บทที่ 5

การสาธิตการใช้โปรแกรม

เมื่อผู้ใช้เปิดโปรแกรมขึ้นมา (ดูรูปที่ 5.1) จะพบว่าโปรแกรมมีไอคอน (icon) สำหรับการทำงาน 11 ไอคอน เป็นแถวยาวทางด้านบนซ้ายของเมนู ไอคอนต่างๆ จะมีหน้าที่ดังนี้

ไอคอนที่ 1: ทำหน้าที่รับข้อมูลจำนวนกระแสร้อน, กระแสเย็น และค่า ΔT_{min} สำหรับค่า ΔT_{min} นี้ ผู้ออกแบบสามารถสมมติค่าก่อนได้ โดยตัวโปรแกรมได้ตั้งค่า ΔT_{min} ไว้ก่อนเท่ากับ 10°

ไอคอนที่ 2: เป็นตารางรับข้อมูลอุณหภูมิ (และความแปรปรวนของอุณหภูมิ ถ้าผู้ใช้ต้องการออกแบบข่ายงานแบบยืดหยุ่น) และผลคูณของอัตราการไหลกับความจุความร้อนจำเพาะของกระแสต่างๆ

ไอคอนที่ 3: แสดงผลของตารางปัญหา

ไอคอนที่ 4: แสดงผลของเส้นโค้งคอมโพสิต

ไอคอนที่ 5: แสดงไดอะแกรมกริดของกระแสร้อนและกระแสเย็น ถ้าข่ายงานมีอุณหภูมิพินช์ก็จะแสดงไว้ในไดอะแกรมด้วย

ไอคอนที่ 6: แสดงโครงสร้างข่ายงานเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนตามที่คำนวณได้ออกมา

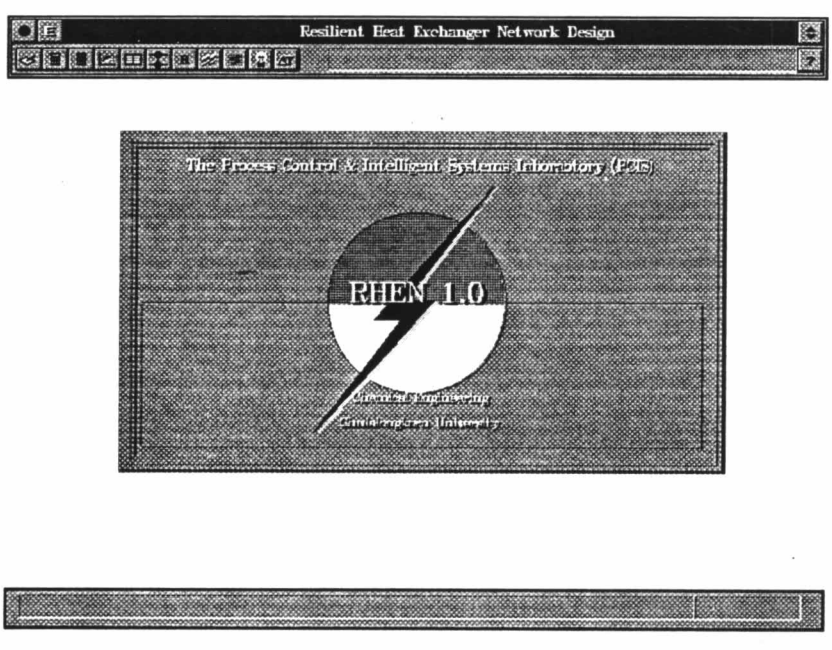
ไอคอนที่ 7: สลับโหมดการคำนวณสำหรับข่ายงานแบบยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น

ไอคอนที่ 8: รับค่าความแปรปรวนของผลคูณอัตราการไหลและความจุความร้อนจำเพาะ

ไอคอนที่ 9: แสดงเส้นโค้งแกรนด์คอมโพสิต

ไอคอนที่ 10: สำหรับรวมข่ายงานเหนือจุดพินช์และใต้จุดพินช์เข้าด้วยกัน ถ้าคำตอบของข่ายงานมีหลายโครงสร้าง ก็จะมีไอคอนภายในสำหรับหาโครงสร้างที่ให้ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดด้วย

ไอคอนที่ 11: สำหรับหาค่า ΔT_{min} ที่ทำให้ได้ข่ายงานที่ประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายมากที่สุด โดยจะต้องรับข้อมูลของกระแสยูทิลิตี (ผู้ใช้สามารถใส่ข้อมูลของกระแสยูทิลิตีได้ตั้งแต่ตารางรับข้อมูลในไอคอนที่ 2), อัตราดอกเบี้ยและจำนวนปีในการใช้คืนเงินลงทุน และสมการค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน และค่าใช้จ่ายทางพลังงานความร้อน

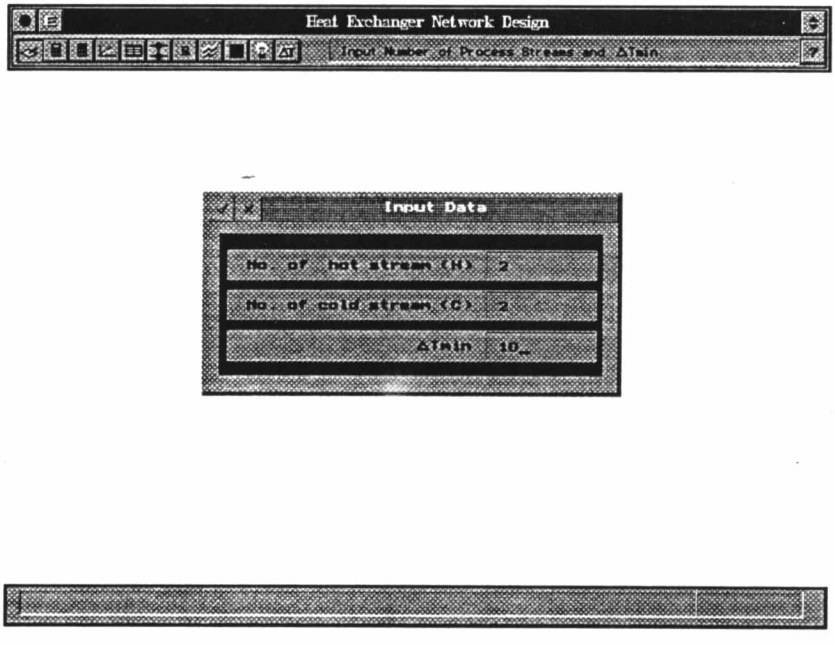


รูปที่ 5.1 แสดงโปรแกรมเมื่อเริ่มเปิดใช้งาน

ไอคอนขวาบนรูปสามเหลี่ยมสองรูปหงายและคว่ำ มีไว้สำหรับเลิกการทำงานของโปรแกรม และสำหรับไอคอนรูปเครื่องหมายคำถามนั้น (Help) ผู้ใช้สามารถใช้เมาส์กดได้ตลอดเวลา โปรแกรมจะมีคำแนะนำเพิ่มเติมในสถานะการทำงานของผู้ใช้ขณะนั้นๆ

