ศ
374.4077
ส 2897ก

การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านประกอบ ประเภทบทเรียนโปรแกรม เรื่องมลพิษทางน้ำ สำหรับนักศึกษาทางไกล ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ปริญญานิพนธ์

ของ

สมหวัง ภวจิตตทาน

18 ก.พ. 2540

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการศึกษาผู้ใหญ่
ตุลาคม 2539

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

6D115

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการศึกษาผู้ใหญ่ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปฐม นิคมานนท์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์เชียรศรี วิวิธสิริ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปฐม นิคมานนท์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์เชียรศรี วิวิธสิริ)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวนีย์ เลวัลย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการศึกษาผู้ใหญ่ ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)
วันที่ 10 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2539

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.ปฐม นิคมานนท์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์เชียรศรี วิวิธสิริ กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำและควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดทุกขั้นตอน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวนีย์ เลวัลย์ หัวหน้าภาควิชาการศึกษาผู้ใหญ่ที่ได้กรุณารับเป็นกรรมการสอบปากเปล่า ซึ่งได้ให้คำปรึกษาแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ เบาใจ แห่งภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและแนะนำแก้ไขปรับปรุงแบบเรียนโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ไพรัช กุลวชิราวรรณ์ อาจารย์ในหมวดภาษาไทยโรงเรียนธัญบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษาด้านเนื้อหาวิชาและด้านภาษาที่ใช้ในการทดลองและการสร้างเครื่องมือวิจัย

ขอขอบพระคุณอาจารย์อุดม กลับเผื่อนอาจารย์ในหมวดคณิตศาสตร์โรงเรียนธัญบุรีที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในด้านการพิมพ์เครื่องมือบทเรียนโปรแกรม

ขออุทิศความดีที่ได้จากปริญญานิพนธ์ให้แก่คุณแม่ผู้ล่วงลับด้วยความซาบซึ้ง

ขอขอบคุณคุณนิตรา ภวจิตตทาน ที่เป็นกำลังใจให้ความห่วงใยดูแลและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีมาตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและการทำปริญญานิพนธ์ และท้ายสุดขอขอบใจ ด.ช.วิทยพฤกษ์ และ ด.ช.นราพฤกษ์ ภวจิตตทาน ที่อดทนและทำให้พ่อแม่เบาใจมาโดยตลอด

นายสมหวัง ภวจิตตทาน

การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านประกอบ ประเภทบทเรียนโปรแกรม
เรื่องมลพิษทางน้ำ สำหรับนักศึกษาทางไกล ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

บทคัดย่อ

ของ

สมหวัง ภวจิตตทาน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการศึกษาผู้ใหญ่
ตุลาคม 2539

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการสร้างและทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมเรื่อง "มลพิษทางน้ำ" สำหรับใช้กับนักศึกษาทางไกลระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อใช้เป็นหนังสืออ่านประกอบการเรียนกลุ่มวิชาส่งเสริมคุณภาพชีวิต กลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดลอง ได้แก่ นักศึกษาทางไกลระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ลงทะเบียนเรียนในศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดปทุมธานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538

บทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นบทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program แบ่งเป็น 53 กรอบเรียน แต่ละกรอบนำเสนอ 1 แนวคิด ประกอบด้วย คำอธิบายเนื้อหา ภาพประกอบ แบบฝึกหัด พร้อมทั้งคำเฉลย นักศึกษาใช้เวลาเรียนโดยเฉลี่ย 30 นาที

การตรวจสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนได้ทำเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นที่หนึ่ง ทดลองกับนักศึกษาเป็นรายคน จำนวน 3 คน ขั้นที่สอง ทดลองกับ นักศึกษากลุ่มเล็ก จำนวน 7 คน และขั้นที่สาม เป็นการทดลองภาคสนามกับนักศึกษา จำนวน 50 คน

รูปแบบการทดลองใช้แบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการเรียน (One group pretest - posttest design) โดยให้นักศึกษากลุ่มทดลองทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อประเมินความรู้ก่อนเรียน หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ ให้นักศึกษากลุ่มเดียวกันศึกษาบทเรียนโปรแกรมเป็นรายบุคคล แล้วทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมซ้ำ เพื่อประเมินความรู้หลังเรียน และให้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม รวมเวลาในการทดลองทั้งสิ้นประมาณ 60 นาที

ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. ได้บทเรียนโปรแกรมเรื่องมลพิษทางน้ำ 1 ชุด ความยาว 57 หน้า มี 53 กรอบเรียน ใช้เวลาเรียนประมาณ 30 นาที

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมเท่ากับ 93.35/94.01 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนอยู่ในระดับมาก ทั้งในเรื่องภาพประกอบ รูปเล่ม เนื้อหา และการนำเสนอ

A DEVELOPMENT OF A PROGRAMED TEXT ON "WATER POLLUTION" AS A SUPPLEMENTARY READING FOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS IN THE DISTANCE LEARNING PROGRAM

AN ABSTRACT

BY

SOMWANG PAWAJITTATAN

Presented in partial fulfillment for the requirements for the
Master of Education degree in Adult Education
at Srinakharinwirot University
October 1996

This study was to develop and to try-out a programmed text on "Water Pollution", for distance students, lower secondary education level. The text was a supplementary reading in the "Life-quality Promotion" subject. Experimental subjects were distance students of Thanyaburi School, under the administration of the Pathumthani Provincial Nonformal Education Center. The study was done in the second semester, academic year B.E. 2538.

The text was made in a linear program, comprised of 53 frames. Each frame presented one concept which composed of learning content, illustration, exercise and answer. Learning time was about 30 minutes.

Trying-out process was broken into 3 steps: first, with 3 students and individually; second, with a small group of 7 students; and third, with an experimental group of 50 students.

Research design was a "One group pretest - posttest". The group started with doing an achievement test on "Water Pollution", and this was a pretesting. One week later, the group was asked to study the text, then doing the same test as a post - testing, and doing a questionnaire. It took about 60 minutes for the whole process.

The results of the study were as the following:-

1. The programmed text on "Water Pollution" was made, 57 pages long, 53 learning frames, and learning time was 30 minutes.

2. Efficiency of the text was 93.35 / 94.01 which higher than the setting standards.

3. The pretest of learning achievement was significantly higher than the posttest at .05 level.

4. The average of the students' opinion on the learning text was in a high level in all four aspects : illustration, format, content and presentation.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	10
	การจัดการศึกษานอกโรงเรียน	10
	โครงสร้างของหลักสูตรการศึกษานอกโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	12
	ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม	13
	ลักษณะของบทเรียนโปรแกรม	14
	ชนิดของบทเรียนโปรแกรม	16
	ขั้นตอนการสร้างบทเรียนโปรแกรม	18
	คุณค่าและประโยชน์ของบทเรียนโปรแกรม	20
	ข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม	21
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
3	**วิธีดำเนินการ**	23
	รูปแบบการวิจัย	23
	กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย	23
	เครื่องมือสำหรับการวิจัย	23
	การดำเนินการทดลอง	31
	การวิเคราะห์ข้อมูล	32
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	32

บทที่ หน้า

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 36
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 36
ขั้นตอนการนำเสนอ..... 36
คะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน..... 37
ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม..... 40

5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 44
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า..... 44
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า..... 44
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 45
การดำเนินการทดลอง..... 45
ผลการศึกษาค้นคว้า..... 46
อภิปราย..... 47
ข้อเสนอแนะ..... 48

บรรณานุกรม..... 50

ภาคผนวก..... 54
ภาคผนวก ก..... 55
การวิเคราะห์ข้อมูล..... 55
ภาคผนวก ข..... 71
บทเรียนโปรแกรมเรื่อง มลพิษทางน้ำ..... 71
ภาคผนวก ค..... 129
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง มลพิษทางน้ำ..... 130
แบบสอบถามความคิดเห็น..... 136

ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 138

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 ค่าคะแนนของนักศึกษาทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบโดยรวมทุกกรอบ ถูกต้อง จากการศึกษาบทเรียนโปรแกรมเรื่องมลพิษทางน้ำ..... 26

2 คะแนนของนักศึกษาทุกคนที่ทำแบบทดสอบบทเรียนโปรแกรม แต่ละกรอบถูก หลังจากการศึกษาบทเรียนแล้ว (N = 7)..... 27

3 คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง..... 37

4 การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการเรียน..... 40

5 ค่าเฉลี่ยและแผนภูมิความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม..... 41

6 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธ์ทางการเรียน..... 56

7 การวิเคราะห์ข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 58

8 การแจกแจงความถี่ของคะแนนของแบบทดสอบที่นักเรียนทำได้..... 60

9 การคำนวณหาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่ศึกษาบทเรียนโปรแกรม “มลพิษทางน้ำ” ของคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเรียน..... 63

10 การคำนวณหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวนในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาบทเรียนโปรแกรมเรื่อง “มลพิษทางน้ำ” ของคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเรียน..... 67

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

ภาพประกอบ 1 ลักษณะของบทเรียนแบบเส้นตรง..... 17

ภาพประกอบ 2 ลักษณะของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา..... 17

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

น้ำเป็นทรัพยากรหมุนเวียน กล่าวคือ เป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วสามารถนำมาหมุนเวียนใช้ต่อไปได้อีก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรู้ ความเข้าใจและความสามารถในการใช้ การนำทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางใดทางหนึ่งนั้น ต้องตระหนักถึงการอนุรักษ์ และผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับภาวะแวดล้อม เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหา การขาดแคลน การเสียดุลธรรมชาติจนเป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

ปัจจุบันการขาดแคลนน้ำ และความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำต่าง ๆ กำลังเป็นปัญหาสำคัญที่อยู่ในความสนใจของโลก รวมทั้งประเทศไทย เพราะปัญหาดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อภาวะทางเศรษฐกิจ สังคม สุขภาพอนามัยของชุมชน ตลอดจนระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ เช่น การมีปริมาณลดลงของน้ำในเขื่อนต่าง ๆ การเกิดน้ำเสียในแม่น้ำลำคลองสายสำคัญ ๆ ของประเทศจนบางแห่งไม่สามารถนำมาใช้ได้ บางแห่งก็เป็นอันตรายแก่สัตว์น้ำ ซึ่งเคยมีเหตุการณ์น้ำเสียทำให้ปลาตายเป็นจำนวนมากอยู่เสมอ มลพิษทางน้ำหรือน้ำเสีย เกิดจากการมักง่ายของประชาชนที่ชอบทิ้งของเหลือใช้ลงในแม่น้ำลำคลอง รวมทั้งเกิดจากการที่โรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งปล่อยของเสียลงในน้ำด้วย

ด้วยเหตุที่น้ำสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง คือ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาเศรษฐกิจขั้นพื้นฐาน เช่น การชลประทาน การประมง การสาธารณูปโภค การอุตสาหกรรมและพลังงาน การเกษตร ตลอดจนการระบายของเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงก่อให้เกิดปัญหาการเสื่อมโทรมของคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำ เพราะทรัพยากรน้ำเมื่อผ่านกระบวนการในการใช้งานครั้งหนึ่ง ๆ ย่อมมีระดับคุณภาพเปลี่ยนไป ซึ่งอาจจะไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ต่อไป ความรุนแรงของมลพิษทางน้ำส่วนใหญ่มีอิทธิพลมาจากการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว การขยายตัวด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม การใช้ทรัพยากรอย่างไม่มีประสิทธิภาพ การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามา โดยไม่คำนึงถึงความเสียหายจากผลกระทบที่ตามมา (สุรภี โรจน์อารยานนท์. 2530 : 29)

ข้อยืนยันปัญหาที่เกิดจากผลกระทบของมลพิษทางน้ำนั้น นอกจากจะทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ต่อประชาชนผู้บริโภคแล้ว ยังเป็นปัญหาสำหรับภาครัฐบาลอีกด้วย ดังเช่น การประปานครหลวงได้สูบน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณตำบลสำแล อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี มาทำน้ำประปาสำหรับกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ซึ่งประสบปัญหาค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการผลิตน้ำประปา เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี ทั้งนี้เพราะต้องใช้สารเคมีในการปรับคุณภาพน้ำเพิ่มมากขึ้น อันเนื่องจากน้ำดิบมีคุณภาพเสื่อมลงเพราะความสกปรกที่เกิดขึ้น (ธีระ พันธมานิช และคนอื่น ๆ 2533 : 253) นอกจากนี้ ยังมีการรณรงค์ให้ประชาชนบริโภคน้ำอย่างประหยัด โดยมีการประชาสัมพันธ์ทางสื่อมวลชนต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วิทยุ และโทรทัศน์ เป็นประจำอย่างต่อเนื่อง

การแก้ปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้น เป็นเรื่องส่วนรวม มิใช่เป็นของใครคนใดคนหนึ่ง หรือหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง และจากแนวความเชื่อที่ว่าการศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญประการหนึ่ง ที่จะช่วยให้ประชากรรับความรู้ความเข้าใจ มีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม จนถึงขั้นพัฒนาตนเองให้เป็นประชากรที่มีคุณภาพของสังคมได้ ดังนั้นจึงมีการจัดการศึกษา อันเกี่ยวเนื่องกับเนื้อหาของทรัพยากรธรรมชาติ แทรกอยู่ในรายวิชาสังคมศึกษา (ส่งเสริมคุณภาพชีวิต) ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ทั้งการศึกษาในระบบโรงเรียนและนอกระบบโรงเรียน ทั้งนี้เนื้อหาดังกล่าวได้รับการปรับปรุงและพัฒนามาโดยตลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในหลักสูตรการศึกษานอกโรงเรียนสายสามัญศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2530 ที่ใช้กับระบบการเรียนทางไกล ซึ่งได้บรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ ปัญหาที่เกิดกับน้ำ และการอนุรักษ์น้ำ ไว้ในหมวดวิชาส่งเสริมคุณภาพชีวิต ตอนที่ 2 ในหัวข้อรักเมืองไทย ซึ่งเป็นวิชาบังคับที่นักศึกษาทุกคนต้องเรียน

แม้หลักสูตรการเรียนการสอนระบบทางไกลจะได้รับการพัฒนา และเป็นที่นิยมแก่ผู้เรียนมาตามลำดับ แต่ปัญหาและอุปสรรคประการหนึ่งก็คือ การขาดแคลนเอกสารทางวิชาการหรือสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน การบริการด้านสื่อ และหนังสือเสริมประกอบการค้นคว้ามีไม่เพียงพอ (วารีทิพย์ อินบัว. 2525 : 8) ซึ่งการขาดแคลนในส่วนนี้นับว่าเป็นอุปสรรคต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะหนังสือประกอบการเรียนการสอน นับเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีความสำคัญสำหรับศึกษาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง ตามความเหมาะสมของวัยและความสามารถในการอ่านของแต่ละบุคคล (กรมวิชาการ. 2525 : 2) และในการจัดการศึกษาประเภททางไกลนั้น หนังสืออ่านประกอบนับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่ง และจัดเป็นสื่อหลักของการจัดการศึกษาประเภทนี้

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญและความจำเป็นในการสร้างหนังสืออ่านประกอบประเภทบทเรียนโปรแกรม ประกอบบทเรียนวิชาส่งเสริมคุณภาพชีวิต ในเนื้อหาและนำไปทดลองใช้ เพื่อหาประสิทธิภาพการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาทางไกล ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การวิจัยครั้งนี้ยังมีความเหมาะสมด้วยเหตุผลประเด็นอื่น ๆ อีก คือเนื้อหาวิชาเรื่อง 'มลพิษทางน้ำ' มีความสอดคล้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ประเทศไทยกำลังประสบอยู่ในปัจจุบัน คือ มลพิษทางน้ำ อันเกิดจากความเน่าเสียในแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำท่าจีน ซึ่งเป็นผลให้รัฐบาลต้องเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อแก้ไข นอกจากนี้หนังสืออ่านประกอบประเภทบทเรียนโปรแกรมเป็นหนังสือที่สามารถใช้ศึกษาได้ด้วยตนเอง ประกอบกับนักศึกษาทางไกลในระดับนี้บางส่วนเป็นผู้ที่บรรลุนิติภาวะแล้วและกำลังเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่หรือเป็นผู้ใหญ่แล้ว ฉะนั้นพฤติกรรมของนักศึกษาทางไกลระดับนี้ จึงมีอิทธิพลต่อสังคมเพราะเป็นกลุ่มที่มีการศึกษาพอสมควร มีโอกาสที่จะศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ฉะนั้น เมื่อผู้เรียนได้รับเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องมลพิษทางน้ำ ที่เหมาะสมและเป็นจริงตามสภาพ และสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่ปรากฏในประเทศไทย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักว่าตนเองมีหน้าที่และบทบาทอย่างสำคัญในการช่วยอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรม ประโยชน์ของการวิจัยครั้งนี้อีกประการหนึ่งก็คือ จะเป็นแนวทางในการผลิตสื่อการเรียนการสอนสำหรับเนื้อหาวิชาและสาขาวิชาอื่น ๆ และเป็นแบบอย่างของผู้อื่นในการทำวิจัยต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้กำหนดความมุ่งหมาย 3 ประการ คือ

1. เพื่อสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านประกอบ ประเภทบทเรียนโปรแกรม เรื่อง 'มลพิษทางน้ำ' สำหรับนักศึกษาทางไกลระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการทางการวิจัย
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับการใช้บทเรียนโปรแกรม

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้า จะให้ประโยชน์ดังนี้

1. ได้เอกสารต้นแบบสำหรับหนังสืออ่านประกอบประเภทบทเรียนโปรแกรมเรื่อง "มลพิษทางน้ำ" เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาส่งเสริมคุณภาพชีวิตสำหรับนักศึกษาทางไกล ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น บทเรียนที่สร้างขึ้น ได้มีการตรวจสอบประสิทธิภาพ ตามหลักวิธีผลิตสื่อการสอน และด้วยกระบวนการวิจัย สามารถนำไปผลิตเป็นบทเรียนเพื่อขยายผลการใช้ให้กว้างขวางต่อไป

2. เป็นแนวทางและเป็นแบบในการสร้างหนังสืออ่านประกอบสำหรับผู้เรียนในระดับอื่น และสาขาวิชาอื่น ๆ ต่อไป

3. เป็นหนังสืออ่านประกอบประเภทบทเรียนโปรแกรมที่นักศึกษาทางไกล สามารถใช้ศึกษาด้วยตนเองได้

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ขอบเขตด้านพื้นที่

งานวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดเขตการทดลองที่หน่วยโรงเรียนธัญบุรี ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นจังหวัดหนึ่งที่ประสบปัญหาจากการเน่าเสียในแม่น้ำเจ้าพระยาที่ไหลผ่าน ทำให้คุณภาพของน้ำเสื่อมลง เพราะปริมาณความสกปรกที่เกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้น

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาสร้าง เป็นบทเรียนโปรแกรม สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่เรื่อง "มลพิษทางน้ำ" ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ปรากฏอยู่ในเรื่องทรัพยากรธรรมชาติตอนที่ 2 ชื่อรักเมืองไทย มีหน่วยการเรียน 3 หน่วยการเรียน จากจำนวน 13 หน่วยการเรียนของหมวดวิชาสร้างเสริมคุณภาพชีวิต และเป็นวิชาบังคับที่นักศึกษาทุกคนต้องเรียน สำหรับเนื้อหาในเรื่อง "มลพิษทางน้ำ" ที่นำมาสร้างบทเรียนโปรแกรม มีดังนี้

เรื่องที่ 1 ความสำคัญและประโยชน์ของน้ำ

น้ำเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่ายิ่ง น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของมนุษย์ และเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการดำรงชีวิต น้ำเป็นแหล่งกำเนิดของสิ่งมีชีวิต เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์แก่สิ่งมีชีวิตทั้งมวล เป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาประเทศอีกด้วย สรุปได้ดังนี้

1) การอุปโภคบริโภค มนุษย์ต้องการน้ำสะอาด เพื่อดื่มกินและใช้ในการประกอบอาหาร มนุษย์ยังใช้ชำระร่างกาย ชะล้างสิ่งสกปรกและใช้ประโยชน์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

2) การเกษตรกรรม พืชและสัตว์ต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโต น้ำจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง สำหรับการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์

3) การอุตสาหกรรม ในการอุตสาหกรรมต้องการใช้น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการผลิต น้ำถูกใช้เป็นวัตถุดิบ ใช้หล่อลื่นเครื่องจักรและระบายความร้อน ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องยนต์ และใช้ชะล้างกากของเสียจากโรงงาน

4) การคมนาคมขนส่ง เป็นเส้นทางการคมนาคมขนส่ง ที่นับว่าสะดวกและรวดเร็ว การขนส่งทางน้ำมีความสำคัญมากเพราะสามารถขนส่งได้จำนวนมาก และเข้าถึงทุกที่ที่มีแม่น้ำลำคลอง

5) แหล่งผลิตพลังงาน การไหลของน้ำจะเกิดพลังงานขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้การกำเนิดไฟฟ้า และใช้เป็นพลังงานกับเครื่องจักรกลต่าง ๆ ได้

6) การพักผ่อนย่อนใจ น้ำนำความสดชื่นรื่นรมย์มาให้แก่มวลมนุษย์ น้ำช่วยสร้างให้เกิดการพักผ่อนหย่อนใจ ในด้านการละเล่นและกีฬาทางน้ำ เป็นต้น

เรื่องที่ 2 สิ่งที่ทำให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำ

อาจจำแนกประเภทตามแหล่งที่มาของสารพิษ ได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1) มลพิษทางน้ำที่เกิดจากน้ำโสโครกของแหล่งชุมชน ได้แก่ น้ำโสโครกที่ถูกปล่อยออกจากบ้านเรือน เป็นน้ำโสโครกซึ่งรวมทั้งน้ำจากห้องน้ำ ห้องครัว และน้ำซักผ้า น้ำโสโครกที่ถูกปล่อยออกมาจากชุมชน ซึ่งรวมถึงน้ำทิ้งจากบ้านเรือน ตลาด และโรงพยาบาล น้ำโสโครกที่อยู่ในท่อน้ำโสโครกของเทศบาล ซึ่งตามปกติแล้วจะมีแต่น้ำโสโครกที่ถูกปล่อยมาจากชุมชน แต่บางแห่งทางเทศบาลอนุญาตให้โรงงานอุตสาหกรรมย่อยถ่ายน้ำทิ้งลงสู่ท่อระบาย รวมกับน้ำโสโครกจากบ้านเรือนและจากชุมชนได้ น้ำโสโครกที่ประกอบด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กและน้ำล้นผิวถนน ตัวอย่าง น้ำโสโครกชนิดนี้ได้แก่ น้ำโสโครกที่อยู่ในท่อระบายน้ำโดยทั่วไปของกรุงเทพมหานคร

2) มลพิษทางน้ำที่เกิดจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เป็นแหล่งใหญ่ที่ปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ และทำให้เกิดปัญหามลพิษขึ้นหลายแห่งทั่วโลก มีผู้เคยประเมินว่าน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำตาลเพียงโรงเดียวเทียบได้เท่ากับน้ำโสโครกจากเมืองเล็ก ๆ เมืองหนึ่งที่มีประชากรประมาณ 100,000 คน

3) มลพิษทางน้ำที่เกิดจากน้ำทิ้งของการเกษตรกรรม วิวัฒนาการในด้านการเกษตรนั้น ไม่มีการวางแผนที่ดีก็อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ ทั้งนี้เป็นเพราะการเกษตรกรรมนั้นเกี่ยวข้องกับการใช้น้ำซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากการชลประทาน และเกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตของพืช เช่น การใช้ปุ๋ยที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจน

และฟอสฟอรัส เพื่อเป็นธาตุอาหารของพืช การใช้ยาปราบศัตรูพืช สารประกอบเหล่านี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ยาปราบศัตรูพืชที่ถูกฉีดลงไปในไร่และนานั้น บางส่วนจะติดอยู่ตามใบ บางส่วนก็อาจตกลงไปบนพื้นดิน และบางส่วนอาจถูกพัดพาไปโดยลมไปตกยังที่ต่าง ๆ เมื่อฝนตกก็จะถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำได้

เรื่องที่ 3 ลักษณะของน้ำเสีย

น้ำเสีย คือ น้ำที่มีสารใด ๆ หรือสิ่งปฏิกูลที่ไม่พึงปรารถนาปนอยู่ การปะปนของสิ่งเหล่านี้ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางกายภาพของน้ำ

สิ่งที่ปลอมปนอยู่ในน้ำได้แก่ น้ำมัน ไขมัน ผงซักฟอก สบู่ ยาฆ่าแมลง สารทำให้เน่าเหม็น และเชื้อโรคต่าง ๆ ซึ่งอาจจะแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1) สารอินทรีย์ การย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำจำเป็นต้องใช้จุลินทรีย์และออกซิเจนในน้ำ ซึ่งทำให้เกิดแก๊ส มีกลิ่นเน่าเหม็นเกิดขึ้นได้

2) สารอนินทรีย์ ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นสาเหตุอันหนึ่งที่ทำให้น้ำกระด้างและสารเคมีบางตัวทำให้สาหร่ายในน้ำเจริญเติบโต ซึ่งจะเป็นการเพิ่มความสกปรกมากขึ้น ถ้าสาหร่ายเกิดการสลายตัวหรือตาย

3) สารที่เป็นกรดหรือด่าง การปล่ อยสารเคมีหรือสารที่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่างลงสู่แหล่งน้ำ จะเป็นอันตรายต่อคนและสัตว์น้ำ

4) สารเคมีเป็นพิษและสารกัมมันตภาพรังสี ถ้าสารเหล่านี้มีความเข้มข้นเพียงพอจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ

5) สารแขวนลอย สารนี้บางอย่างมีการสลายตัวทำให้เกิดกลิ่น สารบางอย่าง เช่น น้ำ ไขมัน กั้นไม่ให้แสงแดดผ่านลงสู่น้ำ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืชใต้น้ำ นอกจากนี้สารบางชนิดยังเป็นพิษต่อสัตว์น้ำอีกด้วย

6) สารที่ทำให้เกิดฟอง ทำให้แหล่งน้ำเกิดภาพไม่น่าดูและสารบางอย่างเป็นอันตรายต่อร่างกาย

7) จุลินทรีย์ การถ่ายทิ้งสิ่งโสโครกจากครัวเรือนหรือชุมชน ลงสู่แหล่งน้ำทำให้ผู้ใช้แหล่งน้ำรับเอาจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคเข้าสู่ร่างกายได้ เช่น อหิวาตกโรค บิด เป็นต้น

8) น้ำร้อน เป็นน้ำที่ถูกนำไปใช้ในการทำให้เครื่องจักรเย็น แล้วถูกปล่อยกลับสู่แหล่งน้ำ น้ำร้อนจะทำให้ขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำหมดไปอย่างรวดเร็ว มีผลให้เกิดน้ำเสียได้

9) สี สีเป็นตัวกั้นทางเดินของแสง ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงของพืชใต้น้ำ สีบางชนิดเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและพืช นอกจากนี้สียังทำลายคุณค่าทางการพักผ่อนหย่อนใจอีกด้วย

เรื่องที่ 4 สาเหตุของน้ำเสีย

สาเหตุของน้ำเสียมาจากแหล่งใหญ่ ๆ ดังนี้

1) ชุมชน ได้แก่ น้ำทิ้งจากบ้านเรือน มูลฝอยและสิ่งปฏิกูล ของเน่าเสียที่ทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ

2) โรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำล้างเครื่องจักรเครื่องอุปกรณ์ น้ำร้อนที่เกิดจากการระบายความร้อนให้แก่เครื่องจักร สารเคมี และของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิต

3) การเกษตรกรรม ได้แก่ สารเคมีที่ตกค้างอยู่บนดิน เมื่อเกษตรกรใช้ยากำจัดแมลง ยากำจัดศัตรูพืช น้ำฝนจะชะพาเอาสารเคมีที่เป็นอันตรายเหล่านี้ลงสู่แหล่งน้ำ

4) กิจกรรมอื่น ๆ ได้แก่ การทำเหมืองแร่ น้ำสกปรกและคราบน้ำมันที่หกจากเรือเป็นต้น

เรื่องที่ 5 ผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำเสีย

1) ทำให้เกิดการสูญเสียการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ น้ำเสีย เป็นอันตรายต่อการอุปโภคบริโภค และไม่สามารถนำมาใช้เพื่อการเกษตรกรรมและการอุตสาหกรรม

2) ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ น้ำเสียจะมีสารเคมีหรือสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ปะปนอยู่ ซึ่งอาจจะมีอันตรายต่อสัตว์น้ำ ทำให้ตายหรือสูญพันธุ์ได้

3) เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อโรคซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย

4) ทำให้เกิดความสกปรกและความไม่น่าดูทำให้ชุมชนขาดความสวยงาม

5) ทำให้เกิดความรำคาญแก่ชุมชน เนื่องจากน้ำเน่าเสียและส่งกลิ่นเหม็นรบกวนผู้ที่อยู่ในบริเวณนั้น ๆ

เรื่องที่ 6 การควบคุมและแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ

ปัญหาน้ำเสียเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ทั้งมนุษย์ พืช สัตว์ และน้ำ จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมและป้องกันไว้ดังนี้

1) กำหนดผังเมืองที่ถูกต้อง โดยแบ่งเขตอุตสาหกรรมออกจากเขตที่อยู่อาศัยอย่างเด็ดขาด เพื่อสะดวกในการควบคุมระบบกำจัดน้ำเสีย ซึ่งในขณะนี้เริ่มมีการจัดตั้งเป็นนิคมอุตสาหกรรม เช่น นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง นิคมอุตสาหกรรมบางชัน เป็นต้น

2) กระทรวงอุตสาหกรรมมีอำนาจเด็ดขาดในการบังคับให้เจ้าของโรงงานอุตสาหกรรมลงทุนติดตั้งระบบกำจัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพก่อนอนุมัติให้เปิดดำเนินการ โดยชี้

แนะให้เห็นว่า การลงทุนด้านนี้มิใช่การลงทุนที่สูญเปล่า เพราะน้ำเสียที่ผ่านระบบกำจัดให้ดีแล้วย่อมสามารถนำมาหมุนเวียนใช้ใหม่ได้

3) ต้องมีการออกกฎหมายที่มีประสิทธิภาพ เพื่อควบคุมโรงงานอุตสาหกรรมและธุรกิจการค้า รวมทั้งบ้านเรือนมิให้ปล่อยน้ำทิ้ง น้ำเสีย สู่แหล่งน้ำสาธารณะ ในปัจจุบันประเทศไทยมี พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2518 สำหรับใช้ควบคุมและบังคับ ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมและกิจการอื่น ๆ มิให้ประกอบกิจการอันเป็นผลทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมโดยมาตรา 17 แห่ง พ.ร.บ.ฉบับนี้ ระบุไว้ว่าจะต้องเสนอรายงานเกี่ยวกับการศึกษา และมาตรการการป้องกันผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ระยะเตรียมงาน และต้องเสนอรายงานนั้นต่อสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนที่จะมีการอนุมัติโดยกระทรวงอุตสาหกรรมให้ดำเนินการได้

3. ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาทางไกลระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของหน่วยโรงเรียนธัญบุรี ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดปทุมธานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 มีกลุ่มเรียนทั้งสิ้น 5 กลุ่ม จำนวนนักศึกษาทั้งหมด 250 คน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **หนังสืออ่านประกอบ** หมายถึง หนังสือที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดเป็นหนังสือส่งเสริมการเรียนการสอน โดยรวบรวมเนื้อหาส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือมีรายละเอียดนอกเหนือจากหลักสูตรเพื่อเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ที่เหมาะสมกับวัยและความสนใจของนักศึกษา

2. **บทเรียนโปรแกรม** หมายถึง สื่อการสอนประเภทหนึ่งที่จัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาตามลำดับขั้นตอนซึ่งสามารถวัดตามจุดประสงค์ได้ในบทเรียน และผู้เรียนสามารถเรียนรู้และหาคำตอบที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง

3. **บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง** (Linear Programme) คือ บทเรียนโปรแกรมชนิดที่ผู้เรียนต้องเรียนตั้งแต่กรอบต้นจนถึงกรอบสุดท้าย จะข้ามกรอบหนึ่งกรอบใดไม่ได้ โดยสิ่งที่เรียนจากกรอบแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานในการเรียนกรอบต่อ ๆ ไป

4. **มลพิษทางน้ำ** หมายถึง น้ำที่มีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากสภาพที่เป็นอยู่เดิมตามธรรมชาติ หรือมีคุณภาพเสื่อมโทรมจนไม่สามารถใช้ประโยชน์ตามธรรมชาติได้อย่างเหมาะสม

หรือทำให้เกิดอันตรายและเป็นผลเสียหายต่อสุขภาพ ทรัพย์สิน การใช้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า **'น้ำเสีย'**

5. **ประสิทธิภาพของหนังสืออ่านประกอบ** หมายถึง ผลจากการประเมินคุณค่าหนังสือตามหลักของกระบวนการผลิตสื่อและการทดลองใช้กับผู้เรียนโดยตรง ในการวิจัยนี้ได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ที่ระดับ 80/80 ซึ่ง 80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนรวมของการตอบแบบสอบถามในบทเรียนทุกกรอบ ผู้เรียนแต่ละคนจะต้องตอบถูกร้อยละ 80 ขึ้นไป ส่วน 80 ตัวหลัง หมายถึง ผลจากการตอบแบบสอบถามในบทเรียนแต่ละกรอบ จะต้องมีผู้ตอบถูกร้อยละ 80 ขึ้นไป

6. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังจากการอ่านหนังสือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลอง

7. **ความคิดเห็นของผู้เรียน** หมายถึง ผลรวมของความรู้สึกของนักศึกษาที่มีต่อการอ่านหนังสืออ่านประกอบประเภทบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อการวิจัยครั้งนี้ว่า มีมากน้อยเพียงใดที่วัดได้จากการทำแบบวัดความคิดเห็นที่สร้างขึ้น

8. **นักศึกษาทางไกล** หมายถึง ผู้เรียนในระบบการศึกษาทางไกล มัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเทียบเท่าระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในภาคปกติ และสังกัดกรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเกี่ยวกับการสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านประกอบประเภทบทเรียนโปรแกรมเรื่อง "มลพิษทางน้ำ" สำหรับนักศึกษาทางไกล มัธยมศึกษาตอนต้นนี้ มีเอกสารและรายงานการวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไปนี้

การจัดการศึกษานอกโรงเรียน

ปัจจุบันการจัดการศึกษานอกโรงเรียนเป็นที่สนใจของรัฐบาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่กำลังพัฒนาที่ไม่สามารถหางบประมาณมาจัดการศึกษาในระบบโรงเรียนได้เพียงพอ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยการศึกษานอกโรงเรียนมาเป็นเครื่องมือให้การศึกษาแก่ประชาชนที่ด้อยโอกาสทางการศึกษา ได้มีโอกาสมากขึ้นจะเห็นได้จากสภาพปัจจุบัน มีหลายหน่วยงาน ทั้งภาครัฐบาลและเอกชน ที่มีโครงการศึกษานอกระบบอยู่ในชุมชน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท (สุนทร โคตรบรรเทา. 2524 : 43 - 44) ดังนี้คือ

1. ประเภทสายสามัญ (General Education) เป็นหลักสูตรที่จัดให้กับประชาชนที่ไม่มีโอกาสได้ศึกษาในโรงเรียนปกติ หลักสูตรประเภทนี้ มีศักดิ์และสิทธิ์เช่นเดียวกับผู้ที่เรียนจบตามหลักสูตรปกติของกระทรวงศึกษาธิการ

2. ประเภทสายอาชีพ (Vocational Education) เป็นหลักสูตรที่มักจัดขึ้นเพื่อสนองความต้องการของประชาชน เพื่อมุ่งสอนประชาชนเฉพาะเรื่อง อาจมีทั้งหลักสูตรระยะสั้นไปจนถึงหลักสูตรระยะยาว อาจจัดเป็นชั้นเรียนหรือจัดเป็นกลุ่มนอกชั้นเรียนก็ได้ ดังเช่น โรงเรียนฝึกฝนอาชีพของหน่วยงานต่าง ๆ เป็นต้น

3. ประเภทความรู้ทั่วไป (Avocational Education) การศึกษาประเภทนี้เป็นกระบวนการให้ความรู้ตามความสนใจของผู้เรียน และความรู้ที่ผู้จัดคิดว่าจะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนและประชาชน กิจกรรมประเภทนี้กว้างขวางมาก นับตั้งแต่การให้ข้อมูลข่าวสาร เพื่อให้ทันเหตุการณ์บ้านเมืองและความรู้ที่จะเป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิต ไปจนถึงการจัดกลุ่มสนใจในวิชาความรู้ต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนต้องการจะเรียนไป เพื่อความรู้ เพื่อความเพลิดเพลินหรือเป็นงานอดิเรก แต่เมื่อเรียนแล้วอาจจะ

นำไปประกอบอาชีพรองหรือเสริมความรู้สามัญได้อีกด้วย

สำหรับการศึกษาประเภทสายสามัญนั้น เป็นกิจกรรมการศึกษานอกระบบโรงเรียนที่จัดสำหรับประชาชนที่อยู่นอกกระบบโรงเรียน เพื่อให้มีความรู้ในวิชาสามัญสำหรับเป็นรากฐานในการดำรงชีวิตและการศึกษาหาความรู้ในระดับสูงขึ้น กิจกรรมการศึกษาประเภทนี้ ได้แก่การศึกษาผู้ใหญ่ที่เทียบเท่าสายสามัญในโรงเรียนภาคปกติระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย การศึกษาทั้ง 3 ระดับดังกล่าว กรมการศึกษานอกโรงเรียน โดยความเห็นชอบของกระทรวงศึกษาธิการ ประกาศให้ใช้หลักสูตรการศึกษานอกโรงเรียนสายสามัญ โดยให้มีการจัดการเรียนการสอนเป็น 3 วิธี คือ การเรียนแบบชั้นเรียน การเรียนแบบทางไกล และการเรียนแบบศึกษาด้วยตนเอง การเรียนทั้ง 3 วิธีนี้ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนวิธีใดวิธีหนึ่ง หรืออาจจะเลือกเรียนทั้ง 3 วิธีในเวลาเดียวกันก็ได้ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการลงทะเบียนเรียน และความพร้อมของผู้เรียน (กรมการศึกษานอกโรงเรียน. 2536 : 1 - 5)

รายละเอียดของการเรียนแต่ละวิธีเรียนสรุปได้ดังนี้

1. วิธีเรียนแบบชั้นเรียน (ชร.) คือวิธีเรียนที่นักศึกษาจะต้องไปเข้าชั้นเรียนเช่นเดียวกับนักเรียนภาคปกติในระบบโรงเรียน เพียงแต่ช่วงเวลาเรียนจะเป็นตอนเย็นหรือในตอนค่ำ หลังจากที่ผู้เรียนว่างจากภารกิจประจำวันต่าง ๆ แล้วเพื่อศึกษาเล่าเรียน และทำกิจกรรมการเรียนจนครบเงื่อนไขที่หลักสูตรกำหนดไว้ให้ ก็จบการศึกษาแต่ละระดับซึ่งมีศักดิ์และสิทธิ์เท่ากับผู้เรียนในระบบโรงเรียนทุกประการ

2. วิธีเรียนแบบทางไกล (ทก.) เป็นวิธีเรียนที่เหมาะสมแก่ผู้ที่มีภารกิจมากจนไม่มีเวลาที่จะเข้าไปนั่งเรียนในชั้นเรียนได้เป็นประจำ เช่นอยู่ในชนบทที่ห่างไกลจากสถานที่ตั้งของสถานศึกษาหรือศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัด เมื่อมีผู้เรียนไปขึ้นทะเบียนเป็นนักศึกษาและลงทะเบียนเรียนที่ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดต่าง ๆ แล้วก็จัดหาหนังสือหรือตำราต่าง ๆ ฟังรายการวิทยุจากสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย เครือข่ายที่ 2 เพื่อการศึกษา (สวศ 2) ออกอากาศทุกวัน ระหว่างเวลา 05:30 - 21:10 น. ในระบบ AM ขนาดความถี่กรุงเทพมหานคร 1467 กิโลเฮิรตซ์ นอกจากนี้ นักศึกษาจะต้องเข้าไปร่วมกิจกรรมพบกลุ่ม เพื่อทำกิจกรรมตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแต่ละระดับ เมื่อจบหลักสูตรแล้วจะได้รับประกาศนียบัตรซึ่งมีศักดิ์และสิทธิ์เท่ากับผู้เรียนในระบบโรงเรียนทุกประการ

3. วิธีเรียนแบบศึกษาด้วยตนเอง (ตอ.) เป็นวิธีการเรียนที่มีลักษณะคล้าย ๆ กับวิธีการเรียนแบบทางไกล คือ นักศึกษาไม่ต้องไปเข้าชั้นเรียน จะใช้เวลาศึกษาค้นคว้าอ่านตำราต่าง ๆ ด้วย

ตนเองเป็นส่วนใหญ่ และต้องไปเข้าร่วมกิจกรรมพบกลุ่ม เพื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนด จะต้องมีเวลาพบกลุ่มไม่น้อยกว่า 75 % ของเวลาพบกลุ่มทั้งหมดและต้องผ่านเกณฑ์การประเมินด้วย ถ้านักศึกษาสอบได้ครบหมวดวิชา และผ่านกิจกรรมกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด ก็จะจบการศึกษา มีศักดิ์และสิทธิ์ที่จะไปศึกษาต่อหรือสมัครเข้าทำงานได้ เช่นเดียวกับผู้ที่จบจากในระบบโรงเรียนทุกประการ

โครงสร้างของหลักสูตรการศึกษานอกโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

หลักสูตรการศึกษานอกโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กำหนดให้เรียนวิชาบังคับ 4 หมวดวิชา และวิชาเลือกไม่น้อยกว่า 3 หมวดวิชา รวมทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 7 หมวดวิชา (53 หน่วยการเรียน) โดยมีรายละเอียดวิชาและหน่วยการเรียนดังนี้

1. **วิชาบังคับ** ประกอบด้วยหมวดวิชาต่างๆ ดังนี้

ภาษาไทย	7	หน่วยการเรียน
คณิตศาสตร์	3	หน่วยการเรียน
ส่งเสริมคุณภาพชีวิต	13	หน่วยการเรียน
วิชาอาชีพ	3	หน่วยการเรียน

2. **วิชาเลือก** ประกอบด้วยหมวดวิชาต่าง ๆ ดังนี้

ภาษาไทย 1	9	หน่วยการเรียน	
คณิตศาสตร์ 1	9	หน่วยการเรียน	เลือกเรียน 1 วิชาให้นับ 1 หมวดวิชา
คณิตศาสตร์ 2	9	หน่วยการเรียน	

ส่งเสริมคุณภาพชีวิต 1 - 5 วิชาละ 9 หน่วยการเรียน และเลือกเรียน 1 วิชา ให้นับ 1 หมวดวิชา

ภาษาอังกฤษ 1	9	หน่วยการเรียน	เลือกเรียน 1 วิชาให้นับ 1 หมวดวิชา
ภาษาอังกฤษ 2	9	หน่วยการเรียน	

วิทยาศาสตร์ 1	9 หน่วยการเรียน	เลือกเรียน 1 วิชาให้นับ 1 หมวดวิชา
วิทยาศาสตร์ 2	9 หน่วยการเรียน	
วิชาอาชีพเลือก	ผู้เรียนจะต้องเรียนหรือเทียบโอนได้ทั้ง 3 หมวดวิชาตามวิธีการและเกณฑ์ที่กรมการศึกษานอกโรงเรียนกำหนด	

3. นักศึกษาทุกคนที่เรียนครบตามหลักสูตร 7 หมวดวิชาแล้วจะต้องทำกิจกรรมให้ได้ 42 หน่วยกิจกรรม

จากโครงสร้างของวิชาส่งเสริมคุณภาพชีวิต แบ่งเป็นวิชาบังคับ 13 หน่วยการเรียน และวิชาเลือก 9 หน่วยการเรียน สำหรับวิชาบังคับ 13 หน่วยการเรียนนั้นแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ชีวิตและความเป็นอยู่ (5 หน่วยการเรียน)
ตอนที่ 2 รักเมืองไทย (3 หน่วยการเรียน)
ตอนที่ 3 ท่องไปในโลกกว้าง (2 หน่วยการเรียน)
ตอนที่ 4 พลังงานกับชีวิตประจำวัน (3 หน่วยการเรียน)

สำหรับตอนที่ 2 รักเมืองไทย ซึ่งมี 3 หน่วยการเรียน มีเนื้อหาจำแนกได้ 8 เรื่อง ในเรื่องที่ 7 เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาตินั้นเน้นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เรื่องทรัพยากรน้ำและการอนุรักษ์ก็รวมในหน่วยการเรียนนี้ และกำลังมีผลกระทบต่อประเทศไทยในขณะนี้ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับการขาดแคลนน้ำ หรือปัญหาที่เกี่ยวกับมลพิษทางน้ำก็ตาม

