



**รายงานสรุป  
หลักเกณฑ์การใช้กากของเสียหรือวัสดุเหลือใช้  
ในกระบวนการ Co- processing เพื่อการผลิตปูนซีเมนต์**

**The GTZ- Holcim Private Partnership**

**ภาคภาษาไทย (ฉบับร่าง)**



**Summary**

**Guidelines on Co-processing**

**Waste Materials in Cement Production**

**The GTZ- Holcim Private Partnership**

**Thai Version (1<sup>st</sup> Draft)**

## บทสรุป

ปัญหาก๊าซเรือนกระจก ปัญหาโลกร้อน ปัญหาการใช้พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างไม่คุ้มค่า หรือปัญหาสารพิษตกค้าง รวมทั้งปัญหาการปนเปื้อนของทรัพยากรน้ำและดิน ก่อให้เกิดความความห่วงใยต่อปัญหาทางนิเวศวิทยา และการถกเถียงกันอย่างกว้างขวางในประชาคมโลก อย่างไรก็ตาม สิ่งจำเป็นในโลกของธุรกิจกลับมุ่งเน้นในประเด็นการแข่งขันด้านราคา การแข่งขันระดับนานาชาติ และผลกำไรเชิงธุรกิจ ดังนั้น ปัญหาที่ท้าทายมวลมนุษยชาติในปัจจุบันก็คือ ทำอย่างไรจึงจะสามารถสร้างสมดุลขึ้นระหว่างการพิทักษ์ปกป้องสิ่งแวดล้อม ในขณะที่เดียวกันสามารถสร้างผลกำไรทางเศรษฐกิจได้

การจัดการของเสียหรือขยะที่ไม่มีมูลค่าหรือไม่มีประสิทธิภาพเป็นประเด็นปัญหาของประเทศที่กำลังพัฒนา ในหลายประเทศเหล่านี้ ของเสียหรือขยะถูกทิ้งลงท่อน้ำทิ้ง ฟังหรือเผาภายในเขตโรงงาน หรือโยนทิ้งอย่างสะเปะสะปะ หรือนำไปฝังกลบในสถานที่ฝังกลบที่ไม่ได้มาตรฐาน ก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนในดิน น้ำ และบรรยากาศตามมา ในที่สุดจึงก่อให้เกิดผลกระทบต่อความเป็นอยู่และสุขภาพของชุมชนนั้นๆ มีการแพร่กระจายของสารพิษและสารมลพิษที่ตกค้างยาวนานเหล่านี้ในบริเวณกว้าง ท้ายที่สุดเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารก่อให้เกิดผลโดยตรงต่อสุขภาพของคนและสัตว์

### สาเหตุของปัญหาเกิดจากปัจจัยหลายประการ

- ประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่ขาดการจัดการกากของเสียหรือขยะแบบบูรณาการ มีเพียงส่วนน้อยที่มีโครงสร้างพื้นฐานทางเทคนิคเพียงพอ และสามารถควบคุมมาตรฐานในการกำจัดของเสียอย่างมีประสิทธิภาพได้
- ไม่สามารถบังคับใช้กฎหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การกำจัดของเสียหรือขยะอย่างไม่ถูกต้องกลายเป็นทางเลือกที่ผู้ประกอบการเลือกใช้ เนื่องจากมีราคาถูก และการจ่ายเงินสำหรับการกำจัดของเสียหรือขยะยังไม่เป็นที่ยอมรับจากผู้ประกอบการส่วนใหญ่
- ผู้ร่างหรือกำหนดนโยบายมักขาดความเอาใจใส่ต่อปัญหาการจัดการกากของเสียหรือขยะ อาจเป็นเพราะขาดความเข้าใจว่า การกำจัดกากของเสียอย่างไม่มีการควบคุมจะก่อให้เกิดผลกระทบที่ทำให้เกิดความเจ็บป่วยของประชาชน หรือการทำให้เกิดการสูญเสียเม็ดเงินจำนวนมากที่จำเป็นต้องใช้ในการบำบัดและบรรเทาความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการทิ้งของเสียหรือขยะอย่างขาดการควบคุม

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า การจัดการกากของเสียและขยะอย่างเป็นรูปธรรมเป็นการเร่งด่วนที่ทุกฝ่ายจะต้องเร่งหารือกันในการนำกลยุทธ์ต่างๆ มาปรับใช้ให้เหมาะสม มีการสนับสนุนให้ใช้หลักการต่างๆ เช่น การหลีกเลี่ยงการก่อของเสีย กระบวนการผลิตที่สะอาด ภาวะรับผิดชอบของผู้ผลิต การจัดการระดับ supply chain หรือการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน แต่อย่างไรก็ตามไม่ว่าความตระหนักรู้ของสังคมและการเมืองจะเพิ่มขึ้นมากเพียงใด หรือเทคโนโลยีจะก้าวไปไกลอย่างไร ปัญหาการจัดการกากของเสียในสังคมกลับยังคงอยู่ เราได้ตระหนักรู้หรือไม่ว่า วิทยาศาสตร์ของโลกอนาคตที่มุ่งไปสู่สังคมไร้กากของเสียนั้นสามารถทำให้เป็นจริงขึ้นมาได้ เทคโนโลยีสมัยใหม่ และหลุมที่ฝังกลบนิรภัย

(secure landfills) เป็นทางเลือกที่ใช้กันทั่วไปในประเทศกลุ่ม OECD แต่วิธีการดังกล่าวต้องใช้การลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูงรวมทั้งจะต้องมีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ความสามารถที่เหมาะสม

**Co-processing:** หมายถึง การนำของเสียมาใช้กระบวนการการผลิตทางอุตสาหกรรม เช่น ซีเมนต์ ปูนขาว หรือ การผลิตเหล็กกล้า และโรงไฟฟ้า หรือโรงงานขนาดใหญ่ใดๆ ที่ใช้กระบวนการเผาไหม้เกี่ยวข้องกับ การผลิต และถึงแม้ว่าในหลายกรณีจะเรียกกระบวนการนี้ว่า co-incineration แต่ในคู่มือนี้จะยังคงใช้คำว่า **Co-processing** ซึ่งเป็นการเน้นว่า กระบวนการดังกล่าวไม่ได้มีความหมายเพียงแค่การกำจัดของเสียหรือขยะ แต่หมายถึงการนำของเสียหรือขยะมาใช้ทดแทนพลังงานและวัตถุดิบดั้งเดิม ซึ่งหมายถึงการนำพลังงานและวัตถุดิบจากของเสียหรือขยะกลับมาใช้ใหม่

ทางเลือกหนึ่งที่ได้รับการพิสูจน์แล้วในการจัดการของเสียหรือขยะ ได้แก่ **co-processing** ซึ่งเป็นการนำของเสียหรือขยะที่ได้ผ่านการคัดเลือกแล้ว มาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์ เตาเผาซีเมนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงจะให้ผลที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และมีความคุ้มค่าของเม็ดเงินลงทุนเนื่องจากสามารถบำบัดและแปรรูปของเสียหรือขยะ ได้หลายประเภท

ของเสียหรือขยะหลายชนิดได้ถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและวัตถุดิบทางเลือก (alternative fuels and raw materials (AFR)) ในกระบวนการ co-processing ของเตาเผาซีเมนต์ในยุโรป ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย ตั้งแต่ช่วงปี 1970 การนำของเสียหรือขยะมาใช้เป็นพลังงานและวัตถุดิบทางเลือก (AFR) สามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และยังเป็นทางเลือกของเสียอันตรายอย่างปลอดภัย ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และลดค่าใช้จ่ายในการจัดการกากของเสียหรือขยะในอุตสาหกรรมซีเมนต์ นอกจากนี้ การนำของกากของเสียหรือขยะมาใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์จะช่วยให้ประเทศต่างๆ สามารถบรรลุจุดมุ่งหมายตาม Agenda 21 ที่ทั่วโลกได้ให้การรับรองไว้ในที่ประชุม “Earth Summit” ณ กรุง Rio de Janeiro เมื่อปี พ.ศ. 2545 ที่มีการจัดทำปฏิญญาโจฮันเนสเบิร์ก ว่าด้วยการพัฒนาอย่างยั่งยืน (The Johannesburg Declaration on Sustainable Development) (2545) และเป้าหมายเพื่อการพัฒนาแห่งสหัสวรรษ (The Millennium Development Goals) อีกด้วย

เพื่อที่จะเป็นการส่งเสริม co-processing ของเสียหรือขยะเพื่อใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH (GTZ) และ Holcim Group Support Ltd (Holcim) ได้ริเริ่มเป็นพันธมิตรกันเพื่อพัฒนาแผนกลยุทธ์ดังกล่าว Holcim → [www.holcim.com](http://www.holcim.com) เป็นบริษัท supplier ที่เป็นผู้นำด้านซีเมนต์และส่วนผสมของคอนกรีต รวมทั้งกิจกรรมเพิ่มมูลค่าต่างๆ เช่น คอนกรีตผสมเสร็จ และยางมะตอย

## หลักการทั่วไปในการดำเนินการ co-processing

เพื่อให้การดำเนินการ co-processing ประสบผลสำเร็จอย่างยั่งยืน ควรมีความเข้าใจและยึดหลักการ ดังต่อไปนี้ :

หลักการที่ 1	<p><b>Co-processing ไม่มีขีดต่อลำดับขั้นของการจัดการกากของเสียหรือขยะ</b></p> <p>→ Co-processing ต้องไม่ขัดขวางต่อความพยายามในการลดปริมาณกากของเสียหรือขยะ และในกรณีที่กากของเสียหรือขยะดังกล่าวสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้โดยวิธีอื่นๆ ที่ประหยัดและเป็นผลดีต่อระบบนิเวศน์มากกว่า ให้เลือกวิธีนั้นๆ ก่อน</p> <p>→ Co-processing ถือเป็นส่วนหนึ่งภายใต้การจัดการของเสียหรือขยะสมัยใหม่ เนื่องจากถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำทรัพยากรกลับมาใช้ซ้ำได้อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>→ Co-processing จัดเป็นกระบวนการที่สอดคล้องและสนับสนุนต่อการดำเนินงานภายใต้ข้อตกลงด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศได้แก่ สนธิสัญญาบาเซล และ สนธิสัญญาสต็อกโฮล์ม</p>
หลักการที่ 2	<p><b>หลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการระบายมลพิษใดๆเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะสารที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์</b></p> <p>→ ต้องป้องกันหรือสกัดกั้นไม่ให้มีสารมลพิษใดๆ หลุดลอดไปก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมหรือก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์</p> <p>→ โดยข้อมูลทางสถิติแล้ว ค่าการปล่อยมลพิษสู่บรรยากาศจะต้องไม่มากเกินไปกว่าที่ได้จากการผลิตซีเมนต์ด้วยเชื้อเพลิงดั้งเดิม</p>
หลักการที่ 3	<p><b>คุณภาพซีเมนต์ที่ได้จะต้องไม่แตกต่างไปจากซีเมนต์ที่ผลิตด้วยวิธีดั้งเดิม</b></p> <p>→ ผลผลิตอันได้แก่ ปูนเม็ด ซีเมนต์ คอนกรีต จะต้องไม่มีการปนเปื้อนด้วยสาร โลหะหนัก</p> <p>→ ผลผลิตที่ได้จะต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น การผ่านการทดสอบการชะละลาย (leaching tests) แล้ว</p> <p>→ ซีเมนต์หรือคอนกรีตที่หมดอายุการใช้งานแล้วจะต้องคงมีคุณภาพที่สามารถนำเข้าสู่กระบวนการแปรรูปใช้ซ้ำได้</p>
หลักการที่ 4	<p><b>บริษัทที่ดำเนินการ co-processing จะต้องผ่านการรับรองคุณภาพแล้ว</b></p> <p>→ บริษัทที่มีผลการดำเนินงานเกี่ยวกับความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้องตามกฎหมาย และสามารถให้รายละเอียดต่างๆ ต่อสาธารณะและหน่วยงานที่รับผิดชอบได้</p> <p>→ บริษัทที่มีความพร้อมด้านบุคลากร กระบวนการผลิต และระบบที่แสดงให้เห็นถึงความรับผิดชอบต่อคำมั่นสัญญาในการดำเนินการอย่างปกป้องรักษา สภาพแวดล้อม สุขอนามัยและความปลอดภัย</p> <p>→ ให้การรับรองว่า ข้อกำหนดต่างๆ สอดคล้องตามกฎหมาย ข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง</p> <p>→ มีความสามารถในการควบคุมสิ่งป้อนเข้าสู่ระบบและตัววัดตามขั้นตอนต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ เพื่อให้การ co-processing มีประสิทธิภาพมากที่สุด</p> <p>→ สร้างความมั่นใจว่า ได้มีการสร้างความสัมพันธ์อันดีต่อสาธารณชน ผู้นำชุมชน และกลุ่มต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องในวงการจัดการของเสียอย่างต่อเนื่อง</p>
หลักการที่ 5	<p><b>คำนึงถึงความเหมาะสมของสภาพการณ์ของประเทศในการดำเนินการ co-processing</b></p> <p>→ ข้อบังคับและวิธีการดำเนินงาน co-processing จะต้องสะท้อนถึงความต้องการและความเป็นต่างๆ ของประเทศ</p> <p>→ การดำเนินงาน co-processing ที่เป็นขั้นตอนจะช่วยให้ทราบได้ว่า มีข้อควรรู้หรือรายละเอียดหรือความชำนาญหรือการจัดรูปแบบองค์กรใดๆ ที่ยังไม่เพียงพอและต้องการการเสริมสร้างประสิทธิภาพ</p> <p>→ ควรแนะนำให้เริ่มใช้การ co-processing ควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนอื่นๆ ภายใต้การจัดการกากของเสียภายในประเทศ</p>

GTZ เป็นหน่วยงานความร่วมมือระหว่างประเทศของรัฐบาลเยอรมันเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่มีขอบข่ายการดำเนินงานทั่วโลก วัตถุประสงค์ของการริเริ่มความร่วมมือนี้ก็คือ การจัดทำคู่มือการ Co-processing ของเสียหรือขยะในการผลิตปูนซีเมนต์ และรูปแบบการนำไปใช้จากประเทศต่างๆ ให้เป็นที่รู้จักและแพร่หลายทั่วโลก คู่มือเล่มนี้ประกอบด้วยกฎเกณฑ์พื้นฐาน และหลักการที่จะต้องระลึกไว้เป็นข้อสังเกตเมื่อมีการนำของเสียหรือขยะมาใช้ co-processing

การใช้ AFR จะต้องคำนึงถึงการจัดลำดับขั้นของของเสียหรือขยะ waste hierarchy โดยควรผนวกเข้ากับโปรแกรมการจัดการของเสียหรือขยะ ซึ่งจะต้องสนับสนุนต่อกลยุทธ์การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และไม่มีผลกระทบต่อความพยายามในการลดปริมาณของเสียหรือขยะ การปฏิบัติตามกฎเกณฑ์พื้นฐานอย่างเข้มงวดจะสร้างความมั่นใจได้ว่าการใช้ AFR จะไม่มีผลเสียต่อการปล่อยมลพิษทางอากาศต่างๆ จากเตาเผา และการ Co-processing จะไม่ทำให้คุณภาพของซีเมนต์ที่ได้ต่ำลง

## บทสรุป

### หลักการเฉพาะสำหรับการดำเนินการ co-processing

คู่มือฉบับนี้ ประกอบด้วยหลักการเฉพาะและข้อกำหนดในการดำเนินการ co-processing ภาคของเสียหรือขยะในเตาเผาซีเมนต์ ได้แก่ การปฏิบัติตามกฎหมาย และข้อบังคับต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ และ กระบวนการปรับสภาพ AFR ประเด็นด้านการปฏิบัติการ และ ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ตลอดจนการสื่อสารทำความเข้าใจและความรับผิดชอบ ที่มีต่อสังคม

### หลักการด้านกฎหมาย (ดู→หลักการที่ 1-3 หน้า 5)

ประเทศต่างๆ ที่ต้องการใช้การ co-processing จะต้องมีการวางกรอบการร่างของข้อกำหนดและกฎหมายที่เหมาะสม โดยเฉพาะกฎหมายระดับประเทศ ควรกำหนดหลักการพื้นฐานและข้อกำหนดเฉพาะกิจกรรมในการดำเนินการ co-processing รวมทั้งการจัดทำมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการ co-processing ผู้กำกับดูแลและผู้ปฏิบัติงานควรทำการทดสอบการใช้เชื้อเพลิงและวัตถุดิบตามมาตรฐานการผลิตแบบเดิมเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับการใช้ผลิตที่ใช้ AFR นอกจากนี้ ของเสียหรือขยะบางชนิดไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในกระบวนการ co-processing เช่น ขยะชุมชนที่ไม่ผ่านการคัดแยก ของเสียบางชนิดจากโรงพยาบาล ตลอดจนของเสียที่ปนเปื้อนวัตถุระเบิดหรือสารกัมมันตรังสี ส่วนกากของเสียหรือขยะชนิดอื่นๆ จำเป็นต้องผ่านกระบวนการปรับสภาพนำไปใช้ ทั้งนี้ในการใช้ AFR จะต้องระลึกเสมอว่า จะต้องมีการดูแลควบคุมและจัดการของโรงงานปรับสภาพอย่างมีประสิทธิภาพ

### หลักการด้านสิ่งแวดล้อม (ดู→หลักการที่ 4-7 หน้า 5)

การปฏิบัติตามกฎหมายพื้นฐานจะรับประกันได้ว่าการใช้ AFR ไม่ทำให้การปล่อยมลพิษทางอากาศจากปล่องเตาเผาปูนซีเมนต์เปลี่ยนแปลงไป เช่น การใส่เชื้อเพลิงทางเลือกลงไปในพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดในเตาเผา หรือการใส่วัตถุดิบที่ประกอบด้วยสารระเหยง่ายเป็นจำนวนมากเข้าไปในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงเท่านั้น หรือการหลีกเลี่ยงการใช้วัตถุดิบที่ประกอบด้วยสารมลพิษที่เตาเผาไม่สามารถรองรับได้ เช่น สารปรอท นอกจากนี้ ค่าการระบายมลพิษ (Emissions) ต่างๆ จะต้องมีการตรวจวัดตามตารางที่ได้กำหนดไว้ บางชนิดอาจมีการตรวจวัดเพียงปีละ 1 ครั้ง แต่บางชนิดต้องมีการตรวจวัดอย่างต่อเนื่อง มีการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อให้แน่ใจว่า ได้มีการดำเนินการตามมาตรฐานสิ่งแวดล้อมแล้ว ตลอดจนมีการประเมินความเสี่ยงเพื่อตรวจสอบจุดบกพร่องในระบบ และการตรวจวิเคราะห์ material flux และการไหลของพลังงานจะช่วยให้การใช้ทรัพยากรเป็นไปอย่างคุ้มค่าเหมาะสมที่สุด

### หลักการด้านการปฏิบัติงาน (ดู→หลักการที่ 8-12 หน้า 6)

ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานซีเมนต์ที่นำ AFR มาใช้จะต้องมีความสามารถในการติดตาม (traceability) ตั้งแต่จุดแรกเริ่มเข้าจนกระทั่งถึงผลิตภัณฑ์สุดท้าย การขนส่งของเสียและขยะจะต้องปฏิบัติตามกฎข้อบังคับที่ได้กำหนดไว้ และโรงงานจะต้องมีการพัฒนาและมีการใช้ระบบปฏิบัติการรองรับเหตุรั่วไหลและแผนฉุกเฉิน พร้อมทั้งมีการชี้แจงและทำความเข้าใจกับให้พนักงานอย่างเพียงพอ นอกจากนี้จะต้องมีเอกสารการจดบันทึกการใช้ระบบ AFR เริ่มต้นตั้งแต่เปิดเดินระบบเครื่อง ระหว่างเดินเครื่อง จนกระทั่งปิดระบบเครื่อง ข้อมูลเหล่านี้ต้องจัดไว้สำหรับเจ้าหน้าที่ผู้ทำการเดินระบบด้วย ทั้งนี้โรงงานที่จะดำเนินการติดตั้งใช้ระบบ AFR จะต้องมีการออกแบบและมีมาตรฐานการควบคุมภาพการดำเนินงานที่ดี มีการตรวจวัดและตรวจสอบที่ใช้หลักเกณฑ์ที่เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอ

หลักการด้านกฎหมาย	หลักการที่ 1	<p><b>การวางกรอบร่างกฎหมายและข้อบังคับที่เหมาะสม :</b></p> <p>→ ควรเพิ่มเนื้อความเกี่ยวกับกระบวนการ Co-processing เข้าไปในตัวบทกฎหมายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการรักษาสังแวดล้อมและการบริการจัดการกากของเสีย ก่อนที่จะมีการยอมรับ โดยทั่วไปว่าเป็นทางเลือกในการจัดการกากของเสีย</p> <p>→ เชื่อมโยงกฎข้อบังคับเข้ากับมาตรฐานต่างๆ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะประกันได้ว่ากฎหมายสามารถใช้งานได้ และสามารถปกป้องรักษาสังแวดล้อมได้เป็นอย่างดี</p> <p>→ การบังคับใช้กฎหมายเป็นกุญแจสำคัญสู่ความสำเร็จของการดำเนินการเกี่ยวกับ AFR</p>
	หลักการที่ 2	<p><b>จัดทำข้อมูลพื้นฐานของการผลิตโดยใช้เชื้อเพลิงและวัตถุดิบดั้งเดิม:</b></p> <p>→ ควบคุมและติดตามตรวจสอบ วัตถุดิบ ผลผลิต รวมทั้งมลพิษทางอากาศที่ระบายออกจาก โรงปูนซีเมนต์ระหว่างการผลิตที่ใช้เชื้อเพลิงและวัตถุดิบดั้งเดิม</p> <p>→ ประเมินสถานะแวดล้อมก่อนการดำเนินการ co-processing กากของเสียหรือขยะ</p> <p>→ ใช้ข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ ประกอบการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดจากการใช้ AFR โดยอยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessments (EIA))</p>
	หลักการที่ 3	<p><b>หน่วยงานที่มีอำนาจหน้าที่ในการกำกับดูแล ควรจะมีส่วนร่วมในระหว่างกระบวนการขอใบอนุญาต:</b></p> <p>→ สร้างความน่าเชื่อถือ โดยอาศัยการสื่อสารทำความเข้าใจอย่างเปิดเผย คงเส้นคงวา และต่อเนื่องกับหน่วยงานรับผิดชอบ</p> <p>→ พิจารณาและพยายามในการเลือกประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ดีที่สุดสามารถหาได้ (Best Available Technology : BAT)</p> <p>→ ผู้ประกอบการโรงงานปูนซีเมนต์ควรจัดหาข้อมูลที่เป็นให้แก่หน่วยงานผู้รับผิดชอบเพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการใช้ co-processing</p> <p>→ จัดตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาระดับชุมชนตั้งแต่ในระยะแรก โดยให้มีเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานที่ดูแลอยู่ในคณะด้วย เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูล ความคิดเห็นและความรู้เชิงปฏิบัติได้</p>
หลักการด้านสิ่งแวดล้อม	หลักการที่ 4	<p><b>ต้องปฏิบัติตามกฎเกณฑ์:</b></p> <p>→ กฎเกณฑ์ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จำเป็นต้องได้รับการปฏิบัติตามเพื่อให้การใช้ AFR ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบในทางลบต่อการปล่อยมลพิษทางอากาศออกจากโรงงาน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เชื้อเพลิงทดแทนทุกชนิดจะต้องถูกป้อน โดยตรงเข้าสู่บริเวณที่มีความร้อนสูงของเตาเผา (เช่น เข้าทางเตาเผาหลัก เข้าทางตอนกลางของเตาเผา เข้าทาง transition chamber เข้าทางท่อ riser และเข้าทาง precalciner firing)</li> <li>- ต้องปฏิบัติตามลักษณะเดียวกันในการใช้วัตถุดิบทดแทนที่มีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นสารระเหยง่าย เช่น สารอินทรีย์ กำมะถัน</li> <li>- จะต้องจำกัดปริมาณสารมลพิษบางชนิดในวัตถุดิบทางเลือก (เช่น สารตะกั่ว) เนื่องจากเตาเผาไม่สามารถกักเก็บไว้ได้</li> </ul> <p>→ กระบวนการผลิตปูนควรจะต้องมีอุปกรณ์ดักจับฝุ่นที่สามารถดักจับฝุ่นได้จากจุดปล่อยโดยตรงสู่หม้อบดปูน</p>
	หลักการที่ 5	<p><b>การตรวจสอบติดตามค่าตรวจวัดของมลพิษทางอากาศ เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำ :</b></p> <p>→ การตรวจสอบติดตามการปล่อยมลพิษ จะมีเพื่อแสดงให้เห็นว่า :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ได้มีการปฏิบัติตามข้อกำหนดและข้อตกลงแห่งชาติ</li> <li>- ได้มีการปฏิบัติตามกฎของบริษัท</li> <li>- ความเชื่อมั่นของการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบที่นำเข้าสู่ระบบ</li> </ul>
	หลักการที่ 6	<p><b>ของเสียหรือขยะบางประเภทจำเป็นต้องผ่านกระบวนการปรับสภาพก่อน:</b></p> <p>→ เพื่อประสิทธิภาพสูงสุด เตาเผาต้องการวัตถุดิบและเชื้อเพลิงที่คงที่มากที่สุดทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ ซึ่งสิ่งนี้จะต้องมีการปรับปรุงบางประการแก่กากของเสีย</p>
	หลักการที่ 7	<p><b>การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (EIA) จะช่วยยืนยันว่าได้มีการปฏิบัติตามมาตรฐานสิ่งแวดล้อม:</b></p> <p>→ การประเมินความเสี่ยง เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการค้นหาจุดอ่อนของระบบ</p> <p>→ การวิเคราะห์การไหลของวัตถุดิบและพลังงาน ช่วยปรับแต่งการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด</p>

หลักการด้านการปฏิบัติงาน	หลักการที่ 8	<p><b>การหาแหล่งที่มาของของเสียหรือขยะและ AFR เป็นสิ่งจำเป็น:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ ความสามารถในการติดตามแหล่งที่มาของกากของเสียหรือขยะจะช่วยป้องกันปัญหาการปล่อยมลพิษจากโรงงาน ช่วยลดความเสี่ยงในการปฏิบัติงาน และช่วยประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์</li> <li>→ ความสามารถในการติดตามแหล่งที่มาตั้งแต่โรงปรับสภาพหรือ โรงปูน ตั้งแต่แรกรับจนกระทั่งถึงการบำบัดขั้นสุดท้าย</li> <li>→ จัดทำข้อตกลงทางธุรกิจกับลูกค้าประจำ (ได้แก่ ผู้ผลิตของเสียและบริษัทรับจัดการของเสีย) โดยให้ระบุหลักเกณฑ์ควบคุมคุณภาพและการจัดส่งเพื่อให้กากของเสียหรือขยะที่ได้มีคุณภาพสม่ำเสมอ</li> <li>→ ปฏิเสธการใช้ของเสียหรือขยะที่อยู่ในกลุ่มที่ไม่เหมาะสม</li> <li>→ ในกรณีที่มีของเสียหรือขยะจากแหล่งที่มาใหม่ ให้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของเสียหรือขยะจากแหล่งที่มานั้น โดยละเอียดก่อนที่จะรับเข้ามาใช้</li> </ul>
	หลักการที่ 9	<p><b>การขนส่ง การจัดการดูแล และการจัดเก็บวัสดุจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบติดตาม:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ แนวทางการดำเนินการขนส่งกากของเสียหรือขยะ และ AFR จะต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดและข้อบังคับต่างๆ</li> <li>→ จัดให้มีคำแนะนำและอุปกรณ์ที่เหมาะสมเพียงพอสำหรับการขนส่ง การจัดการดูแล และการจัดเก็บของเสียหรือขยะที่เป็นของแข็งของเหลวและ AFR</li> <li>→ สายพานลำเลียง ที่พัก และระบบป้อนเข้า ได้รับการออกแบบให้ลดการเล็ดลอดของฝุ่นละอองออกไปให้น้อยที่สุด ป้องกันการหก การรั่วไหล และหลีกเลี่ยงไม่ให้มีสารระเหยที่เป็นอันตรายและมีพิษ</li> <li>→ จะต้องมีการพัฒนาและมีการใช้ระบบปฏิบัติการรองรับเหตุรั่วไหลและแผนฉุกเฉิน พร้อมทั้งมีการชี้แจงและทำความเข้าใจกับพนักงานอย่างเพียงพอ</li> </ul>
	หลักการที่ 10	<p><b>ประเด็นด้านการปฏิบัติงานจะต้องได้รับการพิจารณา:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ AFR จะถูกป้อนเข้าสู่ระบบเตาเผาเฉพาะในจุดที่ได้ผ่านการพิจารณาว่ามีความเหมาะสมตามลักษณะเฉพาะของ AFR นั้นๆ</li> <li>→ สภาพทางเทคนิคของโรงงานที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงาน คุณภาพของผลผลิต และสมรรถนะจะต้องถูกควบคุมและติดตามตรวจสอบอย่างระมัดระวัง</li> <li>→ จะต้องมีเอกสารกลยุทธ์การเดินระบบ AFR เริ่มต้นตั้งแต่เปิดเดินระบบเครื่อง ปีระบบเครื่อง และในกรณีเตาเผาขัดข้อง จัดเตรียมไว้สำหรับเจ้าหน้าที่ผู้ทำการเดินระบบด้วย</li> </ul>
	หลักการที่ 11	<p><b>ต้องมีการควบคุมคุณภาพ :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ แผนการควบคุมคุณภาพสำหรับกากของเสียหรือขยะและ AFR จะต้องมีการจัดเตรียมเป็นเอกสารไว้ในทุกๆ ที่ตั้งโรงงาน</li> <li>→ จัดให้มี วิธีการ อุปกรณ์ที่เหมาะสม และเจ้าหน้าที่ที่ผ่านการอบรมด้านควบคุมคุณภาพสำหรับกากของเสียหรือขยะและ AFR</li> <li>→ จัดให้มีระเบียบการหรือข้อปฏิบัติที่เหมาะสมเตรียมพร้อมไว้ในกรณีที่เกิดการไม่ได้ตามข้อกำหนดเฉพาะ โดยจะต้องมีการสื่อสารทำความเข้าใจกับผู้ปฏิบัติงานไว้ก่อนเสมอ</li> </ul>
	หลักการที่ 12	<p><b>การติดตามและตรวจสอบนำไปสู่การดำเนินการอย่างไร้ประวัติ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ จัดเตรียมและติดตั้งระเบียบการในการการติดตามและตรวจสอบการจัดการของเสียหรือขยะและ AFR ทั้งการบำบัดก่อนและหลังกระบวนการ co-processing</li> <li>→ จัดให้มีคำแนะนำและการฝึกอบรมที่เพียงพอสำหรับพนักงานบริษัทในการปฏิบัติงานด้านการตรวจสอบภายใน</li> </ul>

**หลักการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย** (ดู→หลักการที่ 13-17 หน้า 7)

ควรพิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งของโรงงานตามหลักการด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อลดความเสี่ยงอันตรายด้านต่างๆ โดยควรอยู่ในบริเวณห่างไกลจากถิ่นที่ตั้งชุมชน ลดความเสี่ยงที่อาจเกิดจากการขนส่ง และโลจิสติกส์ต่างๆ นอกจากนี้โรงงานปรับสภาพและโรงปูนซีเมนต์จะต้องอยู่ในบริเวณที่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคนิคครบถ้วนเพื่อที่จะสามารถดูแลแก้ไขปัญหาทางต่างๆ ได้แก่ ไรระเหย กลิ่น ฝุ่น การปนเปื้อนน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน และระบบป้องกันการเกิดอัคคีภัย การดำเนินงานทั้งหมดภายใต้การใช้ AFR จะต้องมีการบันทึกเป็นเอกสารแสดงไว้อย่างชัดเจนเพื่อยืนยันความเปิดเผยและโปร่งใสของโรงงานต่อสาธารณชนในแง่สุขภาพและความปลอดภัย

ฝ่ายบริหารและพนักงานจะต้องผ่านการฝึกฝนในการดูแลและดำเนินการกระบวนการ AFR โดยเฉพาะควรจัดการฝึกอบรมพนักงานใหม่และผู้รับเหมา เพื่อสร้างความเข้าใจในการปฏิบัติงานกับสารอันตรายก่อนการลงมือดำเนินระบบ co-processing ซึ่งอาจจัดให้มีการฝึกอบรมซ้ำให้แก่ผู้ผ่านหลักสูตรดังกล่าวมาแล้วอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้ หากสามารถจัดตั้งเป็นหน่วยงานฝึกอบรมโดยเฉพาะ และมีการจัดอบรมแรกเข้าให้กับผู้มาเยี่ยมชม เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความเสี่ยงต่างๆ และให้ข้อมูลวิธีการปฏิบัติเพื่อบรรเทาความเสี่ยงนั้นๆ จะเป็นการสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่โรงงานได้เป็นอย่างดี