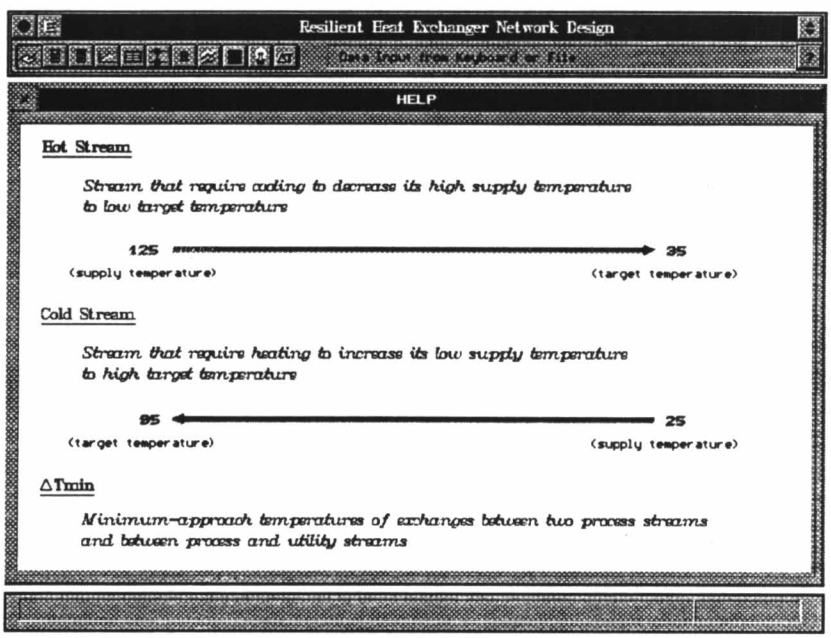
หลังจากนั้น ให้ผู้ใช้กดคีย์ใดๆ เพื่อให้โปรแกรมลบหน้าจอและพร้อมที่จะทำงานต่อไป โดยใช้เมาส์กดไอคอนที่ 1 (หรือใช้คีย์บอร์ด Alt-b) เพื่อที่จะรับข้อมูลของจำนวนกระแสและ ΔT_{min} ดังรูปที่ 5.2 ในที่นี้จะแสดงตัวอย่างของกระแสร้อนและเย็นอย่างละ 2 กระแส และ ΔT_{min} = 10°

ให้สังเกตว่าเมื่อเมาส์ได้ชี้ไปที่ไอคอนใดๆ ใน 11 ไอคอนนั้น โปรแกรมจะแสดงคำอธิบายสั้นๆ สำหรับไอคอนนั้นๆ ว่ามีหน้าที่สำหรับทำอะไรตลอดเวลา โดยจะแสดงไว้ที่ส่วนแสดงผลข้อความด้านบนขวา



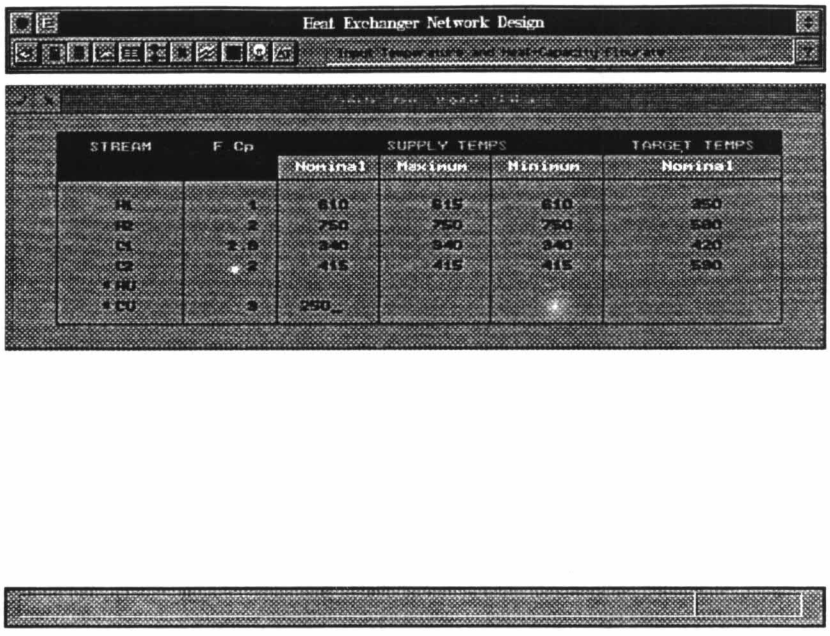
รูปที่ 5.2 ตารางสำหรับรับข้อมูลของจำนวนกระแสและค่า ΔT_{min}

ในที่นี้ ถ้าผู้ใช้ต้องการดูความหมายของของคำว่า Hot Stream, Cold stream และ ΔT_{min} ที่แสดงไว้ในโปรแกรม ให้ใช้เมาส์กดที่ไอคอนรูปเครื่องหมายคำถามได้ ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 ตัวอย่างแสดงการช่วยเหลือของโปรแกรมเมื่อใช้ไอคอนรูปเครื่องหมายคำถามที่ตารางรับข้อมูลของจำนวนกระแสและค่า ΔT_{min}

