บทที่ 3

แบบจำลองดัชนีมลพิษสำหรับกิจกรรมก่อสร้างทาง

ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการนำเสนอแนวทางการจัดทำรูปแบบของดัชนีมลพิษ ที่ใช้ในการประเมินระดับมลพิษที่เกิดขึ้นในพื้นที่ก่อสร้าง ขณะดำเนินการก่อสร้างกิจกรรมก่อสร้าง โดยอาศัยการถ่วงน้ำหนักความสำคัญของมลพิษเป็นองค์ประกอบในการสร้างดัชนี และการประยุกต์ใช้วิธีการเปรียบเทียบแบบจับคู่ (Pairwise Matrix Comparison) ของกระบวนการตัดสินใจแบบลำดับขั้น (Anaiytical hierarchy process: AHP) ในการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของมลพิษที่เกิดขึ้นในขณะดำเนินกิจกรรมก่อสร้าง

และในบทนี้ต้องการนำเสนอการสร้างแบบจำลองดัชนีมลพิษ (Pollution Index: PI) สำหรับกิจกรรมก่อสร้างทาง เพื่อใช้เป็นดัชนีที่ใช้ประเมินระดับมลพิษที่อาจจะเกิดขึ้นขณะดำเนินการก่อสร้างกิจกรรมก่อสร้างทาง เพื่อเป็นสิ่งบ่งชี้และเปรียบเทียบกิจกรรมที่อาจทำให้เกิดระดับมลพิษทางสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดในโครงการก่อสร้างทางหนึ่งๆ

แนวทางการสร้างดัชนีมลพิษที่นำเสนอ อยู่ในรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักความสำคัญของมลพิษ และขนาดความสำคัญของมลพิษที่สอดคล้องกัน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การระบุมลพิษหลักที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง ดัชนีมลพิษ โดยแบ่งตามแหล่งกำเนิดมลพิษ และประเภทของกิจกรรมก่อสร้าง

2. แนวทางการสร้างแบบจำลองการดัชนีมลพิษ โดยมีองค์ประกอบของน้ำหนักความสำคัญของมลพิษ

3. การวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของมลพิษ ด้วยทฤษฎีการเปรียบเทียบแบบจับคู่

4. การกำหนดขนาดมลพิษของมลพิษแต่ละชนิดให้มีมาตรฐานเดียวกัน

5. การวิเคราะห์ดัชนีมลพิษ และแสดงวิธีการคำนวณดัชนีมลพิษ

3.1 การระบุมลพิษหลัก

มลพิษ (Pollution) ความตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้นิยามไว้ว่า มลพิษ หมายถึง ของเสีย วัตถุอันตราย และมลพิษอื่นๆรวมทั้งกาก ตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่ถูกปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ หรือที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดหรืออาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ และให้หมายความรวมถึง รังสี ความร้อน แสง เสียง กลิ่น ความสั่นสะเทือน หรือเหตุรำคาญอื่นๆที่เกิดขึ้น หรือถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดมลพิษด้วย

และจากนโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2540 ถึง 2559 ออกโดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ซึ่งมีนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและกำจัดมลพิษ ได้ระบุมลพิษที่ควรป้องกันไว้ 6 ประเภท ได้แก่ มลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง น้ำเสีย ขยะ ความสั่นสะเทือน สารอันตราย และของเสียอันตราย

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ มลพิษจะหมายถึงมลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง น้ำเสีย ขยะ ความสั่นสะเทือน สารอันตราย และของเสียอันตราย ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อบุคคลที่ทำงานในสถานที่ก่อสร้าง ที่มีผลกระทบในระดับเหตุรำคาญจนกระทั่งอันตรายต่อชีวิต

ในการสร้างดัชนีมลพิษรวมของกิจกรรมก่อสร้างแต่ละชนิด จำเป็นต้องทราบประเภทของมลพิษที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองดัชนีมลพิษ ซึ่งมีกระบวนการในการระบุมลพิษหลักที่จะนำมาใช้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. จัดประเภทของกิจกรรมก่อสร้างทางที่สามารถระบุแหล่งกำเนิดมลพิษและสอดคล้องกับแผนการก่อสร้าง