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรม มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปหลายอย่าง ทั้งในภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ตามลักษณะการนำไปใช้ เช่น โปรแกรมการเรียน แบบเรียนสำเร็จรูป แบบเรียนด้วยตนเอง เป็นต้น ได้มีผู้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมดังนี้

เปรื่อง กุมุท (2520 : 1) ให้ความหมายว่า บทเรียนโปรแกรม คือ เครื่องมือทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถทำให้นักเรียนได้รับรู้ประสบการณ์ที่จัดไว้เป็นอนุกรมไปตามลำดับขั้นตอนตามที่ผู้จัดทำบทเรียนเชื่อว่า จะนำไปสู่ขีดความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้น ซึ่งพิสูจน์แล้วมีประสิทธิภาพ

ไพโรจน์ เบาใจ (2520 : 1) กล่าวว่า บทเรียนโปรแกรมเป็นสื่อการสอนแบบหนึ่งที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง และเรียนได้เร็วช้าตามความสามารถของแต่ละบุคคล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2526 : 13) กล่าวถึง บทเรียนโปรแกรมว่า เป็นการสอนที่มีการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้า ที่จะให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยการลงมือประกอบกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง ทราบข้อติชมทันท่วงที มีความภาคภูมิใจในความสำเร็จ และได้ไคร่ครวญตามทีละน้อยตามลำดับขั้น และการก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ ความสนใจ และความสะดวกของแต่ละคน

ลักษณะของบทเรียนโปรแกรม

บุญเหลือ ทองเอี่ยม (2525 : 31) ได้สรุปลักษณะของบทเรียนโปรแกรมเป็น 5 ประการ ดังนี้

1. เนื้อหาวิชาจะแบ่งเป็นหน่วยย่อยที่เรียกว่า "**กรอบ**" ซึ่งแต่ละกรอบจะมีขนาดต่างกันตั้งแต่ประโยคสั้น ๆ จนถึงข้อความเป็นตอน ๆ ไป

2. การเขียนเนื้อหาในแต่ละกรอบ จะต้องพาดพิงไปถึงกรอบต้น ๆ ที่ได้ศึกษาไปแล้ว ทั้งนี้เป็นการทบทวนสิ่งที่เรียนไปแล้วด้วยในตัว

3. กรอบแต่ละกรอบจะต้องมีตอนที่นักเรียนสนองตอบได้ทันที อาจเป็นการตอบคำถามเติมคำหรือเติมข้อความ หรือให้เลือกคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะเป็นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากน้อยเพียงใด

4. ผู้เรียนจะได้รับความรู้เพิ่มพูนขึ้นเรื่อย ๆ ไปทีละขั้น และจะก้าวจากสิ่งที่เรียนรู้ไปสู่ความรู้ที่บทเรียนโปรแกรมได้กำหนดไว้

5. การตอบของผู้เรียนจะได้รับการเสริมแรง (reinforcement) ทันทีว่าคำตอบของเขาถูกต้องหรือไม่ คำเฉลยจะอยู่ตอนท้ายของแต่ละกรอบ ซึ่งคุณลักษณะข้อนี้จะแตกต่างจากหนังสือทั่วไป

สิวะสัยลาม (Sivasailam - 1976 : 18) กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนโปรแกรม ดังนี้

1. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นทีละน้อยและเป็นขั้นตอน บทเรียนสำเร็จรูปต้องมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นกรอบย่อย ๆ โดยให้ผู้เรียนอ่านไปทีละกรอบด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและตอบคำถามในแต่ละกรอบได้ถูกต้อง ทำให้ประสบความสำเร็จในการเรียนได้ ส่วนในกรณีที่ตอบคำถามผิดก็มีโอกาสกลับไปศึกษาได้ง่าย

2. ผู้เรียนควรเรียนบทเรียนโปรแกรมด้วยความกระตือรือร้น มีการตอบคำถามในแต่ละกรอบอย่างกระตือรือร้น เพราะเป็นการดีกว่าจะให้อ่านและจำเฉย ๆ ในการตอบคำถามของผู้เรียน

จะทำให้ทราบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาแต่ละกรอบอย่างไร

3. ผู้เรียนสามารถตรวจคำตอบของเขาได้ทันที การที่ผู้เรียนสามารถทราบคำตอบทันทีหลังจากตอบคำถามเสร็จแล้ว จะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจจำคำตอบของเขาได้ดีกว่า ในกรณีที่ตอบผิดก็สามารถแก้ไขหาคำตอบที่ถูกได้ด้วยตนเอง

4. การเรียนรู้ควรเรียนจากสิ่งที่ง่ายไปหาสิ่งที่ยาก บทเรียน 1 - 2 กรอบแรก ควรเป็นคำตอบที่ง่าย ๆ เป็นการปูพื้นฐานให้กับผู้เรียนแล้วค่อย ๆ เพิ่มคำถามที่ยากขึ้น จนผู้เรียนเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ได้

5. ผู้เรียนควรเรียนรู้ไปตามความสามารถของเขาโดยไม่จำกัดเวลา

แซมพาท และคณะ (Sampath and others. 1981 : 228) ได้กำหนดลักษณะสำคัญของบทเรียนสำเร็จรูปไว้ 5 ประการ คือ

1. เนื้อหาจะต้องถูกนำมาย่อยเป็นส่วนเล็ก ๆ เรียกว่า **กรอบ** และมีการจัดเรียงเป็นลำดับ
2. ผู้เรียนต้องมีการตอบสนองบ่อย ๆ
3. ต้องมีการยืนยันในความถูกต้องทันทีที่ผู้เรียนตอบถูก นั่นคือ เขาจะได้ทราบคำตอบทันที หรือจะได้ทราบเหตุผลที่เขาตอบผิด
4. เนื้อหาและลำดับของกรอบที่จัดทำนั้น จะต้องผ่านการทดลองกับผู้เรียน และมีการทบทวนปรับปรุงตามหลักการมาก่อนจึงจะนำมาใช้ได้
5. ผู้เรียนแต่ละคนจะก้าวไปโดยเรียนรู้ด้วยตัวของตัวเอง จะไม่มีการแสดงความเก่งกล้าสามารถหรือความด้อยต่ำในการเรียน เหมือนชั้นเรียนทั่ว ๆ ไป ที่เด็กมีความสามารถแตกต่างกัน

จากลักษณะของบทเรียนโปรแกรมตามที่กล่าวรวมมาทั้งหมด จึงพอสรุปได้ว่า รูปแบบหรือลักษณะภายนอกของบทเรียนโปรแกรมคล้ายหนังสือทั่วไป แต่ในความจริงแล้วบทเรียนโปรแกรมนี้จะมีลักษณะเฉพาะของมันเอง โดยเนื้อหาจะถูกจัดเรียงอย่างเหมาะสมจากง่ายไปหายาก เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทีละน้อยตามขั้นตอน และจะมีปฏิกิริยากับเนื้อหาที่เรียนตลอดเวลาในลักษณะการเร้าและการตอบสนอง นอกจากนั้นยังสามารถเรียนรู้จากบทเรียนโปรแกรมจากทฤษฎีการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคล

ชนิดของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมสามารถแบ่งโดยอาศัยเกณฑ์ในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น แบ่งตามวิธีการนำเสนอ แบ่งตามเทคนิคการเขียนบทเรียน หรือแบ่งตามประเภทของการตอบสนอง ซึ่งในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ 2 ชนิดแรกเท่านั้น

การแบ่งตามวิธีการนำเสนอ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ บทเรียนโปรแกรมแบบตำรา (Programmed textbook) บทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องช่วยสอน (Teaching machines) และบทเรียนโปรแกรมที่ใช้สื่อประสม (Multi - media programme)

บทเรียนโปรแกรมแบบตำรา (Programmed textbook) มีลักษณะเป็นรูปเล่มคล้ายตำรา ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง เพราะเป็นบทเรียนที่ใช้ได้อย่างอิสระ ผู้เรียนจะอ่านเนื้อหาซึ่งมีการจัดเรียงลำดับเนื้อเรื่องจากง่ายไปหายาก โดยการแบ่งหน่วยและลำดับย่อย ๆ เรียกว่า "**กรอบ**" แต่ละกรอบจะมีคำถามให้ผู้เรียนตอบเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน และคำตอบนั้นสามารถตรวจสอบได้ด้วยตนเอง การตอบนั้นอาจอยู่ในลักษณะของการเติมคำในช่องว่าง การเลือกคำตอบ หรือเป็นแบบ ถูก - ผิด

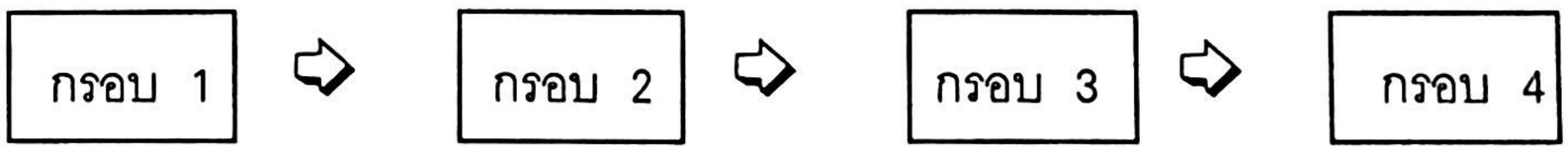
บทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องช่วยสอน (Teaching machines) สร้างเพื่อใช้คู่กับเครื่องช่วยสอน ซึ่งมีลักษณะเป็นหีบหรือกล่องบรรจุบทเรียน มักใช้ไฟฟ้าเข้าช่วย ลักษณะของคำถามจะเป็นแบบเลือกตอบ (multiple choice) มีคำตอบให้เลือก เลือกคำตอบโดยกดปุ่มที่เครื่องช่วยสอน ถ้าผู้เรียนกดปุ่มคำตอบที่ถูกต้องแล้ว บทเรียนโปรแกรมมีความจำเป็นต้องใช้คู่กับเครื่องช่วยสอน จะใช้อย่างเดียวไม่ได้

บทเรียนโปรแกรมที่ใช้สื่อประสม (Multi - media programme) คือ บทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับโสตทัศนูปกรณ์ (audio - visual instructional media) ได้หลาย ๆ ชนิดเพื่อช่วยในการสอนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น บทเรียนที่ใช้ประกอบกับเทปเสียง บทเรียนกับสไลด์ประกอบเสียง บทเรียนที่ใช้รูปภาพประกอบการเรียน หรือบทเรียนที่เกี่ยวกับภาพยนต์ เป็นต้น

การแบ่งตามเทคนิคการเขียน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear programme) และบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching programme)

บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear programme or exstrinsic pogramme) คือ บทเรียนที่ให้ผู้เรียนทุกคนเรียนเหมือนกันหมด โดยผ่านกรอบที่มีเนื้อหาจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนจากกรอบแรกไปยังกรอบสุดท้ายตามลำดับ จะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ เพราะ

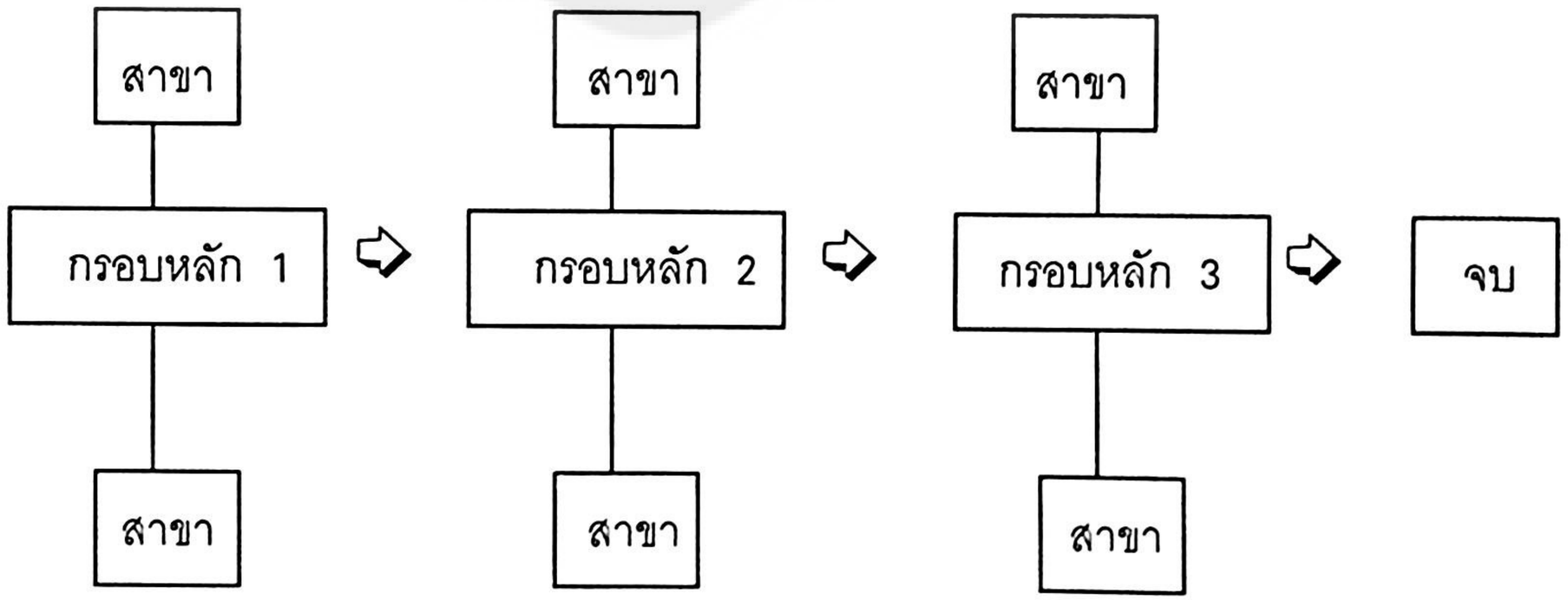
สิ่งที่เรียนจากกรอบแรกจะเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนในกรอบถัดไป แต่ละกรอบจะมีมโนทัศน์เดียว ผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนไปตามระดับความเร็วของตน จึงใช้เวลาแตกต่างกัน การทดสอบมักจะให้ผู้เรียนสร้างคำตอบเอง และคำเฉลยจะอยู่ในหน่วยถัดไป บทเรียนชนิดนี้ เรียกว่าบทเรียนแบบสกินเนอร์ (Skinnerian style)



ภาพประกอบ 1 ลักษณะของบทเรียนแบบเส้นตรง

บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching programme) คิดค้นขึ้นโดยคราวเดอร์ (Crowder) จึงอาจเรียกบทเรียนชนิดนี้ว่า คราวเดอร์โปรแกรม (Crowderian programme)เป็นบทเรียนที่คำนึงถึงความแตกต่างของระดับสติปัญญาของผู้เรียน คือ ถ้าผู้เรียนตอบสนองถูกต้องก็จะเรียนกรอบหลังต่อไปได้ แต่ถ้าตอบผิดผู้เรียนจะได้ทราบเหตุผลที่เลือกคำตอบผิด เพราะฉะนั้น ผู้เรียนแต่ละคนไม่จำเป็นต้องเรียนทุกกรอบก็ได้ และแต่ละคนจะใช้เวลาในการเรียนไม่เท่ากัน คนเก่งจะใช้เวลาเรียนน้อยกว่าคนอ่อน แต่ในที่สุดต่างก็บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้เช่นกัน

ลักษณะของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา มีกรอบค่อนข้างจะใหญ่ เพราะบรรจุมโนทัศน์ (concept) 2 - 3 มโนทัศน์ ลักษณะคล้ายหนังสือทั่ว ๆ ไปต่างกันเพียงไม่ได้เรียงหน้าไว้ตามลำดับ เพราะว่าแต่ละหน้า คือ 1 กรอบ เช่น กรอบที่ 1 คือ หน้า 1 กรอบที่ 2 อาจเป็นหน้า 2 หน้า 3 หรือหน้าอื่นก็ได้ ผู้เรียนอาจจะต้องพลิกกลับไปกลับมาจนกว่าจะได้รับความรู้ในเนื้อหานี้จนครบ



ภาพประกอบ 2 ลักษณะของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนโปรแกรม

การสร้างบทเรียนโปรแกรม ได้มีผู้เสนอขั้นตอนไว้หลายทัศนะ

ปรัชญา ใจสะอาด (2525 : 386) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโปรแกรมออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ศึกษาหลักสูตร** คู่มือ หรือบันทึกการสอนของครู ข้อสอบเก่า แบบฝึกหัดต่าง ๆ คำสอน ข้อคำสั่งในหนังสือปฏิบัติการ หรืออาจต้องสัมภาษณ์ผู้รู้ด้วย เพื่อให้เกิดแนวคิดในการสร้างบทเรียน

2. **นำความรู้ที่ได้จากหลักสูตรมาผนวกกับความต้องการของเด็ก** และตั้งจุดมุ่งหมายเฉพาะในการสร้างบทเรียนนั้น ๆ ทั้งนี้เพราะการสร้างบทเรียนสำเร็จรูป สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาจึงต้องสร้างขึ้นให้สนองความต้องการของผู้เรียน โดยจะต้องคำนึงถึงอายุ พื้นความรู้ พื้นฐานทางวัฒนธรรม ระดับขั้นของนักเรียน และทักษะของผู้เรียนที่ได้รับการฝึกฝนมาก่อน การตั้งความมุ่งหมายโดยไม่คำนึงถึงความต้องการของผู้เรียน ความมุ่งหมายนั้นอาจสูงเกินไป จนไม่เกิดผลได้

3. **วางขอบเขตของงาน** (scheme of work or design) การวางขอบเขตของงานหรือวางเค้าโครงเรื่อง มีประโยชน์ในการสร้างบทเรียนมาก เพราะจะช่วยลำดับเรื่องราวก่อนหลัง และป้องกันการหลงลืมเรื่องราวในบางตอนได้ ในขั้นนี้เปรียบเสมือนการเขียนบทเรียนขั้นแรกนั่นเอง

4. **รวบรวมและจัดจำแนกเรื่องราว** (collection and organization) ขั้นนี้ เป็นขั้นที่ ต้องรวบรวมความรู้ที่ได้ศึกษาและเห็นว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาของบทเรียนที่สร้างขึ้น เนื้อหาใดที่ไม่มีประโยชน์หรือไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ต้องตัดทิ้งไป เป็นขั้นที่ต้องรวบรวมทุกอย่าง เช่น ตำรา ภาพประกอบ การจดบันทึก การไปสัมภาษณ์บุคคล การสังเกต การทดลอง และปรากฏการณ์ต่าง ๆ

5. **ลงมือเขียนบทเรียนโปรแกรม** (writing of frames) เฟรม หรือ หน่วยย่อยของบทเรียนโปรแกรม ควรมีลักษณะดังนี้

5.1 เขียนเนื้อหาวิชาเป็นหน่วยย่อยเล็ก ๆ แต่ละหน่วยทำให้เกิดความเข้าใจในหน่วยย่อยถัดไป

5.2 มีเนื้อหาและคำอธิบายที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

5.3 ทำให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิผลมากที่สุดเท่าที่จะมากได้

5.4 การเขียนเนื้อหาในแต่ละหน่วยย่อย ควรให้พาดพิงไปถึงหน่วยย่อยที่เด็กได้ศึกษามาแล้ว ทั้งนี้เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนไปแล้วในตัว

5.5 ให้ทราบคำตอบที่ถูกต้อง เพื่อเป็นการเสริมแรง เนื้อหาของบทเรียนในแต่ละเฟรมต้องเขียนด้วยภาษาที่ชัดเจน ถูกต้องตามหลักภาษาและการใช้ภาษา หากจะต้องใช้คำศัพท์ ควรเป็นคำศัพท์ที่เหมาะสมกับพื้นฐานและอายุของผู้เรียน

6. **แก้ไขเปลี่ยนแปลงบทเรียนที่สร้างขึ้น** บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นแล้วทิ้งไว้ระยะหนึ่ง การนำมาตรวจทบทวนใหม่ เพื่อแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้น การเปลี่ยนแปลง ควรแก้ไขในด้านต่าง ๆ ตามลำดับความสำคัญ ดังนี้

6.1 การแก้ไขเปลี่ยนแปลงด้านความถูกต้องทางหลักวิชาการ (teachnical accuracy)

6.2 การแก้ไขเปลี่ยนแปลงเทคนิคของบทเรียน (programming technique)

6.3 การแก้ไขเปลี่ยนแปลงความเรียง (composition technique)

7. **ทดสอบบทเรียน** การทดสอบบทเรียน ถือเป็นงานส่วนหนึ่งของการเขียนบทเรียนโปรแกรมและเป็นงานที่สำคัญมาก หลังจากสร้างบทเรียนและแก้ไขแล้ว ควรจะมีการทดสอบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นนั้น สามารถพาผู้เรียนไปถึงพฤติกรรมที่ได้ตั้งความมุ่งหมายไว้หรือไม่ ในการทดสอบบทเรียนทำได้ 3 ลักษณะ คือ

7.1 การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (one to one testing)

7.2 การทดสอบเป็นกลุ่มเล็ก (small group testing)

7.3 การทดสอบภาคสนาม (field testing)

8. **การวิเคราะห์ผลการสอบ** การทดสอบผลการใช้บทเรียนโปรแกรมนั้น มีผู้นำเทคนิควัดผลมาใช้หลายอย่าง

สิวะสัยลาม (Sivasailam. 1976 : 18) จัดลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนโปรแกรม ดังนี้

1. **ขั้นวิเคราะห์** แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อย คือ

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เพื่อจะทราบพื้นฐานความรู้ ความสามารถ และสภาพแวดล้อมของผู้เรียน อันจะเป็นประโยชน์ในการสร้างบทเรียนให้เหมาะสมกับความสามารถของแต่ละคน

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา เพื่อให้เนื้อหาที่จะสอนมีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

1.3 วิเคราะห์ด้านการใช้ภาษา เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างชัดเจน

2. **ขั้นเขียนเนื้อหา** แบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

2.1 จัดลำดับเนื้อหาเป็นตอน ๆ จากง่ายไปหายาก

2.2 เขียนกรอบการสอน

2.3 จัดเรียงกรอบการสอนไว้ตามลำดับ

2.4 แก้ไขกรอบการสอน

3. **ขั้นปรับปรุงแก้ไข** เมื่อเขียนบทเรียนโปรแกรมเสร็จแล้ว จะต้องปรับปรุงแก้ไขก่อนจะนำไปใช้จริง การปรับปรุงสามารถทำได้ ดังนี้

3.1 ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจแก้

3.2 ทดลองใช้กับผู้เรียน ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ ทดลองเป็นรายบุคคล ทดลองกับกลุ่มเล็กและทดลองภาคสนาม

คุณค่าและประโยชน์ของบทเรียนโปรแกรม

มลิวัลย์ บรรลือเกียรติ (2534 : 46) สรุปคุณค่าและประโยชน์ของบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

1. ช่วยในด้านการเรียนของนักเรียน เพราะบทเรียนโปรแกรมกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนโดยใช้สื่อผสม ทำให้นักเรียนสามารถจำได้ง่ายและนาน อีกทั้งบทเรียนโปรแกรมใช้หลักจิตวิทยาการเรียนรู้เข้าช่วย เพื่อสนองตอบการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

2. ช่วยในด้านการสอนของครู เพราะโรงเรียนบางแห่งอาจมีครูขาดความชำนาญในการสอนบางเนื้อหาวิชา หรือมีครูจำนวนน้อย ประกอบกับบทเรียนโปรแกรม มักใช้กับวิชาที่มีเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ ซึ่งเนื้อหานั้น ๆ ไม่มากจนเกินไปนัก และเป็นเรื่องที่นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ทำให้ครูมีเวลาเตรียมบทเรียนในวิชาต่าง ๆ ได้เพิ่มมากขึ้น

3. ประหยัดเวลาทั้งของครูและนักเรียน เพราะบทเรียนโปรแกรมช่วยลดคาบเวลาเรียนของเนื้อหาวิชาที่ใช้ในการเรียนการสอน

4. ฝึกให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเอง โดยที่ไม่มีครูคอยบอกตลอดเวลา และฝึกความซื่อสัตย์ในการทำแบบฝึกหัดในบทเรียนได้อีกด้วย

5. เป็นการสนองการเรียนรู้เฉพาะบุคคล ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามเวลาสะดวก ไม่ต้องมาเรียนพร้อม ๆ กันในห้องเรียน

ข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม

แม้บทเรียนโปรแกรมจะมีคุณค่าและประโยชน์หลายประการ ดังที่กล่าวมาแล้ว แต่ยังมีข้อจำกัดหลายประการ ดังนี้ (บุญเกื้อ ควรหาเวช. 2530 : 45)

1. บทเรียนโปรแกรมเหมาะสำหรับเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริงหรือความรู้พื้นฐานมากกว่าเนื้อหาที่ต้องการความคิดเห็นและความคิดริเริ่ม หรือความลึกซึ้งมาก ๆ
2. มีส่วนทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการเขียนหนังสือ เพราะผู้เรียนจะเขียนคำตอบเป็นบางคำเท่านั้น
3. ผู้เรียนขาดการสังคมติดต่อซึ่งกันและกัน
4. ภาษาที่ใช้อาจเป็นปัญหาสำหรับในบางท้องถิ่น
5. มีส่วนทำให้เด็กเกิดความเบื่อหน่าย โดยเฉพาะบทเรียนโปรแกรมเชิงเส้นตรง
6. บทเรียนโปรแกรมชนิดสาขาเขียนได้ดีค่อนข้างยากมาก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการใช้บทเรียนโปรแกรม มีดังนี้

วิภาวรรณ อริยานนท์ (2527) ทำการวิจัยเรื่องการสร้างบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง "**ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการวางแผนครอบครัว**" สำหรับผู้สื่อข่าวสาธารณสุข (ผสส.) จังหวัดนครปฐม ผลการทดลองปรากฏว่า บทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.49/80 ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 และผลการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มณฑิรา ไวยเจริญ (2528) สร้างบทเรียนสำเร็จรูปเรื่อง"**ทรัพยากรน้ำ**" สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างขึ้น โดยสร้างเป็นบทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรง จำนวน 64 กรอบ ผลการทดลองปรากฏว่าบทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 94.44/92.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนสามารถทำแบบทดสอบหลังการเรียนได้สูงกว่าคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัตนา สนิมทอง (2528) ได้ทดลองใช้ชุดการสอนจุลบท เรื่อง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติสำหรับนักศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จ ระดับ 4 ผลการทดลองปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยชุดการสอนจุลบทสูงกว่าของนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนโดยชุดการสอนจุลบท

สุภาณี บูรพ์ภาค (2528) ทำวิจัยเรื่องการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขา ประกอบบทเรียนวิชาโลกของเรา เรื่อง **'ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโรงงานอุตสาหกรรม'** สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสมุทรปราการ ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างนี้มีประสิทธิภาพ 92.84/90.51 และนักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในขณะที่กลุ่มควบคุมมิได้เป็นเช่นนั้น

อัมพร มากเพชร (2531) ได้สร้างชุดการสอนเกษตร เรื่อง **"การนำสิ่งที่เหลือใช้จากการเกษตรมาใช้ให้เป็นประโยชน์กรณีการเพาะเห็ดฟาง"** ในการสอนนักศึกษาผู้ใหญ่หลักสูตรการศึกษานอกโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดราชบุรี จากการวิจัยสรุปผลได้ดังต่อไปนี้ คือ ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05

กัญญา ทับทอง (2534) ได้สร้างชุดการเรียนจุลบท เรื่อง อาหารและที่อยู่อาศัย สำหรับฝึกอบรมเยาวชนนอกโรงเรียน โดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเยาวชนชายหญิง อายุ 15 - 18 ปี ที่เรียนจบชั้นประถมปีที่ 6 แต่มิได้เรียนต่อที่มีภูมิลำเนาอยู่ในตำบลท่าเสา อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 30 คน ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนจุลบทมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เรียนมีทัศนคติต่อเนื้อหาการเรียนเพิ่ม โดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า บทเรียนโปรแกรมสามารถนำมาใช้ได้ผลดีทำให้ผู้เรียนทั้งในระบบโรงเรียนและนอกระบบโรงเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โดยการศึกษาด้วยตนเอง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างและพัฒนาหนังสืออ่านประกอบ ตามหลักการสร้างบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง ชนิดเลือกคำตอบ (Multiple choice linear programme) แล้วนำไปทดลองเพื่อปรับปรุงให้ได้คุณภาพ จากนั้นจึงนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพต่อไป

สำหรับรูปแบบของการทดลอง (Experimental design) เป็นชนิด "กลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการเรียน" (One group Pretest - Posttest design)

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย

ในการวิจัยเพื่อทดลองประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมเรื่อง "มลพิษทางน้ำ" ในครั้งนี้ได้ทำการทดลองกับนักศึกษาทางไกลระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของหน่วยโรงเรียนธัญบุรี ซึ่งอยู่ภายใต้การดำเนินงานของศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดปทุมธานี การทดลองนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ซึ่งมีกลุ่มเรียนทั้งสิ้น 5 กลุ่ม มีนักศึกษา ทั้งหมด 250 คน จัดแบ่งเป็นกลุ่มเรียนละประมาณ 50 คน

ในการทดลองได้ทำการจับฉลากเลือกนักศึกษามาเพียงกลุ่มเดียว ดังนั้นกลุ่มที่นำมาทดลองจึงมีนักศึกษา 50 คน

เครื่องมือสำหรับการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้มี 3 ชนิด ดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรมเรื่อง "มลพิษทางน้ำ"
2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับแบบเรียนโปรแกรม

รายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องมือทั้ง 3 ชนิด มีดังต่อไปนี้

1. บทเรียนโปรแกรม

รายละเอียดเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมเรื่อง 'มลพิษทางน้ำ' มีดังนี้

1.1 ขั้นตอนการสร้าง ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ เนื้อหาในหลักสูตร แนวความคิดและหลักเกณฑ์การสร้างบทเรียนโปรแกรม ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องทรัพยากรน้ำและมลพิษทางน้ำ ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งสอบถามครูและผู้เรียนเพื่อให้ได้ข้อมูล แนวความคิด และแนวทางปฏิบัติในการเขียนบทเรียน

2) กำหนดความมุ่งหมาย และวางขอบเขตของบทเรียน ได้แก่ความยาวและรายละเอียดของเนื้อหา รวมทั้งสาระความเข้าใจ (concept) ที่จะนำเสนอในบทเรียนโปรแกรม

3) วิเคราะห์เนื้อหาบทเรียน โดยนำเนื้อหาเรื่อง 'มลพิษทางน้ำ' มาแตกเป็นหน่วยย่อย ๆ เรียกว่า กรอบ (Frame) โดยสร้างเนื้อหาให้มีกรอบการเรียนทั้งหมด 53 กรอบ ใช้เวลาเรียนประมาณ 30 นาที

4) ลงมือเขียนบทเรียนโปรแกรม โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอนสั้น ๆ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยเขียนไปทีละกรอบ ในแต่ละกรอบนำเสนอเพียง 1 ความคิด (concept) และได้ข้อความที่เป็นเนื้อหาสาระ เพื่ออธิบายความคิดนั้น ๆ บางกรอบอาจมีคำอธิบายอย่างเดียว บางกรอบมีภาพประกอบการอธิบายด้วย ถ้ากรอบใดมีคำถาม จะมีเฉลยอยู่หลังกรอบนั้น ๆ บทเรียนที่สร้างขึ้นนี้มีจำนวนกรอบทั้งหมด 53 กรอบ เป็นกรอบที่มีลักษณะคำอธิบายถาม - ตอบ จำนวน 43 กรอบ และ กรอบที่มีเฉพาะคำอธิบายอย่างเดียว 10 กรอบ ภายในเล่มประกอบด้วย บทนำ คำอธิบาย การใช้บทเรียน สารบัญ จุดประสงค์ของบทเรียน เมื่อเย็บเล่มแล้วมีภาพปกเป็นภาพสีเพื่อดึงดูดความสนใจผู้เรียน

5) นำบทเรียนที่จัดสร้างขึ้นเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์เพื่อพิจารณา รวมทั้งปรึกษาผู้เชี่ยวชาญการสร้างสื่อ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อจัดทำเป็นบทเรียนสำหรับนำไปทดลองหาประสิทธิภาพต่อไป

1.2 ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพ ดำเนินการดังต่อไปนี้

1) ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One - to - one testing) นำบทเรียนไปทดลองกับนักศึกษาทีละคน จำนวน 3 คน ได้แก่ นักศึกษาที่เรียนดี เรียนระดับปานกลาง และเรียนอ่อน โดยให้นักศึกษาอ่านบทเรียนตามคำแนะนำและศึกษาเนื้อหาไปทีละกรอบ พร้อมทั้งตอบคำถามเพื่อดูว่าเนื้อหา ถ้อยคำภาษา ความน่าสนใจ และส่วนประกอบอื่น ๆ ของบทเรียนแต่ละกรอบเหมาะสมกับผู้เรียนเพียงใด และนำผลที่ได้มาทำการปรับปรุงบทเรียนให้เหมาะสม

การทดลองดังกล่าวปรากฏผลดังต่อไปนี้ นักเรียนบางคนไม่อ่านบทนำและคำอธิบายการใช้บทเรียน และมีนักเรียน 2 คนให้ความเห็นว่าภาพประกอบภายในเล่มควรเป็นภาพสี ส่วนการตอบคำถามในแต่ละกรอบส่วนใหญ่นักเรียนทั้ง 3 ตอบถูกหมด มีเพียงบางกรอบเท่านั้นที่มีนักเรียนตอบผิดเพียงคนเดียว

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขในขั้นต้นดังนี้ คือปรับปรุงภาพประกอบบางภาพให้เหมาะสมยิ่งขึ้น แต่ยังคงใช้ภาพลายเส้นขาวดำเช่นเดิม พร้อมกับได้เรียงภาพประกอบใหม่ให้สัมพันธ์กับเนื้อเรื่อง และบันทึกไว้ว่าในการทดสอบครั้งต่อไปจะต้องชี้แจงให้นักเรียนอ่านคำอธิบายการใช้บทเรียนโปรแกรมก่อน

2) ทดลองเป็นกลุ่มเล็ก (Smalll group testing) นำบทเรียนที่ปรับปรุงรอบที่ 1 แล้วไปทดลองกับนักศึกษาทางไกลระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ไม่ได้เป็นกลุ่มจริง ณ ศูนย์โรงเรียนธัญบุรี ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดปทุมธานี จำนวน 7 คน ในเดือนมีนาคม 2539 ซึ่งอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 การทดลองในรอบนี้ได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ระดับ 80/80 มีขั้นตอนดังนี้

(ก) หาค่าคะแนนของนักศึกษาทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบถูกรวมทุกกรอบ หลังจากอ่านบทเรียนโปรแกรมแล้ว ดังได้แสดงผลในตาราง 1 ต่อไปนี้

ตาราง 1 ค่าคะแนนของนักศึกษาทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบโดยรวมทุกกรอบถูกต้อง จากการศึกษาบทเรียนโปรแกรมเรื่อง "มลพิษทางน้ำ"

นักศึกษาคนที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ทำได้	ร้อยละ
1	43	39	90.69
2	43	39	90.69
3	43	38	88.37
4	43	41	95.34
5	43	40	93.02
6	43	42	97.67
7	43	42	97.67
ค่าเฉลี่ย	-	40.14	93.35

จากตาราง 1 คะแนนเฉลี่ยจากการทดลองกับนักเรียน 7 คน เท่ากับ 40.14 จากคะแนนเต็ม 43 คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 93.35 ของคะแนนเต็มค่าร้อยละที่ได้นี้สูงกว่าร้อยละ 80 คือสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตัวแรกที่ตั้งไว้

(ข) หาค่าการตอบถูกของนักศึกษาในการทำแบบทดสอบแต่ละกรอบ ปรากฏผลตามตาราง 2 ดังต่อไปนี้

ตาราง 2 ค่าการตอบถูกของนักศึกษาในการทำแบบทดสอบแต่ละกรอบถูก หลังจากการศึกษาบทเรียนแล้ว (N = 7)

กรอบที่	จำนวนผู้ตอบถูก	จำนวนผู้ตอบถูกคิดเป็นร้อยละ
1	7	100.00
2	7	100.00
3	7	100.00
4	6	85.71
5	7	100.00
6	6	85.71
7	6	85.71
8	7	100.00
9	7	100.00
10	6	85.71
11	7	100.00
12	6	85.71
13	6	85.71
14	7	100.00
15	6	85.71
16	6	85.71
17	7	100.00
18	7	100.00
19	7	100.00
20	6	85.71
21	7	100.00
22	7	100.00
23	6	85.71

ตาราง 2 (ต่อ)

กรอบที่	จำนวนผู้ตอบถูก	จำนวนผู้ตอบถูกคิดเป็นร้อยละ
24	7	100.00
25	7	100.00
26	6	85.71
27	6	85.71
28	7	100.00
29	6	85.71
30	6	85.71
31	7	100.00
32	7	100.00
33	7	100.00
34	6	85.71
35	7	100.00
36	6	85.71
37	7	100.00
38	7	100.00
39	7	100.00
40	6	85.71
41	7	100.00
42	6	85.71
43	7	100.00
	ค่าเฉลี่ย	94.01

จากตาราง 2 เมื่อพิจารณาแต่ละกรอบ พบว่า ที่นักเรียนตอบถูกครบทั้ง 7 คน มี 25 กรอบ และตอบถูก 6 คน มี 18 กรอบ คิดเป็นค่าเฉลี่ยในการตอบถูกเท่ากับ 94.01 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ในตัวหลังที่ตั้งไว้

3) การทดลองภาคสนาม (Field testing) นำบทเรียนที่ผ่านการทดลองในกลุ่มเล็กไปทดลองในสถานการณ์จริงโดยนำไปให้กลุ่มเรียนที่คัดเลือกไว้ซึ่งมีนักศึกษา 50 คน ทำการศึกษาบทเรียนโดยให้เวลาศึกษา 30 นาที เสร็จแล้วให้ตอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม ใช้เวลาตลอดกระบวนการ 60 นาที

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1) ทำการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่อง "มลพิษทางน้ำ" เพื่อกำหนดสัดส่วนของพฤติกรรมที่ต้องการวัดโดยยึดจุดมุ่งหมายตามทฤษฎีของบลูม (Benjamin Bloom's Taxonomy of Educational Objectives) ซึ่งแบ่งพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็น 6 พฤติกรรม คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล แล้วกำหนดจำนวนข้อคำถามในแต่ละเนื้อหาและแต่ละพฤติกรรมลงในตารางวิเคราะห์หลักสูตร

2) เขียนข้อคำถามเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple choices) ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยให้มีสัดส่วนในการวัดเนื้อหาและพฤติกรรมต่าง ๆ ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร แล้วจัดทำแบบทดสอบฉบับร่างเสนอคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์เพื่อพิจารณา และทำการปรับปรุงแก้ไขเป็นรอบแรก

3) นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงตามข้อ 2 ไปให้ผู้มีประสบการณ์ด้านวัดผลทางการศึกษาและครูผู้สอนหมวดวิชาสังคมศึกษาโรงเรียนธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ตรวจเพื่อปรับปรุงแก้ไข

4) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาทางไกลระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของศูนย์เรียนโรงเรียนธัญบุรี ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดปทุมธานี จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองจริง โดยคัดเลือกข้อทดสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ และใช้เป็นแบบทดสอบสำหรับทดลองจริง ปรากฏว่าได้ข้อสอบไว้ใช้สำหรับการทดลอง 25 ข้อ หาค่าความเชื่อ

มั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) (บุญเรียง ขจรศิลป์. 2529, 185) สำหรับค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.80 ซึ่งเป็นค่าที่เชื่อถือได้

3. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม

แบบสอบถามชุดนี้ใช้ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นหลังจากศึกษาตามคำแนะนำในบทเรียนโปรแกรมแล้ว มีข้อคำถาม 20 ข้อ เป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า มี 5 ช่วงคะแนน แสดงความคิดเห็นเชิงประเมินว่าเห็นด้วยกับข้อคำถามนั้น ๆ ในระดับใด จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์พิจารณาดังนี้

มากที่สุด	เท่ากับ	5	คะแนน
มาก	เท่ากับ	4	คะแนน
ปานกลาง	เท่ากับ	3	คะแนน
น้อย	เท่ากับ	2	คะแนน
น้อยที่สุด	เท่ากับ	1	คะแนน

ข้อคำถามเหล่านี้จะถามความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อเรื่อง การเขียน รูปเล่ม และภาพประกอบของบทเรียนโปรแกรมเรื่อง "มลพิษทางน้ำ"

ขั้นตอนการสร้างและการใช้แบบสอบถามมีตามลำดับ ดังนี้

1) กำหนดประเด็นที่จะให้นักศึกษาประเมิน ได้แก่ความคิดเห็นเกี่ยวกับ เนื้อเรื่อง การเขียน รูปเล่ม และภาพประกอบ ซึ่งแต่ละส่วนจะมีข้อคำถามส่วนละ 5 ข้อ รวม 20 ข้อ

2) นำแต่ละประเด็นที่ต้องการถามมาเขียนเป็นข้อคำถาม เพื่อจัดทำแบบสอบถามฉบับร่าง

3) นำแบบสอบถามเสนอให้กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์พิจารณา

4) ปรับปรุงแบบสอบถามแล้วจัดพิมพ์เพื่อทำการทดลอง

5) นำแบบสอบถามไปทดลองพร้อมกับการทดลองบทเรียนโปรแกรม

6) วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ปรากฏได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามแต่ละส่วนดังนี้

แบบสอบถามส่วนที่เป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อเรื่อง มีค่าความเชื่อมั่น 0.80

แบบสอบถามส่วนที่เป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับการเขียน มีค่าความเชื่อมั่น 0.76

แบบสอบถามส่วนที่เป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปเล่ม มีค่าความเชื่อมั่น 0.78

แบบสอบถามส่วนที่เป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพประกอบ มีค่าความเชื่อมั่น 0.78

การดำเนินการทดลอง

1. แบบแผนของการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบของการทดลอง เป็นชนิด 'กลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการเรียน' (One group Pretest - Posttest design) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2524 : 225)

แบบแผนการวิจัย

สอบก่อน (Pretest)	ทดลอง (Treatment)	สอบหลัง (Posttest)
T_1	X	T_2

T_1 แทนการทดสอบก่อนการทดลอง

T_2 แทนการทดสอบหลังการทดลอง

X แทนการเรียนการสอนโดยการอ่านบทเรียนโปรแกรม

2. วิธีดำเนินการทดลอง

2.1. การทดลองก่อนการอ่านหนังสือบทเรียนโปรแกรม โดยให้นักศึกษากลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 25 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที

2.2. การอ่านบทเรียน ให้กลุ่มทดลองชุดเดิมอ่านบทเรียนโปรแกรมเรื่อง 'มลพิษทางน้ำ' ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเว้นระยะห่างจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งแรกเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อไม่ให้ผลการสอบครั้งแรกมีอิทธิพลต่อการทำแบบทดสอบหลังการอ่าน ใช้เวลาอ่านประมาณ 30 นาที

2.3. การทดสอบหลังการอ่านบทเรียน ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมหลังจากอ่านบทเรียนโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจึงให้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อบทเรียนดังกล่าว ใช้เวลาทำแบบทดสอบ และตอบแบบสอบถามประมาณ 30 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบของนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มาตรวจสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมเรื่อง 'มลพิษทางน้ำ' ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. นำข้อมูลที่ได้จากการที่กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน โดยการทดสอบค่าที (t - test)

3. นำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมเรื่อง'มลพิษทางน้ำ' มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ใช้สถิติดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนนโดยใช้สูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย

X แทน ค่ามัชฌิมเลขคณิต

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2524 : 71)

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานใช้สูตร

$$S = \sqrt{\frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$(\Sigma X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนคน

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2524 : 77)

2. หาค่าความยากง่ายแบบทดสอบโดยใช้สูตร

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2524 : 181)

3. หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยใช้สูตร

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_U แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2524 : 182)

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Cuder - Rcihardson)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1-\frac{\Sigma pq}{s_t^2}\right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ คือ $\frac{\text{จำนวนคนที่}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ คือ 1-p

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2524 : 168 - 169)

5. สถิติที่ใช้ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2-(\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าวิกฤติในการตรวจความแตกต่างเมื่อนำไปเทียบกับการแจกแจงแบบ t

ΣD แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง

$(\Sigma D)^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบก่อนและหลังการทดลองทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

(ประคอง กรรณสูตร. 2528 : 131)

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความคิดเห็นจากบทเรียนโปรแกรมเรื่องมลพิษทางน้ำโดยหาค่าสัมฤทธิ์แอฟฟ่า (Coefficent of Alpha)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1-\frac{\Sigma S_i^2}{S_t^2}\right\}$$

$$S^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N \times N}$$

เมื่อ r_{tt} = ความเชื่อมั่น

n = จำนวนข้อ

S_i^2 = ความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ

N = จำนวนนักศึกษา

(บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2524 : 138 - 139)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
$\overline{X_1}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียน
$\overline{X_2}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียน
S_1	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียน
S_2	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบหลังเรียน
S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน
S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน
df	แทน	ระดับของความเป็นอิสระ
t	แทน	ค่าในการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 ค่าเมื่อนำไปเทียบกับการแจกแจงแบบ t
D	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง
D^2	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบก่อนและหลังการทดลองทั้งหมดยกกำลังสอง

