

การปรับปรุงการค้ำรับน้ำเหล็กขนาดเล็กโดยการใช้ไฟฟ้า



นายมนิ จันทรกระจ่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



5 2 7 0 4 5 4 3 2 1

IMPROVEMENT OF SMALL LADLE PREHEATING BY USING ELECTRICITY



Mr. Mano Chankrachang

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Mechanical Engineering

Department of Mechanical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การปรับปรุงการอุ่นน้ำรับน้ำเหล็กขนาดเล็ก

โดยการใช้ไฟฟ้า

โดย

นายมน โจนทร์กระจ่าง

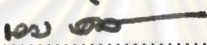
สาขาวิชา

วิศวกรรมเครื่องกล


อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ธร จรรย์ญากรณ์

คณะกรรมการศาสตราจารย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

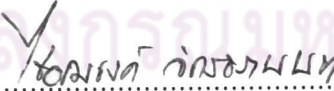

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มิ่งศักดิ์ ตั้งตระกูล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ธร จรรย์ญากรณ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตดิน แดงเที่ยง)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยณรงค์ จักรธรานนท์)

มโน จันทรกระจ่าง : การปรับปรุงการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็กโดยการใช้ไฟฟ้า.
(IMPROVEMENT OF SMALL LADLE PREHEATING BY USING
ELECTRICITY) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร. พงษ์ธร จรรย์ญากรณ์,
246 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้เสนอผลการศึกษาโดยการทดลองเพื่อศึกษาความเหมาะสม และหา
ผลประหยัดพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก (Ladle) ขนาดเล็กโดยใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าแทน
การอุ่นด้วยหัวเผาที่ใช้น้ำมันดีเซลหรือแก๊สแอลพีจี เบ้ารับน้ำเหล็กที่ใช้ในการศึกษามีขนาด
ความจุ 1 ตันน้ำเหล็ก หัวเผาที่ใช้ในการทดลองมีอัตราการใช้น้ำมันเท่ากับ 10 ลิตรต่อ
ชั่วโมง ส่วนฮีตเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาทำด้วยวัสดุ निकเกิลโครเมียมซึ่งสามารถใช้งานได้ดี
ในช่วงอุณหภูมิที่ต้องการ และให้กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 30 kW

เทอร์โมคัปเปิลถูกฝังไว้ในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กที่ระดับความลึกต่าง ๆ อุณหภูมิที่
อ่านจากเทอร์โมคัปเปิลเหล่านี้ ใช้เป็นตัวบ่งชี้สภาวะทางความร้อนของเบ้ารับน้ำเหล็ก ซึ่ง
ใช้ในการควบคุมการอุ่นให้มีสภาวะทางความร้อนใกล้เคียงกัน ทั้งในการอุ่นด้วยหัวเผาและ
การอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า

จากผลการทดลองปรากฏว่า ฮีตเตอร์ไฟฟ้าสามารถอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กได้ตาม
ต้องการ ประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการอุ่นด้วยหัวเผาน้ำมันดีเซล และการอุ่นด้วย
ฮีตเตอร์ไฟฟ้า เท่ากับ 24% และ 39% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในเชิงเศรษฐศาสตร์ การอุ่น
เบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะเกิดผลประหยัดประมาณ 37% เมื่อเปรียบเทียบ
ระหว่างค่าใช้จ่ายในการอุ่นด้วยหัวเผาน้ำมันดีเซล นอกจากนี้ ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก
ด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าให้สภาพแวดล้อมที่สะอาดและอุณหภูมิต่ำกว่าในกรณีที่อุ่นด้วยหัวเผา
น้ำมันอีกด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมเครื่องกล.....ลายมือชื่อนิสิต.....มโน จันทรกระจ่าง.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมเครื่องกล.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา.....2553.....

5270454321 : MAJOR MECHANICAL ENGINEERING

KEYWORDS : LADLE PREHEATING / ELECTRIC HEATER / STEELMAKING LADLE / STEELMAKING PROCESS

MANO CHANKRACHANG : IMPROVEMENT OF SMALL LADLE PREHEATING BY USING ELECTRICITY. ADVISOR : ASSOC. PROF. PONGTORN CHARUNYAKORN, Ph.D., 246 pp.

This thesis presents the experimental results to confirm the feasibility and energy saving in small ladle preheating by employing electric heater in place of diesel oil or LPG burner. The ladle in this study has a capacity of 1 ton molten steel. The burner has a firing rate of 10 liters of diesel oil per hour. The electric heater is made of Nickel - Chromium alloy with working temperature in the range of application. The heating power of the heater is 30 kW.

Thermocouples were installed in the ladle wall at various depths. Readings from these thermocouples were used as indicators of ladle thermal conditions. In experiments, they were used as control parameters to ensure approximately equivalent thermal conditions both in burner preheating and electric heater preheating.

The results of the study show that electric heater preheating is satisfactory. The efficiencies of ladle preheating with diesel oil burner and electric heater are 24% and 39%, respectively. Economically, the electric heater preheating yields a saving of about 37% over diesel oil burner preheating. Moreover, in electric heater preheating, working environment is significantly cleaner and cooler, compared with burner preheating.

Department : Mechanical Engineering

Student's Signature *Mano Chankrachang*

Field of Study : Mechanical Engineering

Advisor's Signature *P. Charunyakorn*

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ธร จรรย์ญากรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้โอกาสสำคัญในการทำงานวิจัยฉบับนี้ ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ข้าพเจ้าได้รับความกรุณาจากท่านอาจารย์ในการถ่ายทอดความรู้ คำแนะนำ ประสบการณ์ อันล้ำค่าต่างๆ ที่มีคุณค่ายิ่ง นอกจากนี้ยังให้โอกาสในการทำงานที่สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย ซึ่งเปรียบได้ว่าท่านอาจารย์ไม่ได้ให้เพียงแค่โอกาสในการทำวิทยานิพนธ์ แต่ยังได้ให้โอกาสในการทำงานอีกด้วย ข้าพเจ้ารู้สึกเคารพรักเปรียบประดุจตั้งพ่อคนที่ 2 ของข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ มิ่งศักดิ์ ตั้งตระกูล ที่ให้เกียรติเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินติน แดงเที่ยง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยณรงค์ จักรธรานนท์ ที่ให้เกียรติเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ รวมทั้งอาจารย์ทุกท่านที่สละเวลาให้คำแนะนำและคำปรึกษา รวมทั้งถ่ายทอดความรู้ ตลอดระยะเวลาจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบคุณสำนักพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน (MIDI) ที่อำนวยความสะดวกในส่วน of สถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองในงานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณคุณวรรณชัย พร้อมมูลและทีมช่างเทคนิคของสำนักพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน สำหรับคำแนะนำต่างๆ ขอขอบคุณสถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทยที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยฉบับนี้ ขอขอบพระคุณ ผอ.วิกรม วัชรคุปต์ ผู้อำนวยการสถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย คุณณัฐพล รัตนมาลี หัวหน้าแผนกวิจัยและพัฒนา คุณอนันต์ จิตรานุเคราะห์ ที่ช่วยเหลือในการทำบทสรุปของวิทยานิพนธ์ และคุณพลพร จาติเสถียร สำหรับคำแนะนำ และขอขอบคุณ คุณจักราวุธ จรุงญ์สารทูล ที่ช่วยชี้แนะข้าพเจ้าในช่วงเริ่มต้นของการทำวิทยานิพนธ์ นอกจากนี้ข้าพเจ้าก็ขอขอบคุณทีมงานจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คุณแมนพงษ์ ตั้งตระกูล คุณอภิสิทธิ์ บุญเกิดและคุณตรงจิตต์ ชวหาที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำ รวมทั้งร่วมทำการทดลองทั้งในงานวิจัยนี้อีกด้วย และที่ขาดไม่ได้คือคุณรัชฎญาภรณ์ เกียรติกำจร ที่คอยช่วยเหลือข้าพเจ้าในการจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนการศึกษาของข้าพเจ้ามาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา อันคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแต่ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ฉ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ท
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์	2
1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
3.1 เบ้ารับน้ำเหล็ก (Ladle)	8
3.2 ฮีตเตอร์ไฟฟ้า (Electrical heater)	11
3.3 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนที่เกี่ยวข้อง	13
3.3.1 การถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน	13
3.3.2 การถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน	14

	หน้า
3.3.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนธรรมชาติเฉลี่ย	14
3.3.3 การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อน	16
3.4 สมดุลมวลในเบ้ารับน้ำเหล็ก	17
3.4.1 สมดุลมวลในเบ้ารับน้ำเหล็กในกรณีการอุ่นด้วยหัวเผา	17
3.4.2 สมดุลมวลในเบ้ารับน้ำเหล็กในกรณีการอุ่นโดยใช้ ฮีตเตอร์ไฟฟ้า	17
3.5 สมดุลพลังงานในเบ้ารับน้ำเหล็ก	18
3.5.1 สมดุลพลังงานในเบ้ารับน้ำเหล็กในกรณีการอุ่นด้วยหัวเผา	19
3.5.2 สมดุลพลังงานในเบ้ารับน้ำเหล็กในกรณีการอุ่นด้วย ฮีตเตอร์ไฟฟ้า	20
3.6 การคำนวณในสมดุลมวล	22
3.6.1 การคำนวณสมดุลมวลในเบ้ารับน้ำเหล็กกรณีการอุ่น ด้วยหัวเผา	22
3.6.1.1 มวลของน้ำมันเชื้อเพลิง (m_{fuel})	22
3.6.1.2 มวลของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ ($m_{air,comb}$)	23
3.6.1.3 มวลของไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ (m_{flue})	23
3.6.2 การคำนวณสมดุลมวลในเบ้ารับน้ำเหล็กกรณีการอุ่น ด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า	23
3.7 การคำนวณในสมดุลพลังงาน	23
3.7.1 พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{sto,ladle}$)	24
3.7.2 พลังงานสะสมในตัวถังเหล็ก ($Q_{sto,shell}$)	25
3.7.3 พลังงานสะสมในฮีตเตอร์ไฟฟ้า ($Q_{sto,heater}$)	25

	หน้า
3.7.3.1 พลังงานสะสมในขดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้า ($Q_{sto,coil}$)	25
3.7.3.2 พลังงานสะสมในปูนทนไฟประกอบขดลวด ($Q_{sto,refrac}$)	25
3.7.3.3 พลังงานสะสมในโครงสร้างเหล็ก ($Q_{sto,struc}$)	25
3.7.3.4 พลังงานสะสมในเซรามิกไฟเบอร์ ($Q_{sto,fiber}$)	25
3.7.3.5 พลังงานสะสมในฝาของฮีตเตอร์ ($Q_{sto,cover}$)	25
3.7.4 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในฮีตเตอร์ไฟฟ้า (W_{heater})	26
3.7.5 พลังงานถ่ายเทออกจากผิวตัวถังเหล็ก ($Q_{surface,shell}$)	26
3.7.6 พลังงานถ่ายเทออกจากฝาของฮีตเตอร์ไฟฟ้า ($Q_{surface,cover}$)	27
3.7.7 พลังงานถ่ายเทจากช่องเปิดของเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{opening}$)	27
3.7.8 พลังงานจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง (Q_{fuel})	27
3.7.9 พลังงานจากไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ (Q_{flue})	28
3.8 การคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อน	28
3.8.1 ประสิทธิภาพทางความร้อนในการอุ่นด้วยหัวเผา และฮีตเตอร์ไฟฟ้า	28
บทที่ 4 การทดลองและการตรวจวัดข้อมูล	29
4.1 ข้อมูลเบื้องต้นในการทำงาน	29
4.2 รายละเอียดของข้อมูลที่ต้องทำการตรวจวัด	29
4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	30
4.3.1 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouples)	30
4.3.2 กล้องถ่ายภาพความร้อน (Thermal Imaging Camera)	32
4.3.3 เครื่องอ่านค่าอุณหภูมิและบันทึกข้อมูล (Data logger)	32

	หน้า
4.3.4 มิเตอร์วัดปริมาณการใช้ น้ำมัน (Flow meter)	33
4.4 การก่อแบร์รับน้ำเหล็กและการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลภายใน ในผนังแบร์รับน้ำเหล็ก	33
4.5 หัวเผา น้ำมันดีเซล	40
4.6 ฮีตเตอร์ไฟฟ้า	41
4.7 ขั้นตอนการอุ่นแบร์รับน้ำเหล็ก	
ทั้งหัวเผาที่ใช้ น้ำมันดีเซลและฮีตเตอร์ไฟฟ้า	45
4.7.1 การอุ่นแบร์รับน้ำเหล็กโดยใช้น้ำมันดีเซล	46
4.7.2 การอุ่นแบร์รับน้ำเหล็กด้วยชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า	47
บทที่ 5 ผลการศึกษาวิจัย	51
5.1 ผลการทดลอง	52
5.1.1 ผลทดลองการอุ่นแบร์รับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา	52
5.1.2 ผลทดลองการอุ่นแบร์รับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า	63
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาวิจัย	75
6.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง	75
6.1.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองในการอุ่นแบร์รับน้ำเหล็ก ด้วยหัวเผาครั้งที่ 1	75
6.1.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองในการอุ่นแบร์รับน้ำเหล็ก ด้วยหัวเผาครั้งที่ 2	78
6.1.3 การวิเคราะห์ผลการอุ่นแบร์รับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า ครั้งที่ 1	80
6.1.4 การวิเคราะห์ผลการอุ่นแบร์รับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า ครั้งที่ 2	82