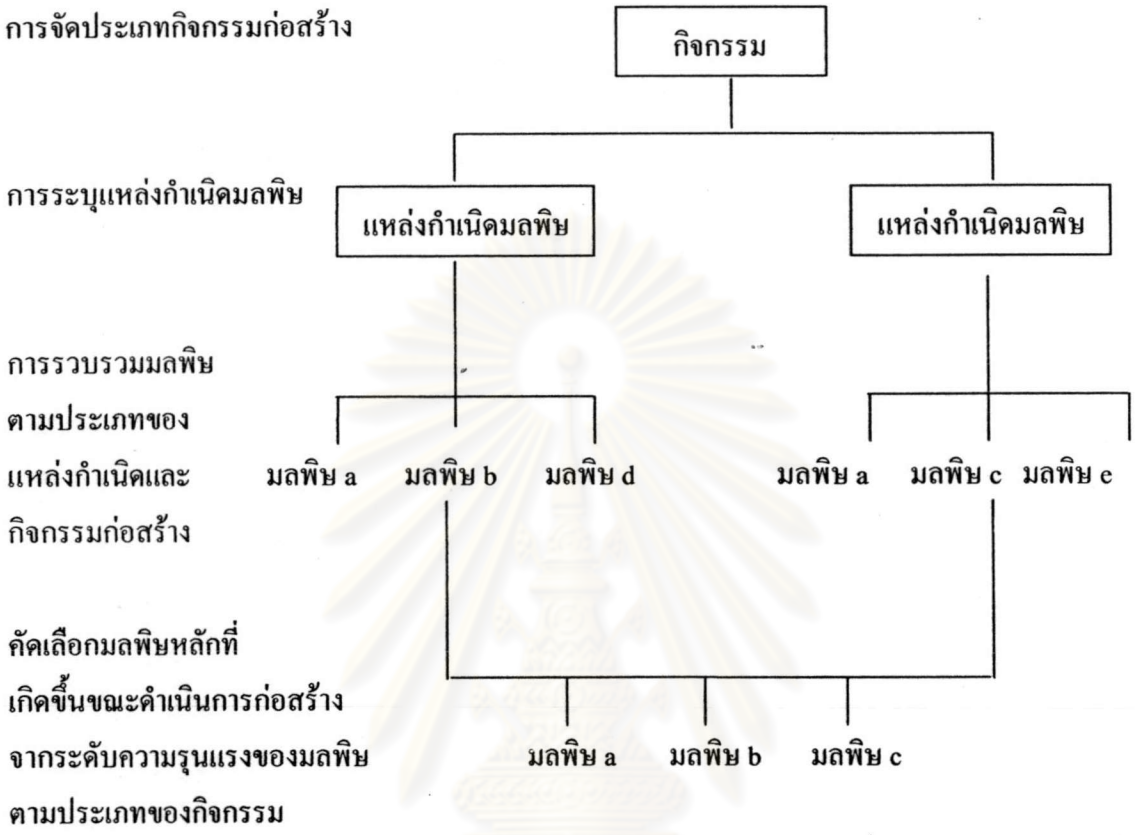
2. ระบุแหล่งกำเนิดมลพิษตามประเภทของกิจกรรมก่อสร้างทางที่จัดแบ่งไว้

3. รวบรวมประเภทของมลพิษที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่างๆ ตามประเภทของกิจกรรมก่อสร้าง เช่น มลพิษทางอากาศที่เกิดจากแหล่งกำเนิดประเภทเครื่องจักรกลในกิจกรรมถางป่าขุดตอ ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) เป็นต้น

4. การคัดเลือกมลพิษหลักที่เกิดขึ้นขณะดำเนินกิจกรรมก่อสร้างเพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ในกระบวนการของการระบุมลพิษหลักที่จะใช้ในการสร้างแบบจำลองดัชนีมลพิษประกอบด้วยการคัดเลือกมลพิษหลักตามประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษและประเภทของกิจกรรมก่อสร้างโดยอาศัยการรวบรวมข้อมูลประเภทกิจกรรมก่อสร้างแหล่งกำเนิดมลพิษและมลพิษที่เกิดขึ้นจากเอกสารแสดงรายละเอียดขั้นตอนการก่อสร้างทางเอกสารทางด้านสิ่งแวดล้อม ตลอดจนรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการก่อสร้างทางและใช้วิธีการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านสิ่งแวดล้อมถึงระดับความรุนแรงของมลพิษต่างๆตามประเภทกิจกรรมก่อสร้าง เพื่อคัดเลือกมลพิษหลักที่เกิดขึ้นตามประเภทของกิจกรรมก่อสร้าง ขั้นตอนของกระบวนการระบุมลพิษสามารถแสดงรูปที่ 3.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการระบุมลพิษที่ใช้ในการสร้างดัชนีมลพิษ

ในขั้นตอนของการรวบรวมมลพิษ รวบรวมได้จากโครงการก่อสร้างทั่วไปทั้งที่มีและไม่มีแนวทางการจัดการปัญหาหามลพิษที่เกิดขึ้นในพื้นที่ก่อสร้าง ขณะดำเนินการก่อสร้าง แต่ในขั้นตอนของการคัดเลือกมลพิษ เนื่องจากเป็นการคัดเลือกโดยการเปรียบเทียบระดับความรุนแรงของมลพิษจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยทำการคัดเลือกจากผู้ที่ทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการก่อสร้างทางที่ผ่านการพิจารณาของสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นโครงการที่มีแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในการให้คะแนนความรุนแรงของมลพิษบางชนิดอาจแตกต่างจากความเป็นจริง เนื่องจากตามประสบการณ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม มลพิษบางชนิดอาจมีแนวทางในการจัดการอยู่แล้ว ทำให้อาจมีผลต่อการกำหนดคะแนนความรุนแรงของมลพิษดังกล่าวด้วย

3.2 แนวทางการสร้างแบบจำลองดัชนีมลพิษ

ในการวิจัยครั้งนี้ ต้องการนำเสนอแนวทางการสร้างดัชนีมลพิษที่สามารถประเมินระดับมลพิษรวมของมลพิษทุกชนิดที่อาจเกิดขึ้นในพื้นที่ก่อสร้าง ขณะดำเนินการก่อสร้างของกิจกรรมใดๆ ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักมลพิษ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบแบบจับคู่ของกระบวนการตัดสินใจแบบลำดับขั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) เพื่อหาแนวทางในการจัดการมลพิษที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม เหมาะสม องค์ประกอบดัชนีมลพิษของกิจกรรมแต่ละประเภทจะแตกต่างไปตามชนิดของมลพิษที่เกี่ยวข้อง โดยแบบจำลองดัชนีมลพิษที่สร้างขึ้นเป็นแนวทางในการประมาณระดับมลพิษใน 1 หน่วยเวลา ซึ่งในที่นี้ได้แก่ 1 วัน ทำให้สามารถใช้ดัชนีในการเปรียบเทียบประเภทของกิจกรรมที่มีระดับมลพิษสูงที่สุดในระยะเวลา 1 วันได้ โดยหากต้องการทราบระดับมลพิษของทั้งกิจกรรมจะสามารถประยุกต์ใช้ค่าดัชนีมลพิษของกิจกรรมใน 1 วันเข้ากับแนวการหาดัชนีมลพิษก่อสร้างของ Chen ได้ โดยการคูณปัจจัยจากระยะเวลาการก่อสร้างของกิจกรรม จะทำให้ทราบถึงระดับมลพิษของทั้งกิจกรรมได้ ซึ่งจากวิธีนี้สามารถทราบกิจกรรมที่มีการเกิดมลพิษสูงสุดได้

ดัชนีมลพิษอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย 2 ชนิดคือ น้ำหนักความสำคัญของมลพิษ (Weight of Importance) และขนาดของมลพิษ (Magnitude) ดังสมการที่ 3.1

$$PI_i = \sum_{j=1}^{n} [W_j \times M_j] \qquad \ldots(3.1)$$

โดย

PI_i	=	ดัชนีมลพิษ (Pollution Index) ของกิจกรรม i
Wj	=	น้ำหนักความสำคัญ (Weight of Importance) ของมลพิษ j
Mj	=	ขนาดความสำคัญ (Magnitude) ในกิจกรรม i
i	=	กิจกรรมก่อสร้าง
j	=	มลพิษชนิดต่างๆ ตามประเภทของกิจกรรมก่อสร้าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

n = จำนวนมลพิษทั้งหมด

เช่น กำหนดให้กิจกรรม A ใดๆ มีมลพิษที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกันทั้งหมด 3 ชนิดคือ มลพิษ a มลพิษ b และมลพิษ c ประกอบด้วยน้ำหนักความสำคัญของมลพิษทั้ง 3 ชนิด แทนค่าด้วย Wa Wb และWc ขนาดมลพิษทั้ง 3 ได้แก่ Ma Mb และMc จะสามารถสร้างดัชนีมลพิษสำหรับกิจกรรม A ได้ดังสมการที่ 3.2

$$PI_A = (Wa \bullet Ma) + (Wb \bullet Mb) + (Wc \bullet Mc) \qquad ...(3.2)$$

ดัชนีมลพิษของกิจกรรม A แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความสำคัญ และน้ำหนักความสำคัญของมลพิษ ซึ่งจะมีรายละเอียดดังแสดงต่อไปนี้

3.3 การวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของมลพิษ

กิจกรรมก่อสร้างกิจกรรมหนึ่งๆ มีปริมาณมลพิษหลายชนิดเกิดขึ้นพร้อมกัน ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงนำเสนอแนวทางการสร้างดัชนีมลพิษที่รวบรวมมลพิษทุกชนิดเข้าด้วยกัน โดยการถ่วงน้ำหนักความสำคัญของมลพิษแต่ละชนิดตามประเภทของกิจกรรม ซึ่งวิธีการถ่วงน้ำหนักมลพิษวิธีที่ดีที่สุด ได้แก่ การประมาณระดับความรุนแรงของมลพิษในเชิงปริมาณตามการเกิดขึ้นจริงด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่จากการรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ไม่พบกระบวนการรวบรวมที่สามารถเปรียบเทียบระดับความรุนแรงของมลพิษหลายๆชนิดร่วมกันได้ จึงจำเป็นต้องอาศัยการเปรียบเทียบระดับความรุนแรงเพื่อกำหนดน้ำหนักความสำคัญของมลพิษโดยอาศัยข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่การสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านมลพิษสิ่งแวดล้อม

แต่อย่างไรก็ดี ในการเปรียบเทียบความรุนแรงของมลพิษแต่ละชนิดตามประเภทของกิจกรรมของโครงการก่อสร้างทางทั่วประเทศนั้น การเปรียบเทียบความรุนแรงของโครงการต่างๆโดยการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านสิ่งแวดล้อมย่อมทำได้ยาก ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดน้ำหนัก

ความสำคัญของมลพิษที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการก่อสร้างกิจกรรมก่อสร้างโดยการสอบถามจากผู้ที่ได้รับที่ได้รับมลพิษในพื้นที่ก่อสร้างขณะดำเนินการก่อสร้าง

เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ ต้องการประเมินระดับมลพิษที่เกิดขึ้นในพื้นที่ก่อสร้าง ในขณะดำเนินการก่อสร้างเท่านั้น ไม่รวมถึงผลกระทบของมลพิษที่กระทบต่อชาวบ้านที่อาศัยอยู่ใกล้กับพื้นที่ก่อสร้าง ดังนั้นผู้ที่ได้รับมลพิษที่เกิดขึ้นขณะทำการก่อสร้างในแต่ละกิจรรมก่อสร้าง จึงเป็นผู้ที่ทำงานอยู่ในพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งในการศึกษาเลือกวิศวกรผู้ควบคุมงานของโครงการภาครัฐเป็นตัวแทนของผู้ได้รับมลพิษ เนื่องจากเป็นผู้ที่อยู่ในพื้นที่ก่อสร้าง ที่ได้รับมลพิษที่เกิดขึ้น และเป็นผู้ที่ทราบความแตกต่างของกิจกรรมก่อสร้างที่แบ่งไว้ในการสอบถาม

สำหรับกระบวนการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญ โดยการเปรียบเทียบระดับความรุนแรงของมลพิษแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นตามประเภทของกิจกรรม เป็นการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นจากบุคคล ซึ่งเป็นข้อมูลในเชิงคุณภาพ แนวทางในการแปลงข้อมูลเชิงคุณภาพให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงปริมาณ แนวทางหนึ่งที่ได้รับการยอมรับและเป็นที่นิยม ได้แก่ กระบวนการตัดสินใจแบบลำดับขั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) อันเป็นกระบวนการที่สามารถสร้างแบบจำลองที่เลียนแบบการตัดสินใจของมนุษย์ โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบการตัดสินใจของคนด้วยทฤษฎีการเปรียบเทียบแบบจับคู่ (Pairwise Matrix Comparison) ซึ่งวิธีการเปรียบเทียบแบบจับคู่นี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของมลพิษที่เกิดขึ้นตามประเภทของกิจกรรมก่อสร้างทางสำหรับการศึกษาครั้งนี้

กระบวนการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของมลพิษ ด้วยทฤษฎีการเปรียบเทียบแบบจับคู่ (Pairwise Matrix Comparison) ของกระบวนการตัดสินใจแบบลำดับขั้น มีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างลำดับขั้นของการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญโดยการสร้างโครงสร้างของกิจกรรมก่อสร้างทางและมลพิษที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมก่อสร้าง ดังรูปที่ 3.2

2. คัดเลือกมลพิษที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมก่อสร้างที่พิจารณาในการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3.2

3. ผู้ควบคุมงานของหน่วยงานภาครัฐวิเคราะห์สัดส่วนความสำคัญของมลพิษของกิจกรรมใดๆ ตามเกณฑ์การเปรียบเทียบแบบ Nine-Point Scale โดยอาศัยวิธีเปรียบเทียบแบบจับคู่

4. สร้างเมตริกซ์เปรียบเทียบ (Comparison Matrix) (ตารางที่ 3.1) และวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของมลพิษแต่ละชนิด ด้วยการสร้างตารางเมตริกซ์ของค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 3.2 ซึ่งค่าเฉลี่ยแถวที่คำนวณได้จะแสดงถึงค่าแสดงน้ำหนักความสำคัญของมลพิษทั้ง 3 ชนิด

5. ตรวจสอบความถูกต้องของผลการวิเคราะห์สัดส่วนความสำคัญของมลพิษด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: CI) (สมการที่ 3.3)และอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) (สมการที่ 3.4) โดยการวิเคราะห์ค่า Maximum Eigenvalue หรือ λ_{max} ซึ่งมีขั้นตอนการคำนวณดังตารางที่ 3.3

รูปที่ 3.2 แสดงความสัมพันธ์ของมลพิษที่เกิดขึ้นในกิจกรรม i

ตารางที่ 3.1 แสดงการสร้าง Pairwise Comparison Matrix

มลพิษ	a	b	c
a	1	1/2	1/4
b	2	1	1/4
c	4	4	1
ผลรวมของคอลัมน์	7	5.5	1.5

ตารางที่ 3.2 เมตริกซ์ของค่าเฉลี่ย

มลพิษ	a	b	c	ค่าเฉลี่ยแถว
a	1/7	1/11	1/6	= 0.13
b	2/7	2/11	1/6	= 0.21
c	4/7	8/11	4/6	= 0.66
ผลรวมของคอลัมน์	1.0	1.0	1.0	= 1.000

ตารางที่ 3.3 แสดงการคำนวณค่า λmax

มลพิษ	a	b	c	ผลรวมของแถว	Eigenvalue
a	1*0.13=0.13	0.5*0.21=0.11	0.25*0.66=0.17	0.41	0.41/0.13 = 3.15
b	2*0.13=0.26	1*0.21=0.21	0.25*0.66=0.17	0.64	0.64/0.21 = 3.05
c	4*0.13=0.52	4*0.21=0.84	1*0.66=0.66	2.02	2.02/0.66 = 3.06
λmax หรือ Maximum Eigenvalue					3.09

การหาค่าดรรชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: CI)

ใช้สมการ

$$CI = (\lambda max - n)/(n-1) \qquad \ldots(3.3)$$

โดย

n = จำนวนองค์ประกอบในการเปรียบเทียบ

เพราะฉะนั้น

$$CI = (3.09-3)/(3-1) = 0.045$$

ซึ่งต่ำกว่า 10 % แสดงว่าการวินิจฉัยมีความสอดคล้องกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 การกำหนดขนาดมลพิษ

ในกระบวนการสร้างแบบจำลองดัชนีมลพิษ นอกจากการถ่วงน้ำหนักของมลพิษด้วยการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญแล้ว ยังประกอบด้วยปริมาณของมลพิษแต่ละชนิดที่เกิดขึ้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้กำหนดปริมาณของมลพิษแต่ละชนิดในรูปแบบของขนาดมลพิษ (Magnitude) เพื่อแสดงตัวอย่างในการวิเคราะห์ดัชนี โดยอ้างอิงวิธีการประมาณปริมาณมลพิษแต่ละชนิดจากเอกสารการวิจัยที่มีอยู่แล้ว ดังนั้นจึงมีข้อจำกัดของการประมาณปริมาณมลพิษตามแนวทางการศึกษาที่อ้างอิงมา

ขนาดของมลพิษ (Magnitude) ในที่นี้หมายถึง ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นขณะดำเนินกิจกรรมก่อสร้าง แต่เนื่องจากมลพิษแต่ละชนิดมีวิธีการประมาณปริมาณตลอดจนหน่วยการประมาณที่แตกต่างกันออกไป เช่น มลพิษทางอากาศ มีวิธีการปริมาณเป็นความเข้มข้นของมลพิษต่อปริมาณตัวอย่างอากาศ ในขณะที่มลพิษทางเสียง มีวิธีการประมาณเป็นระดับความดังของเสียง ซึ่งจากความแตกต่างของหน่วยการประมาณมลพิษทั้งสองชนิด ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณมลพิษทั้งสองชนิด ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดแนวทางในการประมาณปริมาณมลพิษแต่ละชนิดให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน โดยเรียกว่า ขนาดมลพิษ (Magnitude) ซึ่งขนาดมลพิษนี้สามารถประมาณปริมาณมลพิษทุกขนาดที่เกิดขึ้นในหน่วยเดียวกัน จากขนาดมลพิษที่เป็นหน่วยเดียวกันนี้เอง จะสามารถทำให้รวมมลพิษทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกิจกรรมใดๆได้

