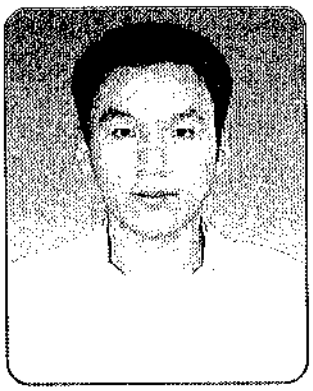
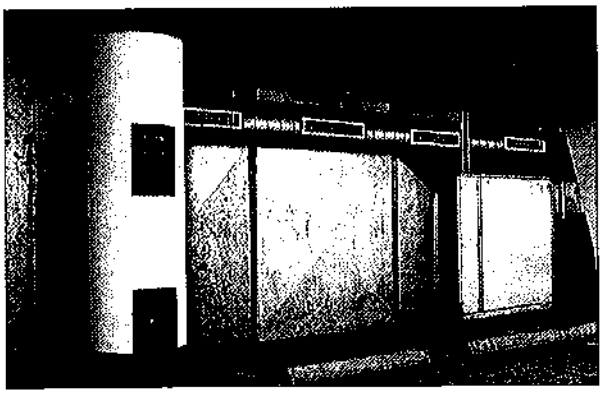
แนวทางเลือกสำหรับระบบระบายอากาศและระบบควบคุมควันในอาคารจอดรถใต้ดิน (Alternative Concept for Basement Car Park Ventilation and Smoke Control System)

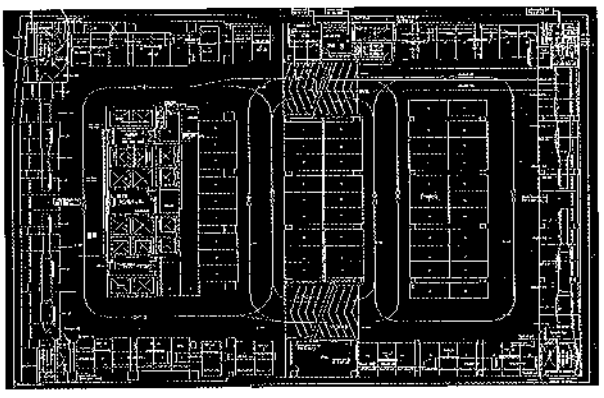


ณัฐพล ประชาเสรี สก 3352
วิศวกรเครื่องกลอาวุโส บจก. อีอีซี เอ็นจิเนียริ่งเน็ทเวิร์ค
ธวัชชัย ลิ้มมณฑล สก 3411
วิศวกรเครื่องกลอาวุโส บจก. อีอีซี เอ็นจิเนียริ่งเน็ทเวิร์ค

การออกแบบระบบระบายอากาศในพื้นที่บริเวณอาคารจอดรถที่อยู่ต่ำกว่าระดับพื้นดิน มีจุดประสงค์เพื่อเจือจางมลภาวะทางอากาศที่เกิดจากท่อไอเสียของเครื่องยนต์รถ (โดยทั่วไปคือก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์, CO) และเติมอากาศดีเข้าไปในบริเวณ ส่วนในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้สามารถนำมาใช้ในการระบายควันออกจากพื้นที่เพื่อให้เปิดทางอพยพหนีไฟและสามารถให้พนักงานดับเพลิงเข้าสู่พื้นที่ได้