ขั้นตอนการนำเสนอ

การทดลองภาคสนามได้ใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษา 50 คน การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เรียงตามลำดับดังนี้

1. วิเคราะห์คะแนนการทดสอบทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนก่อนและหลังการเรียน

3. วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียน
4. วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักศึกษาทางไกลที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม

คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2 ครั้ง คือ ก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนโปรแกรมเรื่อง "มลพิษทางน้ำ" ได้นำแสดงในตาราง 3 ต่อไปนี้

ตาราง 3 คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ผู้เรียน	คะแนนก่อนเรียน (เต็ม 25 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (เต็ม 25 คะแนน)	คะแนนเพิ่มขึ้น
1	12	16	4
2	12	22	10
3	8	15	7
4	14	15	1
5	13	22	9
6	12	21	9
7	12	17	5
8	12	15	3
9	13	18	5
10	12	19	7
11	14	20	6
12	12	15	3
13	12	18	6
14	14	19	5
15	15	16	1

ตาราง 3 (ต่อ)

ผู้เรียน	คะแนนก่อนเรียน (เต็ม 25 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (เต็ม 25 คะแนน)	คะแนนเพิ่มขึ้น
16	11	16	5
17	10	17	7
18	12	14	2
19	10	13	3
20	11	15	4
21	9	13	4
22	14	18	4
23	10	16	6
24	12	15	3
25	15	19	4
26	11	15	4
27	8	20	12
28	9	14	5
29	11	19	7
30	11	13	2
31	13	16	3
32	12	18	6
33	9	15	6
34	13	24	11
35	13	14	1
36	12	16	4
37	13	16	3
38	11	17	6
39	13	18	5

ตาราง 3 (ต่อ)

ผู้เรียน	คะแนนก่อนเรียน (เต็ม 25 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (เต็ม 25 คะแนน)	คะแนนเพิ่มขึ้น
40	14	19	5
41	14	16	2
42	15	18	3
43	11	14	3
44	13	16	3
45	13	20	7
46	10	15	5
47	10	16	5
48	12	14	2
49	12	13	1
50	14	19	5
N = 50	$\overline{X}$ = 11.96 S = 1.75	$\overline{X}$ = 16.77 S = 2.57	$\overline{D}$ = 4.80

จากตาราง 3 พบว่าคะแนนก่อนการเรียนของคนที่ได้สูงสุด เท่ากับ 15 คะแนน ต่ำสุด เท่ากับ 8 และเมื่อศึกษาบทเรียนโปรแกรมเรื่อง "มลพิษทางน้ำ" แล้วนักศึกษามีคะแนนเพิ่มขึ้นกว่าเดิม โดยมีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 24 คะแนน ต่ำสุดเท่ากับ 13 นักศึกษาทุกคนมีคะแนนเพิ่มขึ้น กล่าวคือ เพิ่มขึ้นมากที่สุด 12 คะแนน และเพิ่มน้อยที่สุด 1 คะแนน เฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้น 4.80

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนน พบว่า ค่าเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 11.96 และค่าเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 16.76 ซึ่งเพิ่มขึ้นถึง 5.00 เพื่อยืนยันความมีนัยสำคัญ จึงได้นำไปทดสอบด้วย t - test ดังรายละเอียดในตาราง 4

ตาราง 4 การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการเรียน

กลุ่ม	N	$\overline{X}$	S	t
ก่อนเรียน	50	11.69	1.75	13.43*
หลังเรียน	50	16.78	2.57	

$t\ (df = 49,\ \alpha = .05) = 2.87$

จากตาราง 4 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ระหว่างการทดสอบก่อนการเรียน และหลังการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า คะแนนของการทดสอบหลังการเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนการเรียน แสดงว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม

จากการตอบแบบสอบถามของนักศึกษาภายหลังการเรียนบทเรียนโปรแกรมซึ่งเป็นคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าชนิด 5 ช่วงคะแนน มีน้ำหนักคะแนนตั้งแต่ 1 - 5 เพื่อความสะดวกในการแปรผล ผู้วิจัยได้ปรับคะแนนความคิดเห็นเป็น 3 ระดับ คือ ค่าเฉลี่ย 1.00 - 2.33 หมายถึง เห็นด้วยในระดับน้อย ค่าเฉลี่ย 2.34 - 3.66 หมายถึงเห็นด้วยในระดับปานกลาง และค่าเฉลี่ย 3.67 - 5.00 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมาก

เพื่อให้การแปลความหมายมีความชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยจากคำถามแต่ละข้อนำเสนอในรูปของแผนภูมิ (Profile) ประกอบ ดังแสดงในตาราง 5 ต่อไปนี้

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยและแผนภูมิความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม

ด้าน/รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	S	แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ย (น้อย / ปานกลาง / มาก; 1.00 2.33 3.66 5.00)
1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อเรื่อง	**3.86**	**17.49**	
1.1 ให้ความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้องกับสภาพปัจจุบัน	3.66	15.67	
1.2 ให้ความรู้เกี่ยวกับปัญหาอันสืบเนื่องมาจากมลพิษทางน้ำ	4.46	21.73	
1.3 ให้ความรู้ที่เป็นแนวทางนำไปสู่การแก้ปัญหามลพิษทางน้ำ	3.66	16.72	
1.4 ความยาวของเนื้อเรื่องเหมาะสมกับความสนใจของผู้อ่าน	4.32	19.80	
1.5 เนื้อเรื่องง่ายต่อการเข้าใจ	3.20	12.82	
2. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเขียน	**3.86**	**17.41**	
2.1 ชื่อเรื่องสัมพันธ์กับภาพหน้าปก	4.08	17.94	
2.2 คำบรรยายแต่ละกรอบชัดเจนสัมพันธ์กับภาพประกอบ	3.30	12.30	
2.3 ลำดับเรื่องในแต่ละกรอบเชื่อมโยงกันดี	3.26	14.99	
2.4 ลำดับเนื้อเรื่องจากง่ายไปหายาก	4.26	19.39	
2.5 ให้ความรู้ที่เป็นจริงตามสภาพสังคมในปัจจุบัน	4.44	21.40	
3. ความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปเล่ม	**3.90**	**16.62**	
3.1 การเย็บเล่มแน่นหนาคงทน	3.88	15.88	
3.2 ขนาดของเล่มพอเหมาะแก่การจับอ่าน	3.30	12.60	
3.3 การจัดรูปเล่มเหมาะสมน่าอ่าน	4.08	17.94	
3.4 ตัวอักษรชัดเจน	4.10	17.56	
3.5 กระดาษมีคุณภาพดี	4.16	19.02	

ตาราง 5 (ต่อ)

ด้าน/รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	S	แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ย (น้อย | ปานกลาง | มาก; 1.00 2.33 3.66 5.00)
4. ความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพประกอบ	**4.18**	**19.33**	
4.1 ภาพประกอบและชื่อเรื่องสอดคล้องกับเนื้อเรื่อง	4.28	19.46	
4.2 ภาพปกสวยงามน่าสนใจ	4.64	24.84	
4.3 ภาพประกอบบทเรียนแต่ละกรอบช่วยให้เข้าใจเนื้อเรื่องดีขึ้น	3.86	16.03	
4.4 ภาพประกอบบทเรียนแต่ละกรอบสัมพันธ์กับคำอธิบาย	3.96	16.29	
4.5 ขนาดของภาพเหมาะสมกับหน้ากระดาษและตัวอักษร	4.18	19.50	
รวม	**3.95**	**17.72**	

จากตาราง 5 สรุปความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม ได้ดังนี้

1. ความคิดเห็นที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมโดยส่วนรวม

ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมโดยส่วนรวม ซึ่งประกอบด้วยความคิดเห็นในด้านที่เกี่ยวกับเนื้อเรื่อง, การเขียน, รูปเล่ม และภาพประกอบ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.95 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

จากความคิดเห็นดังกล่าว เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักศึกษาเห็นด้วยในระดับมากทุกด้าน โดยมีค่าเฉลี่ยแต่ละด้านเรียงตามลำดับ ดังนี้

1) ความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพประกอบ ($\overline{X}$ = 4.18)
2) คามคิดเห็นเกี่ยวกับรูปเล่ม ($\overline{X}$ = 3.90)
3) ความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อเรื่อง ($\overline{X}$ = 3.86)
4) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเขียน ($\overline{X}$ = 3.86)

2. ความคิดเห็นเป็นรายข้อ

จากรายการที่ประเมินรวมทั้งสิ้น 20 ข้อ พบว่า มีค่าเฉลี่ยในระดับมาก 14 ข้อ ที่เหลืออีก 6 ข้อ อยู่ในระดับปานกลาง

ข้อที่นักศึกษาเห็นด้วยในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.67 - 5.00) จำนวน 14 ข้อ เรียงลำดับดังนี้

1) ภาพปกสวยงามน่าสนใจ ($\overline{X}$ = 4.64)
2) ให้ความรู้เกี่ยวกับปัญหาอันสืบเนื่องมาจากมลพิษทางน้ำ ($\overline{X}$ = 4.64)
3) ให้ความรู้ที่เป็นจริงตามสภาพสังคมในปัจจุบัน ($\overline{X}$ = 4.44)
4) ความยาวของเนื้อเรื่องเหมาะสมกับความสนใจของผู้อ่าน ($\overline{X}$ = 4.32)
5) ภาพปกและชื่อเรื่องสอดคล้องกับเนื้อเรื่อง ($\overline{X}$ = 4.28)
6) ลำดับเนื้อเรื่องเรียงจากง่ายไปหายาก ($\overline{X}$ = 4.26)
7) ขนาดของภาพเหมาะสมกับหน้ากระดาษและตัวอักษร ($\overline{X}$ = 4.18)
8) กระดาษมีคุณภาพดี ($\overline{X}$ = 4.16)
9) ตัวอักษรชัดเจน ($\overline{X}$ = 4.10)
10) ชื่อเรื่องสัมพันธ์กับภาพหน้าปก ($\overline{X}$ = 4.08)
11) การจัดรูปเล่มเหมาะสมน่าอ่าน ($\overline{X}$ = 4.08)
12) ภาพประกอบบทเรียนแต่ละกรอบสัมพันธ์กับคำอธิบาย ($\overline{X}$ = 3.96)
13) การเย็บเล่มแน่นหนาคงทน ($\overline{X}$ = 3.88)
14) ภาพประกอบบทเรียนแต่ละกรอบช่วยให้เข้าใจเนื้อเรื่องดีขึ้น ($\overline{X}$ = 3.86)

ข้อที่นักศึกษาเห็นด้วยในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.34 - 3.66) จำนวน 6 ข้อ เรียงลำดับได้ ดังนี้

1) ให้ความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้องกับสภาพปัจจุบัน ($\overline{X}$ = 3.66)
2) ให้ความรู้ที่เป็นแนวทางนำไปสู่การแก้ปัญหามลพิษทางน้ำ ($\overline{X}$ = 3.66)
3) คำบรรยายแต่ละกรอบชัดเจนสัมพันธ์กับภาพประกอบ ($\overline{X}$ = 3.30)
4) ขนาดของเล่มพอเหมาะแก่การจับอ่าน ($\overline{X}$ = 3.30)
5) ลำดับเรื่องในแต่ละกรอบเชื่อมโยงกันดี ($\overline{X}$ = 3.26)
6) เนื้อเรื่องง่ายต่อการเข้าใจ ($\overline{X}$ = 3.20)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านประกอบ ประเภทบทเรียนโปรแกรม เรื่อง "มลพิษทางน้ำ" สำหรับนักศึกษาทางไกลระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้ด้วยกระบวนการทางการวิจัย
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับการใช้บทเรียนโปรแกรม

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองกับนักศึกษาทางไกลระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของหน่วยโรงเรียนธัญบุรี ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ระหว่างเดือนมีนาคม 2539 ซึ่งมีกลุ่มเรียนทั้งสิ้น 5 กลุ่ม มีนักศึกษาทั้งหมด 250 คนโดยเฉลี่ยจัดแบ่งเป็นกลุ่มเรียน กลุ่มละ 50 คน ใช้วิธีจับฉลากนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อการทดลองเพียงกลุ่มเดียว

ขอบเขตด้านพื้นที่

งานวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดเขตการทดลองที่หน่วยโรงเรียนธัญบุรี ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นจังหวัดหนึ่งที่ประสบปัญหาอันเนื่องมาจากการเน่าเสียในแม่น้ำเจ้าพระยาที่ไหลผ่าน ทำให้คุณภาพของน้ำเสื่อมลงเพราะปริมาณความสกปรกที่เกิดขึ้น สถานการณ์ดังกล่าวสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนโปรแกรมในครั้งนี้

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นบทเรียนโปรแกรมสำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้แก่เรื่อง "มลพิษทางน้ำ" ซึ่งเป็นเนื้อหาที่อยู่ในเรื่องทรัพยากรธรรมชาติตอนที่ 2 ชื่อรักเมืองไทย มีหน่วยการเรียน 3 หน่วยการเรียน จากจำนวน 13 หน่วยการเรียน ของหมวดวิชาสร้างเสริมคุณภาพชีวิต และเป็นวิชาบังคับที่นักศึกษาทุกคนต้องเรียน สำหรับเนื้อหาในเรื่อง "มลพิษทางน้ำ" ที่จะนำมาสร้างบทเรียนมีดังนี้ คือ ความสำคัญและประโยชน์ของน้ำ, สิ่งที่ทำให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำ, ลักษณะของน้ำเสีย, สาเหตุของน้ำเสีย, ผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำเสีย และการควบคุมแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

1. บทเรียนโปรแกรมเรื่อง "มลพิษทางน้ำ" ซึ่งเป็นบทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง แบ่งเป็นกรอบการเรียน 53 กรอบ แต่ละกรอบนำเสนอ 1 แนวคิด (concept) มีคำอธิบายภาพประกอบและแบบทดสอบสำเร็จในตัว ใช้เวลาในการเรียนประมาณ 30 นาที

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องมลพิษทางน้ำ เป็นข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ (multiple choice) มี 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ แบบทดสอบนี้มีค่าความเชื่อมั่น .80

3. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับการใช้บทเรียนโปรแกรม มีจำนวน 20 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scales) ชนิด 5 ช่วงคะแนน คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด แบบสอบถามนี้มี 4 ตอน คือ ความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อเรื่อง ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเขียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปเล่ม และความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพประกอบ

การดำเนินการทดลอง

1. การทดลองเพื่อพัฒนาบทเรียนโปรแกรม

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้ได้บทเรียนโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพก่อนการทดลองจริง ผู้วิจัยได้นำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักศึกษาเป็นรายบุคคลจำนวน 3 คน เพื่อแก้ไขปรับปรุงเกี่ยวกับภาพประกอบบางภาพ ภาษาบางตอนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เมื่อผู้วิจัยได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วได้นำบทเรียนที่ได้ ไปทดลองกับนักศึกษากลุ่มย่อยจำนวน 7 คน ผลการทดลองปรากฏว่านักศึกษาสามารถทำแบบทดสอบแต่ละกรอบได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 80/80 ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ คือ

มีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.35/94.01 เมื่อเป็นที่พอใจแล้ว ผู้วิจัยจึงนำบทเรียนที่สร้างขึ้นนี้ไปทดลองจริงในภาคสนามต่อไป

2. การทดลองภาคสนาม

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design) แบบแผนการทดลองใช้วิธี One group pretest - posttest design โดยให้นักศึกษากลุ่มทดลองจำนวน 50 คนทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อประเมินความรู้ก่อนเรียน หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ ให้นักศึกษากลุ่มเดียวกันเรียนจากบทเรียนโปรแกรมไปตามลำดับจากกรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้าย ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 30 นาที หลังจากนั้นให้ทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ชุดเดิม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน แล้วให้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม รวมเวลาในการทดลองทั้งสิ้นประมาณ 60 นาที

ผลการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ดังนี้

1. ได้บทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear programme) เรื่อง มลพิษทางน้ำ จำนวน 1 ชุด มีความยาว 57 หน้า แบ่งเป็นกรอบการเรียน 53 กรอบ ใช้เวลาเรียนประมาณ 30 นาที

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม จากผลการทดลองปรากฏว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ที่ตั้งไว้ 80/80 คือมีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.35/94.01 และเมื่อนำไปทดลองกับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง ปรากฏว่า หลังจากที่นักศึกษาได้ศึกษาบทเรียนนี้แล้ว ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากก่อนการศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสิถิตที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\overline{X}$ = 16.78) ดีกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ($\overline{X}$ = 11.69) จึงสรุปได้ว่าบทเรียนโปรแกรมเรื่อง “มลพิษทางน้ำ” สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

3. ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ทุกด้าน คือ ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพประกอบ เท่ากับ 4.18 รูปเล่มเท่ากับ 3.90 ส่วนความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อเรื่อง และการเขียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 3.86 สำหรับค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนโดยรวมเท่ากับ 3.95 ซึ่งอยู่ในระดับมากเช่นกัน

จึงสรุปได้ว่า หนังสือบทเรียนโปรแกรมเรื่อง 'มลพิษทางน้ำ' ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อการทดลองครั้งนี้ มีประสิทธิภาพเพียงพอและสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

อภิปราย

จากผลการทดลองโดยใช้บทเรียนโปรแกรมเรื่อง "มลพิษทางน้ำ" ผู้วิจัยได้ศึกษาและสังเกตผลการศึกษาของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างสามารถอภิปรายเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. การเตรียมการทดลอง การที่จะนำบทเรียนโปรแกรมซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนไปใช้ให้คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องผ่านการหาประสิทธิภาพของบทเรียน มีขั้นตอนการดำเนินการอย่างมีระบบ นั่นคือ ได้มีการทดลองใช้ก่อนเพื่อหาข้อบกพร่อง และนำข้อบกพร่องมาพิจารณาแก้ไข ซึ่งผู้วิจัยได้ทำมาแก้ไขร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจนเป็นที่พอใจจึงได้นำไปใช้จริง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เตรียมความพร้อมของห้องเรียนสำหรับทำการทดลอง เพื่ออำนวยความสะดวกต่อนักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลอง ทำให้บรรยากาศการทดลองดำเนินไปด้วยดี

2. ความสนใจของนักศึกษา นักศึกษามีความกระตือรือร้น ตั้งใจอ่านบทเรียนโปรแกรมและพอใจที่ได้รับบทเรียนเป็นอภินันทนาการจากผู้วิจัยเมื่อการทดลองได้สิ้นสุดแล้ว นักศึกษามีความพึงพอใจบทเรียนมาก โดยเฉพาะภาพประกอบบทเรียนที่เป็นภาพสี อีกสิ่งหนึ่งที่ทำให้นักศึกษาพอใจและช่วยให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ได้แก่บทเรียนที่สร้างขึ้นนี้ นักศึกษาสามารถศึกษา ทดสอบความเข้าใจโดยการทำแบบฝึกหัด และตรวจสอบความถูกต้องได้ด้วยตนเอง นักศึกษาส่วนใหญ่เข้าใจได้ง่ายและปฏิบัติตามได้ดีเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเหมาะสมกับเทคนิคการสอนผู้ใหญ่ในด้านที่ผู้ใหญ่มีความต้องการจะเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

3. คะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลอง พบว่า หลังจากที่นักศึกษาอ่านบทเรียนโปรแกรมแล้วมีคะแนนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. คะแนนความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นที่เกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนที่สร้างขึ้นสำหรับการทดลองครั้งนี้อยู่ในระดับมากเป็นส่วนใหญ่ซึ่งปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.95

ข้อสังเกตบางประการของผู้วิจัยที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ สรุปได้ดังนี้

1. พื้นฐานการศึกษาของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง มีทั้งที่จบการศึกษาในระดับประถมศึกษาหลักสูตรการเรียนของภาคเรียนปกติและหลักสูตรการศึกษานอกโรงเรียน ทำให้นักศึกษาบางคนมีปัญหาในการทำความเข้าใจบทเรียนอยู่บ้าง ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ทำให้ต้องเสียเวลาบ้าง กว่านักเรียนจะมีความเข้าใจตรงกัน และเริ่มทำการทดลอง

2. อายุและวัยของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง สังเกตได้ว่า นักศึกษาบางคนอายุค่อนข้างมาก ทำให้เป็นปัญหาต่อการอ่านหนังสือและความคล่องตัวในการทำแบบทดสอบระหว่างการทดลอง

3. เวลาที่ใช้ในการทดลองในช่วงที่ผู้วิจัยให้ศึกษาบทเรียน, ทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทำแบบทดสอบความคิดเห็นที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมติดต่อกัน โดยเฉลี่ยประมาณ 60 - 65 นาที ทำให้นักศึกษาที่มีวัยค่อนข้างสูงเมื่อยล้าและเบื่อหน่าย ไม่ให้ความสนใจต่อการทดสอบเท่าใดนัก

ข้อเสนอแนะ

ก. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากการศึกษาทดลอง พบว่า ปัญหาทางด้านร่างกายที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ อายุและปัญหาเกี่ยวกับพื้นฐานการศึกษาของนักศึกษาทางไกลมีผลต่อการอ่าน การทำแบบทดสอบและตอบแบบสอบถาม อยู่บ้าง ฉะนั้น จึงน่าจะมีการประยุกต์ใช้สื่อการเรียนเช่น เทป วิทยุ ประกอบการใช้บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้น คือให้นักศึกษาฟังเทปวิทยุ ประกอบการเรียน

2. เนื่องจากความสนใจของผู้ใหญ่มีระยะเวลาประมาณ 45 นาที ฉะนั้น ในการทดลองที่เหมาะสมควรใช้ระยะเวลาประมาณ 45 นาที หรือมีการพักย่อย 10 นาที ก่อนทำแบบทดสอบความคิดเห็น

ข. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ควรมีการทดลองสร้าง และหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมในเรื่องอื่น ๆ กลุ่มวิชาอื่น สำหรับนักศึกษาทางไกล เพื่อจะได้เอื้อประโยชน์ต่อการศึกษาด้วยตนเอง ด้วยการใช้สื่อการเรียนการสอนช่วย

2. บทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับนักศึกษาทางไกลนั้น ควรมีการสร้าง และทดลองใช้เฉพาะแต่ละท้องถิ่น เพราะบุคคล ปัญหา และความต้องการของแต่ละท้องถิ่นไม่เหมือนกัน

3. ควรศึกษาดูว่าบทเรียนโปรแกรมที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาทางไกล สามารถนำไปใช้กับนักศึกษาระดับอื่นเช่นระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้เหมาะสมหรือไม่เพียงใด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ. **คู่มือนักศึกษา**. กรุงเทพฯ : ที.พี.พริ้นท์, 2536.

_____. **หลักสูตรการศึกษานอกโรงเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2530**. กรุงเทพฯ : ฝ่ายพัฒนาหลักสูตร, 2534.

กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524**. กรุงเทพฯ : 2524

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. **เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับหนังสือที่ใช้ในโรงเรียน**. พิมพ์แจกเนื่องในการจัดนิทรรศการหนังสือเรียน งานสัปดาห์หนังสือแห่งชาติ 10 - 18 เม.ย. 2535.

กัญญา ทับทอง. **การพัฒนาชุดการเรียนจุลบท (Minicourse) เรื่อง อาหารและที่อยู่อาศัยสำหรับฝึกเยาวชนนอกโรงเรียน**. ปริญญานิพนธ์. กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, สำนักงาน. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและพลังงาน. **ความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์, 2530.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. **เทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2526.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. **นวัตกรรมการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : เจริญวิทย์การพิมพ์, 2530.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. **การวิจัย การวัด และการประเมินผล**. นครปฐม : โครงการการศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยมหิดล, 2529.

บุญเรือง ขจรศิลป์. **วิธีวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

บุญเหลือ ทองเอี่ยม. **การใช้สื่อการสอน**. กรุงเทพฯ : ภาคโสตทัศนศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2525.

ประคอง กรรณสูต. **สถิติเพื่อวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์**. ปทุมธานี : บ. ศูนย์หนังสือ พร. ศรีสง่า จำกัด, 2528.

ปรัชญา ใจสะอาด. **บทเรียนสำเร็จรูปและเครื่องช่วยสอน**. ลพบุรี : หัตถโกศลการพิมพ์, 2525.

เปรื่อง กุมุท. **เทคนิคการเขียนบทเรียนโปรแกรม**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520.

รัตนา สนิมทอง. **การทดลองใช้ชุดการสอนจุลบท (Minicourse) เรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติสำหรับนักศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จ ระดับ 4.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2528. อัดสำเนา.

ไพโรจน์ เบาใจ. **คู่มือการเขียนบทเรียนโปรแกรม.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2520.

มลิวัลย์ บรรลือเกียรติ. **เอกสารประกอบคำบรรยาย การสร้างบทเรียนโปรแกรมประกอบการสอนวิชาภาษาอังกฤษ.** วิทยาลัยพณิชยการสมุทรปราการ, 2534.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. **เอกสารการสอนชุดวิชา 20301เทคโนโลยีและสื่อการศึกษา.** เล่มที่ 3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2528.

มณธิรา ไวยเจริญ. **การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ทรัพยากรน้ำสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2528. อัดสำเนา.

ลัดดา ศุขปรีดี. **เทคโนโลยีการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิฆเณศ, 2523.

วิชัย ราษฎร์ศิริ. **หลักสูตรและแบบเรียนมัธยมศึกษา.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2526.

วิภาวรรณ อริยานนท์. **การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป "ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการวางแผนครอบครัว" สำหรับผู้สื่อข่าวสาธารณสุข (ผสส.) จังหวัดนครปฐม,** วิทยานิพนธ์ วท.ม.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2527. อัดสำเนา.

สุภาณี บูรพ์ภาค. **การสร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขาประกอบบทเรียนวิชาโลกของเรา เรื่อง "ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโรงงานอุตสาหกรรม" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสมุทรปราการ.** วิทยานิพนธ์ วท.ม.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2528. อัดสำเนา.

สุรภี โรจน์อารยานนท์. **สภาวะแวดล้อมของเราตอนมลพิษสภาวะแวดล้อม.** กรุงเทพฯ : ม.ป.พ., 2530.

สุนทร โคตรบรรเทา. **การศึกษานอกระบบโรงเรียน.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2524.

Carlsen, Robert J. **Books and The Teenage Readers.** New York : Harper & Row, 1967.

Ferguson, George A. **Statistical Analysis in Psychology and Education.** New York : Megraw Hill Book Company, 1976.

Sampath, K. **Introduction to Education Technology.** New Delhi : Sterling Publishers Private Limited, 1981.

Sivassilam, Thiagarajan. **Programmed Instruction for Literacy Workers.** Tahran : Hulton Eduction Publication Limited, 1976.

Stolurow, Lawrence H. **Teaching by Machine.** Washington : U.S. Government Printing Office, 1961.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 6 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มสูง	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ	p	r
1	19	12	.62	.24
2	21	12	.66	.36
3	21	15	.76	.24
4	8	2	.20	.24
5	18	6	.48	.48
6	24	22	.92	.08*
7	9	4	.26	.20
8	24	16	.80	.32
9	7	5	.24	.08*
10	25	14	.78	.44
11	20	11	.62	.36
12	19	9	.56	.40
13	18	10	.56	.32
14	21	6	.54	.60
15	23	21	.88	.08*
16	16	5	.42	.44
17	17	9	.52	.32
18	15	6	.42	.36
19	10	2	.24	.32
20	26	17	.86	.36*
21	8	3	.22	.20
22	12	6	.36	.24
23	18	9	.54	.36

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มสูง	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ	p	r
24	16	9	.50	.28
25	23	17	.80	.24
26	9	4	.26	.20
27	18	11	.58	.28
28	18	7	.50	.44
29	12	9	.42	.12*
30	20	11	.62	.36

ตาราง 7 การวิเคราะห์ข้อทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มสูง	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ	p	r	q	pq
1	18	10	.56	.32	.44	.2464
2	22	17	.78	.20	.22	.1716
3	24	14	.76	.40	.24	.1824
4	13	6	.38	.28	.62	.2356
5	19	9	.56	.40	.44	.2464
6	25	15	.80	.40	.20	.1600
7	23	17	.80	.24	.20	.1600
8	25	14	.78	.44	.22	.1716
9	20	14	.68	.24	.32	.2176
10	14	5	.38	.36	.62	.2356
11	8	3	.22	.20	.78	.1716
12	16	9	.52	.28	.48	.2496
13	22	8	.60	.56	.40	.2400
14	14	3	.34	.44	.66	.2244
15	16	7	.46	.36	.54	.2484
16	11	3	.28	.32	.72	.2016
17	23	17	.80	.24	.20	.1600
18	18	4	.44	.56	.56	.2464
19	9	4	.26	.20	.74	.1924
20	16	9	.50	.28	.50	.2500
21	15	6	.42	.36	.58	.2436
22	25	14	.78	.44	.22	.1716
23	21	10	.62	.44	.38	.2356

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มสูง	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ	p	r	q	pq
24	17	8	.50	.36	.50	.2500
25	24	15	.78	.36	.22	.1716
						Σ pq = 5.2840

ตาราง 8 การแจกแจงความถี่ของคะแนนของแบบทดสอบที่นักเรียนทำได้

x	f	fx	x^2	fx^2
6	1	6	36	36
8	2	16	64	128
9	3	27	81	243
11	3	33	121	363
12	7	84	144	1008
14	6	84	196	1176
17	3	51	289	867
18	7	126	324	2268
19	6	114	361	2166
21	4	84	441	1764
22	3	66	484	1452
23	5	115	529	2645
	$\sum f = 50$	$\sum fx = 806$		$\sum fx^2 = 14116$

การหาค่าความแปรปรวนของคะแนน

$$S^2 = \frac{n\sum fx^2 - \left(\sum fx\right)^2}{n(n-1)}$$

S^2 = ค่าความแปรปรวน

n = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$\sum f x^2$ = ผลรวมทั้งของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\left(\sum fx\right)^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

แทนค่า S^2 = $\frac{50 \times 14116 - (806)^2}{50(50-1)}$

$$= \frac{705800 - 649636}{2450}$$

$$= \frac{56164}{2450}$$

$$= 22.9240$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$$r = \frac{k}{k-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right\}$$

r = ดัชนีความเที่ยงของแบบทดสอบ

k = จำนวนข้อในแบบทดสอบ

p = สัดส่วนของคนที่ตอบถูก

q = 1 - p

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากแบบบทสอบทั้งฉบับของคนทั้งหมด

แทนค่า r $= \frac{25}{25-1}\left\{1-\frac{5.2840}{22.9240}\right\}$

$= \frac{25}{24}\left\{\frac{22.9240-5.2840}{22.9240}\right\}$

$= 1.0416 \times 0.7694$

$= 0.8014$

$= 0.80$

ตาราง 9 การคำนวณหาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่ศึกษาบทเรียนโปรแกรมเรื่อง "มลพิษทางน้ำ" ของคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเรียน

คนที่	X	X_2	D	D^2
1	12	16	4	16
2	12	22	10	100
3	8	15	7	49
4	14	15	1	1
5	13	22	9	81
6	12	21	9	81
7	12	17	5	25
8	12	15	3	9
9	13	18	5	25
10	12	19	7	49
11	14	20	6	36
12	12	15	3	9
13	12	18	6	36
14	14	19	5	25
15	15	16	1	1
16	11	16	5	25
17	10	17	7	49
18	12	14	2	4
19	10	13	3	9
20	11	15	4	16
21	9	13	4	16
22	14	18	4	16
23	10	16	6	36

ตาราง 9 (ต่อ)

คนที่	X	X_2	D	D^2
24	12	15	3	9
25	15	19	4	16
26	11	15	4	16
27	8	20	12	144
28	9	14	5	25
29	11	19	8	64
30	11	13	2	4
31	13	16	3	9
32	12	18	6	36
33	9	15	6	36
34	13	24	11	121
35	13	14	1	1
36	12	16	4	16
37	13	16	3	9
38	11	17	6	36
39	13	18	5	25
40	14	19	5	25
41	14	16	2	4
42	15	18	3	9
43	11	14	3	9
44	13	16	3	9
45	13	20	7	49
46	10	15	5	25
47	10	16	6	36
48	12	14	2	4

ตาราง 9 (ต่อ)

คนที่	X	X_2	D	D^2
49	12	13	1	1
50	14	19	5	25
			$\Sigma D = 241$	$\Sigma D^2 = 1477$

จากสูตร

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

$$= \frac{241}{\sqrt{\frac{50 \times 1477 - (241)^2}{50-1}}}$$

$$= \frac{241}{\sqrt{\frac{73850 - 58081}{49}}}$$

$$= \frac{241}{\sqrt{321.81632}}$$

$$= \frac{241}{1.939239}$$

$$= 13.434237$$

df = 49

α = 0.05

t = 2.87

นั่นคือ 13.4342 > 2.87

แสดงว่า คะแนนการสอบก่อนและหลังการศึกษาบทเรียนโปรแกรมเรื่อง "มลพิษทางน้ำ" แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 10 การคำนวณหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวนในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่ศึกษาบทเรียนโปรแกรมเรื่อง 'มลพิษทางน้ำ' ของคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเรียน

คนที่	X	X_1^2	X_2	X_2^2
1	12	144	16	256
2	12	144	22	484
3	8	64	15	225
4	14	196	15	225
5	13	169	22	484
6	12	144	21	441
7	12	144	17	289
8	12	144	15	225
9	13	169	18	324
10	12	144	19	361
11	14	196	20	400
12	12	144	15	225
13	12	144	18	324
14	14	196	19	361
15	15	225	16	256
16	11	121	16	256
17	10	100	17	289
18	12	144	14	196
19	10	100	13	169
20	11	121	15	225
21	9	81	13	169
22	14	196	18	324
23	10	100	16	256

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	X	X_1^2	X_2	X_2^2
24	12	144	15	225
25	15	225	19	361
26	11	121	15	225
27	8	64	20	400
28	9	81	14	196
29	11	121	19	361
30	11	121	13	169
31	13	169	16	256
32	12	144	18	324
33	9	81	15	225
34	13	169	24	576
35	13	169	14	196
36	12	144	16	256
37	13	169	16	256
38	11	121	17	289
39	13	169	18	324
40	14	196	19	361
41	14	196	16	256
42	15	225	18	324
43	11	121	14	196
44	13	169	16	256
45	13	169	20	400
46	10	100	15	225
47	10	100	16	256
48	12	144	14	196

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	X	X_1^2	X_2	X_2^2
49	12	144	13	196
50	14	196	19	361
	ΣX = 598	ΣX_1^2 = 7,302	ΣX_2 = 839	ΣX_2^2 = 14,403

จากสูตร

$$S_1 = \sqrt{\frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{50(7302) - (598)^2}{50(49)}}$$

$$= \sqrt{\frac{365100 - 357604}{2450}}$$

$$= \sqrt{3.0595918}$$

$$S_1 = 1.7491$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{50(14403) - (839)^2}{50(49)}}$$

$$= \sqrt{\frac{720150 - 703921}{2450}}$$

$$= \sqrt{6.5240816}$$

$$S_2 = 2.5737$$

ภาคผนวก ข

ชุดบทเรียนโปรแกรมเรื่อง มลพิษทางน้ำ

บทนำ

ปัญหามลพิษของสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาสำคัญที่ทุกประเทศกำลังเผชิญอยู่ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับน้ำเสีย อากาศเป็นพิษ ปัญหาขยะมูลฝอย และอื่น ๆ นับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้นเป็นอันดับ ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนแต่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของคนเราทั้งสิ้น

ในเรื่องของ **"มลพิษทางน้ำ"** กำลังกลายเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของประเทศไทยเรานับวันจะยิ่งรุนแรงมากขึ้น จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ทั้งนี้เพราะน้ำเป็นทรัพยากรที่จำเป็นและสำคัญต่อการดำรงชีวิต ซึ่งคนเราใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค เพื่อการประกอบอาชีพทั้งด้านการเกษตรและด้านอุตสาหกรรม รวมถึงการคมนาคมขนส่ง การกีฬาและนันทนาการ และเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญอีกด้วย

จำเป็นอย่างยิ่งที่คนไทยทุกคนจะได้ตระหนักถึงความสำคัญและคุณประโยชน์ของน้ำ รวมทั้งมีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการอนุรักษ์น้ำ นั่นคือรู้จักใช้น้ำอย่างชาญฉลาดและหาทางป้องกันไม่ให้เกิดการเน่าเสีย คือให้ปลอดจากมลพิษเพื่อประโยชน์สุขของตัวเราเองและของประชาชนโดยส่วนรวม

สารบัญ

เรื่อง			หน้า
ตอนที่	1	ความสำคัญของน้ำ.....	76
ตอนที่	2	แหล่งและประเภทของมลพิษทางน้ำ.....	89
ตอนที่	3	การควบคุมคุณภาพของน้ำในเขตเมือง.....	99
ตอนที่	4	การแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ.....	116

คำแนะนำในการใช้บทเรียน

บทเรียนนี้มีชื่อว่า บทเรียนโปรแกรมเรื่อง **"มลพิษทางน้ำ"** เป็นเอกสารอ่านประก
สำหรับนักศึกษาประเภททางไกล

ข้อปฏิบัติในการใช้บทเรียนโปรแกรมนี้ :-

1. เนื้อหาในบทเรียนแบ่งเป็น 4 ตอน แต่ละตอนยังแบ่งเป็นส่วนย่อย ๆ เรีย
กรอบ มีความต่อเนื่องกันไป ตั้งแต่กรอบที่ 1 จนถึงกรอบสุดท้าย

2. นักศึกษาควรอ่านบทเรียนไปทีละกรอบตามลำดับ ไม่ควรข้าม เพราะเนื้อห
แต่ละกรอบต่อเนื่องกัน

3. เมื่ออ่านแต่ละกรอบจบแล้ว ให้ตอบคำถามท้ายกรอบนั้น ๆ

4. เสร็จแล้วพลิกไปตรวจคำเฉลยที่อยู่ในหน้าถัดไป หลังคำถามแต่ละกรอบ

5. ถ้าตอบผิดให้พลิกกลับมาพิจารณาเนื้อหาในกรอบนั้นใหม่จนเข้าใจ และเมื่อเ
และแน่ใจว่าตอบคำถามถูกแล้ว ให้เปิดไปอ่านในกรอบถัดไป

6. อย่าแอบดูคำเฉลยก่อนที่จะตอบคำถาม ขอให้มีความซื่อสัตย์และเชื่อมั่นในตน

จุดมุ่งหมายทั่วไป

1. ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์ของน้ำ
2. ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ
3. ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุ โทษ และผลกระทบอันเกิดจากมลพิษทา
4. ให้รู้วิธีการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำและการอนุรักษ์น้ำ
5. ให้มีเจตคติที่ดีต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักศึกษาเรียนบทเรียนนี้จบแล้ว นักศึกษาจะสามารถ :-

1. บอกประโยชน์ของน้ำได้
2. บอกความหมายของมลพิษทางน้ำได้
3. บอกสาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำได้
4. อธิบายถึง โทษ และผลกระทบอันเกิดจากมลพิษทางน้ำได้
5. อธิบายวิธีป้องกันและการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำอย่างมีระบบได้
6. บอกประโยชน์ของการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำได้

คำแนะนำในการใช้บทเรียน

บทเรียนนี้มีชื่อว่า บทเรียนโปรแกรมเรื่อง **"มลพิษทางน้ำ"** เป็นเอกสารอ่านประกอบสำหรับนักศึกษาประเภททางไกล

ข้อปฏิบัติในการใช้บทเรียนโปรแกรมนี้ :-

1. เนื้อหาในบทเรียนแบ่งเป็น 4 ตอน แต่ละตอนยังแบ่งเป็นส่วนย่อย ๆ เรียกว่า **กรอบ** มีความต่อเนื่องกันไป ตั้งแต่กรอบที่ 1 จนถึงกรอบสุดท้าย
2. นักศึกษาควรอ่านบทเรียนไปทีละกรอบตามลำดับ ไม่ควรข้าม เพราะเนื้อหาในแต่ละกรอบต่อเนื่องกัน
3. เมื่ออ่านแต่ละกรอบจบแล้ว ให้ตอบคำถามท้ายกรอบนั้น ๆ
4. เสร็จแล้วพลิกไปตรวจคำเฉลยที่อยู่ในหน้าถัดไป หลังคำถามแต่ละกรอบ
5. ถ้าตอบผิดให้พลิกกลับมาพิจารณาเนื้อหาในกรอบนั้นใหม่จนเข้าใจ และเมื่อเข้าใจและแน่ใจว่าตอบคำถามถูกแล้ว ให้เปิดไปอ่านในกรอบถัดไป
6. อย่าแอบดูคำเฉลยก่อนที่จะตอบคำถาม ขอให้มีความซื่อสัตย์และเชื่อมั่นในตนเอง

จุดมุ่งหมายทั่วไป

1. ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์ของน้ำ
2. ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ
3. ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุ โทษ และผลกระทบอันเกิดจากมลพิษทางน้ำ
4. ให้รู้วิธีการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำและการอนุรักษ์น้ำ
5. ให้มีเจตคติที่ดีต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ

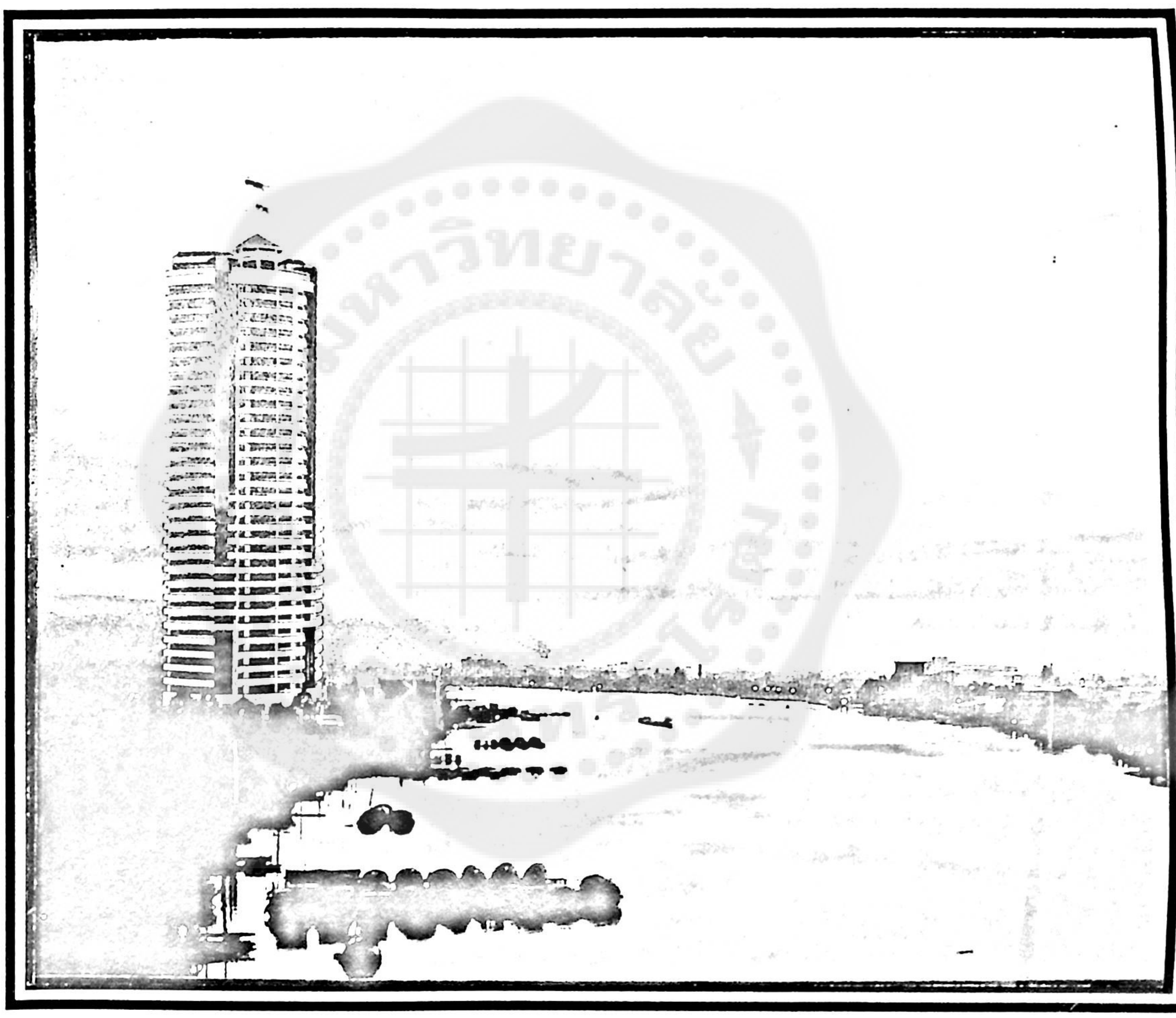
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักศึกษาเรียนบทเรียนนี้จบแล้ว นักศึกษาจะสามารถ :-

1. บอกประโยชน์ของน้ำได้
2. บอกความหมายของมลพิษทางน้ำได้
3. บอกสาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำได้
4. อธิบายถึง โทษ และผลกระทบอันเกิดจากมลพิษทางน้ำได้
5. อธิบายวิธีป้องกันและการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำอย่างมีระบบได้
6. บอกประโยชน์ของการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำได้

บทเรียนโปรแกรม :

มลพิษทางน้ำ



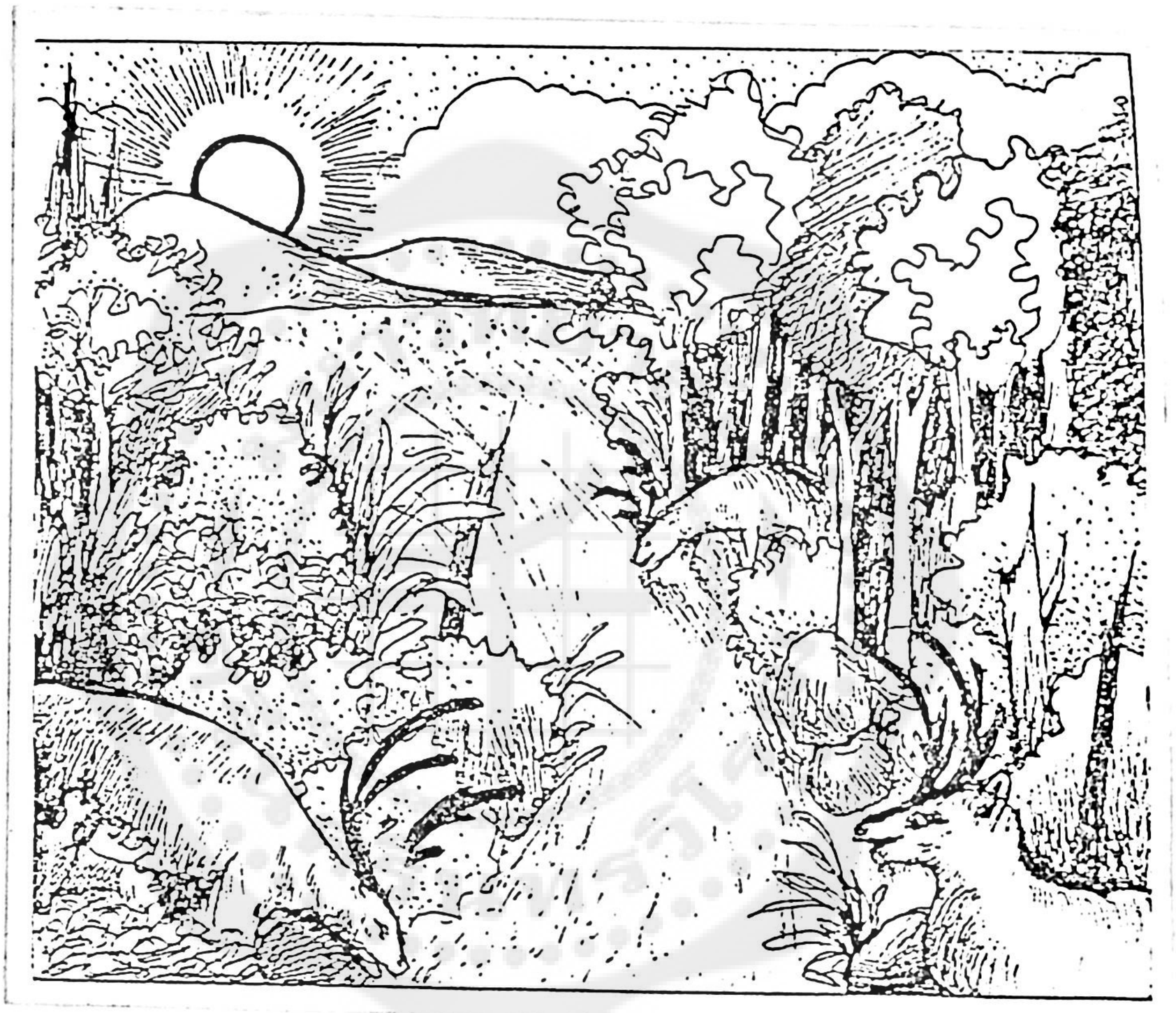
หนังสืออ่านประกอบหมวดวิชาส่งเสริมคุณภาพชีวิต (ทรัพยากรน้ำ)
หลักสูตรกรมการศึกษานอกโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
เรียบเรียงโดย สมหวัง ภวจิตตทาน

ตอนที่ 1 ความสำคัญของน้ำ



น้ำ เป็นแหล่งกำเนิดของชีวิต เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในระบบนิเวศน์ และทำหน้าที่หล่อเลี้ยงให้สิ่งมีชีวิตทุกชนิดทั้งสัตว์ และ พืช สามารถ ดำรงชีวิตอยู่ได้ จึงสามารถกล่าวได้ว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิด จำเป็นต้องอาศัยน้ำเพื่อการดำรงชีวิต

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ มีอยู่ทั่วไปบนพื้นผิวโลก เช่น น้ำในมหาสมุทร แม่น้ำ ห้วย หนอง คลอง บึง และอยู่ในรูปของน้ำแข็ง หิมะ ด้วยเหมือนกัน ส่วนในอากาศน้ำจะอยู่ในรูปของไอน้ำ เมฆ หมอก และน้ำค้าง นอกจากนี้ยังมีอยู่ใต้ดินที่เรียกกันว่า น้ำบาดาล อีกด้วย



น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึงอะไร?

