



หลักการ ทฤษฎี และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำผิวดิน (Surface water)

น้ำผิวดิน หมายถึง น้ำที่ไหลไปตามทางน้ำไหล ซึ่งมีความหมายรวมไปถึงน้ำที่อยู่ในรูปแบบของทะเลสาบ หนอง บึง แม่น้ำ แม่น้ำฝ้าแข็ง และลำธารต่าง ๆ ในความหมายที่ขยายกว้างออกไป น้ำผิวดินยังหมายรวมเอาน้ำทั้งหมดที่อยู่บนผิวดินของโลก ซึ่งก็คือ น้บรวมไปถึงมหาสมุทรด้วย น้ำผิวดินต่างกับน้ำใต้ผิวดิน (subsurface water) อย่างมากในเรื่องของกลไกในการเคลื่อนตัวของน้ำ และตำแหน่งที่อยู่ น้ำใต้ผิวดินโดยทั่ว ๆ ไปหมายถึงน้ำในดินและน้ำใต้ดิน (groundwater) ที่ไหลและสะสมอยู่ในชั้นหินของโลก อย่างไรก็ตามทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ผิวดินก็เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการเคลื่อนตัวของน้ำในโลกที่อยู่ในวัฏจักรน้ำ (hydrologic cycle) ทั้งสิ้น

น้ำผิวดินในโลกเมื่อประมาณแล้วมีเพียงส่วนน้อยจากปริมาณน้ำทั้งหมดในโลกโดยส่วนใหญ่ น้ำผิวดินจะอยู่ในรูปแบบของทะเลสาบ น้ำผิวดินโดยเฉพาะที่อยู่ในรูปแบบของลำธารมีคาบเวลาของการกักตัว (detention periods) สั้น เนื่องจากมีการไหลออกและเติมเข้าของน้ำอย่างรวดเร็ว ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องได้ว่าน้ำผิวดินเป็นทรัพยากรที่เปลี่ยนใหม่ หรือเพิ่มเติมได้ (renewable resource)

จำนวนน้ำฝนที่ตกบนโลกเป็นตัวแปรสำคัญต่อปริมาณน้ำผิวดิน ทั้งนี้ เพราะจำนวนน้ำฝนที่มากเกินไปขัดขวางความสามารถของดินในการดูดซึม จะทำให้เกิดน้ำไหลผ่านผิวดินในทิศทางที่ลาดชันและสะสมเป็นช่องทางน้ำไหล และลำธารเล็ก ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูมรสุม น้ำส่วนใหญ่ในลำธารจะมาจากความไม่สามารถซึมผ่านชั้นดิน (infiltrate) ของจำนวนน้ำฝนที่มากเกินไปได้ทันเวลา

แหล่งน้ำผิวดินในเขตบางเขน ซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษา คือ น้ำผิวดินที่อยู่ในรูปแบบของคลองซึ่งไหลผ่านพื้นที่ประเภทต่าง ๆ กัน คลองที่เลือกเพื่อศึกษาลักษณะสมบัติน้ำผิวดิน ได้แก่ คลองเปรมประชากร คลองสอง คลองออเกาะ คลองถนน และคลองลาดพร้าว ซึ่งจะได้อธิบายรายละเอียดไว้ในบทที่ 3 ต่อไป

## 2.2 การใช้ที่ดิน (Land utilization or Land use)

พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ อังกฤษ-ไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2523) กล่าวไว้ว่า การใช้ที่ดินให้เกิดประโยชน์ทางการเกษตร อุตสาหกรรม และอื่น ๆ อาจมีการสำรวจ และทำเป็นแผนที่แสดงการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ เช่น ที่ที่เป็นป่าไม้ เป็นทุ่งหญ้า เป็นที่เพาะปลูกพืชต่าง ๆ เป็นที่ทำเหมืองแร่ และที่ที่ใช้เป็นบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ผู้ริเริ่มสำรวจการใช้ที่ดิน ซึ่งมีมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2476 คือ ประเทศอังกฤษ ส่วนในประเทศอื่น ๆ ก็มีการสำรวจที่ดินตามมา และมากขึ้น

