

เอกสารอ้างอิง

1. Berteaux, H.O., 1976, **Buoy Engineering**, John Wiley & Sons, New York, pp. 97-134.
2. Goodman, T.R. and Breslin, J.P., 1976, "Static and Dynamic of Anchoring Cable in Waves", **Journal of Hydronautics**, Vol. 10, No. 4, pp. 113-120.
3. Henghold, W.M. and Russell, J.J., 1976, "Equilibrium and Natural Frequencies of Cable Structures (A Nonlinear Finite Element Approach)", **Computers and Structures**, Vol. 6, No. 4A, pp. 267-271.
4. De Zoysa, A.P.K., 1978, "Steady-State analysis of Undersea Cables", **Ocean Engineering**, Vol. 5, No. 3, pp. 209-223.
5. Huddleston, J.V., 1981, "Computer Analysis of Extensible Cables", **Journal of the Engineering Mechanics Division; Proceedings of the American Society of Civil Engineering**, Vol. 107, No. EMI, pp. 27-37.
6. Seck-Hong, A., 1983, "Mechanics of Static Catenary with Current Loading", **Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering**, ASCE, Vol. 109, No. 3, pp. 340-349.
7. Banjwu, S. and Iradj, G.T., 1984, "Small-Amplitude Vibration of Extensible Cables", **Journal of the Engineering Mechanics Division; Proceedings of the American Society of Civil Engineers**, Vol. 110, No. 4, pp. 569-576.
8. Ogawa, Y., 1984, "Fundamental Analysis of Deep Sea Mooring Line in Static Equilibrium", **Applied Ocean Research**, Vol. 6, No. 3, pp. 140-147.
9. Chucheepsakul, S. and Huang, T., 1990, "Static Equilibrium of Marine Cable by a Variational Method", **Proceedings of the First Pacific/Asia Offshore Mechanics Symposium**, Vol. 1, June 24-28, 1990, Seoul, Korea, pp. 329-334.

10. Chucheepsakul, S. and Subwonglee, S., 1991, "Three-Dimensional Analysis of Marine Cables", **Proceedings of the Asian Pacific Conference on Computational Mechanics**, Balkema, December 11-13, 1991, Rotterdam, The Netherlands, pp. 389-394.
11. Huang, T., 1992, "A Static Equilibrium Formulation including Axial Deformation for Marine Cables", **Proceedings of the Second International Offshore and Polar Engineering Conference**, Vol. 2, June 14-19, 1992, San Francisco, USA., pp. 252-255.
12. Wang, C.M., Cheong, H.F. and Chucheepsakul, S., 1993, "Static Analysis of Marine Cables via Shooting-Optimization Technique", **Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering; Proceedings of the American Society of Civil Engineers**, Vol. 119, No. 4, pp. 450-457.
13. Huang, T. and Chucheepsakul, S., 1994, "Catenary Curve Revisited", **Proceedings of the Special Offshore Symposium China**, April 17-18, 1994, Beijing, China, pp. 387-399.
14. Huddleston, J.V. and Ham, H.J., 1994, "Poisson Effect in Extensible Cables with Boths Ends Fixed", **Journal of Engineering Mechanics; Proceedings of the American Society of Civil Engineers**, Vol. 120, No. 7, pp. 1590-1595.
15. Friswell, M.I., 1995, "Steady-State Analysis of Underwater Cables", **Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering**, ASCE, Vol. 121, No. 2, pp. 98-104.
16. Chucheepsakul, S., Huang, T. and Laohapotjanart, P., 1995, "Effect of Axial Deformation on the Equilibrium Configurations of Marine Cable", **Proceedings of the fifth International Offshore and Polar Engineering Conference**, ISOPE, Vol. 2, pp. 244-248.
17. Chucheepsakul, S. and Wang, C.M., 1997, "Mechanics of Neutrally Buoyant Cables", **Mechanics Research Communications**, Vol. 24, No. 6, pp. 603-607.

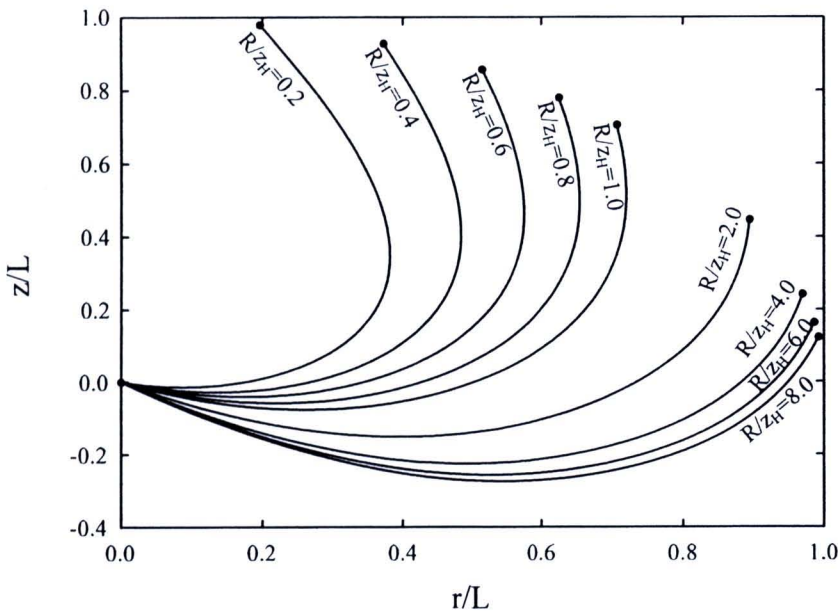
18. Chucheepsakul, S., Srinil, N. and Petchpeart, P., 2003, "A variational approach for three-dimensional model of extensible marine cables with specified top tension", **Applied Mathematical Modelling**, Vol 27, pp. 781-803.
19. ชัยนันท์ มะขรา, 2546, การวิเคราะห์ทางสถิติศาสตร์ของเคเบิลใต้ทะเลใน 3 มิติ ด้วยฟังก์ชันทรงกระบอก, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1-155.
20. Wang, F., Huang, G.L. and Deng, D.H., 2008, "Steady State Analysis of Towed Marine Cables", **Shanghai Jiaotong University**, Vol 13, No. 2, pp. 239-244.
21. Sparks, C.P., 1983, "The Influence of Tension, Pressure and Weight on Pipe and Riser Deformations and Stresses", **Journal of Energy Resources Technology**, Vol. 106, No. 1, pp. 46-54.
22. Huang, T. and Chucheepsakul, S., 1985, "Large Displacement Analysis of a Marine Riser", **Journal of Energy Resources Technology**, ASME, Vol. 107, pp. 54-59.
23. Leech, C.M. and Tabarrok, B., 1995, "The cable geometry for a towed submersible", **International Journal of Mechanical Sciences**, Vol. 37, No. 10, pp. 1079-1087.
24. Chucheepsakul, S. and Huang, T., 1997, "Effect of Axial Deformation on the Natural Frequencies of Marine Cables", **Proceedings of the Seventh International Offshore and Polar Engineering Conference**, ISOPE, Vol. 2, pp. 131-136.
25. Vaz, M.A. and Patel, M.H., 2000, "Three-dimensional behavior of elastic marine cables in sheared currents", **Applied Ocean Research**, Vol. 22, pp. 45-53.
26. ศิลปชัย สืบวงศ์ลี, 2528, การวิเคราะห์เคเบิลทางสถิติศาสตร์ใน 2 มิติ และ 3 มิติ โดย Variational Method, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1-130.

27. พิเชษฐ์ เลหาพจนารถ, 2538, ผลของการยืดตัวตามแนวแกน และอัตราส่วนปัวซองที่มีต่อสถานะสมดุลของเคเบิลในทะเล, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1-73.
28. สมมาตร ดันโสรัจประเสริฐ, 2539, การวิเคราะห์ทางสถิติศาสตร์ของเคเบิลในทะเล ที่ยืดตัวได้ในระบบพิกัดขั้ว, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1-48.
29. ภิสก เพชรเพริศ, 2542, ผลกระทบของการยืดตัวตามแนวแกนที่มีต่อสถานะสมดุลของเคเบิลใต้ทะเลใน 3 มิติ, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1-90.
30. Bhat, R.B. and Chakraverty, S., 2004, **Numerical Analysis in Engineering**, Pangbourne, Alpha Science International, pp. 276-277.
31. ปราโมทย์ เคชะอำไพ, 2541, ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขในงานวิศวกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 2, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, หน้า 313-314, 319-321.
32. Press, W.H., Teukolsky, S.A., Vetterling, W.T. and Flannery, B.P., 1992, **Numerical Recipes in Fortran: The Art of Scientific Computing**, 2nd ed., New York, Cambridge University Press, pp. 372-381, 749-753.

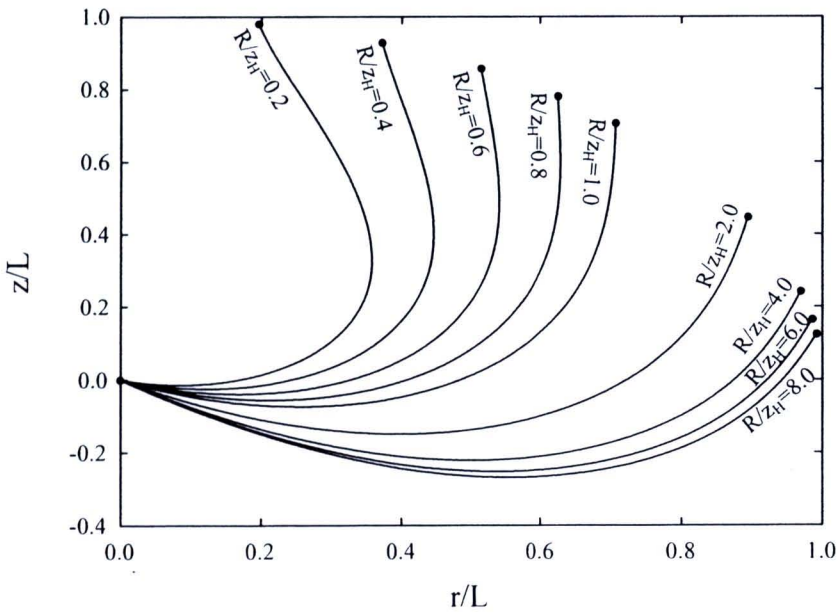
ภาคผนวก ก
ตำแหน่งการวางตัวของเคเบิล ณ สภาวะวิกฤต



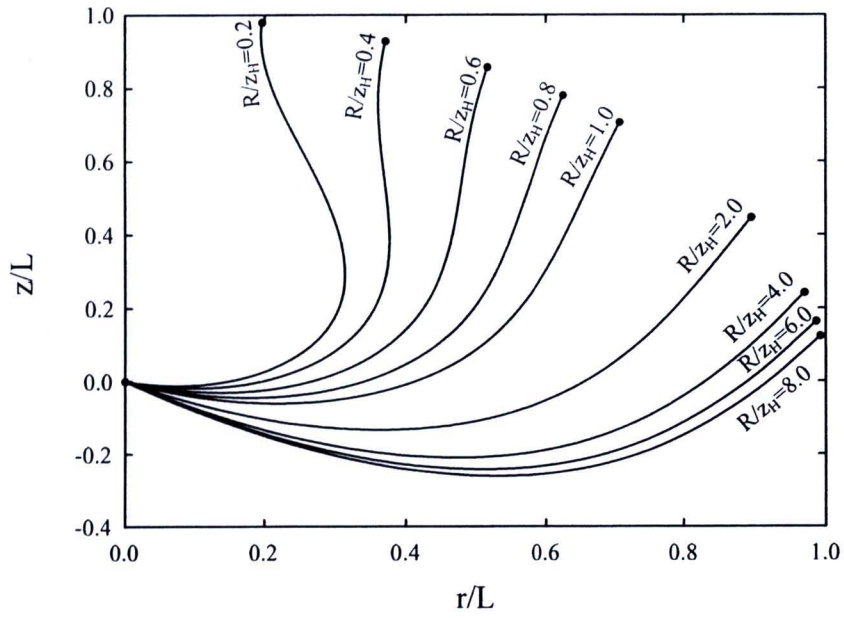
เคเบิลได้ทะเลแบบทั่วไป



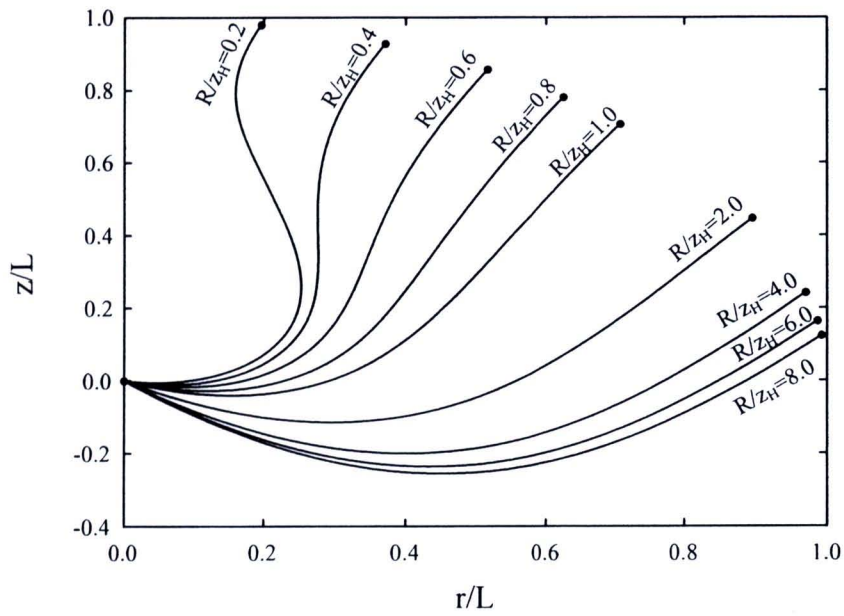
รูปที่ ก.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความลึกของเคเบิล ที่ $\theta_H = 30$ องศา



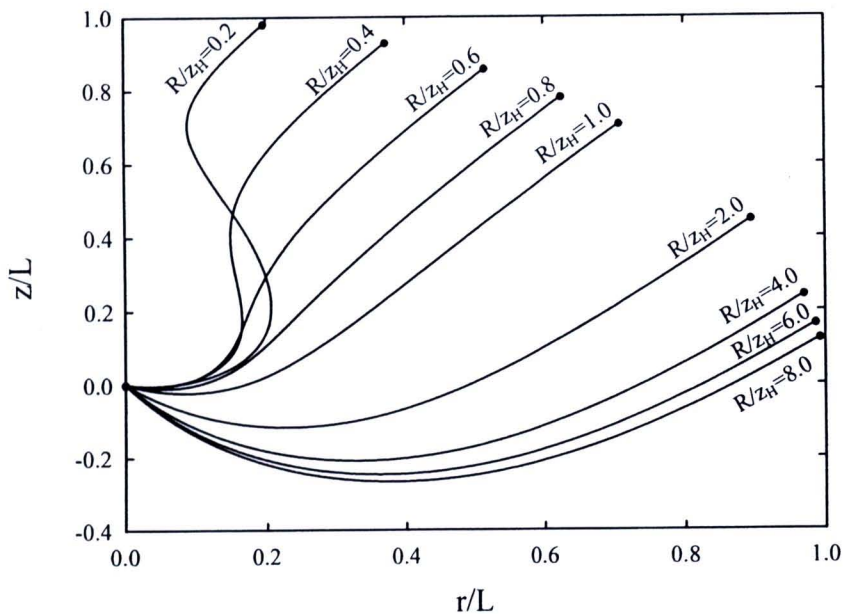
รูปที่ ก.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความลึกของเคเบิล ที่ $\theta_H = 60$ องศา



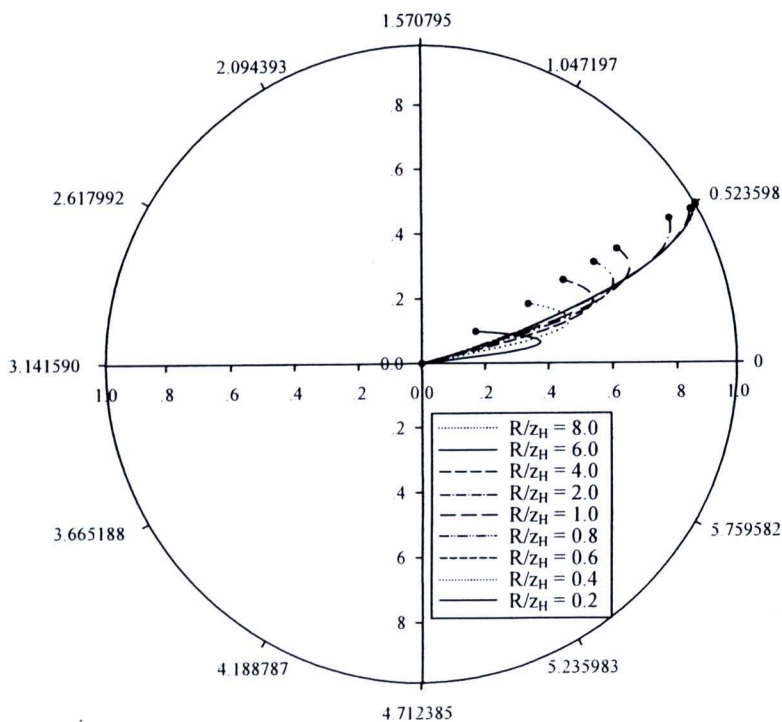
รูปที่ ก.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความลึกของเคเบิล ที่ $\theta_H = 90$ องศา



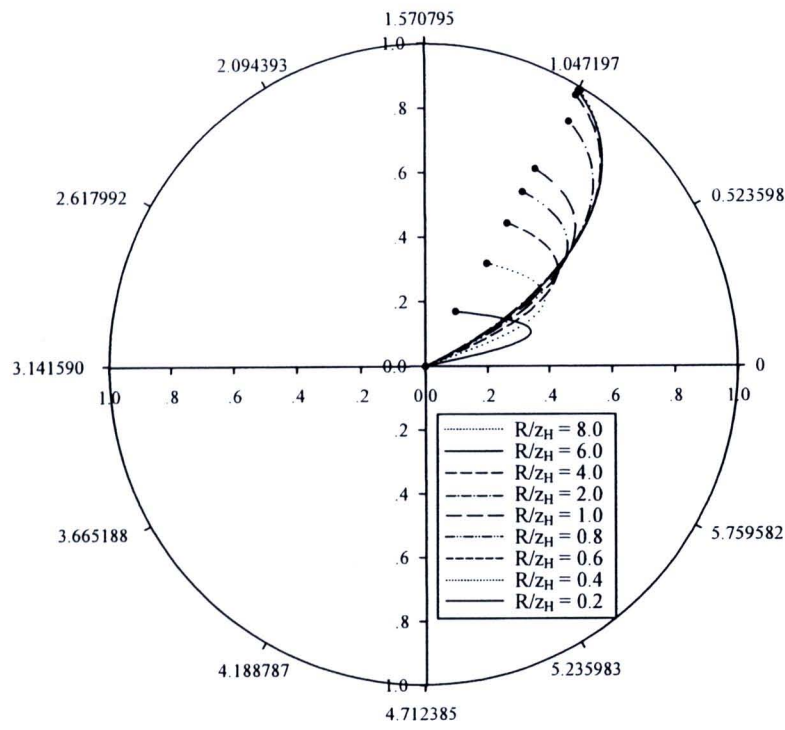
รูปที่ ก.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความลึกของเคเบิล ที่ $\theta_H = 120$ องศา



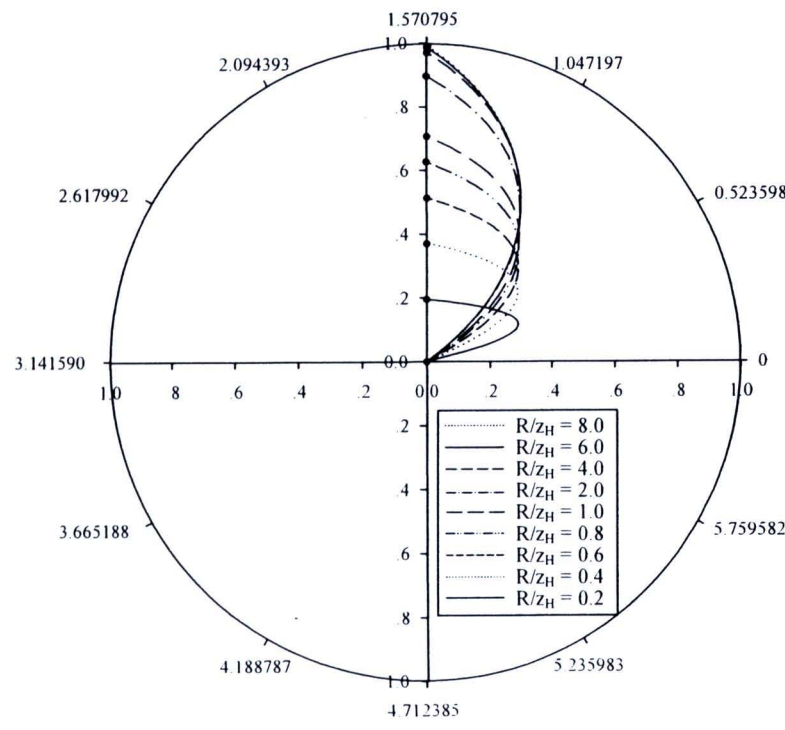
รูปที่ ก.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความลึกของเคเบิล ที่ $\theta_H = 150$ องศา



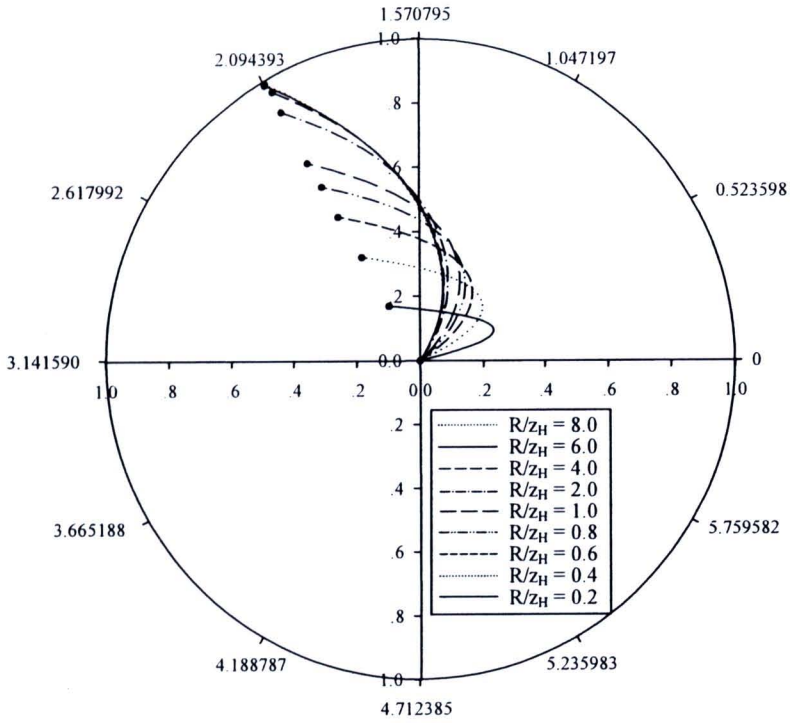
รูปที่ ก.6 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความลึกของเคเบิล ที่ $\theta_H = 30$ องศา



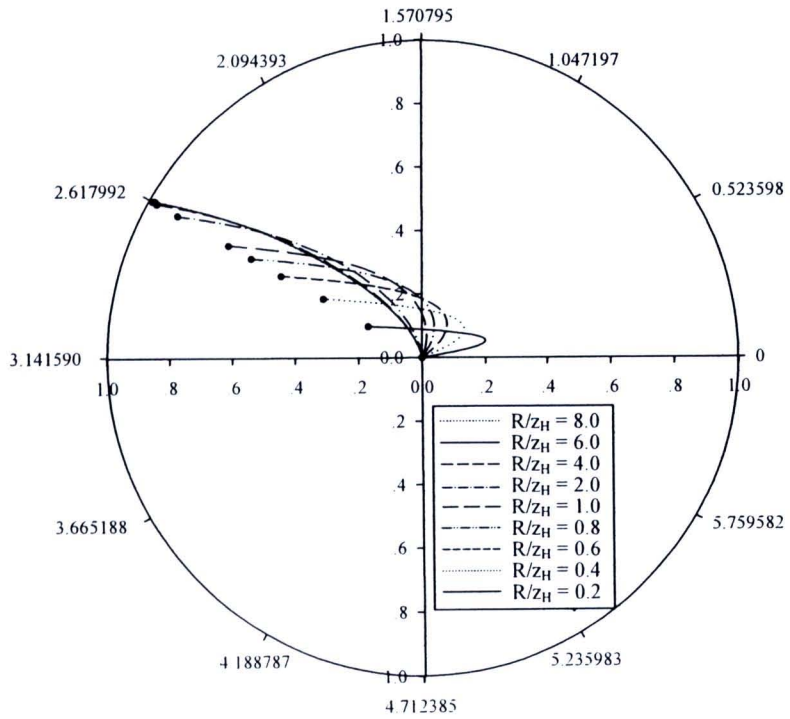
รูปที่ ก.7 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความลึกของเคเบิล ที่ $\theta_H = 60$ องศา



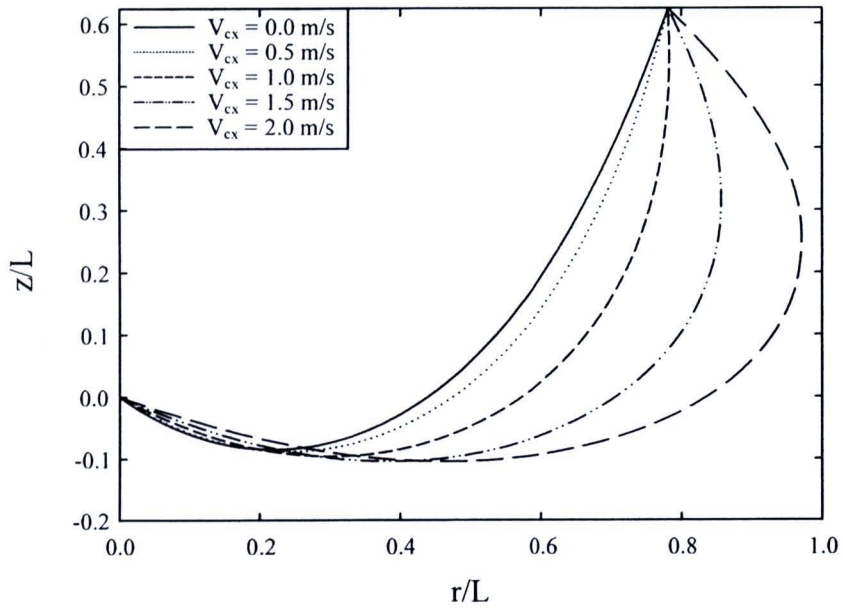
รูปที่ ก.8 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความลึกของเคเบิล ที่ $\theta_H = 90$ องศา



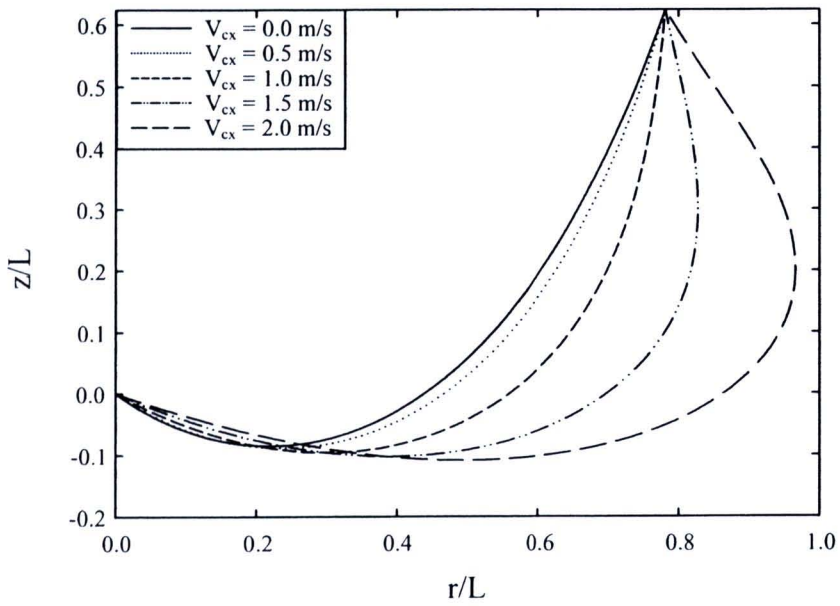
รูปที่ ก.9 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความลึกของเคเบิล ที่ $\theta_H = 120$ องศา



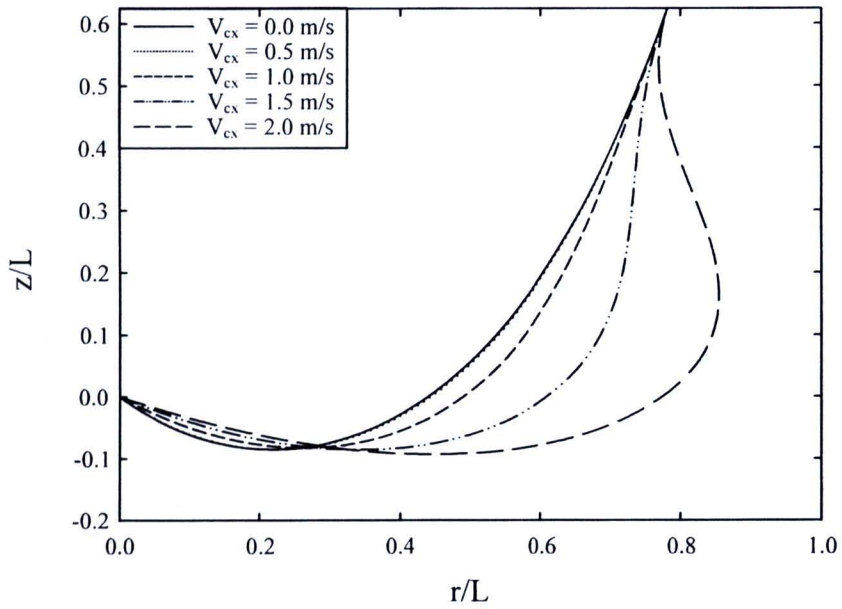
รูปที่ ก.10 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความลึกของเคเบิล ที่ $\theta_H = 150$ องศา



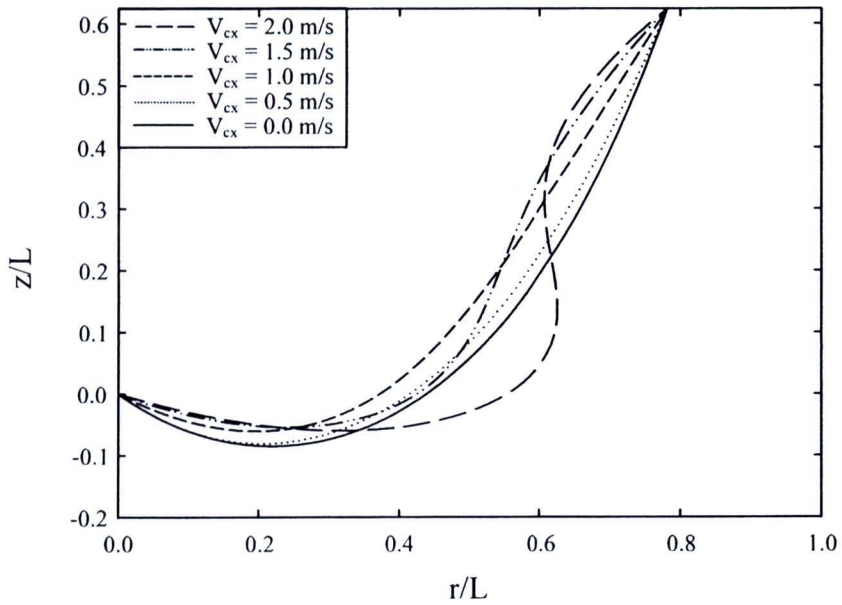
รูปที่ ก.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความเร็วของกระแสน้ำ ที่ $\theta_H = 30$ องศา



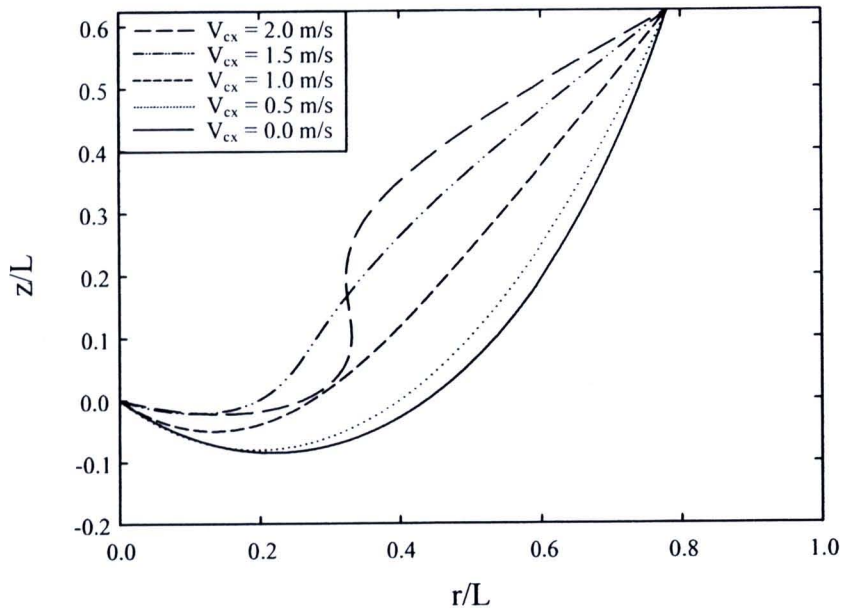
รูปที่ ก.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความเร็วของกระแสน้ำ ที่ $\theta_H = 60$ องศา



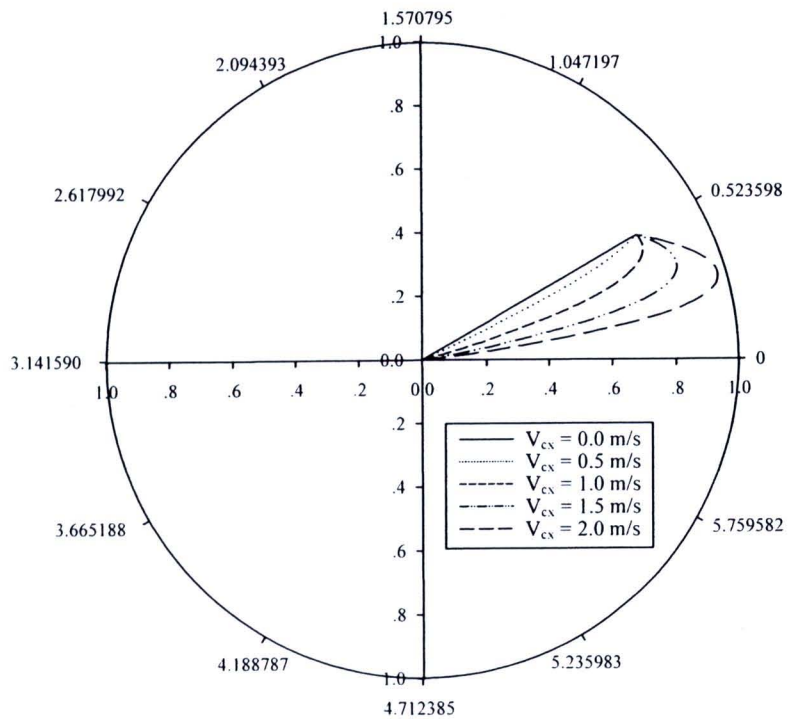
รูปที่ ก.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความเร็วของกระแสน้ำ ที่ $\theta_H = 90$ องศา



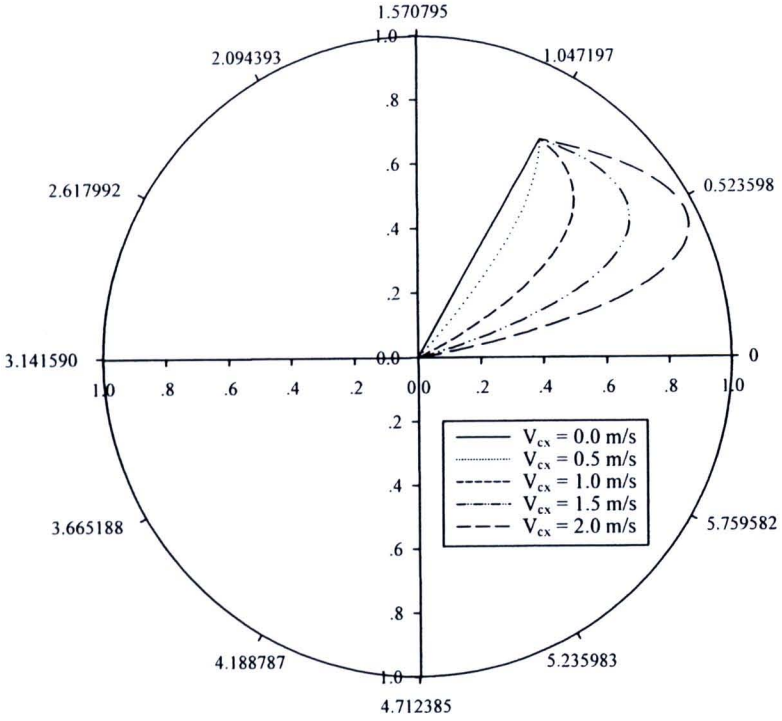
รูปที่ ก.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความเร็วของกระแสน้ำ ที่ $\theta_H = 120$ องศา



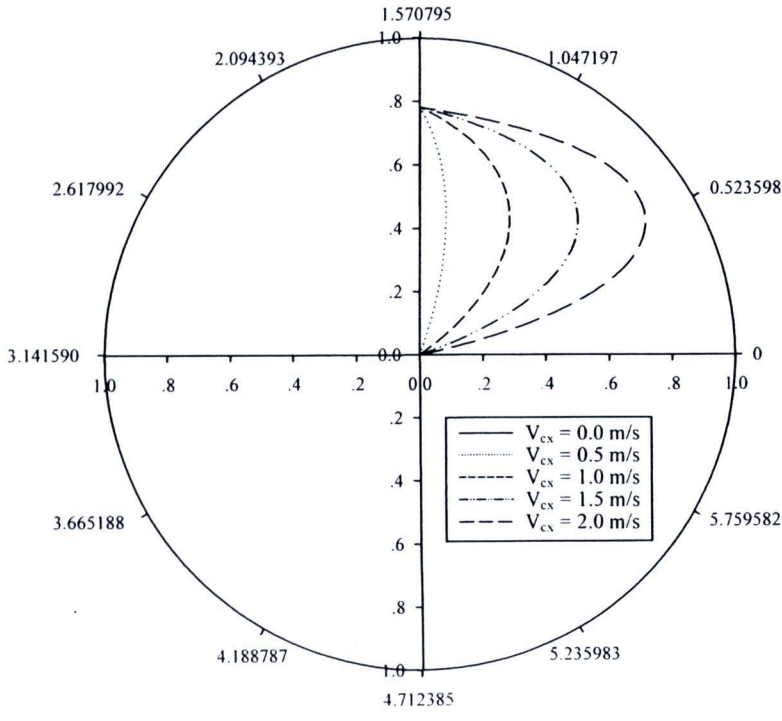
รูปที่ ก.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความเร็วของกระแสน้ำ ที่ $\theta_H = 150$ องศา



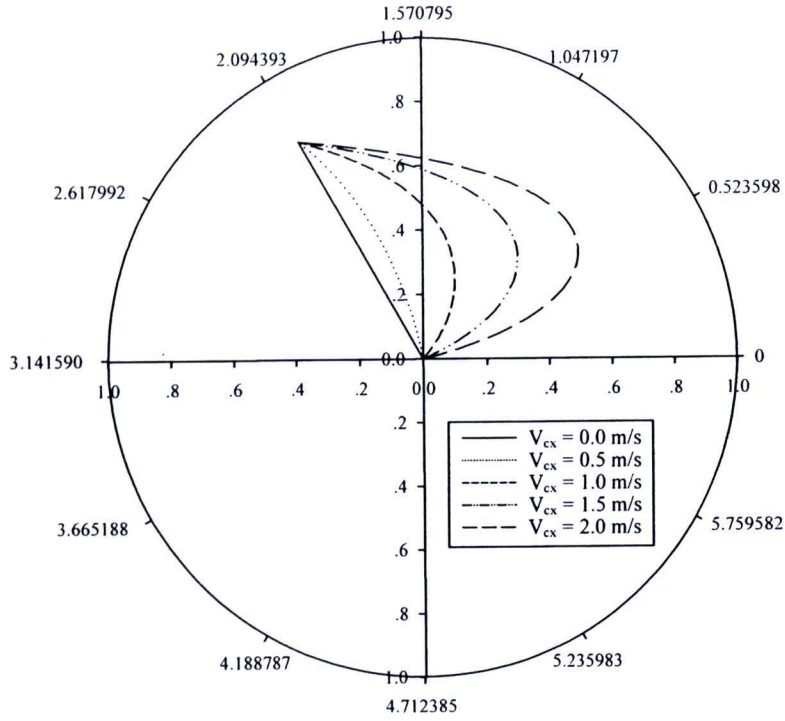
รูปที่ ก.16 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความเร็วของกระแสน้ำ ที่ $\theta_H = 30$ องศา



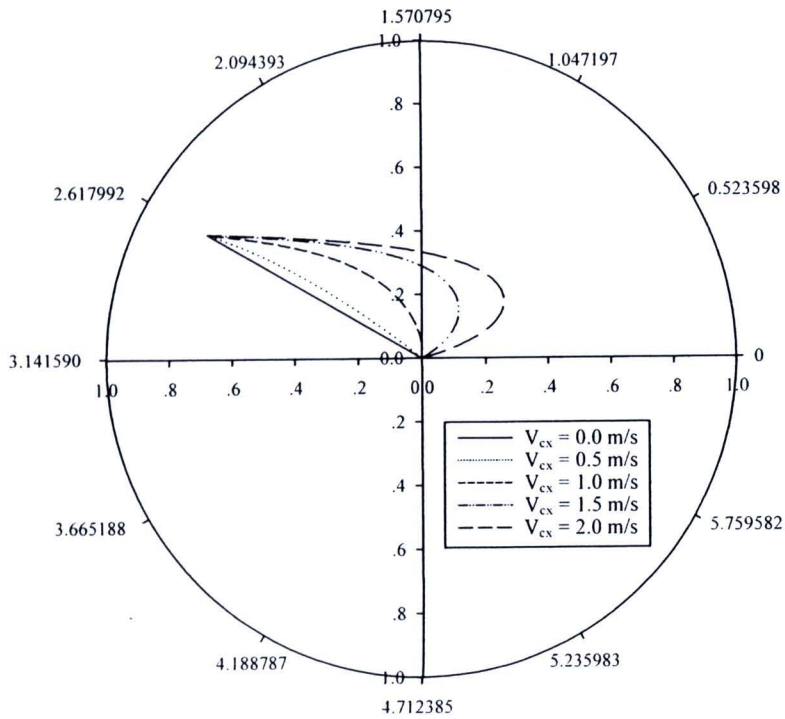
รูปที่ ก.17 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความเร็วของกระแสน้ำ ที่ $\theta_H = 60$ องศา



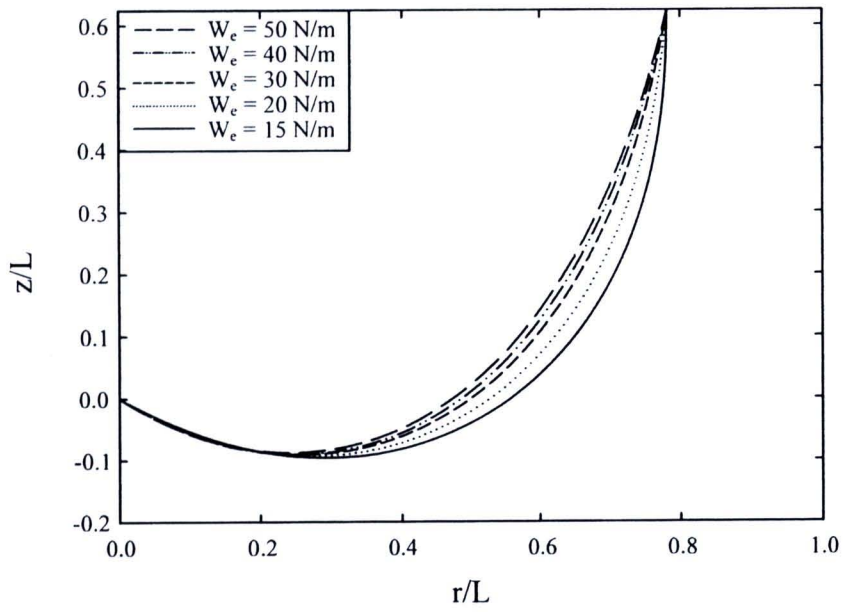
รูปที่ ก.18 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความเร็วของกระแสน้ำ ที่ $\theta_H = 90$ องศา



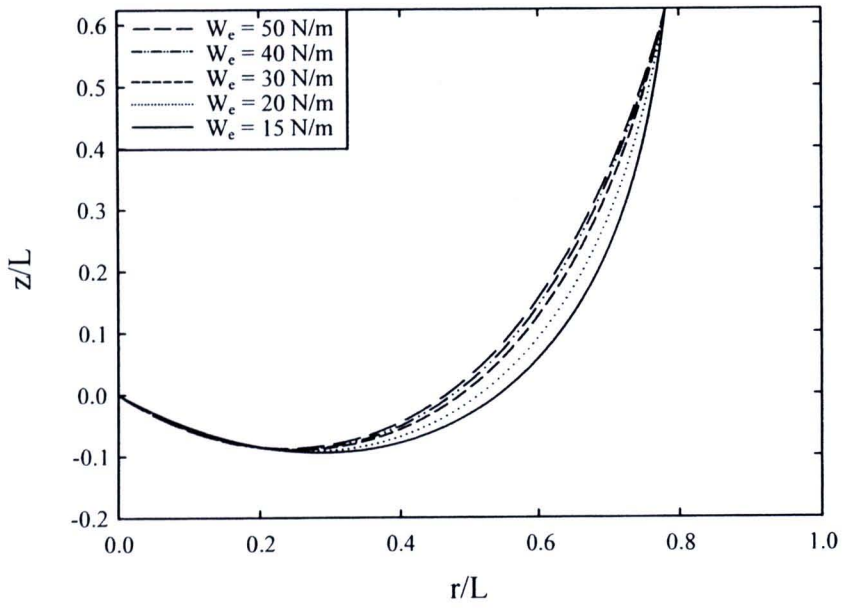
รูปที่ ก.19 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความเร็วของกระแสน้ำ ที่ $\theta_H = 120$ องศา



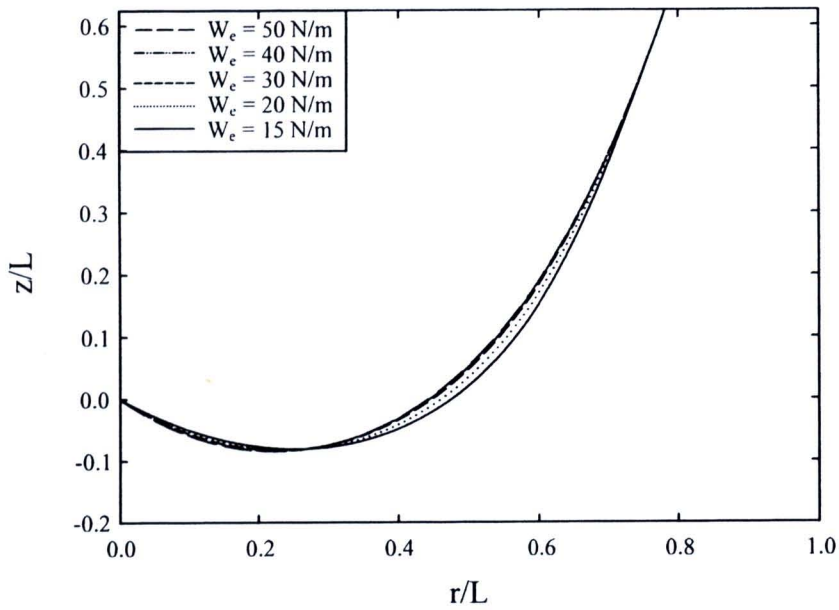
รูปที่ ก.20 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าความเร็วของกระแสน้ำ ที่ $\theta_H = 150$ องศา



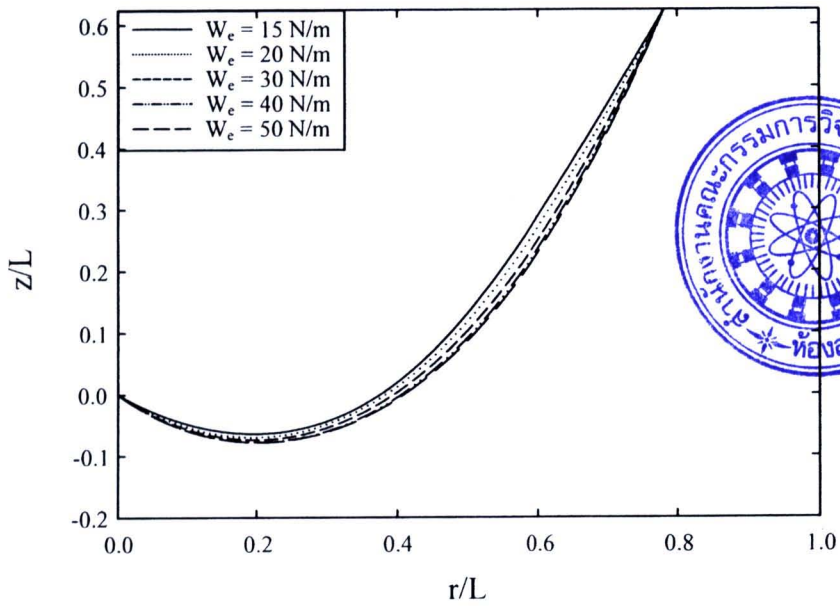
รูปที่ ก.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าน้ำหนักประสิทธิผลของเคเบิล ที่ $\theta_H = 30$ องศา



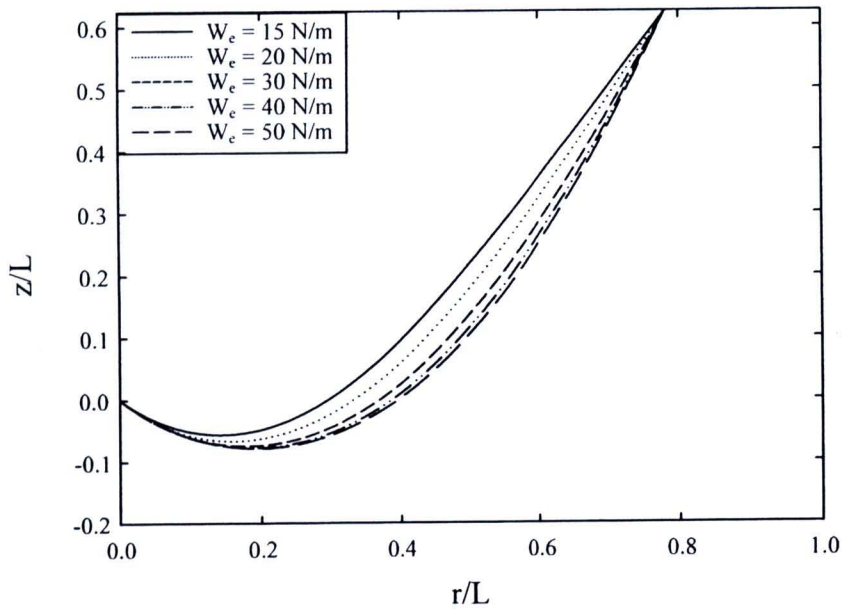
รูปที่ ก.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าน้ำหนักประสิทธิผลของเคเบิล ที่ $\theta_H = 60$ องศา



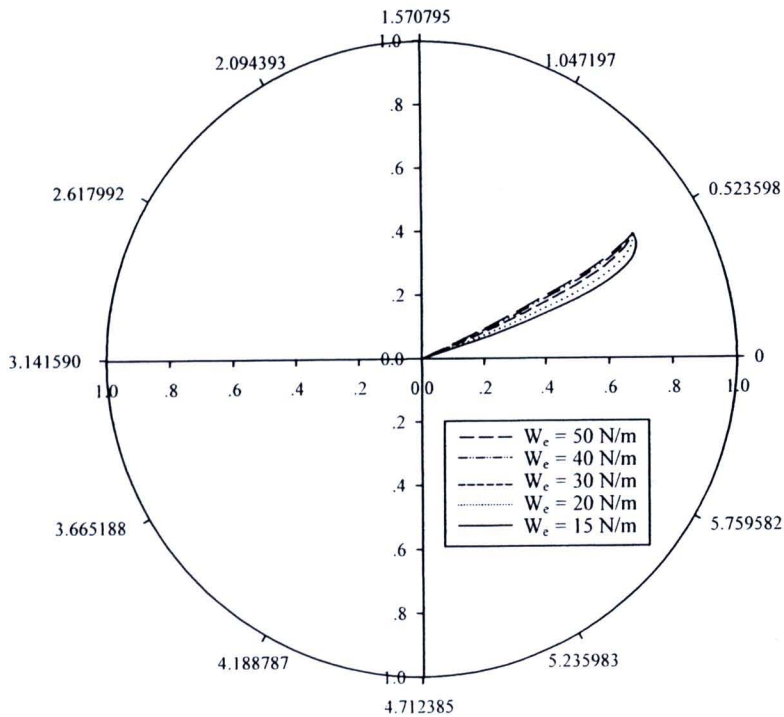
รูปที่ ก.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สถานะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าน้ำหนักประสิทธิผลของเคเบิล ที่ $\theta_H = 90$ องศา



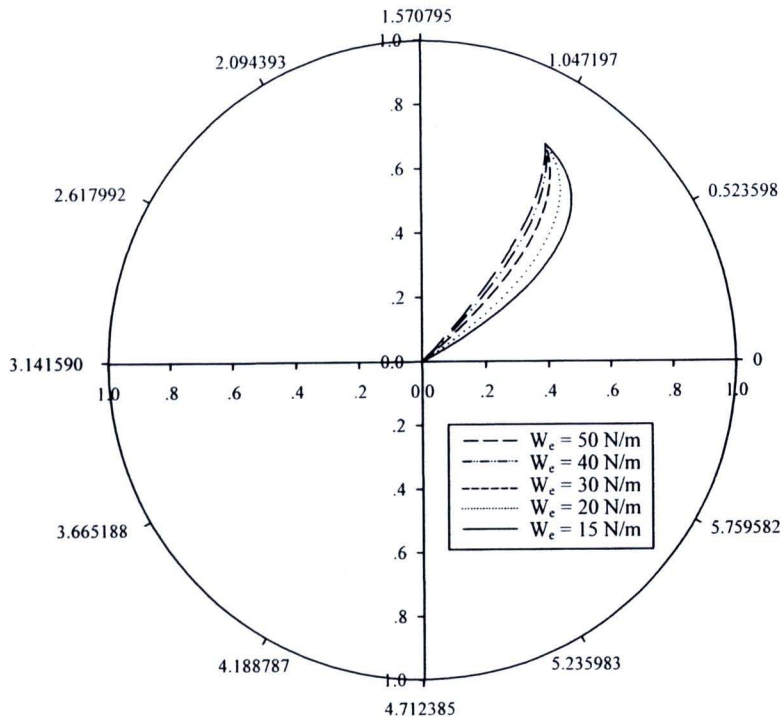
รูปที่ ก.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สถานะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าน้ำหนักประสิทธิผลของเคเบิล ที่ $\theta_H = 120$ องศา



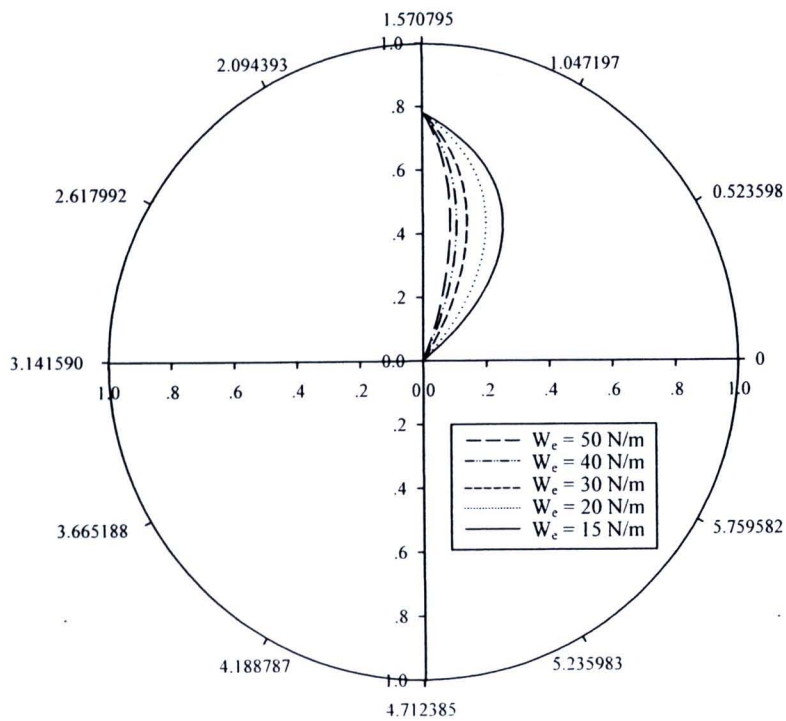
รูปที่ ก.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า น้ำหนักประสิทธิผลของเคเบิล ที่ $\theta_H = 150$ องศา



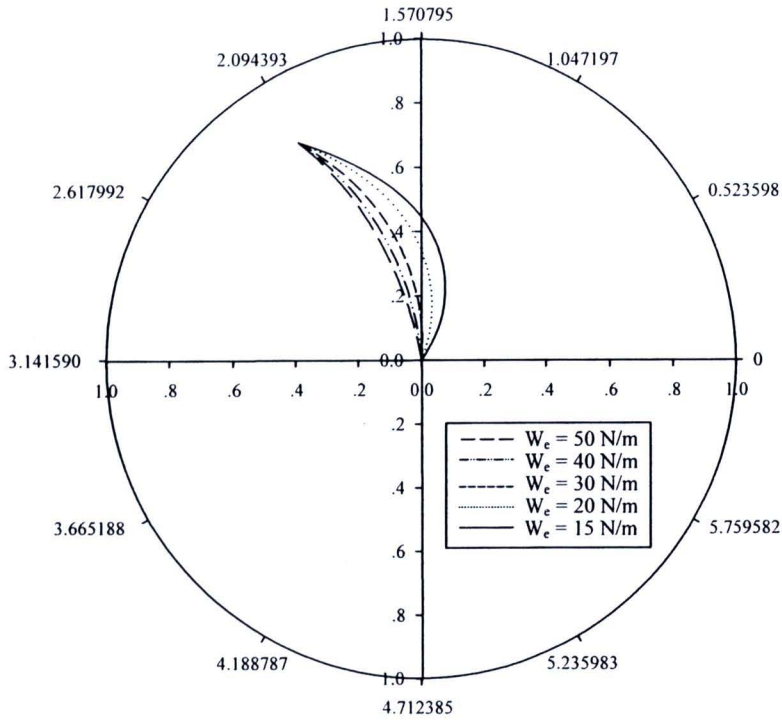
รูปที่ ก.26 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า น้ำหนักประสิทธิผลของเคเบิล ที่ $\theta_H = 30$ องศา



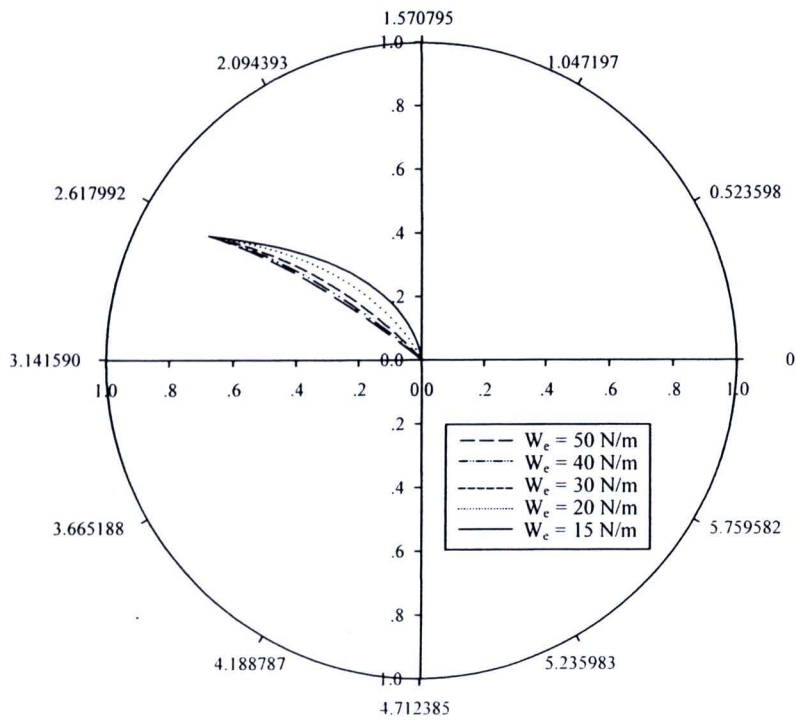
รูปที่ ก.27 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าน้ำหนักประสิทธิผลของเคเบิล ที่ $\theta_H = 60$ องศา



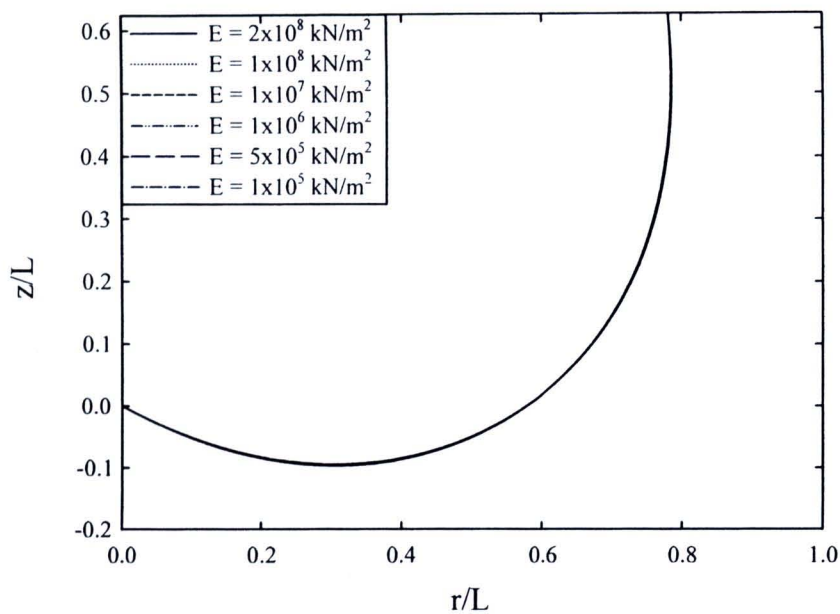
รูปที่ ก.28 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าน้ำหนักประสิทธิผลของเคเบิล ที่ $\theta_H = 90$ องศา



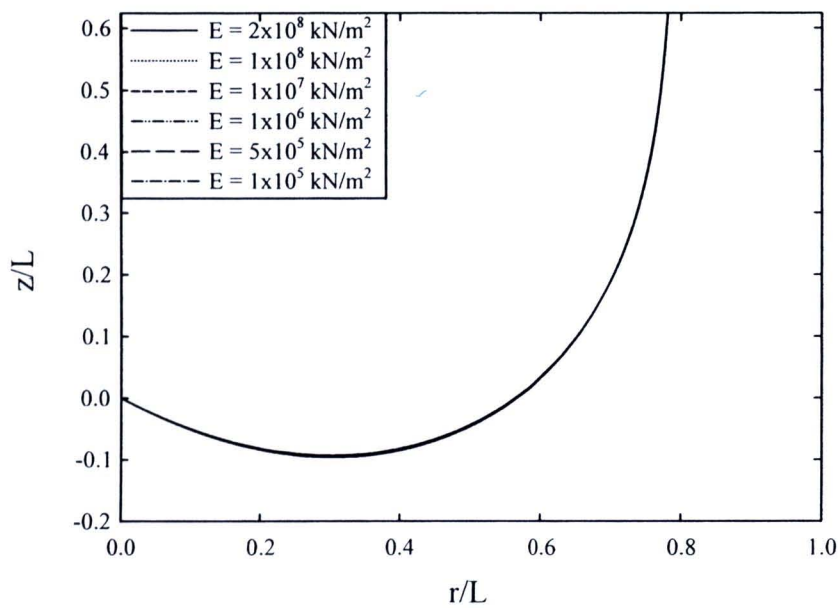
รูปที่ ก.29 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าน้ำหนักประสิทธิผลของเคเบิล ที่ $\theta_H = 120$ องศา



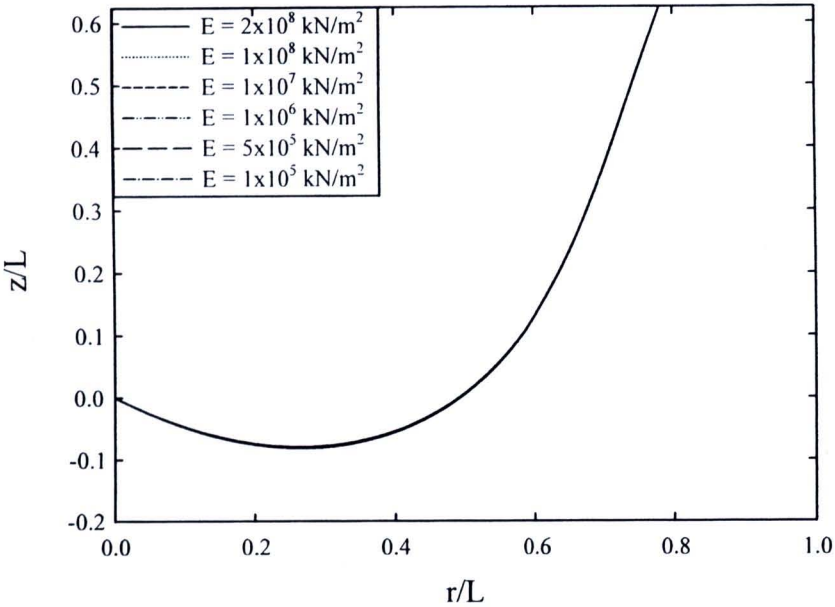
รูปที่ ก.30 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าน้ำหนักประสิทธิผลของเคเบิล ที่ $\theta_H = 150$ องศา



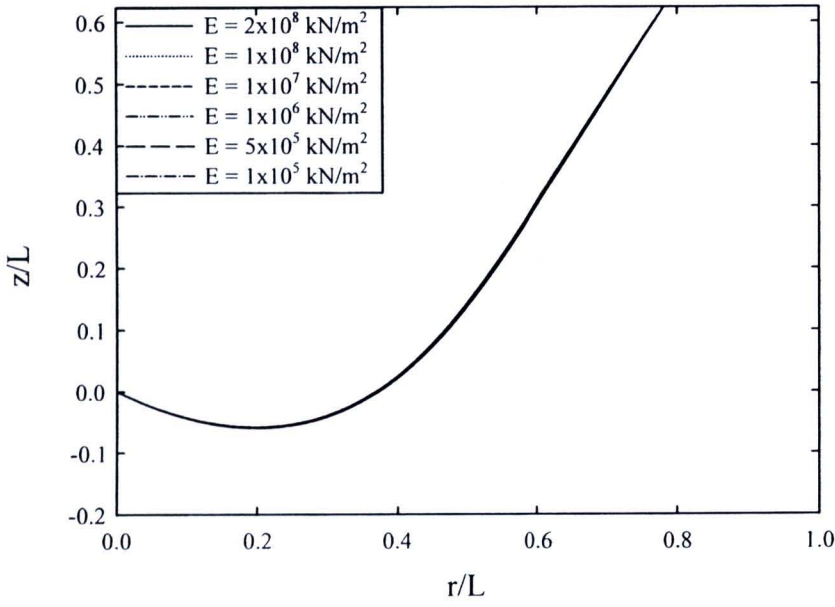
รูปที่ ก.31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า โมดูลัสความยืดหยุ่นของเคเบิล ที่ $\theta_H = 30$ องศา



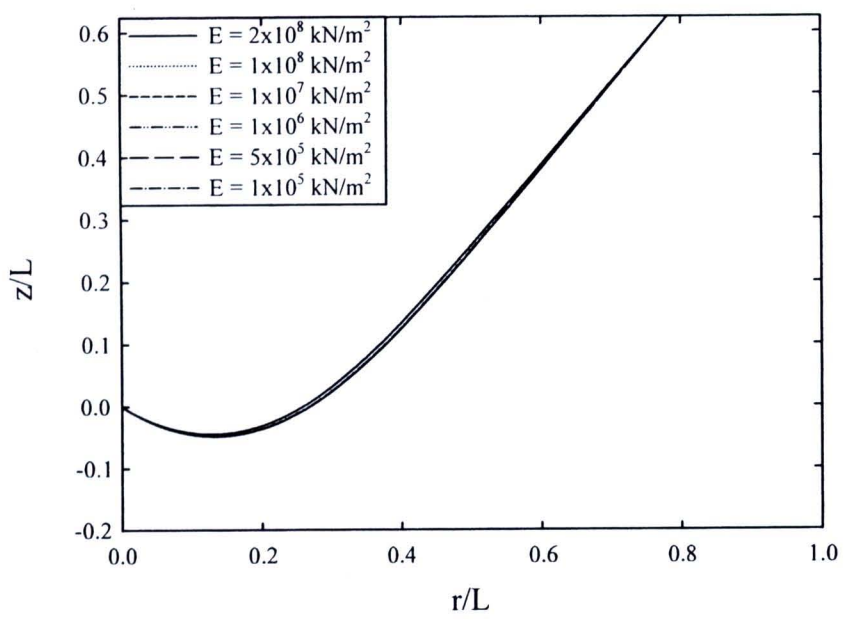
รูปที่ ก.32 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า โมดูลัสความยืดหยุ่นของเคเบิล ที่ $\theta_H = 60$ องศา



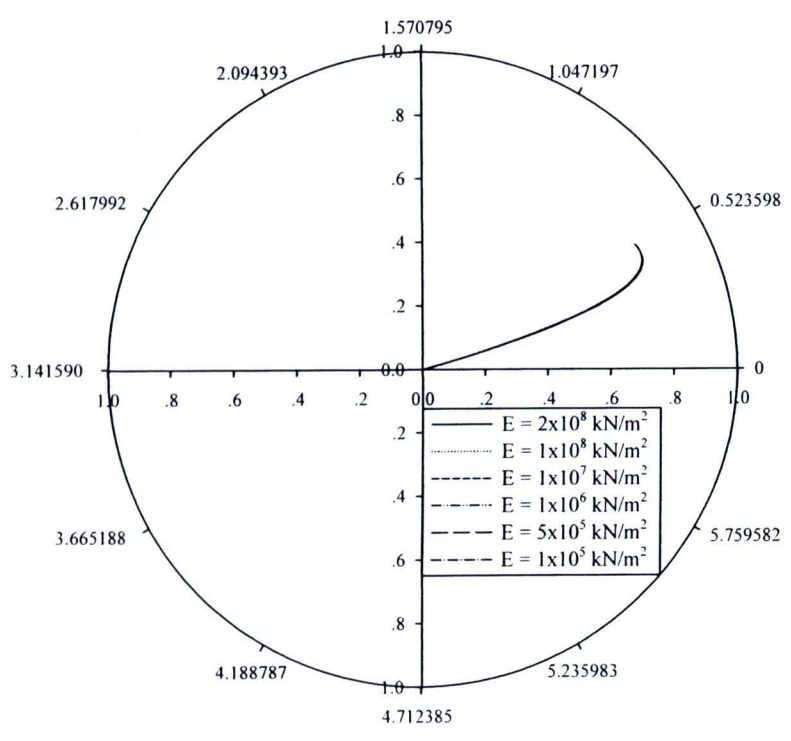
รูปที่ ก.33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า โมดูลัสความยืดหยุ่นของเคเบิล ที่ $\theta_H = 90$ องศา



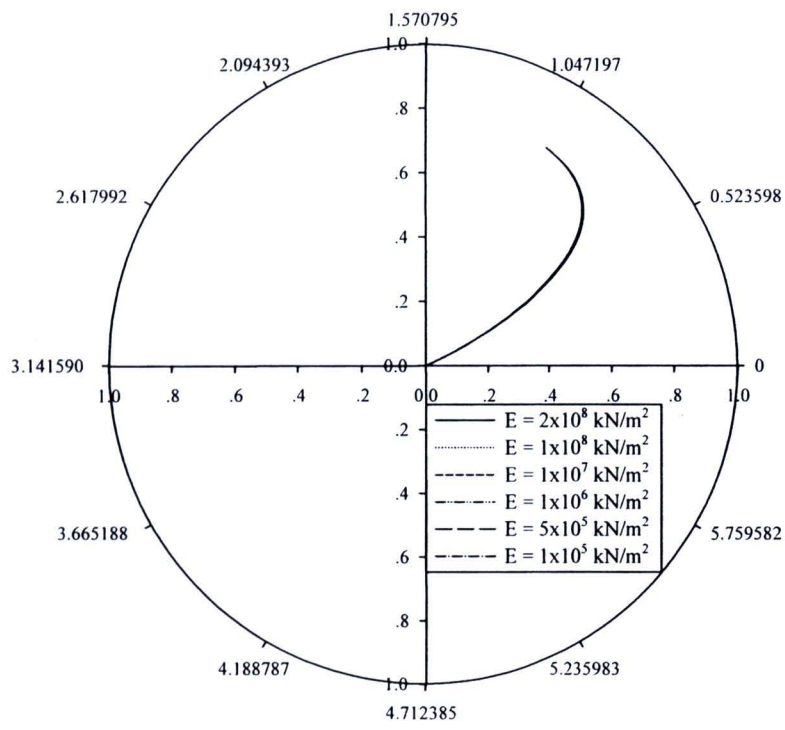
รูปที่ ก.34 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า โมดูลัสความยืดหยุ่นของเคเบิล ที่ $\theta_H = 120$ องศา



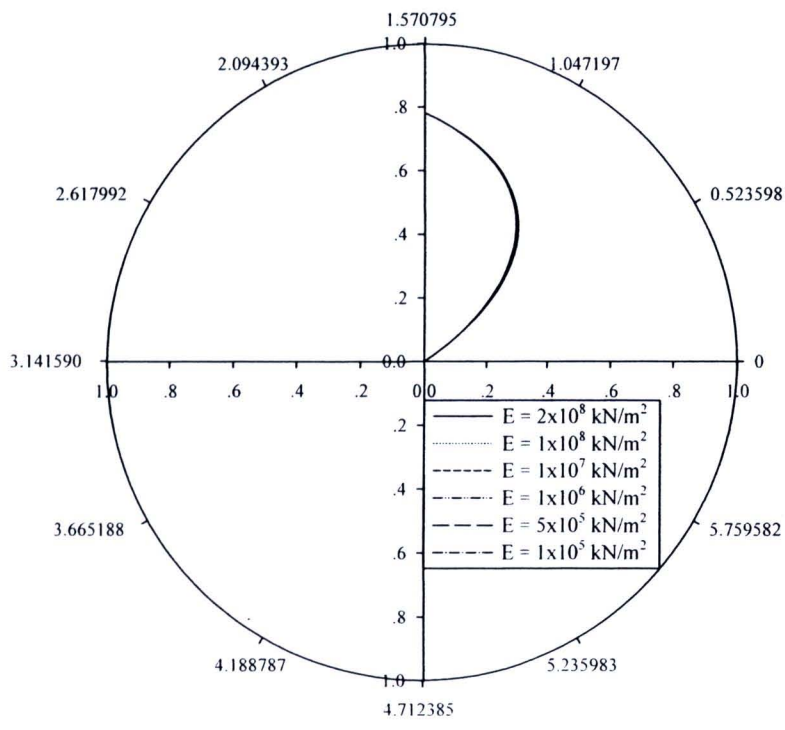
รูปที่ ก.35 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า โมดูลัสความยืดหยุ่นของเคเบิล ที่ $\theta_H = 150$ องศา



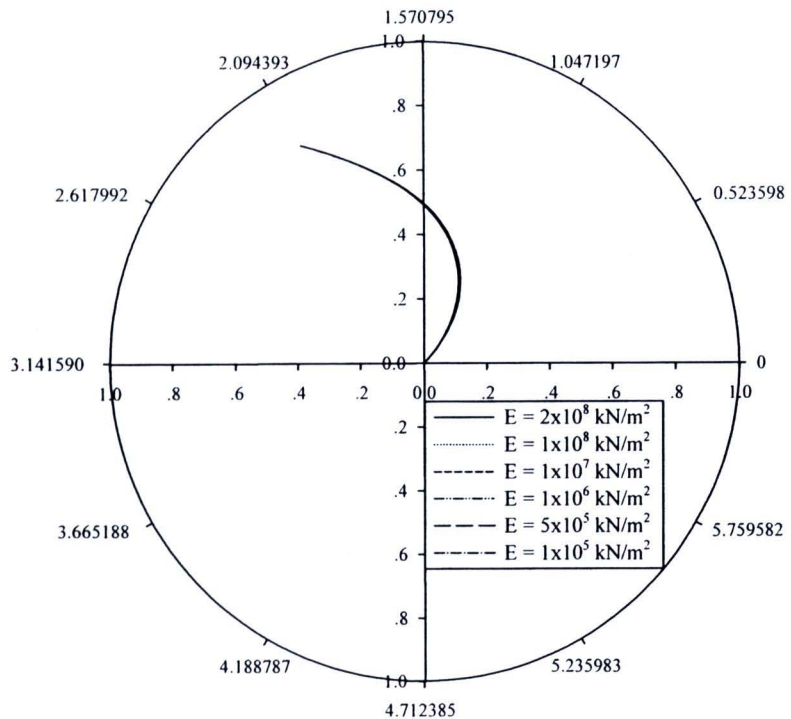
รูปที่ ก.36 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า โมดูลัสความยืดหยุ่นของเคเบิล ที่ $\theta_H = 30$ องศา



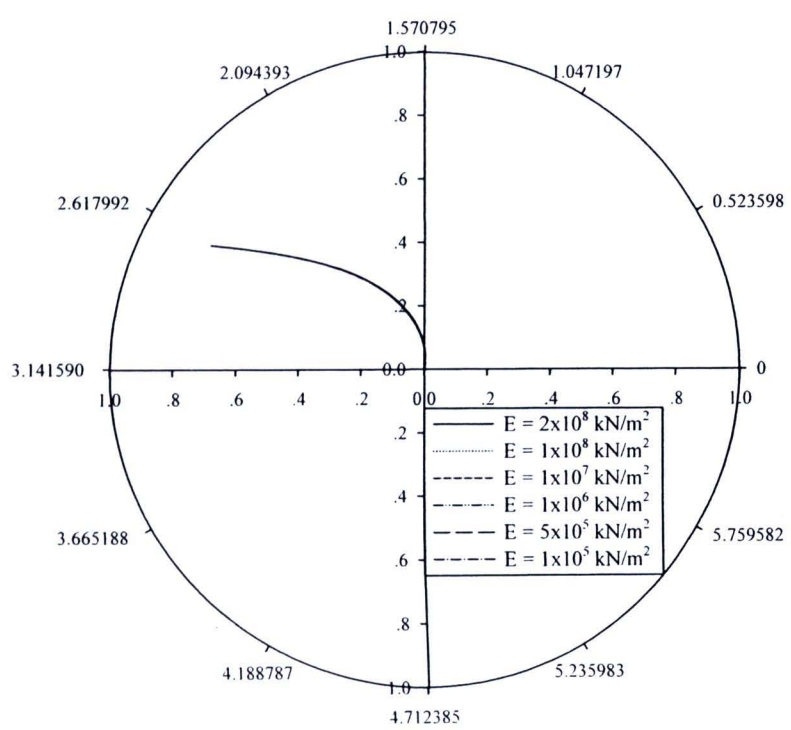
รูปที่ ก.37 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า โมดูลัสความยืดหยุ่นของเคเบิล ที่ $\theta_H = 60$ องศา



รูปที่ ก.38 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า โมดูลัสความยืดหยุ่นของเคเบิล ที่ $\theta_H = 90$ องศา

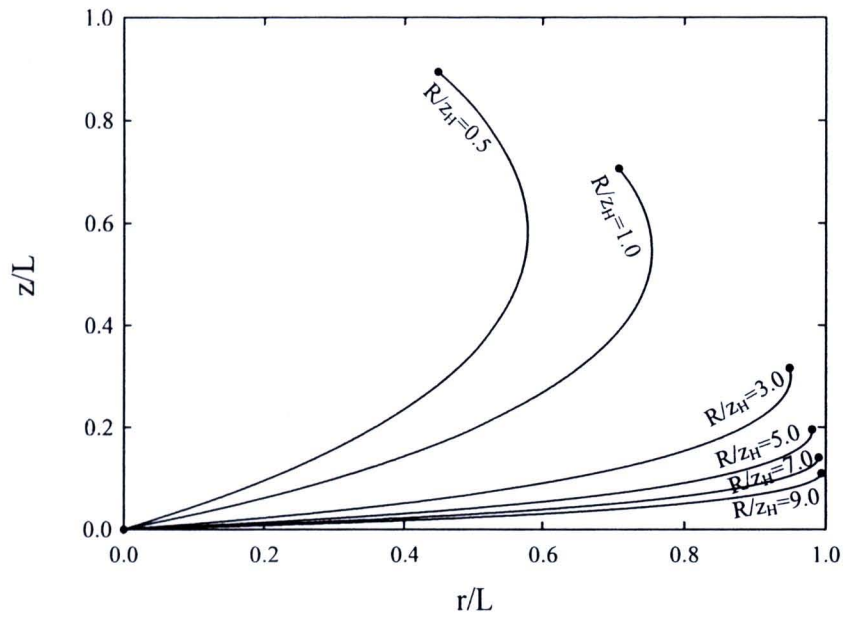


รูปที่ ก.39 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า โมดูลัสความยืดหยุ่นของเคเบิล ที่ $\theta_H = 120$ องศา

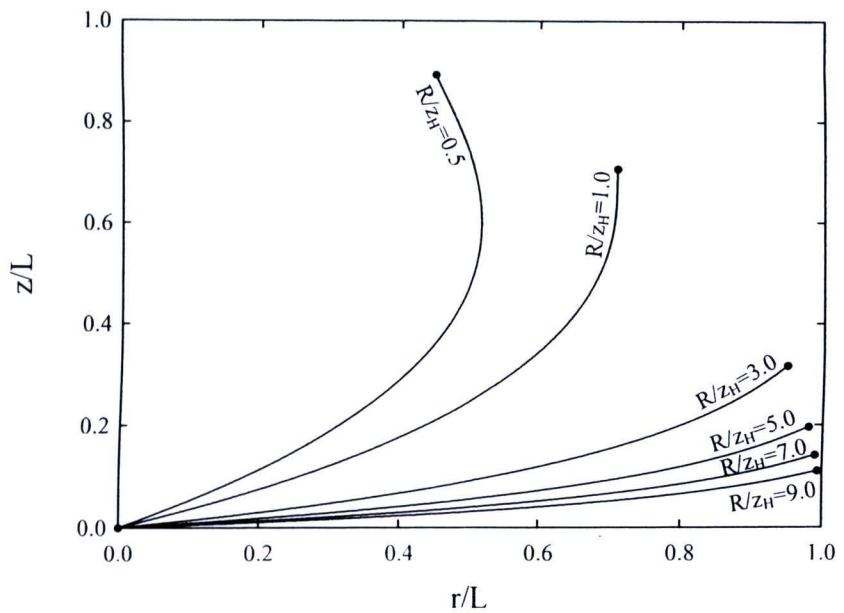


รูปที่ ก.40 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า โมดูลัสความยืดหยุ่นของเคเบิล ที่ $\theta_H = 150$ องศา

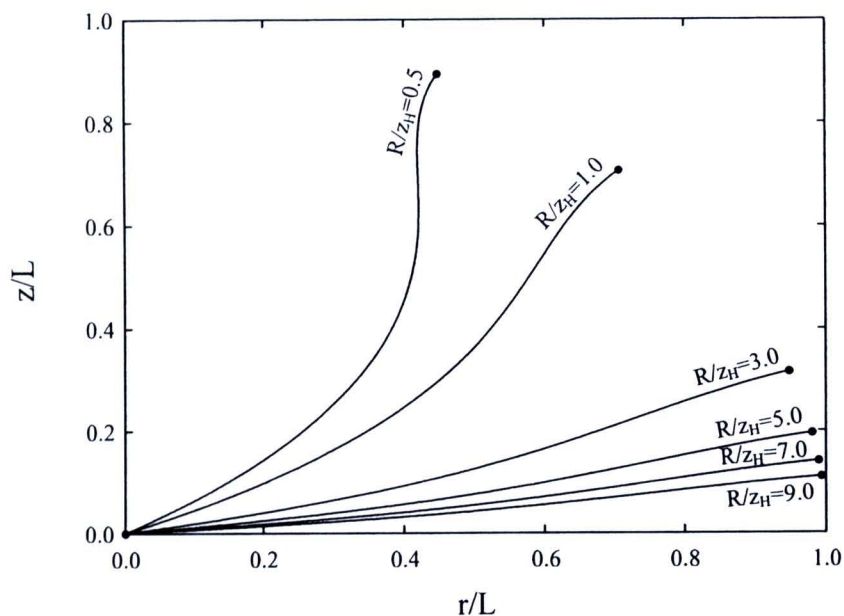
เคเบิลใต้ทะเลแบบสะเทินลอยตัว



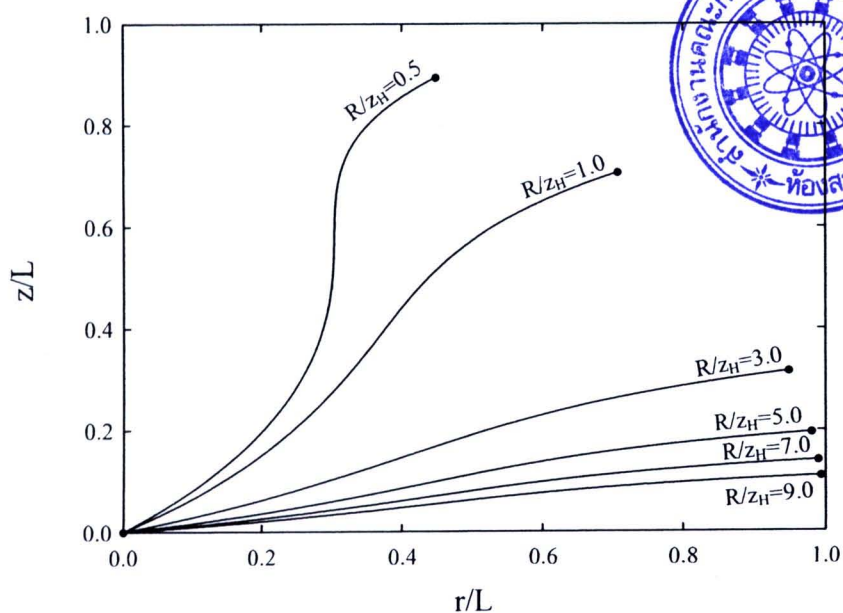
รูปที่ ก.41 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า ระยะห่างปลายบนกับปลายล่างตามแนวราบ ที่ $\theta_H = 30$ องศา



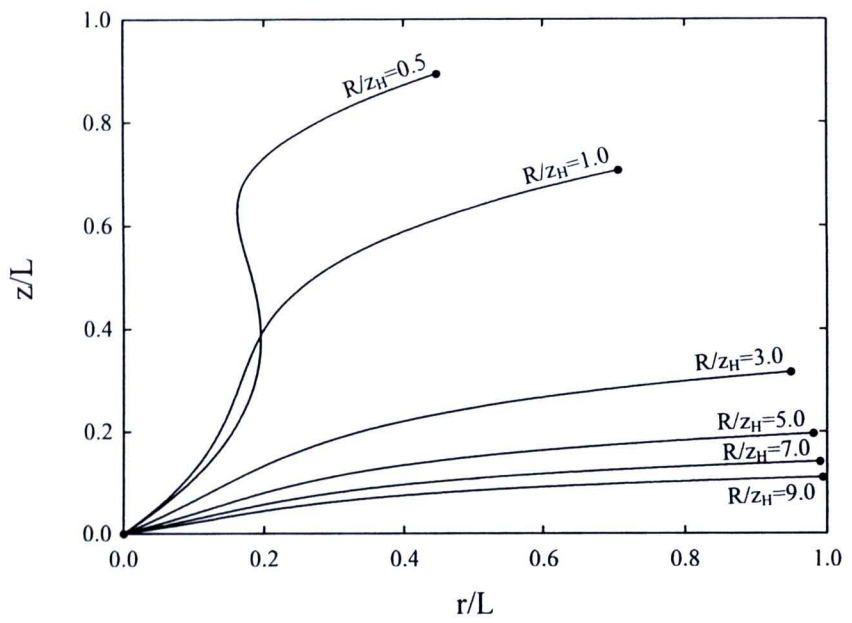
รูปที่ ก.42 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า ระยะห่างปลายบนกับปลายล่างตามแนวราบ ที่ $\theta_H = 60$ องศา



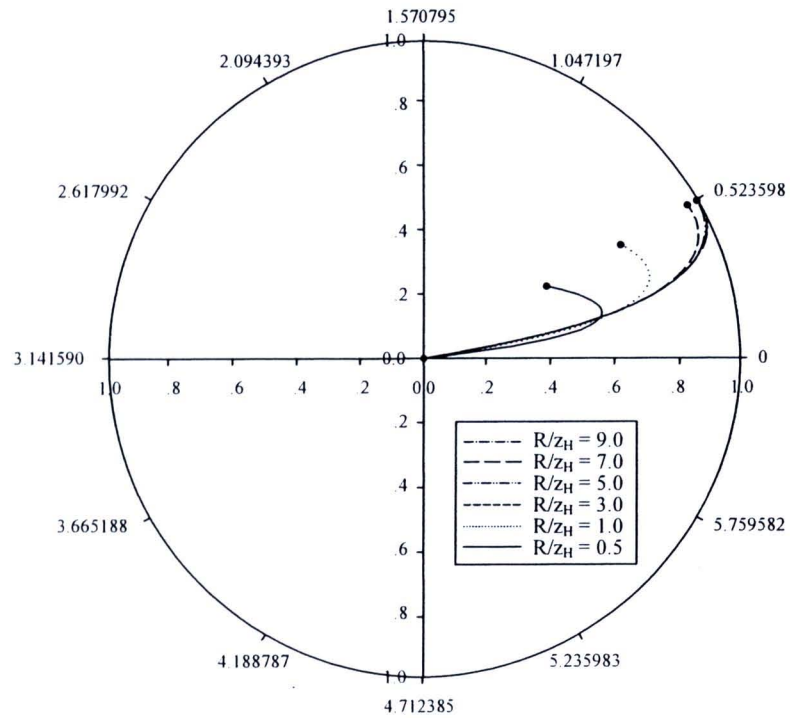
รูปที่ ก.43 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า ระยะห่างปลายบนกับปลายล่างตามแนวราบ ที่ $\theta_H = 90$ องศา



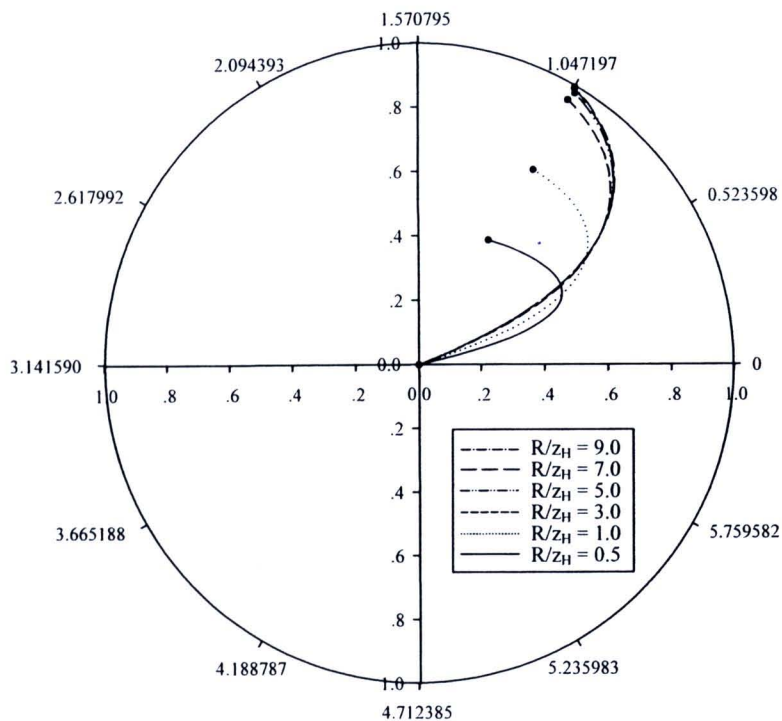
รูปที่ ก.44 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า ระยะห่างปลายบนกับปลายล่างตามแนวราบ ที่ $\theta_H = 120$ องศา



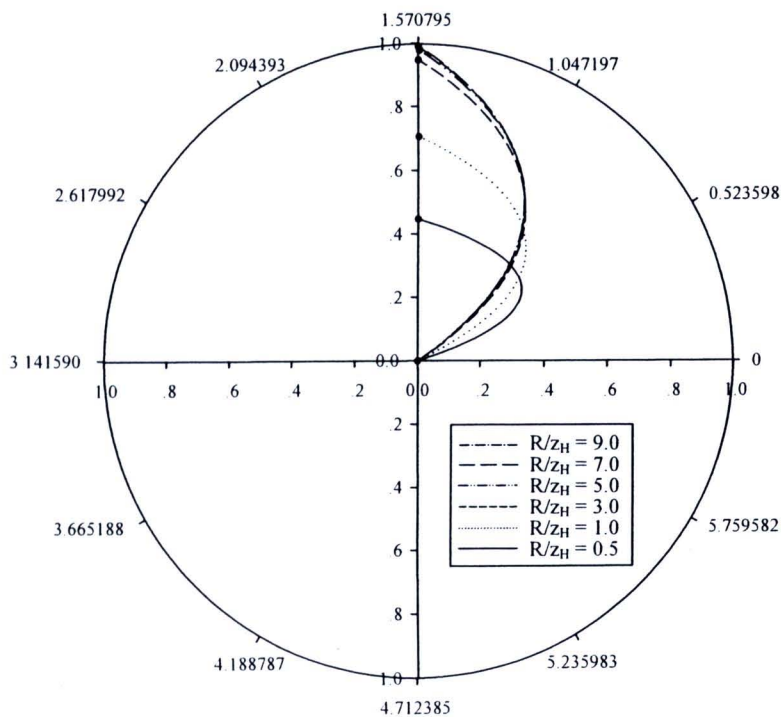
รูปที่ ก.45 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าระยะห่างปลายบนกับปลายล่างตามแนวราบ ที่ $\theta_H = 150$ องศา



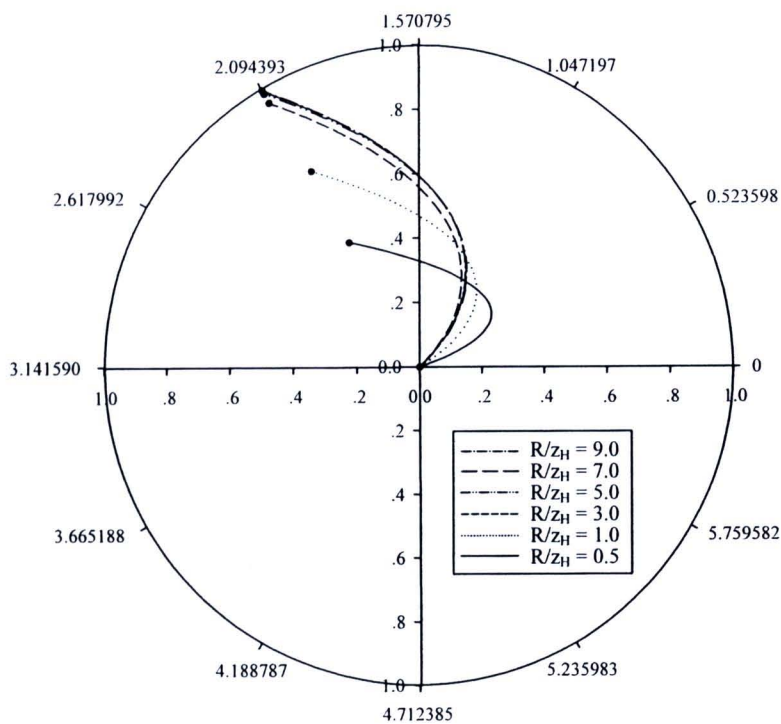
รูปที่ ก.46 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่าระยะห่างปลายบนกับปลายล่างตามแนวราบ ที่ $\theta_H = 30$ องศา



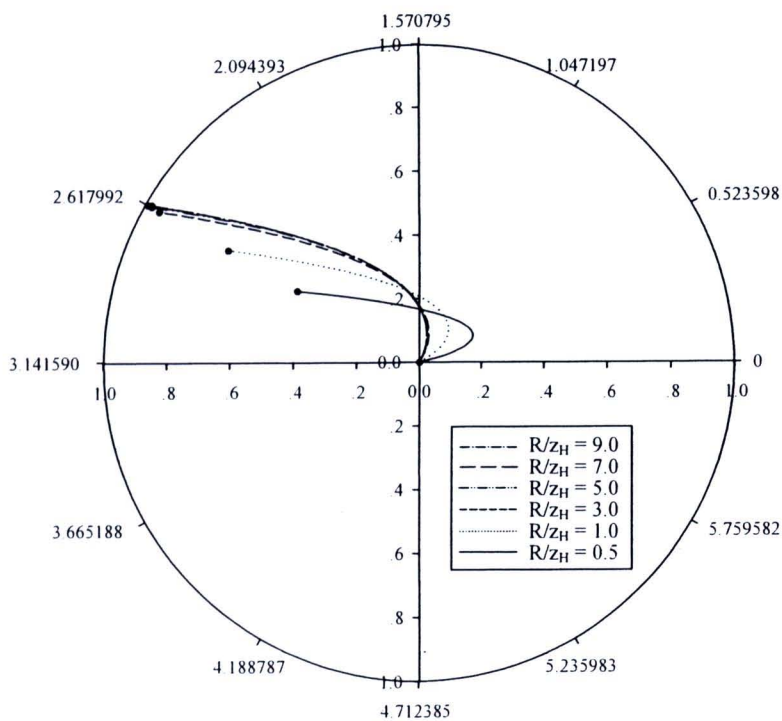
รูปที่ ก.47 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า ระยะห่างปลายบนกับปลายล่างตามแนวราบ ที่ $\theta_H = 60$ องศา



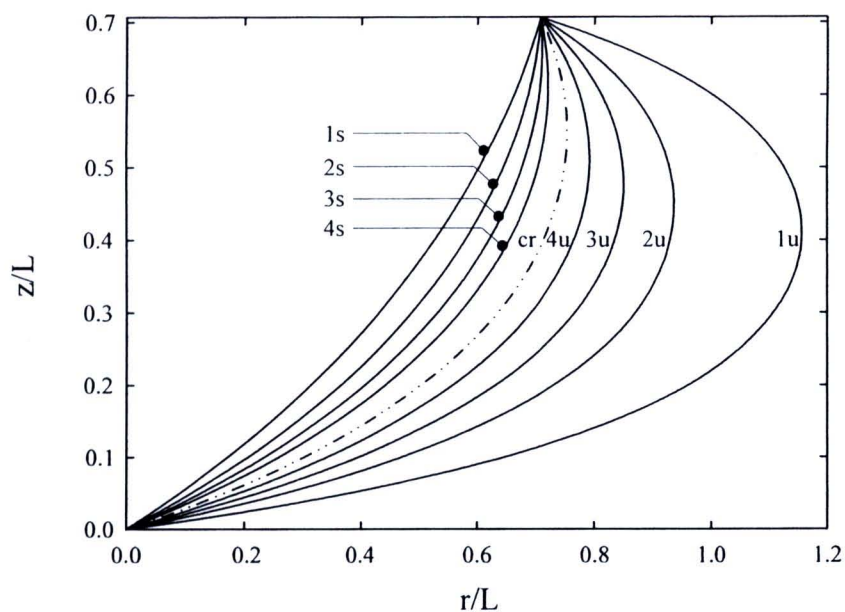
รูปที่ ก.48 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า ระยะห่างปลายบนกับปลายล่างตามแนวราบ ที่ $\theta_H = 90$ องศา



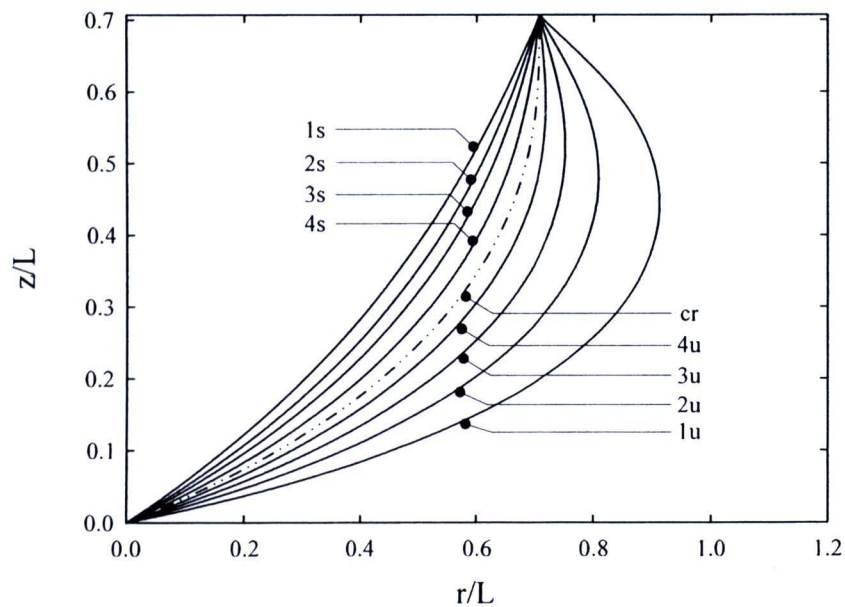
รูปที่ ก.49 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า ระยะห่างปลายบนกับปลายล่างตามแนวราบ ที่ $\theta_H = 120$ องศา



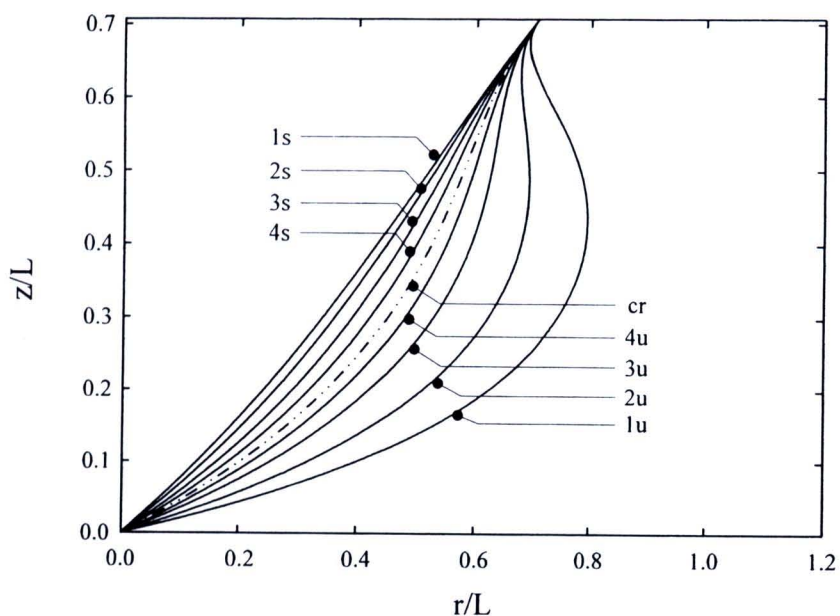
รูปที่ ก.50 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะวิกฤต เมื่อแปรเปลี่ยนค่า ระยะห่างปลายบนกับปลายล่างตามแนวราบ ที่ $\theta_H = 150$ องศา



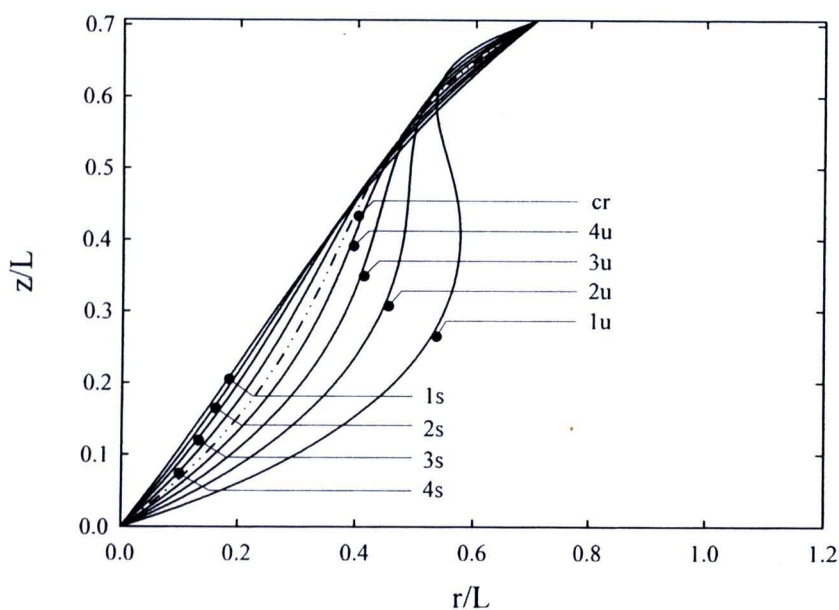
รูปที่ ก.51 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะสมดุลแบบมีเสถียรภาพ (s) สภาวะวิกฤต (cr) และสภาวะสมดุลแบบไร้เสถียรภาพ (u) เมื่อ $R/z_H = 1$ ที่ $\theta_H = 30$ องศา



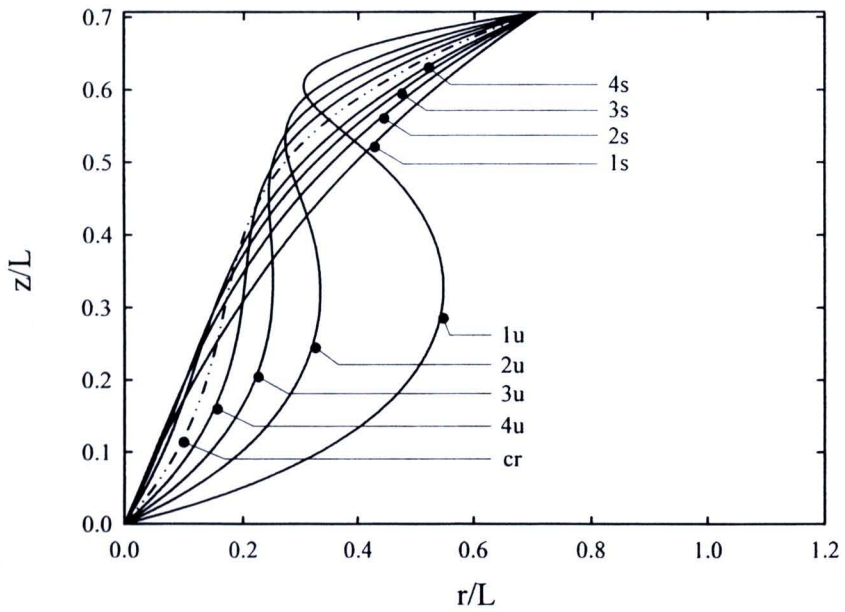
รูปที่ ก.52 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะสมดุลแบบมีเสถียรภาพ (s) สภาวะวิกฤต (cr) และสภาวะสมดุลแบบไร้เสถียรภาพ (u) เมื่อ $R/z_H = 1$ ที่ $\theta_H = 60$ องศา



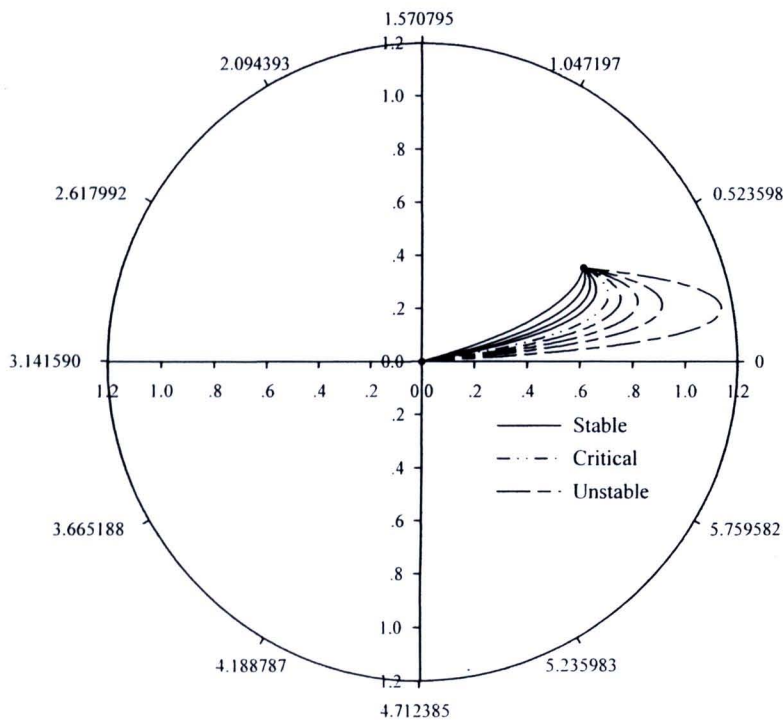
รูปที่ ก.53 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะสมดุลแบบมีเสถียรภาพ (s) สภาวะวิกฤต (cr) และสภาวะสมดุลแบบไร้เสถียรภาพ (u) เมื่อ $R/z_H = 1$ ที่ $\theta_H = 90$ องศา



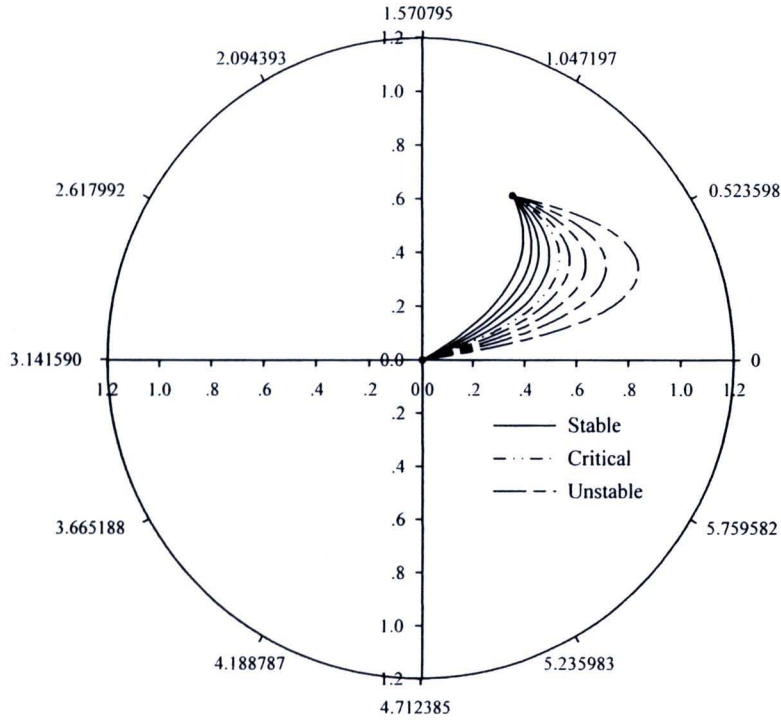
รูปที่ ก.54 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะสมดุลแบบมีเสถียรภาพ (s) สภาวะวิกฤต (cr) และสภาวะสมดุลแบบไร้เสถียรภาพ (u) เมื่อ $R/z_H = 1$ ที่ $\theta_H = 120$ องศา



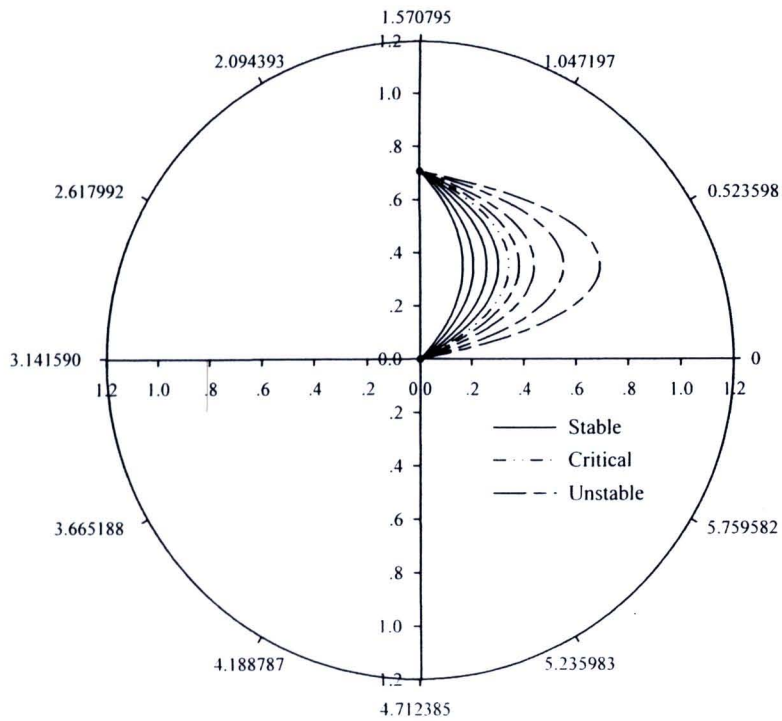
รูปที่ ก.55 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z/L กับ r/L ณ สภาวะสมดุลแบบมีเสถียรภาพ (s) สภาวะวิกฤต (cr) และสภาวะสมดุลแบบไร้เสถียรภาพ (u) เมื่อ $R/z_H = 1$ ที่ $\theta_H = 150$ องศา



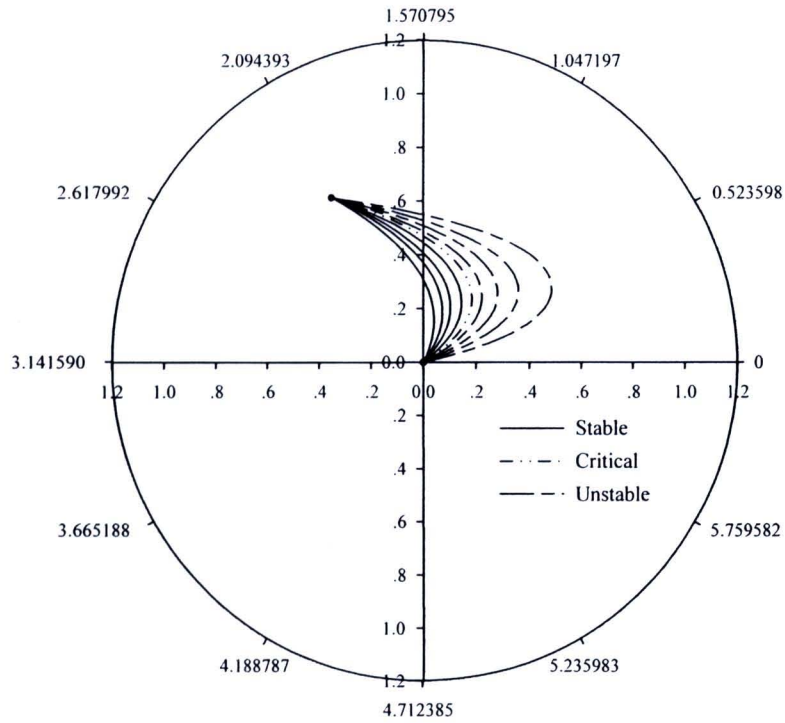
รูปที่ ก.56 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะสมดุลแบบมีเสถียรภาพ สภาวะวิกฤต และสภาวะสมดุลแบบไร้เสถียรภาพ เมื่อ $R/z_H = 1$ ที่ $\theta_H = 30$ องศา



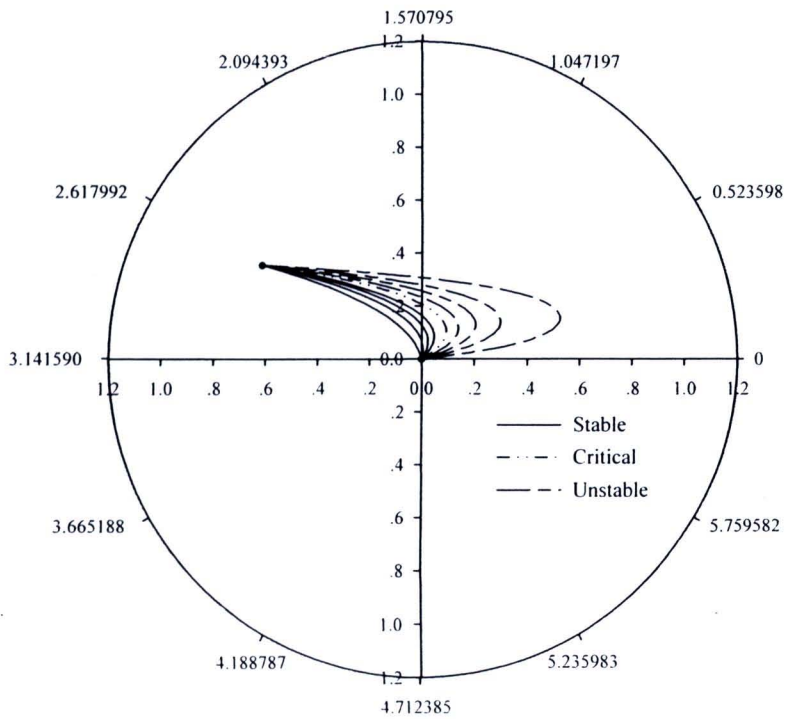
รูปที่ ก.57 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะสมดุลแบบมีเสถียรภาพ สภาวะวิกฤต และสภาวะสมดุลแบบไร้เสถียรภาพ เมื่อ $R/z_H = 1$ ที่ $\theta_H = 60$ องศา



รูปที่ ก.58 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะสมดุลแบบมีเสถียรภาพ สภาวะวิกฤต และสภาวะสมดุลแบบไร้เสถียรภาพ เมื่อ $R/z_H = 1$ ที่ $\theta_H = 90$ องศา



รูปที่ ก.59 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะสมดุลแบบมีเสถียรภาพ สภาวะวิกฤต และสภาวะสมดุลแบบไร้เสถียรภาพ เมื่อ $R/z_H = 1$ ที่ $\theta_H = 120$ องศา



รูปที่ ก.60 แสดงตำแหน่งของเคเบิลบนพิกัด $r-\theta$ ณ สภาวะสมดุลแบบมีเสถียรภาพ สภาวะวิกฤต และสภาวะสมดุลแบบไร้เสถียรภาพ เมื่อ $R/z_H = 1$ ที่ $\theta_H = 150$ องศา

ภาคผนวก ข
ระเบียบวิธียิงเป้า

ระเบียบวิธียิงเป้าเป็นวิธีเชิงตัวเลขที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหасмการเชิงอนุพันธ์สามัญ (Ordinary differential equations) โดยทั่วไปปัญหасмการเชิงอนุพันธ์สามัญสามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภท คือ ปัญหาแบบขอบเขตเริ่มต้น (Initial value problem) และปัญหาแบบเงื่อนไขขอบเขตสองจุด (Two-point boundary value problem) ซึ่งปัญหาสำหรับงานวิจัยนี้เป็นแบบหลัง คือ ปัญหาแบบเงื่อนไขขอบเขตสองจุด ได้แก่จุดที่ฐานรองรับทั้งสองข้างนั่นเอง ขั้นตอนและวิธีการคำนวณมีลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาขอบเขตเริ่มต้น คือ กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับสมการอนุพันธ์ จากนั้นจึงทำการอินทิเกรตด้วยวิธีเชิงตัวเลข แต่จะต้องให้สอดคล้องกับเงื่อนไขขอบเขตที่ปลายด้วย เพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิธีการนี้ได้โดยง่าย จึงขอยกตัวอย่างของวิธีการนี้แบบง่าย ๆ ดังนี้

จากสมการอนุพันธ์ที่เป็นปัญหาแบบเงื่อนไขขอบเขตสองจุด ในการแก้ปัญหาโดยใช้ระเบียบวิธียิงเป้า จะต้องกำหนดเงื่อนไขขอบเขตเริ่มต้นและขอบเขตสุดท้าย ดังนี้

กำหนดสมการอนุพันธ์อันดับสองของปัญหา คือ

$$y'' = f(x, y, y') \quad \text{สำหรับ } a < x < b \quad (\text{ข.1})$$

และเงื่อนไขขอบเขต คือ

$$y(a) = y_0, \quad y(b) = e \quad (\text{ข.2})$$

จากสมการอนุพันธ์ข้างบนที่เป็นปัญหาแบบเงื่อนไขขอบเขตสองจุด ในการแก้ปัญหาโดยใช้ระเบียบวิธียิงเป้า จะต้องกำหนดเงื่อนไขขอบเขตเริ่มต้น คือ

$$y(a) = y_0, \quad y'(a) = r_0 \quad (\text{ข.3})$$

เมื่อ r_0 = ค่าความชันเริ่มต้น

หาค่าประมาณคำตอบครั้งแรกของ $y(b)$ คือ $y(b) = y^{(1)}(b)$ ซึ่งค่าคำตอบที่ถูกต้อง คือ $y(b) = e$ จากการประมาณคำตอบครั้งแรกของ $y(b)$ จะมีค่าความคลาดเคลื่อน คือ

$$E(r) = y^{(1)}(b) - y(b) = E(r_0) \quad (\text{ข.4})$$

ถ้า $E(r)$ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าที่ยอมให้ (Tolerance) ก็จะได้คำตอบของปัญหา แต่ถ้า $E(r)$ มีค่ามากกว่าค่าที่ยอมให้ ให้ทำการปรับเงื่อนไขขอบเขตเริ่มต้นในสมการ (ข.3) ใหม่ เพื่อแก้ปัญหาลีกครั้ง ซึ่งกระบวนการในการปรับแก้ค่านี้ สามารถใช้ระเบียบวิธีของนิวตัน-ราฟสัน เพื่อช่วยให้คำตอบเข้าสู่ค่าที่ถูกต้องได้ จะสังเกตได้ว่าการปรับค่าก็เปรียบเสมือนการปรับมุมของกระบอกปืนให้ไปตรงตามเป้าหมายที่ต้องการ จึงเรียกวิธีการนี้ว่าระเบียบวิธียิงเป้า โดยจะได้เงื่อนไขขอบเขตเริ่มต้นใหม่ คือ

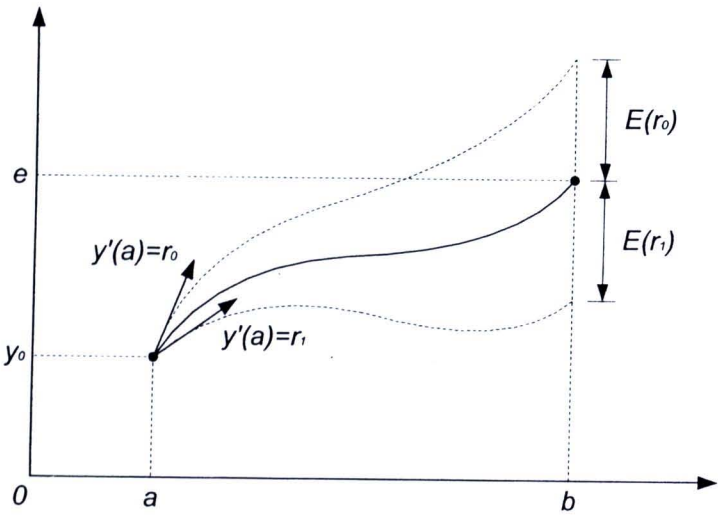
$$y(a) = y_0, \quad y'(a) = r_1 \tag{ข.5}$$

เมื่อ $r_1 = r_0 + h$, $h = \text{increment}$

หาค่าประมาณคำตอบครั้งใหม่ของ $y(b)$ คือ $y(b) = y^{(2)}(b)$ จากการประมาณคำตอบครั้งใหม่ของ $y(b)$ จะมีค่าคลาดเคลื่อน คือ

$$E(r) = y^{(2)}(b) - y(b) = E(r_1) \tag{ข.6}$$

ถ้า $E(r)$ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าที่ยอมให้ (Tolerance) ก็จะได้คำตอบของปัญหา แต่ถ้า $E(r)$ มีค่ามากกว่าค่าที่ยอมให้ ให้ทำการปรับเงื่อนไขขอบเขตเริ่มต้นในสมการ (ข.3) ใหม่จนกระทั่งค่าของ $E(r)$ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าที่ยอมให้ จึงจะได้คำตอบของปัญหา ดังแสดงในรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 การหาคำตอบของปัญหาควาระเบียบวิธียิงเป้า

สำหรับรายละเอียดของระเบียบวิธียิงเป้าสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก Bhat และ Chakraverty [30]

ภาคผนวก ค
ระเบียบวิธีรุนแรง-คุดตา

ระเบียบวิธีรุงเง-คุตตา (Runge-Kutta method) จัดได้ว่าเป็นระเบียบวิธีที่ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในการคำนวณที่ต้องหาผลลัพธ์ที่มีความเที่ยงตรงสูง รวมถึงในการคำนวณหาผลลัพธ์ในงานวิจัยนี้ด้วย โดยแนวความคิดที่ใช้ในระเบียบวิธีรุงเง-คุตตานี้คือ การหาค่าความชันที่มีความเที่ยงตรงสูงเพื่อก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่มีความเที่ยงตรงสูงตามมา สมการหลักที่ใช้ในการคำนวณผลลัพธ์ในระเบียบวิธีรุงเง-คุตตานี้อยู่ในรูปแบบตามสมการ (ค.1)

$$y_{i+1} = y_i + \phi(x_i, y_i, h)h \quad (\text{ค.1})$$

โดย $\phi(x_i, y_i, h)$ เรียกว่า ฟังก์ชันส่วนเพิ่ม (Increment function) ซึ่งมีความหมายของความชันเฉลี่ยตลอดขนาดช่วงความกว้าง h ที่จะนำไปใช้ในการคำนวณหาส่วนที่เพิ่มขึ้นจากผลลัพธ์เดิม ฟังก์ชันส่วนเพิ่มนี้สามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบทั่วไปได้ดังนี้

$$\phi = a_1 k_1 + a_2 k_2 + a_3 k_3 + \dots + a_n k_n \quad (\text{ค.2})$$

โดย $a_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$ เป็นค่าคงที่ และ

$$k_1 = f(x_i, y_i) \quad (\text{ค.3a})$$

$$k_2 = f(x_i + p_1 h, y_i + q_{11} k_1 h) \quad (\text{ค.3b})$$

$$k_3 = f(x_i + p_2 h, y_i + q_{21} k_1 h + q_{22} k_2 h) \quad (\text{ค.3c})$$

$$\vdots$$

$$k_n = f(x_i + p_{n-1} h, y_i + q_{n-1,1} k_1 h + q_{n-1,2} k_2 h + \dots + q_{n-1,n-1} k_{n-1} h) \quad (\text{ค.3n})$$



โดยตัวห้อย n บ่งบอกถึงอันดับที่ของระเบียบวิธีรุงเง-คุตตาที่เลือกใช้ เช่น เมื่อ $n = 1$ จะเรียกว่า เป็นระเบียบวิธีรุงเง-คุตตาอันดับที่หนึ่ง ในทำนองเดียวกัน เมื่อเลือกใช้ $n = 2$ จะเรียกว่า เป็นระเบียบวิธีรุงเง-คุตตาอันดับที่สอง เป็นต้น ค่า $k_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$ ในสมการ (ค.3) ขึ้นอยู่กับฟังก์ชันของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญที่กำหนดมาให้ ส่วนค่า p และ q ต่างๆ นั้นเป็นค่าคงที่ หากพิจารณาสมการ (ค.3) พบว่าจำเป็นต้องรู้ค่า k_1 ก่อนทำการคำนวณค่า k_2 และต้องรู้ค่า k_2 ก่อนทำการคำนวณค่า k_3 เช่นนี้เรื่อยไป

ระเบียบวิธีรุงเง-คุตตาอันดับที่สี่ (Fourth-order Runge-Kutta method) ถูกจัดว่าเป็นระเบียบวิธีที่ได้ความนิยมใช้กันโดยแพร่หลาย การดัดแปลงสมการ (ค.1)-(ค.3) ที่อยู่ในรูปแบบทั่วไป โดยใช้ $n = 4$ ก่อให้เกิดสมการรุงเง-คุตตาอันดับที่สี่ ซึ่งให้ค่าความผิดพลาดในรูปแบบของความกว้างช่วงอันดับที่สี่ $O(h^4)$ ลักษณะของผลลัพธ์ที่มีความเที่ยงตรงสูงนี้ทำให้ระเบียบวิธีการนี้ถูกนำไปประยุกต์กับงานการคำนวณในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะในงานวิจัยค้นคว้าที่ต้องการความเที่ยงตรงสูง รูปแบบของสมการรุงเง-คุตตาอันดับที่สี่ที่ใช้กันโดยทั่วไปมีลักษณะดังนี้

$$y_{i+1} = y_i + \left[\frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \right] h \quad (\text{ค.4})$$

โดย

$$k_1 = f(x_i, y_i) \quad (\text{ค.5a})$$

$$k_2 = f\left(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}hk_1\right) \quad (\text{ค.5b})$$

$$k_3 = f\left(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}hk_2\right) \quad (\text{ค.5c})$$

$$k_4 = f(x_i + h, y_i + hk_3) \quad (\text{ค.5d})$$

สำหรับรายละเอียดของระเบียบวิธีรุงเง-คุตตาสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก ปราโมทย์ [31]

ภาคผนวก ง
ระเบียบวิธีนิเวศน์

จากระบบสมการแบบไร้เชิงเส้นจำนวน n สมการ และ n ตัวแปร คือ $x_1, x_2, \dots, x_n$ มีรูปแบบสมการดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} F_1(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0 \\ F_2(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0 \\ &\vdots \\ F_n(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0 \end{aligned} \tag{ง.1}$$

ใช้ทฤษฎีการกระจายอนุกรมของเทเลอร์ (Taylor series) กับระบบสมการแบบไร้เชิงเส้นจำนวน n สมการ สามารถจัดรูปได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial x_1} & \frac{\partial F_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial F_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial F_2}{\partial x_1} & \frac{\partial F_2}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial F_2}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{\partial F_n}{\partial x_1} & \frac{\partial F_n}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial F_n}{\partial x_n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x_1 \\ \Delta x_2 \\ \vdots \\ \Delta x_n \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \vdots \\ F_n \end{bmatrix} \tag{ง.2}$$

จากสมการ (ง.2) สามารถจัดรูปแบบสมการได้อีกแบบหนึ่ง

$$\sum_{j=1}^n \frac{\partial F_i}{\partial x_j} \Delta x_j = -F_i \quad \text{เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, n \tag{ง.3}$$

หรือเขียนได้อีกรูปแบบหนึ่ง คือ

$$[J][\Delta x] = -[F] \tag{ง.4}$$

โดยที่ เมตริกซ์ J คือ ยาโคเบียนเมตริกซ์ (Jacobian matrix) มีค่าตามสมการ (ง.5)

$$J_{ij} = \frac{\partial F_i}{\partial x_j} \tag{ง.5}$$

จากสมการ (ง.2) – (ง.4) เป็นสมการที่มีเป้าหมายในการหาค่าของ Δx_j เพื่อเป็นค่าปรับแก้ของค่าเดิม x_{old} โดยมีขั้นตอนในการหาค่าปรับแก้ Δx_j ดังต่อไปนี้

1. กำหนดค่าเริ่มต้นของตัวแปร $x_1, x_2, \dots, x_n$
2. ทำการหาค่าของ $F_1, F_2, \dots, F_n$ และค่าของ J_y จากสมการ (ง.5)
3. ทำการหาค่าของ $[\Delta x]$ โดยใช้กระบวนการกำจัดแบบเกาส์ (Gauss elimination method) จากสมการ (ง.4)
4. จากขั้นตอนที่สาม จะได้ค่าปรับแก้ $[\Delta x]$ ซึ่งเมื่อนำไปรวมกับค่าเดิมจะได้ค่าใหม่ ดังสมการต่อไปนี้

$$[x_{new}]^{k+1} = [x_{old}]^k + [\Delta x]^k$$

โดยที่ค่า k คือ ค่าที่บอกถึงจำนวนของการกระทำซ้ำ

5. จากนั้นให้ทำการตรวจสอบค่าของ $[F]$ ว่ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับหรือไม่ (ค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ เช่น 10^{-10}) ถ้ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ ต้องหาค่าปรับแก้ใหม่โดยอาศัยสมการ (ง.4) เช่นเดิม ทำเช่นนี้จนกว่าค่าของ $[F]$ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับจึงจะหยุดกระบวนการได้

สำหรับรายละเอียดของระเบียบวิธีนิวตันสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก Press, Teukolsky, Vetterling และ Flannery [32]

ภาคผนวก จ

สมการสมดุลของเคเบิลได้ทะเลแบบสะเทินลอยตัว

การวิเคราะห์สมการสมดุลทางสถิตยศาสตร์

สมการสมดุลของเคเบิลได้ทะเลแบบสะเทินลอยตัวในระบบพิกัดทรงกระบอก ซึ่งคำนึงถึงผลของการยึดตัวตามแนวแกน สามารถหาได้จากการพิจารณาเคเบิลให้อยู่ในสภาวะสมดุล โดยที่ผลรวมทางเวกเตอร์ของแรงทั้งหมดเท่ากับศูนย์ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} T \cos \psi d\phi \hat{n} + T d\psi \hat{b} + dT \hat{i} + P_i ds_0 \bar{i} + Q_j ds_0 \bar{j} + R_k ds_0 \bar{k} &= 0 \\ T \cos \psi d\phi \hat{n} + T d\psi \hat{b} + dT \hat{i} + (\bar{P}_i + \bar{P}_{\hat{n}} + \bar{P}_{\hat{b}}) + (\bar{Q}_i + \bar{Q}_{\hat{n}} + \bar{Q}_{\hat{b}}) \\ + (\bar{R}_i + \bar{R}_{\hat{n}} + \bar{R}_{\hat{b}}) &= 0 \end{aligned} \quad (จ.1)$$

จากสมการที่ (จ.1) เมื่อทำการพิจารณาตามทิศทางเวกเตอร์ $\hat{i}, \hat{n}$, และ $\hat{b}$ จะได้สมการอนุพันธ์อันดับที่หนึ่งของเคเบิลในสภาวะสมดุลดังต่อไปนี้

พิจารณาสมการที่ (จ.1) ตามทิศทางเวกเตอร์ $\hat{i}$ โดยทำการแทนค่า $\bar{P}_i, \bar{Q}_i$, และ $\bar{R}_i$ จากสมการที่ 2.52 ก, 2.53 ก, และ 2.54 ก ตามลำดับ จะได้

$$\begin{aligned} dT + \bar{P}_i + \bar{Q}_i + \bar{R}_i &= 0 \\ dT + q_x \cos \psi \cos \phi ds_0 + q_y \cos \psi \sin \phi ds_0 + q_z \sin \psi ds_0 &= 0 \\ \frac{dT}{ds_0} &= -q_x \cos \psi \cos \phi - q_y \cos \psi \sin \phi - q_z \sin \psi \end{aligned} \quad (จ.2)$$

พิจารณาสมการที่ (จ.1) ตามทิศทางเวกเตอร์ $\hat{n}$ โดยทำการแทนค่า $\bar{P}_{\hat{n}}, \bar{Q}_{\hat{n}}$, และ $\bar{R}_{\hat{n}}$ จากสมการที่ 2.52 ข, 2.53 ข, และ 2.54 ข ตามลำดับ จะได้

$$\begin{aligned} T \cos \psi d\phi + \bar{P}_{\hat{n}} + \bar{Q}_{\hat{n}} + \bar{R}_{\hat{n}} &= 0 \\ T \cos \psi d\phi - q_x \sin \phi ds_0 + q_y \cos \phi ds_0 &= 0 \\ \frac{d\phi}{ds_0} &= \frac{q_x \sin \phi - q_y \cos \phi}{T \cos \psi} \end{aligned} \quad (จ.3)$$

พิจารณาสมการที่ (จ.1) ตามทิศทางเวกเตอร์ $\hat{b}$ โดยทำการแทนค่า $\bar{P}_{\hat{b}}, \bar{Q}_{\hat{b}}$, และ $\bar{R}_{\hat{b}}$ จากสมการที่ 2.52 ค, 2.53 ค, และ 2.54 ค ตามลำดับ จะได้

$$Td\psi + \bar{P}_{\hat{b}} + \bar{Q}_{\hat{b}} + \bar{R}_{\hat{b}} = 0$$

$$Td\psi - q_x \sin \psi \cos \phi ds_0 - q_y \sin \psi \sin \phi ds_0 + q_z \cos \psi ds_0 = 0$$

$$\frac{d\psi}{ds_0} = \frac{q_x \sin \psi \cos \phi + q_y \sin \psi \sin \phi - q_z \cos \psi}{T} \quad (\text{จ.4})$$

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายเกรียงไกร กลิ่นอ่อน
วัน เดือน ปีเกิด	10 มีนาคม 2529
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมศึกษา	ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวังกรดพิทยา พ.ศ. 2546
ระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร พ.ศ. 2550
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2554
ทุนการศึกษา หรือทุนวิจัย	ทุนการศึกษาแบบบางส่วน แบบ ก ระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ปีการศึกษา 2552-2553 ทุนมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ (National Research University)
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	เกรียงไกร กลิ่นอ่อน และ สมชาย ชูชีพสกุล, 2554, “การวิเคราะห์ ทางสถิติศาสตร์ของเคเบิลได้ทะเลในสามมิติ ด้วยพิกัด ทรงกระบอกโดยระเบียบวิธียิงเป้า”, การประชุมเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 22, 6-7 ตุลาคม 2554, ณ อาคารวิชราอนุสรณ์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยา เขตบางเขน กรุงเทพฯ, หน้า 91.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ข้อตกลงว่าด้วยการโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

วันที่...13...เดือน.....ธันวาคม..... พ.ศ....2554.....

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว).....เกรียงไกร...กลิ่นอ่อน.....รหัสประจำตัว.....52400322.....
เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ระดับ ☐ ประกาศนียบัตรบัณฑิต ☒ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก
หลักสูตร.....วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต..... สาขาวิชา.....วิศวกรรมโยธา.....คณะ.....วิศวกรรมศาสตร์.....
อยู่บ้านเลขที่.....101/1.....หมู่.....4.....ตรอก/ซอย.....-.....ถนน.....-.....ตำบล/แขวง.....มะม่วง.....
อำเภอ/เขต.....เมือง.....จังหวัด.....พิจิตร.....รหัสไปรษณีย์.....66170.....
เป็น “ผู้โอน” ขอโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี
รศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
เป็นตัวแทน “ผู้รับโอน” สิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาและมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การวิเคราะห์ทางสถิติศาสตร์ของเคเบิลใต้ทะเลในสามมิติ ด้วย
พิชิตทรงกระบอกโดยระเบียบวิธีเชิงเป่า ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ.....ศ.ดร.สมชาย.....ชูชีพสกุล.....อาจารย์ที่
ปรึกษา ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์
ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดจนอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์
พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย
3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้อง
ระบุว่าวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกครั้งที่มีการเผยแพร่
4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรือให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่
ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ
ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ก่อน
5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์หรือพัฒนาต่อยอดเป็น
สิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอื่น ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปีนับจากวันลงนามในข้อตกลง
ฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระ
ค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรรผลประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นจากส่วนใดส่วนหนึ่งหรือ
ทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วย การ
บริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำขึ้นโดย
มีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิด
จากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามอัตราที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วย
การบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

ลงชื่อ.....^{นางกรรณิการ์} ^{กสิณอ่อน}.....ผู้โอนสิทธิ
(นายเกรียงไกร กลิ่นอ่อน)
นักศึกษา

ลงชื่อ.....^{รศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์}.....ผู้รับโอนสิทธิ
(รศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทนคณบดี

ลงชื่อ.....^{ศ.ดร.สมชาย ชูชีพสกุล}.....พยาน
(ศ.ดร.สมชาย ชูชีพสกุล)

ลงชื่อ.....^{ศ.ดร.ชัย จาตุรพิทักษ์กุล}.....พยาน
(ศ.ดร.ชัย จาตุรพิทักษ์กุล)