ก. เกิดขึ้นเองอยู่ในมหาสมุทร

ข. มีอยู่ในดิน, อยู่ในอากาศ

ค. มีอยู่อย่างมากมายอยู่บนพื้นผิวโลก

ง. ใช้ไม่รู้จักหมดอยู่ใต้ดินที่เรียกว่าน้ำบาดาล

น้ำที่ปกคลุมอยู่บนพื้นผิวโลกส่วนใหญ่เป็นน้ำทะเลและน้ำในมหาสมุทร จัดอยู่ในประเภทน้ำเค็มมีประมาณร้อยละ 97 ของน้ำทั้งโลก ที่เหลือเป็นน้ำจืด ที่มีอยู่อย่างจำกัด และมีความจำเป็นสำหรับใช้ในการอุปโภค บริโภค และการเพาะปลูก



น้ำจืดมีปริมาณเท่าใดเมื่อเทียบกับน้ำบนพื้นผิวโลกทั้งหมด?

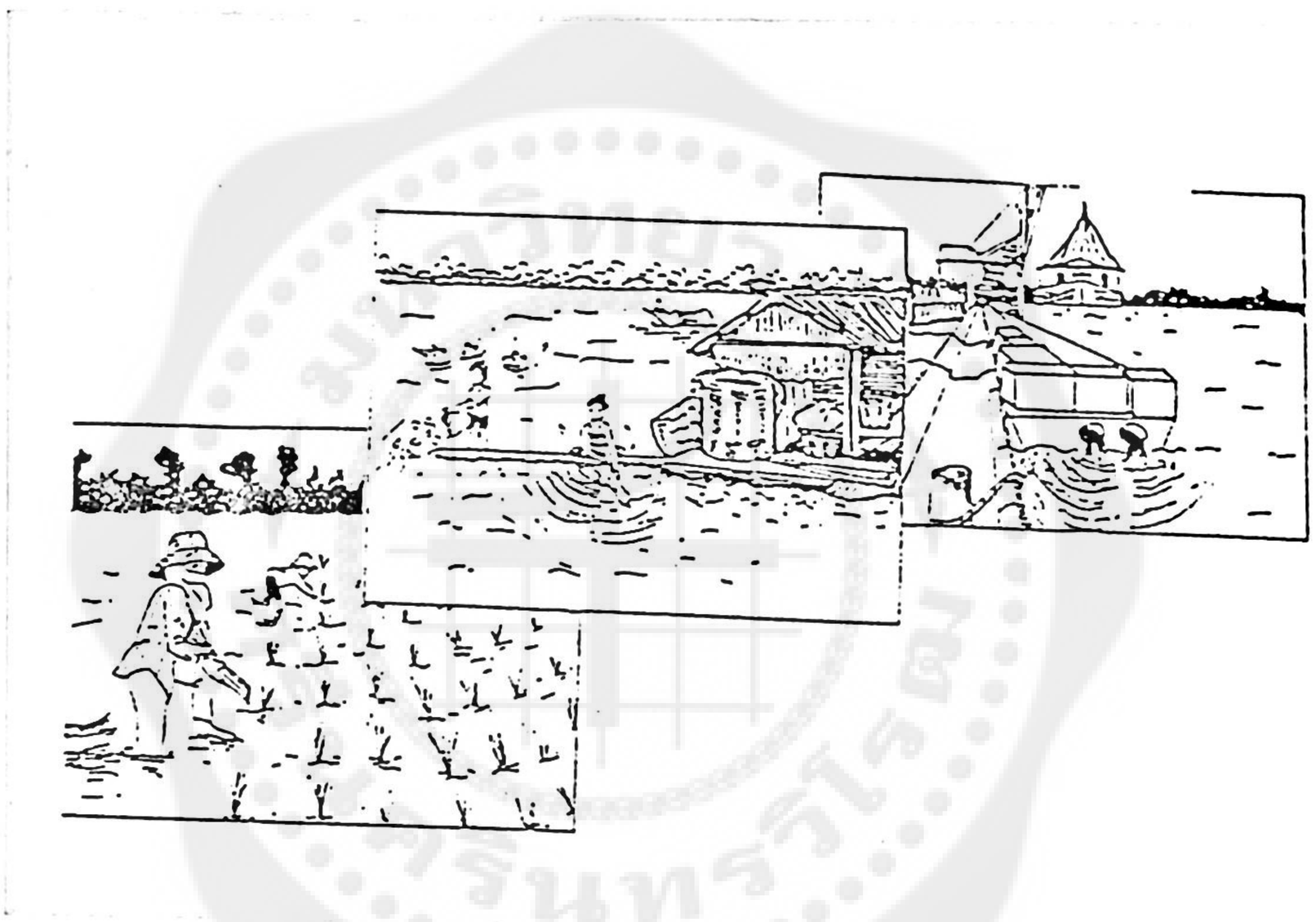
ก. ร้อยละ 0.3

ข. ร้อยละ 3.0

ค. ร้อยละ 7.0

ง. ร้อยละ 17.3

น้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต คือเป็นเครื่องหล่อเลี้ยงชีวิตให้สามารถดำรงอยู่ได้ นอกจากนี้น้ำยังเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำนานาชนิด พืชทุกชนิดก็ต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโต ผลิดอกออกผล กลายเป็นอาหารเลี้ยงชีวิตมนุษย์และสัตว์ และให้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ มากมายมหาศาล จึงกล่าวได้ว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจำเป็นต้องอาศัยน้ำเพื่อการเจริญเติบโต และเพื่อการดำรงชีวิต



น้ำมีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร?

ก. เพื่อเป็นที่อยู่อาศัย

ข. เพื่อหล่อเลี้ยงร่างกาย

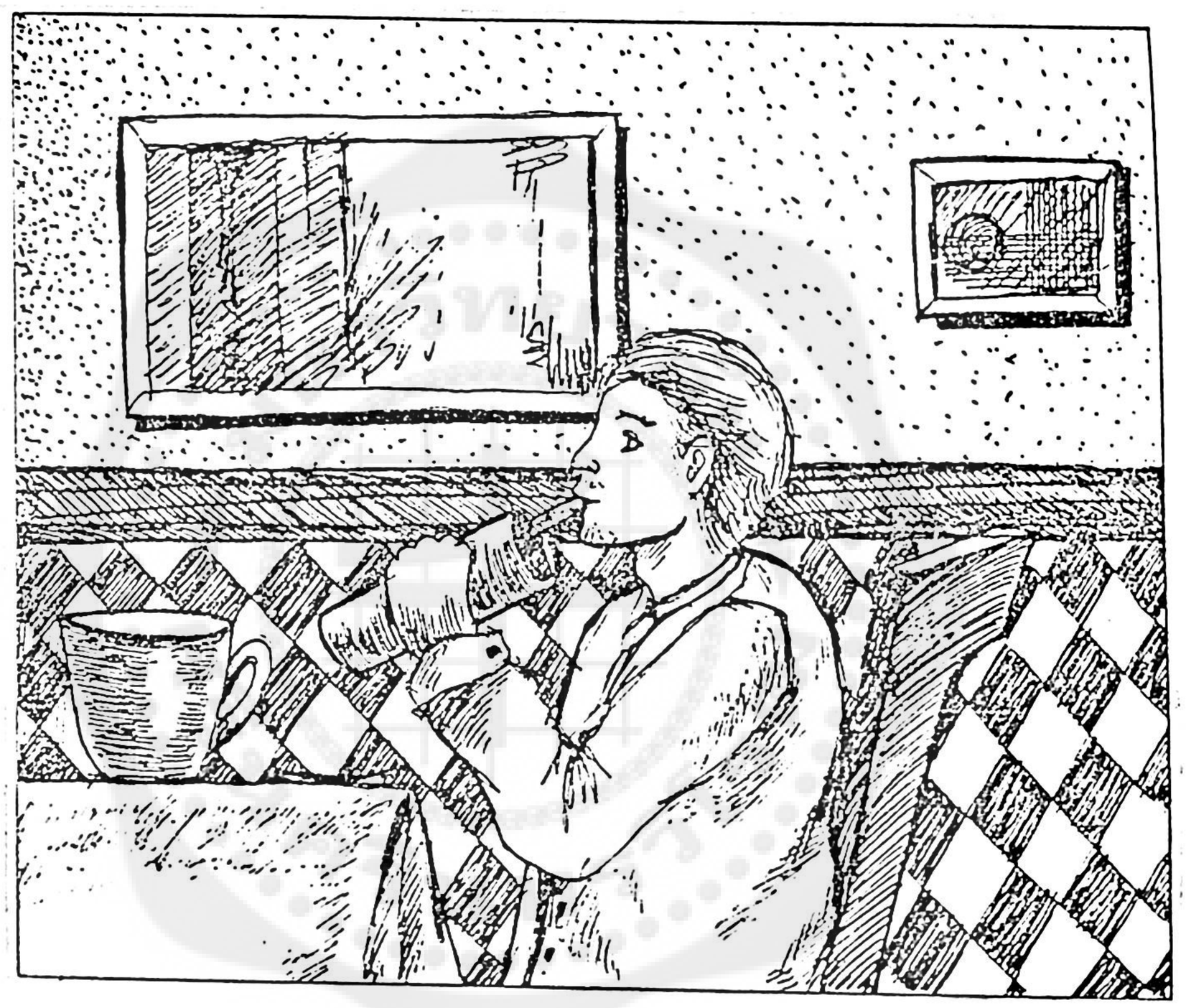
ค. เพื่อการดำรงชีวิต

ง. เพื่อการเจริญเติบโต

น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของร่างกาย ทั้งมนุษย์ สัตว์ และพืช

ในร่างกายคนเรามีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ร้อยละ 65 หรือ ประมาณ 2 ใน 3 ของน้ำหนักตัว

คนอาจมีชีวิตอยู่ได้ถึง 2 เดือน โดยไม่กินอาหาร แต่ถ้าขาดน้ำจะมีชีวิตอยู่ได้ในเวลาไม่เกิน 1 สัปดาห์



นาย ก มีน้ำหนัก 60 กิโลกรัม ในร่างกายของเขามีส่วนประกอบที่เป็นน้ำประมาณเท่าใด?

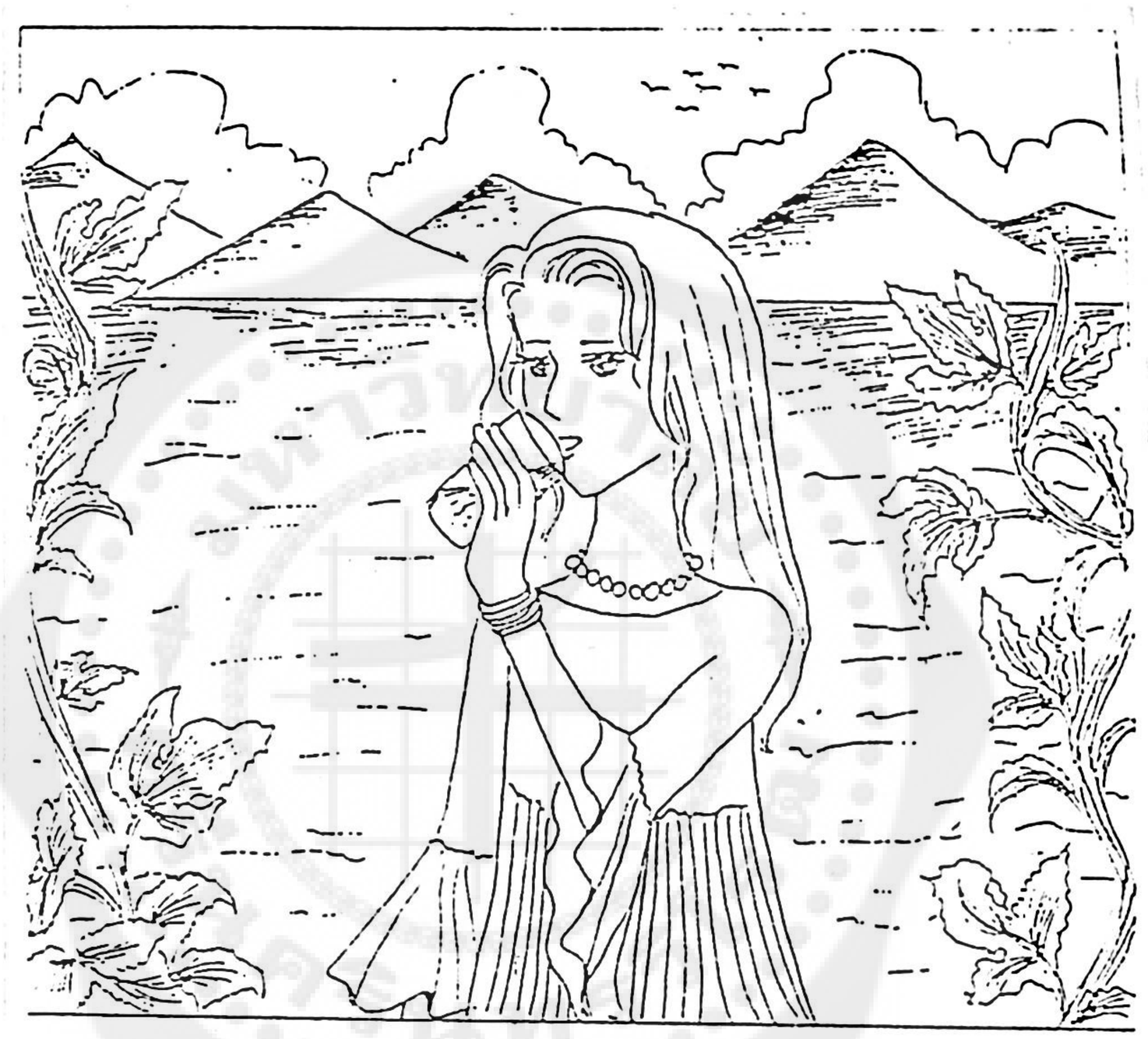
ก. 20 กก.

ข. 30 กก.

ค. 40 กก.

ง. 50 กก.

น้ำจืดที่เรานำมาใช้ในชีวิตประจำวันมีเพียงร้อยละ 3 ของปริมาณน้ำทั้งหมดบนผิวโลก แต่การใช้ประโยชน์จากน้ำจืดมีมากมายมหาศาล แต่โดยทั่วไปเรานำน้ำจืดมาใช้ในด้านใหญ่ ๆ คือ ใช้ในด้านเกษตรกรรม ด้านอุตสาหกรรม และด้านอุปโภคบริโภค



ในครัวเรือนและที่อยู่อาศัยทั่วไปใช้น้ำเพื่อประโยชน์ด้านใดมากที่สุด?

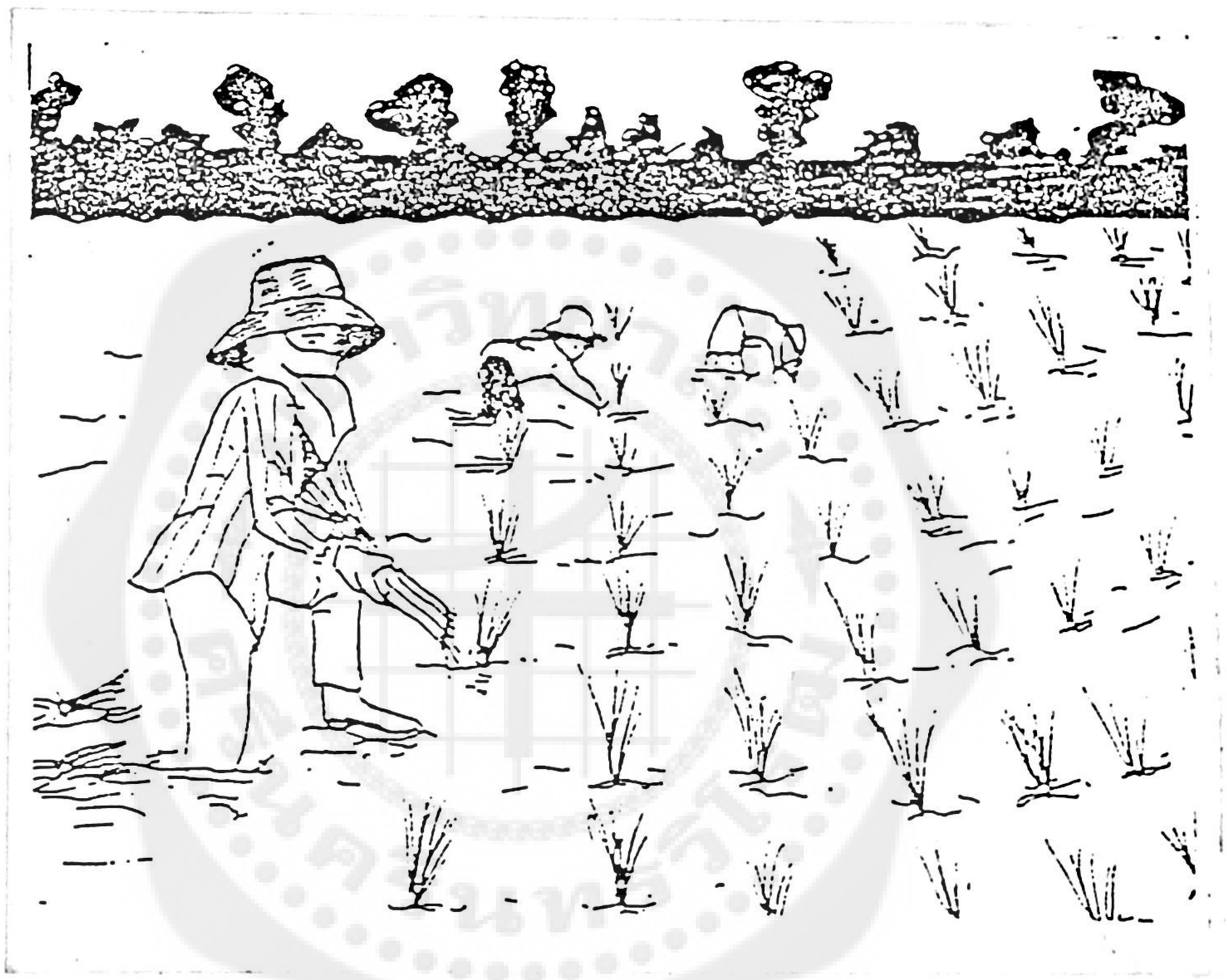
ก. การดื่มกินและชำระล้าง

ข. การปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์

ค. การผลิตสินค้าด้านต่าง ๆ

ง. การประกอบอาหาร

ประเทศเกษตรกรรม เช่น ประเทศไทย จำเป็นต้องใช้น้ำในการทำนา ทำสวน ทำไร่ และการเลี้ยงสัตว์ ถ้ามีน้ำใช้ตลอดปีก็จะสามารถปลูกข้าวได้อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง พืชผลอื่นก็ต้องการน้ำเพื่อหล่อเลี้ยงให้พอเพียงต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูง



ในทางเกษตรกรรมเราใช้น้ำเพื่ออะไร?

ก. เพื่อการเพิ่มผลผลิต

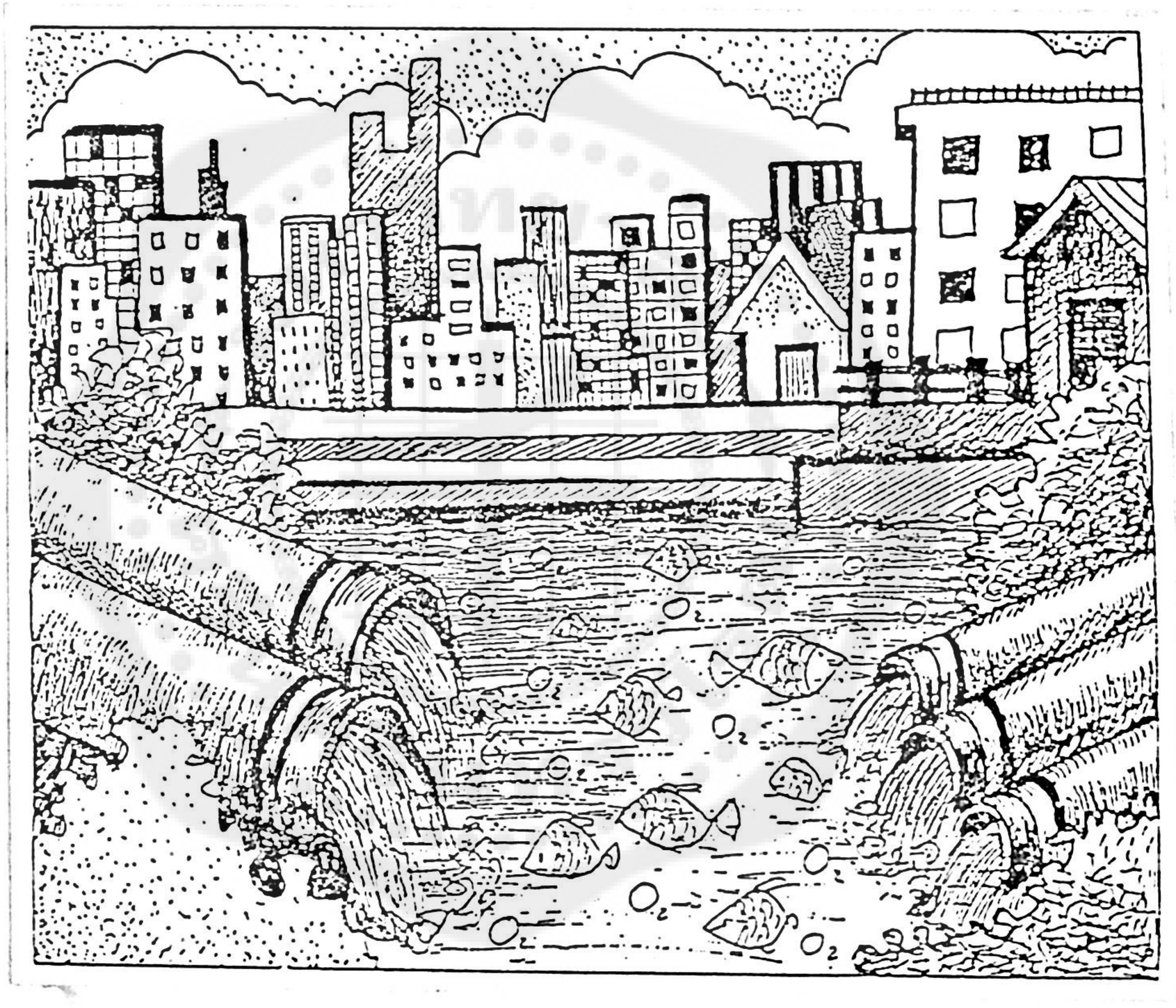
ข. เพื่อให้ปลูกข้าวได้ปีละ 2 ครั้ง

ค. เพื่อหล่อเลี้ยงพืชผลให้เจริญเติบโต

ง. เพื่อจัดระบบชลประทาน

อุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ต้องการใช้ประโยชน์จากน้ำ เช่น ใช้เป็นส่วนประกอบของผลผลิต ใช้ชำระล้างวัตถุดิบสำหรับป้อนโรงงาน ใช้หล่อเครื่องจักรเพื่อระบายความร้อน และใช้ทำความสะอาดโรงงาน เครื่องจักรกล ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ

ดังนั้น เมื่อมีการขยายอุตสาหกรรมให้เติบโตเพียงใด ความต้องการน้ำก็ย่อมมีมากขึ้น



อุตสาหกรรมประเภทใดต้องการน้ำเป็นส่วนประกอบของผลผลิต?

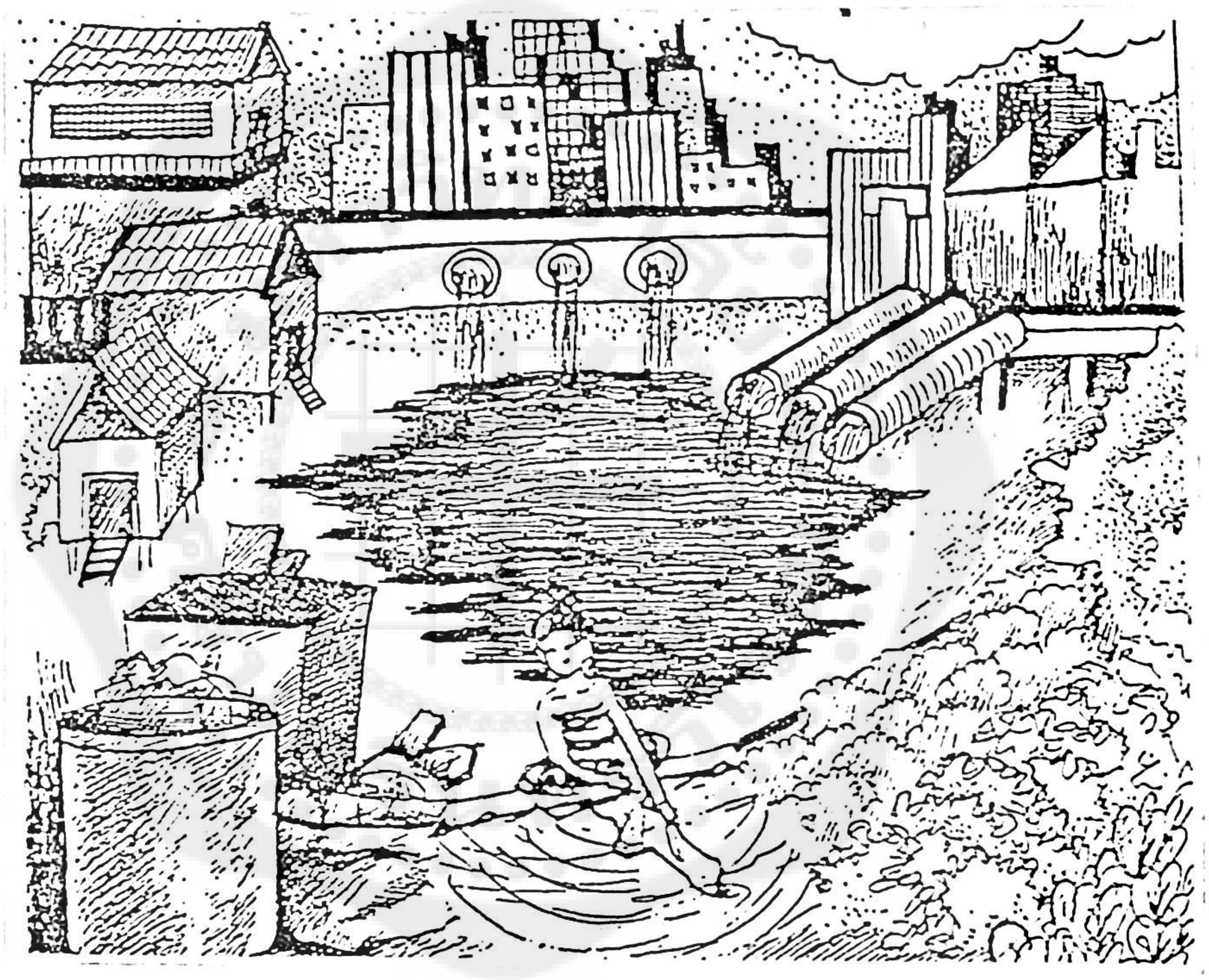
ก. อุตสาหกรรมกระดาษ

ข. อุตสาหกรรมอาหาร

ค. อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล

ง. อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง

น้ำที่ใช้ในครัวเรือนสำหรับการอุปโภคและบริโภค เช่น ใช้ดื่ม อาบ ประกอบอาหาร ซักเสื้อผ้า ชะล้างสิ่งสกปรก และใช้ในกิจการต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะในเมืองหรือชุมชนที่มีขนาดใหญ่ ย่อมต้องการใช้น้ำในปริมาณมาก ดังเช่นข้อมูลการผลิตน้ำในกรุงเทพมหานคร ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2527 - 2537) ปริมาณน้ำผลิตจ่ายมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี คือในปี พ.ศ. 2537 มีปริมาณน้ำผลิตจ่ายถึง 1,234.3 ล้านลูกบาศก์เมตร ขณะที่ในปี พ.ศ. 2527 ปริมาณน้ำผลิตจ่ายมีเพียง 801.8 ล้านลูกบาศก์เมตร เท่านั้น



ในรอบทศวรรษที่ผ่านมา การใช้น้ำของประชาชนของกรุงเทพมหานครมีปริมาณการใช้น้ำเป็นอย่างไร?

ก. เพิ่มขึ้น

ข. ลดลง

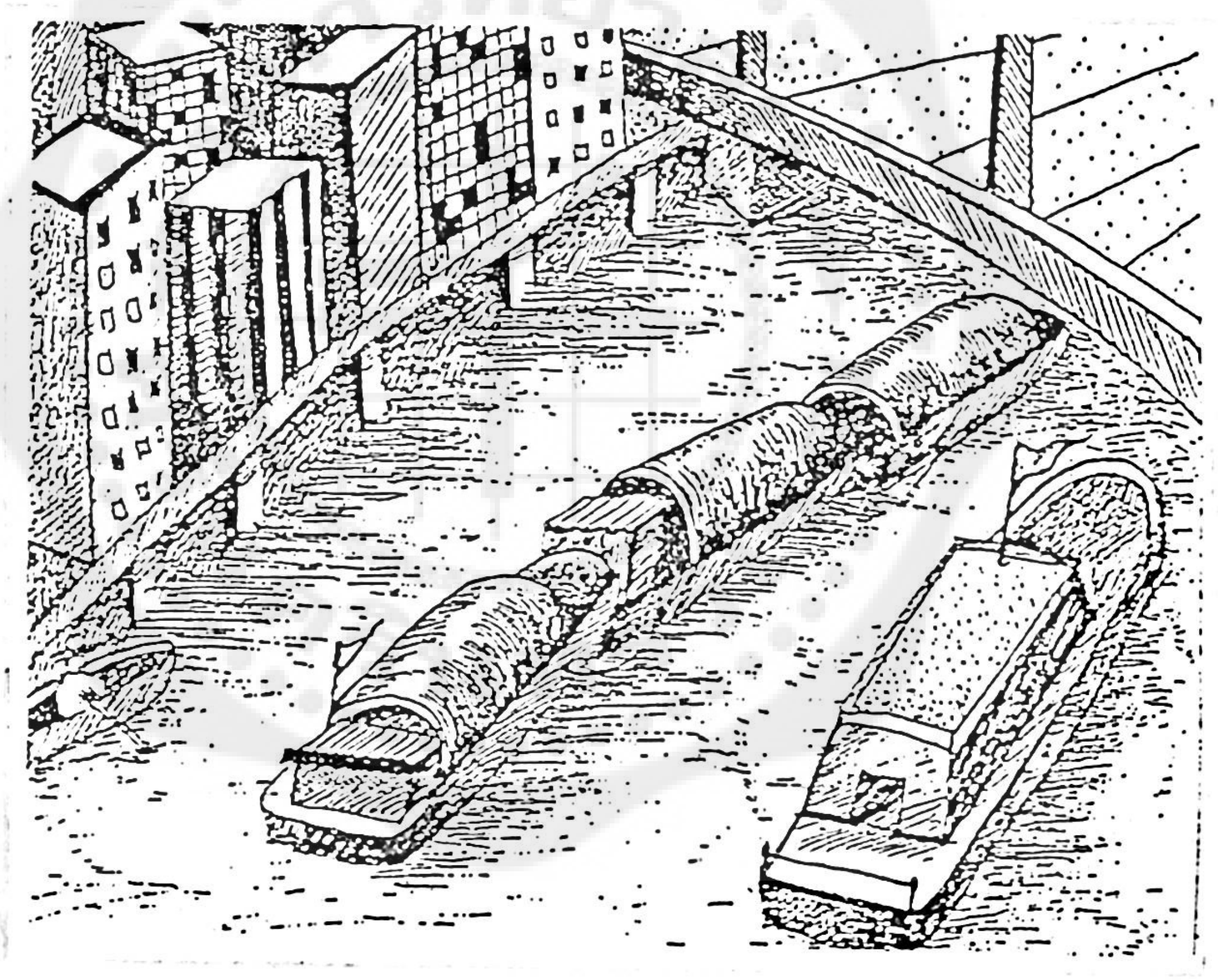
ค. คงตัว

ง. ไม่แน่นอน

นอกจากประโยชน์ 3 ประการหลักดังกล่าวมาแล้ว น้ำยังใช้ประโยชน์เพื่อกิจการอื่น ๆ อีก เช่น ใช้ประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ในประเทศไทยแต่เดิมอาศัยแม่น้ำลำคลองเพื่อการขนส่งสินค้า และเพื่อการสัญจรไปมา ในระยะหลัง ๆ มานี้ ได้มีการสร้างถนนหนทางมากขึ้น การขนส่งทางน้ำจึงลดความสำคัญลงไป แต่ก็ยังมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ

เมื่อเราใช้รถมากขึ้น การสัญจรทางน้ำก็ลดความสำคัญลงไป มีการถมห้วย หนอง คลอง บึง ต่าง ๆ เพื่อก่อสร้างถนน และสร้างที่อยู่อาศัย ปล่อยให้แม่น้ำลำคลองที่ยังมีอยู่ตื้นเขิน เน่าเสีย ก่อปัญหามลพิษ ขาดน้ำในหน้าแล้ง และน้ำท่วมในหน้าน้ำอีกด้วย



เหตุผลอะไรทำให้คนให้ความสำคัญกับแม่น้ำลำคลองน้อยลง?

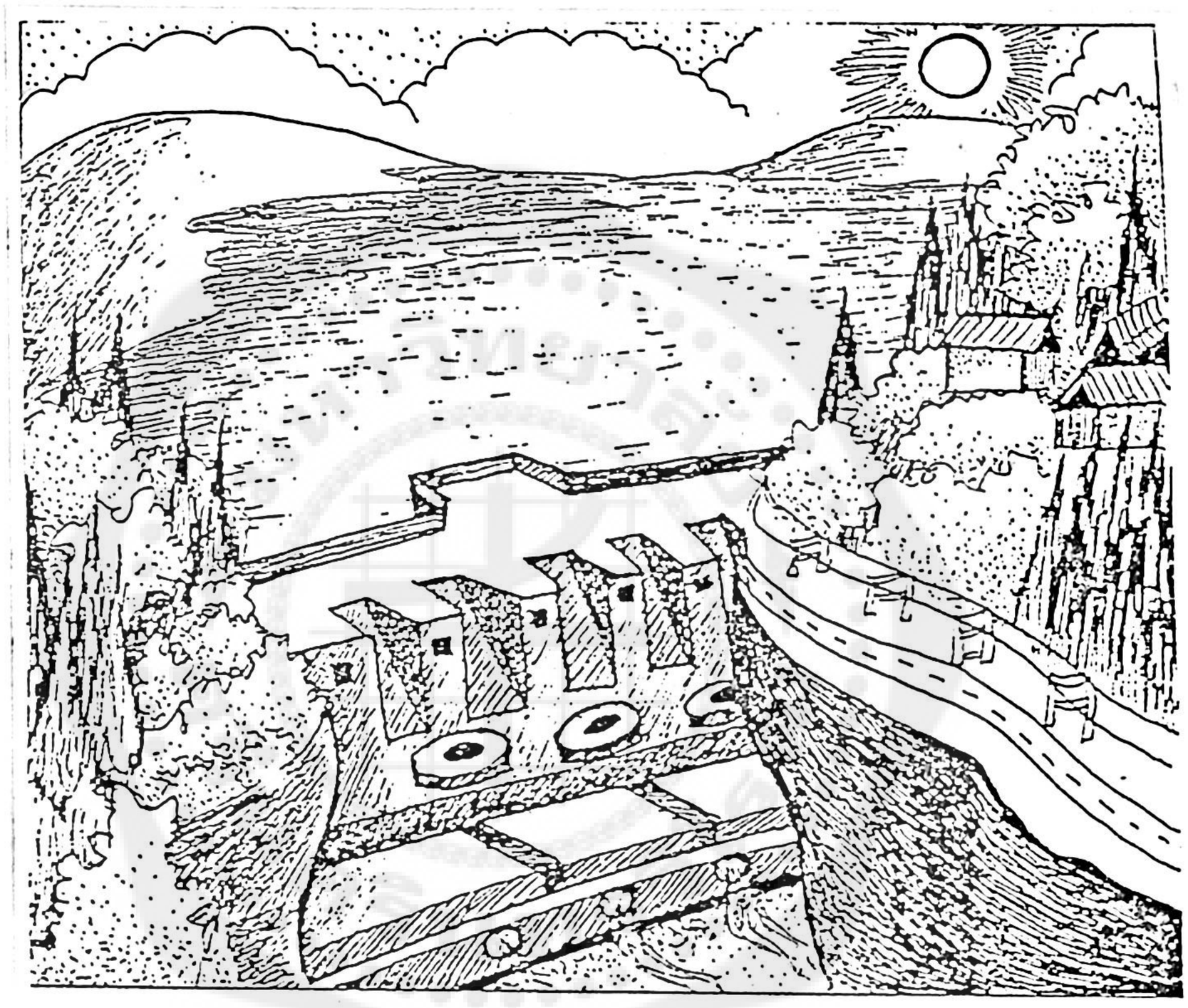
ก. การก่อสร้าง

ข. การคมนาคม

ค. การเน่าเสียของน้ำ

ง. ความแออัดของประชาชน

น้ำเป็นแหล่งผลิตพลังงานที่สำคัญ เพราะการไหลของน้ำทำให้เกิดพลังงาน สามารถนำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้า และใช้เป็นพลังงานกับเครื่องจักรกลต่าง ๆ ได้ เช่น การสร้างเขื่อนทั้งหลาย ได้แก่ เขื่อนภูมิพลที่จังหวัดตาก เขื่อนศรีนครินทร์ที่จังหวัดเพชรบุรี และเขื่อนอื่น ๆ อีกหลายแห่ง เป็นแหล่งที่ใช้พลังน้ำในการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในประเทศ



เขื่อนต่าง ๆ ใช้พลังงานจากอะไรในการผลิตไฟฟ้า?

ก. แรงกดของน้ำ

ข. ปริมาณของน้ำ

ค. การไหลของน้ำ

ง. การสะสมของน้ำ

น้ำยังให้ประโยชน์ทางด้านนันทนาการแก่มนุษย์ คือเราใช้แหล่งน้ำเพื่อประโยชน์ในด้านการกีฬาและการพักผ่อนหย่อนใจ นำความสดชื่นรื่นรมย์มาให้มวลมนุษย์ เช่น การแข่งขันเรือ กีฬาว่ายน้ำ เจตสกี และเป็นสถานที่ท่องเที่ยว ตลอดจนการจัดกิจกรรมสนุกสนาน และจัดงานประเพณีต่าง ๆ เช่น การลอยกระทง งานสงกรานต์ เป็นต้น



การใช้น้ำในข้อใดถือเป็นประโยชน์ด้านนันทนาการ?