เมื่อก้าวโดยทั่ว ๆ ไปการใช้ที่ดินจะมีลักษณะใหญ่ ๆ คือ ที่อยู่อาศัย ที่ทำการค้า ที่ทำการเกษตร ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน (enacting zoning) ก็จะแยกประเภทที่อยู่อาศัย ประเภทพาณิชย์ยกรรม ประเภทเกษตรกรรม และประเภทอุตสาหกรรม นอกจากนั้น แต่ละประเภทยังแยกออกให้เห็นชัดเจนไปอีก เช่น ประเภทที่อยู่อาศัย แบ่งเป็น ประเภทที่อยู่อาศัยเบาบาง ประเภทที่อยู่อาศัยปานกลาง ประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่น ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากร และมีการใช้ที่ดินประเภทอื่นที่จะมาผสม หรือข้อกำหนดฯ เอง อนุญาตให้มีการใช้ที่ดินประเภทอื่นผสมเข้าไปมากหรือน้อย

เมื่อมีการแบ่งพื้นที่ดินของชุมชนเป็นเขต (ย่าน) ต่าง ๆ ตามลักษณะของการใช้ที่ดินของแต่ละชนิดในชุมชนนั้น ๆ เราเรียกว่าประเภท (ของ) การใช้ประโยชน์ที่ดิน (zoning) ซึ่งจะมีที่ประเภทขึ้นอยู่กับลักษณะ และองค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจ และสังคมของชุมชนนั้น สิ่งที่เราเห็นทางด้านกายภาพจะบ่งบอกถึงประเภท (ของ) การใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งได้ให้มีการใช้ที่ดินโดยเฉพาะกิจการประเภทนั้น ๆ และยังเป็นแนวทางพร้อมกันกับข้อบังคับให้กับเจ้าของที่ดิน และเพื่อการพัฒนาสำหรับชุมชนด้วย

เขตบางเขนเป็นเขตหนึ่งใน 24 เขต ของกรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ทางตอนเหนือของตัวเมืองกรุงเทพมหานคร ห่างจากอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ 20 กิโลเมตร มีเนื้อที่ทั้งหมด 105,818.75 ไร่ หรือ 169 ตารางกิโลเมตร อาณาเขตด้านเหนือติดต่อกับจังหวัดปทุมธานี ด้านตะวันออกติดต่อกับเขตบางกะปิ และเขตมีนบุรี ด้านตะวันตกติดต่อกับจังหวัดนนทบุรี และด้านใต้ติดต่อกับบางส่วนของเขตดุสิต เขตห้วยขวาง และเขตพญาไท

เขตบางเขนมีความได้เปรียบด้านทำเลที่ตั้ง เมื่อเปรียบเทียบกับเขตรอบนอกอื่น ๆ ภายในกรุงเทพมหานคร กล่าวคือ เป็นทางผ่านจากใจกลางกรุงเทพฯ ไปสู่ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงมีทางหลวงสายใหญ่ตัดผ่านจากอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิผ่านกลางเขตออกไปสู่ตอนเมือง และไกลออกไป ส่วนถนนรามอินทราซึ่งแยกออกไปจากถนนพหลโยธินตรงที่ตั้งเขตก็ตัดผ่านไปสู่เขตมีนบุรี และฉะเชิงเทรา การเข้าถึงเขตนี้จึงเป็นไปด้วยความสะดวก ทางด้านภูมิประเทศเขตนี้เป็นที่ราบทั่วไปซึ่งใช้ประโยชน์ได้ดีและเดิมทีเคยใช้ปลูกข้าวมาก่อน

ก่อนปี พ.ศ. 2503 เขตบางเขนอยู่ห่างจากอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ ซึ่งเป็นแนวกำหนดเขตเทศบาลด้านเหนือของกรุงเทพฯ สมัยนั้นถึง 20 กิโลเมตร สภาพการตั้งถิ่นฐานและการใช้ที่ดินในระยะนั้นจึงเป็นแบบชนบท ดังหลักฐานปรากฏชัดอยู่ในผลงานของ Litchfield (1960) ซึ่งได้ทำการสำรวจเพื่อวางผัง ที่เรียกว่า กรุงเทพฯ 2533 ไว้โดยเสนอต่อกระทรวงมหาดไทย เมื่อ ปี พ.ศ. 2503 การใช้ที่ดินในเขตบางเขนโดยทั่วไปจึงเป็นแบบเกษตรกรรมเป็นพื้น บ้านเรือนที่ปรากฏอยู่ก็เป็นของชาวบ้านซึ่งตั้งถิ่นฐานอยู่ในที่นั้นมานาน ส่วนมากเป็นหลังโดด ๆ ตั้งอยู่ตามแนวลำคลองหรือทิวไม้ นอกเหนือไปจากบ้านเรือนที่ปรากฏอยู่ตามถนนสายหลักสองสาย สภาพแวดล้อมอื่น ๆ สดเป็นแบบชนบททั้งสิ้น ประชากรมีความผูกพันอยู่กับที่ดินและไร่นา การติดต่อกับกรุงเทพฯ โดยตรงมีน้อยมาก