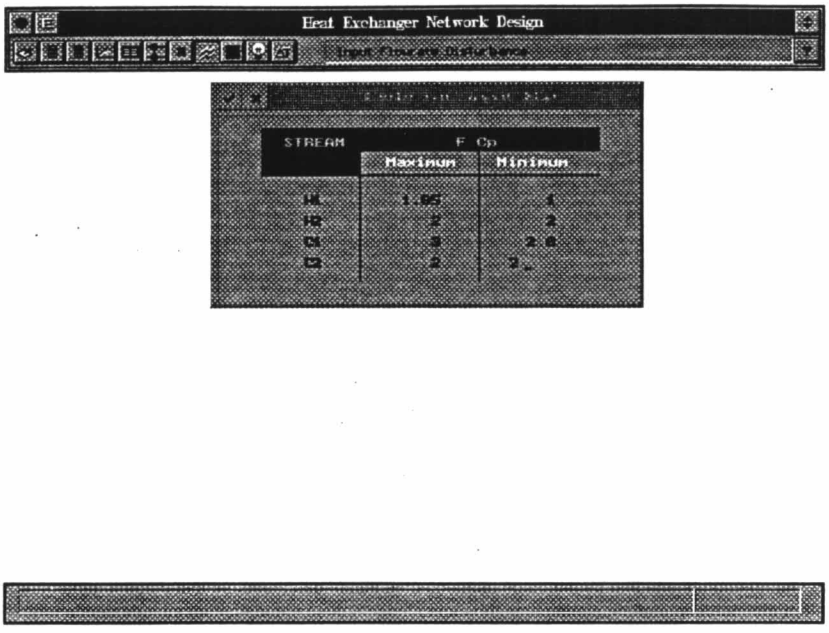
เมื่อใส่จำนวนข้อมูลของกระแสและ ΔT_{min} แล้ว ต่อไปให้ใช้เมาส์เลือกไอคอนที่ 2 (คีย์บอร์ด Alt-i) เพื่อใส่รายละเอียดข้อมูลของแต่ละกระแสรวมถึงกระแสยูทิลิตีด้วย ดูรูปที่ 5.4 H แทนกระแสร้อนและ C แทนกระแสเย็น สำหรับ HU หมายถึงกระแสร้อนจากยูทิลิตี และ CU คือ กระแสเย็นจากยูทิลิตี ในที่นี้ HU ไม่ได้ใส่ข้อมูลไปเพราะว่าปัญหาที่ออกแบบเป็นปัญหาทางด้านความเย็น (สร้างคูลเลอร์ที่กระแสร้อน)



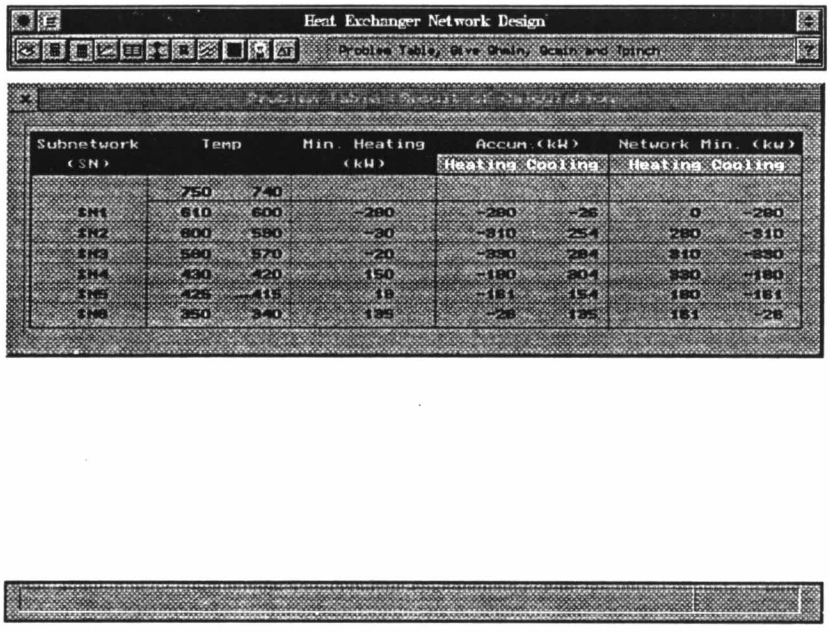
รูปที่ 5.4 ตารางสำหรับรับข้อมูลอุณหภูมิและค่าของผลคูณของอัตราการไหล กับความจุความร้อนจำเพาะของกระแส

ถ้าจะใส่ข้อมูลความแปรปรวนอัตราการไหลของกระแส ให้ใช้เมาส์กดที่ไอคอนที่ 8 (คีย์บอร์ด Alt-f) ตารางรับข้อมูลจะรอรับค่าของผลคูณอัตราการไหลและความจุความร้อนจำเพาะสูงสุดและค่าต่ำสุดจากค่าที่ภาวะปกติ ดูรูปที่ 5.5

รูปที่ 5.6 แสดงตารางปัญหา โดยใช้เมาส์กดที่ไอคอนที่ 3 (คีย์บอร์ด Alt-z) ซึ่งจะให้ค่า $Q_{H,min}$, $Q_{C,min}$ หรืออุณหภูมิที่จุดพินช์ของข่ายงาน แต่สำหรับปัญหานี้ไม่มีจุดพินช์ ค่า $Q_{H,min} = 0$ และ $Q_{C,min} = 26$ เป็นปัญหาทางด้านความเย็น (Cooling problem) โดยจะสร้างคูลเลอร์ที่กระแสร้อน ไม่มีฮีตเตอร์