ก. การวิดน้ำเข้านา

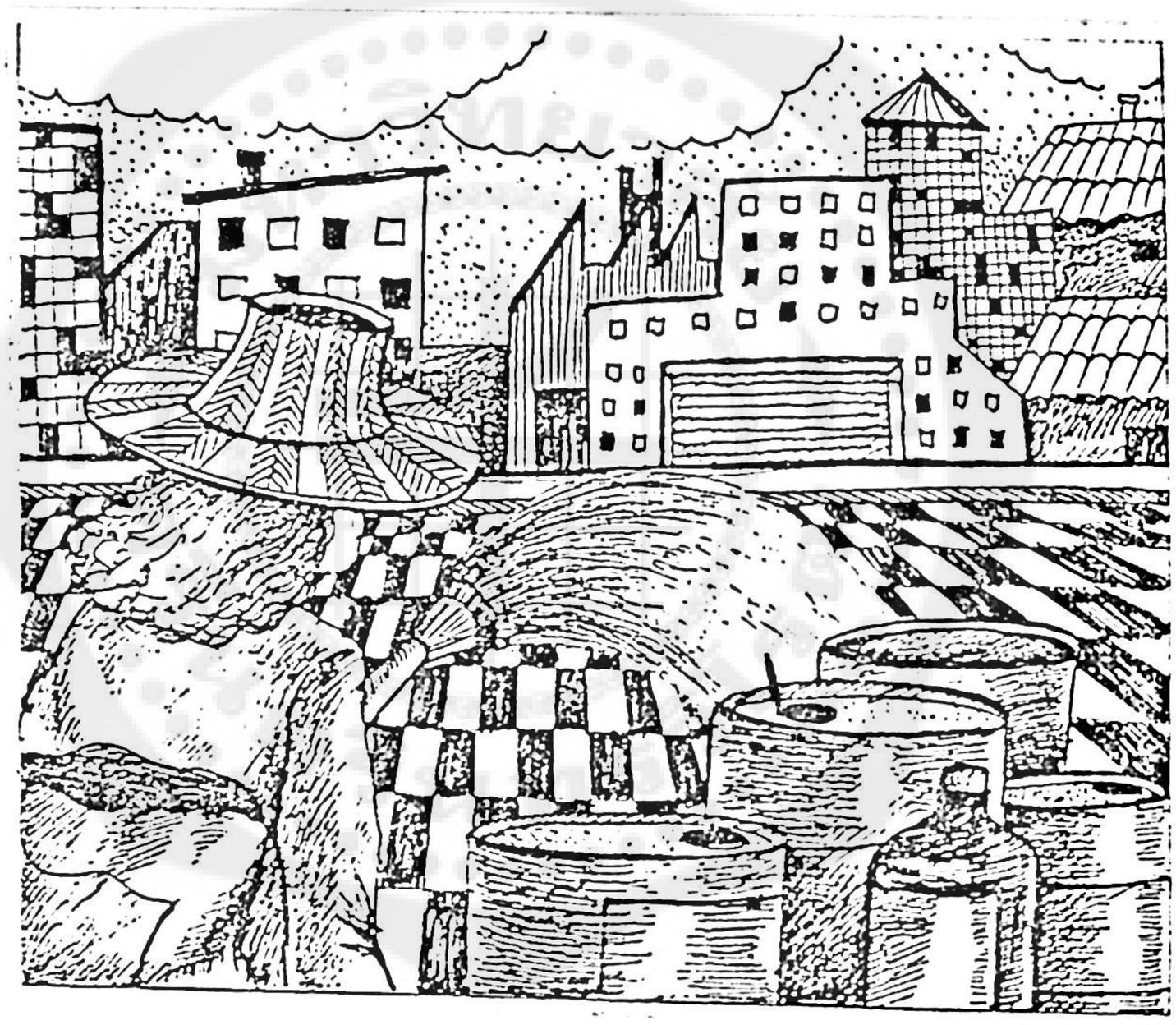
ข. การแข่งเรือประเพณี

ค. การเลี้ยงปลาในกระชัง

ง. การบวงสรวงเจ้าแม่คงคา

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ สิ่งมีชีวิตไม่ว่า มนุษย์ สัตว์ และพืช จำเป็นต้องใช้น้ำเพื่อ การดำรงชีวิต โดยเฉพาะมนุษย์เราใช้น้ำในกิจการต่าง ๆ มากมาย เช่น เพื่อการอุปโภคบริโภคเพื่อประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การคมนาคม การผลิตพลังงานไฟฟ้า รวมไปถึงกิจกรรมทางด้านกีฬา และนันทนาการต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้น

จึงกล่าวได้ว่า น้ำมีความจำเป็นต่อชีวิตเป็นอย่างยิ่ง ดังพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลปัจจุบัน ที่ว่า "น้ำคือชีวิต" นั้น นับว่าเป็นความจริงอย่างยิ่ง



พระราชดำรัสที่ว่า "น้ำคือชีวิต" หมายความว่าอย่างไร?

ก. ถ้าไม่มีน้ำเราก็อยู่ไม่ได้

ข. ต้องรักษาน้ำเท่ากับชีวิต

ค. คนเราทุกคนหนีไม่พ้นการใช้น้ำ

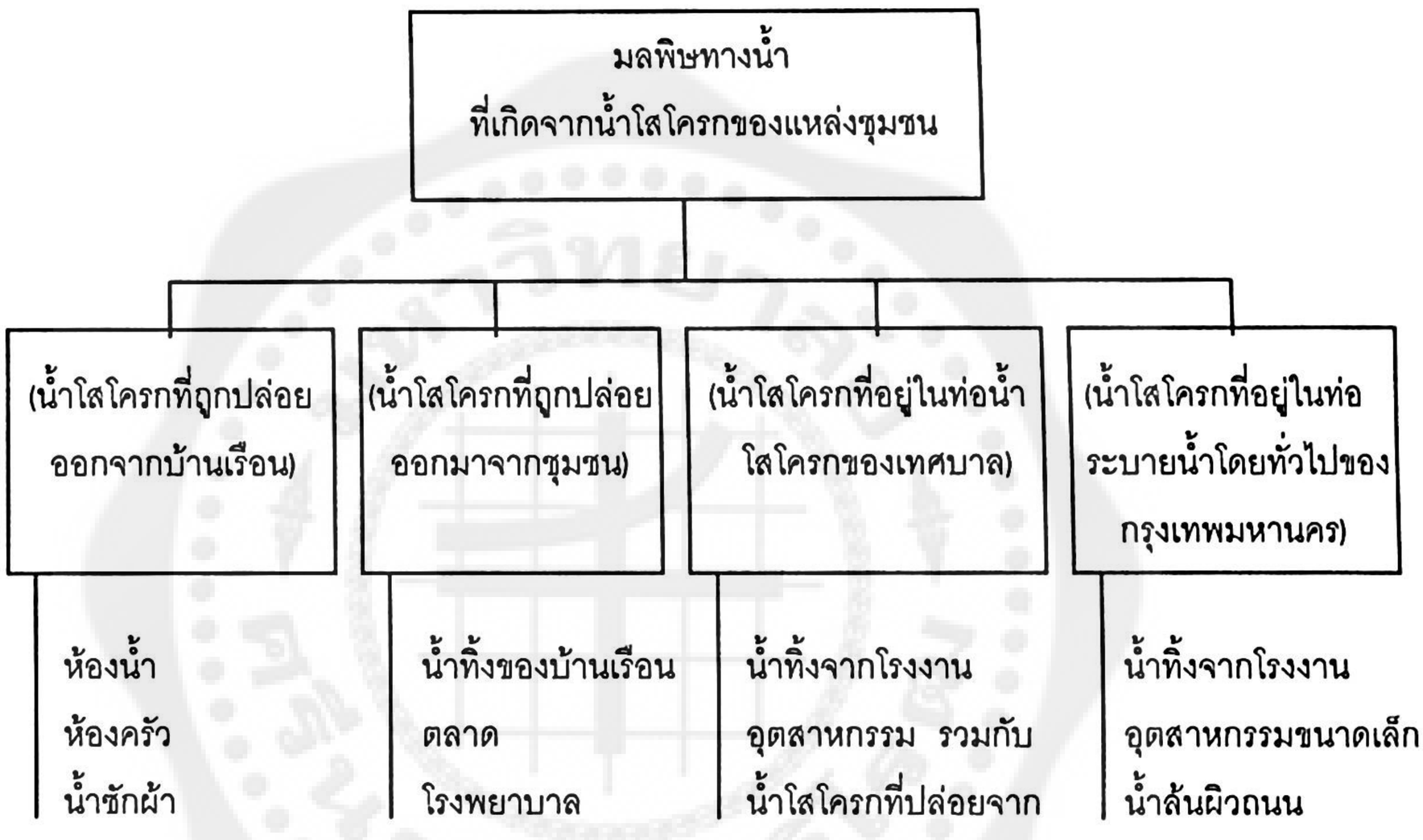
ง. น้ำมีความสำคัญเทียบเท่าชีวิต

ตอนที่ 2 แหล่งและประเภทของมลพิษทางน้ำ



เนื่องจากน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติเกิดขึ้นเองไม่ต้องซื้อหา และมีอย่างเหลือเฟือ จึงทำให้มนุษย์เราเกิดความประมาท ใช้น้ำอย่างไม่ระมัดระวัง เป็นต้นว่าด้วยความมักง่ายของมนุษย์ ที่ทิ้งสิ่งปฏิกูลลงไปในแหล่งน้ำ รวมกับความต้องการทางด้านผลผลิตของมวลมนุษย์มีเพิ่มขึ้น จนทำให้ขาดความระมัดระวังในการใช้ทรัพยากรน้ำ อันเป็นผลให้ทรัพยากรน้ำเสื่อมเสียไป ก่อให้เกิดปัญหาด้านการเน่าเสีย การขาดแคลนน้ำ รวมถึงน้ำไหลบ่าท้น สร้างความเสียหายมากมาย

น้ำเสียที่มาจากแหล่งชุมชน ได้แก่ น้ำทิ้งจากบ้านเรือน มูลฝอยและสิ่งปฏิกูล ของเน่าเสียที่ทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ

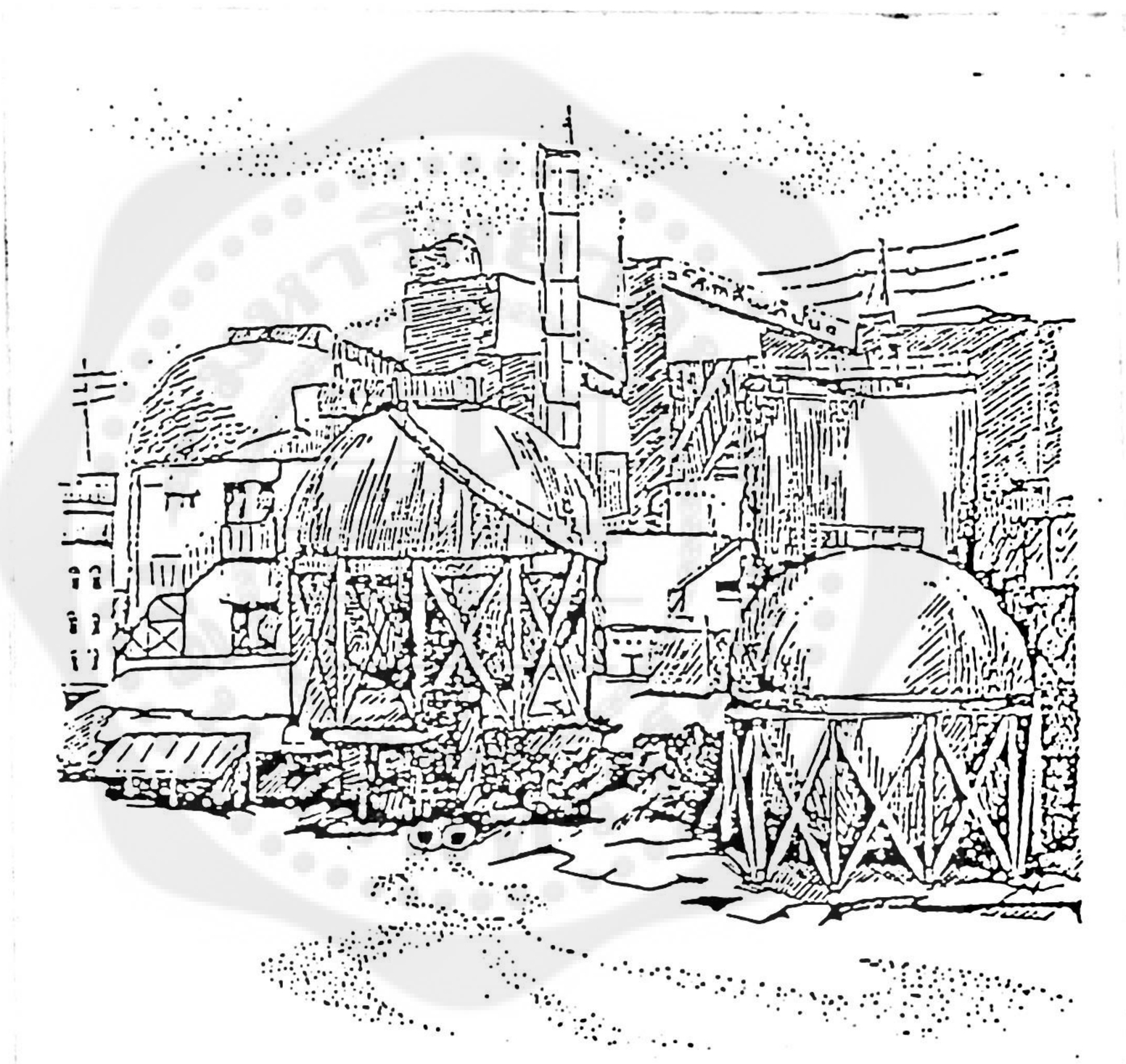


น้ำเสียที่มีอยู่ในท่อระบายน้ำในเมืองใหญ่ เช่นกรุงเทพฯ ส่วนมากเป็นน้ำเสียประเภทใด?

ก. น้ำทิ้งจากครัวเรือน
ข. น้ำจากการเกษตร
ค. น้ำท่วมขังบนผิวดิน
ง. น้ำเสียจากโรงงาน

น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่น้ำล้างเครื่องจักร เครื่องอุปกรณ์ น้ำร้อนที่เกิดจากการระบายความร้อนให้แก่เครื่องจักร สารเคมีและของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิต น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ นั้น บางแห่งปล่อยลงท่อระบายน้ำเทศบาลบางแห่งก็ถ่ายเทไปสู่แหล่งน้ำโดยตรง

เคยมีผู้ประเมินว่า น้ำทิ้งจากโรงงานน้ำตาลเพียงโรงเดียวในแต่ละวันเทียบได้เท่ากับน้ำโสโครกจากเมืองเล็ก ๆ เมืองหนึ่งที่มีประชากรประมาณ 100,000 คน



ข้อความใน 2 บรรทัดสุดท้ายของกรอบนี้ พูดถึงอะไร?

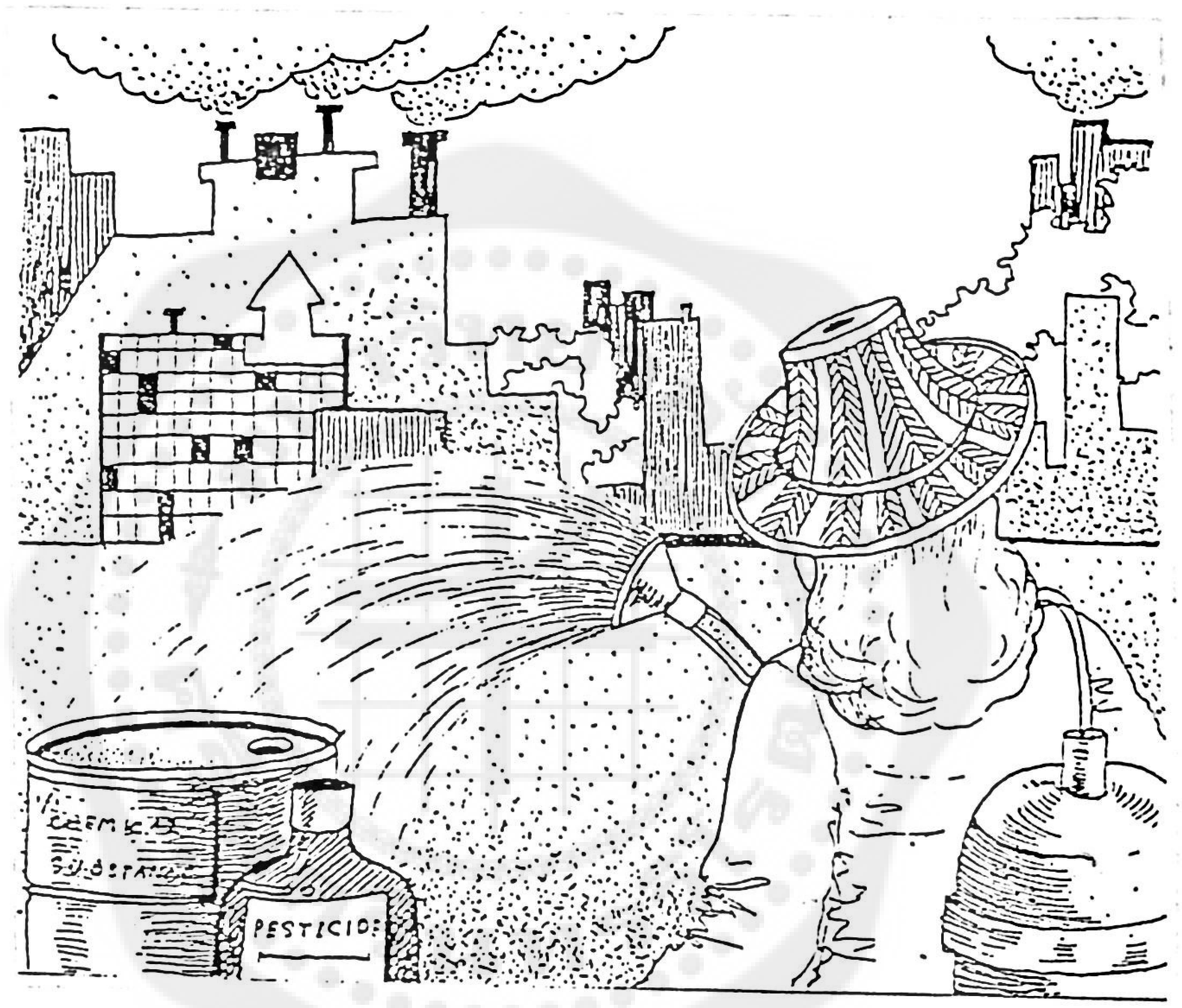
ก. ปริมาณของน้ำเสีย

ข. ความรุนแรงของน้ำเสีย

ค. ชนิดของน้ำเสีย

ง. คุณภาพของน้ำเสีย

มลพิษหรือน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกสูงที่ปล่อยมาจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำตามแม่น้ำลำคลอง ประกอบไปด้วยโลหะหนัก หรือกากสารพิษ ได้แก่ สังกะสี ทองแดง ปรอท ตะกั่ว โคบอลท์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้นับเป็นอันตรายต่อระบบนิเวศน์ และเป็นอันตรายต่อมนุษย์ และสัตว์อย่างมาก



เมื่อพูดถึง "กากของสารพิษ จะมุ่งไปที่เรื่องอะไร?

ก. การสร้างมลภาวะ

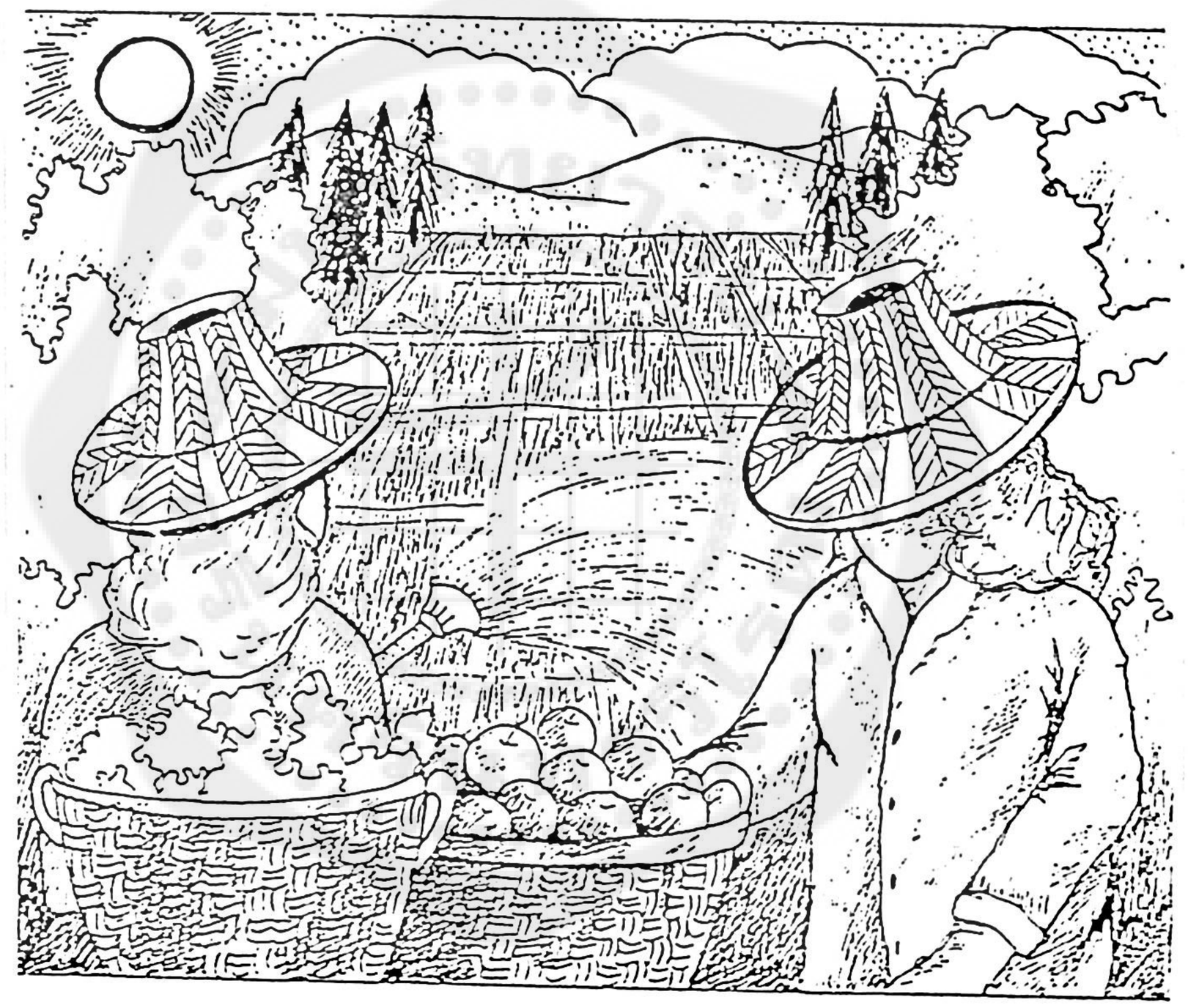
ข. การเปลี่ยนระบบนิเวศน์

ค. การเป็นอันตรายต่อชีวิต

ง. การทำลายสภาพแวดล้อม

น้ำเสียที่เกิดจากการเกษตรกรรม ได้แก่ สารเคมีที่ตกค้างอยู่บนดิน เมื่อเกษตรกรใช้ยากำจัดแมลง ยากำจัดศัตรูพืช น้ำฝนจะชะพาเอาสารเคมีที่เป็นอันตรายเหล่านี้ลงสู่แหล่งน้ำ

การใช้สารเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตทางด้านเกษตรกรรมก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ เพราะการใช้ปุ๋ยที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เพื่อเป็นธาตุอาหารของพืช สารเคมีเหล่านั้นอาจมีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่าง เมื่อไหลลงสู่แหล่งน้ำจะเป็นอันตรายต่อคนและสัตว์น้ำได้



มลพิษทางน้ำที่เกิดจากการเกษตรกรรมส่วนใหญ่เกิดจากข้อใด?

ก. สารเคมีและปุ๋ยที่ตกค้าง

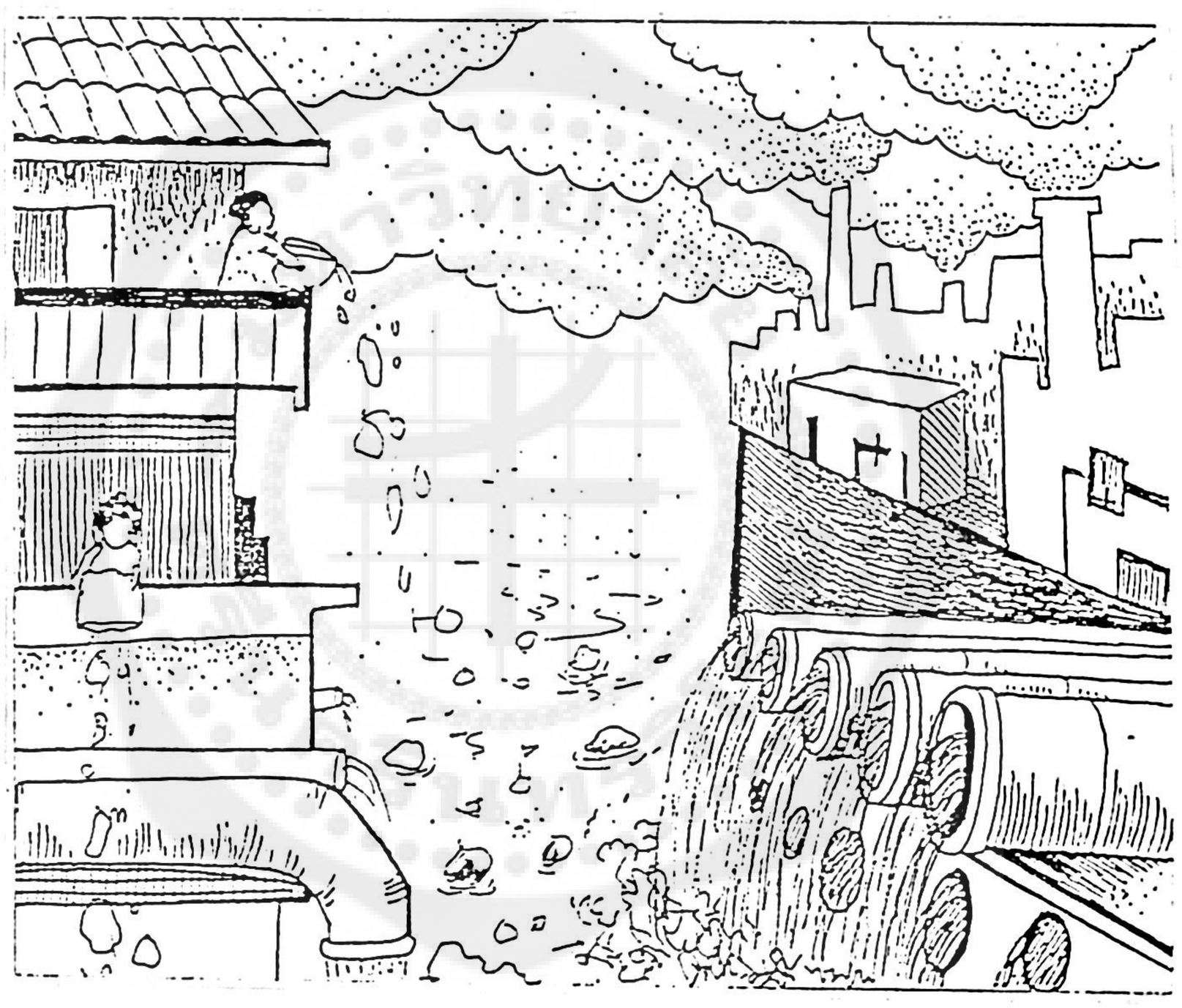
ข. กรดหรือด่างที่ปะปนมาในน้ำ

ค. สารพิษต่าง ๆ ที่มีเกินสัดส่วนที่พอดี

ง. จุลินทรีย์และซากพืชที่เน่าเปื่อย

น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมอื่น ๆ อันได้แก่ น้ำทิ้งจากการทำเหมืองแร่ น้ำสกปรกและคราบน้ำมันที่หกจากเรือ

อย่างไรก็ตาม ปัญหาจากมลพิษทางน้ำได้เพิ่มปริมาณไปตามสัดส่วนของจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือประมาณ 60 - 70% ของมลพิษทางน้ำเกิดจากการทิ้งขยะ และของเสียของผู้คนที่อาศัยตามบ้านเรือน30 - 40%เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมและน้อยกว่า 10% เกิดจากแหล่งอื่น ๆ



โดยสรุปปริมาณน้ำเสียมากที่สุดเกิดจากแหล่งใด?

ก. ที่พักอาศัย

ข. โรงงาน

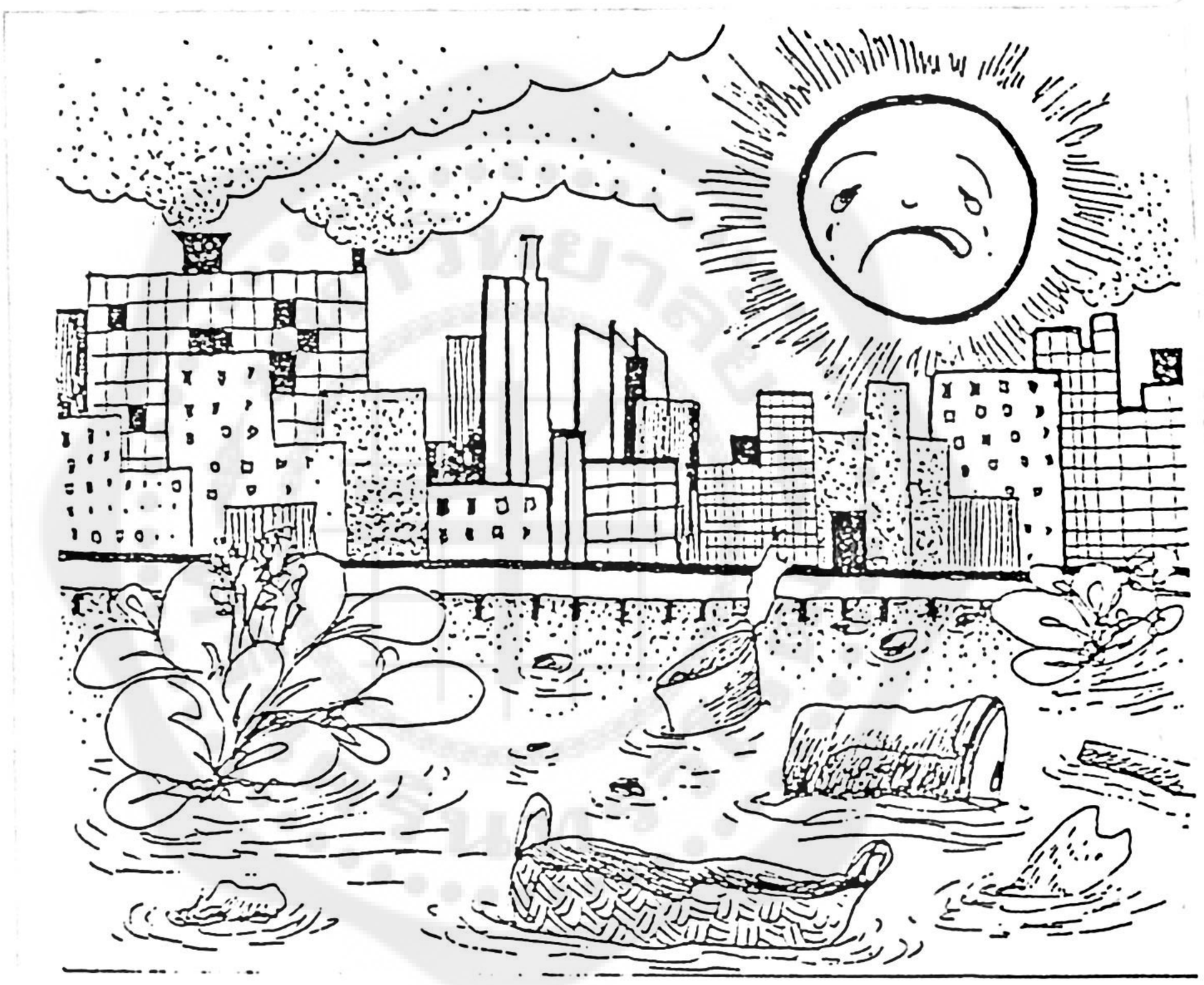
ค. การเกษตร

ง. การขนส่ง

ผลของน้ำเสีย

เมื่อน้ำถูกทำลายให้เน่าเสีย คุณลักษณะทางกายภาพของน้ำเปลี่ยนแปลง คุณประโยชน์ของน้ำก็ย่อมเปลี่ยนแปลงไปด้วย ทำให้เกิดผลเสียหายต่าง ๆ มากมาย

น้ำเสียทำให้เกิดการสูญเสียการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ เป็นอันตรายต่อการอุปโภคบริโภค และไม่สามารถนำมาใช้เพื่อการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม



ลักษณะทางกายภาพหมายถึงอะไร?

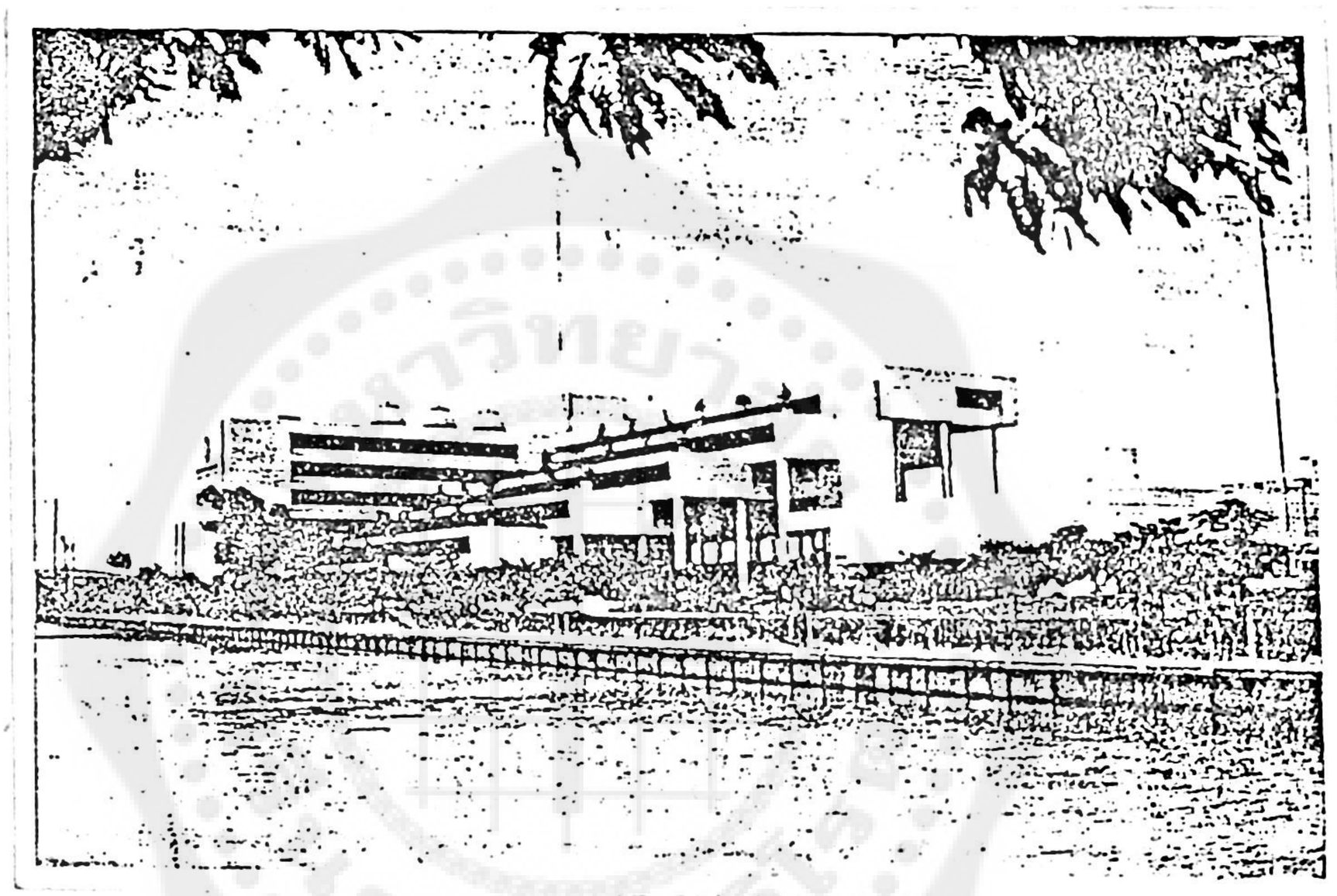
ก. คุณภาพ

ข. องค์ประกอบ

ค. การใช้ประโยชน์

ง. การไหลเวียน

น้ำเน่าเสียทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ เพราะน้ำเสียจะมีสารเคมีหรือสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ปะปนอยู่ ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ และพืช ทำให้ตายหรือสูญพันธุ์ได้ ส่วนที่เห็นได้ชัดก็คือ การเพิ่มค่าใช้จ่ายในการปรับคุณภาพน้ำให้สะอาดสำหรับการทำน้ำประปาเพื่อการบริโภคของประชาชน



เหตุใดจึงต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายหลายร้อยล้านบาทให้กับการประปาเมื่อมีน้ำเสียปะปนในคลองส่งน้ำของการประปา?

ก. เพื่อทำน้ำให้สะอาด

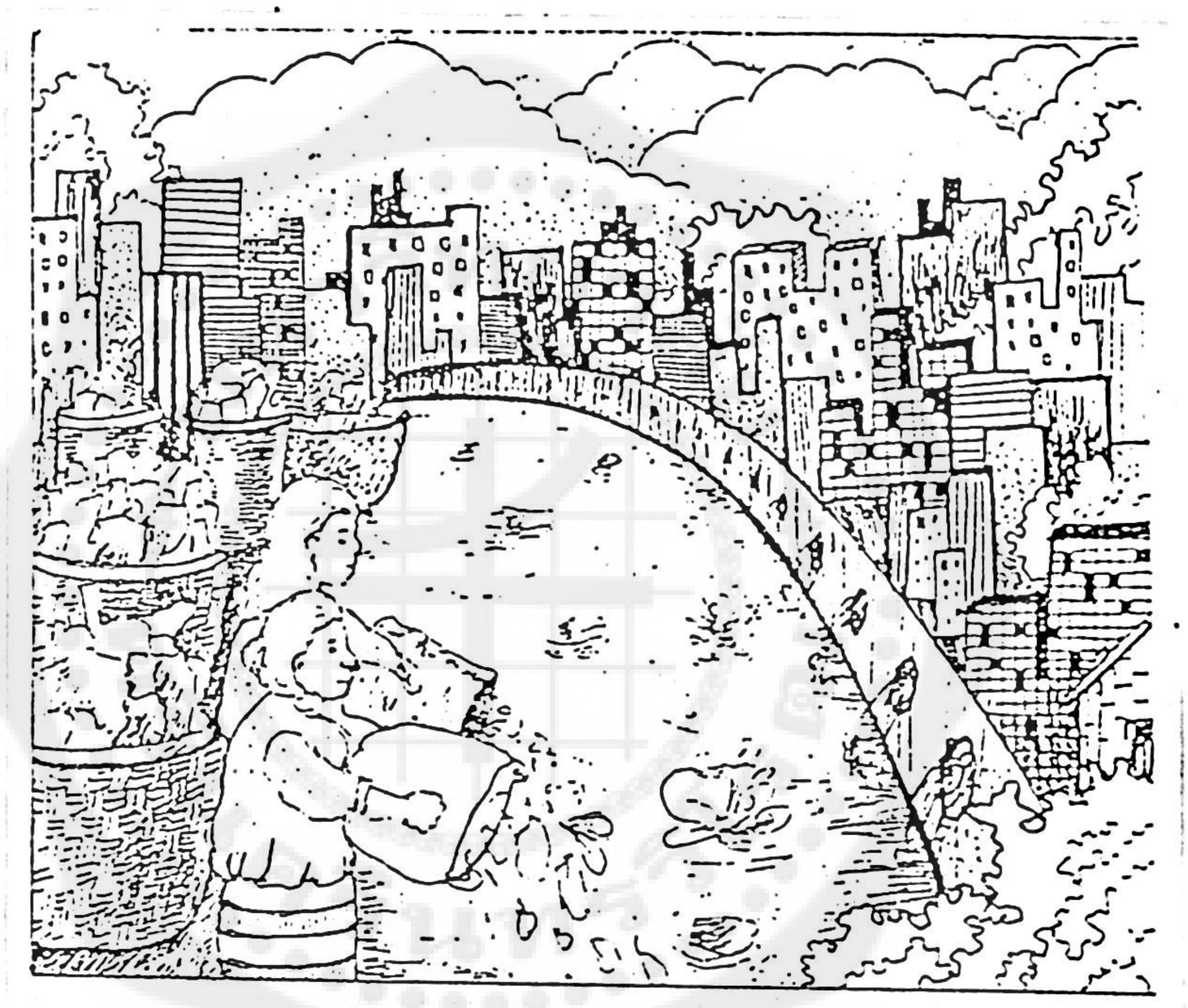
ข. เพื่อปรับคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับมาตรฐาน

ค. เพื่อรักษาปริมาณไม่ให้ขาดแคลน

ง. เพื่อทำลายสารเคมีที่ปลอมปน

น้ำเสียเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อโรค ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ทั้งในด้านร่างกายและสุขภาพจิต เพราะน้ำเสียยังทำให้เกิดความรำคาญแก่ชุมชน เนื่องจากอากาศเป็นพิษส่งกลิ่นเหม็น

น้ำเสียทำลายความสะอาดน่าดูของแหล่งน้ำ ทำลายทิวทัศน์ ชุมชนขาดความสวยงาม ไม่สามารถใช้แหล่งน้ำเพื่อประโยชน์ในการพักผ่อนหย่อนใจได้



ถ้าแหล่งน้ำเต็มไปด้วยความสกปรก ใช้ประโยชน์ในการพักผ่อนหย่อนใจไม่ได้เต็มที่ ก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านใด?