ภายในระยะเวลา 24 ปีที่ผ่านมา กรุงเทพฯ ได้ขยายพื้นที่ออกไปทางทิศเหนือคือสู่เขตบางเขนมากกว่าทิศอื่น ๆ ทั้งนี้ เพราะบริเวณนั้นมีเส้นทางคมนาคมสะดวก มีที่ดินกว้างขวางพอที่จะตัดแปลงใช้อย่างอื่นได้สะดวก ระดับความสูงของพื้นที่ก็กล่าวได้ว่า สูงกว่าเขตอื่น ๆ ในกรุงเทพฯ จึงมีปัญหาในเรื่องน้ำขังหรือน้ำท่วมน้อยกว่าบริเวณอื่น ดังนั้นที่ตั้งสัมพันธ์ของเขตนี้มีส่วนส่งเสริมทำให้ได้รับความเจริญในแง่รองรับการขยายตัวของกรุงเทพฯ

ปัจจุบันเขตบางเขนได้ถูกผนวกเข้าไว้ในเขตกรุงเทพฯ ทั้งหมด และบริเวณดังกล่าวกลายเป็นเขตชานเมืองของกรุงเทพฯ อย่างสมบูรณ์ กล่าวคือ เป็นที่รองรับการขยายตัวของประชากร และกิจกรรมต่าง ๆ ที่แผ่ขยายออกมาสู่เขตนี้ การใช้ที่ดินกำลังเปลี่ยนแปลงจากการเกษตรไปเป็นอย่างอื่นอยู่ตลอดเวลา จากการศึกษาไว้โดย Pongprayoon (1982) แสดงให้เห็นว่าที่ดินส่วนใหญ่กำลังเปลี่ยนแปลงเพื่อใช้เป็นพื้นที่พักอาศัยชนิดความหนาแน่นสูง โดยเฉพาะในแขวงอนุสาวรีย์ และในเขตท่าแร่เป็นแบบผสม คือ เป็นทั้งพื้นที่พักอาศัย และพื้นที่อุตสาหกรรม ส่วนในแขวงออเงิน พื้นที่พักอาศัย และอุตสาหกรรมน้อยมาก ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่

เกษตรกรรม และเป็นที่ย่างเผล่าส่วนใหญ่ ซึ่งการคำนวณร้อยละของประเภทการไ้ที่ดินที่ศึกษาไว้รวบรวมแสดงไว้ในตารางที่ 1

เขตบางเขนกำลังกลายเป็นแหล่งชุมชนจึงตกอยู่ในภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านประชากร สภาพแวดล้อม การไ้ที่ดิน แม้แต่ระดับความเป็นอยู่ และคุณภาพชีวิตของประชากรในเขตนี้อีกกำลังเปลี่ยนไป พื้นที่นี้จึงเหมาะที่จะเป็นแหล่งเก็บรวบรวมข้อมูล ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิสัยที่ได้วางไว้

### 2.3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติของน้ำผิวดินเนื่องจากกรไ้ที่ดิน

การเลือกพื้นที่พัฒนาส่วนใหญ่จำเป็นต้องเลือกบริเวณที่มีแหล่งน้ำเป็นหลัก แต่อย่างไรก็ตามสิ่งประกอบอื่น ๆ ก็จำเป็นต้องนำมาพิจารณาด้วย การไ้ที่ดินนับได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญพื้นฐานของการจัดการทรัพยากรเพื่อการพัฒนาที่สำคัญอย่างหนึ่ง Boyden (1979) ได้กล่าวไว้ว่าที่ดินเป็นเพียงองค์ประกอบอย่างหนึ่งของทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งเป็นองค์ประกอบย่อยของระบบนิเวศน์อีกต่อหนึ่ง ทั้งในเขตชุมชนและในแถบชานเมืองมักจะเป็นแหล่งรวมของสภาพความเสื่อม-ของระบบนิเวศน์ต่าง ๆ

ลักษณะความเป็นเมือง และการขยายตัวของเมืองเป็นผลกระทบแบบทุติยภูมิ (secondary impact) ที่เกิดจากผลของการพัฒนาอันได้แก่ การขยายงานด้านอุตสาหกรรม การก่อสร้างทางคมนาคม และสาธารณูปการในรูปอื่น ๆ สิ่งเหล่านี้เป็นเหตุให้ชุมชนมีความต้องการแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น และก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน ปัญหามลพิษทางน้ำ ตลอดจนการแก้ไขในรูปแบบต่าง ๆ ตามมามากมาย ทั้งนี้ เพราะเมื่อมีการไ้หน้าเพื่องานพัฒนาต่าง ๆ มากขึ้นก็ย่อมต้องการระบายเอาน้ำทิ้งที่เสียซึ่งมีสภาพที่ไม่ไ้หน้าดีออกมามากขึ้นเท่านั้น และในปัจจุบันปัญหามลพิษทางน้ำที่เกิดขึ้นในพื้นที่พัฒนาการเป็นเมือง (urbanization development) เป็นปัญหาที่ควรตระหนักถึงอย่างยิ่งปัญหาหนึ่ง โดยเฉพาะในเมืองหลวง ซึ่งพื้นที่พัฒนาไม่ได้มีการวางแผนล่วงหน้าในเรื่องของการไ้ที่ดิน

ชานเมืองมักเป็นพื้นที่ที่ถูกกระทบกระเทือน ทั้งนี้ เนื่องจากการขยายเมืองที่เป็นไปเพื่อเปลี่ยนรูปแบบการไ้ที่ดิน เพื่อเป็นที่พักอาศัยตามความต้องการที่เพิ่มขึ้นของประชากร นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนการไ้ที่ดิน เพื่อเป็นพื้นที่ทำการค้า พื้นที่อุตสาหกรรม ตามไปอีก ในที่สุดพื้นที่เกษตรกรรมจะเป็นพื้นที่ส่วนเหลือที่การบุกรุกเพื่อเปลี่ยนแปลงการไ้ที่ดินยังไม่ถึง พื้นที่

ตารางที่ 1 ร้อยละของประเภทของการใช้ที่ดินในเขตบางเขน

ประเภทของการใช้ที่ดิน ในเขตบางเขน	ร้อยละ
พื้นที่พักอาศัยโดยเฉพาะ	55.5
พื้นที่พักอาศัย และทำการค้า	6.4
พื้นที่พักอาศัย และอุตสาหกรรม	1.8
พื้นที่พักอาศัย และเกษตรกรรม	8.5
พื้นที่เกษตรกรรม	12.7
ที่ว่าง	5.8
พื้นที่ที่จำแนกประเภทไม่ได้	9.3
รวม	100.0

ที่มา : Report on the Land Use and Settlement in Bangkok  
District, Bangkok (Pongprayoon, 1982)

เกษตรกรรมในเขตย่านเมืองบางแห่งก็กลายเป็นที่ว่างเพราะการกว้านซื้อที่ดินเพื่อการเก็งกำไร และผลประโยชน์อื่น ๆ การไ้ที่ดินไม่เหมาะสมก่อให้เกิดผลกระทบในทางลบต่อคุณภาพของสิ่งแวดล้อม ในด้านคุณภาพอากาศ การวางแผนเพื่อกำจัดขยะ ปัญหามลพิษทางน้ำและอื่น ๆ

มลพิษทางน้ำที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการไ้ที่ดินที่ไม่เหมาะสม เป็นผลมาจากการไ้แหล่งน้ำเป็นที่ระบายสิ่งโสโครกจากพื้นที่พักอาศัย พื้นที่ทำการค้า พื้นที่อุตสาหกรรม และพื้นที่เกษตรกรรม การไ้พื้นที่อย่างหนาแน่นเป็นผลให้การไหลของน้ำผ่านผิวดินเพื่อกลับสู่แหล่งน้ำรองรับข้างลง และยังพาเอาของเสียต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำรองรับมากขึ้นอีกด้วย การพัฒนาเมืองยังเป็นผลให้เกิดเข่าะดิน และน้ำไหลที่ผ่านพื้นที่เมืองพัดพาเอา สารอาหาร เคมี และ ตะกอนต่าง ๆ จากดินลงสู่แหล่งน้ำรองรับ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้สภาพแหล่งน้ำผิวดินเกิดภาวะเน่าเสีย ซึ่งปัญหาน้ำเสียมีผลกระทบต่อการดำรงชีพของประชาชนอย่างเห็นได้ชัดเจนกว่าปัญหามลพิษอื่น ๆ ผลเสียหายที่เกิดจากน้ำเสียจะทำให้คุณค่าของแหล่งน้ำลดลง กลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ เพราะส่งกลิ่นเหม็นรบกวน เกิดมลพิษทางการมอง และลดประโยชน์การไ้ล่อน้ำ

การแก้ไขปัญหาน้ำเสียเป็นสิ่งที่ทำได้ยากกว่าการป้องกัน ซึ่งเป็นเพราะการป้องกันที่จะได้ผลดีต้องอาศัยความร่วมมือหลายฝ่าย คือ ทั้งประชาชน รัฐบาล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทุก ๆ ฝ่าย ในรายงานต่อรัฐสภาสหรัฐ ปี 1974 Environmental Protection Agency หรือ EPA ได้เสนอไว้ว่าแนวทางการวิจัยควรศึกษาสิ่กไปในรูปของการควบคุม และป้องกันการปล่อยของเสียที่จะก่อให้เกิดมลพิษมากกว่าที่จะแก้ไขโดยทำระบบบำบัดและการเก็บของเสีย นอกจากนี้ยังได้เริ่มชักชวนให้เห็นความจำเป็นในการศึกษาวิจัย ด้านการควบคุมการไ้ที่ดิน เพื่อป้องกันและควบคุมปัญหาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

กรุงเทพมหานครยังมีได้เป็นกรณีศึกษาที่น่าสนใจมาก่อน ด้วยเหตุนี้โครงการศึกษาแบบเปิดเสรีของการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศน์ในเขตย่านเมืองด้านเหนือของกรุงเทพมหานคร จึงได้เกิดขึ้น ซึ่งในประเด็นวิจัยส่วนนี้ได้เน้นถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติของน้ำผิวดิน เนื่องจากการไ้ที่ดินในเขตบางเขน สาเหตุที่เลือกเขตบางเขนเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากเป็นเขตที่มีลักษณะความเป็นเมือง และเป็นเขตย่านเมืองของกรุงเทพฯ อย่างสมบูรณ์ การเปลี่ยนแปลงการไ้ที่ดินกำลังเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเจน ประเด็นที่ท้าววิจัยจะได้แสดงให้เห็นถึงลักษณะสมบัติของน้ำผิวดินตามลักษณะการไ้ที่ดินต่าง ๆ ทำให้สามารถเปรียบเทียบลักษณะ

สมบัติของน้ำผิวดินในแต่ละประเภทการไหลที่คืนได้ สิ่งที่น่าจะแสดงให้เห็นก็คือ การมีแนวโน้มที่จะเพิ่มความน่าเสียของลักษณะสมบัติของน้ำผิวดินเมื่อมีการขยายการไหลที่คืนออกไปอย่างไม่มีการควบคุม แนวทางแก้ไขที่จะใช้พิจารณา คือ การเร่งศึกษาเพื่อวางระบบการบำบัดน้ำเสียและการวางนโยบายการไหลที่คืน

American Public Works Association แห่งชิคาโก (1969) ได้ศึกษาถึงสาเหตุและแนวทางแก้ไขมลพิษทางน้ำ เนื่องจากการระบายน้ำทิ้งจากพื้นที่เมือง และสรุปข้อค้นพบไว้ว่าซากและเศษผงจากถนน (street litter) จากพื้นที่พักอาศัยของเขตเมืองที่เป็นตัวแทนในการศึกษา มีค่าเฉลี่ย 1.05 ตันต่อเอเคอร์ต่อปี ซึ่ง 70 เปอร์เซ็นต์เป็นฝุ่นละออง และผงสกปรกจากผิวถนน ทั้งนี้การศึกษาทำในขณะที่ค่าเฉลี่ยของน้ำไหลมีประมาณ 25 เอเคอร์-นิ้วต่อเอเคอร์ต่อปี โดยมีข้อสรุปว่าการชะล้างซากและเศษผงจากถนนเกิดโดยน้ำฝนทั้งหมด และการวิเคราะห์ยังแสดงให้เห็นว่าน้ำไหลที่ผ่านพื้นที่เมืองสามารถพาเอาเศษผงจากถนนเพียงอย่างเดียวให้ค่าเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยอยู่ในระหว่าง 300-370 มิลลิกรัมต่อลิตร

Weibel (1969) ศึกษา น้ำทิ้งและน้ำฝนจากพื้นที่เมืองที่มีลักษณะเป็นพื้นที่พักอาศัยและทำการค้าเบาบาง (residential-light commercial area) ในเมืองซินซินนาติ มลรัฐโอไฮโอ ข้อมูลดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่าแม้ว่าน้ำทิ้งจากเมืองจะประกอบด้วยน้ำจากจำนวนฝนตก แต่จากผลดังแสดงในตารางก็แสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่าบางองค์ประกอบของน้ำทิ้งจากเมืองเกิดขึ้นเนื่องจากแหล่งน้ำทิ้งมากกว่าจากน้ำฝน ค่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย และ  $BOD_5$  มีค่าสูงกว่าค่าความเข้มข้นของน้ำทิ้งหลังจากผ่านระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ ส่วนค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสแม้จะมีค่าต่ำกว่าน้ำโสโครกแต่ยังคงสูงกว่าน้ำฝน ทั้งนี้เพราะความเข้มข้นขององค์ประกอบต่าง ๆ ของน้ำทิ้งดังกล่าวเป็นผลมาจากการที่น้ำไหลผ่านผิวดินทำให้เกิดเขม่าและชะล้างสารอาหารให้เพิ่มขึ้นในแหล่งน้ำ และการไหลของน้ำผ่านของเสียต่าง ๆ ที่สะสมในบริเวณลุ่มน้ำด้วย และจากตารางที่ 3 ซึ่งแสดงค่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย  $BOD_5$  ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ที่เกิดจากน้ำโสโครกและน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่เมืองลงสู่ลุ่มน้ำซินซินนาติ ได้แสดงให้เห็นว่าการบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิต้องมีประสิทธิภาพอย่างน้อยที่สุดที่จะกำจัดตะกอนแขวนลอย และค่า  $BOD_5$  ให้ได้ 85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความเข้มข้นของไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ซึ่งมาจากน้ำทิ้งที่ปล่อยออกหลังจากผ่านขบวนการบำบัดน้ำโสโครก และน้ำไหลผ่านพื้นที่เมืองมีแนวโน้มสูงพอจะทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของ Eutrophication ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับสภาวะของลักษณะสมบัติแหล่งน้ำรองรับ และ

ตารางที่ 2 ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยขององค์ประกอบต่าง ๆ จากน้ำไหลผ่านพื้นที่เมือง น้ำโลโครก และจำนวนฝนตก เมืองชินชุนาติ รัฐโอไฮโอ (หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร)

	น้ำไหลผ่าน พื้นที่เมือง	น้ำโลโครก	จำนวนฝนตก (มิลลิเมตร)
SS	277	200	13
BOD <sub>5</sub>	17	200	16
Total N (as-N)	3.1	40	1.27
Total PO <sub>4</sub> (as P)	0.36	10	0.08

ที่มา : Aquatic Pollution (Laws, E.A., 1981)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของน้ำไหลจากพื้นที่อยู่อาศัยผลมทำการค้าเบาบางในบริเวณลุ่มน้ำของชินชุนาติ มลรัฐโอไฮโอ (ประเมินโดย Weibel, 1969) (หน่วยเป็น กิโลกรัม/ตร.กม./ปี)

	การไหลของน้ำ	
	น้ำไหลผ่าน พื้นที่เมือง	น้ำโลโครก
SS (mg/1)	66,000	68,250
BOD <sub>5</sub> (mg/1)	4,700	68,250
N (mg/1)	875	13,650
P (mg/1)	105	3,500

ที่มา : Aquatic Pollution (Laws, E.A., 1981)



ฤดูกาลเป็นองค์ประกอบอีกด้วย กรณีน้ำไหลอยู่ในแม่น้ำไม่เพียงพอก็จะทำให้เกิดมลพิษทางน้ำได้ด้วยเพราะการเหือดจางของแหล่งน้ำไม่เพียงพอ

Jameson (1971) ได้ศึกษาเปรียบเทียบบริเวณที่เป็นเมืองขนาดเล็กกับที่ไม่เป็นเมืองบริเวณใกล้แม่น้ำซานจาซินโต (San Jacinto River) โดยการวัดคุณภาพน้ำแต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเขาสรุพบว่า การที่ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในพื้นที่นั้นไม่หาค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากบริเวณศึกษาเป็นการเกิดเมืองขนาดเล็ก (little urbanization) แต่อย่างไรก็ตามเขาสันนิษฐานว่าลักษณะความเป็นเมือง (urbanization) ต้นพืช (vegetation) สภาพดิน และคุณภาพอากาศใช้เป็นตัวแปรเพื่อศึกษาวิเคราะห์ และคาดคะเนผลกระทบต่อคุณภาพน้ำได้ชัดเจน โดยเฉพาะการศึกษาที่ใช้คุณภาพน้ำเป็นตัวบ่งชี้ในพื้นที่ที่เป็นเมืองขนาดใหญ่ (high density urbanization)

ตัวอย่างกรณีศึกษาที่ทะเลสาบแจคสัน (Lake Jackson) ในรัฐฟลอริดา ศึกษาระหว่างเดือน กรกฎาคม 1971 - มิถุนายน 1974 ได้สรุปไว้ว่า อิทธิพลของการเป็นเมืองทำให้ทะเลสาบดังกล่าวเป็นที่สะสมของตะกอนละเอียด สารอินทรีย์วัตถุและสารอาหารจากน้ำทิ้ง โดยยี่บัจฉยต่อไปนี้ในการประเมินผล

1. ปริมาณแสงที่ผ่านลงไปใต้น้ำได้ดินหรือลึก
2. ตะกอนแขวนลอย
3. ค่าความอุดมสมบูรณ์ของพืช

Lawson et. al. (1972) ศึกษาเปรียบเทียบโครงสร้างและค่าความอุดมสมบูรณ์ของพืชในลุ่มน้ำสองแห่งบริเวณทะเลสาบริงกรรา (Lake Wingra) พบว่า ในบริเวณที่มีกิจกรรมในทางฟิสิกส์มีการเพิ่มจำนวนชนิดของไม้ลำต้นอ่อน (herbs) ไม้พุ่ม (shrubs) และไม้ใหญ่ (trees) โดยเพิ่มค่าความอุดมสมบูรณ์เฉพาะไม้ลำต้นอ่อน แต่ลดค่าความอุดมสมบูรณ์ในพืชพวกไม้พุ่ม และไม้ใหญ่ ส่วนในพื้นที่ธรรมชาติมีค่าความอุดมสมบูรณ์ของไม้พุ่มและไม้ใหญ่สูงกว่า

Public Health Service (1972) ได้รวบรวมข้อค้นพบจากการศึกษาไว้ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าน้ำไหลจากพื้นที่เมืองเป็นเหตุสำคัญของการเกิดมลพิษทางน้ำได้อย่างมีนัยสำคัญ และเล่นอิวถึงระบบหรือกระบวนการออกแบบควบคุมและบำบัดน้ำเสียสำหรับน้ำทิ้งระบบรวมว่ามีความจำเป็นต้องทำเพื่อแก้ไขปัญหา แต่ต้องมีการศึกษาให้เข้าใจถึงรูปแบบ และลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งระบบรวมนั้นให้แน่ชัดก่อน

ตารางที่ 4 ลักษณะสัมปติของน้ำไหลผิวดิน (surface runoff) จากพื้นที่เมืองต่าง ๆ

องค์ประกอบ	Seattle Washington	Oxney England	Moscow U.S.S.R.	Leningrad U.S.S.R.	Stockholm Sweden	Petroria Park area	Africa Business district
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	10	100 (max)	18-285	36	17-80	30	34
COD (mg/l)					18-3,100	29	28
Total solids (mg/l)					30-8,000		
Suspended solids (mg/l)		2,045	1,000-3,500	14,541			
Coliform (MPN/100 ml)	16,000				40-200,000	240,000	230,000
Org -N (mg/l)	9.0 (max)					5.4	3.5
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	2.8 (max)						
Soluble P (mg/l)	784 (max)						
Total P (mg/l)	1,400 (max)						
Fixed residue (mg/l)							
Dissolved solids (mg/l)					210-2,420		

008758

ที่มา

Encyclopedia of Environmental Science and Engineering  
(Pfafflin, J.R. and Ziegler, E.N., 1976)

Huff et. al. (1973) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลผ่านผิวดิน และ ปริมาตรของน้ำสำหรับพื้นที่เป็นเมือง และพื้นที่ธรรมชาติ และอธิบายในทางคาดคะเนถึงผล กระทบของการกลายเป็นเมืองที่จะมีต่อน้ำไหล และเชื่อมโยงไปถึงคุณภาพน้ำผิวดิน โดยใช้ แบบจำลองที่เรียกว่า hydrological transport model.

Berry et. al. (1974) ได้ทบทวนให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของ สิ่งแวดล้อมกับชนิดและความหนาแน่นของลักษณะความเป็นเมือง ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีค่ามากในการ ประเมินถึงแนวโน้มและความเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมของเมืองซึ่งมีรูปแบบ การเปลี่ยนแปลงทั้งตามแบบแผนและไม่มีแบบแผน

ผลกระทบที่เกิดจากการกลายเป็นเมืองส่งผลไปสู่การเปลี่ยนแปลงหน้าที่ในระบบ- นิเวศน์ ดังนั้นเพื่อจะให้เห็นการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว สิ่งจำเป็นในการศึกษาก็คือลักษณะ นิเวศน์ก่อนการเกิดเมือง ระหว่างพัฒนาเมืองและภายหลังการเกิดเมือง โดยทั่ว ๆ ไปใน ขบวนการศึกษาที่สมบูรณ์ตามขั้นตอนดังกล่าวไม่ค่อยพบ แต่จะเป็นการศึกษาในช่วงใดช่วงหนึ่ง เท่านั้น ทำให้ได้ข้อมูลที่อธิบายยาก ขาดการเปรียบเทียบ อย่างไรก็ตามการศึกษาที่เน้นถึง การวัดตัวกำหนดต่าง ๆ เช่น คุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ และอื่น ๆ แสดงการเปลี่ยนแปลง ของผลกระทบที่เกิดขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญมากกว่า

Clesceri, N. และ Ferris, J.J. (1974) ได้ทำการศึกษาโดยเลือกศึกษา เฉพาะสารอาหารคือ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในลุ่มน้ำธรรมชาติ และลุ่มน้ำที่ถูกรบกวนใน ทะเลสาปจอร์จ (Lake George) มลรัฐนิวยอร์ค โดยศึกษาในรอบวงจรของฤดูกาลตลอดปี พบว่าฟอสฟอรัส และไนโตรเจนในบริเวณลุ่มน้ำที่ถูกรบกวนมาจากน้ำทั้งบ้านเรือนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเกิดมลพิษทางน้ำในเขตเมืองอย่างมาก

Coleman (1975) ได้ศึกษาและพบว่าค่าความหลากหลายของชนิด (diversity) และอัตราความอุดมสมบูรณ์ทางชีวภาพ (biological productivity) โดยเฉพาะพวก- ต้นพืชจะลดลงเมื่อระยะทางเข้าใกล้ศูนย์กลางเมืองมากขึ้น

Turner et. al. (1975) ได้ศึกษาเปรียบเทียบแหล่งน้ำในธรรมชาติ และใน เขตเมืองรัฐฟลอริดา สรุพบว่าทั้งตะกอนแขวนลอย ตะกอนละลาย และไนโตรเจนของแหล่งน้ำ ในเมืองมีค่าสูงกว่าในธรรมชาติมาก นอกจากนี้ฟอสฟอรัสก็มีค่าค่อนข้างสูง ส่วนซิลิคอนมีค่าต่ำ

Alderfer, R.G. และ Lovelace, E. (1977) ได้กล่าวไว้ว่าการใช้ที่ดินในเขตพัฒนาการเป็นเมืองที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินที่แตกต่างกัน และปัญหาคุณภาพน้ำเป็นงานที่ยุ่งยากพอสมควร ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลต่าง ๆ ดังนี้

1. การรับเอาสิ่งต่าง ๆ เข้าสู่แหล่งน้ำมาจากพื้นที่ที่กระจัดกระจายเนื่องจากการแบ่งส่วนพื้นที่ไม่มีระเบียบแบบแผน
2. ระบบระบายน้ำจากการใช้ที่ดินเป็นระบบผสม กล่าวคือ เป็นระบบที่รับน้ำทิ้งและน้ำฝนรวมกัน
3. การเคลื่อนที่ของสิ่งปนเปื้อนที่พัดพามาจากพื้นที่ต่าง ๆ มีความแปรปรวนไปตามเวลา และลักษณะรูปแบบของการมีฝนตกในแต่ละท้องถิ่น

Sujarittanonta (1983) ได้ศึกษาสัณฐานสัมปติของน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดินในเขตบางเขนไว้เป็นเบื้องต้น การศึกษาได้แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงสัณฐานสัมปติของน้ำในช่วงเวลาที่ศึกษา และชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มของสัณฐานสัมปติของน้ำที่จะถูกระทบกระเทือนเนื่องมาจากการใช้ที่ดินที่ขยายและเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว และไม่เหมาะสม