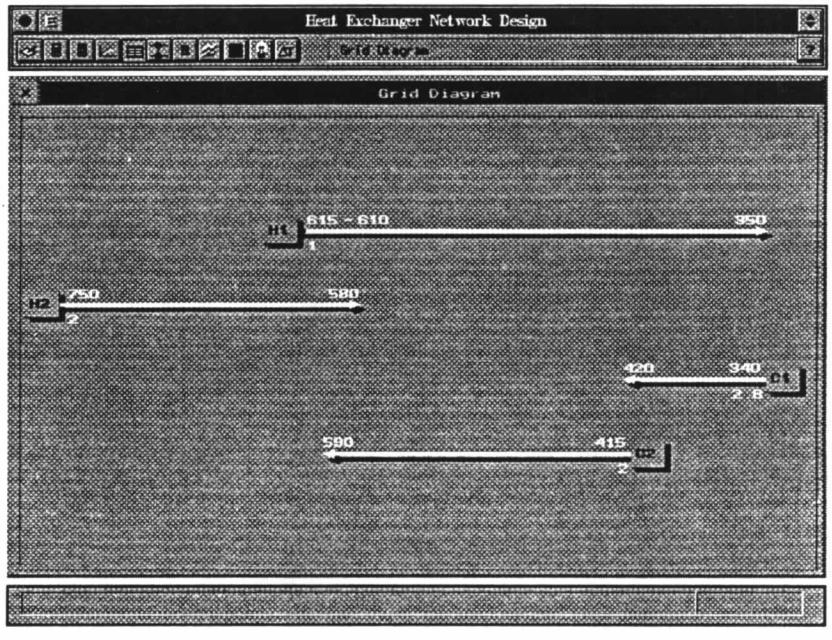


รูปที่ 5.5 รับช่วงการแปรปรวนของผลคูณอัตราการไหล
กับความจุความร้อนจำเพาะ



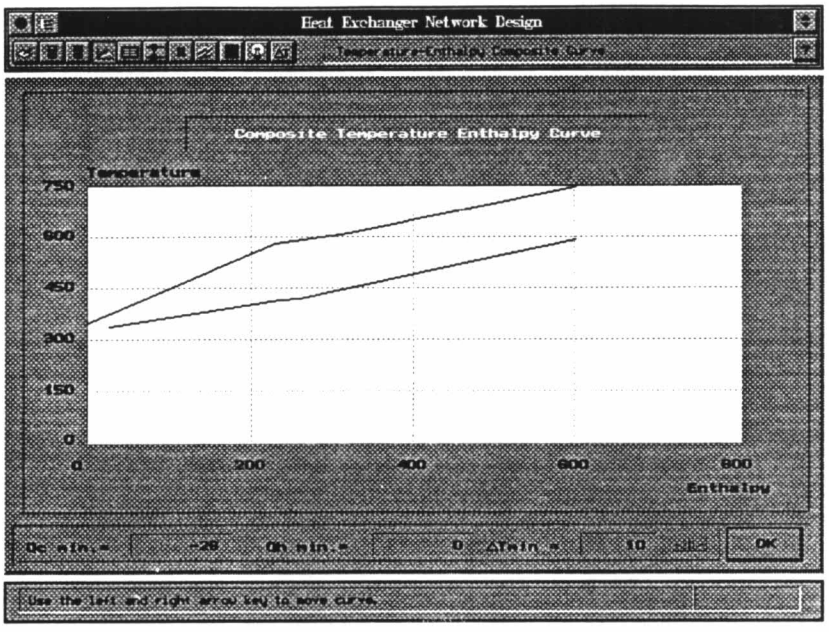
รูปที่ 5.6 แสดงผลของตารางปัญหา

รูปที่ 5.7 แสดงไดอะแกรมกริดของกระแสร้อนและกระแสเย็น โดยใช้เมาส์กดที่ไอคอนที่ 5 หรือใช้คีย์บอร์ด Alt-s ตัวเลขข้างบนของเส้นกริดกระแส คือ อุณหภูมิ โดยที่ต้นกระแสเป็นอุณหภูมิขาเข้า และปลายกระแสเป็นอุณภูมิขาออกหรืออุณหภูมิเป้าหมาย สำหรับตัวเลขข้างล่างต้นเส้นกริดกระแส คือ ค่าผลคูณของอัตราการไหลและความจุความร้อนจำเพาะ

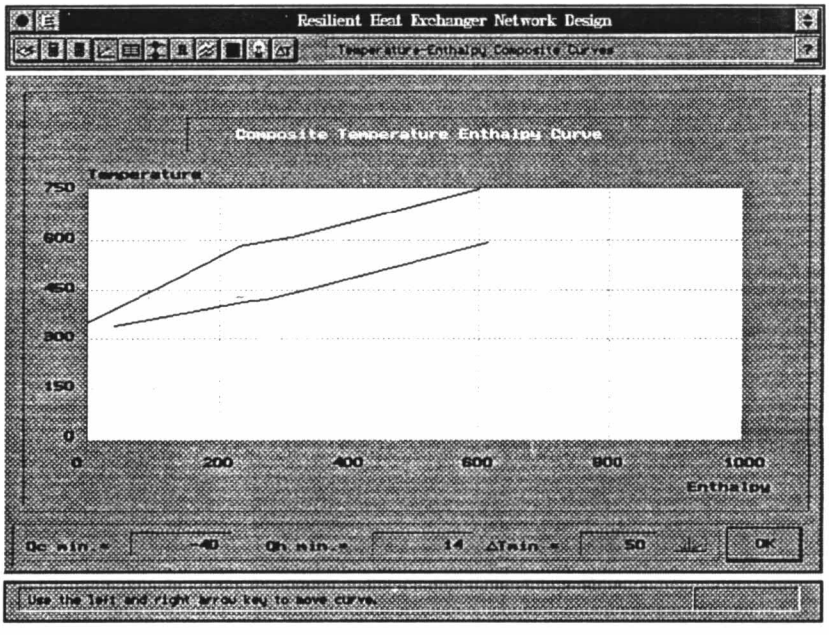


รูปที่ 5.7 ไดอะแกรมกริด

รูปที่ 5.8 เมื่อผู้ใช้กดเมาส์ที่ไอคอนที่ 4 (ใช้คีย์บอร์ด Alt-g) โปรแกรมจะแสดงเส้นโค้งคอมโพสิต ซึ่งผู้ใช้สามารถเพิ่มหรือลด ΔT_{min} ได้ ที่ปุ่มลูกศรซ้ายขวาบนตัวกราฟ (ข้างซ้ายของปุ่ม OK) หรือใช้คีย์บอร์ด PageUp และ PageDown ก็ได้ รูปที่ 5.9 แสดงตัวอย่างของการเปลี่ยน ΔT_{min} เป็นที่ 15° สังเกต $Q_{H,min}$ และ $Q_{C,min}$ ที่เปลี่ยนไปด้วย เปรียบเทียบกับรูปที่ 5.8

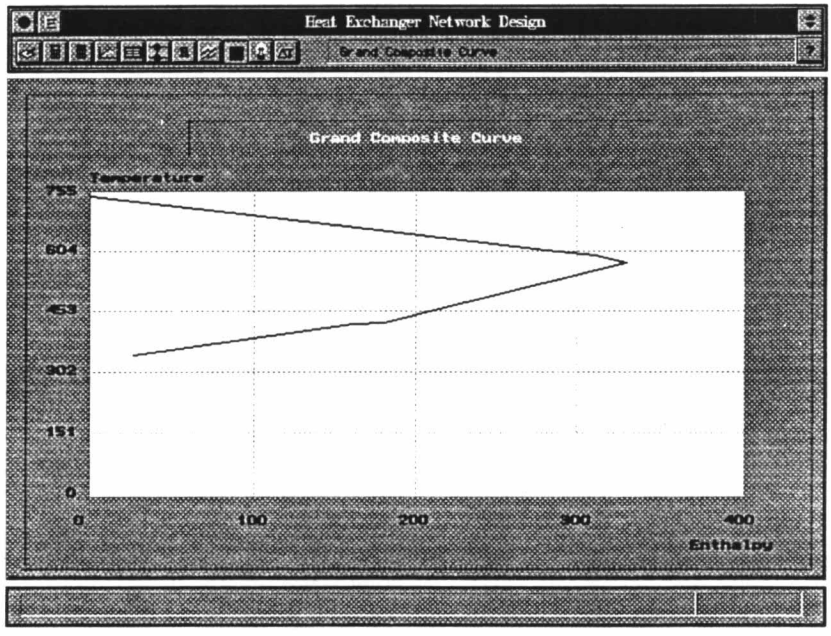


รูปที่ 5.8 เส้นโค้งคอมโพสิตที่ ΔT_{min} เท่ากับ 10°



รูปที่ 5.9 เส้นโค้งคอมโพสิตที่ ΔT_{min} เท่ากับ 15°

รูปที่ 5.10 แสดงเส้นโค้งแกรนด์คอมโพสิต โดยใช้เมาส์กดไอคอนที่ 9 หรือคีย์บอร์ด Alt-d

