involve a higher emission rate**. The gas line and process design are the main influence in the dioxin formation (see recommendations in the following lines).

FOUNDRIES	Dioxin emission rate ng I-TEQ/Nm ³
WITHOUT DEPURATION SYSTEM	0.035 - 0.800
WITH DEPURATION SYSTEM	0.002 - 0.040

Emission limit value 0.1 ng I-TEQ/Nm³

RECOMMENDATIONS

DIOXIN CAPTURE SYSTEM

According to current legislation, specific **dioxin capture systems are not required** because they have been measured low emission rates.

PROCESS DESIGN: GAS LINE

It is very important that gas lines should be designed to avoid dioxin formation by 'de novo' synthesis (occurred when gases reach temperatures between 250-450 °C with low cooling rate). However, this phenomenon is almost impossible to avoid in cases where interchangers or long lines are required. In these cases it must be taken into account a special waste treatment and handling. When possible, exhausts quenching is recommended.

PROCESS PARAMETERS CONTROL

- ✓ The main parameter to check is that **charged raw materials should be clean**.

This sheet is part of the Good Practice Guide on prevention of dioxin formation in iron foundries and it is for public use.

This guide offers advices, recommendations and individual data to perform correctly the melting process in furnaces used in iron foundries, in order to minimize dioxin formation. All the data included in this guide have been obtained from the **Diofur Project**, carried out under EU's Sixth Framework Programme.





กองนวัตกรรมวัสดุคืบและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง
โทร. 0 2202 3902
www.dpim.go.th