ก. ทำให้ส่วนราชการเสียงบประมาณการดูแลเพิ่มขึ้น

ข. ทิวทัศน์ขาดความสวยงาม

ค. ทำให้ธุรกิจการท่องเที่ยวซบเซา

ง. บ้านเมืองเต็มไปด้วยความ

แนวโน้มของ 'มลพิษทางน้ำ' ในปัจจุบันดูเหมือนจะทวีความรุนแรงปัญหามากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากมีจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในเขตเมืองใหญ่ ประชากรอยู่กันอย่างหนาแน่น จนการบริการด้านสาธารณูปโภคมีไม่ทั่วถึง นับเป็นเหตุผลประการหนึ่ง ของน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งชุมชน นอกเหนือไปจากการเกิดแหล่งต่าง ๆ เช่น จากโรงงาน อุตสาหกรรม การเกษตรกรรม และกิจการด้านอื่น ๆ

ผลอันเกิดจากปัญหาน้ำเน่าเสียก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากมาย กล่าวคือ

1. ด้านการอุปโภคและบริโภค หากได้รับมลสารที่มีอยู่ในน้ำเสียก็อาจทำให้น้ำมีสี กลิ่น และรสน่ารังเกียจ รวมทั้งอาจมีสารพิษปะปนอยู่ด้วย จนไม่อาจนำไปใช้ดื่ม อาบ และใช้สอยได้

2. น้ำเสียจะทำลายระบบนิเวศน์วิทยาทางน้ำ โดยเฉพาะสัตว์น้ำต่าง ๆ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำคัญของมนุษย์ สัตว์น้ำบางชนิดยังเป็นตัวช่วยทำความสะอาดตามธรรมชาติได้ด้วย ถ้าปริมาณน้ำเสียสูงมากสัตว์น้ำก็ไม่อาจดำรงชีวิตอยู่ได้

3. น้ำเสียย่อมทำให้สภาพแวดล้อมสูญเสีย ก่อให้เกิดเหตุรำคาญทั้งสุขภาพกายและจิตใจแก่ประชาชนอันเป็นผลให้คุณภาพชีวิตเสื่อมโทรมลงกลายเป็นสาเหตุแห่งโรคภัยไข้เจ็บตามมา

4. น้ำเน่าเสียทำให้เกิดผลกระทบเป็นลูกโซ่ที่จะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้นเป็นลำดับ เป็นภาระหนักต่อประเทศชาติและประชาชน ทำให้เกิดการสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ น้ำเสียบางประเภททำลายผลผลิตทางการเกษตรทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคร้าย ทำลายอาหารตามธรรมชาติที่ประชาชนเคยอาศัยเลี้ยงปากเลี้ยงท้อง ทำให้ประชาชนต้องลงทุนเพิ่มเพื่อกักเก็บน้ำสะอาด โดยการซื้อเครื่องกรองน้ำหรือต้องซื้อน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคและบริโภค

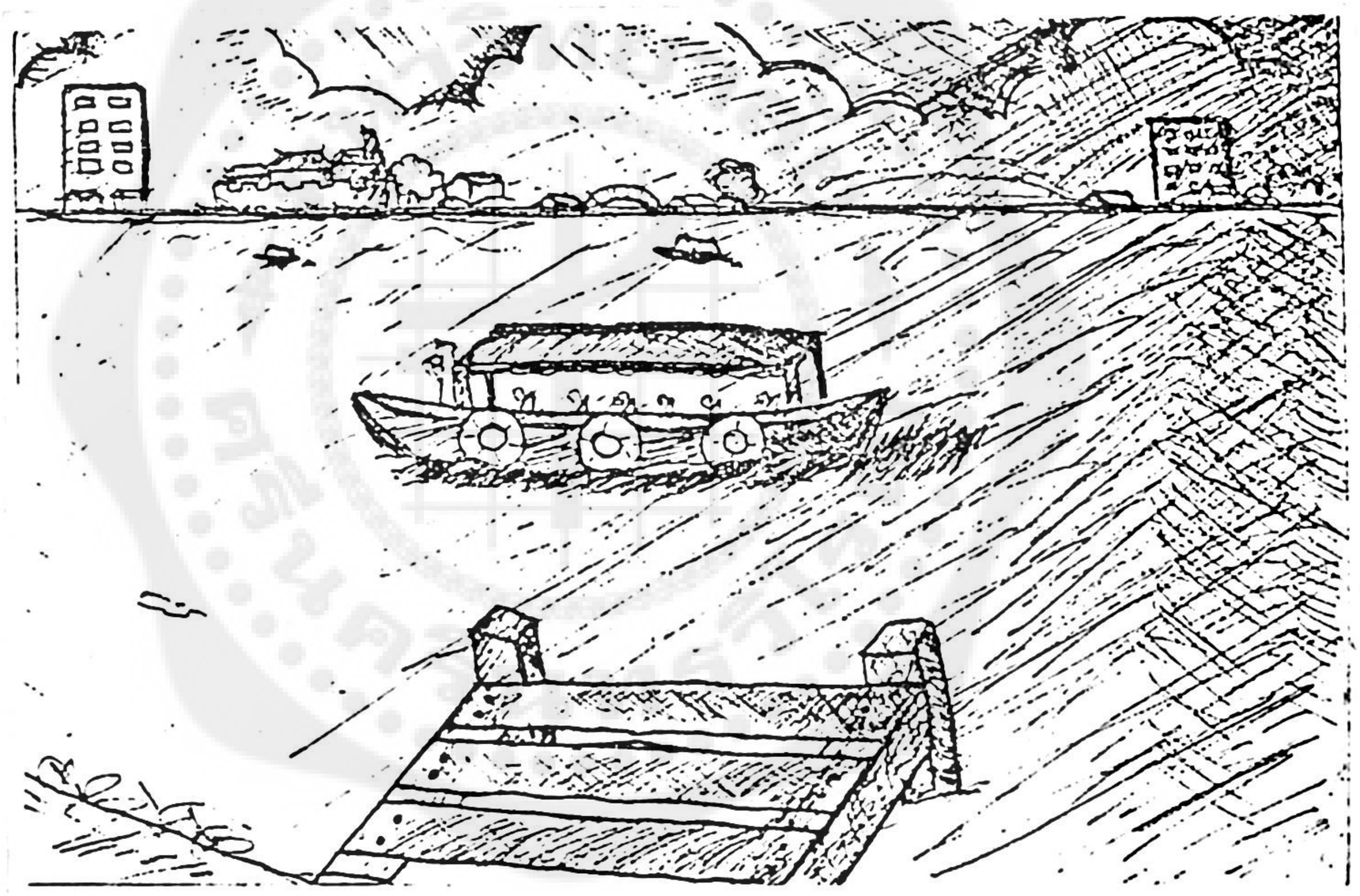
ตอนที่ 3 การควบคุมคุณภาพของน้ำในเขตเมือง



ขั้นตอนการผลิตและควบคุมคุณภาพของน้ำให้ได้มาตรฐานสำหรับทำน้ำประปาไว้บริโภคในเขตเมือง เริ่มต้นจากการนำน้ำจากคลองส่งน้ำ, น้ำในระบบผลิตน้ำปะปา ขั้นตอน ดังกล่าวจะได้รับการตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพ ทั้งทางด้านฟิสิกส์ เคมี ชีวภาพ และด้านแบคทีเรียอย่างละเอียด ทั้งนี้ เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้ได้มาตรฐานน้ำดื่มก่อนที่จะสูบจ่ายออกไปสู่ชุมชน

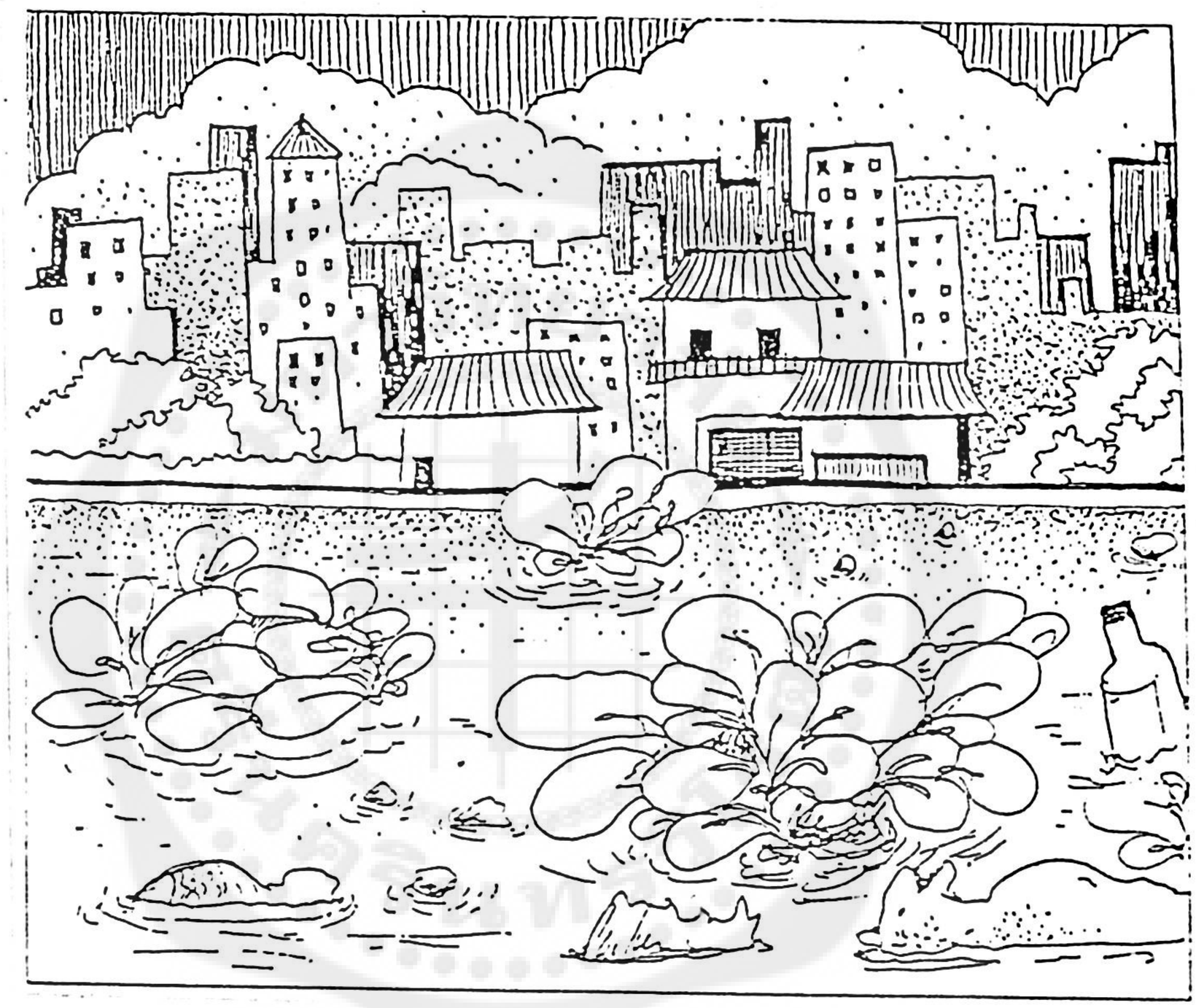
คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาเสื่อมโทรมลงทุกปี โดยเฉพาะบริเวณเจ้าพระยาตอนล่าง คือตั้งแต่ปากแม่น้ำจังหวัดสมุทรปราการขึ้นไปจนถึงจังหวัดนนทบุรี คิดเป็นระยะทาง 60 กิโลเมตร มีระดับออกซิเจนละลายต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

โดยเฉพาะช่วงสะพานพุทธถึงท่าเรือคลองเตยถือเป็นจุดวิกฤติ เพราะค่าออกซิเจนมีไม่ถึง 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นระดับที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตสามารถอาศัยอยู่ได้ รวมทั้งค่าความสกปรก ในรูป BOD และปริมาณแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มสูงเกิน 50,000 NPN ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ซึ่งเกินมาตรฐานมาก



ส่วนแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบนตั้งแต่นนทบุรีถึงนครสวรรค์ มีแบคทีเรียถึง 2,900-29,000 NPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ที่สำคัญยังมีปริมาณสารโลหะหนักทั้งปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง สังกะสี โครเมียม และสารเป็นพิษอย่างไซยาไนด์ในลำน้ำเจ้าพระยาตลอดสาย ยิ่งในช่วงหน้าแล้ง สารพิษโลหะหนักและเชื้อโรคทั้งหลายจะมีความเข้มข้นมาก และเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคได้อย่างดี โดยเฉพาะในช่วงเจ้าพระยาตอนล่างที่คุณภาพน้ำเสื่อมลงจนแทบหมดทางเยียวยา

ปัจจุบัน มลพิษทางน้ำได้รับการยอมรับว่าเป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่งของประเทศไทย ปัญหานี้เกิดขึ้นได้ทั่วไป โดยเฉพาะเมืองใหญ่ ๆ ที่มีประชากรหนาแน่นและตั้งอยู่บนแม่น้ำสายสำคัญ ๆ ดังเช่นกรุงเทพมหานคร ที่มีน้ำเสียปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลองถึงวันละ 1,240,000 ลูกบาศก์เมตร ทำให้เกิดการเน่าเหม็นอยู่ตามแหล่งน้ำทั่วไป



ปัญหาที่ทำให้น้ำในแหล่งน้ำ เช่นแม่น้ำลำคลองตามเมืองใหญ่ ๆ เกิดการเน่าเสียมีสาเหตุมาจากข้อใด?

ก. การระบายน้ำเสียและสิ่งโสโครกลงสู่แม่น้ำลำคลอง

ข. น้ำเค็มจากทะเลที่หนุนมาตามแม่น้ำลำคลอง

ค. คลองต่าง ๆ ที่เป็นสาขาระบายลงสู่แม่น้ำตื้นเขิน

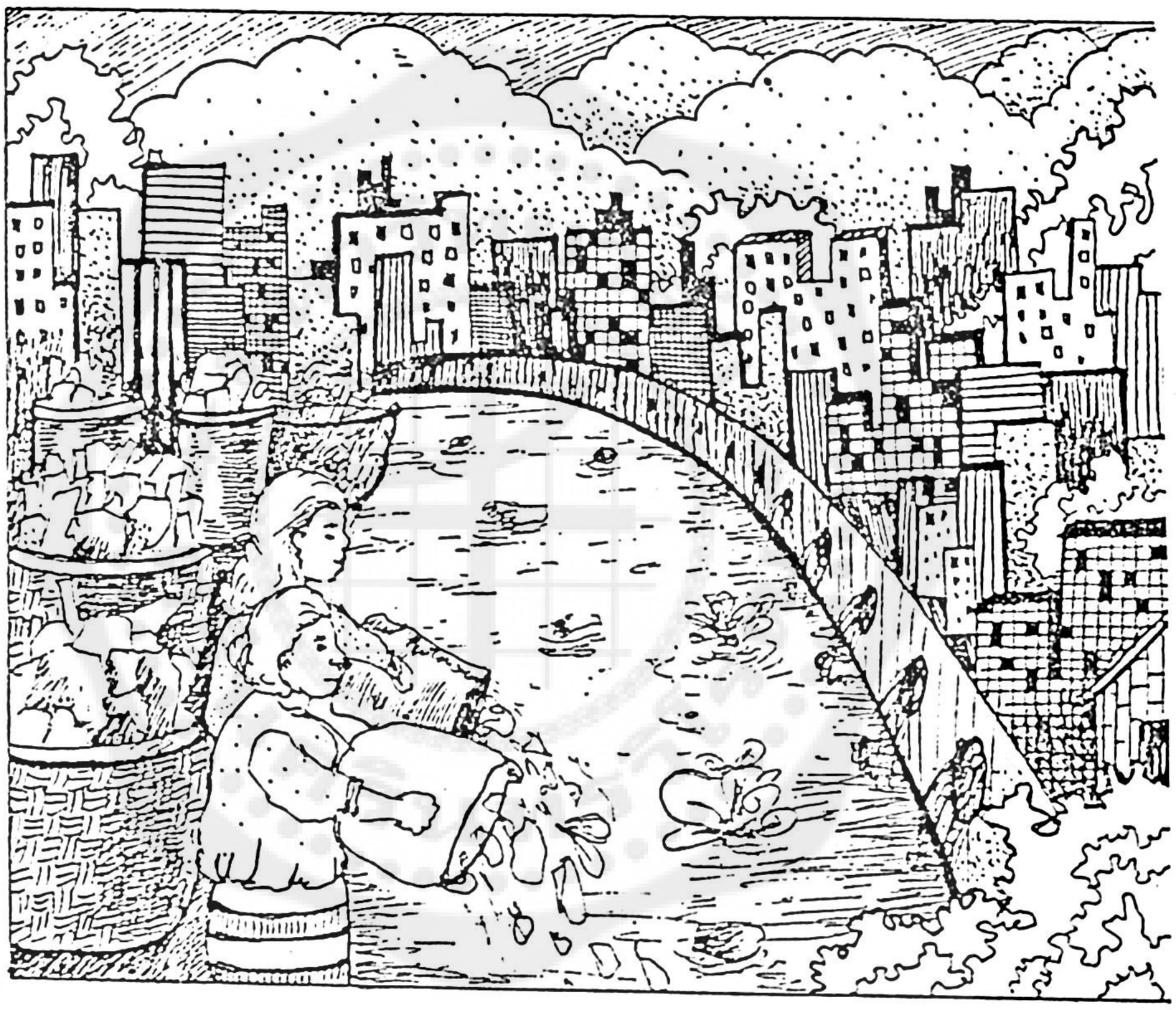
ง. มีน้ำท่วมพื้นผิวถนนซึ่งเกิดจากฝนตกระบายลงสู่แหล่งน้ำ

น้ำเสียในแม่น้ำเจ้าพระยามีสาเหตุมาจากปัจจัยต่าง ๆ ตามลำดับความสำคัญดังต่อไปนี้ คือ

(1) ของเสียที่มาจากบ้านเรือนที่อยู่ตามริมแม่น้ำ และผู้ที่อาศัยอยู่บนเรือ

(2) โรงงานอุตสาหกรรม

(3) เกษตรกรรม



มลพิษทางน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาส่วนใหญ่เกิดจากสิ่งใดมากที่สุด?

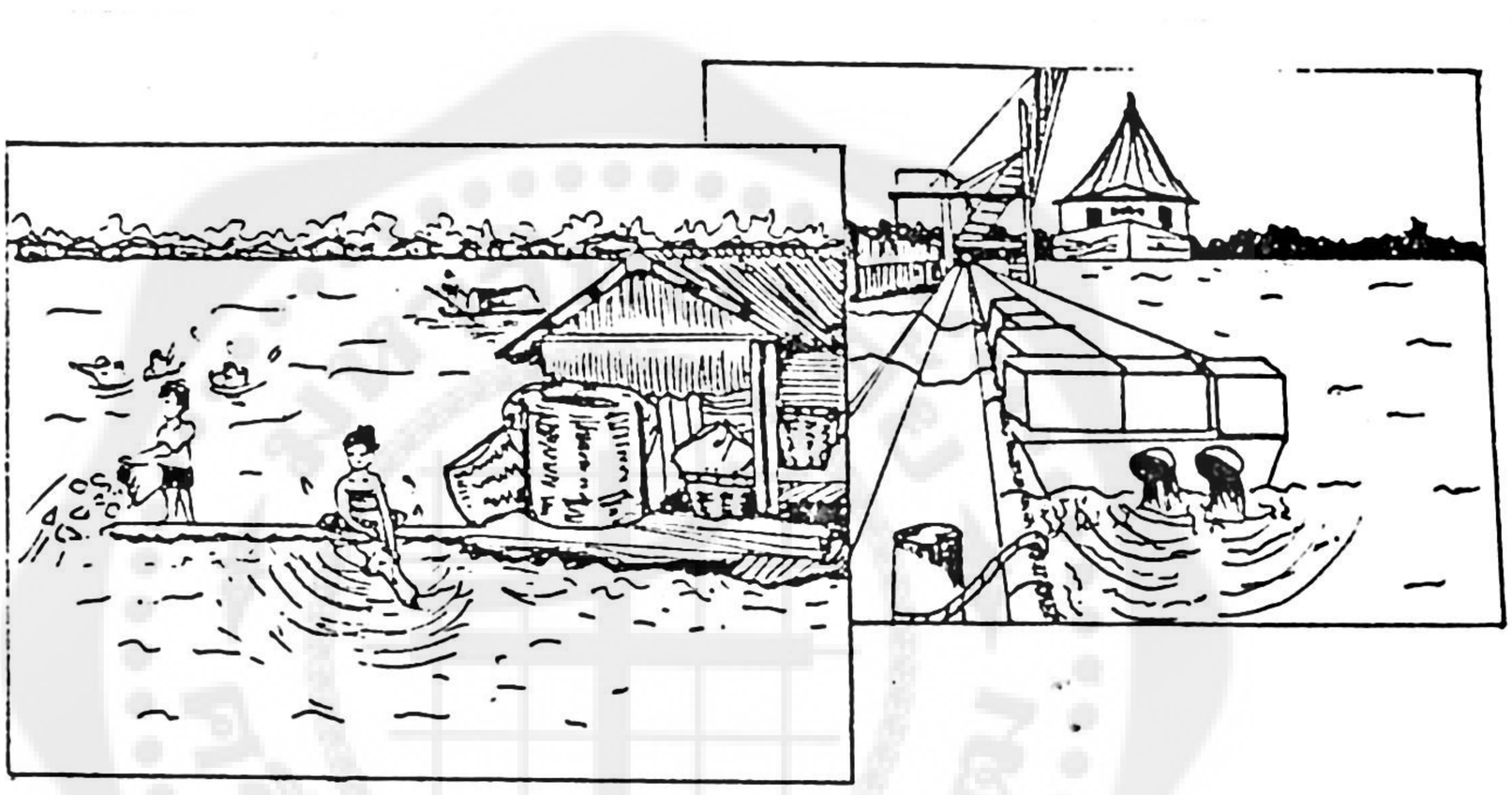
ก. สิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน

ข. ผู้อาศัยอยู่บนเรือ

ค. ของเสียจากโรงงาน

ง. ซากพืชและสัตว์จากการเกษตร

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า มูลเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดน้ำเสียตามแม่น้ำลำคลองเกิดขึ้นจากการที่ประชาชนอาศัยอยู่ตามพื้นที่ดังกล่าวทิ้งขยะ และระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ ทั้งนี้ เพราะเมืองใหญ่ ๆ ของประเทศไทยหลายเมืองตั้งอยู่บนฝั่งของแม่น้ำสายสำคัญต่าง ๆ เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำแม่กลอง เป็นต้น โดยเฉพาะแม่น้ำท่าจีนเคยปรากฏว่าปลาตายเป็นจำนวนมาก เนื่องจากน้ำเสียของโรงงานที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ



แม่น้ำสายใดที่เริ่มประสบกับมลพิษทางน้ำโดยมีสาเหตุเช่นเดียวกับแม่น้ำเจ้าพระยา?

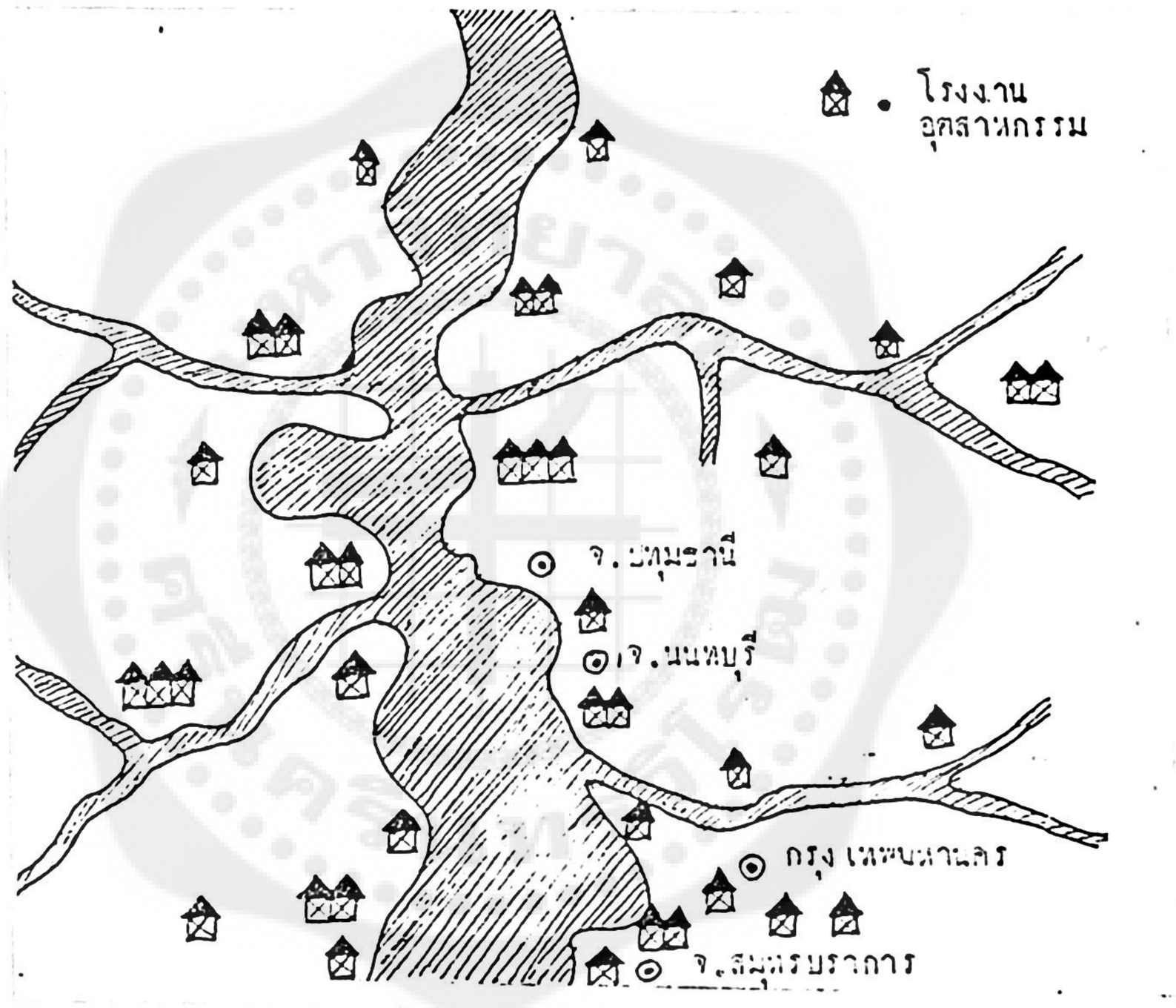
ก. แม่น้ำมูล

ข. แม่น้ำตาปี

ค. แม่น้ำท่าจีน

ง. แม่น้ำปิง

น้ำเสีย น้ำทิ้ง จากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และโรงพยาบาลที่สร้างขึ้นบนริมฝั่งแม่น้ำสายสำคัญ ๆ ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้แม่น้ำเน่าเสีย โดยเฉพาะแม่น้ำเจ้าพระยามีโรงงานตั้งอยู่มากกว่า 60 โรงงาน ดังนั้น การแบกรับภาระเนื่องจากขยะและสิ่งโสโครกอันมากมายของแม่น้ำสายนี้ ทำให้คุณภาพของน้ำเสื่อมลง ซึ่งบริเวณวิกฤตจากน้ำเสียของแม่น้ำเจ้าพระยาอยู่ที่บริเวณกรุงเทพมหานครนี่เอง



ปัญหาของแม่น้ำเจ้าพระยาที่ประสบอยู่ขณะนี้คือข้อใด?

ก. น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

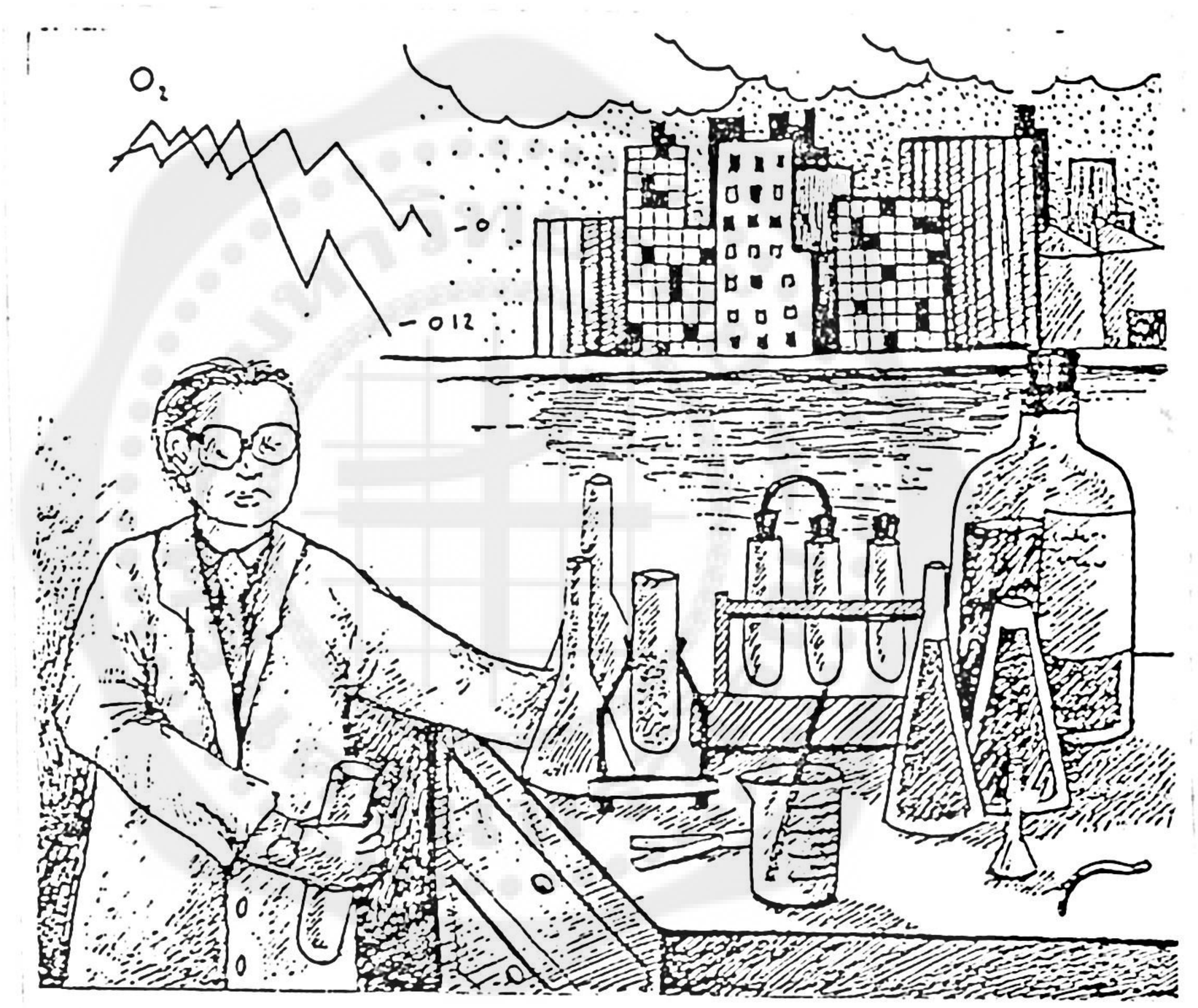
ข. การทิ้งขยะของผู้คนที่อยู่บริเวณริมแม่น้ำ

ค. คุณภาพของน้ำเสื่อมลงจนถึงขั้นวิกฤตเป็นบางแห่ง

ง. เป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมมากกว่า 60 โรงงาน

การที่ไม่เข้มงวดดูแลเรื่องการขจัดน้ำเสียอย่างจริงจัง และการทิ้งขยะโดยการขาดความรับผิดชอบของประชาชน ยิ่งทำให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาและคลองต่าง ๆ ที่เป็นสาขาเสื่อมคุณภาพลงเรื่อย ๆ

จากผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่าปริมาณของออกซิเจนต่ำลง ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดมลพิษทางน้ำมาหลายปีแล้ว



ข้อใดบ่งบอกถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของน้ำ?

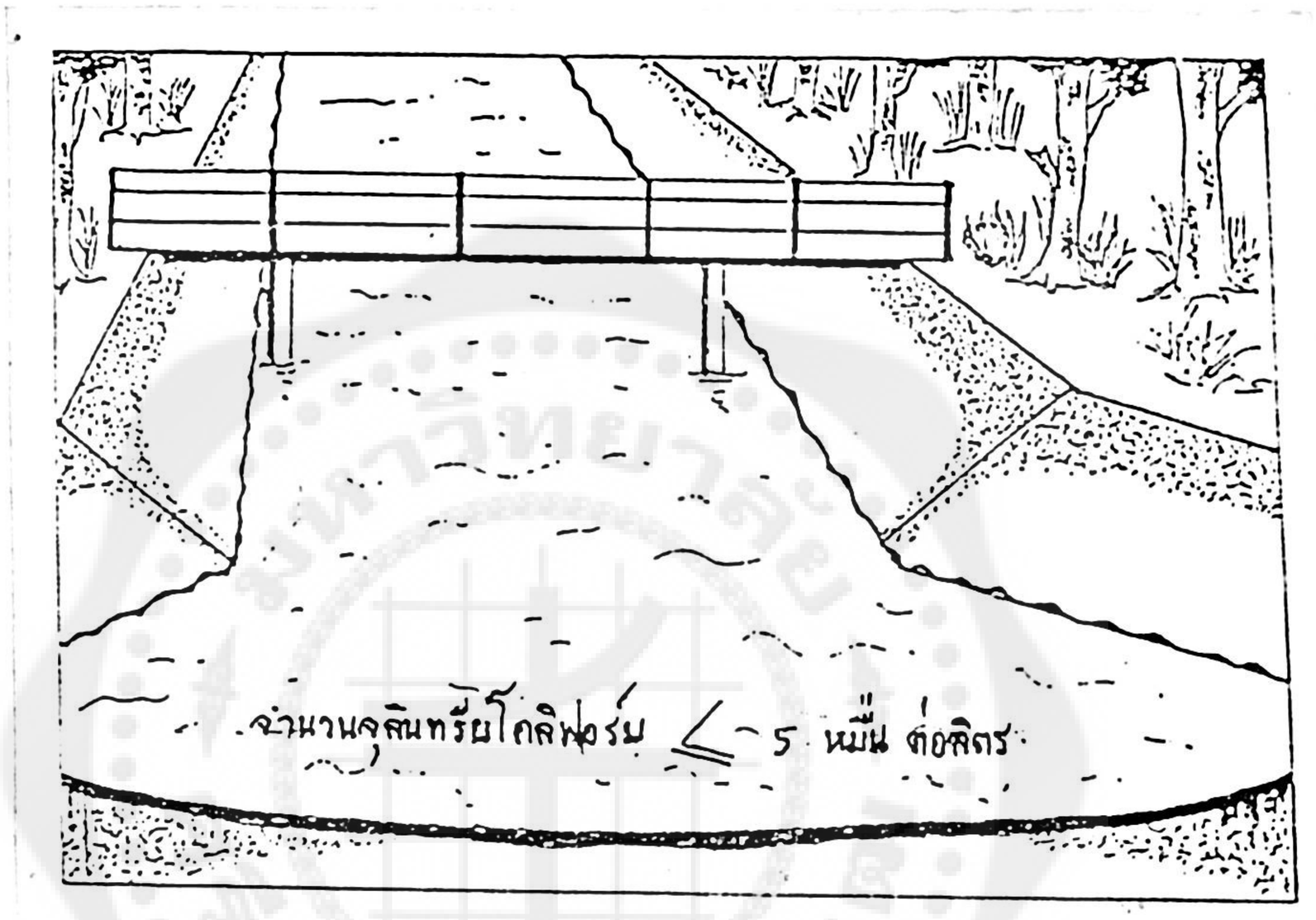
ก. พืช และสาหร่ายในน้ำ

ข. ตะกอนตกค้างต่าง ๆ ในน้ำ

ค. ปริมาณของออกซิเจนในน้ำลดต่ำลง

ง. ขยะและสิ่งปฏิกูลจากโรงงานต่าง ๆ

องค์การอนามัยโลกได้กำหนดมาตรฐานแหล่งน้ำที่จะนำมาใช้ทำน้ำประปาว่าจะต้องมีจำนวนจุลินทรีย์โคลิฟอร์มไม่เกิน 5 หมื่นต่อลิตร แต่ปรากฏว่าแหล่งน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาที่จะใช้ทำน้ำประปามีจำนวนโคลิฟอร์มถึง 5 แสนต่อลิตร



น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยามีจำนวนจุลินทรีย์โคลิฟอร์มเกินกว่ามาตรฐานที่จะนำมาใช้ทำน้ำประปาตามที่องค์การอนามัยโลกกำหนดประมาณเท่าใด?

ก. เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด 5 เท่า

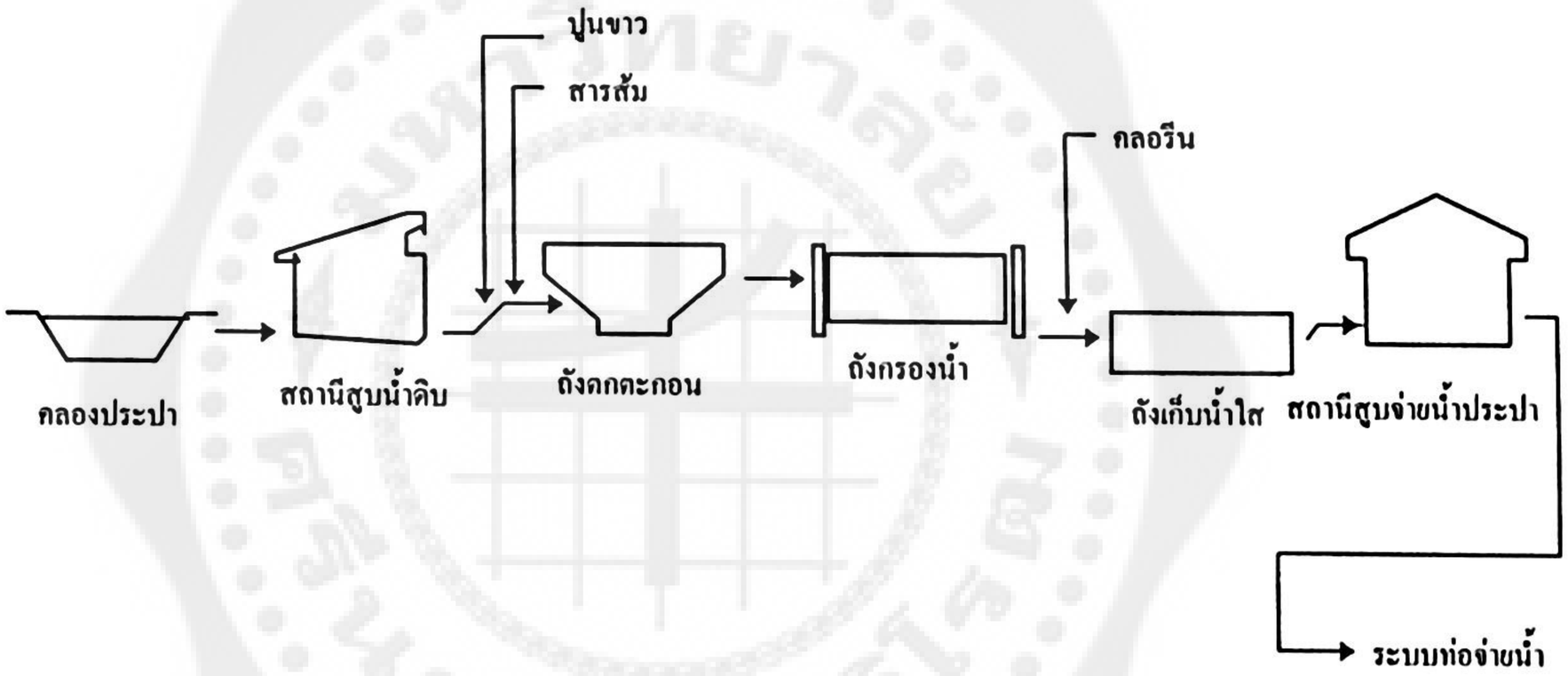
ข. เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด 10 เท่า

ค. เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด 15 เท่า

ง. เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด 20 เท่า

การปรับคุณภาพน้ำเพื่อทำน้ำประปาของประเทศไทย จำเป็นต้องเพิ่มสารในการปรับคุณภาพ และฆ่าเชื้อโรคมากขึ้น สิ้นเปลืองปีละนับร้อย ๆ ล้านบาท คลอรีนที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้น้ำมีกลิ่นฉุนจนรู้สึกได้ และยังมีผลก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้อีก

กรรมวิธีการผลิตน้ำประปา



ผลข้างเคียงจากการใช้คลอรีนจำนวนมากเพื่อปรับคุณภาพของน้ำ ทำให้เกิดผลอย่างไร?

ก. น้ำมีกลิ่นฉุนจนรู้สึก

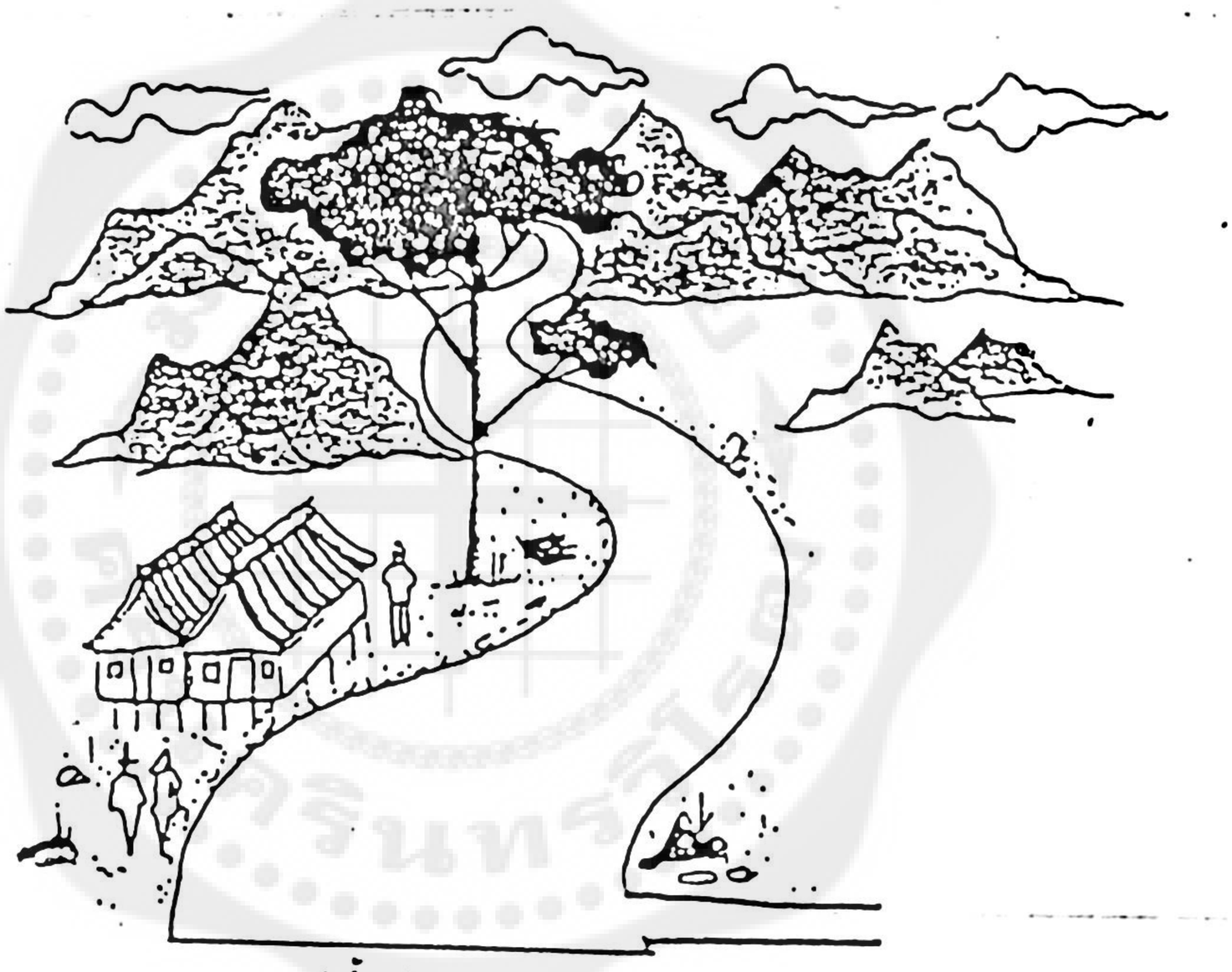
ข. ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง

ค. งบประมาณเพิ่มขึ้น

ง. ถูกทุกข้อ

การจัดหาน้ำสะอาดสำหรับเมืองใช้ระบบที่เรียกว่า "การประปา" มีขั้นตอนการปรับคุณภาพของน้ำที่สำคัญหลายประการได้แก่

การปรับคุณภาพน้ำโดยให้สัมผัสกับอากาศและแสงแดดในคลองส่งน้ำ โดยเฉพาะน้ำประปาที่ใช้ในกรุงเทพมหานคร สูบมาจากแม่น้ำเจ้าพระยา ที่ตำบลสำแล อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี อันเป็นจุดที่น้ำเค็มขึ้นไปไม่ถึง และเพื่อหลีกเลี่ยงสิ่งสกปรกจากชุมชนเข้ามาตามคลองประปาที่มีความยาวถึง 31 กิโลเมตร กว่าจะถึงโรงผลิตน้ำสามเสนที่อยู่ท้ายสุด



แม่น้ำเจ้าพระยา
Chao Phaya River

การควบคุมคุณภาพของน้ำสำหรับทำน้ำประปา โดยการส่งน้ำผ่านคลองประปาที่ยาวถึง 31 กิโลเมตร ก็เพื่อเหตุผลข้อใด?