ในการกำหนดขนาดของมลพิษของการวิจัยครั้งนี้ประยุกต์ใช้หลักการในการแปลค่าความสำคัญของสิ่งแวดล้อมของ Canter (2000) เพื่อสร้างเกณฑ์การกำหนดขนาดของมลพิษ นั้นคือการเปรียบเทียบปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นกับกฎหมาย ระเบียบข้อบังคับต่างๆที่เกี่ยวข้อง และศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ จากนั้นกำหนดขนาดมลพิษให้อยู่ในขอบเขต (0, 10) โดยกำหนดให้เท่ากับขนาดมลพิษเทียบเท่ากับเกณฑ์เฉลี่ยที่กฎหมายกำหนดมีค่าขนาดมลพิษเท่ากับ 5 และที่ขนาดมลพิษเท่ากับ 10 หมายถึงขนาดมลพิษเทียบเท่ากับเกณฑ์สูงสุดที่กฎหมายยอมให้มีได้ โดยเกณฑ์กำหนดขนาดของมลพิษแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังแสดงในบทต่อไป

3.5 การวิเคราะห์ดัชนีมลพิษ

จากแนวทางการสร้างดัชนีมลพิษทั้งหมดด้วยการถ่วงน้ำหนักความสำคัญของมลพิษที่กล่าวมา จะสามารถนำเสนอดัชนีมลพิษรวมของกิจกรรมใดๆได้ โดยเมื่อทำการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของมลพิษ จะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของมลพิษแต่ละชนิดในกิจกรรมใดๆ ซึ่งจากตัวอย่างการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญในหัวข้อ 3.3 จะสามารถสร้างดัชนีมลพิษรวมของกิจกรรมได้ โดยแทนค่าลงไปในสมการ (3.2)

ดังนั้น

$$PI_A = (Wa \bullet Ma) + (Wb \bullet Mb) + (Wc \bullet Mc) \quad \ldots(3.2)$$

$$PI_A = 0.13Ma + 0.21Mb + 0.66Mc \quad \ldots(3.5)$$

โดย

PI_A = ดัชนีมลพิษรวมของกิจกรรม i

Ma = ขนาดมลพิษ a

Mb = ขนาดมลพิษ b

Mc = ขนาดมลพิษ c

สมการที่ 3.5 แสดงรูปแบบของดัชนีมลพิษที่เกิดขึ้นในพื้นที่ก่อสร้าง ขณะดำเนินการก่อสร้างกิจกรรม A โดยพบว่ามลพิษที่มีความรุนแรงสูงสุดในกิจกรรม A เมื่อเปรียบเทียบกับมลพิษอื่นๆได้แก่ มลพิษ c ในขณะที่ มลพิษ b และมลพิษ a มีความสำคัญลดลงไปตามลำดับ

และเมื่อทำการคำนวณค่าขนาดของมลพิษแต่ละชนิด ทำให้สามารถคำนวณค่าระดับมลพิษรวมของกิจกรรม A ได้ เช่น กำหนดให้ Ma มีขนาด เท่ากับ 5 Mb มีขนาดเท่ากับ 3 และ Mc มีขนาดเท่ากับ 8 จะสามารถคำนวณค่าดัชนีมลพิษของกิจกรรม A ได้

$$PI_A = (0.13 \times 3) + (0.21 \times 5) + (0.66 \times 8)$$
$$= 6.72$$

นั่นแสดงให้เห็นว่ากิจกรรม A มีระดับมลพิษรวมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ก่อสร้าง ขณะดำเนินการก่อสร้างในระยะเวลา 1 วัน เท่ากับ 6.72 ซึ่งจากน้ำหนักความสำคัญรวมของมลพิษทุกชนิดในกิจกรรมใดๆ มีค่าไม่เกิน 1 และขนาดมลพิษทุกชนิดมีค่าสูงสุด = 10 เพราะฉะนั้นค่าดัชนีมลพิษสูงสุดที่สามารถเกิดขึ้นได้มีค่าเท่ากับ 10 ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าของดัชนีมลพิษ จึงสามารถใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบจากเกณฑ์การกำหนดขนาดได้ ซึ่งจากการที่กำหนดให้ที่ขนาดมลพิษเท่ากับ 5 หมายถึง มีขนาดมลพิษเท่ากับเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ดังนั้นที่ระดับดัชนีมลพิษ 6.72 จึงหมายความว่าระดับมลพิษรวมที่เกิดขึ้นมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด กิจกรรมดังกล่าวควรมีการวางแผนในการจัดการมลพิษทางสิ่งแวดล้อม เพื่อลดความรุนแรงของมลพิษให้อยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด

นอกจากนี้จากการประยุกต์ใช้สมการที่ 1.1 ของ Chen (2000) ทำให้สามารถประเมินระดับมลพิษที่เกิดขึ้นทั้งกิจกรรมก่อสร้างได้ โดยการคูณระยะเวลาการก่อสร้างของกิจกรรม ซึ่งในกรณีของการศึกษาระดับมลพิษของทั้งโครงการจะทำให้สามารถเปรียบเทียบกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษสูงสุดได้ เพื่อจัดหาแนวทางการป้องกันได้อย่างเหมาะสม

จากกระบวนการทั้งหมดในการสร้างแบบจำลอง ตั้งแต่การแบ่งกิจกรรมก่อสร้างจนกระทั่งการสร้างดัชนีมลพิษ สามารถแสดงโครงร่างของขั้นตอน ดังรูปที่ 3.3 และการวิเคราะห์ผลของแต่ละขั้นตอนสามารถสร้างรูปแบบของการวิเคราะห์ในเชิงตารางเมตริกซ์ได้ดังนี้

จากแผนภูมิแสดงขั้นตอนของการสร้างดัชนีในรูปที่ 3.3 สามารถแสดงขั้นตอนการคำนวณดัชนีในรูปแบบของตารางเมตริกซ์ได้ดังนี้

1. จากการแบ่งกิจกรรมและมลพิษหลักที่เกี่ยวข้องสามารถสร้างตารางความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมและมลพิษได้

	A_1	A_2	...	A_m
P_1				
P_2				
⋮				
Pn				

P_n = มลพิษชนิดต่างๆ

A_n = กิจกรรมก่อสร้าง

2. รูปแบบความสัมพันธ์ของดัชนีมลพิษ (Pollution Index: PI) ที่นำเสนอในการศึกษาครั้งนี้ คือ

$$PI = f(W, M)$$

โดย

W = น้ำหนักความสำคัญ (Weight of Importance)

M = ขนาดของมลพิษ (Pollution Magnitude)

ดังนั้นจากกระบวนการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญ (Weight of Importance) สามารถสร้างตารางความสัมพันธ์ของกิจกรรมและน้ำหนักความสำคัญของมลพิษได้ดังนี้

	W_1	W_2	...	W_n
A_1	w_{11}	w_{12}	...	w_{1n}
A_2	⋮	w_{22}		⋮
⋮	⋮		⋱	⋮
A_m	w_{m1}	...	...	w_{mn}

Wn = น้ำหนักความสำคัญของมลพิษ

3. ประมาณค่าขนาดของมลพิษ (Magnitude: M) แต่ละชนิดที่อาจเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลา 1 วันของกิจกรรมใดๆ สามารถสร้างตารางความสัมพันธ์ของค่าขนาดของมลพิษและกิจกรรมก่อสร้างได้ดังนี้

	A_1	A_2	...	A_m
M_1	m_{11}	m_{12}	...	m_{1m}
M_2	⋮	m_{22}		⋮
⋮	⋮		⋱	⋮
M_n	m_{m1}	...	...	m_{nm}

Mn = ขนาดของมลพิษ

4. จากตารางความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมก่อสร้างและน้ำหนักความสำคัญของมลพิษกับค่าขนาดของมลพิษและกิจกรรมก่อสร้างสามารถแสดงตารางความสัมพันธ์ของกิจกรรมและดัชนีมลพิษได้ดังนี้

	W_1	W_2	...	W_n
A_1	w_{11}	w_{12}	...	w_{1n}
A_2	⋮	w_{22}		⋮
⋮	⋮		⋱	⋮
A_m	w_{m1}	...	...	w_{mn}

X

	A_1	A_2	...	A_m
M_1	m_{11}	m_{12}	...	m_{1m}
M_2	⋮	m_{22}		⋮
⋮	⋮		⋱	⋮
M_n	m_{m1}	...	...	m_{nm}

=

	PI_1	PI_2	...	PI_m
A_1	$w_{11} * m_{11}$			
A_2		$w_{22} * m_{22}$		
⋮			⋱	
A_m				$w_{mn} * m_{nm}$

สามารถสรุปตารางความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมก่อสร้างและดัชนีมลพิษได้

	PI_1	PI_2	...	PI_m
A_1	PI_1			
A_2		PI_2		
⋮			⋱	
A_m				PI_m

PI_m = ค่าดัชนีมลพิษของกิจกรรมที่เกิดจากความสัมพันธ์ของน้ำหนักความสำคัญของมลพิษของกิจกรรมนั้น x ขนาดมลพิษใน 1 วันของกิจกรรมนั้น

5. จากสมการของ Chen (2000) สามารถประยุกต์ใช้กับดัชนีมลพิษจากการวิจัยนี้ ซึ่งประเมินระดับมลพิษในช่วงเวลา 1 วัน เพื่อประเมินระดับมลพิษที่อาจเกิดขึ้นของทั้งกิจกรรมได้ โดย

