บทที่ 6

ผลการทดสอบและการวิเคราะห์

6.1 คำนำ

ในบทนี้จะรายงานถึงการศึกษาการกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึงการส่งออกกำลังไฟฟ้าตามวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 4 และ 5 โดยระบบผลิตไฟฟ้าตัวอย่างที่ใช้ ประกอบด้วยเครื่องไฟฟ้าพลังน้ำจำนวน 6 เครื่อง เครื่องพลังความร้อน 5 เครื่อง และสัญญาส่งออกกำลังไฟฟ้ากับ 4 การไฟฟ้า การพิจารณาปัญหาดังกล่าวจะเป็นการพิจารณารายชั่วโมงเป็นระยะเวลารวมทั้งสิ้น 24 ชั่วโมง สำหรับรายละเอียดของข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สัญญา และความต้องการใช้ไฟฟ้าแสดงไว้ในภาคผนวก ข.

สำหรับการพิจารณาปัญหาการกำหนดการผลิตแบ่งออกเป็น 4 กรณีดังนี้

1. กรณีส่งออกสูงสุด (Maximum power export (ME)) คือ กรณีที่ปล่อยให้มีการส่งออกกำลังไฟฟ้ามากที่สุดตามเงื่อนไขของสัญญา เพื่อศึกษาว่า กำลังไฟฟ้าที่ส่งออกมากที่สุดนั้น จะก่อให้เกิดผลกำไรต่อผู้ส่งออกได้ดีหรือไม่ กล่าวคือ จะออปติไมซ์ปัญหาการส่งออกอย่างเต็มที่โดยไม่พิจารณาถึงค่าโคออดิเนเตอร์ตลอดระยะการโปรแกรมเชิงเส้น แต่ในปัญหาย่อยอื่นจะยังพิจารณาค่าโคออดิเนเตอร์ตามปกติ ซึ่งทำได้โดยกำหนดให้ค่าโคออดิเนเตอร์(λ_t)ในฟังค์ชั่นเป้าหมายของปัญหาย่อยของการส่งออกเท่ากับศูนย์ในทุกๆช่วงเวลา (ในสมการ (5.12) กำหนดให้ $\lambda_t=0$ โดย t=1,2,3,...,24)

2. กรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด (Maximum hydro generation (MH)) คือกรณีที่ปล่อยให้มีการผลิตด้วยระบบพลังน้ำมากที่สุดตามเงื่อนไขการผลิตของระบบพลังน้ำ เพื่อศึกษาว่า เมื่อใช้ระบบพลังน้ำในการผลิตเต็มที่ จะทำให้มีผลกำไรดีหรือไม่ กล่าวคือ จะออปติไมซ์ปัญหาย่อยของระบบพลังน้ำโดยไม่พิจารณาถึงค่าโคออดิเนเตอร์ในการทำไดนามิกโปรแกรมมิ่ง แต่ในปัญหาย่อยอื่นจะยังพิจารณาค่าโคออดิเนเตอร์ตามปกติ ซึ่งทำได้โดยกำหนดให้ค่าโคออดิเนเตอร์(λ_t)ในฟังค์ชั่นเป้าหมายของปัญหาย่อยของระบบพลังน้ำเท่ากับหนึ่งในทุกๆช่วงเวลา (ในสมการ (5.14) กำหนดให้ $\lambda_t=1$ โดย t=1,2,3,...,24) [15]

3. กรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด (Maximum power export and maximum hydro generation (ME & MH)) คือ กรณีที่ปล่อยให้มีการส่งออกกำลังไฟฟ้ามากที่สุดตามเงื่อนไขของสัญญาและปล่อยให้มีการผลิตด้วยระบบพลังน้ำมากที่สุดตามเงื่อนไขการ

ผลิตของระบบพลังน้ำในขณะเดียวกัน ซึ่งทำได้โดยกำหนดให้ค่าโคออดิเนเตอร์(λ_t)ในฟังค์ชั่นเป้าหมายของปัญหาย่อยของการส่งออกเท่ากับศูนย์และค่าโคออดิเนเตอร์(λ_t)ในฟังค์ชั่นเป้าหมายของปัญหาย่อยของระบบพลังน้ำเท่ากับหนึ่งในทุกๆช่วงเวลา (ในสมการ (5.12) กำหนดให้ λ_t=0 และในสมการ (5.14) กำหนดให้ λ_t=1 โดย t=1,2,3,...,24)

4. กรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท (Decompositon-coordination (DC)) คือ กรณีที่มีการดีคอมโพสและโคออดิเนทปัญหาย่อยต่างๆโดยพิจารณาถึงค่าโคออดิเนเตอร์ตามที่ได้กล่าวแล้วในบทที่ผ่านมา จะปรับค่าโคออดิเนเตอร์ด้วยสมการ (5.38)

ผลการคำนวณมีดังต่อไปนี้

6.2 ผลและการวิเคราะห์

6.2.1 ผลและการวิเคราะห์กรณีส่งออกสูงสุด

ในการพิจารณาปัญหาดังกล่าว ได้กำหนดขั้นตอนการคำนวณซ้ำไว้สูงสุดจำนวน 200 รอบ และค่าผิดพลาดระหว่างค่าโคออดิเนเตอร์เก่า (λ_{beg}^{n})และใหม่ (λ_{end}^{n}) เท่ากับ 0.01 (โคออดิเนเตอร์ใหม่ในที่นี้จะมีค่าเท่ากับค่า Incremental cost เพราะระยะช่วงเวลามี 1 ชั่วโมง)

หลังจากการออปติไมซ์ปัญหาเป็นจำนวน 200 รอบ พบว่า ค่าผิดพลาดระหว่างโคออดิเนเตอร์เก่าและใหม่ในหลายช่วงเวลายังคงสูงกว่า 0.01 ทำให้ต้องยุติการคำนวณ ณ ที่ขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบสุดท้าย และผลกำไรจากการส่งออกมีดังแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 กำไรที่ได้จากการส่งออกในกรณีส่งออกสูงสุด

ขั้นตอนการคำนวณซ้ำ	ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิม (PF)	ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ (DF)	ค่าผิดพลาดระหว่าง (PF) และ (DF)		กำไร
	[$]	[$]	[$]	%	[$]
141	-49971.08	-49971.04	0.04	0.000080	49971.08
143	-41514.75	-41514.74	0.01	0.000024	41514.75
200	-42778.63	-42778.79	0.16	0.000374	42778.63

จากตารางที่ 6.1 สังเกตเห็นว่า ค่าผิดพลาดระหว่างค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิมและฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ (Duality gap) มีค่าต่ำมาก (ต่ำกว่า 0.0005%) จุดที่มีกำไรสูงสุด (Optimum)ไม่ได้อยู่จุดที่มีค่าผิดพลาดน้อยที่สุด(ขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบที่ 143) และไม่ได้อยู่ที่ขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบสุดท้าย(ขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบที่ 200) แต่อยู่ที่ขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบที่ 141 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการไม่ต่อเนื่องและไม่เว้าเข้าของฟังค์ชั่นเป้า

หมายนั่นเอง เนื่องจากในการกำหนดการผลิตเราได้เน้นถึงการมีกำไรสูงสุดเป็นหลัก ดังนั้นคำตอบของการออปติไมซ์ปัญหาในกรณีส่งออกสูงสุดนี้จึงเลือกเอาผลลัพธ์ของขั้นตอนการคำนวณในรอบที่ 141 ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

6.2.1.1 ผลของระบบการส่งออก

. พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับที่ได้รับจากการส่งออกแสดงไว้ในตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออกในกรณีส่งออกสูงสุด

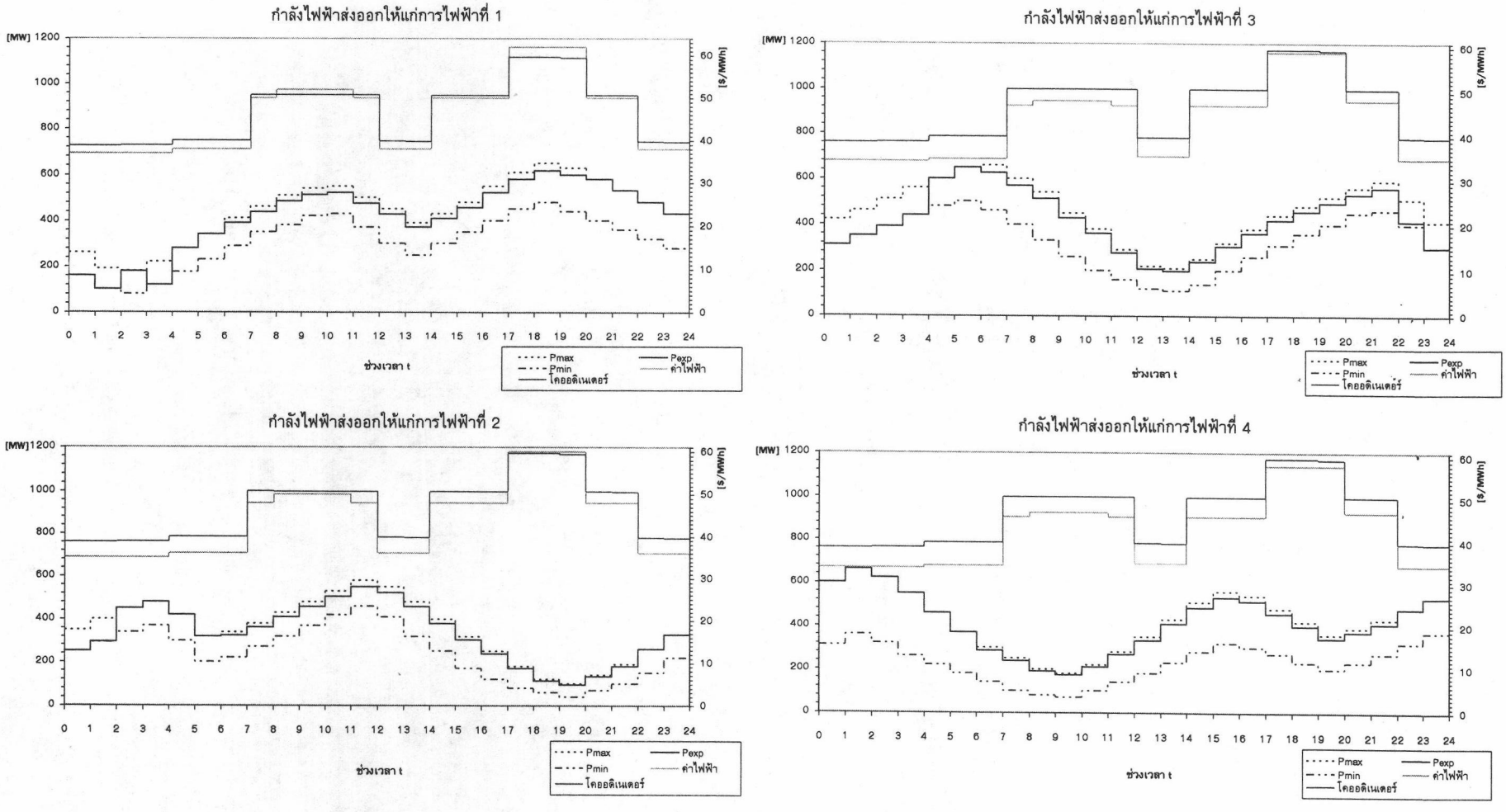
	การไฟฟ้าที่ 1	การไฟฟ้าที่ 2	การไฟฟ้าที่ 3	การไฟฟ้าที่ 4	รวม
พลังงานไฟฟ้าส่งออก [MWh]	10000.000	8000.000	10000.000	9875.000	37875.000
รายรับจากการส่งออก [$]	484722.08	340562.50	434389.30	408214.50	1667888.38
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ [$]	1667.70	22120.53	34247.64	42609.43	100645.30

. กำลังไฟฟ้าส่งออกได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.3 และรูปที่ 6.1

จากผลการคำนวณสังเกตเห็นว่า เมื่อกำหนดให้โคออดิเนเตอร์มีค่าเท่ากับศูนย์ในสมการเป้าหมายของการมินิไมซ์ปัญหาการส่งออก(สมการ 5.12) สัมประสิทธิ์ของตัวแปรตัดสินทุกตัวของฟังค์ชั่นเป้าหมายจะมีค่าเป็นลบ ($-r_{mt} \cdot l_t$) การมินิไมซ์ฟังค์ชั่นเป้าหมายลักษณะเช่นนี้จะได้ตัวแปรตัดสิน(กำลังไฟฟ้าส่งออก)ที่มีค่าเท่ากับหรือโน้มไปทางขีดจำกัดสูงสุดเสมอ แต่ก็อาจมีตัวแปรตัดสินบางตัวที่มีค่าเท่ากับหรือโน้มไปทางขีดจำกัดต่ำสุดเพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมดของการออปติไมซ์ ด้วยเหตุนี้กำลังไฟฟ้าส่งออกให้แต่ละการไฟฟ้าจึงมีค่าเท่ากับหรือโน้มไปทางขีดจำกัดสูงสุดเป็นส่วนมาก แม้กระทั่งในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าสูงกว่าค่าไฟฟ้าส่งออก จะมีเพียงบางช่วงเท่านั้นที่กำลังไฟฟ้าส่งออกมีค่าต่ำหรือเท่ากับขีดจำกัดต่ำสุด ช่วงเวลาที่กำลังไฟฟ้าส่งออกมีค่าต่ำนั้นมักจะเป็นช่วงที่ค่าไฟฟ้ามีราคาขายต่ำกว่าในช่วงอื่นเสมอ(ดูตารางที่ 6.3 และรูปที่ 6.1) และพลังงานไฟฟ้าส่งออกจึงมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงขีดจำกัดสูงสุดมาก ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออกจึงมีค่าสูงเมื่อเทียบใส่ในกรณีอื่น ผลปรากฏเช่นนี้เป็นสิ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของกรณีส่งออกสูงสุดนี้

ตารางที่ 6.3 กำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีส่งออกสูงสุด

ช่วงเวลา t	โคออดิเนเตอร์	การไฟฟ้าที่ 1				การไฟฟ้าที่ 2				การไฟฟ้าที่ 3				การไฟฟ้าที่ 4				ผลรวมกำลังไฟฟ้าส่งออกทั้งหมด
		ค่าไฟฟ้า	Pmax	Pexp	Pmin	ค่าไฟฟ้า	Pmax	Pexp	Pmin	ค่าไฟฟ้า	Pmax	Pexp	Pmin	ค่าไฟฟ้า	Pmax	Pexp	Pmin	
	($/MWh)	($/MWh)	(MW)	(MW)	(MW)	($/MWh)	(MW)	(MW)	(MW)	($/MWh)	(MW)	(MW)	(MW)	($/MWh)	(MW)	(MW)	(MW)	(MW)
1	38.719010	37.00	260	160.000	160	35.00	350	250.000	250	34.50	420	310.000	310	34.00	600	600.000	310	1320.000
2	38.715900	37.00	190	100.000	100	35.00	400	293.500	290	34.50	460	350.000	350	34.00	660	660.000	360	1403.500
3	38.804100	37.00	180	178.000	80	35.00	450	450.000	340	34.50	510	390.000	390	34.00	620	620.000	320	1638.000
4	38.793170	37.00	220	120.000	120	35.00	480	480.000	370	34.50	560	440.000	440	34.00	550	550.000	260	1590.000
5	39.984950	38.00	280	280.000	175	36.00	420	420.000	300	35.00	600	600.000	480	34.50	460	460.000	220	1760.000
6	39.966430	38.00	340	340.000	230	36.00	320	320.000	200	35.00	650	650.000	500	34.50	370	370.000	180	1680.000
7	39.958310	38.00	410	389.500	290	36.00	340	323.000	220	35.00	660	627.000	460	34.50	300	285.000	140	1624.500
8	50.729500	50.00	460	437.000	350	48.00	380	361.000	270	47.00	600	570.000	400	46.00	250	237.500	100	1605.500
9	50.720200	52.00	510	484.500	380	50.00	430	408.500	320	48.00	540	513.000	330	47.00	200	190.000	80	1596.000
10	50.709890	52.00	540	513.000	420	50.00	480	456.000	370	48.00	450	427.500	260	47.00	180	171.000	70	1567.500
11	50.701740	52.00	550	522.500	430	50.00	530	503.500	420	48.00	380	361.000	200	47.00	220	209.000	100	1596.000
12	50.689790	50.00	500	475.000	370	48.00	580	551.000	460	47.00	290	275.500	160	46.00	280	266.000	140	1567.500
13	39.773550	38.00	450	427.500	300	36.00	550	522.500	410	35.50	220	209.000	120	35.00	350	332.500	180	1491.500
14	39.742730	38.00	390	370.500	250	36.00	480	456.000	320	35.50	210	199.500	110	35.00	430	408.500	230	1434.500
15	50.659280	50.00	430	408.500	300	48.00	400	380.000	250	47.00	250	237.500	140	46.00	510	484.500	280	1510.500
16	50.653050	50.00	480	456.000	350	48.00	320	304.000	170	47.00	320	304.000	200	46.00	560	532.000	320	1596.000
17	50.643140	50.00	550	522.500	400	48.00	250	237.500	120	47.00	380	361.000	260	46.00	540	513.000	300	1634.000
18	59.587400	62.00	610	579.500	450	60.00	180	171.000	80	59.00	440	418.000	310	58.00	480	456.000	270	1624.500
19	59.600080	62.00	650	617.500	480	60.00	120	114.000	60	59.00	480	456.000	360	58.00	420	399.000	230	1586.500
20	59.347750	62.00	630	598.500	440	60.00	100	95.000	40	59.00	520	494.000	400	58.00	360	342.000	200	1529.500
21	50.611450	50.00	580	580.000	400	48.00	140	133.000	70	48.00	560	532.000	450	47.00	390	370.500	230	1615.500
22	50.594750	50.00	530	530.000	360	48.00	190	180.500	100	48.00	590	560.500	460	47.00	430	408.500	270	1679.500
23	39.715710	38.00	480	480.000	320	36.00	260	260.000	150	35.00	510	414.500	400	34.50	480	480.000	320	1634.500
24	39.577740	38.00	430	430.000	280	36.00	330	330.000	220	35.00	410	300.000	300	34.50	530	530.000	370	1590.000



รูปที่ 6.1 แสดงลักษณะกำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีส่งออกสูงสุด

6.2.1.2 ผลของระบบพลังน้ำ

.พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายเทียม ($\lambda_t.P_{jt}$) ในการผลิตของเครื่องพลังน้ำได้แสดงในรูปที่ 6.4

รูปที่ 6.4 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายเทียมของเครื่องพลังน้ำในกรณีส่งออกสูงสุด

	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	เครื่องที่ 5	เครื่องที่ 6	รวม
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิต [MWh]	4489.633	4031.117	3726.658	2537.320	2012.175	1078.529	17875.432
ค่าใช้จ่ายเทียม [$] ($\lambda_t.P_{jt}$)	228586.30	205213.90	187992.70	129131.90	102787.80	56777.74	910490.34

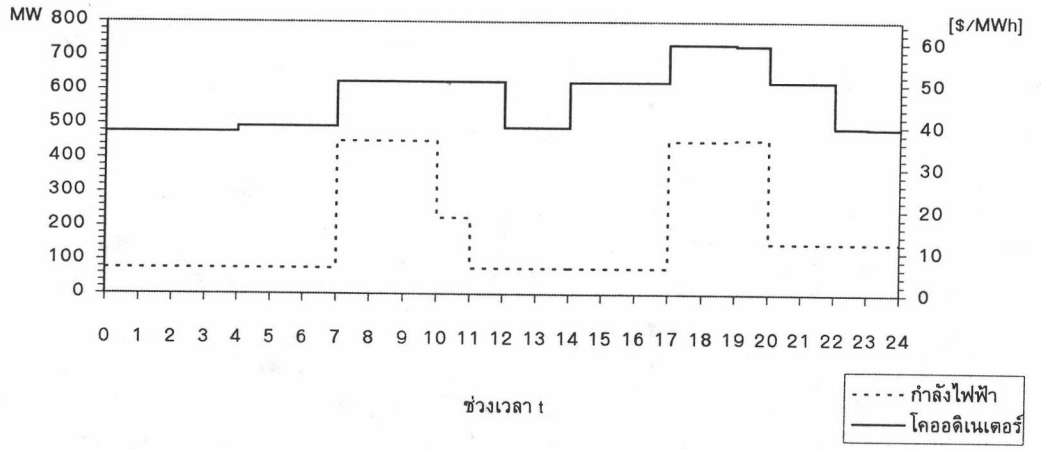
.กำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำและปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาต่างๆได้แสดงในรูปที่ 6.5 และรูปที่ 6.2-6.3

จะสังเกตเห็นได้ว่า เมื่อได้พิจารณาค่าโคออดิเนเตอร์ตามปกติในฟังค์ชั่นเป้าหมายของการออปติไมซ์ปัญหาระบบพลังน้ำ(สมการ 5.14) ฟังค์ชั่นเป้าหมายดังกล่าว นอกจากจะขึ้นกับหัวน้ำและปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างแล้ว ยังขึ้นกับค่าโคออดิเนเตอร์ในแต่ละช่วงเวลาอีกด้วย เพื่อให้ฟังค์ชั่นเป้าหมายดังกล่าวมีค่าดีที่สุด ต้องทำให้หัวน้ำและปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างมีค่าสูงในหลายช่วงเวลาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยเฉพาะในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าสูง และเนื่องจากอัตราการเพิ่มความสูงของหัวน้ำมีค่าค่อนข้างน้อย ส่วนอัตราการเพิ่มของปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างจึงมีค่าค่อนข้างมาก การผลิตของเครื่องพลังน้ำจึงได้เน้นที่การเพิ่มปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้เพื่อผลิตไฟฟ้าในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าสูง ด้วยเหตุนี้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำจึงมักมีค่าสูงในช่วงที่ตัวโคออดิเตอร์มีค่าสูงเสมอ ซึ่งโดยรวมแล้วกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำแต่ละเครื่องมีความสัมพันธ์กับค่าโคออดิเนเตอร์ โดยกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกจะมีค่าสูงในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าสูง และมีค่าต่ำในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าต่ำ(ดูตารางที่ 6.5 และรูปที่ 6.2) รูปที่ 6.3 แสดงให้เห็นว่า เครื่องพลังน้ำไม่ได้ผลิตไฟฟ้าอย่างเต็มกำลังการผลิตตามขีดจำกัดที่กำหนด เพราะมีบางช่วงที่เครื่องได้ถูกควบคุมให้เพิ่มหรือลดการผลิตตามการเปลี่ยนแปลงของค่าโคออดิเนเตอร์ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำจึงมีค่าต่ำเมื่อเทียบใส่กรณีอื่นที่จะแสดงถัดไปในหัวข้อ 6.2.2-6.2.4 (34.70 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตทั้งหมด)

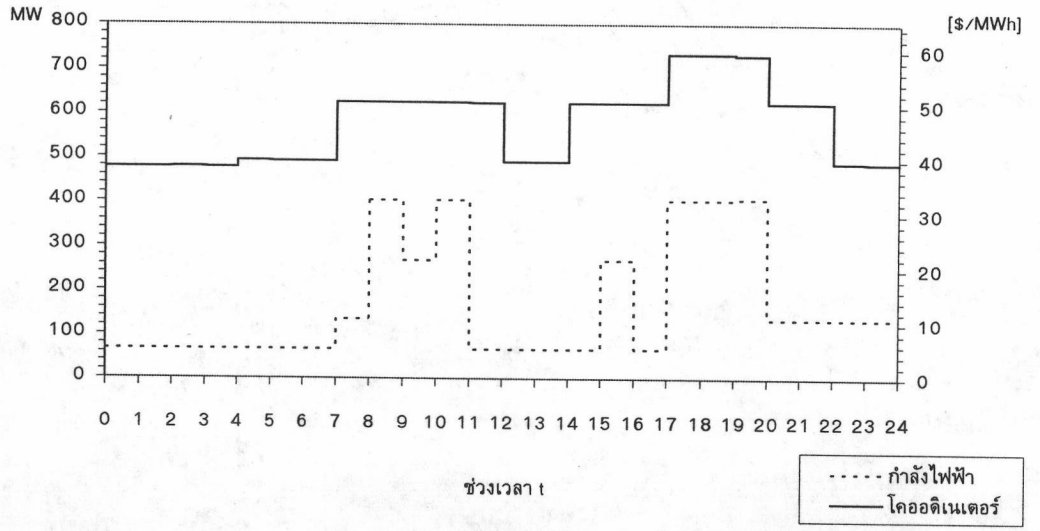
ตารางที่ 6.5 ปริมาณน้ำและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำในกรณีส่งออกสูงสุด

ช่วงเวลา t	ค่าโคออดิเนเตอร์	เครื่องที่ 1		เครื่องที่ 2		เครื่องที่ 3		เครื่องที่ 4		เครื่องที่ 5		เครื่องที่ 6		รวมกำลังไฟฟ้า
	($/MWh)	ปริมาณน้ำ (ล้าน ล.ม.)	กำลังไฟฟ้า (MW)	ปริมาณน้ำ (ล้าน ล.ม.)	กำลังไฟฟ้า (MW)	ปริมาณน้ำ (ล้าน ล.ม.)	กำลังไฟฟ้า (MW)	ปริมาณน้ำ (ล้าน ล.ม.)	กำลังไฟฟ้า (MW)	ปริมาณน้ำ (ล้าน ล.ม.)	กำลังไฟฟ้า (MW)	ปริมาณน้ำ (ล้าน ล.ม.)	กำลังไฟฟ้า (MW)	(MW)
1	38.719010	9956.434	75.376	7397.255	67.147	6656.753	61.386	5837.256	41.363	4277.998	0.344	5598.077	17.737	263.353
2	38.715900	9956.758	74.704	7397.505	67.154	6657.078	61.026	5837.530	41.590	4278.198	33.505	5598.427	0.040	278.019
3	38.804100	9957.082	74.709	7397.754	67.160	6657.402	61.033	5837.805	41.594	4278.398	33.509	5598.776	0.040	278.045
4	38.793170	9957.406	74.713	7398.004	67.167	6657.727	61.041	5838.079	41.599	4278.599	33.513	5599.126	0.040	278.073
5	39.984950	9957.730	74.717	7398.253	67.173	6658.052	61.048	5838.354	41.603	4278.799	33.518	5599.301	18.009	296.068
6	39.966430	9958.055	74.722	7398.503	67.180	6658.376	61.055	5838.628	41.608	4278.999	33.522	5599.650	0.040	278.127
7	39.958310	9958.379	74.726	7398.752	67.186	6658.701	61.063	5838.902	41.612	4279.199	33.526	5600.000	0.040	278.153
8	50.729500	9957.082	448.822	7398.752	134.385	6659.026	61.070	5839.177	41.617	4279.399	33.530	5600.000	36.004	755.428
9	50.720200	9955.785	448.719	7397.754	403.091	6659.351	61.077	5839.451	41.621	4279.600	33.535	5600.000	36.004	1024.047
10	50.709890	9954.488	448.616	7397.255	268.647	6659.675	61.085	5839.726	41.625	4279.800	33.539	5600.000	36.004	889.516
11	50.701740	9954.164	224.226	7396.257	402.856	6660.000	61.092	5838.628	249.582	4280.000	33.543	5600.000	36.004	1007.303
12	50.689790	9954.488	74.675	7396.507	67.128	6659.351	244.587	5838.902	41.612	4279.600	134.361	5599.301	107.895	670.258
13	39.773550	9954.813	74.679	7396.756	67.134	6659.675	61.085	5839.177	41.617	4279.800	33.539	5599.650	0.040	278.094
14	39.742730	9955.137	74.683	7397.006	67.141	6660.000	61.092	5839.451	41.621	4280.000	33.543	5600.000	0.040	278.120
15	50.659280	9955.461	74.687	7397.255	67.147	6659.026	305.735	5838.902	166.397	4280.000	67.156	5600.000	36.004	717.126
16	50.653050	9955.785	74.692	7396.756	268.595	6658.052	305.625	5837.805	249.501	4280.000	67.156	5600.000	36.004	1001.573
17	50.643140	9956.109	74.696	7397.006	67.141	6657.078	305.515	5836.707	249.394	4279.199	201.549	5600.000	36.004	934.299
18	59.587400	9954.813	448.642	7396.008	402.817	6656.104	305.405	5835.609	249.286	4278.398	201.446	5599.126	125.860	1733.456
19	59.600080	9953.516	448.539	7395.010	402.661	6655.129	305.295	5834.512	249.178	4277.598	201.343	5598.252	125.756	1732.772
20	59.347750	9952.200	452.714	7394.000	405.655	6654.155	305.185	5833.400	251.212	4276.797	201.240	5597.378	125.653	1741.659
21	50.611450	9952.200	149.394	7394.000	134.138	6653.181	305.075	5833.400	83.022	4275.996	201.138	5596.504	125.549	998.316
22	50.594750	9952.200	149.394	7394.000	134.138	6652.200	306.249	5833.400	83.022	4275.200	200.218	5595.800	108.040	981.061
23	39.715710	9952.200	149.394	7394.000	134.138	6652.200	121.917	5833.400	83.022	4275.200	66.951	5595.800	35.861	591.283
24	39.577740	9952.000	149.394	7394.000	134.138	6652.200	121.917	5833.400	83.022	4275.200	66.951	5595.800	35.861	591.283
Daily capacity factor :		0.359		0.350		0.414		0.352		0.349		0.300		

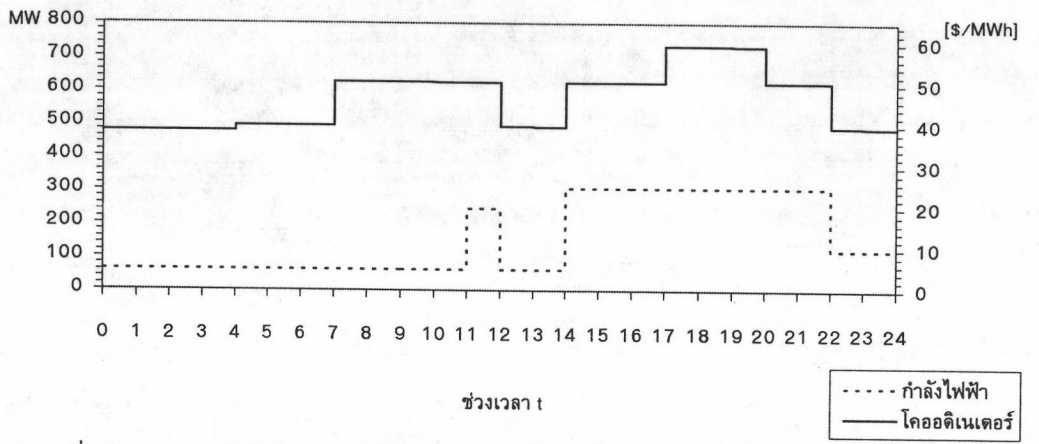
ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 1
ในกรณีส่งออกสูงสุด



ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 2
ในกรณีส่งออกสูงสุด

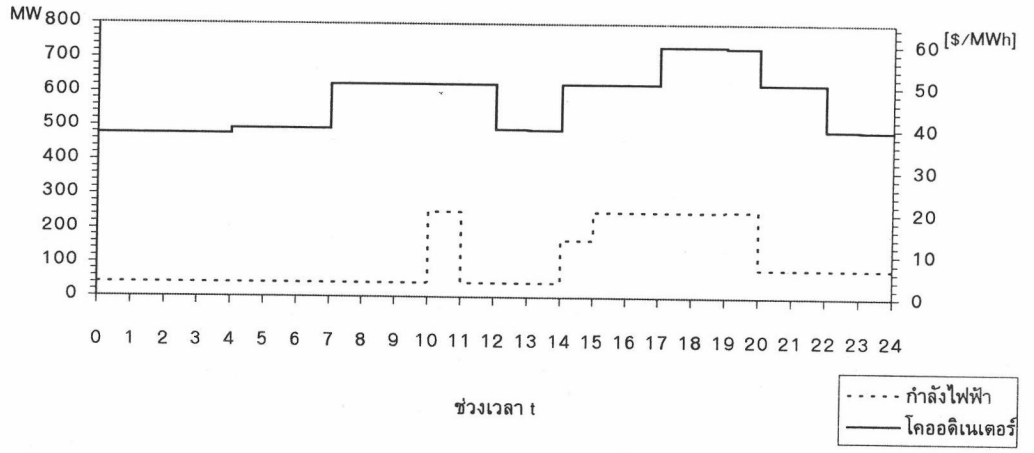


ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 3
ในกรณีส่งออกสูงสุด

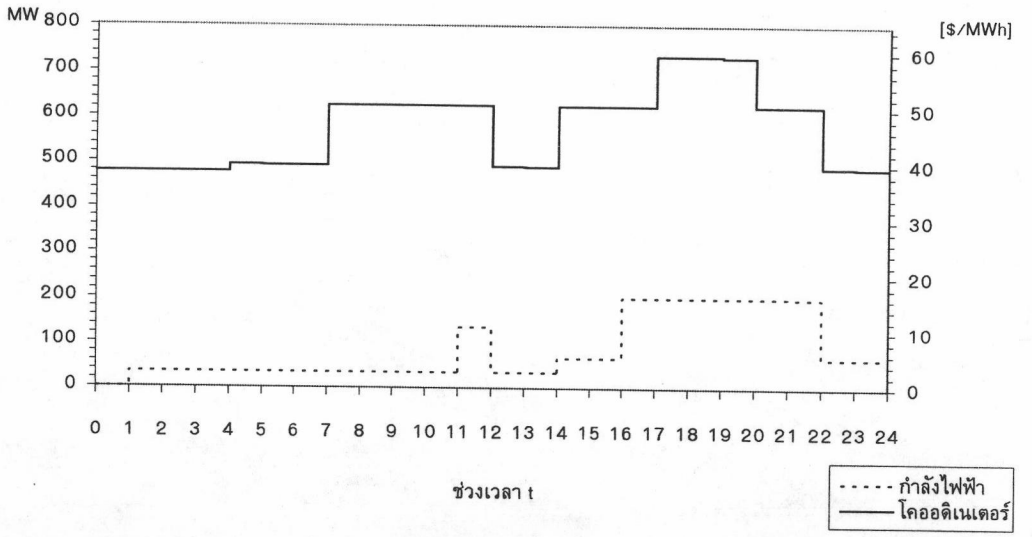


รูปที่ 6.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำกับโคออดิเนเตอร์ในกรณีส่งออกสูงสุด

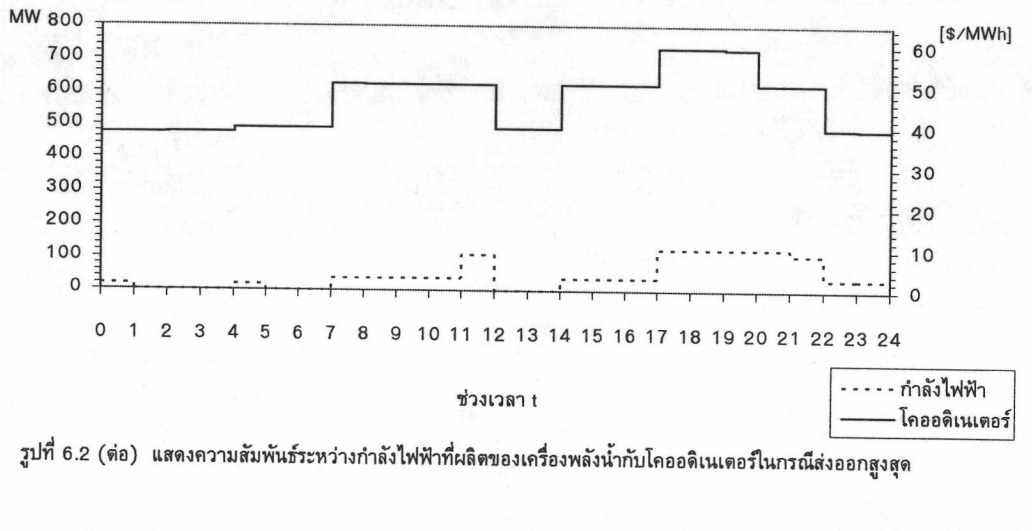
ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 4
ในกรณีส่งออกสูงสุด



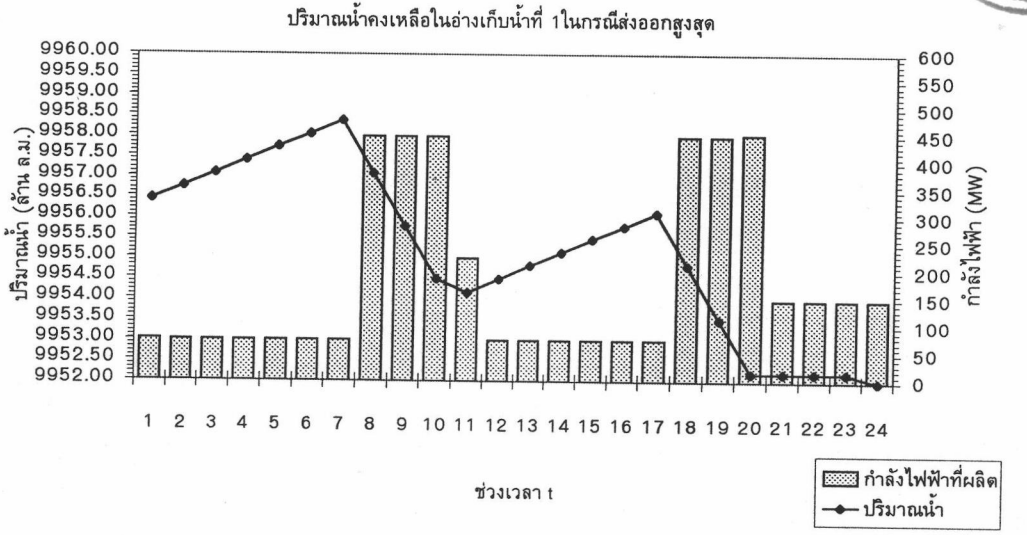
ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 5
ในกรณีส่งออกสูงสุด

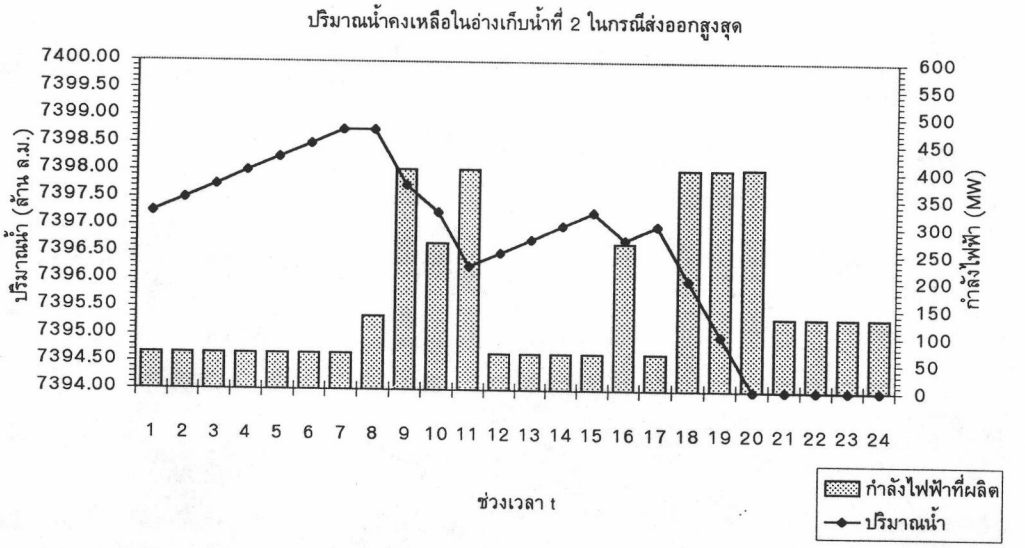


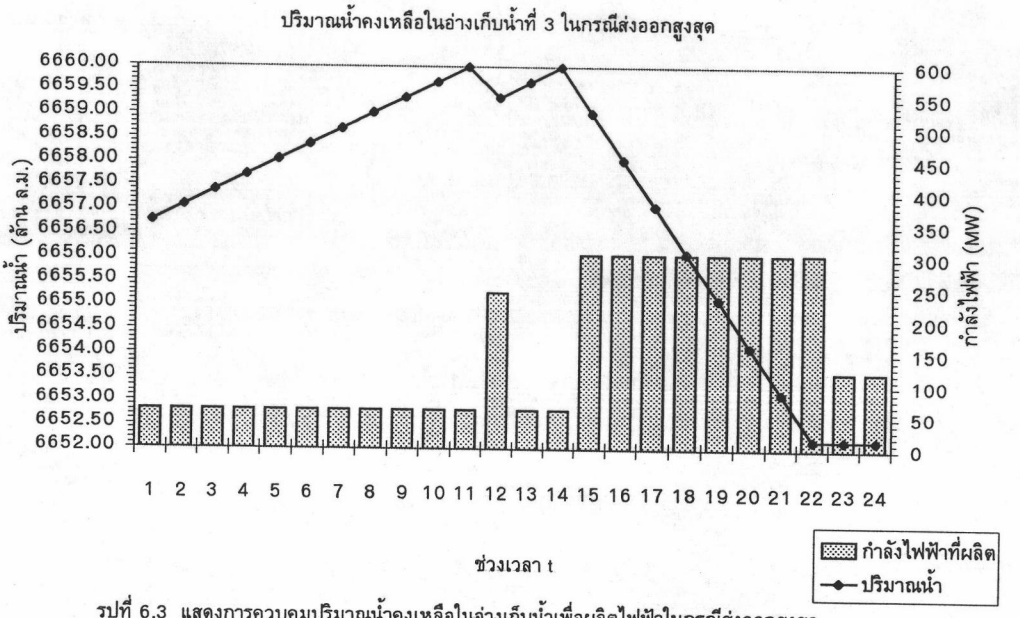
ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 6
ในกรณีส่งออกสูงสุด



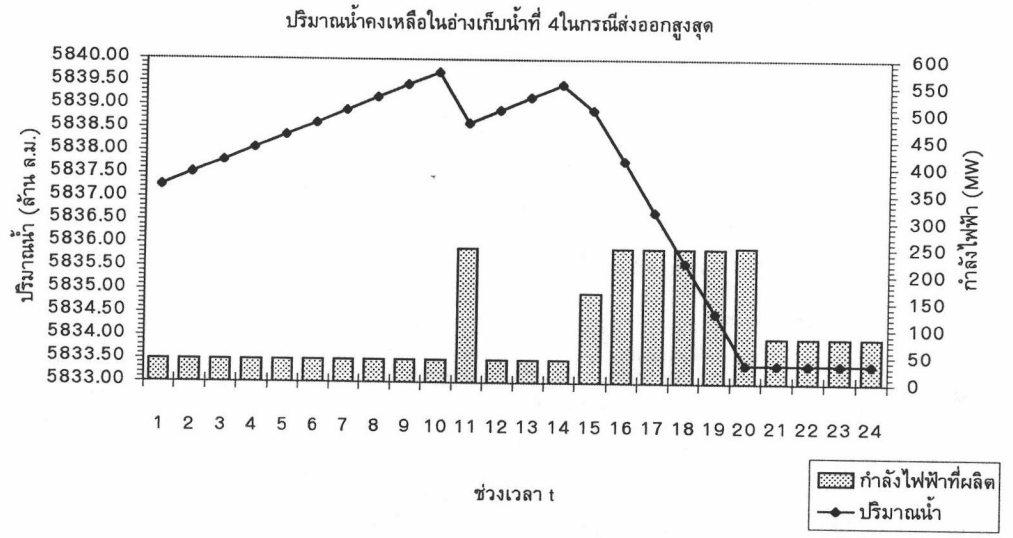
รูปที่ 6.2 (ต่อ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำกับโคออดิเนเตอร์ในกรณีส่งออกสูงสุด

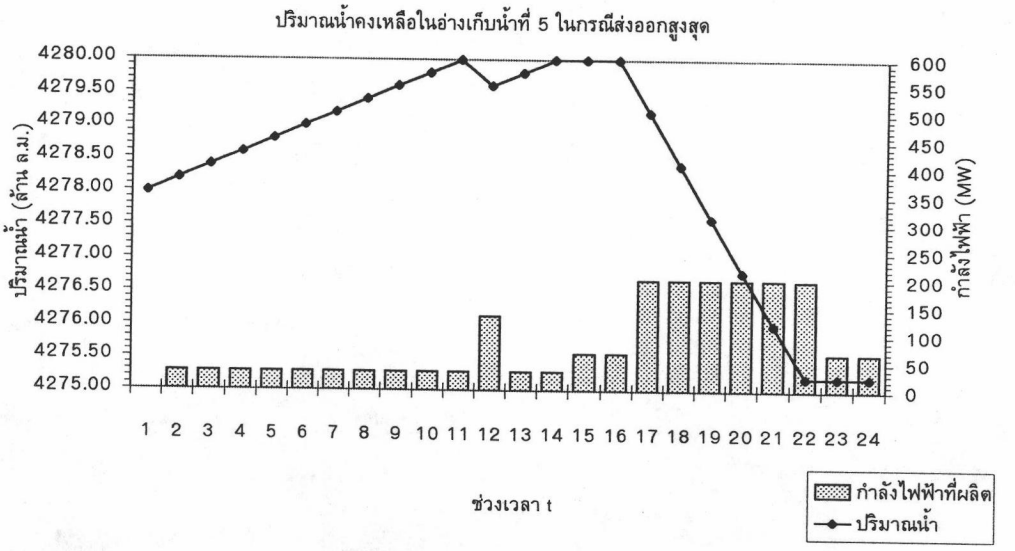


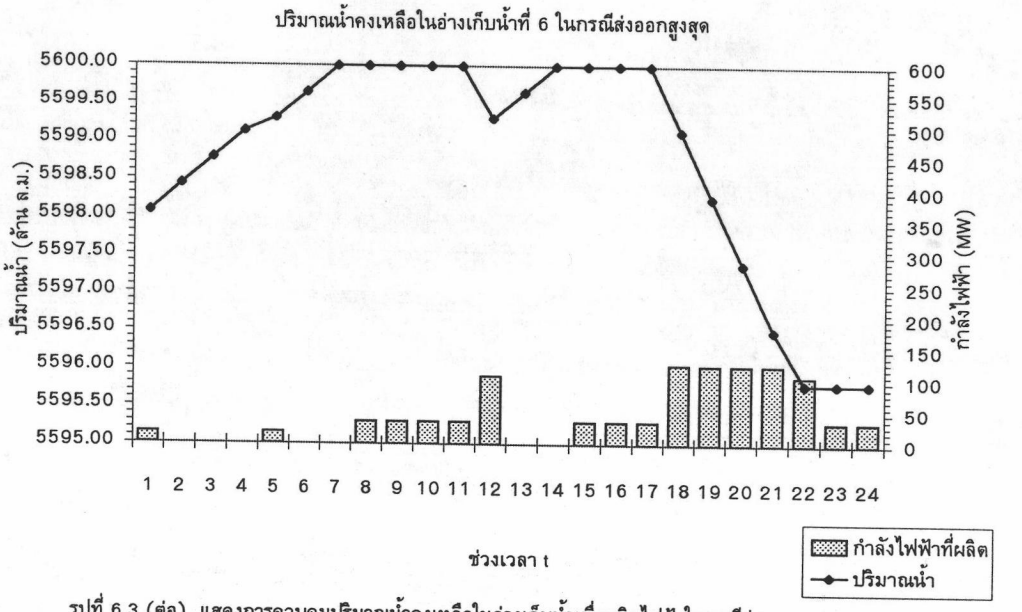




รูปที่ 6.3 แสดงการควบคุมปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าในกรณีส่งออกสูงสุด







รูปที่ 6.3 (ต่อ) แสดงการควบคุมปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าในกรณีส่งออกสูงสุด

6.2.1.3 ผลของระบบพลังความร้อน

.พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนได้แสดงในตารางที่ 6.6

ตารางที่ 6.6 พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนในกรณีส่งออกสูงสุด

	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	เครื่องที่ 5	รวม
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิต [MWh]	4632.615	9600.000	995.517	6243.869	12097.579	33569.580
ค่าใช้จ่ายในการผลิต [$]	152982.49	300206.16	81827.10	397310.55	685591.00	1617917.30
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ [$]	-60869.98	- 147393.67	42344.75	127244.20	144123.90	105449.20

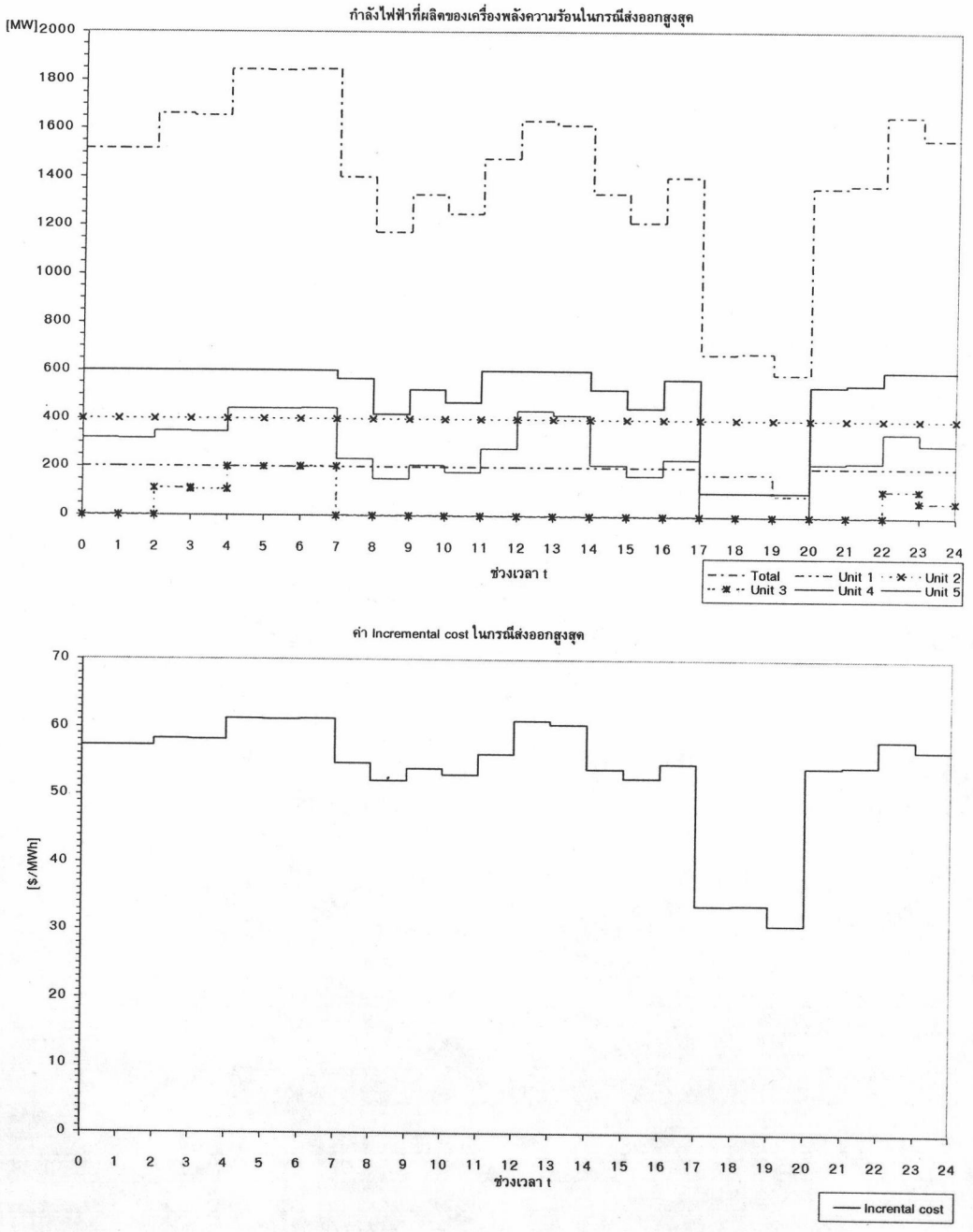
.ค่าชี้สถานะการจ่ายโหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนได้แสดงในตารางที่ 6.7 และรูปที่ 6.4

จากผลการคำนวณจะสังเกตเห็นว่า การออปติไมซ์ปัญหาระบบพลังความร้อนขึ้นอยู่กับค่าของโหลดที่เครื่องพลังความร้อนต้องจ่ายในแต่ละช่วงเวลา เช่น ถ้าโหลดมีค่าสูง เครื่องพลังความร้อนก็ผลิตไฟฟ้ามาก และค่าใช้จ่ายในการผลิตก็สูง ถ้าโหลดมีค่าต่ำ เครื่องพลังความร้อนก็ผลิตไฟฟ้าน้อย และค่าใช้จ่ายในการผลิตก็ต่ำ นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นว่า เครื่องพลังความร้อนแต่ละเครื่องที่ถูกนำต่อเข้าสู่ระบบ ในแต่ละช่วงเวลาได้ร่วมกันจ่ายโหลดอย่างถูกต้องตามเงื่อนไขของการจ่ายโหลดอย่างประหยัด ในตารางที่ 6.7 แสดงให้เห็นว่า สถานภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 วันของแต่ละเครื่องพลังความร้อนยังได้เป็นไปตาม Priority order (Unit 2 1 5 4 3) และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่าโหลดของระบบพลังความร้อน

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนในกรณีนี้มีค่าค่อนข้างสูง (65.30 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตทั้งหมด)และค่าใช้จ่ายในการผลิตก็มีค่าสูงด้วย

ตารางที่ 6.7 ค่าชี้สถานะการจ่ายโหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อน ในกรณีส่งออกสูงสุด

ช่วงเวลา t	Incremental cost	โหลดของระบบพลังความร้อน (MW)	เครื่องที่ 1		เครื่องที่ 2		เครื่องที่ 3		เครื่องที่ 4		เครื่องที่ 5		รวมกำลังไฟฟ้า (MW)
	($/MWh)		UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	
1	57.224370	1516.646	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	316.646	1	600.000	1516.646
2	57.187670	1515.481	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	315.481	1	600.000	1515.481
3	58.225060	1659.955	1	200.000	1	400.000	1	111.540	1	348.414	1	600.000	1659.954
4	58.096660	1651.926	1	200.000	1	400.000	1	107.590	1	344.338	1	600.000	1651.928
5	61.167980	1843.932	1	200.000	1	400.000	1	202.092	1	441.841	1	600.000	1843.933
6	61.135050	1841.874	1	200.000	1	400.000	1	201.079	1	440.795	1	600.000	1841.874
7	61.206600	1846.347	1	200.000	1	400.000	1	203.280	1	443.067	1	600.000	1846.347
8	54.612280	1400.073	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	233.723	1	566.350	1400.073
9	52.035790	1171.954	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	151.930	1	420.024	1171.954
10	53.798080	1327.984	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	207.875	1	520.109	1327.984
11	52.902570	1248.697	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	179.446	1	469.251	1248.697
12	55.983180	1477.243	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	277.244	1	600.000	1477.244
13	60.902310	1633.407	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	433.407	1	600.000	1633.407
14	60.365970	1616.380	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	416.380	1	600.000	1616.380
15	53.858950	1333.374	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	209.808	1	523.566	1333.374
16	52.515500	1214.427	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	167.159	1	447.269	1214.428
17	54.608100	1399.703	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	233.591	1	566.112	1399.703
18	33.666050	671.044	1	171.045	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	100.000	671.045
19	33.756580	673.727	1	173.728	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	100.000	673.728
20	30.858800	587.842	1	87.842	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	100.000	587.842
21	54.127880	1357.185	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	218.345	1	538.839	1357.184
22	54.255000	1368.440	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	222.381	1	546.059	1368.440
23	58.117280	1653.217	1	200.000	1	400.000	1	108.224	1	344.993	1	600.000	1653.217
24	56.605650	1558.717	1	200.000	1	400.000	1	61.712	1	297.005	1	600.000	1558.717
Daily capacity factor :			0.965		1.000		0.138		0.578		0.840		

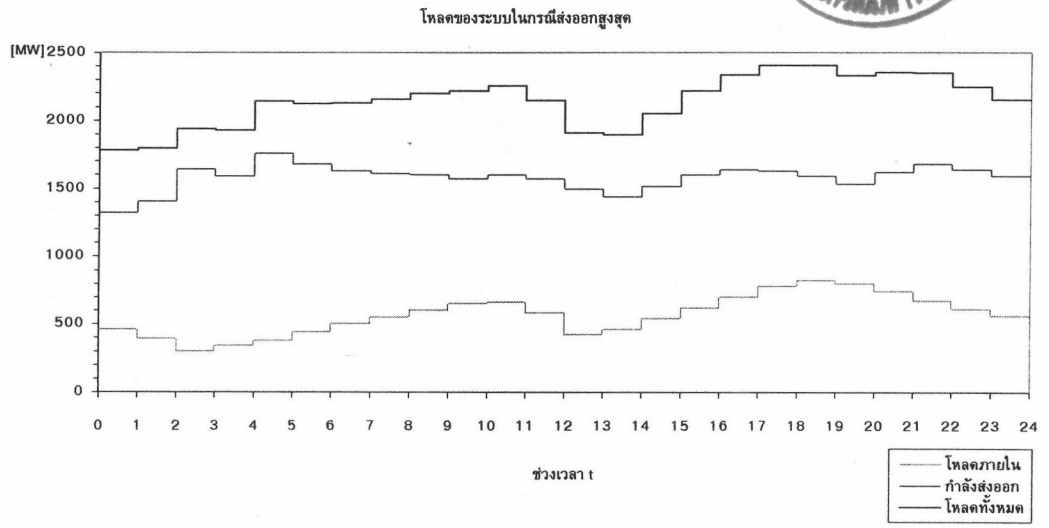


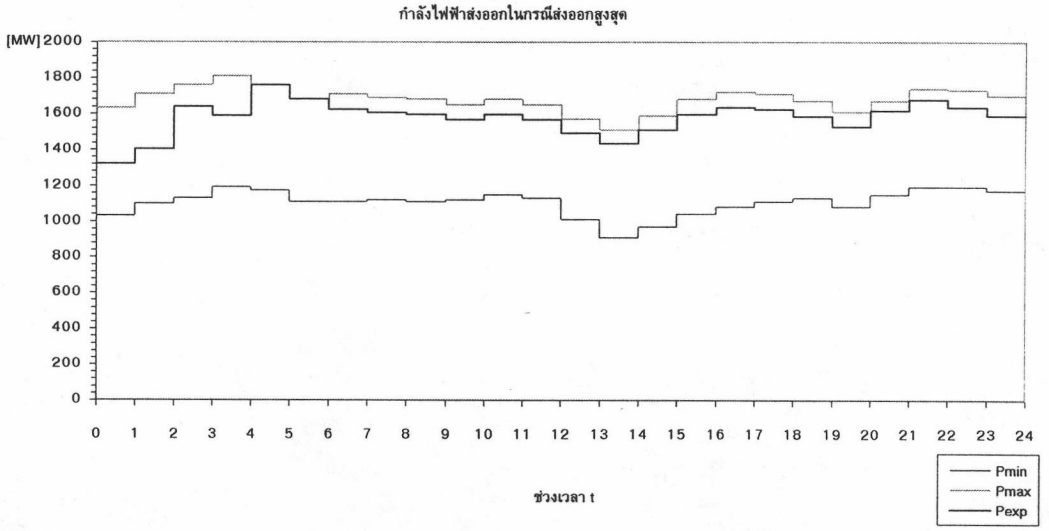
รูปที่ 6.4 แสดงลักษณะการจ่ายโหลดอย่างประหยัดของเครื่องพลังความร้อนในกรณีส่งออกสูงสุด

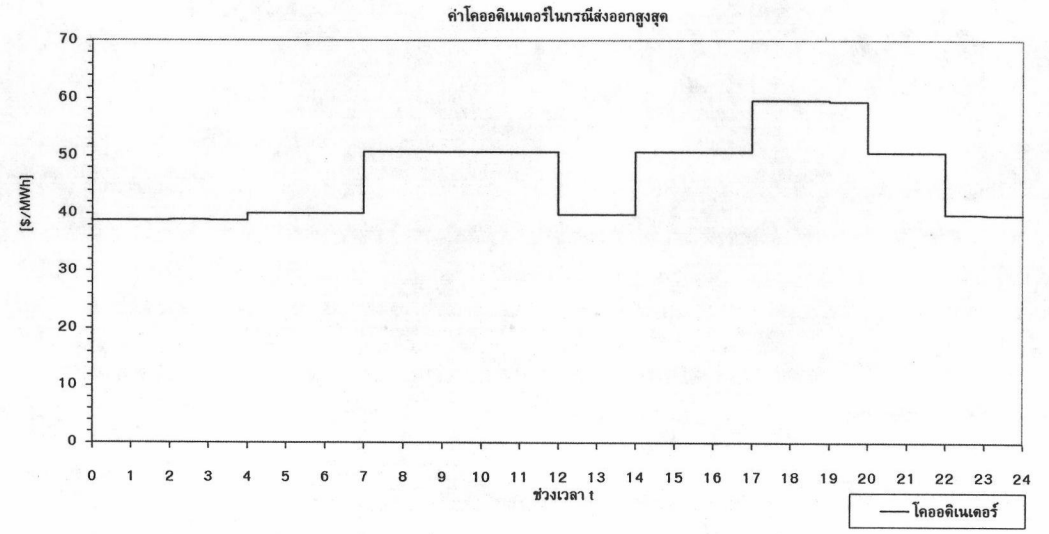
ตารางที่ 6.8 สรุปผลลัพธ์การกำหนดการผลิตในกรณีส่งออกสูงสุด

ช่วงเวลา t	โหลดภายใน (MW)	ค่าโคออดิเนเตอร์ ($/MWh)	Incremental cost ($/MWh)	Pexp (MW)	Phyd (MW)	Pthm (MW)	โหลดทั้งหมด (MW)	รวมกำลังผลิต (MW)
1	460	38.719010	57.224370	1320.000	263.353	1516.646	1780.000	1779.999
2	390	38.715900	57.187670	1403.500	278.019	1515.481	1793.500	1793.500
3	300	38.804100	58.225060	1638.000	278.045	1659.954	1938.000	1937.999
4	340	38.793170	58.096660	1590.000	278.073	1651.928	1930.000	1930.001
5	380	39.984950	61.167980	1760.000	296.068	1843.933	2140.000	2140.001
6	440	39.966430	61.135050	1680.000	278.127	1841.874	2120.000	2120.001
7	500	39.958310	61.206600	1624.500	278.153	1846.347	2124.500	2124.500
8	550	50.729500	54.612280	1605.500	755.428	1400.073	2155.500	2155.501
9	600	50.720200	52.035790	1596.000	1024.047	1171.954	2196.000	2196.001
10	650	50.709890	53.798080	1567.500	889.516	1327.984	2217.500	2217.500
11	660	50.701740	52.902570	1596.000	1007.303	1248.697	2256.000	2256.000
12	580	50.689790	55.983180	1567.500	670.258	1477.244	2147.500	2147.502
13	420	39.773550	60.902310	1491.500	278.094	1633.407	1911.500	1911.501
14	460	39.742730	60.365970	1434.500	278.120	1616.380	1894.500	1894.500
15	540	50.659280	53.858950	1510.500	717.126	1333.374	2050.500	2050.500
16	620	50.653050	52.515500	1596.000	1001.573	1214.428	2216.000	2216.001
17	700	50.643140	54.608100	1634.000	934.299	1399.703	2334.000	2334.002
18	780	59.587400	33.666050	1624.500	1733.456	671.045	2404.500	2404.501
19	820	59.600080	33.756580	1586.500	1732.772	673.728	2406.500	2406.500
20	800	59.347750	30.858800	1529.500	1741.659	587.842	2329.500	2329.501
21	740	50.611450	54.127880	1615.500	998.316	1357.184	2355.500	2355.500
22	670	50.594750	54.255000	1679.500	981.061	1368.440	2349.500	2349.501
23	610	39.715710	58.117280	1634.500	591.283	1653.217	2244.500	2244.500
24	560	39.577740	56.605650	1590.000	591.283	1558.717	2150.000	2150.000

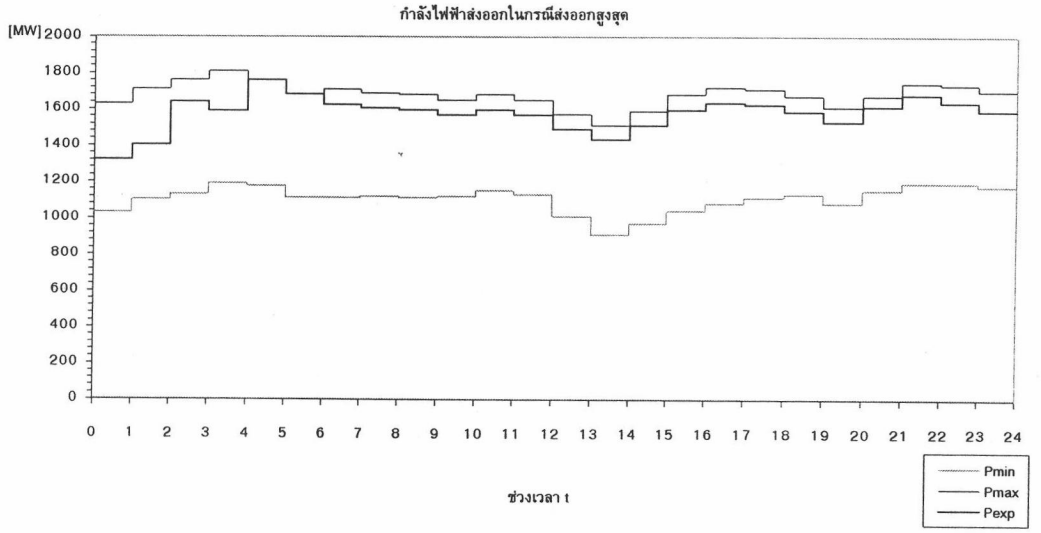
- Energy Demand = 51445.000 MWh
- Total Generation = 51445.012 MWh
  Hydro Gen. = 17875.432 MWh or 34.70%
  Thermal Gen. = 33569.580 MWh or 65.30%
- Average load = 2143.542 MW
- Peak load = 2406.500 MW
- Load factor = 0.891

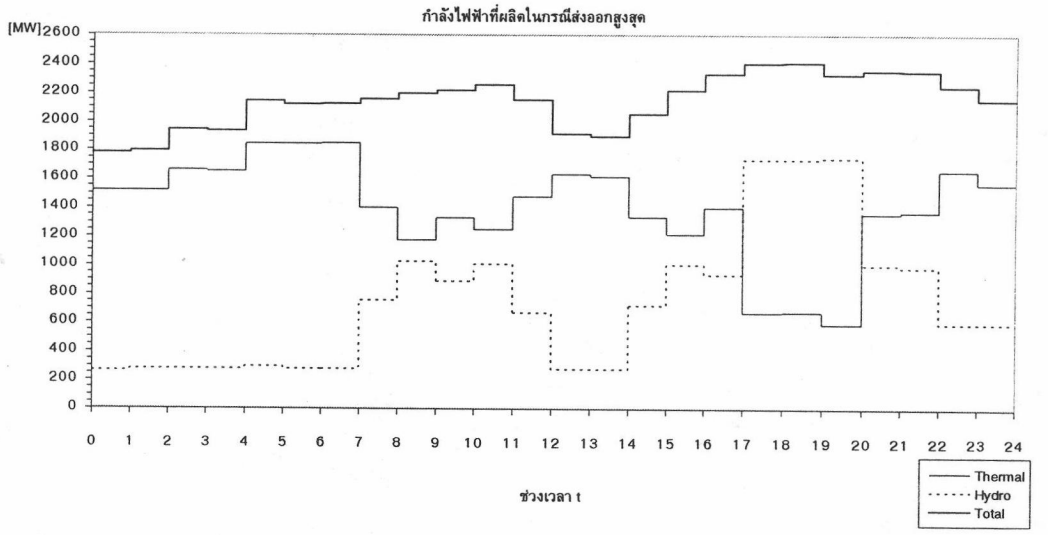


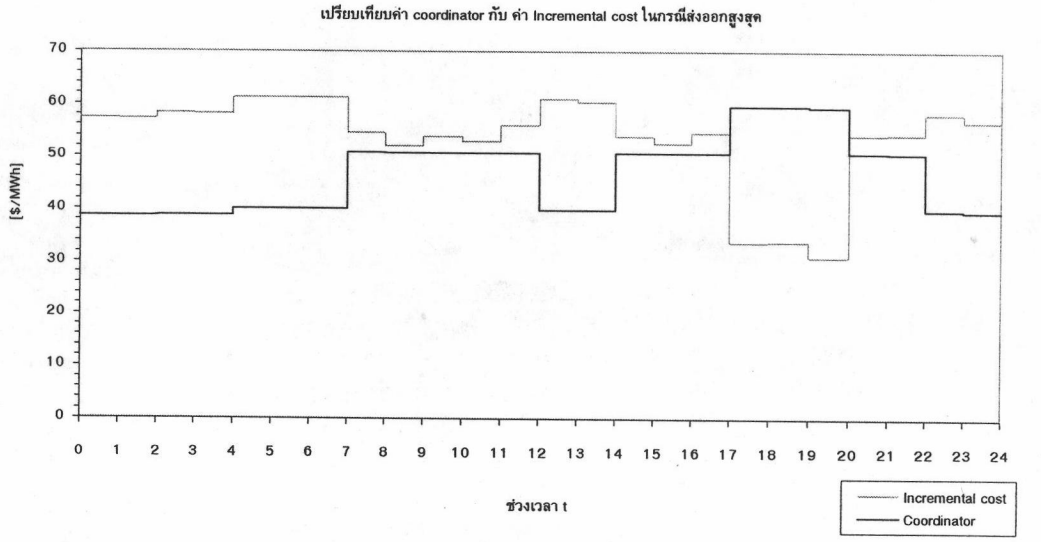




รูปที่ 6.5 แสดงกำลังไฟฟ้าส่งออกและโหลดทั้งหมดที่สัมพันธ์กับโคออดิเนเตอร์ในกรณีส่งออกสูงสุด







รูปที่ 6.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบย่อยต่างๆในกรณีส่งออกสูงสุด

ตารางที่ 6.9 สรุปค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายและค่าพลังงานไฟฟ้าในกรณีส่งออกสูงสุด

	ส่วนของระบบการส่งออก	ส่วนของระบบพลังน้ำ	ส่วนของระบบพลังความร้อน	ส่วนของพจน์ ($\lambda_t.L_t$)	กำไร
พลังงานไฟฟ้า [MWh]	37875.000	17875.432	33569.580	-	-
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิม [$]	1667888.38	-	1617917.30	-	49971.08
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ [$]	100645.30	-910490.34	105449.20	654424.80	49971.04

ตารางที่ 6.8-6.9 และรูปที่ 6.5-6.6 แสดงการสรุปผลลัพธ์ทั้งหมดในกรณีส่งออกสูงสุด

6.2.1.4 การวิเคราะห์ผลในกรณีส่งออกสูงสุด

จากผลของการคำนวณดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.1-6.9 และรูปที่ 6.1-6.6 ได้แสดงให้เห็นว่า การส่งออกสามารถกระทำได้อย่างเต็มที่ตามเงื่อนไขในสัญญา ผลดังกล่าวทำให้ดูเหมือนว่าโหลดของระบบโดยรวมมีค่าสูงขึ้น การจ่ายโหลดที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาจะมีโคออดิเนเตอร์เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างระบบพลังน้ำและพลังความร้อน ซึ่งค่าโคออดิเนเตอร์นี้จะเป็นค่าชี้บอกถึงราคาค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนโดยรวมของระบบ โดยในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าต่ำซึ่งหมายความว่าเป็นช่วงที่ค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนมีค่าต่ำ ดังนั้นเครื่องพลังน้ำจะผลิตไฟฟ้าเป็นปริมาณน้อย ส่วนเครื่องพลังความร้อนก็ผลิตไฟฟ้าในปริมาณมาก ในทางกลับกัน ในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าสูงโดยเฉพาะในช่วงโหลดสูงสุดซึ่งเป็นช่วงที่ค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนมีค่าสูง เครื่องพลังน้ำจะเพิ่มกำลังการผลิตมากขึ้น ส่งผลให้เครื่องพลังความร้อนก็ผลิตไฟฟ้าน้อยลง ดังแสดงผลการคำนวณไว้ในตารางที่ 6.8 และรูปที่ 6.5- 6.6)

อย่างไรก็ดีแม้ว่าเครื่องพลังน้ำและเครื่องพลังความร้อนได้ร่วมกันจ่ายโหลดได้อย่างเหมาะสม แต่เนื่องจากผลรวมของโหลดในระบบผู้ผลิตมีค่าสูงเกินไปอีกทั้งเครื่องพลังน้ำมีกำลังการผลิตที่จำกัด ทำให้เครื่องพลังความร้อนต้องทำการผลิตไฟฟ้ามาก ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตสูง ดังนั้นในกรณีส่งออกสูงสุดนี้ ถึงแม้ว่ารายรับจากการส่งออกมีค่าสูงก็ตาม แต่เมื่อค่าใช้จ่ายในการผลิตมีค่าสูงด้วย จึงทำให้กำไรจากการส่งออกมีค่าต่ำ

จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ถึงแม้ว่าในการผลิตจะมีการเกี่ยวโยงซึ่งกันและกันระหว่างระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำและพลังความร้อนก็ตาม แต่ถ้าไม่มีการเกี่ยวโยงระหว่างการส่งออกกับระบบผลิตแล้ว (ถ้า λ_t=0 ในสมการ (5.12)) เราจะไม่สามารถพิจารณาถึงความเหมาะสมหรือผลกระทบจากการส่งออกต่อระบบโดยรวมได้ การส่งออกจะมีมากเกินไป โหลดของระบบจะมีค่าสูงและกำไรจากการส่งออกก็จะมีค่าต่ำได้ในที่สุด การส่งออกกำลังไฟฟ้าในปริมาณมากเพื่อรายรับที่สูงอย่างเดียวจึงไม่ใช้วิธีการที่ดี

ในการออปติไมซ์ปัญหาการกำหนดการผลิตด้วยวิธีดีคอมโพสและโคออดิเนทในกรณีส่งออกสูงสุดนี้ โคออดิเนเตอร์และ Incremental cost ไม่ได้ลู่เข้าหากันหมดทุกช่วงเวลา ทั้งนี้เพราะว่าค่าโคออดิเนเตอร์เป็นค่าที่คำนวณได้ก่อนที่จะมีการทำยูนิตคอมมิตเมนท์และการจ่ายโหลดอย่างประหยัดในระบบพลังความร้อน ส่วนค่า Incremental cost เป็นค่าที่ได้หลังการจ่ายโหลดอย่างประหยัด การปรับค่าโคออดิเนเตอร์ในขั้นตอนการคำนวณซ้ำแต่ละรอบทำให้มีการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำ ซึ่งส่งผลให้โหลดของระบบพลังความร้อนเปลี่ยนตามด้วย เมื่อโหลดของระบบพลังความร้อนมีการเปลี่ยนแปลง ผลของการทำยูนิตคอมมิตเมนท์และการจ่ายโหลดอย่างประหยัดก็เปลี่ยน จึงทำให้ค่า Incremental cost เปลี่ยนแปลงไปจากค่าโคออดิเนเตอร์เดิม ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า จะมีเพียงเฉพาะกรณีที่โหลดของระบบพลังความร้อนมีค่าคงที่หรือเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่จะทำให้โคออดิเนเตอร์และ Incremental cost มีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

อย่างไรก็ดี แม้ว่าในการคำนวณเราจะไม่สามารถปรับค่าโคออดิเนเตอร์ให้เท่ากับค่า Incremental cost ได้หมดทุกช่วงเวลา แต่การปรับค่าโคออดิเนเตอร์แต่ละครั้งได้ทำให้ฟังค์ชั่นเป้าหมาย(กำไร)มีค่าดีขึ้น และด้วยค่า Incremental cost ที่ได้จากการจ่ายโหลดอย่างประหยัด ได้ทำให้โหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตมีความสมดุลกันในแต่ละช่วง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลดีของการใช้เทคนิค Regula Falsi อยู่ในวิทยานิพนธ์นี้ ในการปรับค่า Incremental cost ในการจ่ายโหลดอย่างประหยัด

เมื่อโหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตมีความสมดุล ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่จึงได้เท่ากับหรือใกล้เคียงมากกับค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิม ซึ่งจากผลลัพธ์ก็เห็นได้ว่า ค่าผิดพลาดระหว่างฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิมและฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และค่ากำไรที่ได้ก็ถือว่าเป็นค่าสูงสุดในกรณีส่งออกสูงสุดนี้

6.2.2 ผลและการวิเคราะห์กรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ในการพิจารณาปัญหาดักล่าว ได้กำหนดขั้นตอนการคำนวณซ้ำสูงสุดจำนวน 200 รอบ และค่าผิดพลาดระหว่างค่าโคออดิเนเตอร์เก่า (λ_{beg}^{n})และใหม่ (λ_{end}^{n}) เท่ากับ 0.01 (โคออดิเนเตอร์ใหม่ในที่นี้จะมีค่าเท่ากับค่า Incremental cost เพราะระยะช่วงเวลามี 1 ชั่วโมง) เช่นเดียวกันกับกรณีผ่านมา

หลังจากการออปติไมซ์ปัญหาเป็นจำนวน 200 รอบ พบว่า โดยส่วนใหญ่แล้วค่าผิดพลาดระหว่างโคออดิเนเตอร์เก่าและใหม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด คือต่ำกว่า 0.01 จะมีเพียงบางช่วงเวลาเท่านั้นที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไข ทำให้การคำนวณหยุด ณ ขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบสุดท้าย และผลกำไรจากการส่งออกมีดังแสดงในตารางที่ 6.10

ตารางที่ 6.10 กำไรที่ได้จากการส่งออกในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ขั้นตอนการคำนวณซ้ำ	ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิม (PF)	ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ (DF)	ค่าผิดพลาดระหว่าง (PF) และ (DF)		กำไร
	[$]	[$]	[$]	%	[$]
26	-188644.90	-188645.23	0.33	0.000175	188644.90
172	-188644.90	-188644.90	0	0	188644.90
200	-188644.90	-188645.11	0.21	0.000111	188644.90

จากตารางที่ 6.10 สังเกตเห็นว่า ค่าผิดพลาดระหว่างค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิมและฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่มีค่าต่ำมาก (ต่ำกว่า 0.0005%) การคำนวณได้เริ่มพบจุดที่มีกำไรสูงสุด ณ ที่ขั้นตอนการคำนวณซ้ำในรอบที่ 26 เป็นต้นมา แต่เนื่องจากค่าผิดพลาดระหว่างโคออดิเนเตอร์เก่าและใหม่ยังไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดหมดทุกช่วงเวลา การคำนวณจึงได้ดำเนินต่อไปถึงขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบสุดท้าย โดยจุดกำไรสูงสุดได้อยู่ที่เดิม ในขณะที่ค่าโคออดิเนเตอร์เก่าได้ลู่เข้าหาค่าโคออดิเนเตอร์ใหม่ และเนื่องจากขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบสุดท้ายมีค่าผิดพลาดระหว่างโคออดิเนเตอร์เก่าและใหม่ค่อนข้างต่ำในหลายช่วง คำตอบของการออปติไมซ์ปัญหาการกำหนดการผลิตในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุดนี้จึงเลือกเอาผลลัพธ์ของขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบสุดท้าย(รอบที่ 200) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

6.2.2.1 ผลของระบบการส่งออก

. พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออกแสดงไว้ในตารางที่ 6.11

ตารางที่ 6.11 พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออกในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

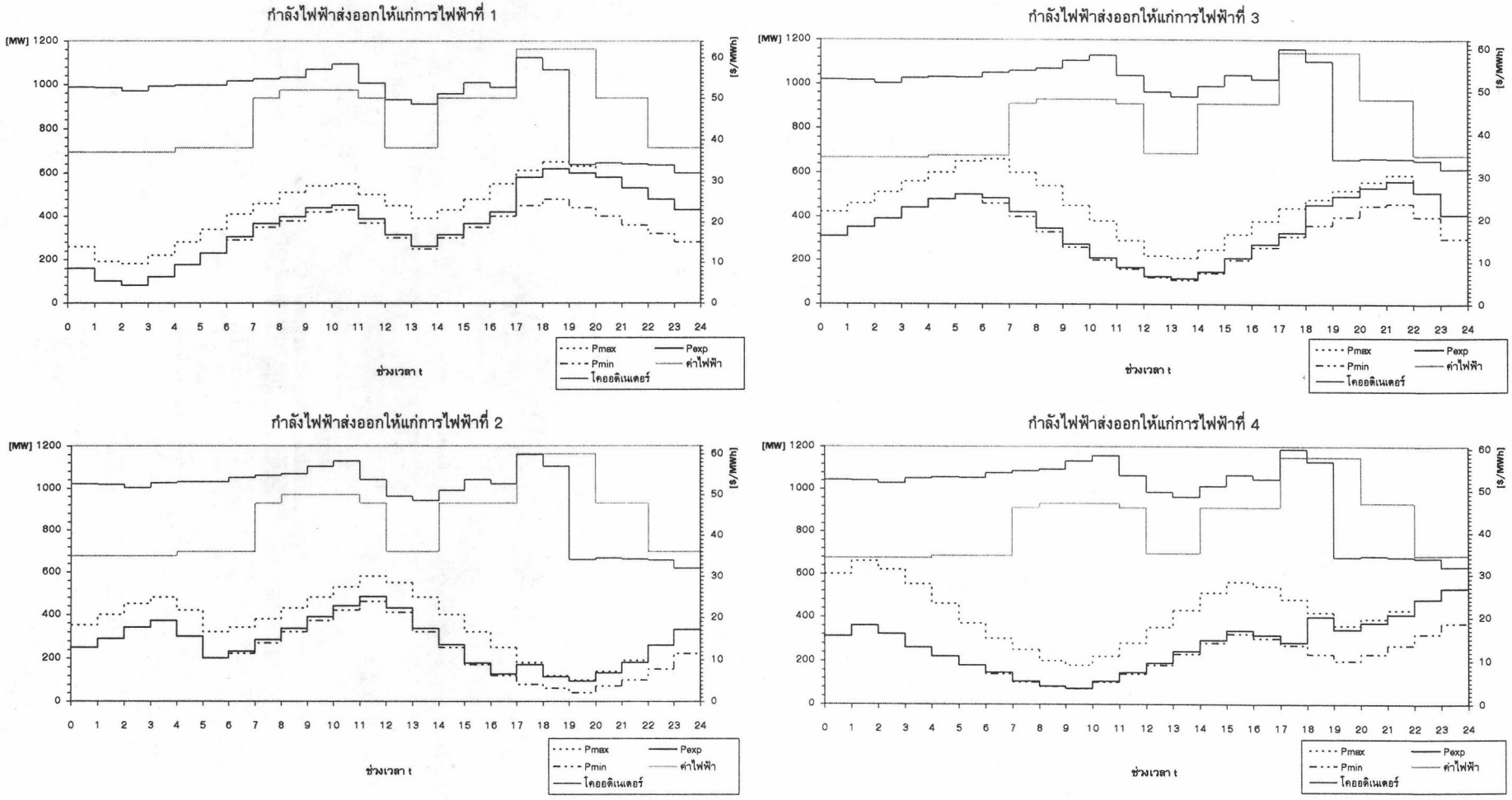
	การไฟฟ้าที่ 1	การไฟฟ้าที่ 2	การไฟฟ้าที่ 3	การไฟฟ้าที่ 4	รวม
พลังงานไฟฟ้าส่งออก [MWh]	8712.500	6530.000	8530.000	6500.500	30273.000
รายรับจากการส่งออก [$]	427410.00	279031.00	368139.80	274717.50	1349298.30
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ [$]	-5930.38	51009.34	42550.92	30749.56	118379.44

. กำลังไฟฟ้าที่ส่งออกได้แสดงในตารางที่ 6.12 และรูปที่ 6.7

จากผลการคำนวณสังเกตเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณาค่าโคออดิเนเตอร์ตามปกติในฟังค์ชั่นเป้าหมายของการมินิไมซ์ปัญหาการส่งออก(สมการ 5.12) สัมประสิทธิ์ของตัวแปรตัดสิน ($\lambda_t - r_{mt}.I_t$) จะมีค่าทั้งบวกและลบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าโคออดิเนเตอร์ กล่าวคือ สัมประสิทธิ์จะมีค่าเป็นลบ ถ้าโคออดิเนเตอร์มีค่าน้อยกว่าค่าไฟฟ้าส่งออก และมีค่าเป็นบวก ถ้าโคออดิเนเตอร์มีค่ามากกว่าค่าไฟฟ้าส่งออก การมินิไมซ์ฟังค์ชั่นเป้าหมายลักษณะเช่นนี้จะได้ตัวแปรตัดสิน(กำลังไฟฟ้าส่งออก)ที่มีค่าเท่ากับหรือเอียงไปทางขีดจำกัดสูงสุดในช่วงที่สัมประสิทธิ์มีค่าเป็นลบ และตัวแปรตัดสินที่มีค่าเท่ากับหรือเอียงไปทางขีดจำกัดต่ำสุดในช่วงที่สัมประสิทธิ์มีค่าเป็นบวก ด้วยเหตุนี้กำลังไฟฟ้าส่งออกให้แต่ละการไฟฟ้าจึงมีค่าเท่ากับหรือโน้มไปทางขีดจำกัดสูงสุดในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าน้อยกว่าค่าไฟฟ้าส่งออก และมีค่าเท่ากับหรือโน้มไปทางขีดจำกัดต่ำสุดในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าสูงกว่าค่าไฟฟ้าส่งออก นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นว่า โคออดิเนเตอร์มีค่าสูงกว่าค่าไฟฟ้าส่งออกเป็นส่วนมาก แม้ในช่วงที่ค่าไฟฟ้ามีราคาแพง กำลังไฟฟ้าส่งออกจึงมีค่าโน้มไปทางขีดจำกัดต่ำสุดเป็นส่วนมาก ดังนั้นปริมาณพลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออกจึงมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับกรณีส่งออกสูงสุด (ดูตารางที่ 6.12 และรูปที่ 6.7)

ตารางที่ 6.12 กำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ช่วงเวลา t	โคออดิเนเตอร์	การไฟฟ้าที่ 1				การไฟฟ้าที่ 2				การไฟฟ้าที่ 3				การไฟฟ้าที่ 4				รวมกำลังไฟฟ้าส่งออกทั้งหมด (MW)
	($/MWh)	ค่าไฟฟ้า ($/MWh)	Pmax (MW)	Pexp (MW)	Pmin (MW)	ค่าไฟฟ้า ($/MWh)	Pmax (MW)	Pexp (MW)	Pmin (MW)	ค่าไฟฟ้า ($/MWh)	Pmax (MW)	Pexp (MW)	Pmin (MW)	ค่าไฟฟ้า ($/MWh)	Pmax (MW)	Pexp (MW)	Pmin (MW)	
1	52.653340	37.00	260	160.000	160	35.00	350	250.000	250	34.50	420	310.000	310	34.00	600	310.000	310	1030.000
2	52.487710	37.00	190	100.000	100	35.00	400	290.000	290	34.50	460	350.000	350	34.00	660	360.000	360	1100.000
3	51.809740	37.00	180	80.000	80	35.00	450	340.000	340	34.50	510	390.000	390	34.00	620	320.000	320	1130.000
4	52.938880	37.00	220	120.000	120	35.00	480	370.000	370	34.50	560	440.000	440	34.00	550	260.000	260	1190.000
5	53.220940	38.00	280	175.000	175	36.00	420	300.000	300	35.00	600	480.000	480	34.50	460	220.000	220	1175.000
6	53.164170	38.00	340	230.000	230	36.00	320	200.000	200	35.00	650	500.000	500	34.50	370	180.000	180	1110.000
7	54.265290	38.00	410	304.500	290	36.00	340	231.000	220	35.00	660	483.000	460	34.50	300	147.000	140	1165.500
8	54.745320	50.00	460	367.500	350	48.00	380	283.500	270	47.00	600	420.000	400	46.00	250	105.000	100	1176.000
9	55.191170	52.00	510	399.000	380	50.00	430	336.000	320	48.00	540	346.500	330	47.00	200	84.000	80	1165.500
10	57.071740	52.00	540	441.000	420	50.00	480	388.500	370	48.00	450	273.000	260	47.00	180	73.500	70	1176.000
11	58.378120	52.00	550	451.500	430	50.00	530	441.000	420	48.00	380	210.000	200	47.00	220	105.000	100	1207.500
12	53.661180	50.00	500	388.500	370	48.00	580	483.000	460	47.00	290	168.000	160	46.00	280	147.000	140	1186.500
13	49.707140	38.00	450	315.000	300	36.00	550	430.500	410	35.50	220	126.000	120	35.00	350	189.000	180	1060.500
14	48.562630	38.00	390	262.500	250	36.00	480	336.000	320	35.50	210	115.500	110	35.00	430	241.500	230	955.500
15	51.080660	50.00	430	315.000	300	48.00	400	262.500	250	47.00	250	147.000	140	46.00	510	294.000	280	1018.500
16	53.783490	50.00	480	367.500	350	48.00	320	178.500	170	47.00	320	210.000	200	46.00	560	336.000	320	1092.000
17	52.701200	50.00	550	420.000	400	48.00	250	126.000	120	47.00	380	273.000	260	46.00	540	315.000	300	1134.000
18	59.911420	62.00	610	579.500	450	60.00	180	171.000	80	59.00	440	325.500	310	58.00	480	283.500	270	1359.500
19	56.978790	62.00	650	617.500	480	60.00	120	114.000	60	59.00	480	456.000	360	58.00	420	399.000	230	1586.500
20	34.079010	62.00	630	598.500	440	60.00	100	95.000	40	59.00	520	494.000	400	58.00	360	342.000	200	1529.500
21	34.372330	50.00	580	580.000	400	48.00	140	133.000	70	48.00	560	532.000	450	47.00	390	370.500	230	1615.500
22	34.192930	50.00	530	530.000	360	48.00	190	180.500	100	48.00	590	560.500	460	47.00	430	408.500	270	1679.500
23	33.895360	38.00	480	480.000	320	36.00	260	260.000	150	35.00	510	510.000	400	34.50	480	480.000	320	1730.000
24	31.875910	38.00	430	430.000	280	36.00	330	330.000	220	35.00	410	410.000	300	34.50	530	530.000	370	1700.000



รูปที่ 6.7 แสดงลักษณะกำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

6.2.2.2 ผลของระบบพลังน้ำ

.พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายเทียม($\lambda_t.P_R$) ในการผลิตของเครื่องพลังน้ำได้แสดงในตารางที่ 6.13

ตารางที่ 6.13 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายเทียมของเครื่องพลังน้ำในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	เครื่องที่ 5	เครื่องที่ 6	รวม
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิต [MWh]	4491.397	4033.418	3727.405	2538.308	2012.610	1078.888	17882.026
ค่าใช้จ่ายเทียม [$] ($\lambda_t.P_R$)	197086.80	177014.30	171072.63	111807.20	88389.40	45957.67	791327.90

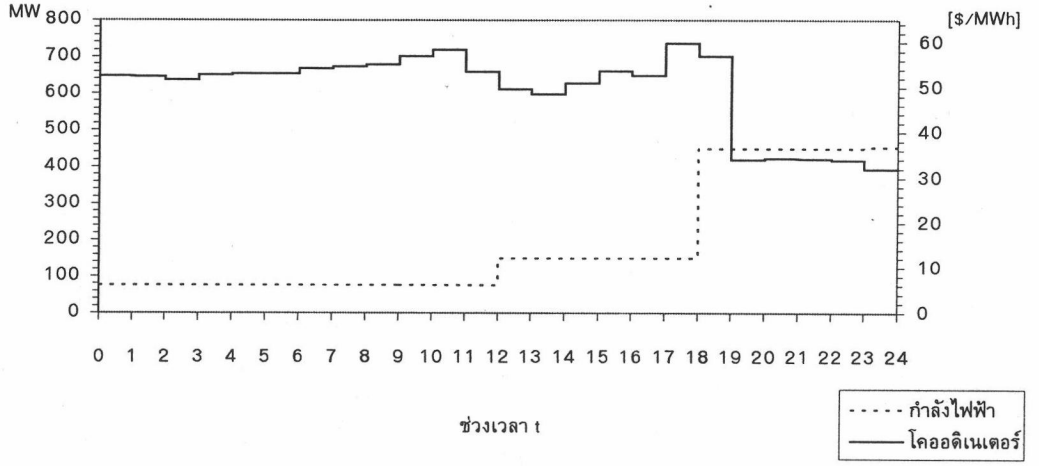
.กำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำและปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาต่าง ๆได้แสดงในตารางที่ 6.14 และรูปที่ 6.8-6.9

จะสังเกตเห็นได้ว่า เมื่อกำหนดให้โคออดิเนเตอร์มีค่าเท่ากับหนึ่งในสมการเป้าหมายของการออปติไมซ์ปัญหาพลังน้ำ(สมการ 5.14) ฟังค์ชั่นเป้าหมายก็จะประกอบด้วยฟังค์ชั่นการผลิตกำลังไฟฟ้าของเครื่องพลังน้ำ(สมการ 4.14)เท่านั้น และเพื่อให้ฟังค์ชั่นเป้าหมายดังกล่าวมีค่าดีที่สุด ต้องทำให้หัวน้ำหรือปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างมีค่าสูงในหลายช่วงเวลาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ด้วยเหตุนี้การผลิตของเครื่องพลังน้ำจึงได้มีการเพิ่มความสูงของหัวน้ำหรือปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างให้ได้หลายช่วงเวลาเสมอ โดยในช่วงแรกการผลิตได้เน้นที่การเพิ่มความสูงของหัวน้ำเป็นหลักด้วยการเก็บกักน้ำไว้ในอ่างให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ ซึ่งสังเกตได้จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำคงเหลือในอ่าง ในช่วงกลางการผลิตได้รักษาค่าสูงสุดของหัวน้ำให้คงที่ด้วยการควบคุมปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างที่ขีดจำกัดสูงสุด และในช่วงท้ายการผลิตได้เน้นที่การเพิ่มปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างเป็นหลักด้วยการปล่อยน้ำจากอ่างให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้เพื่อผลิตไฟฟ้า ในขณะที่ความสูงของหัวน้ำลดลงอย่างช้า ๆจากค่าสูงสุดถึงค่าต่ำสุดซึ่งสังเกตได้จากการลดลงของปริมาณน้ำคงเหลือในอ่าง เนื่องจากอัตราการเพิ่มของความสูงของหัวน้ำมีค่าค่อนข้างน้อย ส่วนอัตราการเพิ่มของปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างมีค่าค่อนข้างมาก กำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำจึงมีค่าต่ำในช่วงแรก มีค่าสูงขึ้นในช่วงกลาง และมีค่าสูงมากในช่วงท้าย(ดูตารางที่ 6.14 และรูปที่ 6.8) และรูปที่ 6.9 แสดงให้เห็นว่า เครื่องพลังน้ำได้ผลิตไฟฟ้าอย่างเต็มกำลังการผลิตตามขีดจำกัดที่กำหนดโดยไม่มีการควบคุมให้เพิ่มหรือลดกำลังการผลิตตามการเปลี่ยนแปลงใด ๆของค่าโคออดิเนเตอร์ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำในกรณีนี้จึงมีค่าสูงเมื่อเทียบกับอีก 3 กรณี (40.80% ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตทั้งหมด) ซึ่งผลปรากฏเช่นนี้เป็นสิ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุดดังกล่าว

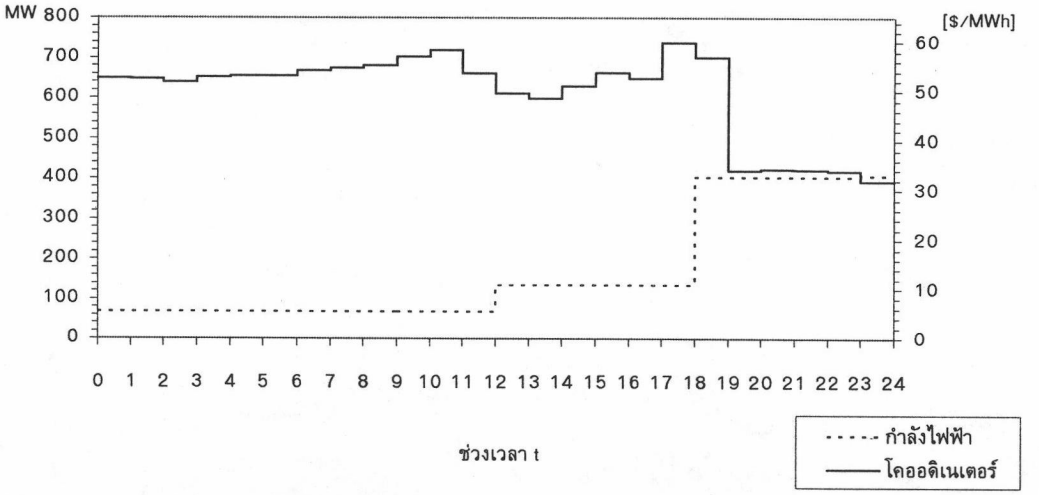
ตารางที่ 6.14 ปริมาณน้ำและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ช่วงเวลาที่	ค่าโคออดิเนเตอร์	เครื่องที่ 1		เครื่องที่ 2		เครื่องที่ 3		เครื่องที่ 4		เครื่องที่ 5		เครื่องที่ 6		รวมกำลังไฟฟ้า
		ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	
	($/MWh)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(MW)
1	52.653340	9956.434	75.376	7397.255	67.147	6656.753	61.386	5837.256	41.363	4277.998	0.344	5598.077	17.737	263.353
2	52.487710	9956.758	74.704	7397.505	67.154	6657.078	61.026	5837.530	41.590	4278.198	33.505	5598.427	0.040	278.019
3	51.809740	9957.082	74.709	7397.754	67.160	6657.402	61.033	5837.805	41.594	4278.398	33.509	5598.776	0.040	278.045
4	52.938880	9957.406	74.713	7398.004	67.167	6657.727	61.041	5838.079	41.599	4278.599	33.513	5599.126	0.040	278.073
5	53.220940	9957.730	74.717	7398.253	67.173	6658.052	61.048	5838.354	41.603	4278.799	33.518	5599.476	0.040	278.099
6	53.164170	9958.055	74.722	7398.503	67.180	6658.376	61.055	5838.628	41.608	4278.999	33.522	5599.825	0.040	278.127
7	54.265290	9958.379	74.726	7398.752	67.186	6658.701	61.063	5838.902	41.612	4279.199	33.526	5600.000	18.020	296.133
8	54.745320	9958.703	74.730	7399.002	67.193	6659.026	61.070	5839.177	41.617	4279.399	33.530	5600.000	36.004	314.144
9	55.191170	9959.027	74.734	7399.251	67.199	6659.351	61.077	5839.451	41.621	4279.600	33.535	5600.000	36.004	314.170
10	57.071740	9959.352	74.739	7399.501	67.206	6659.675	61.085	5839.726	41.625	4279.800	33.539	5600.000	36.004	314.198
11	58.378120	9959.676	74.743	7399.750	67.212	6660.000	61.092	5840.000	41.630	4280.000	33.543	5600.000	36.004	314.224
12	53.661180	9960.000	74.747	7400.000	67.219	6660.000	122.269	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	450.633
13	49.707140	9960.000	149.600	7400.000	134.450	6660.000	122.269	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	592.717
14	48.562630	9960.000	149.600	7400.000	134.450	6660.000	122.269	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	592.717
15	51.080660	9960.000	149.600	7400.000	134.450	6660.000	122.269	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	592.717
16	53.783490	9960.000	149.600	7400.000	134.450	6660.000	122.269	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	592.717
17	52.701200	9960.000	149.600	7400.000	134.450	6659.026	305.735	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	776.183
18	59.911420	9960.000	149.600	7400.000	134.450	6658.052	305.625	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	776.073
19	56.978790	9958.703	448.950	7399.002	403.286	6657.078	305.515	5838.902	249.609	4279.199	201.549	5600.000	36.004	1644.913
20	34.079010	9957.406	448.847	7398.004	403.130	6656.104	305.405	5837.805	249.501	4278.398	201.446	5599.301	107.895	1716.224
21	34.372330	9956.109	448.745	7397.006	402.973	6655.129	305.295	5836.707	249.394	4277.598	201.343	5598.427	125.777	1733.527
22	34.192930	9954.813	448.642	7396.008	402.817	6654.155	305.185	5835.609	249.286	4276.797	201.240	5597.553	125.674	1732.844
23	33.895360	9953.516	448.539	7395.010	402.661	6653.181	305.075	5834.512	249.178	4275.996	201.138	5596.679	125.570	1732.161
24	31.875910	9952.200	452.714	7394.000	405.655	6652.200	306.249	5833.400	251.212	4275.200	200.218	5595.800	125.967	1742.015
Daily capacity factor :		0.360		0.350		0.414		0.353		0.349		0.300		

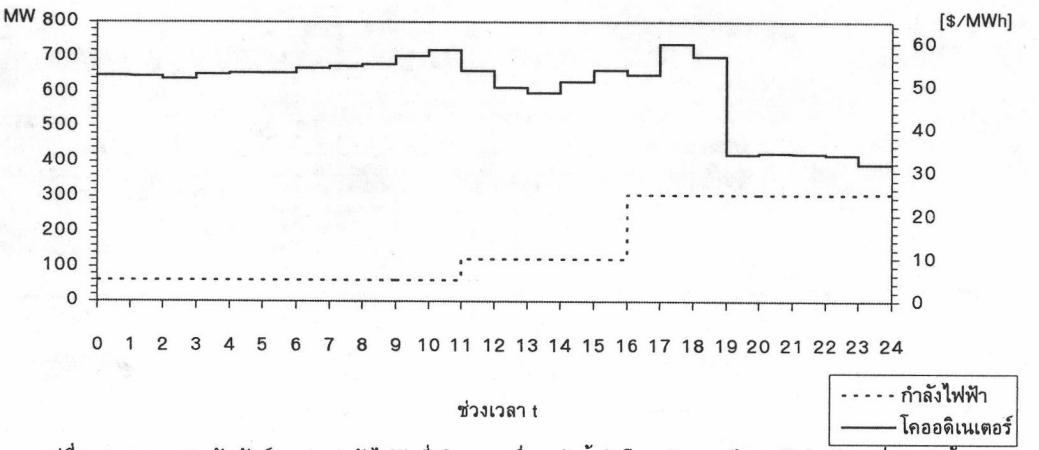
ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 1
ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด



ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 2
ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

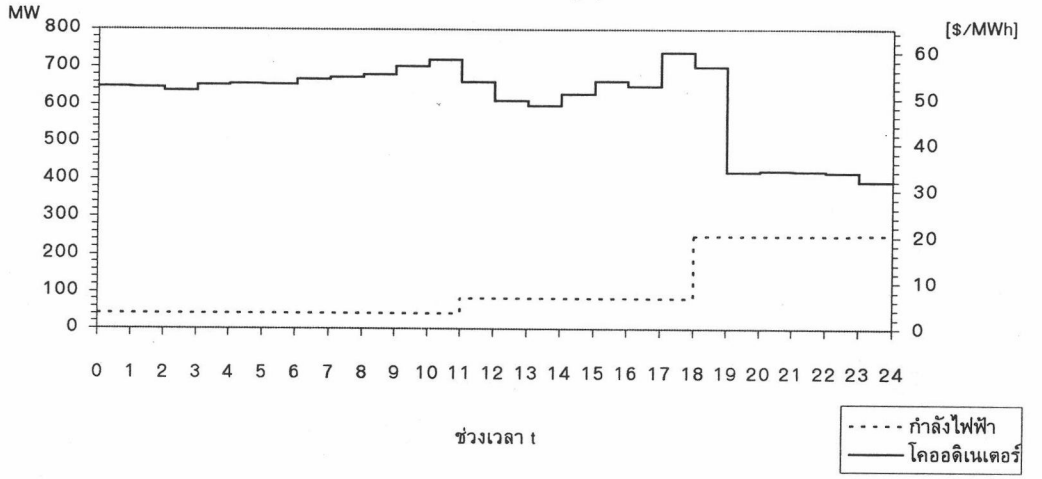


ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 3
ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

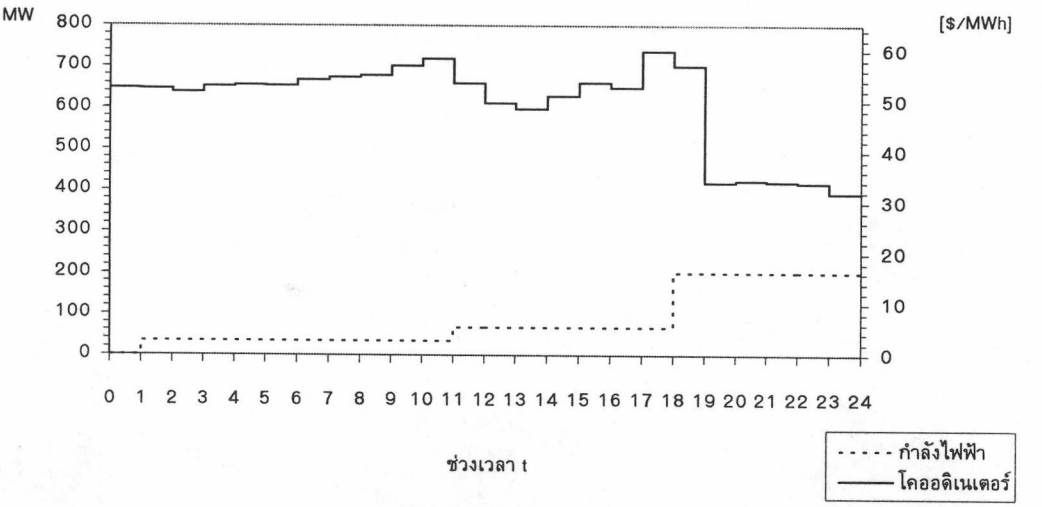


รูปที่ 6.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำกับโคออดิเนเตอร์ในกรณีผลิตด้วยเครื่องพลังน้ำสูงสุด

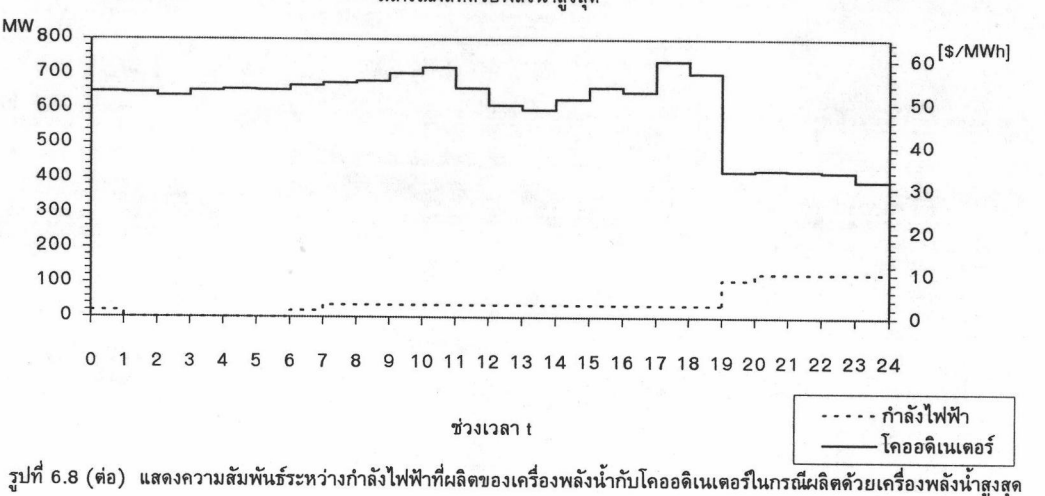
ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 4
ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด



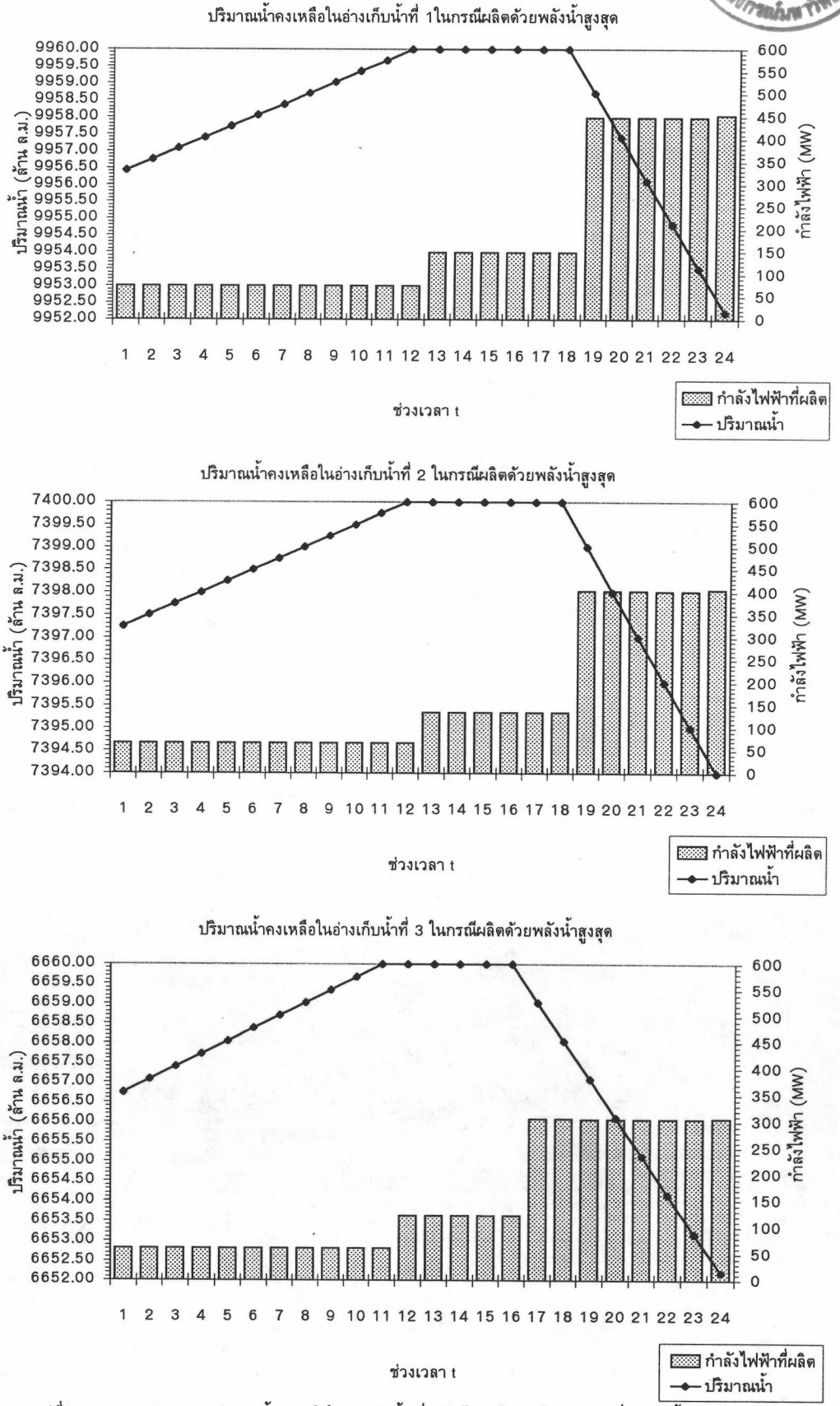
ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 5
ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด



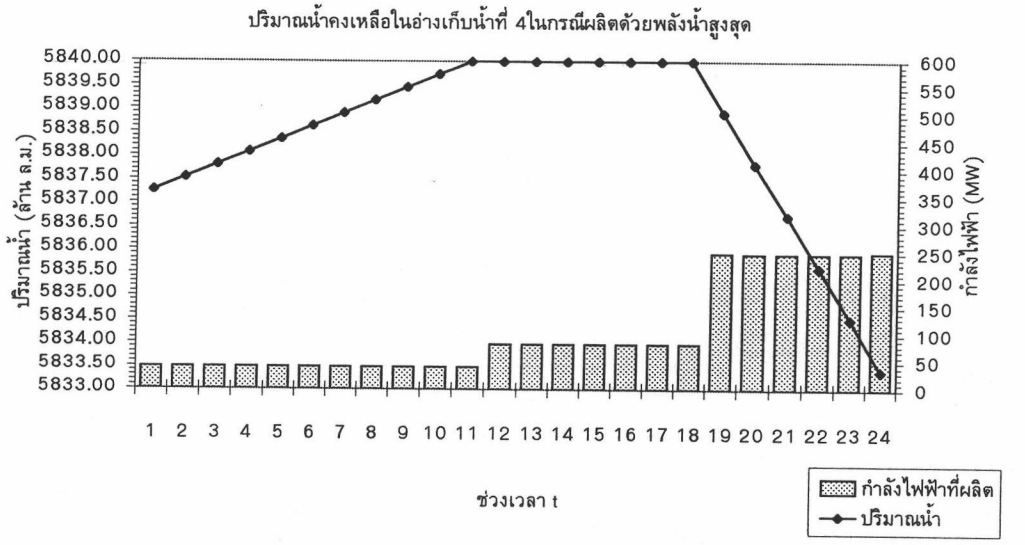
ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 6
ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

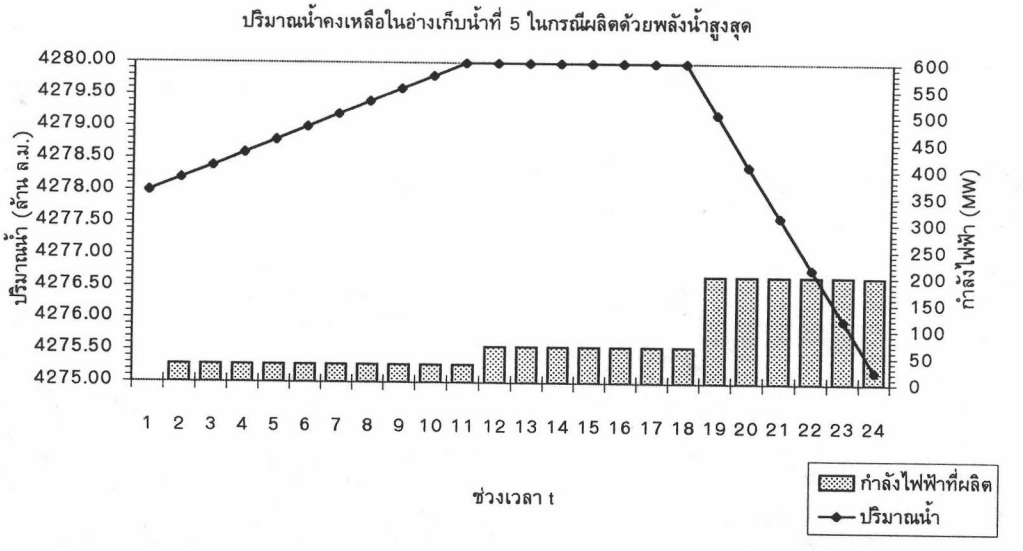


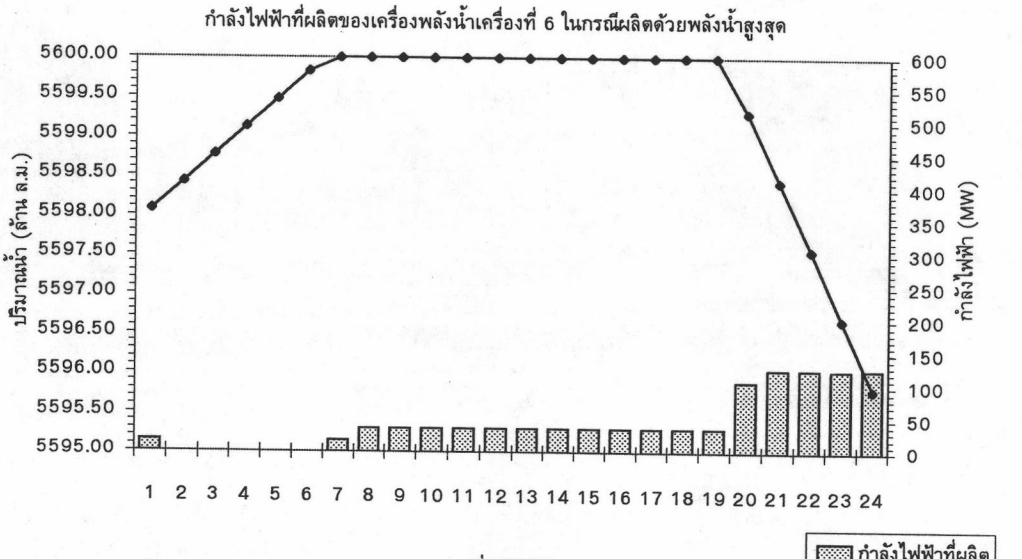
รูปที่ 6.8 (ต่อ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำกับโคออดิเนเตอร์ในกรณีผลิตด้วยเครื่องพลังน้ำสูงสุด



รูปที่ 6.9 แสดงการควบคุมปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าในกรณีผลิตด้วยเครื่องพลังน้ำสูงสุด







รูปที่ 6.9 (ต่อ) แสดงการควบคุมปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าในกรณีผลิตด้วยเครื่องพลังน้ำสูงสุด

6.2.2.3 ผลของระบบพลังความร้อน

. พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนได้แสดงในตารางที่ 6.15

ตารางที่ 6.15 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายของเครื่องพลังความร้อนในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	เครื่องที่ 5	รวม
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิต [MWh]	4657.733	9600.000	445.015	2621.875	8636.356	25960.979
ค่าใช้จ่ายในการผลิต [$]	153745.30	300206.16	41289.68	174257.58	491154.68	1160653.40
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ [$]	-79733.08	-176085.25	18195.20	30999.92	23346.56	-183276.65

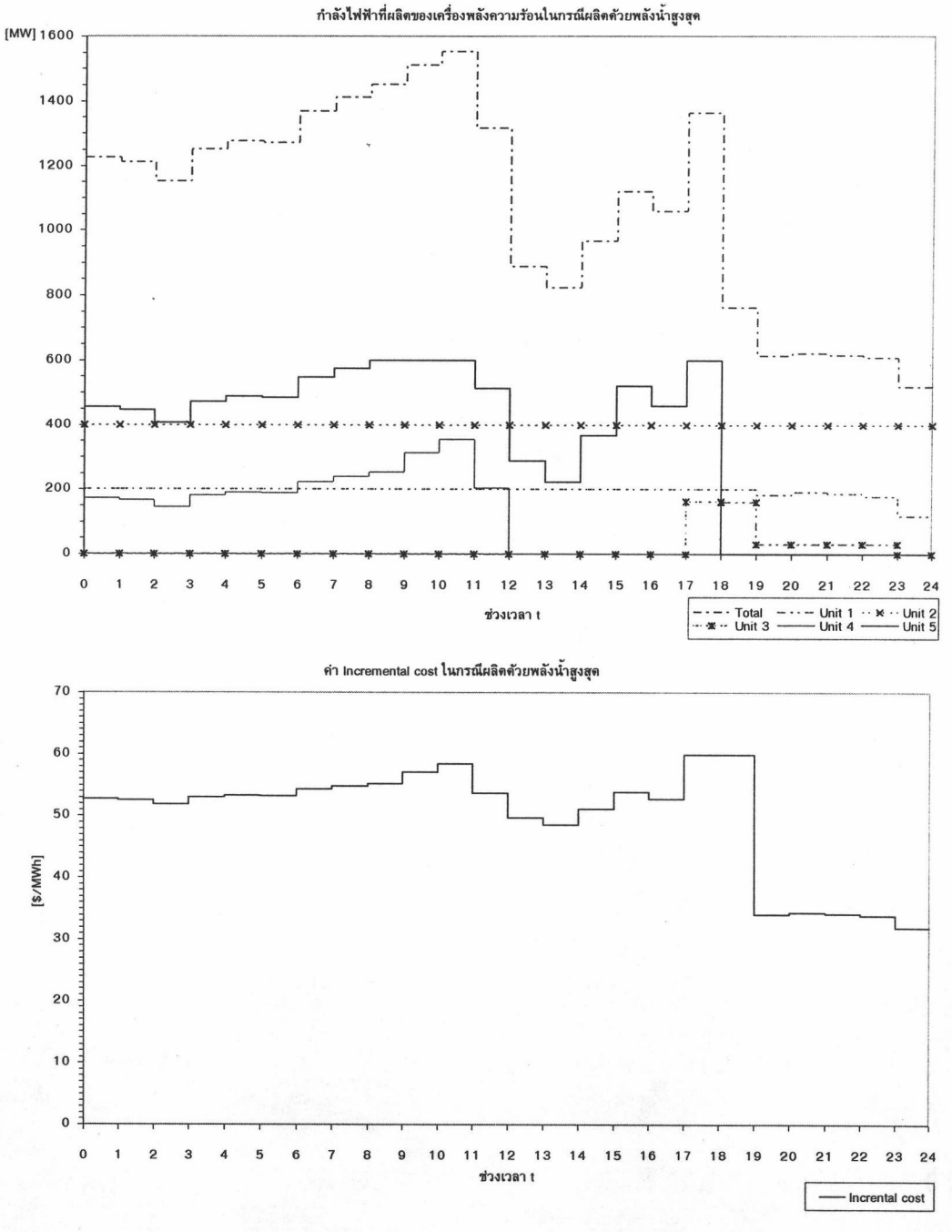
.ค่าชี้สถานะการจ่ายโหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนได้แสดงในตารางที่ 6.16 และรูปที่ 6.10

จะสังเกตเห็นได้ว่า การออปติไมซ์ปัญหาระบบพลังความร้อนขึ้นอยู่กับค่าของโหลดที่เครื่องพลังความร้อนต้องจ่ายในแต่ละช่วงเวลา เช่น ถ้าโหลดมีค่าสูง เครื่องพลังความร้อนก็ผลิตไฟฟ้ามาก และค่าใช้จ่ายในการผลิตก็สูง ถ้าโหลดมีค่าต่ำ เครื่องพลังความร้อนก็ผลิตไฟฟ้าน้อย และค่าใช้จ่ายในการผลิตก็ต่ำ นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นว่า เครื่องพลังความร้อนแต่ละเครื่องที่ถูกนำเข้าสู่ระบบ ในแต่ละช่วงเวลาได้ร่วมกันจ่ายโหลดอย่างถูกต้องตามเงื่อนไขของการจ่ายโหลดอย่างประหยัด ในตารางที่ 6.16 แสดงให้เห็นว่า สถานภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 วันของแต่ละเครื่องพลังความร้อนยังได้เป็นไปตาม Priority order (Unit 2 1 5 4 3) เหมือนกันกับในกรณีส่งออกสูงสุด และ กำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงมากกับค่าของโหลดของระบบพลังความร้อน(ดูตารางที่ 6.16 และรูปที่ 6.10)

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนในกรณีนี้มีค่าค่อนข้างต่ำ (59.20 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตทั้งหมด) และค่าใช้จ่ายในการผลิตก็มีค่าต่ำด้วย

ตารางที่ 6.16 ค่าชี้สถานะการจ่ายโหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อน ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ช่วงเวลา t	Incremental cost ($/MWh)	โหลดของระบบพลังความร้อน (MW)	เครื่องที่ 1		เครื่องที่ 2		เครื่องที่ 3		เครื่องที่ 4		เครื่องที่ 5		รวมกำลังไฟฟ้า (MW)
			UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	
1	52.653510	1226.646	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	171.540	1	455.106	1226.646
2	52.487880	1211.981	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	166.282	1	445.700	1211.982
3	51.809900	1151.955	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	144.759	1	407.196	1151.955
4	52.939050	1251.926	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	180.605	1	471.323	1251.928
5	53.221110	1276.901	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	189.559	1	487.342	1276.901
6	53.164330	1271.874	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	187.757	1	484.117	1271.874
7	54.265470	1369.367	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	222.713	1	546.654	1369.367
8	54.745380	1411.857	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	237.948	1	573.908	1411.856
9	55.191200	1451.330	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	252.102	1	599.228	1451.330
10	57.071790	1511.803	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	311.803	1	600.000	1511.803
11	58.378200	1553.276	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	353.276	1	600.000	1553.276
12	53.661210	1315.867	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	203.531	1	512.336	1315.867
13	49.707270	687.782	1	200.000	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	287.782	687.782
14	48.562750	822.782	1	200.000	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	222.782	822.782
15	51.080690	965.782	1	200.000	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	365.782	965.782
16	53.783520	1119.282	1	200.000	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	519.283	1119.283
17	52.701230	1057.817	1	200.000	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	457.817	1057.817
18	59.911380	1363.427	1	200.000	1	400.000	1	163.427	0	0.000	1	600.000	1363.427
19	59.851620	761.588	1	200.000	1	400.000	1	161.588	0	0.000	0	0.000	761.588
20	34.078770	613.277	1	183.277	1	400.000	1	30.000	0	0.000	0	0.000	613.277
21	34.372200	621.974	1	191.974	1	400.000	1	30.000	0	0.000	0	0.000	621.974
22	34.192810	616.657	1	186.656	1	400.000	1	30.000	0	0.000	0	0.000	616.656
23	33.895330	607.839	1	177.839	1	400.000	1	30.000	0	0.000	0	0.000	607.839
24	31.875890	517.987	1	117.987	1	400.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	517.987
Daily capacity factor :			0.970		1.000		0.062		0.243		0.600		

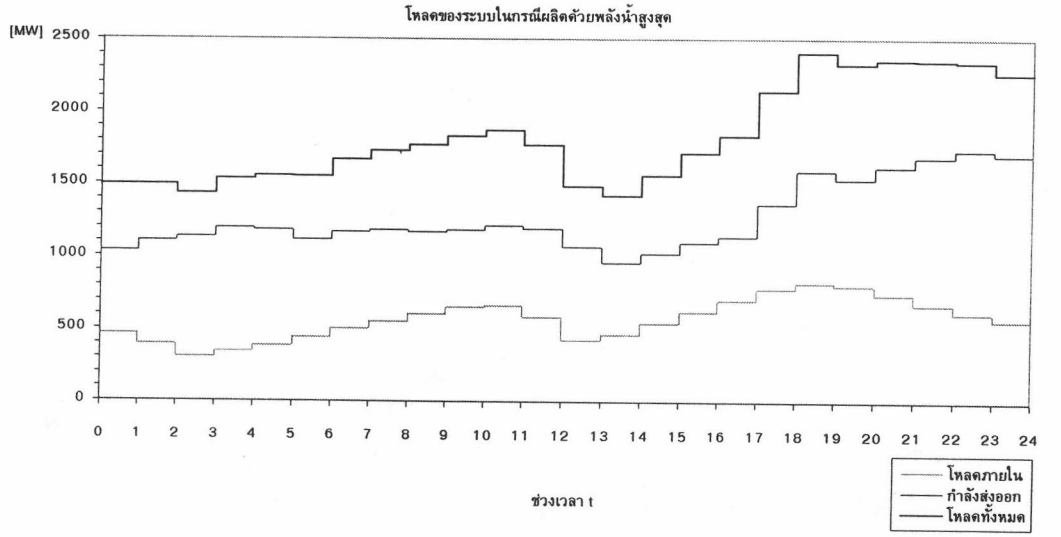


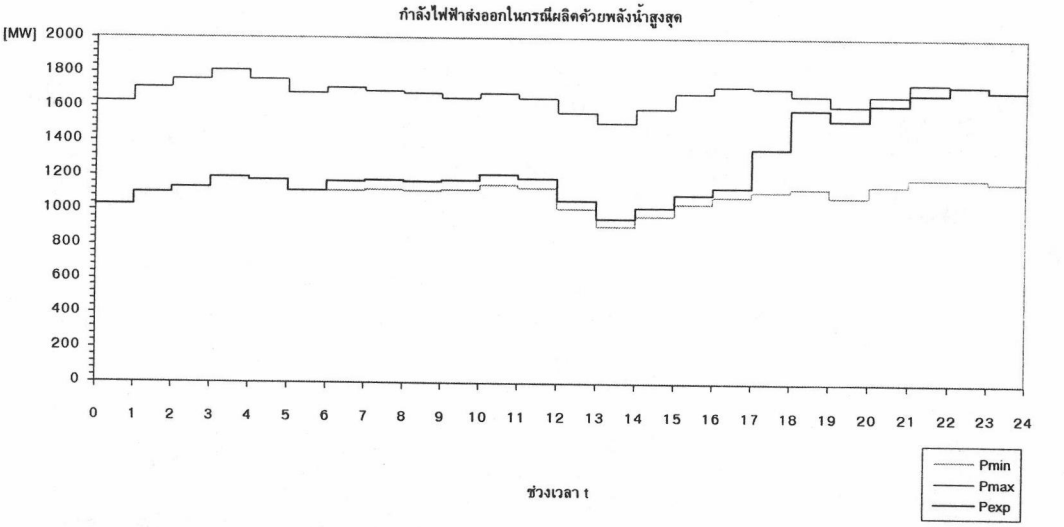
รูปที่ 6.10 แสดงลักษณะการจ่ายโหลดอย่างประหยัดของเครื่องพลังความร้อนในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

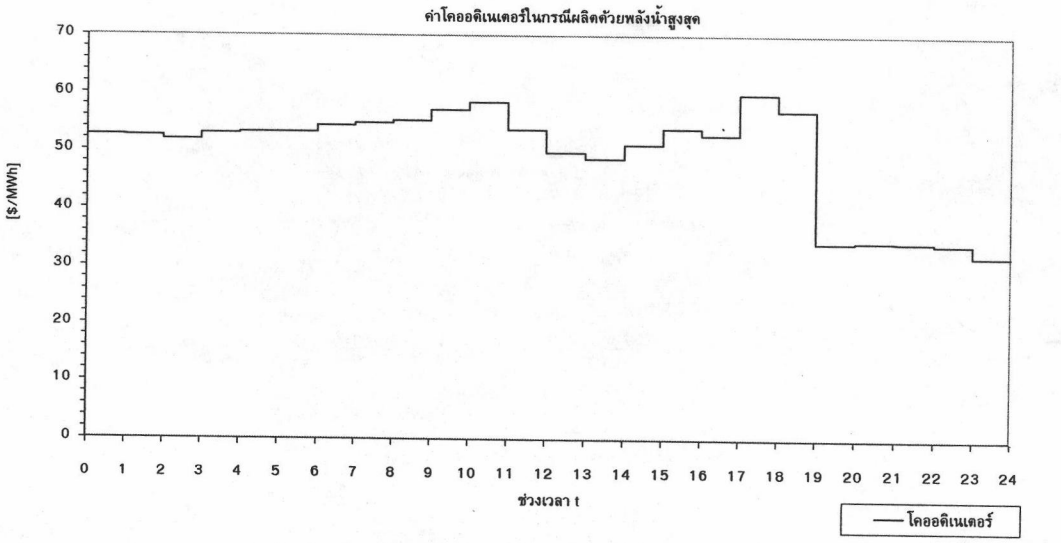
ตารางที่ 6.17 สรุปผลลัพธ์การกำหนดการผลิตในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ช่วงเวลา t	โหลดภายใน (MW)	ค่าโคออดิเนเตอร์ ($/MWh)	Incremental cost ($/MWh)	Pexp (MW)	Phyd (MW)	Pthm (MW)	โหลดทั้งหมด (MW)	รวมกำลังผลิต (MW)
1	460	52.653340	52.653510	1030.000	263.353	1226.646	1490.000	1489.999
2	390	52.487710	52.487880	1100.000	278.019	1211.982	1490.000	1490.001
3	300	51.809740	51.809900	1130.000	278.045	1151.955	1430.000	1430.000
4	340	52.938880	52.939050	1190.000	278.073	1251.928	1530.000	1530.001
5	380	53.220940	53.221110	1175.000	278.099	1276.901	1555.000	1555.000
6	440	53.164170	53.164330	1110.000	278.127	1271.874	1550.000	1550.001
7	500	54.265290	54.265470	1165.500	296.133	1369.367	1665.500	1665.500
8	550	54.745320	54.745380	1176.000	314.144	1411.856	1726.000	1726.000
9	600	55.191170	55.191200	1165.500	314.170	1451.330	1765.500	1765.500
10	650	57.071740	57.071790	1176.000	314.198	1511.803	1826.000	1826.001
11	660	58.378120	58.378200	1207.500	314.224	1553.276	1867.500	1867.500
12	580	53.661180	53.661210	1186.500	450.633	1315.867	1766.500	1766.500
13	420	49.707140	49.707270	1060.500	592.717	887.782	1480.500	1480.499
14	460	48.562630	48.562750	955.500	592.717	822.782	1415.500	1415.499
15	540	51.080660	51.080690	1018.500	592.717	965.782	1558.500	1558.499
16	620	53.783490	53.783520	1092.000	592.717	1119.283	1712.000	1712.000
17	700	52.701200	52.701230	1134.000	776.183	1057.817	1834.000	1834.000
18	780	59.911420	59.911380	1359.500	776.073	1363.427	2139.500	2139.500
19	820	56.978790	59.851620	1586.500	1644.913	761.588	2406.500	2406.501
20	800	34.079010	34.078770	1529.500	1716.224	613.277	2329.500	2329.501
21	740	34.372330	34.372200	1615.500	1733.527	621.974	2355.500	2355.501
22	670	34.192930	34.192810	1679.500	1732.844	616.656	2349.500	2349.500
23	610	33.895360	33.895330	1730.000	1732.161	607.839	2340.000	2340.000
24	560	31.875910	31.875890	1700.000	1742.015	517.987	2260.000	2260.002

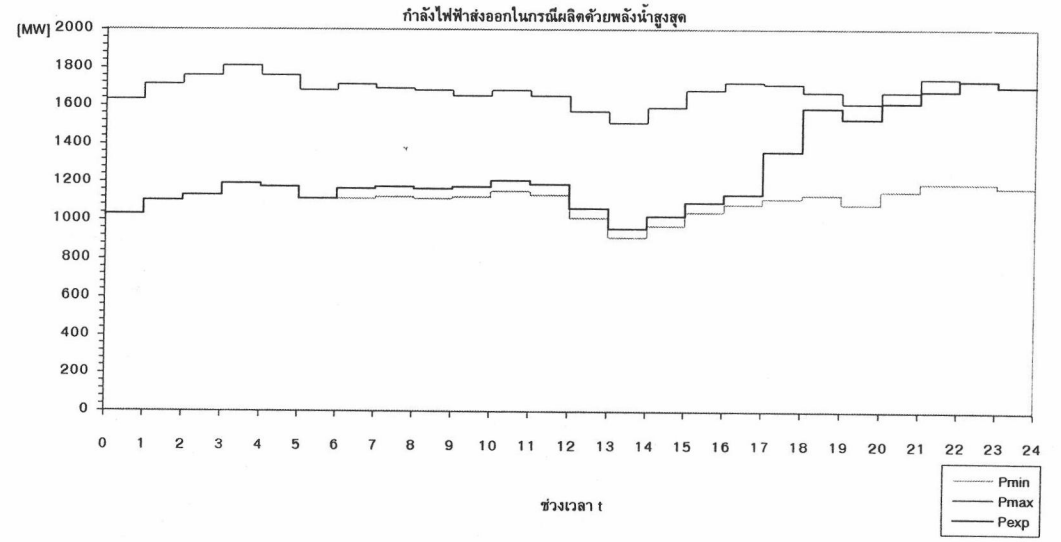
- Energy Demand = 43843.000 MWh
- Total Generation = 43843.005 MWh
  Hydro Gen. = 17882.026 MWh or 40.80%
  Thermal Gen. = 25960.979 MWh or 59.92%
- Average load = 1826.792 MW
- Peak load = 2406.500 MW
- Load factor = 0.759

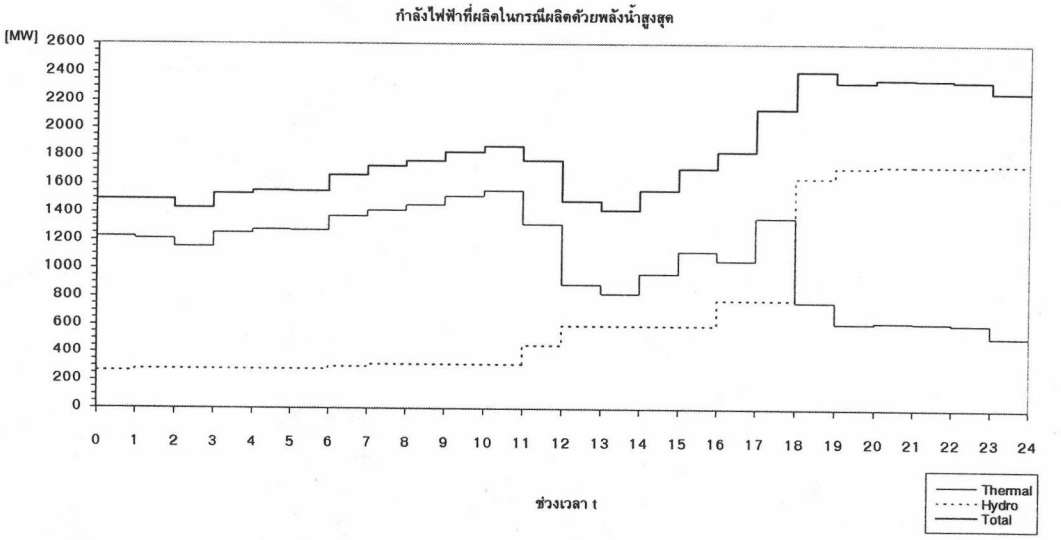


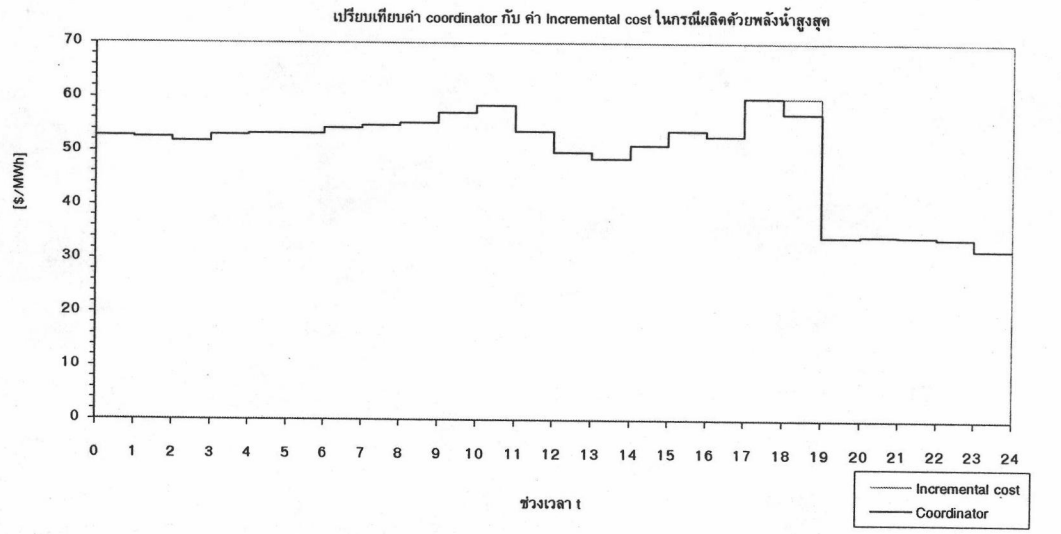




รูปที่ 6.11 แสดงกำลังไฟฟ้าส่งออกและโหลดทั้งหมดที่สัมพันธ์กับโคออดิเนเตอร์ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด







รูปที่ 6.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบย่อยต่างๆในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ตารางที่ 6.18 สรุปค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายและค่าพลังงานไฟฟ้าในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

	ส่วนของระบบการส่งออก	ส่วนของระบบพลังน้ำ	ส่วนของระบบพลังความร้อน	ส่วนของพจน์ $(\lambda_t.L_t)$	กำไร
พลังงานไฟฟ้า [MWh]	30273.000	17882.026	25960.979	-	-
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิม [$]	1349298.30	-	1160653.40	-	188644.90
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ [$]	118379.44	-791328.00	-183276.65	667580.10	188645.11

ตารางที่ 6.17-6.18 และรูปที่ 6.11-6.12 แสดงการสรุปผลลัพธ์ทั้งหมดในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

6.2.2.4 การวิเคราะห์ผลในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

จากผลของการคำนวณดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.10-6.18 และรูปที่ 6.7-6.12 ได้แสดงให้เห็นว่า เครื่องพลังน้ำได้ผลิตไฟฟ้าอย่างเต็มกำลังตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งทำให้โหลดของระบบพลังความร้อนมีค่าลดลง หากพิจารณาระบบโดยรวมจะพบว่ามีเพียงระบบการส่งออกและระบบผลิตไฟฟ้าพลังความร้อนเท่านั้นที่มีการเกี่ยวโยงซึ่งกันและกัน โดยมีโคออดิเนเตอร์เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างระบบทั้งสอง นั่นคือ ในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าสูงกว่าค่าไฟฟ้าส่งออก กำลังไฟฟ้าส่งออกจะมีค่าต่ำ(อยู่ขีดจำกัดต่ำสุด) และเนื่องจากเป็นช่วงที่กำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำมีค่าต่ำ จึงทำให้โหลดของระบบพลังความร้อนและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนมีค่าสูง และตราบใดที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตของเครื่องพลังน้ำ กำลังการผลิตของเครื่องพลังความร้อนก็ยังคงสูงพอที่จะทำให้โคออดิเนเตอร์กลับมามีค่าสูงกว่าค่าไฟฟ้าส่งออกอยู่ตลอดในช่วงนี้ ในทางกลับกัน ในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าต่ำกว่าค่าไฟฟ้าส่งออก กำลังไฟฟ้าส่งออกจะมีค่าสูง(อยู่ขีดจำกัดสูงสุด) และเนื่องจากเป็นช่วงที่กำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำมีค่าสูงด้วย จึงทำให้โหลดของระบบพลังความร้อนและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนมีค่าต่ำ และตราบใดที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตของเครื่องพลังน้ำ กำลังการผลิตของเครื่องพลังความร้อนก็ยังคงต่ำพอที่จะทำให้โคออดิเนเตอร์กลับมามีค่าต่ำกว่าค่าไฟฟ้าส่งออกอยู่ตลอดในช่วงนี้ เนื่องจากช่วงเวลาที่เครื่องพลังน้ำมีกำลังการผลิตต่ำนานกว่าช่วงที่เครื่องพลังน้ำมีกำลังการผลิตสูง โคออดิเนเตอร์จึงมีค่าสูงกว่าค่าไฟฟ้าส่งออกเป็นส่วนมาก กำลังไฟฟ้าที่ส่งออกจึงมีแนวโน้มไปทางขีดจำกัดต่ำสุดเป็นส่วนมากเช่นกัน (ดูรูปที่ 6.11-6.12) ทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ส่งออกและรายรับจากการส่งออกมีค่าต่ำ ทำให้โหลดโดยรวมของระบบมีค่าต่ำ

เมื่อโหลดของระบบรวมมีค่าต่ำและเครื่องพลังน้ำก็ผลิตไฟฟ้าค่อนข้างมาก โหลดของระบบพลังความร้อนจึงมีค่าต่ำ ทำให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนมีค่าต่ำด้วย ดังนั้นถึงแม้ว่ารายรับจากการส่งออกจะมีค่าต่ำ แต่เนื่องจากค่า

ใช้จ่ายในการผลิตมีค่าต่ำด้วย กำไรจากการส่งออกในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุดนี้จึงมีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับกรณีผ่านมาในหัวข้อ 6.2.1

แสดงให้เห็นว่า แม้มีเพียงการเกี่ยวโยงซึ่งกันและกันระหว่างระบบการส่งออกกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังความร้อน แต่ก็ยังทำให้เราสามารถพิจารณาถึงความเหมาะสมของการส่งออกต่อระบบรวมได้ กำลังไฟฟ้าส่งออกและโหลดของระบบรวมได้รับการปรับให้มีค่าที่เหมาะสมยิ่งขึ้น นอกจากนี้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำก็มีปริมาณมาก จึงทำให้เครื่องพลังความร้อนมีกำลังการผลิตน้อย และทำให้กำไรจากการส่งออกในกรณีนี้มีค่าสูงกว่ากรณีที่ผ่านมา

ในการออปติไมซ์ปัญหาการกำหนดการผลิตด้วยวิธีดีคอมโพสและโคออดิเนทในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุดนี้ โคออดิเนเตอร์และ Incremental cost มีค่าใกล้เคียงกันมากในหลายช่วงเวลา ทั้งนี้เพราะว่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำมีค่าคงที่ตลอดช่วงเวลาพิจารณา ส่วนค่ากำลังไฟฟ้าที่ส่งออกก็ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเพราะติดอยู่ที่ขีดจำกัดเป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้โหลดของระบบพลังความร้อนมีค่าคงที่ในหลายช่วง ผลลัพธ์ของการทำยูนิตคอมมิตเมนท์และการจ่ายโหลดอย่างประหยัดในระบบพลังความร้อนจึงมีค่าค่อนข้างคงที่ ดังนั้นโคออดิเนเตอร์และ Incremental cost จึงมีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกันเป็นส่วนมาก (ดูรูปที่ 6.12) โหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตก็มีความสมดุลกัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลดีของการใช้เทคนิค Regula Falsi อยู่ในวิทยานิพนธ์นี้ ในการปรับค่า Incremental cost ในการจ่ายโหลดอย่างประหยัด และทำให้ค่าผิดพลาดระหว่างฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิมและฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

6.2.3 ผลและการวิเคราะห์กรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ในการพิจารณาปัญหาดังกล่าว ได้กำหนดขั้นตอนการคำนวณซ้ำสูงสุดไว้เป็นจำนวน 200 รอบ และค่าผิดพลาดระหว่างโคออดิเนเตอร์เก่า (λ_{beg}^{n})และใหม่ (λ_{end}^{n}) เท่ากับ 0.01 (โคออดิเนเตอร์ใหม่ในที่นี้จะมีค่าเท่ากับค่า Incremental cost เพราะระยะช่วงเวลามี 1 ชั่วโมง)เช่นเดียวกันกับในกรณีผ่านมา

การออปติไมซ์ได้ดำเนินเพียง 2 รอบเท่านั้น ก็ทำให้ค่าผิดพลาดระหว่างโคออดิเนเตอร์เก่าและใหม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในแต่ละช่วงเวลา และผลกำไรจากการส่งออกมีดังแสดงในตารางที่ 6.19

ตารางที่ 6.19 กำไรที่ได้จากการส่งออกในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ขั้นตอนการคำนวณซ้ำที่	ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิม (PF)	ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ (DF)	ค่าผิดพลาดระหว่าง (PF) และ (DF)		กำไร
	[$]	[$]	[$]	%	[$]
2	-53104.38	-53104.88	0.5	0.000941	53104.38

จากตารางที่ 6.19 จะสังเกตเห็นได้ว่า ค่าผิดพลาดระหว่างค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิมและฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่มีค่าต่ำมาก (ต่ำกว่า 0.001%) การคำนวณได้จุดกำไรสูงสุด ณ ขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบสุดท้าย (ขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบที่ 2) ซึ่งเป็นขั้นตอนการคำนวณซ้ำที่ค่าโคออดิเนเตอร์และค่า Incremental cost ในทุกช่วงเวลาเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาก และคำตอบของการออปติไมซ์ปัญหาในกรณีนี้ได้พิจารณานำผลลัพธ์ของขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบสุดท้าย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

6.2.3.1 ผลของระบบการส่งออก

การออปติไมซ์ปัญหาการส่งออกไฟฟ้ากำลังได้กระทำในทำนองเดียวกันกับกรณีส่งออกสูงสุด และได้ผลลัพธ์ดังนี้

. พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออกได้แสดงในตารางที่ 6.20

ตารางที่ 6.20 พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออกในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

	การไฟฟ้าที่ 1	การไฟฟ้าที่ 2	การไฟฟ้าที่ 3	การไฟฟ้าที่ 4	รวม
พลังงานไฟฟ้าส่งออก [MWh]	10000.000	8000.000	10000.000	9875.000	37875.000
รายรับจากการส่งออก [$]	484722.08	340562.50	434389.30	408214.50	1667888.38
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ [$]	36251.92	104484.90	98597.80	112409.20	351743.82

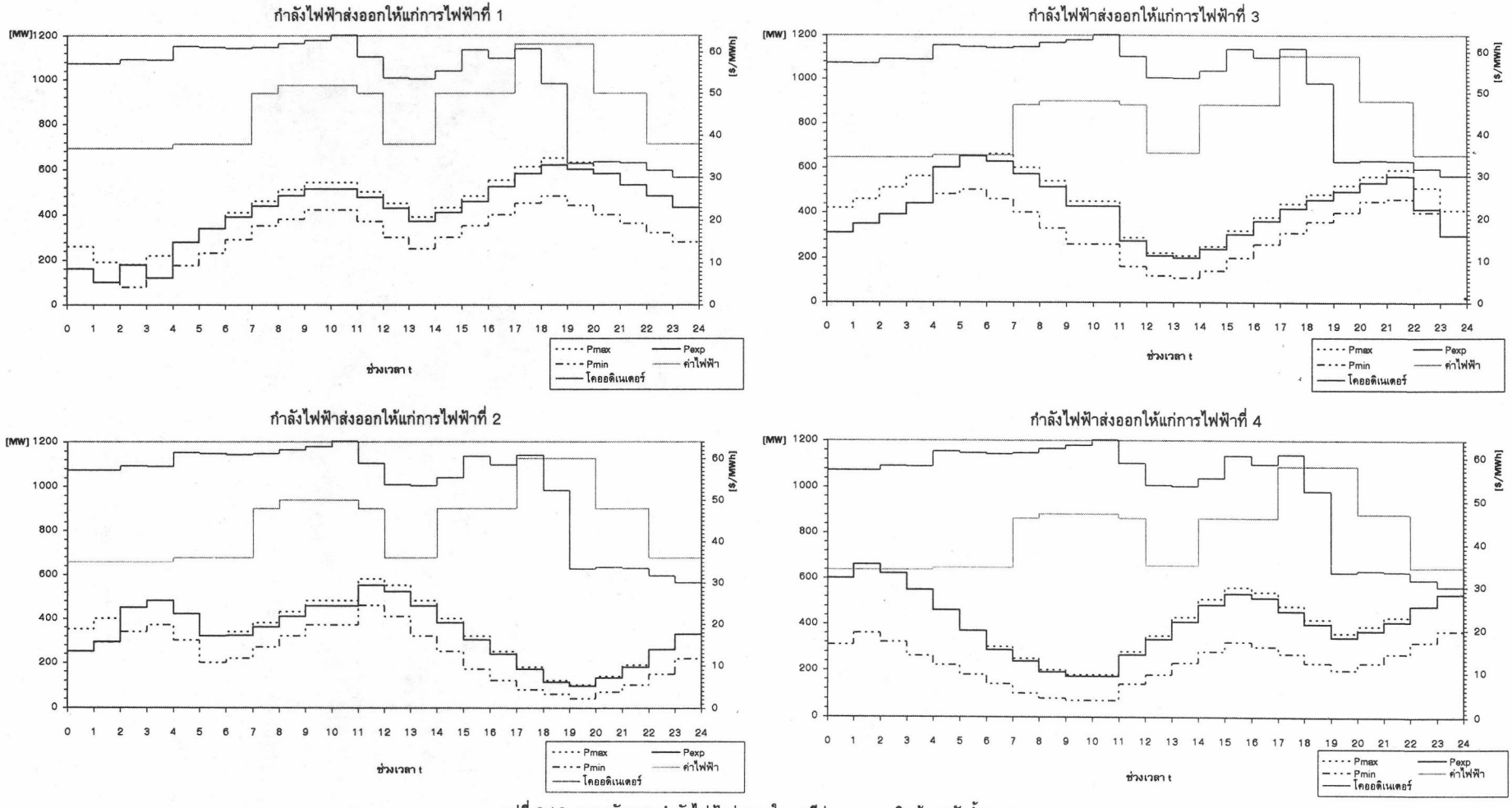
จากตารางที่ 6.20 สังเกตเห็นว่า พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออกมีค่าเท่ากันกับในกรณีส่งออกสูงสุด(หัวข้อ 6.2.1) มีเพียงค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่เท่านั้นที่ต่าง ทั้งนี้เนื่องจากค่าโคออดิเนเตอร์ที่ต่างกันนั่นเอง

. กำลังไฟฟ้าที่ส่งออกได้แสดงในตารางที่ 6.21 และรูปที่ 6.13

จากตารางที่ 6.21 และรูปที่ 6.13 สังเกตเห็นว่า กำลังไฟฟ้าที่ส่งออกให้แต่ละการไฟฟ้ามีค่าเท่ากันกับในกรณีส่งออกสูงสุด มีเพียงค่าโคออดิเนเตอร์เท่านั้นที่แตกต่าง

ตารางที่ 6.21 กำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ช่วงเวลา t	โคออดิเนเตอร์	การไฟฟ้าที่ 1				การไฟฟ้าที่ 2				การไฟฟ้าที่ 3				การไฟฟ้าที่ 4				รวมกำลังไฟฟ้าส่งออกทั้งหมด
	($/MWh)	ค่าไฟฟ้า ($/MWh)	Pmax (MW)	Pexp (MW)	Pmin (MW)	ค่าไฟฟ้า ($/MWh)	Pmax (MW)	Pexp (MW)	Pmin (MW)	ค่าไฟฟ้า ($/MWh)	Pmax (MW)	Pexp (MW)	Pmin (MW)	ค่าไฟฟ้า ($/MWh)	Pmax (MW)	Pexp (MW)	Pmin (MW)	(MW)
1	57.224380	37.00	260	160.000	160	35.00	350	250.000	250	34.50	420	310.000	310	34.00	600	600.000	310	1320.000
2	57.187690	37.00	190	100.000	100	35.00	400	293.500	290	34.50	460	350.000	350	34.00	660	660.000	360	1403.500
3	58.225070	37.00	180	178.000	80	35.00	450	450.000	340	34.50	510	390.000	390	34.00	620	620.000	320	1638.000
4	58.096670	37.00	220	120.000	120	35.00	480	480.000	370	34.50	560	440.000	440	34.00	550	550.000	260	1590.000
5	61.486790	38.00	280	280.000	175	36.00	420	420.000	300	35.00	600	600.000	480	34.50	460	460.000	220	1760.000
6	61.135060	38.00	340	340.000	230	36.00	320	320.000	200	35.00	650	650.000	500	34.50	370	370.000	180	1680.000
7	60.918990	38.00	410	389.500	290	36.00	340	323.000	220	35.00	660	627.000	460	34.50	300	285.000	140	1624.500
8	61.126780	50.00	460	437.000	350	48.00	380	361.000	270	47.00	600	570.000	400	46.00	250	237.500	100	1605.500
9	62.134490	52.00	510	484.500	380	50.00	430	408.500	320	48.00	540	513.000	330	47.00	200	190.000	80	1596.000
10	62.832340	52.00	540	513.000	420	50.00	480	456.000	370	48.00	450	427.500	260	47.00	180	171.000	70	1567.500
11	64.082730	52.00	550	522.500	430	50.00	530	503.500	420	48.00	380	361.000	200	47.00	220	209.000	100	1596.000
12	58.815510	50.00	500	475.000	370	48.00	580	551.000	460	47.00	290	275.500	160	46.00	280	266.000	140	1567.500
13	53.694150	38.00	450	427.500	300	36.00	550	522.500	410	35.50	220	209.000	120	35.00	350	332.500	180	1491.500
14	53.502140	38.00	390	370.500	250	36.00	480	456.000	320	35.50	210	199.500	110	35.00	430	408.500	230	1434.500
15	55.370180	50.00	430	408.500	300	48.00	400	380.000	250	47.00	250	237.500	140	46.00	510	484.500	280	1510.500
16	60.583400	50.00	480	456.000	350	48.00	320	304.000	170	47.00	320	304.000	200	46.00	560	532.000	320	1596.000
17	58.521250	50.00	550	522.500	400	48.00	250	237.500	120	47.00	380	361.000	260	46.00	540	513.000	300	1634.000
18	60.745470	62.00	610	579.500	450	60.00	180	171.000	80	59.00	440	418.000	310	58.00	480	456.000	270	1624.500
19	52.340030	62.00	650	617.500	480	60.00	120	114.000	60	59.00	480	456.000	360	58.00	420	399.000	230	1586.500
20	33.403950	62.00	630	598.500	440	60.00	100	95.000	40	59.00	520	494.000	400	58.00	360	342.000	200	1529.500
21	33.697380	50.00	580	580.000	400	48.00	140	133.000	70	48.00	560	532.000	450	47.00	390	370.500	230	1615.500
22	33.517990	50.00	530	530.000	360	48.00	190	180.500	100	48.00	590	560.500	460	47.00	430	408.500	270	1679.500
23	31.685350	38.00	480	480.000	320	36.00	260	260.000	150	35.00	510	414.500	400	34.50	480	480.000	320	1634.500
24	30.074960	38.00	430	430.000	280	36.00	330	330.000	220	35.00	410	300.000	300	34.50	530	530.000	370	1590.000



รูปที่ 6.13 แสดงลักษณะกำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

6.2.3.2 ผลของระบบพลังน้ำ

การออปติไมซ์ปัญหาระบบพลังน้ำได้กระทำในทำนองเดียวกันกับกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด และได้ผลลัพธ์ดังนี้

.พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายเทียม $(\lambda_t.P_{jt})$ ในการผลิตของเครื่องพลังน้ำได้แสดงในตารางที่ 6.22

ตารางที่ 6.22 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายเทียมของเครื่องพลังน้ำในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

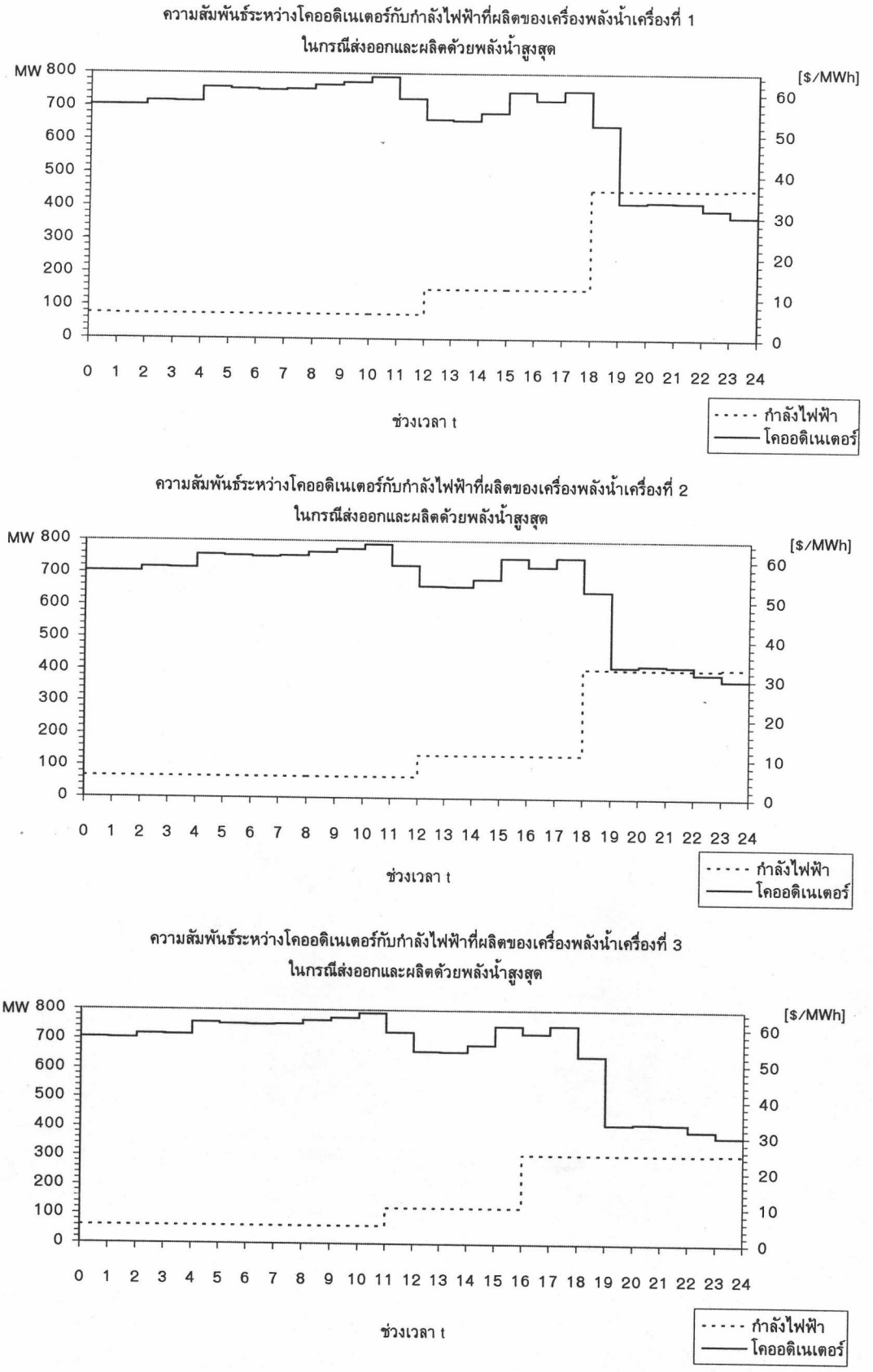
	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	เครื่องที่ 5	เครื่องที่ 6	รวม
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิต [MWh]	4491.397	4033.418	3727.405	2538.308	2012.610	1078.888	17882.026
ค่าใช้จ่ายเทียม [$] $(\lambda_t.P_{jt})$	201787.00	181242.50	177108.10	114643.00	90524.00	47284.00	812588.60

จากตารางที่ 6.22 สังเกตเห็นว่า พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำมีค่าเท่ากันกับในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด มีเพียงค่าใช้จ่ายเทียมเท่านั้นที่ต่าง ทั้งนี้เนื่องจากค่าโคออดิเนเตอร์ที่ต่างกันนั่นเอง

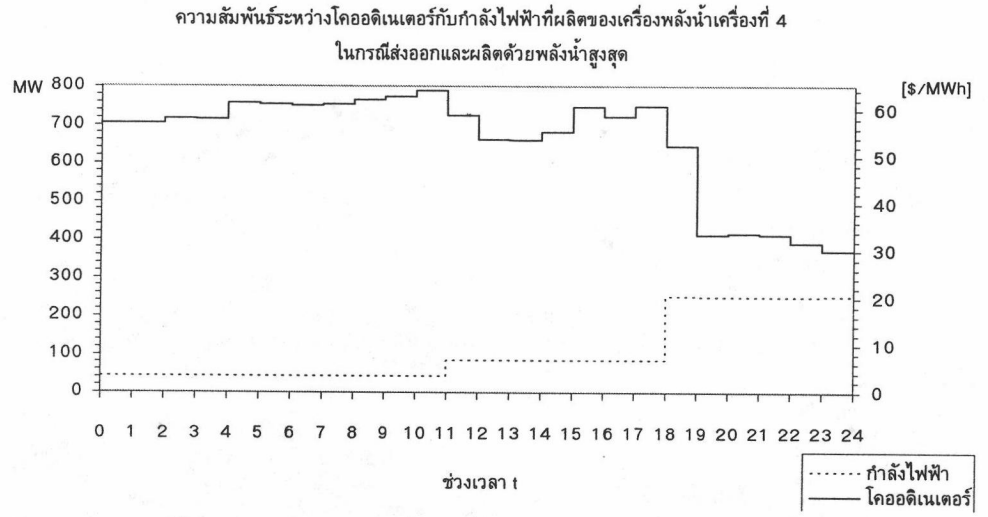
กำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำและปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาต่างๆได้แสดงในตารางที่ 6.23 และรูปที่ 6.14 ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่า กำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำแต่ละเครื่องมีค่าเท่ากันกับในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด มีเพียงค่าโคออดิเนเตอร์เท่านั้นที่ต่าง และปริมาณน้ำและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำแต่ละเครื่องในกรณีนี้มีลักษณะเดียวกันกับในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด (รูปที่ 6.9)

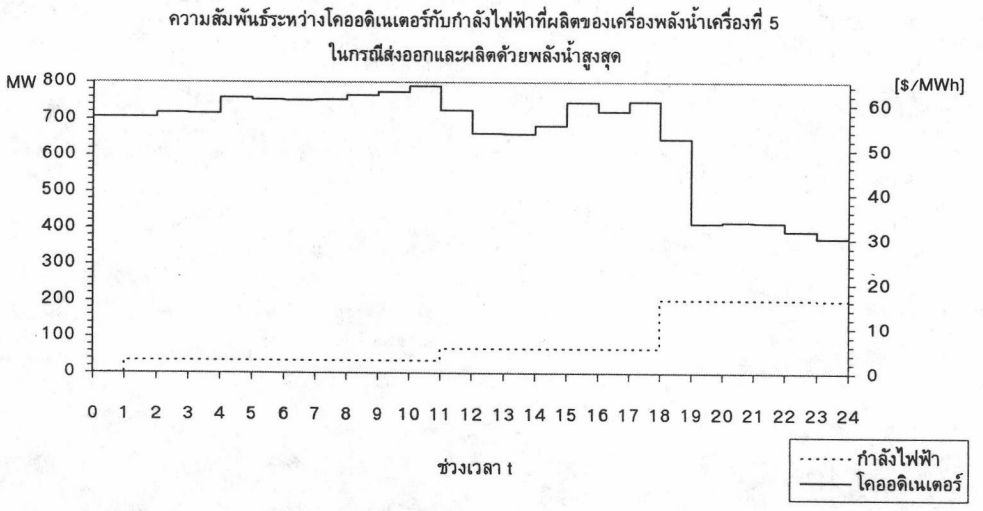
ตารางที่ 6.23 ปริมาณน้ำและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

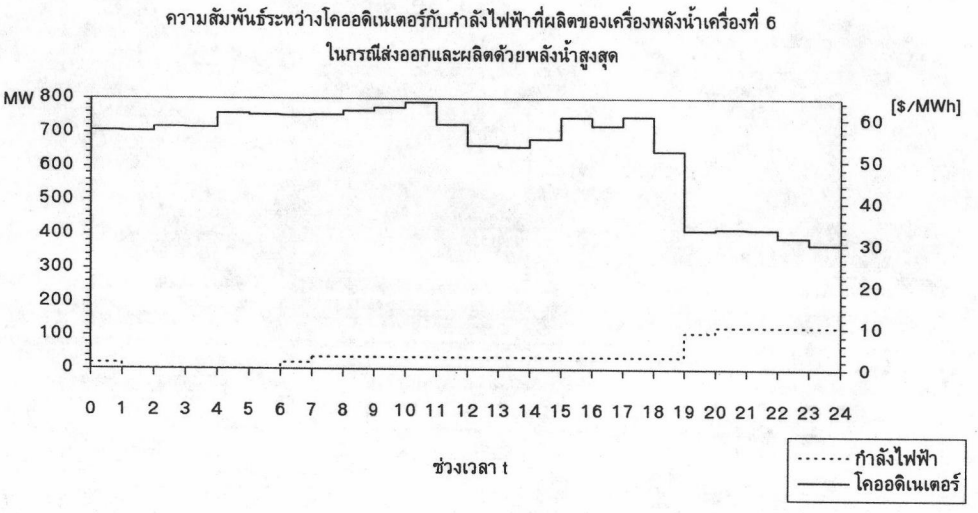
ช่วงเวลา t	ค่าโคออดิเนเตอร์	เครื่องที่ 1		เครื่องที่ 2		เครื่องที่ 3		เครื่องที่ 4		เครื่องที่ 5		เครื่องที่ 6		รวมกำลังไฟฟ้า
		ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	
	($/MWh)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(MW)
1	57.224380	9956.434	75.376	7397.255	67.147	6656.753	61.386	5837.256	41.363	4277.998	0.344	5598.077	17.737	263.353
2	57.187690	9956.758	74.704	7397.505	67.154	6657.078	61.026	5837.530	41.590	4278.198	33.505	5598.427	0.040	278.019
3	58.225070	9957.082	74.709	7397.754	67.160	6657.402	61.033	5837.805	41.594	4278.398	33.509	5598.776	0.040	278.045
4	58.096670	9957.406	74.713	7398.004	67.167	6657.727	61.041	5838.079	41.599	4278.599	33.513	5599.126	0.040	278.073
5	61.486790	9957.730	74.717	7398.253	67.173	6658.052	61.048	5838.354	41.603	4278.799	33.518	5599.476	0.040	278.099
6	61.135060	9958.055	74.722	7398.503	67.180	6658.376	61.055	5838.628	41.608	4278.999	33.522	5599.825	0.040	278.127
7	60.918990	9958.379	74.726	7398.752	67.186	6658.701	61.063	5838.902	41.612	4279.199	33.526	5600.000	18.020	296.133
8	61.126780	9958.703	74.730	7399.002	67.193	6659.026	61.070	5839.177	41.617	4279.399	33.530	5600.000	36.004	314.144
9	62.134490	9959.027	74.734	7399.251	67.199	6659.351	61.077	5839.451	41.621	4279.600	33.535	5600.000	36.004	314.170
10	62.832340	9959.352	74.739	7399.501	67.206	6659.675	61.085	5839.726	41.625	4279.800	33.539	5600.000	36.004	314.198
11	64.082730	9959.676	74.743	7399.750	67.212	6660.000	61.092	5840.000	41.630	4280.000	33.543	5600.000	36.004	314.224
12	58.815510	9960.000	74.747	7400.000	67.219	6660.000	122.269	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	450.633
13	53.694150	9960.000	149.600	7400.000	134.450	6660.000	122.269	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	592.717
14	53.502140	9960.000	149.600	7400.000	134.450	6660.000	122.269	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	592.717
15	55.370180	9960.000	149.600	7400.000	134.450	6660.000	122.269	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	592.717
16	60.583400	9960.000	149.600	7400.000	134.450	6660.000	122.269	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	592.717
17	58.521250	9960.000	149.600	7400.000	134.450	6659.026	305.735	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	776.183
18	60.745470	9960.000	149.600	7400.000	134.450	6658.052	305.625	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	776.073
19	52.340030	9958.703	448.950	7399.002	403.286	6657.078	305.515	5838.902	249.609	4279.199	201.549	5600.000	36.004	1644.913
20	33.403950	9957.406	448.847	7398.004	403.130	6656.104	305.405	5837.805	249.501	4278.398	201.446	5599.301	107.895	1716.224
21	33.697380	9956.109	448.745	7397.006	402.973	6655.129	305.295	5836.707	249.394	4277.598	201.343	5598.427	125.777	1733.527
22	33.517990	9954.813	448.642	7396.008	402.817	6654.155	305.185	5835.609	249.286	4276.797	201.240	5597.553	125.674	1732.644
23	31.685350	9953.516	448.539	7395.010	402.661	6653.181	305.075	5834.512	249.178	4275.996	201.138	5596.679	125.570	1732.161
24	30.074960	9952.200	452.714	7394.000	405.655	6652.200	306.249	5833.400	251.212	4275.200	200.218	5595.800	125.967	1742.015
Daily capacity factor :		0.360		0.350		0.414		0.353		0.349		0.300		



รูปที่ 6.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำกับโคออดิเนเตอร์ในกรณีส่งออกและผลิตของเครื่องพลังน้ำสูงสุด







รูปที่ 6.14 (ต่อ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำกับโคออดิเนเตอร์ในกรณีส่งออกและผลิตของเครื่องพลังน้ำสูงสุด

6.2.3.3 ผลของระบบพลังความร้อน

.พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนได้แสดงในตารางที่ 6.24

ตารางที่ 6.24 พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	เครื่องที่ 5	รวม
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิต [MWh]	4478.859	9543.376	1933.982	6989.258	10617.508	33562.983
ค่าใช้จ่ายในการผลิต [$]	147911.60	298483.75	134139.50	437603.65	596645.50	1614784.00
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ [$]	-98030.99	-211974.42	15305.26	24528.90	-32984.25	-303155.50

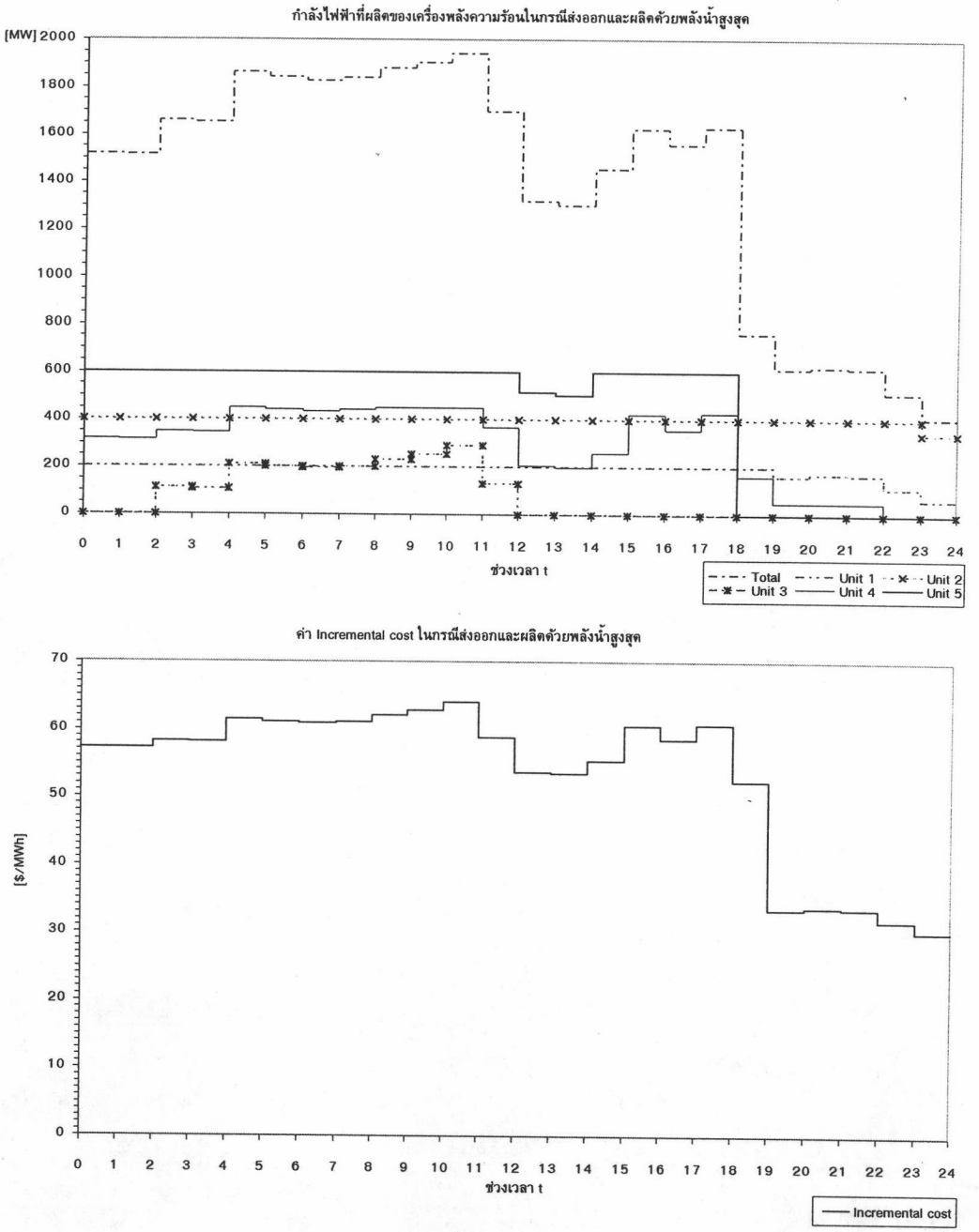
.ค่าชี้สถานะการจ่ายโหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนได้แสดงในตารางที่ 6.25 และรูปที่ 6.15

สังเกตเห็นว่า การออปติไมซ์ปัญหาระบบพลังความร้อนได้ขึ้นอยู่กับค่าของโหลดที่เครื่องพลังความร้อนต้องจ่ายในแต่ละช่วงเวลา เช่น ถ้าโหลดมีค่าสูง เครื่องพลังความร้อนก็ผลิตไฟฟ้ามาก และค่าใช้จ่ายในการผลิตก็สูง ถ้าโหลดมีค่าต่ำ เครื่องพลังความร้อนก็ผลิตไฟฟ้าน้อย และค่าใช้จ่ายในการผลิตก็ต่ำ นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นว่า เครื่องพลังความร้อนแต่ละเครื่องที่ถูกนำเข้าสู่ระบบในแต่ละช่วงเวลาได้ร่วมกันจ่ายโหลดอย่างถูกต้องตามเงื่อนไขของการจ่ายโหลดอย่างประหยัด ในตารางที่ 6.25 แสดงให้เห็นว่า สถานภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 วันของแต่ละเครื่องพลังความร้อนยังได้เป็นไปตาม Priority order (Unit 2 1 5 4 3) เหมือนกันกับในสองกรณีผ่านมา และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงมากกับค่าของโหลดของระบบพลังความร้อน (ดูตารางที่6.25 และรูปที่6.15)

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนในกรณีนี้มีค่าค่อนข้างสูง(65.24 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตทั้งหมด) โดยสูงกว่าของกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด แต่ต่ำกว่าของกรณีส่งออกสูงสุด

ตารางที่ 6.25 ค่าชี้สถานะการจ่ายโหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อน ในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ช่วงเวลา t	Incremental cost ($/MWh)	โหลดของระบบพลังความร้อน (MW)	เครื่องที่ 1		เครื่องที่ 2		เครื่องที่ 3		เครื่องที่ 4		เครื่องที่ 5		รวมกำลังไฟฟ้า (MW)
			UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	
1	57.224380	1516.646	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	316.647	1	600.000	1516.647
2	57.187680	1515.481	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	315.481	1	600.000	1515.481
3	58.225060	1659.955	1	200.000	1	400.000	1	111.540	1	348.414	1	600.000	1659.954
4	58.096660	1651.928	1	200.000	1	400.000	1	107.590	1	344.338	1	600.000	1651.928
5	61.486780	1861.901	1	200.000	1	400.000	1	211.901	1	450.000	1	600.000	1861.901
6	61.135050	1841.674	1	200.000	1	400.000	1	201.079	1	440.795	1	600.000	1841.874
7	60.918990	1828.367	1	200.000	1	400.000	1	194.431	1	433.936	1	600.000	1828.367
8	61.126780	1841.357	1	200.000	1	400.000	1	200.824	1	440.533	1	600.000	1841.357
9	62.134480	1881.830	1	200.000	1	400.000	1	231.830	1	450.000	1	600.000	1881.830
10	62.832340	1903.303	1	200.000	1	400.000	1	253.303	1	450.000	1	600.000	1903.303
11	64.082730	1941.776	1	200.000	1	400.000	1	291.776	1	450.000	1	600.000	1941.776
12	58.815500	1696.867	1	200.000	1	400.000	1	129.708	1	367.159	1	600.000	1696.867
13	53.694150	1318.782	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	204.576	1	514.206	1318.782
14	53.502140	1301.782	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	198.480	1	503.302	1301.782
15	55.370160	1457.782	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	257.783	1	600.000	1457.783
16	60.583400	1623.282	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	423.283	1	600.000	1623.283
17	58.521240	1557.817	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	357.817	1	600.000	1557.817
18	60.745460	1628.427	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	428.428	1	600.000	1628.428
19	52.340030	761.588	1	200.000	1	400.000	0	0.000	1	161.588	0	0.000	761.588
20	33.403960	613.277	1	163.277	1	400.000	0	0.000	1	50.000	0	0.000	613.277
21	33.697400	621.974	1	171.974	1	400.000	0	0.000	1	50.000	0	0.000	621.974
22	33.517990	616.657	1	166.657	1	400.000	0	0.000	1	50.000	0	0.000	616.657
23	31.685340	512.339	1	112.340	1	400.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	512.340
24	30.074960	407.987	1	64.611	1	343.376	0	0.000	0	0.000	0	0.000	407.987
Daily capacity factor :			0.933		0.994		0.269		0.647		0.737		

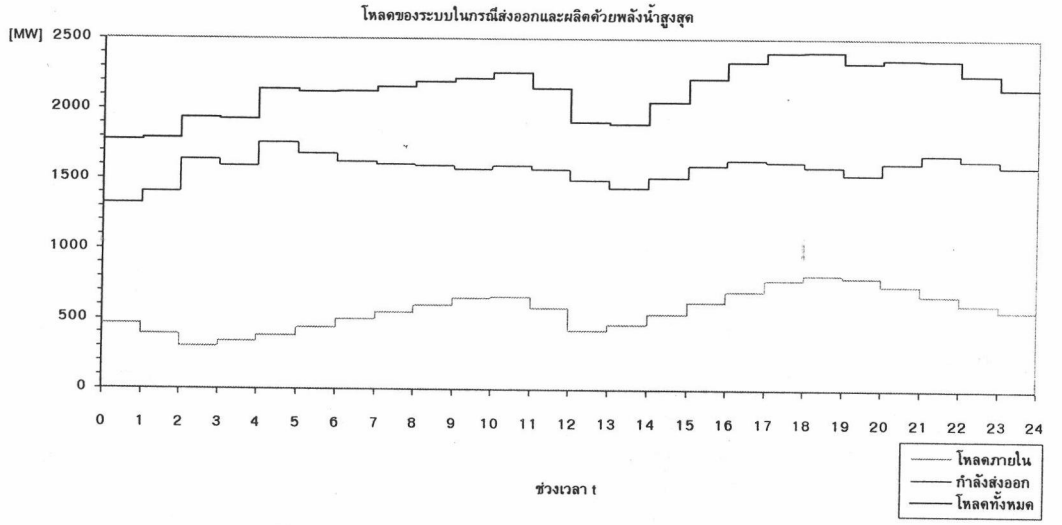


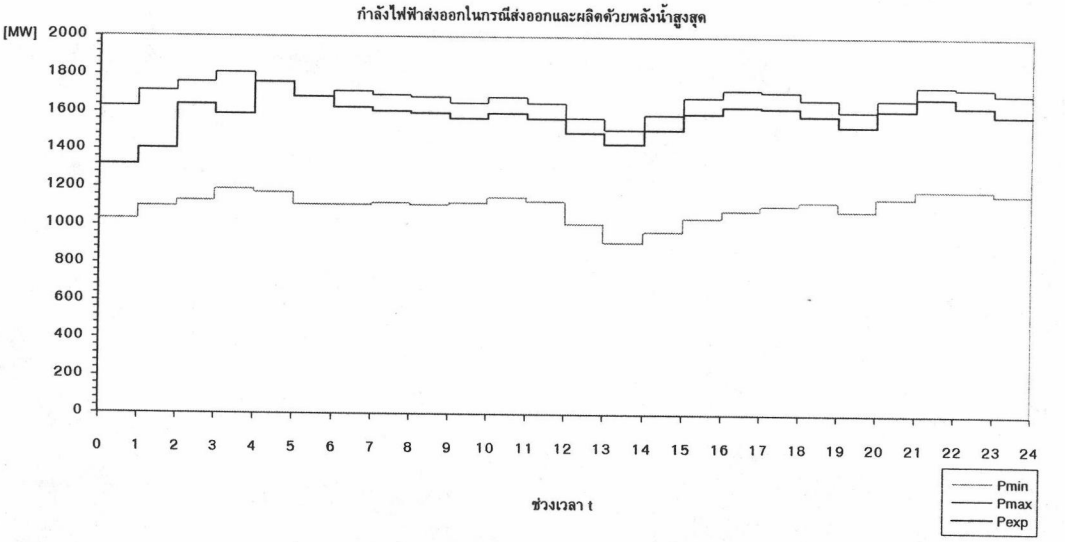
รูปที่ 6.15 แสดงลักษณะการจ่ายโหลดอย่างประหยัดของเครื่องพลังความร้อนในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

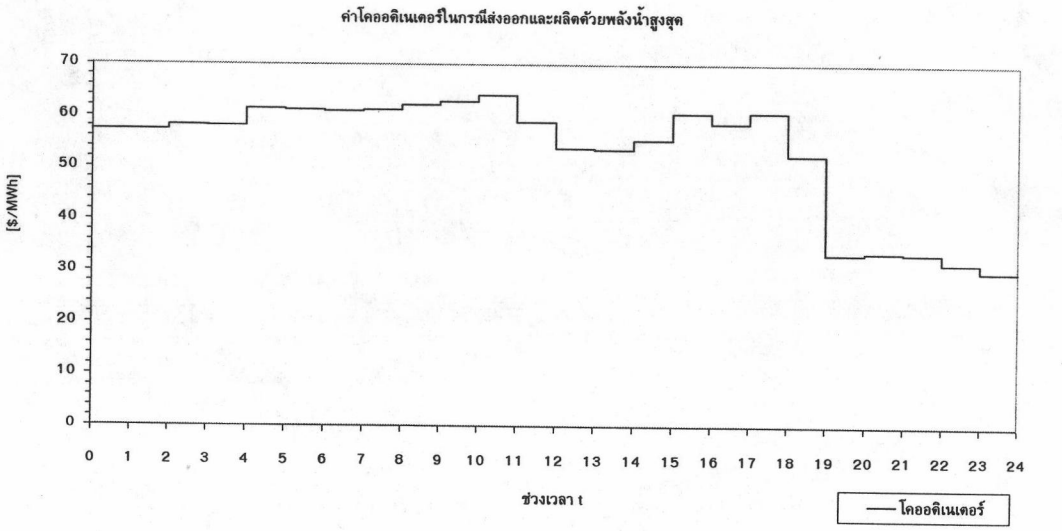
ตารางที่ 6.26 สรุปผลลัพธ์การกำหนดการผลิตในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ช่วงเวลา t	โหลดภายใน (MW)	ค่าโคออดิเนเตอร์ ($/MWh)	Incremental cost ($/MWh)	Pexp (MW)	Phyd (MW)	Pthm (MW)	โหลดทั้งหมด (MW)	รวมกำลังผลิต (MW)
1	460	57.224380	57.224380	1320.000	263.353	1516.647	1780.000	1780.000
2	390	57.187690	57.187680	1403.500	278.019	1515.481	1793.500	1793.500
3	300	58.225070	58.225060	1638.000	278.045	1659.954	1938.000	1937.999
4	340	58.096670	58.096660	1590.000	278.073	1651.928	1930.000	1930.001
5	380	61.486790	61.486780	1760.000	278.099	1861.901	2140.000	2140.000
6	440	61.135060	61.135050	1680.000	278.127	1841.874	2120.000	2120.001
7	500	60.918990	60.918990	1624.500	296.133	1828.367	2124.500	2124.500
8	550	61.126780	61.126780	1605.500	314.144	1841.357	2155.500	2155.501
9	600	62.134490	62.134480	1596.000	314.170	1881.830	2196.000	2196.000
10	650	62.832340	62.832340	1567.500	314.198	1903.303	2217.500	2217.501
11	660	64.082730	64.082730	1596.000	314.224	1941.776	2256.000	2256.000
12	580	58.815510	58.815500	1567.500	450.633	1696.867	2147.500	2147.500
13	420	53.694150	53.694150	1491.500	592.717	1318.782	1911.500	1911.499
14	460	53.502140	53.502140	1434.500	592.717	1301.782	1894.500	1894.499
15	540	55.370180	55.370160	1510.500	592.717	1457.783	2050.500	2050.500
16	620	60.583400	60.583400	1596.000	592.717	1623.283	2216.000	2216.000
17	700	58.521250	58.521240	1634.000	776.183	1557.817	2334.000	2334.000
18	780	60.745470	60.745460	1624.500	776.073	1628.428	2404.500	2404.501
19	820	52.340030	52.340030	1586.500	1644.913	761.588	2406.500	2406.501
20	800	33.403950	33.403960	1529.500	1716.224	613.277	2329.500	2329.501
21	740	33.697380	33.697400	1615.500	1733.527	621.974	2355.500	2355.501
22	670	33.517990	33.517990	1679.500	1732.844	616.657	2349.500	2349.501
23	610	31.685350	31.685340	1634.500	1732.161	512.340	2244.500	2244.501
24	560	30.074960	30.074960	1590.000	1742.015	407.987	2150.000	2150.002

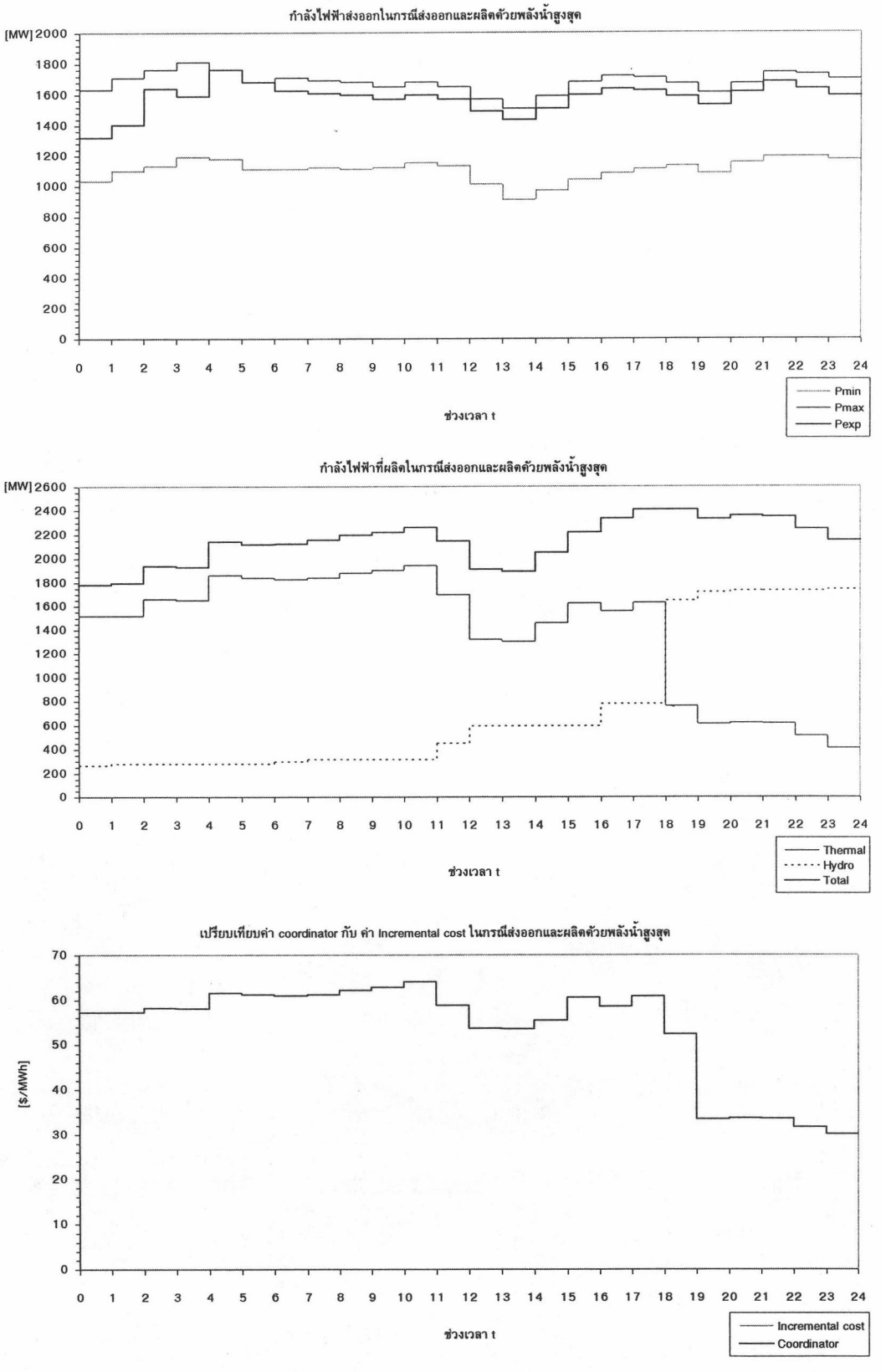
- Energy Demand = 51445.000 MWh
- Total Generation = 51445.009 MWh
  Hydro Gen. = 17882.026 MWh or 34.76%
  Thermal Gen. = 33562.983 MWh or 65.24%
- Average load = 2143.542 MW
- Peak load = 2406.500 MW
- Load factor = 0.891







รูปที่ 6.16 แสดงกำลังไฟฟ้าส่งออกและโหลดทั้งหมดที่สัมพันธ์กับโคออดิเนเตอร์ในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด



รูปที่ 6.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบย่อยต่างๆในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ตารางที่ 6.27 สรุปค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายและค่าพลังงานไฟฟ้าในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

	ส่วนของระบบการส่งออก	ส่วนของระบบพลังน้ำ	ส่วนของระบบพลังความร้อน	ส่วนของพจน์ $(\lambda_t.L_t)$	กำไร
พลังงานไฟฟ้า [MWh]	37875.000	17882.026	33562.983	-	-
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิม [$]	1667888.38	-	1614784.00	-	53104.38
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ [$]	351743.82	-812588.60	-303155.50	710895.40	53104.88

ตารางที่ 6.26-6.27 และรูปที่ 6.16-6.17 แสดงการสรุปผลลัพธ์ทั้งหมดในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

6.2.3.4 วิเคราะห์ผลในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

จากผลของการคำนวณ จะพบว่า เมื่อกำหนดให้โคออดิเนเตอร์มีค่าเท่ากับศูนย์ในสมการเป้าหมายของการออปติไมซ์ปัญหาการส่งออก(สมการ 5.12)และเท่ากับหนึ่งในสมการเป้าหมายของการออปติไมซ์ปัญหาระบบพลังน้ำ(สมการ 5.14)ในเวลาเดียวกัน ระบบการส่งออก ระบบพลังน้ำและระบบพลังความร้อนก็จะไม่มีความเกี่ยวโยงซึ่งกันและกันต่อการจ่ายโหลดที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา นั่นคือ มีการส่งออกได้อย่างเต็มที่ พลังงานไฟฟ้าที่ส่งออกและรายรับจากการส่งออกมีค่าสูงและคงที่เหมือนในกรณีส่งออกสูงสุด ส่วนเครื่องพลังน้ำก็ได้ผลิตไฟฟ้าอย่างเต็มกำลังเช่นเดียวกัน โดยได้กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำที่มีค่าสูงและคงที่เหมือนในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด ส่วนเครื่องพลังความร้อนก็ได้ผลิตไฟฟ้าเพื่อจ่ายโหลดที่เหลือ โดยในช่วงเวลาที่เครื่องพลังน้ำผลิตไฟฟ้าน้อย โหลดของระบบพลังความร้อนจะมีค่าสูง และเครื่องพลังความร้อนก็ผลิตไฟฟ้ามาก ในทางกลับกัน ในช่วงเวลาที่เครื่องพลังน้ำผลิตไฟฟ้ามาก โหลดของระบบพลังความร้อนจะมีค่าต่ำ และเครื่องพลังความร้อนก็ผลิตไฟฟ้าน้อย ถึงแม้ว่ากำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำมีค่าสูง แต่เนื่องจากกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าส่งออกก็มีค่าสูงเช่นกัน จึงทำให้โหลดของระบบรวมมีค่าสูง ทำให้โหลดของระบบพลังความร้อน กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนโดยรวมแล้วมีค่าสูง และค่าใช้จ่ายในการผลิตก็มีค่าสูง

แม้ว่ารายรับจากการส่งออกมีค่าสูง แต่เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการผลิตมีค่าสูงด้วย กำไรจากการส่งออกในกรณีนี้จึงมีค่าค่อนข้างต่ำ โดยต่ำกว่าของกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด แต่สูงกว่าของกรณีส่งออกสูงสุด การที่กำไรจากการส่งออกมีค่าสูงกว่าของกรณีส่งออกสูงสุดนี้ เนื่องจากว่ากำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำในกรณีดังกล่าวมีค่ามากกว่าในกรณีส่งออกสูงสุด ทำให้โหลดของระบบพลังความร้อน พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนมีค่าน้อยกว่า ในขณะที่รายรับจากการส่งออกมีค่า

เท่ากันกับในกรณีส่งออกสูงสุด และการที่กำไรจากการส่งออกมีค่าต่ำกว่าของกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุดนี้ เนื่องจากว่าโหลดของระบบพลังความร้อน พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนมีค่าสูงกว่าในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุดมาก ในขณะที่รายรับจากการส่งออกในกรณีนี้มีค่าสูงกว่าของกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุดเล็กน้อย แม้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำในกรณีนี้มีปริมาณเท่ากับของกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุดก็ตาม

แสดงให้เห็นว่า แม้จะมีการผลิตของเครื่องพลังน้ำอย่างเต็มกำลังก็ตาม แต่หากการผลิตและการส่งออกไม่มีความสัมพันธ์กันแล้ว ก็จะส่งผลให้การผลิตกำลังไฟฟ้ามีความไม่เหมาะสมขึ้นได้ ส่งผลให้มีการส่งออกกำลังไฟฟ้าในปริมาณมากเกินไป โหลดของระบบรวมจะมีค่าสูง และกำไรจากการส่งออกมีค่าต่ำเช่นเดียวกันกับในกรณีการส่งออกสูงสุด

ในการออปติไมซ์ปัญหาการกำหนดการผลิตด้วยวิธีดีคอมโพสและโคออดิเนทในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุดนี้ โคออดิเนเตอร์และ Incremental cost มีค่าใกล้เคียงกันมากหมดทุกช่วง ทั้งนี้เพราะว่ากำลังไฟฟ้าส่งออกและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำมีค่าคงที่ตลอดระยะการออปติไมซ์ ทำให้โหลดของระบบรวมและของระบบพลังความร้อนมีค่าคงที่ด้วย เมื่อโหลดของระบบพลังความร้อนมีค่าคงที่ ผลของการทำยูนิตคอมมิตเมนท์และการจ่ายโหลดอย่างประหยัดของระบบพลังความร้อนก็คงที่ การปรับค่าโคออดิเนเตอร์ในขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบที่ 2 จึงเป็นเพียงการตั้งค่าโคออดิเนเตอร์ให้เท่ากับค่า Incremental cost เพื่อทำการยูนิตคอมมิตเมนท์และการจ่ายโหลดอย่างประหยัดของระบบพลังความร้อนอีกครั้งเท่านั้น โหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตก็มีความสมดุลกัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลดีของการใช้เทคนิค Regula Falsi อยู่ในวิทยานิพนธ์นี้ ในการปรับค่า Incremental cost ในการจ่ายโหลดอย่างประหยัด ทำให้ค่าผิดพลาดระหว่างฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิมและฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

6.2.4 ผลและการวิเคราะห์กรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

ในการพิจารณาปัญหาดังกล่าว ได้กำหนดขั้นตอนการคำนวณซ้ำสูงสุดไว้เป็นจำนวน 200 รอบ และค่าผิดพลาดระหว่างโคออดิเนเตอร์เก่า (λ_{beg}^{n})และใหม่ (λ_{end}^{n}) เท่ากับ 0.01 (โคออดิเนเตอร์ใหม่ในที่นี้จะมีค่าเท่ากับค่า Incremental cost เพราะระยะช่วงเวลามี 1 ชั่วโมง)เช่นเดียวกันกับในกรณีผ่านมา

หลังจากการออปติไมซ์ปัญหาเป็นจำนวน 200 รอบ พบว่า ค่าผิดพลาดระหว่างโคออดิเนเตอร์เก่าและใหม่ในหลายช่วงเวลายังคงสูงกว่า 0.01 การคำนวณจึงได้ยุติ ณ ที่ขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบสุดท้าย และผลกำไรจากการส่งออกมีดังแสดงในตารางที่ 6.28

ตารางที่ 6.28 กำไรที่ได้จากการส่งออกในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

ขั้นตอนการคำนวณซ้ำที่	ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิม (PF)	ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ (DF)	ค่าผิดพลาดระหว่าง (PF) และ (DF)		กำไร
	[$]	[$]	[$]	%	[$]
159	-169693.80	-169693.80	0	0	169693.80
199	-204070.38	-204070.90	0.52	0.000255	204070.38
200	-199845.00	-199845.70	0.70	0.000350	199845.00

จากตารางที่ 6.28 สังเกตเห็นว่า ค่าผิดพลาดระหว่างค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิมและฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่มีค่าต่ำมาก (ต่ำกว่า 0.0005%) จุดที่มีกำไรสูงสุด(Optimum)ไม่ได้อยู่จุดที่มีค่าผิดพลาดน้อยที่สุด(ขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบที่ 159) และไม่ได้อยู่ที่ขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบสุดท้าย(ขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบที่ 200) แต่อยู่ที่ขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบที่ 199 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการไม่ต่อเนื่องและไม่เว้าเข้าของฟังค์ชั่นเป้าหมายนั่นเอง เนื่องจากในการกำหนดการผลิตเราได้เน้นถึงการมีกำไรสูงสุดเป็นหลัก ดังนั้นคำตอบของการออปติไมซ์ปัญหาในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนทนี้จึงเลือกเอาผลลัพธ์ของขั้นตอนการคำนวณซ้ำรอบที่ 199 ซึ่งมีดังนี้

6.2.4.1 ผลของระบบการส่งออก

. พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับที่ได้รับจากการส่งออกได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.29

ตารางที่ 6.29 พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออกในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

	การไฟฟ้าที่ 1	การไฟฟ้าที่ 2	การไฟฟ้าที่ 3	การไฟฟ้าที่ 4	รวม
พลังงานไฟฟ้าส่งออก [MWh]	9071.500	7012.500	8874.500	6099.000	31057.500
รายรับจากการส่งออก [$]	449537.00	305236.00	388553.30	261744.50	1405070.80
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ [$]	-24669.66	7595.55	13952.27	14658.61	11536.77

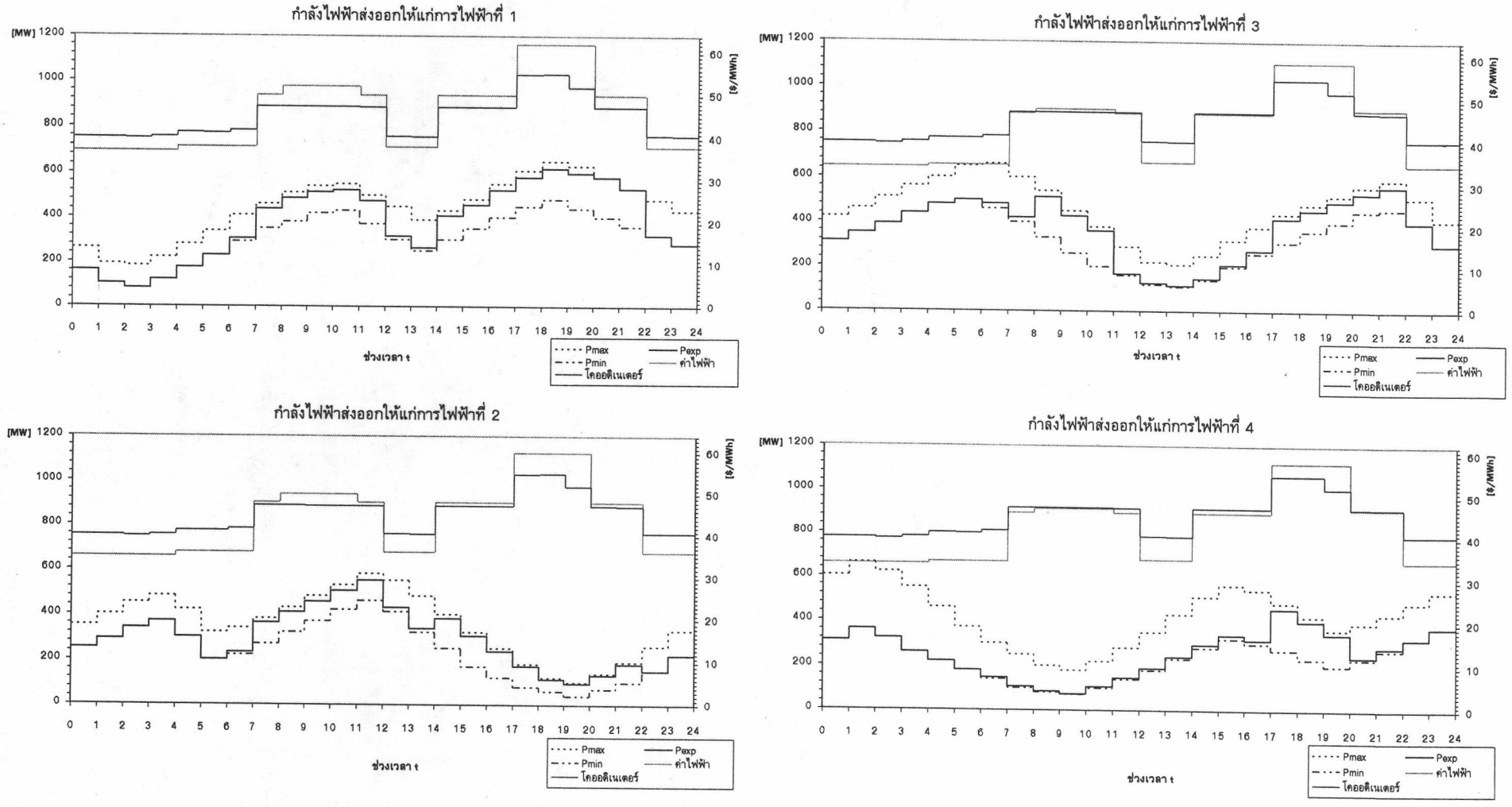
. กำลังไฟฟ้าที่ส่งออกได้แสดงในตารางที่ 6.30 และรูปที่ 6.18

เนื่องจากฟังค์ชั่นเป้าหมายของการมินิไมซ์ปัญหาการส่งออกในกรณีนี้มีลักษณะเดียวกันกับในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด(ใช้สมการ(5.12)เช่นเดียวกัน) ผลของการมินิไมซ์ปัญหาการส่งออกจึงคล้ายคลึงกันกับในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด กล่าวคือ กำลังไฟฟ้าที่ส่งออกจะมีค่าเท่ากับหรือเอียงไปทางขีดจำกัดสูงสุดในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าน้อยกว่าค่าไฟฟ้าส่งออก และมีค่าเท่ากับหรือเอียงไปทางขีดจำกัดต่ำสุดในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าสูงกว่าค่าไฟฟ้าส่งออก แต่ค่าโคออดิเนเตอร์ในกรณีนี้ได้แตกต่างไปจากค่าในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด คือ โคออดิเนเตอร์มีค่าต่ำกว่าค่าไฟฟ้าส่งออกเฉพาะในช่วงที่ทั้งโคออดิเนเตอร์และค่าไฟฟ้าส่งออกต่างก็มีค่าสูง และโคออดิเนเตอร์มีค่าสูงกว่าค่าไฟฟ้าส่งออกเฉพาะในช่วงที่ทั้งโคออดิเนเตอร์และค่าไฟฟ้าส่งออกต่างก็มีค่าต่ำ (ดูตารางที่ 6.30 และรูปที่ 6.18) กำลังไฟฟ้าส่งออกจึงได้มีค่าสูงในช่วงที่ค่าไฟฟ้าส่งออกมีราคาสูง และมีค่าต่ำในช่วงที่ค่าไฟฟ้าส่งออกมีราคาต่ำ

จะสังเกตได้ว่ากำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออกในกรณีนี้มีค่าสูงกว่าในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด

ตารางที่ 6.30 กำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

ช่วงเวลา t	โคออดิเนเตอร์	การไฟฟ้าที่ 1				การไฟฟ้าที่ 2				การไฟฟ้าที่ 3				การไฟฟ้าที่ 4				รวมกำลังไฟฟ้าส่งออกทั้งหมด
		ค่าไฟฟ้า	Pmax	Pexp	Pmin	ค่าไฟฟ้า	Pmax	Pexp	Pmin	ค่าไฟฟ้า	Pmax	Pexp	Pmin	ค่าไฟฟ้า	Pmax	Pexp	Pmin	
	($/MWh)	($/MWh)	(MW)	(MW)	(MW)	($/MWh)	(MW)	(MW)	(MW)	($/MWh)	(MW)	(MW)	(MW)	($/MWh)	(MW)	(MW)	(MW)	(MW)
1	40.102910	37.00	260	160.000	160	35.00	350	250.000	250	34.50	420	310.000	310	34.00	600	310.000	310	1030.000
2	40.059590	37.00	190	100.000	100	35.00	400	290.000	290	34.50	460	350.000	350	34.00	660	360.000	360	1100.000
3	39.882260	37.00	180	80.000	80	35.00	450	340.000	340	34.50	510	390.000	390	34.00	620	320.000	320	1130.000
4	40.287910	37.00	220	120.000	120	35.00	480	370.000	370	34.50	560	440.000	440	34.00	550	260.000	260	1190.000
5	41.247550	38.00	280	175.000	175	36.00	420	300.000	300	35.00	600	480.000	480	34.50	460	220.000	220	1175.000
6	41.220870	38.00	340	230.000	230	36.00	320	200.000	200	35.00	650	500.000	500	34.50	370	180.000	180	1110.000
7	41.738760	38.00	410	304.500	290	36.00	340	231.000	220	35.00	660	483.000	460	34.50	300	147.000	140	1165.500
8	47.237350	50.00	460	437.000	350	48.00	380	361.000	270	47.00	600	420.000	400	46.00	250	105.000	100	1323.000
9	47.229530	52.00	510	484.500	380	50.00	430	408.500	320	48.00	540	513.000	330	47.00	200	84.000	80	1490.000
10	47.216440	52.00	540	513.000	420	50.00	480	456.000	370	48.00	450	427.500	260	47.00	180	73.500	70	1470.000
11	47.209960	52.00	550	522.500	430	50.00	530	503.500	420	48.00	380	361.000	200	47.00	220	105.000	100	1492.000
12	47.199680	50.00	500	475.000	370	48.00	580	551.000	460	47.00	290	168.000	160	46.00	280	147.000	140	1341.000
13	40.471900	38.00	450	315.000	300	36.00	550	430.500	410	35.50	220	126.000	120	35.00	350	189.000	180	1060.500
14	40.342880	38.00	390	262.500	250	36.00	480	336.000	320	35.50	210	115.500	110	35.00	430	241.500	230	955.500
15	47.170390	50.00	430	408.500	300	48.00	400	380.000	250	47.00	250	147.000	140	46.00	510	294.000	280	1229.500
16	47.164890	50.00	480	456.000	350	48.00	320	304.000	170	47.00	320	210.000	200	46.00	560	336.000	320	1306.000
17	47.155290	50.00	550	522.500	400	48.00	250	237.500	120	47.00	380	273.000	260	46.00	540	315.000	300	1348.000
18	54.896810	62.00	610	579.500	450	60.00	180	171.000	80	59.00	440	418.000	310	58.00	480	456.000	270	1624.500
19	54.911660	62.00	650	617.500	480	60.00	120	114.000	60	59.00	480	456.000	360	58.00	420	399.000	230	1586.500
20	51.839400	62.00	630	598.500	440	60.00	100	95.000	40	59.00	520	494.000	400	58.00	360	342.000	200	1529.500
21	47.158200	50.00	580	580.000	400	48.00	140	133.000	70	48.00	560	532.000	450	47.00	390	241.500	230	1486.500
22	47.098740	50.00	530	530.000	360	48.00	190	180.500	100	48.00	590	560.500	460	47.00	430	283.500	270	1554.500
23	40.618580	38.00	480	320.000	320	36.00	260	150.000	150	35.00	510	400.000	400	34.50	480	320.000	320	1190.000
24	40.587640	38.00	430	280.000	280	36.00	330	220.000	220	35.00	410	300.000	300	34.50	530	370.000	370	1170.000



รูปที่ 6.18 แสดงลักษณะกำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

6.2.4.2 ผลของระบบพลังน้ำ

.พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายเทียมในการผลิตของเครื่องพลังน้ำได้แสดงในตารางที่ 6.31

ตารางที่ 6.31 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายเทียมของเครื่องพลังน้ำในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	เครื่องที่ 5	เครื่องที่ 6	รวม
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิต [MWh]	4489.633	4030.935	3726.658	2537.788	2012.175	1078.540	17875.729
ค่าใช้จ่ายเทียม [$] $(\lambda_t.P_R)$	214516.40	192586.50	176707.00	121171.20	96331.91	52712.36	854025.37

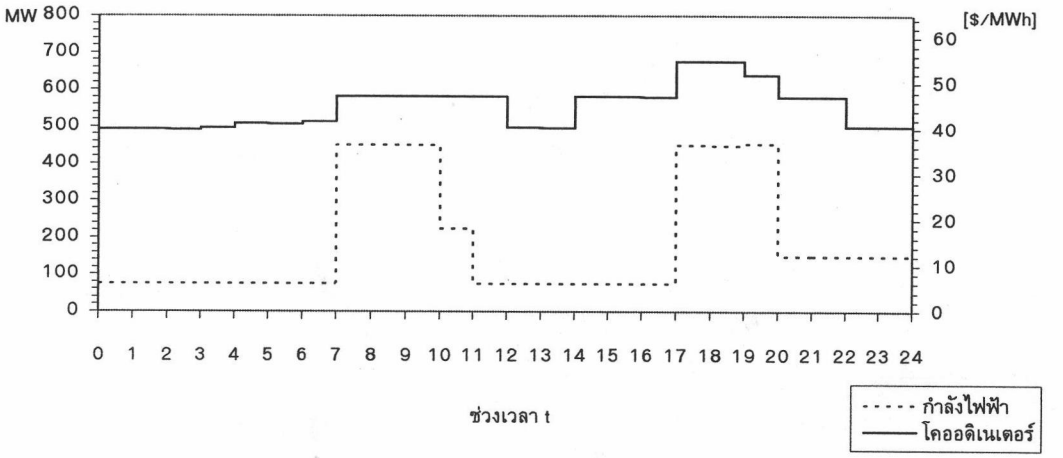
.กำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำและปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาต่างๆได้แสดงในตารางที่ 6.32 และรูปที่ 6.19-6.20

เนื่องจากฟังค์ชั่นเป้าหมายของการออปติไมซ์ปัญหาระบบพลังน้ำในกรณีนี้มีลักษณะเดียวกันกับในกรณีส่งออกสูงสุด(ใช้สมการ(5.14)เช่นเดียวกัน) ผลของการออปติไมซ์ปัญหาระบบพลังน้ำจึงคล้ายคลึงกันกับในกรณีส่งออกสูงสุด กล่าวคือ กำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำมักมีค่าสูงในช่วงที่ตัวโคออดิเตอร์มีค่าสูงเสมอ ซึ่งโดยรวมแล้วกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำแต่ละเครื่องมีความสัมพันธ์กับค่าโคออดิเนเตอร์ โดยกำลังไฟฟ้าที่ผลิตมีค่าสูงในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าสูง และมีค่าต่ำในช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าต่ำ(ดูตารางที่ 6.32 และรูปที่ 6.19) และรูปที่ 6.20 แสดงให้เห็นว่า เครื่องพลังน้ำไม่ได้ผลิตไฟฟ้าอย่างเต็มกำลังการผลิตตามขีดจำกัดที่กำหนดเหมือนในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด เพราะมีบางช่วงที่เครื่องได้ถูกควบคุมให้เพิ่มหรือลดการผลิตตามการเปลี่ยนแปลงของค่าโคออดิเนเตอร์ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำมีค่าต่ำกว่าของกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด แต่สูงกว่าของกรณีที่มีการส่งออกสูงสุดเล็กน้อย(40.06 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตทั้งหมด)

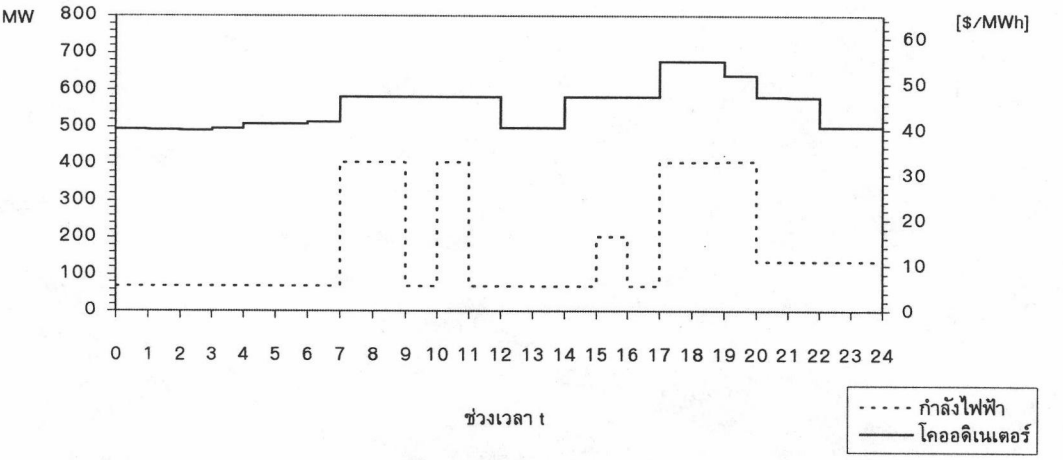
ตารางที่ 6.32 ปริมาณน้ำและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

ช่วงเวลาที่	ค่าโคออดิเนเตอร์	เครื่องที่ 1		เครื่องที่ 2		เครื่องที่ 3		เครื่องที่ 4		เครื่องที่ 5		เครื่องที่ 6		รวมกำลังไฟฟ้า
		ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	ปริมาณน้ำ	กำลังไฟฟ้า	
	($/MWh)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(ล้าน ล.ม.)	(MW)	(MW)
1	40.102910	9956.434	75.376	7397.255	67.147	6656.753	61.386	5837.256	41.363	4277.998	0.344	5598.077	17.737	263.353
2	40.059590	9956.758	74.704	7397.505	67.154	6657.078	61.026	5837.530	41.590	4278.198	33.505	5598.427	0.040	278.019
3	39.882260	9957.082	74.709	7397.754	67.160	6657.402	61.033	5837.805	41.594	4278.398	33.509	5598.776	0.040	278.045
4	40.287910	9957.406	74.713	7398.004	67.167	6657.727	61.041	5838.079	41.599	4278.599	33.513	5599.126	0.040	278.073
5	41.247550	9957.730	74.717	7398.253	67.173	6658.052	61.048	5838.354	41.603	4278.799	33.518	5599.476	0.040	278.099
6	41.220870	9958.055	74.722	7398.503	67.180	6658.376	61.055	5838.628	41.608	4278.999	33.522	5599.825	0.040	278.127
7	41.738760	9958.379	74.726	7398.752	67.186	6658.701	61.063	5838.902	41.612	4279.199	33.526	5600.000	18.020	296.133
8	47.237350	9957.082	448.822	7397.754	403.091	6659.026	61.070	5839.177	41.617	4279.399	33.530	5600.000	36.004	1024.134
9	47.229530	9955.785	448.719	7396.756	402.934	6659.351	61.077	5839.451	41.621	4279.600	33.535	5600.000	36.004	1023.890
10	47.216440	9954.488	448.616	7397.006	67.141	6659.675	61.085	5839.726	41.625	4279.800	33.539	5600.000	36.004	688.010
11	47.209960	9954.164	224.226	7396.008	402.817	6660.000	61.092	5838.902	208.001	4280.000	33.543	5600.000	36.004	965.583
12	47.199680	9954.488	74.675	7396.257	67.121	6659.351	244.587	5839.177	41.617	4279.600	134.361	5599.301	107.895	670.256
13	40.471900	9954.813	74.679	7396.507	67.128	6659.675	61.085	5839.451	41.621	4279.800	33.539	5599.650	0.040	278.092
14	40.342880	9955.137	74.683	7396.756	67.134	6660.000	61.092	5839.726	41.625	4280.000	33.543	5600.000	0.040	278.117
15	47.170390	9955.461	74.687	7397.006	67.141	6659.026	305.735	5840.000	41.630	4280.000	67.156	5600.000	36.004	592.353
16	47.164890	9955.785	74.692	7396.756	201.435	6658.052	305.625	5840.000	83.238	4280.000	67.156	5600.000	36.004	768.150
17	47.155290	9956.109	74.696	7397.006	67.141	6657.078	305.515	5838.902	249.609	4279.199	201.549	5600.000	36.004	934.514
18	54.896810	9954.813	448.642	7396.008	402.817	6656.104	305.405	5837.805	249.501	4278.398	201.446	5599.126	125.860	1733.671
19	54.911660	9953.516	448.539	7395.010	402.661	6655.129	305.295	5836.707	249.394	4277.598	201.343	5598.252	125.756	1732.988
20	51.839400	9952.200	452.714	7394.000	405.655	6654.155	305.185	5835.609	249.286	4276.797	201.240	5597.378	125.653	1739.733
21	47.158200	9952.200	149.394	7394.000	134.138	6653.181	305.075	5834.512	249.178	4275.996	201.138	5596.504	125.549	1164.472
22	47.098740	9952.200	149.394	7394.000	134.138	6652.200	306.249	5833.400	251.212	4275.200	200.218	5595.800	108.040	1149.251
23	40.618580	9952.200	149.394	7394.000	134.138	6652.200	121.917	5833.400	83.022	4275.200	66.951	5595.800	35.861	591.283
24	40.587640	9952.200	149.394	7394.000	134.138	6652.200	121.917	5833.400	83.022	4275.200	66.951	5595.800	35.861	591.283
Daily capacity factor :		0.360		0.350		0.414		0.352		0.349		0.300		

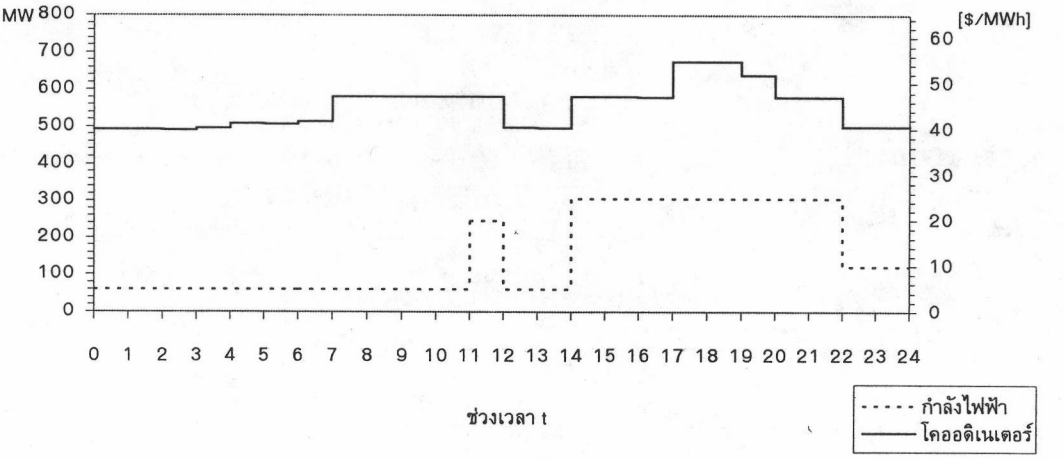
ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 1
ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท



ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 2
ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

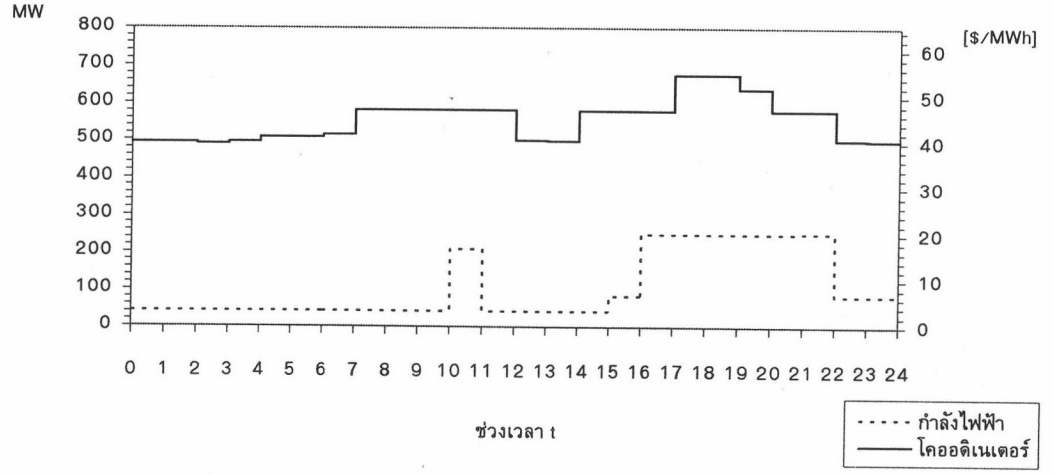


ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 3
ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

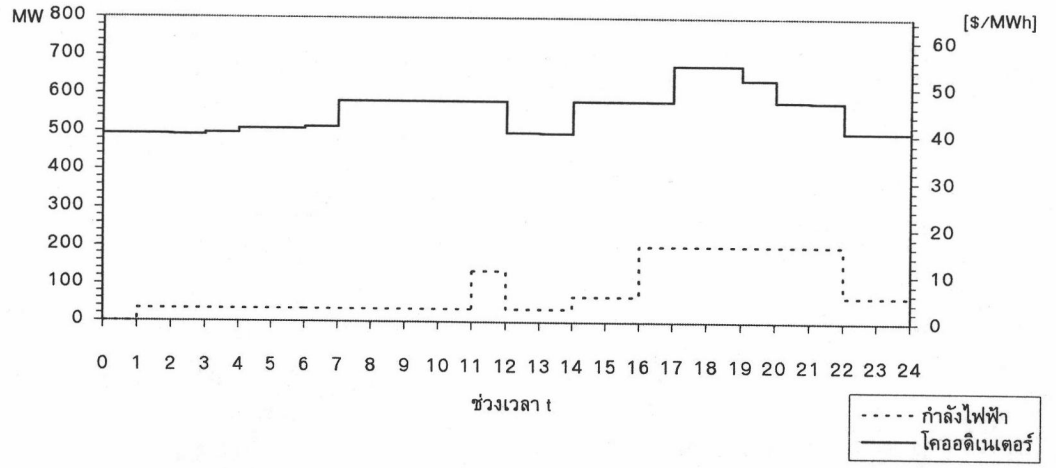


รูปที่ 6.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำกับโคออดิเนเตอร์ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

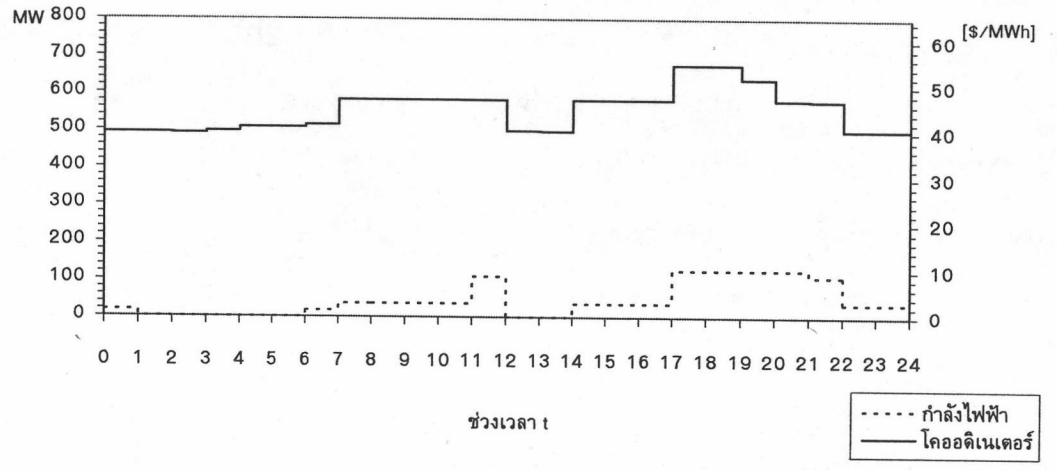
ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 4
ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท



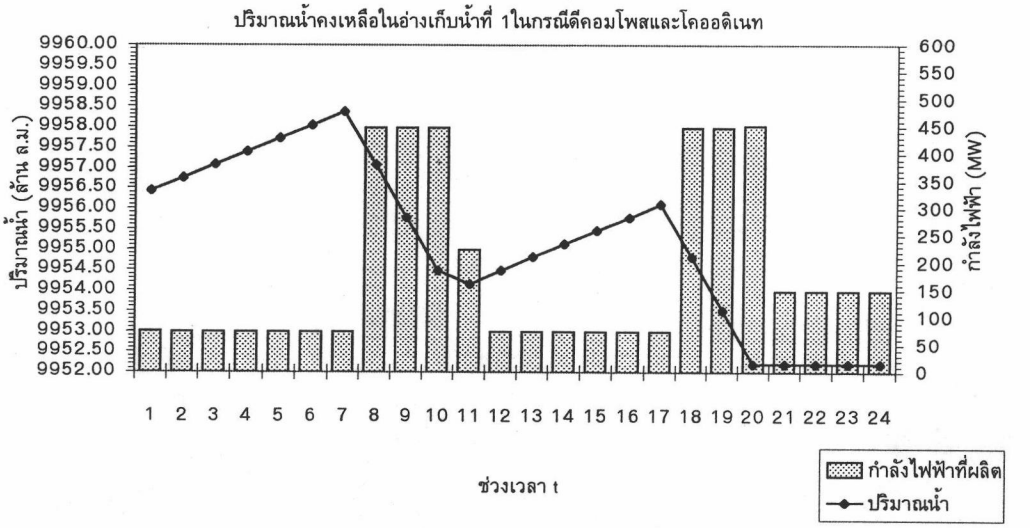
ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตด้วยเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 5
ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

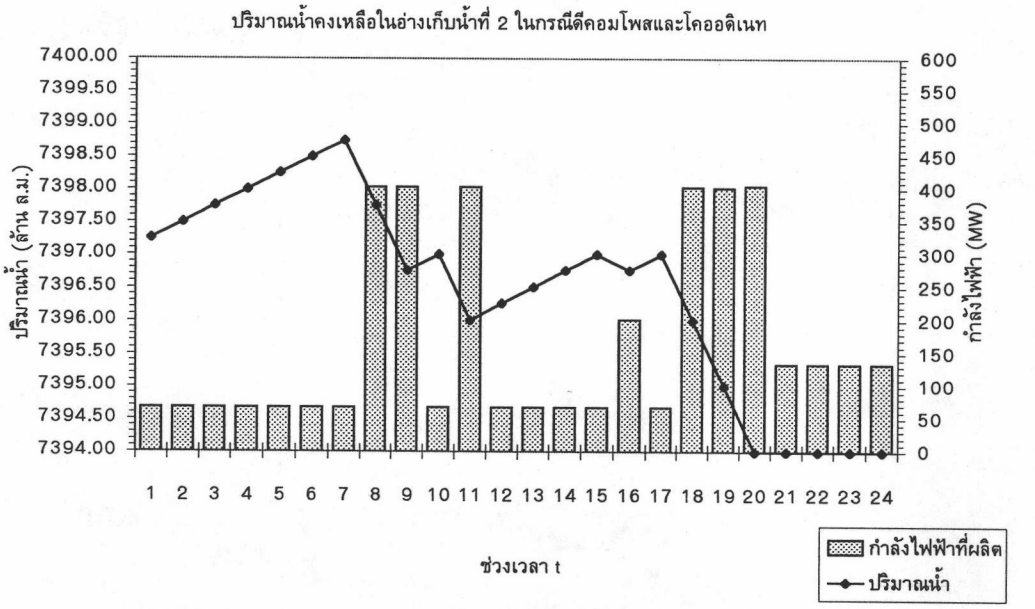


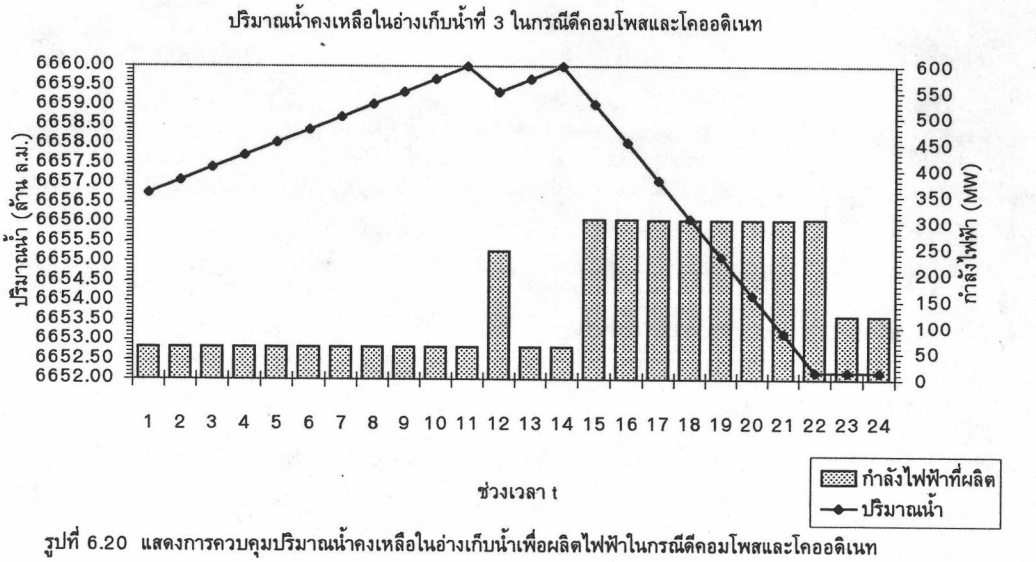
ความสัมพันธ์ระหว่างโคออดิเนเตอร์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตด้วยเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 6
ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท



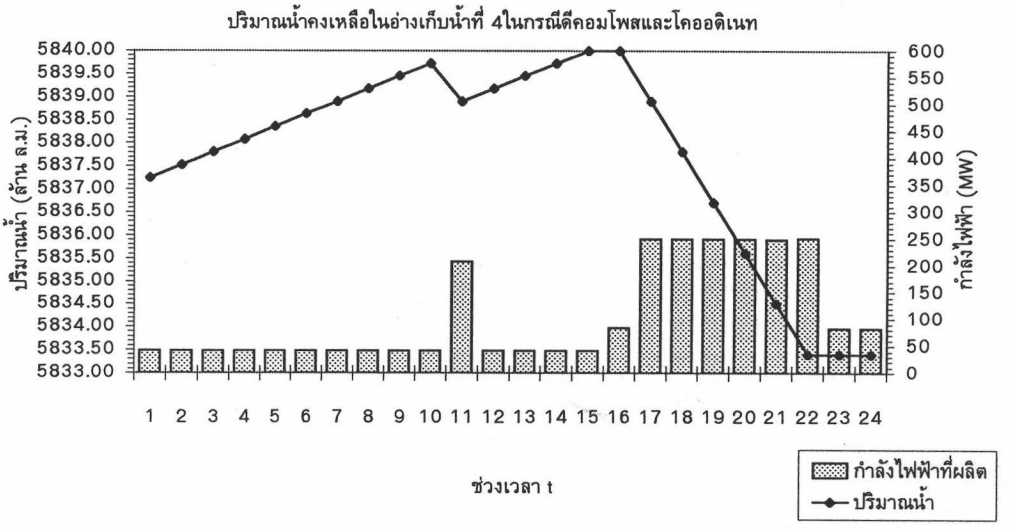
รูปที่ 6.19(ต่อ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำกับโคออดิเนเตอร์ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

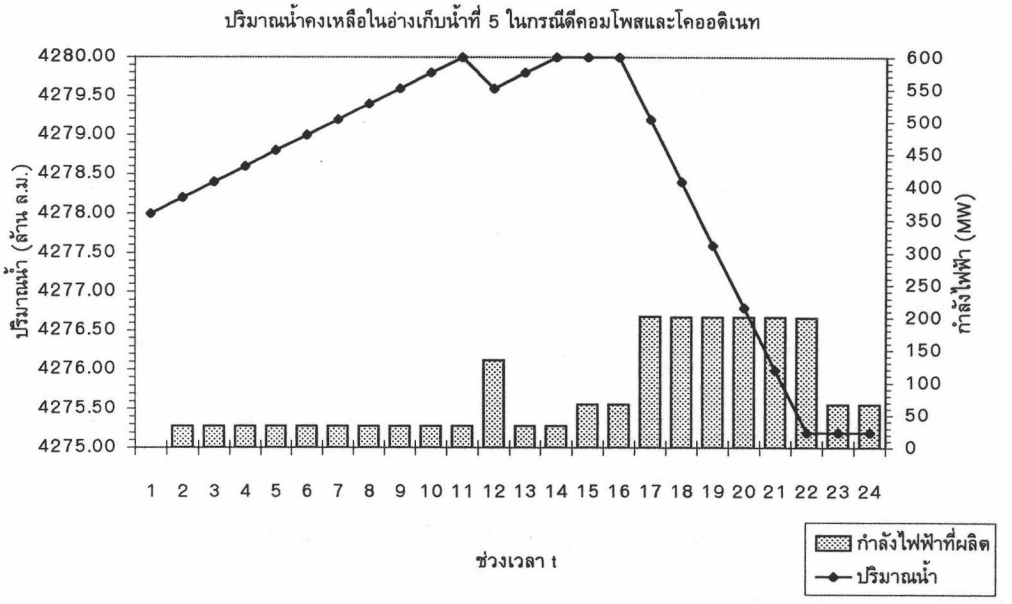


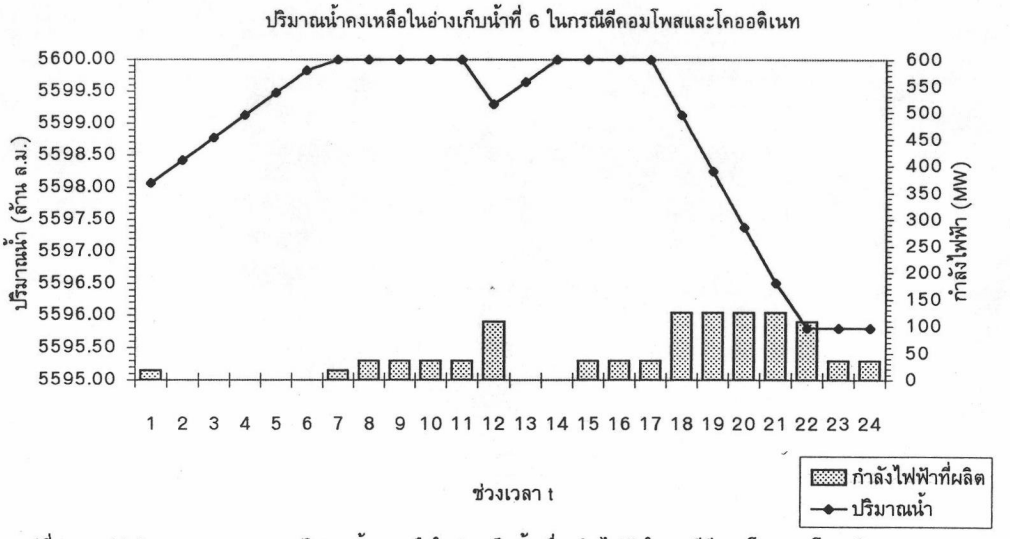




รูปที่ 6.20 แสดงการควบคุมปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท







รูปที่ 6.20 (ต่อ) แสดงการควบคุมปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

6.2.4.3 ผลของระบบพลังความร้อน

.พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.33

ตารางที่ 6.33 พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนในกรณีดิคอมโพสและโคออดิเนท

	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	เครื่องที่ 5	รวม
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิต [MWh]	4634.111	9600.000	922.808	0	11594.868	26751.787
ค่าใช้จ่ายในการผลิต [$]	153027.46	300206.16	88657.19	0	659109.61	1201000.42
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ [$]	-54212.22	-131813.55	48510.24	0	151419.13	13903.60

.ค่าชี้สถานะการจ่ายโหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.34 และรูปที่ 6.21

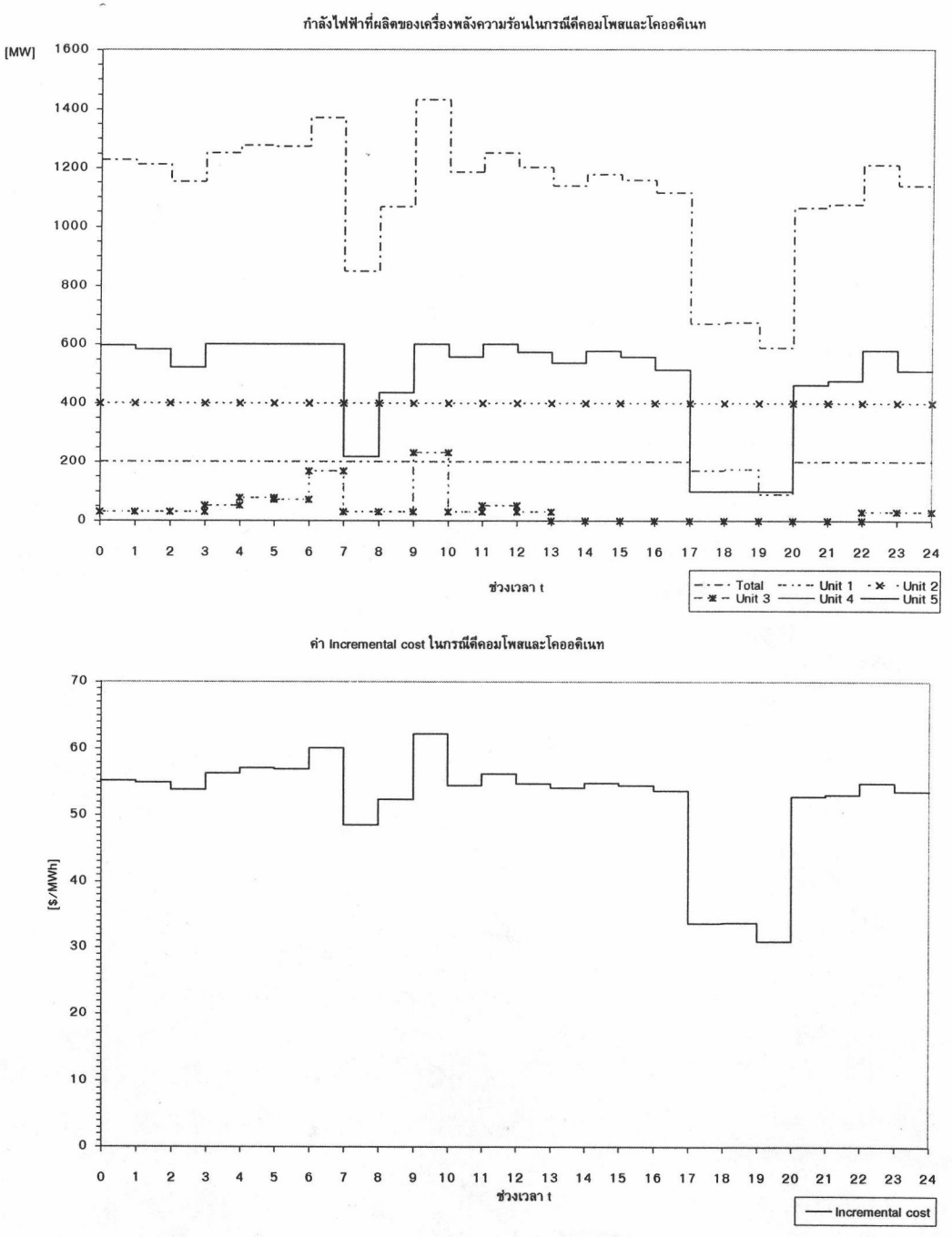
สังเกตเห็นว่า การออปติไมซ์ปัญหาระบบพลังความร้อนได้ขึ้นอยู่กับค่าของโหลดที่เครื่องพลังความร้อนต้องจ่ายในแต่ละช่วงเวลา เช่น ถ้าโหลดมีค่าสูง เครื่องพลังความร้อนก็ผลิตไฟฟ้ามาก ค่าใช้จ่ายในการผลิตจึงสูงตามไปด้วย หากโหลดมีค่าต่ำ เครื่องพลังความร้อนก็ผลิตไฟฟ้าน้อย และค่าใช้จ่ายในการผลิตก็ต่ำ นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นว่า ในการทำยูนิตคอมมิตเมนท์เมื่อโหลดมีค่าต่ำอยู่ในระดับหนึ่ง เครื่องพลังความร้อนที่ได้คอมมิตท์เข้าสู่ระบบอาจไม่เป็นไปตามหลัก Priority order (Unit 2 1 5 4 3) ดังเช่น เครื่องพลังความร้อนเครื่องที่ 4 ไม่ได้ถูกนำเข้าสู่ระบบ แม้จะมีค่าเชื้อเพลิงเฉลี่ยเต็มโหลดต่ำกว่าเครื่องที่ 3 ก็ตาม ทั้งนี้เพราะว่าโหลดที่เครื่องที่ 4 ต้องทำการจ่ายมีปริมาณน้อยเกินไป ทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิต(ค่าเชื้อเพลิง+ค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่อง)ของเครื่องที่ 4 สูงกว่าของเครื่องที่ 3 เครื่องที่ 3 จึงถูกนำเข้าสู่ระบบแทนเครื่องที่ 4 ตั้งแต่ช่วงแรกของการผลิต หลังจากเครื่องที่ 3 เข้าสู่ระบบแล้ว จึงจำเป็นต้องได้รักษาเงื่อนไขของเวลาต่ำสุดที่เครื่องต้องทำงานอย่างต่อเนื่องไปสักระยะหนึ่ง พอถึงช่วงที่เครื่องที่ 3 สามารถหยุดทำงาน เครื่องที่ 4 ก็ยังไม่สามารถคอมมิตท์เข้าสู่ระบบ เพราะค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องที่ 4 ที่ต้องคิดค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่องร่วมด้วยยังสูงกว่าค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องที่ 3 ที่ไม่ได้คิดค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่อง ดังนั้นเครื่องที่ 4 จึงไม่มีโอกาสเข้าจ่ายโหลดในระบบ (ดูตารางที่ 6.34 และรูปที่ 6.21)

อย่างไรก็ดี เครื่องพลังความร้อนแต่ละเครื่องที่ถูกนำเข้าจ่ายโหลดในระบบในแต่ละช่วงเวลาได้ร่วมกันจ่ายโหลดอย่างถูกต้องตามเงื่อนไขของการจ่ายโหลดอย่างประหยัด ในตารางที่ 6.34 แสดงให้เห็นว่า สถานภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 วันของแต่ละเครื่องพลังความร้อนที่ถูกนำเข้าสู่ระบบได้เป็นไปตาม Priority order (Unit 2 1 5 3)

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนในกรณีนี้มีค่าต่ำ แต่สูงกว่าในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด(59.94 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตทั้งหมด) และค่าใช้จ่ายในการผลิตก็มีค่าต่ำ แต่สูงกว่าในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุดเล็กน้อย เนื่องจากมีการผลิตไฟฟ้ามากกว่านั่นเอง

ตารางที่ 6.34 ค่าชี้สถานะการจ่ายโหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อน ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

ช่วงเวลา t	Incremental cost ($/MWh)	โหลดของระบบพลังความร้อน (MW)	เครื่องที่ 1		เครื่องที่ 2		เครื่องที่ 3		เครื่องที่ 4		เครื่องที่ 5		รวมกำลังไฟฟ้า (MW)
			UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	UC ind.	Pthm (MW)	
1	55.145750	1226.646	1	200.000	1	400.000	1	30.000	0	0.000	1	596.646	1226.646
2	54.887520	1211.981	1	200.000	1	400.000	1	30.000	0	0.000	1	581.981	1211.981
3	53.830570	1151.955	1	200.000	1	400.000	1	30.000	0	0.000	1	521.955	1151.955
4	56.287680	1251.929	1	200.000	1	400.000	1	51.929	0	0.000	1	600.000	1251.929
5	57.099300	1276.901	1	200.000	1	400.000	1	76.902	0	0.000	1	600.000	1276.902
6	56.935910	1271.874	1	200.000	1	400.000	1	71.874	0	0.000	1	600.000	1271.874
7	60.104420	1369.367	1	200.000	1	400.000	1	169.367	0	0.000	1	600.000	1369.367
8	48.493820	848.868	1	200.000	1	400.000	1	30.000	0	0.000	1	218.868	848.868
9	52.319020	1066.110	1	200.000	1	400.000	1	30.000	0	0.000	1	436.110	1066.110
10	62.139690	1431.990	1	200.000	1	400.000	1	231.990	0	0.000	1	600.000	1431.990
11	54.435640	1186.318	1	200.000	1	400.000	1	30.000	0	0.000	1	556.318	1186.318
12	56.249230	1250.746	1	200.000	1	400.000	1	50.746	0	0.000	1	600.000	1250.746
13	54.718970	1202.409	1	200.000	1	400.000	1	30.000	0	0.000	1	572.409	1202.409
14	54.102210	1137.382	1	200.000	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	537.382	1137.382
15	54.802410	1177.147	1	200.000	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	577.147	1177.147
16	54.462630	1157.851	1	200.000	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	557.851	1157.851
17	53.681480	1113.487	1	200.000	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	513.487	1113.487
18	33.658790	670.829	1	170.830	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	100.000	670.830
19	33.749320	673.512	1	173.513	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	100.000	673.513
20	30.923780	589.768	1	89.768	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	100.000	589.768
21	52.775400	1062.029	1	200.000	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	462.029	1062.029
22	53.008220	1075.251	1	200.000	1	400.000	0	0.000	0	0.000	1	475.251	1075.251
23	54.830040	1208.717	1	200.000	1	400.000	1	30.000	0	0.000	1	578.717	1208.717
24	53.597480	1138.717	1	200.000	1	400.000	1	30.000	0	0.000	1	508.717	1138.717
Daily capacity factor :			0.965		1.000		0.128		0.000		0.805		

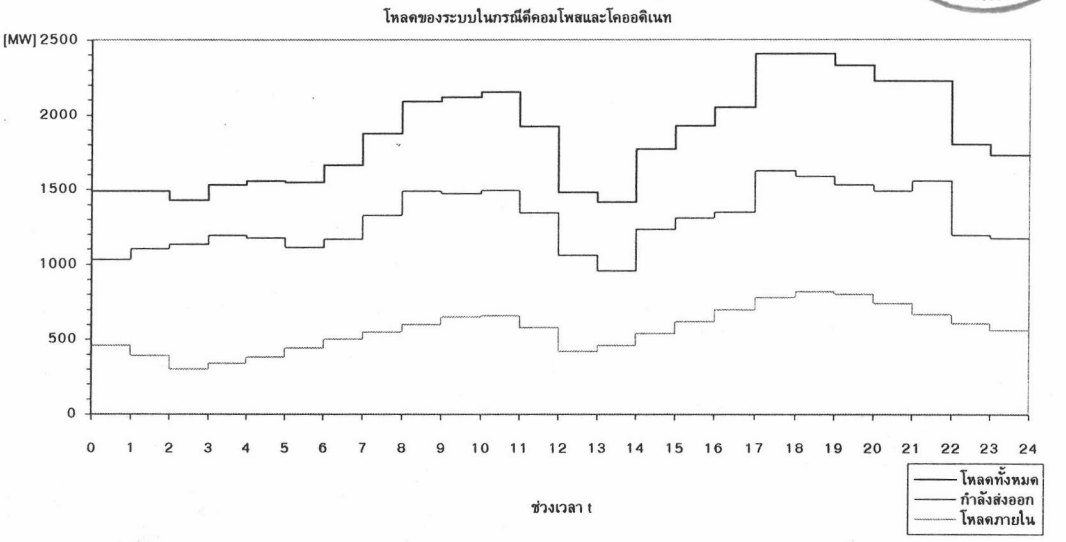


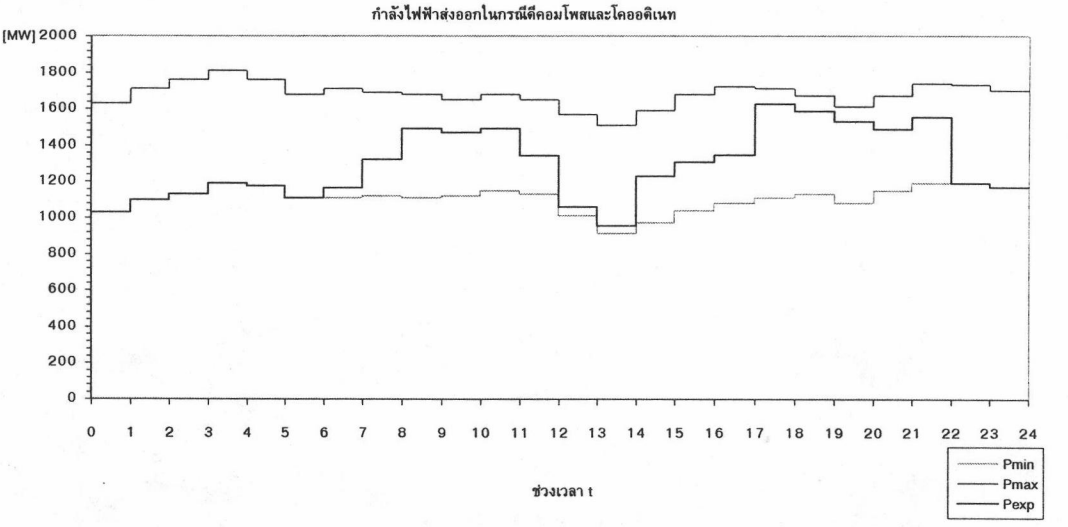
รูปที่ 6.21 แสดงลักษณะการจ่ายโหลดอย่างประหยัดของเครื่องพลังความร้อนในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

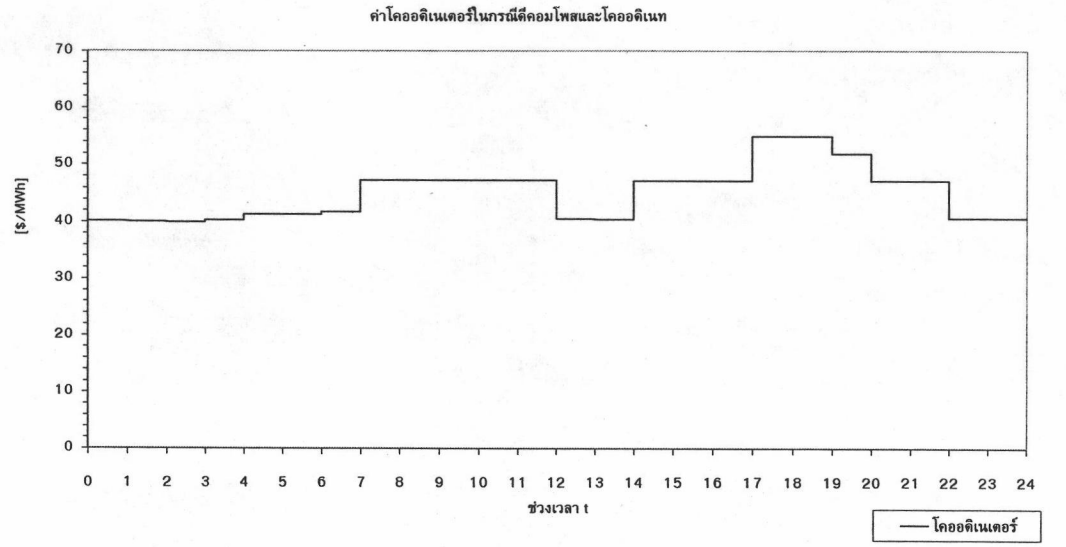
ตารางที่ 6.35 สรุปผลลัพธ์การกำหนดการผลิตในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

ช่วงเวลา t	โหลดภายใน (MW)	ค่าโคออดิเนเตอร์ ($/MWh)	Incremental cost ($/MWh)	Pexp (MW)	Phyd (MW)	Pthm (MW)	โหลดทั้งหมด (MW)	รวมกำลังผลิต (MW)
1	460	40.102910	55.145750	1030.000	263.353	1226.646	1490.000	1489.999
2	390	40.059590	54.887520	1100.000	278.019	1211.981	1490.000	1490.000
3	300	39.882260	53.830570	1130.000	278.045	1151.955	1430.000	1430.000
4	340	40.287910	56.287680	1190.000	278.073	1251.929	1530.000	1530.002
5	380	41.247550	57.099300	1175.000	278.099	1276.902	1555.000	1555.001
6	440	41.220870	56.935910	1110.000	278.127	1271.874	1550.000	1550.001
7	500	41.738760	60.104420	1165.500	296.133	1369.367	1665.500	1665.500
8	550	47.237350	48.493820	1323.000	1024.134	848.868	1873.000	1873.002
9	600	47.229530	52.319020	1490.000	1023.890	1066.110	2090.000	2090.000
10	650	47.216440	62.139690	1470.000	688.010	1431.990	2120.000	2120.000
11	660	47.209960	54.435640	1492.000	965.683	1186.318	2152.000	2152.001
12	580	47.199680	56.249230	1341.000	670.256	1250.746	1921.000	1921.002
13	420	40.471900	54.718970	1060.500	278.092	1202.409	1480.500	1480.501
14	460	40.342880	54.102210	955.500	278.117	1137.382	1415.500	1415.499
15	540	47.170390	54.802410	1229.500	592.353	1177.147	1769.500	1769.500
16	620	47.164890	54.462630	1306.000	768.150	1157.851	1926.000	1926.001
17	700	47.155290	53.681480	1348.000	934.514	1113.487	2048.000	2048.001
18	780	54.896810	33.658790	1624.500	1733.671	670.830	2404.500	2404.501
19	820	54.911660	33.749320	1586.500	1732.988	673.513	2406.500	2406.501
20	800	51.839400	30.923780	1529.500	1739.733	589.768	2329.500	2329.501
21	740	47.158200	52.775400	1486.500	1164.472	1062.029	2226.500	2226.501
22	670	47.098740	53.008220	1554.500	1149.251	1075.251	2224.500	2224.502
23	610	40.618580	54.830040	1190.000	591.283	1208.717	1800.000	1800.000
24	560	40.587640	53.597480	1170.000	591.283	1138.717	1730.000	1730.000

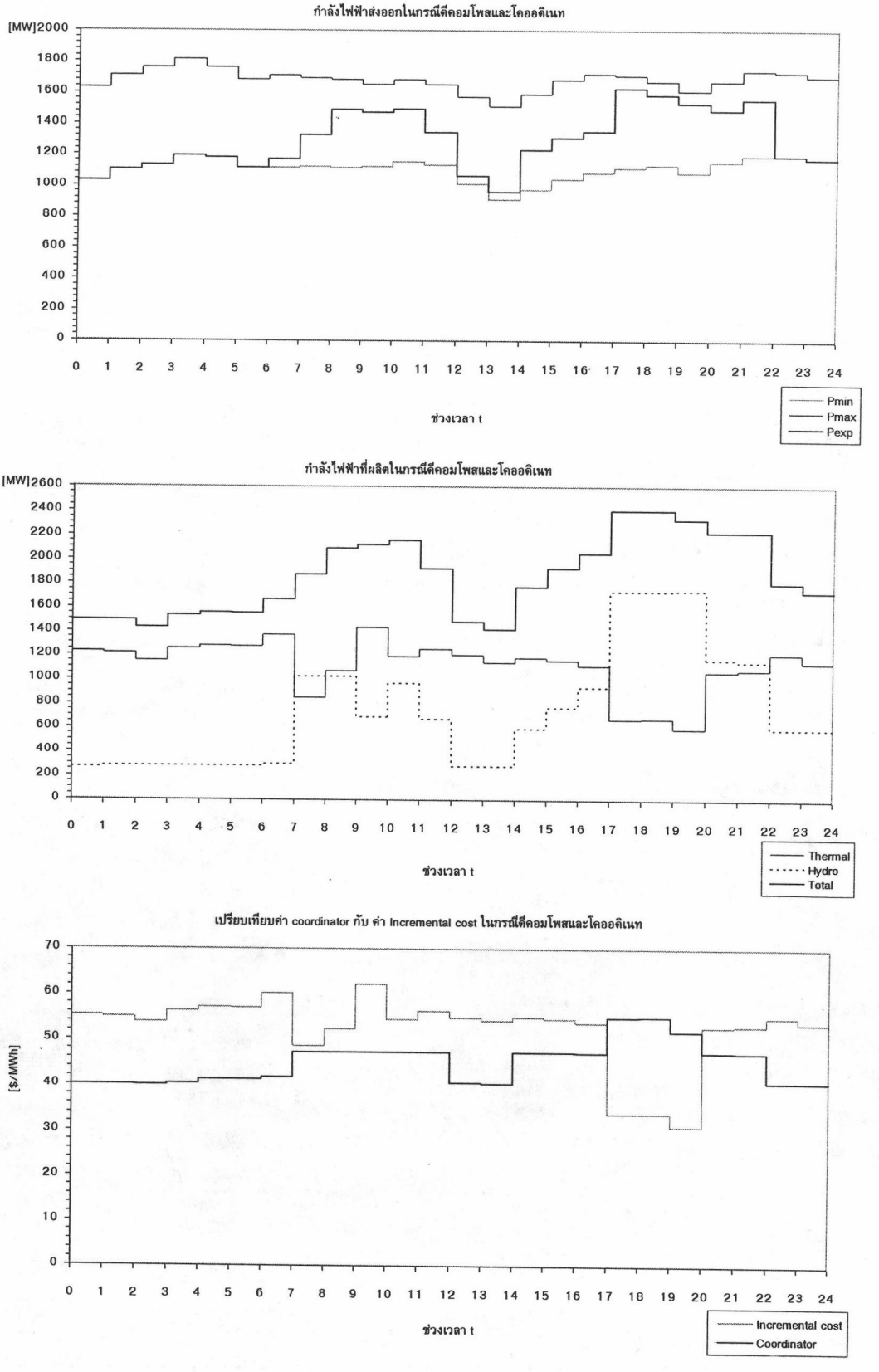
- Energy Demand = 44627.500 MWh
- Total Generation = 44627.516 MWh
  Hydro Gen. = 17875.729 MWh or 40.06%
  Thermal Gen. = 26751.787 MWh or 59.94%
- Average load = 1859.480 MW
- Peak load = 2406.500 MW
- Load factor = 0.773







รูปที่ 6.22 แสดงกำลังไฟฟ้าส่งออกและโหลดทั้งหมดที่สัมพันธ์กับโคออดิเนเตอร์ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท



รูปที่ 6.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบย่อยต่างๆในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

ตารางที่ 6.36 แสดงส่วนประกอบของค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายและค่าพลังงานไฟฟ้าในกรณีดิคอมโพสและโคออดิเนท

	ส่วนของระบบการส่งออก	ส่วนของระบบพลังน้ำ	ส่วนของระบบพลังความร้อน	ส่วนของพจน์ $(\lambda_t.L_t)$	กำไร
พลังงานไฟฟ้า [MWh]	31057.500	17875.729	26751.787	-	-
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิม [$]	1405070.80	-	1201000.42	-	204070.38
ค่าฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ [$]	11536.77	-854025.37	13903.60	624514.10	204070.90

ตารางที่ 6.35-6.36 และรูปที่ 6.22-6.23 แสดงการสรุปผลลัพธ์ทั้งหมดในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

6.2.4.4 วิเคราะห์ผลในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท

เมื่อได้พิจารณาค่าโคออดิเนเตอร์ในการออปติไมซ์ปัญหาของระบบย่อยทั้งสาม จะพบว่ามีความเกี่ยวโยงซึ่งกันและกันในการจ่ายโหลดที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาโดยมีโคออดิเนเตอร์เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างระบบทั้งสาม นั่นคือ ในช่วงเวลาที่โคออดิเนเตอร์มีค่าสูงกว่าค่าไฟฟ้าส่งออกซึ่งเป็นช่วงที่รายรับจากการส่งออกไม่คุ้มค่าต่อการผลิต กำลังไฟฟ้าส่งออกก็จะมีค่าต่ำ ทำให้โหลดของระบบรวมมีค่าต่ำ แต่ในขณะเดียวกันนั้นหากเป็นช่วงที่โคออดิเนเตอร์มีค่าต่ำ ก็จะส่งผลทำให้เครื่องพลังน้ำทำการผลิตต่ำ ดังนั้นถึงแม้ว่าโหลดของระบบรวมจะมีค่าต่ำ แต่เมื่อการผลิตจากเครื่องพลังน้ำมีค่าต่ำด้วย โหลดของระบบพลังความร้อนจึงมีค่าสูง ทำให้เครื่องพลังความร้อนต้องทำการผลิตมาก ส่วนในช่วงเวลาที่โคออดิเนเตอร์มีค่าต่ำกว่าค่าไฟฟ้าส่งออกซึ่งเป็นช่วงที่รายรับจากการส่งออกคุ้มค่าต่อการผลิต กำลังไฟฟ้าส่งออกจะมีค่าสูง ทำให้โหลดของระบบมีค่าสูง หากในขณะเดียวกันนั้นเป็นเวลาที่โคออดิเนเตอร์มีค่าสูง ก็จะทำให้เครื่องพลังน้ำทำการผลิตมาก ดังนั้นถึงแม้ว่าโหลดของระบบรวมจะมีค่าสูง แต่เมื่อกำลังการผลิตของเครื่องพลังน้ำมีค่าสูงด้วย โหลดของระบบพลังความร้อนจึงมีค่าต่ำและกำลังการผลิตของเครื่องพลังความร้อนก็มีค่าต่ำ แสดงให้เห็นว่า โคออดิเนเตอร์ได้จัดสรรทั้งกำลังการส่งออก กำลังการผลิตของเครื่องพลังน้ำและพลังความร้อนเพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อระบบโดยรวม

ด้วยการเกี่ยวโยงซึ่งกันและกันระหว่างการส่งออกและระบบผลิตไฟฟ้าทั้งสอง โคออดิเนเตอร์จึงมีค่าต่ำกว่าค่าไฟฟ้าส่งออกเฉพาะในช่วงที่ทั้งโคออดิเนเตอร์และค่าไฟฟ้าส่งออกต่างก็มีค่าสูง และมีค่าสูงกว่าค่าไฟฟ้าส่งออกเฉพาะในช่วงที่ทั้งโคออดิเนเตอร์และค่าไฟฟ้าส่งออกต่างก็มีค่าต่ำ ซึ่งหมายความว่า กำลังการส่งออกกำลังไฟฟ้าควรมีค่าต่ำในช่วงที่ค่าไฟฟ้าส่งออกมีราคาถูก และควรมีค่ามากในช่วงที่ค่าไฟฟ้าส่งออกมีราคาสูง อนึ่ง การที่โคออดิเนเตอร์มีค่าสูงในช่วงที่ค่าไฟฟ้าส่งออกมีราคาสูงนั้น ก็เป็นเพราะว่าระบบผลิตได้เพิ่มกำลังการผลิตเพื่อส่งออกให้มากในช่วงที่ราคาไฟฟ้าส่งออกมีค่าสูง แม้ค่าใช้จ่ายในการผลิตจะมีค่าสูง แต่

ก็คุ้มค่าต่อการส่งออก ส่วนการที่โคออดิเนเตอร์มีค่าต่ำในช่วงที่ค่าไฟฟ้าส่งออกมีราคาถูกนั้น ก็เป็นเพราะว่าระบบผลิตได้ลดกำลังการผลิตเพื่อส่งออกให้น้อยในช่วงที่ราคาไฟฟ้าตกต่ำ แม้ค่าใช้จ่ายในการผลิตจะมีค่าต่ำ แต่ก็จะไม่คุ้มค่าต่อการส่งออก แสดงให้เห็นว่า โดยสรุปแล้วจะเห็นได้ว่า ในช่วงที่ค่าไฟฟ้าส่งออกมีราคาสูง จะมีการส่งออกอย่างเต็มที่ เครื่องพลังน้ำจะผลิตไฟฟ้ามากเพื่อให้กำลังการผลิตของเครื่องพลังความร้อนได้ลดลง แต่ในช่วงที่ค่าไฟฟ้าส่งออกมีราคาถูก จะทำให้มีการส่งออกเพียงเล็กน้อย เครื่องพลังน้ำจะผลิตไฟฟ้าต่ำเพื่อปล่อยให้กำลังการผลิตของเครื่องพลังความร้อนได้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ก็เพราะให้เกิดผลประโยชน์สูงสุดต่อระบบนั่นเอง

ดังนั้นกำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออกโดยรวมแล้วจึงมีค่าไม่มากนัก แต่จะสูงกว่าในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด เนื่องจากมีพลังงานไฟฟ้าส่งออกมากกว่านั่นเอง เมื่อกำลังไฟฟ้าส่งออกมีค่าไม่มาก โหลดของระบบรวมก็มีค่าไม่มากเช่นกัน และเนื่องจากเครื่องพลังน้ำและพลังความร้อนได้ร่วมกันจ่ายโหลดอย่างเหมาะสม จึงทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อนมีค่าค่อนข้างต่ำ และกำไรจากการส่งออกจึงมีค่าสูงที่สุด ซึ่งก็สูงกว่าในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด ทั้ง ๆที่พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำมีค่าต่ำกว่า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนมีค่าสูงกว่า

แสดงให้เห็นว่า เมื่อระบบการส่งออกกำลังไฟฟ้าและระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำและพลังความร้อนมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างเหมาะสม ย่อมส่งผลให้โหลดของระบบโดยรวมมีค่าไม่มากเกินไป ในขณะเดียวกันก็สามารถจัดสรรกำลังการผลิตของระบบพลังน้ำและพลังความร้อนได้อย่างเหมาะสม

ในการออปติไมซ์ปัญหาการกำหนดการผลิตด้วยวิธีดีคอมโพสและโคออดิเนทในกรณีนี้ ผลและเหตุผลของการปรับค่าโคออดิเนเตอร์ให้เท่ากับค่า Incremental cost มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับในกรณีส่งออกสูงสุด โหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มีความสมดุลกันในแต่ละช่วง ค่าผิดพลาดระหว่างฟังค์ชั่นเป้าหมายเดิมและฟังค์ชั่นเป้าหมายควบคู่ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และค่ากำไรที่ได้ก็ถือว่าเป็นค่าสูงสุดในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนทนี้

ผลการทดสอบทั้งหมดในทุกกรณีได้นำมาสรุปในตารางที่ 6.37-6.38 และรูปที่ 6.24-6.31

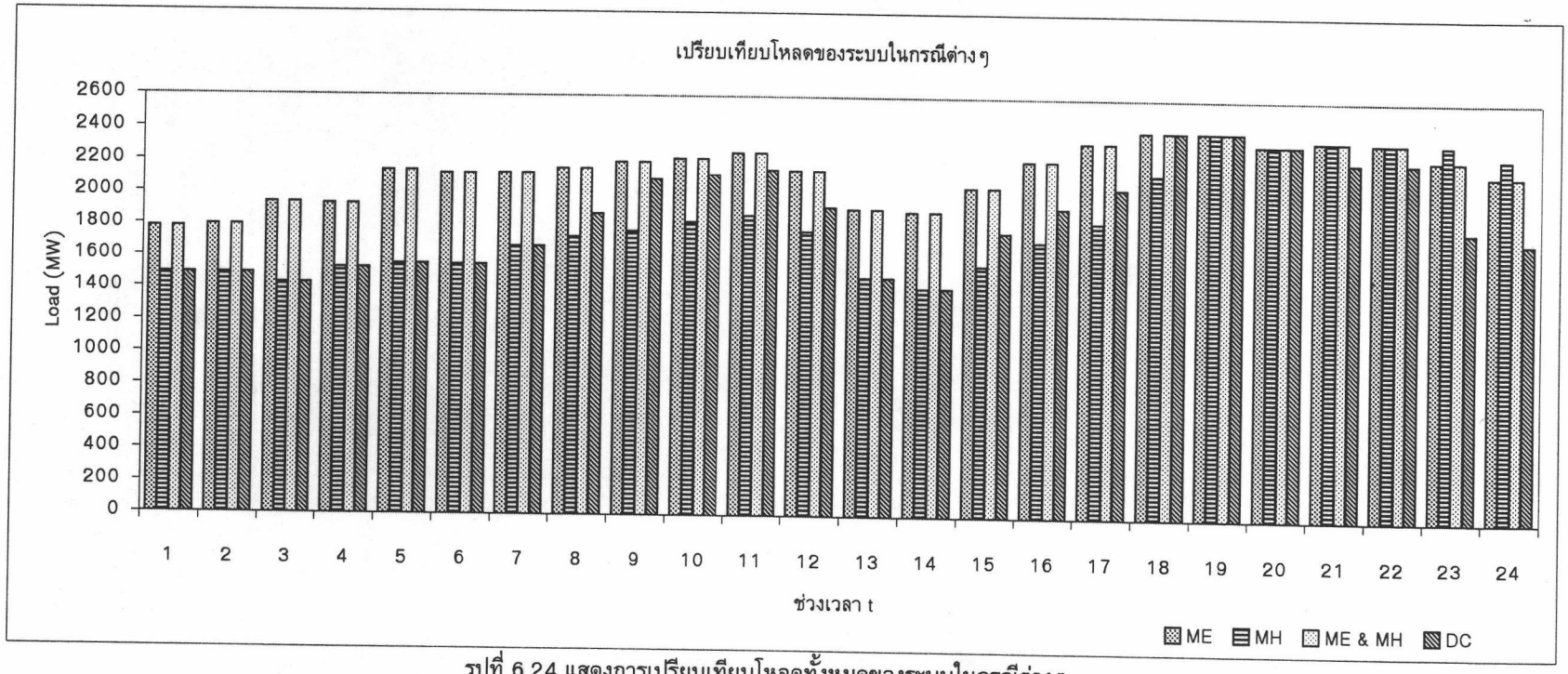
จากผลการทดสอบปัญหาการกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึงการส่งออกกำลังไฟฟ้าใน 4 กรณีดังกล่าวมานั้น สังเกตเห็นได้ว่า กรณีดีคอมโพสและโคออดิเนทเป็นกรณีที่ดีที่สุด

ตารางที่ 6.37 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ทั้งหมดในกรณีต่าง ๆ

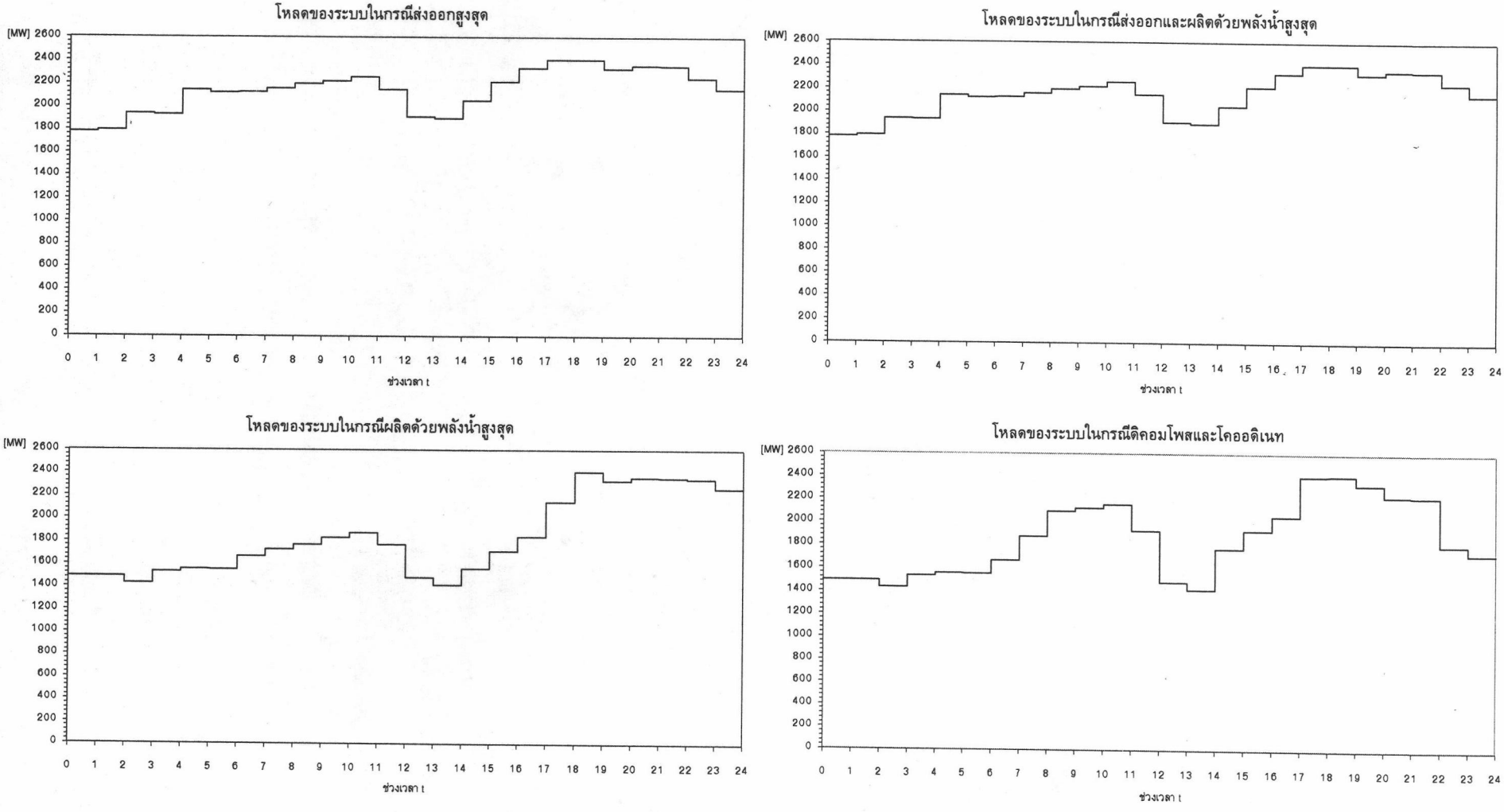
	ส่งออกสูงสุด (ME)	พลังน้ำสูงสุด (MH)	ส่งออกสูงสุด+พลังน้ำสูงสุด (ME&MH)	ดีคอมโพสและโคออดิเนท (DC)
ความต้องการพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด [MWh] :	51445.000	43843.000	51445.000	44627.500
- พลังงานไฟฟ้าส่งออก [MWh or %]	37875 or 73.62	30273 or 69.05	37875 or 73.62	31057.5 or 69.59
- โหลดภายใน [MWh or %]	13570 or 26.38	13570 or 26.38	13570 or 26.38	13570 or 30.41
พลังงานที่ผลิตทั้งหมด [MWh] :	51445.012	43843.005	51445.009	44627.516
- จากพลังน้ำ [MWh or %]	17875.432 or 34.70	17882.026 or 40.80	17882.026 or 34.76	17875.729 or 40.06
- จากพลังความร้อน [MWh or %]	33569.580 or 65.30	25960.979 or 59.20	33562.983 or 65.24	26751.787 or 59.94
ค่าโหลดสูงสุด [MW]	2406.5	2406.5	2406.5	2406.5
โหลดแฟคเตอร์	0.891	0.759	0.891	0.773
รายรับ [$]	1667883.38	1349298.30	1667883.38	1405070.80
ค่าใช้จ่ายในการผลิต [$]	1617917.30	1160653.40	1614784.00	1201000.42
กำไร [$]	49971.08	188644.90	53104.38	204070.38

ตารางที่ 6.38 เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าส่งออกและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตในกรณีต่าง ๆ

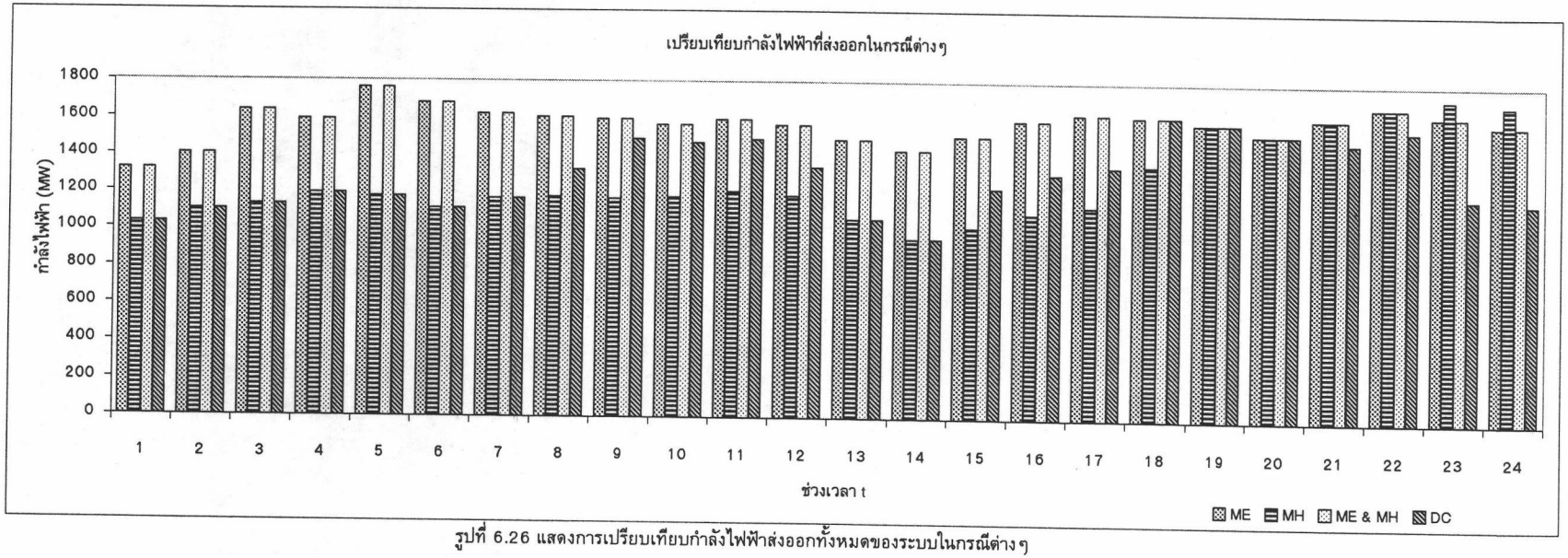
ช่วงเวลา t	โหลดในระบบ	ส่งออกสูงสุด			ผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด			ส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด			ดีคอมโพสและโคออดิเนท		
	(MW)	Pexp (MW)	Phyd (MW)	Pthm (MW)	Pexp (MW)	Phyd (MW)	Pthm (MW)	Pexp (MW)	Phyd (MW)	Pthm (MW)	Pexp (MW)	Phyd (MW)	Pthm (MW)
1	460	1320.000	263.353	1516.646	1030.000	263.353	1226.646	1320.000	263.353	1516.647	1030.000	263.353	1226.646
2	390	1403.500	278.019	1515.481	1100.000	278.019	1211.982	1403.500	278.019	1515.481	1100.000	278.019	1211.981
3	300	1638.000	278.045	1659.954	1130.000	278.045	1151.955	1638.000	278.045	1659.954	1130.000	278.045	1151.955
4	340	1590.000	278.073	1651.928	1190.000	278.073	1251.928	1590.000	278.073	1651.928	1190.000	278.073	1251.929
5	380	1760.000	296.068	1843.933	1175.000	278.099	1276.901	1760.000	278.099	1861.901	1175.000	278.099	1276.902
6	440	1680.000	278.127	1841.874	1110.000	278.127	1271.874	1680.000	278.127	1841.874	1110.000	278.127	1271.874
7	500	1624.500	278.153	1846.347	1165.500	296.133	1369.367	1624.500	296.133	1828.367	1165.500	296.133	1369.367
8	550	1605.500	755.428	1400.073	1176.000	314.144	1411.856	1605.500	314.144	1841.357	1323.000	1024.134	848.868
9	600	1596.000	1024.047	1171.954	1165.500	314.170	1451.330	1596.000	314.170	1881.830	1490.000	1023.890	1066.110
10	650	1567.500	889.516	1327.984	1176.000	314.198	1511.803	1567.500	314.198	1903.303	1470.000	688.010	1431.990
11	660	1596.000	1007.303	1248.697	1207.500	314.224	1553.276	1596.000	314.224	1941.776	1492.000	965.683	1186.318
12	580	1567.500	670.258	1477.244	1186.500	450.633	1315.867	1567.500	450.633	1696.867	1341.000	670.256	1250.746
13	420	1491.500	278.094	1633.407	1060.500	592.717	887.782	1491.500	592.717	1318.782	1060.500	278.092	1202.409
14	460	1434.500	278.120	1616.380	955.500	592.717	822.782	1434.500	592.717	1301.782	955.500	278.117	1137.382
15	540	1510.500	717.126	1333.374	1018.500	592.717	965.782	1510.500	592.717	1457.783	1229.500	592.353	1177.147
16	620	1596.000	1001.573	1214.428	1092.000	592.717	1119.283	1596.000	592.717	1623.283	1306.000	768.150	1157.851
17	700	1634.000	934.299	1399.703	1134.000	776.183	1057.817	1634.000	776.183	1557.817	1348.000	934.514	1113.487
18	780	1624.500	1733.456	671.045	1359.500	776.073	1363.427	1624.500	776.073	1628.428	1624.500	1733.671	670.830
19	820	1586.500	1732.772	673.728	1586.500	1644.913	761.588	1586.500	1644.913	761.588	1586.500	1732.988	673.513
20	800	1529.500	1741.659	587.842	1529.500	1716.224	613.277	1529.500	1716.224	613.277	1529.500	1739.733	589.768
21	740	1615.500	998.316	1357.184	1615.500	1733.527	621.974	1615.500	1733.527	621.974	1486.500	1164.472	1062.029
22	670	1679.500	981.061	1368.440	1679.500	1732.844	616.656	1679.500	1732.844	616.657	1554.500	1149.251	1075.251
23	610	1634.500	591.283	1653.217	1730.000	1732.161	607.839	1634.500	1732.161	512.340	1190.000	591.283	1208.717
24	560	1590.000	591.283	1558.717	1700.000	1742.015	517.987	1590.000	1742.015	407.987	1170.000	591.283	1138.717



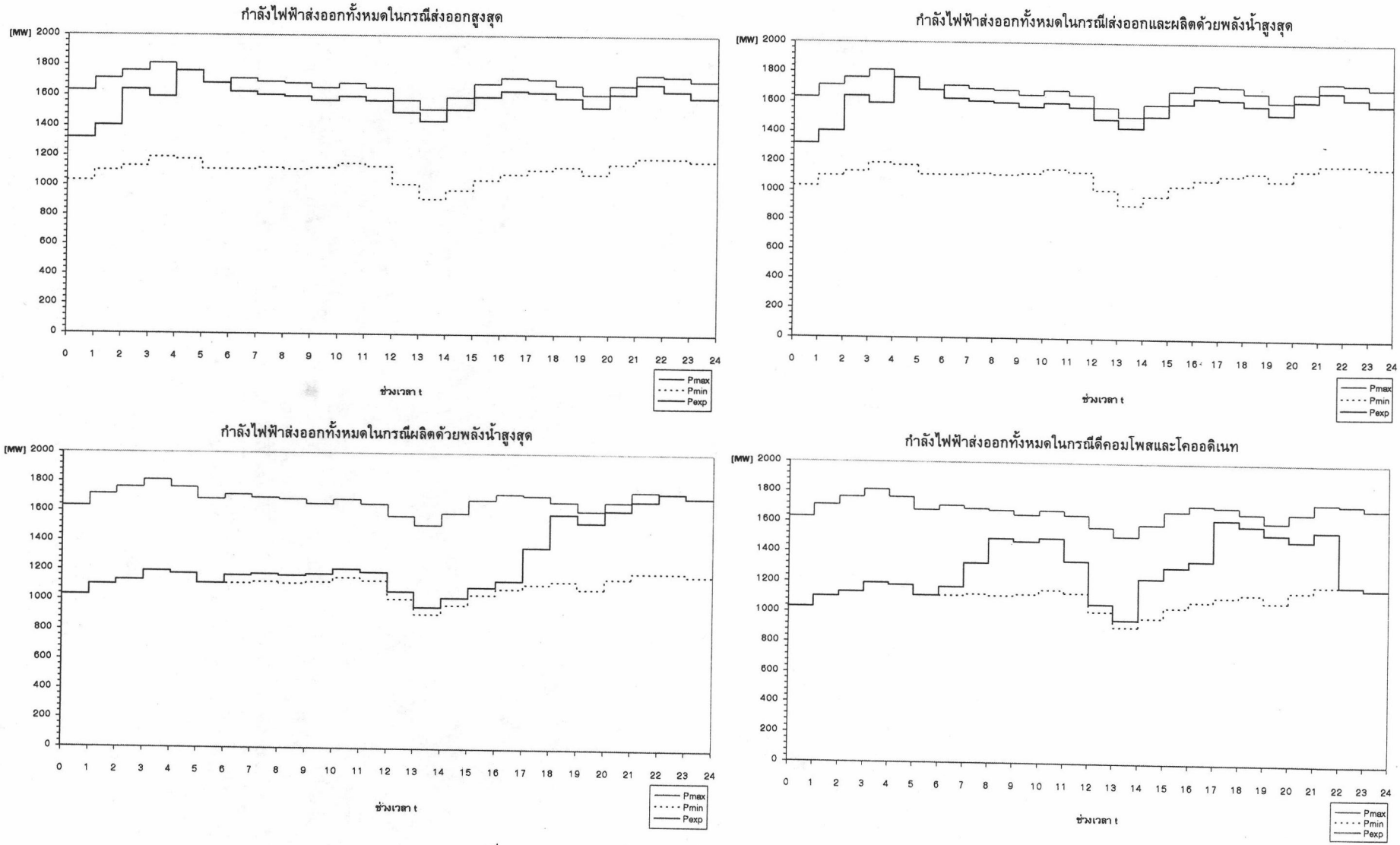
รูปที่ 6.24 แสดงการเปรียบเทียบโหลดทั้งหมดของระบบในกรณีต่างๆ



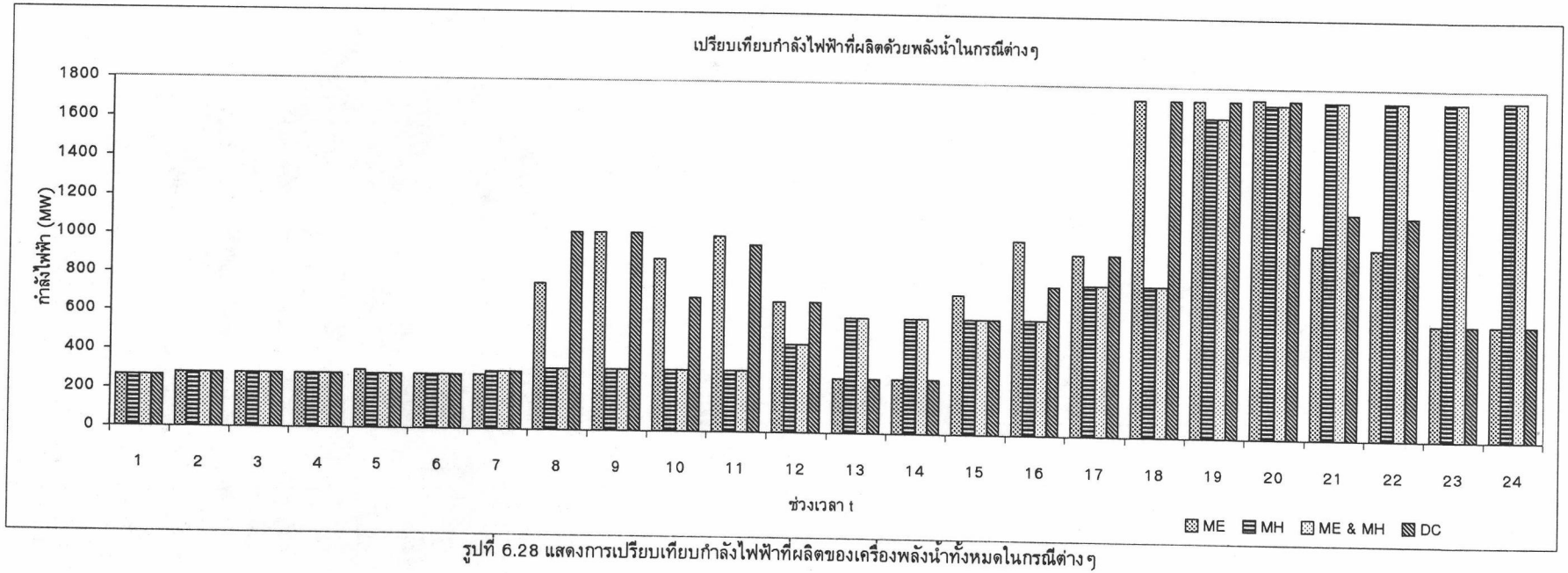
รูปที่ 6.25 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของโหลดทั้งหมดของระบบในกรณีต่างๆ



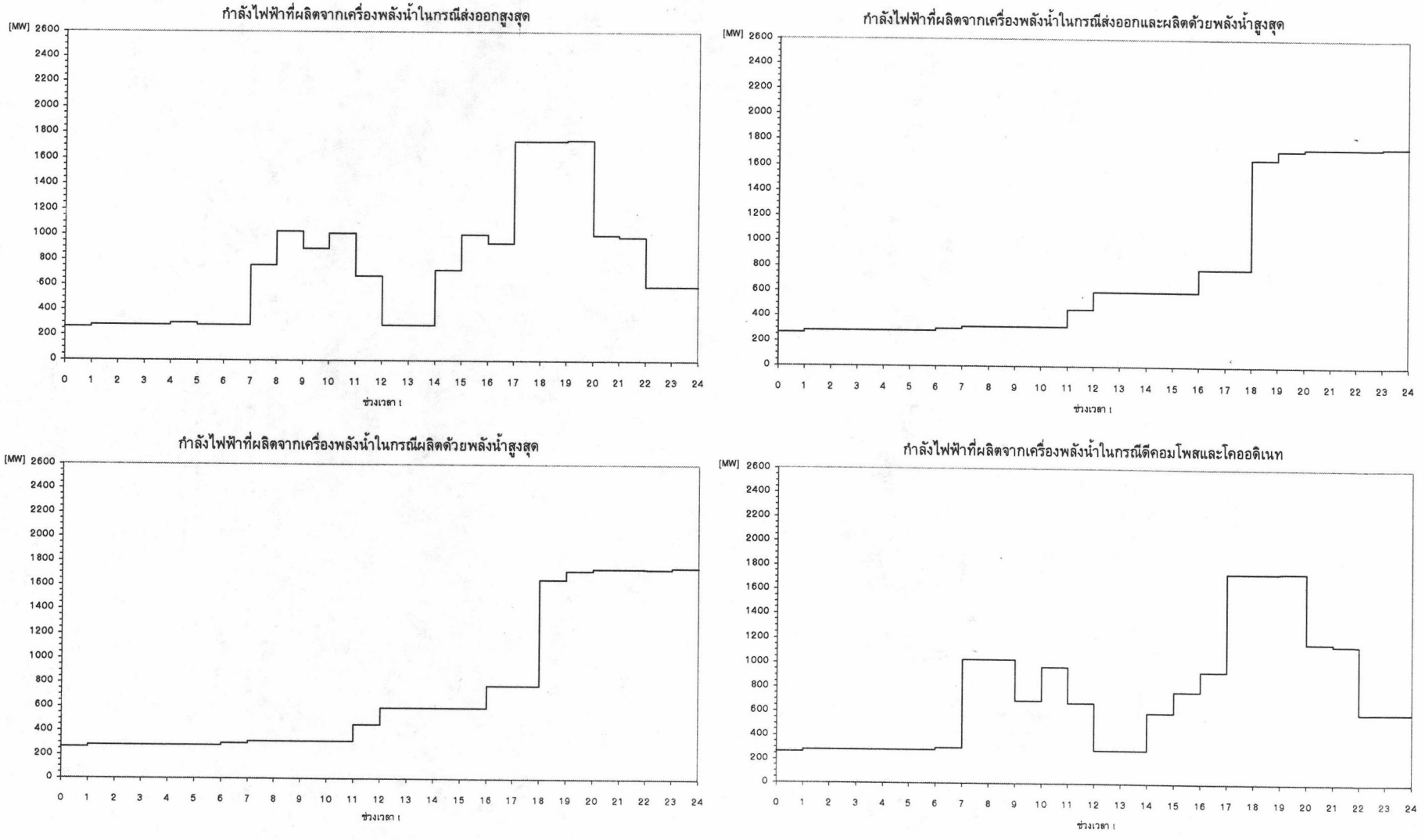
รูปที่ 6.26 แสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าส่งออกทั้งหมดของระบบในกรณีต่าง ๆ



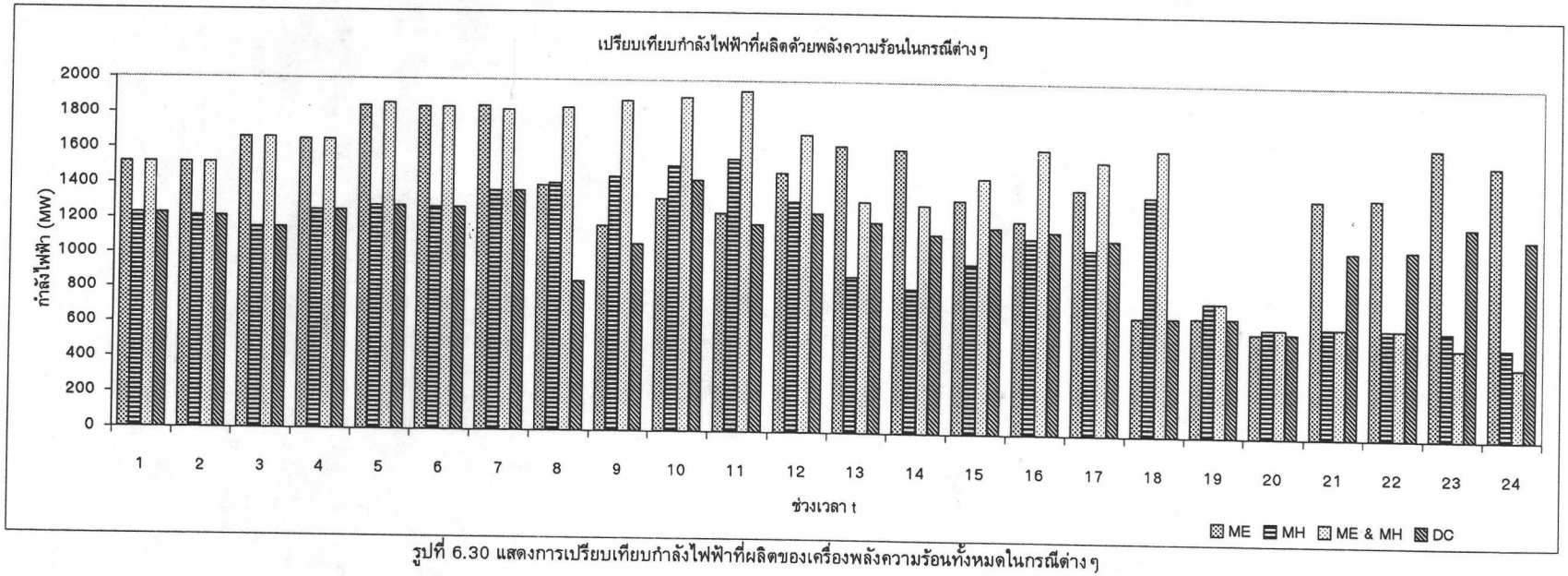
รูปที่ 6.27 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะกำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีต่าง ๆ



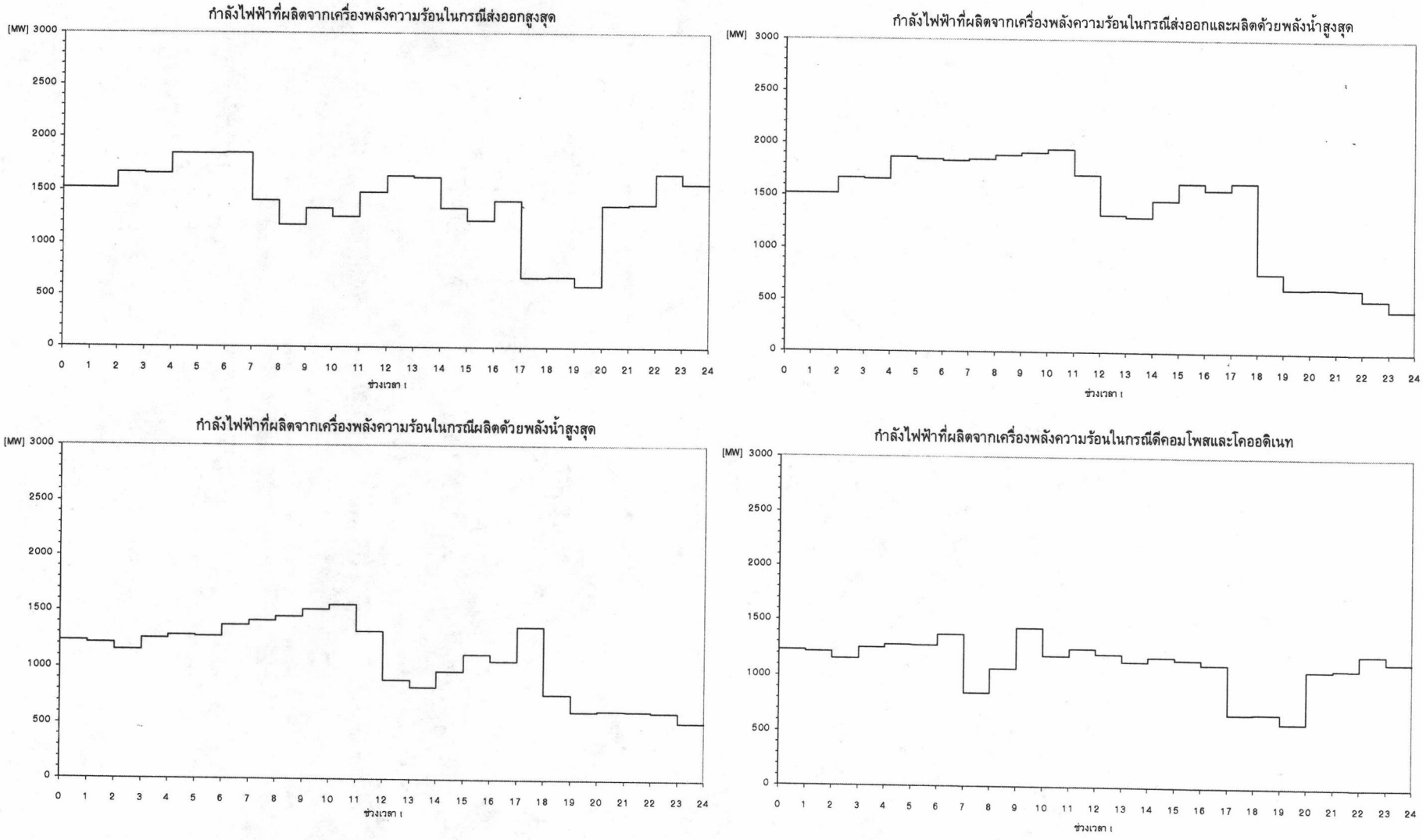
รูปที่ 6.28 แสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำทั้งหมดในกรณีต่าง ๆ



รูปที่ 6.29 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำทั้งหมดในกรณีต่าง ๆ



รูปที่ 6.30 แสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนทั้งหมดในกรณีต่าง ๆ



รูปที่ 6.31 แสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนทั้งหมดในกรณีต่าง ๆ