	หน้า
6.2 สรุปผลการทดลอง	85
บทที่ 7 สรุปผลการศึกษาวิจัย	87
7.1 ข้อสรุปผลการศึกษาวิจัย	87
7.2 ข้อเสนอแนะ	88
รายการอ้างอิง	89
ภาคผนวก.....	90
ภาคผนวก ก ข้อมูลการทดลองอุณหภูมิต่ำรับน้ำเหล็กโดยการใช้หัวเผา	91
ภาคผนวก ข ข้อมูลการทดลองอุณหภูมิต่ำรับน้ำเหล็กโดยการใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้า	156
ภาคผนวก ค การคำนวณพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก	214
ภาคผนวก ง การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนธรรมชาติเฉลี่ย...	225
ภาคผนวก จ การคำนวณพลังงานที่สูญเสียจากการพาความร้อนที่ผิวของ ตัวถังเหล็ก.....	232
ภาคผนวก ฉ การคำนวณพลังงานที่สูญเสียจากการแผ่รังสีความร้อนที่ผิว ของตัวถังเหล็ก.....	234
ภาคผนวก ช กราฟแสดงการสูญเสียพลังงานทางช่องเปิด.....	236
ภาคผนวก ซ ข้อมูลทางเทคนิคของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ.....	238
ภาคผนวก ฌ ข้อมูลทางเทคนิคของวัสดุทนไฟที่ใช้ก่อนเบ้ารับน้ำเหล็ก...	240
ภาคผนวก ฎ ข้อมูลทางเทคนิคของขดลวดความร้อน.....	242
ภาคผนวก ฏ ข้อมูลทางเทคนิคของเซรามิคไฟเบอร์.....	244
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	246

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	ตารางแสดงความสัมพันธ์ของค่าความร้อนจำเพาะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้กับอุณหภูมิไอเสีย.....	28
ตารางที่ 4.1	ข้อมูลที่ต้องการตรวจวัดในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา น้ำมันดีเซล.....	29
ตารางที่ 4.2	ข้อมูลที่ต้องการตรวจวัดในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า....	30
ตารางที่ 5.1	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 1.....	53
ตารางที่ 5.2	พลังงานขาเข้าในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 1.....	53
ตารางที่ 5.3	พลังงานที่สะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กในการอุ่นด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 1	54
ตารางที่ 5.4	พลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กในการอุ่นด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 1.....	55
ตารางที่ 5.5	พลังงานสูญเสียจากช่องเปิดในการอุ่นด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 1.....	56
ตารางที่ 5.6	ข้อมูลพลังงานสูญเสียทางไอเสียและอื่นๆ ในการอุ่นด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 1.....	57
ตารางที่ 5.7	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 2.....	57
ตารางที่ 5.8	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 3.....	58
ตารางที่ 5.9	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 4.....	58
ตารางที่ 5.10	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2 Heat 1.....	59
ตารางที่ 5.11	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2 Heat 2.....	59
ตารางที่ 5.12	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2 Heat 3.....	60
ตารางที่ 5.13	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2 Heat 4.....	60

ตารางที่ 5.14	ผลการตรวจวัดการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 1.....	64
ตารางที่ 5.15	พลังงานไฟฟ้าในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 1.....	64
ตารางที่ 5.16	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กของการอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 1.....	65
ตารางที่ 5.17	อุณหภูมิที่ใช้ในการประเมินพลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า.....	66
ตารางที่ 5.18	พลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าของการอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า ครั้งที่ 1 Heat 1.....	66
ตารางที่ 5.19	พลังงานสูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กและฝาฮีตเตอร์ของการอุ่นด้วย ฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 1.....	67
ตารางที่ 5.20	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 1.....	68
ตารางที่ 5.21	ตัวอย่างการประมาณค่าอุณหภูมิในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า.....	69
ตารางที่ 5.22	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 2.....	69
ตารางที่ 5.23	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 3.....	70
ตารางที่ 5.24	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 4.....	70
ตารางที่ 5.25	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2 Heat 1.....	71

ตารางที่ 5.26	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2 Heat 2.....	71
ตารางที่ 5.27	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2 Heat 3.....	72
ตารางที่ 5.28	ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2 Heat 4.....	72
ตารางที่ 6.1	สรุปผลการคำนวณสำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1....	75
ตารางที่ 6.2	สรุปผลการคำนวณสำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2....	78
ตารางที่ 6.3	สรุปผลการคำนวณสำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า ครั้งที่ 1.....	80
ตารางที่ 6.4	สรุปผลการคำนวณสำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า ครั้งที่ 2.....	82
ตารางที่ 6.5	สรุปผลการคำนวณพลังงานที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กครั้งที่ 2.....	85
ตารางที่ 6.6	ค่าใช้จ่ายจริงในการใช้พลังงานรูปต่าง ๆ.....	86

สารบัญภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	หัวเผาริเจนเนอเรทิฟที่ออกแบบและติดตั้ง.....	4
รูปที่ 2.2	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์การประหยัดเชื้อเพลิง.....	5
รูปที่ 2.1	แสดงตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก	6
รูปที่ 2.4	การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้ารูปแบบต่างๆ.....	6
รูปที่ 2.5	ฮีตเตอร์ไฟฟ้าในงานวิจัย.....	7
รูปที่ 3.1	มิติเบ้ารับน้ำเหล็กที่ใช้ในการศึกษาวิจัย.....	10
รูปที่ 3.1	มิติของฮีตเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในงานวิจัย.....	12
รูปที่ 3.2	แจกแจงสภาวะทางอุณหภูมิตั้งแต่เบ้ารับน้ำเหล็ก.....	13
รูปที่ 3.3	แสดงสมการที่ใช้ในการพิจารณาการพาความร้อนแบบธรรมชาติของวัตถุทรงกระบอกและระนาบแนวตั้ง	15
รูปที่ 3.4	สมดุลมวลในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา.....	18
รูปที่ 3.5	สมดุลพลังงานในเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา.....	21
รูปที่ 3.6	สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า.....	22
รูปที่ 4.1	ลวดเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้ในการศึกษาวิจัย.....	30
รูปที่ 4.2	เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ชนิดมีปลอกสแตนเลสหุ้ม.....	31
รูปที่ 4.3	เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ชนิดสายสปริง.....	31
รูปที่ 4.4	Thermal Imaging Camera FLIR P640.....	32
รูปที่ 4.5	DAQ Yokogawa MW100.....	32

รูปที่ 4.6	Macnaught flow meter MR100.....	33
รูปที่ 4.7	ภาพตัดตามแนวตั้งของเบ้ารับน้ำเหล็กแสดงมิติของส่วนต่างๆ ที่จะใช้ในการศึกษาวิจัยพร้อมทั้งแสดงตำแหน่งติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลเพื่อตรวจวัดอุณหภูมิในผนัง.....	34
รูปที่ 4.8	สภาพเบ้ารับน้ำเหล็กก่อนการปรับปรุง.....	35
รูปที่ 4.9	วัสดุทนไฟที่ใช้ก่อนผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก.....	35
รูปที่ 4.10	การรื้อผนังเบ้ารับน้ำเหล็กเดิมออกเพื่อก่อผนังเบ้ารับน้ำเหล็กใหม่.....	36
รูปที่ 4.11	สภาพของตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อรื้อผนังเบ้ารับน้ำเหล็กออกแล้ว	36
รูปที่ 4.12	แท่งวัสดุทนไฟที่หล่อขึ้นเพื่อใช้ฝังเทอร์โมคัปเปิลจำนวน 4 ก้อนเพื่อติดตั้งบนผนังข้างและก้นของเบ้ารับน้ำเหล็ก.....	37
รูปที่ 4.13	การสอดฝังเทอร์โมคัปเปิลเข้าไปในแท่งวัสดุทนไฟ.....	37
รูปที่ 4.14	การติดตั้งแท่งวัสดุทนไฟเข้ากับผนังภายในของตัวถังเหล็กก่อนการก่อวัสดุทนไฟ.....	38
รูปที่ 4.15	การสอดสายเทอร์โมคัปเปิลทะลุตัวถังเหล็กไปยังอุปกรณ์วัดนอกเบ้า.....	38
รูปที่ 4.16	ปลายเทอร์โมคัปเปิลแต่ละตำแหน่งที่สอดทะลุตัวถังเหล็กออกมานอกเบ้าเพื่อต่อไปยังตัวบันทึกข้อมูล.....	38
รูปที่ 4.17	สภาพภายในของเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อก่อผนังเสร็จแล้ว.....	39
รูปที่ 4.18	เบ้ารับน้ำเหล็กที่ก่อผนังเสร็จแล้ว และสายต่อเทอร์โมคัปเปิลข้างเบ้าในสภาพที่พร้อมสำหรับการทดลอง.....	40
รูปที่ 4.19	ลักษณะหัวเผาที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กที่ใช้งานอยู่เดิม.....	40
รูปที่ 4.20	หัวเผาน้ำมันดีเซลในขณะทำการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก.....	41
รูปที่ 4.21	ภาพด้านข้างของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า เมื่อติดตั้งใช้งานอยู่บนเบ้ารับน้ำเหล็ก...	42

รูปที่ 4.22	ภาพตัดขวางของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าแสดงระยะห่างระหว่างปลายชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้ากับพื้นผิวภายในของผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก.....	43
รูปที่ 4.23	ลักษณะทั่วไปของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้.....	44
รูปที่ 4.24	แผนควบคุมการทำงานของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า.....	44
รูปที่ 4.25	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กในงานวิจัยนี้..	46
รูปที่ 4.26	ขณะทำการอุ่นเบ้ารับน้ำโลหะด้วยน้ำมันดีเซล เทอร์โมคัปเปิลที่วางพาดกับปากเบ้าด้านซ้ายมือคือเทอร์คัปเปิลควบคุมที่วัดอุณหภูมิสำหรับการควบคุมการอุ่นเบ้า.....	47
รูปที่ 4.27	การวางใยเซรามิกบนขอบเบ้ารับน้ำเหล็ก เพื่อรองรับชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า และป้องกันการสูญเสียความร้อนออกจากเบ้าในขณะที่ทำการอุ่นเบ้า.....	48
รูปที่ 4.28	สภาพของเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อประกอบชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว.....	48
รูปที่ 4.29	เทอร์โมคัปเปิลที่วัดอุณหภูมิภายในเบ้าเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าในขณะที่ทำการอุ่นเบ้า.....	49
รูปที่ 4.30	แผนควบคุมการทำงานของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก.....	49
รูปที่ 4.31	การตรวจวัดและบันทึกข้อมูลในขณะที่ทำการทดลอง.....	50
รูปที่ 5.1	ตำแหน่งของเทอร์โมคัปเปิลที่ฝังอยู่ในเบ้ารับน้ำเหล็ก.....	51
รูปที่ 5.2	แซงก์ไดอะแกรมแสดงพลังงานขาเข้า – ขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา.....	52
รูปที่ 5.3	สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1.....	61
รูปที่ 5.4	สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1.....	61
รูปที่ 5.5	สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2.....	62

	หน้า
รูปที่ 5.6	สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2..... 62
รูปที่ 5.7	แซงก์ไดอะแกรมแสดงพลังงานขาเข้า – ขาออกในการอุ่นเบ้าด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า..... 63
รูปที่ 5.8	สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1..... 73
รูปที่ 5.9	สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1.. 73
รูปที่ 5.10	สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2..... 74
รูปที่ 5.11	สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2.. 74
รูปที่ 6.1	ความร้อนสะสมในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กและอุณหภูมิจุดต่างๆ ภายในผนังเบ้าที่ตำแหน่งที่ 2 สำหรับการอุ่นเบ้าด้วยหัวเผาครั้งที่ 1..... 75
รูปที่ 6.2	สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1..... 76
รูปที่ 6.3	สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1..... 77
รูปที่ 6.4	ความร้อนสะสมในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กและอุณหภูมิจุดต่างๆ ภายในผนังเบ้าที่ตำแหน่งที่ 2 สำหรับการอุ่นเบ้าด้วยหัวเผาครั้งที่ 2..... 78
รูปที่ 6.5	สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2..... 79
รูปที่ 6.6	สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2..... 79
รูปที่ 6.7	ความร้อนสะสมในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กและอุณหภูมิจุดต่างๆ ภายในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กที่ตำแหน่งที่ 2 สำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1..... 81
รูปที่ 6.8	สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1..... 81
รูปที่ 6.9	สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1.. 82