$$PI_{Tm} = PI_m \times d_m$$

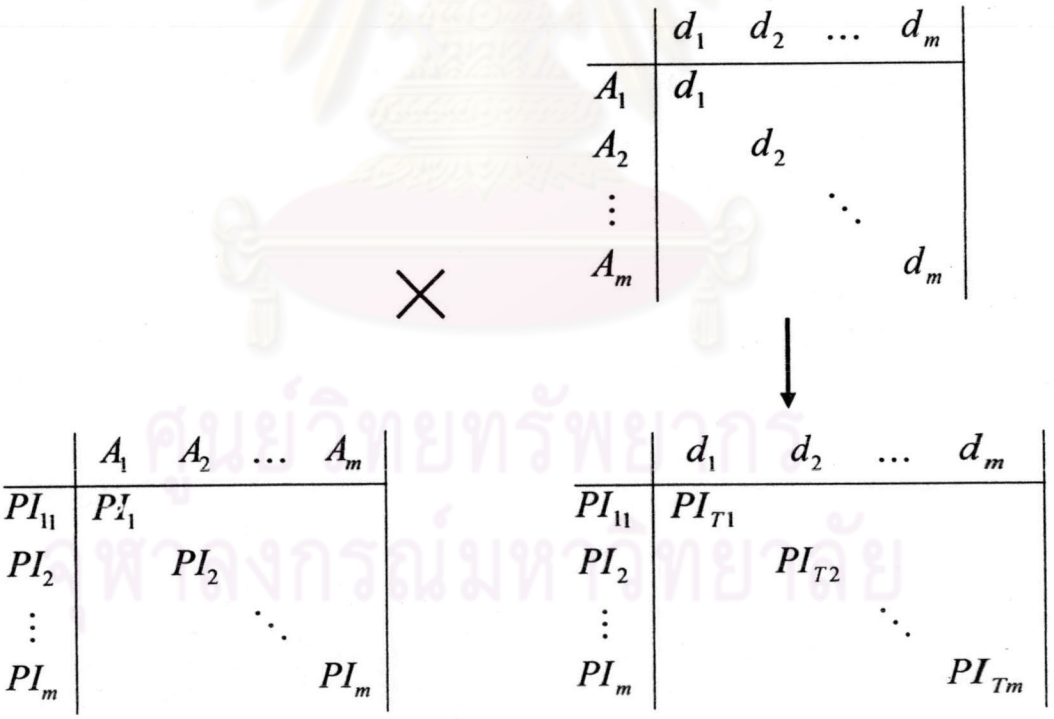
โดย

PI_{Tm} = ดัชนีมลพิษรวมทั้งกิจกรรม

PI_m = ดัชนีมลพิษของกิจกรรมในระยะเวลา 1 วัน

d_m = ระยะเวลาการก่อสร้างของกิจกรรม (วัน)

m = กิจกรรมก่อสร้าง



3.6 การรวบรวมข้อมูล

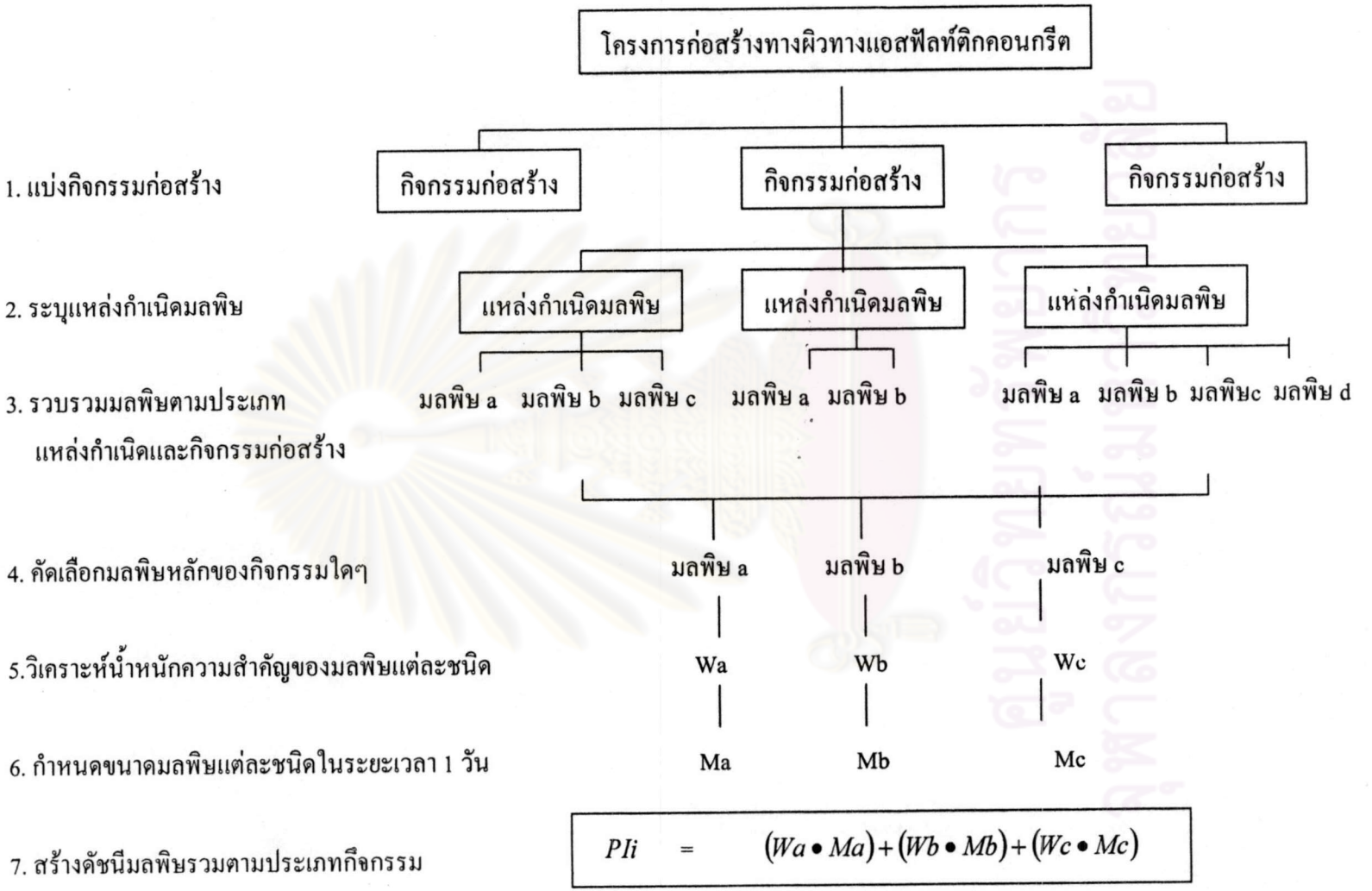
ในการวิจัยครั้งนี้ มีการเก็บข้อมูลทั้งข้อมูลคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการเก็บข้อมูลได้ดังนี้

