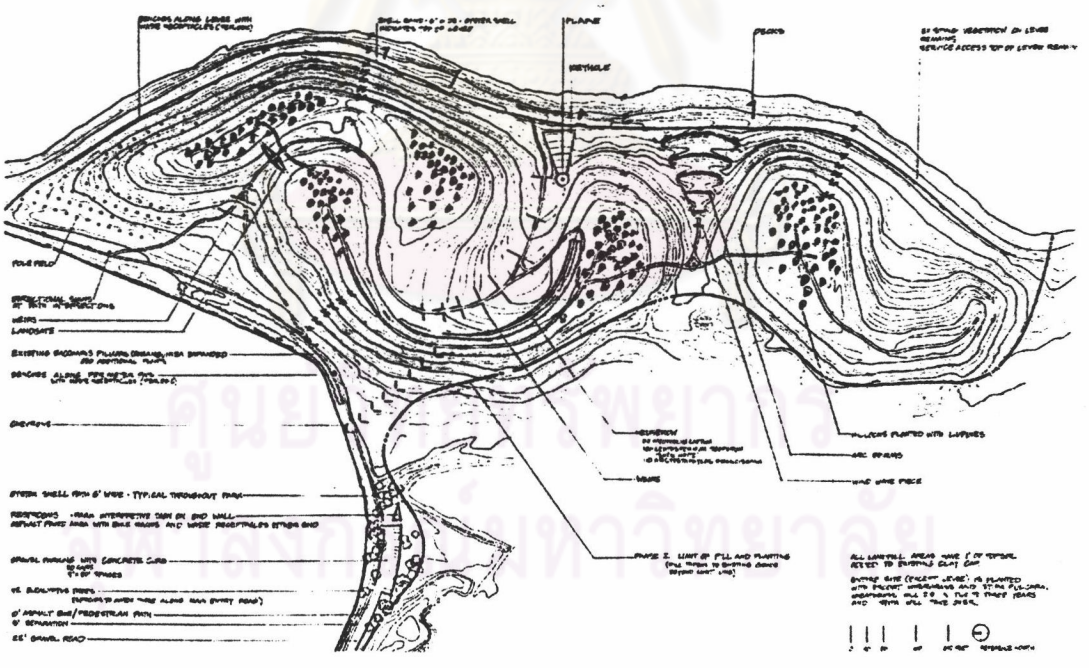
บทที่ 3
กรณีศึกษา

เพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการประยุกต์ใช้ภูมิทัศน์ช่วยลดผลกระทบที่แตกต่างกันและครอบคลุมในหลายวิธีการที่สุด ในบทนี้จึงได้เลือกทำการศึกษากรณีศึกษาต่างๆ โดยอาศัยเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาดังนี้ คือ 1. สภาพที่ตั้งโครงการซึ่งจะพิจารณาในเรื่อง สภาพภูมิอากาศ โดยพยายามเลือกโครงการในหลายประเทศซึ่งมีสภาพภูมิอากาศต่างกันและพยายามเลือกโครงการที่อยู่ใกล้เคียงกับแถบทวีปเอเชียที่สุด ตลอดจนพยายามเลือกให้มีสภาพภูมิประเทศ และสภาพการใช้ที่ดินโดยรอบที่หลากหลาย 2. ขนาดโครงการ พยายามเลือกที่มีขนาดโครงการแตกต่างกันไป 3. พิจารณาถึงความหลากหลาย และจำนวนวิธีการที่ใช้ลดผลกระทบ และ 4. ประเภทของกระบวนการฝังกลบ โดยพยายามเลือกครอบคลุมสถานที่ฝังกลบเกือบทุกประเภท จากเกณฑ์ดังกล่าวทำให้เลือกกรณีศึกษาที่นำมาวิเคราะห์ได้ 8 กรณีศึกษาด้วยกัน ซึ่งแต่ละกรณีศึกษามีรายละเอียดดังนี้

3.1. กรณีศึกษาByxbee Park(Cantor, 1997)รัฐ แคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา



ภาพที่ 3.1. แสดงผังโครงการByxbee Park

3.1.1. ความเป็นมาและสภาพที่ตั้งโครงการ

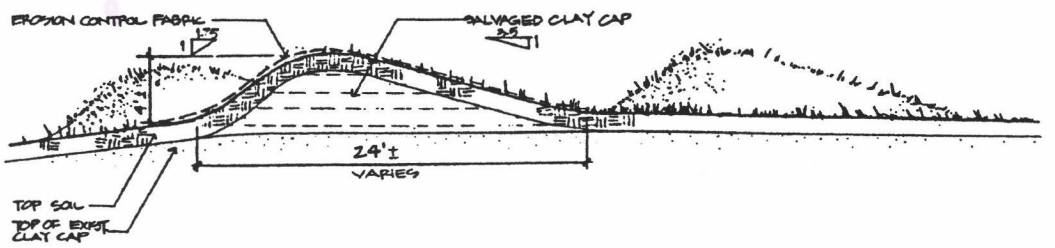
โครงการBxbee Park สวนสาธารณะแห่งนี้ตั้งอยู่ที่บนพื้นที่ที่เคยเป็นสถานที่ทิ้งขยะและท่าเรือเก่าของเมืองPalo Alto รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกามีขนาดพื้นที่โครงการประมาณ 449.5ไร่ Palo Alto Department of Public Works เป็นผู้ให้เงินทุนในการก่อสร้าง และมี

The Office of Cultural Affairs และThe Art Commission เป็นผู้รับผิดชอบโครงการ และด้วยแนวคิดที่จะทำการปิดและปรับพื้นที่ให้เป็นสวนสาธารณะที่เน้นความเป็นงานศิลปะมากกว่างานทางวิศวกรรม ทั้ง 2 หน่วยงานได้เลือกศิลปิน 2 ท่านคือ Peter Richards และMichael Oppenheimer ร่วมกับบริษัทภูมิสถาปนิก Hagreaves Associates เป็นผู้ออกแบบการปิดโครงการ

3.1.2. แนวคิดในการปิดและพัฒนาเป็นสวนสาธารณะ

การใช้พื้นที่ภายหลังของกรณีศึกษานี้มีความสัมพันธ์กับการลดผลกระทบของสถานที่ฝังกลบขยะเดิม คือ วิธีการลดผลกระทบก่อให้เกิดข้อจำกัดในการออกแบบ และการลดผลกระทบบางประเภทก็สามารถนำมาใช้เป็นองค์ประกอบในการจัดภูมิทัศน์ภายหลังได้ด้วย ในที่นี้จึงขอกล่าวถึงแนวคิดในการออกแบบไว้อย่างคร่าวๆก่อน เพื่อให้เข้าใจแนวทางในการใช้ภูมิทัศน์ช่วยลดผลกระทบของกรณีศึกษามากยิ่งขึ้น

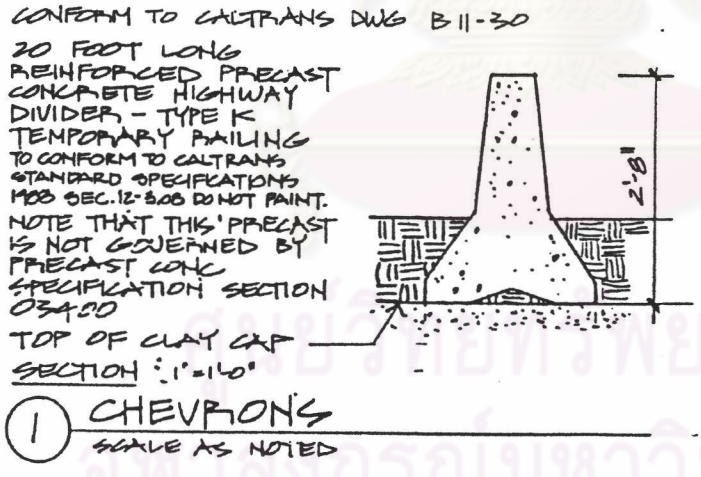
สภาพพื้นที่เดิมของโครงการนี้เป็นสถานที่ฝังกลบขยะและท่าเรือที่มีการกลบทับขั้นสุดท้ายแล้ว(Final Cap) จึงทำให้ไม่สามารถขุดพื้นที่หรือปลูกต้นไม้ใหญ่ได้ ต้องปรับพื้นที่ด้วยการถมเพียงอย่างเดียว ตลอดจนไม่สามารถให้น้ำแก่พืชพันธุ์ในพื้นที่ได้มากเท่าที่ควรเพราะการให้น้ำนี้เสี่ยงต่อการเพิ่มปริมาณของน้ำชะมูลฝอย แต่เนื่องจากแนวคิดในการออกแบบสวนสาธารณะ Byxbee Parkนี้ต้องการเน้นที่ความเป็นศิลปะ เน้นอิทธิพลของลมที่มีต่อพื้นที่ เน้นความเป็นพื้นที่ที่อยู่ในแนวการร่อนลงของเครื่องบินบนสนามบินท้องถิ่นที่ติดกับโครงการและต้องการสะท้อนให้เห็นสภาพเดิมของพื้นที่ ดังนั้นผู้ออกแบบจึงต้องออกแบบให้ใช้การเสริมชั้นดินเหนียวเดิมให้สูงตามต้องการแล้วกลบทับด้วยหน้าดิน เพื่อสร้างเนินเล็กๆที่เรียกว่า Hillocks ไว้เป็นกลุ่มมีขนาดสูงสัมพันธ์กับสัดส่วนมนุษย์ เพื่อสะท้อนให้เห็นว่าพื้นที่เดิมเคยเป็นสถานที่ฝังกลบ และแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของกระแสลมที่มีต่อพื้นที่ โดยจะมีการปูแผ่นใยสังเคราะห์(Erosion Control Fabric) ควบคู่กับการปลูกพืชทนความแห้งแล้ง ปรับตัวง่าย ทนลมและทนความร้อนไม่ต้องรดน้ำมากบนเนินเหล่านี้ เพื่อป้องกันการกัดเซาะพังทลาย



ภาพที่ 3.2. เนินดิน(Hillock) ที่มีการปูแผ่นFilter fabric ก่อนปลูกพืช(Cantor, 1997: 122)

นอกจากนี้เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงสภาพพื้นที่ส่วนหนึ่งที่เคยเป็นบึงน้ำและท่าเรือมาก่อนผู้ออกแบบ จึงให้มีการสร้างเสาท่าเรือขึ้นเพิ่มเติมร่วมกับการนำเสาท่าเรือเดิมมาปักไว้เป็นGrid เพื่อบอกตำแหน่งบึงเดิม แต่เนื่องจากไม่สามารถขุดเจาะชั้นดินเหนียวกันซึมได้ จึงต้องเพิ่มความสูงของชั้นดินกลบทับหน้าอีก 0.30 ม. แล้ววางฐานรากของเสาไว้บนชั้นดินเหนียวกันซึม พร้อมใช้ Bentonite หรือดินเทียมช่วยซ่อมแซมชั้นดินเหนียวกันซึม

ในการออกแบบมีการใช้ภูเขาขยะ 2 ก้อนด้านหน้าพื้นที่ให้เป็นประโยชน์ โดยปรับรูปทรงให้เป็นประตูทางเข้าตามธรรมชาติหรือLandgate ที่มีความชันสูงโดยในด้านตัดของเนินมีความชันแนวระนาบต่อแนวตั้ง1:1และด้านยาวมีความชันแนวระนาบต่อแนวตั้ง3:1ถึง4:1 โดยใช้แผ่นวัสดุสังเคราะห์ที่เรียกว่า(Polyester fabric honeycom)ปูเพื่อป้องกันการพังทลายของSlope ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแม้ความชันในแนวตั้งต่อแนวระนาบไม่เกิน1:3ที่บางครั้งอาจต้องใช้แผ่นใยสังเคราะห์ Erosion Control Fabricช่วยยึดดินที่ยังไม่อยู่ตัวดีก่อนปลูกพืช นอกจากนี้ถัดจากประตูทางเข้าหรือ Land gate เข้าไปนั้นจะมีกำแพงกันดินตัว V ตั้งเป็นแถววางเรียงตามลาดเนินลงไป คอนกรีตตัว V ให้ฐานรากอยู่บนชั้นวัสดุกันซึม(ดูรูป3.3) เพื่อป้องกันการถล่มของดินแล้ว และใช้สะท้อนให้เห็นสภาพพื้นที่เดิมที่เป็นสถานที่ฝังกลบขยะที่มาจากการก่อสร้าง รวมไปถึงสะท้อนให้เห็นแนวทิศทางการบินของเครื่องบินและตำแหน่งของสนามบินของเมืองได้ในคราวเดียวอีกด้วย



ภาพที่ 3.3. การวางกำแพงกันดินบนชันกลบขั้นสุดท้าย(Cantor, 1997: 127)

3.1.3. ผลกระทบและวิธีการลดผลกระทบ

จากที่กล่าวมาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่ากรณีศึกษานี้ค่อนข้างจะเน้นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในช่วงปิดและหลังปิดโครงการ โดยเน้นไปในเรื่องปรับปรุงภูมิทัศน์ให้สภาพพื้นที่ที่เคยเป็นสถานที่ฝังกลบขยะเกิดความสวยงาม ลดผลกระทบที่จะเกิดกับสุนทรียภาพและความงามทำให้ผู้คนที่อยู่ในพื้นที่มีความรู้สึกที่ดีขึ้นในขณะเดียวกันก่อไม่ก่อให้เกิดผลกระทบอื่นๆ ตามมา ซึ่งแนวทางบางอย่างสามารถนำไปใช้กับการลดผลกระทบในช่วงอื่นได้ด้วย นอกจากนี้เมื่อ

สรุปแบ่งตามผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆแล้วกรณีศึกษานี้มีแนวทางการลดกระทบในด้านต่างๆคือ

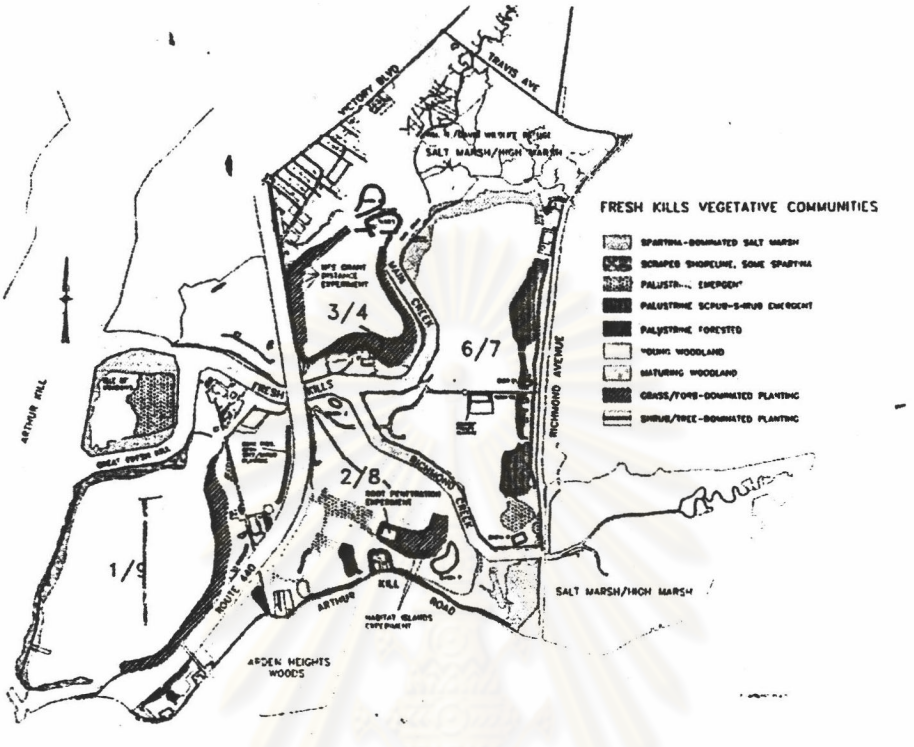
1.) ด้านการกัดเซาะพังทลายของพื้นที่ : เนื่องจากสภาพพื้นที่มีลมแรงเพราะใกล้ทะเล อากาศแห้ง ในพื้นที่ส่วนที่ดินยังไม่อยู่ตัวหรือถูกกระแสลมพัดพาได้ง่ายควรจะใช้การปูวัสดุประเภทใยสังเคราะห์(Fabric) และใช้การปลูกพืชคลุมดินร่วมด้วย และในบางส่วนของพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันมาก หรือมีเนื้อที่ส่วนลาดชันยาวใช้การสร้างกำแพงกันดินตัวV ดังที่กล่าวมาแล้วเพื่อช่วยป้องกันร่วมกับการปลูกพืชคลุมดิน นอกจากนี้ยังมีการใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นอย่างเปลือกหอยนางรม(Oyster shell) ผสมกับอิฐหักและซีเมนต์ปูถนนในโครงการซึ่งบางส่วนตัดผ่านหลุมกลบเดิมเพื่อลดการกัดเซาะพังทลาย

2.) ด้านการกระจายตัวของก๊าซ : เนื่องจากสภาพพื้นที่เดิมมีการวางมาตรการป้องกันการกระจายตัวของก๊าซทางด้านวิศวกรรม โดยการสร้างระบบเก็บรวบรวมและเผาก๊าซด้วยปล่องเผาก๊าซในกรณีที่มีปริมาณก๊าซมากเกินไป รวมไปถึงมีการกลบชั้นสุดท้าย(Capped)ด้วยดินเหนียวหนา 0.30-0.60 ม. พร้อมใช้การจัดภูมิทัศน์ด้วยการปลูกพืชคลุมและให้มีการดูแลจัดการพื้นที่ในช่วงหลังการปิดโครงการ โดยเนื่องจากสภาพพื้นที่มีลมแรง อากาศหนาวและแห้งจึงต้องสเปรย์น้ำลงบนพื้นที่ในปริมาณที่พอเหมาะเพื่อกันการแตกร้าวของชั้นดินกลบ และการทำงานต้องกระทำอย่างระมัดระวังเพื่อให้เกิดการเจาะชั้นดินเหนียวกันซึมน้อยที่สุด พร้อมทั้งทำการซ่อมแซมเมื่อเกิดรอยรั่วของชั้นดินกลบด้วยวัสดุจำพวกBentonite ตลอดจนมีการเสริมชั้นการกลบทับหากต้องปรับพื้นที่ในส่วนที่จำเป็นดังที่กล่าวมาแล้ว

3.) ด้านการปนเปื้อนของน้ำใต้ดินและผิวดิน : เน้นไปที่การดูแลจัดการพื้นที่ในช่วงหลังการปิดโครงการคือไม่สเปรย์น้ำบนชั้นกลบมากเกินไป และเลือกพืชพันธุ์ที่ทนความแห้งแล้งไม่ต้องรดน้ำมาก ทนร้อน ทนลม รวมไปถึงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ และบนหลุมกลบมีการปลูกพืชประเภทหญ้าที่มีอายุสั้น(Annual grasses)ก่อนเป็นไม้เบิกนำ ปรับปรุงคุณภาพดิน แล้วจึงปลูกพืชคลุมดินหรือไม้พุ่มที่มีอายุยืน(Perennial grasses)แทนที่

4.) ด้านผลกระทบทางสายตา : การลดผลกระทบในด้านนี้จะเน้นที่การจัดภูมิทัศน์ของพื้นที่เพื่อให้เกิดความสวยงาม เช่นการปลูกพืชคลุมดิน หรือไม้พุ่มประเภทต่างๆ และการลดผลกระทบที่เกิดจากสิ่งก่อสร้างในโครงการเช่น ปล่องเผาก๊าซ โดยใช้สีและการตกแต่งช่วยก่อให้เกิดความสวยงามเหมือนเป็นประติมากรรมในพื้นที่ดังที่กล่าวมาแล้ว

3.2. Fresh kills Landfill (Kirkwood, 2001) Staten Island NewYork สหรัฐอเมริกา



ภาพที่ 3.4. แสดงที่ตั้งโครงการของFresh kills Landfill(Kirkwood, 2001: 185)

3.2.1. ความเป็นมาและสภาพที่ตั้งโครงการ

Fresh kills Landfill ตั้งอยู่บนStaten Island NewYork เป็นสถานที่ฝังกลบขยะประเภท Municipal Waste ของNew York ซึ่งอยู่ภายใต้การดูแลของNew York Department of Sanitation ต่อมาเมื่อได้รับนโยบายในการปรับปรุงพื้นที่ สถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้จึงเสมือนเป็นแปลงทดลองของนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร ตลอดจนนักออกแบบ เกี่ยวกับการฟื้นฟูสภาพสถานที่ฝังกลบขยะกลับมาใช้ใหม่ และการปลูกพืชทดแทนในพื้นที่ที่เคยเป็นสถานที่ฝังกลบขยะ ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้นำไปสู่เทคนิค และแนวทางในการดูแลรักษาการกลบขั้นสุดท้าย(Final Landfill Cap) และการฝังกลบขยะในขั้นอื่นๆ(Cover treatment) การประยุกต์จัดการในเรื่องของStormwater และการวางแผนการปิดโครงการ สำหรับหน่วยงานที่ให้คำแนะนำและรับผิดชอบในการทดลองฟื้นฟูสภาพพื้นที่นี้คือ Andropogon Associated, บริษัทภูมิสถาปนิกของPhiladelphia และบริษัทภูมิสถาปนิกของ Pensylvania โดยแนวทางในการทดลองฟื้นฟูสภาพพื้นที่นี้จะเน้นในด้านการปลูกหญ้า และไม้ยืนต้น, การทำGarbage berm, การใช้แนวทางด้านวิศวกรรมชีวภาพในการทำรางน้ำในสถานที่ฝังกลบ และการฟื้นฟูสภาพบึงน้ำเค็ม

3.2.2. ผลกระทบและการลดผลกระทบ

ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เห็นได้ชัดจากกรณีศึกษานี้จะมีอยู่ด้วยกัน 3 ด้าน คือ 1.) การลดการกัดเซาะพังทลาย 2.) ผลกระทบต่อแหล่งน้ำ 3.) การลดผลกระทบทางด้านความงามและสุนทรียภาพ ซึ่งจะมีรายละเอียดในการลดผลกระทบดังนี้

1.) การลดการกัดเซาะพังทลาย: สำหรับโครงการนี้จะเน้นวิธีการลดการกัดเซาะพังทลายที่สามารถฟื้นฟูสภาพพื้นที่ได้ในคราวเดียว โดยเนื่องจากชั้นกลบขั้นสุดท้ายของสถานที่ฝังกลบแห่งนี้มีความชันในแนวดิ่งต่อแนวระนาบเป็น1:3 และดินกลบที่นำมาใช้ค่อนข้างหนาแน่นและบาง ดังนั้นในการปลูกพืชพันธุ์เพื่อลดการกัดเซาะพังทลายของชั้นฝังกลบด้วยการหว่านตามปกติจึงไม่สามารถทำได้ ต้องอาศัยการไถพื้นที่ให้เป็นร่องด้วยรถแทรคเตอร์ ซึ่งประดิษฐ์ขึ้นใหม่โดย Robert Dixtonก่อนทำการปลูก เพื่อให้ดินนั้นร่วนซึมผ่านน้ำได้มากขึ้น โดยในการปลูกพืชจะเริ่มจากพืชจำพวกหญ้าที่ทนทานและต้องการการดูแลรักษาน้อยฟื้นฟูสภาพดินก่อนเช่น Little bluestem, Switchgrass, Indiangrass, Broomsedge และ Forb หลังจากนั้นเมื่อหญ้าที่ทำการปลูกโตได้ประมาณ1-2 ปีทีมงานจึงเริ่มมีการทดลองปลูกไม้ยืนต้น และไม้พุ่มซึ่งพยายามคัดเลือกไม้ท้องถิ่นซึ่งมีความทนทาน ทนต่อความเป็นกรด Heaths, Pine, Oak พืชพวกEricceous และหญ้าที่มีในท้องถิ่นเช่น Turfgrass ผสมกันเพื่อให้เกิดความหลากหลาย

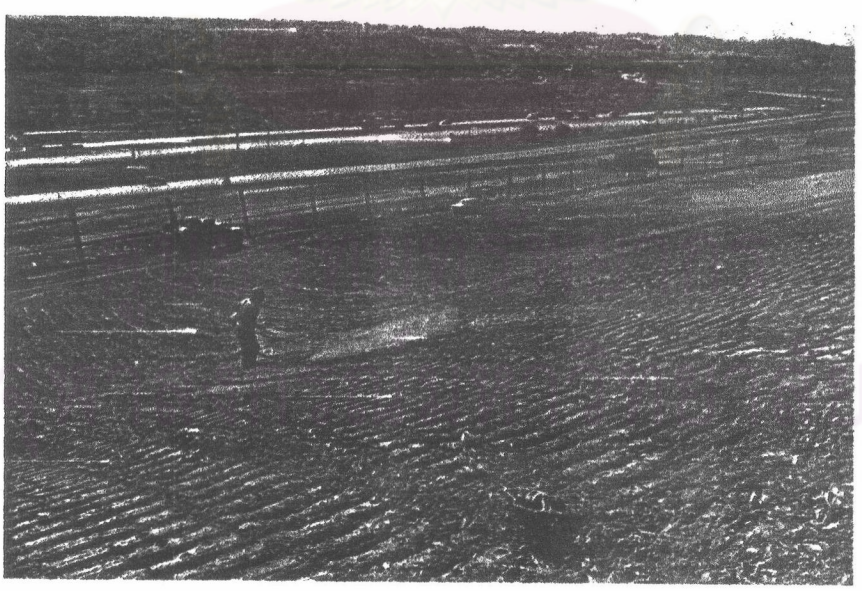
จะเห็นได้ว่าในพื้นที่Freshkill Landfillจะมีการนำไม้ยืนต้นมาใช้ ซึ่งไม้ประเภทนี้เป็นไม้ที่EPAไม่แนะนำเพราะเกรงว่าจะทำลายชั้นกลบขั้นสุดท้าย(Capped) แต่เนื่องมาจากการทดลองในปี 1992 ซึ่งมีการทดลองขุดไม้ยืนต้นที่ปลูกในBrookfield Landfill ที่อยู่ติดกับ Freshkill Landfill ขึ้นมาดูพบว่ารากต้นไม้ไม่ได้ทำลายชั้นฝังกลบ และจากการศึกษาพฤติกรรมการเจริญเติบโตของต้นไม้ทำให้ทราบว่ารากของต้นไม้ไม่สามารถแทงทะลุวัสดุที่ใช้ในชั้นฝังกลบซึ่งมีความหนาแน่นสูงและมีค่าความเป็นกรดที่เกินกว่ารากของต้นไม้จะสามารถเจริญเติบโตได้ โดยเมื่อดินเหนียวกันซึมมีความหนา 0.60-0.80 ม.ขึ้นไปรากพืชจะแผ่ออกด้านข้างมากกว่าเจาะลงด้านล่าง นอกจากนี้ข้อดีที่ได้จากการฟื้นฟูสภาพพื้นที่ด้วยการสร้างความหลากหลายทางชีวภาพด้วยการปลูกต้นไม้นี้นอกจากจะลงทุนน้อย ทำให้สภาพพื้นที่ดูสวยงามแล้ว ยังเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ต่างๆได้อีกด้วย

2.) การลดผลกระทบต่อแหล่งน้ำ: โครงการนี้มีการทดลองใช้เทคนิคใหม่ในการสร้างรางเปิดธรรมชาติ เพื่อช่วยระบายน้ำและลดตะกอนปนเปื้อน คือจะใช้การปูรางน้ำด้วย Fascines ซึ่งเป็นกิ่งไม้ที่สานเข้าด้วยกันแทนหญ้า ร่วมกับการปลูกไม้พุ่มขนาดเล็ก นอกจากนี้สำหรับบึงน้ำเค็มในพื้นที่ก็ได้ทำการฟื้นฟู โดยการปลูกพืชชายฝั่งขึ้นทดแทนพืชเดิมด้วย

3.) การลดผลกระทบด้านความงามและสุนทรียภาพ: เนื่องจากมีทางหลวงตัด

ผ่านพื้นที่ดังนั้น ในพื้นที่ส่วนที่อยู่ติดทางหลวงทีมงานได้สร้างเนินดินจากกองขยะ(Garbage berm)ที่ถูกกลบทับด้วยดินพร้อมปลูกพืชเพื่อบดบังสายตา ซึ่งดินที่กล่าวถึงนี้เป็นดินของท่าเรือ New York ซึ่งมีการปนเปื้อนน้ำมัน และน้ำเสียจากท่าเรือทำให้ต้องมีการปรับปรุงดินก่อนนำมาใช้ โดยนำมาตากให้แห้งแล้วเติมสารชีวภาพ(Probiotic agents หรือHuma-gro)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสิ่งที่แสดงให้เห็นได้ชัดและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จากกรณีศึกษานี้ก็คือการเลือกใช้วัสดุพืชพันธุ์ในการกลบทับขั้นสุดท้ายระหว่างการปิดและหลังปิดโครงการ ซึ่งกรณีศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าไม้ยืนต้นก็สามารถนำมาปลูกได้ในสถานที่ฝังกลบได้แต่รากพืชจะแผ่ออกด้านข้างซึ่งบางครั้งอาจทำให้การเติบโตของพืชไม่ดีเท่าที และถ้าหากสร้างความหลากหลายของพืชพันธุ์ได้บางทีการปลูกป่าบนสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยอาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมในการนำพื้นที่กลับมาใช้ใหม่ โดยนอกจากนี้ในกรณีศึกษานี้จะกล่าวถึงการลดผลกระทบใน 3 เรื่องคือ 1.) ในเรื่องการลดการกัดเซาะพังทลายซึ่งมีการทดลองใช้พืชรากตื้นมาปลูกโดยมีการไถคราดก่อนเนื่องจากดินเรียบแน่น 2.) การสร้างรางเปิดระบายน้ำธรรมชาติ ที่มีการทดลองใช้พืชพันธุ์อย่างไม่พุ่มและวัสดุธรรมชาติอย่างกิ่งไม้สานมาช่วยชะลอความเร็วกระแสน้ำและลดการปนเปื้อนของตะกอน 3.) การสร้างเนินดินพร้อมปลูกต้นไม้เพื่อช่วยบังสายตาจากถนนหลวงที่ตัดผ่านพื้นที่ด้วยกองขยะซึ่งใช้ดินกลบทับและมีการใช้วิธีเติมสารชีวภาพคล้ายวิธีBioremidiationเข้าช่วยคือเป็นการเติมจุลินทรีย์เพื่อปรับปรุงดิน



ภาพที่ 3.5. การไถคราดปลูกพืชบนชั้นกลบขันสุดท้าย(Kirkwood, 2001: 182)

3.3. Millennium Parklands(OCA, 1998; OCA, 2000; Conger, 2001: 221-240)

3.3.1. ความเป็นมาและสภาพพื้นที่ของโครงการ

The Sydney Olympics 2000หรือ Millennium Parklandsแห่งนี้มีเนื้อที่ประมาณ 1,923ไร่ ก่อสร้างณ. บริเวณ Homebush bay เมืองSydney ประเทศออสเตรเลีย ภายใต้โครงการฟื้นฟูสภาพพื้นที่ Homebush bay ครั้งใหญ่ ซึ่งเริ่มตั้งแต่ปี 1992 จนถึงปี 1999 และมีOlympic Co-ordination Authority(OCA) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบ และมี Hagreave Association เป็นบริษัทภูมิสถาปนิกที่ร่วมออกแบบ

ในอดีตกว่า 100 ปีก่อนการฟื้นฟูที่Homebush bay เป็นสถานที่ฝังกลบขยะที่ต้องรองรับขยะหลายประเภทไม่ว่าจะเป็นขยะที่มาจากบ้านเรือน เช่นแบตเตอรี่ พลาสติก, ขยะที่มาจากธุรกิจการค้า เช่น ขยะจากการก่อสร้าง เหล็ก คอนกรีต กระดาษเป็นต้น หรือขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่นขยะเคมี กากของเสียจากโรงงานไฟฟ้า แอสเบสทอส ฯลฯ ซึ่งขยะเหล่านี้ถูกฝังอย่างไม่ถูกต้องและกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ Homebush bay ที่เคยเป็นมีระบบนิเวศที่ซับซ้อน หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นป่าไม้ ทุ่งหญ้า บึงน้ำเค็ม(Salt marsh) และป่าโกงกาง เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์และพืชพันธุ์ที่หายากมากมาย ประกอบกับสภาพพื้นที่ที่มีน้ำล้อมรอบ คือ Paramatta River, Powell and Haslams Creek, และอ่าว Homebush bay ตลอดจนสภาพธรรมชาติโดยรอบพื้นที่ที่มีสภาพป่า ทุ่งหญ้า บึงน้ำเค็ม และป่าโกงกางซึ่งปัจจุบันยังคงเหลืออยู่ ทำให้การฟื้นฟูในครั้งนี้นอกจากจะมุ่งเน้นที่ความปลอดภัยของผู้ที่ทำงาน และผู้มาเยือนในพื้นที่ ยังต้องเน้นที่การปนเปื้อนของน้ำใต้ดิน คุณภาพของน้ำชายฝั่ง คุณภาพอากาศของพื้นที่ข้างเคียง ตลอดจนการสงวนรักษาปกป้องสิ่งมีชีวิต สัตว์และพืชพันธุ์ท้องถิ่น แต่เนื่องจาก Homebush bay เป็นสถานที่ฝังกลบขยะที่มีอายุมากจึงทำให้ปัญหาในเรื่องของการเกิดก๊าซมีน้อยกว่าปัญหาอื่นๆ และเนื่องจากกรณีศึกษานี้เป็นสถานที่ฝังกลบที่ยังกลบทับไม่ถูกต้องยังไม่ได้มีการกลบทับขั้นสุดท้าย(Capped)และเป็นสถานที่ฝังกลบอายุมากปริมาณก๊าซน้อยจึงสามารถขุดเคลื่อนย้ายขยะได้บางส่วน

3.3.2. พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ

กรณีศึกษานี้เป็นกรณีศึกษาที่กล่าวถึงการปรับปรุงสถานที่ฝังกลบขยะเดิมพร้อมทำการปิดให้ได้มาตรฐาน ซึ่งจะเห็นได้ว่าสภาพพื้นที่ของสถานที่ฝังกลบขยะเดิมเป็นพื้นที่ต่ำทำให้การฝังกลบที่เกิดขึ้นใช้วิธีฝังกลบแบบขุดร่องผสมกับถมที่ ซึ่งใช้กันมากในไทย และเนื่องจากการฝังกลบในพื้นที่กรณีศึกษานี้เกิดขึ้นในยุคที่เทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อมยังไม่ก้าวหน้า การฝังกลบขยะจึงเป็นไปโดยไม่ถูกวิธีนักมีการฝังขยะปะปนกันหลายประเภทกระจายทั่วพื้นที่ การปนเปื้อนสิ่งแวด

ล้อมจึงมีมาก โดยจากการที่OCAได้พิจารณาพื้นที่ Homebush bayทั้งหมดพบว่ามีอยู่ 20% ของพื้นที่ทั้งหมดที่ต้องทำการฟื้นฟูและลดผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมซึ่งประกอบไปด้วย

1.) พื้นที่Homebush bay commonและที่จอดรถของAquatic Center: ในอดีตพื้นที่ส่วนนี้เคยเป็นสถานที่ทิ้งขยะของชุมชนซึ่งในปัจจุบันพื้นที่ที่เป็นที่จอดรถของ Aquatic Center นั้นแต่เดิมสภาพดินมีการปนเปื้อนของแอสเบสทอส กากสารพิษที่มีจากโรงงานผลิตก๊าซมากประกอบกับอยู่ใกล้แหล่งน้ำธรรมชาติจึงทำให้พื้นที่แห่งนี้ต้องมีมาตรการลดผลกระทบที่เน้นในเรื่องการปนเปื้อนของน้ำผิวดินเป็นพิเศษ

2.) พื้นที่Haslams Creek South และKronos Hill: ในอดีต Haslams Creek เคยเป็นเส้นทางน้ำที่ไหลผ่านป่าโกงกางออกสู่อ่าวWentworth จนกระทั่งในปี 1981 ทางน้ำทางใต้ส่วนนี้ได้กลายเป็นภูเขาขยะสูง 15 เมตร ปัจจุบันการฟื้นฟูพื้นที่บริเวณนี้เสร็จสิ้นแล้ว โดยภูเขาขยะที่กล่าวถึงนี้ได้กลายเป็น Kronos Hillที่สูง 25 เมตร กินเนื้อที่กว้าง 30 เมตร

3.) พื้นที่Haslams Creek North: ชั้นดินในบริเวณนี้ประกอบด้วยชั้นขยะจากชุมชน ขยะจากการก่อสร้าง และขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนที่พัฒนาเป็นสนามยิงธนูที่เรียกว่า Sydney International Archery Park ซึ่งเดิมเป็นส่วนหนึ่งของอ่าวWentworth ที่ถูกถมโดยขยะ ซึ่งเมื่อมองจากส่วนนี้ไปก็จะเห็นพื้นที่ป่าเขตแห้งแล้ง ทุ่งหญ้า และป่าโกงกางที่ปัจจุบันได้รับการฟื้นฟูแล้ว อีกส่วนหนึ่งที่ต้องทำการปรับปรุงพัฒนาคือ Hill Road Car Park ซึ่งเดิมเป็นที่ทิ้งขยะ The Elcom site โดยพื้นที่แห่งนี้เริ่มรองรับขยะในช่วงปี 1960sทั้งขยะประเภทเศษอิฐ ปูน กากถ่านหินจากโรงไฟฟ้า ขยะชีวภาพที่เน่าเปื่อยได้ ทำให้สภาพดินและแหล่งน้ำปนเปื้อนด้วยขยะชุมชน แร่ธาตุ โลหะหนัก ตลอดจนคราบน้ำมันมากมาย

4.) Homebush bay North: พื้นที่ในส่วนเคยเป็นฐานทัพเรือและท่าจอดเรือของทหารตั้งแต่ปี 1981จนกระทั่งถึงปี 1987 สภาพพื้นที่โดยรอบมีความหลากหลายทางชีวภาพมากประกอบด้วยบึงน้ำเค็ม(Salt marsh) พื้นที่ชุ่มน้ำ ทุ่งหญ้า และป่าขนาดเล็กที่เรียกว่าSilver water nature reserve ซึ่งแม้ว่าพื้นที่ป่าจะไม่ได้กลายเป็นพื้นที่ทิ้งขยะ แต่ส่วนที่เป็นท่าเรือนั้นกลายเป็นที่ทิ้งขยะหลายประเภท

5.) The Corridor wetlands: พื้นที่ชุ่มน้ำแห่งนี้กลายเป็นสถานที่ทิ้งขยะเกือบทุกประเภทมีขยะอันตรายและขยะมีพิษ ปะปนอยู่ด้วยในช่วง 1969 และ1973

6.) พื้นที่ที่พัฒนาเป็น Silver water nature reserve: แต่เดิมพื้นที่แห่งนี้เป็นสถานที่ทิ้งและเผาขยะทีเรียกว่า Burning Pit

7.) พื้นที่Clay Pit: ลักษณะพื้นที่แห่งนี้เป็นบ่อดินที่ใช้ฝังกลบขยะทั้งขยะชีวภาพ ขยะจากการก่อสร้าง และขยะจากโรงงานบางส่วน มีความลึกถึง 11 เมตร

8.) Haslams Creek: เป็นแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อนของเศษขยะที่ปลิวจากสถานที่ฝังกลบขยะข้างเคียงทำให้สภาพน้ำบริเวณนี้เป็นกรดรุนแรง และมีตะกอนขุ่น

9.) พื้นที่Wilson Park: เนื่องจากพื้นที่ส่วนนี้เคยเป็นที่ตั้งของโรงงานปิโตร-เคมี PACCALผลิตก๊าซให้แก่ชุมชนในช่วงปี 1954-1974 ซึ่งน้ำเสียจากโรงงานแห่งนี้ได้ถูกทิ้งลงในบ่อภายในโรงงานติดกับแม่น้ำ Paramatta ส่วนกากของเสียประเภทน้ำมันดินจากโรงงาน ถูกฝังในพื้นที่แห่งนี้

10.) พื้นที่Auburn Tip: เป็นพื้นที่รองรับขยะจากบ้านเรือนและเศษอิฐ หิน คอนกรีต และรองรับขยะจำพวกแอสเบสทอสจากHardy's Tip ปัจจุบันพื้นที่รองรับขยะแห่งนี้สูง 13 เมตร

11.) พื้นที่Hardy's Tip: ใช้เป็นที่ฝังกลบขยะจำพวกแอสเบสทอส ไฟเบอร์ ขยะบางส่วนจะถูกน้ำไปทิ้งรวมกับ Auburn Tip โดยพื้นที่ส่วนนี้รวมกับWilson Parkจะเป็นส่วนหนึ่งของ Millenium Park

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าเนื่องจากขนาดของโครงการที่ใหญ่ มีสภาพปัญหาที่แตกต่างกันในแต่ละส่วนจึงทำให้จำเป็นต้องวางมาตรการบรรเทาผลกระทบที่ดำเนินการเฉพาะเจาะจงในแต่ละพื้นที่ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าแนวทางการบรรเทาผลกระทบที่ได้จากกรณีศึกษานี้จะลดผลกระทบใน 4 ด้านคือ

3.3.3. การลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม

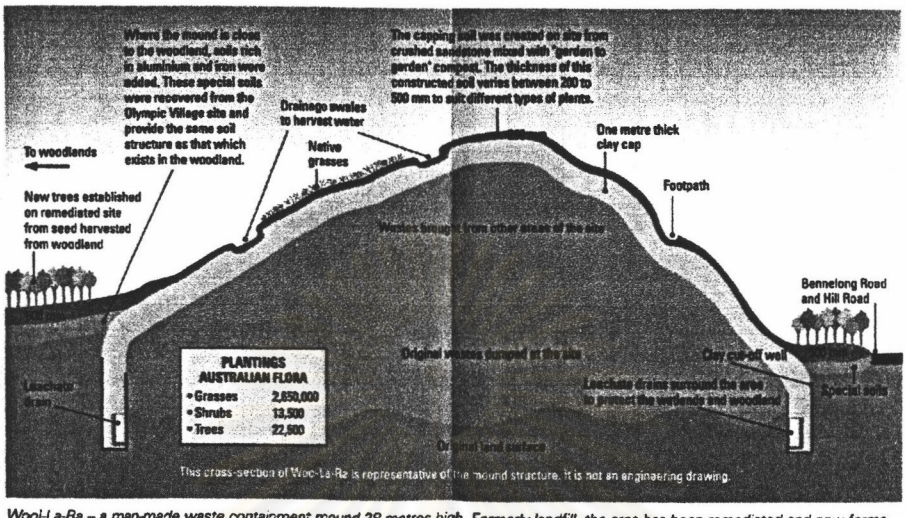
1.) การลดการปนเปื้อนของน้ำใต้ดินและการเกิดน้ำชะมูลฝอย โดย

- สร้างระบบรวบรวมและสูบน้ำชะมูลฝอยจากพื้นที่Homebush Bay Common, Homebush Bay North, ที่จอดรถของAquatic CenterและClay Pit โดยส่งน้ำเสียดังกล่าวไปบำบัดยังโรงงานบำบัดน้ำเสีย Lindcombe Liquid Waste Plantที่อยู่ใกล้ๆและสำหรับน้ำชะมูลฝอยซึ่งเกิดจากขยะที่มาจากการก่อสร้าง มีแอมโมเนียสูงจากพื้นที่Haslams Creek Northปั๊มส่งไปบำบัดยังบ่อระเหย(Evaporation Pond)ซึ่งแอมโมเนียจะกลายเป็นอาหารของพืชน้ำในบ่อต่อไป

- ใช้การปูแผ่นวัสดุสังเคราะห์กันซึมแบบ 2 ชั้นสำหรับพื้นที่ที่จะพัฒนาเป็น Aqutic Center ซึ่งมีสารปนเปื้อนจำพวกแอสเบสทอสและการพิษจากโรงงานผลิตก๊าซมาก และปูแผ่นวัสดุสังเคราะห์กันซึมบริเวณHomeBush Bay North กันการปนเปื้อนสู่พื้นที่ชุ่มน้ำ

- กลบขั้นสุดท้ายในพื้นที่Homebush Bay Common, Haslams Creek North, Homebush Bay North และClay pit โดยก่อนการกลบจะมีการแยกขยะประเภทก่อสร้างออกมาบดอัดก่อนถมกลับเข้าไปใหม่ และในพื้นที่Clay pitจะมีการขนย้ายขยะบางส่วนไปไว้ที่

KronosHill ซึ่งเป็นขยะประเภทเดียวกับด้วย สำหรับในการกลบขั้นสุดท้ายนี้จะใช้ดินเหนียวกันซึม หนา 1 ม.ร่วมกับดินปลูกหนา 0.20-0.50 ม. พร้อมปลูกหญ้าและไม้ท้องถิ่น



Wool-La-Ra – a man-made waste containment mound 28 metres high. Formerly landfill, the area has been remediated and now forms part of the Millennium Parklands.

รูปที่ 3.6. แสดงการกลบขั้นสุดท้าย(Capped)ของกองขยะ (OCA, 2000)

2.) การลดการปนเปื้อนของน้ำผิวดิน มีดังนี้

- ใช้บ่อควบคุมคุณภาพน้ำ โดยสำหรับพื้นที่Hardy's Tip ซึ่งฝังกลบขยะจำพวกแอสเบสทอส ไฟเบอร์ จะจัดการน้ำฝนที่ระบายบนผิวดินด้วยการให้ตกตะกอนในบ่อควบคุมคุณภาพน้ำ 2 บ่อซึ่งมีการปลูกพืชน้ำจืดไว้เพื่อช่วยปรับคุณภาพน้ำ ดูดซับแร่ธาตุและโปรตีน ตลอดจนลดสารแขวนลอยที่มากับน้ำระบายบนผิวดิน(Stormwater) โดยบ่อดังกล่าวจะกลายเป็นแหล่งน้ำสำคัญสำหรับนกและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

- สร้างพื้นที่ชุ่มน้ำ โดยสำหรับในบริเวณทางทิศเหนือของพื้นที่ในส่วนที่เรียกว่า"The Northern Feature site" ซึ่งอยู่บริเวณชายฝั่งHaslam Creekและทิศเหนือของพื้นที่ส่วนกลางได้มีการสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำ(Wetland)ขึ้น เพื่อจัดการปรับปรุงคุณภาพ Storm Waterที่มาจากพื้นที่รองรับน้ำทางตะวันตกของโครงการ และBackwashที่มาจากสระว่ายน้ำในศูนย์กีฬาทางน้ำ (Aquatic Center) และเนื่องจากแนวคิดในการสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำแห่งนี้ไม่ได้เพียงเพื่อใช้บำบัดน้ำจาก Storm Waterอย่างเดียว แต่เพื่อฟื้นฟูสภาพพื้นทีชุ่มน้ำใกล้เคียง เพื่ออนุรักษ์พืชพันธุ์ และสัตว์ตลอดจนต้องการให้เป็นพื้นที่ให้การศึกษา เป็นพื้นที่สื่อความหมายแก่ชุมชน เปรียบเสมือนเป็นทางเข้าของโครงการ ดังนั้นคุณภาพน้ำที่ผ่านพื้นที่ชุ่มน้ำแล้วจะต้องอยู่ในระดับที่มนุษย์สามารถสัมผัสได้ โดยพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นนี้ประกอบด้วยพื้นที่ 3 ส่วนใหญ่ๆคือ

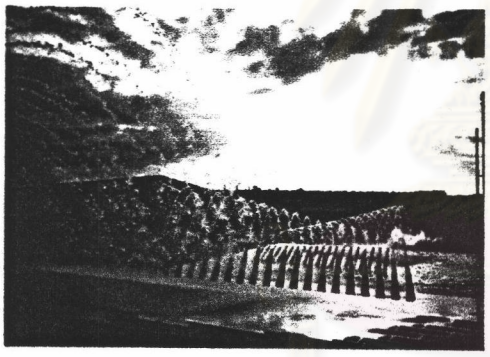
1.) Inlet Pond ซึ่งจะทำหน้าที่รองรับ Storm Waterในระดับน้ำฝน 1-2 ปี ก่อนส่ง

ต่อไปยังพื้นที่ส่วนต่างๆของพื้นที่ชุ่มน้ำ โดย Storm Waterนี้จะต้องผ่านPollution trapที่ใช้กรอง ดักจับเศษขยะก่อนลงสู่ Inlet Pond หรือRetention Pond

2.) Macrophyte Zone ถือเป็นส่วนสำคัญของพื้นที่ชุ่มน้ำเพราะเป็นส่วนที่มีการปลูกพืชจำพวก Macrophyteซึ่งใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนลงสูOut let Pond

3.) Out let Pond เป็นส่วนรองรับน้ำที่สะอาดจาก Macrophyte Zoneแล้วส่งต่อไปใช้ในการรดน้ำต้นไม้และใช้กับห้องน้ำในพื้นที่โครงการ หรือถูกปั๊มโดยตรงไปยังน้ำพุ ซึ่งเชื่อมระหว่างOlympic Plazaกับพื้นที่ชุ่มน้ำ และน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำจะถูกสูบจาก Out let Pondไปสู่ Inlet Pondเพื่อให้เกิดการหมุนเวียน เป็นการควบคุมปริมาณยุง และสาหร่าย นอกจากวิธีที่กล่าวมา น้ำพุที่สร้างขึ้นยังมีส่วนช่วยให้เกิดการหมุนเวียนน้ำอีกด้วย

สำหรับขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำนั้นจะสัมพันธ์กับปริมาตรน้ำที่พื้นที่รองรับน้ำด้านตะวันตกรองรับได้ และมีระดับน้ำที่ขึ้นลงและระดับความลึกที่พืชในพื้นที่ชุ่มน้ำทนได้ ซึ่งตามปกติพืชจำพวกนี้จะเติบโตในระดับน้ำลึกระหว่าง 2-3 เมตรในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำมากที่สุด 0.5 เมตร สำหรับพื้นที่ชุ่มน้ำนี้กำหนดให้มีส่วนที่ถูกปกคลุมโดยพืชพันธุ์ 30%



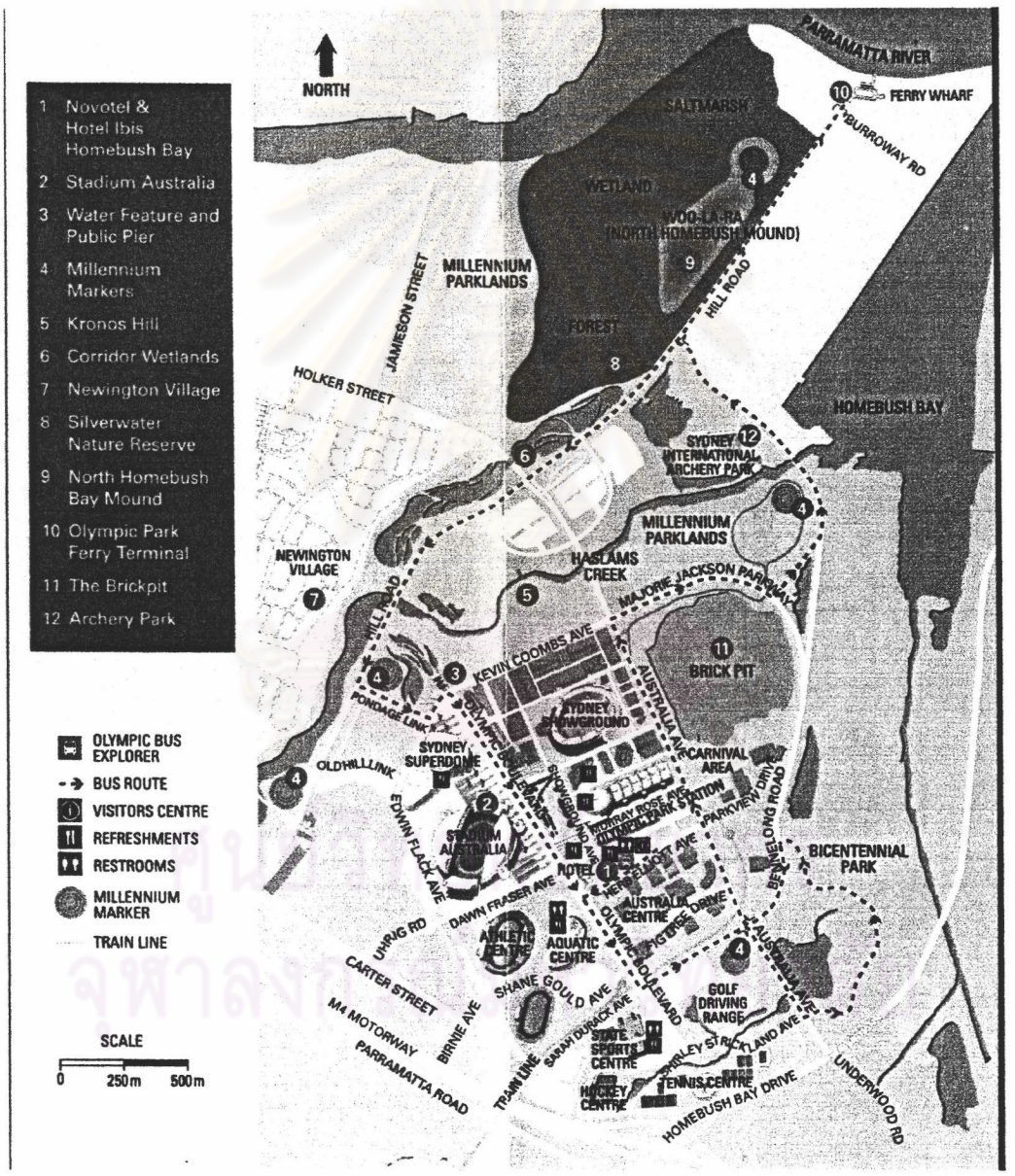
รูปที่ 3.7. น้ำพุเชื่อมOympic Plaza กับ พื้นที่ชุ่มน้ำ(Wetland)

รูปที่ 3.8. น้ำพุ กับ พื้นที่ชุ่มน้ำ(Wetland)

- สร้างกำแพงกันหรือคันกั้นบริเวณWilson Park ก่อนทำการขุดรอกขยะที่ปนเปื้อนแม่น้ำParamatta ซึ่งเป็นเส้นทางระบายน้ำธรรมชาติไปไว้ยังหลุมฝังกลบในพื้นที่

3.) การบรรเทาผลกระทบทางนิเวศวิทยา โดยการปลูกพืชพันธุ์ทดแทน และสร้างสภาพแวดล้อมที่จำเป็นแก่การดำรงชีวิตของสัตว์ และจำเป็นต่อกระบวนการทางระบบนิเวศน์ เช่น การสร้างเกาะเพื่อปรับปรุงการไหลของกระแสน้ำให้ส่งผลเช่นเดิมในพื้นที่Haslams Creek, การฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำทั้งน้ำจืด น้ำเค็มและป่าไม้ในพื้นที่ Homebush bay North, Silver Water Nature Reserve โดยสำหรับพื้นที่The Corridor Wetlands นี้จะมีการสร้างบ่อน้ำทั้งใหญ่และเล็กเพื่อเป็นที่อยู่ของสัตว์ต่างๆและเป็นแนวกันน้ำท่วม

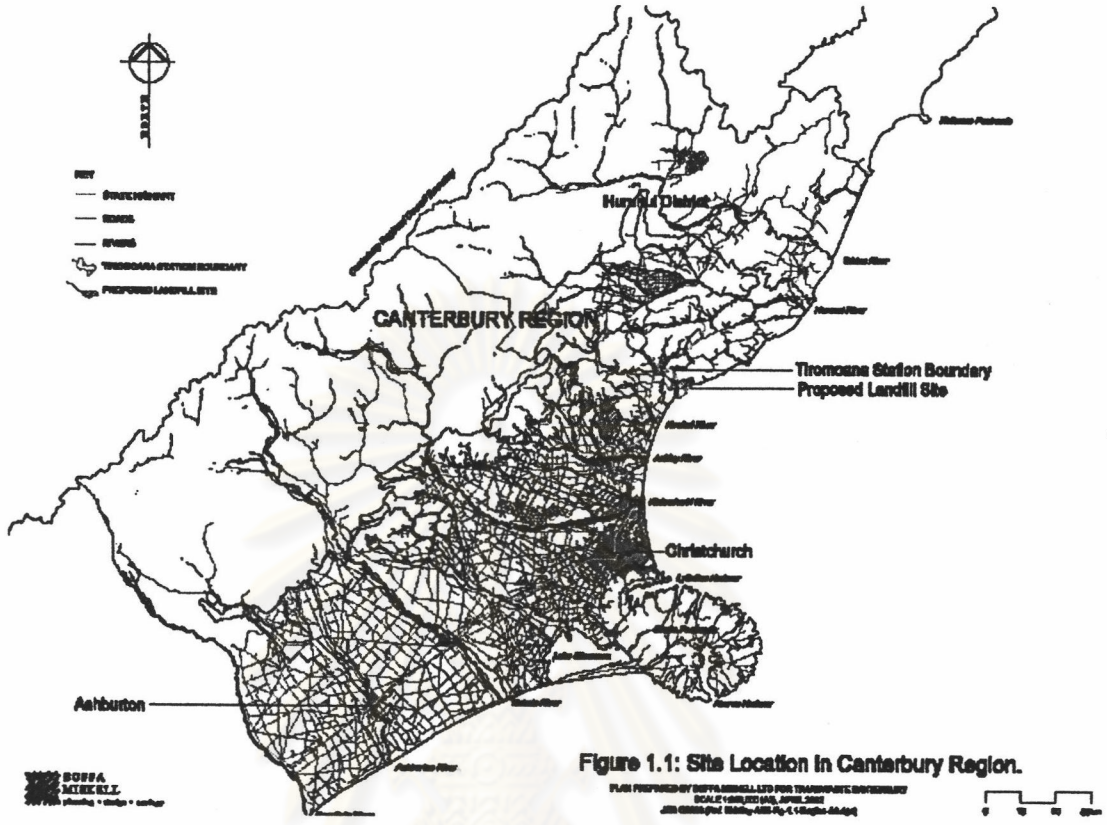
4.) การป้องกันการพังทลายของพื้นที่และการทรุดตัว โดยการขุดแยกขยะประเภทเดียวกันไว้ด้วยกัน รวมทั้งบดอัดก่อนฝังคืนสู่หลุมกลบ ก่อนทำการกลบขั้นสุดท้ายพร้อมใช้การปลูกหญ้า และพืชพันธุ์ท้องถิ่นเพื่อป้องกันการพังทลายในพื้นที่ต่างๆดังที่กล่าวมาแล้วในเรื่องการลดการปนเปื้อนสู่น้ำใต้ดิน และการใช้กำแพงกันดินร่วมกับการปรับพื้นที่เป็นขั้นบันได(Terraced retaining walls)และการปลูกพืชคลุมดินช่วยในพื้นที่ที่สูงชันที่มีการถมดินเพิ่มบริเวณHaslams CreekและKronos Hill



รูปที่ 3.9. แสดงตำแหน่งที่ตั้งโครงการ และตำแหน่งส่วนต่างๆของภายในโครงการ Millennium Parklands(OCA, 2000)

รูปที่ 3.10. แสดงตำแหน่งพื้นที่ที่เคยเป็นสถานที่ฝังกลบขยะใน Millennium Parklands (OCA, 2000)

3.4. กรณีศึกษาKate valley Landfill (Transwaste Canterbury, 2002) ประเทศนิวซีแลนด์



ภาพที่3.11 แสดงตำแหน่งที่ตั้งโครงการ(Transwaste Canterbury, 2002)

3.4.1. ความเป็นมาและสภาพพื้นที่ของโครงการ

Kate Valley Landfill เป็นสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยแบบ municiple solid waste landfill หรือสถานที่ฝังกลบที่ใช้รองรับขยะมูลฝอยจากบ้านเรือน จากการก่อสร้างไปจนถึงจากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งไม่มีพิษและสามารถย่อยสลายได้ในระยะเวลา 35 ปี โดยสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้จัดเป็นสถานที่ฝังกลบขยะในระดับภูมิภาคของแคว้นCenterbury ประเทศนิวซีแลนด์ มีสถานที่ตั้งของโครงการอยู่ในพื้นที่ส่วนหนึ่งของ Tiromoana Station Limited ที่อยู่ในหุบเขา Kate Valley ซึ่งพื้นที่ตั้งโครงการนี้ทั้งหมดจะอยู่ทางทิศตะวันตกของหุบเขามีขนาด 5,745 ไร่ เป็นส่วนที่ใช้รองรับขยะ 37 เฮกตาร์หรือ228.57 ไร่ ขอบเขตด้านทิศตะวันออกของพื้นที่อยู่ห่างจากเส้นทางน้ำคือ Kate Creek เป็นระยะทาง 4.2 กม. ห่างจากทางหลวงของรัฐหมายเลข 1 และ 7 ประมาณ 9 กม. โดยโครงการนี้มีมีบริษัทธิ์ Transwaste Canterbury Limited(TCL) ซึ่งเกิดจากการร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานของรับคือCanterbury local authoritiesกับCanterbury waste Servics Limited(CWS) เป็นผู้รับผิดชอบโครงการ

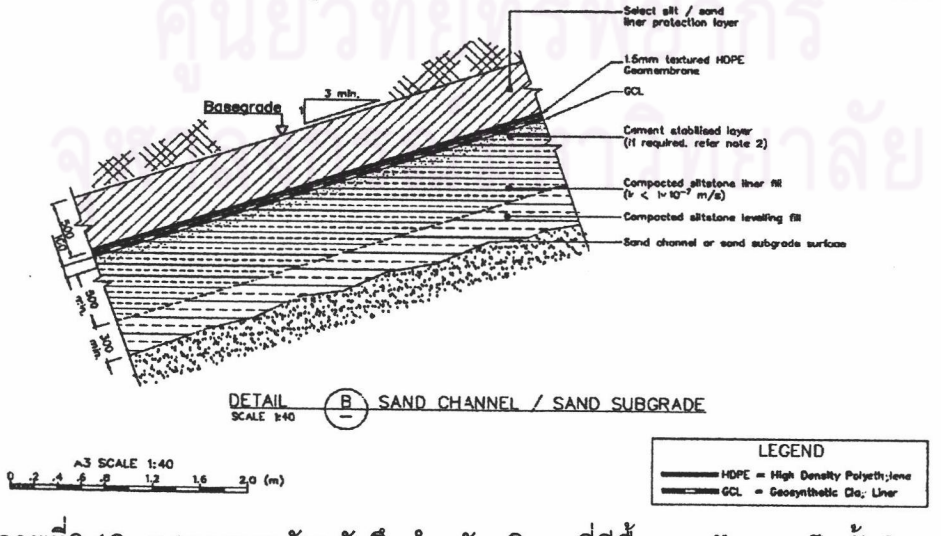
3.4.2. ผลกระทบและการลดผลกระทบ

เนื่องจากพื้นที่ตั้งโครงการอยู่ในบริเวณพื้นที่รองรับน้ำก่อนที่จะไหลลงสู่ทะเล มีใกล้แหล่งน้ำสำคัญ มีสภาพทางธรรมชาติที่สมบูรณ์สวยงาม ใกล้ถนนของรัฐ จึงต้องมีการวางมาตรการเพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดกับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี โดยมาตรการการลดผลกระทบของโครงการในด้านต่างๆที่TCLได้เสนอไว้มีดังนี้

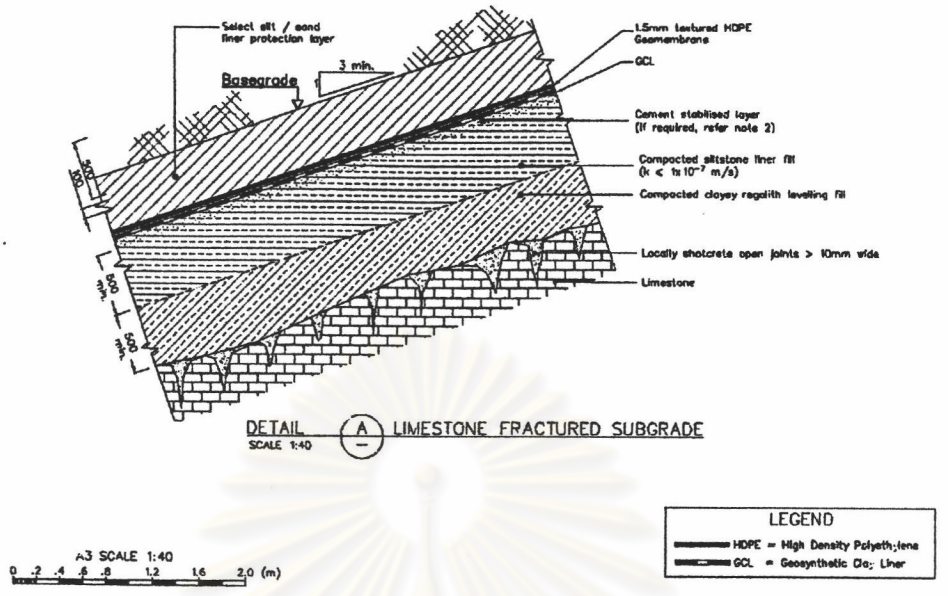
1.) มาตรการการลดการปนเปื้อนของน้ำใต้ดิน(Ground Water Mitigation Measures): การลดผลกระทบทางด้านนี้จะต้องมีการกระทำตั้งแต่ในขั้นการก่อสร้างสถานที่ฝังกลบ โดยสามารถสรุปได้ว่าประกอบด้วย

- การบุวัสดุกันซึมซึ่งที่ก้นหลุมเพื่อแยกน้ำชะมูลฝอยจากชั้นหินที่อยู่ใต้สถานที่ฝังกลบ โดยเมื่อเรียงลำดับจากชั้นบนสู่ชั้นล่างจะประกอบด้วย ชั้นรวบรวมน้ำชะมูลฝอย ชั้นดินเลนหนา 500 มม. ชั้นHDPE(High Density Polyethylene)ซึ่งเป็นวัสดุสังเคราะห์จำพวกGeomembraneหนา1.5มม., ชั้นGeosynthetic Clay Liner(GCL)หนา5-8 มม.เมื่อไม่ชุ่มน้ำ, ชั้นซีเมนต์(cement stabilised siltstone)หนา 100มม.ในกรณีที่จำเป็น และชั้นดินบดอัด หรือชั้นป้องกันหนา 500 มม.(ดูภาพ3.12และ3.13ประกอบ)
- การวางท่อระบายน้ำใต้สถานที่ฝังกลบในกรณีที่จำเป็นขณะทำการก่อสร้างเพื่อส่งเสริมให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันมากขึ้น ป้องกันน้ำท่วมขังระหว่างชั้นวัสดุกันซึมกับชั้นหินใต้พื้นที่ ซึ่งตามปกติบริเวณก้นหลุมที่เป็นชั้นหินแข็งซึ่งมีความสามารถในการซึมผ่านน้ำต่ำจะช่วยป้องกันการปนเปื้อนของน้ำใต้ดินได้ทางหนึ่ง

โดยนอกจากนี้ควรวางระบบการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการสร้างถังเก็บรวบรวมและบ่อพักน้ำซึ่งรองรับน้ำชะมูลฝอยได้ในปริมาตร 5 วันสำหรับกรณีฉุกเฉิน ทำการอัดอากาศในถังเก็บรวบรวมน้ำชะมูลฝอยพร้อมทั้งใช้ถังแบบปิดเพื่อป้องกันการกระจายของกลิ่น



ภาพที่3.12 แสดงการบุวัสดุกันซึมสำหรับบริเวณที่มีพื้นหลุมฝังกลบเป็นชั้นหิน(Tonkin&Taylor and Transwaste Canterbury, 2002)



ภาพที่3.13 แสดงการบุวัสดุกันซึมสำหรับบริเวณที่มีพื้นหลุมฝังกลบเป็นชั้นทราย (Tonkin&Taylor and Transwaste Canterbury, 2002)

2.) มาตรการการลดผลกระทบที่จะเกิดจากน้ำผิวดิน(Sureface Water Mitigation Measure): สำหรับแนวทางการลดผลกระทบด้านนี้เกิดขึ้นเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของตะกอนที่จะเกิดกับแหล่งน้ำ 3 แหล่ง ดังนี้

ก.) Kate Creek Catchment: เส้นทางน้ำ Kate Creek มีความสำคัญมากเพราะกระแสน้ำจากลำธารสายนี้จะไหลสู่ทะเลดังนั้นจึงต้องมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนมลพิษเป็นอย่างดี ดังนี้

- จัดเตรียมบ่อดักตะกอน(Sedimentation pond) เพื่อบำบัดกระแสน้ำฝนหรือน้ำท่า(Storm water runoff)ที่ปนเปื้อนมาจากพื้นที่ดำเนินการฝังกลบและพื้นที่ที่มีการปรับพื้นที่ ขุด และ ถมดิน(ดูภาพ3.14)
- ปลูกต้นไม้ริมตลิ่งตลอดเส้นทางของลำธารKate Creekและปลูกต้นไม้บริเวณพื้นที่บริเวณระหว่างเขื่อนกักเก็บน้ำ(Water storage dam)กับบ่อดักตะกอนเพื่อลดการกัดเซาะ
- สร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ(Water storage dam)ถัดจากบ่อดักตะกอนในทิศตามกระแสน้ำ เพื่อรองรับน้ำฝนหรือน้ำท่า(Storm water Runoff)และช่วยดักตะกอนในอีกขั้นหนึ่ง
- เตรียมทางระบายน้ำเพื่อเบี่ยงเบนกระแสน้ำจากบริเวณรอบๆพื้นที่ก่อสร้างและลดปริมาณการปนเปื้อนจากตะกอน ป้องกันการปนเปื้อนของตะกอนที่จะไหลสู่ Kate Creek
- สร้างพื้นที่ชุ่มน้ำในพื้นที่ต่ำถัดลงไปจากเขื่อนกักเก็บน้ำ โดยการสร้างทำนบ

กั้นน้ำขวางเส้นทางน้ำ Kate Creek เพื่อกันเป็นพื้นที่สำหรับดักตะกอนและบำบัดน้ำจากเขื่อน

ข.) Wash Creek Catchment: เส้นทางน้ำเส้นนี้ไหลผ่านพื้นที่ที่จะต้องทำการตัดถนนมาสู่พื้นที่โดยมีการวางมาตรการเพื่อลดผลกระทบที่จะคล้ายคลึงกับ Kate Creek คือมีการสร้างบ่อดักตะกอน(Silt Pond) เบี่ยงเส้นทางน้ำชั่วคราว ระหว่างการสร้างถนนและท่อลอดถนน(Culvert)และจะมีเพิ่มเติมจาก Kate Creek คือให้มีการสร้างรั้วกันตะกอน(Silt Fench)ระหว่างเส้นทางน้ำกับพื้นที่ก่อสร้าง