รูปที่ 6.10	ความร้อนสะสมในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กและอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ ภายในผนัง ตำแหน่งที่ 2 สำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2.....	83
รูปที่ 6.11	สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2.....	83
รูปที่ 6.12	สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2..	84



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
β	ค่าสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวเชิงปริมาตร	1/K
ε	ค่า Effective emissivity ของวัสดุใดๆ	-
ε_{eff}	ค่า Effective Emissivity of opening	-
η_{heater}	ประสิทธิภาพทางความร้อนในการอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า	%
η_{oil}	ประสิทธิภาพทางความร้อนในการอุ่นด้วยน้ำมัน	%
θ	พลังงานที่สะสมอยู่ในภายในมวลของของไหล	kJ/kg
ν	Kinematics viscosity ของของไหล	m ² /s
ρ_{fuel}	ความหนาแน่นของเชื้อเพลิง	kg/m ³
ρ_{ladle}	ความหนาแน่นของวัสดุทนไฟที่เป็นผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก	kg/m ³
σ	ค่าคงที่ Stefan-Boltzmann	W/m ² •K ⁴
A_{cond}	พื้นที่ผิวที่เกิดการนำความร้อน	m ²
A_{conv}	พื้นที่ผิวที่เกิดการพาความร้อน	m ²
A_{rad}	พื้นที่หน้าตัดที่เกิดการแผ่รังสีความร้อน	m ²
AF_{actual}	อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงจริง	kg _{air} /kg _{fuel}
$C_{p,\text{coil}}$	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของขดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้า	kJ/kg•K
$C_{p,\text{cover}}$	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของฝาฮีตเตอร์	kJ/kg•K
$C_{p,\text{fiber}}$	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของเซรามิกไฟเบอร์	kJ/kg•K
$C_{p,\text{ladle}}$	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุทนไฟที่เป็นผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก	kJ/kg•K
$C_{p,\text{shell}}$	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของตัวถังเหล็ก	kJ/kg•K
$C_{p,\text{struc}}$	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของโครงสร้างเหล็ก	kJ/kg•K
$C_{p,\text{refrac}}$	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของปูนทนไฟประกอบขดลวด	kJ/kg•K
\bar{C}_{p,CO_2}	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	kJ/kg•K
$\bar{C}_{p,\text{H}_2\text{O}}$	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของไอน้ำ	kJ/kg•K
\bar{C}_{p,N_2}	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของก๊าซไนโตรเจน	kJ/kg•K
\bar{C}_{p,O_2}	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของก๊าซออกซิเจน	kJ/kg•K
\bar{C}_{p,SO_2}	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	kJ/kg•K

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
Gr_L	เลขกราสโฮฟ	-
h_m	ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนแบบธรรมชาติเฉลี่ย	$W/m^2 \cdot K$
k	ค่าสภาพการนำความร้อน	$W/m \cdot K$
L_c	ความสูงของเบ้ารับน้ำเหล็ก	m
LHV	ค่าความร้อนต่ำของน้ำมันเชื้อเพลิง	MJ/L
$m_{air,comb}$	มวลของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้	kg
m_{coil}	มวลของขดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้า	kg
m_{cover}	มวลของฝาฮีตเตอร์	kg
$m_{CO_2,flue}$	มวลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในไอเสีย	kg
m_{fiber}	มวลของเซรามิกไฟเบอร์	kg
m_{flue}	มวลของไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้	kg
m_{fuel}	มวลของน้ำมันเชื้อเพลิง	kg
$m_{H_2O,flue}$	มวลของไอน้ำภายในไอเสีย	kg
$m_{N_2,flue}$	มวลของไอน้ำก๊าซไนโตรเจนภายในไอเสีย	kg
$m_{O_2,flue}$	มวลของก๊าซออกซิเจนภายในไอเสีย	kg
m_{refrac}	มวลของปูนทนไฟประกอบขดลวด	kg
m_{shell}	มวลของตัวถังเหล็ก	kg
m_{struc}	มวลของโครงสร้างเหล็ก	kg
$m_{SO_2,flue}$	มวลของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ภายในไอเสีย	kg
\bar{Nu}	เลขนัสเซิลต์	-
P_{heater}	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในฮีตเตอร์ไฟฟ้า	kWh
Q_{flue}	พลังงานจากไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้	kJ
Q_{fuel}	พลังงานจากการเผาไหม้ของน้ำมัน	kJ
$Q_{sto,coil}$	พลังงานสะสมในขดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้า	kJ
$Q_{sto,cover}$	พลังงานสะสมในฝาของฮีตเตอร์ไฟฟ้า	kJ
$Q_{sto,fiber}$	พลังงานสะสมในเซรามิกไฟเบอร์	kJ
$Q_{sto,heater}$	พลังงานสะสมในส่วนโครงสร้างฮีตเตอร์ไฟฟ้า	kJ
$Q_{sto,ladle}$	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก	kJ
$Q_{sto,refrac}$	พลังงานสะสมในปูนทนไฟประกอบขดลวด	kJ

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
$Q_{sto,shell}$	พลังงานสะสมในตัวถังเหล็ก	kJ
$Q_{sto,struct}$	พลังงานสะสมในโครงสร้างเหล็ก	kJ
$Q_{surface,cover}$	ความร้อนถ่ายเทออกจากฝาของฮีตเตอร์ไฟฟ้า	kJ
$Q_{surface,shell}$	ความร้อนถ่ายเทออกจากผิวตัวถังเหล็ก	kJ
\dot{Q}_{cond}	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากการนำความร้อน	W
\dot{Q}_{conv}	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากการพาความร้อน	W
\dot{Q}_{rad}	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน	W
r_{bottom}	รัศมีของก้นเบ้ารับน้ำเหล็ก	m
r_i	รัศมีของเบ้ารับน้ำเหล็กด้านใน	m
r_o	รัศมีของเบ้ารับน้ำเหล็กด้านนอก	m
$t_{heating}$	เวลาที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก	s
t_{SR}	Sampling Rate ในการเก็บค่าของตัวบันทึกข้อมูล	s
T_{coil}	อุณหภูมิของขดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้า	°C
T_{cover}	อุณหภูมิของฝาฮีตเตอร์	°C
T_{fiber}	อุณหภูมิของเซรามิกไฟเบอร์	°C
$T_{surface}$	อุณหภูมิผิวตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็ก	°C
T_{shell}	อุณหภูมิของตัวถังเหล็ก	°C
T_{struc}	อุณหภูมิของโครงสร้างเหล็ก	°C
T_{refrac}	อุณหภูมิของปูนทนไฟประคองขดลวด	°C
T_{∞}	อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม	°C
V_{fuel}	ปริมาตรของเชื้อเพลิง	m ³
W_{heater}	งานจากฮีตเตอร์ไฟฟ้า	MJ
\dot{W}_{heater}	อัตราการงานจากฮีตเตอร์ไฟฟ้า	kW

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

อุตสาหกรรมหล่อเหล็กเป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่มีการใช้พลังงานสูงมาก ในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการผลิต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการปรับปรุง ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตรวมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมหล่อ เหล็ก ซึ่งในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมหล่อเหล็กนั้นมีขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญมาก ก็คือ การนำน้ำเหล็กที่ได้จากเตาหลอมเหล็กถ่ายลงในเบ้ารับน้ำเหล็ก จากนั้นเคลื่อนย้าย น้ำเหล็กไปเทลงในเบ้าหล่อ ซึ่งในกระบวนการนี้ น้ำเหล็กจะสูญเสียความร้อนให้แก่เบ้ารับ น้ำเหล็กเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำเหล็กมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิสำหรับการ เทหล่อ ฉะนั้นเพื่อลดการสูญเสียความร้อนของน้ำเหล็ก จึงจำเป็นต้องทำให้เบ้ารับน้ำเหล็กมี อุณหภูมิที่เหมาะสม กล่าวคือปรับสภาวะทางอุณหภูมิของเบ้ารับน้ำเหล็กให้มีอุณหภูมิสูง ใกล้เคียงกับอุณหภูมิเทหล่อของน้ำเหล็ก นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันความเสียหายจากสภาวะ อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงฉับพลัน (Thermal shock) รวมทั้งกำจัดความชื้นออกจากผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก เพื่อไม่ให้ไปเจือปนกับน้ำเหล็กอีกด้วย

โรงงานหล่อเหล็กส่วนมากใช้หัวเผาที่ใช้น้ำมันหรือแก๊สเป็นเชื้อเพลิงในการอุ่น เบ้ารับน้ำเหล็กโดยการพ่นเปลวไฟจากหัวเผาเข้าไปในเบ้ารับน้ำเหล็ก เมื่อแก๊สร้อนจากการ เผาไหม้ปะทะกับกันเบ้ารับน้ำเหล็กหรือพบกับแรงต้านของแก๊สร้อนที่ส่วนกันของเบ้ารับ น้ำเหล็ก แก๊สร้อนจะแผ่ออกและไหลย้อนไปตามผนังเบ้ารับน้ำเหล็กออกมาที่ปากของเบ้ารับ น้ำเหล็กและถูกพ่นทิ้งออกไปจากปากเปิดของเบ้ารับน้ำเหล็กโดยตรง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเน้นไปที่เบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็ก โดยมีขนาดความจุ 1 - 5 ตัน ซึ่งเป็นเบ้ารับน้ำเหล็กที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก ขนาดเล็กด้วยน้ำมันหรือแก๊สเป็นเชื้อเพลิงนั้นประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำมาก เนื่องจากเบ้า รับน้ำเหล็กขนาดเล็กมีพื้นที่และเวลาในการถ่ายเทความร้อนจากแก๊สสันดาปไปสู่ผนังเบ้ารับน้ำ เหล็กน้อยทำให้มีการปล่อยแก๊สไอเสียที่อุณหภูมิสูง ประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยรวมจึงต่ำ

เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็ก จึง พัฒนาวิธีการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็กจากเดิมที่ใช้ น้ำมันหรือแก๊สเป็นเชื้อเพลิงในการอุ่นเบ้า รับน้ำเหล็กขนาดเล็ก เป็นการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า โดยมีจุดประสงค์ หลักเพื่อต้องการลดปริมาณความร้อนที่สูญเสียไปกับแก๊สร้อนในขณะที่ทำการอุ่นเบ้า

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสภาวะทางความร้อนในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็กที่มีการใช้งานทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก
2. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก โดยการวิเคราะห์เชิงทฤษฎี การออกแบบ สร้าง ติดตั้งชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นใหม่ และทดลองใช้งานจริง เพื่อบันทึกข้อมูลการทำงานจริงของการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าสำหรับเปรียบเทียบกับข้อมูลการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยน้ำมันเชื้อเพลิง

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาเบ้ารับน้ำเหล็กขนาด 1 ตัน โดยคำนึงถึงการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบ 1 มิติในทิศตั้งฉากกับผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก
2. ออกแบบและจัดสร้างฮีตเตอร์ไฟฟ้า (Electric heater) ที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก ที่มีอัตราการให้ความร้อนใกล้เคียงกับหัวเผาที่ใช้อยู่เดิม
3. ทดลองใช้งานและบันทึกข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพทางความร้อนทั้งการอุ่นด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงและการอุ่นโดยใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลต้นแบบของฮีตเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็ก และวิธีการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง พร้อมทั้งข้อมูลการทำงานสำหรับใช้ในการสาธิตและอ้างอิง เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้งานอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมเหล็กต่อไป

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าเบื้องต้นเกี่ยวกับวิธีการและประสิทธิภาพในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กที่ใช้ในปัจจุบัน รวมทั้งการค้นคว้าเชิงเอกสารและข้อมูลการใช้งานจริงในโรงงาน โดยจะเน้นที่เบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็กที่มีการใช้งานส่วนใหญ่ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก
2. ออกแบบและติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล ณ ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในเบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็กที่ใช้ในการศึกษา
3. ออกแบบและสร้างฮีตเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กสำหรับใช้ในการศึกษา

4. ทดลองและตรวจวัดการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยน้ำมัน พร้อมทั้งบันทึก อุณหภูมิที่จุดต่างๆ เพื่อใช้บ่งชี้สภาวะทางความร้อนและหาประสิทธิภาพทางความร้อนในการ อุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก

5. ทดลองและตรวจวัดการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า พร้อมทั้งบันทึก อุณหภูมิที่จุดต่างๆ เพื่อใช้บ่งชี้สภาวะทางความร้อนและคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อน โดยควบคุมสภาวะทางความร้อนให้มีความใกล้เคียงกับการอุ่นด้วยน้ำมัน

6. เปรียบเทียบประสิทธิภาพทางความร้อนของการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กในกรณี การอุ่นด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงและฮีตเตอร์ไฟฟ้า เพื่อหาผลประหยัดและความคุ้มค่าในเชิง เศรษฐศาสตร์

7. สรุปผลและเผยแพร่ผลการศึกษาวิจัย



ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

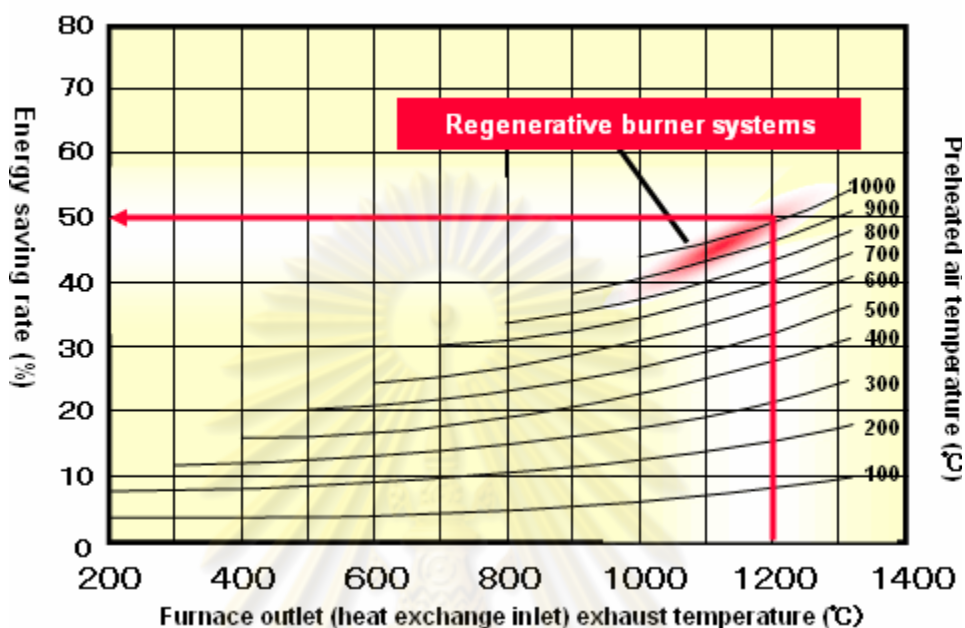
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จักรวรุช จรุงสารทูลและคณะ (2552) ศึกษาการใช้พลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กก่อนนำไปรับน้ำเหล็กจากเตาหลอม เพื่อลดการสูญเสียความร้อนของน้ำเหล็กให้แก่เบ้ารับน้ำเหล็ก โดยการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กจะควบคุมด้วยอุณหภูมิของไอเสียที่ปล่อยทิ้ง โดยตั้งค่าอุณหภูมิสูงสุดของไอเสียไว้ที่ $900-1,000^{\circ}\text{C}$ จึงมีการสูญเสียความร้อนไปกับไอเสียสูงมาก ซึ่งเป็นวิธีการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กแบบเก่า ต่อมาได้แก้ไขโดยการใช้หัวเผาแบบรีเจนเนอเรทิฟแทนหัวเผาแบบเดิม เพื่อให้มีการนำความร้อนปล่อยทิ้งมาอุ่นอากาศเผาไหม้ ในการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กในโรงงานเหล็กแห่งหนึ่งที่มีสภาวะต่างๆ พบว่าการอุ่นด้วยหัวเผาแบบเดิมไอเสียที่ปล่อยทิ้งมีอุณหภูมิ $600-1,000^{\circ}\text{C}$ ซึ่งคิดเป็นความร้อนสูญเสียในไอเสีย 32-36% การนำเอาหัวเผาแบบรีเจนเนอเรทิฟมาใช้สามารถลดการใช้เชื้อเพลิงได้ 27-29%



รูปที่ 2.1 หัวเผารีเจนเนอเรทิฟที่ออกแบบและติดตั้ง (จักรวรุช จรุงสารทูล และคณะ, 2552)

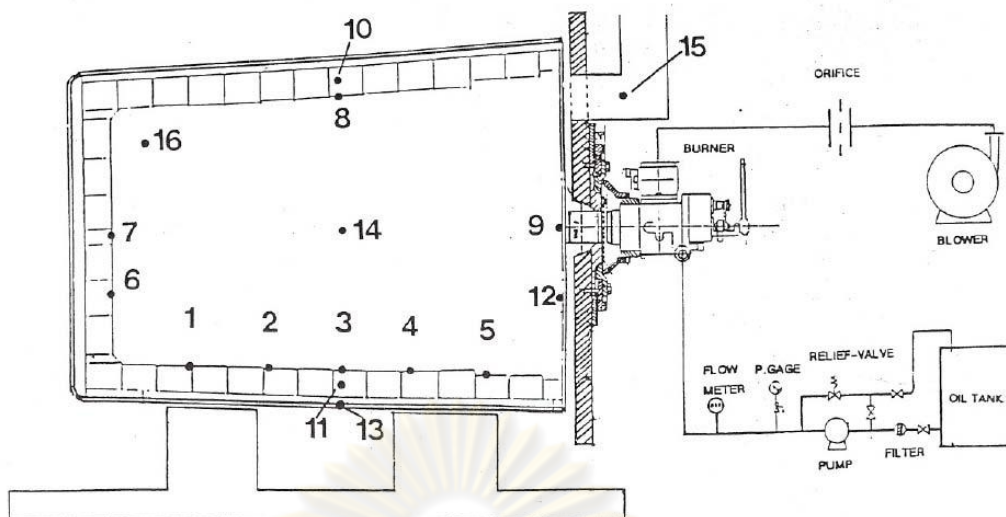
Regenerative Burner System, Research & Development, Osaka Gas Co., Ltd. กล่าวถึงการใช้หัวเผาแบบรีเจนเนอเรทีฟในการให้ความร้อนในเตาอุตสาหกรรม โดยการติดตั้งหัวเผาแบบรีเจนเนอเรทีฟสามารถลดการใช้พลังงานได้ประมาณ 40% - 50% เมื่อเทียบกับการให้ความร้อนในเตาเผาที่ใช้หัวเผาแบบอากาศเย็นทั่วไป ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์การประหยัดเชื้อเพลิง (Regenerative Burner System, Research & Development, Osaka Gas Co., Ltd.)

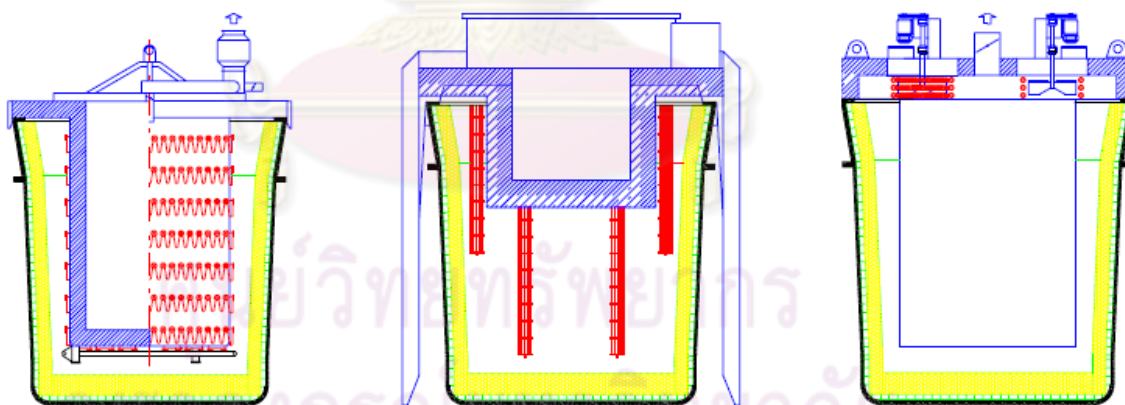
จากรูปที่ 2.2 จะพบว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงขึ้น จะทำให้การสูญเสียพลังงานในไอเสียลดลงและมีผลให้อุณหภูมิของการเผาไหม้สูงขึ้น ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาในการให้ความร้อนลงได้ ในกรณีของเตาเผาที่ทำงานแบบเป็นกะ (Batch) จะช่วยลดระยะเวลาการทำงานของเตาลงได้ซึ่งจะสามารถเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตได้อีกด้วย ในทำนองเดียวกันกรณีของเตาเผาที่ทำงานแบบต่อเนื่อง (Continuous) จะสามารถประหยัดเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์

สมศักดิ์ คงโชติ (1993) ศึกษาการถ่ายเทความร้อนในเบิร์บบ้านเหล็ก การทดลองการอุ่นเบิร์บบ้านเหล็กทำการศึกษาปรากฏการณ์การถ่ายเทความร้อนภายในถึงรับน้ำเหล็กโดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เนื่องจากการเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิสูง อิทธิพลของการแผ่รังสีความร้อนภายในถึงจึงมีมาก แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จึงได้เน้นการศึกษาอิทธิพลของการแผ่รังสีความร้อนภายในถึงและศึกษาตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการอุ่น เช่น ชนิดของเชื้อเพลิง สัมประสิทธิ์การดูดกลืนการแผ่รังสีของแก๊ส เพื่อทราบคุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนขณะอุ่นถึงรับน้ำเหล็ก จากการศึกษาพบว่าผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการทดลองพอสมควร



รูปที่ 2.3 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก
(สมศักดิ์ คงโชติ, 1993)

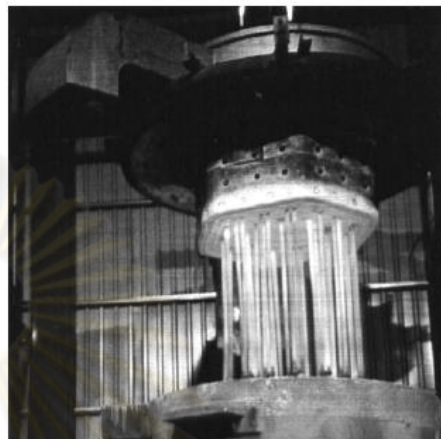
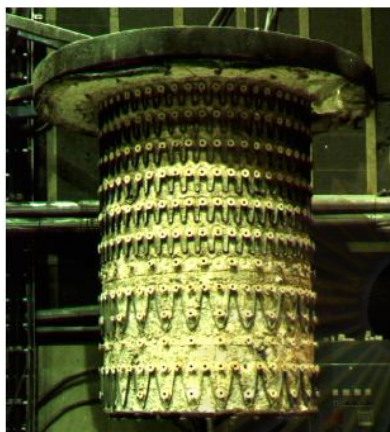
Electric Power Research Institute (EPRI), Inc. (1999) ศึกษาการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน 3 แบบ แบ่งเป็นฮีตเตอร์ไฟฟ้าชนิดแผ่รังสี (Radiation heater) 2 แบบ ซึ่งแสดงอยู่ในรูปที่ 2.4 คือรูปทางซ้ายและกลาง ส่วนรูปทางขวาเป็นการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กโดยใช้พัดลมดูดอากาศเย็นผ่านขดลวดไฟฟ้าเข้าไปในเบ้ารับน้ำเหล็กซึ่งมีประสิทธิภาพทางความร้อนต่ำอยู่ที่ 5-8%



รูปที่ 2.4 การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้ารูปแบบต่างๆ
(Electric Power Research Institute (EPRI), Inc., 1999)

รูปที่ 2.4 ทางซ้ายมือเป็นฮีตเตอร์ไฟฟ้าชนิดแผ่และยึดกับฐานเซรามิก รูปกลางเป็นการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กโดยใช้ขดลวดซิลิกอนคาร์ไบด์ (Silicon carbide) พบว่าการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยวิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวกและง่ายต่อการควบคุม สามารถลดการใช้พลังงานได้มาก พร้อมทั้งสร้างความปลอดภัยเป็นอย่างมากให้กับผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์ในบริเวณโดยรอบการปฏิบัติงาน และจะช่วยลดอัตราการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง แต่การอุ่นเบ้ารับ

น้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะต้องมีระบบที่บังคับเบ้ารับน้ำเหล็กและฮีตเตอร์ไฟฟ้าให้อยู่ตำแหน่งที่ตรงกัน เพื่อที่จะใส่ฮีตเตอร์ไฟฟ้าลงไปเบ้ารับน้ำเหล็กได้ นอกจากนี้สายไฟที่ต่อระหว่างฮีตเตอร์ไฟฟ้ากับตู้ควบคุมจะต้องมีความยืดหยุ่นสูง และในกรณีที่ฮีตเตอร์ไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้ามากจำเป็นต้องมีสายไฟขนาดใหญ่ อุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าจึงมีขนาดใหญ่ตามไปด้วย



รูปที่ 2.5 ฮีตเตอร์ไฟฟ้าในงานวิจัย (Electric Power Research Institute (EPRI), Inc., 1999)