ก. รักษาน้ำจากขยะที่ทิ้งทับถมในแม่น้ำ

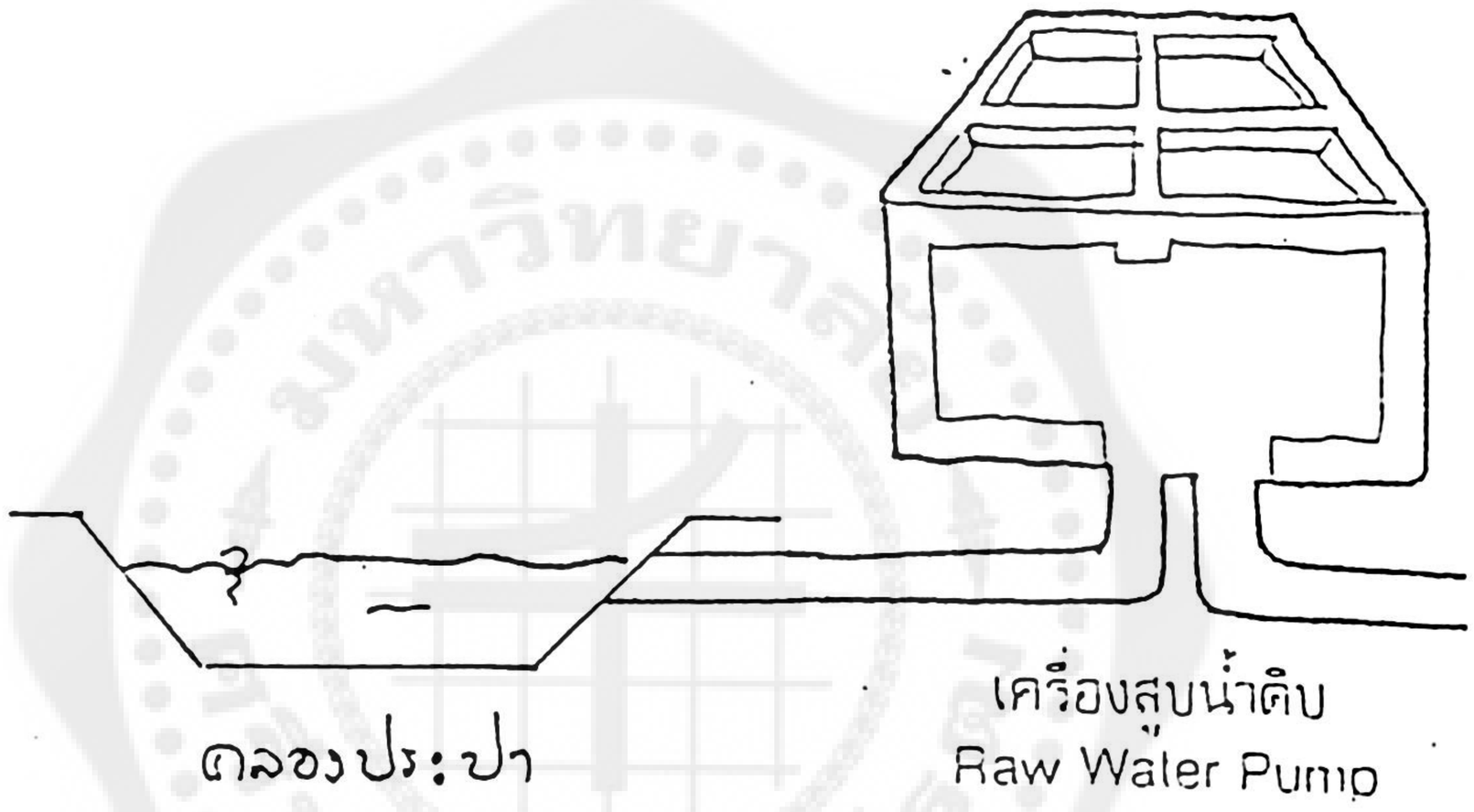
ข. รักษาน้ำให้อยู่ในระดับที่ดีที่สุด

ค. รักษาคุณภาพของน้ำไว้เพื่อการใช้แต่ละชนิด

ง. เพื่อหลีกเลี่ยงน้ำเค็มและสิ่งสกปรกจากชุมชน

น้ำประปาผลิตขึ้นโดยใช้สารเคมีและวิธีกรอง มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ ขณะที่น้ำดิบไหลมาตามคลองประปา น้ำดิบจะสัมผัสอากาศและแสงแดดทำให้เชื้อโรคและความขุ่นลดลงได้บางส่วน มีผลให้คุณภาพของน้ำดิบดีขึ้น ส่วนพวกวัสดุต่าง ๆ ที่ลอยมากับน้ำจะถูกกำจัดโดยแพไม้ไผ่กั้นไว้เป็นระยะ



การที่น้ำดิบสัมผัสกับแสงแดดและอากาศให้ปรโยชน์ในเรื่องใด?

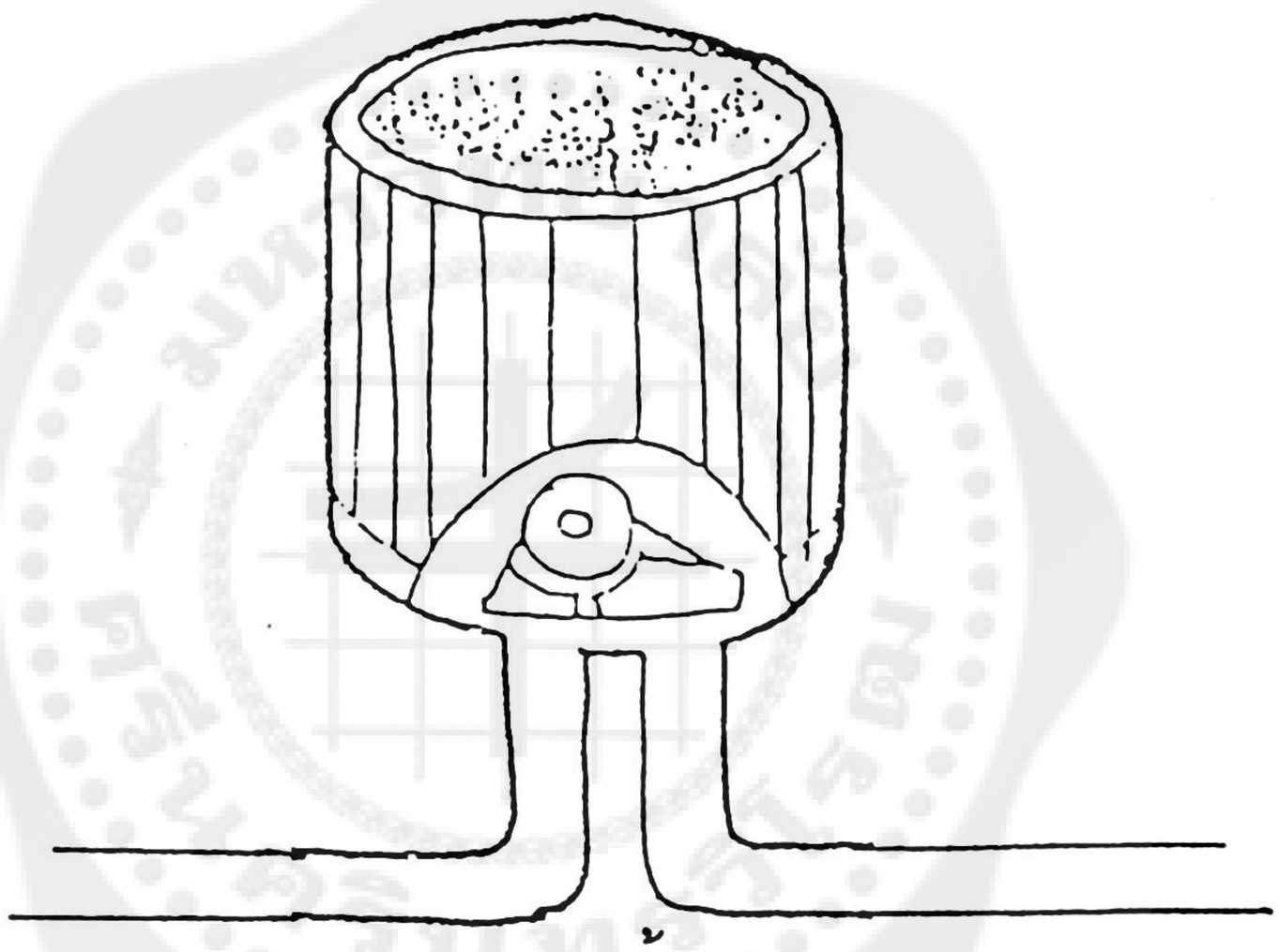
ก. น้ำสะอาดจนสามารถใช้ดื่มกินได้

ข. เชื้อโรคและความขุ่นในน้ำลดจำนวนลง

ค. คุณภาพน้ำดิบดีขึ้นจนได้มาตรฐาน

ง. กำจัดวัสดุที่ลอยน้ำออกไปได้หมดสิ้น

การเติมสารเคมี ก่อนน้ำดิบจากคลองประปาจะไหลเข้าถังตกตะกอนจะมีการใส่สารเคมีลงไป ได้แก่สารส้ม ปูนขาว สารช่วยตกตะกอน และคลอรีน ในอัตราส่วนที่พอเหมาะพอดี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำดิบในแต่ละฤดู โดยเฉลี่ยแล้วใส่สารส้มประมาณ 20 - 60 กรัมต่อน้ำดิบ 1 ลูกบาศก์เมตร เพื่อเพิ่มความเป็นด่าง ทำให้ประสิทธิภาพของการตกตะกอนดีขึ้น



สารส้ม

การใส่สารส้มลงในน้ำดิบ ช่วยเพิ่มความเป็นด่างของน้ำก่อให้เกิดผลดีอย่างไร?

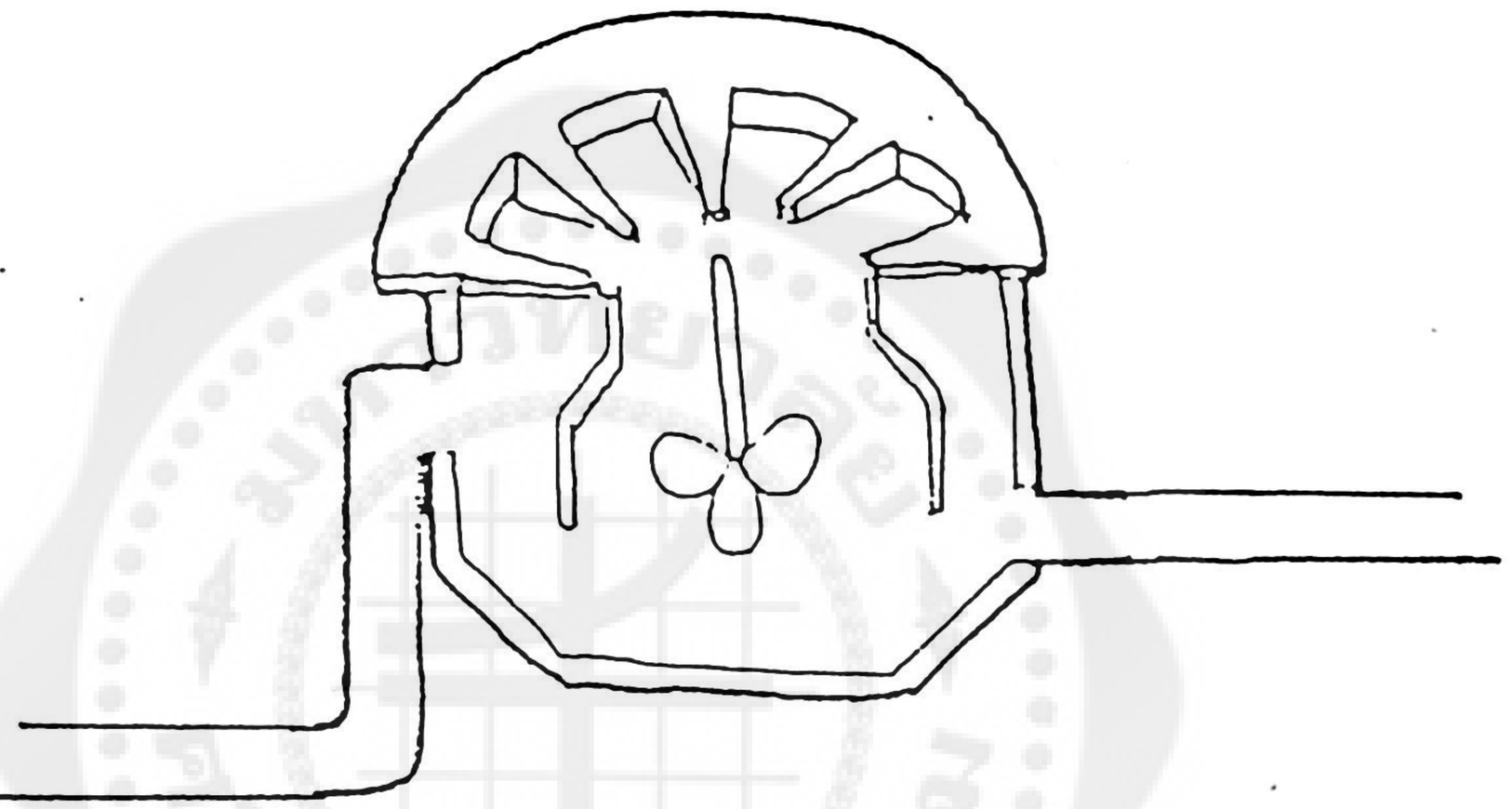
ก. ทำให้น้ำสะอาดขึ้น

ข. ทำให้รสชาติดีขึ้น

ค. มีการตกตะกอนดีขึ้น

ง. ทำน้ำประปาได้ง่ายขึ้น

การตกตะกอน เมื่อใส่สารเคมีแล้ว น้ำดิบจะไหลเข้ามายังถังตกตะกอน ต่อจากนั้นสารเคมีจะถูกกวนให้ได้สัมผัสและทำปฏิกิริยากับตะกอนหรือความขุ่นที่อยู่ในน้ำจับเป็นก้อนเล็ก ๆ แล้วค่อย ๆ มีขนาดโตขึ้นตกลงสู่ก้นถัง เหลือแต่น้ำใสไหลไปยังถังกรองน้ำ สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอน จะใช้เวลาประมาณ 2 - 4 ชั่วโมง



ถังตกตะกอน
Clarifier

เมื่อใส่สารเคมีลงในน้ำดิบเพื่อการตกตะกอนนั้น ระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอนจะใช้เวลาประมาณเท่าใด?

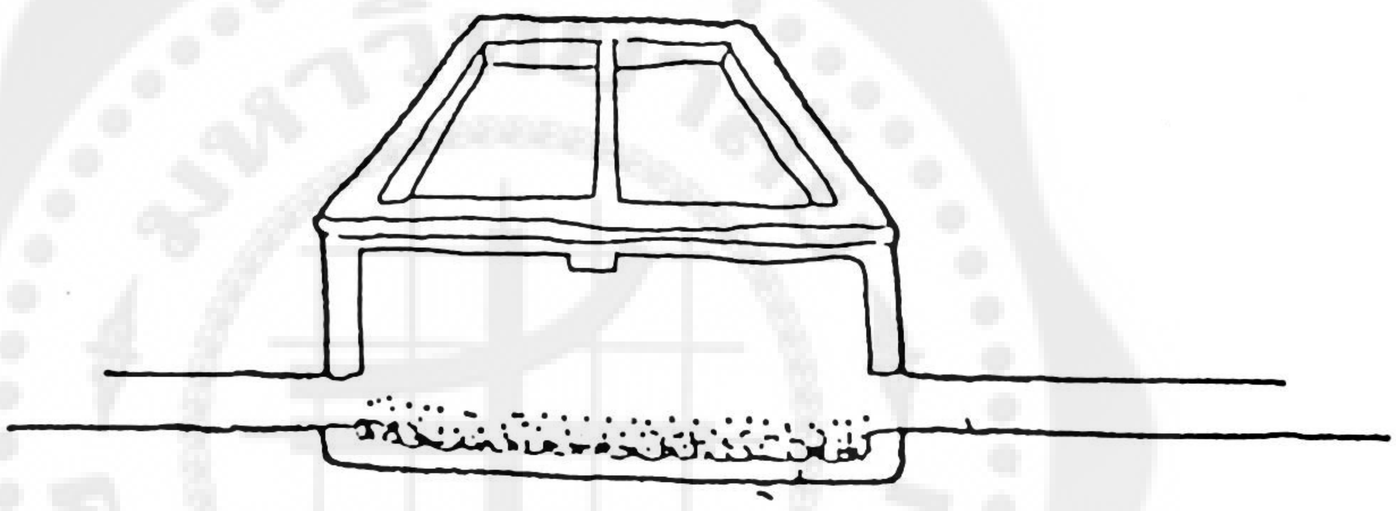
ก. 1 - 3 ชั่วโมง

ข. 2 - 4 ชั่วโมง

ค. 3 - 5 ชั่วโมง

ง. 4 - 6 ชั่วโมง

การกรอง น้ำที่ผ่านการตกตะกอนแล้วจะไหลมายังถังกรองน้ำเพื่อกรองเอาตะกอนที่ละเอียดออกอีกครั้งหนึ่ง น้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะใสมาก ถังกรองที่ใช้เป็นแบบชนิดกรองเร็ว เมื่อใช้งานได้ประมาณ 24 ชั่วโมงจะต้องมีการล้าง โดยการพ่นลมและน้ำขึ้นมาจากใต้บ่อกรองเพื่อให้ทรายขยายตัว และให้ตะกอนที่อยู่ติดหน้าผิวทรายไหลตามน้ำออกไป ใช้เวลาในการล้างประมาณ 15 นาทีต่อ 1 บ่อ



บ่อกรองทราย
Sand filer

น้ำที่ผ่านการตกตะกอนแล้วถูกนำไปยังถังกรองเพื่อทำสิ่งใด?

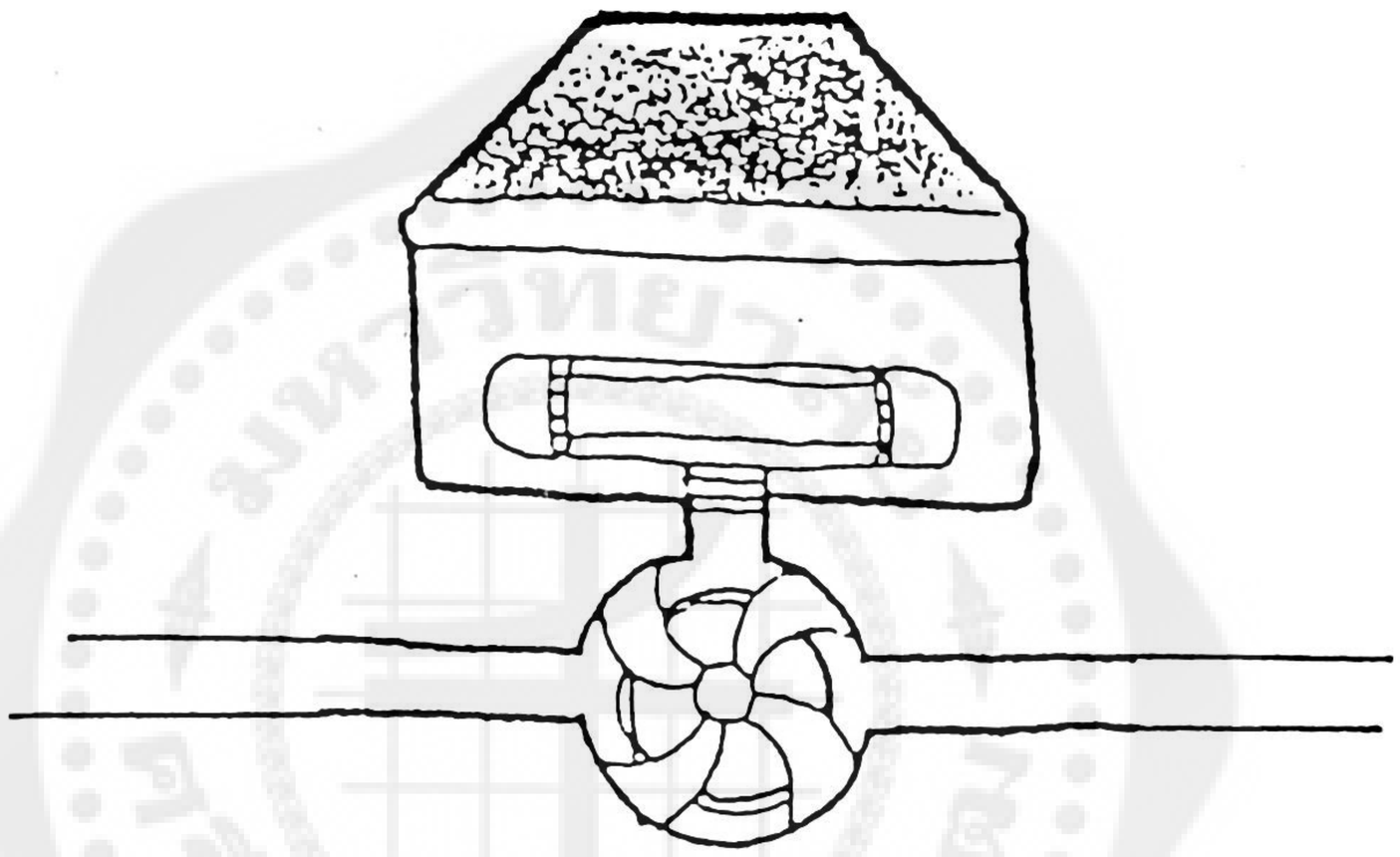
ก. กรองตะกอนที่ละเอียดออก

ข. กรองเชื้อโรคและจุลินทรีย์

ค. กรองเอาทรายที่อยู่บนผิวออก

ง. กรองเอาสิ่งที่เป็นพิษออก

การฆ่าเชื้อโรค น้ำที่ได้อาจยังมีแบคทีเรียหลงเหลืออยู่ จึงต้องมีการฆ่าเชื้อโรค เพื่อให้ปลอดภัยสามารถบริโภคได้ โดยโรงกรองจะใช้สารคลอรีนเป็นสารฆ่าเชื้อโรค เนื่องจากควบคุมง่าย ค่าใช้จ่ายถูก และสามารถฆ่าเชื้อโรคได้เกือบทุกชนิด สามารถทำลายสารอินทรีย์ กลิ่น สี ได้ด้วย และที่สำคัญจะมีคลอรีนเหลือติดไปกับน้ำเพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อาจปะปนเข้ามาในภายหลังได้



เครื่องจ่ายคลอรีน
Chlorinator

เราใช้สารใดสำหรับฆ่าเชื้อโรคในน้ำใสที่ผ่านการกรองมาแล้ว?

ก. กรด

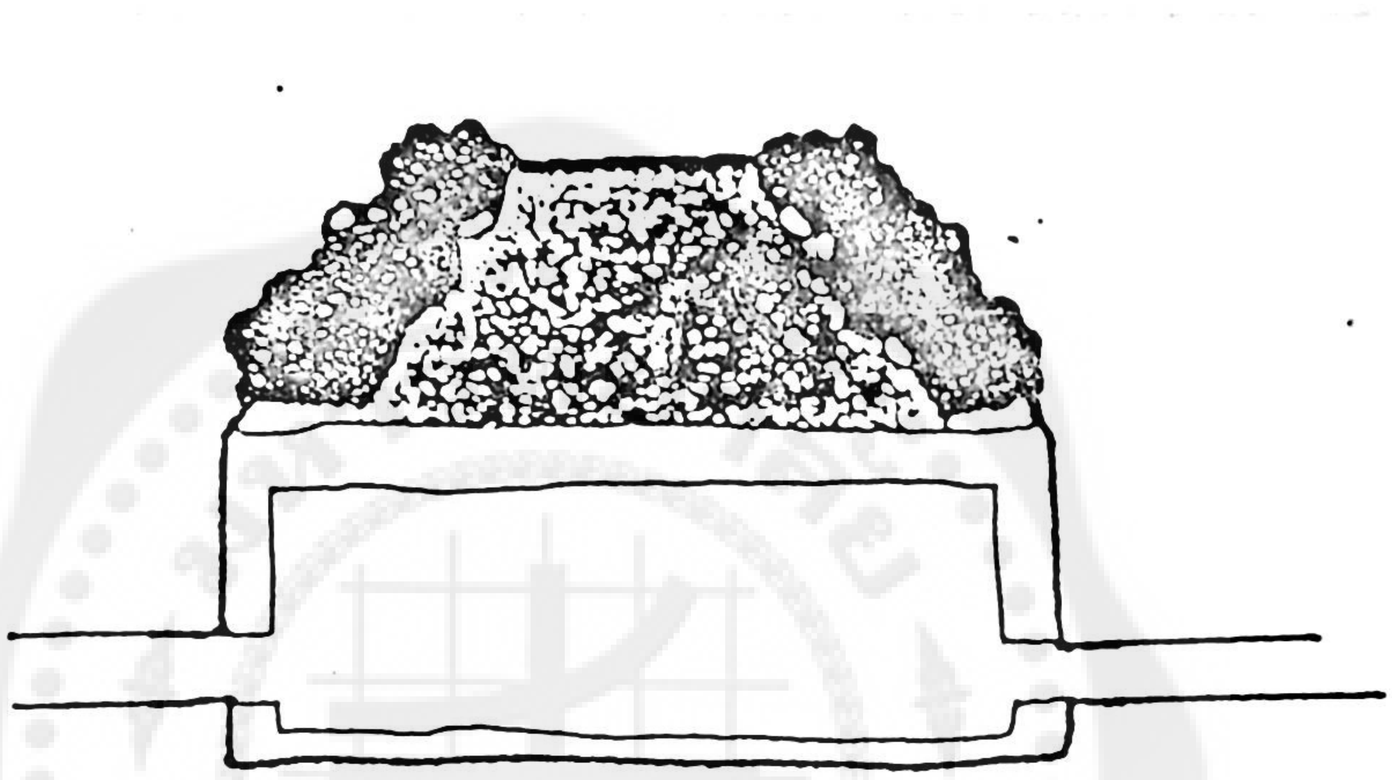
ข. ด่าง

ค. คลอรีน

ง. อินทรีย์

การปรับปรุงคุณภาพน้ำประปา หลังการฆ่าเชื้อโรคแล้วจะมีการเติมปูนขาวหรือโซดาไฟลงไปอีกเล็กน้อย เพื่อปรับสภาวะความเป็น กรด - ด่าง ให้มีฤทธิ์เป็นด่างเล็กน้อยเพื่อป้องกันการกัดกร่อนเส้นท่อ

การสูบจ่ายน้ำประปา น้ำประปาที่ผลิตได้จะถูกสูบจ่ายเข้าอุโมงค์ส่งน้ำ หรือเข้าเส้นท่อประธาน เส้นท่อจ่ายน้ำ จ่ายไปยังชุมชนต่าง ๆ



ถังเก็บน้ำบริสุทธิ์
Reservoir

การปรับสภาวะให้น้ำประปามีฤทธิ์เป็นด่างเล็กน้อย เพื่อประโยชน์อะไร?

ก. ทำให้น้ำน่าบริโภค

ข. เพื่อป้องกันการกัดกร่อนเส้นท่อ

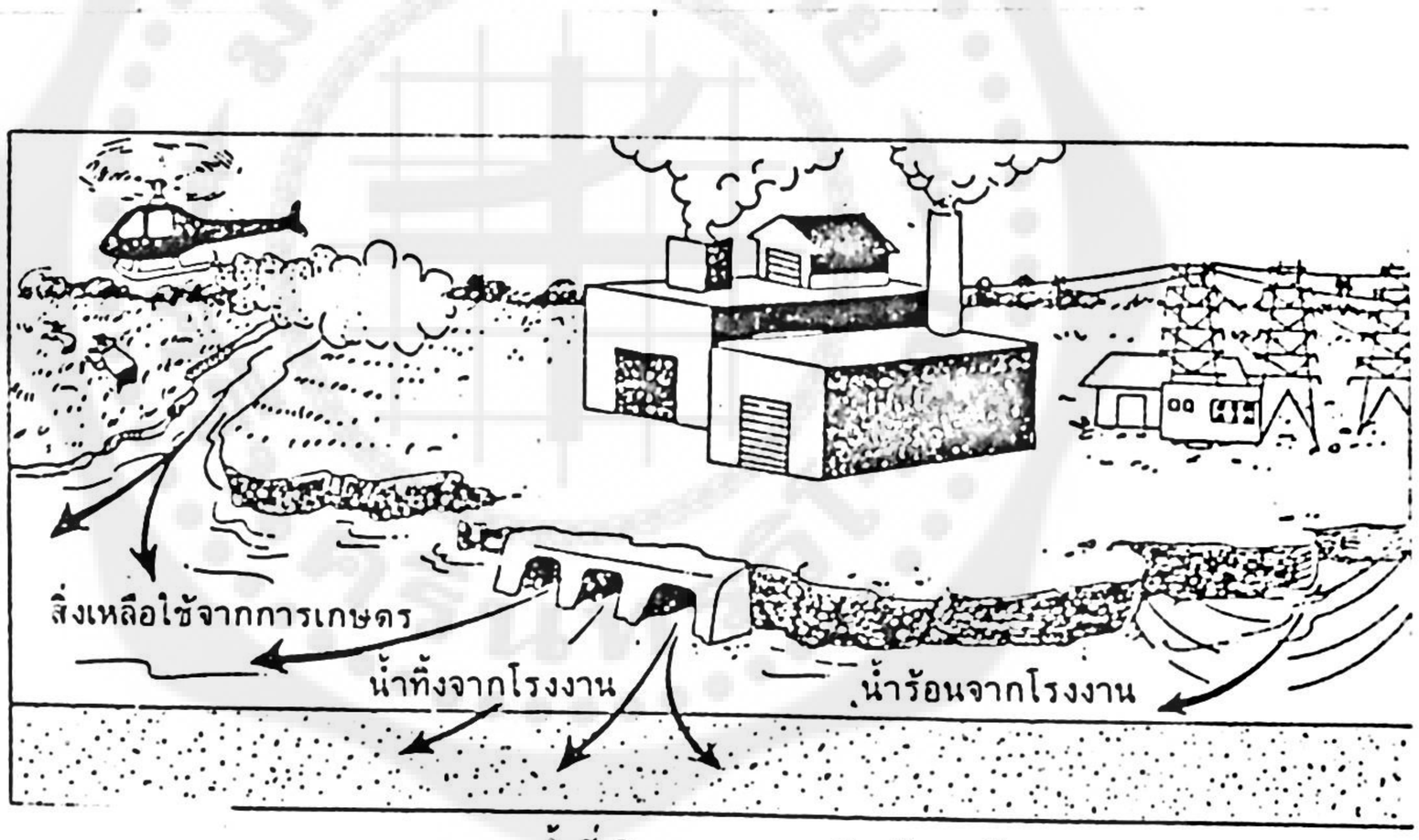
ค. เพื่อป้องกันเชื้อโรคและจุลินทรีย์ในน้ำ

ง. เพื่อป้องกันสนิมเหล็กที่เกิดจากท่อส่งน้ำ

ปริมาณน้ำเสียเพิ่มขึ้นตามความเติบโตของชุมชน,การพัฒนาด้านอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม จนเกินกว่าที่ธรรมชาติจะทำความสะอาดให้ได้เหมือนเดิม สิ่งที่ก่อให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ทั้งมนุษย์ พืช และสัตว์

ปัญหาของมลพิษทางน้ำ มิใช่เป็นปัญหาของผู้หนึ่งผู้ใดหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งเพียงกลุ่มเดียว การลดมลพิษทางน้ำ และการปรับคุณภาพน้ำให้ปลอดภัยต่อการอุปโภคบริโภค จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจจากทุกฝ่ายช่วยกันทั้งภาครัฐและเอกชน โดยเฉพาะการเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้น้ำไปในทางที่ดี โดยมีมาตรการทางกฎหมายควบคุมอีกโสดหนึ่ง ซึ่งเท่ากับเป็นการช่วยปรับคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น เมื่อคุณภาพของน้ำดีขึ้นในระดับหนึ่งแล้ว การจัดหาน้ำสะอาดเพื่อการบริโภคในเขตเมืองที่เรียกว่า 'การประปา' จะใช้จ่ายในการปรับคุณภาพน้ำน้อยลง นับเป็นหนทางหนึ่งที่ช่วยลดภาระทางด้านงบประมาณอันมหาศาลของภาครัฐที่สูญเสียไปในกิจการนี้

ตอนที่ 4 การแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ



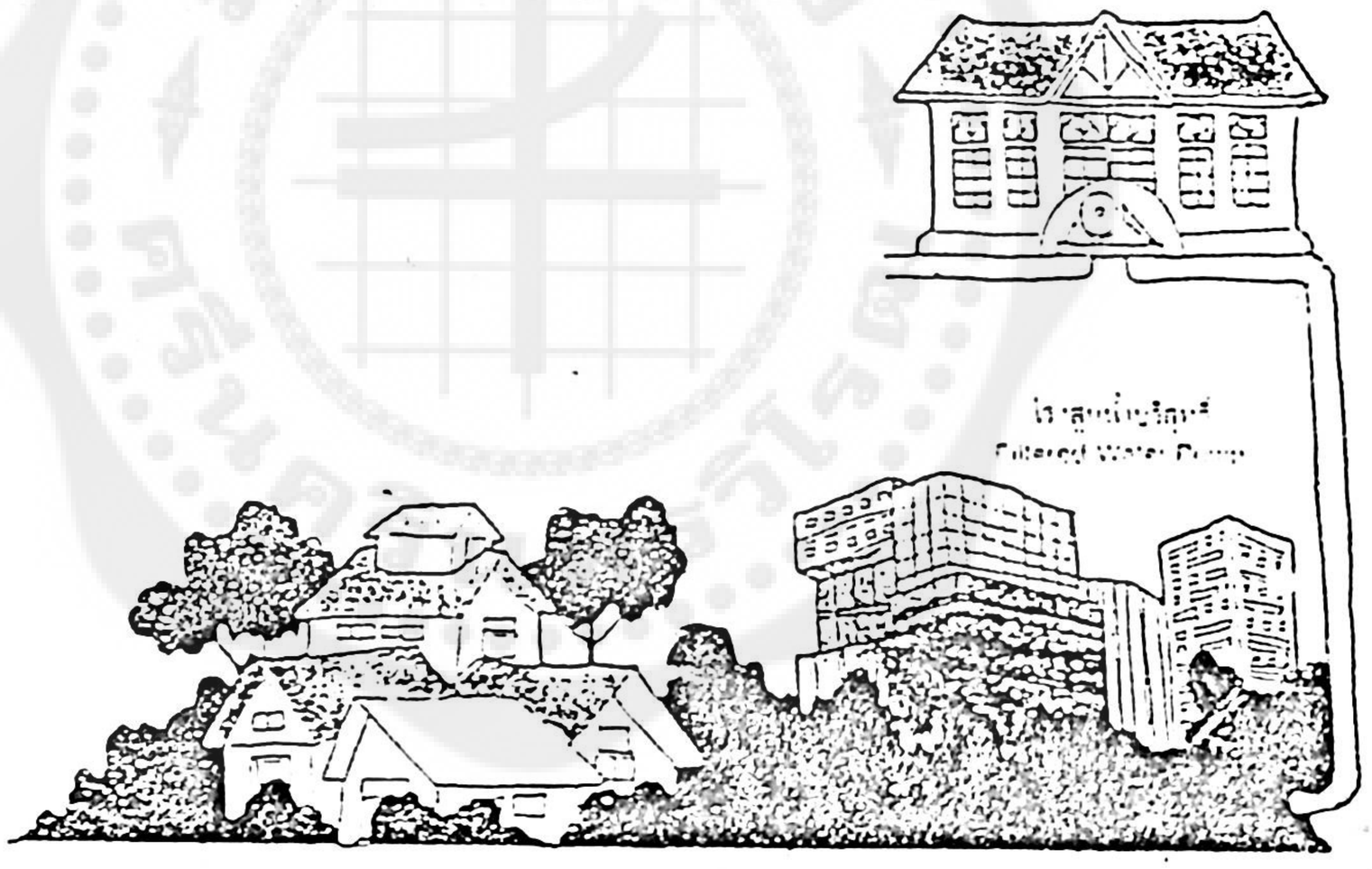
แสดงมลภาวะของน้ำที่เกิดจากความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

"มลพิษทางน้ำ" กำลังเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศไทย และเป็นปัญหาใหญ่ที่ต้องช่วยกันแก้ไขทั้งภาครัฐและเอกชน ด้วยการลดและป้องกันการสูญเสียน้ำสะอาด และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำให้ดีขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุการเกิดมลพิษทางน้ำแล้วจะพบว่า มูลเหตุสำคัญอยู่ที่ว่าปัจจุบันมีประชากรเพิ่มมากขึ้น และประชากรเหล่านั้นยังขาดความรู้ ความรับผิดชอบต่อพฤติกรรมการใช้น้ำ การขจัดของเสียและสิ่งโสโครกทั้งในระดับบุคคลและองค์กรต่าง ๆ สาเหตุนี้สามารถแยกได้ 2 ประเด็น คือ

ประเด็นแรก เกิดจากความมักง่ายในการขจัดขยะมูลฝอยและของเสียของประชากรที่ดำรงชีวิตอยู่ตามแหล่งน้ำเช่นแม่น้ำลำคลอง นับได้ว่าเป็นปัญหาระดับบุคคล

ประเด็นที่สอง เกิดจากองค์กรต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น โรงพยาบาล โรงงาน ตลอดจนผู้ประกอบการต่าง ๆ ที่มีสถานที่ตั้งตามแม่น้ำลำคลอง การควบคุมเกี่ยวกับการขจัดน้ำเสียในส่วนนี้ยังขาดความรัดกุมเท่าที่ควร



วิธีที่ช่วยลดปริมาณมลพิษทางน้ำประการหนึ่งคือข้อใด?

ก. การใช้น้ำอย่างประหยัด

ข. รัฐควรกำหนดเวลาใช้น้ำ

ค. การใช้น้ำให้ได้ประโยชน์มากที่สุด

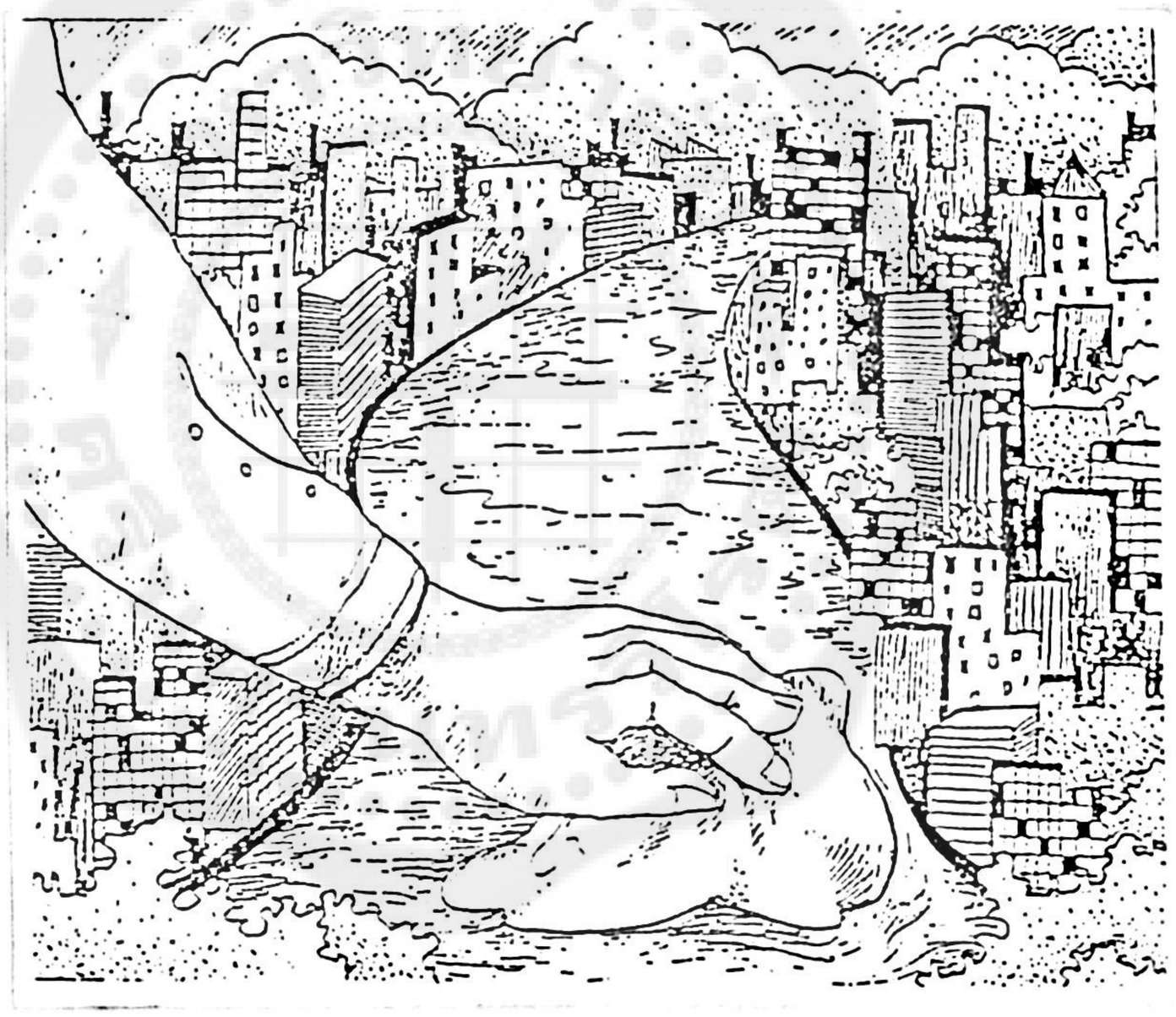
ง. การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้น้ำให้เหมาะสม

การแก้ไขมลพิษทางน้ำ สามารถกระทำได้ 2 วิธีคือ

ประการแรก ป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษทางน้ำ

ประการที่สอง แก้ไขเมื่อเกิดมลพิษทางน้ำขึ้นแล้ว

การป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษทางน้ำอยู่ตรงที่ว่าจะต้องบอกกล่าวให้ประชาชนรู้เข้าใจ และเกิดความตระหนักถึงผลเสียจากมลพิษทางน้ำ วิธีการที่ควรกระทำคือการให้ความรู้ที่ถูกต้อง โดยการสอดแทรกไปในระบบการศึกษาทั้งในระบบและนอกระบบ เพื่อเป็นการปลูกฝังจิตสำนึกของเยาวชนตั้งแต่ยังเด็ก นอกจากนี้จะต้องมีการประชาสัมพันธ์และรณรงค์ให้ความรู้แก่ประชาชนโดยหน่วยงานของรัฐและเอกชนอย่างต่อเนื่อง



เราจะปลูกฝังให้ประชาชนและเยาวชนตระหนักถึงมลพิษทางน้ำได้อย่างไร?

ก. บอกให้ประชาชนรู้และเข้าใจ

ข. สอดแทรกในการให้การศึกษา

ค. ให้ความรู้ที่ถูกต้องอย่างต่อเนื่อง

ง. ออกกฎหมายบังคับอย่างเข้มงวด

วิธีป้องกันไม่ให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำอีกประการหนึ่งคือ การใช้มาตรการทางกฎหมาย ดังเช่นภาครัฐได้ดูแลเกี่ยวกับการกำหนดผังเมือง โดยแบ่งเขตอุตสาหกรรมออกจากเขตที่อยู่อาศัยอย่างเด็ดขาด เพื่อสะดวกในการควบคุมระบบกำจัดมลพิษทางน้ำ ซึ่งขณะนี้เริ่มมีการจัดตั้งเป็นนิคมอุตสาหกรรม เช่นนิคมอุตสาหกรรมบางชัน เป็นต้น

ข้อใดเป็นการใช้มาตรการทางกฎหมาย

ก. ลงโทษผู้ฝ่าฝืน

ข. ให้รางวัลผู้ทำดี

ค. ให้คำแนะนำที่ถูกต้อง

ง. ให้ทุกคนมีความเสมอภาค

กระทรวงอุตสาหกรรมมีอำนาจเด็ดขาด ในการบังคับให้เจ้าของโรงงานอุตสาหกรรมลงทุนติดตั้งระบบกำจัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพก่อนอนุมัติให้ดำเนินการ โดยชี้แนะให้เห็นว่าการลงทุนด้านนี้มิใช่การลงทุนที่สูญเปล่า เพราะน้ำเสียที่ผ่านระบบกำจัดให้ดีแล้วย่อมสามารถนำมาหมุนเวียนใช้ไม่ได้



หน่วยงานใดมีหน้าที่ดูแลโรงงานไม่ให้ปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งสาธารณะ?

ก. มหาดไทย

ข. กลาโหม

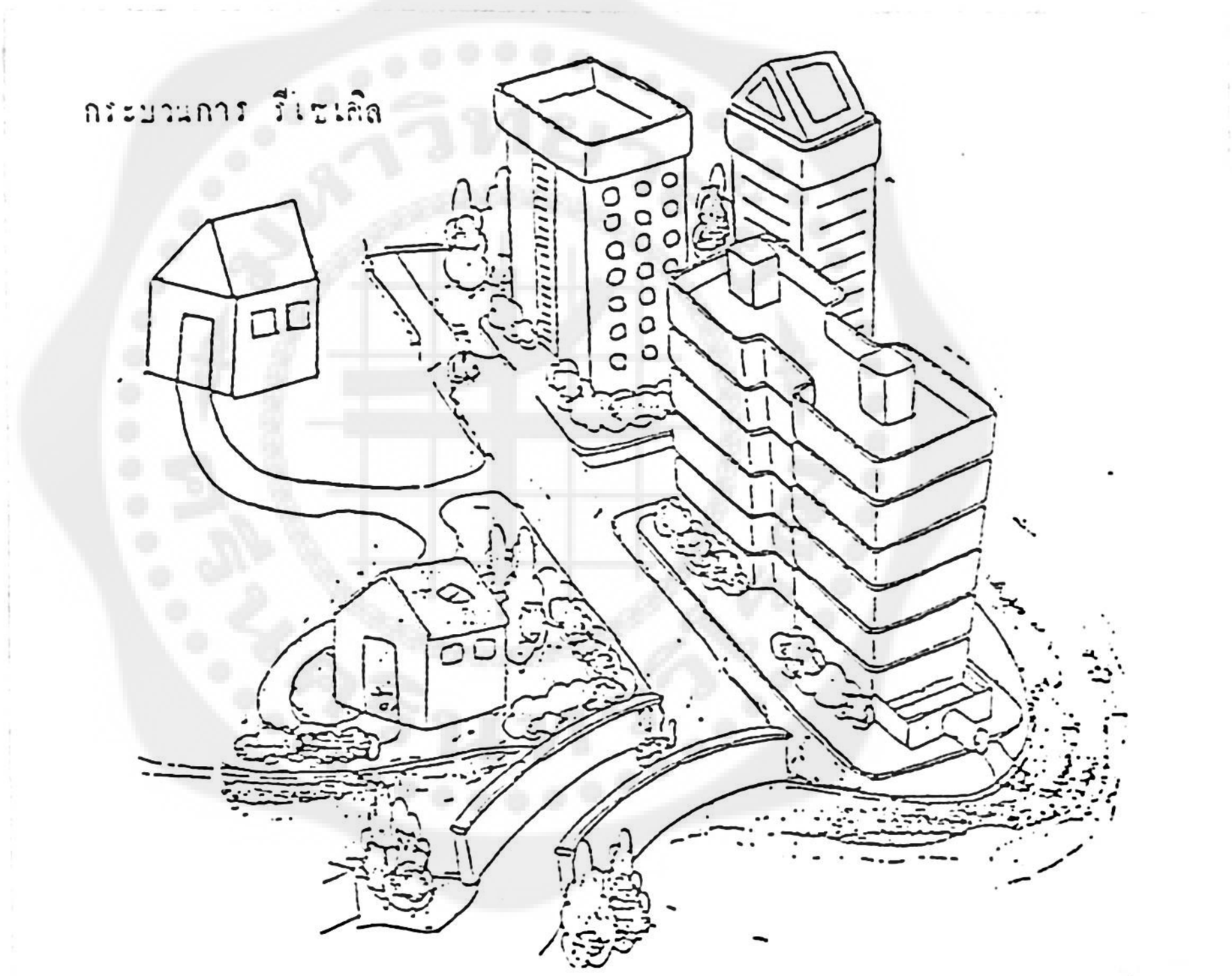
ค. อุตสาหกรรม

ง. กรุงเทพมหานคร

สำหรับการแก้ไขเมื่อเกิดมลพิษทางน้ำหรือน้ำเสียแล้วนั้น เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องหาทางดำเนินการโดยเร่งด่วน แนวทางในการแก้ปัญหาควรเป็นดังนี้ คือ

1. การแก้ไขด้วยวิธีธรรมชาติ
2. วิธีการใช้น้ำแบบรีไซเคิล ซึ่งจะต้องเป็นกระบวนการและใช้สารในการบำบัดน้ำเสียเข้าช่วย และนำน้ำที่บำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

การแก้ไขทั้งสองวิธีนี้ถือว่าเป็นการแก้ไขที่ปลายเหตุ



วิธีบำบัดน้ำเสียแบบรีไซเคิล คือข้อใด?