1. การเก็บข้อมูลทุติยภูมิ เป็นการเก็บข้อมูล โดยการรวบรวมจากเอกสารหรืองานวิจัยที่มีอยู่แล้วนำมาสรุปผล ซึ่งได้แก่ การรวบรวมข้อมูลเพื่อแบ่งกิจกรรมก่อสร้าง เพื่อระบุแหล่งกำเนิดมลพิษ และเพื่อรวบรวมมลพิษที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมก่อสร้าง และรวมไปถึงการรวบรวมแนวทางการประมาณปริมาณมลพิษหลักแต่ละชนิดที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

2. การเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ โดยอาศัยการสร้างแบบสอบถาม เพื่อใช้ในการคัดเลือกมลพิษหลักที่เกิดขึ้นขณะดำเนินกิจกรรมก่อสร้าง และการสร้างแบบสอบถามเพื่อการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของมลพิษแต่ละชนิดตามประเภทของกิจกรรมก่อสร้าง

ซึ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสองขั้นตอน จำเป็นต้องมีกระบวนการในการสุ่มตัวอย่าง และกระบวนการในการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนอันจะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบจำลองดัชนีมลพิษ

3.7 สรุป

ในบทนี้นำเสนอแนวทางในการสร้างแบบจำลองดัชนีมลพิษ ที่อาศัยการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของมลพิษแต่ละชนิดในการถ่วงน้ำหนักของมลพิษ ดัชนีมลพิษนี้เป็นดัชนีที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินระดับมลพิษรวมทุกชนิดที่อาจเกิดขึ้นขณะดำเนินการก่อสร้าง เพื่อประเมินและเปรียบเทียบระดับมลพิษตามประเภทของกิจกรรมก่อสร้าง โดยดัชนีมลพิษที่นำเสนอในการวิจัยนี้ อยู่ในรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักความสำคัญของมลพิษและขนาดของมลพิษแต่ละชนิดตามประเภทของกิจกรรมก่อสร้าง กระบวนการสร้างแบบจำลองดัชนีมลพิษประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุมลพิษหลักในการสร้างแบบจำลอง การสร้างแบบจำลอง การวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของมลพิษ การกำหนดขนาดมลพิษ ตลอดจนการวิเคราะห์ดัชนีมลพิษ โดยแต่ละขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

1. การระบุมลพิษหลักในการสร้างแบบจำลอง

ได้แก่ การกำหนดกิจกรรมก่อสร้างทางที่สอดคล้องกับแบบการก่อสร้างโดยทั่วไป และทำการระบุมลพิษที่อาจเกิดขึ้นขณะดำเนินการก่อสร้างจากแหล่งกำเนิดมลพิษในกิจกรรมก่อสร้างตามประเภทของกิจกรรมก่อสร้าง จากนั้นอาศัยการเปรียบเทียบคะแนนความรุนแรงของมลพิษแต่ละชนิดจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านสิ่งแวดล้อมในการคัดเลือกมลพิษหลักที่จะใช้ในการสร้างดัชนีมลพิษตามประเภทของกิจกรรมก่อสร้างทาง

2. การสร้างแบบจำลอง

จากแนวความคิดในการสร้างดัชนีมลพิษโดยการถ่วงน้ำหนักความสำคัญของมลพิษ สามารถสร้างแบบจำลองดัชนีมลพิษในรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักความสำคัญของมลพิษและขนาดของมลพิษตามประเภทของกิจกรรมก่อสร้าง คือ

ดัชนีมลพิษ = f (น้ำหนักความสำคัญ, ขนาดของมลพิษ)

3. การวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของมลพิษ

จากการใช้แบบสอบถามรวบรวมข้อมูลการเปรียบเทียบความรุนแรงของมลพิษแต่ละชนิดตามประเภทของการก่อสร้าง โดยอาศัยการตัดสินใจของผู้ควบคุมงานภาครัฐ สามารถวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของมลพิษได้โดยการใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบแบบจับคู่ของกระบวนการตัดสินใจแบบลำดับขั้นเพื่อแปลงข้อมูลการตัดสินใจเชิงคุณภาพให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงปริมาณ

4. การกำหนดขนาดของมลพิษ

เป็นการกำหนดแนวทางการประมาณปริมาณมลพิษแต่ละชนิดให้อยู่ในหน่วยเดียวกันเพื่อประโยชน์ในการสร้างดัชนีมลพิษ โดยการรวบรวมแนวทางการประมาณปริมาณมลพิษแต่ละชนิดจากงานวิจัยในอดีต แล้วเปรียบเทียบปริมาณมลพิษแต่ละชนิด ตามมาตรฐานมลพิษตามกฎหมายสิ่งแวดล้อมเพื่อกำหนดขนาดของมลพิษให้อยู่ในขอบเขตระหว่าง 0-10 เรียงตามขนาดของมลพิษจากน้อยไปหามากที่สุด

5. การวิเคราะห์ดัชนีมลพิษ

จากการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของมลพิษและขนาดของมลพิษจะสามารถวิเคราะห์ดัชนีมลพิษตามแบบจำลองที่สร้างไว้ เพื่อประเมินและเปรียบเทียบระดับมลพิษของกิจกรรมก่อสร้างต่างๆในโครงการก่อสร้างทาง เพื่อหาแนวทางการป้องกันมลพิษได้อย่างเหมาะสม

นอกจากนี้ ในบทนี้ยังนำเสนอประเภทของข้อมูล และวิธีการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลองดัชนีมลพิษ ซึ่งประกอบด้วยการเก็บข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณตามความเหมาะสมของข้อมูล เช่น ข้อมูลเชิงคุณภาพจะเป็นการเก็บข้อมูลเชิงทุติยภูมิ ในขณะที่การเก็บข้อมูลเชิงปริมาณจะเป็นการเก็บข้อมูลเชิงปฐมภูมิ นั่นเอง