Electric Power Research Institute (EPRI), Inc. (1988) ได้ศึกษาการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กโดยใช้สแตนเลสสตีล (Stainless steel) เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนซึ่งจะสามารถสร้างอุณหภูมิได้สูงถึง 1800 °F ต่อมาได้ปรับปรุงอุปกรณ์ให้ความร้อนเป็นขดลวดที่ทำจากขดลวดซิลิกอนคาร์ไบด์ สามารถสร้างอุณหภูมิได้สูงถึง 2400 °F โดยเมื่อเปรียบเทียบการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยวิธีใช้หัวเผาแบบเก่า ซึ่งมีประสิทธิภาพทางความร้อนอยู่ที่ 25% พบว่าการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพทางความร้อนสูงถึง 70-80% นอกจากนี้การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการปนเปื้อนเนื่องจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลในกรณีที่ต้องการเหล็กที่มีความบริสุทธิ์สูง ข้อดีประการต่อมาคืออากาศบริเวณโดยรอบพื้นที่ปฏิบัติงานมีอุณหภูมิและมลภาวะต่ำ ส่วนปัญหาในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้ามีการรายงานว่าซิลิกอนคาร์ไบด์เกิดการแตกหักเนื่องจากเกิดแรงสั่นสะเทือนขณะทำการเคลื่อนย้ายฮีตเตอร์ไฟฟ้ามาใส่ในเบ้ารับน้ำเหล็ก ซึ่งอาจจะแก้ไขโดยการเคลื่อนย้ายฮีตเตอร์ไฟฟ้าด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ

บทที่ 3

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิทยานิพนธ์นี้มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กทั้งในการอุ่นด้วยหัวเผาและการอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดของเบ้ารับน้ำเหล็ก (Ladle) ฮีตเตอร์ไฟฟ้า (Electrical heater) สมการสมดุลมวลและสมดุลพลังงาน (Conservation of Mass and Energy) และประสิทธิภาพทางความร้อน (Thermal efficiency)

3.1 เบ้ารับน้ำเหล็ก (Ladle)

เบ้ารับน้ำเหล็กที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีขนาดความจุ 1 ตัน มีลักษณะรูปทรงและมิติส่วนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 การก่อผนังของเบ้ารับน้ำเหล็กก่อด้วยวัสดุทนไฟซึ่งมีส่วนผสมของอะลูมินา (Alumina) 54% และซิลิกา (Silica) 40% ที่ผนังด้านข้างมีความหนา 70 มิลลิเมตร ส่วนผนังกันเบ้ารับน้ำเหล็กหนา 80 มิลลิเมตร ตัวถังเหล็กของผนังด้านข้างของเบ้ารับน้ำเหล็กและกันเบ้ารับน้ำเหล็กเป็นเหล็กหนา 5 มิลลิเมตร น้ำหนักเบ้ารับน้ำเหล็กเปล่าประมาณ 470 กิโลกรัม

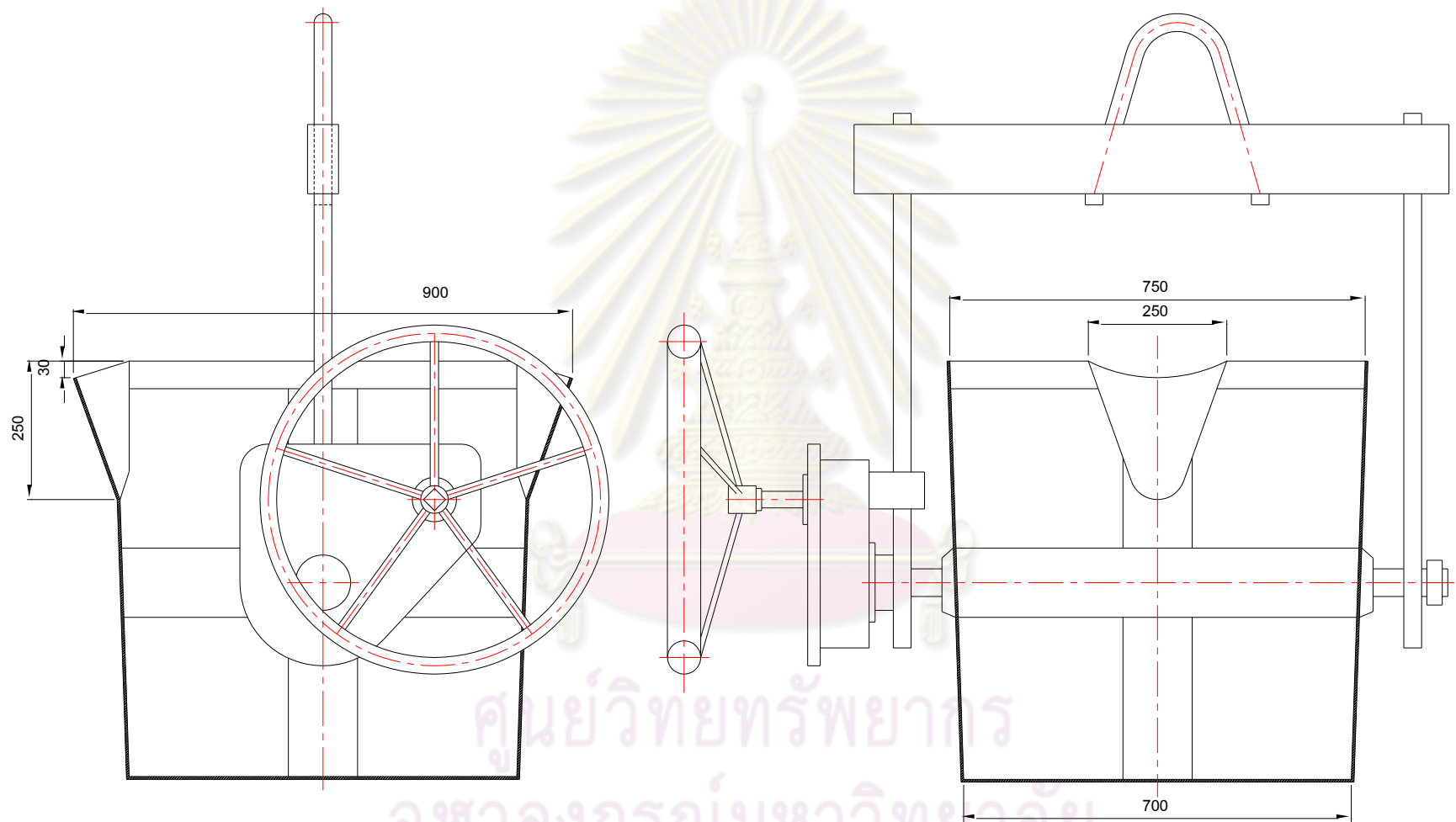
ในโรงงานอุตสาหกรรม การทำงานของเบ้ารับน้ำเหล็กมีลักษณะการทำงานเป็นวัฏจักร (Cycle) กล่าวคือเบ้ารับน้ำเหล็กรับน้ำเหล็กจากเตาหลอมเหล็กจากนั้นถ่ายน้ำเหล็กลงในเบ้าหล่อและกลับไปรับน้ำเหล็กแล้วถ่ายลงในเบ้าหล่ออีกครั้งวนเวียนในลักษณะเช่นนี้ ซึ่งมีเบ้ารับน้ำเหล็กหลายใบทำหน้าที่อยู่ในวัฏจักรเพื่อให้การส่งถ่ายน้ำเหล็กจากเตาหลอมเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่เบ้ารับน้ำเหล็กถ่ายน้ำเหล็กลงไปยังเบ้าหล่อ รวมทั้งในระหว่างที่นำเบ้ารับน้ำเหล็กนั้นไปรับน้ำเหล็กในรอบต่อไป เบ้ารับน้ำเหล็กจะสูญเสียความร้อนสู่บรรยากาศตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องทำการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กให้มีสภาวะทางอุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งเรียกว่า “การอุ่นเบ้าร้อน” แต่ในกรณีที่เบ้ารับน้ำเหล็กในวัฏจักรเกิดการชำรุดเสียหายต้องนำมาซ่อมแซมจำเป็นต้องนำเบ้ารับน้ำเหล็กสำรองมาใช้ ซึ่งก่อนนำมาใช้งานจำเป็นต้องอุ่นให้เบ้ารับน้ำเหล็กสำรองมีสภาวะทางอุณหภูมิเหมาะสมเช่นกัน ซึ่งเรียกว่า “การอุ่นเบ้าเย็น”

การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กให้มีสภาวะทางอุณหภูมิที่เหมาะสมมีเหตุผลหลัก
8 ประการดังนี้

1. ลดปัญหาสภาวะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิฉับพลันที่เกิดกับเบ้ารับน้ำเหล็ก
2. จัดความชื้นที่สะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก
3. ทำให้เกิดความต่อเนื่องในวัฏจักรการถ่ายเทน้ำเหล็กจากเตาหลอม
4. ลดอุณหภูมิเทน้ำเหล็ก (Tapping temperature)
5. เพิ่มอายุการใช้งานของเบ้ารับน้ำเหล็ก
6. ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเบ้ารับน้ำเหล็ก
7. เพิ่มคุณภาพและผลิตผลในการหล่อเนื่องจากน้ำเหล็กมีอุณหภูมิที่สม่ำเสมอ
8. ทำให้สภาวะทางอุณหภูมิของน้ำเหล็กเหมาะสมสำหรับการเทลงเบ้าหล่อ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.1 มิติเบ้ารับน้ำเหล็กที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

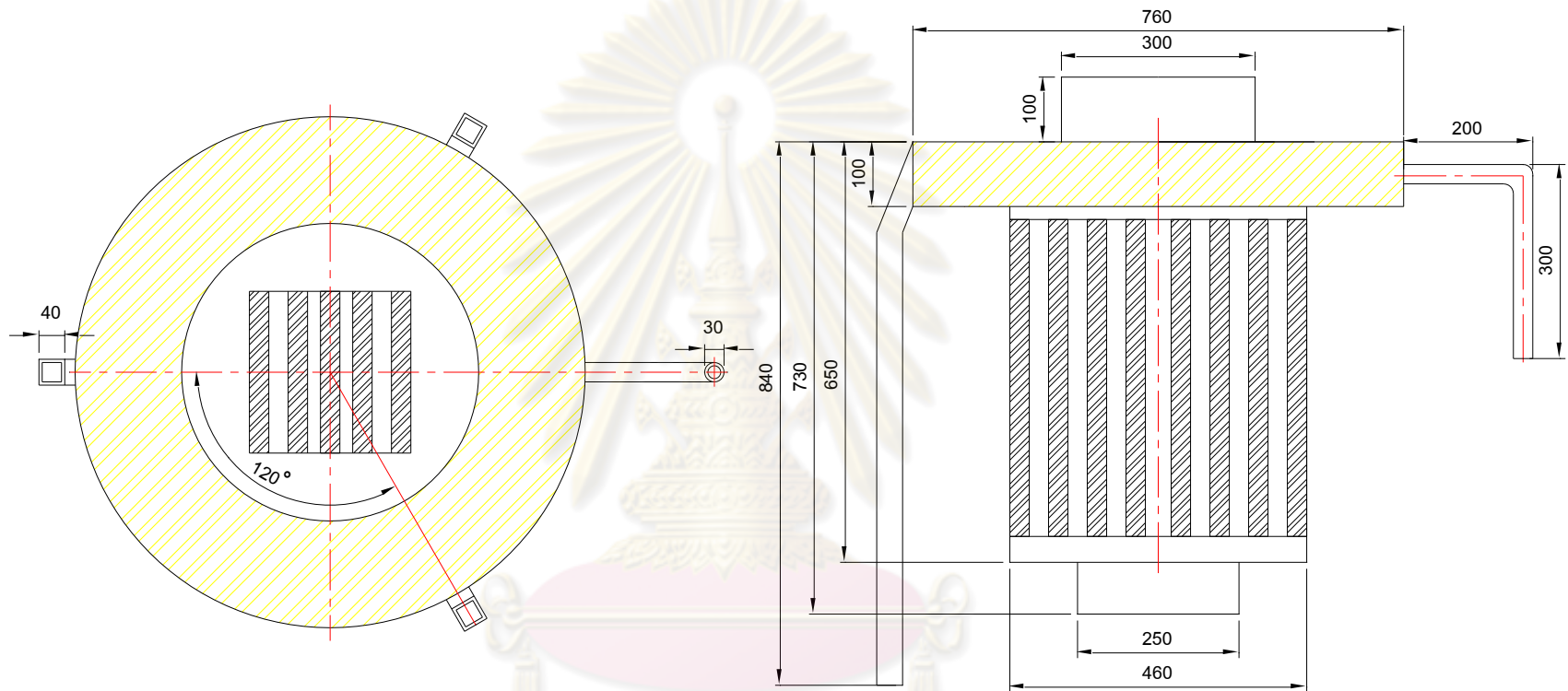
3.2 ฮีตเตอร์ไฟฟ้า (Electrical heater)

ฮีตเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองเป็นชนิดลวดนิกเกิลโครเมียม เนื่องจากเป็นชนิดลวดให้ความร้อน (Heating element) ที่มีการใช้งานในอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง มีความทนทาน ราคาไม่แพงและมีช่วงอุณหภูมิใช้งานที่เหมาะสมกับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก

ฮีตเตอร์ไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนที่หนึ่งคือ ชนิดลวดฮีตเตอร์ที่มีการหุ้มด้วยซีเมนต์ทนไฟ เนื่องจากชนิดลวดนิกเกิลโครเมียมเมื่อมีอุณหภูมิสูงจะเกิดการยึดตัวและเสียรูปซึ่งมีโอกาสที่ชนิดลวดจะเกิดการลัดวงจรทำให้เกิดความเสียหายได้ ดังนั้นเพื่อป้องกันการยึดตัวของชนิดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้าในขณะที่มีอุณหภูมิสูง จึงจำเป็นต้องหล่อปูนทนไฟขึ้นเพื่อเป็นฐานให้ชนิดลวดยึดเกาะและส่วนที่สองเป็นตู้ควบคุม (Controller) มีหน้าที่ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับฮีตเตอร์ไฟฟ้าสามารถปรับการทำงานได้ทั้งอัตโนมัติ (Automatic) และกำหนดเอง (Manual) ซึ่งบริเวณด้านหน้าของตู้ควบคุมจะมีหน้าจอบ่งชี้ผลอยู่ 2 จอ คือ หน้าจอบ่งชี้ผลที่ 1 จะแสดงปริมาณกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ส่วนหน้าจอบ่งชี้ผลที่ 2 จะแสดงอุณหภูมิควบคุมภายในเบ้ารับน้ำเหล็ก

สำหรับการควบคุมการทำงานของฮีตเตอร์ไฟฟ้าได้อาศัยการควบคุมจากเทอร์โมคัปเปิลที่ติดตั้งไว้บนฝาของฮีตเตอร์ เมื่ออุณหภูมิที่อ่านได้มีค่าสูงถึงระดับที่กำหนดไว้ ตู้ควบคุมฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านชนิดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้า เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิและความร้อนที่สะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าสูงเกินที่ชนิดลวดนิกเกิลโครเมียมจะทนได้ ทั้งนี้จะเป็นการยืดอายุการใช้งานของชนิดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้าอีกด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 มิติของฮีตเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในงานวิจัย
 ศูนย์วิจัยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนที่เกี่ยวข้อง

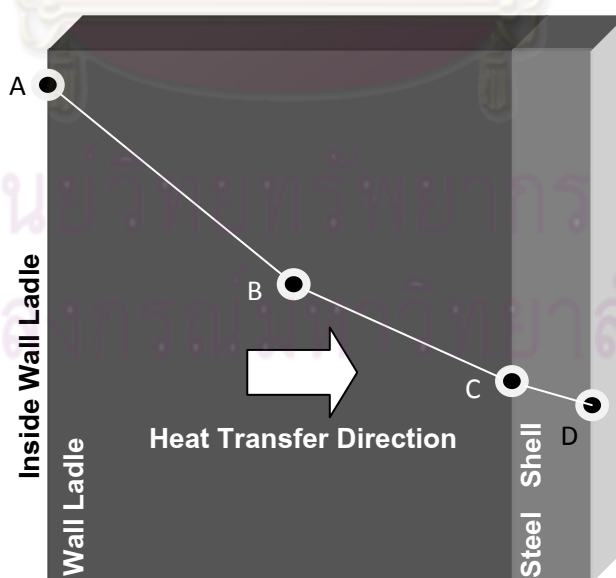
ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กทั้งในกรณีการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาและการอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้านั้นมีความเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน ส่วนความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงหรือพลังงานความร้อนจากฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะมีการถ่ายเทความร้อนที่เกี่ยวข้องกับเบ้ารับน้ำเหล็ก 3 รูปแบบ คือ

1. การถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน (Conduction heat transfer)
2. การถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน (Convection heat transfer)
3. การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อน (Radiation heat transfer)

3.3.1 การถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน

ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน ใช้พิจารณาการนำความร้อนจากผนังด้านในของเบ้ารับน้ำเหล็กที่ได้รับความร้อนจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงหรือฮีตเตอร์ไฟฟ้า ความร้อนจะถ่ายเทจากผนังด้านในของเบ้ารับน้ำเหล็กที่ได้รับความร้อนโดยตรงไปยังตัวถังเหล็กด้วยวิธีการนำความร้อน ซึ่งสมการการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนจะเป็นไปตามสมการที่ 3.1 ดังนี้

$$\dot{Q}_{\text{cond}} = -kA_{\text{cond}} \frac{dT}{dx} \quad (3.1)$$



รูปที่ 3.3 แจกแจงสภาวะทางอุณหภูมิจนในผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก

เมื่อ

$$\dot{Q}_{\text{cond}} = \text{อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากการนำความร้อน} \quad (\text{W})$$

$$k = \text{ค่าสภาพการนำความร้อน} \quad (\text{W/m}\cdot\text{K})$$

$$A_{\text{cond}} = \text{พื้นที่ผิวที่เกิดการนำความร้อน} \quad (\text{m}^2)$$

$$\frac{dT}{dx} = \text{ค่าเกรเดียนต์อุณหภูมิภายในผนังเข้รับน้ำเหล็ก} \quad (\text{K/m})$$

3.3.2 การถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน

ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน ใช้พิจารณาความร้อนจากผิวตัวถังเหล็กถ่ายเทให้กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสมการการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนจะเป็นไปตามสมการที่ 3.2 ดังนี้

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = h_m A_{\text{conv}} (T_{\text{surface}} - T_{\infty}) \quad (3.2)$$

เมื่อ

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = \text{อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากการพาความร้อน} \quad (\text{W})$$

$$h_m = \text{ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนแบบธรรมชาติเฉลี่ย} \quad (\text{W/m}^2\cdot\text{K})$$

$$A_{\text{conv}} = \text{พื้นที่ผิวที่เกิดการพาความร้อน} \quad (\text{m}^2)$$

$$T_{\text{surface}} = \text{อุณหภูมิผิวตัวถังเหล็กของเข้รับน้ำเหล็ก} \quad (\text{K})$$

3.3.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนธรรมชาติเฉลี่ย

การหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนธรรมชาติเฉลี่ย สามารถหาได้จากความสัมพันธ์ของ Average Nusselt number (\bar{Nu}) ที่ได้จากการทดลอง (Cengel, 2006) ซึ่งสมการความสัมพันธ์ของค่า Average Nusselt number จะเป็นไปตามสมการที่ (3.3)

$$\bar{Nu} = \frac{h_m L_c}{k} = C Ra_L^n \quad (3.3)$$

เมื่อ Ra_L คือค่า Rayleigh number โดยมีความสัมพันธ์กับค่า Prandtl numbers (Pr) เป็นไปตามสมการที่ 3.4

$$Ra_L = Gr_L Pr = \frac{g\beta(T_{\text{surface}} - T_{\infty})L_c^3}{\nu^2} Pr \quad (3.4)$$

โดยค่า Ra_L คือค่า Rayleigh number สามารถตรวจสอบชนิดของการไหลได้จากค่า Ra_L ถ้า Ra_L มีค่าไม่เกิน 10^9 แสดงว่าเป็นการไหลแบบราบเรียบ (Laminar flow)

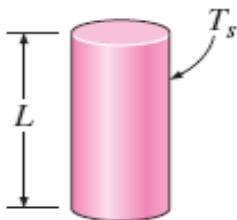
พิจารณาลักษณะของพื้นผิวเพื่อนำไปใช้หา \bar{Nu} โดยเข้รับน้ำเหล็กจะมีลักษณะเป็นแบบทรงกระบอก ดังนั้นสมการที่นำมาใช้เพื่อหาค่าจะสามารถใช้สมการที่ใช้กับ Vertical plate ซึ่งสามารถนำมาใช้กับทุกช่วงของค่า Rayleigh Number ดังสมการที่ 3.5

$$\bar{Nu} = \left(0.825 + \frac{0.387Ra_L^{1/6}}{[1 + (0.492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right)^2 \quad (3.5)$$

โดยมีเงื่อนไขกำหนดเพื่อสามารถนำสมการนี้ไปใช้กับรูปทรงกระบอกได้คือ

$$D \geq \frac{35L}{Gr_L^{1/4}} \quad (3.6)$$

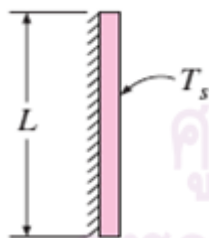
Vertical cylinder



A vertical cylinder can be treated as a vertical plate when

$$D \geq \frac{35L}{Gr_L^{1/4}}$$

Vertical plate



Range of Ra

$$10^4 - 10^9 \quad Nu = 0.59Ra_L^{1/4}$$

$$10^9 - 10^{13} \quad Nu = 0.1Ra_L^{1/3}$$

$$\text{Entire range} \quad Nu = \left(0.825 + \frac{0.387Ra_L^{1/6}}{[1 + (0.492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right)^2$$

รูปที่ 3.4 แสดงสมการที่ใช้ในการพิจารณาการพาความร้อนแบบธรรมชาติของวัตถุทรงกระบอก และระนาบแนวตั้ง (Cengel, 2006)

เมื่อ

ν	= Kinematics viscosity ของของไหล	(m ² /s)
L_C	= ความยาวของทรงกระบอก	(m)
β	= Coefficient of Volume Expansion	(1/K)
C	= ค่าคงที่ในรูปทรงเรขาคณิตของพื้นผิวและระบบการไหล ซึ่งมีความสัมพันธ์กับช่วงของค่า Rayleigh number โดยปกติแล้วจะมีค่าน้อยกว่า 1	-
n	= ค่าคงที่ในรูปทรงเรขาคณิตของพื้นผิวและระบบการไหล ซึ่งมีความสัมพันธ์กับช่วงของค่า Rayleigh number โดยปกติค่า n จะมีค่าประมาณ 1/4 เมื่อเป็นการไหลแบบราบเรียบ (Laminar flow) และมีค่าเท่ากับ 1/3 เมื่อเป็นการไหลแบบปั่นป่วน	-
Ra_L	= ค่า Rayleigh number	-

3.3.3 การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อน

ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อน ใช้พิจารณาการแผ่รังสีความร้อนจากฮีตเตอร์ไฟฟ้าไปสู่ผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก การสูญเสียความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อนจากผิวตัวถังเหล็กและฝาฮีตเตอร์ให้กับสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการสูญเสียความร้อนผ่านทางช่องเปิดของเบ้ารับน้ำเหล็ก สำหรับการถ่ายเทความร้อนด้วยการแผ่รังสีความร้อนจะเป็นไปตามสมการที่ 3.7 ดังนี้

$$\dot{Q}_{\text{rad}} = \varepsilon \sigma A_{\text{rad}} (T_{\text{surface}}^4 - T_{\infty}^4) \quad (3.7)$$

เมื่อ

$$\dot{Q}_{\text{rad}} = \text{อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน} \quad (W)$$

$$\varepsilon = \text{ค่า Effective emissivity} \quad -$$

$$\sigma = \text{ค่าคงที่ Stefan-Boltzmann} \quad (W/m^2 \cdot K^4)$$

$$A_{\text{rad}} = \text{พื้นที่ที่เกิดการแผ่รังสีความร้อน} \quad (m^2)$$

$$T_{\text{surface}} = \text{อุณหภูมิผิวตัวถังเหล็กเบ้ารับน้ำเหล็กที่แผ่รังสีความร้อน} \quad (K)$$

3.4 สมดุลมวลในเบ้ารับน้ำเหล็ก

ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กทั้งในกรณีการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาและการอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้านั้นมีความเกี่ยวข้องกับสมดุลมวล โดยจะพิจารณามวลที่ไหลเข้าออก ปริมาตรควบคุมซึ่งก็คือเบ้ารับน้ำเหล็ก แล้วจะพิจารณาสมดุลมวลแยกออกเป็นกรณีการอุ่นด้วยหัวเผาและฮีตเตอร์ไฟฟ้าดังนี้

3.4.1 สมดุลมวลในเบ้ารับน้ำเหล็กในกรณีการอุ่นด้วยหัวเผา

มวลไหลเข้าเบ้ารับน้ำเหล็ก (Σm_{in}) ในกรณีการอุ่นด้วยหัวเผา

1. มวลของน้ำมันเชื้อเพลิง (m_{fuel})
2. มวลของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ ($m_{air,comb}$)

มวลไหลออกจากเบ้ารับน้ำเหล็ก (Σm_{out}) ในกรณีการอุ่นด้วยหัวเผา

1. มวลของไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ (m_{flue})