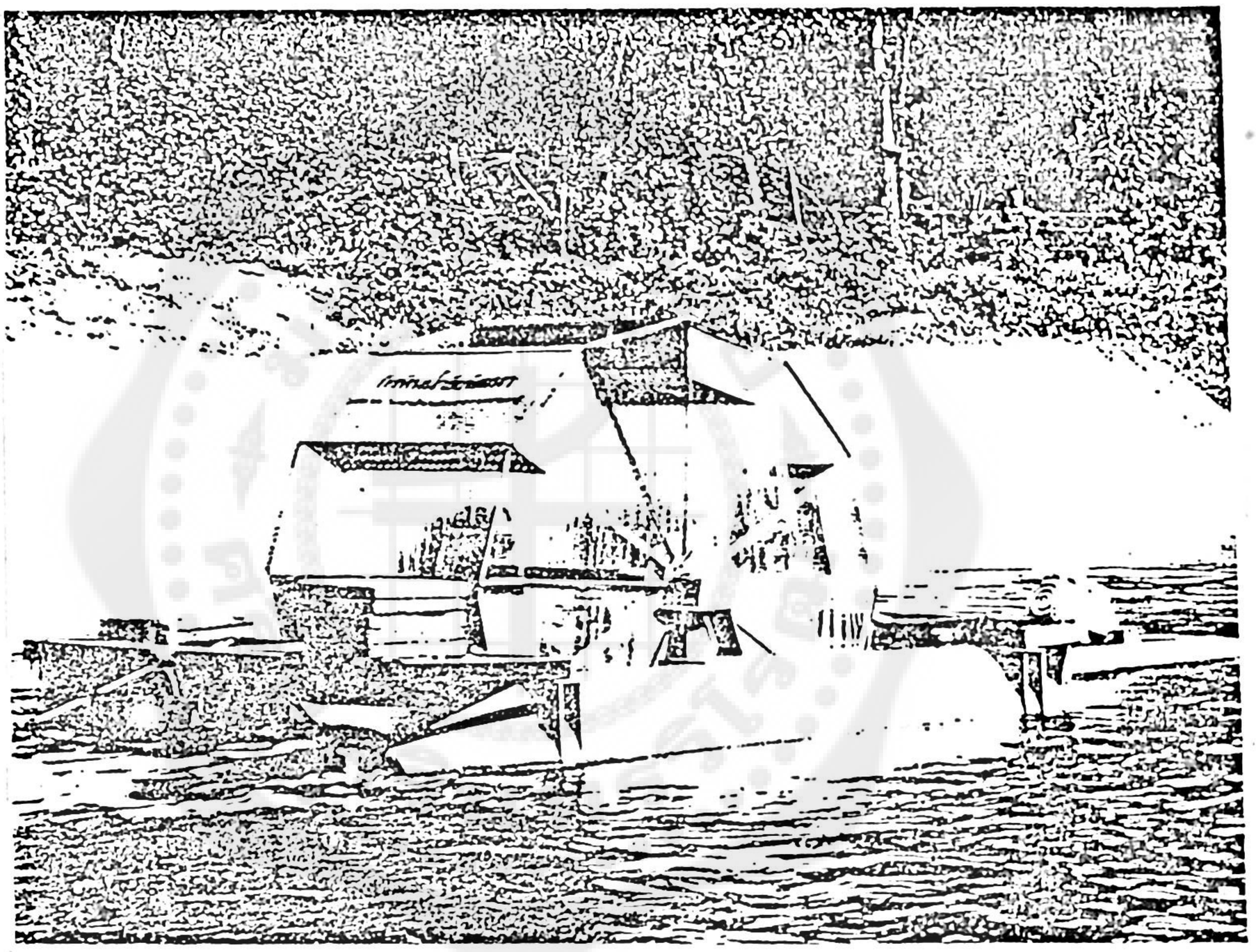
ก. นำน้ำที่บำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

ข. การรณรงค์ให้ความรู้ต่อประชาชน

ค. ใช้มาตรการทางกฎหมายบังคับ

ง. มีการตรวจสอบผู้ใช้น้ำอย่างจริงจัง

การแก้ไขมลพิษทางน้ำโดยวิธีธรรมชาติ เป็นวิธีที่เป็นผลเนื่องมาจากโครงการพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวองค์ปัจจุบัน ที่สำคัญมี 2 โครงการ ได้แก่โครงการ “ฝนหลวง” และการใช้เครื่องบำบัดที่เป็นระหัดวิดน้ำเพื่อช่วยเติมอากาศที่ผิวน้ำด้วยการขับเคลื่อนน้ำที่เรียกว่า “กังหังน้ำชัยพัฒนา”



การใช้เครื่องบำบัดที่เป็นระหัดวิดน้ำตามพระราชดำริเรียกว่า?

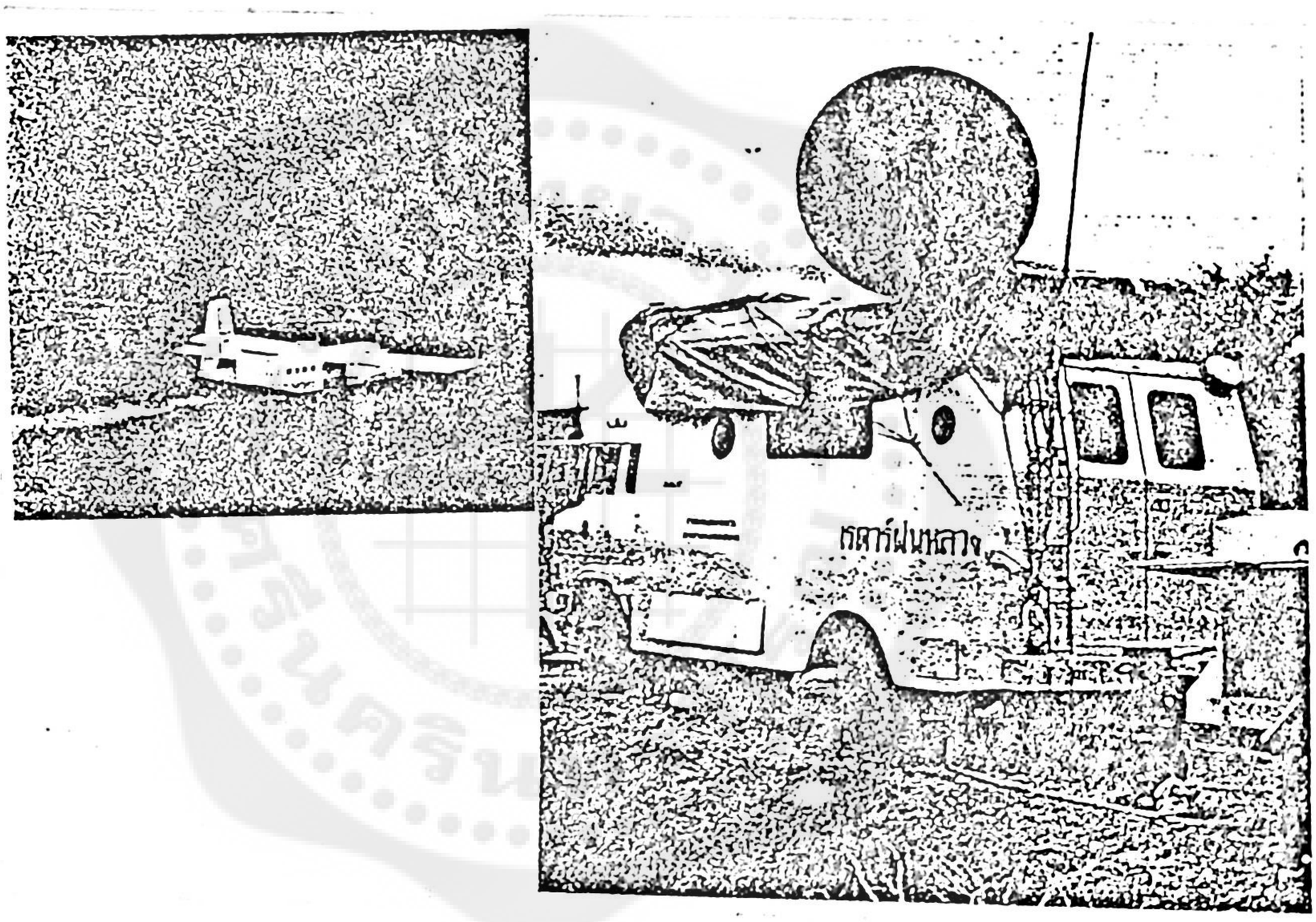
ก. กังหันน้ำชัยพัฒนา

ข. เครื่องสูบน้ำ

ค. ปั้มน้ำ

ง. หม้อกรองน้ำ

การใช้ “ฝนหลวง” บรรเทาภาวะสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษอันเกิดจากการระบายน้ำเสียทิ้งลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาและขยะมูลฝอยที่ผู้คนทิ้งลงในสายน้ำกันมากมายขึ้น ปริมาณน้ำจากฝนหลวงจะช่วยผลักดันออกสู่ท้องทะเล ทำให้ภาวะมลพิษจากน้ำเสียเจือจางลง ซึ่งสังเกตเห็นได้ชัดเจนมากจากขยะมูลฝอยและกระแสน้ำเสียต่างสีในบริเวณปากน้ำจนถึงเกาะล้านเมืองพัทยา



ประโยชน์ของ “ฝนหลวง” นอกจากทำให้ภาวะมลพิษจากน้ำเสียเจือจางลงแล้วยังให้ประโยชน์ด้านใดอีก?

ก. เพิ่มปริมาณน้ำบรรเทาความแห้งแล้ง

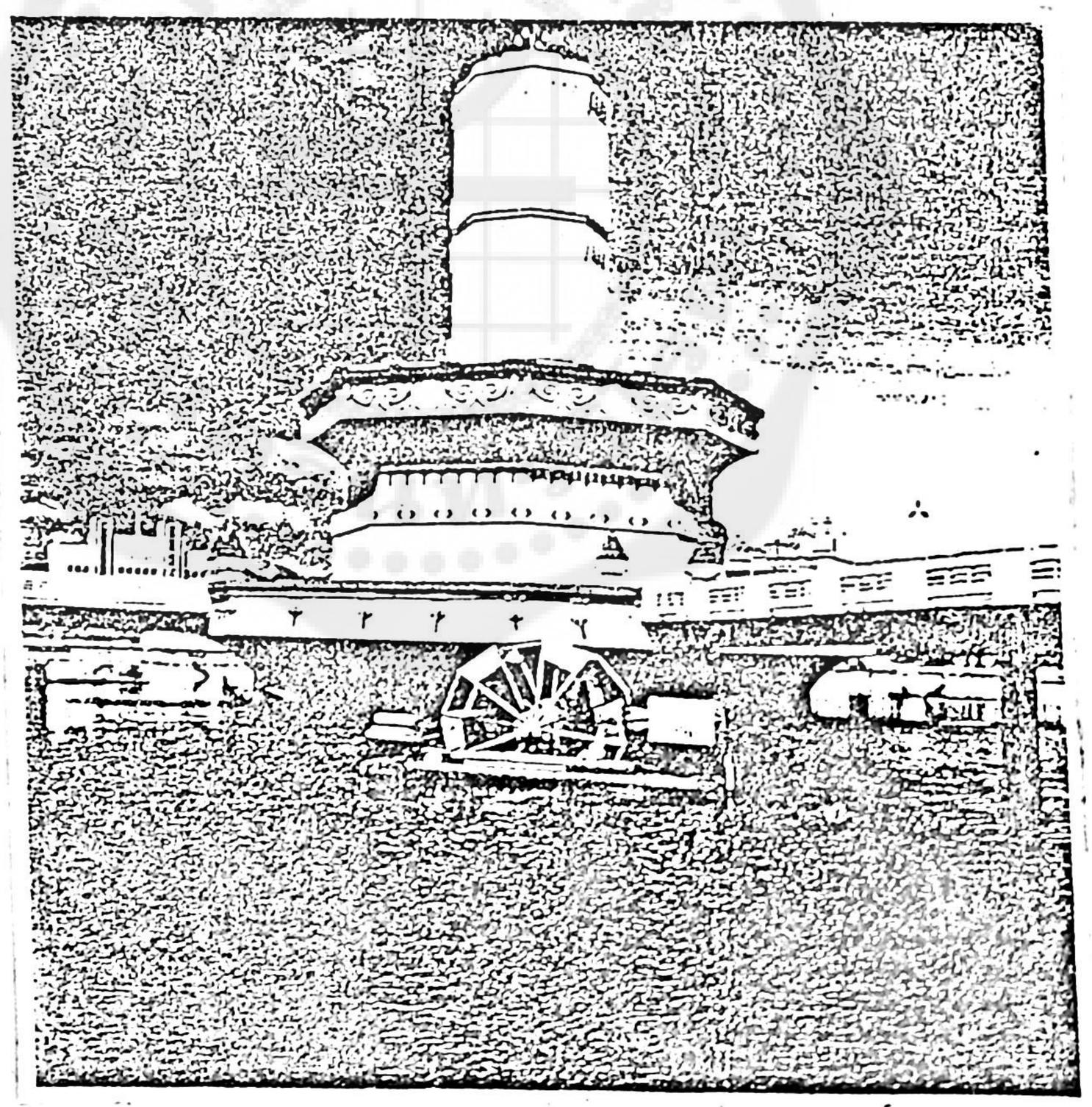
ข. ผลักดันน้ำทะเลมิให้หนุนเข้ามาทำความเสียหาย

ค. ช่วยให้การคมนาคมทางน้ำสะดวกขึ้น

ง. เพื่อช่วยในการผลิตกระแสไฟฟ้า

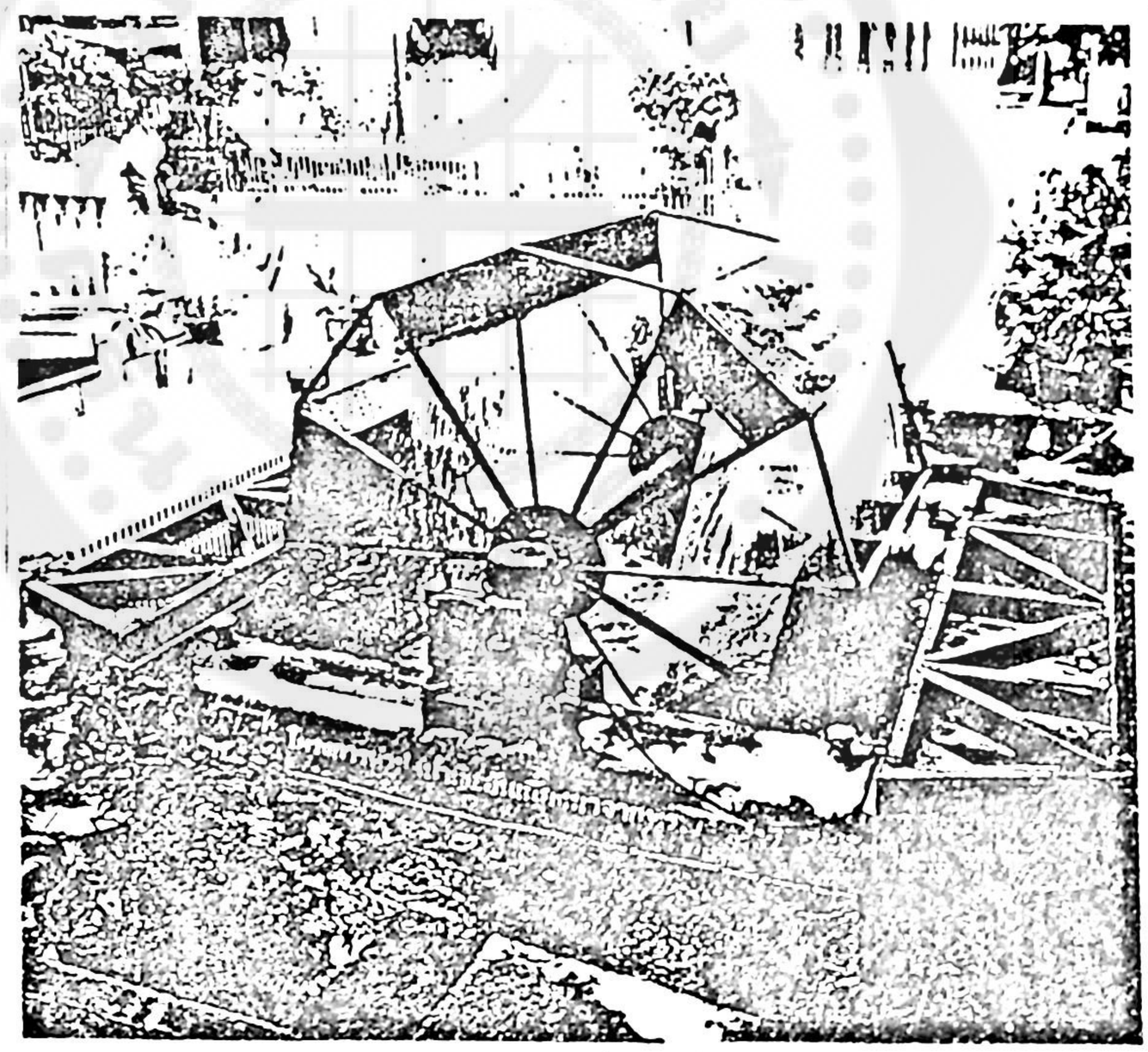
วิธีบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติโดยใช้กังหันน้ำชัยพัฒนา

ในระยะแรกพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้พระราชทานดำริเพื่อการปรับปรุงแก้ไขปัญหาน้ำเสียหลายวิธีการ อาทิเช่น การใช้ผักตบชวาช่วยกรองความสกปรกในน้ำเสีย การใช้น้ำดีขับไล่น้ำเสีย ซึ่งเป็นการบรรเทาได้ในระดับหนึ่ง แต่ระยะต่อมาปัญหาน้ำเน่าเสียได้ทวีความรุนแรงขึ้นเป็นอย่างมาก การใช้วิธีธรรมดาไม่อาจแก้ปัญหาน้ำเสียได้ทันท่วงทีที่ต้องการ "การประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศ" ที่เรียกว่าเครื่อง "กังหังน้ำชัยพัฒนา" จึงบังเกิดขึ้นโดยพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เพื่อผลิตขึ้นมาใช้ในประเทศไทย



เครื่องกังหันชัยพัฒนา นับเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สมบูรณ์ เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่มีทั้งกระบวนการเติมอากาศแบบผสมผสาน และการทำให้เกิดการไหลของน้ำเสียไหลตามทิศทางที่กำหนดโดยพร้อมกัน

คุณสมบัติที่ดีเลิศของกังหันน้ำชัยพัฒนาคือเป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ช่วยบำบัดน้ำเสียที่มีต้นทุนถูกและใช้งานได้สะดวก จากการทดสอบประสิทธิภาพปรากฏว่าสามารถถ่ายออกซิเจนได้เท่ากับ 0.9 กิโลกรัมของออกซิเจนต่อแรงม้าต่อชั่วโมง การวิดน้ำขึ้นไปสาดกระจายให้เป็นฟองฝอยสัมผัสกับอากาศ ออกซิเจนในอากาศจะละลายแทรกเข้าไปในน้ำได้เร็ว เมื่อฝอยน้ำตกลงมาจะเกิดเป็นฟองอากาศจมตามลงไป ช่วยทำให้เกิดการถ่ายเทออกซิเจนไปตามทิศทางที่กำหนด เหมาะสำหรับแหล่งน้ำในบริเวณที่มีความลึกมากกว่า 1 เมตร กว้างมากกว่า 3 เมตร



หลักในการบำบัดน้ำเสียของกังหันน้ำชัยพัฒนาคือข้อใด?

ก. ประหยัดค่าใช้จ่าย

ข. ติดตั้งง่าย สะดวกต่อการใช้

ค. การถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศลงสู่ในน้ำ

ง. ใช้การถ่ายเทและทำให้เกิดตะกอนจนน้ำสะอาด

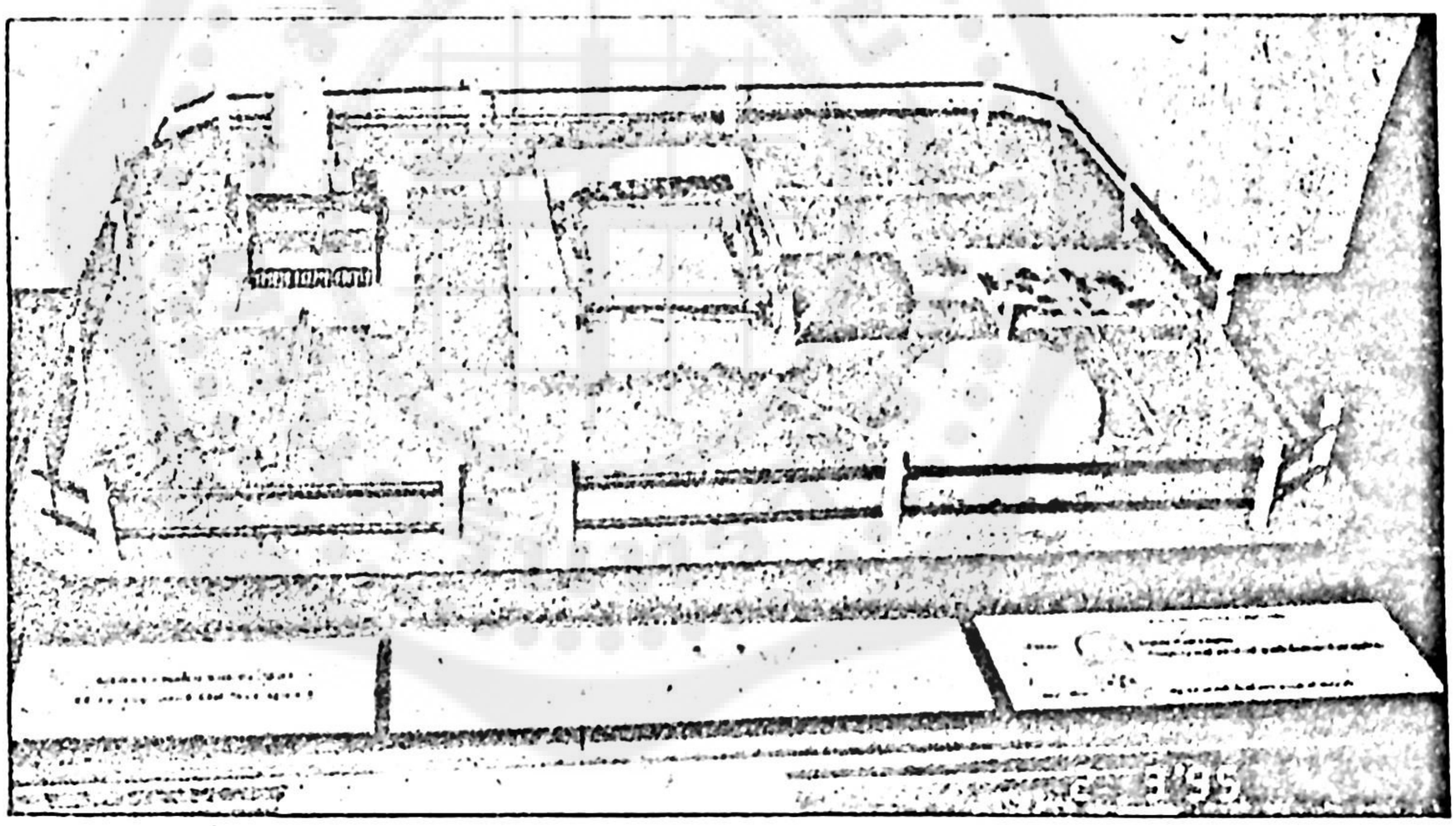
การรักษาแหล่งน้ำธรรมชาติ ก็เป็นหนทางอีกประการหนึ่งที่เป็นการบรรเทามลพิษทางน้ำที่ประชาชนในชุมชนจะต้องให้ความสำคัญ กล่าวคือ จะต้องช่วยกันดูแลรักษา ขุดลอกคูคลอง หนอง บึง สระ หรือแหล่งน้ำที่มีอยู่ในธรรมชาติ อย่าให้ตื้นเขิน ช่วยกันขจัดสิ่งกีดขวางทางน้ำ ไม่ทิ้งสิ่งของและขยะมูลฝอยลงในน้ำ ช่วยกันตรวจสอบดูแลแหล่งน้ำ ลำน้ำธรรมชาติ อย่าให้เน่าเหม็น ให้สังเกตปลาและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำว่าตายผิดปกติเป็นจำนวนมากหรือไม่ ตรวจสอบดูแลโรงงานในพื้นที่ว่ามีบ่อบำบัดน้ำเสีย ก่อนที่จะปล่อยน้ำลงในแม่น้ำลำคลอง หรือแหล่งน้ำธรรมชาติหรือไม่

วงจร “น้ำคือชีวิต” ตามนัยแห่งพระราชดำริ



การแก้ไขเมื่อเกิดน้ำเสียด้วยวิธีรีไซเคิล

การนำน้ำที่บำบัดแล้วกลับมาใช้อีกครั้ง นอกจากจะเป็นวิธีการแก้ปัญหามลพิษทางน้ำได้ระดับหนึ่งแล้วยังเป็นการประหยัดน้ำใช้ได้อีกโสดหนึ่ง ดังเช่น โรงพยาบาลศิริราช ปัจจุบันสามารถนำน้ำเสียที่บำบัดแล้วกลับมาใช้อีกครั้ง โดยนำมารดต้นไม้และใช้ในชักโครก ซึ่งตั้งแต่เริ่มทำมาสามารถประหยัดน้ำได้ถึง 60% ซึ่งขณะนี้โรงพยาบาลศิริราช ใช้น้ำวันละประมาณ 5,000 คิวบิกเมตร 1 ใน 4 ของจำนวนนี้ได้จากการประปานครหลวง ส่วนที่เหลือเป็นน้ำที่ผลิตขึ้นเอง ซึ่งงบประมาณที่ใช้ในรีไซเคิลนั้นประมาณคิวบิกเมตรละ 12 บาท และน้ำที่สูบขึ้นมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาแล้วนำมาบำบัดประมาณคิวบิกเมตรละ 7 เมตร ขณะที่น้ำในการอุปโภคที่ได้จากการประปานครหลวงราคาคิวบิกเมตรละ 20 บาท



การใช้น้ำรีไซเคิล คือข้อใด?

ก. การบำบัดน้ำเสียและนำกลับมาใช้ใหม่

ข. การประหยัดเงินค่าน้ำประปา

ค. การสำรองมีน้ำไว้ใช้ในยามขาดแคลน

ง. การป้องกันไม่ให้น้ำเน่าเสีย

บทสรุป

การรณรงค์เพื่อการพิทักษ์แหล่งน้ำให้ปราศจาก "มลพิษทางน้ำ" ทั้งในเมืองหลวงและชนบทมีมานานพอสมควรแล้ว เป้าหมายก็เพื่อแสดงให้เห็นคุณค่าของน้ำต่อสิ่งมีชีวิต รวมทั้งเกษตรกรรมและอุสาหกรรม ทั้งต่อประเพณีวัฒนธรรม และชีวิตของลูกหลานในอนาคต

องค์การสหประชาชาติพยายามบ่งบอกว่าปริมาณน้ำจืดในโลกมีอยู่อย่างจำกัด น้ำจืดเป็นสิ่งที่หายากยิ่ง และกระจายไปทั่วถึงโดยเขียนออกมาเป็นตัวเลขว่า พื้นโลกเรานั้นมีน้ำทะเลกว่าร้อยละ 97 น้ำจืดร้อยละไม่ถึง 1 ที่เหลืออยู่นั้นอยู่ในบริเวณธารน้ำแข็งและขั้วโลก ซึ่งนำออกมาใช้ได้ยากแต่น้ำก็ยังไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร

ปัจจุบัน สายน้ำเจ้าพระยาที่เปรียบเสมือนสายโลหิตหล่อเลี้ยงชีวิตที่อยู่สองฟากฝั่งคือเป้าหมายหลักของการรณรงค์อนุรักษ์แหล่งน้ำของไทย เพื่อให้สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้และเพื่อรักษาไว้ซึ่งความรู้สึกในความสะอาดบริสุทธิ์ของน้ำ

การที่มนุษย์ได้ทำเลที่ตั้งประกอบอุตสาหกรรมไม่ว่าจะเล็กหรือใหญ่ ไม่ว่าจะเป็นครัวเรือน โรงงาน หรือภัตตาคาร ล้วนได้เปรียบอยู่แล้วในด้านการคมนาคมขนส่งและทัศนียภาพ เป็นคุณค่าที่ให้ผลตอบแทนในทางเศรษฐกิจเหนือกว่าพื้นที่อื่นอยู่แล้ว

จึงเป็นสิ่งสมควรอย่างยิ่งที่ชุมชนเหล่านี้ต้องรับผิดชอบโดยตรงต่อสภาพแวดล้อมในสายน้ำเจ้าพระยาให้สอดคล้องกับนโยบาย "การป้องกันดีกว่าการแก้ไข" และผลลัพธ์ย่อมจะหนีไม่พ้นการสืบทอดความสัมพันธ์อันแน่นแฟ้นระหว่างประเพณีวัฒนธรรมแห่งสายน้ำกับชาวไทยที่เราได้สะสมมาเป็นเวลานาน เช่น ประเพณีลอยกระทง เห่เรือ และน้ำใสสะอาดสำหรับรับวันสงกรานต์

และที่สุดก็เพื่อให้แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำทุกสาย แหล่งน้ำทุกแห่ง ปลอดจาก "มลพิษทางน้ำ" เป็นจริงต่อไป

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง มลพิษทางน้ำ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนทางโปรแกรม
เรื่อง มลพิษทางน้ำ

คำสั่ง กากบาทบนตัวอักษรข้อที่ถูกที่สุด ลงในกระดาษคำตอบ

1. น้ำจืดมีปริมาณเท่าใดเมื่อเทียบกับน้ำบนพื้นผิวโลกทั้งหมด ?
   - ก. ร้อยละ 0.3
   - ข. ร้อยละ 3.0
   - ค. ร้อยละ 7.0
   - ง. ร้อยละ 17.3
2. ข้อใดสนับสนุนคำกล่าวที่ว่า “น้ำเป็นสิ่งจำเป็นที่สุดของชีวิตทุกชีวิต” ?
   - ก. อาบ
   - ข. ดื่มกิน
   - ค. การดำรงชีวิต
   - ง. การชำระสิ่งสกปรก
3. มนุษย์ใช้น้ำเพื่อประโยชน์ด้านใดมากที่สุด ?
   - ก. กิจกรรมในครัวเรือน
   - ข. เกษตรกรรม
   - ค. อุตสาหกรรม
   - ง. ถูกทุกข้อ
4. ในการดำรงชีวิตประจำวันข้อใดเป็นปัจจัยสำคัญทำให้เกิดน้ำเสียมากที่สุด ?
   - ก. พืช
   - ข. สัตว์
   - ค. มนุษย์
   - ง. โรงงานอุตสาหกรรม

5. น้ำสกปรกทำให้เกิดผลเสียอย่างไร ?

ก. เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ผู้บริโภค

ข. พืชไม่งอกงาม

ค. เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

ง. ทำให้สุขภาพไม่ดีมีผลต่อการเจริญเติบโต

6. อุตสาหกรรมประเภทใดต้องการน้ำเป็นส่วนประกอบของการผลิต ?

ก. อุตสาหกรรมกระดาษ

ข. อุตสาหกรรมอาหาร

ค. อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล

ง. อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง

7. ชุมชนที่ตั้งอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมจะมีปัญหาเกี่ยวกับสิ่งใด ?

ก. เกิดการขนส่งทางน้ำและทางบก

ข. เกิดอาชญากรรมในชุมชนสูงขึ้น

ค. เกิดความเสื่อมโทรมทางสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำเสีย

ง. เกิดน้ำขาดแคลนเพราะมีความต้องการน้ำใช้ในโรงงานมาก

8. เขื่อนต่าง ๆ ใช้พลังงานจากอะไรในการผลิตไฟฟ้า ?

ก. แรงกดของน้ำ

ข. ปริมาณของน้ำ

ค. การไหลของน้ำ

ง. การสะสมของน้ำ

9. ต้นเหตุสำคัญที่สุดเกี่ยวกับการทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูลที่ไม่พึงปรารถนาในแหล่งน้ำเกิดจากข้อใดมากที่สุด ?

ก. การอพยพย้ายถิ่นสู่ชุมชน

ข. การรักษาความสะอาดของผู้คนในชุมชน

ค. ความมักง่ายของประชากรที่เพิ่มขึ้น

ง. ขาดการพัฒนาระบบชลประทาน

10. พระราชดำรัสที่ว่า 'น้ำคือชีวิต' หมายความว่าอย่างไร ?

ก. ถ้าไม่มีน้ำเราก็อยู่ไม่ได้

ข. ต้องรักษาน้ำเท่ากับชีวิต

ค. คนเราทุกคนหนีไม่พ้นการใช้น้ำ

ง. น้ำมีความสำคัญเทียบเท่าชีวิต

11. ข้อใดแสดงถึงการกระทำที่ไม่เข้ากับสภาพแวดล้อมในชุมชนนั้น ?

ก. นายทักษิณตั้งโรงงานฟอกหนังที่ ต.สำแล อ.เมือง จ.ปทุมธานี

ข. นายสมควรนำทุเรียนพันธุ์ใหม่มาปลูกในสวนที่จังหวัดนนทบุรี

ค. นายฉลองทำฟาร์มเลี้ยงโคเนื้อที่อำเภอปากช่อง นครราชสีมา

ง. นายนาวินประกอบอาชีพรับจ้างภายหลังฤดูเก็บเกี่ยว

12. โดยสรุปปริมาณน้ำเสียมากที่สุดเกิดจากแหล่งใด ?

ก. ที่พักอาศัย

ข. โรงงาน

ค. การเกษตร

ง. การขนส่ง

13. ปัญหาทางด้านเศรษฐกิจของรัฐบาลที่เกี่ยวกับการทำน้ำประปาเกิดจากข้อใด ?

ก. การสร้างโรงงานพักน้ำ

ข. ค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องอุปกรณ์การส่งน้ำ

ค. ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการปรับคุณภาพน้ำ

ง. ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการส่งน้ำจากตำบลสำแล อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

14. ลักษณะทางกายภาพ หมายถึงอะไร ?

ก. คุณภาพ

ข. องค์ประกอบ

ค. การใช้ประโยชน์

ง. การไหลเวียน

15. เหตุใดจึงต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายหลายร้อยล้านบาทให้กับการประปาเมื่อมีน้ำเสียปะปนในคลองส่งน้ำประปา ?

ก. เพื่อทำน้ำให้สะอาด

ข. เพื่อปรับคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับมาตรฐาน

ค. เพื่อรักษาปริมาณไม่ให้ขาดแคลน

ง. เพื่อทำลายสารเคมีที่ปลอมปน

16. คุณภาพของน้ำในแม่น้ำสายใดที่มีมลพิษเกิดจากสาเหตุเดียวกับแม่น้ำเจ้าพระยา ?

ก. แม่น้ำมูล

ข. แม่น้ำตาปี

ค. แม่น้ำท่าจีน

ง. แม่น้ำปิง

17. นิตรา "นี่เรณูเวลารมณีไปเที่ยวน้ำตกหรือแหล่งท่องเที่ยวทางน้ำเธอจะต้องเตรียมถุงไปใส่เศษอาหารและของอื่นที่จะทิ้งเสมอ"

เรณู "....."

ถ้าท่านเป็นเรณูจะพูดกับนิตราเรื่องของรมณีอย่างไรจึงจะสอดคล้องกับการลดมลพิษทางน้ำ ?

ก. ถ้าทุกคนทำได้อย่างนี้ก็ไม่เกิดปัญหามลพิษ

ข. รมณีคงกลัวว่าจะไปทำให้สถานที่เขาสกปรกมากกว่ามั้ง

ค. ฉันจะทำอย่างเธอและจะบอกให้คนอื่นทำด้วย

ง. ทำไมรมณีต้องทำอย่างนี้ด้วยล่ะ

18. วิธีการแก้ปัญหาการทิ้งขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลในแหล่งน้ำที่น่าจะได้ผลดีที่สุด คือข้อใด ?

ก. ประชาสัมพันธ์และรณรงค์ชักชวนให้ทิ้งขยะเป็นที่เป็นทาง

ข. จัดตั้งชมรมผู้พิทักษ์ความสะอาดของแหล่งน้ำสาธารณะ

ค. จัดประกาศเกียรติคุณแก่ชุมชนที่รักษาความสะอาดของแหล่งน้ำ

ง. จัดอบรมสมาชิกในชุมชนให้เห็นคุณและโทษของการทิ้งขยะ

19. การแก้ไขและป้องกันไม่ให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำควรใช้วิธีการใดจึงจะเหมาะสมที่สุด ?

ก. ควบคุมการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม

ข. ออกกฎหมายควบคุมการปล่อยน้ำทิ้ง น้ำเสีย

ค. เพิ่มงบประมาณดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม

ง. ให้การศึกษาแก่ประชาชนในเรื่องการรักษาแหล่งน้ำ

20. ข้อใดสอดคล้องกับคำพูดระหว่าง วิทวัส กับ มยุรี ?

วิทวัส "มยุรี เมื่อไม่นานมานี้มีข่าวว่าโรงงานปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำทำให้ปลาตายลอย เป็นแพ มักง่ายจริงเลย"

มยุรี ".....”

ก. "แหม ช่างไม่รู้เลยว่าจะมีผลเสียตามมา"

ข. "เขาปล่อยน้ำเสียทิ้งลงแม่น้ำได้ยังไงนะ"

ค. "พวกเราต้องดูแลอย่าให้เขาปล่อยน้ำเสียอีก"

ง. "น่าจะมีเจ้าหน้าที่มาดูแลการกำจัดน้ำเสีย"

21. ข้อใดกล่าวถูกต้อง ?

ก. การกำหนดผั งเมืองที่ถูกต้องเป็นการควบคุมระบบกำจัดน้ำเสียวิธีหนึ่ง

ข. ควรมีกฎหมายควบคุมให้โรงงานติดตั้งระบบกำจัดน้ำเสีย

ค. ใช้มาตรการทางกฎหมายควบคุมโรงงานและบ้านเรือนมิให้ปล่อยน้ำเสีย

ง. ถูกทุกข้อ

22. น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยามีจำนวนจุลินทรีย์โคลิฟอร์มเกินกว่ามาตรฐานที่จะนำมาใช้ทำน้ำประปาตามที่องค์การอนามัยโลกกำหนดประมาณเท่าใด ?

ก. เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด 5 เท่า

ข. เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด 10 เท่า

ค. เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด 15 เท่า

ง. เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด 20 เท่า

23. การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำก่อให้เกิดข้อใด ?

ก. ทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็น

ข. ปริมาณของออกซิเจนในน้ำลดลง

ค. ทำให้เกิดสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ง. ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง

24. เราใช้สารใดสำหรับฆ่าเชื้อโรคในน้ำใสที่ผ่านการกรองมาแล้ว ?

ก. กรด

ข. ด่าง

ค. คลอรีน

ง. อินทรีย์

25. ข้อใดเป็นการใช้มาตรการทางกฎหมาย ?

ก. ลงโทษผู้ฝ่าฝืน

ข. ให้รางวัลผู้ทำดี

ค. ให้คำแนะนำที่ถูกต้อง

ง. ให้ทุกคนมีความเสมอภาค

การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านประกอบประเภทบทเรียนโปรแกรม
เรื่องมลพิษทางน้ำสำหรับนักศึกษาทางไกลระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

แบบสอบถามความคิดเห็น

ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. <u>ความคิดเห็นทางด้านเนื้อเรื่อง</u>					
1.1 ให้ความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้องกับเหตุการณ์ปัจจุบัน					
1.2 ให้ความรู้เกี่ยวกับปัญหาอันสืบเนื่องจากมลพิษทางน้ำ					
1.3 ให้ความรู้ที่เป็นแนวทางนำไปสู่การแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ					
1.4 ความยาวของเนื้อเรื่องเหมาะสมกับบาความสนใจของผู้อ่าน					
1.5 เนื้อเรื่องง่ายต่อการเข้าใจ					
2. <u>ความคิดเห็นทางด้านการเขียน</u>					
2.1 ชื่อเรื่องสัมพันธ์กับภาพหน้าปก					
2.2 คำบรรยายแต่ละกรอบชัดเจนสัมพนธ์กับภาพประกอบ					
2.3 ลำดับเรื่องในแต่ละกรอบเชื่อมโยงกันดี					
2.4 ลำดับเนื้อเรื่องเรียงจากง่ายไปหายาก					
2.5 ให้ความรู้ที่เป็นจริงตามสภาพสังคมปัจจุบัน					

ตาราง (ต่อ)

แบบสอบถามความคิดเห็น

ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
3. <u>ความคิดเห็นทางด้านรูปเล่ม</u>					
3.1 การเย็บเล่มแน่นหนาคงทน					
3.2 ขนาดของเล่มพอเหมาะแก่การจับอ่าน					
3.3 การจัดรูปเล่มเหมาะสมน่าอ่าน					
3.4 ตัวอักษรชัดเจน					
3.5 กระดาษมีคุณภาพดี					
4. <u>ความคิดเห็นทางด้านภาพประกอบ</u>					
4.1 ภาพปกและชื่อเรื่องสอดคล้องกับเนื้อเรื่อง					
4.2 ภาพปกสวยงามน่าสนใจ					
4.3 ภาพประกอบบทเรียนแต่ละกรอบช่วยให้เข้าใจเนื้อเรื่องดีขึ้น					
4.4 ลักษณะของภาพประกอบบทเรียนแต่ละกรอบสัมพันธ์กับคำอธิบาย					
4.5 ขนาดของภาพเหมาะสมกับหน้ากระดาษและตัวอักษร					

<u>ความคิดเห็นเพิ่มเติม</u>

_____

_____

_____

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นายสมหวัง ภวจิตตทาน
เกิดวันที่	21 ตุลาคม พุทธศักราช 2498
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	15/5 หมู่ 1 ถนนราเมศวร ตำบลประตูชัย อำเภอเมืองพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 2 ระดับ 6 รองผู้ช่วยผู้อำนวยการโรงเรียนธัญบุรี
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	505 หมู่ 1 โรงเรียนธัญบุรี ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2506	ประถมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนวัดเปรมประชากร จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2510	ประถมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนศิริศึกษา จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2513	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2515	ป.กศ. จากวิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
พ.ศ. 2518	พ.ม. (พิเศษมัธยม) จากกองส่งเสริมวิทยฐานะครู กระทรวงศึกษาธิการ
พ.ศ. 2525	กศ.บ. (วิชาเอกประวัติศาสตร์ วิชาโทบริหารการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน
พ.ศ. 2539	กศ.ม. (วิชาเอกการศึกษาผู้ใหญ่) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร