บทที่ 4
ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ในด้านต่างๆทั้งในด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยการศึกษาการทำงานแต่ละขั้นตอนของการผลิตแล้วนำมาหาข้อบกพร่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ศึกษาหาวิธีลดต้นทุนการผลิต นอกจากนี้แล้วในงานวิจัยนี้ยังได้นำเสนอวิธีการประเมินราคาโครงการให้ได้ค่าที่ถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริง โดยคำนวนการใช้วัตถุดิบ และคิดราคาต้นทุนอย่างมีหลักการ เช่นการคำนวนการใช้วัตถุดิบที่แท้จริง รวมถึงการใช้แบบจำลองขบวนการผลิตเพื่อหาจำนวนวันแล้วเสร็จของโครงการ ทั้งนี้เนื่องจากเดิมการประเมินราคาโครงการยังไม่มีหลักการแน่นอนทำให้มีความผิดพลาดอันถือเป็นการสูญเสียได้ประการหนึ่ง ดังนั้นการประเมินต้นทุนอย่างมีหลักการนี้จะทำให้ได้ราคาต้นทุนที่ใกล้เคียงความจริง จึงเป็นหนทางหนึ่งในการช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพได้เช่นกัน ดังจะกล่าวเป็น 3 หัวข้อดังนี้

1. การปรับปรุงประสิทธิภาพโดยการศึกษาจากการทำงานแต่ละขั้นตอน
2. การปรับปรุงประสิทธิภาพโดยการลดต้นทุนคอนกรีต
3. วิธีการประเมินราคาโครงการอย่างมีหลักการ

การปรับปรุงประสิทธิภาพโดยการศึกษาการทำงานแต่ละขั้นตอน

จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานทั้ง 9 ขั้นตอนแล้วสามารถนำมาพิจารณาปรับปรุงการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนที่สำคัญเพื่อให้ทำงานได้อย่างถูกวิธี มีการเตรียมงานให้พร้อมก่อนการปฏิบัตงานแต่ละขั้นตอน ซึ่งจะทำให้การทำงานสะดวกขึ้น ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย และมีประสิทธิภาพดีขึ้นได้ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.1

จากตารางที่ 4.1 ขั้นตอนที่จะต้องปฏิบัติ และควบคุมเป็นพิเศษ คือ ขั้นตอนการเจาะดินด้วยหัวเจาะ Bucket ขั้นตอนการทำ Air lift ขั้นตอนการเทคอนกรีต เพราะขั้นตอนทั้ง 3 มีผลกับปริมาณการใช้คอนกรีตซึ่งเป็นต้นทุนหลักของการผลิต กล่าวคือในขั้นตอนการเจาะด้วยหัวเจาะ Bucket ก่อนที่จะถึงระดับความลึกที่ต้องการ ถ้าไม่มีการตรวจวัดระดับของหลุมเจาะให้ดี จะทำให้การเจาะผิดพลาด ซึ่งจะทำให้หลุมเจาะลึกกว่าระดับที่ต้องการ ขั้นตอนการทำ Air lift จะต้องควบคุมตรวจสอบสภาพเบนโทไนท์ เพื่อให้มั่นใจ

ตารางที่ 4.1 ข้อควรปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนที่สำคัญ

ขั้นตอนการทำงาน	เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	ข้อควรปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนที่สำคัญ
1. กดปลอกเหล็ก	1. Service crane (ปั้นจั่น) 2. ปลอกเหล็ก (Casing) 3. Vibro hammer	1. ตำแหน่งเข็มที่จะเจาะต้นต่อไปต้องอยู่ห่างจากต้นที่เพิ่งเทคอนกรีตเสร็จเป็นระยะทาง 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็ม หรือต้องรอให้เข็มต้นที่เพิ่งเทคอนกรีตเสร็จนั้น เทคอนกรีตผ่านไปแล้วเป็นเวลา 24 ชม. 2. ตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ต่างๆให้พร้อมที่จะปฏิบัติงานได้ 3. เตรียมจัดสภาพบริเวณรอบหลุมเจาะให้มีสภาพเรียบร้อยโดยย้ายกองดินให้พร้อมสำหรับที่ จะย้ายเครื่องจักรเข้าทำงานได้ 4. กดปลอกเหล็กให้อยู่ในแนวดิ่ง ตามข้อกำหนดของผู้ออกแบบ (โดยปกติยอมให้มีความผิดพลาดได้ไม่เกิน 0.01 เท่าของความยาวเข็ม)
2. เจาะดินด้วยสว่าน (Drilling by Auger)	1. Rig crane (ปั้นจั่นที่ใช้เจาะ) 2. หัวเจาะที่เป็นแบบสว่าน (Auger) 3. ตำแหน่งเข็มที่ได้กดปลอกเหล็กได้ตรงตำแหน่งแล้ว 4. รถขุดดิน (Back hoe)	1. ตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ต่างๆให้พร้อมที่จะปฏิบัติงานได้ 2. เตรียมจัดสภาพบริเวณรอบหลุมเจาะให้มีสภาพเรียบร้อยโดยย้ายกองดินให้พร้อมสำหรับที่ จะย้ายเครื่องจักรเข้าทำงานได้, ปรับดินให้ได้ระดับ 3. จัดให้มีการขนย้ายกองดินที่ขุดขึ้นมาออกนอกหน่วยงานทันที เพื่อไม่ให้กองดินที่ขุดขึ้นมากีดขวางการทำงาน
3. เติมสารละลายเบนโทไนท์ (Fill Bentonite)	1. สารละลายเบนโทไนท์ 2. เครื่องสูบเบนโทไนท์ 3. ท่อส่งเบนโทไนท์ 4. Service crane (ปั้นจั่น) 5. Mixer, Tanks or Silos	1. ตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ต่างๆให้พร้อมที่จะปฏิบัติงานได้ 2. ตรวจสภาพสารละลายเบนโทไนท์ในถังผสมมีสภาพและปริมาณที่เพียงพอเหมาะสม, ให้ได้คุณสมบัติตามที่กำหนด
4. เจาะดินด้วยหัวเจาะแบบถัง (Drilling by Bucket)	1. Rig crane (ปั้นจั่นที่ใช้เจาะ) 2. หัวเจาะที่เป็นแบบถัง 3. รถขุดดิน (Back hoe)	1. ตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ต่างๆให้พร้อมที่จะปฏิบัติงานได้ 2. เตรียมจัดสภาพบริเวณรอบหลุมเจาะให้มีสภาพเรียบร้อยโดยย้ายกองดินให้พร้อมสำหรับที่ จะย้ายเครื่องจักรเข้าทำงานได้ 3. จัดให้มีการขนย้ายกองดินที่ขุดขึ้นมาออกนอกหน่วยงานทันที เพื่อไม่ให้กองดินที่ขุดขึ้นมากีดขวางการทำงาน

ตารางที่ 4.1 ข้อควรปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนที่สำคัญ (ต่อ)

ขั้นตอนการทำงาน	เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	ข้อควรปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนที่สำคัญ
		4. ตรวจสอบความลึกของหลุมเจาะ 3 ครั้งสุดท้าย 5. ระหว่างการเจาะจะต้องตรวจสอบระดับของสารละลายเบนโทไนท์ในหลุมเจาะให้มีระดับคงที่ตลอดเวลา
5. การใส่กรงเหล็กในหลุมเจาะ	1. Service crane (ปั้นจั่น) 2. เหล็กเสริมที่ผูกขึ้นรูปเป็นกรงเหล็กเรียบร้อยแล้ว 3. เครื่องมือเชื่อมเหล็ก	1. ตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ต่างๆให้พร้อมที่จะปฏิบัติงานได้ 2 .ตรวจสอบความถูกต้องของเหล็กเสริมที่ผูกเทรียมไว้เป็นกรงเหล็กและใส่ลูกปูนที่กรงเหล็กเพื่อหนุนเหล็กไม่ให้ติดผิวดิน (เพื่อป้องกันการเกิดสนิมของเหล็ก 3. จัดลำดับกรงเหล็กที่จะต้องใส่เข้าไปในหลุมเจาะโดยทำเครื่องหมายไว้ก่อนตั้งแต่ตอนผูกเหล็ก เพื่อป้องกันการผิดพลาด
6. การใส่ท่อส่งคอนกรีต (Tremie pipe)	1. Service crane (ปั้นจั่น) 2 .ท่อส่งคอนกรีต	1. ตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ต่างๆให้พร้อมที่จะปฏิบัติงานได้ 2 .จัดลำดับท่อแต่ท่อนที่จะต่อกันให้สอดคล้องกับการตัดท่อขณะเทคอนกรีต 3. ตรวจสอบข้อต่อท่อ Trimie ทุกข้อต่อ เพื่อป้องกันการรั่วซึมของ Bentonite เข้าไปในท่อ 4. ตรวจระดับปลายท่อ Trimie ว่าถึงระดับปลายเสาเข็มแล้ว
7. ทำความสะอาดก้นหลุมเจาะโดยการทำ Airlift	1. Service crane 2. ปั๊มลม พร้อมท่อส่งลม 3. ปั๊มสำหรับเติม Bentonite ดี 4. ท่อส่ง Bentonite ไป - กลับ 5. Desander 6. ท่อ Trimie หรือท่อ Airlift	1. ตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ต่างๆให้พร้อมที่จะปฏิบัติงานได้ 2. ควรทำก่อนการสั่งคอนกรีตเข้ามาเทคอนกรีต 3. ควรทำ Airlift จนแน่ใจว่าตะกอนก้นหลุมหมด โดยตรวจสอบจากคุณลักษณะของเบนโทไนท์ให้มีคุณสมบัติตามที่กำหนด 4. ตรวจสอบว่าความลึกหลุมหลังการทำ Airlift ต้องมีความลึกตามแบบและข้อกำหนด
8. การเทคอนกรีตในหลุมเจาะ	1. Service crane 2 .ท่อส่งคอนกรีต 3. ปั๊ม สำหรับสูบ Bentonite กลับ	1. ตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ต่างๆให้พร้อมที่จะปฏิบัติงานได้ 2. เตรียมจัดสภาพบริเวณรอบหลุมเจาะให้มีสภาพเรียบร้อย สะดวกสำหรับการถอยรถกลับรถเข้า เทคอนกรีตในหลุมเจาะ

ตารางที่ 4.1 ข้อควรปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนที่สำคัญ (ต่อ)

ขั้นตอนการทำงาน	เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	ข้อควรปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนที่สำคัญ
	4. ท่อส่ง Bentonite 5. Desander	3. จัดการจราจรในหน่วยงานให้ดี 4. ตรวจสอบระดับคอนกรีตในหลุมโดยสม่ำเสมอ 5. ตรวจสอบความลึกของท่อส่งคอนกรีตให้สัมพันธ์กับความลึกของคอนกรีตที่เทลงในหลุมเจาะ โดยรักษาระดับปลายท่อ Trimie ให้ต่ำกว่าระดับคอนกรีตเพียงพอตลอดการเท 6. พิจารณาตัดท่อส่งคอนกรีตเมื่ออัตราการไหลของคอนกรีตลดลง 7. คำนวณปริมาณคอนกรีตที่เหลือสำหรับการสั่งเที่ยวสุดท้าย ก่อนจะปิดการสั่งคอนกรีตสำหรับหลุมเจาะนั้นๆ โดยสั่งเผื่อความสูงเพื่อทดแทนคอนกรีตส่วนที่ปนเปื้อน สารละลายเบนโทไนท์ 2.0 เมตร บวกด้วยคอนกรีตส่วนที่แทนที่ปลอกเหล็กและดินที่เกาะปลอกเหล็ก 8. ท่อส่งคอนกรีตที่ตัดออกมา ให้ทำความสะอาดแล้วพักเอาไว้ 9. ตรวจดูสภาพลักษณะของคอนกรีตเบื้องต้นก่อนที่จะเทลงในหลุมเจาะ, โดยดูความสภาพการลื่นไหล (workability) และความไม่แยกแยะของมวลรวม 10. เก็บตัวอย่างคอนกรีตไปทดสอบ Streght เป็นเวลา 7 และ 28 วัน
9. การถอนเหล็กปลอก	1. Service crane (ปั้นจั่น) 2.Vibro hammer	1 .ต้องหาตำแหน่งของเข็มเจาะต้นต่อไป 2 .เมื่อถอนปลอกเหล็กออกมาแล้ว ให้นำไปกดปลอกในตำแหน่งต่อไป 3. ต้องถอนหลังจากเทคอนกรีตเสร็จ และก่อนที่คอนกรีตจะก่อตัว(Initial setting) 4. ต้องถอนให้ปลอกเหล็กอยู่ในแนวดิ่ง

ว่าไม่มีตะกอนหลงเหลืออยู่ ซึ่งจะทำให้การวัดความลึกของคอนกรีตที่เทแล้วแม่นยำ ส่วนขั้นตอนการเทคอนกรีตถ้าไม่มีการตรวจสอบวัดระดับคอนกรีตที่เท และคำนวณปริมาณการเทคอนกรีตที่เหลืออย่างถูกต้อง ก็จะทำให้สั่งคอนกรีตเผื่อเกินความจำเป็น เหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุให้เกิดการสูญเสียคอนกรีต

การปรับปรุงประสิทธิภาพโดยการลดต้นทุนการผลิต

จากการศึกษาโครงสร้างต้นทุนของคอนกรีต และพิจารณาข้อมูลการใช้คอนกรีตจากตารางที่ 4.2 ซึ่งเป็นตารางแสดงข้อมูลการใช้คอนกรีตของโครงการตัวอย่าง ก. ที่จะนำมาใช้ในการประกอบการคำนวนปริมาณการใช้คอนกรีตแต่ละส่วน เพื่อหาวิธีลดต้นทุนคอนกรีตมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

<u>รายละเอียดของต้นทุนของโครงการ "ก"</u>

โครงการตัวอย่างนี้เป็นโครงการทำเสาเข็มเจาะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.20 เมตร จำนวน 161 ต้น ระดับปลายเข็มอยู่ที่ระดับ -56.60 เมตร จากผิวดิน และการก่อสร้างใช้ปลอกเหล็กความยาว 15.00 เมตรสามารถแยกปริมาณคอนกรีตที่ใช้สำหรับการผลิตเสาเข็มเจาะหนึ่งต้นได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

$V_{total} = V_{net} + V_w$ .....สมการที่ 4.1

V_{total} =ปริมาตรของคอนกรีตที่ใช้สำหรับการผลิตเสาเข็มเจาะ (Concrete Actual)

V_{net} = ปริมาตรของคอนกรีตที่สามารถคำนวณได้โดยตรงจากแบบก่อสร้าง (Concrete Theq.)

V_w = ปริมาตรของคอนกรีตส่วนเกินนอกเหนือจากแบบก่อสร้าง (Concrete O.Break)

จากตารางที่ 4.2 ข้อมูลที่ได้เก็บมาจากหน่วยงานก่อสร้างโครงการ ก. ซึ่งแสดงค่าของระดับปลายเข็มที่ก่อสร้าง (Pile Tip Actual) ระดับบนของปลอกเหล็กที่วัด (Top casing level) ระดับหัวเข็มจริงที่วัดได้หลังจากเทคอนกรีตและถอนปลอกเหล็กขึ้นมาแล้ว (Pile Top Level) และปริมาณคอนกรีตที่สั่งเข้ามาใช้ผลิตเสาเข็มเจาะ (Concrete Actual) ซึ่งได้ทำการเก็บจากเสาเข็มแต่ละต้น ส่วนปริมาณคอนกรีตที่วัดได้โดยตรงจากแบบ (Vnet:Concrete Theq.) สามารถคำนวนได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการใช้คอนกรีตของโครงการ ก.

DATE	PILE No.	Pile Tip ACTUAL (m)	TOP CASING LEVEL (m)	CUT-OFF LEVEL (m)	PILE-TOP LEVEL (m)	CONCRETE THEO. (Cum.)	CONCRETE ACTUAL (Cum.)	CONCRETE O.BREAK (Cum.)	CONCRETE O.BREAK %
19/05/95	164	-56.60	0.00	-6.45	-4.40	25.21	30.00	4.79	19.01%
20/05/95	106	-56.80	-0.20	-7.95	-5.00	55.02	70.00	14.98	27.22%
20/05/95	170	-57.20	-0.14	-6.45	-5.00	56.72	65.00	8.28	14.60%
20/05/95	129	-56.80	0.17	-7.45	-2.20	55.59	70.00	14.41	25.93%
21/05/95	168	-56.80	0.18	-6.45	-3.00	56.72	65.00	8.28	14.60%
21/05/95	104	-57.40	0.16	-7.95	-6.50	55.02	60.00	4.98	9.05%
21/05/95	171	-57.00	0.38	-6.45	-1.00	56.72	70.00	13.28	23.42%
22/05/95	166	-57.40	0.17	-6.95	-5.20	24.96	29.00	4.04	16.20%
22/05/95	169	-57.40	0.00	-6.45	-3.80	56.72	67.00	10.28	18.13%
22/05/95	108	-57.00	-0.11	-7.95	-5.80	55.02	67.00	11.98	21.77%
23/05/95	152	-57.10	0.24	-7.95	-4.00	55.02	65.00	9.98	18.13%
23/05/95	163	-56.80	0.07	-6.45	-4.70	56.72	65.00	8.28	14.60%
23/05/95	159	-57.30	0.23	-7.45	-4.10	55.59	65.00	9.41	16.93%
24/05/95	155	-57.10	0.16	-7.45	-3.10	55.59	65.00	9.41	16.93%
24/05/95	103	-57.00	0.01	-7.95	-5.00	55.02	65.00	9.98	18.13%
24/05/95	167	-57.20	0.25	-6.45	-4.70	56.72	65.00	8.28	14.60%
25/05/95	153	-57.20	0.44	-7.45	-3.10	55.59	65.00	9.41	16.93%
25/05/95	130	-56.90	0.20	-7.45	-3.30	55.59	65.00	9.41	16.93%
25/05/95	160	-56.80	0.20	-7.45	-4.50	55.59	64.00	8.41	15.13%
25/05/95	105	-57.00	0.00	-7.95	-5.20	55.02	63.00	7.98	14.50%
26/05/95	150	-57.00	0.17	-7.95	-3.80	55.02	60.00	4.98	9.05%
26/05/95	128	-57.00	0.15	-7.45	-4.00	55.59	62.50	6.91	12.44%
26/05/95	158	-57.30	0.59	-7.45	-4.00	55.59	60.00	4.41	7.94%
26/05/95	102	-57.00	-0.05	-7.95	-5.60	55.02	65.00	9.98	18.13%
27/05/95	154	-57.30	0.51	-7.45	-4.00	55.59	60.00	4.41	7.94%
27/05/95	131	-57.00	0.19	-9.05	-5.80	53.78	63.50	9.72	18.08%
27/05/95	165	-57.00	0.33	-6.95	-4.00	24.96	30.00	5.04	20.21%
27/05/95	107	-57.40	-0.30	-7.95	-5.00	55.02	63.00	7.98	14.50%
28/05/95	156	-56.80	0.60	-7.45	-4.45	55.59	68.00	12.41	22.33%
29/05/95	100	-56.80	-0.19	-7.95	-6.30	55.02	65.00	9.98	18.13%
29/05/95	151	-57.00	0.24	-7.95	-4.40	55.02	70.00	14.98	27.22%
29/05/95	138	-57.00	0.05	-9.05	-5.20	53.78	65.00	11.22	20.87%
30/05/95	127	-57.50	0.72	-7.45	-3.80	55.59	65.00	9.41	16.93%
30/05/95	157	-57.60	0.59	-7.45	-4.20	55.59	67.00	11.41	20.53%
30/05/95	145	-57.40	0.29	-9.05	-4.40	53.78	65.00	11.22	20.87%
31/05/95	109	-57.00	0.18	-7.95	-4.00	55.02	66.00	10.98	19.95%
31/05/95	141	-57.10	0.32	-9.05	-5.20	53.78	64.00	10.22	19.01%
01/06/95	162	-57.30	0.15	-7.45	-4.00	55.59	65.00	9.41	16.93%
01/06/95	101	-57.40	-0.12	-7.95	-5.70	55.02	65.00	9.98	18.13%
01/06/95	149	-57.10	0.44	-7.95	-5.10	55.02	65.00	9.98	18.13%
02/06/95	126	-57.20	0.04	-7.95	-6.50	55.02	65.00	9.98	18.13%
02/06/95	133	-57.00	0.07	-9.05	-4.10	53.78	65.00	11.22	20.87%
02/06/95	144	-57.00	0.28	-9.05	-5.30	53.78	62.00	8.22	15.29%
03/06/95	110	-57.00	-0.07	-7.95	-4.20	55.02	65.00	9.98	18.13%
03/06/95	97	-57.30	0.05	-7.95	-5.00	55.02	65.00	9.98	18.13%
03/06/95	161	-57.40	0.17	-7.45	-3.30	55.59	65.00	9.41	16.93%
04/06/95	99	-56.60	-0.04	-7.95	-4.30	55.02	65.00	9.98	18.13%
04/06/95	140	-57.50	0.23	-9.05	-5.30	53.78	60.00	6.22	11.57%
04/06/95	125	-57.10	0.03	-7.95	-5.00	55.02	60.00	4.98	9.05%
05/06/95	135	-56.90	-0.08	-9.05	-5.20	53.78	60.00	6.22	11.57%
05/06/95	148	-57.50	0.52	-7.95	-4.00	55.02	64.00	8.98	16.32%
05/06/95	82	-56.80	-0.19	-7.95	-4.20	55.02	60.00	4.98	9.05%
06/06/95	98	-57.00	0.02	-7.95	-6.00	55.02	63.00	7.98	14.50%
06/06/95	95	-56.90	-0.06	-7.95	-5.20	55.02	66.50	11.48	20.86%
07/06/95	137	-58.20	0.20	-9.05	-6.00	53.78	68.00	14.22	26.45%
07/06/95	30	-57.50	0.10	-7.95	-5.90	55.02	60.00	4.98	9.05%
07/06/95	142	-57.30	0.50	-9.05	-4.80	53.78	61.50	7.72	14.36%
08/06/95	132	-57.60	0.22	-9.05	-5.00	53.78	60.00	6.22	11.57%

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการใช้คอนกรีตของโครงการ ก. (ต่อ)

DATE	PILE No.	Pile Tip ACTUAL (m)	TOP CASING LEVEL (m)	CUT-OFF LEVEL (m)	PILE-TOP LEVEL (m)	CONCRETE THEO. (Cum.)	CONCRETE ACTUAL (Cum.)	CONCRETE O.BREAK (Cum.)	CONCRETE O.BREAK %
08/06/95	124	-56.80	0.04	-7.95	-4.10	55.02	63.00	7.98	14.50%
08/06/95	111	-57.10	0.20	-7.95	-4.40	55.02	62.50	7.48	13.59%
09/06/95	147	-57.20	0.36	-9.05	-5.10	53.78	65.00	11.22	20.87%
09/06/95	96	-57.50	0.05	-7.95	-5.10	55.02	65.00	9.98	18.13%
10/06/95	136	-57.10	-0.08	-9.05	-6.00	53.78	63.00	9.22	17.15%
10/06/95	33	-56.76	-0.13	-7.95	-3.00	55.02	60.00	4.98	9.05%
11/06/95	143	-57.20	0.60	-9.05	-6.20	53.78	60.00	6.22	11.57%
11/06/95	80	-57.00	0.11	-7.95	-5.70	55.02	60.00	4.98	9.05%
12/06/95	123	-56.60	-0.10	-7.95	-6.00	55.02	60.00	4.98	9.05%
12/06/95	44	-56.70	-0.31	-7.95	-6.40	55.02	60.00	4.98	9.05%
13/06/95	146	-57.70	0.37	-9.05	-7.00	53.78	60.00	6.22	11.57%
13/06/95	139	-56.90	0.04	-9.05	-7.50	53.78	60.00	6.22	11.57%
13/06/95	34	-57.00	-0.28	-7.95	-6.50	55.02	60.00	4.98	9.05%
14/06/95	81	-57.00	-0.11	-7.95	-6.70	55.02	60.00	4.98	9.05%
14/06/95	113	-57.00	0.20	-7.95	-6.30	55.02	60.00	4.98	9.05%
15/06/95	134	-57.00	0.18	-9.05	-7.30	53.78	60.00	6.22	11.57%
15/06/95	31	-56.80	-0.04	-7.95	-6.00	55.02	60.00	4.98	9.05%
15/06/95	119	-57.10	0.08	-7.95	-6.80	55.02	60.00	4.98	9.05%
16/06/95	22	-56.80	-0.22	-7.45	-5.80	24.71	28.50	3.79	15.36%
16/06/95	94	-56.80	0.06	-7.45	-5.80	55.59	60.00	4.41	7.94%
16/06/95	122	-57.00	0.21	-7.95	-6.20	55.02	60.00	4.98	9.05%
16/06/95	43	-57.10	0.27	-7.95	-4.80	55.02	63.00	7.98	14.50%
17/06/95	112	-57.70	0.31	-7.95	-6.80	55.02	60.00	4.98	9.05%
17/06/95	91	-56.70	-0.15	-7.45	-5.80	55.59	62.00	6.41	11.54%
18/06/95	83	-57.20	0.07	-7.95	-6.80	55.02	60.00	4.98	9.05%
18/06/95	19	-56.90	-0.08	-7.45	-6.00	24.71	28.00	3.29	13.34%
18/06/95	29	-56.80	-0.08	-7.95	-6.50	55.02	67.00	11.98	21.77%
19/06/95	93	-57.00	0.25	-7.45	-6.00	55.59	66.00	10.41	18.73%
19/06/95	116	-56.90	0.29	-7.95	-6.80	55.02	60.00	4.98	9.05%
20/06/95	35	-57.00	-0.13	-7.95	-6.80	55.02	60.00	4.98	9.05%
21/06/95	121	-57.00	0.14	-7.95	-6.70	55.02	60.00	4.98	9.05%
21/06/95	20	-57.00	-0.13	-7.45	-6.40	24.71	27.50	2.79	11.31%
22/06/95	88	-57.00	-0.01	-7.95	-6.70	55.02	60.00	4.98	9.05%
22/06/95	43	-56.90	-0.18	-7.95	-6.80	55.02	62.00	6.98	12.68%
23/06/95	69	-57.00	-0.07	-7.95	-6.80	55.02	60.00	4.98	9.05%
23/06/95	114	-57.10	0.46	-7.95	-5.20	55.02	65.00	9.98	18.13%
24/06/95	28	-57.20	-0.10	-7.95	-5.80	55.02	65.00	9.98	18.13%
24/06/95	92	-57.40	0.38	-7.45	-5.60	55.59	65.00	9.41	16.93%
24/06/95	120	-57.50	0.21	-7.95	-5.80	55.02	64.00	8.98	16.32%
25/06/95	42	-57.20	0.02	-7.95	-5.50	55.02	63.50	8.48	15.41%
25/06/95	117	-57.10	0.43	-7.95	-5.70	55.02	62.00	6.98	12.68%
25/06/95	89	-57.00	0.20	-7.95	-5.90	55.02	60.00	4.98	9.05%
26/06/95	32	-57.50	0.30	-7.95	-6.70	55.02	63.00	7.98	14.50%
26/06/95	70	-57.40	0.04	-7.95	-5.70	55.02	65.00	9.98	18.13%
26/06/95	24	-57.10	0.25	-7.45	-6.10	55.59	65.00	9.41	16.93%
27/06/95	41	-57.60	-0.05	-7.95	-6.80	55.02	60.00	4.98	9.05%
27/06/95	56	-56.85	0.20	-7.95	-6.50	55.02	63.00	7.98	14.50%
27/06/95	90	-57.50	-0.18	-7.95	-5.80	55.02	63.50	8.48	15.41%
28/06/95	79	-56.90	-0.16	-7.95	-6.00	55.02	65.00	9.98	18.13%
28/06/95	27	-56.90	0.02	-7.95	-6.50	55.02	64.50	9.48	17.23%
28/06/95	115	-56.90	-0.17	-7.95	-6.00	55.02	69.00	13.98	25.40%
29/06/95	36	-57.20	-0.12	-7.95	-6.50	55.02	60.00	4.98	9.05%
29/06/95	23	-57.20	-0.14	-7.45	-6.50	55.59	60.00	4.41	7.94%
29/06/95	58	-57.00	-0.11	-7.95	-6.00	55.02	64.00	8.98	16.32%
30/06/95	118	-58.00	0.06	-7.95	-6.70	55.02	63.00	7.98	14.50%
30/06/95	25	-57.57	0.03	-7.95	-5.80	55.02	69.00	13.98	25.40%

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการใช้คอนกรีตของโครงการ ก. (ต่อ)

DATE	PILE No.	Pile Tip ACTUAL (m)	TOP CASING LEVEL (m)	CUT-OFF LEVEL (m)	PILE-TOP LEVEL (m)	CONCRETE THEO. (Cum.)	CONCRETE ACTUAL (Cum.)	O.BREAK (Cum.)	O.BREAK %
01/07/95	84	-57.00	-0.09	-7.95	-5.80	55.02	64.50	9.48	17.23%
01/07/95	77	-57.00	-0.15	-7.95	-5.80	55.02	63.00	7.98	14.50%
02/07/95	87	-57.00	-0.09	-7.95	-5.80	55.02	64.50	9.48	17.23%
02/07/95	18	-56.80	-0.18	-6.45	-5.00	25.21	28.00	2.79	11.08%
02/07/95	2	-56.90	-0.09	-7.95	-6.05	55.02	60.00	4.98	9.05%
03/07/95	46	-56.80	-0.10	-7.95	-6.00	55.02	60.00	4.98	9.05%
03/07/95	68	-57.30	-0.07	-7.95	-6.50	55.02	60.00	4.98	9.05%
03/07/95	21	-57.00	0.25	-7.45	-5.00	24.71	29.50	4.79	19.41%
04/07/95	15	-57.00	-0.21	-7.45	-6.00	55.59	68.00	12.41	22.33%
04/07/95	40	-56.80	-0.10	-7.95	-5.80	55.02	60.00	4.98	9.05%
05/07/95	17	-57.00	-0.14	-6.45	-4.00	25.21	28.00	2.79	11.08%
05/07/95	4	-57.30	-0.22	-7.95	-6.00	55.02	62.00	6.98	12.68%
05/07/95	60	-56.80	-0.28	-7.95	-6.00	55.02	65.00	9.98	18.13%
05/07/95	13	-57.00	-0.22	-7.95	-5.20	55.02	64.50	9.48	17.23%
06/07/95	37	-56.90	-0.13	-7.95	-5.00	55.02	62.00	6.98	12.68%
06/07/95	57	-57.00	-0.29	-7.95	-6.00	55.02	63.00	7.98	14.50%
06/07/95	16	-56.80	-0.44	-7.45	-4.00	55.59	66.00	10.41	18.73%
07/07/95	47	-57.10	-0.14	-7.95	-0.50	55.02	76.50	21.48	39.04%
07/07/95	14	-56.40	-0.26	-7.45	-6.00	55.59	62.00	6.41	11.54%
08/07/95	39	-56.90	-0.08	-7.95	-6.00	55.02	63.50	8.48	15.41%
08/07/95	10	-57.00	-0.19	-7.95	-5.50	55.02	62.50	7.48	13.59%
09/07/95	59	-56.90	-0.12	-7.95	-0.80	55.02	70.00	14.98	27.22%
10/07/95	26	-56.90	-0.18	-7.95	-6.00	55.02	60.00	4.98	9.05%
10/07/95	76	-57.00	-0.26	-7.95	-6.00	55.02	62.00	6.98	12.68%
11/07/95	48	-57.00	-0.14	-7.95	-0.80	55.02	72.00	16.98	30.86%
11/07/95	38	-56.80	-0.19	-7.95	-6.00	55.02	64.50	9.48	17.23%
12/07/95	78	-57.00	-0.20	-7.95	-5.60	55.02	64.50	9.48	17.23%
12/07/95	12	-56.00	-0.39	-7.95	-5.60	55.02	62.00	6.98	12.68%
12/07/95	52	-57.00	-0.27	-7.95	-5.40	55.02	65.00	9.98	18.13%
12/07/95	66	-57.00	-0.14	-7.95	-5.80	55.02	61.50	6.48	11.77%
13/07/95	74	-56.60	-0.30	-7.95	-5.00	55.02	60.00	4.98	9.05%
13/07/95	7	-57.00	-0.25	-7.95	-5.50	55.02	63.00	7.98	14.50%
13/07/95	54	-57.10	-0.32	-7.95	-0.80	55.02	74.00	18.98	34.49%
14/07/95	72	-57.20	-0.10	-7.95	-5.00	55.02	64.00	8.98	16.32%
14/07/95	3	-57.00	-0.15	-7.95	-5.20	55.02	61.50	6.48	11.77%
14/07/95	50	-56.60	-0.34	-7.95	-5.50	55.02	61.50	6.48	11.77%
15/07/95	63	-57.00	-0.29	-7.95	-5.50	55.02	61.50	6.48	11.77%
16/07/95	9	-56.70	-0.37	-7.95	-6.10	55.02	62.50	7.48	13.59%
16/07/95	65	-57.00	-0.21	-7.95	-5.80	55.02	62.00	6.98	12.68%
16/07/95	49	-57.50	-0.20	-7.95	-5.00	55.02	64.00	8.98	16.32%
17/07/95	55	-57.20	-0.20	-7.95	-5.20	55.02	62.50	7.48	13.59%
17/07/95	75	-56.80	-0.35	-7.95	-5.00	55.02	62.00	6.98	12.68%
18/07/95	67	-57.20	-0.39	-7.95	-5.60	55.02	62.50	7.48	13.59%
18/07/95	8	-56.90	-0.39	-7.95	-5.40	55.02	69.00	13.98	25.40%
19/07/95	84	-57.00	-0.25	-7.95	-5.60	55.02	62.50	7.48	13.59%
20/07/95	53	-57.00	-0.14	-7.95	-5.00	55.02	62.50	7.48	13.59%
20/07/95	51	-57.10	-0.36	-7.95	-5.60	55.02	67.00	11.98	21.77%
21/07/95	86	-57.10	-0.21	-7.95	-5.50	55.02	65.00	9.98	18.13%
22/07/95	64	-57.20	-0.29	-7.95	-5.40	55.02	65.00	9.98	18.13%
22/07/95	71	-57.30	-0.24	-7.95	-5.80	55.02	65.00	9.98	18.13%
23/07/95	11	-57.80	-0.05	-7.95	-5.50	55.02	63.00	7.98	14.50%
23/07/95	1	-57.70	0.08	-7.95	-3.00	55.02	70.00	14.98	27.22%
23/07/95	62	-57.10	-0.37	-7.95	-5.00	55.02	63.00	7.98	14.50%
24/07/95	2	-57.20	-0.70	-7.95	-6.30	55.02	73.00	17.98	32.67%
24/07/95	73	-57.50	-0.30	-7.95	-6.40	55.02	67.50	12.48	22.68%
24/07/95	5	-57.50	0.10	-6.45	-4.00	25.21	31.50	6.29	24.96%
26/07/95	61	-56.90	-0.48	-7.95	-5.00	55.02	64.00	8.98	16.32%
						SUM	SUM	SUM	AVG
						9110.12	10533	1422.88	15.64%
		Avg	0.002					8.3209	15.64%
		SD	0.249					3.1983	5.56%

Vnet = Conc.Theq = (πd^2)/4*Lo

Lo = ระดับหัวเข็มตามแบบ (Cutoff level) - ระดับหัวเข็มตามข้อกำหนด

เมื่อ d = เส้นผ่าศูนย์กลางเสาเข็มที่กำหนด = 1.20 เมตร

Lo = ความยาวเสาเข็มเจาะ

ตัวอย่างการคำนวนการหาปริมาตรคอนกรีตที่คำนวนได้โดยตรงจากแบบ (Concrete Theq.) เข็มต้นที่ 170 (Pile no. 170)

Vnet = Conc. Theq. = (π(1.2)^2)/4*Lo

Lo = -6.45 - (-56.60) = 50.15 เมตร

Vnet = Conc. Theq. = 56.72 ลบ.เมตร

ส่วนปริมาณคอนกรีตที่เกินจากปริมาณคอนกรีตที่คำนวนได้จากแบบ (Over Break หรือ O. Break) เท่ากับ ปริมาณคอนกรีตที่ใช้จริง (Concrete Actual) ลบด้วย ปริมาตรคอนกรีตที่คำนวนได้โดยตรงจากแบบ (Concrete Theq.)

Over Break = Concrete Actual - Concrete Theq.

ตัวอย่างการคำนวนหาปริมาณคอนกรีตที่เกินจากปริมาณคอนกรีตที่คำนวนได้จากแบบ (Over Break) จากเข็มต้นที่ 170 (Pile no. 170)

Over Break = 65 - 56.72 = 8.28 ลบ.เมตร

ซึ่งคิดเป็นร้อยละ = (8.28/56.72) * 100 = 14.60

ถ้าพิจารณาจากข้อมูลการสั่งคอนกรีตเพื่อใช้ผลิตเสาเข็มเจาะแต่ละต้น จะพบว่ามีปริมาตรไม่เท่ากัน นั่นหมายถึงปริมาตรของคอนกรีตส่วนเกินนี้ สามารถที่จะพิจารณาลดปริมาตรและควบคุมการใช้ให้ถูกต้องเพื่อลดต้นทุนการผลิตได้

จึงทำการพิจารณาแจกแจงแบ่งปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินนี้เป็นส่วน ๆ เพื่อเลือกพิจารณาควบคุมการใช้ได้ถูกต้อง ดังนี้

$V_w = W_1+W_2+W_3+W4$

V_w = ปริมาตรของคอนกรีตส่วนเกิน (Over break)

W1 = ปริมาตรของคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากการขุดดินเกินความลึกที่ต้องการ (Over drill)

W2 = ปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินที่เทคอนกรีตเกินระดับหัวเข็มที่ต้องการ (Over cutoff)

W3 = ปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากการแทนที่ปริมาตรปลอกเหล็กรวมกับปริมาตรของดินที่เกาะปลอกเหล็กขึ้นมา (Casing)

W4 = ปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากความขรุขระของผนังหลุมเจาะใต้ปลอกเหล็ก (Other)

จากข้อมูลการใช้คอนกรีต ตารางที่ 4.2 สามารถแจกแจงปริมาณคอนกรีตส่วนเกินจากแบบ (Over break) ได้ดังตารางที่ 4.3 ซึ่งแสดงผลการคำนวนปริมาณคอนกรีตส่วนเกินของโครงการ ก.

W1 (Overd Vol.) = (π(d^2)/4)*D

D = ระดับปลายเข็มที่กำหนด - ระดับปลายเข็มที่ก่อสร้างจริง (Pile Tip Actual)

เมื่อ D = ความผิดพลาดของความลึกหลุมเจาะ

d = เส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มที่กำหนด

จากข้อมูลเข็ม no. 170

W1 = π*(1.20)^2*D/4

D = (-56.60-(-57.20)) = 0.60 เมตร

W1 = π*(1.20)^2*0.60/4 = 0.68

คิดเป็นร้อยละการสูญเสีย (Waste %) = 0.68/56.72*100 = 1.20%

W2 (Over cutoff vol.) = π*(d)^2*Le/4

Le = ระดับหัวเข็มที่ต้องการ - ระดับหัวเข็มที่วัดได้จริง

= Pile cut off - Pile top level

เมื่อ Le = ความยาวของเข็มที่สูงกว่าระดับหัวเข็มที่ต้องการ

d = เส้นผ่าศนย์กลางของเสาเข็มทั้งหมด

จากข้อมูลเข็ม no. 170

W2 = π*(1.20)^2*Le/4

Le = (-6.45-(-5.00)) = 1.45 เมตร

W2 = π*(1.20)^2*1.45/4 = 1.64 ลบ.เมตร

คิดเป็นร้อยละการสูญเสีย (Waste %) = (1.64/56.72)*100 = 2.89

ตารางที่ 4.3 ผลการคำนวนปริมาณคอนกรีตส่วนเกินของโครงการ ก.

DATE	PILE No.	Pile Tip ACTUAL (m)	TOP CASING LEVEL (m)	CUT-OFF LEVEL (m)	PILE-TOP LEVEL (m)	Vnet THEO. (Cum.)	OVERBREAK (Vw)							
							OVER DRILL (W1)			OVER CUTOFF (W2)			CASING+OTHER (W3+W4)	
							D (m)	VOL.	Waste %	Le	VOL.	Waste %	Waste	%
20/05/95	170	-57.20	-0.14	-6.45	-5.00	56.72	0.60	0.68	1.20%	1.45	1.64	2.89%	5.96	10.51%
20/05/95	129	-56.80	0.17	-7.45	-2.20	55.59	0.20	0.23	0.41%	5.25	5.94	10.68%	8.25	14.84%
21/05/95	168	-56.80	0.18	-6.45	-3.00	56.72	0.20	0.23	0.40%	3.45	3.90	6.88%	4.15	7.32%
21/05/95	104	-57.40	0.16	-7.95	-6.50	55.02	0.80	0.90	1.64%	1.45	1.64	2.98%	2.43	4.42%
21/05/95	171	-57.00	0.38	-6.45	-1.00	56.72	0.40	0.45	0.80%	5.45	6.16	10.87%	6.67	11.75%
22/05/95	169	-57.40	0.00	-6.45	-3.80	56.72	0.80	0.90	1.60%	2.65	3.00	5.28%	6.38	11.25%
22/05/95	108	-57.00	-0.11	-7.95	-5.80	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.15	2.43	4.42%	9.09	16.53%
23/05/95	152	-57.10	0.24	-7.95	-4.00	55.02	0.50	0.57	1.03%	3.95	4.47	8.12%	4.95	8.99%
23/05/95	163	-56.80	0.07	-6.45	-4.70	56.72	0.20	0.23	0.40%	1.75	1.98	3.49%	6.08	10.71%
23/05/95	159	-57.30	0.23	-7.45	-4.10	55.59	0.70	0.79	1.42%	3.35	3.79	6.82%	4.83	8.69%
24/05/95	155	-57.10	0.16	-7.45	-3.10	55.59	0.50	0.57	1.02%	4.35	4.92	8.85%	3.93	7.07%
24/05/95	103	-57.00	0.01	-7.95	-5.00	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.95	3.34	6.06%	6.19	11.25%
24/05/95	167	-57.20	0.25	-6.45	-4.70	56.72	0.60	0.68	1.20%	1.75	1.98	3.49%	5.62	9.92%
25/05/95	153	-57.20	0.44	-7.45	-3.10	55.59	0.60	0.68	1.22%	4.35	4.92	8.85%	3.81	6.86%
25/05/95	130	-56.90	0.20	-7.45	-3.30	55.59	0.30	0.34	0.61%	4.15	4.69	8.44%	4.38	7.88%
25/05/95	160	-56.80	0.20	-7.45	-4.50	55.59	0.20	0.23	0.41%	2.95	3.34	6.00%	4.85	8.73%
25/05/95	105	-57.00	0.00	-7.95	-5.20	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.75	3.11	5.65%	4.42	8.03%
26/05/95	150	-57.00	0.17	-7.95	-3.80	55.02	0.40	0.45	0.82%	4.15	4.69	8.53%	-0.17	-0.30%
26/05/95	128	-57.00	0.15	-7.45	-4.00	55.59	0.40	0.45	0.81%	3.45	3.90	7.02%	2.56	4.60%
26/05/95	158	-57.30	0.59	-7.45	-4.00	55.59	0.70	0.79	1.42%	3.45	3.90	7.02%	-0.28	-0.51%
26/05/95	102	-57.00	-0.05	-7.95	-5.60	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.35	2.66	4.83%	6.87	12.48%
27/05/95	154	-57.30	0.51	-7.45	-4.00	55.59	0.70	0.79	1.42%	3.45	3.90	7.02%	-0.28	-0.51%
27/05/95	131	-57.00	0.19	-9.05	-5.80	53.78	0.40	0.45	0.84%	3.25	3.68	6.83%	5.59	10.40%
27/05/95	107	-57.40	-0.30	-7.95	-5.00	55.02	0.80	0.90	1.64%	2.95	3.34	6.06%	3.74	6.79%
29/05/95	100	-56.80	-0.19	-7.95	-6.30	55.02	0.20	0.23	0.41%	1.65	1.87	3.39%	7.89	14.33%
29/05/95	151	-57.00	0.24	-7.95	-4.40	55.02	0.40	0.45	0.82%	3.55	4.01	7.30%	10.51	19.10%
29/05/95	138	-57.00	0.05	-9.05	-5.20	53.78	0.40	0.45	0.84%	3.85	4.35	8.10%	6.42	11.93%
30/05/95	127	-57.50	0.72	-7.45	-3.80	55.59	0.90	1.02	1.83%	3.65	4.13	7.43%	4.27	7.68%
30/05/95	157	-57.60	0.59	-7.45	-4.20	55.59	1.00	1.13	2.03%	3.25	3.68	6.61%	6.61	11.88%
30/05/95	145	-57.40	0.29	-9.05	-4.40	53.78	0.80	0.90	1.68%	4.65	5.26	9.78%	5.06	9.41%
31/05/95	109	-57.00	0.18	-7.95	-4.00	55.02	0.40	0.45	0.82%	3.95	4.47	8.12%	6.06	11.01%
31/05/95	141	-57.10	0.32	-9.05	-5.20	53.78	0.50	0.57	1.05%	3.85	4.35	8.10%	5.30	9.86%
01/06/95	162	-57.30	0.15	-7.45	-4.00	55.59	0.70	0.79	1.42%	3.45	3.90	7.02%	4.72	8.49%
01/06/95	101	-57.40	-0.12	-7.95	-5.70	55.02	0.80	0.90	1.64%	2.25	2.54	4.62%	6.53	11.87%
01/06/95	149	-57.10	0.44	-7.95	-5.10	55.02	0.50	0.57	1.03%	2.85	3.22	5.86%	6.19	11.25%
02/06/95	126	-57.20	0.04	-7.95	-6.50	55.02	0.60	0.68	1.23%	1.45	1.64	2.98%	7.66	13.92%
02/06/95	133	-57.00	0.07	-9.05	-4.10	53.78	0.40	0.45	0.84%	4.95	5.60	10.41%	5.17	9.62%
02/06/95	144	-57.00	0.28	-9.05	-5.30	53.78	0.40	0.45	0.84%	3.75	4.24	7.89%	3.53	6.56%
03/06/95	110	-57.00	-0.07	-7.95	-4.20	55.02	0.40	0.45	0.82%	3.75	4.24	7.71%	5.28	9.60%
03/06/95	97	-57.30	0.05	-7.95	-5.00	55.02	0.70	0.79	1.44%	2.95	3.34	6.06%	5.85	10.63%
03/06/95	161	-57.40	0.17	-7.45	-3.30	55.59	0.80	0.90	1.63%	4.15	4.69	8.44%	3.81	6.86%
04/06/95	99	-56.60	-0.04	-7.95	-4.30	55.02	0.00	0.00	0.00%	3.65	4.13	7.50%	5.85	10.63%
04/06/95	140	-57.50	0.23	-9.05	-5.30	53.78	0.90	1.02	1.89%	3.75	4.24	7.89%	0.96	1.79%
04/06/95	125	-57.10	0.03	-7.95	-5.00	55.02	0.50	0.57	1.03%	2.95	3.34	6.06%	1.08	1.96%
05/06/95	135	-56.90	-0.08	-9.05	-5.20	53.78	0.30	0.34	0.63%	3.85	4.35	8.10%	1.53	2.84%
05/06/95	148	-57.50	0.52	-7.95	-4.00	55.02	0.90	1.02	1.85%	3.95	4.47	8.12%	3.49	6.35%
05/06/95	82	-56.80	-0.19	-7.95	-4.20	55.02	0.20	0.23	0.41%	3.75	4.24	7.71%	0.51	0.93%
06/06/95	98	-57.00	0.02	-7.95	-6.00	55.02	0.40	0.45	0.82%	1.95	2.21	4.01%	5.32	9.67%
06/06/95	95	-56.90	-0.06	-7.95	-5.20	55.02	0.30	0.34	0.62%	2.75	3.11	5.65%	8.03	14.59%
07/06/95	137	-58.20	0.20	-9.05	-6.00	53.78	1.60	1.81	3.36%	3.05	3.45	6.41%	8.96	16.67%
07/06/95	30	-57.50	0.10	-7.95	-5.90	55.02	0.90	1.02	1.85%	2.05	2.32	4.21%	1.64	2.98%
07/06/95	142	-57.30	0.50	-9.05	-4.80	53.78	0.70	0.79	1.47%	4.25	4.81	8.94%	2.12	3.95%
08/06/95	132	-57.60	0.22	-9.05	-5.00	53.78	1.00	1.13	2.10%	4.05	4.58	8.52%	0.51	0.95%

ตารางที่ 4.3 ผลการคำนวนปริมาณคอนกรีตส่วนเกินของโครงการ ก. (ต่อ)

DATE	PILE No.	Pile Tip ACTUAL (m)	TOP CASING LEVEL (m)	CUT-OFF LEVEL (m)	PILE-TOP LEVEL (m)	Vnet THEO. (Cum.)	OVERBREAK (Vw)							
							OVER DRILL (W1)			OVER CUTOFF (W2)			CASING+OTHER (W3+W4)	
							D (m)	VOL.	Waste %	Le	VOL.	Waste %	Waste	%
08/06/95	124	-56.80	0.04	-7.95	-4.10	55.02	0.20	0.23	0.41%	3.85	4.35	7.91%	3.40	6.18%
08/06/95	111	-57.10	0.20	-7.95	-4.40	55.02	0.50	0.57	1.03%	3.55	4.01	7.30%	2.90	5.27%
09/06/95	147	-57.20	0.36	-9.05	-5.10	53.78	0.60	0.68	1.26%	3.95	4.47	8.31%	6.08	11.30%
09/06/95	96	-57.50	0.05	-7.95	-5.10	55.02	0.90	1.02	1.85%	2.85	3.22	5.86%	5.74	10.43%
10/06/95	136	-57.10	-0.08	-9.05	-6.00	53.78	0.50	0.57	1.05%	3.05	3.45	6.41%	5.21	9.68%
10/06/95	33	-56.76	-0.13	-7.95	-3.00	55.02	0.16	0.18	0.33%	4.95	5.60	10.17%	-0.80	-1.46%
11/06/95	143	-57.20	0.60	-9.05	-6.20	53.78	0.60	0.68	1.26%	2.85	3.22	5.99%	2.32	4.31%
11/06/95	80	-57.00	0.11	-7.95	-5.70	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.25	2.54	4.62%	1.98	3.60%
12/06/95	123	-56.60	-0.10	-7.95	-6.00	55.02	0.00	0.00	0.00%	1.95	2.21	4.01%	2.77	5.04%
12/06/95	44	-56.70	-0.31	-7.95	-6.40	55.02	0.10	0.11	0.21%	1.55	1.75	3.19%	3.11	5.66%
13/06/95	146	-57.70	0.37	-9.05	-7.00	53.78	1.10	1.24	2.31%	2.05	2.32	4.31%	2.66	4.95%
13/06/95	139	-56.90	0.04	-9.05	-7.50	53.78	0.30	0.34	0.63%	1.55	1.75	3.26%	4.13	7.68%
13/06/95	34	-57.00	-0.28	-7.95	-6.50	55.02	0.40	0.45	0.82%	1.45	1.64	2.98%	2.89	5.24%
14/06/95	81	-57.00	-0.11	-7.95	-6.70	55.02	0.40	0.45	0.82%	1.25	1.41	2.57%	3.11	5.66%
14/06/95	113	-57.00	0.20	-7.95	-6.30	55.02	0.40	0.45	0.82%	1.65	1.87	3.39%	2.66	4.83%
15/06/95	134	-57.00	0.18	-9.05	-7.30	53.78	0.40	0.45	0.84%	1.75	1.98	3.68%	3.79	7.05%
15/06/95	31	-56.80	-0.04	-7.95	-6.00	55.02	0.20	0.23	0.41%	1.95	2.21	4.01%	2.55	4.63%
15/06/95	119	-57.10	0.08	-7.95	-6.80	55.02	0.50	0.57	1.03%	1.15	1.30	2.36%	3.11	5.66%
16/06/95	94	-56.80	0.06	-7.45	-5.80	55.59	0.20	0.23	0.41%	1.65	1.87	3.36%	2.32	4.17%
16/06/95	122	-57.00	0.21	-7.95	-6.20	55.02	0.40	0.45	0.82%	1.75	1.98	3.60%	2.55	4.63%
16/06/95	43	-57.10	0.27	-7.95	-4.80	55.02	0.50	0.57	1.03%	3.15	3.56	6.47%	3.85	7.00%
17/06/95	112	-57.70	0.31	-7.95	-6.80	55.02	1.10	1.24	2.26%	1.15	1.30	2.36%	2.43	4.42%
17/06/95	91	-56.70	-0.15	-7.45	-5.80	55.59	0.10	0.11	0.20%	1.65	1.87	3.36%	4.43	7.98%
18/06/95	83	-57.20	0.07	-7.95	-6.80	55.02	0.60	0.68	1.23%	1.15	1.30	2.36%	3.00	5.45%
18/06/95	29	-56.80	-0.08	-7.95	-6.50	55.02	0.20	0.23	0.41%	1.45	1.64	2.98%	10.11	18.38%
19/06/95	93	-57.00	0.25	-7.45	-6.00	55.59	0.40	0.45	0.81%	1.45	1.64	2.95%	8.32	14.97%
19/06/95	116	-56.90	0.29	-7.95	-6.80	55.02	0.30	0.34	0.62%	1.15	1.30	2.36%	3.34	6.07%
20/06/95	35	-57.00	-0.13	-7.95	-6.80	55.02	0.40	0.45	0.82%	1.15	1.30	2.36%	3.23	5.86%
21/06/95	121	-57.00	0.14	-7.95	-6.70	55.02	0.40	0.45	0.82%	1.25	1.41	2.57%	3.11	5.66%
22/06/95	88	-57.00	-0.01	-7.95	-6.70	55.02	0.40	0.45	0.82%	1.25	1.41	2.57%	3.11	5.66%
22/06/95	43	-56.90	-0.18	-7.95	-6.80	55.02	0.30	0.34	0.62%	1.15	1.30	2.36%	5.34	9.70%
23/06/95	69	-57.00	-0.07	-7.95	-6.80	55.02	0.40	0.45	0.82%	1.15	1.30	2.36%	3.23	5.86%
23/06/95	114	-57.10	0.46	-7.95	-5.20	55.02	0.50	0.57	1.03%	2.75	3.11	5.65%	6.30	11.45%
24/06/95	28	-57.20	-0.10	-7.95	-5.80	55.02	0.60	0.68	1.23%	2.15	2.43	4.42%	6.87	12.48%
24/06/95	92	-57.40	0.38	-7.45	-5.60	55.59	0.80	0.90	1.63%	1.85	2.09	3.76%	6.42	11.54%
24/06/95	120	-57.50	0.21	-7.95	-5.80	55.02	0.90	1.02	1.85%	2.15	2.43	4.42%	5.53	10.05%
25/06/95	42	-57.20	0.02	-7.95	-5.50	55.02	0.60	0.68	1.23%	2.45	2.77	5.04%	5.03	9.14%
25/06/95	117	-57.10	0.43	-7.95	-5.70	55.02	0.50	0.57	1.03%	2.25	2.54	4.62%	3.87	7.03%
25/06/95	89	-57.00	0.20	-7.95	-5.90	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.05	2.32	4.21%	2.21	4.01%
26/06/95	32	-57.50	0.30	-7.95	-6.70	55.02	0.90	1.02	1.85%	1.25	1.41	2.57%	5.55	10.08%
26/06/95	70	-57.40	0.04	-7.95	-5.70	55.02	0.80	0.90	1.64%	2.25	2.54	4.62%	6.53	11.87%
26/06/95	24	-57.10	0.25	-7.45	-6.10	55.59	0.50	0.57	1.02%	1.35	1.53	2.75%	7.32	13.17%
27/06/95	41	-57.60	-0.05	-7.95	-6.80	55.02	1.00	1.13	2.06%	1.15	1.30	2.36%	2.55	4.63%
27/06/95	56	-56.85	0.20	-7.95	-6.50	55.02	0.25	0.28	0.51%	1.45	1.64	2.98%	6.06	11.01%
27/06/95	90	-57.50	-0.18	-7.95	-5.80	55.02	0.90	1.02	1.85%	2.15	2.43	4.42%	5.03	9.14%
28/06/95	79	-56.90	-0.16	-7.95	-6.00	55.02	0.30	0.34	0.62%	1.95	2.21	4.01%	7.43	13.51%
28/06/95	27	-56.90	0.02	-7.95	-6.50	55.02	0.30	0.34	0.62%	1.45	1.64	2.98%	7.50	13.63%
28/06/95	115	-56.90	-0.17	-7.95	-6.00	55.02	0.30	0.34	0.62%	1.95	2.21	4.01%	11.43	20.78%
29/06/95	36	-57.20	-0.12	-7.95	-6.50	55.02	0.60	0.68	1.23%	1.45	1.64	2.98%	2.66	4.83%
29/06/95	23	-57.20	-0.14	-7.45	-6.50	55.59	0.60	0.68	1.22%	0.95	1.07	1.93%	2.66	4.78%
29/06/95	58	-57.00	-0.11	-7.95	-6.00	55.02	0.40	0.45	0.82%	1.95	2.21	4.01%	6.32	11.49%
30/06/95	118	-58.00	0.06	-7.95	-6.70	55.02	1.40	1.58	2.88%	1.25	1.41	2.57%	4.98	9.05%
30/06/95	25	-57.57	0.03	-7.95	-5.80	55.02	0.97	1.10	1.99%	2.15	2.43	4.42%	10.45	18.99%

ตารางที่ 4.3 ผลการคำนวนปริมาณคอนกรีตส่วนเกินของโครงการ ก. (ต่อ)

DATE	PILE No.	Pile Tip ACTUAL (m)	TOP CASING LEVEL (m)	CUT-OFF LEVEL (m)	PILE-TOP LEVEL (m)	Vnet THEO. (Cum.)	OVERBREAK (Vw)							
							OVER DRILL (W1)			OVER CUTOFF (W2)			CASING+OTHER (W3+W4)	
							D (m)	VOL.	Waste %	Le	VOL.	Waste %	Waste	%
01/07/95	84	-57.00	-0.09	-7.95	-5.80	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.15	2.43	4.42%	6.59	11.98%
01/07/95	77	-57.00	-0.15	-7.95	-5.80	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.15	2.43	4.42%	5.09	9.26%
02/07/95	87	-57.00	-0.09	-7.95	-5.80	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.15	2.43	4.42%	6.59	11.98%
02/07/95	2	-56.90	-0.09	-7.95	-6.05	55.02	0.30	0.34	0.62%	1.90	2.15	3.91%	2.49	4.53%
03/07/95	46	-56.80	-0.10	-7.95	-6.00	55.02	0.20	0.23	0.41%	1.95	2.21	4.01%	2.55	4.63%
03/07/95	68	-57.30	-0.07	-7.95	-6.50	55.02	0.70	0.79	1.44%	1.45	1.64	2.98%	2.55	4.63%
04/07/95	15	-57.00	-0.21	-7.45	-6.00	55.59	0.40	0.45	0.81%	1.45	1.64	2.95%	10.32	18.57%
04/07/95	40	-56.80	-0.10	-7.95	-5.80	55.02	0.20	0.23	0.41%	2.15	2.43	4.42%	2.32	4.22%
05/07/95	4	-57.30	-0.22	-7.95	-6.00	55.02	0.70	0.79	1.44%	1.95	2.21	4.01%	3.98	7.24%
05/07/95	13	-57.00	-0.22	-7.95	-5.20	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.75	3.11	5.65%	2.96	5.39%
06/07/95	37	-56.90	-0.13	-7.95	-5.00	55.02	0.30	0.34	0.62%	2.95	3.34	6.06%	0.32	0.58%
06/07/95	57	-57.00	-0.29	-7.95	-6.00	55.02	0.40	0.45	0.82%	1.95	2.21	4.01%	2.58	4.70%
06/07/95	16	-56.80	-0.44	-7.45	-4.00	55.59	0.20	0.23	0.41%	3.45	3.90	7.02%	2.92	5.24%
07/07/95	14	-56.40	-0.26	-7.45	-6.00	55.59	-0.20	-0.23	-0.41%	1.45	1.64	2.95%	2.27	4.09%
08/07/95	39	-56.90	-0.08	-7.95	-6.00	55.02	0.30	0.34	0.62%	1.95	2.21	4.01%	3.26	5.92%
08/07/95	10	-57.00	-0.19	-7.95	-5.50	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.45	2.77	5.04%	1.40	2.55%
10/07/95	26	-56.90	-0.18	-7.95	-6.00	55.02	0.30	0.34	0.62%	1.95	2.21	4.01%	-0.27	-0.49%
10/07/95	76	-57.00	-0.26	-7.95	-6.00	55.02	0.40	0.45	0.82%	1.95	2.21	4.01%	1.59	2.90%
11/07/95	38	-56.80	-0.19	-7.95	-6.00	55.02	0.20	0.23	0.41%	1.95	2.21	4.01%	4.34	7.89%
12/07/95	78	-57.00	-0.20	-7.95	-5.60	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.35	2.66	4.83%	3.54	6.43%
12/07/95	12	-56.00	-0.39	-7.95	-5.60	55.02	-0.60	-0.68	-1.23%	2.35	2.66	4.83%	2.12	3.84%
12/07/95	52	-57.00	-0.27	-7.95	-5.40	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.55	2.88	5.24%	3.73	6.79%
12/07/95	66	-57.00	-0.14	-7.95	-5.80	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.15	2.43	4.42%	0.84	1.53%
13/07/95	74	-56.60	-0.30	-7.95	-5.00	55.02	0.00	0.00	0.00%	2.95	3.34	6.06%	-1.39	-2.53%
13/07/95	7	-57.00	-0.25	-7.95	-5.50	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.45	2.77	5.04%	1.88	3.42%
14/07/95	72	-57.20	-0.10	-7.95	-5.00	55.02	0.60	0.68	1.23%	2.95	3.34	6.06%	1.99	3.61%
14/07/95	3	-57.00	-0.15	-7.95	-5.20	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.75	3.11	5.65%	-0.01	-0.03%
14/07/95	50	-56.60	-0.34	-7.95	-5.50	55.02	0.00	0.00	0.00%	2.45	2.77	5.04%	0.81	1.47%
15/07/95	63	-57.00	-0.29	-7.95	-5.50	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.45	2.77	5.04%	0.37	0.68%
16/07/95	9	-56.70	-0.37	-7.95	-6.10	55.02	0.10	0.11	0.21%	1.85	2.09	3.80%	2.54	4.62%
16/07/95	65	-57.00	-0.21	-7.95	-5.80	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.15	2.43	4.42%	1.32	2.40%
16/07/95	49	-57.50	-0.20	-7.95	-5.00	55.02	0.90	1.02	1.85%	2.95	3.34	6.06%	1.62	2.94%
17/07/95	55	-57.20	-0.20	-7.95	-5.20	55.02	0.60	0.68	1.23%	2.75	3.11	5.65%	0.74	1.35%
17/07/95	75	-56.80	-0.35	-7.95	-5.00	55.02	0.20	0.23	0.41%	2.95	3.34	6.06%	0.37	0.67%
18/07/95	67	-57.20	-0.39	-7.95	-5.60	55.02	0.60	0.68	1.23%	2.35	2.66	4.83%	1.26	2.29%
18/07/95	8	-56.90	-0.39	-7.95	-5.40	55.02	0.30	0.34	0.62%	2.55	2.88	5.24%	7.81	14.20%
19/07/95	84	-57.00	-0.25	-7.95	-5.60	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.35	2.66	4.83%	1.53	2.77%
20/07/95	53	-57.00	-0.14	-7.95	-5.00	55.02	0.40	0.45	0.82%	2.95	3.34	6.06%	0.70	1.28%
20/07/95	51	-57.10	-0.36	-7.95	-5.60	55.02	0.50	0.57	1.03%	2.35	2.66	4.83%	5.88	10.69%
21/07/95	86	-57.10	-0.21	-7.95	-5.50	55.02	0.50	0.57	1.03%	2.45	2.77	5.04%	3.78	6.87%
22/07/95	64	-57.20	-0.29	-7.95	-5.40	55.02	0.60	0.68	1.23%	2.55	2.88	5.24%	3.50	6.37%
22/07/95	71	-57.30	-0.24	-7.95	-5.80	55.02	0.70	0.79	1.44%	2.15	2.43	4.42%	3.97	7.22%
23/07/95	11	-57.80	-0.05	-7.95	-5.50	55.02	1.20	1.36	2.47%	2.45	2.77	5.04%	1.04	1.89%
23/07/95	1	-57.70	0.08	-7.95	-3.00	55.02	1.10	1.24	2.26%	4.95	5.60	10.17%	4.63	8.41%
23/07/95	62	-57.10	-0.37	-7.95	-5.00	55.02	0.50	0.57	1.03%	2.95	3.34	6.06%	1.02	1.86%
24/07/95	73	-57.50	-0.30	-7.95	-6.40	55.02	0.90	1.02	1.85%	1.55	1.75	3.19%	7.09	12.88%
26/07/95	61	-56.90	-0.48	-7.95	-5.00	55.02	0.30	0.34	0.62%	2.95	3.34	6.06%	2.22	4.03%
									AVG			AVG		AVG
									1.01%			5.25%		7.34%
		Avg	0.010294				0.490719	0.55499	1.01%	2.55098	2.885091	5.25%	4.04113	7.34%
		SD	0.24471				0.29301	0.331387	0.61%	0.997652	1.128318	2.06%	2.532233	4.59%

เนื่องจากยังไม่สามารถประมาณความหนาดินที่เกาะปลอกเหล็กขึ้นมาได้ในขณะนี้ ดังนั้นคอนกรีตส่วนเกินรวมของ W3+W4 เป็นดังนี้

W3+W4 = ปริมาณคอนกรีตส่วนเกินทั้งหมด - ปริมาณคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจาก Overdrill + ปริมาณคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจาก Overcutoff

W3+W4 = Total over break vol. (จากตารางที่ 4.2) - Overdrill vol. -Over cutoff vol.

จากเข็ม no. 170

W3+W4 = 8.28-0.68 = 5.96 ลบ.เมตร

คิดเป็นร้อยละ = (5.96/56.72)*100 = 10.51

จากการคำนวนคอนกรีตส่วนเกินของโครงการ ก. สามารถที่จะกล่าวรายละเอียดของการพิจารณาคอนกรีตส่วนเกินแต่ละส่วนได้ดังนี้

1. ปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากความลึกเกินระดับที่ต้องการ (W1)

ปริมาตรของส่วนเกินนี้ ขึ้นอยู่กับความชำนาญของพนักงานที่ควบคุมเครื่องเจาะดิน ดังนั้นปริมาตรส่วนนี้ปรับปรุงได้ด้วยการพัฒนาความชำนาญของพนักงานควบคุมเครื่องเจาะในขบวนการเจาะหรือพิจารณาเลือกพนักงานควบคุมเครื่องเจาะที่มีความชำนาญ นอกจากนี้ก็เพิ่มการตรวจสอบให้พนักงานมีความเอาใจใส่ในการทำงาน ก็จะสามารถลดความผิดพลาดในส่วนนี้ได้ อย่างไรก็ตามปริมาตรคอนกรีตส่วนที่ผิดพลาดในส่วนนี้เฉลี่ยเพียง 1 %

2. ปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินที่เทคอนกรีตเกินระดับหัวเข็มที่ต้องการ(W2)

ปริมาตรส่วนเกินนี้เกิดจากการเผื่อความยาวของเสาเข็ม เพื่อควบคุมคุณภาพของคอนกรีต รวมกับการสั่งปริมาตรคอนกรีตเผื่อเกินความจำเป็น

ปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินจากการเผื่อความยาวของเสาเข็ม เนื่องจากส่วนบนของคอนกรีตที่เทลงไปในหลุม จะปนเปื้อนกับสารละลายเบนโทไนท์และตะกอนทราย ทำให้คอนกรีตส่วนนี้จะเสียกำลังรับน้ำหนักไป ดังนั้นจึงต้องทำการเทคอนกรีตเผื่อความยาวสูงกว่าระดับหัวเข็มที่ต้องการไว้

คอนกรีตส่วนนี้สามารถควบคุมได้ด้วยการกำหนดวิธีการสั่งคอนกรีตครั้งสุดท้ายจากผู้จัดจำหน่าย (รถขนคอนกรีตสามารถขนคอนกรีตได้คันละ 5 ลบ.เมตร) แต่เดิมขั้นตอนการสั่งคอนกรีตเที่ยวสุดท้ายเพื่อการเทคอนกรีตในหลุมเจาะนั้น ผู้ควบคุมจะทำการวัด

ความลึกของหลุมเจาะ ถึงระดับคอนกรีตได้ทำการเทแล้ว แล้วคำนวณหาปริมาตรคอนกรีตที่เหลือ จากนั้นจึงสั่งคอนกรีตเผื่อปริมาตรคอนกรีตจะยุบตัวลงไปอีกเนื่องจากการแทนที่ปริมาตรของปลอกเหล็กและดินที่ติดขึ้นมากับปลอกเหล็กขณะถอนขึ้นมา

3. ปริมาณคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากการแทนที่ปริมาตรปลอกเหล็กรวมกับปริมาตรของดินที่เกาะปลอกเหล็กขึ้นมา (W3)

ปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินนี้เกิดจากการแทนที่ปริมาตรของปลอกเหล็ก และดินที่เกาะติดปลอกเหล็กขึ้นมา นอกจากนี้ยังเกิดจากกรณีที่ปลอกเหล็กมีขนาดใหญ่กว่าขนาดเสาเข็มที่ต้องการ

4 ปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากความขรุขระของผนังผิวหลุมเจาะใต้ปลอกเหล็ก(W4)

ปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินนี้ ควบคุมได้ยากมากเนื่องจากมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมาก เราสามารถตั้งสมมติฐานว่า ลักษณะชั้นดินกรุงเทพมีคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นปริมาตรของส่วนเกินนี้ ควรจะมีการกระจายที่เหมือนกัน มีปริมาตรส่วนเกินเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาตรคอนกรีตส่วนที่สามารถคำนวณได้จากแบบเท่ากัน

จากตารางที่ 4.3 พิจารณาข้อมูลความยาวของคอนกรีตที่เกินจากระดับหัวเข็ม (Over cutoff) จากโครงการ ก จะเห็นว่ามีค่าที่ต่างกันมาก มีค่าเฉลี่ย 2.55 เมตร ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.997 เมตร นั้นแสดงว่าการสั่งซื้อคอนกรีตในเที่ยวสุดท้ายนี้เกิดการผิดพลาด ซึ่งนำมาซึ่งความสูญเสียได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มาพิจารณาปรับปรุงวิธีการสั่งคอนกรีตใหม่ เพื่อควบคุมปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินนี้โดยวิธีคำนวนหาความหนาดินที่เกาะติดปลอกเหล็กขึ้นมาจากโครงการ ข เพราะถ้าทราบปริมาณคอนกรีตที่ต้องไปแทนที่ดินส่วนนี้ และทราบความยาว Cut off จากแบบที่กำหนดให้แล้ว จะสามารถคำนวณหาปริมาณการสั่งคอนกรีตครั้งสุดท้ายดังมีรายละเอียดดังนี้

<u>การนำผลการปรับปรุงการสั่งคอนกรีตครั้งสุดท้ายมาใช้ในโครงการ ข.</u>

โครงการ ข. เป็นโครงการทำเสาเข็มเจาะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.00 เมตร จำนวน 97 ต้น ระดับปลายเข็มอยู่ที่ระดับ -55.00 เมตร จากผิวดิน และใช้ปลอกเหล็กยาว 15.00 เมตร

จากข้อมูลในตารางที่ 4.4 สามารถคำนวนคอนกรีตส่วนเกิน (Over break) ได้ตามวิธีที่กล่าวมาแล้วจากโครงการ ก.

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลการใช้คอนกรีตของโครงการ ข.

DATE	PILE No.	DIA. (m)	PILE TIP DESIGN (m)	PILE TIP ACTUAL (m)	TOP CASING LEVEL (m)	CUT-OFF LEVEL (m)	PILE-TOP LEVEL (m)	CONCRETE THEO. (Cum.)	CONCRETE ACTUAL (Cum.)	O.BREAK Vw (Cum.)	O.BREAK Vw %
21-Nov-95	16	1.0	-55.00	-55.22	0.58	-10.45	-9.00	34.99	41.50	6.51	18.61%
22-Nov-95	74	1.0	-55.00	-55.76	0.04	-10.45	-9.00	34.99	42.80	7.81	22.32%
22-Nov-95	11	1.0	-55.00	-55.49	0.41	-10.45	-9.00	34.99	43.00	8.01	22.89%
22-Nov-95	18	1.0	-55.00	-55.21	0.49	-10.45	-8.70	34.99	42.00	7.01	20.04%
23-Nov-95	13	1.0	-55.00	-55.04	0.48	-10.45	-8.34	34.99	42.00	7.01	20.04%
23-Nov-95	71	1.0	-55.00	-55.32	0.58	0.00	2.45	43.20	50.00	6.80	15.75%
23-Nov-95	57	1.0	-55.00	-55.59	0.41	0.00	2.80	43.20	48.50	5.30	12.28%
24-Nov-95	1	1.0	-55.00	-55.44	0.46	-9.95	-8.00	35.38	42.50	7.12	20.12%
24-Nov-95	17	1.0	-55.00	-55.12	0.68	-10.45	-9.20	34.99	42.50	7.51	21.47%
25-Nov-95	75	1.0	-55.00	-55.24	0.56	-10.45	-8.90	34.99	41.80	6.81	19.46%
25-Nov-95	69	1.0	-55.00	-55.26	0.44	0.00	2.50	43.20	48.00	4.80	11.12%
25-Nov-95	21	1.0	-55.00	-55.41	0.59	-10.45	-8.60	34.99	42.50	7.51	21.47%
25-Nov-95	3	1.0	-55.00	-55.31	0.49	-9.55	-7.90	35.70	42.50	6.80	19.06%
25-Nov-95	55	1.0	-55.00	-55.31	0.39	0.00	3.00	43.20	50.00	6.80	15.75%
26-Nov-95	15	1.0	-55.00	-55.32	0.58	-10.45	-8.50	34.99	42.00	7.01	20.04%
26-Nov-95	77	1.0	-55.00	-55.51	0.39	-10.45	-9.20	34.99	41.50	6.51	18.61%
26-Nov-95	6	1.0	-55.00	-55.08	0.52	-10.35	-8.70	35.07	42.00	6.93	19.77%
27-Nov-95	29	1.0	-55.00	-55.24	0.46	-10.75	-8.80	34.75	42.50	7.75	22.29%
27-Nov-95	76	1.0	-55.00	-55.36	0.44	-10.45	-9.00	34.99	42.00	7.01	20.04%
27-Nov-95	70	1.0	-55.00	-55.26	0.54	-10.75	-9.10	34.75	42.00	7.25	20.85%
28-Nov-95	8	1.0	-55.00	-55.42	0.38	-10.45	-8.40	34.99	42.00	7.01	20.04%
28-Nov-95	2	1.0	-55.00	-55.20	0.60	-9.95	-8.20	35.38	42.50	7.12	20.12%
28-Nov-95	4	1.0	-55.00	-55.20	0.50	-10.35	-8.20	35.07	41.50	6.43	18.34%
29-Nov-95	14	1.0	-55.00	-55.33	0.37	-10.45	-8.40	34.99	40.00	5.01	14.32%
29-Nov-95	78	1.0	-55.00	-55.11	0.39	-10.45	-8.20	34.99	40.00	5.01	14.32%
29-Nov-95	44	1.0	-55.00	-55.47	0.33	-10.75	-8.40	34.75	40.00	5.25	15.10%
30-Nov-95	28	1.0	-55.00	-55.39	0.41	-10.75	-8.20	34.75	40.00	5.25	15.10%
30-Nov-95	73	1.0	-55.00	-55.36	0.54	-10.45	-9.00	34.99	40.00	5.01	14.32%
30-Nov-95	5	1.0	-55.00	-55.37	0.43	-10.35	-9.10	35.07	40.00	4.93	14.06%
01-Dec-95	10	1.0	-55.00	-55.10	0.35	-10.45	-7.90	34.99	40.00	5.01	14.32%
01-Dec-95	79	1.0	-55.00	-55.03	0.35	-10.45	-8.00	34.99	40.00	5.01	14.32%
01-Dec-95	56	1.0	-55.00	-54.80	0.62	-10.75	-8.20	34.75	40.00	5.25	15.10%
02-Dec-95	27	1.0	-55.00	-55.03	0.38	-10.75	-7.80	34.75	40.00	5.25	15.10%
02-Dec-95	72	1.0	-55.00	-54.95	0.49	-10.45	-8.00	34.99	40.00	5.01	14.32%
02-Dec-95	7	1.0	-55.00	-54.75	0.46	-10.35	-8.00	35.07	40.00	4.93	14.06%
02-Dec-95	12	1.0	-55.00	-55.06	0.49	-10.45	-8.20	34.99	40.00	5.01	14.32%
03-Dec-95	80	1.0	-55.00	-55.10	0.25	-10.45	-8.00	34.99	40.00	5.01	14.32%
03-Dec-95	59	1.0	-55.00	-54.85	0.65	0.00	2.10	43.20	50.00	6.80	15.75%
03-Dec-95	42	1.0	-55.00	-54.98	0.51	-10.75	-8.70	34.75	40.00	5.25	15.10%
03-Dec-95	82	1.0	-55.00	-55.12	0.24	-9.95	-8.50	35.38	40.00	4.62	13.05%
04-Dec-95	68	1.0	-55.00	-55.06	0.37	-12.90	-10.60	33.07	37.00	3.93	11.90%
04-Dec-95	26	1.0	-55.00	-55.18	0.41	-10.75	-8.00	34.75	40.00	5.25	15.10%
04-Dec-95	50	1.0	-55.00	-55.10	0.45	-10.75	-8.00	34.75	40.00	5.25	15.10%
06-Dec-95	58	1.0	-55.00	-55.29	0.51	-10.75	-8.80	34.75	40.00	5.25	15.10%
06-Dec-95	9	1.0	-55.00	-55.32	0.48	-10.45	-8.40	34.99	40.00	5.01	14.32%
06-Dec-95	81	1.0	-55.00	-55.30	0.50	-10.45	-8.50	34.99	41.50	6.51	18.61%
07-Dec-95	60	1.0	-55.00	-55.26	0.54	-12.90	-11.20	33.07	36.50	3.43	10.39%
07-Dec-95	31	1.0	-55.00	-55.26	0.54	-10.75	-9.00	34.75	40.00	5.25	15.10%
07-Dec-95	83	1.0	-55.00	-55.47	0.33	-9.95	-7.80	35.38	40.00	4.62	13.05%
08-Dec-95	45	1.0	-55.00	-55.89	0.61	-10.75	-8.50	34.75	40.00	5.25	15.10%
08-Dec-95	25	1.0	-55.00	-55.46	0.54	-10.75	-9.00	34.75	40.00	5.25	15.10%
08-Dec-95	67	1.0	-55.00	-55.11	0.39	-12.90	-10.80	33.07	40.00	6.93	20.97%
09-Dec-95	30	1.0	-55.00	-55.16	0.54	-10.75	-8.50	34.75	40.00	5.25	15.10%
09-Dec-95	37	1.0	-55.00	-55.54	0.46	-10.75	-8.70	34.75	40.00	5.25	15.10%
09-Dec-95	54	1.0	-55.00	-55.22	0.38	-12.90	-11.50	33.07	38.00	4.93	14.92%
09-Dec-95	32	1.0	-55.00	-55.37	0.53	-10.75	-10.75	34.75	41.50	6.75	19.41%

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลการใช้คอนกรีตของโครงการ ข. (ต่อ)

DATE	PILE No.	DIA. (m)	PILE TIP DESIGN (m)	PILE TIP ACTUAL (m)	TOP CASING LEVEL (m)	CUT-OFF LEVEL (m)	PILE-TOP LEVEL (m)	CONCRETE THEO. (Cum.)	CONCRETE ACTUAL (Cum.)	CONCRETE O.BREAK Vw (Cum.)	CONCRETE O.BREAK Vw %
10-Dec-95	66	1.0	-55.00	-55.62	0.28	-12.90	-11.20	33.07	40.00	6.93	20.97%
10-Dec-95	91	1.0	-55.00	-55.15	0.35	-9.95	-8.50	35.38	41.50	6.12	17.29%
10-Dec-95	24	1.0	-55.00	-55.35	0.35	-10.75	-8.70	34.75	40.00	5.25	15.10%
11-Dec-95	61	1.0	-55.00	-55.39	0.51	-12.90	-11.30	33.07	36.50	3.43	10.39%
11-Dec-95	85	1.0	-55.00	-55.23	0.37	-10.35	-8.50	35.07	40.00	4.93	14.06%
11-Dec-95	39	1.0	-55.00	-55.28	0.42	-10.75	-8.50	34.75	41.50	6.75	19.41%
11-Dec-95	46	1.0	-55.00	-55.34	0.56	-12.90	-11.30	33.07	39.50	6.43	19.46%
12-Dec-95	23	1.0	-55.00	-55.16	0.54	-10.75	-8.50	34.75	40.00	5.25	15.10%
12-Dec-95	43	1.0	-55.00	-55.35	0.55	-10.75	-8.80	34.75	42.50	7.75	22.29%
12-Dec-95	65	1.0	-55.00	-55.37	0.33	-10.75	-8.60	34.75	40.00	5.25	15.10%
13-Dec-95	53	1.0	-55.00	-55.43	0.47	-12.90	-11.20	33.07	37.00	3.93	11.90%
13-Dec-95	33	1.0	-55.00	55.22	0.38	-10.75	-10.75	34.75	40.00	5.25	15.10%
13-Dec-95	88	1.0	-55.00	-55.36	0.34	-10.35	-8.80	35.07	41.00	5.93	16.92%
14-Dec-95	38	1.0	-55.00	-55.41	0.39	-10.75	-8.60	34.75	40.00	5.25	15.10%
14-Dec-95	20	1.0	-55.00	-55.38	0.52	-10.45	-8.30	34.99	40.00	5.01	14.32%
14-Dec-95	92	1.0	-55.00	-55.61	0.39	-9.95	-8.20	35.38	40.00	4.62	13.05%
15-Dec-95	64	1.0	-55.00	-55.19	0.51	-12.90	-11.90	33.07	35.00	1.93	5.85%
15-Dec-95	41	1.0	-55.00	-55.35	0.35	-10.75	-8.50	34.75	40.00	5.25	15.10%
15-Dec-95	86	1.0	-55.00	-55.63	0.37	-10.35	-8.40	35.07	40.00	4.93	14.06%
16-Dec-95	62	1.0	-55.00	-55.22	0.48	-12.90	-10.80	33.07	38.00	4.93	14.92%
16-Dec-95	35	1.0	-55.00	-55.39	0.51	-10.75	-8.30	34.75	40.00	5.25	15.10%
16-Dec-95	97	1.0	-55.00	-55.38	0.62	-9.95	-8.20	35.38	47.50	12.12	34.25%
17-Dec-95	89	1.0	-55.00	-55.38	0.42	-9.95	-7.50	35.38	40.00	4.62	13.05%
17-Dec-95	47	1.0	-55.00	-55.16	0.44	-12.90	-11.50	33.07	35.00	1.93	5.85%
17-Dec-95	19	1.0	-55.00	-55.42	0.58	-10.45	-8.50	34.99	40.00	5.01	14.32%
17-Dec-95	49	1.0	-55.00	-55.55	0.45	-12.90	-11.00	33.07	37.50	4.43	13.41%
18-Dec-95	87	1.0	-55.00	-55.25	0.55	-10.35	-8.30	35.07	40.00	4.93	14.06%
18-Dec-95	94	1.0	-55.00	-55.38	0.42	-9.95	-7.60	35.38	40.00	4.62	13.05%
18-Dec-95	34	1.0	-55.00	-55.61	0.39	-10.75	-8.80	34.75	39.00	4.25	12.22%
19-Dec-95	96	1.0	-55.00	-55.33	0.63	-9.95	-8.30	35.38	40.00	4.62	13.05%
19-Dec-95	63	1.0	-55.00	-55.41	0.49	-12.90	-11.00	33.07	37.00	3.93	11.90%
20-Dec-95	36	1.0	-55.00	-55.35	0.35	-10.75	-8.40	34.75	40.00	5.25	15.10%
20-Dec-95	48	1.0	-55.00	-55.55	0.25	-12.90	-11.00	33.07	37.50	4.43	13.41%
20-Dec-95	22	1.0	-55.00	-55.49	0.51	-10.45	-8.20	34.99	40.00	5.01	14.32%
21-Dec-95	84	1.0	-55.00	-55.71	0.29	-9.95	-8.20	35.38	40.00	4.62	13.05%
21-Dec-95	51	1.0	-55.00	-55.46	0.54	-10.75	-8.70	34.75	39.50	4.75	13.66%
22-Dec-95	40	1.0	-55.00	-55.36	0.24	-10.75	-9.00	34.75	40.00	5.25	15.10%
22-Dec-95	95	1.0	-55.00	-55.02	0.58	-9.95	-7.40	35.38	40.00	4.62	13.05%
22-Dec-95	93	1.0	-55.00	-55.16	0.84	-9.95	-7.40	35.38	40.00	4.62	13.05%
23-Dec-95	52	1.0	-55.00	-55.34	0.36	-12.90	-11.00	33.07	35.00	1.93	5.85%
24-Dec-95	90	1.0	-55.00	-55.03	0.57	-9.95	-7.40	35.38	40.00	4.62	13.05%
								SUM 3406.15	SUM 3942.6	SUM 536.45	AVG 15.74%
				Avg	0.457		-8.326			5.53	15.74%
				SD	0.114		2.7659			1.398	3.92%

การคำนวนหาความหนาดินที่เกาะปลอกเหล็ก จำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพิ่ม คือระดับคอนกรีตก่อน และหลังการถอนปลอกเหล็ก

จากข้อมูลระดับบนของปลอกเหล็กที่กดลงไปในดิน (Top casing level), ระดับของคอนกรีตก่อน (before extract) และหลังการถอนปลอกเหล็ก (after extract) สามารถคำนวณหาความหนาของดินที่เกาะปลอกเหล็กขึ้นมาได้ดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.1

<u>ตัวอย่างการคำนวณหาความหนาดินที่เกาะติดปลอกเหล็ก</u>

จากข้อมูลเข็มต้นที่ 11

ระดับปลายของปลอกเหล็ก = ระดับบนของปลอกเหล็ก - ความยาวของปลอกเหล็ก

ความยาวปลอกเหล็ก = 15.00 เมตร

ระดับของปลอกเหล็ก (Top Casing Level) = +0.41 เมตร

$\therefore$ ระดับปลายปลอกเหล็ก (Bott casing Level) = +0.41-15.00 = 14.59 เมตร

L_1 = ระดับคอนกรีตก่อนถอนปลอก - ระดับปลายเหล็กปลอก

(Conc level before extract case) (Bott casing level)

L_1 = -7.59 - (-13.59) = 6.00 เมตร

L_2 = ระดับคอนกรีตหลังถอนปลอก (Conc. level after extract case)

- ระดับปลายปลอกเหล็ก (Bott. casing level)

L_2 = -9.00 - (-14.59) = 5.59 เมตร

ระดับคอนกรีตที่ยุบตัวลงไป (Conc. settlement) = 7.00 - 5.59 = 1.41 เมตร

ปริมาณคอนกรีตก่อนถอนปลอกเหล็ก = ปริมาตรคอนกรีตหลังถอนปลอกเหล็ก

$L1(\pi d1^2)/4 = L2(\pi d2^2)/4$

d_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในปลอกเหล็ก = 1.03

d_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางของคอนกรีตที่ยุบตัวลงไป

d_2 = 1.1526

จากการเก็บข้อมูลเข็มเจาะจำนวน 20 ต้นจากโครงการ ข จากตารางที่ 4.3จะได้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของคอนกรีตที่ยุบตัวลง = 1.1431 เมตร

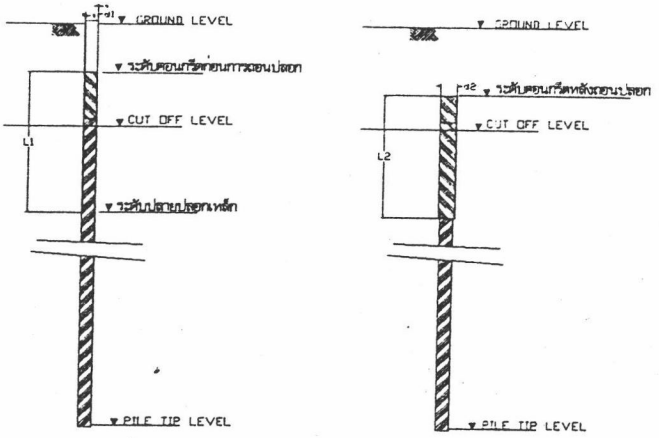
ด้วยค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ย = 0.0079 เมตร

เมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (d1) = 1.03 เมตร

ความหนาของปลอกเหล็ก (t) = 12 มิลลิเตร

ตารางที่ 4.5 ผลการคำนวนหาความหนาของดินที่เกาะติดปลอกเหล็ก

Pile No.	Pile cut off level	Top casing level	Bott. casing	Concrete level		คอนกรีตยุบตัว	L1	L2	d1	d2	ความหนาดินที่เกาะติดปลอกเหล็ก
				Before	After						
				Extract casing		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
11	-10.45	0.41	-14.59	-7.59	-9.00	1.41	7.00	5.59	1.03	1.1526	0.0493
18	-10.45	0.49	-14.51	-7.21	-8.70	1.49	7.30	5.81	1.03	1.1545	0.0503
1	-9.95	0.46	-14.54	-6.54	-8.00	1.46	8.00	6.54	1.03	1.1392	0.0426
75	-10.45	0.56	-14.44	-7.44	-8.90	1.46	7.00	5.54	1.03	1.1578	0.0519
21	-10.45	0.59	-14.41	-7.81	-8.60	0.99	6.80	5.81	1.03	1.1143	0.0302
15	-10.45	0.58	-14.42	-7.02	-8.50	1.48	7.40	5.92	1.03	1.1516	0.0488
77	-10.45	0.39	-14.61	-7.81	-9.20	1.39	6.80	5.41	1.03	1.1548	0.0504
39	-10.75	0.42	-14.58	-7.48	-8.50	1.02	7.10	6.08	1.03	1.1130	0.0295
70	-10.75	0.54	-14.46	-7.66	-9.10	1.44	6.80	5.36	1.03	1.1601	0.0531
8	-10.45	0.38	-14.62	-6.92	-8.40	1.48	7.70	6.22	1.03	1.1460	0.0460
4	-10.35	0.50	-14.50	-7.20	-8.20	1.00	7.30	6.30	1.03	1.1087	0.0274
14	-10.45	0.37	-14.63	-6.93	-8.40	1.47	7.70	6.23	1.03	1.1451	0.0455
78	-10.45	0.39	-14.61	-6.61	-8.20	1.59	8.00	6.41	1.03	1.1507	0.0483
44	-10.75	0.33	-14.67	-7.17	-8.40	1.23	7.50	6.27	1.03	1.1265	0.0363
5	-10.35	0.43	-14.57	-7.57	-9.10	1.53	7.00	5.47	1.03	1.1652	0.0556
10	-10.45	0.35	-14.65	-6.45	-7.90	1.45	8.20	6.75	1.03	1.1353	0.0406
27	-10.75	0.38	-14.62	-6.12	-7.80	1.68	8.50	6.82	1.03	1.1499	0.0479
72	-10.45	0.49	-14.51	-6.51	-8.00	1.49	8.00	6.51	1.03	1.1418	0.0439
7	-10.35	0.46	-14.54	-6.54	-8.00	1.46	8.00	6.54	1.03	1.1392	0.0426
42	-10.75	0.51	-14.49	-7.19	-8.70	1.51	7.30	5.79	1.03	1.1565	0.0513
AVG	-10.49	0.45	-14.55	-7.08	-8.48	1.40	7.47	6.07	1.03	1.1431	0.0446
MAX	-9.95	0.59	-14.41	-6.12	-7.80	1.68	8.50	6.82	1.03	1.1652	0.0556
MIN	-10.75	0.33	-14.67	-7.81	-9.20	0.99	6.80	5.36	1.03	1.1087	0.0274
SD	0.1878	0.0764	0.0764	0.4738	0.4190	0.1863	0.5031	0.4452	0.0000	0.0158	0.0079



รูป ข.แสดงหน้าตัดเสาเข็มก่อนการถอนปลอก รูป ค. แสดงหน้าตัดเสาเข็มหลังการถอนปลอก

รูปที่ 4.1 ภาพประกอบการคำนวนหาความหนาดินที่เกาะติดปลอกเหล็ก

∴ ความหนาของดินที่เกาะปลอกเหล็ก = (d2 - d1 - 2t) / 2

= (1.1431- 1.03 - 0.012 × 2)/2

= 0.0446 เมตร

ด้วยความเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.0079 เมตร

W3 = L2*π*((d2)^2-(d^2))/4.....สมการที่ 4.2

เมื่อ doคือ เส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มตามแบบกำหนด

d2 = d1+0.012*2+0.0446*2

L2 = ระดับคอนกรีตที่เทจริงหลังการถอนปลอก (Pile top level)

ลบด้วย ระดับปลายปลอกเหล็ก (Bott. casing level)

W3 = คอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากปลอกเหล็กและดินที่ติดขึ้นมา

(casing vol.)

d2 = เส้นผ่าศูนย์กลางของคอนกรีตที่ยุบตัวลง

d1 = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของเหล็กปลอก

do = เส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มที่ต้องการ

ตัวอย่างการคำนวนหาปริมาณคอนกรีตส่วนเกินโครงการ ข.

จากตารางที่ 4.6 ข้อมูลเข็มต้นที่ 60

overdrill vol. และ over cutoff vol. คำนวนได้ดังตัวอย่างที่กล่าวมาแล้วสำหรับโครงการ ก.

casing vol. (W3) = L2*π(d2^2)-(d^2))/4

d2 = 1.03+0.012*2+0.0446*2 = 1.143

d = 1.00 เมตร

L2 = Pile top level-ระดับปลายปลอกเหล็ก (Bott. casing level)

Bott. casing level = ระดับบนของปลอกเหล็ก (Top casing level) - ความยาวปลอกเหล็ก

= 0.54-15.00 = -14.46 เมตร

L2 = -11.20-(-14.46) = 3.26 เมตร

W3 = 3.26*π(1.143^2)-(1.00^2)/4

Casing vol. (W3) = 0.785 ลบ.เมตร

คิดเป็นร้อยละการสูญเสีย = (0.785/33.07)*100 = 2.37

∴ คอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากความขรุขระของผนังผิวดินใต้ปลอกเหล็ก W4 (other) = Vw-W1-W2-W3

= 6.51-0.17-1.14-1.3 = 3.90 ลบ.เมตร

Vw = Actual Vol. - Theo Vol.

= 36.50 - 33.07 = 3.43 ลบ.เมตร

W1 และ W2 คำนวณได้ในทำนองเดียวกับโครงการ ก.

∴ W4 = 3.43 - 0.20 - 1.30 - 0.78 = 1.11 ลบ.เมตร

คิดเป็นร้อยละการสูญเสีย = (1.11/33.07)*100 = 3.36

สรุป ปริมาตรส่วนเกิน W3 จะมีความสัมพันธ์กับความยาวของเสาเข็มที่เกินระดับหัวเข็มที่ต้องการ (W2) คือถ้าเสาเข็มที่เกินระดับหัวเข็มที่ต้องการยาวขึ้นปริมาตรส่วนเกิน W3 ก็จะเพิ่มขึ้น ความหนาของดินที่เกาะติดกับปลอกเหล็กสามารถคำนวนได้จากข้อมูลของระดับคอนกรีตที่เทในหลุมจนแล้วเสร็จก่อนและหลังถอนปลอกเหล็กขึ้นมาดัง

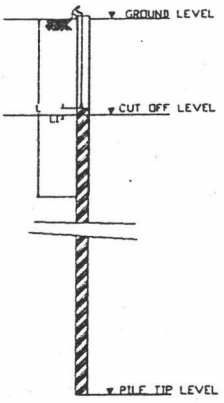
ตารางที่ 4.4 จะทำให้ทราบความหนาของดินที่เกาะติดกับปลอกเหล็กขณะถอนขึ้นมาเฉลี่ย 4.46 ซม. ที่ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.79 ซม

เมื่อทราบความหนาดินแล้ว สามารถคำนวนหาคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากปริมาณคอนกรีตส่วนเกินที่แทนที่ปลอกเหล็ก และดินที่เกาะติดปลอกเหล็กได้

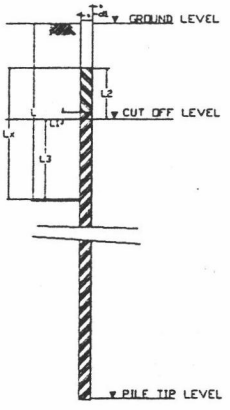
ตารางที่ 4.6 ผลการคำนวนปริมาณคอนกรีตส่วนเกินของโครงการ ข.

DATE	PILE No.	Pile Tip ACTUAL (m)	TOP CASING LEVEL (m)	CUT-OFF LEVEL (m)	PILE-TOP LEVEL (m)	Vnet THEO. (Cum.)	OVERBREAK (Vw)									
							OVER DRILL (W1)			OVER CUTOFF(W2)			CASING (W3		OTHER (W4)	
							D (m)	VOL.	Waste %	Le	VOL.	Waste %	VOL.	%	Waste	%
07-Dec-95	60	-55.26	0.54	-12.90	-11.20	33.07	0.26	0.20	0.62%	1.70	1.34	4.04%	0.78	2.37%	1.11	3.36%
07-Dec-95	31	-55.26	0.54	-10.75	-9.00	34.75	0.26	0.20	0.59%	1.75	1.37	3.95%	1.31	3.78%	2.35	6.77%
07-Dec-95	83	-55.47	0.33	-9.95	-7.80	35.38	0.47	0.37	1.04%	2.15	1.69	4.77%	1.65	4.67%	0.91	2.56%
08-Dec-95	45	-55.89	0.61	-10.75	-8.50	34.75	0.89	0.70	2.01%	2.25	1.77	5.08%	1.42	4.08%	1.36	3.92%
08-Dec-95	25	-55.46	0.54	-10.75	-9.00	34.75	0.46	0.36	1.04%	1.75	1.37	3.95%	1.31	3.78%	2.20	6.32%
08-Dec-95	67	-55.11	0.39	-12.90	-10.80	33.07	0.11	0.09	0.26%	2.10	1.65	4.99%	0.92	2.77%	4.28	12.95%
09-Dec-95	30	-55.16	0.54	-10.75	-8.50	34.75	0.16	0.13	0.36%	2.25	1.77	5.08%	1.43	4.13%	1.92	5.52%
09-Dec-95	37	-55.54	0.46	-10.75	-8.70	34.75	0.54	0.42	1.22%	2.05	1.61	4.63%	1.41	4.04%	1.81	5.20%
09-Dec-95	54	-55.22	0.38	-12.90	-11.50	33.07	0.22	0.17	0.52%	1.40	1.10	3.33%	0.75	2.27%	2.91	8.81%
10-Dec-95	66	-55.62	0.28	-12.90	-11.20	33.07	0.62	0.49	1.47%	1.70	1.34	4.04%	0.85	2.56%	4.27	12.90%
10-Dec-95	91	-55.15	0.35	-9.95	-8.50	35.38	0.15	0.12	0.33%	1.45	1.14	3.22%	1.48	4.18%	3.38	9.56%
10-Dec-95	24	-55.35	0.35	-10.75	-8.70	34.75	0.35	0.27	0.79%	2.05	1.61	4.63%	1.43	4.12%	1.93	5.55%
11-Dec-95	61	-55.39	0.51	-12.90	-11.30	33.07	0.39	0.31	0.93%	1.60	1.26	3.80%	0.77	2.32%	1.10	3.34%
11-Dec-95	85	-55.23	0.37	-10.35	-8.50	35.07	0.23	0.18	0.52%	1.85	1.45	4.14%	1.48	4.21%	1.82	5.20%
11-Dec-95	39	-55.28	0.42	-10.75	-8.50	34.75	0.28	0.22	0.63%	2.25	1.77	5.08%	1.46	4.21%	3.30	9.48%
11-Dec-95	46	-55.34	0.56	-12.90	-11.30	33.07	0.34	0.27	0.81%	1.60	1.26	3.80%	0.76	2.29%	4.16	12.57%
12-Dec-95	23	-55.16	0.54	-10.75	-8.50	34.75	0.16	0.13	0.36%	2.25	1.77	5.08%	1.43	4.13%	1.92	5.52%
12-Dec-95	43	-55.35	0.55	-10.75	-8.80	34.75	0.35	0.27	0.79%	1.95	1.53	4.41%	1.36	3.91%	4.58	13.18%
12-Dec-95	65	-55.37	0.33	-10.75	-8.60	34.75	0.37	0.29	0.84%	2.15	1.69	4.86%	1.46	4.20%	1.81	5.20%
13-Dec-95	53	-55.43	0.47	-12.90	-11.20	33.07	0.43	0.34	1.02%	1.70	1.34	4.04%	0.80	2.42%	1.46	4.42%
13-Dec-95	88	-55.36	0.34	-10.35	-8.80	35.07	0.36	0.28	0.81%	1.55	1.22	3.47%	1.41	4.02%	3.02	8.62%
14-Dec-95	38	-55.41	0.39	-10.75	-8.60	34.75	0.41	0.32	0.93%	2.15	1.69	4.86%	1.45	4.16%	1.79	5.15%
14-Dec-95	20	-55.38	0.52	-10.45	-8.30	34.99	0.38	0.30	0.85%	2.15	1.69	4.83%	1.49	4.25%	1.54	4.39%
14-Dec-95	92	-55.61	0.39	-9.95	-8.20	35.38	0.61	0.48	1.35%	1.75	1.37	3.88%	1.54	4.36%	1.22	3.45%
15-Dec-95	41	-55.35	0.35	-10.75	-8.50	34.75	0.35	0.27	0.79%	2.25	1.77	5.08%	1.48	4.26%	1.72	4.96%
15-Dec-95	86	-55.63	0.37	-10.35	-8.40	35.07	0.63	0.49	1.41%	1.95	1.53	4.37%	1.50	4.28%	1.41	4.01%
16-Dec-95	62	-55.22	0.48	-12.90	-10.80	33.07	0.22	0.17	0.52%	2.10	1.65	4.99%	0.90	2.71%	2.22	6.71%
16-Dec-95	35	-55.39	0.51	-10.75	-8.30	34.75	0.39	0.31	0.88%	2.45	1.92	5.54%	1.49	4.29%	1.53	4.39%
16-Dec-95	97	-55.38	0.62	-9.95	-8.20	35.38	0.38	0.30	0.84%	1.75	1.37	3.88%	1.49	4.20%	8.96	25.32%
17-Dec-95	89	-55.38	0.42	-9.95	-7.50	35.38	0.38	0.30	0.84%	2.45	1.92	5.44%	1.70	4.82%	0.69	1.95%
17-Dec-95	47	-55.16	0.44	-12.90	-11.50	33.07	0.16	0.13	0.38%	1.40	1.10	3.33%	0.74	2.23%	-0.03	-0.08%
17-Dec-95	19	-55.42	0.58	-10.45	-8.50	34.99	0.42	0.33	0.94%	1.95	1.53	4.38%	1.42	4.07%	1.72	4.93%
17-Dec-95	49	-55.55	0.45	-12.90	-11.00	33.07	0.55	0.43	1.31%	1.90	1.49	4.51%	0.85	2.58%	1.66	5.01%
18-Dec-95	87	-55.25	0.55	-10.35	-8.30	35.07	0.25	0.20	0.56%	2.05	1.61	4.59%	1.48	4.22%	1.65	4.69%
18-Dec-95	94	-55.38	0.42	-9.95	-7.60	35.38	0.38	0.30	0.84%	2.35	1.85	5.22%	1.68	4.75%	0.79	2.24%
18-Dec-95	34	-55.61	0.39	-10.75	-8.80	34.75	0.61	0.48	1.38%	1.95	1.53	4.41%	1.40	4.02%	0.84	2.41%
19-Dec-95	96	-55.33	0.63	-9.95	-8.30	35.38	0.33	0.26	0.73%	1.65	1.30	3.66%	1.46	4.13%	1.60	4.53%
19-Dec-95	63	-55.41	0.49	-12.90	-11.00	33.07	0.41	0.32	0.97%	1.90	1.49	4.51%	0.84	2.55%	1.28	3.86%
20-Dec-95	36	-55.35	0.35	-10.75	-8.40	34.75	0.35	0.27	0.79%	2.35	1.85	5.31%	1.50	4.33%	1.62	4.67%
20-Dec-95	48	-55.55	0.25	-12.90	-11.00	33.07	0.55	0.43	1.31%	1.90	1.49	4.51%	0.90	2.73%	1.61	4.86%
20-Dec-95	22	-55.49	0.51	-10.45	-8.20	34.99	0.49	0.38	1.10%	2.25	1.77	5.05%	1.51	4.33%	1.34	3.84%
21-Dec-95	84	-55.71	0.29	-9.95	-8.20	35.38	0.71	0.56	1.58%	1.75	1.37	3.88%	1.57	4.43%	1.12	3.16%
21-Dec-95	51	-55.46	0.54	-10.75	-8.70	34.75	0.46	0.36	1.04%	2.05	1.61	4.63%	1.39	3.99%	1.39	4.00%
22-Dec-95	40	-55.36	0.24	-10.75	-9.00	34.75	0.36	0.28	0.81%	1.75	1.37	3.95%	1.39	3.99%	2.20	6.34%
22-Dec-95	95	-55.02	0.58	-9.95	-7.40	35.38	0.02	0.02	0.04%	2.55	2.00	5.66%	1.69	4.78%	0.91	2.57%
22-Dec-95	93	-55.16	0.84	-9.95	-7.40	35.38	0.16	0.13	0.36%	2.55	2.00	5.66%	1.63	4.60%	0.86	2.44%
23-Dec-95	52	-55.34	0.36	-12.90	-11.00	33.07	0.34	0.27	0.81%	1.90	1.49	4.51%	0.88	2.65%	-0.70	-2.12%
24-Dec-95	90	-55.03	0.57	-9.95	-7.40	35.38	0.03	0.02	0.07%	2.55	2.00	5.66%	1.69	4.78%	0.90	2.54%
						SUM			AVG			AVG		AVG		AVG
						1655.11			0.84%			4.52%		3.77%		5.65%
		Avg	0.457		-9.113		0.369	0.29	0.84%	1.9844	1.5585	4.52%	1.307	3.77%	1.946	5.65%
		SD	0.116		1.2971		0.172	0.135	0.39%	0.3037	0.2385	0.65%	0.308	0.81%	1.467	4.24%

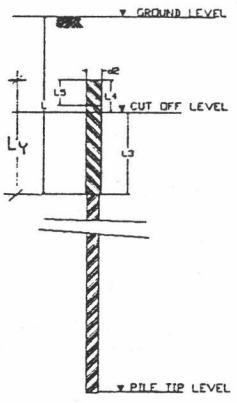
<u>วิธีคำนวณหาปริมาณการสั่งคอนกรีตครั้งสุดท้าย</u>



รูป ก.วัดความลึกก่อนสั่งคอนกรีต



รูป ข.แสดงหน้าตัดเสาเข็มก่อนการถอนปลอก



รูป ค. แสดงหน้าตัดเสาเข็มหลังการถอนปลอก

รูปที่ 4.2 ขั้นตอนประกอบการคำนวณหาปริมาณการสั่งคอนกรีตครั้งสุดท้าย

จากรูปที่ 4.2 กำหนดให้ความลึกของปลอกเหล็กที่ผังลงไปในดิน = L และจากการวัดสามารถคำนวณหาระยะระดับความลึกของคอนกรีตถึงระดับหัวเข็ม (cutoff) ได้ = L1 และระยะจากระดับคอนกรีตที่หล่อเสร็จหลังจากถอนปลอกเหล็กออกแล้วถึงระดับ cutoff = L4 แสดงสมการปริมาตรคอนกรีตได้ดังนี้

ปริมาตรคอนกรีตก่อนถอนปลอกเหล็ก = ปริมาตรคอนกรีตหลังถอนปลอกเหล็ก

$$(\pi d1^2 * Lx)/4 = (\pi d2^2 * Ly)/4$$

$$Lx = (d2/d1)^2 * Ly$$

$$Ly = L3+L4$$

$$Lx = L3+L2$$

$$L3+L2 = (d2/d1)^2 * (L3+L4)$$

L4 = 2.00 เมตร (จากเอกสาร วิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ปี 2534 ได้รายงานว่า ในทางปฏิบัติจะหล่อคอนกรีตให้สูงกว่าระดับหัวเข็มที่ต้องการประมาณ 1 - 2 เมตร)

$$L2 = (d2/d1)^2*(L3+2)-L3$$

เมื่อ T = ความหนาของปลอกเหล็ก + ความหนาดินที่เกาะติดปลอกเหล็กขึ้นมา

= 0.012+0.0446 = 0.0566 m.

d2 = d1+2T

d1 = เส้นผ่าศูนย์ภายในปลอกเหล็ก

L1 = ระยะจากระดับcutoff ถึงระดับ คอนกรีตที่วัดได้ก่อนการสั่งคอนกรีตครั้งสุดท้าย

L2 = ระยะจากระดับคอนกรีตก่อนการถอนปลอก ถึงระดับ cutoff

L3 = ระยะจากระดับปลาย casing ถึงระดับ cutoff

L4 = ระยะจากระดับคอนกรีตหลังการถอนปลอก ถึงระดับ cutoff

∴ ปริมาตรคอนกรีตที่เหลือสำหรับการเทคอนกรีตครั้งสุดท้าย

$= (\pi d1^2*(L2-L1))/4$

เมื่อความผิดพลาดเนื่องจากการวัดด้วยลูกดิ่ง $= (\pi d1^2*(0.2))/4$

ดังนั้นปริมาตรคอนกรีตที่สั่งเพื่อการเทคอนกรีตครั้งสุดท้าย

$= (\pi d1^2*(L2-L1))/4+ (\pi d1^2*(0.2))/4$

ซึ่งคอนกรีตส่วนนี้คือคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากคอนกรีตเผื่อเพื่อคุณภาพรวมกับคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากการแทนที่ปลอกเหล็ก

จากสมการข้างต้นถ้าใช้ข้อมูลเสาเข็มเลขที่ 75 จากโครงการ ก.(ตารางที่ 4.3) แล้วคำนวณหาปริมาณการสั่งคอนกรีตครั้งสุดท้ายได้ดังนี้

d1 = 1.23

d2 = 1.23+(2*0.0566)

d2 = 1.343 m.

L4 = 2.0 m.

L2 = (d2/d1)^2*(L3+2.0)-L3

สมมติให้ระดับคอนกรีตก่อนสั่ง = -7.00 m.

L1 = -7.00-(-7.95)

= 0.95 m.

L3 = -7.95-(-15.35)

= 7.40 m.

L2 = (1.3424/1.23)^2*(7.40+2.00)-7.4

= 3.796 m.

ปริมาณคอนกรีตที่ต้องสั่ง = (3.14459(1.23)^2*(3.796-0.95+0.2))/4

= 3.62 ลูกบาศก์เมตร = 4.00 ลูกบาศก์เมตร

ซึ่งถ้าคำนวณปริมาณคอนกรีตส่วนเกินเผื่อเพื่อคุณภาพและปริมาณคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากการแทนที่ปลอกเหล็กด้วยวิธีการคำนวณปริมาณการสั่งคอนกรีตวิธีนี้จะได้ปริมาณคอนกรีตส่วนเกินดังนี้

ปริมาณคอนกรีตส่วนเกินเหนือระดับ cutoff (W2)

= (πd0^2*(L4))/4+(πd1^2)*0.2/4.....สมการที่ 4.3

เมื่อ L4 = 2.0 m.

d0 = เส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มตามแบบก่อสร้าง

d0 = 1.20 m.

d1 = 1.23 m.

ปริมาณคอนกรีตส่วนเกินเหนือระดับ cutoff = 2.262+0.238

= 2.50 ลบ.เมตร

เมื่อนำปริมาณคอนกรีตส่วนเกินนี้ (2.50 ลบ.เมตร) มาเปรียบเทียบกับปริมาณคอนกรีตส่วนเกินโดยวิธีเดิมซึ่งมีค่า = 3.34 ลบ.เมตร (จากตารางที่ 4.3 Pile no. 75)ซึ่งลดปริมาณส่วนเกินไปได้ = 0.84 ลูกบาศเมตร คิดเป็นร้อยละ 33.6 หรือ ร้อยละ 1.53 เมื่อเทียบกับปริมาณคอนกรีตที่คำนวนได้จากแบบ (Concrete Theq.) นอกจากนั้นวิธีการนี้จะทำให้สามารถลดค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานปริมาณคอนกรีตส่วนเกินของปริมาณที่เผื่อเพื่อการควบคุมคุณภาพ และปริมาณคอนกรีตส่วนเกินของปริมาณที่แทนที่ปลอกเหล็ก (Casing) ได้เมื่อนำวิธีการนี้ไปใช้ในการปรับปรุงสำหรับโครงการต่อไป (โครงการ ข.)

จากหลักการวิธีการคำนวนหาปริมาณการสั่งคอนกรีตครั้งสุดท้าย จึงนำมาปรับปรุงและเสนอแนะวิธีการสั่งคอนกรีตในโครงการ ข. ดังรายละเอียดต่อไปนี้

จากตารางที่ 4.5 เป็นตารางข้อมูลคอนกรีตของโครงการ ข. พิจารณาที่ความยาวส่วนเกินระดับหัวเข็มที่ต้องการ (Over cutoff) จะเห็นว่าการควบคุมปริมาณการสั่งคอนกรีตครั้งสุดท้าย สามารถควบคุมให้ความยาวของเสาเข็มส่วนเกินนี้ให้มีความยาวเฉลี่ย = 1.9844 เมตร ซึ่งลดลงจากวิธีเดิม (โครงการ ก.) = 2.551-1.984 = 0.567 เมตร หรือสามารถลดปริมาณคอนกรีตลงได้ ดังรายละเอียดวิธีการคำนวนดังนี้

คอนกรีตที่ลดลงไป = π*d2^2/4*0.567

เมื่อ d2 = d1+2T

d1 = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในปลอกเหล็ก = 1.03 เมตร

T = ความหนาปลอกเหล็ก + ความหนาของดินที่เกาะปลอกเหล็กขึ้นมา = 0.0566 เมตร

d2 = 1.1432 เมตร

ดังนั้นคอนกรีตที่ลดลงไป = π*(1.1432)^2/4*0.567

= 0.582 ลบ.เมตร/ต้น

โครงการ ข. ซึ่งมีเสาเข็ม 48 ต้น ปริมาณคอนกรีตโดยตรงที่คำนวนได้จากแบบทั้งหมด = 1655.11 ลบ.เมตร

คอนกรีตที่ลดลงไป = 48*0.582*100/1655.11 = 1.69 %

สรุป จากวิธีการคำนวนปริมาณคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากการแทนที่ปริมาตรปลอกเหล็กรวมกับปริมาตรของดินที่เกาะปลอกเหล็กขึ้นมา (W3) และจากวิธีการคำนวนหาปริมาณการสั่งคอนกรีตครั้งสุดท้ายเพื่อลดต้นทุนคอนกรีตในโครงการตัวอย่าง ข. นี้ได้แสดงให้เห็นว่าสามารถลดความสูญเสียของปริมาณคอนกรีตส่วนเกินจากวิธีเดิมไปได้ 0.582 ลบ.เมตร ต่อ เสาเข็ม 1 ต้น คิดเป็นร้อยละ 1.69 เมื่อเทียบกับปริมาณคอนกรีต

ดังนั้นวิธีการคำนวนหาปริมาณคอนกรีตทั้ง 2 ส่วนนี้ และการใช้แบบจำลองเพื่อหาเวลาแล้วเสร็จของโครงการสำหรับคิดต้นทุนเครื่องจักรและแรงงานนั้น ก็จะนำไปใช้ในการประมาณราคาโครงการอย่างมีหลักการต่อไป

วิธีการประเมินราคาโครงการอย่างมีหลักการ

จากส่วนประกอบของโครงสร้างราคาต้นทุนของโครงการนั้น สามารถแยกประเภทเป็น 2 ประเภทคือ ประเภทแรก คือต้นทุนที่สามารถคำนวนได้อย่างมีหลักการ ได้แก่ วัตถุดิบทางตรง เช่น คอนกรีต และเหล็กเสริม และค่าแรงทางตรง อีกประเภทหนึ่ง คือต้นทุนที่ไม่สามารถคำนวนได้ ต้องอาศัยข้อมูลจากโครงการก่อนๆมาใช้ในการคำนวนหาต้นทุน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เช่นค่าวัตถุดิบทางอ้อม อันประกอบด้วย เบนโทไนท์ ค่าวัสดุสิ้นเปลือง ค่าสาธารณูปโภค ฯลฯ และเพื่อนำต้นทุนส่วนนี้มาใช้ในการประเมิณราคาโครงการ

1. การหาค่าแรงงานทางตรง

ต้นทุนส่วนนี้เป็นต้นทุนแปรผันซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาแล้วเสร็จของโครงการ ดังนั้นการปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนส่วนนี้ต้องไปควบคุมเวลาโครงการให้เหมาะสม และถ้าสามารถหาวิธีการที่จะทราบเวลาแล้วเสร็จของโครงการ จะทำให้สามารถวางแผน หรือประมาณการต้นทุนส่วนนี้ได้อย่างใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด และเพื่อที่จะหาเวลาของโครงการจึงได้มาพิจารณาขบวนการผลิตเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ จะพบว่าเป็นขบวนการผลิตแบบ Flow process โดยที่แต่ละขั้นตอนมีเวลาการทำงานที่ไม่แน่นอน มีลักษณะการกระจายของข้อมูลอยู่ และในแต่ละขั้นตอนการผลิตยังมีเงื่อนไขของเครื่องจักรที่ว่าต้องให้เครื่องจักรใดว่างก่อนจึงจะไปทำงานในสถานีทำงานต่อไปได้ และเครื่องจักรเองก็มีจำนวนจำกัด และต้องนำไปใช้ในหลายสถานีงาน ทำให้เป็นการยุ่งยากในการที่จะประมาณการอัตราการผลิต ดังนั้นจึงได้นำแบบจำลองมาช่วยในการแก้ปัญหาในส่วนนี้

<u>การนำแบบจำลองมาใช้วิเคราะห์การทำงานเสาเข็มเจาะ</u>

การทำเสาเข็มเจาะนั้นมีลักษณะการทำงานเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งในการทำงานในแต่ละขั้นตอนจะมีการใช้วัตถุดิบและเครื่องจักรอย่างแน่นอน ระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนจะมีลักษณะที่ไม่แน่นอนมีความผันแปร ในแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์กันด้วยเงื่อนไขของเวลา, ทรัพยากร และเครื่องจักร ซึ่งในที่นี้เงื่อนไขทรัพยากรจะไม่นำมาพิจารณา (กำหนดให้จำนวนทรัพยากรมีจำนวนเพียงพอ)

จากลักษณะการทำงานที่เป็นขั้นตอนแบบมีความสัมพันธ์เป็นเงื่อนไขที่กล่าวมาแล้วนั้น จึงได้พิจารณานำเทคนิคการจำลองแบบปัญหาโดยคอมพิวเตอร์ (ซึ่งการศึกษาครั้ง

นี้ได้ใช้โปรแกรมซิกม่า) เพื่อมาวิเคราะห์ศึกษาพฤติกรรมของระบบ แล้วนำมาวิเคราะห์หาเวลาแล้วเสร็จของโครงการ โดยมีข้อมูลของจำนวนเสาเข็มที่จะเจาะ เครื่องจักรที่ใช้ และเวลาการทำงานแต่ละสถานีการทำงาน เป็นข้อมูลนำเข้า (Input) ของแบบจำลอง และมีเวลาแล้วเสร็จของโครงการเป็นผลลัพธ์ (Output) ของแบบจำลอง (รายละเอียดของโปรแกรมที่นำมาจำลองการทำงานอยู่ในภาคผนวก ค.)