ระบบที่นิยมใช้กันในการระบายอากาศในบริเวณอาคารจอดรถ แต่เดิมนั้นเป็นระบบเดินท่อลม ซึ่งประกอบด้วยท่อลมระบบเติมอากาศและระบบระบายอากาศ อากาศที่จ่ายออกจากท่อลมระบบเติมอากาศจะเป็นตัวผลักอากาศในพื้นที่ให้เคลื่อนไปยังจุดที่ออกแบบไว้ระบายอากาศทิ้งตามจุดที่ติดตั้งหน้ากากลมไว้ ซึ่งปัญหาที่พบหลักๆ ของระบบเดิม คือ การเติมกับดูดอากาศทิ้งไม่สามารถเติมและดูดอากาศออกได้สม่ำเสมอในทุกพื้นที่ของอาคารจอดรถ เป็นสาเหตุที่ทำให้การไหลเวียนของอากาศไม่ดี บางบริเวณของอาคารจอดรถเกิดเป็นมุมอับที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูง และปัญหาของขนาดท่อลมซึ่งมีขนาดใหญ่ที่ต้องเดินในพื้นที่จอดรถที่โดยทั่วไปมีความสูงจากพื้นถึงพื้นอีกชั้น (Floor To Floor) ไม่มากนัก

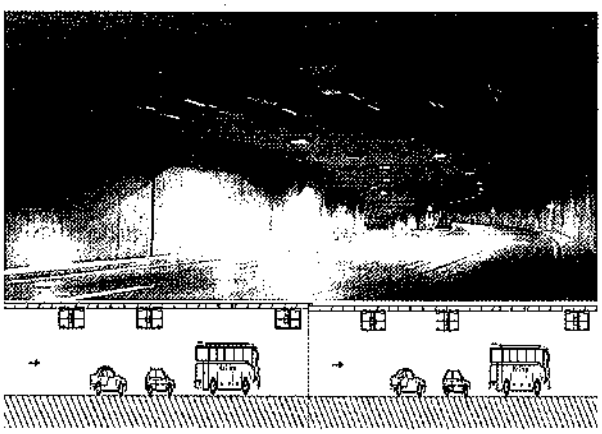




รูปที่ 1 ระบบระบายอากาศพื้นที่อาคารจอดรถใต้ดินแบบเดินท่อลม

ระบบ Jet Thrust Fan

ระบบแนวทางเลือกสำหรับการออกแบบระบบระบายอากาศและควบคุมควันในอาคารที่จอดรถใต้ดิน คือ ระบบพัดลมพ่นอากาศ (Jet Thrust Fan) ที่ถูกประยุกต์มาจากการใช้งานของระบบพัดลมพ่นอากาศในอุโมงค์ (Tunnel Jet Fan) ที่ใช้ระบายอากาศในอุโมงค์ที่มีความยาวโดยหลักการคือส่งอากาศจากพัดลมชุดหนึ่งไปยังอีกชุดหนึ่ง ซึ่งปกติแล้วพื้นที่ประเภทอุโมงค์ก็มักจะมีปัญหาการสะสมของมลภาวะที่เกิดจากรถยนต์เช่นเดียวกันกับพื้นที่อาคารจอดรถใต้ดิน

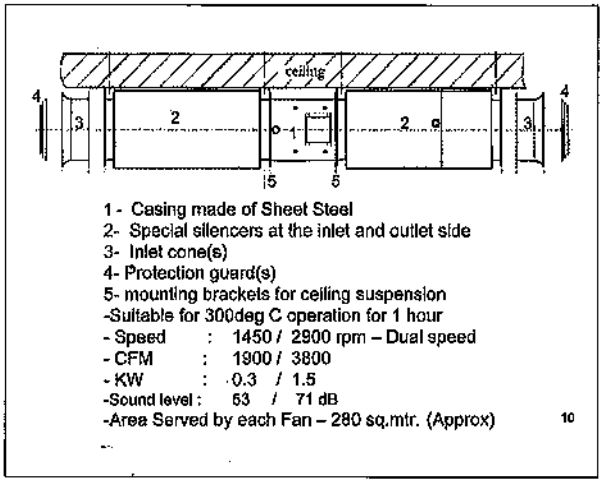


รูปที่ 2 การระบายอากาศในอุโมงค์ด้วย Tunnel Jet Fan

โดยระบบระบายอากาศในอาคารที่จอดรถใต้ดินจะประกอบด้วยพัดลม 3 กลุ่ม คือ พัดลมเติมอากาศ พัดลมระบายอากาศ และพัดลมพ่นอากาศ ซึ่งพัดลมพ่นอากาศจะมีการแบ่งเป็นกลุ่มเพื่อควบคุมอุณหภูมิและความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ในเขตพื้นที่ควบคุมของพัดลมกลุ่มนั้น เพื่อส่งลมในบริเวณนั้นต่อไปยังห้องเครื่องของพัดลมระบายอากาศทิ้ง ในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้พัดลมพ่นอากาศก็จะทำหน้าที่ส่งควันไปหาพัดลมระบายอากาศด้วยหลักการเดียวกันกับสภาวะการทำงานปกติ

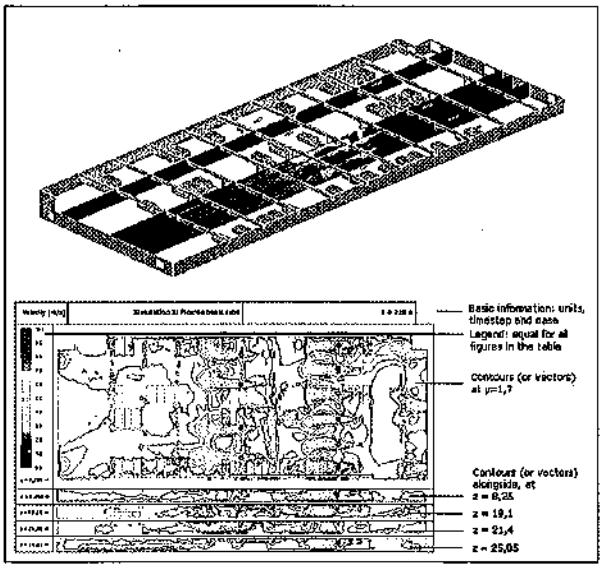
ข้อดีของระบบพัดลมพ่นอากาศ คือ

- สามารถลดงานท่อลมลง ประหยัดค่าแรงและวัสดุในการติดตั้ง
- ประหยัดพลังงานที่ต้องสูญเสียในการส่งลม เพราะปกติแล้วระบบส่งลมที่มีท่อพัดลมจะต้องสามารถส่งลมได้โดยจะเกิดความสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานในระบบท่อ
- ประหยัดพื้นที่ติดตั้ง เนื่องจากไม่สูญเสียความสูงเนื่องจากท่อลม
- เพิ่มประสิทธิผลของการระบายอากาศ ปราศจากมุมอับทั่วทั้งพื้นที่จอดรถ
- สะดวกในแง่ของการปรับทดลองระบบ และ Commissioning



รูปที่ 3 ส่วนประกอบของพัดลม Jet Thrust Fan

สิ่งที่สำคัญในการออกแบบระบบ Jet Thrust System คือ การใช้ Computational Fluid Dynamics (CFD) เพื่อจำลองและวิเคราะห์การไหลของอากาศ อุณหภูมิ และความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ และคำนวณหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับพัดลมพ่นอากาศในพื้นที่

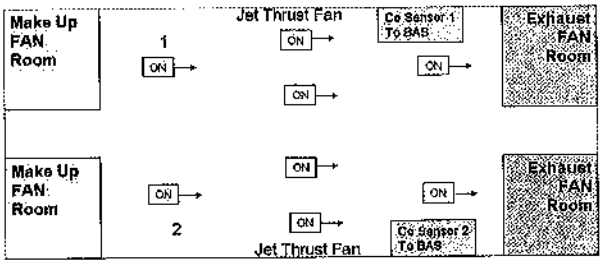


รูปที่ 4 การใช้ Computational Fluid Dynamics

มาตรฐานการออกแบบ

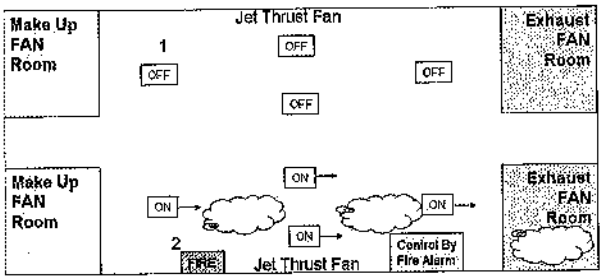
มาตรฐานสากลที่นิยมใช้อ้างอิงในการออกแบบระบบควบคุมควันในอาคารจอดรถใต้ดิน คือ BS 7346 part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks, EN12101: Smoke and heat control systems และ Building Regulations of England (BRE) ซึ่งมีข้อกำหนดสำหรับการออกแบบ ดังนี้