จากสมการสมดุลมวล

$$\Sigma m_{in} - \Sigma m_{out} = \Delta m_{CV} \quad (3.8)$$

ในการพิจารณาสมดุลมวลในปริมาตรควบคุม โดยตั้งสมมติฐานว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของมวลภายในปริมาตรควบคุม ปริมาณมวลที่ไหลเข้าปริมาตรควบคุมเท่ากับ ปริมาณมวลที่ไหลออกปริมาตรควบคุมเป็นไปตามสมการ 3.9 ดังนี้

$$\Sigma m_{in} - \Sigma m_{out} = 0 \quad (3.9)$$

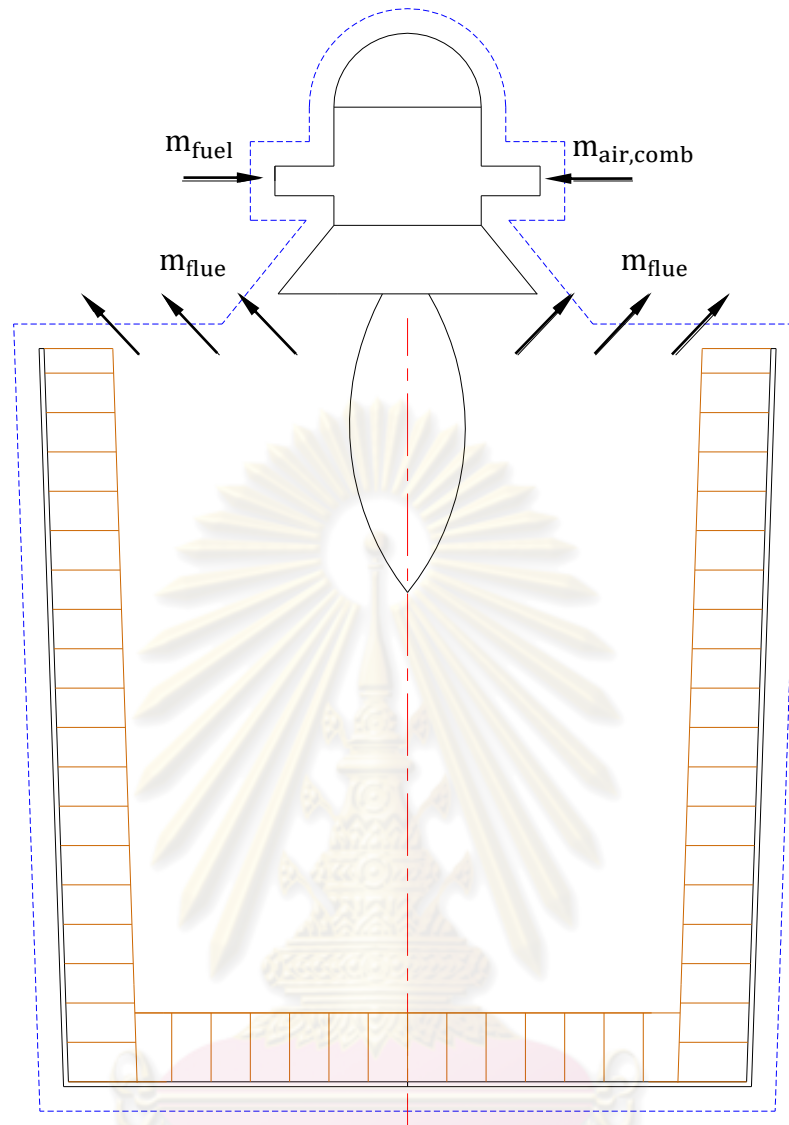
ดังนั้น

$$\Sigma m_{in} = \Sigma m_{out} \quad (3.10)$$

3.4.2 สมดุลมวลในเบ้ารับน้ำเหล็กในกรณีการอุ่นโดยใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้า

เนื่องจากการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กโดยใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าเป็นลักษณะการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กแบบระบบปิด (Close system) คือไม่มีการไหลเข้า-ออกของมวลภายในปริมาตรควบคุม ดังนั้นจากสมการสมดุลมวลจะได้ว่า

$$\Sigma m_{in} = \Sigma m_{out} = 0 \quad (3.11)$$



รูปที่ 3.5 สมดุลมวลในการอุ่นน้ำรับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา

3.5 สมดุลพลังงานในน้ำรับน้ำเหล็ก

พลังงานในการอุ่นน้ำรับน้ำเหล็กจะได้มาจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงหรือฮีตเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งพลังงานมีการไหลเข้า-ออกเช่นเดียวกับสมดุลมวลที่กล่าวมาข้างต้น สำหรับสมดุลพลังงาน ในกรณีการอุ่นโดยใช้หัวเผาพลังงานจะสะสมเฉพาะในน้ำรับน้ำเหล็กและตัวถังเหล็กเท่านั้น แต่ในกรณีการอุ่นโดยใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะมีการสะสมของพลังงานในน้ำรับน้ำเหล็ก ตัวถังเหล็กและชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าด้วย สำหรับในการวิเคราะห์สมดุลพลังงานในน้ำรับน้ำเหล็กจะแบ่งเป็น 2 กรณี ก็คือการอุ่นด้วยหัวเผาและการอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าเช่นเดียวกับการทำสมดุลมวล

3.5.1 สมดุลพลังงานในเบิร์รับน้ำเหล็กในกรณีการอุ่นด้วยหัวเผา

จากกฎข้อ 1 ทางเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับสมดุลพลังงานของระบบเปิดคือ

$$\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out} = \Delta \dot{E}_{CV} \quad (3.12)$$

$$(\dot{Q}_{in} + \dot{W}_{in} + \sum \dot{m}_{in} \theta_{in}) - (\dot{Q}_{out} + \dot{W}_{out} + \sum \dot{m}_{out} \theta_{out}) = \Delta \dot{E}_{CV}$$

$$(\dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{out}) + (\dot{W}_{in} - \dot{W}_{out}) + \sum (\dot{m}_{in} \theta_{in} - \dot{m}_{out} \theta_{out}) = \Delta \dot{E}_{CV} \quad (3.13)$$

เมื่อ

$$\theta = \text{พลังงานที่สะสมอยู่ในมวลของของไหล} \quad (\text{kJ/kg})$$

(The energy of a flowing fluid) ซึ่งการอุ่นเบิร์รับน้ำเหล็กนั้น มวลขาเข้าเป็นของน้ำมันที่ใช้ในการอุ่นเบิร์รับน้ำเหล็กและอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ ส่วนมวลขาออกเป็นมวลไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ โดยพลังงานที่สะสมอยู่ในมวลของไหลประกอบด้วย

- (1) เอนทัลปี (Enthalpy, h)
- (2) พลังงานจลน์ (Kinetic Energy, KE)
- (3) พลังงานศักย์ (Potential Energy, PE)

สำหรับในงานวิจัยนี้ได้สมมติให้ $KE = PE = 0$

เมื่อพิจารณาเชิงปริมาณ จะได้ว่า

$$(\dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{out}) + (\dot{W}_{in} - \dot{W}_{out}) + \sum (\dot{m}_{in} \theta_{in} - \dot{m}_{out} \theta_{out}) = \Delta \dot{E}_{CV}$$

$$Q_{CV} - W_{CV} + \sum m_{in} \theta_{in} - \sum m_{out} \theta_{out} = \Delta E_{CV} \quad (3.14)$$

ในกรณีของการอุ่นเบิร์รับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาจะไม่มีงานเกิดขึ้น ($W_{CV} = 0$)

ทำให้สมการที่ 3.14 ลดรูปเป็นสมการที่ 3.15

$$Q_{CV} + \sum m_{in} \theta_{in} - \sum m_{out} \theta_{out} = \Delta E_{CV} \quad (3.15)$$

ความร้อนที่ถ่ายเทเข้า-ออกระหว่างปริมาตรควบคุม (Q_{CV})

1. ความร้อนถ่ายเทออกจากผิวตัวถังเหล็กสู่สิ่งแวดล้อม ($Q_{\text{surface,shell}}$)
2. ความร้อนถ่ายเทออกจากเบิร์รับน้ำเหล็กผ่านทางช่องเปิด (Q_{opening})

พลังงานภายในมวลที่ไหลเข้ามาภายในปริมาตรควบคุม ($\sum m_{in} \theta_{in}$)

1. พลังงานจากการเผาไหม้ของหัวเผา (Q_{fuel})

พลังงานภายในมวลที่ไหลออกจากปริมาตรควบคุม ($\sum m_{out}\theta_{out}$)

1. พลังงานจากไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ (Q_{flue})

พลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปภายในปริมาตรควบคุม (ΔE_{CV})

1. พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{sto,ladle}$)

2. พลังงานสะสมในตัวถังเหล็ก ($Q_{sto,shell}$)

3.5.2 สมดุลพลังงานในเบ้ารับน้ำเหล็กในกรณีการอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า

จากกฎข้อ 1 ทางเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับสมดุลพลังงานเช่นเดียวกับสมดุลพลังงานในกรณีการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาคือ

$$Q_{CV} - W_{CV} + \sum m_{in}\theta_{in} - \sum m_{out}\theta_{out} = \Delta E_{CV} \quad (3.14)$$

ในกรณีของการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า จะไม่มีการไหลเข้า-ออกของมวลระหว่างปริมาตรควบคุม ($\sum m_{in}\theta_{in} = \sum m_{out}\theta_{out} = 0$) ทำให้สมการที่ 3.14 ลดรูปเป็นสมการที่ 3.16

$$Q_{CV} - W_{CV} = \Delta E_{CV} \quad (3.16)$$

ความร้อนที่ถ่ายเทเข้า-ออกระหว่างปริมาตรควบคุม (Q_{CV})

1. ความร้อนที่ถ่ายเทออกจากผิวตัวถังเหล็กสู่สิ่งแวดล้อม ($Q_{surface,shell}$)

2. ความร้อนที่ถ่ายเทออกจากฝาของฮีตเตอร์สู่สิ่งแวดล้อม ($Q_{surface,cover}$)

งานที่เกิดขึ้นระหว่างปริมาตรควบคุม (W_{CV})

1. งานจากฮีตเตอร์ไฟฟ้า (W_{heater})

พลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปภายในปริมาตรควบคุม (ΔE_{CV})

1. พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{sto,ladle}$)

2. พลังงานสะสมในผิวตัวถังเหล็ก ($Q_{sto,shell}$)

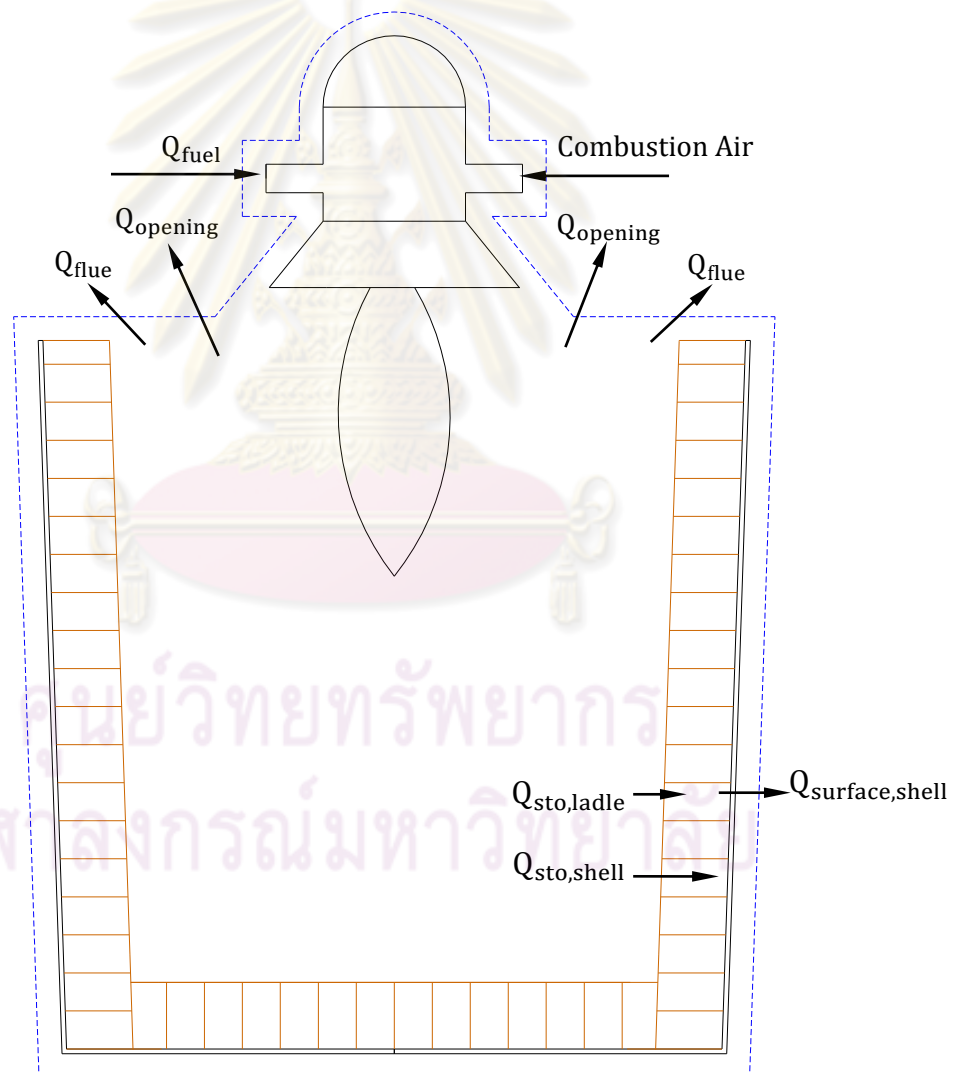
3. พลังงานสะสมในส่วนโครงสร้างของฮีตเตอร์ไฟฟ้า ($Q_{sto,heater}$)