ค.) Omihi Stream Crossing: จะใช้หลักการเดียวกับ Kate Creek คือใช้รางหิน(Rip-Rap)หรือรางคอนกรีตระบายน้ำบริเวณไหล่ถนนในส่วนที่มีความลาดชั้นมากพอที่จะถูกกระแสน้ำชะตะกอนสู่แหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังมีวิธีที่ต่างออกไปคือการปล่อยน้ำจากท่อระบายน้ำสู่บ่อรองรับน้ำธรรมชาติ(Vegetation Ponds)ในบริเวณที่สามารถทำได้และใช้รางระบายน้ำธรรมชาติ(Grass Swale)ในพื้นที่ที่จำเป็นและบ่อดักตะกอน รวมไปถึงการใช้รั้วดักตะกอนในจุดที่ตะกอนสามารถปะปนสู่แหล่งน้ำ

นอกจากนี้น้ำที่ถูกระบายผ่านพื้นที่ซึ่งทำการพัฒนาแล้วจะถูกรวบรวมไว้ที่รางระบายน้ำบริเวณชายเขา และถูกระบายผ่านท่อระบายน้ำใต้ถนน ในส่วนที่สามารถทำได้ควรให้กระแสน้ำไหลลงสู่พื้นที่ที่ปลูกพืชพันธุ์ พื้นหญ้า หรือระบบรางน้ำเปิดก่อนถูกระบายโดยผ่านผิวดิน

จากมาตรการการลดผลกระทบที่กล่าวมาทำให้สรุปได้ว่าแนวทางการลดผลกระทบต่อน้ำผิวดินที่ใช้ในโครงการนี้หลักๆจะประกอบด้วย การสร้างบ่อดักตะกอน การสร้างบ่อเก็บกักน้ำ การสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำ ที่ช่วยดักตะกอนอีกชั้นหนึ่ง, การใช้วัสดุพืชพันธุ์ช่วยในการดักตะกอนในพื้นที่ที่จำเป็น, การสร้างรางน้ำทั้งแบบปิด และแบบรางเปิดไม่ว่าจะเป็นรางเปิดแบบธรรมชาติ(Grass swales)หรือรางเปิดแบบRip-Rapเพื่อเบี่ยงเบนกระแสน้ำ ตลอดจนการสร้างรั้วดักตะกอน(Silt fence)ในพื้นที่ที่จำเป็น

3.) มาตรการการลดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศAir Quality Mitigation Measures: การออกแบบและวางผังการฝังกลบขยะมูลฝอยต้องมีความเฉพาะเจาะจงกับอิทธิพลของกระแสลมต่อพื้นที่และผลกระทบที่จะมีต่อคุณภาพอากาศในพื้นที่ดังนี้

- เริ่มตั้งแต่การเลือกพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยเนินเขาช่วยบังลมให้กับที่ตั้งโครงการ
- สร้างเนินดินกันลมสูง 5 เมตรพร้อมปลูกพืชพันธุ์บนเนินดินคือปลูกต้น Macrocarpa 2 แถว ยูคาลิปตัส(Eucalyptus)ซึ่งจะสูงได้ถึง 50 ม. 2 แถวทางด้านทิศตะวันออกของกำแพงดิน ส่วนในพื้นที่ที่เหลือปลูกไม้คลุมดิน และไม้พุ่มท้องถิ่นผสมกัน เป็นกลุ่ม พร้อมทั้งปลูกสน(Pine)และต้นGum ซึ่งคล้ายยูคาลิป มีระยะห่าง 4ม. X 2ม.ในพื้นที่ส่วนที่เหลืออยู่ด้วย ซึ่ง

นอกจากกำแพงกันดินนี้จะช่วยกันลมแล้ว ยังช่วยบังสายตาและกันเสียงอีกด้วย และการปลูกต้นไม้เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดการพังทลาย ของกำแพง และฟื้นฟูพื้นที่ป่าเดิมรอบพื้นที่ฝังกลบเพื่อกันลม

- ก่อสร้างพื้นที่ฝังกลบจากด้านล่างขึ้นไปด้านบนของหุบเขาและเริ่มจากส่วนที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด

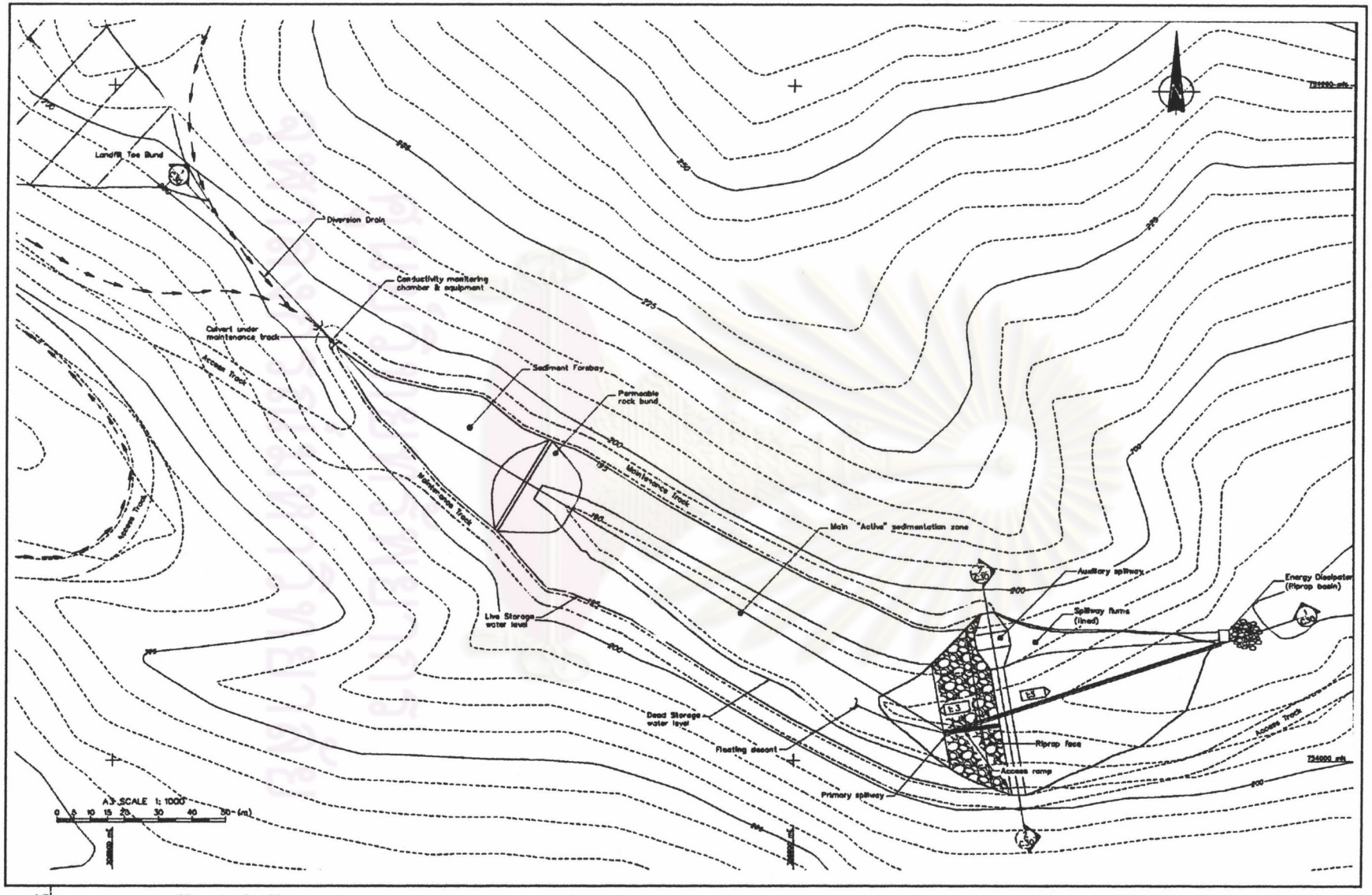
นอกจากการลดปัจจัยการเกิดลมดังกล่าวในกรณีศึกษานี้ยังมีการลดผลกระทบทางด้านคุณภาพอากาศแบ่งตามประเภทของผลกระทบ ดังนี้

ก.) กลิ่น(Odor) โดยกลิ่นมักจะเกิดมาในช่วงที่การฝังกลบขยะมูลฝอยยังไม่เสร็จสิ้น ดังนั้นในช่วงที่กำลังดำเนินการและการก่อสร้างจึงต้องมีการวางมาตรการการจัดการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพดังนี้

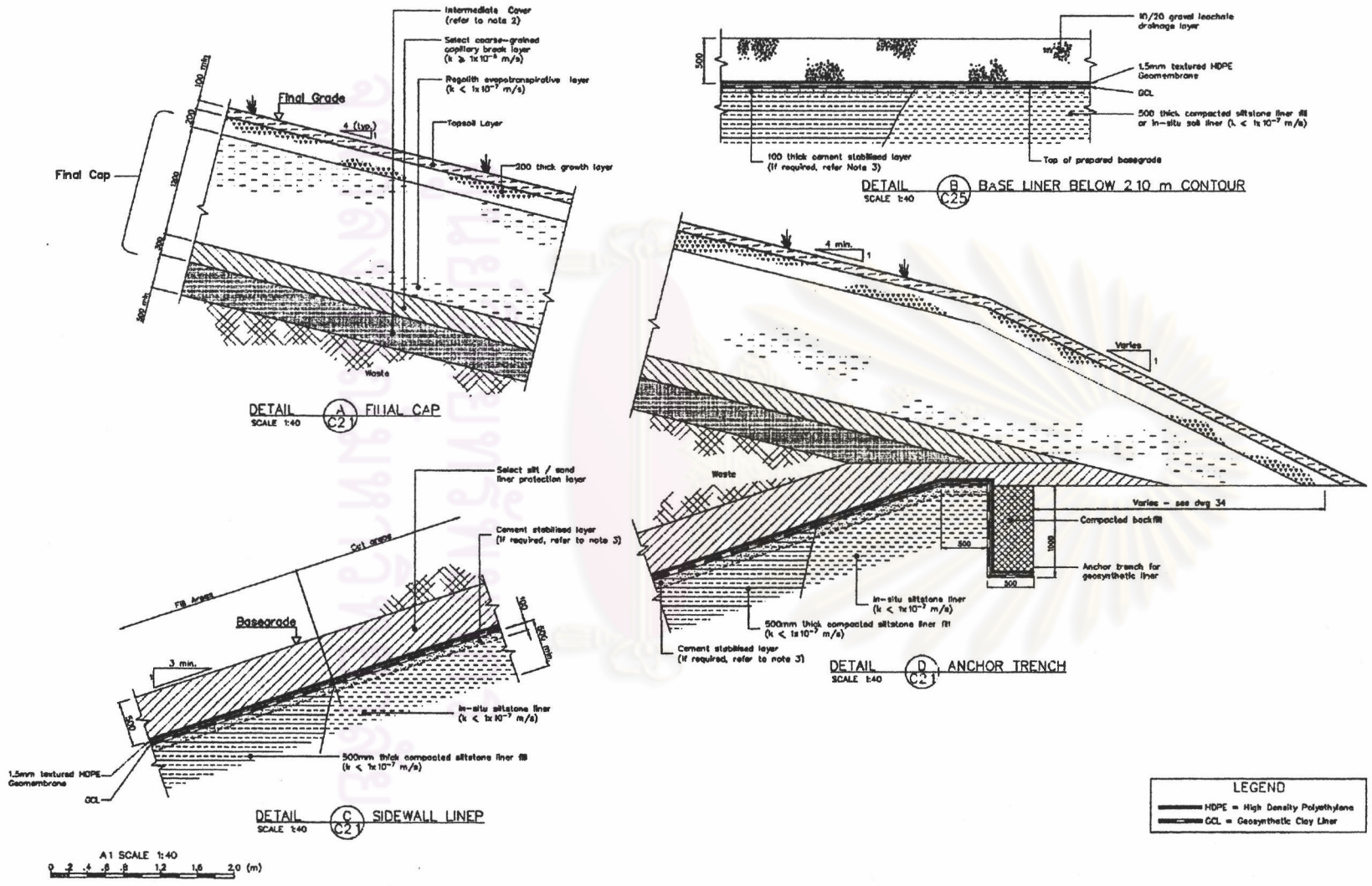
- พยายามจำกัดพื้นที่หน้างานให้เล็กเท่าที่จะทำได้
- ควรมีการบดอัดขยะให้แน่นกลบและบดอัดดินอย่างเร็วที่สุด
- หมั่นตรวจสอบและควบคุมขยะที่มีกลิ่นมากซึ่งเข้ามาสู่พื้นที่ ตลอดจนคัดขยะที่มีกลิ่นเหม็น เป็นสารเคมีที่ไม่สามารถทิ้งในสถานที่ฝังกลบแห่งนี้ได้ออก
- กลบทับรายวันด้วนดินหนา 150 มม.หรือเลือกวัสดุกลบที่มีคุณสมบัติใกล้เคียง กลบชั้นกลางหนาอย่างน้อย 300 มม.หรือ 1 ฟุต
- หากมีความจำเป็นต้องเปิดหลุมกลบควรเปิดทิ้งไว้ในเวลาที่สั้นที่สุด
- ทำการกลบขั้นสุดท้ายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการปูวัสดุต่างๆเรียงลำดับจากชั้นบนลงล่างดังนี้คือ ชั้นหน้าดินหนา 100 มม., ชั้นดินปลูกหนา 200 มม., ชั้นดินเหนียวที่ระเหยในน้ำได้เร็วหนา 1200 มม.และชั้นทรายตะกอนหยาบหนา 300 มม.(ดูภาพ3.15)

ข.) ก๊าซ(Landfill Gas)ก็เป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญมาก สำหรับสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้ได้จัดให้มีระบบรวบรวมและกำจัดก๊าซไว้ โดยก๊าซจะถูกรวบรวมจากภายในสถานที่ฝังกลบแล้วทำการเผาไหม้(Flared)หรืออาจนำมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าซึ่งระบบรวบรวมก๊าซนี้จะต้องดำเนินการไปจนถึงหลังปิดโครงการ โดยสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยแห่งนี้จะรวบรวมก๊าซจะสามารถเก็บรวบรวมก๊าซได้ในปีที่2ของการก่อสร้างและจะเก็บได้อย่างน้อย 85%ของทั้งหมด ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ยอมรับได้ทั่วไปในนานาประเทศ นอกจากแนวทางการลดผลกระทบโดยใช้หลักวิศวกรรมดังที่กล่าวมาสำหรับการลดการกระจายตัวของก๊าซจะสามารถลดกลิ่นที่จะเกิดจากก๊าซได้ด้วย โดยในระหว่างการก่อสร้างและการจัดการจะต้องใช้มาตรการดังนี้

- กลบขั้นสุดท้าย(Final cover or Capped)ด้วยวัสดุที่ซึมผ่านได้น้อย
- รดน้ำเพื่อให้ชั้นกลบชื้นอยู่เสมอลดการแตกและการตัวเล็ดลอดของก๊าซ
- หลีกเลี่ยงการขุดพื้นที่ฝังกลบเก่าเท่าที่จะทำได้



รปที่ 3.14. แสดงผังของบ่อดักตะกอน(Sedimentation Pond) (Tonkin&Taylor and Transwaste Canterbury, 2002)



รูปที่ 3.15. แสดงการกลบขั้นสุดท้ายร่วมกับการบูรัสดุกันซึม(Tonkin&Taylor and Transwaste Canterbury, 2002)

ง.) มาตรการการลดผลกระทบในเรื่องฝุ่นไว้ด้วย ถึงแม้ว่าด้วยสภาพพื้นที่ลักษณะทางกายภาพ และระยะห่างอาจทำให้สถานที่ฝังกลบ Kate valley Landfill ทำให้ได้รับผลกระทบทางด้านนี้น้อย จะพบว่าหลุมฝังกลบของกรณีศึกษานี้ตั้งอยู่ห่างจากชุมชนที่ใกล้ที่สุด 750 ม.ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณภาพอากาศทำให้ทราบว่าฝุ่นที่กระจายจากโครงการจะเริ่มวัดได้ในระดับที่น้อยที่ระยะห่างจากหลุมกลบ200-300 ม.ขึ้นไป แต่โครงการนี้ก็ได้โดยวางมาตรการลดผลกระทบจากฝุ่นไว้ด้วยดังนี้

- ทำการเทผิวหน้าของถนนหลักที่อยู่ในทิศทางลมและปูถนนทางเข้าให้เร็วที่สุด
- เตรียมรถน้ำไว้รดน้ำบนพื้นที่ส่วนที่ทำงานโดยเฉพาะถนนที่ถูกลมพัดง่าย
- ปลูกหญ้า หรือต้นไม้ในพื้นที่ที่ยังว่างอยู่เท่าที่จะทำได้หรือในส่วนที่มีการทำงาน ได้รับการรบกวน
- ควบคุมความเร็วของรถบรรทุกก่อสร้างและรถขนขยะให้อยู่ที่ 30 กม./ชม.บนถนนที่ไม่มีการเทผิว
- ติดตั้งระบบรดน้ำแบบสเปรย์รอบๆหน้างาน
- หยุดการก่อสร้างเมื่อลมพัดมาแรงด้วยความเร็ว10ม./วินาที

จากมาตรการการลดผลกระทบในด้านคุณภาพอากาศในปัญหาแต่ละประเภทที่กล่าวมาทั้งหมดทำให้สรุปได้ว่าสำหรับผลกระทบด้านนี้โดยรวมแล้วจะประกอบไปด้วยการกลบทับรายวัน การกลบทั้งชั้นกลางและการกลบขั้นสุดท้าย ซึ่งช่วยป้องกันการกระจายของทั้งฝุ่น ก๊าซและกลิ่นที่มักเกิดจากก๊าซ, การใช้ระบบรวมรวมและจัดการก๊าซ, การเทผิวการจราจรไม่ให้เกิดฝุ่น การสเปรย์น้ำในพื้นที่ทำการก่อสร้าง และพื้นที่ทำการกลบขั้นสุดท้ายเพื่อกันการแตกร้าว, การควบคุมที่ปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาคือลม โดยการเลือกที่ตั้งให้มีสภาพภูมิประเทศที่บังลม, การสร้างกำแพงกันดินร่วมกับการปลูกพืชพันธุ์ การปลูกพืชพันธุ์ท้องถิ่นในรูปแบบต่างๆเช่นปลูกแบบผสม การเลือกปลูกพืชพันธุ์ที่ไม่ผลัดใบพุ่มหนา เป็นต้น

4.) มาตรการการลดผลกระทบจากการปลิวของเศษขยะ(Litter Mitigation Effect Measures): มาตรการในการลดผลกระทบด้านนี้จะกระทำในช่วงที่มีการก่อสร้างและจัดการ เป็นมาตรการที่ต้องกระทำตั้งแต่ช่วงการขนส่งขยะมาจากแหล่งขยะ ดังนี้

- ขนขยะในรถบรรทุกที่ปิดอย่างดี หรือคลุมไว้ให้นานเท่าที่จะทำได้
- กลบรายวัน
- ใช้รั้วกึ่งถาวรตั้งเป็นแถวเพื่อดักขยะ เสริมด้วยแผงกันลมและขยะวางไว้ใกล้พื้นที่กำลังดำเนินการอาจใช้ตาข่ายคลุมสำหรับบางหน้างาน
- ในการจัดการควรจัดให้มีการตรวจสอบความเร็วและทิศทางลม ณ. ที่ตั้งโครงการเพื่อ

หาแนวทางในการจัดการสถานที่ฝังกลบ รวมไปถึงการยกเลิกการฝังกลบในช่วงลมแรง

5.) มาตรการการลดผลกระทบจากเสียง(Noise Mitigation Measures): เสียงที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเกิดในช่วงที่มีการก่อสร้างโดยเกิดจากเสียงเครื่องมือ และรถยนต์ที่ใช้ในการก่อสร้างโครงการซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวของเสียงนั้นคือระยะห่างของแหล่งกำเนิดเสียง การบดบัง สภาพพื้นผิวและสภาพอากาศ และพืชพันธุ์เดิมในพื้นที่ดังนั้นจึงต้องใช้แนวทางในการลดผลกระทบที่เกิดขึ้นดังนี้

- ในการเลือกสร้างสถานที่ฝังกลบ Kate valley Landfillได้คำนึงถึงปัญหาในเรื่องนี้ด้วย ดังนั้นสถานที่ฝังกลบแห่งนี้จึงตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีสภาพภูมิประเทศที่เป็นหุบเขา มีสภาพรูปทรงแผ่นดินตามธรรมชาติ (Landform) กั้นเสียงจากพื้นที่โครงการไม่ให้กระจายสู่ภายนอก
- ควรมีพื้นที่ฉนวนขนาดใหญ่(Buffer)มีระยะห่างจากพื้นที่ข้างเคียงมาก พื้นที่ที่กันไว้เป็นพื้นที่ฉนวนสำหรับโครงการนี้มีพื้นที่ประมาณ 1,130.5ไร่หรือ20%ของพื้นที่โครงการ โดยในพื้นที่ฉนวนนี้จะมีการปลูกต้นไม้ไม่ผลัดใบพุ่มแน่นอย่างหนาแน่นและปลูกเป็นการถาวร เพื่อลดการกระจายของเสียง
- เลือกพื้นที่ก่อสร้างถนนเข้าโครงการ สำนักงาน และสถานที่รวบรวมนำก๊าซกลับมาใช้ใหม่ซึ่งลดผลกระทบที่มีต่อพื้นที่ข้างเคียง โดยจะให้ตำแหน่งของอาคารสำนักงานที่ไม่ค่อยมีเสียงดังอยู่ใกล้ทางเข้าโครงการก่อนหลุมฝังกลบ และให้สถานีรวบรวมก๊าซซึ่งมีเสียงดังอยู่ด้านใน ส่วนถนนเข้าโครงจะให้ห่างจากบ้านเรือนของประชาชนอย่างน้อยที่สุด 60 ม.โดยที่ระยะนี้ประชาชนจะได้รับเสียง 38-59dBห่างกัน15นาทีซึ่งถือได้ว่าอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบ

นอกจากนี้การวางแผนในการดำเนินงานโดยการจำกัดเวลาในการก่อสร้างถนนและพื้นที่โครงการให้อยู่ในช่วงที่ไม่รบกวนการพักผ่อนก็เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วงลดปัญหาในด้านนี้ ซึ่งจากแนวทางการลดผลกระทบที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะทำให้ระดับเสียงจากสถานที่ฝังกลบที่คาดว่าพื้นที่ข้างเคียงจะได้รับอยู่ที่ระดับเฉลี่ยน้อยที่สุด37dBและมากที่สุด 46dBทั้งในช่วงการก่อสร้างและจัดการสำหรับในภาวะปกติ และจะวัดระดับเสียงได้เพิ่มมากขึ้นในช่วงที่อุณหภูมิสูง ส่วนในภาวะที่มีลมเบาๆ ประมาณ 5ม./วินาทีระดับเสียงจะลดลง 8-10 dBแต่ในทางกลับกันเมื่อลมแรงขึ้นระดับเสียงจะเพิ่มขึ้น 15dBจากระดับเสียงในภาวะปกติซึ่งระดับเสียงที่กล่าวมานี้ถือได้ว่าไม่เกินระดับที่ก่อให้เกิดความรำคาญในทฤษฎีและไม่เกินระดับเสียงที่กำหนดไว้ในกฎหมายของย่าน Hurunui

แหล่งกำเนิดเสียงอีกประเภทหนึ่งคือเสียงที่ใช้ไล่นกและสัญญานเตือนภัย (Firearams)ในพื้นที่ เนื่องจากกฎหมายของรัฐกล่าวไว้ว่าไม่ควรใช้อุปกรณ์ไล่นกในเขตเมืองหรือในรัศมี 200 ม.จากเมืองแต่สถานที่ฝังกลบขยะKate valley Landfillห่างจากชุมชนที่ใกล้ที่สุด 750 ม.

จึงไม่น่าจะก่อให้เกิดผลกระทบขึ้นได้ สำหรับกรณีศึกษานี้จึงเลือกใช้เสียงปืนในการไล่นก โดยระดับเสียงที่วัดได้ ณ บริเวณขอบเขตชุมชนจะอยู่ในช่วง39 - 63dBเมื่อยิงปืนไปในทิศตรงข้ามชุมชนและวัดได้67 – 84 dBเมื่อยิงปืนไปในทิศที่ชุมชนตั้งน้อยกว่า 6ครั้ง/ชั่วโมงซึ่งถือได้ว่าเป็นระดับเสียงที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบตามกฎหมายของย่านHurunui

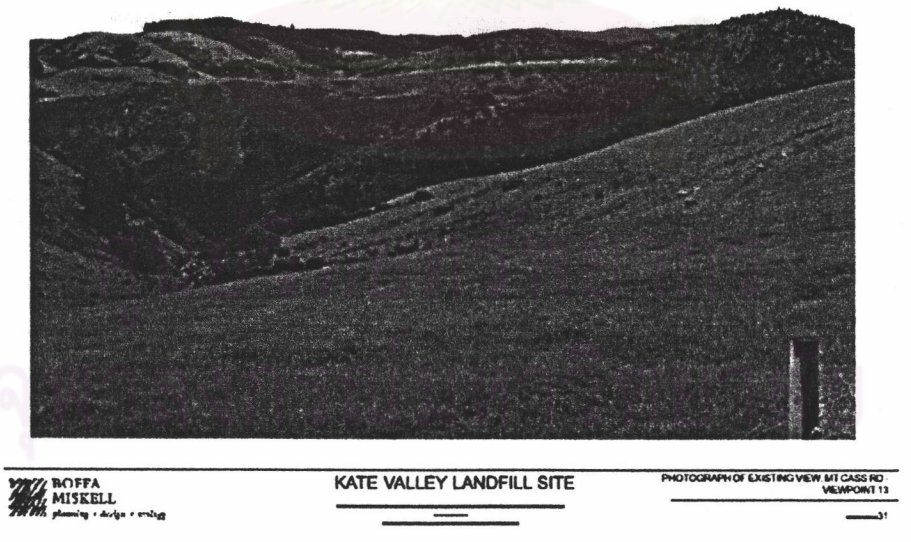
6.) มาตรการการลดผลกระทบทางสายตาและการจัดภูมิทัศน์(Landscape and Visual Amenity Mitigation Measures) : สำหรับแนวทางการลดผลกระทบทางสายตาระหว่างการก่อสร้างจัดการและหลังการฝังกลบเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยการลดผลกระทบด้านนี้จะมีความเฉพาะเจาะจงในแต่ละพื้นที่ดังนี้(ดูภาพ3.16)

- บริเวณWest Sadle: สร้างเนินดินสูง 5 ม.พร้อมปลูกต้นไม้ดังที่กล่าวมาแล้วในการลดผลกระทบทางด้านคุณภาพอากาศ โดยการปลูกต้นไม้จะช่วยบังมุมมองจากเครื่องบินในจากจุดที่อยู่ระวห่างทางหลวงของรัฐหมายเลข 1 ถนนรองMt Grey
- บริเวณถนนทางเข้าโครงการBarbara's Gate(SL1): ปลูกพืชพันธุ์ท้องถิ่นเช่น Cabbage ชิดแนวถนนเป็นแถวกว้าง 15-20 ม. ผสมกับต้นไม้จำพวกที่โตเร็วเช่นGum และสน (Pines)เป็นแนวกว้าง 80 ม. ในบริเวณถัดมาและในบริเวณที่มีการปรับแต่งพื้นที่ควรปลูกต้นไม้ขึ้นทดแทนในช่วงที่การก่อสร้างแล้วเสร็จ
- บริเวณป่าสนเดิมPine Saddle: บำรุงรักษาและปลูกทดแทนต้นไม้ไม่ผลัดใบขนาดใหญ่ที่เคยมีอยู่เดิมในพื้นที่ ต้นไม้ใหญ่เหล่านี้มีประสิทธิภาพในการบังสายตาจากมุมมองที่อยู่สูงกว่าจากบริเวณทิศเหนือที่เรียกWeka Passและทางหลวงหมายเลข7
- บริเวณขอบพื้นที่โครงการด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ: ทำการปลูกป่า(Planting Forest)เพื่อบังส่วนที่เป็นสถานที่ฝังกลบจากจุดชมวิวอ่าวPeagasusซึ่งอยู่ติดกับฟาร์มของชาวบ้าน นอกจากการปลูกป่าในพื้นที่ดังกล่าว ในส่วนอื่นๆของพื้นที่โครงการที่เหลืออยู่ทางยังให้มีการปลูกป่าเสริมพื้นที่ป่าเดิม เนื่องจากรูปแบบของการปลูกจะพิจารณาจากสภาพภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศจุลภาค และต้องการให้สะท้อนลักษณะภูมิประเทศที่หลากหลายจึงได้เลือกปลูกต้นMarcrocarpaบนพื้นที่ลาดชั้นด้านทิศใต้ทั้งหมดและปลูกPinus radiataทางด้านทิศเหนือและตะวันตกของพื้นที่ลาดชั้น พร้อมทั้งปลูกEucalyptusบนพื้นที่ลาดชั้นด้านทิศตะวันออก
- ทางทิศใต้ของถนนMouth Cass Road(SL3) : มุมมองจากบริเวณสามารถมองเห็นยังพื้นที่ จึงปลูกพื้นโตเร็วจำพวก Pinus radiataและ Eucalyptus พร้อมทั้งปลูกพืชที่สวยงามจำพวก Kanuka, Cabbage treesและPittosporums ให้เกิดความประทับใจแก่ผู้ใช้ถนน(ดูภาพ 3.16.และ 3.17ประกอบ)
- บริเวณริมน้ำซึ่งมีพืชพันธุ์เดิม(Existing Native Planting): ทำการปลูกพืชขึ้นทดแทน

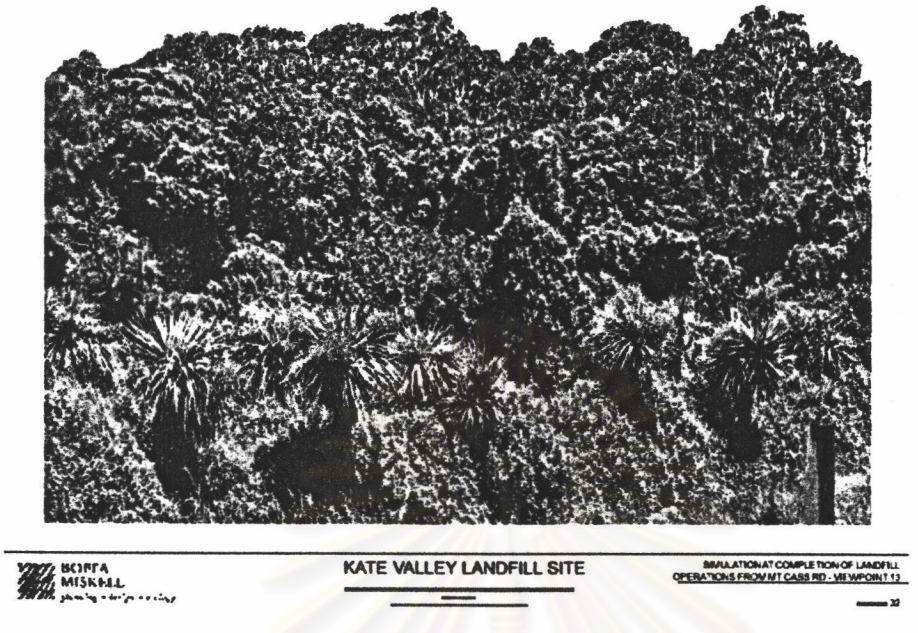
เพื่อความสวยงาม ความหลากหลายทางชีวภาพและรักษาคุณภาพน้ำ โดยพืชที่ปลูกเป็นพวกพืชชายน้ำ(Gully Planting)และKanuka

- อาคารและสิ่งก่อสร้างในพื้นที่: ควรควบคุมสีของอาคารและรถบรรทุกขยะให้กลมกลืนกับสภาพภูมิทัศน์โดยรอบ เช่นใช้สีเขียวเข้มแบบต้นKanuka เพื่อลดความเด่นชัดจากมุมมองที่มองจากฟาร์มของประชาชน และเขตสงวน

จากมาตรการการลดผลกระทบทางสายตาที่กล่าวมาทำให้สรุปได้ว่าสำหรับสถานที่ฝังกลบแห่งนี้จะใช้องค์ประกอบทางภูมิทัศน์และแนวทางการจัดภูมิทัศน์มาช่วยลดผลกระทบ ซึ่งเมื่อกล่าวโดยรวมมีแนวทางดังนี้คือ สร้างกำแพงดินสูง 5 ม.พร้อมปลูกต้นไม้ซึ่งใช้กันลมด้วยมีรายละเอียดดังที่กล่าวมาแล้ว, ใช้การปลูกต้นไม้ในรูปบังมุมมองในรูปแบบต่างๆ เช่นปลูกเป็นแนวกว้าง 80 ม.รอบส่วนที่เป็นถนน และปลูกเป็นแถวกว้าง 15-20 ม.ชิดถนน, ปลูกพืชพันธุ์ท้องถิ่นเป็นป่าพร้อมฟื้นฟูป่าเดิมรอบพื้นที่ โดยในการปลูกเป็นป่าจะปลูกพืชพันธุ์ตามลักษณะภูมิประเภทตลอดจนควบคุมสีของอาคารให้กลมกลืนกับสภาพภูมิประเทศ เช่นใช้สีเขียวเข้มของพืชพันธุ์ท้องถิ่น



ภาพที่3.16 แสดงสภาพพื้นที่บริเวณที่มองเห็นสถานที่ฝังกลบก่อนมีการลดผลกระทบทางสายตาจากถนน Mt Cass(Boffa Miskell and Transwaste Canterbury, 2002



ภาพที่3.17 แสดงภาพจำลองการลดผลกระทบทางสายตาจากถนน Mt Cass(Boffa Miskell and Transwaste Canterbury, 2002)

7.) มาตรการการลดผลกระทบทางนิเวศน์วิทยา(Ecology Mitigation Measures): ผลกระทบทางนิเวศในที่นี้หมายถึงการลดผลสูญเสียของพืชและสัตว์จากการสร้างสถานที่ฝังกลบ สำหรับโครงการนี้ปัญหาที่เกิดขึ้นคือการสูญเสียพืชพันธุ์สำคัญคือ Small riparian black beech ทำให้ต้องมีการวางมาตรการการลดผลกระทบดังนี้

- ขุดหน่อ ย้ายหน่อหรือลำต้นจากพื้นที่เพื่อให้เมล็ดพันธุ์รอดจากพื้นที่เดิม ซึ่งอาจถูกเหยียบหรือทำลายจากการทำงานและการเทกองในพื้นที่
- ควบคุมสัตว์ศัตรูพืช เช่นกระต่าย หรือPossume

นอกจากที่กล่าวมาการดูแลรักษา การปลูกทดแทน ตลอดจนการเคลื่อนย้ายวัสดุในส่วนต่างๆของพื้นที่ยังช่วยลดผลกระทบด้านนี้ให้แก่โครงการ โดยพื้นที่ที่ต้องลดผลกระทบด้วยวิธีดังกล่าวคือ

- บ่อน้ำElla Pondและพื้นที่ทุ่งหญ้าKate Creekที่ต้องฟื้นฟู ดูแลรักษา
- พื้นที่Shrublandsซึ่งมีกลุ่มไม้พุ่มขึ้นมากอยู่ติดกับบ่อElla Pond
- พื้นที่ป่าKanukaในบริเวณที่เรียกว่าElla Bush SNA(ดูภาพ3.18ประกอบ)
- ปลูกพืชชายน้ำตลอดเส้นทางน้ำและบริเวณที่มีความพิเศษ เพื่อส่งเสริมให้เป็นที่อยู่อาศัยของปลาบริเวณริมฝั่งน้ำ รวมไปถึงปลูกป่าบริเวณพื้นที่Gully Shryblands

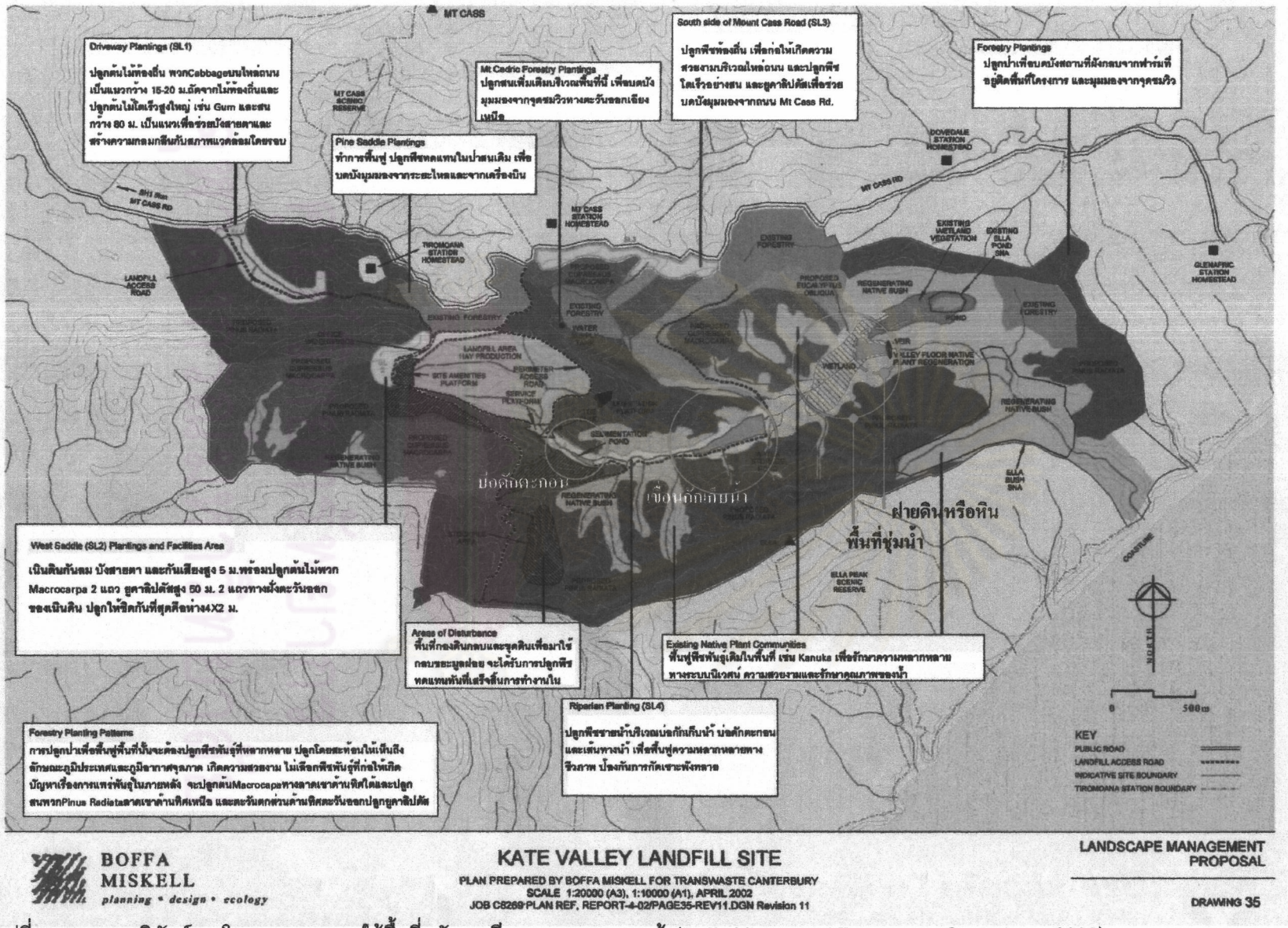
จากที่กล่าวมาการบรรเทาผลกระทบนี้ก่อให้เกิดการฟื้นฟูให้เกิดความสัมพันธ์และ

การเชื่อมโยงทางนิเวศน์วิทยาระหว่างระบบนิเวศน์ของพืชพันธุ์ที่เหลืออยู่ในพื้นที่ตั้งโครงการและพื้นที่ข้างเคียง

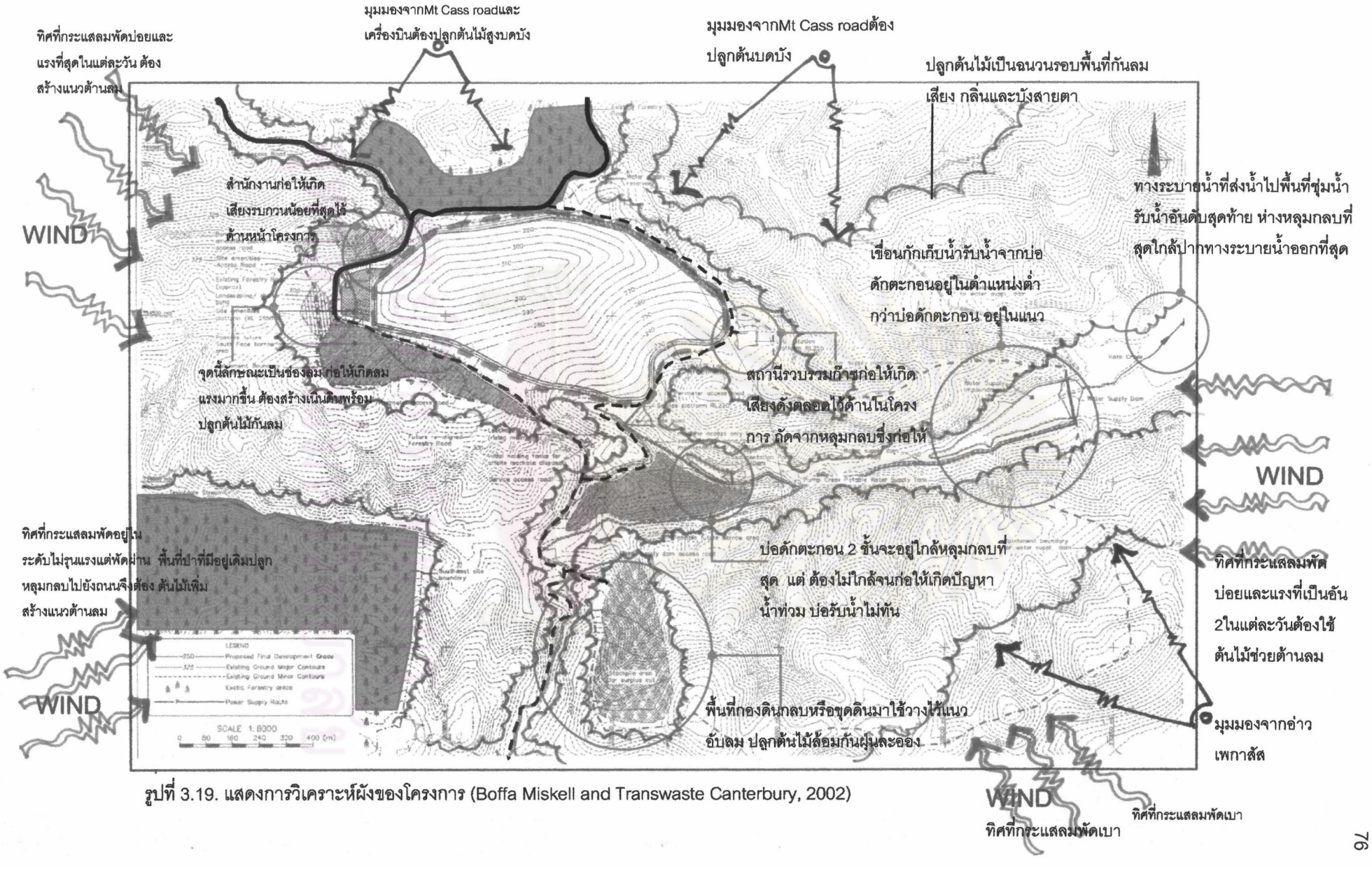
นอกจากนี้ยังมีการลดผลกระทบด้านอื่นที่ต้องแก้ไขด้วยการดำเนินการและจัดการตลอดขนการวางแผนงานร่วมกับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องคือผลกระทบด้านการจราจร(Traffic Mitigation Measures), การลดผลกระทบทางประวัติศาสตร์โบราณคดี(Archaeology Mitigation Measures), การลดผลกระทบในช่วงที่มีการปิดสถานที่ฝังกลบชั่วคราว(Landfill Unavailability Mitigation Measures)และการลดผลกระทบต่อปัญหาชุมชน(Community Mitigation Measures) โดยสำหรับปัญหาชุมชนอาจต้องมีการก่อตั้งคณะกรรมการชุมชนเพื่อดูแล ตรวจสอบแหล่งฝังกลบและให้ประชาชนมีส่วนร่วมในโครงการ ส่วนผลกระทบทางประวัติศาสตร์โบราณคดีนั้นเนื่องจากในบริเวณพื้นที่โครงการมีการค้นพบวัตถุโบราณและมีพื้นที่สำคัญทางประวัติศาสตร์แหล่งโบราณคดีมนุษย์โบราณโดยบังเอิญ จึงทำให้ต้องการป้องกันและลดผลกระทบร่วมกับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง โดยกำหนดอาณาเขตและทำการอนุรักษ์

มาตรการที่ใช้ในการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อปัญหาแต่ละด้านของสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้มีความสัมพันธ์กันในแต่ละปัญหา บางปัญหาสามารถใช้มาตรการการลดผลกระทบร่วมกันได้ และส่วนใหญ่มาตรการการลดผลกระทบจะมีความเฉพาะเจาะจงกับแต่ละพื้นที่ ซึ่งการจะประกอบด้วยการใช้สภาพภูมิประเทศให้เป็นประโยชน์ซึ่งกระทำตั้งแต่การเลือกพื้นที่, การวางผังพื้นที่, การใช้กำแพงดินร่วมกับการปลูกพืชพันธุ์เพื่อกันลม กันเสียงและบังสายตา และการใช้พืชพันธุ์คลุมดิน การใช้รางเปิดธรรมชาติและรางหิน การใช้รั้วดักตะกอน และการสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำตลอดจนบ่อดักตะกอนและบ่อกักเก็บน้ำเพื่อช่วยควบคุมและจัดการน้ำผิวดินเป็นต้น ส่วนแนวทางในการลดผลกระทบโดยใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมนั้นจะเป็นการวางระบบรวบรวมและกำจัดหรือนำกลับมาใช้ใหม่ของก๊าซและน้ำเสีย เทคนิคในการก่อสร้างและบริหารโครงการเช่นการเทลาดผิวถนนในโครงการเพื่อกันกลิ่น การบุวัสดุกันซึม และการกลบขั้นสุดท้าย ตลอดจนการสเปรย์น้ำบนพื้นที่เพื่อกันการกระจายของฝุ่นและก๊าซ หรือการวางมาตรการควบคุมความเร็ว การแบ่งพื้นที่การทำงาน และการกำหนดเวลาการทำงาน

จากภาพที่3.18และ3.19จะเห็นได้ว่ามีการวางผังเพื่อลดผลกระทบโดยให้สำนักงานซึ่งไม่ก่อให้เกิดเสียง กลิ่นและผลกระทบทางสายตาไว้ด้านหน้าโครงการ ส่วนหลุมกลบ สถานีเผาก๊าซ บ่อดักตะกอน ที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นจะอยู่ห่างจากถนนทางเข้าและจะมีการปลูกป่ารอบองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดผลกระทบดังกล่าว เพื่อลดผลกระทบให้เกิดการรบกวนกับชุมชนน้อยที่สุด สำหรับพื้นที่กองดินกลบก็จะให้อยู่ในตำแหน่งที่อับลมเพื่อป้องกันปัญหาฝุ่นละออง และสร้างเนินดินร่วมกับการปลูกต้นไม้ทางตะวันตกของซึ่งเป็นช่องลมเพื่อลดความเร็วลมที่จะพัดมาสู่พื้นที่



รูปที่ 3.18.แสดงภูมิทัศน์ของโครงการ และการใช้พื้นที่หลังจากมีการลดผลกระทบแล้ว(Boffa Miskell and Transwaste Canterbury, 2002)



รูปที่ 3.19. แสดงการวิเคราะห์ผังของโครงการ (Boffa Miskell and Transwaste Canterbury, 2002)

3.5. กรณีศึกษาการลดผลกระทบจากไฟไหม้ของ United States Fire Administration(United States Fire Administration, 2002)

กรณีศึกษาที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ได้มาจากข้อมูลการศึกษาปัญหาไฟไหม้สถานที่ฝังกลบในหลายประเทศรวมทั้งในอเมริกาซึ่งจัดทำโดย United States Fire Administration จากกรณีศึกษาต่างๆทำให้ทราบแนวทางในการลดผลกระทบจากไฟ ทั้งในแง่ของการป้องกันและแนวทางในการดับไฟของแต่ละประเทศมีความคล้ายคลึงกันโดยกรณีศึกษาในแต่ละประเทศมีรายละเอียดดังนี้

1.) ฟินแลนด์: จากการศึกษากรณีศึกษาในประเทศฟินแลนด์ การสัมภาษณ์และการใช้แบบสอบถามสอบถามผู้ดูแลสถานที่ฝังกลบในปี 1993 ทำให้ทราบว่าในฟินแลนด์ไฟไหม้สถานที่ฝังกลบที่เกิดขึ้นมักจะเกิดในช่วงระยะเวลาสั้นๆ และไม่ลุกลามใหญ่โต ซึ่งการใช้ดินและน้ำในการดับไฟนั้นอาจไม่เป็นผล ประกอบกับพบว่าการบดอัดที่ไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดความเสี่ยงในการเกิดไฟ ดังนั้นแนวทางในการป้องกันการเกิดไฟนั้นสามารถทำได้โดยการบดอัดขยะให้แน่นก่อนทำการฝัง นอกจากนี้ยังพบว่า1/4ของไฟไหม้ในสถานที่ฝังกลบขยะของฟินแลนด์เป็นไปไหม้ใต้ดิน ซึ่งสามารถดับได้ยากบางครั้งใช้เวลาในการไหม้ยาวนานถึง 2 เดือนและการใช้ดินกลบนอกจากจะไม่เป็นผลแล้วยังทำให้ยืดระยะเวลาในการไหม้ยาวนานขึ้นไปอีก ประกอบกับการใช้น้ำในการดับยังทำให้เกิดปริมาณของRunoff และการปนเปื้อนน้ำชะมูลฝอยสู่ดิน รวมถึงน้ำใต้ดินมากขึ้น ดังนั้นแนวทางในการดับไฟที่ดีที่สุดคือการขุดวัตถุที่ไหม้ไฟออกมาจากบริเวณสถานที่ฝังกลบแล้วทำให้เย็นลงโดยดินและ น้ำ

2.) แคนาดา: ในปี1999ได้เกิดไฟลุกไหม้ขึ้นที่สถานที่ฝังกลบขยะDelta Shake and Shingle LandfillหรือC&D Landfill ซึ่งอยู่นอกเมืองVancouver โดยไฟที่ไหม้เป็นไฟที่อยู่ใต้ดิน และไหม้รุนแรงก่อให้เกิดควันส่งผลกระทบไปทั่วเมือง Vancouver จนทำให้หน่วยงานของรัฐและผู้ดำเนินการต้องร่วมมือกันในการดับไฟเพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นตามมาต่อคุณภาพอากาศ สำหรับวิธีการที่ใช้ในครั้งนี้คือ ขั้นแรกยับยั้งไฟและการลดปริมาณออกซิเจนเจ้าหน้าที่ได้คลุมขยะที่ไหม้ไฟด้วยชั้นขยะหนาเพื่อลดช่องว่าง จากนั้นใช้น้ำที่มีแรงดันสูงดับไฟที่อยู่ผิวดิน แต่เนื่องจากไม่สามารถดับไฟในส่วนที่เกิดขึ้นใต้ดินได้ เจ้าหน้าดับเพลิงจึงใช้โฟมชนิดที่ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับน้ำ ร่วมกับน้ำ หลังจากที่ไฟได้รับการได้รับการยับยั้งไม่ให้ลุกลามแล้วจึงสามารถขุดวัตถุที่ไหม้ไฟออกจากพื้นที่ฝังกลบไปยังพื้นที่ซึ่งสามารถทำการดับไฟได้สนิท ซึ่งในการดับไฟขั้นตอนสุดท้ายนี้เจ้าหน้าที่ดับเพลิงจะใช้อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนด้วยอินฟราเรดตรวจสอบหาวัตถุที่ยังไหม้ไฟ แล้วจึงใช้โฟมและน้ำในการดับไฟ ให้สนิทก่อนน้ำกลับไปฝังตามเดิม

ซึ่งจากเหตุการไฟไหม้ดังกล่าวทำให้ทราบว่าการสร้างคันดินจะช่วยยับยั้งการกระจายของไฟได้ดี และการใช้การขุดร่องในการยับยั้งการลุกลามของไฟใต้ดินจะทำได้ดีต่อเมื่อสามารถขุดร่องผ่านชั้นขยะได้ลึกพอจนถึงวัตถุที่ไหม้ไฟ

3.) อเมริกา: สำหรับกรณีศึกษาในอเมริกาที่จะนำมาเป็นตัวอย่างในครั้งนี้มาจากกรณีการเกิดไฟไหม้ใน 2 เมืองดังนี้

- Cumberland County, North Carolina: กรณีนี้เกิดขึ้นในปี 1998 ไฟได้ลุกไหม้สถานที่ฝังกลบขยะในเมืองและก่อให้เกิดควันกระจายครอบคลุมพื้นที่กว้าง เนื่องจากขยะที่ถูกฝังเป็นซากพืช ไม้ และเศษฝางซึ่งอัดตัวแน่นทำให้ความร้อนรวมอยู่ที่ภายในของกองขยะ ซึ่งไม่สามารถใช้น้ำดับได้ เจ้าหน้าที่ดับเพลิงจึงทำได้แค่ป้องกันไม่ให้ไฟลุกลามโดยการขุดร่องรอบกองไฟ แล้วรอให้ไฟไหม้จนดับไปเอง

- Colorado: ในปี 2001 ได้เกิดไฟไหม้ขึ้นที่ Montezuma County Landfillซึ่งเป็นสถานที่ฝังกลบขยะประเภทย่อยสลายได้และขยะจากโรงงาน ไฟไหม้ในครั้งนี้เกิดขึ้นเป็นอาณาบริเวณกว้างถึง 6 เอเคอร์ เนื่องจากการใช้น้ำในการดับไม่เป็นผล ดังนั้นผู้เชี่ยวชาญและเจ้าหน้าที่ของรัฐจึงตัดสินใจใช้การย้ายกลุ่มขยะส่วนที่ไฟไหม้ออก และแยกขยะกลุ่มนั้นออกจากกันก่อนที่จะทำการดับทีละส่วน ซึ่งจากรายงานของเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลสถานที่ฝังกลบทำให้ทราบว่าแนวทางที่ดีที่สุดในการดับไฟคือการจำกัดขอบเขตการลุกลามของไฟ และวัตถุที่คุก่อนการดับ

จากกรณีศึกษาที่กล่าวมาทั้งหมดทำให้ทราบว่า แนวทางในการลดผลกระทบจากปัญหาไฟไหม้นั้นสามารถทำได้โดยการป้องกันไม่ให้เกิดไฟด้วยการบดอัดขยะให้แน่นเพื่อลดช่องว่างอากาศ และเมื่อเกิดไฟจะต้องใช้วิธีการจำกัดขอบเขตของไฟก่อน โดยการขุดวัตถุที่ไหม้ไฟจากพื้นที่, การขุดร่องรอบวัตถุที่ไหม้ไฟ, การทำคันดินกั้น และการแยกวัตถุออกจากกัน แล้วจึงใช้ดิน หรือน้ำในการดับ หรือปล่อยให้ไหม้ไปเองในกรณีที่ดับไม่ได้ และหากจำเป็นอาจต้องใช้น้ำร่วมกับโฟมในการดับไฟ นอกจากนี้หากสามารถทำได้ควรย้ายวัตถุที่ไหม้ไฟออกจากพื้นที่ฝังกลบไปยังพื้นที่ที่สามารถดับไฟได้อย่างปลอดภัย เพื่อป้องกันการลุกลามและการปนเปื้อนของน้ำชะมูลฝอยที่จะเกิดมากขึ้นจากน้ำที่ใช้ดับไฟ

3.6. กรณีศึกษาFront landfill และBack landfill เมืองBrookline สหรัฐอเมริกา(Town of brookline and Camp dresser & Mckee(CDM), 2002)

3.6.1. ความเป็นมาและสภาพพื้นที่โครงการ

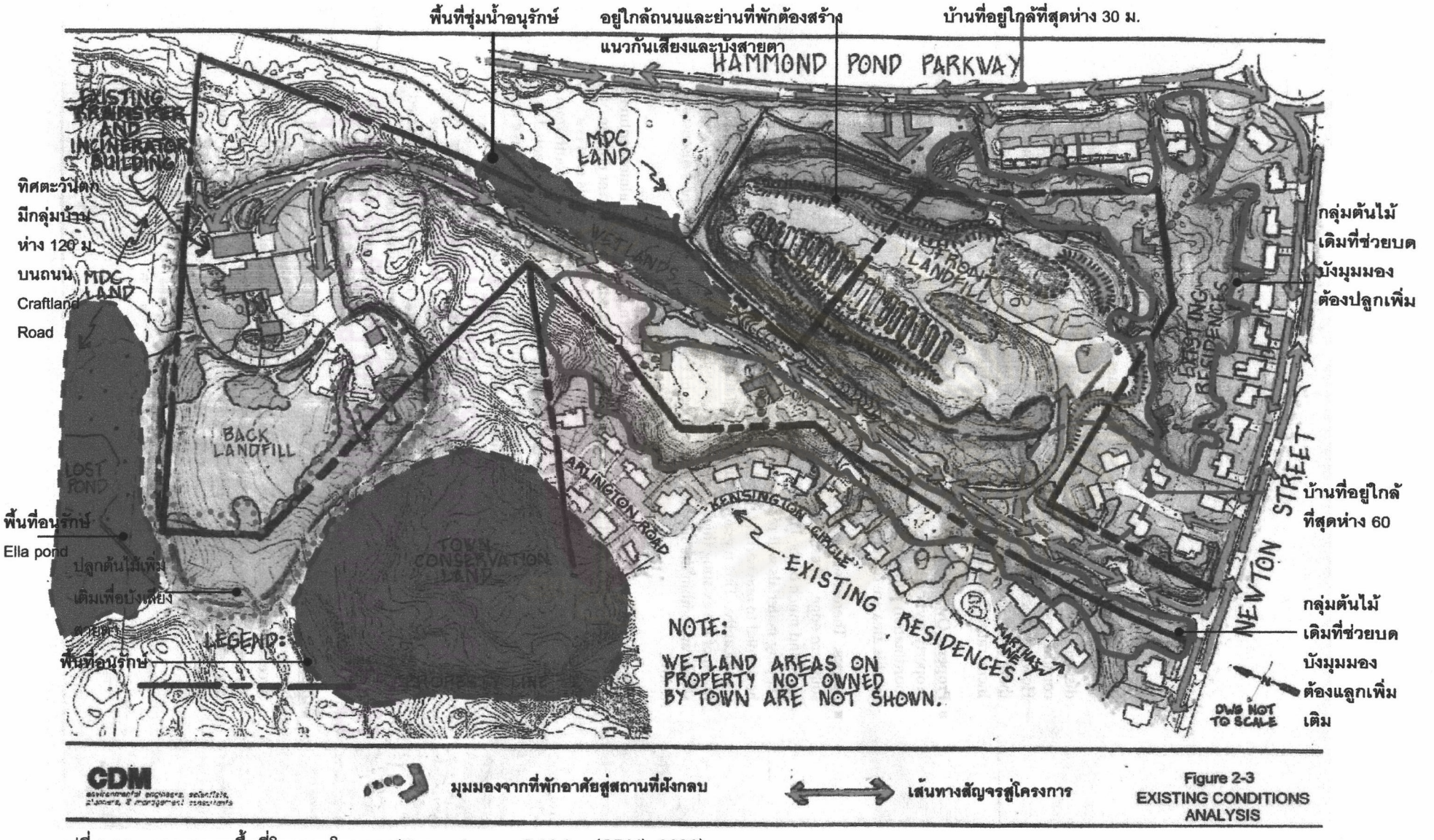
กรณีศึกษานี้กล่าวถึงสถานที่ฝังกลบ 2 แห่งซึ่งตั้งอยู่บนถนนIncinerator Drive เมือง Brookline รัฐMassachusetts ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยสถานที่ฝังกลบขยะแห่งเก่าที่อยู่บริเวณทางเข้าถนน Incinerator Drive เรียกว่า" Front landfill " ส่วนสถานที่ฝังกลบขยะที่อยู่ท้ายถนน Incinerator Driveใกล้กับเตาเผาขยะที่เลิกใช้งานแล้วและสถานีขนถ่ายขยะเรียกว่า"Back landfill" (ดูภาพ 3.20และ3.21)

สำหรับสถานที่ฝังกลบขยะที่เรียกว่า Front landfill นั้นเป็นสถานที่ฝังกลบขยะแห่งเก่าที่เคยรองรับขยะจำพวกขี้เถ้าที่ได้หลังจากการเผาขยะ ขยะที่ไม่สามารถเผาได้หรือขยะซึ่งต้องนำมาทิ้งในช่วงเตาเผาปิดดำเนินการ หลังโรงงานเผาขยะปิดดำเนินการPublic Work Department (DPW)ได้เปลี่ยนพื้นส่วนหนึ่งของสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้ให้กลายเป็นสถานที่ทิ้งขยะชั่วคราวซึ่งต้องรองรับจำพวกเศษใบไม้ ซากพืช เศษไม้ที่ใช้ในการก่อสร้าง สถานที่รองรับหิมะที่กวาดได้ในช่วงหน้าหนาว ตลอดจนเป็นสถานที่เก็บวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างของเมือง ทำให้เกิดผลกระทบมากมายแก่ประชาชนทั้งปัญหาด้านกลิ่นจากการย่อยสลาย เสียง ไปจนถึงด้านสุนทรียภาพในเวลาต่อมา โดยเนื่องจากสภาพพื้นที่ที่มีอาณาเขตด้านทิศตะวันออกและทิศใต้อยู่ใกล้ย่านที่พักอาศัย และมีระยะห่างจากบ้านที่ใกล้สุดเพียงแค่ 30และ60 ม.เท่านั้น ทิศเหนือติดกับพื้นที่ชุ่มน้ำ ประกอบกับมีพื้นที่ส่วนหนึ่งประมาณ 10 ไร่ที่เป็นของThe Metropolitan District(MDC)ได้รับการวางแผนไว้แล้วให้เป็นพื้นที่สาธารณะของชุมชนคือสนามกีฬา ดังนั้นการวางมาตรการการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆที่กล่าวมามีความสำคัญเป็นอันมากและจำต้องให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการวางมาตรการด้วย

สำหรับสถานที่ฝังกลบขยะ Back landfillนั้นมีเนื้อที่ 32.5 ไร่ ต้องรองรับขยะที่เป็นขี้เถ้าซึ่งได้จากเตาเผาขยะเช่นเดียวกับ Front landfill แต่สถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้เริ่มดำเนินการทีหลัง เมื่อโรงงานเผาขยะปิดดำเนินการสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้ก็ไม่ได้ใช้งานเท่ากับ Front landfill แต่เนื่องมาจากสภาพพื้นที่ที่ทิศเหนืออยู่ใกล้พื้นที่ชุ่มน้ำรอบบึงLost Pondซึ่งเป็นสถานที่พักผ่อนของชุมชนและใกล้กับย่านที่พักอาศัยซึ่งอยู่บนถนนCraftsland Roadซึ่งมีระยะห่างระหว่างบ้านที่ใกล้ที่สุดกับทิศตะวันตกของพื้นที่120 ม. ประกอบกับสภาพในปัจจุบันที่มีพื้นที่ส่วนหนึ่งทางทิศเหนือจนถึงทิศตะวันตก และทิศใต้ถูกกำหนดให้พัฒนาเป็นพื้นที่อนุรักษ์ของเมือง รวมไปถึงแผนการใช้งานในอนาคตของพื้นที่ซึ่งจะใช้บริเวณพื้นที่เตาเผาขยะเดิมและพื้นที่ส่วนหนึ่งทางทิศตะวันตกเป็นสถานี

ขนถ่ายขยะและแยกขยะเพื่อทำการนำกลับมาใช้ใหม่และเป็นที่ทิ้งขยะจำพวกซากพืช(ดูภาพ3.21 ประกอบ) ตลอดจนเป็นสถานที่ประกอบกิจกรรมอื่นๆของDPWซึ่งจะมีระยะห่างจากเขตที่พักอาศัยเพียงแค่ 158 ม.เท่านั้นจึงทำให้การวางมาตรการการลดผลกระทบของสิ่งแวดล้อมในพื้นที่นี้จะเน้นไปที่ผลกระทบด้านสุนทรียภาพ ด้านเสียง และการปนเปื้อนของมลพิษที่มีต่อพื้นที่ชุ่มน้ำในบริเวณใกล้เคียงมากกว่าเรื่องกลิ่นเหมือนสถานที่ฝังกลบขยะ Front landfill

รูปที่ 3.20 แสดงตำแหน่งที่ตั้งของFront landfill และBack landfill(Camp dresser & Mckee(CDM), 2002)



รูปที่ 3.21. แสดงสภาพพื้นที่โดยรอบโครงการ(Camp dresser & Mckee(CDM), 2002)

3.6.2. ผลกระทบและการลดผลกระทบ

จากการศึกษาสถานที่ฝังกลบขยะทั้ง 2 แห่งนี้ทำให้ทราบว่ามีการวางมาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่างๆที่คำนึงถึงการใช้งานหลังปิดโครงการมุ่งที่ผลกระทบทางด้านก๊าซ กลิ่น การปนเปื้อนของน้ำผิวดิน การปนเปื้อนของน้ำใต้ดิน ผลกระทบทางสุนทรียภาพ และผลกระทบจากเสียง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.) มาตรการการลดผลกระทบจากก๊าซ : เนื่องจากสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้เป็นสถานที่ฝังกลบขยะเก่าและรองรับขยะประเภทขี้เถ้าเป็นส่วนมาก มีขยะชีวะภาพซึ่งก่อให้เกิดก๊าซในกระบวนการย่อยสลายอยู่น้อย จึงทำให้ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นมีน้อยทาง The Massachusetts Department of Environmental Protection(DEP)จึงอนุญาติให้ใช้มาตรการลดผลกระทบด้วยการกลบขั้นสุดท้ายเพื่อลดการกระจายตัวของก๊าซโดยไม่ต้องสร้างระบบรวบรวมก๊าซขึ้นใหม่ จะต้องให้มีการตรวจสอบการกระจายตัวของก๊าซอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลา 30 ปีหลังจากที่มีการกลบทับขั้นสุดท้ายแล้ว

2.) มาตรการการลดผลกระทบจากกลิ่น : จากรายละเอียดที่ระบุไว้ในรายงานของกรณีศึกษาทั้ง 2 นี้ทำให้ทราบว่าปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของกลิ่นนั้นจะขึ้นกับสภาพอากาศความเร็วและทิศทางลม ลักษณะภูมิประเทศรวมไปถึงลักษณะการกระจายตัวของกลิ่นเอง โดยการวัดระดับผลกระทบที่เกิดจากกลิ่นนี้จะวัดจาก ระดับความรุนแรงและความสามารถที่ก่อให้เกิดผลกระทบของกลิ่น, ระยะการกระจายตัวจากแหล่งกำเนิด และความถี่ ความต่อเนื่องของกลิ่น ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากกรณีศึกษาทั้ง 2 จะพบว่ามีผลกระทบและแนวทางในการลดผลกระทบต่างกันไปดังนี้

ก.) สถานที่ฝังกลบขยะFront landfill : ในอดีตสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้ก่อให้เกิดปัญหามากเนื่องจากหลังจากเลิกการฝังกลบขยะขี้เถ้าจากเตาเผาไม่นานพื้นที่นี้ก็จะถูกใช้เป็นสถานที่ทิ้งขยะจำพวกซากพืชที่สิ่งกลิ่นเหม็นมากเกินไปจนทำให้ได้รับการร้องเรียนจากประชาชน ซึ่งหลังจากที่ได้รับการร้องเรียนคณะกรรมการเมือง(DPW)ได้ให้มีการหมั้นพลิกกองขยะเพื่อให้ขยะได้รับอากาศและย่อยสลายโดยไม่เกิดการหมักและความร้อนจนมีกลิ่นเหม็น แต่ด้วยเหตุที่มีระยะห่างจากที่พักอาศัยเพียงแค่ 30 ม.และ60 ม.เท่านั้น ประกอบกับกลิ่นส่วนหนึ่งเกิดจากน้ำฝนที่ชะผ่านขยะเกิดเป็นน้ำชะมูลฝอยที่ส่งกลิ่นเน่าเหม็นทำให้ผลกระทบที่เกิดขึ้นไม่ลดน้อยลง ดังนั้นขณะกรรมการเมือง(DPW)และประชาชนจึงได้ร่วมกันวางแนวทางในการลดผลกระทบจากสถานที่ฝังกลบแห่งนี้โดย

- ขนย้ายขยะพวกซากพืชนี้เป็นประจำทุกอาทิตย์ไปถึงยังพื้นที่ฝังกลบอื่นการทำ

เช่นนี้จะทำให้ขยะยังไม่ทันย่อยสลายจนเกิดกลิ่นเหม็น พร้อมทั้งย้ายกองในพื้นที่ไปยังLarz Anderson Parkซึ่งมีพื้นที่ฉนวน ห่างเขตที่พักอาศัยมากกว่า ตลอดจนให้มีการขุดรอกและทำความสะอาดบ่อหน่วงน้ำที่รองรับน้ำจากสถานที่ฝังกลบอย่างสม่ำเสมอไม่ปล่อยให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็นและปรับพื้นที่ให้ฝนที่ไหลบนพื้นที่ระบายได้โดยไม่ท่วมขังเกิดการเน่าเหม็น

ข.) สถานที่ฝังกลบขยะ Back landfill : เนื่องจากสถานที่ฝังกลบขยะ Front landfillจะถูกเปลี่ยนให้เป็นสนามกีฬาแทนและคณะกรรมการเมืองจะย้ายการดำเนินการในการทิ้งขยะจำพวกซากพืชมาไว้ที่ Back landfillซึ่งมีระยะห่างจากที่พักอาศัยมากกว่าแทน จึงทำให้คาดการณ์ได้ว่าในภาวะปกติที่ขยะดังกล่าวไม่ย่อยสลายจะเกิดกลิ่นในระดับที่น้อยกว่า เมื่อวัดในบริเวณที่พักอาศัยอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดการรบกวน แต่ในช่วงหน้าร้อนที่อัตราการย่อยสลายมากกว่าปกติหรือช่วงที่ขยะเกิดการย่อยสลายตามปกติในฤดูอื่นๆคาดว่าจะสามารถวัดระดับการกิดกลิ่นได้มาก ณ ขอบพื้นที่โครงการ และแม้ว่าในบริเวณที่พักอาศัยซึ่งก่อให้เกิดการรบกวนในระดับที่ไม่มากนัก แต่เพื่อลดผลกระทบดังกล่าวคณะกรรมการเมืองจึงได้กำหนดให้มีการทำคันกั้นหรือBunkerไว้สำหรับกองขยะจำกัดพื้นที่ไม่ให้ขยะกระจายตัวไป และให้บริเวณนี้เป็นสถานีขนถ่ายชั่วคราวเท่านั้นโดยต้องขนย้ายขยะอย่างเร็วไปยังสถานที่ฝังกลบอื่นที่เหมาะสมก่อนขยะนั้นจะย่อยสลายส่งกลิ่นเหม็น

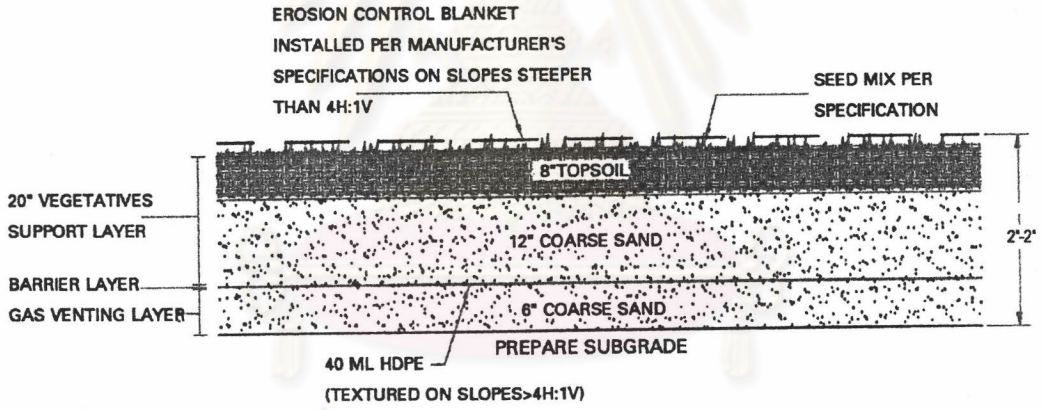
2.) มาตรการการลดผลกระทบที่มีต่อน้ำใต้ดิน : สำหรับผลกระทบด้านนี้สถานที่ฝังกลบขยะทั้ง 2 ได้มีการวางระบบระบายน้ำไว้ใต้สถานที่ฝังกลบ และได้มีการบุวัสดุกันซึมไว้ที่ก้นหลุมแล้ว ทางDEP จึงได้เรียกร้องให้มีการกลบขั้นสุดท้ายเพิ่มขึ้นเพื่อแยกขยะกับการสัมผัสสภาพแวดล้อม ลดการซึมผ่านของน้ำฝนสู่สถานที่ฝังกลบขยะเกิดการปนเปื้อนของน้ำชะมูลฝอยสู่แหล่งน้ำใต้ดินต่อไป นอกจากนี้ยังจัดได้ให้มีการติดตั้งระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดินเพื่อทำการตรวจสอบต่อไปในอนาคตอีก 30 ปีเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในเรื่องก๊าซ

3.) มาตรการการลดผลกระทบที่มีต่อน้ำผิวดิน และStorm Water : มาตรการการลดผลกระทบด้านนี้มีขึ้นเพื่อลดการปนเปื้อนของแหล่งน้ำ 2 แหล่งที่ส่งกระแสน้ำสู่Charles River คือ บริเวณLost Pondทางทิศเหนือรวมไปถึงพื้นที่ชุ่มน้ำทางทิศตะวันตกของBack landfill และบริเวณเส้นทางน้ำที่เรียกSouth Meadow brook โดยมาตรการการลดผลกระทบในด้านนี้จะกล่าวควบคู่กันไปกับการลดผลกระทบด้านการพังทลายของพื้นที่จากกระแสน้ำ และมีแนวทางที่เฉพาะเจาะจงลงไปสำหรับสถานที่ฝังกลบขยะแต่ละพื้นที่ดังนี้

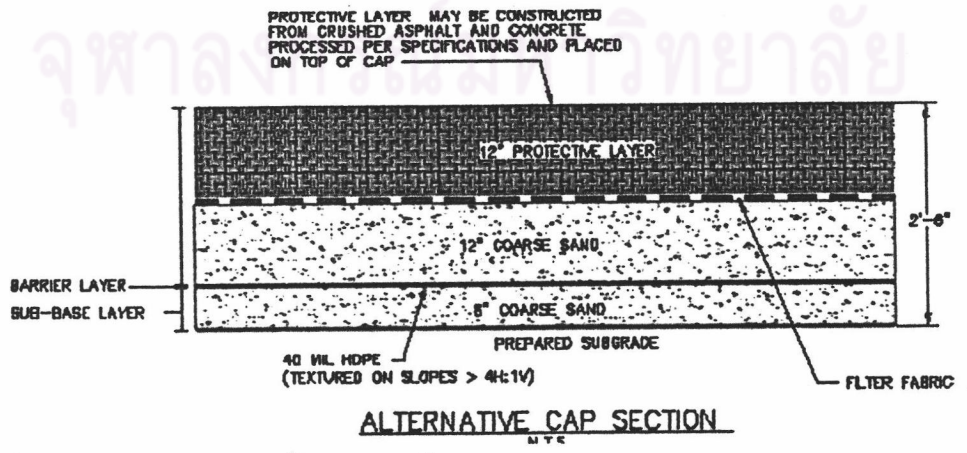
ก.) สถานที่ฝังกลบขยะ Back landfill : มาตรการการลดผลกระทบที่มีต่อน้ำผิวดินนี้จะมุ่งที่การป้องกันการปนเปื้อนจากตะกอนที่มากับStorm Waterที่ผ่านสถานที่ฝังกลบ ซึ่งสำหรับสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้จะประกอบด้วยมาตรการต่างๆดังภาพที่3.27 คือ

- การปิด หรือกลบทับขั้นสุดท้าย(Capped) ในพื้นที่ที่ยังไม่ได้กลบขั้นสุดท้าย ทางทิศตะวันตกและทิศใต้บริเวณที่จะเป็นพื้นที่สงวนของเมือง พร้อมทั้งให้มีการปลูกพืชคลุมดิน โดยปลูกแบบผสมเพื่อให้มีสภาพเป็นธรรมชาติและป้องกันการกัดเซาะพังทลาย(ดูภาพ 3.22) แต่สำหรับพื้นที่ที่ต้องรองรับกิจกรรมมากจะต้องเปลี่ยนจากดินและการปลูกพืชพันธุ์เป็นคอนกรีตหักและเศษAsphalt(ดูภาพ3.23.ประกอบ) และสำหรับในพื้นที่ฉนวนซึ่งกันระหว่างพื้นที่สงวนและสถานที่ฝังกลบขยะส่วนของDPWที่มีการทำกำแพงกันดินให้ปลูกพืชจำพวกไม้ยืนต้นขนาดเล็กและไม้พุ่มผสมกันเพื่อกันการพังทลาย ลดความเร็วของกระแสน้ำและป้องกันการเกิดตะกอน

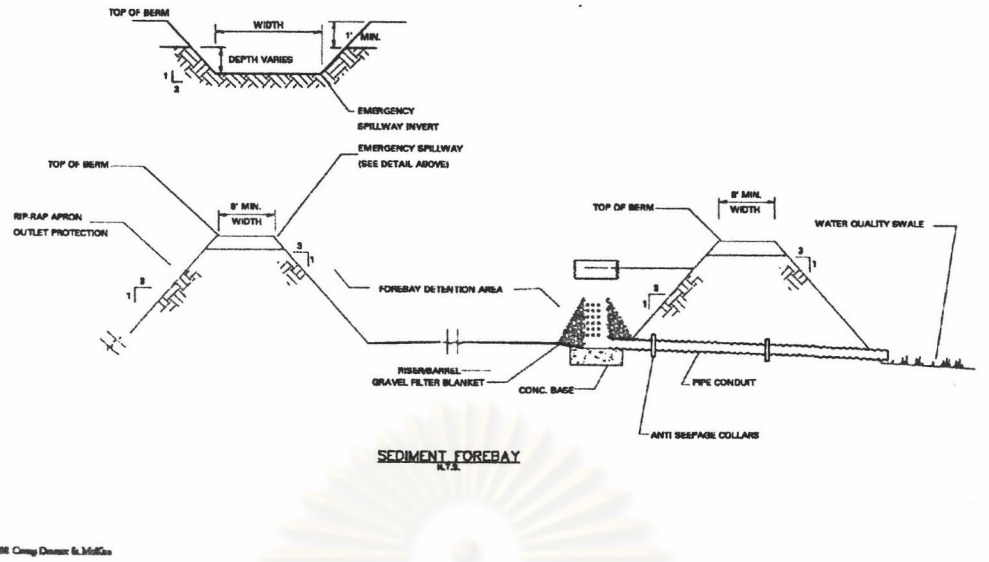
- สร้างบ่อดักตะกอน(Sedimentation forebay หรือ Sedimentation trap)เพื่อลดความเร็วของกระแสน้ำที่ถูกระบาย(Storm water) และดักตะกอนจนถึงเศษขยะก่อนทำการกำจัดโดยบ่อดักตะกอนนี้จะลึก 0.90-1.8 ม. มีความชันไม่มากกว่า 1V:3H โดยน้ำที่ไหลผ่านตะแกรงจับตะกอนจะซึมช้าๆผ่านท่อพรุนซึ่งถูกหุ้มด้วยอิฐหัก และแผ่นกรองใยสังเคราะห์ จากนั้นน้ำจะถูกส่งผ่านท่อ 6 นิ้วไปยังรางระบายน้ำปรับคุณภาพน้ำ(Water quality swale) เพื่อบำบัดต่อไป(ดูภาพ3.24. และภาพ3.25ประกอบ)



ภาพที่ 3.22 แสดงการกลบขั้นสุดท้ายด้วยการปลูกพืช(Camp dresser & Mckee(CDM), 2002: 3-1)



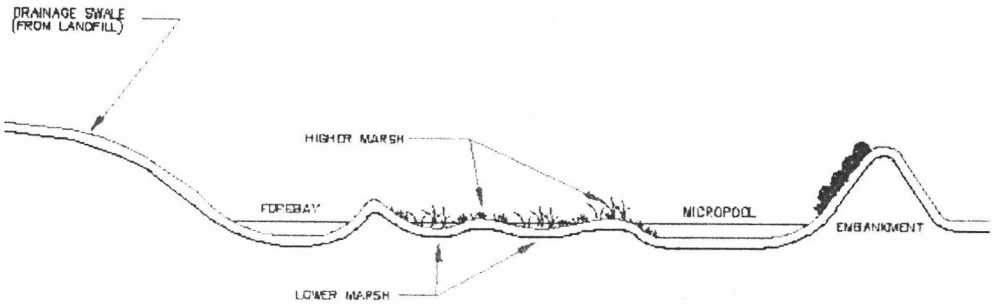
ภาพที่ 3.23. แสดงรูปตัดของชั้นการกลบขั้นสุดท้าย(Camp dresser & Mckee(CDM), 2002: 3-2)



ภาพที่3.24. แสดงรูปตัดของบ่อดักตะกอนและรางระบายน้ำปรับคุณภาพน้ำ(Camp dresser & Mckee(CDM), 2002)

- สร้างรางระบายน้ำปรับคุณภาพน้ำ(Water quality swale) ซึ่งเป็นรางระบายเปิดธรรมชาติที่มีการปลูกพืชพันธุ์ในรางใช้รองรับน้ำจากท่อน้ำที่ต่อจากบ่อดักตะกอน(ดูภาพ3.23 ประกอบ) สำหรับการออกแบบรางน้ำนั้นนอกจากจะให้กระแสน้ำไหลช้าที่สุดเพื่อดักจับตะกอนให้ได้มากที่สุด แล้วยังต้องออกแบบให้เกิดการชะล้างพังทลายพื้นผิวและพืชพันธุ์น้อยที่สุด ซึ่งคุณภาพในการบำบัดของรางน้ำนั้นจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของพืชพันธุ์ด้วย โดยเมล็ดพันธุ์พืชที่ได้รับคำแนะนำมากที่สุดคือเมล็ดพันธุ์ผสม

- สร้างพื้นที่ชุ่มน้ำ(Wetland) ซึ่งจะช่วยดึงสิ่งปนเปื้อนจากน้ำที่ถูกระบาย(Strom water runoff) ผ่านพืชพันธุ์ และการกักเก็บให้ตกตะกอน สำหรับโครงการสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้ได้เลือกสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำแบบPocket wetland ซึ่งมีความเหมาะสมกับพื้นที่เนื่องจากพื้นที่ชุ่มน้ำประเภทนี้ต้องการเนื้อที่ในการก่อสร้างน้อย เหมาะกับโครงการที่มีพื้นที่รองรับน้ำไม่เกิน 25 ไร่ ซึ่งสำหรับสถานที่ฝังกลบขยะ Back landfillแห่งนี้มีพื้นที่รองรับน้ำประมาณ 8.5 ไร่จึงไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด เนื่องจากพื้นที่ชุ่มน้ำประเภทนี้จะมีสัดส่วนระหว่างพื้นที่รองรับน้ำต่อพื้นที่ชุ่มน้ำตั้งแต่1-2% แต่สำหรับโครงการนี้มีสัดส่วนดังกล่าวเกินจากที่กำหนดไว้ถึง 50%(เกินจาก2%) จึงต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับพื้นที่ชุ่มน้ำโดยการเพิ่มความยาวของพื้นที่ชุ่มน้ำ เพื่อเพิ่มระยะทางการไหลให้มากก่อให้เกิดการตกตะกอนได้มากขึ้น ซึ่งตามปกติแล้วสัดส่วนความยาวต่อความกว้างของพื้นที่ชุ่มน้ำไม่ควรเกิน 5:1 ดังนั้นจากที่กล่าวมาทั้งหมดพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นสำหรับโครงการนี้จะถูกสร้างขึ้นที่ปลายรางระบายน้ำปรับคุณภาพน้ำโดยสร้างให้มีขนาดพื้นที่ประมาณ 510 ตารางเมตร สามารถรองรับน้ำฝนที่ตกเฉลี่ย 0.5 นิ้วพร้อมทั้งมีการปลูกพืชพันธุ์ (ดูภาพ3.25.ประกอบ)



CONSTRUCTED WETLAND
N.T.S.

รูปที่ 3.25. แสดงรูปตัดของพื้นที่ชุ่มน้ำแบบPocket Wetland(Camp dresser & Mckee(CDM), 2002)

ข.) สถานที่ฝังกลบขยะ Front landfill : เนื่องจากในอนาคตบริเวณสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้จะได้รับการเปลี่ยนให้เป็นสนามกีฬาและสวนสาธารณะ ดังนั้นการควบคุมน้ำผิวดินจึงต้องวางแผนเพื่อการใช้งานในอนาคต ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ของสถานที่ฝังกลบแห่งนี้จะมีผลทำให้ตะกอนโคลนลดลงด้วย โดยสำหรับสถานที่ฝังกลบขยะ Front landfillนี้ กระแสการระบายน้ำหลักซึ่งผ่านสถานที่ฝังกลบที่ได้รับการปิดทับขั้นสุดท้ายซึ่งจะพัฒนาให้เป็นลานจอดรถทางเดินและสนามกีฬาที่มีการปลูกพืชพันธุ์จะถูกส่งไปยังรางระบายน้ำปรับคุณภาพน้ำ(Water quality swale) ก่อนส่งไปยังบ่อหน่วงน้ำหลัก(Detention Basin) และเส้นทางระบายน้ำหลักแล้วส่งต่อไปยังแม่น้ำCharles river ต่อไป โดยบ่อหน่วงน้ำหลัก(Detention Basin) นั้นจะประกอบด้วยพื้นที่ที่ใช้ดักตะกอนด้วยซึ่งพื้นที่นั้นจะมีขนาดที่สามารถรองรับน้ำฝนที่ตกในระดับ 0.5 นิ้วภายในพื้นที่โครงการ ส่วนบ่อหน่วงน้ำควรสามารถรองปริมาณกระแสน้ำที่เกิดขึ้นภายใน 24 ชั่วโมง และจากปริมาณน้ำที่มากที่สุดใน 25 ปีดังรายละเอียดในภาพ3.28

จากที่กล่าวมาทั้งหมดทำให้สรุปได้ว่าในภาพรวม แนวทางการลดผลกระทบที่จะมีต่อน้ำใต้ดินของกรณีศึกษานี้จะใช้การสร้างองค์ประกอบต่างๆจากหลักการทางวิศวกรรมร่วมกับหลักการทางภูมิสถาปัตยกรรมซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้คือ 1.) บ่อดักตะกอน 2.) บ่อหน่วงน้ำหลัก(Detention Basin) 3.) ระบายน้ำปรับคุณภาพน้ำ(Water quality swale)หรือรางเปิดธรรมชาติที่มีการปลูกพืชคลุมดิน 4.) พื้นที่ชุ่มน้ำ(Wetland)แบบPocket wetlnd

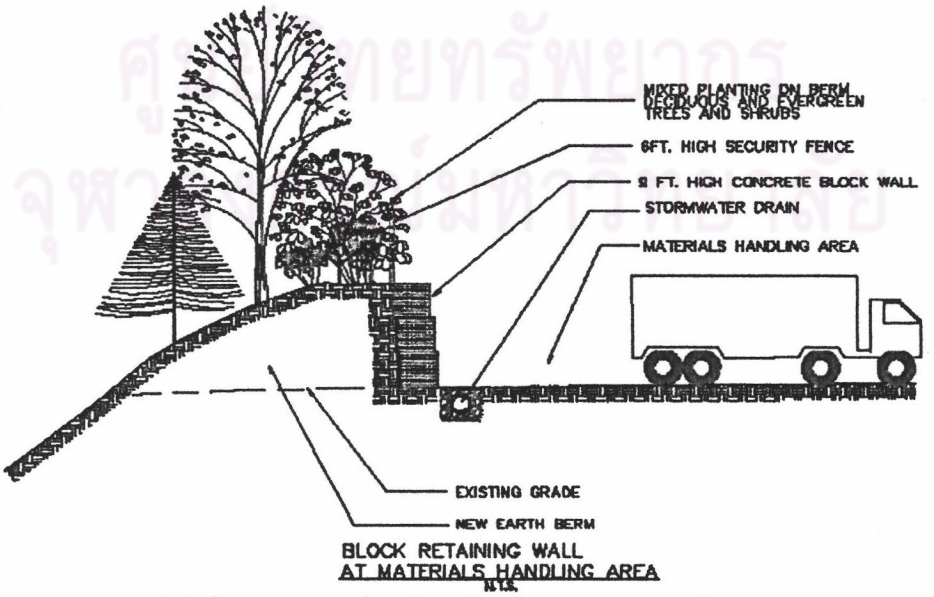
3.) ผลกระทบด้านสุนทรียภาพ(Aesthetics) : เนื่องจากสถานที่ฝังกลบและโรงงานเผาขยะเก่าสามารถมองเห็นได้จากมุมมองในหลายพื้นที่รอบๆโครงการ ซึ่งในแต่ละสถานที่ฝังกลบขยะนั้นก็จะมีบริเวณที่ต้องทำการลดผลกระทบทางสายตาที่ต่างกัน โดยในส่วนของสถานที่ฝังกลบขยะFront Landfillนั้นพื้นที่ที่จำเป็นต้องทำการบดบังมุมมองนั้นเป็นพื้นที่ทางทิศตะวันตกที่

สามารถมองเห็นได้จากชุมชนซึ่งอยู่สูงกว่าสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย ส่วนในพื้นที่ทางด้านทิศใต้ซึ่งอยู่ใกล้บ้านพักอาศัยบนถนนNewton streetไปจนถึงNelson Drive และทิศตะวันออกซึ่งอยู่ใกล้กับย่านพักอาศัยบนถนนHammond Pond Parkways ดังที่ได้เคยกล่าวมาแล้วไม่จำเป็นต้องทำการบดบังสายตาเนื่องจากมีลักษณะของพื้นที่ลาดชั้น และกลุ่มต้นไม้ช่วยบดบังอยู่แล้ว

สำหรับสถานที่ฝังกลบขยะBack Landfillนั้นในส่วนพื้นที่ลาดชั้นทางทิศเหนือซึ่งเป็นเตาเผาขยะเก่าและเป็นพื้นที่ดำเนินการของสถานีขนถ่ายของสถานที่ฝังกลบจะสามารถมองเห็นได้ชัดจากย่านพักอาศัยซึ่งตั้งอยู่ตลอดถนนCraftsland Roadในหน้าหนาว และมองเห็นได้ชัดจากเส้นทางเดินรอบพื้นที่สงวนLost Pond จึงทำให้ต้องมีการลดผลกระทบในพื้นที่ดังกล่าวนี้ ส่วนพื้นที่ทางทิศใต้ของสถานที่ฝังกลบซึ่งใกล้บ้านพักอาศัยบริเวณถนนArlington Road จะไม่ถูกมองเห็นโดยตรง เนื่องจากมีกลุ่มพืชพันธุ์ช่วยบดบัง

จากสภาพพื้นที่ที่ต่างกันดังที่กล่าวในข้างต้นจึงทำให้แนวทางการลดผลกระทบทางสายตามีความเฉพาะเจาะจงไปในสถานที่ฝังกลบขยะทั้ง 2 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ

ก.) สถานที่ฝังกลบขยะ Back landfill : ในพื้นที่ส่วนที่DPWดำเนินการอยู่ของBack landfillนี้ให้มีการสร้างฉนวนบังมุมมองจากย่านที่พักอาศัยโดยการสร้างกำแพงคอนกรีตบล็อคสูง 2.70 ม. รอบพื้นที่ดำเนินการโดยกำแพงนี้ด้านหนึ่งจะถูกถมด้วยดิน และด้านบนจะมีการปลูกไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบและไม้พุ่มพร้อมกั้นรั้วตาข่ายสูง 1.80 ม. ซึ่งนอกจากช่วยบังสายตายังช่วยเพิ่มความปลอดภัยด้วย(ดูภาพ3.26 ประกอบ) นอกจากนี้กำแพงดังกล่าวยังช่วยบังมุมมองจากพื้นที่อนุรักษ์Lost Pond และเส้นทางเดินรอบพื้นที่Lost Pond ซึ่งอยู่ต่ำกว่าสถานที่ฝังกลบอีก การที่พื้นที่ส่วนนี้อยู่ต่ำกว่าสถานที่ฝังกลบนั้นมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบดบังด้วย ส่วนในพื้นที่ที่มีเป็นเตาเผาขยะซึ่งไม่ใช้แล้วเช่น ปล่องควัน ก็ได้ให้มีการทุบทำลายลง



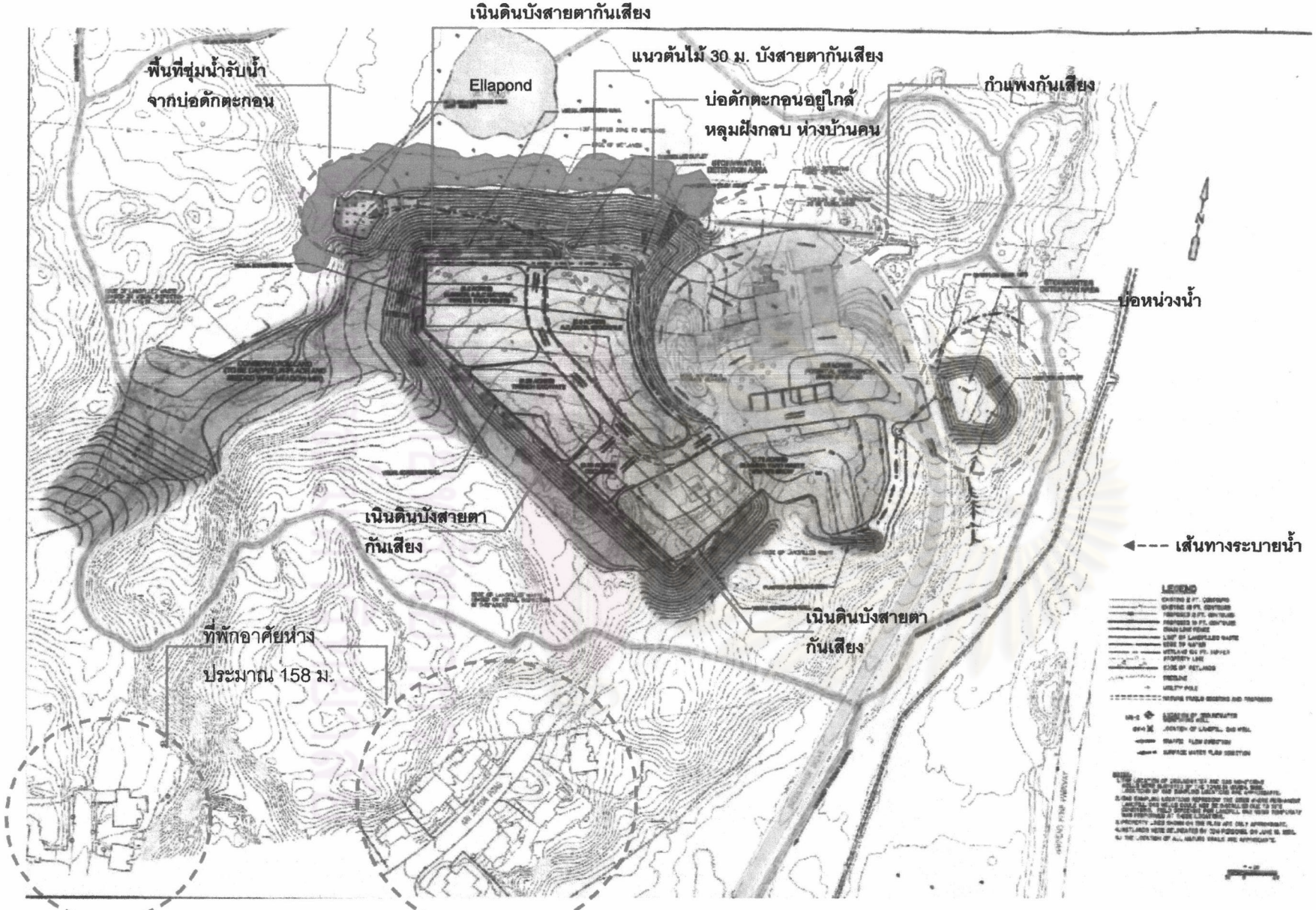
รูปที่ 3.26. แสดงรูปตัดกำแพงคอนกรีตบล็อคกันเสียงและช่วยบดบังสายตา(Camp dresser & Mckee(CDM), 2002)

ข.) สถานที่ฝังกลบขยะFront landfill : ในการปิดโครงการและปรับปรุงพื้นที่แห่งนี้นั้นเพื่อปรับให้เกิดมุมมองสู่โครงการให้สวยงามได้ทำกำแพงดินตลอดขอบเขตของสถานที่ฝังกลบที่ใกล้กับเขตที่พักอาศัย โดยเนินดินนี้จะสูงไม่เกิน 3 ม. บังมุมมองในระดับที่ต่ำกว่าสถานที่ฝังกลบ มีการการปลูกพืชจำพวกไม้ยืนต้นขนาดเล็กและไม้พุ่มผสมกัน เพื่อเพิ่มความสามารถในการลดผลกระทบ สำหรับทางทิศตะวันตกของพื้นที่ซึ่งต่อไปจะมีการปรับเปลี่ยนเป็นลานจอดรถ ได้มีการปลูกไม้ยืนต้นเพิ่มเติมจากเดิมเพื่อบดบังมุมมองจากบ้านเรือนที่ตั้งอยู่รอบวงเวียนKensington Circle

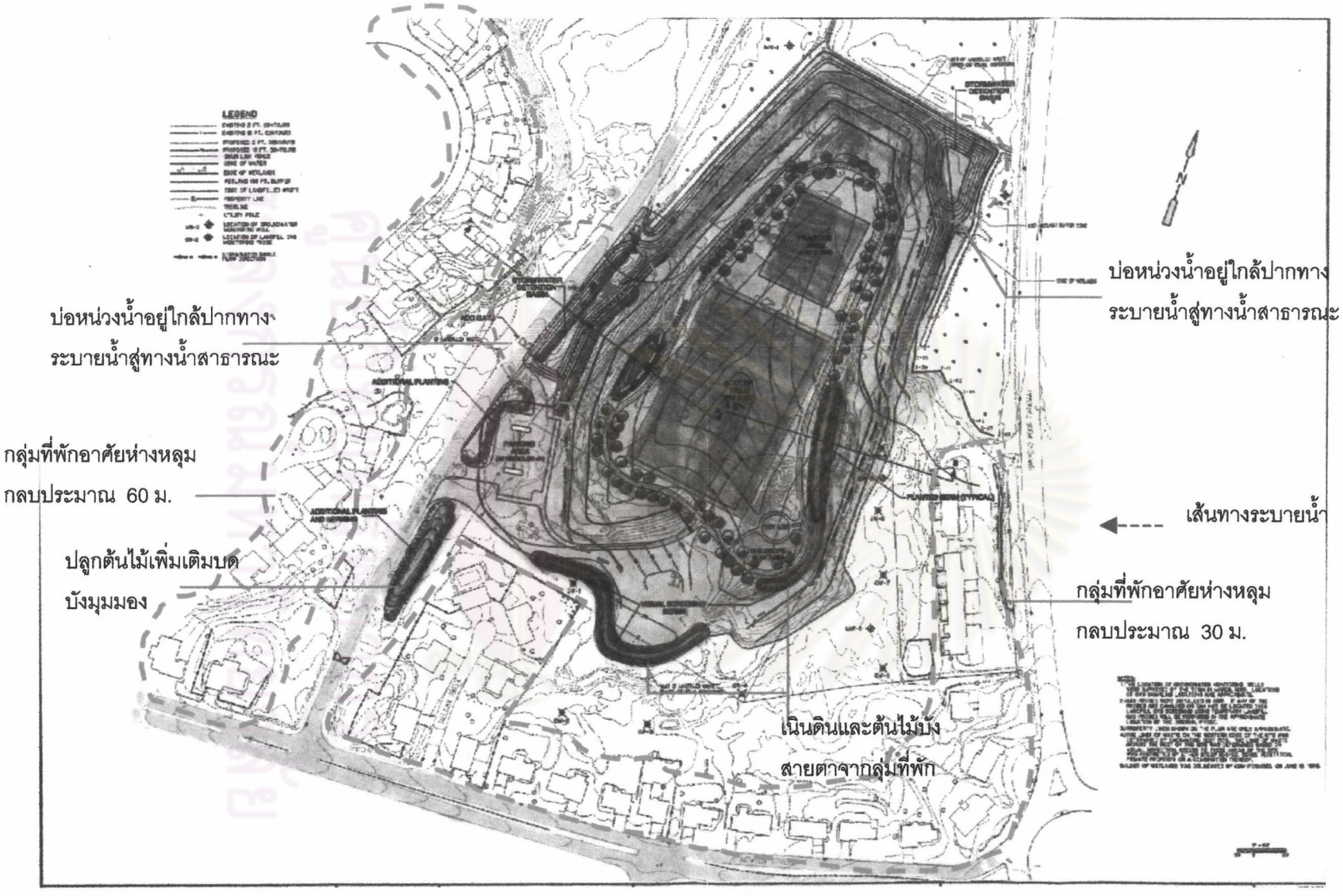
นอกจากพื้นที่ที่กล่าวมาสำหรับถนนที่ทางเข้าพื้นที่Incinerator Driveซึ่ง มีประชาชนที่อาศัยรอบพื้นที่ใช้ร่วมด้วย ให้มีการปลูกต้นไม้เพิ่มเติมและฟื้นฟูต้นไม้ที่มีอยู่เดิมรอบถนนเพื่อบดบังมุมมองจากบ้านเรือนซึ่งอยู่ในรัศมีห่างจากถนน 300 ม. และให้มีการสร้างกำแพงดินตลอดเส้นทางของถนนที่ทำการขยายทางทิศเหนือ รวมไปถึงสร้างกำแพงกันเสียงสูง 3-3.60 ม. ซึ่งบดบังสายตาได้ด้วยในถนนส่วนที่เหลือ จากที่กล่าวมาทำให้สรุปได้ว่าแนวทางการลดผลกระทบทางสายตาที่ใช้ในกรณีศึกษานี้ที่จะใช้ใช้การจัดภูมิทัศน์ และใช้องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมร่วมกัน คือ 1.) ใช้กำแพงดิน 2.)การสร้างเนินดินร่วมกับกำแพงคอนกรีตบล็อค 3.)การปลูกต้นไม้

4.) มาตรการการลดผลกระทบทางเสียง : ผลกระทบทางเสียงที่เกิดขึ้นจากสถานที่ฝังกลบขยะทั้ง 2 นั้นมีสาเหตุเดียวกันคือมาจากรถยนต์และอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการ ส่วนใหญ่จะเกิดผลกระทบด้านนี้มากที่ Back landfill โดยจะเห็นได้ว่ามีการใช้กำแพงคอนกรีตบล็อคสูงที่ช่วยบังสายตาซึ่งกำแพงกันเสียงนี้จะสามารถลดเสียงที่เกิดขึ้นได้ 9-11 dBA และให้ใช้เนินดินที่ช่วยบังสายตาช่วยกันเสียงด้วยในพื้นที่บริเวณที่เป็นเตาเผาขยะเก่าด้านที่อยู่ใกล้ย่านที่พักอาศัยบนถนนCraftsland Road ซึ่งนอกจากจะช่วยลดเสียงที่เกิดขึ้นได้ถึง 8 dBA แล้วยังช่วยใช้บังสายตาด้วย นอกจากนี้ในพื้นที่ระหว่างขอบสถานที่ฝังกลบกับพื้นที่อนุรักษ์Lost Pond ซึ่งกว้าง 30 ม. ควรให้มีการปลูกต้นไม้เป็นป่า หรือเสริมพื้นที่ป่าเดิมเพื่อช่วยลดผลกระทบอีกทางหนึ่ง

จากกรณีศึกษานี้แสดงให้เห็นได้ว่าในการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมนั้นบางครั้งจำเป็นต้องคำนึงถึงการใช้สอยพื้นที่ในอนาคตด้วย และจากภาพที่ 3.27และ3.28จะเห็นได้ว่าในกรณีศึกษาทั้ง 2 มีการวางผังเพื่อช่วยลดผลกระทบโดยBack landfillจะมีการวางสำนักงานไว้ด้านหน้าโครงการบังไม่ให้เห็นหลุมกลบ วางบ่อดักตะกอนไว้ใกล้หลุมกลบและสำนักงานเพื่อดักตะกอนเป็นอันดับแรกก่อนส่งต่อไปยังพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งอยู่ปากทางระบายน้ำสู่Lost Pondโดยพื้นที่ชุ่มน้ำจะอยู่ต่ำกว่าบ่อดักตะกอน ห่างที่พักอาศัยและถนนทางเข้าโครงการตลอดจนมีแนวต้นไม้ช่วยกันกลิ่นล้อมรอบ มีการวางกำแพงกันเสียงและเนินดินกันเสียงในด้านที่ติดกับที่พักอาศัยกันเสียง และช่วยบังสายตา ส่วนFront landfillก็จะมีการวางบ่อหน่วงน้ำบริเวณปากทางระบายน้ำสาธารณะเพื่อรองรับน้ำในโครงการและชะลอความเร็วของกระแสน้ำให้ได้มากที่สุดก่อนปล่อยจากโครงการ



ภาพที่ 3.27 แสดงผังการลดผลกระทบของBack landfill(Camp dresser & Mckee(CDM), 2002)



รูปที่ 3.28. แสดงผังการลดผลกระทบของFront landfill(Camp dresser & Mckee(CDM), 2002)

3.7 กรณีศึกษาGardner Street Landfill(Bonsal, 2000; Menino, 2000) บอสตัน

ภาพที่3.29 แสดงตำแหน่งและสภาพโดยรอบสถานที่ฝังกลบ Gardner Street landfill (จาก http://paulk.net/birds/mill.htm)

สถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้ตั้งอยู่ที่ถนนGardner StreetในWest RoxburyเมืองBostonรัฐ Massachusetts ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ติดกับแม่น้ำCharles River และทิศเหนือติดกับเส้นทางน้ำSawmill Brook(ดูภาพ3.29.ประกอบ) โดยสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้มีการดำเนินการในช่วงปี 1954-1980 และเลิกดำเนินการเมื่อมีขยะอยู่ในพื้นที่ถึง 306,000 ลูกบาศก์เมตร สถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้ถูกปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งในปี 1994 คณะกรรมการเมืองBoston ได้ริเริ่มโครงการการวางระบบการปิด และนำสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้มาใช้ใหม่เป็นสวนสาธารณะของเมืองโดยมอบหมายให้บริษัทCamp, Dresser & Mackee(CDM)เป็นผู้ออกแบบการปิดโครงการและสวนสาธารณะสำหรับแนวทางการลดผลกระทบของสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้ค่อนข้างจะเน้นไปที่ผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ ซึ่งอาจเนื่องมาจากสภาพของพื้นที่ที่อยู่ติดเส้นทางน้ำสำคัญ ประกอบกับการเป็นสถานที่ฝังกลบขยะเก่าซึ่งมีการใช้ดินกลบไปบ้างแล้วจึงทำให้มีปัญหาในด้านอื่นไม่มาก รวมไปถึงอาจเพราะการใช้งานในอนาคตที่ให้เป็นพื้นที่นันทนาการและพื้นที่ชุ่มน้ำที่จะฟื้นฟูอนุรักษ์ จึงทำให้เป็นเหตุผลหนึ่งที่ต้องเน้นในเรื่องดังกล่าว

จากที่กล่าวมาทั้งหมดแนวทางในการลดผลกระทบที่มีต่อคุณภาพน้ำที่ใช้กับสถานที่ฝังกลบแห่งนี้มีดังต่อไปนี้

1.) การกลบทับขั้นสุดท้าย(Capped) : เนื่องจากก่อนที่จะมีการริเริ่มโครงการ สถานที่ฝังกลบแห่งนี้ถูกกลบทับไว้ด้วยดินเพียงแค่ชั้นบางๆ ซึ่งส่งผลให้น้ำฝนสามารถซึมผ่านเข้าสู่สถานที่ฝังกลบเกิดเป็นน้ำชะมูลฝอย ปนเปื้อนสู่น้ำใต้ดิน ดังนั้นจึงต้องจัดให้มีการกลบขั้นสุดท้ายใหม่ตาม

มาตรฐานของ Massachusetts Department of Environmental Protection(DEP)และเนื่องจากมีขยะบางส่วนที่ถูกทิ้งลงริมชายฝั่งอย่างไม่ถูกต้องทำให้มีเศษขยะมากมายในเส้นทางน้ำ ก่อนการกลบขั้นสุดท้ายจึงต้องมีการนำขยะออกจากริมแม่น้ำมาถมใหม่บนแผ่นดิน ห่างจากแม่น้ำประมาณ 7.5 ม. เสียก่อนแล้วจึงกลบทับในคราวเดียว

2.) วางระบบระบายน้ำ : การวางระบบระบายน้ำเพื่อลดการกระจายตัวและการปนเปื้อนของตะกอน ซึ่งมาจากน้ำฝนที่ถูกระบาย(Storm Water)สู่แหล่งน้ำคือCharles RiverและSawmill Brook โดยระบบระบายน้ำที่ทำหน้าที่ลดผลกระทบนี้จะประกอบด้วย

- รางเปิดธรรมชาติ ซึ่งมีพื้นผิวเป็นหญ้า รางเปิดนี้จะรองรับน้ำฝนที่ไหลผ่านบนสถานที่ฝังกลบแล้วส่งต่อไปยังบ่อหน่วงน้ำ
- บ่อหน่วงน้ำธรรมชาติ(Vegetated Detention Basin) บ่อหน่วงน้ำนี้มีลักษณะเป็นบ่อหน่วงน้ำแบบธรรมชาติที่มีการปลูกพืชพันธุ์เพื่อใช้ในการดักจับและดูดซับตะกอนไว้ เมื่อน้ำไหลจากรางเปิดธรรมชาติสู่บ่อหน่วงน้ำดังที่กล่าวมาแล้ว ก็จะถูกทำให้ช้าลงด้วยพืชพันธุ์ และตกตะกอนก่อนที่จะถูกส่งลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งตำแหน่งของบ่อหน่วงน้ำนี้จะอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือด้านที่ใกล้กับเส้นทางน้ำSawmill Brook และอีกบ่อจะอยู่ที่ขอบพื้นที่ทางทิศใต้ใกล้Charles River

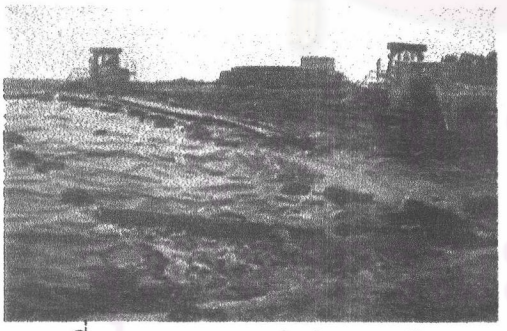
ในปัจจุบันปิดสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้ได้ทำการปิดเสร็จสิ้นแล้ว พื้นที่ดังกล่าวได้กลายเป็นสวนสาธารณะMillenium Park ซึ่งได้รับการเปิดใช้ตั้งแต่เดือนพฤษจิกายน ปี2000(ดูภาพ3.30 ประกอบ) นอกจากนี้กรณีศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นว่าการลดผลกระทบด้านคุณภาพน้ำสามารถใช้หลักการทางวิศวกรรมร่วมกับหลักการทางภูมิสถาปัตยกรรม

รูปที่ 3.30 แสดงสภาพสถานที่ฝังกลบขยะ Gardner Street landfill หลังจากที่มีการปิดโครงการและปรับเปลี่ยนเป็นส่วนสาธารณะแล้ว(จากwww.bigdig.com/thtml/enviro.htm)

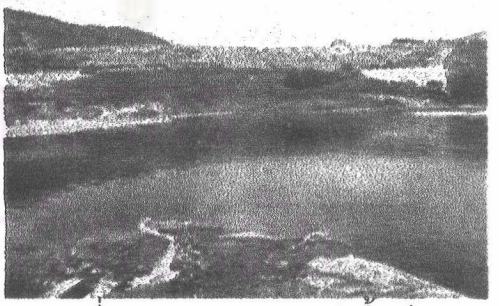
3.8. การศึกษาDatiansham Landfill(Xu, 2546) ประเทศจีน

The Datiansham Landfill ก่อสร้างขึ้นในปี 1985 ณ.ตำบลHuangpu จังหวัดGuangzhou สถานที่ทิ้งขยะแห่งนี้เป็นสถานที่ทิ้งขยะจากการก่อสร้างขนาดใหญ่ในเขตทางใต้ของจีนมีพื้นที่ขนาด23.13 เฮกตาร์ หรือประมาณ 143 ไร่ต้องรองรับขยะถึง 2,500 ตัน/วัน โดยในการก่อสร้างสถานที่ฝังกลบแห่งนี้ใช้วิธีการก่อสร้างคันดินจากหินทราย 2 อันยาว 100 ม.กว้าง 15 ม. ขวางหุบเขาไว้ ซึ่งในปัจจุบันเขื่อนนี้มีความสูง 75 ม. และมีจำนวนชั้นขยะ 5 ชั้นทำให้สูงกว่าที่ได้ออกแบบไว้ในตอนแรกถึง 15 ม. ส่งผลให้มีความเสี่ยงสูงที่จะพังลงมาได้ง่ายและนอกจากนี้ถึงแม้ว่าจะมีมาตรการป้องกันปัญหาการปนเปื้อนของน้ำใต้ดินและน้ำผิวดินโดยการนำน้ำเสียที่รวบรวมได้ส่งไปยังบ่อบำบัด และการใช้การกลบขั้นสุดท้ายด้วยดินกับแผ่นพลาสติกสังเคราะห์และฝังท่อรวบรวมก๊าซแล้วก็ตาม น้ำเสียก็ยังคงไหลกระจายผ่านเขื่อนทำลายพืชพันธุ์ รวมถึงพืชพันธุ์ท้องถิ่นที่สำคัญบางประเภท

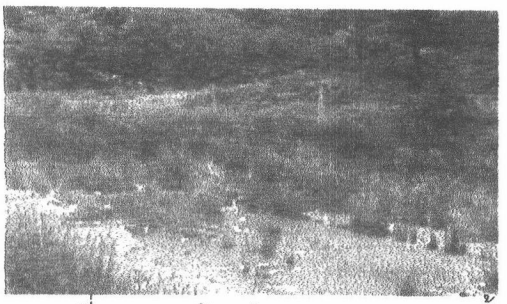
ดังนั้นเพื่อป้องกันการพังทลายของคันดิน และเพื่อฟื้นฟูสภาพพื้นที่ทิ้งขยะที่มีความลาดชันให้เป็นพื้นที่สีเขียว จึงได้มีการปลูกหญ้าขึ้นในพื้นที่ แต่พบว่าไม่เจริญเติบโต จึงได้ทดลองเปลี่ยนมาเป็นการปลูกหญ้าแฝก(Vertiver)แทน ซึ่งในเวลา 7 เดือนหญ้าแฝกสามารถโตสูงถึง 2 ม. พร้อมทั้งได้รับการป้องกันไม่ให้เกิดการกัดเซาะพังทลาย ประกอบกับความสามารถในการดูดซึม และทำให้เกิดการระเหยของน้ำได้อย่างรวดเร็วทำให้ปริมาณการปนเปื้อนของน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว บางส่วนของหลุมฝังกลบถึงกับแห้ง นอกจากนี้ในการสำรวจยังพบว่าหญ้าแฝกสามารถเติบโตได้ดีแม้อยู่ในสภาพที่สิ่งแวดล้อมได้รับการปนเปื้อนรุนแรง และสภาพน้ำที่เสีย และมีประสิทธิภาพดีในการปลูกพืชทดแทน การป้องกันการพังทลาย และปกป้องสภาพแวดล้อม



ภาพที่3.31 แสดงการปแผ่นพลาสติกของ



ภาพที่3.32. แสดงบ่อรองรับน้ำเสีย



ภาพที่3.33 หญ้าแฝกสามารถทนสภาพน้ำ

ภาพที่3.34 แสดงสภาพพื้นที่หลังปลูกหญ้า