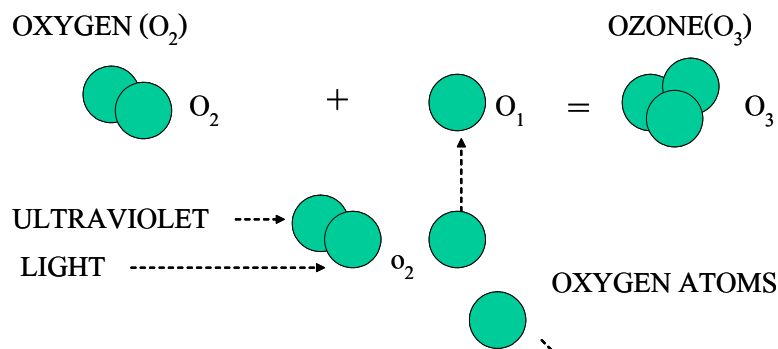


ข้อมูลเทคโนโลยีเชิงลึก การบำบัดและปรับสภาพน้ำด้วยโอโซน (Ozone Water Treatment)

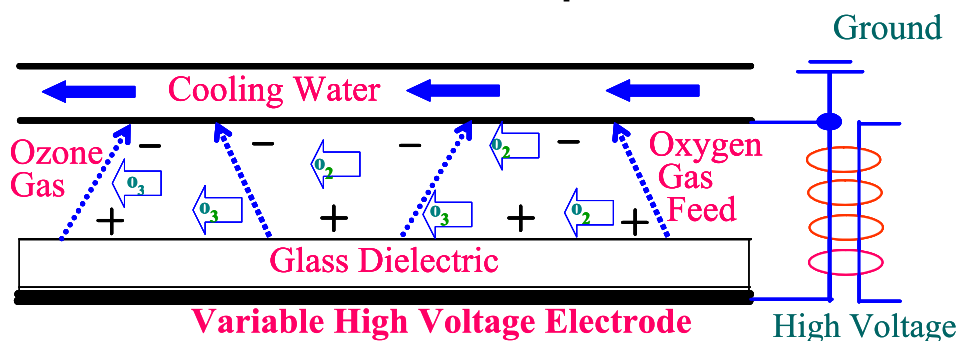
1. หลักการทำงานของเทคโนโลยี⁽³⁾⁽⁴⁾

โอโซน คือ อะไร

โอโซนเป็นโมเลกุลที่ประกอบไปด้วยออกซิเจนสามอะตอม มีสัญลักษณ์ทางเคมีเป็น O_3 โอโซนเป็นก๊าซที่ไม่เสถียรและสลายได้ด้วยตัวเอง โดยปกติโอโซนจะเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติจากการที่รังสีอัลตราไวโอเล็ตในแสงอาทิตย์ทำให้โมเลกุลของออกซิเจนในบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ ที่ระดับความสูง 15-50 กิโลเมตรเหนือระดับน้ำทะเลแตกตัวออกเป็นอะตอมของออกซิเจนและไปทำปฏิกิริยารวมตัวกับออกซิเจนกลายเป็นโอโซน ดังแสดงในรูปที่ 1.1



นอกจากการเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติแล้ว โอโซนยังสามารถเกิดขึ้นได้จากการผ่านอากาศแห้งและมีคุณสมบัติที่เหมาะสมเข้าไปยังสนามไฟฟ้าแบบ Corona Discharge ทำให้ออกซิเจนในอากาศบางส่วนแตกตัวเกิดอะตอมออกซิเจน ซึ่งจะรวมตัวกับออกซิเจนเกิดเป็นโอโซนได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2: แสดงรูปแสดงการเกิดโอโซนจากสนามไฟฟ้าแบบ Corona Discharge⁽⁴⁾

โอโซนมีคุณสมบัติที่สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้อย่างรุนแรง สามารถทำลายเซลล์เนื้อเยื่อของเชื้อโรคได้แบบเฉียบพลัน มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคได้เร็วกว่าคลอรีน 3,125 เท่า

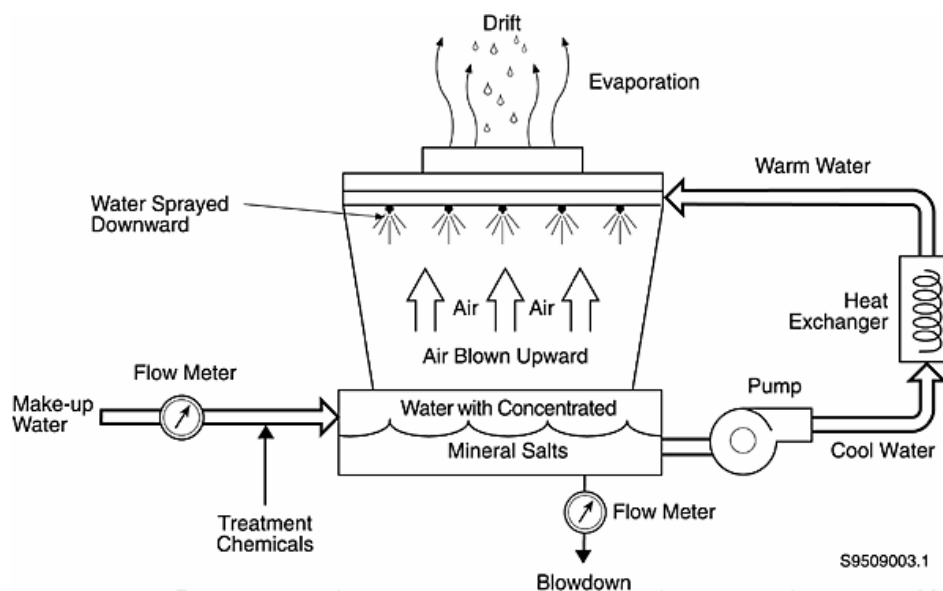
การประยุกต์ใช้โอโซน

โอโซนได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ เช่น ใช้ปรับสภาพอากาศ เพื่อขจัดกลิ่นอับ และฆ่าเชื้อโรค ใช้ประกอบกับเครื่องทำน้ำดื่ม ใช้ประกอบการล้างผักผลไม้ และอาหารสด ใช้ในการแพทย์ เช่น ใช้ฆ่าเชื้อโรคในห้องผ่าตัด ใช้บำบัดน้ำในสระว่ายน้ำ ใช้ในกระบวนการซักผ้า รวมถึงใช้เพื่อฆ่าเชื้อโรคและปรับสภาพน้ำในระบบน้ำระบายความร้อนสำหรับระบบปรับอากาศและกระบวนการผลิต

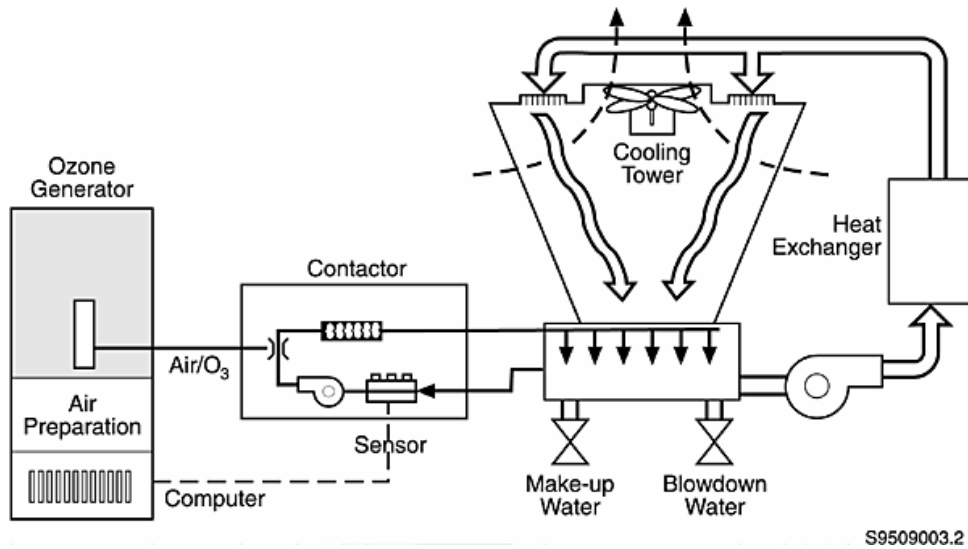
2. การใช้ทดแทนเทคโนโลยีเดิม

โอโซนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านการอนุรักษ์พลังงานในกระบวนการบำบัดและปรับสภาพน้ำ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการใช้สารเคมีเพื่อฆ่าเชื้อโรคหรือปรับสภาพน้ำ และลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ดังต่อไปนี้

- การใช้โอโซนในระบบน้ำระบายความร้อนของเครื่องทำน้ำเย็น เพื่อฆ่าเชื้อโรคและปรับสภาพน้ำซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนและตะกอนในระบบแทนการใช้สารเคมีในการปรับสภาพน้ำ ระบบโอโซนเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำ ทำให้ลดการใช้สารเคมี และความจำเป็นในการโบลด์วอร์นเพื่อรักษาคุณภาพน้ำของระบบระบายความร้อน และที่สำคัญช่วยลดการเกิดตะกอนทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนของหระบายความร้อน ส่งผลให้สมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นที่อยู่ตลอดเวลา ทำให้การใช้พลังงานของระบบทำความเย็นลดลง

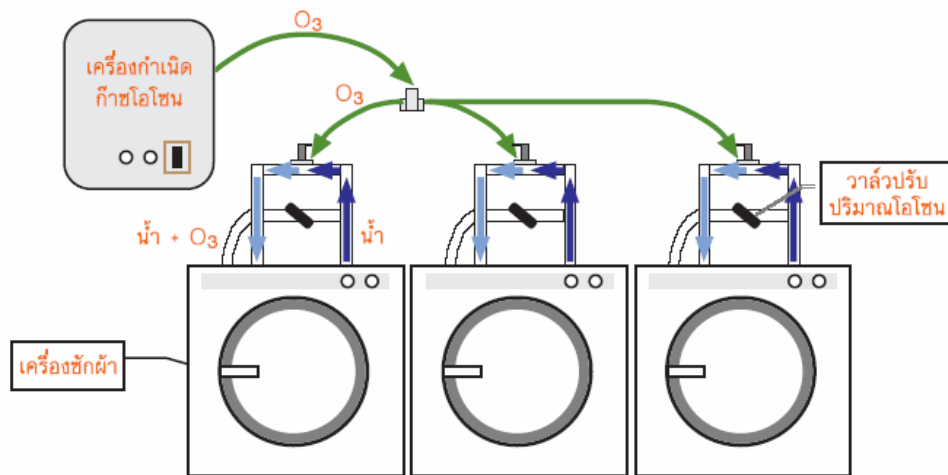


รูปที่ 2.1: แสดงการใช้สารเคมีและการโบลด์วอร์นในระบบน้ำระบายความร้อนสำหรับเครื่องทำน้ำเย็น⁽¹⁾



รูปที่ 2.2: แสดงการใช้โอโซนในระบบน้ำระบายความร้อนสำหรับเครื่องทำน้ำเย็น⁽¹⁾

- การใช้โอโซนในกระบวนการซักผ้า ระบบโอโซนสามารถติดตั้งกับระบบเครื่องซักผ้าทดแทนการใช้น้ำร้อนและลดการใช้ผงซักฟอก ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้น้ำ ผงซักฟอก สารเคมีและพลังงานที่ใช้ในการผลิตน้ำร้อนในระบบลงได้



รูปที่ 2.3: แสดงการใช้โอโซนในระบบเครื่องซักผ้า⁽⁴⁾

3. ศักยภาพการประหยัดพลังงาน

การใช้โอโซนในการบำบัดและปรับสภาพน้ำ มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานดังนี้

- **กรณีการใช้โอโซนในระบบน้ำระบายความร้อนของเครื่องทำน้ำเย็น**

จากข้อมูลการติดตั้งใช้งานระบบโอโซนกับระบบน้ำระบายความร้อนของเครื่องทำน้ำเย็นในประเทศสหรัฐอเมริกา⁽¹⁾ การใช้โอโซนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อน ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นเพิ่มขึ้นประมาณ 10%-20% ช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมี ลดปริมาณการใช้น้ำ และการโบรด์วอร์มน้ำทิ้ง ทั้งนี้ได้มีการสรุปแสดงผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากการติดตั้งโอโซนกับระบบระบายความร้อนของเครื่องทำน้ำเย็นกับโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ไว้ดังนี้

รายละเอียดค่าใช้จ่าย	การปรับสภาพด้วยเคมี	การปรับสภาพด้วยโอโซน	ผลประหยัด
ค่าไฟฟ้าของระบบปรับสภาพ	\$0	\$2,592	-\$2,592 (-100%)
ค่าสารเคมี	\$18,613	\$0	\$18,613 (100%)
ค่าแรงงาน	\$9,370	\$2,808	\$6,562 (70%)
ค่าใช้จ่ายจากการโบรด์วอร์มน้ำ	\$45,360	\$4,536	\$40,824 (90%)
ค่าก๊าซคลอรีน	\$6,120	\$0	\$6,120 (100%)
ค่าไฟฟ้าของระบบรวม	\$118,715	\$47,479	\$71,236 (60%)
รวมค่าใช้จ่ายต่อปี	\$198,168	\$57,415	\$140,753 (71%)

- **กรณีการใช้โอโซนในระบบซักผ้า**

จากข้อมูลการติดตั้งระบบโอโซนในระบบเครื่องซักผ้าขนาดใหญ่ในต่างประเทศ⁽²⁾⁽³⁾ และกรณีศึกษาในประเทศไทย⁽⁴⁾⁽⁵⁾ การใช้โอโซนสามารถให้ผลที่ชัดเจนในการลดขั้นตอนการซัก ปริมาณการใช้น้ำร้อน ปริมาณการใช้สารเคมี และผงซักฟอก ทำให้ลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับผลิตน้ำร้อนในการกระบวนการซักได้ประมาณ 80% ลดปริมาณการใช้น้ำได้ประมาณ 5%-20% และลดปริมาณสารเคมีสำหรับซักล้างได้ประมาณ 5%-30% นอกจากนี้การซักผ้าที่ใช้น้ำอุณหภูมิต่ำลงยังส่งผลต่อคุณภาพของผ้าที่ซักด้วย

จากข้อมูลการวิจัยการใช้ระบบโอโซนกับระบบเครื่องซักผ้าขนาดใหญ่กับโรงแรมแห่งหนึ่งในประเทศไทย⁽³⁾ ได้แสดงผลประหยัดไว้ดังนี้

ขั้นตอน	ก่อนติดตั้งระบบโอโซน	หลังติดตั้งระบบโอโซน
1	ซักล้างน้ำเปล่า (3 นาที)	-
2	ซักโดยใช้ผงซักฟอกและน้ำร้อน (20 นาที)	ซักโดยใช้ผงซักฟอกและน้ำโอโซน (15 นาที)
3	ซักล้างน้ำเปล่า (5 นาที)	ซักล้างน้ำโอโซน (3 นาที)
4	ซักล้างน้ำเปล่า (5 นาที)	ซักล้างน้ำโอโซน (3 นาที)
5	ซักล้างน้ำเปล่า (5 นาที)	-

ตารางที่ 3.1: แสดงตัวอย่างเปรียบเทียบขั้นตอนการซักผ้าก่อนและหลังติดตั้งระบบโอโซน⁽³⁾

พลังงานที่ประหยัดได้	ค่าใช้จ่ายก่อนติดตั้ง (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายหลังติดตั้ง (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายที่ลดลง (บาท/ปี)	ผลการประหยัด (%)
เคมีภัณฑ์	698,979	412,807	286,172	40.94
ค่าไฟฟ้า	471,061	229,948	241,113	51.18
ค่าก๊าซ LPG สำหรับทำน้ำร้อน	166,688	-	116,688	100
ค่าน้ำ	76,851	63,718	13,133	17.09
ค่าใช้จ่ายทั้งหมด	1,413,579	706,474	707,105	50.03

ตารางที่ 3.2: แสดงตัวอย่างเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและผลประหยัดในการติดตั้งระบบโอโซน⁽³⁾

4. สภาพที่เหมาะสมกับการใช้เทคโนโลยี

เทคโนโลยีการบำบัดและปรับสภาพน้ำด้วยโอโซนเหมาะสำหรับการติดตั้งใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมหรืออาคารที่ใช้ระบบทำความเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำเพื่อใช้ทดแทนระบบปรับสภาพน้ำด้วยสารเคมี และเหมาะกับการติดตั้งกับกระบวนการซักล้างของโรงงานหรืออาคารขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ เพื่อทดแทนการใช้ผงซักฟอก สารเคมี และพลังงานความร้อน

5. กลุ่มเป้าหมายการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

กลุ่มของโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารที่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ได้แก่

- อุตสาหกรรมอาหาร เช่น โรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม
- อุตสาหกรรมสิ่งทอ ในกระบวนการซักฟอกย้อม
- โรงงานอุตสาหกรรมและอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ หรือระบบทำความเย็นที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ
- อาคารโรงแรมและโรงพยาบาลขนาดใหญ่ ที่มีกระบวนการซักผ้า
- ฯลฯ

6. ราคาของเทคโนโลยี

ราคาของระบบการบำบัดและปรับสภาพน้ำด้วยโอโซนจะขึ้นอยู่กับขนาดและประเภทของการติดตั้งใช้งาน โดยค่าใช้จ่ายของการติดตั้งระบบโอโซนสำหรับการปรับสภาพน้ำระบายความร้อน⁽¹⁾ จะอยู่ในช่วงประมาณ 850,000 – 2,500,000 บาท (\$25,000 - \$70,000) สำหรับหอระบายความร้อนขนาด 1,000 ตัน หรือเฉลี่ยประมาณ 1,250 บาท (\$36) ต่อตัน สำหรับราคาของระบบโอโซนตามกำลังผลิตสำหรับช่วง 10 ถึง 3,700 กรัม/ช.ม. จะมีราคาอยู่ในช่วง 340,000 ถึง 10,200,000 บาท (\$10,000 - \$300,000)

7. ระยะเวลาคืนทุนของเทคโนโลยี

จากข้อมูลกรณีศึกษาการติดตั้งใช้เทคโนโลยีการบำบัดและปรับสภาพน้ำด้วยโอโซนในประเทศไทย⁽¹⁾ แสดงผล
ประหยัดซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 3 – 5 ปี

8. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีการบำบัดและปรับสภาพน้ำด้วยโอโซน ช่วยควบคุมคุณภาพน้ำระบายความร้อน ทำให้ลดความถี่และ
ปริมาณการใช้สารเคมีและน้ำเพื่อล้างทำความสะอาดระบบน้ำระบายความร้อน การใช้โอโซนในระบบซักผ้าช่วยลด
ปริมาณการใช้น้ำ ลดปริมาณการใช้ผงซักฟอก สารเคมี และทำให้น้ำทิ้งจากกระบวนการซักผ้ามีคุณภาพที่ดีขึ้นเป็น
ผลดีต่อสิ่งแวดล้อม

9. ความแพร่หลายและศักยภาพการขยายผลในประเทศไทย

จากการตรวจสอบกับผู้จำหน่ายและฐานข้อมูลโรงงานอาคารควบคุมของ พ.พ. ประมาณการว่ามีการนำเทคโนโลยีการ
บำบัดและปรับสภาพน้ำด้วยโอโซนไปประยุกต์ใช้แล้วกับสถานประกอบการประมาณไม่เกิน 1% ของจำนวนสถาน
ประกอบการที่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ได้ (ประมาณ 11 แห่งจาก 2,972 แห่ง)

โดยเมื่อพิจารณากลุ่มเป้าหมายการใช้เทคโนโลยีนี้ในกลุ่มอุตสาหกรรมและอาคารที่มีศักยภาพแล้วพบว่า เทคโนโลยีนี้
สามารถขยายผลในสถานประกอบการที่มีการใช้พลังงานรวมกันประมาณ 450 ktoe ตามข้อมูลการใช้พลังงานของ
ประเทศไทยปี 2549⁽⁵⁾ และจากการประมาณการในกรณีนี้ที่ 20% ของสถานประกอบการที่มีศักยภาพเหล่านี้
เทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้จะทำให้เกิดผลประหยัดพลังงานให้กับประเทศได้ปีละประมาณ 1,441 ล้านบาท

10. ตัวอย่างกรณีศึกษา⁽¹⁾

กรณีศึกษา:	โรงงานบริษัท ชิงเดนเกิน (ประเทศไทย) จำกัด
ประเภทโรงงาน:	ผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์
การใช้เทคโนโลยี:	ติดตั้งระบบโอโซน เพื่อปรับสภาพน้ำในระบบน้ำระบายความร้อนของเครื่องทำน้ำเย็น
เงินลงทุน:	410,250 บาท (ระบบโอโซนขนาดกำลังผลิตก๊าซโอโซน 20 กรัม/ช.ม.)
ผลประหยัดพลังงาน:	ไฟฟ้า 48,260 kWh/ปี
ค่าพลังงานที่ประหยัดได้:	93,756 บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายอื่นที่ประหยัดได้:	200,000 บาท/ปี (ค่าล้างทำความสะอาดคอนเดนเซอร์)
ระยะเวลาคืนทุน:	1.4 ปี

กรณีศึกษา:	โรงแรมโซฟีเทล เซ็นทรัล หัวหิน
ประเภทอาคาร:	โรงแรมขนาดใหญ่
การใช้เทคโนโลยี:	ติดตั้งติดตั้งระบบผลิตก๊าซโอโซนเพื่อทำงานร่วมกับเครื่องซักผ้าเดิมจำนวน 6 เครื่อง ของ โรงแรม
เงินลงทุน:	1,800,000 บาท (ระบบโอโซนสำหรับเครื่องซักผ้า 6 ชุดขนาดซักผ้ารวม 387 ปอนด์)
ผลประหยัดพลังงาน:	ไฟฟ้า 31,965 kWh/ปี, LPG 13,671 kg/ปี
ค่าพลังงานที่ประหยัดได้:	270,300 บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายอื่นที่ประหยัดได้:	347,000 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน:	2.9 ปี

11. แหล่งข้อมูลอ้างอิง

- (1) Federal Technology Alert: Ozone Treatment for Cooling Towers, The New Technology Demonstration Program, U.S. Department Of Energy, 1998.
- (2) Ozone in Laundry: Measurable Economic Benefits, American Laundry News, July 2007.
- (3) จันทนา กุญชรรัตน์, ไพรวลัย เชียงหลิว, การใช้เทคโนโลยีระบบโอโซนเพื่อการประหยัดพลังงานในเครื่องซักผ้าขนาดใหญ่ (Ozone for Energy Saving in Laundry System), การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1, 11-13 พฤษภาคม 2548
- (4) กรณีศึกษา 029 การทำความสะอาดและปรับสภาพน้ำโดยใช้โอโซน (Ozone for Water Treatment), กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2547
- (5) รายงานพลังงานของประเทศไทยปี 2549, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน