



รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ยรรยง ทรัพย์สุขอำนาจ. การสำรวจเส้นทาง. พิมพ์ครั้งที่ 7, (ม.ป.ท.)
วีชรินทร์ วิทยกุล. การออกแบบและการวางแผนเส้นทาง. พระนคร, พิสิทธ์เซ็นเตอร์
การพิมพ์, 2528.
- จิรวัฒน์ โชติกไกร. วิศวกรรมการทาง. พระนคร, พิสิทธ์เซ็นเตอร์การพิมพ์, 2531.
- ทอง หวังสันติวงศ์. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบทางด้าน
เรขาคณิตของทางแยกต่างระดับ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

ภาษาอังกฤษ

- American Association of State Highways and Transportation Officials.
A policy on geometric design of highways and streets.
Washington, D.C., 1984.
- American Association of State Highway Officials. A policy on
geometric design of rural highways. Washington, D.C., 1965.
- Baker, A.B. The use of the computer in highway design: The state
of the art. Summer Annual Meeting, Planning and Transport
Research and Computation Co., Ltd. (July 1978): 279-288.
- _____. The design and phasing of horizontal and vertical
alignments: Program PRELUDE. Department of the Environment,
TRRL Report LR 459, Crowthorne, England, 1972.
- Bazaraa, M.S., and Jarvis, J.J. Linear programming and network flow.
John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, 1990.
- Bellman, R.E, and Dreyfus, S.E. Applied dynamic programming.
Princeton Universtiy Press, Princeton, New Jersey, 1962.

- Bilde, O. The mathematics of optimization. Proceeding of computer systems in highway design, NATO advanced study institute, Copenhagen, Demark, 1973.
- Boesefeldt, J., et al. Review of the current situation on road design optimisation in Germany. Proceeding of the seminar on road design held during the PTRC summer annual meeting: Road design I-General topics. Planning and Transport Research and Computation (International) Co.,Ltd., England (1975): 32-53.
- Bunday, B.D. Basic optimization methods. Edward Arnold (Publisher), Ltd.,MD ,1984.
- Calogero, V., Giannini, F., Bacchetto, C., and Capobianco, G. Quality of alignment: A model for the maximization of driving comfort. Proceedings of the seminar on road design held during the PTRC summer annual meeting: Road design. Planning and Transport Research and Computation (International) Co.,Ltd., England (1975): 68-80.
- Chew, E.P., et al. Simultaneous optimization of horizontal and vertical alignments of highways. Transportation Research, Vol. 23B, No.3 (1989): 315-329.
- Davies, H.E.H. Optimizing highway vertical alignments to minimize construction costs: Program MINERVA. Department of the Environment ,TRRL Report LR 463, Crowthorne, England, 1972.
- Department of Highway Technical group, Technical paper, Group Training in Road Construction, Department of Highways, Bangkok, Thailand, 1982.
- Deprez, G. Optimisation of road alignment. Proceeding of the seminar on road design held during the PTRC summer annual meeting: Road design I - General topic. Planning and Transport Research and Computation (International) Co., Ltd., England (1975): 73-98.

- Easa, S.M. Selection of roadway grades that minimize earthwork cost using linear programming. Transportation Research, Vol.22 A, No.2 (1988): 121-136.
- _____. Earthwork allocations with nonconstant unit costs. Journal of Construction Engineering and Management, Vol.113, No.11 (March 1987): 34-50.
- Fenves, S.J. Computer method in civil engineering. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1967.
- Gillett, B.E. Introduction of operation research: A computer-oriented algorithmic approach. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 1976.
- Goh, C.J., et al. Discrete and continuous models for computation of optimal vertical highway alignment. Transportation Research, Vol. 22 A, No. 6 (1988): 399-409.
- Hickerson, T. Route location and design. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, NY, 1964.
- Hiersche, E.U. Optimization criteria and constraint formulation. Proceeding of computer systems in highway design, NATO advanced study institute, Copenhagen, Demark, 1973.
- Jack E. Leisch and Associates. Three-dimenslonal design: Operational and safety aspects. Notes for short course on system design of highways for operational efficiency and safety, Thialnd, 1979.
- Janoshegyi, F. The hungarian design suite. Proceeding of computer systems in highway design, NATO advanced study institute, Copenhagen, Demark, 1973.
- Jayawardane, A.K.W. and Harris, F.C. Further development of integer programming in earthwork optimization. Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 116, No.1 (March 1990): 18-34.

- Kuester, J.L., and Mize, J.H. Optimization technique with Fortran. McGraw-Hill Book, Inc., New York, 1973.
- Kunzi, H.P., Tzschach, H.G., and Zehnder, C.A. Numerical methods of mathematical optimization: with ALGOL and Fortran programs. Academic Press, New York, 1971.
- Mayer, Jr, R.H., and Stark, R.M. Earthmoving logistics. Journal of Construction Division, ASCE, Vol 107, No. C02 (June 1981) : 297-312.
- McMillan, Jr., C. Mathematical programming: An introduction to the design and application of optimal decision machine. John Wiley and Sons, Inc., New York, 1970.
- Microsoft Cooperation. Microsoft FORTRAN Optimizing compiler: Language reference. Microsoft Cooperation
- Milne, P.H. Basic programs for land surveying. E.& F.N. Spon Ltd., London, 1984.
- Nandgaonkar, S.M. Earthwork transportation allocations: Operation research. Journal of the Construction Division ASCE, Vol.107, No. C02 (June 1981): 373-392.
- Nemhauser, G.L. Introduction to dynamic programming. John Wiley and Sons, Inc., 1966.
- Nicholson, A.J., Elms, D.G., and Williman, A. A variational approach to optimal route location. The Highway Engineer 23, (1967): 22-25.
- Oglesby, C. and Hicks, R. Highway engineering. 4th Ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, 1982.
- Parker, N.A. Rural highway route corridor selection. Transportation Planning and Technology, Vol.3 (1987): 247-256.
- Ravindran, A., Phillips, D.T., and Salberg, J.J. Operation research principle and practice. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, 1988.

- Quilin, D. and Davies, B.J. Surface geometry for computer aided design and manufacture. Ellis Horwood ,Ltd., 1987.
- Robinson, A. A Computer method for designing the vertical alignment of a road: Program VENUS I. Department of the Environment, TRRL Report LR 457, Crowthorne, England, 1972.
- _____. A further computer method for designing the vertical alignment of a road: Program VENUS II. Department of the Environment, TRRL Report LR 458, Crowthorne, England, 1972.
- _____. Comparison of the latest British highway design suites: BIPS3-HIGHWAYS/11-MOSS. Proceeding of the seminars on road design and highway maintenance: Road design and highway maintenance. Planning and Transport Research and Computation (International) Co., Ltd., England (1976): 59-73.
- Schacke, I. Optimization of vertical alignment : A case study Proceeding of computer systems in highway design, NATO advanced study institute, Copenhagen, Demark, 1973..
- Stark, R.M., and Nicholls, R.L. Mathematical foundations for design: Civil engineering system. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, NY, 1972.
- Stickling, R.W. A Polynomial optimisation technique for improving the vertical alignment of an existing airport runway. Proceeding of the seminar on road design held during the PTRC summer annual meeting: Road design I - General topics. Planning and Transport Research and Computation (International) Co., Ltd., England (1975): 54-72.
- Stott, J.P. The optimization of horizontal and vertical alignment. Proceeding of computer systems in highway design, NATO advanced study institute, Copenhagen, Demark, 1973.
- _____. The optimization of road layout by computer methods. Institution of Civil Engineers: Proceedings Part 2, Vol. 55 (1973): 67-85.

- Trietsch, D., and Handier, G.Y. On highway fuel and time expenditures. Transportation Science, Vol 19, No.3 (August 1985): 293-307.
- _____. Comprehensive design of highway networks. Transportation Science, Vol.21, No.1 (February 1987): 26-35.
- _____. A family methods for preliminary highway alignment. Transportation Science, Vol. 21 No.1 (February 1987): 17-25.
- Turner, A.K. A decade of experience in computer aided route selection. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol.44, No.12 (December 1978): 1561-1576.
- _____. (ed.) A computer system in highway design. NATO Advanced Study Institute: Proceeding, Copenhagen, Denmark, 1973.
- Walton, D.J., and Meek, D.S. Computer-aided design for horizontal alignment. Journal of Transportation Engineering, Vol.115, No.4, (July 1989): 411-424.
- Withey, K.H. The optimization of the vertical alignment of the M5 motorway from Chelston to Blackbrook. Department of the Environment, TRRL Report LR 473, Crowthorne, England, 1972.
- Wright, P., and Paquette, R. Highway engineering, 4th Ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, 1979.
- Untermann, R.K. Principles and practices of gradeing, drainage and road alignment: an ecologic approach, Reston Publishing Co., Inc., VA, 1978.

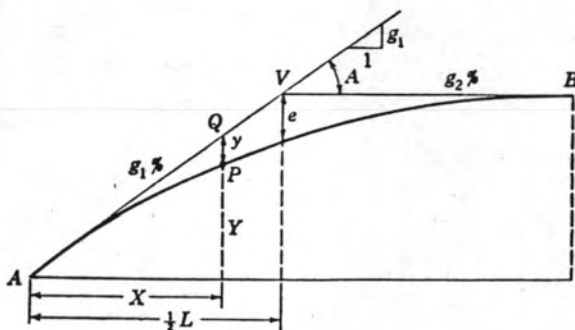
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

โค้งพาราโบลา

ก.1 บททั่วไป

โค้งพาราโบลา มักนำมาใช้ในการออกแบบโค้งตั้ง คุณสมบัติของโค้งพาราโบลาที่สำคัญ คือ การเปลี่ยนแปลงระยะทางในแนวตั้งผกผันเป็นกำลังสองกับการเปลี่ยนแปลงระยะทางในแนวราบ หรือ อาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงทิศทางของเส้นโค้งจะคงที่ (ค่าอนุพันธ์อันดับสองมีค่าคงที่)



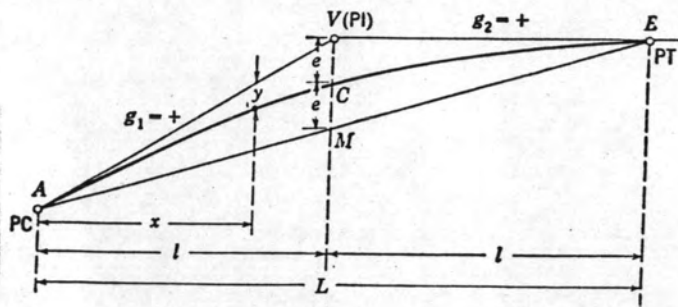
รูปที่ ก.1 โค้งพาราโบลา

ก.2 โค้งพาราโบลาสัมมาตร

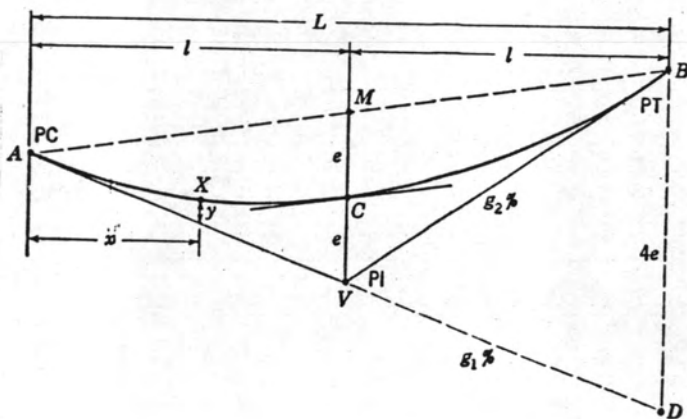
โค้งพาราโบลาสัมมาตร คือ โค้งพาราโบลาที่มีความยาวของเส้นสัมผัสเท่ากัน ระยะทางของโค้งตั้งจะวัดในแนวราบ และเรียกระยะในแนวตั้งว่า ระยะออฟเซต (Offsets) ซึ่งหมายถึง ระยะจากเส้นสัมผัสถึงจุดบนโค้งในแนวตั้ง

ก.2.1 การหาระยะออฟเซต

จากรูปที่ ก.1 จุด P เป็นจุดใดๆบนเส้นโค้งซึ่งกำหนดด้วยค่าพิกัด x และ y



ก. โค้งคว่ำ



ข. โค้งหงาย

รูปที่ ก.2 โค้งพาราโบลาสัมมาตร

- g_1, g_2 = ค่าความชัน ของเส้นสัมผัส (เปอร์เซ็นต์) มีเครื่องหมายเป็นบวก
 เมื่อเอียงขึ้น และ เป็นลบเมื่อเอียงลง
 A = $|g_2 - g_1|$ = ผลต่างพีชคณิตของความชัน
 L = ความยาวโค้ง
 e = ระยะออฟเซตที่จุดตัดแนวตั้ง (PVI) ซึ่งเป็นจุดแบบครึ่งโค้ง

จากนิยามการเปลี่ยนแปลงความชันของเส้นโค้งพาราโบลาคงที่ ดังนี้

$$\frac{d^2y}{dx^2} = r \quad (\text{ค่าคงที่}) \quad (\text{ก.1})$$

$$\int_0^L \frac{d^2y}{dx^2} dx = rx + C_1 \quad (\text{ก.2})$$

$$\text{ที่ } x = 0, \frac{dy}{dx} = \frac{g_1}{100} \quad \text{และที่ } x = L, \frac{dy}{dx} = \frac{g_2}{100}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \frac{g_1}{100} = 0 + C_1 \quad (\text{ก.3})$$

$$\text{และ} \quad \frac{g_2}{100} = rL + C_1 \quad (\text{ก.4})$$

จากสมการ (ก.3) และ (ก.4) จะได้

$$r = \frac{g_2 - g_1}{100} \quad (\text{ก.5})$$

$$\text{และ} \quad \frac{dy}{dx} = \frac{(g_2 - g_1)}{100L} x + \frac{g_1}{100} \quad (\text{ก.6})$$

อินทิเกรต สมการ (ก.6)

$$\int_0^L \frac{dy}{dx} dx = rx^2 + C_1x + C_2 \quad (\text{ก.7})$$

$$\text{จะได้ } y = \frac{(g_2 - g_1) \cdot X^2}{100 L \cdot 2} + \frac{g_1 X}{100} + C_2 \quad (\text{ก.8})$$

ที่ $x = 0$, $y = 0$ ดังนั้น

$$C_2 = 0 \quad (\text{ก.9})$$

เมื่อพิจารณาระยะจากแกน x และ y ได้รูปสามเหลี่ยมคล้ายที่

$$\frac{y + Y}{X} = \frac{g_1}{100} \quad (\text{ก.10})$$

แทนค่าใน (ก.8) จะได้

$$y = \frac{(g_2 - g_1) X^2}{200 L} \quad (\text{ก.11})$$

สมการ (ก.11) แสดงค่าระยะออฟเซตที่แปรผันกำลังสองกับระยะทาง
ในแนวราบจาก จุด A (PVC)

ที่จุด PVI จะได้ค่า e จาก

$$e = \frac{(g_2 - g_1) L}{800} = \frac{AL}{800} \quad (\text{ก.12})$$

ก.3.1 การหาระยะออฟเซต

จากรูปที่ ก.3 แนวของเส้นโค้งที่จุดตัดแนวตั้ง (PVI) จะไม่แบ่งครึ่งความยาวโค้งตั้ง และ จุด C จะไม่ใช่จุดต่ำสุดของโค้ง แต่จะแบ่งครึ่งระยะ VM และ จะพบว่า

$$DB = \frac{(g_2 - g_1)l_2}{100} \quad (\text{ก. 14})$$

พิจารณารูปสามเหลี่ยมคล้าย จะได้

$$\frac{DB}{L} = \frac{VM}{l_1} \quad (\text{ก. 15})$$

$$DB = \frac{L}{l_1} VM = \frac{L}{l_1} \times 2e \quad (\text{ก. 16})$$

จากสมการ (ก.15) และ (ก.16)

$$e = \frac{(g_2 - g_1) l_1 l_2}{200 L} = \frac{(g_2 - g_1) l_1 l_2}{200 (l_1 + l_2)} \quad (\text{ก. 17})$$

ก.3.2 การหาค่าระดับบนโค้งไม่สมมาตร

การหาระยะออฟเซตจากเส้นสัมผัสไปยังโค้ง หาก

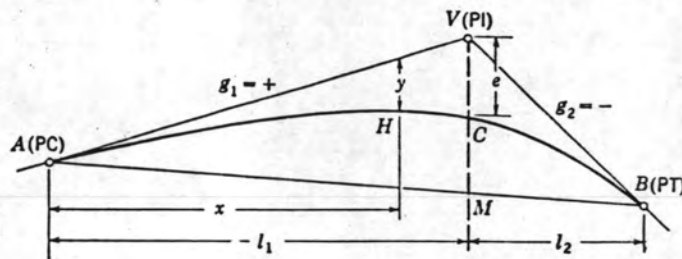
$$y_1 = \frac{(x_1)^2}{l_1} e \quad (\text{ก. 18})$$

และ $y_2 = \frac{(x_2)^2}{l_2} e$

x_1 และ x_2 คือ ระยะทางจากจุดเริ่มโค้งที่วัดในช่วง l_1 และ l_2 ตามลำดับ

ก.4 การหาจุดโค้งกลับของโค้งดิ่ง

จุดโค้งกลับเป็นจุดบนโค้งหงายที่มีระดับต่ำที่สุด หรือ จุดบนโค้งคว่ำที่มีระดับสูงที่สุด ตามปกติ จุดโค้งกลับจะไม่อยู่ในแนวตั้งเดียวกับจุดตัดแนวโค้ง (PVI) จุดโค้งกลับเป็นจุดบนโค้งที่มีความชันเท่ากับศูนย์ ดังแสดงในรูปที่ ก.4 จุดโค้งกลับมีความสำคัญในการพิจารณาปัญหาการระบายน้ำ และ ระยะห่างจากสิ่งกีดขวางเหนือถนน



รูปที่ ก.4 จุดโค้งกลับของโค้งดิ่ง

จากรูปที่ ก.4

$$E_h = E_c + \frac{g_1 x_1}{100} + y \quad (\text{ก.19})$$

E_h = ค่าระดับที่จุดโค้งกลับที่ห่างจากจุดเริ่มโค้ง (PVC) เป็นระยะ x

E_c = ค่าระดับที่จุดเริ่มโค้ง (PVC)

y = ค่าออฟเซตที่จุด H

x_1 = ระยะทางแนวราบจากจุดเริ่มโค้ง (PVC)

หาค่าอนุพันธ์ของสมการ (ก.19)

$$\frac{dE_n}{dx_1} = 0 \quad (\text{ก.20})$$

$$\frac{g_1 + 2x_1 e}{100 l_1^2} = 0$$

จะได้ $x_1 = \frac{-g_1 l_1^2}{200e}$ จากจุด PVC , $x_1 \leq l_1$ (ก.21)

ถ้าค่า x_1 ที่ได้มากกว่า l_1 แสดงว่าจุดโค้งกลับอยู่ในช่วง l_2 ซึ่งคำนวณได้จาก

$$E_n = E_b - \frac{g_2 x_2}{100} + y \quad (\text{ก.22})$$

$$x_2 = \text{ระยะทางแนวราบจากจุดสิ้นสุดโค้ง (PVT)}$$

ระยะทาง x_2 เป็นลบเนื่องจากทิศทางวัดจากจุดสิ้นสุดโค้ง

หาค่าอนุพันธ์ของสมการ (ก.22) จะได้

$$x_2 = \frac{g_2 l_2^2}{200e} \quad \text{จากจุด PVT , } x_2 \leq l_2 \quad (\text{ก.23})$$

สมการ (ก.21) และ (ก.23) ใช้ได้ทั้งโค้งพาราโบลาสมมาตร และ ไม่สมมาตร

ภาคผนวก ข

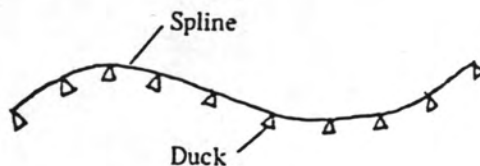
โค้ง Spline

ข.1 ลักษณะของ Physical Splines และ Mathematical Splines

ข.1.1 Physical Splines

Spline เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนแบบ มีลักษณะเป็นโลหะ หรือ พลาสติก หรือ ไม้เส้นยาวๆ ที่สามารถดัดงอผ่านจุดข้อมูล ผู้เขียนแบบจะยึด spline ใน ตำแหน่งที่ต้องการโดยตรงกับจุดที่เรียกว่า knots (ducks)

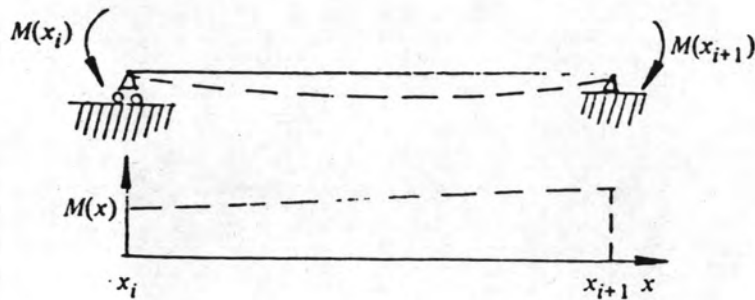
ในระบบ CAD/CAM จะใช้ Mathematical spline แทนการใช้ Physical spline พฤติกรรมของ spline จะเหมือนกับคานบางยึดหย่อน และ knot จะกลายเป็นแรงกระทำบนคานนั้น ดังนั้นจึงสามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับ physical spline โดยใช้ ทฤษฎีของคาน



รูปที่ ข.1 โค้ง spline

๓.1.2 Mechanical Background

ในทฤษฎีคาน เมื่อพิจารณาช่วงความยาวของคาน (Span) ระหว่างแรงกระทำ 2 จุด โดยที่แรงดัด (Bending moment), $M(x)$ เป็นฟังก์ชันเส้นตรง (รูปที่ ๓.2)



รูปที่ ๓.2 ช่วงของคานในทฤษฎีคาน

จาก Euler formula ของการดัดเขียนได้เป็น

$$\frac{1}{\rho(x)} = \frac{M(x)}{EJ} \quad (๓.1)$$

โดยที่

$M(x)$ = แรงดัด

$\rho(x)$ = รัศมีความโค้งของคาน (Beam curvature radius)

EJ = ค่าคงที่ของการดัด

เพราะว่า plane curve curvature มีค่าเท่ากับ

$$\frac{1}{\rho(x)} = \frac{y''(x)}{(1+y'(x)^2)^{3/2}} \quad (๓.2)$$

จากสมการ (ข.1) และ (ข.2) จะได้

$$\frac{y''(x)}{(1+y'(x)^2)^{3/2}} = \frac{M(x)}{EJ} \quad (\text{ข.3})$$

และ เพราะว่า $y'(x) \ll 1$ ในกรณีของคานที่อ่อนแบบยืดหยุ่น ดังนั้น สมการข้างต้นจะประมาณได้เท่ากับ

$$y''(x) = \frac{M(x)}{EJ} \quad (\text{ข.4})$$

สมการนี้แสดงให้เห็นว่าฟังก์ชัน $y(x)$ เป็น cubic polynomial เพราะว่า แรงดัด $M(x)$ ระหว่างช่วงคานเป็นฟังก์ชันเส้นตรง ค่าของ y คือ ระยะแอ่นตัว (Deflection) ในช่วงคาน ค่าอนุพันธ์อันดับหนึ่งเป็นความชันของช่วงคาน และ ค่าอนุพันธ์อันดับสองเป็นค่าอัตราความโค้งของช่วงคาน

เส้นโค้งการแอ่นตัวของคาน แสดงได้โดยใช้สมการ piecewise and continuous cubic polynomial ทั้งนี้ก็เพราะ ค่าแรงดัด $M(x)$ เป็นฟังก์ชันเส้นตรงที่ piecewise และ continuous ดังนั้นจึงสามารถใช้ piecewise and continuous cubic curve ในแบบจำลองคณิตศาสตร์ สำหรับ physical spline ได้

ข.1.3 Mathematical Splines

ถ้าให้ Cubic spline เป็นฟังก์ชันของ X เขียนแทนด้วย $s(x)$ และ มีความชันน้อยๆ ค่าของอนุพันธ์อันดับสอง $s''(x)$ จะประมาณค่าของอัตราความโค้ง ค่าของความยาวช่วงโค้งแทนด้วย dx จากทฤษฎีคาน พลังงานของ linearized spline เป็นอัตราส่วนกับ $\int_0^n s''(x)^2 dx$ เมื่อกำหนด knot $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ การประมาณค่า spline เพื่อที่จะให้ $s(x_i) = y_i, i = 0, 1, \dots, n$ และ $\int_0^n (s''(x))^2 dx$ มีค่าน้อยที่สุด

ถ้าต้องการ ความต่อเนื่องของอนุพันธ์อันดับสูง จะต้องสร้าง spline ของ อนุพันธ์อันดับสูง Spline ใดๆ จะต้องมีคุณสมบัติของ "piecewise" และ "continuity"

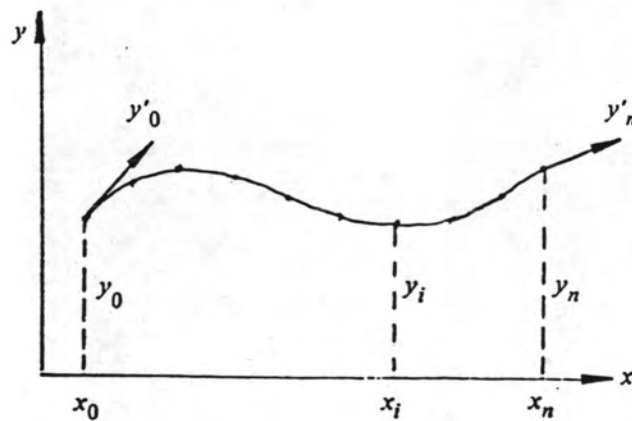
๓.2 Cubic Spline และ Natural Cubic Spline

Cubic spline เป็นโค้งที่ผ่านจุดข้อมูล (x_i, y_i) , $i = 0, 1, \dots, n$ โดยที่

$$s(x_i) = y_i \quad (i = 0, 1, \dots, n)$$

$$s'(x) \text{ และ } s''(x) \text{ ต่อเนื่องที่ knots } x_i \quad (i = 1, 2, \dots, n-1)$$

และ $s(x)$ เป็น polynomial อันดับ 3 ใน Subinterval $[x_{i-1}, x_i]$ ($i = 0, 1, \dots, n$)
 จากรูป ๓.3 $s(x)$ เรียกว่าฟังก์ชัน cubic spline และ ส่วนโค้งเรียกว่า cubic spline curves



รูปที่ ๓.3 Mathematical spline

จากพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Ahlberg et.al., 1967) ฟังก์ชัน cubic spline ที่มี $s''(x_1) = s''(x_n) = 0$ เรียกว่า Natural cubic spline ซึ่งจะเป็นฟังก์ชันที่ให้ค่า ความโค้ง (Curvature) ที่น้อยที่สุด สามารถประมาณค่าข้อมูลทุกจุด และ ได้ค่าอนุพันธ์อันดับสองที่อินทิเกรตได้ ดังนั้น Natural cubic spline จึงเป็นฟังก์ชันที่ "smooth" ที่สุดในการประมาณค่าข้อมูล

๓.3 การหาฟังก์ชัน Cubic spline

พิจารณาช่วง $[x_1, x_{1+1}]$ กำหนดให้

$$\begin{aligned} h_1 &= x_{1+1} - x_1 \\ w &= (x - x_1)/h_1 \\ \omega &= 1 - w \end{aligned} \quad (๓.5)$$

โดยที่ x เป็นค่าในช่วงดังกล่าว w มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 และ ω มีค่าเท่ากับ 1 ถึง 0 แทนฟังก์ชัน spline ในช่วง $[x_1, x_{1+1}]$

$$s(x) = wy_{1+1} + \omega y_1 + h_1^2 [(w^3 - w)\sigma_{1+1} + (\omega^3 - \omega)\sigma_1] \quad (๓.6)$$

โดยที่ σ_1 และ σ_{1+1} เป็นค่าคงที่ที่ต้องการจะหา สองเทอมแรกในสมการเป็นการประมาณค่าแบบเส้นตรง ส่วนเทอมหลังเป็นการปรับแก้กำลังสามเพื่อให้ smoothness และ จะมีค่าเท่ากับศูนย์ที่จุดต้น และ จุดปลาย เพื่อที่จะให้

$$\begin{aligned} s(x_1) &= y_1 \\ s(x_{1+1}) &= y_{1+1} \end{aligned} \quad (๓.7)$$

ดังนั้นค่า $s(x)$ จึงสามารถประมาณค่าข้อมูลได้ที่ σ_1 ใดๆ

เมื่อหาอนุพันธ์ของ $s(x)$ โดยที่ $w' = 1/h_1$ และ $\omega' = -1/h_1$

$$\begin{aligned} s'(x) &= (y_{i+1} - y_i)/h_1 + h_1[(3w^2 - 1)\sigma_{i+1} - (3\omega^2 - 1)\sigma_i] \quad (\text{ข.8}) \\ s''(x) &= 6w\sigma_{i+1} + 6\omega\sigma_i \\ s'''(x) &= 6(\sigma_{i+1} - \sigma_i)/h_1 \end{aligned}$$

สังเกตว่า $s(x)$ เป็นฟังก์ชันเส้นตรงที่ประมาณค่า $6\sigma_i$ และ $6\sigma_{i+1}$ ดังนั้น

$$\sigma_i = s''(x_i)/6 \quad (\text{ข.9})$$

ซึ่งจะแสดงความหมายของค่า σ_i แต่ยังไม่หาค่าไม่ได้ สังเกตว่า $s'''(x)$ จะคงที่ตลอดช่วง $[x_i, x_{i+1}]$ และ อนุพันธ์อันดับสี่ของ $s(x)$ เท่ากับ 0 ซึ่งเป็นไปตามนิยามของฟังก์ชัน cubic

เมื่อหาค่า $s'(x)$ ที่จุดปลายช่วง จะได้

$$\begin{aligned} s'_+(x_i) &= \Delta_i - h_1(\sigma_{i+1} + 2\sigma_i) \\ s'_-(x_i) &= \Delta_i - h_1(2\sigma_{i+1} + \sigma_i) \end{aligned} \quad (\text{ข.10})$$

โดยที่ $\Delta_i = (y_{i+1} - y_i)/h_1$ การที่ใช้สัญลัษณ์ s'_+ และ s'_- ก็เพราะค่าฟังก์ชันดังกล่าวอยู่ในช่วง $[x_i, x_{i+1}]$ เท่านั้น จึงสามารถหาค่าอนุพันธ์ที่จุดปลายได้เพียงด้านเดียว เพื่อที่จะเกิดความต่อเนื่องของ $s(x)$ ในช่วง interior knots จึงต้องมี

$$s'_-(x) = s'_+(x) \quad i = 2, \dots, n-1 \quad (\text{ข.11})$$

ส่วนความต่อเนื่องของ $s''(x)$ นั้น ได้มาจากการแทนฟังก์ชันของ $s(x)$ อยู่แล้ว ถึงแม้ว่าค่าของ $s'_-(x)$ ได้มาจากช่วง $[x_{i-1}, x_i]$ การนิยามกระทำเช่นเดียวกัน โดยแทนค่า $i=i-1$ ใน $s'_-(x)$ และ จะได้

$$\Delta_{i-1} + h_{i-1}(2\sigma_i + \sigma_{i-1}) = \Delta_i - h_i(\sigma_{i+1} + 2\sigma_i) \quad (\text{ข.12})$$

$$h_{i-1}\sigma_{i-1} + 2(h_{i-1} + h_i)\sigma_i + h_i\sigma_{i+1} = \Delta_i - \Delta_{i-1} \quad i=2, \dots, n-1$$

ซึ่งเป็น $n-2$ simultaneous linear equations ที่มี n ตัวแปร σ_i ($i = 1, \dots, n$) จึงต้องการอีก 2 สมการ เพื่อหาค่า spline ซึ่งมีวิธีการหาเงื่อนไขของสมการทั้งสองต่างๆ กัน

ให้ฟังก์ชัน $c_1(x)$ และ $c_n(x)$ เป็นสมการกำลังสามผ่านจุดข้อมูล 4 จุดแรก และ 4 จุดสุดท้าย ตามลำดับ เงื่อนไขของฟังก์ชันทั้งสองจะต้องมีค่าอนุพันธ์อันดับสาม เท่ากับค่าที่หาได้จาก $s(x)$ หรือ

$$s'''(x_1) = c'''_1 \quad (\text{ข.13})$$

$$s'''(x_n) = c'''_n$$

ค่า c'''_1 และ c'''_n หาได้โดยตรงจากข้อมูลโดยไม่ต้องหา $c_1(x)$ และ $c_n(x)$

จากค่าความชันเฉลี่ย ระหว่างช่วง $[x_i, x_{i+1}]$

$$\Delta_1 = (y_{i+1} - y_i) / (x_{i+1} - x_i) \quad (\text{ข.14})$$

ซึ่งเป็นค่าประมาณของค่าอนุพันธ์อันดับหนึ่ง

$$\Delta_1^{(2)} = (\Delta_{i+1} - \Delta_i) / (x_{i+2} - x_i) \quad (\text{ข.15})$$

$$\Delta_1^{(3)} = (\Delta_{i+1}^{(2)} - \Delta_i^{(2)}) / (x_{i+3} - x_i)$$

โดยที่ $\Delta_1^{(2)}$ และ $\Delta_1^{(3)}$ คือ ค่า Divided difference

ค่า $2\Delta_1^{(2)}$ และ $6\Delta_1^{(3)}$ ใช้ประมาณค่าอนุพันธ์อันดับสอง และ อนุพันธ์อันดับสามตามลำดับ จะได้

$$\begin{aligned} c'''_1 &= 6\Delta_1^{(3)} \\ \text{และ} \quad c'''_n &= 6\Delta_{n-3}^{(3)} \end{aligned} \quad (\text{ข.16})$$

ดังนั้น เราจะได้สมการที่ต้องการ คือ

$$\begin{aligned} \sigma_2 - \sigma_1 &= \sigma_1^{(3)} h_1 \\ \sigma_n - \sigma_{n-1} &= \Delta_{n-3}^{(3)} h_{n-1} \end{aligned} \quad (\text{ข.17})$$

เพื่อที่จะทำให้เป็นรูปสมการสมมาตร จึงคูณสมการดังกล่าวด้วย h^2 และ $-h^2_{n-1}$ ตามลำดับ จะได้

$$\begin{aligned} -h_1\sigma_1 + h_2\sigma_2 &= h_1^2 \Delta_1^{(3)} \\ h_{n-1}\sigma_{n-1} - h_{n-1}\sigma_n &= -h_{n-1}^2 \Delta_{n-3}^{(3)} \end{aligned} \quad (\text{ข.18})$$

จากสมการ n สมการที่ใช้หาค่า spline สอดคล้องกับรูปสมการสมมาตรของ n สมการเส้นตรง ที่มี n ตัวแปร

$$\begin{pmatrix} -h_1 & h_1 & 0 & 0 & 0 \\ h_1 & 2(h_1+h_2) & h_2 & 0 & \\ 0 & h_2 & 2(h_2+h_3) & h_3 & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \\ & & h_{n-2} & 2(h_{n-2}+h_{n-1}) & h_{n-1} \\ 0 & & 0 & h_{n-1} & -h_{n-1} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \\ \vdots \\ \sigma_{n-1} \\ \sigma_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_1^2 \Delta_1^{(3)} \\ \Delta_2 - \Delta_1 \\ \Delta_3 - \Delta_2 \\ \vdots \\ \Delta_{n-1} - \Delta_{n-2} \\ -h_{n-1}^2 \Delta_{n-3}^{(3)} \end{pmatrix} \quad (\text{ข.19})$$

ซึ่งสามารถหาคำตอบได้โดยใช้วิธี elimination แต่จากค่าสัมประสิทธิ์ของสมการดังกล่าว มีคุณสมบัติพิเศษหลายประการ กล่าวคือ

- 1) เมตริกซ์เป็นแบบ tridiagonal
- 2) เมตริกซ์สมมาตร
- 3) เมตริกซ์เป็น nonsingular และ diagonally dominant
($x_i < x_{i+1}$, $i = 1, \dots, n-1$)

ดังนั้นจึงหาค่า unique solution ได้ และ จากคุณสมบัติ diagonal dominance จึงสามารถคำนวณค่าอย่าง accurate โดยใช้วิธี Gaussian elimination โดยไม่ต้องใช้วิธี scaling หรือ pivoting

เปลี่ยนรูปเมตริกซ์ข้างต้นโดยใช้ Gaussian elimination ลดรูปให้เป็น Upper triangular form

$$\begin{bmatrix} \alpha_1 & h_1 & & 0 \\ & \alpha_2 & h_2 & \\ & : & : & \\ 0 & & & \alpha_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ : \\ \sigma_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ : \\ \beta_n \end{bmatrix} \quad (\text{ท.20})$$

Diagonal element α_i คำนวณจาก

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= -h_1 & (\text{ท.21}) \\ \alpha_i &= 2(h_{i-1} + h_i) - h_{i-1}^2 / \alpha_{i-1} & i = 2, 3, \dots, n-1 \\ \alpha_n &= -h_{n-1} - h_{n-1}^2 / \alpha_{n-1} \end{aligned}$$

Inhomogeneous element β_i คำนวณจาก

$$\begin{aligned} \beta_1 &= h_1^2 \Delta_1^{(3)} & (\text{ท.22}) \\ \beta_i &= (\Delta_i - \Delta_{i-1}) - (h_{i-1} \beta_{i-1}) / \alpha_{i-1} & i = 2, 3, \dots, n-1 \\ \beta_n &= -h_{n-1}^2 \Delta_{n-3}^{(3)} - (h_{n-1} \beta_{n-1}) / \alpha_{n-1} \end{aligned}$$

ค่า Unknown หรือ สัมประสิทธิ์ σ_i คำนวณโดย back substitution

$$\begin{aligned} \sigma_n &= \beta_n / \alpha_n & (\text{ท.23}) \\ \sigma_i &= (\beta_i - h_i \sigma_{i+1}) / \alpha_i & i = n-1, n-2, \dots, 1 \end{aligned}$$

ในการนำไปใช้งาน เรานำค่า σ_i ไปใช้ในการคำนวณหา $s(x)$ เพื่อความสะดวกในการคำนวณ จึงเก็บแปลงค่าสมการดังกล่าวให้อยู่ในรูปของค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันกำลังสาม b_i , c_i และ d_i ($i = 1, 2, \dots, n-1$) ในช่วง $[x_i, x_{i+1}]$ โดยที่

$$s(x) = y_i + b_i(x-x_i) + c_i(x-x_i)^2 + d_i(x-x_i)^3 \quad (\text{ข.24})$$

$$x_i \leq x \leq x_{i+1}$$

โดยที่

$$b_i = (y_{i+1} - y_i)h_i - h_i(\sigma_{i+1} + 2\sigma_i)$$

$$c_i = 3\sigma_i$$

$$d_i = (\sigma_{i+1} - \sigma_i)/h_i$$

ภาคผนวก ค

การหาพื้นที่และปริมาณของงานดิน

ค.1 ข้อมูลที่ต้องการ

- 1) ข้อมูลของดินเดิม
- 2) ข้อมูลของโครงสร้างทาง
- 3) ข้อกำหนดของค่าความชันด้านของของคันทาง

โดยเป็นข้อมูลของสถานีในแนวเส้นทาง

ค.2 สิ่งที่ต้องการหาในแต่ละสถานี

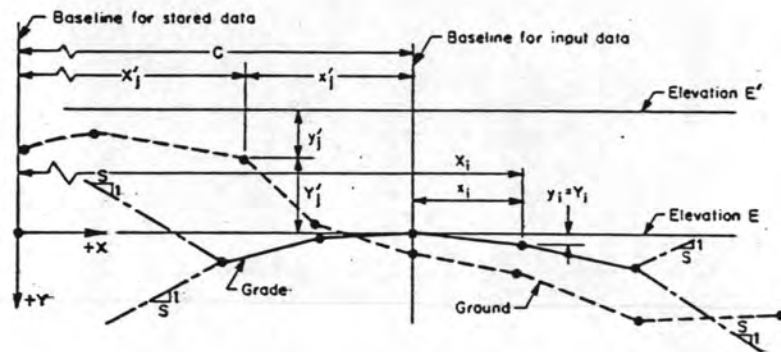
- 1) ค่าพิกัดของจุดตัด (Interface or intersection point) ของคันทางกับดินเดิม
- 2) พื้นที่ (End area) ของดินตัดหรือดินถมของแต่ละสถานี
- 3) ปริมาณดินระหว่างสองสถานีโดยวิธี average end area
- 4) หาปริมาณดินสะสม เพื่อนำไปพิจารณาการขนย้ายมวลดิน

ค.3 การคำนวณงานในแต่ละขั้นตอน

การหาปริมาณงานดิน มีวิธีการคำนวณและแบ่งงานออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ค.3.1 การอ่านและแปลงข้อมูล

ทำการอ่านข้อมูลของแต่ละรูปตัดดินทางตามสถานีต่างๆ สัญลักษณ์ที่ใช้ปรากฏในรูปที่ ค.1 ข้อมูลของโครงสร้างทางจะยังไม่ทราบจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายซึ่งเป็นจุดตัดกับดินเดิม จากนั้นนำมาหาพิกัดของจุดต่างๆ โดยให้ทุกจุดมีค่าเป็นบวกโดยการบวกเลขค่าหนึ่งเข้ากับค่าพิกัดแทน X และ ลบความหนาของโครงสร้างผิวทาง ออกจากพิกัด Y ของโครงสร้างทาง

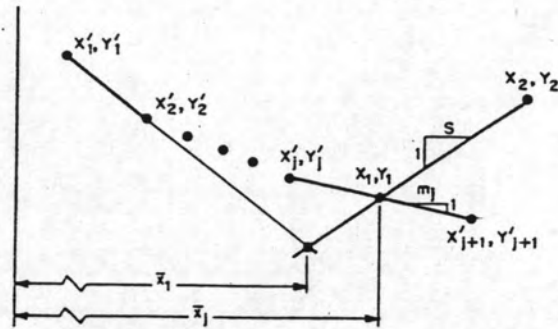


รูปที่ ค.1 ตัวแปรที่ใช้คำนวณ

ค.3.2 หาจุดตัดของโครงสร้างทางกับพื้นดินเดิม

ขั้นตอนนี้ต้องการหาจุดพิกัดของจุดตัด โดยสมมติว่าข้อมูลทุกจุดของพื้นดินเดิม เชื่อมต่อด้วยเส้นตรง ค่าความชันด้านข้างของโครงสร้างทาง สมมติให้เท่ากับ S มีจุดเริ่มต้นที่ริมไหล่ทาง (หรือริมร่องน้ำ) ค่าความชันขึ้นอยู่กับข้อกำหนด ชนิดของดิน ความสูงของดินตัด หรือ ดินถม

การหาจุดตัด (X_1, Y_1) จากรูป ค.2 กระทำได้โดยวิธี successive approximation วิธีการหาจุดตัดนี้จะเริ่มต้นที่จุดของดินเดิมที่ใกล้กับเส้นกลางถนน โดยการเปรียบเทียบค่าพิกัดของเส้นความชันกับค่าพิกัดของพื้นดินเดิมในช่วงนั้น เมื่อพบว่าเส้นความชันของไหล่ทาง ตัดกับช่วงใดของดินเดิม จึงนำมาหาจุดตัดโดย



รูปที่ ค.2 การหาจุดเชื่อมระหว่างคันทางกับพื้นดินเดิม

$$x_j = \frac{x_2/S - x'_j/m_j - Y_2 + Y'_j}{1/S - 1/m_j} \quad (\text{ค.1})$$

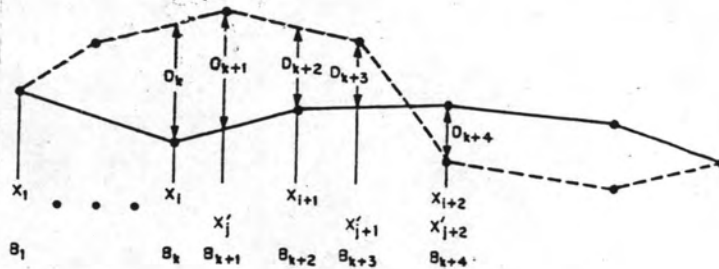
โดยที่
$$m_j = \frac{x'_{j+1} - x'_j}{Y'_{j+1} - Y'_j} \quad \text{เมื่อ } j = 1, 2, \dots, N$$

ซึ่งจะต้องกำหนดขีดจำกัดของจำนวนข้อมูลเพื่อป้องกันข้อผิดพลาด ถ้า $x'_j < \bar{x}_j \leq x'_{j+1}$ จะได้ค่าพิกัดของจุดตัดคือ $x_1 = j$ และ $y_1 = y_2 + (x_1 + x_2)/S$

ค.3.3 รวมข้อมูลโครงสร้างทางและข้อมูลพื้นดินเดิม

หลังจากที่ได้จุดตัดทั้งสองข้างของแนวทางแล้ว นำมาคำนวณหาระยะห่างข้อมูลทั้งสอง

เมื่อรวบรวมข้อมูลโครงสร้างและข้อมูลดินเดิม ดังในรูปที่ ค.3 จึงเริ่มหาระยะระหว่าง x_{i+1} กับ x'_{j+1} และ ระยะความสูง D วิธีการหาช่วงของ x_{i+1} กับ x'_{j+1} เกิดขึ้นได้ 3 กรณี คือ



รูปที่ ค.3 การหาความสูงของดินตัด หรือ ดินถม

ค.3.3.1 $x_{j+1} > x_{i+1}$

ทำให้เกิดการแบ่งช่วงโดยจุดข้อมูลบนโครงสร้างทาง ดั้งนั้น

$B_k = x_{i+1}$ และ หา D_k โดยการประมาณค่าพิกัดของดินเดิมในช่วง $(j, j+1)$ จาก

$$D_k = Y_{i+1} - (x'_{j+1} - x_{i+1})Y'_j / (x'_{j+1} - x'_j) - (x_{i+1} - x'_j)Y_{j+1} / (x'_{j+1} - x'_j) \quad (\text{ค.2})$$

ค.3.3.2 $x'_{j+1} < x_{i+1}$

ทำให้เกิดการแบ่งช่วงโดยจุดข้อมูลบนพื้นดินเดิม ดั้งนั้น

$B_k = x'_{j+1}$ และ หา D_k โดยการประมาณค่าพิกัดของโครงสร้างทางในช่วง $(i, i+1)$ จาก

$$D_k = (x_{i+1} - x'_{j+1})Y_i / (x_{i+1} - x_i) + (x'_{j+1} - x_i)Y_{i+1} / (x_{i+1} - x_i) - Y'_{j+1} \quad (\text{ค.3})$$

$$\text{ค.3.3.3 } x'_{j+1} = x_{i+1}$$

ทำให้การแบ่งช่วงพอดีกับจุดข้อมูลพื้นดินเดิมและบนโครงสร้างทาง ดังนั้น $B_k = x_{i+1}$ และ D_k หาได้จากค่าระยะทางระหว่างจุดบนพื้นดินเดิม และ โครงสร้างทางจาก

$$D_k = Y_{i+1} - Y'_{j+1} \quad (\text{ค.4})$$

ค.3.4 คำนวณพื้นที่ (End area)

การคำนวณพื้นที่จะเกิดขึ้น 2 กรณีขึ้นอยู่กับเครื่องหมายของ D_k และ D_{k+1}

ค.3.4.1 กรณีสี่เหลี่ยมคางหมู (กรณี 1)

พื้นที่คำนวณจาก

$$A = \frac{1}{2} (D_k + D_{k+1}) (B_{k+1} - B_k) \quad (\text{ค.5})$$

เครื่องหมายของพื้นที่ (ซึ่งบอกว่าเป็นส่วนตัดหรือถม) เช่นเดียวกับ D_k

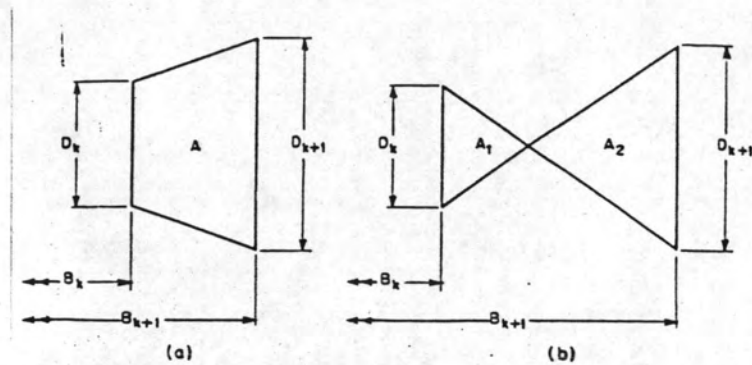
ค.3.4.2 กรณีสามเหลี่ยมสองรูป (กรณี 2)

กรณีที่นี้ไม่จำเป็นจะต้องหาจุดรูปสามเหลี่ยมทั้งสอง พื้นที่คำนวณจาก

$$A_1 = \frac{1}{2} [(D_k | D_k) (B_{k+1} - B_k)] / (|D_k| + |D_{k+1}|) \quad (\text{ค.6})$$

$$A_2 = \frac{1}{2} [(D_{k+1} | D_{k+1}) (B_{k+1} - B_k)] / (|D_k| + |D_{k+1}|)$$

โดยที่ D_k หมายถึงค่าสมบูรณ์ของ D_k



รูปที่ ค.4 การหาพื้นที่และปริมาณดินโดยใช้วิธี end area

ค.3.5 การหาปริมาณดินตัดและดินถม

เมื่อหาพื้นที่หน้าตัดของแต่ละสถานีแล้ว นำมาคำนวณหาปริมาตรโดยวิธี end area โดยมีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับการหาพื้นที่ (รูป ค.4) และนำมาหาปริมาณดินสะสม

ภาคผนวก ง

ผลการคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์
และ ปริมาณงานดิน

ผลการคำนวณประกอบด้วย

- 1) การเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์
- 2) ผลการคำนวณปริมาณดินจากแนวทางตั้งเบื้องต้น
- 3) ผลการคำนวณปริมาณดินจากแนวเส้นทางที่มีความยาวโค้งที่เหมาะสม
- 4) ผลการคำนวณปริมาณดินจากแนวเส้นทางที่มีจุดตัดแนวตั้งและความยาวโค้งที่เหมาะสม
- 5) ผลการคำนวณปริมาณดินจากแนวเส้นทางที่ออกแบบโดยวิศวกร

ง.1 การเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์

PROJECT NAME: DEMO OPTIMAL VERTICAL ALIGNMENT PHUKET KM 0+000-4+200

BEGIN AT STATION
0+000
DISTANCE BETWEEN STATION
25.0
NUMBER OF STATION
169

STATION	CUM PREL-G	CUM ALIGN1-G	CUM ALIGN2-G	CUM ENG-G	CUM /AREA PREL/	CUM /AREA ALIn1/	CUM /AREA ALIn2/	CUM /AREA ENG/
0.	-0.600	-0.600	-0.600	-0.600	4.3200	4.3200	4.3200	4.3200
25.	-0.883	-0.889	-0.807	-1.032	6.1782	6.2210	5.6477	7.2853
50.	-0.883	-0.779	-0.611	-1.160	6.1782	6.9053	6.9005	8.0860
75.	-0.883	-0.804	-0.644	-1.455	6.1783	7.0565	7.1007	10.0301
100.	-0.883	-0.806	-0.805	-1.684	6.1783	7.0686	8.1186	11.5091
125.	-0.883	-0.756	-0.986	-1.827	6.1784	7.3735	9.2701	12.4080
150.	-0.883	-0.621	-1.017	-1.924	6.1784	8.2200	9.4581	13.0088
175.	-0.883	-0.531	-0.970	-2.135	6.1784	8.7762	9.7445	14.3638
200.	-0.883	-0.531	-0.890	-2.505	6.1785	8.7763	10.2373	16.8576
225.	-0.883	-0.440	-0.542	-2.854	6.1785	9.3388	12.5674	19.1952
250.	-0.883	-0.295	-0.015	-3.155	6.1786	10.2508	16.2849	21.1825
275.	-0.883	-0.535	0.124	-3.588	6.1787	11.8060	17.1575	24.1555
300.	-0.883	-0.931	0.101	-3.746	6.1787	14.4957	17.2966	25.1534
325.	-0.883	-1.601	-0.217	-3.904	6.1788	19.4135	19.4069	26.1513
350.	-0.883	-2.008	-0.311	-3.792	6.1788	22.1868	19.9885	26.8485
375.	-0.883	-2.567	-0.596	-3.950	6.1788	26.1657	21.8609	27.8464
400.	-1.229	-3.918	-1.712	-5.019	8.4943	37.9222	31.0479	36.5460
425.	-1.229	-4.330	-1.928	-5.317	8.4943	40.7337	32.4372	38.5116
450.	-1.229	-4.434	-1.874	-5.575	8.4944	41.3793	32.7670	40.1926
475.	-1.229	-4.190	-1.511	-6.145	8.4944	42.9624	35.2085	44.2625
500.	-1.229	-3.598	-0.839	-6.343	8.4944	47.2153	40.1437	45.5288
525.	-1.229	-2.982	-0.181	-6.640	8.4945	51.6701	44.9576	47.4873
550.	-1.229	-2.441	0.363	-6.745	8.4945	55.5016	48.8136	48.1392
575.	-1.229	-2.190	0.537	-6.855	8.4946	57.1335	49.9182	48.8234
600.	-1.229	-1.981	0.659	-7.106	8.4946	58.4748	50.6799	50.4554
625.	-1.229	-1.977	0.690	-7.869	8.4946	58.4989	50.8679	56.1977
650.	-1.229	-1.777	1.046	-8.442	8.4947	59.7789	53.2574	60.2923
675.	-1.138	-1.491	1.607	-8.442	9.0573	61.6585	57.2530	60.2923
700.	-1.138	-1.755	1.502	-8.616	9.0573	63.5172	57.9305	61.4611

PROJECT NAME: DEMO OPTIMAL VERTICAL ALIGNMENT PHUKET KM 0+000-4+200

STATION	CUM PREL-G	CUM ALIGN1-G	CUM ALIGN2-G	CUM ENG-G	CUM /AREA PREL/	CUM /AREA ALIn1/	CUM /AREA ALIn2/	CUM /AREA ENG/
700.	0.000	-0.263	-0.105	-0.174	0.0000	1.8587	0.6775	1.1688
725.	-0.589	-1.328	-0.874	-1.155	4.2278	10.5171	6.4741	8.9795
750.	-0.881	-1.926	-1.208	-1.842	6.1504	14.8203	8.7013	14.0455
775.	-0.881	-1.926	-1.004	-1.875	6.1504	14.8203	10.0085	14.2456
800.	-0.881	-2.114	-1.052	-2.270	6.1505	16.0190	10.2950	16.9277
825.	-0.881	-2.248	-1.141	-2.830	6.1505	16.8589	10.8511	20.9148
850.	-0.881	-2.085	-1.043	-3.155	6.1505	17.8900	11.4583	23.0761
875.	-0.881	-1.636	-0.776	-3.203	6.1506	20.9872	13.2029	23.3625
900.	-0.881	-1.538	-0.923	-3.502	6.1506	21.5944	14.1281	25.3425
925.	-0.881	-1.531	-1.105	-3.767	6.1507	21.6366	15.2864	27.0729
950.	-0.881	-1.671	-1.319	-4.104	6.1507	22.5157	16.6620	29.3220
975.	-0.881	-1.768	-1.376	-4.329	6.1507	23.1165	17.0105	30.7733
1000.	-0.881	-1.765	-1.201	-4.411	6.1508	23.1346	18.1218	31.2787
1025.	-0.881	-1.736	-0.925	-4.618	6.1508	23.3102	19.9302	32.6064
1050.	-0.881	-1.988	-0.956	-5.456	6.1509	24.9493	20.1181	39.0389
1075.	-1.219	-2.443	-0.979	-6.426	8.4095	28.0933	20.2571	46.7407
1100.	-2.541	-3.769	-1.875	-7.883	19.8334	39.5658	27.2386	59.7283
1125.	-2.541	-3.215	-1.471	-7.982	19.8335	43.5037	29.9892	60.3419
1150.	-1.905	-1.959	-0.771	-8.058	24.4602	54.1948	35.1692	60.8094
1175.	-0.878	-0.924	-0.431	-8.296	32.7266	62.5472	37.4403	62.3507
1200.	-0.898	-0.419	-0.678	-8.651	32.8431	66.0872	39.0443	64.7328
1225.	-0.898	-0.241	-1.025	-8.881	32.8431	67.2186	41.3671	66.2186
1250.	-0.898	-0.240	-1.275	-9.216	32.8432	67.2246	42.9920	68.4530
1275.	-0.898	-0.269	-1.438	-9.718	32.8432	67.4002	44.0232	71.9690
1300.	-0.898	-0.235	-1.420	-10.271	32.8432	67.6066	44.1318	75.8986
1325.	-1.243	-0.647	-1.832	-11.294	35.1585	70.4180	46.9433	84.1296
1350.	-1.243	-0.115	-1.449	-11.461	35.1586	74.1761	49.5347	85.1873
1375.	-1.244	0.534	-1.156	-11.724	35.1586	78.9124	51.4644	86.9036
1400.	-1.243	0.548	-1.295	-12.143	35.1586	79.0002	52.3721	90.1198

PROJECT NAME: DEMO OPTIMAL VERTICAL ALIGNMENT PHUKET KM 0+000-4+200

STATION	CUM PREL-G	CUM ALIGN1-G	CUM ALIGN2-G	CUM ENG-G	CUM /AREA PREL/	CUM /AREA ALIn1/	CUM /AREA ALIn2/	CUM /AREA ENG/
1400.	0.000	0.014	-0.139	-0.419	0.0000	0.0878	0.9077	3.2162
1425.	0.000	-0.030	-0.339	-1.089	0.0001	0.3557	2.1878	8.1341
1450.	0.000	0.061	-0.291	-1.399	0.0001	0.9182	2.4804	10.1863
1475.	0.000	0.077	-0.313	-1.699	0.0002	1.0147	2.6133	12.1663
1500.	0.000	0.078	-0.346	-1.929	0.0002	1.0207	2.8135	13.6521
1525.	0.000	0.093	-0.360	-2.059	0.0003	1.1112	2.8979	14.4659
1550.	0.000	0.043	-0.434	-2.169	0.0003	1.4162	3.3528	15.1501
1575.	0.000	-0.181	-0.739	-2.429	0.0003	2.8606	5.3689	16.8453
1600.	0.000	-0.181	-1.145	-2.779	0.0004	2.8606	8.1346	19.1903
1625.	0.291	0.364	-1.229	-3.144	1.9193	6.7247	8.6526	21.6467
1650.	1.473	1.641	-0.691	-3.007	11.8055	17.6482	12.4595	22.5063
1675.	2.327	1.961	-1.050	-3.860	18.3835	19.7657	14.8713	29.0794
1700.	2.327	1.922	-1.356	-5.188	18.3835	19.9966	16.8946	40.5747
1725.	2.327	1.965	-1.340	-6.130	18.3836	20.2583	16.9911	48.0015
1750.	2.327	1.975	-1.395	-6.562	18.3837	20.3185	17.3272	50.9668
1775.	2.327	1.974	-1.513	-6.794	18.3837	20.3245	18.0631	52.4664
1800.	2.327	2.014	-1.621	-7.326	18.3838	20.5677	18.7345	56.2245
1825.	2.327	2.052	-1.739	-7.994	18.3838	20.7985	19.4703	61.1251
1850.	2.327	1.974	-1.830	-8.483	18.3839	21.2788	20.0329	64.5374
1875.	2.327	1.992	-1.739	-8.797	18.3839	21.3874	20.5954	66.6186
1900.	2.327	2.117	-1.376	-9.436	18.3840	22.1686	23.0369	71.2692
1925.	3.540	3.348	0.155	-9.763	28.6047	32.5853	36.9108	73.4451
1950.	5.459	5.275	2.382	-9.803	47.4838	51.5738	60.1918	73.6883
1975.	7.471	7.287	4.694	-9.750	67.6521	71.7421	84.7545	74.0119
2000.	9.191	8.999	6.706	-9.989	83.8889	87.8761	104.9228	75.5601
2025.	10.001	9.793	7.800	-11.138	90.0612	93.9010	113.8804	85.0945
2050.	8.833	8.602	6.908	-14.265	99.7975	103.8839	120.8237	123.4126
2075.	7.121	6.859	5.465	-17.936	115.9314	120.4181	133.6460	172.3914
2100.	6.051	5.770	4.526	-19.986	126.9311	131.7032	142.8138	201.4904

PROJECT NAME: DEMO OPTIMAL VERTICAL ALIGNMENT PHUKET KM 0+000-4+200

STATION	CUM PREL-G	CUM ALIGN1-G	CUM ALIGN2-G	CUM ENG-G	CUM /AREA PREL/	CUM /AREA ALIn1/	CUM /AREA ALIn2/	CUM /AREA ENG/
2100.	-1.070	-1.090	-0.940	-2.050	10.9997	11.2851	9.1678	29.0991
2125.	-1.912	-2.002	-1.552	-4.851	17.4696	18.4207	13.5888	61.5966
2150.	-1.959	-2.472	-1.722	-6.607	17.7566	21.6825	14.6667	78.2997
2175.	-1.924	-2.979	-1.931	-7.741	17.9683	25.2387	16.0081	87.6759
2200.	-2.629	-4.160	-2.887	-9.535	23.1933	35.1141	23.5718	104.8768
2225.	-3.219	-4.987	-3.654	-11.200	27.4294	41.4439	29.3503	120.4112
2250.	-2.927	-4.263	-3.032	-11.642	29.3519	46.8360	33.8560	123.4540
2275.	-2.927	-3.168	-2.158	-11.914	29.3520	55.8038	40.6277	125.2340
2300.	-2.927	-2.478	-1.819	-12.764	29.3521	60.8961	42.8843	131.7790
2325.	-2.927	-2.137	-1.995	-13.938	29.3521	63.1747	44.0022	141.5796
2350.	-2.927	-1.837	-2.229	-14.473	29.3521	65.1546	45.5157	145.3620
2375.	-2.927	-1.772	-2.415	-14.733	29.3523	65.5529	46.7009	147.0572
2400.	-2.927	-1.484	-2.172	-14.954	29.3523	67.4468	48.2771	148.4807
2425.	-2.927	-1.307	-2.053	-15.536	29.3524	68.5715	49.0196	152.6501
2450.	-2.927	-1.308	-2.127	-16.330	29.3525	68.5775	49.4747	158.6749
2475.	-2.927	-1.124	-2.030	-16.753	29.3525	69.7492	50.0755	161.5707
2500.	-2.927	-1.003	-2.008	-16.991	29.3526	70.5045	50.2145	163.1120
2525.	-2.927	-1.133	-2.268	-17.578	29.3527	71.3183	51.9097	167.3232
2550.	-2.927	-0.911	-2.231	-18.406	29.3527	72.7488	52.1344	173.6623
2575.	-2.927	-0.225	-1.861	-18.882	29.3529	77.8058	54.6282	176.9715
2600.	-2.927	-0.040	-1.990	-19.482	29.3529	78.9843	55.4354	181.2914
2625.	-2.927	0.120	-2.134	-20.006	29.3531	79.9953	56.3409	184.9847
2650.	-2.927	0.122	-2.419	-20.650	29.3531	80.0073	58.2133	189.6782
2675.	-2.927	0.173	-2.618	-21.134	29.3531	80.3185	59.4865	193.0507
2700.	-2.927	0.265	-2.685	-21.505	29.3532	80.8875	59.8976	195.5520
2725.	-2.927	0.210	-2.878	-22.111	29.3532	81.2235	61.1300	199.9223
2750.	-3.280	-0.150	-3.408	-23.207	31.7204	83.6427	64.8717	208.9007
2775.	-3.855	-0.743	-4.173	-24.322	35.8317	87.9041	70.6322	218.0773
2800.	-4.022	-0.910	-4.425	-24.759	36.9451	89.0176	72.3982	221.4631

PROJECT NAME: DEMO OPTIMAL VERTICAL ALIGNMENT PHUKET KM 0+000-4+200

STATION	CUM PREL-G	CUM ALIGN1-G	CUM ALIGN2-G	CUM ENG-G	CUM /AREA PREL/	CUM /AREA ALIn1/	CUM /AREA ALIn2/	CUM /AREA ENG/
2800.	-0.167	-0.167	-0.252	-0.437	1.1135	1.1135	1.7660	3.3858
2825.	0.140	0.207	-0.057	-0.670	3.1440	3.6372	3.0120	4.8924
2850.	0.360	1.050	0.579	-0.990	4.5607	10.1165	7.6369	7.0172
2875.	0.360	1.786	1.074	-1.607	4.5607	15.6158	11.0970	11.4805
2900.	0.360	2.402	1.412	-2.063	4.5608	20.0706	13.3534	14.6324
2925.	0.963	3.010	1.711	-2.580	8.9060	24.4580	15.3262	18.2689
2950.	0.963	3.515	1.891	-3.147	8.9061	27.9980	16.4710	22.3140
2975.	0.963	3.991	2.027	-3.573	8.9061	31.3071	17.3240	25.2330
3000.	0.963	4.443	2.096	-3.857	8.9062	34.4277	17.7475	27.0983
3025.	0.963	4.819	2.054	-4.111	8.9062	36.9665	18.0030	28.7514
3050.	0.963	5.166	1.985	-4.570	8.9063	39.2893	18.4265	31.9267
3075.	0.963	5.228	1.674	-5.433	8.9063	39.6690	20.4860	38.5943
3100.	0.963	5.218	1.443	-6.149	8.9063	39.7291	21.9787	43.9155
3125.	0.963	5.374	1.576	-6.423	8.9064	40.7138	22.8119	45.7098
3150.	0.963	5.514	1.857	-6.661	8.9064	41.5929	24.6558	47.2511
3175.	0.963	5.179	1.815	-7.246	8.9065	43.8274	24.9113	51.4455
3200.	0.963	4.770	1.647	-7.872	8.9065	46.6160	25.9758	55.9853
3225.	0.963	4.633	1.609	-8.503	8.9066	47.4755	26.2067	60.5676
3250.	0.963	4.637	1.673	-9.204	8.9066	47.4996	26.5989	65.7564
3275.	0.963	4.704	1.733	-9.943	8.9067	47.9105	26.9661	71.2827
3300.	0.963	4.689	1.683	-10.596	8.9067	48.0009	27.2711	76.0535
3325.	1.003	4.774	1.743	-10.739	9.1499	48.5254	27.6383	76.9523
3350.	1.003	4.581	1.557	-11.107	9.1499	49.7579	28.8235	79.4312
3375.	1.003	4.552	1.590	-11.367	9.1500	49.9335	29.0236	81.1264
3400.	1.003	4.535	1.689	-11.671	9.1500	50.0361	29.6373	83.1352
3425.	1.003	4.501	1.826	-12.047	9.1501	50.2423	30.4969	85.6739
3450.	1.003	4.449	1.999	-12.497	9.1501	50.5597	31.5947	88.7789
3475.	1.003	4.464	2.292	-12.960	9.1501	50.6502	33.5245	91.9856
3500.	1.003	4.465	2.461	-13.289	9.1501	50.6562	34.6527	94.3882

PROJECT NAME: DEMO OPTIMAL VERTICAL ALIGNMENT PHUKET KM 0+000-4+200

STATION	CUM PREL-G	CUM ALIGN1-G	CUM ALIGN2-G	CUM ENG-G	CUM /AREA PREL/	CUM /AREA ALIn1/	CUM /AREA ALIn2/	CUM /AREA ENG/
3500.	0.000	0.001	0.169	-0.328	0.0000	0.0060	1.1283	2.4026
3525.	0.000	-0.053	0.508	-1.274	0.0001	0.3358	3.3921	9.8684
3550.	-0.284	-0.501	0.367	-2.401	1.8632	3.4253	4.2778	19.1707
3575.	-0.853	-1.070	-0.036	-3.802	5.9272	7.4869	7.0207	31.4907
3600.	-0.853	-1.117	-0.224	-4.989	5.9273	7.7733	8.2194	41.4414
3625.	-0.558	-0.738	-0.162	-5.765	7.8734	10.3346	8.5991	47.2927
3650.	-0.057	0.162	0.290	-5.919	11.3751	17.3546	11.7197	48.2707
3675.	-0.057	0.277	0.075	-6.668	11.3751	18.0712	13.1021	53.8866
3700.	-0.057	0.274	-0.117	-7.574	11.3751	18.0892	14.3278	60.9642
3725.	-0.057	0.071	-0.485	-8.816	11.3752	19.3896	16.8067	71.5013
3750.	-0.057	-0.217	-0.914	-10.056	11.3752	21.2834	19.7487	82.0165
3775.	-0.057	-0.351	-1.168	-11.100	11.3753	22.1234	21.4018	90.4604
3800.	-0.057	-0.278	-1.229	-11.898	11.3753	22.5720	21.7752	96.5221
3825.	-0.057	0.359	-0.782	-12.094	11.3754	27.2055	24.8568	97.7749
3850.	-0.057	0.922	-0.475	-12.328	11.3754	31.2174	26.8873	99.2884
3875.	-0.057	1.321	-0.398	-12.691	11.3754	33.9297	27.3612	101.7299
3900.	-0.057	1.476	-0.631	-13.263	11.3755	34.9077	28.8678	105.8081
3925.	-0.057	1.742	-0.820	-13.686	11.3755	36.6452	30.0733	108.7115
3950.	-0.057	1.951	-0.925	-14.016	11.3756	37.9866	30.7254	110.9093
3975.	0.108	2.317	-0.611	-13.913	12.4234	40.4505	32.8066	111.5485
4000.	0.108	2.128	-0.745	-14.993	12.4234	41.6560	33.6466	120.3614
4025.	0.108	1.802	-0.980	-16.080	12.4235	43.8245	35.1670	129.2363
4050.	0.108	1.729	-0.927	-16.546	12.4235	44.2731	35.4906	132.4744
4075.	0.108	1.439	-1.055	-16.863	12.4235	46.1812	36.2914	134.5773
4100.	0.108	1.173	-1.123	-16.988	12.4236	47.9187	36.7086	135.3585
4125.	0.108	1.080	-0.982	-17.173	12.4236	48.4940	37.5944	136.5369
4150.	0.108	0.942	-0.852	-17.828	12.4236	49.3601	38.4081	141.3250
4175.	0.108	0.726	-0.861	-18.598	12.4237	50.7494	38.4623	147.1307
4200.	-0.650	-0.032	-1.619	-19.357	18.1208	56.4465	44.1594	152.8279

T O T A L

STATION	CUM PREL-G	CUM ALIGN1-G	CUM ALIGN2-G	CUM ENG-G	CUM /AREA PREL/	CUM /AREA ALIn1/	CUM /AREA ALIn2/	CUM /AREA ENG/
4200.	0.000	8.087	1.150	-98.149	235.3631	470.3408	404.3267	821.7504

จ.2 ผลการคำนวณปริมาณดินจากแนวทางตั้งเบื้องต้น

EARTHWORK CALCULATION OF PRELIMINARY VERTICAL ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
1	T	0.000	5.209	0.000							
2	T	0.000	2.695	0.000	0.000	3.952	0.000	25	0.000	98.797	0.000
3	T	1.314	0.000	0.920	0.657	1.348	0.460	25	16.425	33.690	11.499
4	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.499
5	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.855	0.000
6	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.855	0.000
7	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.499
8	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
9	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.500
10	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.856	0.000
11	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.855	0.000
12	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.855	0.000
13	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.855	0.000
14	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.856	0.000
15	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.500
16	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
17	T	0.000	3.248	0.000	0.657	1.624	0.460	25	16.425	40.606	11.500
18	T	1.314	0.000	0.920	0.657	1.624	0.460	25	16.425	40.606	11.499
19	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
20	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
21	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
22	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.500
23	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.500
24	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
25	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.500
26	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.500
27	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
28	T	1.260	0.000	1.537	1.287	0.000	1.229	25	32.175	0.000	30.717
29	T	1.314	0.000	0.920	1.287	0.000	1.229	25	32.175	0.000	30.717
								SUBTOTAL	474.975	322.108	348.926
								TOTAL	474.975	322.108	348.926

EARTHWORK CALCULATION OF PRELIMINARY VERTICAL ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
29	T	1.314	0.000	0.920							
30	T	0.000	5.108	0.000	0.657	2.554	0.460	25	16.425	63.844	11.500
31	T	0.000	2.771	0.000	0.000	3.939	0.000	25	0.000	98.479	0.000
32	T	1.314	0.000	0.920	0.657	1.385	0.460	25	16.425	34.635	11.500
33	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
34	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
35	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
36	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
37	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
38	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
39	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
40	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
41	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
42	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
43	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
44	T	0.000	3.180	0.000	0.000	1.787	0.000	25	0.000	44.672	0.000
45	T	0.000	12.466	0.000	0.000	7.823	0.000	25	0.000	195.572	0.000
46	T	1.314	0.000	0.920	0.657	6.233	0.460	25	16.425	155.827	11.500
47	T	0.924	0.000	4.514	1.119	0.000	2.717	25	27.975	0.000	67.923
48	T	0.000	0.000	8.056	0.462	0.000	6.285	25	11.550	0.000	157.128
49	T	0.000	0.539	0.000	0.000	0.269	4.028	25	0.000	6.735	100.705
50	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.269	0.460	25	16.425	6.735	11.499
51	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.998
52	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
53	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
54	T	0.000	3.248	0.000	0.657	1.624	0.460	25	16.425	40.606	11.500
55	T	1.314	0.000	0.920	0.657	1.624	0.460	25	16.425	40.606	11.500
56	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
57	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.499
SUBTOTAL									581.549	712.345	705.250
TOTAL									1056.523	1034.452	1054.175

EARTHWORK CALCULATION OF PRELIMINARY VERTICAL ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
57	T	1.314	0.000	0.920							
58	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.499
59	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.855	0.000
60	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
61	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
62	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.499
63	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.998
64	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.500
65	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.499
66	T	1.140	0.000	2.777	1.227	0.000	1.848	25	30.675	0.000	46.210
67	T	0.000	0.000	9.596	0.570	0.000	6.186	25	14.250	0.000	154.659
68	T	1.515	0.000	7.935	0.758	0.000	8.766	25	18.938	0.000	219.139
69	T	0.000	0.394	0.000	0.758	0.197	3.968	25	18.938	4.927	99.192
70	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.855	0.000
71	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.856	0.000
72	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.855	0.000
73	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.855	0.000
74	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.855	0.000
75	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.854	0.000
76	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.499
77	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.499
78	T	0.000	0.000	9.905	0.000	0.197	4.953	25	0.000	4.927	123.818
79	T	0.000	0.000	17.902	0.000	0.000	13.904	25	0.000	0.000	347.589
80	T	0.000	0.000	19.067	0.000	0.000	18.484	25	0.000	0.000	462.111
81	T	0.000	0.000	15.494	0.000	0.000	17.281	25	0.000	0.000	432.019
82	T	1.494	0.000	7.510	0.747	0.000	11.502	25	18.675	0.000	287.552
83	T	0.000	10.788	0.000	0.747	5.394	3.755	25	18.675	134.845	93.873
84	T	0.000	14.867	0.000	0.000	12.827	0.000	25	0.000	320.678	0.000
85	T	0.000	19.421	0.000	0.000	17.144	0.000	25	0.000	428.594	0.000
SUBTOTAL									284.401	1002.375	2381.154
TOTAL									1340.924	2036.827	3435.329

EARTHWORK CALCULATION OF PRELIMINARY VERTICAL ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
85	T	0.000	19.421	0.000							
86	T	0.000	7.466	0.000	0.000	13.443	0.000	25	0.000	336.079	0.000
87	T	0.000	0.753	0.000	0.000	4.109	0.000	25	0.000	102.734	0.000
88	T	1.293	0.000	1.161	0.646	0.377	0.581	25	16.162	9.415	14.514
89	T	0.000	6.161	0.000	0.646	3.081	0.581	25	16.162	77.016	14.514
90	T	0.000	5.116	0.000	0.000	5.638	0.000	25	0.000	140.960	0.000
91	T	1.140	0.000	2.784	0.570	2.558	1.392	25	14.250	63.944	34.798
92	T	0.000	0.394	0.000	0.570	0.197	1.392	25	14.250	4.928	34.798
93	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.502
94	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.004
95	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.004
96	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.502
97	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.502
98	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.004
99	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.502
100	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.502
101	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.002
102	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.500
103	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.502
104	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.502
105	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.502
106	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.502
107	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.502
108	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.004
109	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.004
110	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.004
111	T	0.000	3.314	0.000	0.657	1.657	0.460	25	16.425	41.421	11.502
112	T	0.000	4.983	0.000	0.000	4.149	0.000	25	0.000	103.714	0.000
113	T	0.000	3.143	0.000	0.000	4.063	0.000	25	0.000	101.579	0.000
SUBTOTAL									487.874	1035.997	397.672
TOTAL									1828.792	3072.818	3832.997

EARTHWORK CALCULATION OF PRELIMINARY VERTICAL ALIGNMENT

DEMO. VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
113	T	0.000	3.143	0.000							
114	T	1.131	0.000	2.870	0.565	1.571	1.435	25	14.137	39.286	35.878
115	T	1.182	0.000	2.354	1.156	0.000	2.612	25	28.912	0.000	65.306
116	T	1.314	0.000	0.920	1.248	0.000	1.637	25	31.200	0.000	40.928
117	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
118	T	0.939	0.000	4.354	0.469	0.197	2.177	25	11.737	4.927	54.423
119	T	0.000	0.394	0.000	0.469	0.197	2.177	25	11.737	4.927	54.423
120	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.854	0.000
121	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.499
122	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.499
123	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
124	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
125	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
126	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
127	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.854	0.000
128	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
129	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
130	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.855	0.000
131	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
132	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.500
133	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.499
134	T	1.290	0.000	1.195	1.302	0.000	1.058	25	32.550	0.000	26.438
135	T	1.314	0.000	0.920	1.302	0.000	1.058	25	32.550	0.000	26.438
136	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.998
137	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
138	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
139	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
140	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
141	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
SUBTOTAL									589.873	127.975	602.822
TOTAL									2418.660	3200.789	4435.809

EARTHWORK CALCULATION OF PRELIMINARY VERTICAL ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
141	T	1.314	0.000	0.920							
142	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
143	T	0.000	2.703	0.000	0.657	1.352	0.460	25	16.425	33.790	11.500
144	T	0.000	4.930	0.000	0.000	3.816	0.000	25	0.000	95.409	0.000
145	T	1.314	0.000	0.920	0.657	2.465	0.460	25	16.425	61.619	11.499
146	T	1.137	0.000	2.799	1.225	0.000	1.859	25	30.637	0.000	46.487
147	T	0.987	0.000	3.836	1.062	0.000	3.318	25	26.550	0.000	82.939
148	T	1.314	0.000	0.920	1.150	0.000	2.378	25	28.762	0.000	59.451
149	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
150	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.997
151	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
152	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
153	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.854	0.000
154	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
155	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
156	T	0.000	0.394	0.000	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.499
157	T	0.000	0.394	0.000	0.000	0.394	0.000	25	0.000	9.854	0.000
158	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.927	11.500
159	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
160	T	1.215	0.000	2.014	1.264	0.000	1.467	25	31.612	0.000	36.673
161	T	0.000	0.394	0.000	0.608	0.197	1.007	25	15.188	4.928	25.174
162	T	1.314	0.000	0.920	0.657	0.197	0.460	25	16.425	4.928	11.499
163	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
164	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
165	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	23.000
166	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
167	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.998
168	T	1.314	0.000	0.920	1.314	0.000	0.920	25	32.850	0.000	22.999
169	T	0.000	6.658	0.000	0.657	3.329	0.460	25	16.425	83.227	11.500
								SUBTOTAL	658.349	323.317	618.707
								TOTAL	3077.001	3524.102	5054.502

END OF DATA

ง.3 ผลการคำนวณปริมาณดินจากแนวเส้นทางที่มีความยาวโค้งที่เหมาะสม

EARTHWORK CALCULATION OF OPTIMAL L ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NAME NO.	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
	EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
1 T	0.000	5.209	0.000							
2 T	0.000	2.747	0.000	0.000	3.978	0.000	25	0.000	99.442	0.000
3 T	1.248	0.000	1.661	0.624	1.373	0.831	25	15.600	34.335	20.767
4 T	0.000	0.584	0.000	0.624	0.292	0.831	25	15.600	7.305	20.767
5 T	0.000	0.409	0.000	0.000	0.497	0.000	25	0.000	12.417	0.000
6 T	1.284	0.000	1.263	0.642	0.204	0.631	25	16.050	5.112	15.786
7 T	1.233	0.000	1.823	1.258	0.000	1.543	25	31.462	0.000	38.574
8 T	1.260	0.000	1.530	1.246	0.000	1.677	25	31.162	0.000	41.916
9 T	0.000	0.394	0.000	0.630	0.197	0.765	25	15.750	4.928	19.127
10 T	1.260	0.000	1.537	0.630	0.197	0.769	25	15.750	4.928	19.216
11 T	1.227	0.000	1.887	1.243	0.000	1.712	25	31.087	0.000	42.804
12 T	0.000	2.324	0.000	0.613	1.162	0.944	25	15.337	29.047	23.588
13 T	0.000	3.701	0.000	0.000	3.012	0.000	25	0.000	75.305	0.000
14 T	0.000	5.840	0.000	0.000	4.771	0.000	25	0.000	119.263	0.000
15 T	0.000	3.800	0.000	0.000	4.820	0.000	25	0.000	120.509	0.000
16 T	0.000	4.838	0.000	0.000	4.319	0.000	25	0.000	107.974	0.000
17 T	0.000	12.785	0.000	0.000	8.812	0.000	25	0.000	220.288	0.000
18 T	0.000	3.846	0.000	0.000	8.316	0.000	25	0.000	207.897	0.000
19 T	0.000	1.202	0.000	0.000	2.524	0.000	25	0.000	63.109	0.000
20 T	1.167	0.000	2.498	0.583	0.601	1.249	25	14.587	15.030	31.227
21 T	0.945	0.000	4.302	1.056	0.000	3.400	25	26.400	0.000	85.007
22 T	0.933	0.000	4.417	0.939	0.000	4.360	25	23.475	0.000	108.992
23 T	0.966	0.000	4.041	0.950	0.000	4.229	25	23.738	0.000	105.728
24 T	1.164	0.000	2.542	1.065	0.000	3.292	25	26.625	0.000	82.289
25 T	1.188	0.000	2.286	1.176	0.000	2.414	25	29.400	0.000	60.351
26 T	1.311	0.000	0.947	1.250	0.000	1.617	25	31.238	0.000	40.421
27 T	1.194	0.000	2.232	1.253	0.000	1.590	25	31.313	0.000	39.742
28 T	1.143	0.000	2.748	1.168	0.000	2.490	25	29.212	0.000	62.248
29 T	0.000	4.561	0.000	0.571	2.280	1.374	25	14.287	57.012	34.349
							SUBTOTAL	438.073	1183.900	892.898
							TOTAL	438.073	1183.900	892.898

EARTHWORK CALCULATION OF OPTIMAL L ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
29	T	0.000	4.561	0.000							
30	T	0.000	9.697	0.000	0.000	7.129	0.000	25	0.000	178.231	0.000
31	T	0.000	5.186	0.000	0.000	7.442	0.000	25	0.000	186.042	0.000
32	T	1.314	0.000	0.920	0.657	2.593	0.460	25	16.425	64.823	11.500
33	T	0.000	1.887	0.000	0.657	0.944	0.460	25	16.425	23.590	11.500
34	T	0.000	1.444	0.000	0.000	1.665	0.000	25	0.000	41.634	0.000
35	T	1.215	0.000	2.000	0.608	0.722	1.000	25	15.188	18.044	24.997
36	T	1.044	0.000	3.640	1.130	0.000	2.820	25	28.238	0.000	70.502
37	T	1.254	0.000	1.582	1.149	0.000	2.611	25	28.725	0.000	65.275
38	T	1.311	0.000	0.970	1.283	0.000	1.276	25	32.063	0.000	31.889
39	T	0.000	1.492	0.000	0.656	0.746	0.485	25	16.388	18.647	12.119
40	T	0.000	1.146	0.000	0.000	1.319	0.000	25	0.000	32.967	0.000
41	T	1.311	0.000	0.940	0.656	0.573	0.470	25	16.388	14.320	11.749
42	T	1.296	0.000	1.120	1.304	0.000	1.030	25	32.588	0.000	25.745
43	T	0.000	2.425	0.000	0.648	1.212	0.560	25	16.200	30.312	13.996
44	T	0.000	4.248	0.000	0.000	3.336	0.000	25	0.000	83.411	0.000
45	T	0.000	12.502	0.000	0.000	8.375	0.000	25	0.000	209.377	0.000
46	T	0.960	0.000	4.107	0.480	6.251	2.053	25	12.000	156.278	51.337
47	T	0.000	0.000	10.356	0.480	0.000	7.231	25	12.000	0.000	180.786
48	T	0.000	0.000	8.132	0.000	0.000	9.244	25	0.000	0.000	231.105
49	T	0.984	0.000	3.860	0.492	0.000	5.996	25	12.300	0.000	149.908
50	T	1.206	0.000	2.094	1.095	0.000	2.977	25	27.375	0.000	74.426
51	T	1.314	0.000	0.927	1.260	0.000	1.511	25	31.500	0.000	37.765
52	T	0.000	0.615	0.000	0.657	0.308	0.464	25	16.425	7.691	11.591
53	T	1.293	0.000	1.154	0.646	0.308	0.577	25	16.162	7.691	14.423
54	T	0.000	3.846	0.000	0.646	1.923	0.577	25	16.162	48.079	14.423
55	T	0.972	0.000	4.000	0.486	1.923	2.000	25	12.150	48.079	50.002
56	T	0.918	0.000	4.576	0.945	0.000	4.288	25	23.625	0.000	107.197
57	T	1.296	0.000	1.120	1.107	0.000	2.848	25	27.675	0.000	71.189
SUBTOTAL									426.002	1169.215	1273.423
TOTAL									864.074	2353.114	2166.320

EARTHWORK CALCULATION OF OPTIMAL L ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)			
	EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL	
57	T	1.296	0.000	1.120							
58	T	0.000	0.731	0.000	0.648	0.366	0.560	25	16.200	9.138	13.995
59	T	1.260	0.000	1.537	0.630	0.366	0.769	25	15.750	9.138	19.216
60	T	1.305	0.000	1.031	1.282	0.000	1.284	25	32.062	0.000	32.106
61	T	1.314	0.000	0.927	1.309	0.000	0.979	25	32.737	0.000	24.482
62	T	1.305	0.000	1.024	1.309	0.000	0.976	25	32.737	0.000	24.390
63	T	0.000	0.777	0.000	0.652	0.389	0.512	25	16.312	9.714	12.798
64	T	0.000	2.189	0.000	0.000	1.483	0.000	25	0.000	37.072	0.000
65	T	1.314	0.000	0.920	0.657	1.094	0.460	25	16.425	27.358	11.499
66	T	0.966	0.000	4.066	1.140	0.000	2.493	25	28.500	0.000	62.327
67	T	0.000	0.000	10.573	0.483	0.000	7.320	25	12.075	0.000	182.993
68	T	1.122	0.000	2.936	0.561	0.000	6.754	25	14.025	0.000	168.860
69	T	0.000	0.685	0.000	0.561	0.342	1.468	25	14.025	8.561	36.695
70	T	1.287	0.000	1.214	0.644	0.342	0.607	25	16.088	8.561	15.181
71	T	1.308	0.000	0.989	1.298	0.000	1.102	25	32.438	0.000	27.547
72	T	0.000	0.402	0.000	0.654	0.201	0.495	25	16.350	5.019	12.366
73	T	1.290	0.000	1.195	0.645	0.201	0.598	25	16.125	5.019	14.938
74	T	1.290	0.000	1.181	1.290	0.000	1.188	25	32.250	0.000	29.695
75	T	0.000	0.997	0.000	0.645	0.498	0.590	25	16.125	12.459	14.757
76	T	1.302	0.000	1.044	0.651	0.498	0.522	25	16.275	12.459	13.045
77	T	1.239	0.000	1.759	1.270	0.000	1.401	25	31.762	0.000	35.028
78	T	0.000	0.000	10.094	0.619	0.000	5.926	25	15.487	0.000	148.158
79	T	0.000	0.000	18.015	0.000	0.000	14.055	25	0.000	0.000	351.368
80	T	0.000	0.000	19.067	0.000	0.000	18.541	25	0.000	0.000	463.533
81	T	0.000	0.000	15.403	0.000	0.000	17.235	25	0.000	0.000	430.883
82	T	1.488	0.000	7.362	0.744	0.000	11.383	25	18.600	0.000	284.568
83	T	0.000	11.028	0.000	0.744	5.514	3.681	25	18.600	137.854	92.025
84	T	0.000	15.182	0.000	0.000	13.105	0.000	25	0.000	327.630	0.000
85	T	0.000	19.856	0.000	0.000	17.519	0.000	25	0.000	437.976	0.000
								SUBTOTAL	460.948	1047.958	2522.452
								TOTAL	1325.020	3401.068	4688.767

EARTHWORK CALCULATION OF OPTIMAL L ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)			
	EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL	
85 T	0.000	19.856	0.000								
86 T	0.000	8.147	0.000	0.000	14.001	0.000	25	0.000	350.034	0.000	
87 T	0.000	4.389	0.000	0.000	6.268	0.000	25	0.000	156.697	0.000	
88 T	0.000	4.739	0.000	0.000	4.564	0.000	25	0.000	114.098	0.000	
89 T	0.000	10.927	0.000	0.000	7.833	0.000	25	0.000	195.826	0.000	
90 T	0.000	7.323	0.000	0.000	9.125	0.000	25	0.000	228.125	0.000	
91 T	1.455	0.000	6.702	0.727	3.661	3.351	25	18.187	91.534	83.776	
92 T	0.000	0.000	8.722	0.727	0.000	7.712	25	18.187	0.000	192.801	
93 T	0.900	0.000	4.770	0.450	0.000	6.746	25	11.250	0.000	168.653	
94 T	1.110	0.000	3.062	1.005	0.000	3.916	25	25.125	0.000	97.903	
95 T	1.134	0.000	2.828	1.122	0.000	2.945	25	28.050	0.000	73.626	
96 T	1.275	0.000	1.364	1.204	0.000	2.096	25	30.112	0.000	52.399	
97 T	1.140	0.000	2.757	1.208	0.000	2.060	25	30.188	0.000	51.507	
98 T	1.209	0.000	2.091	1.175	0.000	2.424	25	29.363	0.000	60.595	
99 T	0.000	0.402	0.000	0.604	0.201	1.045	25	15.112	5.020	26.137	
100 T	1.203	0.000	2.132	0.602	0.201	1.066	25	15.038	5.020	26.653	
101 T	1.242	0.000	1.734	1.223	0.000	1.933	25	30.563	0.000	48.322	
102 T	0.000	1.411	0.000	0.621	0.705	0.867	25	15.525	17.635	21.670	
103 T	1.182	0.000	2.368	0.591	0.705	1.184	25	14.775	17.635	29.604	
104 T	0.903	0.000	4.755	1.043	0.000	3.562	25	26.063	0.000	89.042	
105 T	1.203	0.000	2.139	1.053	0.000	3.447	25	26.325	0.000	86.179	
106 T	1.218	0.000	1.982	1.210	0.000	2.061	25	30.262	0.000	51.520	
107 T	1.314	0.000	0.935	1.266	0.000	1.459	25	31.650	0.000	36.464	
108 T	1.284	0.000	1.270	1.299	0.000	1.103	25	32.475	0.000	27.565	
109 T	1.260	0.000	1.545	1.272	0.000	1.408	25	31.800	0.000	35.189	
110 T	0.000	0.816	0.000	0.630	0.408	0.772	25	15.750	10.198	19.309	
111 T	0.000	3.375	0.000	0.000	2.095	0.000	25	0.000	52.385	0.000	
112 T	0.000	5.139	0.000	0.000	4.257	0.000	25	0.000	106.429	0.000	
113 T	0.000	3.143	0.000	0.000	4.141	0.000	25	0.000	103.528	0.000	
								SUBTOTAL	475.800	1454.162	1278.913
								TOTAL	1800.818	4855.227	5967.673

EARTHWORK CALCULATION OF OPTIMAL L ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)			
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL	
113	T	0.000	3.143	0.000								
114	T	1.089	0.000	3.242	0.544	1.571	1.621	25	13.612	39.286	40.526	
115	T	1.509	0.000	7.826	1.299	0.000	5.534	25	32.475	0.000	138.347	
116	T	1.461	0.000	6.815	1.485	0.000	7.320	25	37.125	0.000	183.011	
117	T	0.933	0.000	4.417	1.197	0.000	5.616	25	29.925	0.000	140.401	
118	T	0.936	0.000	4.376	0.935	0.000	4.397	25	23.363	0.000	109.914	
119	T	0.984	0.000	3.860	0.960	0.000	4.118	25	24.000	0.000	102.957	
120	T	1.029	0.000	3.781	1.006	0.000	3.821	25	25.162	0.000	95.516	
121	T	1.044	0.000	3.660	1.037	0.000	3.720	25	25.913	0.000	93.011	
122	T	1.089	0.000	3.255	1.066	0.000	3.458	25	26.662	0.000	86.439	
123	T	1.107	0.000	3.096	1.098	0.000	3.176	25	27.450	0.000	79.396	
124	T	1.278	0.000	1.345	1.193	0.000	2.221	25	29.813	0.000	55.517	
125	T	0.000	0.470	0.000	0.639	0.235	0.672	25	15.975	5.873	16.811	
126	T	1.221	0.000	1.958	0.610	0.235	0.979	25	15.262	5.873	24.472	
127	T	1.230	0.000	1.855	1.225	0.000	1.906	25	30.637	0.000	47.660	
128	T	0.000	3.151	0.000	0.615	1.576	0.928	25	15.375	39.390	23.188	
129	T	0.000	3.822	0.000	0.000	3.487	0.000	25	0.000	87.163	0.000	
130	T	0.000	1.466	0.000	0.000	2.644	0.000	25	0.000	66.104	0.000	
131	T	1.311	0.000	0.947	0.656	0.733	0.474	25	16.388	18.331	11.841	
132	T	1.275	0.000	1.378	1.293	0.000	1.163	25	32.325	0.000	29.070	
133	T	0.000	0.508	0.000	0.637	0.254	0.689	25	15.937	6.350	17.229	
134	T	1.263	0.000	1.497	0.631	0.254	0.749	25	15.787	6.350	18.713	
135	T	0.000	1.929	0.000	0.631	0.964	0.749	25	15.787	24.111	18.713	
136	T	0.000	0.615	0.000	0.000	1.272	0.000	25	0.000	31.802	0.000	
137	T	0.000	0.523	0.000	0.000	0.569	0.000	25	0.000	14.225	0.000	
138	T	0.000	0.654	0.000	0.000	0.588	0.000	25	0.000	14.705	0.000	
139	T	0.000	0.792	0.000	0.000	0.723	0.000	25	0.000	18.071	0.000	
140	T	1.305	0.000	1.024	0.652	0.396	0.512	25	16.312	9.901	12.800	
141	T	1.314	0.000	0.935	1.309	0.000	0.979	25	32.737	0.000	24.484	
									SUBTOTAL	518.022	387.535	1370.014
									TOTAL	2318.835	5242.752	7337.679

EARTHWORK CALCULATION OF OPTIMAL L ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
141	T	1.314	0.000	0.935							
142	T	0.000	0.808	0.000	0.657	0.404	0.467	25	16.425	10.106	11.684
143	T	0.000	4.185	0.000	0.000	2.497	0.000	25	0.000	62.413	0.000
144	T	0.000	4.930	0.000	0.000	4.557	0.000	25	0.000	113.926	0.000
145	T	0.000	0.753	0.000	0.000	2.841	0.000	25	0.000	71.036	0.000
146	T	1.086	0.000	3.269	0.543	0.377	1.635	25	13.575	9.417	40.866
147	T	1.533	0.000	8.372	1.310	0.000	5.821	25	32.738	0.000	145.520
148	T	1.245	0.000	1.694	1.389	0.000	5.033	25	34.725	0.000	125.828
149	T	0.000	0.417	0.000	0.623	0.209	0.847	25	15.563	5.215	21.174
150	T	0.000	2.012	0.000	0.000	1.215	0.000	25	0.000	30.369	0.000
151	T	0.000	2.739	0.000	0.000	2.376	0.000	25	0.000	59.389	0.000
152	T	0.000	1.444	0.000	0.000	2.091	0.000	25	0.000	52.280	0.000
153	T	1.269	0.000	1.416	0.635	0.722	0.708	25	15.863	18.046	17.702
154	T	0.924	0.000	4.520	1.097	0.000	2.968	25	27.413	0.000	74.200
155	T	0.957	0.000	4.155	0.941	0.000	4.337	25	23.513	0.000	108.436
156	T	1.074	0.000	3.377	1.016	0.000	3.766	25	25.388	0.000	94.153
157	T	1.221	0.000	1.951	1.148	0.000	2.664	25	28.688	0.000	66.598
158	T	1.155	0.000	2.631	1.188	0.000	2.291	25	29.700	0.000	57.266
159	T	1.188	0.000	2.286	1.171	0.000	2.459	25	29.287	0.000	61.464
160	T	1.095	0.000	3.201	1.141	0.000	2.743	25	28.537	0.000	68.587
161	T	0.000	1.895	0.000	0.548	0.948	1.600	25	13.688	23.688	40.007
162	T	0.000	3.070	0.000	0.000	2.483	0.000	25	0.000	62.068	0.000
163	T	0.000	0.957	0.000	0.000	2.014	0.000	25	0.000	50.347	0.000
164	T	0.000	2.755	0.000	0.000	1.856	0.000	25	0.000	46.400	0.000
165	T	0.000	2.546	0.000	0.000	2.650	0.000	25	0.000	66.257	0.000
166	T	0.000	1.115	0.000	0.000	1.831	0.000	25	0.000	45.763	0.000
167	T	0.000	1.476	0.000	0.000	1.296	0.000	25	0.000	32.395	0.000
168	T	0.000	2.120	0.000	0.000	1.798	0.000	25	0.000	44.952	0.000
169	T	0.000	6.658	0.000	0.000	4.389	0.000	25	0.000	109.724	0.000
SUBTOTAL									335.103	913.790	933.484
TOTAL									2653.935	6156.534	8271.156

END OF DATA

ง.4 ผลการคำนวณปริมาณดินจากแนวเส้นทางที่มีจุดตัดแนวดิ่งและความยาวโค้ง
ที่เหมาะสม

EARTHWORK CALCULATION OF OPTIMAL PVI AND L ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
1	T	0.000	5.209	0.000							
2	T	0.000	2.044	0.000	0.000	3.626	0.000	25	0.000	90.651	0.000
3	T	1.197	0.000	2.208	0.598	1.022	1.104	25	14.962	25.544	27.601
4	T	0.000	0.646	0.000	0.598	0.323	1.104	25	14.962	8.079	27.601
5	T	0.000	1.663	0.000	0.000	1.154	0.000	25	0.000	28.862	0.000
6	T	0.000	1.828	0.000	0.000	1.745	0.000	25	0.000	43.628	0.000
7	T	0.000	0.630	0.000	0.000	1.229	0.000	25	0.000	30.721	0.000
8	T	1.287	0.000	1.244	0.644	0.315	0.622	25	16.088	7.877	15.546
9	T	1.266	0.000	1.464	1.277	0.000	1.354	25	31.913	0.000	33.845
10	T	1.104	0.000	3.097	1.185	0.000	2.281	25	29.625	0.000	57.017
11	T	0.972	0.000	3.969	1.038	0.000	3.533	25	25.950	0.000	88.330
12	T	1.230	0.000	1.848	1.101	0.000	2.908	25	27.525	0.000	72.711
13	T	0.000	0.570	0.000	0.615	0.285	0.924	25	15.375	7.120	23.100
14	T	0.000	3.002	0.000	0.000	1.786	0.000	25	0.000	44.646	0.000
15	T	0.000	1.123	0.000	0.000	2.062	0.000	25	0.000	51.562	0.000
16	T	0.000	2.711	0.000	0.000	1.917	0.000	25	0.000	47.925	0.000
17	T	0.000	10.234	0.000	0.000	6.473	0.000	25	0.000	161.818	0.000
18	T	0.000	2.120	0.000	0.000	6.177	0.000	25	0.000	154.425	0.000
19	T	1.281	0.000	1.289	0.640	1.060	0.645	25	16.012	26.497	16.118
20	T	1.095	0.000	3.181	1.188	0.000	2.235	25	29.700	0.000	55.875
21	T	0.909	0.000	4.689	1.002	0.000	3.935	25	25.050	0.000	98.364
22	T	0.915	0.000	4.621	0.912	0.000	4.655	25	22.800	0.000	116.376
23	T	0.966	0.000	4.060	0.941	0.000	4.341	25	23.513	0.000	108.518
24	T	1.209	0.000	2.070	1.087	0.000	3.065	25	27.187	0.000	76.621
25	T	1.242	0.000	1.741	1.225	0.000	1.905	25	30.637	0.000	47.629
26	T	1.296	0.000	1.134	1.269	0.000	1.437	25	31.725	0.000	35.937
27	T	1.101	0.000	3.145	1.198	0.000	2.140	25	29.962	0.000	53.496
28	T	0.957	0.000	4.143	1.029	0.000	3.644	25	25.725	0.000	91.100
29	T	0.000	2.078	0.000	0.479	1.039	2.071	25	11.963	25.970	51.783
								SUBTOTAL	450.674	755.325	1097.567
								TOTAL	450.674	755.325	1097.567

EARTHWORK CALCULATION OF OPTIMAL PVI AND L ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)			
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL	
29	T	0.000	2.078	0.000								
30	T	0.000	6.765	0.000	0.000	4.421	0.000	25	0.000	110.535	0.000	
31	T	0.000	3.143	0.000	0.000	4.954	0.000	25	0.000	123.855	0.000	
32	T	1.191	0.000	2.256	0.596	1.572	1.128	25	14.888	39.290	28.197	
33	T	0.000	0.753	0.000	0.596	0.377	1.128	25	14.888	9.417	28.197	
34	T	0.000	1.091	0.000	0.000	0.922	0.000	25	0.000	23.051	0.000	
35	T	1.254	0.000	1.582	0.627	0.545	0.791	25	15.675	13.634	19.770	
36	T	1.155	0.000	2.638	1.204	0.000	2.110	25	30.112	0.000	52.739	
37	T	0.000	1.548	0.000	0.577	0.774	1.319	25	14.437	19.347	32.969	
38	T	0.000	1.835	0.000	0.000	1.691	0.000	25	0.000	42.287	0.000	
39	T	0.000	2.104	0.000	0.000	1.970	0.000	25	0.000	49.242	0.000	
40	T	0.000	0.831	0.000	0.000	1.468	0.000	25	0.000	36.689	0.000	
41	T	1.209	0.000	2.077	0.604	0.415	1.038	25	15.112	10.387	25.959	
42	T	1.149	0.000	2.690	1.179	0.000	2.383	25	29.475	0.000	59.579	
43	T	0.000	0.630	0.000	0.575	0.315	1.345	25	14.363	7.877	33.620	
44	T	0.000	0.570	0.000	0.000	0.600	0.000	25	0.000	14.997	0.000	
45	T	0.000	7.993	0.000	0.000	4.281	0.000	25	0.000	107.027	0.000	
46	T	1.071	0.000	3.404	0.535	3.996	1.702	25	13.387	99.908	42.551	
47	T	1.443	0.000	6.477	1.257	0.000	4.941	25	31.425	0.000	123.517	
48	T	1.110	0.000	3.055	1.276	0.000	4.766	25	31.912	0.000	119.153	
49	T	0.000	2.382	0.000	0.555	1.191	1.528	25	13.875	29.777	38.188	
50	T	0.000	3.257	0.000	0.000	2.819	0.000	25	0.000	70.484	0.000	
51	T	0.000	2.409	0.000	0.000	2.833	0.000	25	0.000	70.822	0.000	
52	T	0.000	1.681	0.000	0.000	2.045	0.000	25	0.000	51.122	0.000	
53	T	1.302	0.000	1.044	0.651	0.840	0.522	25	16.275	21.007	13.046	
54	T	0.000	3.846	0.000	0.651	1.923	0.522	25	16.275	48.079	13.046	
55	T	1.083	0.000	3.290	0.542	1.923	1.645	25	13.538	48.079	41.123	
56	T	1.137	0.000	2.785	1.110	0.000	3.038	25	27.750	0.000	75.941	
57	T	0.000	2.640	0.000	0.569	1.320	1.393	25	14.212	33.004	34.818	
									SUBTOTAL	327.599	1079.916	782.412
									TOTAL	778.272	1835.239	1879.978

EARTHWORK CALCULATION OF OPTIMAL PVI AND L ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
57	T	0.000	2.640	0.000							
58	T	0.000	1.986	0.000	0.000	2.313	0.000	25	0.000	57.831	0.000
59	T	1.284	0.000	1.248	0.642	0.993	0.624	25	16.050	24.828	15.604
60	T	0.000	0.561	0.000	0.642	0.280	0.624	25	16.050	7.012	15.604
61	T	0.000	0.646	0.000	0.000	0.604	0.000	25	0.000	15.091	0.000
62	T	0.000	0.501	0.000	0.000	0.573	0.000	25	0.000	14.336	0.000
63	T	0.000	0.965	0.000	0.000	0.733	0.000	25	0.000	18.318	0.000
64	T	0.000	2.886	0.000	0.000	1.925	0.000	25	0.000	48.136	0.000
65	T	0.000	3.792	0.000	0.000	3.339	0.000	25	0.000	83.478	0.000
66	T	0.000	1.044	0.000	0.000	2.418	0.000	25	0.000	60.448	0.000
67	T	0.969	0.000	4.030	0.485	0.522	2.015	25	12.113	13.045	50.376
68	T	0.000	3.367	0.000	0.485	1.683	2.015	25	12.113	42.086	50.376
69	T	0.000	2.894	0.000	0.000	3.130	0.000	25	0.000	78.261	0.000
70	T	1.305	0.000	1.031	0.652	1.447	0.516	25	16.312	36.175	12.890
71	T	0.000	0.816	0.000	0.652	0.408	0.516	25	16.312	10.200	12.890
72	T	0.000	1.315	0.000	0.000	1.065	0.000	25	0.000	26.636	0.000
73	T	0.000	1.235	0.000	0.000	1.275	0.000	25	0.000	31.872	0.000
74	T	0.000	1.315	0.000	0.000	1.275	0.000	25	0.000	31.871	0.000
75	T	0.000	1.098	0.000	0.000	1.207	0.000	25	0.000	30.165	0.000
76	T	1.260	0.000	1.537	0.630	0.549	0.769	25	15.750	13.729	19.216
77	T	1.095	0.000	3.181	1.177	0.000	2.359	25	29.437	0.000	58.972
78	T	0.000	0.000	13.326	0.548	0.000	8.253	25	13.688	0.000	206.326
79	T	0.000	0.000	21.875	0.000	0.000	17.600	25	0.000	0.000	440.009
80	T	0.000	0.000	23.001	0.000	0.000	22.438	25	0.000	0.000	560.953
81	T	0.000	0.000	19.067	0.000	0.000	21.034	25	0.000	0.000	525.853
82	T	0.000	0.000	8.714	0.000	0.000	13.890	25	0.000	0.000	347.262
83	T	0.000	7.949	0.000	0.000	3.975	4.357	25	0.000	99.364	108.922
84	T	0.000	13.834	0.000	0.000	10.891	0.000	25	0.000	272.283	0.000
85	T	0.000	16.604	0.000	0.000	15.219	0.000	25	0.000	380.474	0.000
								SUBTOTAL	147.825	1395.638	2425.252
								TOTAL	926.096	3230.873	4305.229

EARTHWORK CALCULATION OF OPTIMAL PVI AND L ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
85	T	0.000	16.604	0.000							
86	T	0.000	5.311	0.000	0.000	10.958	0.000	25	0.000	273.941	0.000
87	T	0.000	1.737	0.000	0.000	3.524	0.000	25	0.000	88.100	0.000
88	T	0.000	2.062	0.000	0.000	1.900	0.000	25	0.000	47.491	0.000
89	T	0.000	8.589	0.000	0.000	5.326	0.000	25	0.000	133.144	0.000
90	T	0.000	6.749	0.000	0.000	7.669	0.000	25	0.000	191.725	0.000
91	T	0.930	0.000	4.445	0.465	3.374	2.223	25	11.625	84.358	55.567
92	T	1.524	0.000	8.129	1.227	0.000	6.287	25	30.675	0.000	157.180
93	T	1.110	0.000	3.042	1.317	0.000	5.585	25	32.925	0.000	139.637
94	T	0.000	1.786	0.000	0.555	0.893	1.521	25	13.875	22.325	38.023
95	T	0.000	2.273	0.000	0.000	2.030	0.000	25	0.000	50.741	0.000
96	T	0.000	1.869	0.000	0.000	2.071	0.000	25	0.000	51.777	0.000
97	T	1.167	0.000	2.492	0.583	0.934	1.246	25	14.587	23.361	31.145
98	T	1.242	0.000	1.719	1.204	0.000	2.105	25	30.112	0.000	52.637
99	T	0.000	0.965	0.000	0.621	0.483	0.860	25	15.525	12.063	21.493
100	T	1.257	0.000	1.578	0.629	0.483	0.789	25	15.713	12.063	19.720
101	T	1.299	0.000	1.078	1.278	0.000	1.328	25	31.950	0.000	33.196
102	T	0.000	2.495	0.000	0.650	1.247	0.539	25	16.238	31.186	13.476
103	T	1.293	0.000	1.176	0.646	1.247	0.588	25	16.162	31.186	14.698
104	T	1.092	0.000	3.221	1.192	0.000	2.199	25	29.812	0.000	54.965
105	T	0.000	1.403	0.000	0.546	0.701	1.611	25	13.650	17.537	40.267
106	T	0.000	1.525	0.000	0.000	1.464	0.000	25	0.000	36.596	0.000
107	T	0.000	2.711	0.000	0.000	2.118	0.000	25	0.000	52.948	0.000
108	T	0.000	1.978	0.000	0.000	2.345	0.000	25	0.000	58.618	0.000
109	T	0.000	0.909	0.000	0.000	1.444	0.000	25	0.000	36.092	0.000
110	T	0.000	1.929	0.000	0.000	1.419	0.000	25	0.000	35.472	0.000
111	T	0.000	4.584	0.000	0.000	3.257	0.000	25	0.000	81.414	0.000
112	T	0.000	6.724	0.000	0.000	5.654	0.000	25	0.000	141.353	0.000
113	T	0.000	4.713	0.000	0.000	5.719	0.000	25	0.000	142.966	0.000
								SUBTOTAL	272.849	1656.455	672.004
								TOTAL	1198.944	4887.319	4977.227

EARTHWORK CALCULATION OF OPTIMAL PVI AND L ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)			
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL	
113	T	0.000	4.713	0.000								
114	T	1.197	0.000	2.201	0.598	2.357	1.101	25	14.962	58.918	27.513	
115	T	0.924	0.000	4.514	1.060	0.000	3.357	25	26.512	0.000	83.934	
116	T	0.987	0.000	3.805	0.956	0.000	4.159	25	23.888	0.000	103.978	
117	T	1.110	0.000	3.042	1.048	0.000	3.423	25	26.212	0.000	85.578	
118	T	1.134	0.000	2.821	1.122	0.000	2.931	25	28.050	0.000	73.285	
119	T	1.206	0.000	2.108	1.170	0.000	2.464	25	29.250	0.000	61.612	
120	T	1.233	0.000	1.830	1.219	0.000	1.969	25	30.487	0.000	49.225	
121	T	1.272	0.000	1.390	1.252	0.000	1.610	25	31.312	0.000	40.253	
122	T	0.000	0.715	0.000	0.636	0.357	0.695	25	15.900	8.934	17.376	
123	T	0.000	0.926	0.000	0.000	0.820	0.000	25	0.000	20.504	0.000	
124	T	0.000	2.938	0.000	0.000	1.932	0.000	25	0.000	48.295	0.000	
125	T	0.000	2.246	0.000	0.000	2.592	0.000	25	0.000	64.805	0.000	
126	T	1.233	0.000	1.809	0.617	1.123	0.904	25	15.413	28.081	22.610	
127	T	1.146	0.000	2.719	1.189	0.000	2.264	25	29.737	0.000	56.593	
128	T	0.000	0.715	0.000	0.573	0.357	1.359	25	14.325	8.933	33.984	
129	T	0.000	1.722	0.000	0.000	1.218	0.000	25	0.000	30.455	0.000	
130	T	0.000	0.685	0.000	0.000	1.203	0.000	25	0.000	30.083	0.000	
131	T	1.275	0.000	1.357	0.637	0.342	0.678	25	15.937	8.561	16.959	
132	T	1.278	0.000	1.330	1.277	0.000	1.343	25	31.913	0.000	33.587	
133	T	0.000	0.777	0.000	0.639	0.389	0.665	25	15.975	9.713	16.628	
134	T	1.278	0.000	1.330	0.639	0.389	0.665	25	15.975	9.713	16.629	
135	T	0.000	1.869	0.000	0.639	0.934	0.665	25	15.975	23.362	16.629	
136	T	1.293	0.000	1.146	0.646	0.934	0.573	25	16.162	23.362	14.331	
137	T	1.254	0.000	1.589	1.273	0.000	1.368	25	31.837	0.000	34.190	
138	T	1.233	0.000	1.837	1.243	0.000	1.713	25	31.087	0.000	42.827	
139	T	1.209	0.000	2.063	1.221	0.000	1.950	25	30.525	0.000	48.749	
140	T	1.137	0.000	2.786	1.173	0.000	2.424	25	29.325	0.000	60.602	
141	T	1.110	0.000	3.042	1.123	0.000	2.914	25	28.087	0.000	72.841	
									SUBTOTAL	548.845	373.719	1029.912
									TOTAL	1747.787	5261.032	6007.130

EARTHWORK CALCULATION OF OPTIMAL PVI AND L ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
141	T	1.110	0.000	3.042							
142	T	1.110	0.000	3.048	1.110	0.000	3.045	25	27.750	0.000	76.126
143	T	0.000	1.499	0.000	0.555	0.750	1.524	25	13.875	18.743	38.105
144	T	0.000	3.768	0.000	0.000	2.634	0.000	25	0.000	65.839	0.000
145	T	0.000	1.887	0.000	0.000	2.827	0.000	25	0.000	70.686	0.000
146	T	1.278	0.000	1.345	0.639	0.944	0.672	25	15.975	23.589	16.810
147	T	1.044	0.000	3.660	1.161	0.000	2.502	25	29.025	0.000	62.559
148	T	0.000	2.112	0.000	0.522	1.056	1.830	25	13.050	26.399	45.749
149	T	0.000	1.918	0.000	0.000	2.015	0.000	25	0.000	50.376	0.000
150	T	0.000	3.449	0.000	0.000	2.684	0.000	25	0.000	67.090	0.000
151	T	0.000	4.006	0.000	0.000	3.728	0.000	25	0.000	93.192	0.000
152	T	0.000	2.444	0.000	0.000	3.225	0.000	25	0.000	80.631	0.000
153	T	0.000	0.863	0.000	0.000	1.653	0.000	25	0.000	41.334	0.000
154	T	1.047	0.000	3.634	0.523	0.431	1.817	25	13.087	10.782	45.426
155	T	1.131	0.000	2.870	1.089	0.000	3.252	25	27.225	0.000	81.303
156	T	1.269	0.000	1.445	1.200	0.000	2.158	25	30.000	0.000	53.941
157	T	0.000	2.266	0.000	0.635	1.133	0.723	25	15.863	28.320	18.063
158	T	0.000	1.895	0.000	0.000	2.080	0.000	25	0.000	52.008	0.000
159	T	0.000	1.210	0.000	0.000	1.553	0.000	25	0.000	38.813	0.000
160	T	1.125	0.000	2.907	0.563	0.605	1.454	25	14.063	15.126	36.340
161	T	0.000	1.444	0.000	0.563	0.722	1.454	25	14.063	18.045	36.340
162	T	0.000	2.281	0.000	0.000	1.862	0.000	25	0.000	46.561	0.000
163	T	1.281	0.000	1.282	0.640	1.141	0.641	25	16.012	28.515	16.027
164	T	0.000	1.395	0.000	0.640	0.698	0.641	25	16.012	17.443	16.027
165	T	0.000	0.918	0.000	0.000	1.157	0.000	25	0.000	28.919	0.000
166	T	1.230	0.000	1.862	0.615	0.459	0.931	25	15.375	11.477	23.277
167	T	1.236	0.000	1.791	1.233	0.000	1.827	25	30.825	0.000	45.664
168	T	0.000	0.463	0.000	0.618	0.231	0.895	25	15.450	5.782	22.386
169	T	0.000	6.658	0.000	0.000	3.560	0.000	25	0.000	89.009	0.000
								SUBTOTAL	307.650	928.678	634.143
								TOTAL	2055.436	6189.703	6641.266

END OF DATA

จ.5 ผลการคำนวณปริมาณดินจากแนวเส้นทางที่ออกแบบโดยวิศวกร

EARTHWORK CALCULATION OF ENGINEER'S DESIGN ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)			
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL	
1	T	0.000	5.209	0.000								
2	T	0.000	4.031	0.000	0.000	4.620	0.000	25	0.000	115.496	0.000	
3	T	0.000	1.395	0.000	0.000	2.713	0.000	25	0.000	67.832	0.000	
4	T	0.000	2.798	0.000	0.000	2.097	0.000	25	0.000	52.422	0.000	
5	T	0.000	2.231	0.000	0.000	2.515	0.000	25	0.000	62.868	0.000	
6	T	0.000	1.517	0.000	0.000	1.874	0.000	25	0.000	46.852	0.000	
7	T	0.000	1.146	0.000	0.000	1.331	0.000	25	0.000	33.283	0.000	
8	T	0.000	2.078	0.000	0.000	1.612	0.000	25	0.000	40.290	0.000	
9	T	0.000	3.465	0.000	0.000	2.771	0.000	25	0.000	69.286	0.000	
10	T	0.000	3.277	0.000	0.000	3.371	0.000	25	0.000	84.279	0.000	
11	T	0.000	2.850	0.000	0.000	3.064	0.000	25	0.000	76.590	0.000	
12	T	0.000	4.045	0.000	0.000	3.447	0.000	25	0.000	86.185	0.000	
13	T	0.000	1.640	0.000	0.000	2.842	0.000	25	0.000	71.054	0.000	
14	T	0.000	1.640	0.000	0.000	1.640	0.000	25	0.000	40.990	0.000	
15	T	1.248	0.000	1.676	0.624	0.820	0.838	25	15.600	20.494	20.946	
16	T	0.000	1.640	0.000	0.624	0.820	0.838	25	15.600	20.494	20.946	
17	T	0.000	9.744	0.000	0.000	5.692	0.000	25	0.000	142.292	0.000	
18	T	0.000	2.826	0.000	0.000	6.285	0.000	25	0.000	157.124	0.000	
19	T	0.000	2.479	0.000	0.000	2.653	0.000	25	0.000	66.316	0.000	
20	T	0.000	4.937	0.000	0.000	3.708	0.000	25	0.000	92.706	0.000	
21	T	0.000	1.971	0.000	0.000	3.454	0.000	25	0.000	86.350	0.000	
22	T	0.000	2.814	0.000	0.000	2.393	0.000	25	0.000	59.813	0.000	
23	T	0.000	1.210	0.000	0.000	2.012	0.000	25	0.000	50.304	0.000	
24	T	0.000	1.250	0.000	0.000	1.230	0.000	25	0.000	30.748	0.000	
25	T	0.000	2.417	0.000	0.000	1.833	0.000	25	0.000	45.836	0.000	
26	T	0.000	6.707	0.000	0.000	4.562	0.000	25	0.000	114.056	0.000	
27	T	0.000	4.961	0.000	0.000	5.834	0.000	25	0.000	145.855	0.000	
28	T	1.314	0.000	0.920	0.657	2.480	0.460	25	16.425	62.012	11.500	
29	T	0.000	3.277	0.000	0.657	1.639	0.460	25	16.425	40.963	11.500	
									SUBTOTAL	64.050	1982.788	64.892
									TOTAL	64.050	1982.788	64.892

EARTHWORK CALCULATION OF ENGINEER'S DESIGN ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)			
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL	
31	T	0.000	6.000	0.000	0.000	7.422	0.000	25	0.000	185.556	0.000	
32	T	0.000	0.646	0.000	0.000	3.323	0.000	25	0.000	83.083	0.000	
33	T	0.000	3.692	0.000	0.000	2.169	0.000	25	0.000	54.234	0.000	
34	T	0.000	4.852	0.000	0.000	4.272	0.000	25	0.000	106.804	0.000	
35	T	0.000	3.062	0.000	0.000	3.957	0.000	25	0.000	98.930	0.000	
36	T	0.000	0.753	0.000	0.000	1.908	0.000	25	0.000	47.697	0.000	
37	T	0.000	2.842	0.000	0.000	1.798	0.000	25	0.000	44.943	0.000	
38	T	0.000	2.538	0.000	0.000	2.690	0.000	25	0.000	67.250	0.000	
39	T	0.000	3.167	0.000	0.000	2.853	0.000	25	0.000	71.315	0.000	
40	T	0.000	2.196	0.000	0.000	2.682	0.000	25	0.000	67.046	0.000	
41	T	0.000	1.027	0.000	0.000	1.612	0.000	25	0.000	40.290	0.000	
42	T	0.000	2.044	0.000	0.000	1.535	0.000	25	0.000	38.379	0.000	
43	T	0.000	7.423	0.000	0.000	4.733	0.000	25	0.000	118.333	0.000	
44	T	0.000	8.729	0.000	0.000	8.076	0.000	25	0.000	201.905	0.000	
45	T	0.000	13.993	0.000	0.000	11.361	0.000	25	0.000	284.032	0.000	
46	T	0.000	1.162	0.000	0.000	7.578	0.000	25	0.000	189.446	0.000	
47	T	0.000	0.980	0.000	0.000	1.071	0.000	25	0.000	26.780	0.000	
48	T	0.000	2.308	0.000	0.000	1.644	0.000	25	0.000	41.100	0.000	
49	T	0.000	3.330	0.000	0.000	2.819	0.000	25	0.000	70.477	0.000	
50	T	0.000	2.239	0.000	0.000	2.784	0.000	25	0.000	69.609	0.000	
51	T	0.000	3.151	0.000	0.000	2.695	0.000	25	0.000	67.374	0.000	
52	T	0.000	4.691	0.000	0.000	3.921	0.000	25	0.000	98.027	0.000	
53	T	0.000	4.784	0.000	0.000	4.737	0.000	25	0.000	118.436	0.000	
54	T	0.000	9.268	0.000	0.000	7.026	0.000	25	0.000	175.654	0.000	
55	T	0.000	1.711	0.000	0.000	5.490	0.000	25	0.000	137.247	0.000	
56	T	0.000	2.522	0.000	0.000	2.117	0.000	25	0.000	52.921	0.000	
57	T	0.000	7.423	0.000	0.000	4.973	0.000	25	0.000	124.316	0.000	
									SUBTOTAL	0.000	2832.694	0.000
									TOTAL	64.050	4815.477	64.892

EARTHWORK CALCULATION OF ENGINEER'S DESIGN ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)			
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL	
59	T	0.000	2.930	0.000	0.000	4.385	0.000	25	0.000	109.630	0.000	
60	T	0.000	2.842	0.000	0.000	2.886	0.000	25	0.000	72.152	0.000	
61	T	0.000	2.239	0.000	0.000	2.540	0.000	25	0.000	63.512	0.000	
62	T	0.000	1.411	0.000	0.000	1.825	0.000	25	0.000	45.619	0.000	
63	T	0.000	1.250	0.000	0.000	1.330	0.000	25	0.000	33.258	0.000	
64	T	0.000	2.495	0.000	0.000	1.872	0.000	25	0.000	46.811	0.000	
65	T	0.000	3.285	0.000	0.000	2.890	0.000	25	0.000	72.252	0.000	
66	T	0.000	3.420	0.000	0.000	3.353	0.000	25	0.000	83.813	0.000	
67	T	1.233	0.000	1.837	0.617	1.710	0.919	25	15.413	42.749	22.966	
68	T	0.000	7.566	0.000	0.617	3.783	0.919	25	15.413	94.579	22.966	
69	T	0.000	12.534	0.000	0.000	10.050	0.000	25	0.000	251.260	0.000	
70	T	0.000	8.450	0.000	0.000	10.492	0.000	25	0.000	262.311	0.000	
71	T	0.000	4.031	0.000	0.000	6.241	0.000	25	0.000	156.020	0.000	
72	T	0.000	2.254	0.000	0.000	3.143	0.000	25	0.000	78.570	0.000	
73	T	0.000	4.600	0.000	0.000	3.427	0.000	25	0.000	85.683	0.000	
74	T	0.000	5.824	0.000	0.000	5.212	0.000	25	0.000	130.307	0.000	
75	T	0.000	4.570	0.000	0.000	5.197	0.000	25	0.000	129.933	0.000	
76	T	0.000	2.966	0.000	0.000	3.768	0.000	25	0.000	94.205	0.000	
77	T	0.000	5.555	0.000	0.000	4.260	0.000	25	0.000	106.510	0.000	
78	T	0.000	3.078	0.000	0.000	4.317	0.000	25	0.000	107.915	0.000	
79	T	0.000	0.700	0.000	0.000	1.889	0.000	25	0.000	47.227	0.000	
80	T	1.281	0.000	1.282	0.640	0.350	0.641	25	16.012	8.746	16.027	
81	T	0.000	2.316	0.000	0.640	1.158	0.641	25	16.012	28.948	16.027	
82	T	0.000	10.584	0.000	0.000	6.450	0.000	25	0.000	161.242	0.000	
83	T	0.000	31.321	0.000	0.000	20.952	0.000	25	0.000	523.803	0.000	
84	T	0.000	30.495	0.000	0.000	30.908	0.000	25	0.000	772.696	0.000	
85	T	0.000	34.876	0.000	0.000	32.685	0.000	25	0.000	817.134	0.000	
									SUBTOTAL	62.850	4592.675	77.986
									TOTAL	126.900	9408.141	142.878

EARTHWORK CALCULATION OF ENGINEER'S DESIGN ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
87	T	0.000	15.329	0.000	0.000	21.247	0.000	25	0.000	531.178	0.000
88	T	0.000	10.428	0.000	0.000	12.878	0.000	25	0.000	321.956	0.000
89	T	0.000	15.706	0.000	0.000	13.067	0.000	25	0.000	326.675	0.000
90	T	0.000	14.402	0.000	0.000	15.054	0.000	25	0.000	376.347	0.000
91	T	0.000	4.124	0.000	0.000	9.263	0.000	25	0.000	231.574	0.000
92	T	0.000	2.597	0.000	0.000	3.361	0.000	25	0.000	84.017	0.000
93	T	0.000	7.541	0.000	0.000	5.069	0.000	25	0.000	126.729	0.000
94	T	0.000	10.853	0.000	0.000	9.197	0.000	25	0.000	229.930	0.000
95	T	0.000	4.630	0.000	0.000	7.741	0.000	25	0.000	193.537	0.000
96	T	0.000	2.495	0.000	0.000	3.562	0.000	25	0.000	89.060	0.000
97	T	0.000	2.162	0.000	0.000	2.328	0.000	25	0.000	58.209	0.000
98	T	0.000	5.045	0.000	0.000	3.604	0.000	25	0.000	90.090	0.000
99	T	0.000	7.005	0.000	0.000	6.025	0.000	25	0.000	150.634	0.000
100	T	0.000	3.952	0.000	0.000	5.479	0.000	25	0.000	136.965	0.000
101	T	0.000	2.308	0.000	0.000	3.130	0.000	25	0.000	78.248	0.000
102	T	0.000	5.092	0.000	0.000	3.700	0.000	25	0.000	92.498	0.000
103	T	0.000	7.331	0.000	0.000	6.211	0.000	25	0.000	155.284	0.000
104	T	0.000	4.445	0.000	0.000	5.888	0.000	25	0.000	147.195	0.000
105	T	0.000	5.208	0.000	0.000	4.827	0.000	25	0.000	120.665	0.000
106	T	0.000	4.531	0.000	0.000	4.870	0.000	25	0.000	121.749	0.000
107	T	0.000	5.602	0.000	0.000	5.067	0.000	25	0.000	126.667	0.000
108	T	0.000	4.523	0.000	0.000	5.062	0.000	25	0.000	126.559	0.000
109	T	0.000	3.473	0.000	0.000	3.998	0.000	25	0.000	99.949	0.000
110	T	0.000	5.256	0.000	0.000	4.365	0.000	25	0.000	109.114	0.000
111	T	0.000	10.024	0.000	0.000	7.640	0.000	25	0.000	191.004	0.000
112	T	0.000	10.226	0.000	0.000	10.125	0.000	25	0.000	253.124	0.000
113	T	0.000	7.779	0.000	0.000	9.002	0.000	25	0.000	225.059	0.000
SUBTOTAL									0.000	5569.523	0.000
TOTAL									126.900	14977.646	142.878

EARTHWORK CALCULATION OF ENGINEER'S DESIGN ALIGNMENT

DEMO VERTICAL ALIGNMENT 0+000-4+200 PHUKET

STA. NO.	NAME	AREA (SQ. M.)			AVERAGE AREA (SQ. M.)			DISTANCE (M.)	VOLUME (CUBIC M.)		
		EXTRA CUT	CUT	FILL	EXTRA CUT	CUT	FILL		EXTRA CUT	CUT	FILL
143	T	0.000	10.354	0.000	0.000	9.419	0.000	25	0.000	235.481	0.000
144	T	0.000	13.349	0.000	0.000	11.851	0.000	25	0.000	296.286	0.000
145	T	0.000	11.002	0.000	0.000	12.175	0.000	25	0.000	304.381	0.000
146	T	0.000	6.823	0.000	0.000	8.912	0.000	25	0.000	222.811	0.000
147	T	0.000	1.614	0.000	0.000	4.218	0.000	25	0.000	105.462	0.000
148	T	0.000	6.576	0.000	0.000	4.095	0.000	25	0.000	102.376	0.000
149	T	0.000	8.086	0.000	0.000	7.331	0.000	25	0.000	183.281	0.000
150	T	0.000	11.585	0.000	0.000	9.836	0.000	25	0.000	245.888	0.000
151	T	0.000	11.567	0.000	0.000	11.576	0.000	25	0.000	289.396	0.000
152	T	0.000	9.482	0.000	0.000	10.525	0.000	25	0.000	263.117	0.000
153	T	0.000	7.038	0.000	0.000	8.260	0.000	25	0.000	206.509	0.000
154	T	0.000	1.952	0.000	0.000	4.495	0.000	25	0.000	112.380	0.000
155	T	0.000	2.273	0.000	0.000	2.113	0.000	25	0.000	52.818	0.000
156	T	0.000	3.404	0.000	0.000	2.839	0.000	25	0.000	70.965	0.000
157	T	0.000	4.945	0.000	0.000	4.175	0.000	25	0.000	104.364	0.000
158	T	0.000	3.960	0.000	0.000	4.453	0.000	25	0.000	111.318	0.000
159	T	0.000	3.107	0.000	0.000	3.533	0.000	25	0.000	88.336	0.000
160	T	1.251	0.000	1.614	0.625	1.553	0.807	25	15.637	38.834	20.180
161	T	0.000	9.862	0.000	0.625	4.931	0.807	25	15.637	123.278	20.180
162	T	0.000	9.914	0.000	0.000	9.888	0.000	25	0.000	247.205	0.000
163	T	0.000	4.359	0.000	0.000	7.136	0.000	25	0.000	178.410	0.000
164	T	0.000	2.990	0.000	0.000	3.674	0.000	25	0.000	91.857	0.000
165	T	0.000	1.370	0.000	0.000	2.180	0.000	25	0.000	54.505	0.000
166	T	0.000	1.861	0.000	0.000	1.616	0.000	25	0.000	40.395	0.000
167	T	0.000	5.705	0.000	0.000	3.783	0.000	25	0.000	94.575	0.000
168	T	0.000	6.773	0.000	0.000	6.239	0.000	25	0.000	155.976	0.000
169	T	0.000	6.658	0.000	0.000	6.716	0.000	25	0.000	167.893	0.000
SUBTOTAL									31.274	4365.654	40.360
TOTAL									158.174	22342.305	183.238

END OF DATA



ประวัติผู้เขียน

นาย สรวีศ นฤปติ เกิดเมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2512 ที่เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2527 และ เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2528