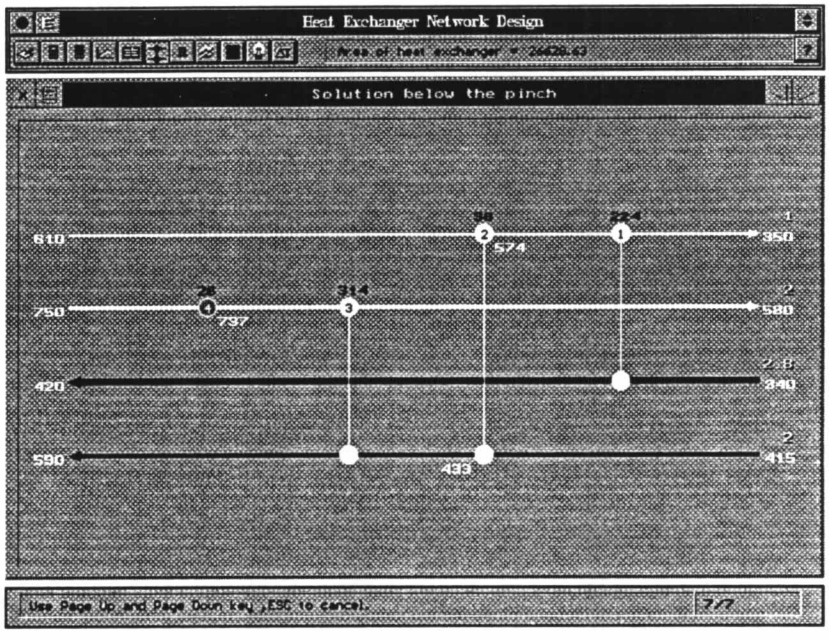


รูปที่ 5.10 เส้นโค้งแกรนด์คอมโพสิต

รูปที่ 5.11 โดยใช้เมาส์กดที่ไอคอนที่ 6 (คีย์บอร์ด Alt-m) แสดงโครงสร้างของข่ายงาน ในที่นี้มีทั้งหมด 7 โครงสร้าง ผู้ใช้สามารถกดเมาส์ที่ไอคอนรูปสามเหลี่ยมหันทางซ้าย และทางขวา (หรือใช้คีย์บอร์ด PageUp และ PageDown) เพื่อดูโครงสร้างทั้งหมดได้ แต่ละโครงสร้างที่ส่วนแสดงข้อความข้างบนจะแสดงพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนทั้งหมดของข่ายงานด้วย จากรูปได้แสดงเฉพาะโครงสร้างที่ 7

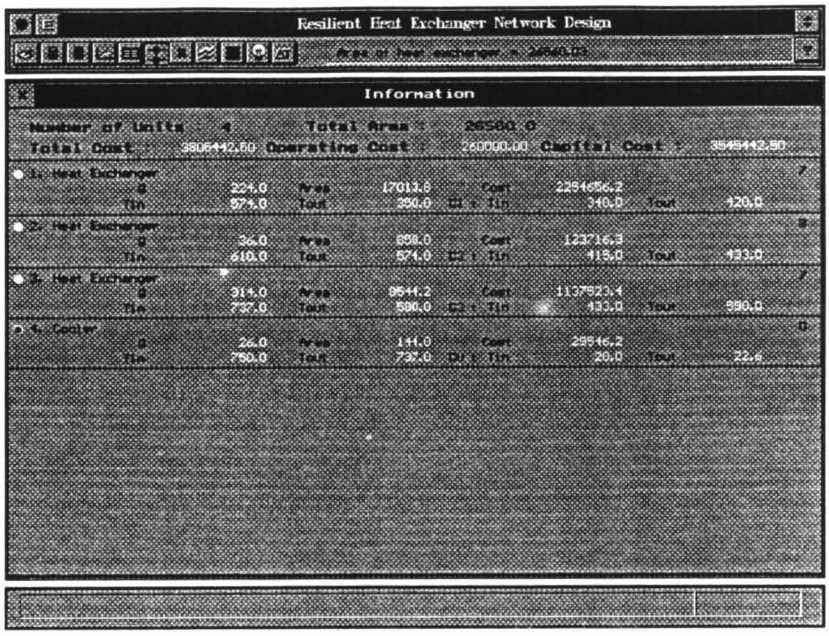
สำหรับวงกลมสองวงซึ่งเชื่อมระหว่างกระแสร้อนและกระแสเย็นนั้น หมายถึงเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนหนึ่งเครื่อง และวงกลมวงเดียวที่กระแสร้อน คือ คูลเลอร์ (ถ้าเป็นวงกลม

วงเดียวแต่อยู่ที่กระแสเย็น ก็จะหมายถึงฮีตเตอร์) ตัวเลขข้างบนของวงกลมหมายถึง ปริมาณความร้อนที่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนใช้ ตัวเลขข้างล่างเส้นกริดกระแสถัดลงมาจากวงกลมหมายถึง อุณภูมิขาเข้าหรือขาออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนนั้นๆ สำหรับปัญหานี้มีเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนรวมทั้งหมด (รวมคูลเลอร์ด้วย) เท่ากับ 4 เครื่อง



รูปที่ 5.11 แสดงข่ายงานที่หาได้ 7 โครงสร้างในที่นี้แสดงโครงสร้างที่ 7

นอกจากนี้ ผู้ใช้ยังสามารถขอดูรายละเอียดของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแต่ละตัวได้อีก เช่น อุณหภูมิของกระแสร้อนและกระแสเย็นที่ใช้, พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อน และค่าใช้จ่ายในการสร้าง เป็นต้น โดยใช้เมาส์กดไอคอนรูปแผ่นเอกสาร ซึ่งอยู่ทางด้านขวาของไอคอนรูปกากบาท ดังแสดงไว้รูปที่ 5.12



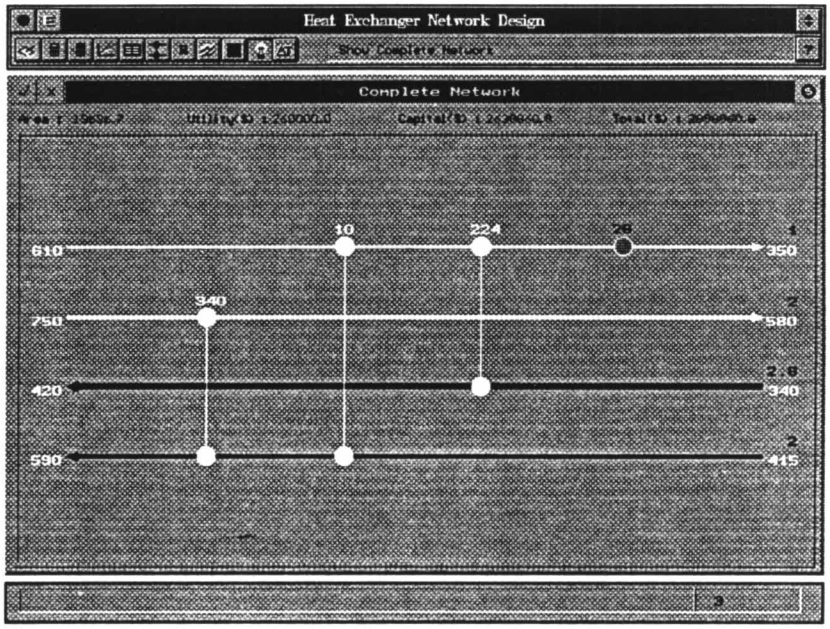
รูปที่ 5.12 แสดงรายละเอียดของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแต่ละตัว

ในที่นี้แม้ว่าข่ายงานไม่มีอุณหภูมิพินช์ก็ตาม ก็ยังสามารถใช้เมาส์กดที่ไอคอนที่ 10 และใช้ไอคอนภายในหาโครงสร้างที่ประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุดได้อีกด้วย จาก 7 โครงสร้างที่ได้นั้นพบว่าโครงสร้างที่ 3 ประหยัดที่สุด (รูปที่ 5.13)

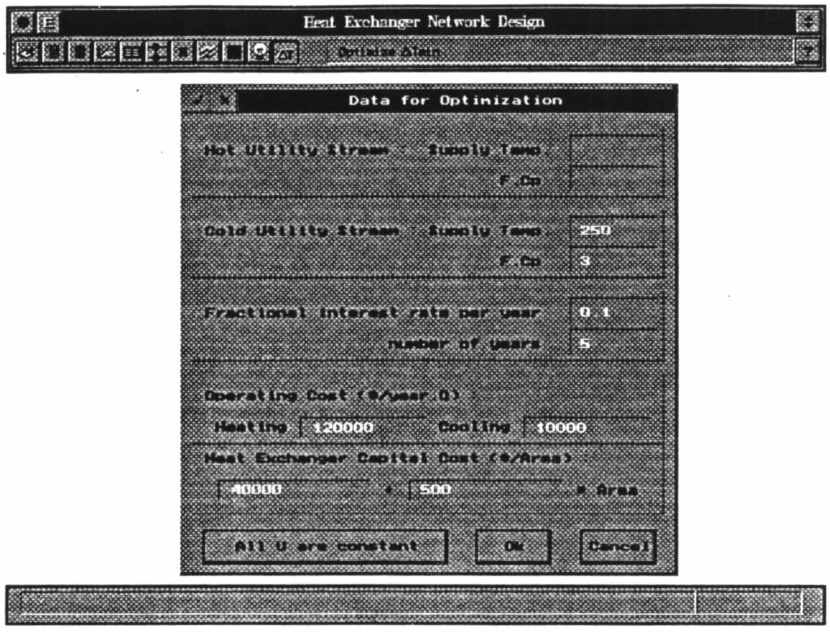
สำหรับไอคอนที่ 11 ใช้หา ΔT_{min} ที่ทำให้ข่ายงานประหยัดค่าใช้จ่ายที่สุด (Optimum ΔT_{min}) โดยผู้ใช้จะใส่ข้อมูลสำหรับการคำนวณดังแสดงในรูปที่ 5.14 นอกจากนี้ ยังสามารถเลือกให้ข่ายงานมีค่า สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) คงที่หรือไม่ก็ได้ โดยถ้าค่าดังกล่าวไม่คงที่ ผู้ใช้ต้องใส่ค่า Film transfer coeffcient (h) ของแต่ละกระแสด้วย จากรูปที่ 5.15 แสดงการใส่ค่า U เมื่อผู้ใช้เลือกให้ค่า U คงที่ ในที่นี้ให้ U มีค่าเท่ากับ 0.00004

จากรูปที่ 5.16 เป็นกราฟสำหรับหาค่าออปติมัม ΔT_{min} แกนตั้งเป็นค่าใช้จ่ายรวมของของข่ายงานซึ่งประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายสำหรับการสร้างข่ายงาน และค่าจ่ายด้านพลังงาน สำหรับแกนนอนคือค่า ΔT_{min} ในที่นี้ได้แสดงในช่วง 0 ถึง 20° ถ้าผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนช่วงของ ΔT_{min} ให้กว้างหรือแคบกว่านี้ก็สามารถเปลี่ยนได้โดยใส่ในช่องรับค่า ΔT_{min} range

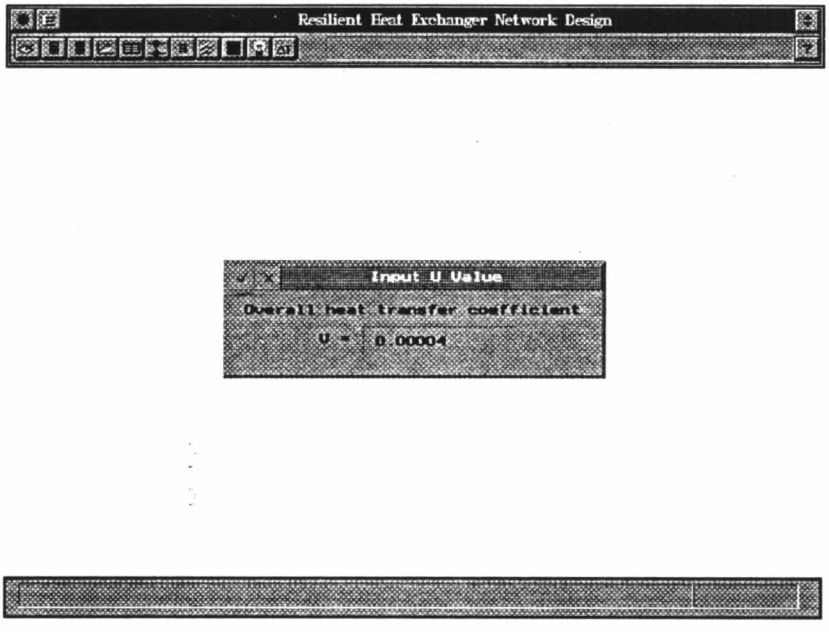
จากรูป สังเกตได้ว่าเส้นกราฟให้จุดต่ำสุด หรือค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดที่ ΔT_{min} เท่ากับ 11°



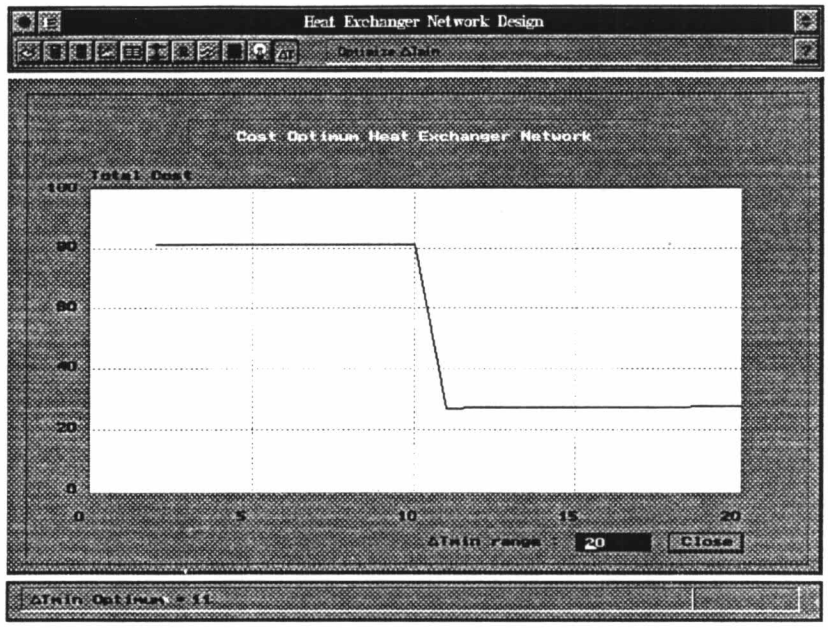
รูปที่ 5.13 โครงสร้างข่ายงานที่ประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด



รูปที่ 5.14 รับข้อมูลเพื่อที่จะหาค่าออปติมัม ΔT_{min}

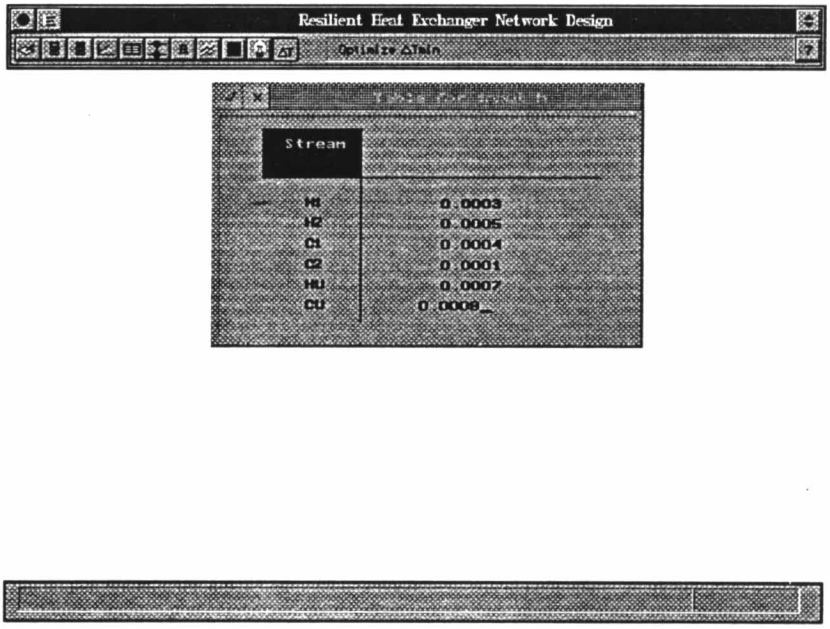


รูปที่ 5.15 เมื่อให้ U คงที่ โปรแกรมจะให้ผู้ใช้ใส่ค่า
ในที่นี้ให้ U เท่ากับ 0.00004



รูปที่ 5.16 แสดง ΔT_{min} ที่เหมาะสมกับข่ายงานซึ่งเท่ากับ 11° (เมื่อให้ U คงที่)

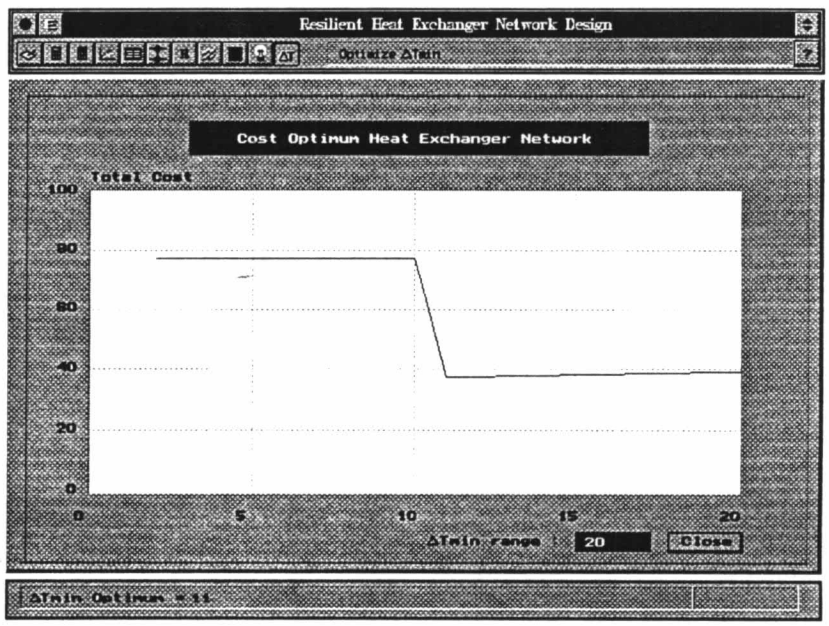
ถ้าผู้ใช้ให้ค่า U ไม่คงที่ โปรแกรมจะแสดงตารางรับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนผ่านฟิล์ม (h) ของแต่ละกระแส ดังรูปที่ 5.17



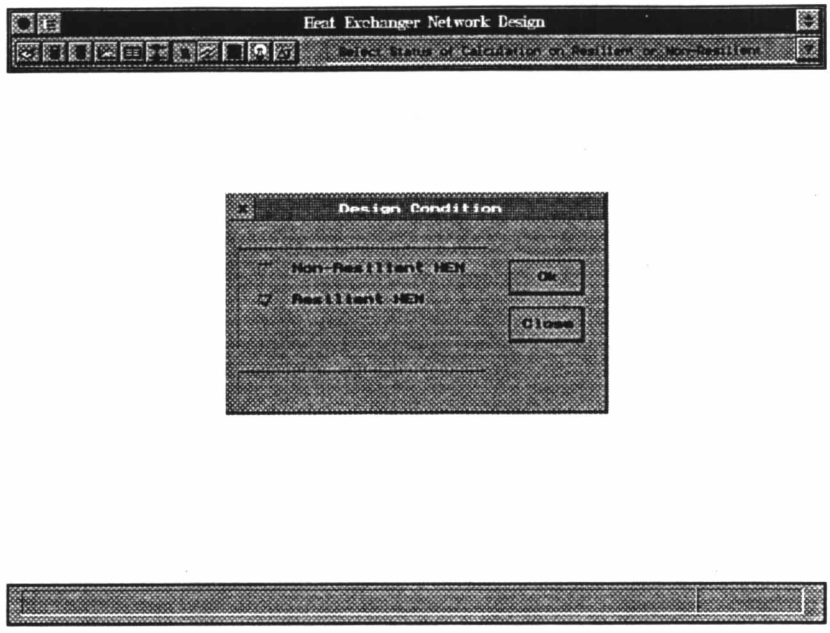
รูปที่ 5.17 ตารางรับค่า h เมื่อ U ในข่ายงานไม่คงที่

และผลการคำนวณเมื่อใช้ค่า h แทนค่า U ซึ่งไม่คงที่ จะให้ค่าออปติมัม ΔT_{min} เท่ากับ 11° เช่นกัน (รูปที่ 5.18)

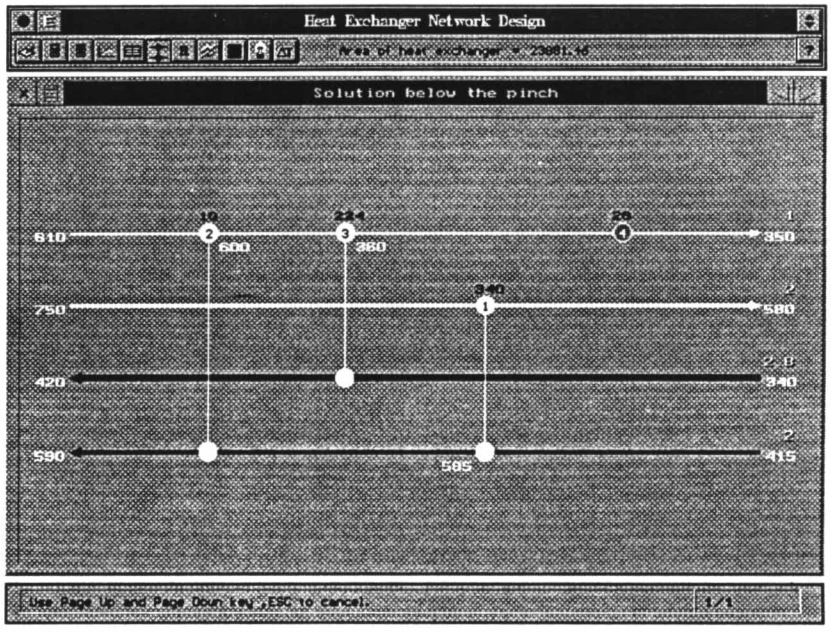
กรณีที่ผู้ใช้ต้องการหาโครงสร้างที่ยืดหยุ่นในช่วงของความแปรปรวนที่ได้กำหนดไว้ก่อนอื่นต้องเปลี่ยนโหมดการคำนวณก่อน โดยใช้เมาส์คลิกที่ไอคอนที่ 7 (คีย์บอร์ด Alt-r) ดูรูปที่ 5.19 จะมีตัวเลือกให้ผู้ใช้สองข้อ ก็คือ Non-resilient (หาโครงสร้างข่ายงานแบบไม่ยืดหยุ่น ไม่คำนึงถึงความแปรปรวน) และ Resilient (หาโครงสร้างข่ายงานแบบยืดหยุ่น โดยคำนึงถึงความแปรปรวน) ส่วนของช่องแสดงข้อความด้านล่างจะแสดงอุณหภูมิพินช์ (ถ้ามี) ในที่นี้เลือก Resilient จากนั้นกลับไปหาโครงสร้างข่ายงานอีกครั้ง จะได้คำตอบของข่ายงานแบบยืดหยุ่นออกมาเพียงโครงสร้างเดียว ดังรูปที่ 5.20



รูปที่ 5.18 แสดง ΔT_{min} ที่เหมาะสมกับข่ายงานซึ่งเท่ากับ 11° เมื่อให้ U ไม่คงที่และคำนวณจากค่า h แทน



รูปที่ 5.19 เลือกโหมดโครงสร้างข่ายงานแบบยืดหยุ่น



รูปที่ 5.20 แสดงข่ายงานแบบยืดหยุ่นที่โปรแกรมหาได้

คำสั่งอื่นๆ

การใช้งานโปรแกรมยังมีคำสั่งที่ผู้ใช้สามารถสั่งผ่านคีย์บอร์ดได้อีก ดังนี้

Alt-h : ขอความช่วยเหลือจากฐานข้อมูลในโปรแกรม

Alt-p : เปลี่ยนแปลงจำนวนการจองพื้นที่ของหน่วยความจำของโหนด

Alt-u : รับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)

Alt-l : ดูโลโกของโปรแกรม

Alt-c : เกี่ยวกับผู้พัฒนาโปรแกรม

Alt-n : แสดงเมนูหลักของโปรแกรม

Alt-t : รับค่า ΔT_{min}