หลักการด้านความปลอดภัยและความปลอดภัย	หลักการที่ 13	<p>การเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมเพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงต่างๆ:</p> <p>→ ทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม (ด้านสิ่งแวดล้อม การห่างไกลจากถิ่นที่ดึงดูดชุมชน ความเสี่ยงที่อาจเกิดจากการขนส่ง และโลจิสติกส์ต่างๆ)</p> <p>นอกจากนี้ โรงงานจะต้องอยู่ในบริเวณที่มีโครงสร้างพื้นฐานทางเทคนิคต่างๆเพื่อที่จะสามารถดูแลแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้แก่ ไรระเหย กลิ่นฝุ่น การปนเปื้อนน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน และระบบป้องกันการเกิดอัคคีภัย และฝ่ายบริหารและพนักงานจะต้องผ่านการฝึกฝนในการดูแลและดำเนินกระบวนการ AFR ซึ่งจะลดความเสี่ยงอันตรายด้านต่างๆ ให้เหลือน้อยที่สุด</p>
	หลักการที่ 14	<p>ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน:</p> <p>→ จัดตั้งหน่วยรักษาความปลอดภัยสำหรับทุกสถานที่ตั้งโรงงาน</p> <p>→ ผู้จัดการความเสี่ยงเป็นผู้รับผิดชอบเตรียมหน่วยดังกล่าวให้สามารถดำเนินการบรรลุตามเป้าหมาย</p>
	หลักการที่ 15	<p>การจัดทำเอกสารและข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็น:</p> <p>→ การจัดทำเอกสารและข้อมูลเป็นรากฐานสำคัญยิ่งในการดำเนินงานอย่างเปิดเผยและโปร่งใสด้านสุขภาพและความปลอดภัย</p> <p>→ จัดเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดให้กับพนักงานลูกจ้างและหน่วยงานรับผิดชอบสามารถสืบค้นได้ก่อนการดำเนินกิจกรรมการ co-processing</p>
	หลักการที่ 16	<p>การฝึกอบรมสำหรับบุคลากรทุกระดับ:</p> <p>→ ฝ่ายบริหารจะต้องผ่านการฝึกฝนก่อนการเริ่มต้นดูแลและดำเนินกระบวนการ co-processing ในโรงงานที่สร้างใหม่หรือในสถานที่ตั้งแห่งใหม่ และควรจัดให้มีการเยี่ยมชมสถานที่ที่ดำเนินการอยู่ก่อนแล้วด้วย</p> <p>→ จัดให้มีการฝึกอบรมเกี่ยวกับการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารอันตรายสำหรับพนักงานใหม่ก่อนการลงมือดำเนินระบบ co-processing ซึ่งควรจัดการอบรมซ้ำและมอบประกาศนียบัตรให้แก่ผู้ที่เคยผ่านหลักสูตรดังกล่าวมาแล้วเป็นประจำ ให้กับพนักงานลูกจ้างและผู้รับเหมา รวมทั้งการจัดอบรมแรกรับให้กับผู้มาเยี่ยมชม</p> <p>→ การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความเสี่ยงต่างๆ และให้ข้อมูลวิธีการปฏิบัติเพื่อบรรเทาความเสี่ยงนั้นๆ เป็นกุญแจสำคัญนำไปสู่ความสำเร็จ</p> <p>→ การที่หน่วยงานรับผิดชอบสามารถดำเนินการฝึกอบรมและให้ข้อมูลได้เป็นพื้นฐานการสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่โรงงานได้เป็นอย่างดี</p>
	หลักการที่ 17	<p>แผนปฏิบัติการรองรับเหตุรั่วไหลและแผนฉุกเฉิน:</p> <p>→ แผนปฏิบัติการรองรับเหตุรั่วไหลและแผนฉุกเฉินที่ดี มีการซักซ้อมแบบเลียนแบบเหตุการณ์จริงอย่างสม่ำเสมอ ที่ควรมีอุตสาหกรรมและเวกใกล้เคียงและหน่วยงานรับผิดชอบมาร่วมด้วย มีส่วนสำคัญในการทำให้การใช้ AFR มีความปลอดภัยยิ่งขึ้น</p>
หลักการด้านการสื่อสารสร้างความเข้าใจและความรับผิดชอบต่อสังคม	หลักการที่ 18	<p>ความเปิดเผยและความโปร่งใส:</p> <p>→ จัดให้มีข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดเพื่อให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องรับทราบวัตถุประสงค์ของการ co-processing สำคัญ หน้าที่รับผิดชอบของแต่ละส่วน ตลอดจนกระบวนการตัดสินใจในกรณีต่างๆ</p> <p>→ การหาหรือแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ผิดพลาดหรือประสบความสำเร็จอย่างเปิดเผยเป็นส่วนหนึ่งของความโปร่งใสในการทำงาน</p>
	หลักการที่ 19	<p>ความน่าเชื่อถือและความคงเส้นคงวา:</p> <p>→ สร้างความน่าเชื่อถือโดยมีความเปิดเผย ซื่อสัตย์ และคงเส้นคงวา การพูดชักจูงใจใดๆ จะต้องสามารถแสดงให้เห็นได้ด้วยข้อเท็จจริงและผลงานที่ดีจริง ต้องระมัดระวังว่าสิ่งที่ทำกับสิ่งที่พูดต้องเหมือนกัน</p>
	หลักการที่ 20	<p>การพุ่มพักพื้นฐานการหารือกันอย่างเปิดเผยตั้งอยู่บนพื้นฐานความเคารพและเชื่อถือซึ่งกันและกัน:</p> <p>→ การสื่อสารความหมายรวมไปถึงการแสวงหาข้อมูลป้อนกลับและการเสวนาระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ผสมผสานกับความคิดเห็นจากภายนอก ผู้เข้าร่วมเสวนาควรเป็นอิสระในการแสดงความคิดเห็น ไม่ควรสร้างกรอบหรือกฎเกณฑ์ข้อบังคับใดๆในการให้ข้อคิดเห็น</p>
	หลักการที่ 21	<p>ความแตกต่างทางวัฒนธรรม:</p> <p>→ ให้ความสำคัญต่อความแตกต่างทางวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม โดยให้อึดหลักเป้าหมายและความจริงใจเป็นที่ตั้ง</p>
	หลักการที่ 22	<p>ความต่อเนื่อง:</p> <p>→ ใช้หลักการ เริ่มต้นก่อน และเมื่อเริ่มต้นแล้วอย่าหยุด</p>