- การระบายอากาศในสภาวะปกติ: ปริมาณระบายอากาศเท่ากับ 6 ครั้งต่อชั่วโมง (6 Air changes per hour) หรือ อัตราการระบายอากาศที่สามารถควบคุมระดับของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ให้น้อยกว่า 50 หน่วยต่อล้านหน่วย (50 ppm) เมื่อใช้อุปกรณ์วัดและควบคุม CO Sensor and Controller
- การระบายอากาศในกรณีเพลิงไหม้: ปริมาณระบายอากาศเท่ากับ 10 ครั้งต่อชั่วโมง (10 Air changes per hour)
- พัดลมสามารถทนไฟได้ในอัตรา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส (EN12101-3)
- ในช่วงการระบายอากาศในสภาวะปกติจะควบคุมด้วยค่าความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่วัดได้จาก CO Sensor ซึ่งสามารถควบคุมด้วยระบบควบคุมอาคาร พัดลมพ่นอากาศ Jet Thrust Fan จะเดินที่ความเร็วรอบต่ำ เพื่อให้ครอบคลุมอัตราการระบายอากาศที่ 6 ครั้งต่อชั่วโมง



รูปที่ 5 การทำงานของระบบในสภาวะปกติ

- ในกรณีเพลิงไหม้ พัดลมจะถูกสั่งงานด้วยสัญญาณเตือนเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System) เพื่อให้กลุ่มพัดลมที่จัดไว้ในพื้นที่ที่เกิดเพลิงไหม้ระบายควันออก พัดลมพ่นอากาศ Jet Thrust Fan จะเดินที่ความเร็วรอบสูง เพื่อให้ครอบคลุมอัตราการระบายอากาศที่ 10 ครั้งต่อชั่วโมง



รูปที่ 6 การทำงานของระบบในกรณีเพลิงไหม้

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบ

ปัจจัยที่ต้องพิจารณาถึงเป็นพิเศษในการออกแบบ

- ระดับของคาร์บอนมอนอกไซด์
- อัตราการระบายอากาศ
- ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ
- ระดับเสียงภายในพื้นที่จอดรถ
- แนวทางการระบายควันในกรณีเพลิงไหม้
- การออกแบบระบบควบคุมให้เหมาะสมกับพื้นที่รับผิดชอบของกลุ่มพัดลม

สรุป

พื้นที่บริเวณอาคารจอดรถใต้ดินสามารถปรับปรุงให้มีการระบายอากาศได้ดีขึ้นกว่าระบบเดิมด้วยระบบพัดลมพ่นอากาศ Jet Thrust Fan ซึ่งการออกแบบและวิเคราะห์ระบบอาจจะมีความซับซ้อน เพราะต้องใช้การจำลองและวิเคราะห์ปัญหาด้วย Computational Fluid Dynamics แต่เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วจะพบข้อดีในแง่ของความประหยัดพื้นที่ ค่าติดตั้งและการใช้พลังงานที่ลดลง.

เอกสารอ้างอิง

H.P.Morgan et al. – Design Methodologies for Smoke and Heat Exhaust Ventilation–BRE 368.

J.H. Klote – An Overview of Smoke Control Technology-National Bureau of Standards. USA Paper NBSIR87-362C.

H.P.Morgan et al. – Design Methodologies.

BS 7346 part 7 – Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks.

EN12101 – Smoke and heat control systems.