ในการนำแบบจำลองมาใช้สำหรับโครงการตัวอย่าง ข. ซึ่งมีข้อมูลนำเข้าคือ เสาเข็มจำนวน 97 ต้น Service crane 2 เครื่อง Rig crane 1 เครื่อง จำนวนปลอกเหล็ก 3 ปลอกและชั่วโมงทำงานใน 1 วันเป็น 24 ชั่วโมง จากผลการทดสอบจากแบบจำลอง 14 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยของจำนวนวันแล้วเสร็จของโครงการ = 33.214 วัน ที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 2.65 วัน ซึ่งเมื่อทดสอบทางสถิติการประมาณค่าเปรียบเทียบกับจำนวนวันที่ทำงานจริง 33 วัน สามารถยอมรับการประมาณค่า 33 วันด้วยความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และ 4.8 จากนั้นจึงมาคิดต้นทุนแรงงานค่าแรงทางตรง ดังนี้

ตารางที่ 4.7 จำนวนวันแล้วเสร็จของโครงการ ข. ที่ได้จากผลการ Run แบบจำลอง

การ Run ครั้งที่	จำนวนวันแล้วเสร็จของโครงการ
1	35
2	32
3	38
4	33
5	32
6	35
7	35
8	32
9	32
10	35
11	28
12	30
13	31
14	37

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบทางสถิติเพื่อยอมรับความถูกต้องของผล Run

Average from simulation (M1)	33.2142857142857143
Standard Deviation (S)	2.65056790218278178
No of data (n)	14
The real value (Mo)	33

Ho : M1 = Mo
H1 : M1<> Mo

alpha = 0.05 beta = 0.80

d = | M1-Mo| / So

Let So= 2 & M1-Mo =2

d = 2 / 2
d = 1

require n = 10 < 14 Ok

t ={ (33.214- 33) * n ^1/2 } / S

t ={ (33.214 -33) * 14^1/2 } / 2.65

t = 0.302

t for accept Ho area = (-2.16, 2.16) for alpha =0.05 n =14

So accept Ho

ค่าแรงทางตรง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1.1 ค่าแรงคนงานภายใน

เป็นแรงงานที่ดูแลและควบคุมการผลิตด้วยผู้ควบคุมงานของบริษัท บริษัทเป็นผู้จ่ายแรงงานโดยตรง ซึ่งค่าแรงคนงานจะขึ้นอยู่กับจำนวนคนงานใน 1 ชุดการผลิต และจำนวนชั่วโมงการทำงานใน 1 วัน ซึ่งใน 1 วันชั่วโมงแรงงานปกติ = 8 ชม. ชั่วโมงการทำงานนอกเหนือจากเวลาดังกล่าวเป็นชั่วโมงแรงงานล่วงเวลาซึ่งจะจ่ายค่าแรงสูงกว่าชั่วโมงการทำงานปกติ 1.5 เท่า

จากโครงการ ข. ชั่วโมงทำงานในหนึ่งวันเท่ากับ 24 ชั่วโมง โดยแบ่งคนงานเป็น 2 กะ ๆ ละ 12 ชั่วโมง คิดเป็นค่าแรงงานปกติ 8 ชั่วโมง และค่าแรงงานล่วงเวลา 4 ชั่วโมงต่อกะ

คนงานในที่ใช้ในขบวนการผลิต 1 กะ ประกอบด้วย

1. ผู้ควบคุมงาน จำนวน 1 คน ค่าแรงงานปกติ = 35 บาท/ชม.
   ค่าแรงล่วงเวลา = 52.5 บาท/ชม.
2. ช่างเทคนิค จำนวน 1 คน ค่าแรงงานปกติ = 25 บาท/ชม.
   ค่าแรงล่วงเวลา = 37.5 บาท/ชม.
3. ผู้ควบคุมเครื่องจักร จำนวน 3 คน ค่าแรงงานปกติ = 37.5 บาท/ชม.
   ค่าแรงล่วงเวลา = 56.25 บาท/ชม.
4. ช่างสำรวจ จำนวน 1 คน ค่าแรงงานปกติ = 27.5 บาท/ชม.
   ค่าแรงล่วงเวลา = 41.25 บาท/ชม.
5. ช่างยนต์ จำนวน 1 คน ค่าแรงงานปกติ = 37.5 บาท/ชม.
   ค่าแรงล่วงเวลา = 56.25 บาท/ชม.
6. ช่างไฟฟ้า จำนวน 1 คน ค่าแรงงานปกติ = 27.5 บาท/ชม.
   ค่าแรงล่วงเวลา = 41.25 บาท/ชม.
7. ช่างเชื่อมเหล็ก จำนวน 1 คน ค่าแรงงานปกติ = 23.25บาท/ชม.
   ค่าแรงล่วงเวลา = 35.625บาท/ชม.

8 คนงานกรรมการ จำนวน 23 คน ค่าแรงงานปกติ = 18.125 บาท/ชม.
   ค่าแรงล่วงเวลา = 27.188 บาท/ชม.

9. ผู้ควบคุมสโตร์ จำนวน 1 คน ค่าแรงงานปกติ = 20 บาท/ชม.

ค่าแรงล่วงเวลา = 30 บาท/ชม.

10. เสมียน จำนวน 1 คน ค่าแรงงานปกติ = 18.25 บาท/ชม.

ค่าแรงล่วงเวลา = 28.125บาท/ชม.

11. ผู้ควบคุมการขุดดิน จำนวน 1 คน ค่าแรงงานปกติ = 20 บาท/ชม.

ค่าแรงล่วงเวลา = 30 บาท/ชม.

ค่าแรงงานปกติรวมต่อคนงาน 1 ชุด ใน 1 วัน คิดเป็น

={(1x35)+(1x25)+(3x37.5)+(1x27.5)+(1x7.5)+(1x37.5)+(1x27.5)+(123.75)

+(23x18.125)+(1x20)+(1x18.75)+(1x20)x8 = 6115 บาท/ชุด-วัน

ค่าแรงงานล่วงเวลาคนงาน 1 ชุด ใน 1 วัน คิดเป็น

= {(1x52.5)+(1x37.5)+(3x56.25)+(1x41.25)+(1x56.25)+(1x41.25)

+(1x35.625)+(23*27.188)+(1x30)+(1x28.125)+(1x30)}x4= 4586.25 บาท

∴ รวมแรงงานใน 1 วันทำงาน จำนวน 2 ชุด = (6115+4586.25)x2

= 21402.5 บาท/วัน

จำนวนวันทำงานที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ = 33 วัน

เผื่อวันที่เครื่องจักรเสียหาย = 3 วัน

จำนวนวันที่ใช้ทดสอบเข็ม = 7 วัน

จำนวนวันขนย้ายเครื่องจักรและอุปกรณ์ = 14 วัน

∴ รวมทั้งหมด = 57 วัน

วันที่จำเป็นต้องใช้แรงงาน 2 กะ คือ วันที่ทำงานจริงบวกด้วยเวลาเผื่อเครื่องจักรเสียหาย ส่วนวันที่ใช้ทดสอบเข็มและวันที่ขนย้ายเครื่องจักรและอุปกรณ์จะใช้แรงงานเพียง 8 ชั่วโมง การทำงานเท่านั้น

ดังนั้นคิดค่าแรงงานทั้งหมดเป็น = $((33+3)*21402.5) + ((14+7)*6115)$

= 898,905 บาท

1.2 ค่าแรงจ้างเหมาย่อย

การแบ่งงานบางส่วนจ้างผู้รับเหมาย่อยรับผิดชอบและควบคุมการผลิต ได้แก่ งานรับเหมาขนย้ายดินที่ขุดขึ้นมาจากหลุมเจาะออกนอกหน่วยงาน งานเตรียมและผูกเหล็กเสริม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้จัดการโครงการ โดยปกติแล้วงานที่จะจัดจ้างเหมาย่อยจะเป็นงานขนย้ายดินออกนอกหน่วยงาน ซึ่งอัตราค่าจ้างก็ขึ้นอยู่สภาพของหน่วยงาน

ปริมาณดินที่ขนออก และอื่น ๆ โดยปกติแล้วจะคิดเป็นค่าจ้างเหมาย่อยต่อปริมาตรดินที่ขนออกไปทิ้ง 1 ลบ.เมตร

ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนค่าแรงจ้างเหมาย่อยสำหรับงานขนย้ายดินออก ศ-

หน่วยงาน สมมติปริมาตรดินที่ขุดขึ้นจากหลุมเจาะต้องขนย้ายดินออกมีค่าเท่ากับ 5000 ลบ.เมตร อัตราค่าจ้างเหมาะเท่ากับ 20 บาทต่อลบ.เมตร

∴ ต้นทุนค่าแรงจ้างเหมาย่อย = 5000 x 20 = 100,000 บาท

2. วัตถุดิบทางตรง

2.1 การหาปริมาณคอนกรีต

จากข้อมูลคอนกรีตส่วนต่างๆ จากตารางที่ 4.4 (ข้อมูลของโครงการตัวอย่าง ข.) และ สมการที่ 4.1 สามารถคำนวนหาปริมาณคอนกรีตได้ดังนี้

Vtotal = Vnet + Vw

เมื่อ Vnet คือ ปริมาตรของคอนกรีตที่ใช้สำหรับการผลิตเสาเข็มเจาะ ซึ่งคำนวนได้จากแบบก่อสร้าง โดยการหาปริมาตรจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวเสาเข็มแต่ละต้น มารวมกัน

$$Vnet = \pi d^2 * Lo/4$$

เมื่อ d = เส้นผ่าศูนย์กลางเสาเข็มที่กำหนดให้

Lo= ความยาวเสาเข็ม

โดยที่ Lo=ระดับหัวเข็มตามแบบ- ระดับปลายเข็มตามแบบ

ตัวอย่างการคำนวณหา Vnet จากข้อมูลโครงการ ข. ตารางที่ 4.4 เข็ม No.85 เส้นผ่าศูนย์กลาง(d) = 1.00 เมตร ระดับหัวเข็มตามแบบ (CUT OFF) = -10.35 เมตร

Lo= -10.35-(-55.00) = 44.65 เมตร

ปริมาตรเข็มที่คำนวณได้ตามแบบของเข็ม No.7 $=\pi d^2 * Lo/4$

$= (3.1416*1*1*44.65)/4$

= 35.068 ลบ.เมตร

ในทำนองเดียวกันการคำนวณหาปริมาตร Vnet ของเข็มต้นอื่นๆ แล้วนำมารวมกันจะได้ปริมาตร Vnet ทั้งหมด = 3406.15 ลบ.เมตร

Vw คือ ปริมาตรของคอนกรีตส่วนเกินที่ใช้สำหรับการผลิตเสาเข็มเจาะ ซึ่งไม่สามารถคำนวณจากแบบได้โดยตรง ประกอบด้วย W1+W2+W3+W4 ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในต้นทุนคอนกรีต

จากการปรับปรุงวิธีการสั่งคอนกรีต เพื่อควบคุมการใช้คอนกรีตส่วนเกินที่เผื่อคอนกรีตที่เทลงไปในหลุมสูงกว่า ระดับ CUT OFF ที่ต้องการ (จากเอกสาร วิชาการ สาขาวิศวกรรมโยธา ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2524 ได้รายงานไว้ว่า ในทางปฏิบัติ จะหล่อคอนกรีตให้สูงกว่าระดับหัวเข็มที่ต้องการ ประมาณ 1-2 เมตร สามารถคำนวณหา W1,W2,W3 และ W4 ได้ดังนี้

ก. <u>การหาค่า W1</u>

ค่า W1 เป็นค่าของ ปริมาณคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากความผิดพลาดจากการเจาะลึกกว่าความลึกที่ต้องการซึ่งไม่สามารถได้โดยตรงจึงใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยจาก โครงการ ก.และ โครงการ ข. ค่าเฉลี่ยที่นำมาใช้เป็นค่าความผิดพลาดของความลึกของการเจาะเพื่อนำไปใช้ในการคิดต้นทุนส่วนนี้ได้ดังนี้

Eavg = ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดความลึกของหลุมเจาะของ 2 โครงการ

Eavg = (0.491+0.299)/2 = 0.395 เมตร/ต้น

W1 = 3.1416*d^2/4*Eavg ลบ.เมตร/ต้น

W1 = (3.1416*0.395)/4*do^2 ลบ.เมตร/ต้น

คิดเป็นปริมาตร W1 = 0.310 d^2 ลบ.เมตร/ต้น

เมื่อ do = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็ม

จากโครงการตัวอย่างโครงการ ข. เสาเข็มมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.00 เมตร จำนวน 97 ต้น

$\therefore$ W1 = $0.310 \times (1.00)^2$

W1 = 0.310 ลบ.เมตร/ต้น

$\therefore$ ปริมาตรคอนกรีตส่วนเกิน W1 ทั้งหมด = 0.310 x 97 = 30.07 ลบ.เมตร

ข. <u>การหาค่า W2</u>

ค่า W2 เป็นค่าของปริมาณคอนกรีตส่วนเกินระดับหัวเข็มที่ต้องการ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 4.3 คือ

$$W2 = (\pi do^2*(L4))/4 + (\pi d1^2*(0.2))/4 \text{ ลบ.เมตร/ต้น}$$

เมื่อ L4 = 2.00 เมตร

d0= เส้นผ่าศูนย์กลางเสาเข็มเจาะ

d1= เส้นผ่าศูนย์กลางภายในปลอกเหล็ก

จากโครงการตัวอย่างโครงการ ข. เส้นผ่าศูนย์กลางภายในปลอกเหล็ก = 1.03 เมตร

$$\therefore W2 = \pi(1.00)^2/4x2+\pi x(1.03)^2/4x0.2$$

$$W2 = 1.737 \text{ ลบ.เมตรต่อต้น}$$

∴ ปริมาตรคอนกรีตส่วนเกิน W2 ทั้งหมด = 1.737 x 97 = 168.53 ลบ.เมตร

ค. <u>การหาค่า W3</u>

ค่า W3 เป็นค่าของปริมาณคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากการแทนที่ปริมาตรของปลอกเหล็กรวมกับปริมาตรของดินที่เกาะปลอกเหล็กขึ้นมา ซึ่งสามารถหาได้จาก สมการที่ 4.2

$$W3 = L2*\pi*(d2^2-do^2)/4 \quad \text{ลบ.เมตร/ต้น}$$

เมื่อ d2 = d1+2*t+2*ความหนาดินที่เกาะปลอกเหล็ก

d1 = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในปลอกเหล็ก

do = เส้นผ่าศูนย์กลางภายของเสาเข็มตามแบบ

t = ความหนาของปลอกเหล็ก = 0.012 เมตร

ความหนาของดินเกาะปลอก = 0.0446 เมตร

d2 = d1+(2*0.012)+(2*0.0446)

d2 = d1+0.1132

L2 =ระดับของหัวเข็มที่ต้องการ (Cutoff level) บวก 2.00 เมตร ลบด้วยระดับปลายปลอกเหล็ก

ระดับปลายปลอกเหล็กเท่ากับระดับผิวดินบวกด้วยความยาวเผื่อสูงกว่าผิวดิน ของปลอกเหล็กลบด้วยความยาวของปลอกเหล็ก ซึ่งโดยปกติจะปักปลอกเหล็กให้ขอบของปลอกเหล็กอยู่สูงกว่าระดับผิวดิน 50-60 เซนติเมตร จากข้อมูลโครงการ ข. ได้ความยาวของปลอกเหล็กที่อยู่สูงกว่าระดับผิวดินมีค่าเฉลี่ย = 0.551 เมตร ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.1147 เมตร และโครงการ ก. มีค่าเฉลี่ย = 0.6103 เมตร ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.2447 ซึ่งเมื่อนำค่าทั้ง 2 โครงการมาเฉลี่ยได้ค่า = 0.5827 เมตร ดังนั้นจึงกำหนดเป็นมาตรฐานในการคำนวณ = 0.60 เมตร

$W3 = L2*\pi*((d1+0.1132)^2-do^2)/4$ ลบ.เมตร/ต้น

จากโครงการ ตัวอย่างโครงการ ข. ระดับผิวดิน = -0.10 เมตร ความยาวปลอกเหล็ก = 15 เมตร ระดับหัวเข็มที่ต้องการ -12.90 เมตร จำนวน 14 ต้น, - 10.75 เมตร จำนวน 30 ต้น, -10.45 เมตร จำนวน 25 ต้น, -10.35 จำนวน 8 ตัน, -9.95 จำนวน 15 ต้น, +0.0 เมตร จำนวน 5 ต้น

ระดับปลายปลอกเหล็ก =-0.10+0.60-15.00 = -14.50 เมตร

L2 สำหรับระดับหัวเข็มที่ต้องการ -12.90 เมตร คำนวณได้ดังนี้

L2 = -12.90+2.00-(-14.50) = 3.60 เมตร

ในทำนองเดียวกัน สำหรับ

ระดับหัวเข็มที่ต้องการ -10.75 L2 = 5.75 เมตร

ระดับหัวเข็มที่ต้องการ -10.45 L2 = 6.05 เมตร

ระดับหัวเข็มที่ต้องการ -10.35 L2 = 6.15 เมตร

ระดับหัวเข็มที่ต้องการ - 9.95 L2 = 6.55 เมตร

ระดับหัวเข็มที่ต้องการ 0.0 L2 = 16.5 เมตร

W3 สำหรับระดับหัวเข็มที่ต้องการ -12.90 เมตร

$= 3.60 \times \pi \times ((1.03+0.1132)^2-(1.00)^2/4 = 0.867$ ลบ.เมตร/ต้น

ในทำนองเดียวกัน สำหรับ

ระดับหัวเข็มที่ต้องการ -10.75 เมตร W3 = 1.386 ลบ.เมตร/ต้น

ระดับหัวเข็มที่ต้องการ -10.45 เมตร W3 = 1.458 ลบ.เมตร/ต้น

ระดับหัวเข็มที่ต้องการ -10.35 เมตร W3 = 1.482 ลบ.เมตร/ต้น

ระดับหัวเข็มที่ต้องการ - 9.95 เมตร W3 = 1.578 ลบ.เมตร/ต้น

ระดับหัวเข็มที่ต้องการ 0.0 เมตร W3 = 3.977 ลบ.เมตร/ต้น

W3 ทั้งหมด = (0.867x14)+(1.386x30)+(1.458x25)+(1.482x8)

+(1.578x15)+(3.977x5)

W3 = 145.579 ลบ.เมตร

ง. การหาค่า W4

ค่า W4 เป็นค่าของปริมาณคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากความขรุขระของผนังหลุมเจาะใต้ปลอกเหล็ก (Others) ซึ่งทำให้เกิดความหนาของคอนกรีตที่เกินเข้าไปในดิน จึงเป็นปริมาณคอนกรีตที่สูญเสียไปอีกประการหนึ่ง งานวิจัยนี้จึงมาคำนวณหาค่าเฉพาะของความหนาอันเกิดเนื่องจากความขรุขระของผนังหลุมเจาะใต้ปลอกเหล็กซึ่งกำหนดให้เป็นค่า K เพื่อนำไปใช้สำหรับการคำนวนหาค่า W4 ของโครงการ

โดยที่ปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อค่า K คือลักษณะของดินบริเวณที่เจาะ ความสามารถในการเจาะของพนักงานคุมเครื่องเจาะ ประสิทธิภาพของเครื่องเจาะ(Rig Crane) และขนาดของหัวเจาะ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ถือว่าปัจจัยเหล่านี้มีค่าคงที่เท่ากันทุกๆ หลุมเจาะ ดังนี้ ค่า K นี้จึงเป็นค่าคงที่ เฉพาะสำหรับปัจจัยทั้ง 4 นี้ ดังนั้นแต่ละบริษัทต้องคำนวณหาค่า K นี้จากข้อมูลลักษณะของดิน ความสามารถของพนักงานคุมเครื่องเจาะ ประสิทธิภาพของเครื่องจักรและขนาดของหัวเจาะ ของบริษัท ซึ่งจะได้ค่า K เฉพาะของแต่ละบริษัท ดังจะแสดงวิธีการคำนวณหาค่า K ดังนี้

วิธีการคำนวณหาค่า K

ปริมาณคอนกรีตที่สูญเสียในส่วนนี้จึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับพื้นที่ผนังหลุมเจาะซึ่งจะเป็นพื้นที่ส่วนที่สัมผัสกับความขรุขระของดินโดยตรงแสดงได้ดังสมการที่ 4.4

$$W4 = K*\pi*do*L \quad \text{.....สมการที่ 4.4}$$

เมื่อ d = เส้นผ่าศูนย์กลางของเสา เข็มที่กำหนดตามแบบ

L = ความลึกของหลุมเจาะใต้ปลอกเหล็ก

ผลการคำนวนค่า K โดยอาศัยข้อมูลจากโครงการ ก. และ โครงการ ข. แสดงได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการคำนวนค่า K

Data No.	DIA. (m)	PILE TIP LEVEL (m)	CASING LENGTH (m)	TOP CASING LEVEL (m)	Pile lenght Under casing (m)	W4 Wastage (Cum.)	K-FACTOR
1	1.0	-55.00	15.00	0.58	40.58	3.90	0.0306
2	1.0	-55.00	15.00	0.04	40.04	4.65	0.0369
3	1.0	-55.00	15.00	0.41	40.41	5.15	0.0405
4	1.0	-55.00	15.00	0.49	40.49	4.08	0.0321
5	1.0	-55.00	15.00	0.48	40.48	3.84	0.0302
6	1.0	-55.00	15.00	0.46	40.46	3.67	0.0289
7	1.0	-55.00	15.00	0.68	40.68	5.21	0.0407
8	1.0	-55.00	15.00	0.56	40.56	4.08	0.0320
9	1.0	-55.00	15.00	0.59	40.59	4.34	0.0341
10	1.0	-55.00	15.00	0.49	40.49	3.68	0.0289
11	1.0	-55.00	15.00	0.58	40.58	3.81	0.0299
12	1.0	-55.00	15.00	0.39	40.39	3.83	0.0302
13	1.0	-55.00	15.00	0.52	40.52	4.19	0.0329
14	1.0	-55.00	15.00	0.46	40.46	4.65	0.0366
15	1.0	-55.00	15.00	0.44	40.44	4.26	0.0335
16	1.0	-55.00	15.00	0.54	40.54	4.46	0.0350
17	1.0	-55.00	15.00	0.38	40.38	3.58	0.0282
18	1.0	-55.00	15.00	0.60	40.60	4.10	0.0322
19	1.0	-55.00	15.00	0.50	40.50	3.08	0.0242
20	1.0	-55.00	15.00	0.37	40.37	1.65	0.0130
21	1.0	-55.00	15.00	0.39	40.39	1.62	0.0128
22	1.0	-55.00	15.00	0.33	40.33	1.53	0.0121
23	1.0	-55.00	15.00	0.41	40.41	1.41	0.0111
24	1.0	-55.00	15.00	0.54	40.54	2.28	0.0179
25	1.0	-55.00	15.00	0.43	40.43	2.35	0.0185
26	1.0	-55.00	15.00	0.35	40.35	1.31	0.0103
27	1.0	-55.00	15.00	0.35	40.35	1.47	0.0116
28	1.0	-55.00	15.00	0.62	40.62	1.92	0.0150
29	1.0	-55.00	15.00	0.38	40.38	1.27	0.0100
30	1.0	-55.00	15.00	0.49	40.49	1.57	0.0123
31	1.0	-55.00	15.00	0.46	40.46	1.72	0.0135
32	1.0	-55.00	15.00	0.49	40.49	1.68	0.0132
33	1.0	-55.00	15.00	0.25	40.25	1.39	0.0110
34	1.0	-55.00	15.00	0.51	40.51	2.26	0.0178
35	1.0	-55.00	15.00	0.24	40.24	1.88	0.0149
36	1.0	-55.00	15.00	0.37	40.37	1.12	0.0088
37	1.0	-55.00	15.00	0.41	40.41	1.37	0.0108
38	1.0	-55.00	15.00	0.45	40.45	1.44	0.0113
39	1.0	-55.00	15.00	0.51	40.51	2.12	0.0167
40	1.0	-55.00	15.00	0.48	40.48	1.68	0.0132
41	1.0	-55.00	15.00	0.50	40.50	3.31	0.0260
42	1.0	-55.00	15.00	0.54	40.54	1.11	0.0087
43	1.0	-55.00	15.00	0.54	40.54	2.36	0.0185
44	1.0	-55.00	15.00	0.33	40.33	0.91	0.0072
45	1.0	-55.00	15.00	0.61	40.61	1.37	0.0107
46	1.0	-55.00	15.00	0.54	40.54	2.20	0.0173
47	1.0	-55.00	15.00	0.39	40.39	4.29	0.0338
48	1.0	-55.00	15.00	0.54	40.54	1.93	0.0151
49	1.0	-55.00	15.00	0.46	40.46	1.81	0.0143
50	1.0	-55.00	15.00	0.38	40.38	2.91	0.0230
51	1.0	-55.00	15.00	0.28	40.28	4.27	0.0337
52	1.0	-55.00	15.00	0.35	40.35	3.39	0.0267
53	1.0	-55.00	15.00	0.35	40.35	1.94	0.0153
54	1.0	-55.00	15.00	0.51	40.51	1.11	0.0087
55	1.0	-55.00	15.00	0.37	40.37	1.83	0.0144
56	1.0	-55.00	15.00	0.42	40.42	3.30	0.0260
57	1.0	-55.00	15.00	0.56	40.56	4.16	0.0326
58	1.0	-55.00	15.00	0.54	40.54	1.93	0.0151
59	1.0	-55.00	15.00	0.55	40.55	4.59	0.0360
60	1.0	-55.00	15.00	0.33	40.33	1.81	0.0143
61	1.0	-55.00	15.00	0.47	40.47	1.46	0.0115
62	1.0	-55.00	15.00	0.34	40.34	3.03	0.0239
63	1.0	-55.00	15.00	0.39	40.39	1.80	0.0141
64	1.0	-55.00	15.00	0.52	40.52	1.54	0.0121
65	1.0	-55.00	15.00	0.39	40.39	1.23	0.0097
66	1.0	-55.00	15.00	0.51	40.51	0.38	0.0030
67	1.0	-55.00	15.00	0.35	40.35	1.73	0.0137
68	1.0	-55.00	15.00	0.37	40.37	1.41	0.0111
69	1.0	-55.00	15.00	0.48	40.48	2.22	0.0175
70	1.0	-55.00	15.00	0.51	40.51	1.53	0.0120
71	1.0	-55.00	15.00	0.62	40.62	8.96	0.0702

ตารางที่ 4.9 ผลการคำนวนค่า K (ต่อ)

Data No.	DIA. (m)	PILE TIP LEVEL (m)	CASING LENGTH (m)	TOP CASING LEVEL (m)	Pile lenght Under casing (m)	W4 Wastage (Cum.)	K-FACTOR
72	1.0	-55.00	15.00	0.42	40.42	0.70	0.0055
73	1.0	-55.00	15.00	0.58	40.58	-0.02	-0.0002
74	1.0	-55.00	15.00	0.45	40.45	1.73	0.0136
75	1.0	-55.00	15.00	0.55	40.55	1.66	0.0130
76	1.0	-55.00	15.00	0.42	40.42	1.65	0.0130
77	1.0	-55.00	15.00	0.39	40.39	0.80	0.0063
78	1.0	-55.00	15.00	0.63	40.63	0.84	0.0066
79	1.0	-55.00	15.00	0.49	40.49	1.61	0.0126
80	1.0	-55.00	15.00	0.35	40.35	1.28	0.0101
81	1.0	-55.00	15.00	0.25	40.25	1.63	0.0129
82	1.0	-55.00	15.00	0.51	40.51	1.61	0.0127
83	1.0	-55.00	15.00	0.29	40.29	1.35	0.0107
84	1.0	-55.00	15.00	0.54	40.54	1.13	0.0088
85	1.0	-55.00	15.00	0.24	40.24	1.39	0.0110
86	1.0	-55.00	15.00	0.58	40.58	2.21	0.0173
87	1.0	-55.00	15.00	0.84	40.84	0.92	0.0071
88	1.0	-55.00	15.00	0.57	40.57	0.87	0.0068
89	1.20	-56.6	15.00	-0.14	41.46	-0.70	-0.0045
90	1.20	-56.6	15.00	0.17	41.77	0.91	0.0058
91	1.20	-56.6	15.00	0.18	41.78	0.24	0.0015
92	1.20	-56.6	15.00	0.38	41.98	2.16	0.0136
93	1.20	-56.6	15.00	0.00	41.60	2.67	0.0170
94	1.20	-56.6	15.00	-0.11	41.49	6.01	0.0384
95	1.20	-56.6	15.00	0.24	41.84	1.38	0.0088
96	1.20	-56.6	15.00	0.07	41.67	2.69	0.0171
97	1.20	-56.6	15.00	0.23	41.83	1.30	0.0082
98	1.20	-56.6	15.00	0.16	41.76	0.04	0.0003
99	1.20	-56.6	15.00	0.01	41.61	2.88	0.0184
100	1.20	-56.6	15.00	0.25	41.85	2.30	0.0146
101	1.20	-56.6	15.00	0.44	42.04	0.02	0.0001
102	1.20	-56.6	15.00	0.20	41.80	0.57	0.0036
103	1.20	-56.6	15.00	0.20	41.80	1.44	0.0091
104	1.20	-56.6	15.00	0.00	41.60	1.17	0.0075
105	1.20	-56.6	15.00	-0.05	41.55	3.74	0.0239
106	1.20	-56.6	15.00	0.19	41.79	2.61	0.0166
107	1.20	-56.6	15.00	-0.30	41.30	0.33	0.0021
108	1.20	-56.6	15.00	-0.19	41.41	4.94	0.0317
109	1.20	-56.6	15.00	0.24	41.84	7.08	0.0449
110	1.20	-56.6	15.00	0.05	41.65	3.19	0.0203
111	1.20	-56.6	15.00	0.72	42.32	0.80	0.0050
112	1.20	-56.6	15.00	0.59	42.19	3.23	0.0203
113	1.20	-56.6	15.00	0.29	41.89	1.64	0.0104
114	1.20	-56.6	15.00	0.18	41.78	2.48	0.0157
115	1.20	-56.6	15.00	0.32	41.92	2.16	0.0137
116	1.20	-56.6	15.00	0.15	41.75	1.13	0.0072
117	1.20	-56.6	15.00	-0.12	41.48	3.41	0.0218
118	1.20	-56.6	15.00	0.44	42.04	3.06	0.0193
119	1.20	-56.6	15.00	0.04	41.64	4.86	0.0309
120	1.20	-56.6	15.00	0.07	41.67	1.59	0.0101
121	1.20	-56.6	15.00	0.28	41.88	0.41	0.0026
122	1.20	-56.6	15.00	-0.07	41.53	1.69	0.0108
123	1.20	-56.6	15.00	0.05	41.65	2.56	0.0163
124	1.20	-56.6	15.00	-0.04	41.56	2.29	0.0146
125	1.20	-56.6	15.00	0.52	42.12	0.02	0.0001
126	1.20	-56.6	15.00	0.02	41.62	2.35	0.0150
127	1.20	-56.6	15.00	-0.06	41.54	4.76	0.0304
128	1.20	-56.6	15.00	0.20	41.80	6.05	0.0384
129	1.20	-56.6	15.00	0.36	41.96	2.92	0.0184
130	1.20	-56.6	15.00	0.05	41.65	2.48	0.0158
131	1.20	-56.6	15.00	-0.08	41.52	2.20	0.0141
132	1.20	-56.6	15.00	-0.31	41.29	0.16	0.0010
133	1.20	-56.6	15.00	0.37	41.97	0.13	0.0008
134	1.20	-56.6	15.00	0.04	41.64	1.66	0.0106
135	1.20	-56.6	15.00	-0.11	41.49	0.33	0.0021
136	1.20	-56.6	15.00	0.18	41.78	1.30	0.0083
137	1.20	-56.6	15.00	0.08	41.68	0.42	0.0027
138	1.20	-56.6	15.00	0.27	41.87	0.56	0.0036
139	1.20	-56.6	15.00	-0.15	41.45	1.34	0.0086
140	1.20	-56.6	15.00	0.07	41.67	0.31	0.0020
141	1.20	-56.6	15.00	-0.08	41.52	7.27	0.0465
142	1.20	-56.6	15.00	0.25	41.85	5.42	0.0344

ตารางที่ 4.9 ผลการคำนวนค่า K (ต่อ)

Data No.	DIA. (m)	PILE TIP LEVEL (m)	CASING LENGTH (m)	TOP CASING LEVEL (m)	Pile lenght Under casing (m)	W4 Wastage (Cum.)	K-FACTOR
143	1.20	-56.6	15.00	0.29	41.89	0.72	0.0046
144	1.20	-56.6	15.00	-0.13	41.47	0.47	0.0030
145	1.20	-56.6	15.00	0.14	41.74	0.41	0.0026
146	1.20	-56.6	15.00	-0.01	41.59	0.36	0.0023
147	1.20	-56.6	15.00	-0.18	41.42	2.56	0.0164
148	1.20	-56.6	15.00	-0.07	41.53	0.49	0.0031
149	1.20	-56.6	15.00	0.46	42.06	3.21	0.0202
150	1.20	-56.6	15.00	-0.10	41.50	3.79	0.0242
151	1.20	-56.6	15.00	0.38	41.98	3.43	0.0217
152	1.20	-56.6	15.00	0.21	41.81	2.55	0.0162
153	1.20	-56.6	15.00	0.02	41.62	1.89	0.0120
154	1.20	-56.6	15.00	0.43	42.03	0.93	0.0059
155	1.20	-56.6	15.00	0.30	41.90	2.90	0.0183
156	1.20	-56.6	15.00	0.04	41.64	3.46	0.0221
157	1.20	-56.6	15.00	0.25	41.85	4.46	0.0282
158	1.20	-56.6	15.00	0.20	41.80	3.31	0.0210
159	1.20	-56.6	15.00	-0.18	41.42	1.92	0.0123
160	1.20	-56.6	15.00	-0.16	41.44	4.40	0.0282
161	1.20	-56.6	15.00	0.02	41.62	4.69	0.0299
162	1.20	-56.6	15.00	-0.17	41.43	8.40	0.0538
163	1.20	-56.6	15.00	-0.11	41.49	3.30	0.0211
164	1.20	-56.6	15.00	0.06	41.66	2.25	0.0143
165	1.20	-56.6	15.00	0.03	41.63	7.41	0.0472
166	1.20	-56.6	15.00	-0.09	41.51	3.52	0.0225
167	1.20	-56.6	15.00	-0.15	41.45	2.00	0.0128
168	1.20	-56.6	15.00	-0.09	41.51	3.52	0.0225
169	1.20	-56.6	15.00	-0.21	41.39	7.27	0.0466
170	1.20	-56.6	15.00	-0.22	41.38	0.93	0.0060
171	1.20	-56.6	15.00	-0.22	41.38	2.96	0.0190
172	1.20	-56.6	15.00	-0.13	41.47	0.32	0.0020
173	1.20	-56.6	15.00	-0.29	41.31	2.58	0.0166
174	1.20	-56.6	15.00	-0.44	41.16	2.92	0.0188
175	1.20	-56.6	15.00	-0.26	41.34	2.27	0.0146
176	1.20	-56.6	15.00	-0.08	41.52	3.26	0.0208
177	1.20	-56.6	15.00	-0.19	41.41	1.40	0.0090
178	1.20	-56.6	15.00	-0.26	41.34	1.59	0.0102
179	1.20	-56.6	15.00	-0.19	41.41	4.34	0.0278
180	1.20	-56.6	15.00	-0.20	41.40	3.54	0.0227
181	1.20	-56.6	15.00	-0.39	41.21	2.12	0.0136
182	1.20	-56.6	15.00	-0.27	41.33	3.73	0.0240
183	1.20	-56.6	15.00	-0.14	41.46	0.84	0.0054
184	1.20	-56.6	15.00	-0.25	41.35	1.88	0.0121
185	1.20	-56.6	15.00	-0.10	41.50	1.99	0.0127
186	1.20	-56.6	15.00	-0.34	41.26	0.81	0.0052
187	1.20	-56.6	15.00	-0.29	41.31	0.37	0.0024
188	1.20	-56.6	15.00	-0.37	41.23	2.54	0.0164
189	1.20	-56.6	15.00	-0.21	41.39	1.32	0.0085
190	1.20	-56.6	15.00	-0.20	41.40	1.62	0.0104
191	1.20	-56.6	15.00	-0.20	41.40	0.74	0.0048
192	1.20	-56.6	15.00	-0.35	41.25	0.37	0.0024
193	1.20	-56.6	15.00	-0.39	41.21	1.26	0.0081
194	1.20	-56.6	15.00	-0.39	41.21	7.81	0.0503
195	1.20	-56.6	15.00	-0.25	41.35	1.53	0.0098
196	1.20	-56.6	15.00	-0.14	41.46	0.70	0.0045
197	1.20	-56.6	15.00	-0.36	41.24	5.88	0.0378
198	1.20	-56.6	15.00	-0.21	41.39	3.78	0.0242
199	1.20	-56.6	15.00	-0.29	41.31	3.50	0.0225
200	1.20	-56.6	15.00	-0.24	41.36	3.97	0.0255
201	1.20	-56.6	15.00	-0.05	41.55	1.04	0.0066
202	1.20	-56.6	15.00	0.08	41.68	4.63	0.0294
203	1.20	-56.6	15.00	-0.37	41.23	1.02	0.0066
204	1.20	-56.6	15.00	-0.30	41.30	7.09	0.0455
205	1.20	-56.6	15.00	-0.48	41.12	2.22	0.0143
					Sum	210.76	
					Avg	2.44	0.0171
					SD	1.73	0.0120

ตัวอย่างการคำนวนค่า Kจากตารางที่ 4.9

Data No.1 เข็มเส้นผ่าศูนย์กลาง (DIA) = 1.0 m ระดับปลายเข็ม (Pile tip level) = -55.00 เมตร ความยาวปลอกเหล็ก (Casing Length) = 15.00 เมตร ระดับบนของปลอกเหล็ก (Top casing level) = 0.58 เมตร

ความลึกของหลุมเจาะใต้ปลอกเหล็ก (Pile length under casing) l

= Top casing level - Casing length - Pile tip level

= 0.58 - 15.0 - (-55.00)

= 40.58 เมตร

ค่า wastage W4 ปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจากความขรุขระของผนังหลุมเจาะใต้ปลอกเหล็ก ได้จากการนำค่าปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินทั้งหมดลบด้วยปริมาตรคอนกรีตส่วนเกินเนื่องจาก W1, W2, และ W3 ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งได้ค่า W4 สำหรับโครงการ ข. จากตารางที่ 4.6 สำหรับโครงการ ก. สามารถหาได้ในทำนองเดียวกันเมื่อแทนค่าความหนาดินเกาะปลอกเหล็ก 0.0446 เมตร เพื่อหาค่า W3 ก็จะได้ W4 ในทำนองเดียวกันกับโครงการ ข. ซึ่งเมื่อทราบค่า W4 สามารถหาค่า K Factor ได้จากสมการที่ 4.5

K Factor = W4/ π*L* do.....สมการที่ 4.5

เมื่อ W4 = ปริมาตรส่วนเกินเนื่องจากความขรุขระของผนังหลุมเจาะ

d = เส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มเจาะ

L = ความลึกของหลุมเจาะใต้ปลอกเหล็กเท่ากับความลึกของหลุมเจาะลบด้วยความยาวของปลอกเหล็กที่จมในดิน ซึ่งความลึกของหลุมเจาะคำนวนหาได้จากระดับผิวดินลบด้วยระดับปลายเข็ม

จากตารางที่ 4.9

Data No.1

d = 1.00 เมตร

L = 40.58 เมตร

$\therefore$ K = 3.90/π*1.00*40.58

= 0.0306 เมตร

จากผลค่า K ที่ได้จากทั้ง 2 โครงการ เมื่อนำมาทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 โครงการ โดยตั้งสมมติฐานว่ามีการกระจายเป็นแบบปกติดังแสดงในตารางที่ 4.10 และ 4.11 ได้ผลสรุปว่า ค่า K จากทั้ง 2 โครงการมีค่าเฉลี่ยเท่ากันด้วยระดับนัยสำคัญ 2.5 % จึงนำค่า K ทั้งหมด 2 โครงการ มาหาค่าเฉลี่ยรวมกันได้ดังตารางที่ 4.9 ซึ่งได้ค่า K เฉลี่ย = 0.171 ที่ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.012ดังนั้น

ปริมาณคอนกรีตส่วนเกินของคอนกรีต W4 = (ค่า K)*π*do*L

จากโครงการตัวอย่าง โครงการ ข. ระดับปลายเข็ม = -55.00 เมตร ระดับผิวดิน = -0.10 เมตร ความยาวของปลอกเหล็กที่จมในดินซึ่งคำนวณได้จากขั้นตอนการหา W3 = 14.40 เมตร

ดังนั้น L = -0.10 -(-55.00)-14.40

= 40.50 เมตร

$\therefore$ W4 = 0.0171xπ*(1.00)x40.50

W4 = 2.176 ลบ.เมตรต่อต้น

$\therefore$ ปริมาตรคอนกรีตส่วนเกิน W4 ทั้งหมด = 2.176x97

= 211.04 ลบ.เมตร

ดังนั้น ปริมาณคอนกรีตรวม = Vnet+W1+W2+W3+W4

Vnet = 3406.15 ลบ.เมตร

W1 = 30.07 ลบ.เมตร

W2 = 168.53 ลบ.เมตร

W3 = 145.58 ลบ.เมตร

W4 = 211.04 ลบ.เมตร

$\therefore$ ปริมาตรคอนกรีตรวมที่คำนวณได้ = 3961.32 ลบ.เมตร

เปรียบเทียบกับปริมาตรคอนกรีตที่ใช้จริงของโครงการ = 3942.50 เมตร ซึ่งจะมากกว่าปริมาณที่ใช้จริง = 18.82 ลบ.เมตร คิดเป็น 0.477% เมื่อเทียบกับปริมาตรคอนกรีต ที่ใช้จริงคิดเป็นต้นทุนคอนกรีตทั้งหมด = 3962 x 1248 = 4,944,576

ตารางที่ **4.10** ค่า K ของโครงการ ก. และ โครงการ ข.

โครงการ ก.			โครงการ ข.	
0.0058	0.0106	0.0102	0.0306	0.0107
0.0015	0.0021	0.0278	0.0369	0.0173
0.0136	0.0083	0.0227	0.0405	0.0338
0.0170	0.0027	0.0136	0.0321	0.0151
0.0384	0.0036	0.0240	0.0302	0.0143
0.0088	0.0086	0.0054	0.0289	0.0230
0.0171	0.0020	0.0121	0.0407	0.0337
0.0082	0.0465	0.0127	0.0320	0.0267
0.0003	0.0344	0.0052	0.0341	0.0153
0.0184	0.0046	0.0024	0.0289	0.0087
0.0146	0.0030	0.0164	0.0299	0.0144
0.0001	0.0026	0.0085	0.0302	0.0260
0.0036	0.0023	0.0104	0.0329	0.0326
0.0091	0.0164	0.0048	0.0366	0.0151
0.0075	0.0031	0.0024	0.0335	0.0360
0.0239	0.0202	0.0081	0.0350	0.0143
0.0166	0.0242	0.0503	0.0282	0.0115
0.0021	0.0217	0.0098	0.0322	0.0239
0.0317	0.0162	0.0045	0.0242	0.0141
0.0449	0.0120	0.0378	0.0130	0.0121
0.0203	0.0059	0.0242	0.0128	0.0097
0.0050	0.0183	0.0225	0.0121	0.0030
0.0203	0.0221	0.0255	0.0111	0.0137
0.0104	0.0282	0.0066	0.0179	0.0111
0.0157	0.0210	0.0294	0.0185	0.0175
0.0137	0.0123	0.0066	0.0103	0.0120
0.0072	0.0282	0.0455	0.0116	0.0702
0.0218	0.0299	0.0143	0.0150	0.0055
0.0193	0.0538		0.0100	-0.0002
0.0309	0.0211		0.0123	0.0136
0.0101	0.0143		0.0135	0.0130
0.0026	0.0472		0.0132	0.0130
0.0108	0.0225		0.0110	0.0063
0.0163	0.0128		0.0178	0.0066
0.0146	0.0225		0.0149	0.0126
0.0001	0.0466		0.0088	0.0101
0.0150	0.0060		0.0108	0.0129
0.0304	0.0190		0.0113	0.0127
0.0384	0.0020		0.0167	0.0107
0.0184	0.0166		0.0132	0.0088
0.0158	0.0188		0.0260	0.0110
0.0141	0.0146		0.0087	0.0173
0.0010	0.0208		0.0185	0.0071
0.0008	0.0090		0.0072	0.0068

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบสมมติฐานว่าค่าเฉลี่ยของค่า K จาก 2 โครงการ ว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากัน

No of data (Nx)		88	No of data (Ny)		116
Average (Xx)		0.0188404452	Average (Xy)		0.0160171404
Standard deviation (Sx)		0.0112908542	Standard deviation (Sy)		0.0122229631
	Sx^2	0.0001274834		Sy^2	0.0001494008

Ho : Xx = Xy

H1 : Xx >< Xy

$$t = (Xx-Xy)/\ /(\ Sx^2/Nx + Sy^2/Ny)$$

$$v = \frac{(Sx^2/Nx + Sy^2/Ny)^2}{\frac{(Sx^2/Nx)^2}{(Nx+1)} + \frac{(Sy^2/Ny)^2}{(Ny+1)}} - 2$$

$$= (0.0188404452-0.0160171404)/\ /\ (0.0001274834/88)+(0.0001494008/116)$$

$$t = 1.70667$$

$$v = \frac{((0.0001274834 / 88)+(0.0001494008 / 116))^2}{\frac{(0.0001274834 / 88)^2}{89} + \frac{(0.0001494008 / 116)^2}{117}} - 2$$

$$v = 198.343$$

-t 0.025,198,) = (-1.960,) so t = -1. 70667 > -1.960 accept Ho

So Xx = Xy with 2.5% significant

2.2 ต้นทุนเหล็กเสริม

ปริมาณเหล็กเสริมที่คำนวณได้จากแบบโดยตรงได้ และเหล็กส่วนเกิน คือปริมาณเหล็กส่วนที่เกินจากปริมาณเหล็กที่คำนวณได้จากแบบ เนื่องมาจากการตัดประกอบ และเหล็กที่ใช้แขวนกรงเหล็กให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกขณะเทคอนกรีต

<u>ตัวอย่างการคำนวนหาต้นทุนเหล็กเสริมจากโครงการ ข.</u>

ปริมาณเหล็กเสริมที่คำนวณได้จากแบบโดยตรง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข.)

DB25	ปริมาณ	160,929.04	กิโลกรัม
RB15	ปริมาณ	12,736.53	กิโลกรัม
RB 9	ปริมาณ	20,277.56	กิโลกรัม

ราคาเหล็กเสริมต่อหน่วยน้ำหนัก ดังต่อไปนี้

DB20	ราคา	9.35	กิโลกรัม
RB15	ราคา	9.35	กิโลกรัม
RB 9	ราคา	9.95	กิโลกรัม

$\therefore$ คิดเป็นต้นทุนเหล็กเสริมที่คำนวณได้โดยตรงจากแบบ

= (160,929.04x9.35)+(12,736.55x9.35)+(20,277.57x9.95)

= 1,825,535.09 บาท

ปริมาณเหล็กเสริมส่วนเกินเนื่องจากการตัดประกอบ

เหล็กทั้งหมดที่ใช้ไปสำหรับโครงการ ก. = 377,271.28 กิโลกรัม

เหล็กทั้งหมดที่คำนวณได้จากแบบ = 353,484.60 กิโลกรัม

$\therefore$ เหล็กส่วนเกิน = 2,378.68 กิโลกรัม

คำนวณเป็นร้อยละของเหล็กส่วนเกินต่อเหล็กทั้งหมดที่คำนวณได้จากแบบ

= (23,786.68/353,484.60) x 100 = 6.73

ในทำนองเดียวกัน สำหรับโครงการ ข. ร้อยละของเหล็กส่วนเกินต่อเหล็กทั้งหมดที่คำนวณได้จากแบบ = 1.12

ดังนั้นค่าเฉลี่ยร้อยละของเหล็กส่วนเกินต่อเหล็กทั้งหมดที่คำนวณได้จากแบบ

= (6.73+1.12)/2

= 3.925

คิดเป็นต้นทุนเหล็กส่วนเกินเนื่องจากการตัดประกอบ = 3.925*ปริมาณเหล็กเสริมที่คำนวณได้จากแบบ * ราคาต่อหน่วยของเหล็ก

ดังนั้นจากตัวอย่างโครงการ ข.

คิดเป็นค่าใช้จ่ายส่วนนี้ = 3.925*193,943.16 x 9.41/100

= 71,652.26 บาท

∴ คิดเป็นต้นทุนเหล็กเสริมทั้งหมด = 1,825,535.09+71,652.26

= 1,897,187.35 บาท

3. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานการผลิต (Factory Overhead Cost)

นอกจากต้นทุนแรงงานทางตรง วัตถุดิบทางตรง ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น ยังคงมีต้นทุนอีกประเภท เรียกว่า ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานการผลิต ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการผลิต ไม่สามารถที่จะคำนวณได้โดยตรง ซึ่งสามารถจำแนกค่าใช้จ่ายในการผลิตได้เป็น 2 ลักษณะ

3.1 ค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่ เป็นค่าใช้จ่ายที่มีลักษณะคงที่ ณ ระดับการผลิต ไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิตมากน้อยเพียงไร ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งได้แก่ ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต และค่าประกันภัย ค่าเงินเดือนผู้ควบคุมการผลิต เป็นต้น

3.2 ค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปร เป็นค่าใช้จ่ายที่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต หรือเวลาที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ วัตถุดิบทางอ้อม วัสดุสิ้นเปลือง เป็นต้น

3.1 <u>ค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่</u>

จากการรวบรวมข้อมูลเครื่องจักร อุปกรณ์การผลิต อุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน สามารถนำมาหาค่าเสื่อมราคาต่อปี ได้ดังตารางที่ 4.12 ถึง 4.14 และ เงินเดือนพนักงานที่ควบคุมการผลิตต่อปี ได้ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.12 ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตเสาเข็มเจาะ

	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	คิดค่าเสื่อม	ค่าเสื่อมต่อปี
เครื่องจักร Service Crane	10	เครื่อง	4,224,000	42,240,000	6	7,040,000.00
เครื่องจักร Rig Crane	5	เครื่อง	15,665,706	78,328,530	6	13,054,755.00
Vibro Hammer	5	เครื่อง	4,963,118	24,815,590	6	4,135,931.67
Desander	5	เครื่อง	1,711,570	8,557,850	6	1,426,308.33
Bentonite mixer	5	เครื่อง	132,584	662,920	6	110,486.67
Bentonite tank	20	เครื่อง	82,522	1,650,440	6	275,073.33
Air Compressor	5	เครื่อง	360,000	1,800,000	6	300,000.00
Welding set	5	ชุด	120,000	600,000	6	100,000.00
Water pump	10	เครื่อง	45,745	457,450	6	76,241.67
Survey equipment	5	ชุด	280,000	1,400,000	6	233,333.33
Office container	10	ชุด	289,000	2,890,000	6	481,666.67
Store container	10	ชุด	87,000	870,000	6	145,000.00
Toilet container	5	ชุด	200,000	1,000,000	6	166,666.67
Rebar bender machine	5	เครื่อง	135,000	675,000	6	112,500.00
Rebar cutting machine	5	เครื่อง	117,778	588,890	6	98,148.33
Pick-up car	10	เครื่อง	377,355	3,773,550	6	628,925.00
รวม				170,310,220.00		28,385,036.67

ตารางที่ 4.13 ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเสาเข็มเจาะ

	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	คิดค่าเสื่อม	ค่าเสื่อมต่อปี
ปลอกเหล็ก ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มม.	4	ชุด	71,230	284,920	3	94,973.33
ปลอกเหล็ก ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 700 มม.	4	ชุด	82,960	331,840	3	110,613.33
ปลอกเหล็ก ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 800 มม.	4	ชุด	89,420	357,680	3	119,226.67
ปลอกเหล็ก ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 1000 มม.	4	ชุด	109,650	438,600	3	146,200.00
ปลอกเหล็ก ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 1200 มม.	4	ชุด	132,770	531,080	3	177,026.67
ปลอกเหล็ก ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 1500 มม.	4	ชุด	164,900	659,600	3	219,866.67
หัวเจาะ Auger ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มม.	2	ชุด	30,000	60,000	3	20,000.00
หัวเจาะ Auger ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 700 มม.	2	ชุด	33,000	66,000	3	22,000.00
หัวเจาะ Auger ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 800 มม.	2	ชุด	36,000	72,000	3	24,000.00
หัวเจาะ Auger ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1000 มม.	2	ชุด	45,000	90,000	3	30,000.00
หัวเจาะ Auger ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1200 มม.	2	ชุด	60,000	120,000	3	40,000.00
หัวเจาะ Auger ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1500 มม.	2	ชุด	72,000	144,000	3	48,000.00
หัวเจาะBucket ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มม.	2	ชุด	33,000	66,000	3	22,000.00
หัวเจาะBucket ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 700 มม.	2	ชุด	40,000	80,000	3	26,666.67
หัวเจาะBucket ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 800 มม.	2	ชุด	45,000	90,000	3	30,000.00
หัวเจาะBucket ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1000 มม.	2	ชุด	65,000	130,000	3	43,333.33
หัวเจาะBucket ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1200 มม.	2	ชุด	75000	150,000	3	50,000.00
หัวเจาะBucket ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1500 มม.	2	ชุด	95000	190,000	3	63,333.33
แผ่นเหล็ก	80	แผ่น	17600	1,408,000	6	234,666.67
ท่อ Bentonite 200 เมตร	5	ชุด	54000	270,000	2	135,000.00
รวม				5,539,720.00		1,656,906.67

ตารางที่ 4.14 ค่าเสื่อมราคาเครื่องใช้สำนักงานสนามที่ใช้ในการผลิตเสาเข็มเจาะ

	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	คิดค่าเสื่อม	ค่าเสื่อมต่อปี
เครื่องคอมพิวเตอร์	5	ชุด	60,000	300,000	2	150,000.00
เครื่อง Printer	5	ชุด	25,000	125,000	2	62,500.00
เครื่องส่งโทรสาร	5	ชุด	25,000	125,000	2	62,500.00
เครื่องถ่ายเอกสาร	5	ชุด	85,000	425,000	2	212,500.00
เครื่องพิมพ์ดีด	5	ชุด	26,500	132,500	2	66,250.00
เครื่องบันทึกเวลา	5	ชุด	22,000	110,000	2	55,000.00
เครื่องวิทยุสนาม	20	ชุด	9,000	180,000	2	90,000.00
เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่	5	ชุด	81,000	405,000	2	202,500.00
รวม				1,802,500.00		901,250.00

ตารางที่ 4.15 เงินเดือนผู้ควบคุมการผลิตที่ใช้ในการผลิตเสาเข็มเจาะ

	จำนวน	หน่วย	อัตราเงินเดือน	เงินรวมใน 1 ปี
Contract manager	1	คน	150,000	1,800,000
Project Manager	2	คน	100,000	2,400,000
Project Engineer	3	คน	70,000	2,520,000
Site Engineer	5	คน	32,000	1,920,000
Quantity Surveyor	1	คน	100,000	1,200,000
รวม				9,840,000.00

สรุป ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่ต่อปีได้ดังนี้

ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต	=	28,385,036.67 บาท
ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	=	1,656,906.67 บาท
ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน	=	901,250.00 บาท
ค่าประกันเครื่องจักร 0.3% ต่อปี	=	510,930,.66 บาท
ค่าเงินเดือนผู้บริหารต่อปี	=	9,840,000.00 บาท
∴ รวมค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่ทั้งหมดต่อปี	=	41,294,124.00 บาท

ซึ่งกำลังการผลิตปกติต่อปีของปริมาณคอนกรีตทั้งหมด = 90,000 ลบ.เมตร ดังนั้น

ค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่จัดสรร = 458.82 บาท/ลบ.เมตร

∴ ค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่ของโครงการ ก. = 458.82 x 9110

= 4,179,850.2 บาท

ค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่ของโครงการ ข. = 458.82 x 3406

= 1,562,740.92 บาท

3.2 <u>ค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปร</u>

ค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปร ได้แก่ ค่าเบนโทไนท์ น้ำมันเชื้อเพลิง วัสดุสิ้นเปลือง ค่าสาธารณูปโภค ค่าขนส่งวัสดุ และค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดอื่น ซึ่งค่าเหล่านี้เป็นค่าที่แปรเปลี่ยนตามปริมาณการผลิต หรือเวลาที่ใช้ในการผลิต

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปร ของโครงการในอดีต ดังตารางที่ 4.16 เมื่อนำมาหาอัตราค่าใช้จ่ายการผลิตเปรียบเทียบกับ ปริมาณคอนกรีตที่คำนวณได้ตามแบบหรือเวลาที่ใช้ในการผลิต จะได้ค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปรแต่ละรายการ ดังตารางที่ 4.17 และสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายการผลิตของโครงการ ก. ได้ดังนี้

ค่าเบนโทไนท์	= 66.361	* 9110	=	604,548.71	บาท
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	= 53.826	* 9110	=	490,354.86	บาท
ค่าวัสดุสิ้นเปลือง	= 33.338	* 9110	=	303,709.18	บาท
ค่าสาธารณูปโภค	= 2,941.509	* 66	=	194,139.8	บาท
ค่าขนส่งวัสดุ	= 53.180	* 9110	=	484,469.8	บาท
ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	= 30.896	* 9110	=	281,462.56	บาท

ตารางที่ 4.16 ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปรจากข้อมูลของโครงการในอดีต

	โครงการที่ 1	โครงการที่ 2	โครงการที่ 3	โครงการที่ 4	โครงการที่ 5	โครงการที่ 6
ค่าเบนโทไนท์	512,830	186,320	1,123,500	1,241,235	226,835	611,120
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	375,213	142,351	987,541	1,123,564	185,632	475,632
ค่าวัสดุสิ้นเปลือง	235,641	96,542	541,231	652,315	124,562	295,425
ค่าสาธารณูปโภค	235,175	102,563	275,123	425,731	94,368	188,242
ค่าขนย้ายวัสดุอุปกรณ์	432,857	136,589	986,571	986,547	185,642	451,253
ค่าเบ็ดเตล็ด	241,206	79,563	532,104	625,310	104,743	281,235
ปริมาตรคอนกรีตตามแบบ	7,484	2,766	16,695	20,246	3,406	9,110
เวลาที่ใช้ในการผลิต	71	36	110	130	33	66

ตารางที่ 4.17 วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปรจากข้อมูลของโครงการในอดีต
เปรียบเทียบกับปริมารตคอนกรีต และเวลาการผลิต

	โครงการที่ 1	โครงการที่ 2	โครงการที่ 3	โครงการที่ 4	โครงการที่ 5	โครงการที่ 6	ค่าเฉลี่ย
ค่าเบนโทไนท์ / ปริมาตรคอนกรีต	68.524	67.361	67.296	61.308	66.599	67.082	66.361
ค่าเชื้อเพลิง / ปริมาตรคอนกรีต	50.135	51.465	59.152	55.496	54.501	52.210	53.826
ค่าวัสดุสิ้นเปลือง / ปริมาตรคอนกรีต	31.486	34.903	32.419	32.219	36.571	32.429	33.338
ค่าสาธาณูปโภค / เวลาการผลิต	3,312.324	2,848.972	2,501.118	3,274.854	2,859.636	2,852.152	2,941.509
ค่าขนย้ายวัสดุอุปกรณ์ / ปริมาตรคอนกรีต	57.838	49.381	59.094	48.728	54.504	49.534	53.180
ค่าเบ็ดเตล็ด / ปริมาตรคอนกรีต	32.230	28.765	31.872	30.886	30.752	30.871	30.896

รวมค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปรของโครงการ ก. = 2,358,684.70 บาท

ในทำนองเดียวกันสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปรของโครงการ ข. = 906,338.80 บาท

∴ ค่าใช้จ่ายดำเนินการผลิตทั้งหมดของโครงการ ก

= 4,179,850.2 + 2,358,684.70 = 6,538,534.90 บาท

∴ ค่าใช้จ่ายดำเนินการผลิตทั้งหมดของโครงการ ข

= 1,562,740.92 + 906,338.80 = 2,469,079.72 บาท

จากต้นทุนที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดของโครงการ ก. และ ข. เราสามารถแสดงเป็นโครงสร้างต้นทุนของเสาเข็มขนาดต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 4.18 และสามารถแสดงตารางเปรียบเทียบต้นทุนของโครงการ ก. และ ข. ที่คิดโดยวิธีเดิม และวิธีนำเสนอเปรียบเทียบกับต้นทุนจากข้อมูลทางบัญชีได้ดังตารางที่ 4.19 และ 4.20 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.20 จะพบว่าเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนคอนกรีตที่คำนวณโดยวิธีที่นำเสนอจะมีค่ามากกว่าทุนจริงจริง = 0.46% ในขณะที่ต้นทุนคอนกรีตที่คำนวณโดยวิธีเดิมมีค่ามากกว่าต้นทุนจริงอยู่ = 1.12% และถ้าพิจารณาตารางที่ 4.19 จะพบว่าต้นทุนคอนกรีตโดยวิธีที่นำเสนอจะมีค่าน้อยกว่าต้นทุนจริง เนื่องจากเป็นโครงการที่ยังไม่ได้มีการปรับปรุงวิธีการสั่งคอนกรีต ต้นทุนแรงงานทางตรง จากทั้ง 2 โครงการพบว่า ต้นทุนแรงงานโดยวิธีที่นำเสนอมีค่าต่างจากต้นทุนจริง = 5.12% และ 2% ในขณะที่โดยวิธีเดิมมีค่าต่างจากต้นทุนจริง = 46.32% และ 22.93% ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาต้นทุนที่เป็นค่าใช้จ่ายดำเนินการผลิต จะพบว่าต้นทุนค่าเครื่องจักรโดยวิธีนำเสนอ จะมีค่าน้อยกว่าต้นทุนโดยวิธีเดิมและต้นทุนทางบัญชี เนื่องจากวิธีการที่นำเสนอเป็นการนำค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เป็นต้นทุนคงที่มาจัดสรรตามปริมาณการผลิต โดยประมาณอัตราการผลิตในหนึ่งปี ซึ่งจะทำให้วิธีการคำนวณนี้คิดค่าใช้จ่ายได้อย่างเหมาะสมกับต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมดในขณะที่โดยวิธีเดิม และการคำนวณต้นทุนทางบัญชีจะใช้การคิดคำนวณค่าเช่าของเครื่องจักรเทียบกับเวลาการผลิต ทำให้การจัดสรรต้นทุนไม่ถูกต้อง ทำให้ต้นทุนสูงกว่าความเป็นจริง และในทำนองเดียวกัน สำหรับต้นทุนค่าพนักงานบริหารควบคุมการผลิต จะพบว่าต้นทุนโดยวิธีที่นำเสนอมีค่าสูงกว่าต้นทุนที่แสดงทางบัญชีซึ่งเกิดจากสาเหตุเดียวกันกับวิธีการคิดคำนวณ

ตารางที่ 4.18 โครงสร้างราคาต้นทุนของเสาเข็มขนาดต่างๆ

เสาเข็มขนาดเส้าผ่าศูนย์กลาง 1.20 เมตร ระดับปลายเข็ม -56.60 เมตร

	วัตถุดิบทางตรง	แรงงานทางตรง	ค่าดำเนินงาน	รวมราคาต่อต้น
ระดับหัวเข็ม -6.45 เมตร	(11896167+3646128)/9110*56.72 = **96,768.27**	(1669395+603167)/9110*56.72 = **14,149.26**	(6538534.9/9110)*56.72 = **40,709.74**	**151,627.27**
ระดับหัวเข็ม -7.45 เมตร	(11896167+3646128)/9110*55.59 = **94,840.41**	(1669395+603167)/9110*55.59 = **13,867.37**	(6538534.9/9110)*55.59 = **39,898.70**	**148,606.48**
ระดับหัวเข็ม -7.95 เมตร	(11896167+3646128)/9110*55.02 = **93,867.96**	(1669395+603167)/9110*55.02 = **13,725.18**	(6538534.9/9110)*55.02 = **39,489.59**	**147,082.72**
ระดับหัวเข็ม -9.05 เมตร	(11896167+3646128)/9110*53.78 = **91,752.43**	(1669395+603167)/9110*53.78 = **13,415.85**	(6538534.9/9110)*53.78 = **38,599.61**	**143,767.88**

เสาเข็มขนาดเส้าผ่าศูนย์กลาง 0.80 เมตร ระดับปลายเข็ม -56.60 เมตร

	วัตถุดิบทางตรง	แรงงานทางตรง	ค่าดำเนินงาน	รวมราคาต่อต้น
ระดับหัวเข็ม -6.45 เมตร	(11896167+3646128)/9110*25.21 = **43,010.02**	(1669395+603167)/9110*25.21 = **6,288.84**	(6538534.9/9110)*25.21 = **18,094.01**	**67,392.87**
ระดับหัวเข็ม -6.95 เมตร	(11896167+3646128)/9110*24.96 = **42,583.50**	(1669395+603167)/9110*24.96 = **6,226.47**	(6538534.9/9110)*24.96 = **17,914.58**	**66,724.55**
ระดับหัวเข็ม -7.45 เมตร	(11896167+3646128)/9110*24.71 = **42,156.98**	(1669395+603167)/9110*24.71 = **6,164.11**	(6538534.9/9110)*24.71 = **17,735.15**	**66,056.24**

โครงสร้างต้นทุนของเสาเข็มขนาดเส้าผ่าศูนย์กลาง 1.00 เมตร ระดับปลายเข็ม -55.00 เมตร

	วัตถุดิบทางตรง	แรงงานทางตรง	ค่าดำเนินงาน	รวมราคาต่อต้น
ระดับหัวเข็ม -9.95 เมตร	(4944376+1897187)/3406*35.38 = **71,067.09**	(898905+367454)/3406*35.38 = **13,154.37**	(2469079.72/3406)*35.38 = **25,647.69**	**109,869.15**
ระดับหัวเข็ม -10.45 เมตร	(4944376+1897187)/3406*34.99 = **70,283.70**	(898905+367454)/3406*34.99 = **13,009.37**	(2469079.72/3406)*34.99 = **25,364.97**	**108,658.04**
ระดับหัวเข็ม -10.75 เมตร	(4944376+1897187)/3406*34.75 = **69,801.62**	(898905+367454)/3406*34.75 = **12,920.13**	(2469079.72/3406)*34.75 = **25,190.99**	**107,912.75**
ระดับหัวเข็ม -12.90 เมตร	(4944376+1897187)/3406*33.07 = **66,427.04**	(898905+367454)/3406*33.07 = **12,295.51**	(2469079.72/3406)*33.07 = **23,973.13**	**102,695.67**

ตารางที่ 4.19 เปรียบเทียบต้นทุนที่คิดโดยวิธีเดิม และวิธีนำเสนอ กับต้นทุนข้อมูลทางบัญชีของโครงการ ก.

ต้นทุน	ต้นทุนจากข้อมูลทางบัญชี	ต้นทุนประมาณราคาโดยวิธีเดิม	ต้นทุนประมาณราคาโดยวิธีที่นำเสนอ
1.คอนกรีต	11,953,334	11,955,203	11,896,167
2.เหล็กเสริม	3,643,531	3,646,128	3,646,128
3.ค่าแรงงาน	1,761,171	945,335	1,669,395
4.ค่าจ้างเหมาผู้รับเหมาย่อย	603,000	603,167	603,167
5.ค่าเครื่องจักร	3,279,585	3,302,151	3,183,856
6.ค่าพนักงานควบคุมการผลิต	382,219	305,085	996,027
7.ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	475,632	รวม	490,355
8.ค่าเบนโทไนท์	611,120	586,256	604,549
9.ค่าวัสดุสิ้นเปลือง	295,425	273,127	303,709
10.ค่าสาธารณูปโภค	188,242	158,050	194,140
11.ค่าขนย้ายวัสดุอุปกรณ์	451,253	309,972	484,470
12.ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	281,235	200,000	281,463
รวมต้นทุนทั้งหมด	23,835,834	22,342,324	24,207,736
ร้อยละความคลาดเคลื่อนจากต้นทุน		-6.27%	1.56%
ทางบัญชี			

ตารางที่ 4.20 เปรียบเทียบต้นทุนที่คิดโดยวิธีเดิม และวิธีนำเสนอ กับต้นทุนข้อมูลทางบัญชีของโครงการ ข.

ต้นทุน	ต้นทุนจากข้อมูลทางบัญชี	ต้นทุนประมาณราคาโดยวิธีเดิม	ต้นทุนประมาณราคาโดยวิธีที่นำเสนอ
1.คอนกรีต	4,920,240	4,975,422	4,944,376
2.เหล็กเสริม	1,845,444	1,929,505	1,897,187
3.ค่าแรงงาน	881,261	679,184	898,905
4.ค่าจ้างเหมาผู้รับเหมาย่อย	367,454	367,454	367,454
5.ค่าเครื่องจักร	1,617,281	2,076,636	1,190,364
6.ค่าพนักงานควบคุมการผลิต	197,602	197,602	372,389
7.ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	185,632	รวม	183,331
8.ค่าเบนโทไนท์	226,835	272,459	226,026
9.ค่าวัสดุสิ้นเปลือง	124,562	143,881	113,549
10.ค่าสาธารณูปโภค	94,368	137,850	97,070
11.ค่าขนย้ายวัสดุอุปกรณ์	185,642	364,489	181,131
12.ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	104,743	200,000	105,232
รวมต้นทุนทั้งหมด	10,882,785	11,390,857	10,724,178
ร้อยละความคลาดเคลื่อนจากต้นทุน		4.67%	-1.46%
ทางบัญชี			

ค่าเช่าเครื่องจักร ซึ่งโดยวิธีเดิมเป็นการจัดสรรไม่ถูกต้อง นำต้นทุนคำนวณควบคุมการผลิตบางส่วนไปเป็นต้นทุนค่าบริหารของบริษัท

จากการเปรียบเทียบต้นทุนการประเมินทั้ง 2 วิธี จากทั้ง 2 โครงการจะพบว่า โดยวิธีการที่นำเสนอ ประเมินต้นทุนค่าแรง ได้ใกล้เคียงกับต้นทุนจริงมากกว่า และสามารถจัดสรรต้นทุนค่าใช้จ่ายดำเนินการคงที่ได้ถูกต้อง และเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนรวม พบว่า โครงการ ข. ต้นทุนที่ประเมินได้โดยวิธีการที่นำเสนอ มีค่าต่างจากต้นทุนจากข้อมูลทางบัญชี -1.46 % ขณะที่ต้นทุนที่ประเมินได้โดยวิธีการเดิม มีค่าต่างจากต้นทุนจากข้อมูลทางบัญชี +4.67 %และจากโครงการ ก. ต้นทุนที่ประเมินได้โดยวิธีการที่นำเสนอ มีค่าต่างจากต้นทุนจากข้อมูลทางบัญชี +1.56 %ขณะที่ต้นทุนที่ประเมินได้โดยวิธีการเดิม มีค่าต่างจากต้นทุนจากข้อมูลทางบัญชี -6.27 % ซึ่งแสดงว่าต้นทุนที่ประเมินได้โดยวิธีที่นำเสนอมีความแม่นยำกว่าวิธีการเดิม

สรุป จากการนำแบบจำลองการทำงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่มาใช้ ทำให้ทราบเวลาแล้วเสร็จของโครงการ ซึ่งเวลานี้เมื่อนำมาบวกกับเวลาเผื่อวันหยุดนักขัตฤกษ์ และวันหยุดเนื่องจากเครื่องจักรชำรุดเสียหาย ซึ่งการประมาณการวันหยุดนักขัตฤกษ์จะต้องพิจารณาเป็นกรณีแต่ละโครงการไป ส่วนวันหยุดเนื่องจากเครื่องจักรนั้นสามารถประมาณได้จากข้อมูลของโครงการในอดีต จากจำนวนวันทั้งหมดนี้จะนำมาใช้คำนวนหาต้นทุนของค่าแรงทางตรง นอกจากนี้วิธีการคำนวนหาปริมาณคอนกรีตส่วนเกินต่างๆ ทำให้สามารถกำหนดปริมาณการใช้คอนกรีตได้ ทำให้ทราบต้นทุนคอนกรีตซึ่งเป็นต้นทุนหลักที่มีค่าสูงสุดได้ถูกต้อง ส่วนต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตที่ไม่สามารถคำนวณได้โดยตรงจะใช้การจัดสรรต้นทุนค่าใช้จ่ายดำเนินงานการผลิตคงที่อันได้แก่ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรอุปกรณ์การผลิต รวมทั้งเงินเดือนผู้ควบคุมการผลิต โดยใช้ปริมาณการใช้คอนกรีตเป็นฐานในการจัดสรร และสำหรับค่าใช้จ่ายดำเนินงานการผลิตผันแปร จะใช้วิธีการประมาณการจากความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายของต้นทุนนั้นกับปริมาณคอนกรีต หรือเวลาการผลิต ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนนั้นๆ

ดังนั้นจึงกล่าวสรุปโดยรวมได้ว่า จากวิธีการปรับปรุงการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน และการนำวิธีการลดต้นทุนคอนกรีตมาใช้ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพงานได้ ส่วนการประเมิณราคาโครงการอย่างมีหลักการที่นำเสนอนั้น จะทำให้สามารถประเมินต้นทุนวัตถุดิบทางตรง แรงงานทางตรง และต้นทุนเครื่องจักรได้ใกล้เคียงกับต้นทุนจริงซึ่งจะทำให้

โอกาสที่จะขาดทุนในงานที่ประมูลได้ลดลง การตั้งราคาประมูลสำหรับโครงการต่อไปควรพิจารณาในส่วนของกำไร หรือค่าเผื่อความเสี่ยงลดลงเพื่อให้ราคานั้นสามารถแข่งขันได้