หลักการด้านการสื่อสารสร้างความเข้าใจและความรับผิดชอบต่อสังคม (ดู → หลักการที่ 18-22 จากข้างบน)

การนำ AFR มาใช้จำเป็นต้องมีการพูดคุยสร้างความเข้าใจกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกกลุ่ม โดยจัดให้ทุกกลุ่มรับทราบวัตถุประสงค์ของการ co-processing สำคัญ หน้าที่รับผิดชอบของแต่ละส่วน ตลอดจนกระบวนการตัดสินใจในกรณีต่างๆ

สำหรับปัจจัยสำคัญที่ทำให้มีการพัฒนาไปสู่การแก้ไขเพื่อสิ่งที่ดีกว่านั้นได้แก่การหาหรือแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ผิดพลาดหรือประสบความสำเร็จอย่างเปิดเผย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความโปร่งใสของการทำงาน อีกทั้งเป็นการสร้างและพัฒนาโรงงานให้มีความน่าเชื่อถือและมั่นคง โดยอาศัยการพุ่มพักพื้นฐานต่างๆ ให้ผู้เกี่ยวข้องโดยใช้หลักการการหารือกันอย่างเปิดเผยและเคารพในความแตกต่างทางวัฒนธรรม

---

# บทสรุป

---

## บทสรุป

คงจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันเมื่อประชากรในโลกกำลังพัฒนาเพิ่มจำนวนขึ้น ปัญหาการจัดการของเสียหรือขยะได้เพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว ในขณะที่เดียวกันความต้องการปูนซีเมนต์สำหรับการพัฒนาที่อยู่อาศัยได้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น การจัดการของเสียหรือขยะโดยนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและวัตถุดิบอย่างเหมาะสมในเตาเผาปูนซีเมนต์ จึงเป็นทางเลือกที่นอกจากจะช่วยในการจัดการของเสียแล้ว ยังสนับสนุนต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในโลกปัจจุบันนี้ด้วย

คู่มือเล่มนี้ รวบรวมบทเรียนจากประสบการณ์หลากหลายในการ co-processing ของเสียหรือขยะในการผลิตปูนซีเมนต์จากประเทศที่พัฒนาแล้ว เพื่อให้ประเทศกำลังพัฒนานำไปปรับใช้เพื่อการพัฒนาสู่จุดหมายในการจัดการของเสียหรือขยะอย่างมีประสิทธิภาพ และสนับสนุนให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการสร้างและพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ และความรู้ความชำนาญอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนเสริมสร้างความรับผิดชอบของสาธารณชนต่อสังคมให้มีการนำมาตราฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม และกฎข้อบังคับด้านสุขอนามัยและความปลอดภัยมาประยุกต์และปฏิบัติตามอย่างถูกต้อง

คู่มือเล่มนี้จัดทำโดยคณะผู้เชี่ยวชาญจาก Holcim และ GTZ โดยได้รับการสนับสนุน และแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญหลากหลายสาขาทั้งจากภาครัฐและภาคเอกชน ตลอดจนจากภาคอุตสาหกรรมการผลิตซีเมนต์ และองค์กรเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ นอกจากนี้ ยังได้รับความร่วมมือจาก **Institute for Copreneurship (IEC) of the University of Applied Sciences Northwestern Switzerland (FHNW)** ช่วยเพิ่มเติมรายละเอียดด้านวิชาการอีกด้วย

GTZ และ Holcim ขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่งต่อผู้มีส่วนร่วมทุกท่านที่ได้สละเวลาในการแบ่งปันความรู้และข้อมูล ตลอดจนข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่างๆ ตลอดจน ขอแสดงความขอบคุณต่อ BMZ ที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการจัดทำคู่มือนี้



For further information contact: [www.coprocem.com](http://www.coprocem.com)

**Deutsche Gesellschaft für  
Technische Zusammenarbeit  
GmbH (GTZ)**

D. Ziegler, W. Schimpf  
P.O. Box 5180  
65726 Eschborn  
Germany  
Tel. ++49 6196 79 0  
Fax ++49 6196 79 11 15  
[umwelt-infrastruktur@gtz.de](mailto:umwelt-infrastruktur@gtz.de)  
[www.gtz.de](http://www.gtz.de)

**Holcim Group Support Ltd**

B. Dubach, J-P. Degré  
Hagenholzstr. 85  
8050 Zürich  
Switzerland  
Tel. ++41 58 858 82 30  
Fax ++41 58 858 82 34  
[environment@holcim.com](mailto:environment@holcim.com)  
[www.holcim.com](http://www.holcim.com)

**Fachhochschule  
Nordwestschweiz FHNW**

D. Mutz  
Gründenstrasse 40  
4132 Muttenz  
Switzerland  
Tel. ++41 61 467 42 42  
Fax ++41 467 44 60  
[info@coprocem.com](mailto:info@coprocem.com)  
[www.fhnw.ch](http://www.fhnw.ch)