เนื่องจากฮีตเตอร์ไฟฟ้ามีส่วนประกอบต่างๆ หลายส่วน สำหรับการคำนวณพลังงานสะสมในฮีตเตอร์ไฟฟ้าต้องพิจารณาพลังงานที่สะสมในชิ้นส่วนต่างๆ ที่ประกอบขึ้นมาเป็นฮีตเตอร์ไฟฟ้า ดังนี้

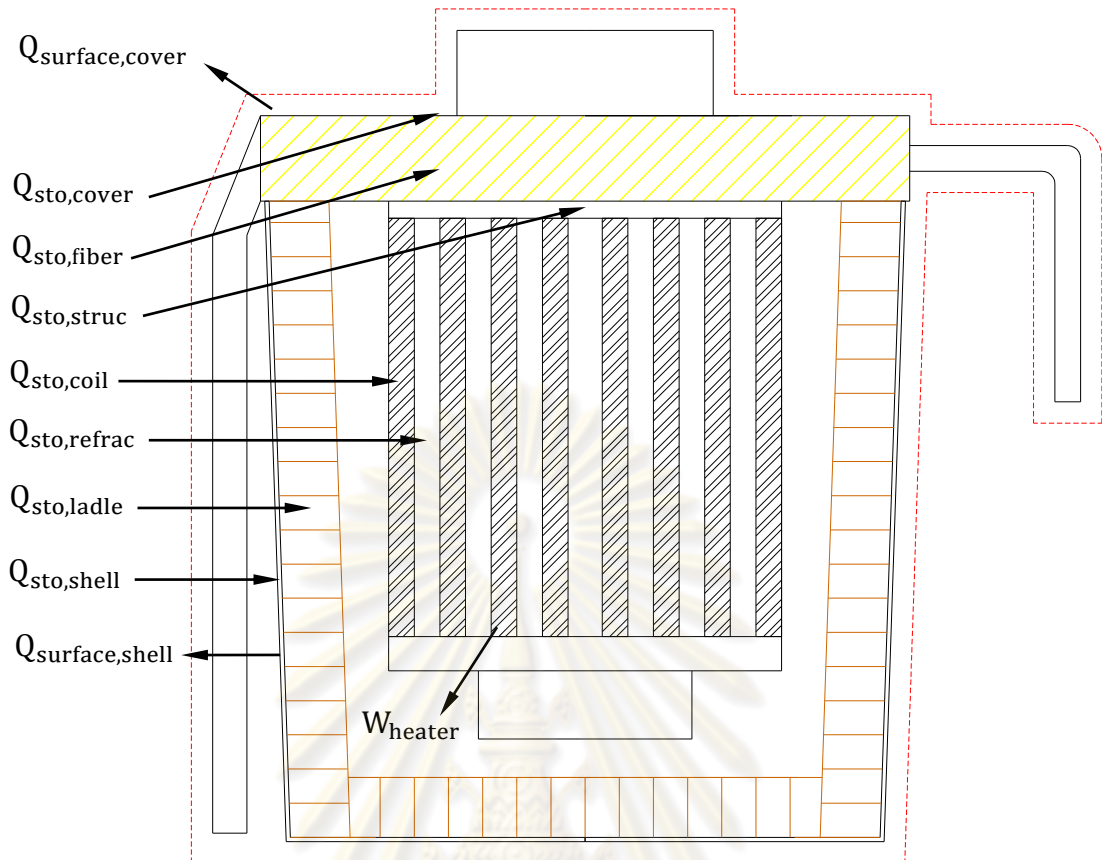
1. พลังงานสะสมในขดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้า ($Q_{sto,coil}$)
2. พลังงานสะสมในปูนทนไฟประกอบขดลวด ($Q_{sto,refrac}$)
3. พลังงานสะสมในโครงสร้างเหล็ก ($Q_{sto,struct}$)
4. พลังงานสะสมในเซรามิกไฟเบอร์ ($Q_{sto,fiber}$)
5. พลังงานสะสมในผ้าของฮีตเตอร์ ($Q_{sto,cover}$)

ฉะนั้น พลังงานสะสมในฮีตเตอร์ไฟฟ้าคือ

$$Q_{sto,heater} = Q_{sto,coil} + Q_{sto,refrac} + Q_{sto,struct} + Q_{sto,fiber} + Q_{sto,cover} \quad (3.17)$$



รูปที่ 3.6 สมดุลพลังงานในเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา



รูปที่ 3.7 สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า

3.6 การคำนวณในสมดุลมวล

3.6.1 การคำนวณสมดุลมวลในเบ้ารับน้ำเหล็กกรณีการอุ่นด้วยหัวเผา

3.6.1.1 มวลของน้ำมันเชื้อเพลิง (m_{fuel})

มวลของน้ำมันเชื้อเพลิงจะสามารถหาได้จากการเก็บข้อมูลของปริมาณการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$m_{fuel} = \rho_{fuel} V_{fuel} \quad (3.18)$$

เมื่อ

$$\rho_{fuel} = \text{ความหนาแน่นของเชื้อเพลิง} \quad (\text{kg/m}^3)$$

$$V_{fuel} = \text{ปริมาตรของเชื้อเพลิง} \quad (\text{m}^3)$$

3.6.1.2 มวลของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ ($m_{\text{air,comb}}$)

มวลของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้จะสามารถหาได้จากการเก็บข้อมูลของปริมาณออกซิเจนในไอเสีย จากนั้นนำปริมาณออกซิเจนที่ตรวจวัดได้มาคำนวณหาอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงจริง (AF_{actual}) ซึ่งสามารถคำนวณมวลของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ได้ดังสมการ

$$m_{\text{air,comb}} = AF_{\text{actual}} \times m_{\text{fuel}} \quad (3.19)$$

เมื่อ

$$AF_{\text{actual}} = \text{อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงจริง} \quad (\text{kg}_{\text{air}}/\text{kg}_{\text{fuel}})$$

3.6.1.3 มวลของไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ (m_{flue})

มวลของไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้จะสามารถวิเคราะห์ได้จากการทำสมดุลมวลในสมการที่ 3.10

$$\sum m_{\text{in}} = \sum m_{\text{out}} \quad (3.10)$$

ดังนั้น

$$m_{\text{flue}} = m_{\text{fuel}} + m_{\text{air,comb}} \quad (3.20)$$

3.6.2 การคำนวณสมดุลมวลในเบิร์บริบน้ำเหล็กกรณีการอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า

ในการอุ่นเบิร์บริบน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าดังที่กล่าวในข้างต้นมีลักษณะเป็นระบบปิดจะไม่มีไหลเข้า-ออกของมวลระหว่างปริมาตรควบคุม หรือถ้าจะพิจารณาให้ละเอียดก็จะมีเพียงอากาศที่ไหลเข้าออกตามรอยต่อระหว่างฝาของฮีตเตอร์ไฟฟ้ากับปากของเบิร์บริบน้ำเหล็กเท่านั้น ซึ่งสามารถละทิ้งการพิจารณาไปได้ ดังนั้นจะได้ว่า

$$\sum m_{\text{in}} = \sum m_{\text{out}} = 0 \quad (3.11)$$

3.7 การคำนวณในสมดุลพลังงาน

สำหรับการคำนวณในสมดุลพลังงาน จะพิจารณาพลังงานที่ไหลเข้า-ออกปริมาตรควบคุม โดยพิจารณาแยกพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการอุ่นเบิร์บริบน้ำเหล็กออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

3.7.1 พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{sto,ladle}$)

ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กพลังงานที่ได้จากน้ำมันเชื้อเพลิงหรือพลังงานไฟฟ้าจะถ่ายเทมายังเบ้ารับน้ำเหล็ก จากนั้นเบ้ารับน้ำเหล็กจะถ่ายเทพลังงานเข้าไปภายในเบ้ารับน้ำเหล็กโดยการนำความร้อน พลังงานที่สะสมอยู่ภายในเบ้ารับน้ำเหล็กจะสามารถวิเคราะห์ได้จากการแจกแจงอุณหภูมิภายในเบ้ารับน้ำเหล็กจากเทอร์โมคัปเปิลที่ติดตั้งไว้ที่ระดับความลึกต่างๆ ซึ่งจะสามารถคำนวณพลังงานที่สะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กได้ โดยแบ่งเป็นพลังงานที่สะสมอยู่ด้านข้างของเบ้ารับน้ำเหล็ก (สมการพจน์แรก) และพลังงานที่สะสมอยู่ตรงก้นของเบ้ารับน้ำเหล็ก (สมการพจน์หลัง) ซึ่งจะแสดงเป็นสมการดังนี้

$$Q_{sto,ladle} = 2\pi\rho_{ladle}c_{p,ladle}z_{side,ladle} \int_{r_i}^{r_o} T(r)rdr + \pi\rho_{ladle}c_{p,ladle}r_{bottom}^2 \int_{y_i}^{y_o} T(y)dy \quad (3.21)$$

เมื่อ

$$\rho_{ladle} = \text{ความหนาแน่นของวัสดุทนไฟที่เป็นผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก} \quad (\text{kg/m}^3)$$

$$c_{p,ladle} = \text{ความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุทนไฟที่เป็นผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก} \quad (\text{kJ/kg}\cdot\text{K})$$

$$z_{side,ladle} = \text{ความสูงของเบ้ารับน้ำเหล็ก} \quad (\text{m})$$

$$r_{bottom} = \text{รัศมีของก้นเบ้ารับน้ำเหล็ก} \quad (\text{m})$$

$$\int_{r_i}^{r_o} T(r)rdr = \text{ฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิในผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก ตั้งแต่ } r_i \text{ ถึง } r_o \quad -$$

$$\int_{y_i}^{y_o} T(y)dy = \text{ฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิในก้นเบ้ารับน้ำเหล็ก ตั้งแต่ } y_i \text{ ถึง } y_o \quad -$$

$$r_i = \text{รัศมีของเบ้ารับน้ำเหล็กด้านใน} \quad (\text{m})$$

$$r_o = \text{รัศมีของเบ้ารับน้ำเหล็กด้านนอก} \quad (\text{m})$$

$$y_i = \text{ระยะเริ่มต้นของก้นเบ้ารับน้ำเหล็กสำหรับการคำนวณ} \quad (\text{m})$$

$$y_o = \text{ความหนาของก้นเบ้ารับน้ำเหล็ก} \quad (\text{m})$$

3.7.2 พลังงานสะสมในตัวถังเหล็ก ($Q_{sto,shell}$)

พลังงานที่ถ่ายเทความร้อนมาจากผนังของเบ้ารับน้ำเหล็กด้านในจะถ่ายเทมาถึงด้านนอกของเบ้ารับน้ำเหล็ก จากนั้นพลังงานจะถ่ายเทเข้าไปยังตัวถังเหล็กโดยการนำความร้อนเช่นเดียวกัน ทำให้ตัวถังเหล็กมีพลังงานสะสมภายในด้วย โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการวิเคราะห์จะทราบได้จากเทอร์โมคัปเปิลที่ติดตั้งภายในตัวถังเหล็กเช่นเดียวกับการแจกแจงอุณหภูมิภายในของเบ้ารับน้ำเหล็ก

$$Q_{sto,shell} = m_{shell}C_{p,shell}(T_{shell} - T_{\infty}) \quad (3.22)$$

3.7.3 พลังงานสะสมในฮีตเตอร์ไฟฟ้า ($Q_{sto,heater}$)

เนื่องจากพลังงานสะสมในฮีตเตอร์ไฟฟ้ามีส่วนประกอบหลายส่วน ในที่นี้จึงแยกการคำนวณออกเป็นส่วนๆ ดังนี้ โดยที่เมื่อรวมพลังงานในทุกๆ ส่วนของฮีตเตอร์ไฟฟ้าทั้งหมดจะได้พลังงานสะสมในฮีตเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งเป็นไปตามสมการที่ 3.17 ดังนี้

$$Q_{sto,heater} = Q_{sto,coil} + Q_{sto,refrac} + Q_{sto,struc} + Q_{sto,fiber} + Q_{sto,cover} \quad (3.17)$$

3.7.3.1 พลังงานสะสมในขดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้า ($Q_{sto,coil}$)

$$Q_{sto,coil} = m_{coil}C_{p,coil}(T_{coil} - T_{\infty}) \quad (3.23)$$

3.7.3.2 พลังงานสะสมในปูนทนไฟระครองขดลวด ($Q_{sto,refrac}$)

$$Q_{sto,refrac} = m_{refrac}C_{p,refrac}(T_{refrac} - T_{\infty}) \quad (3.24)$$

3.7.3.3 พลังงานสะสมในโครงสร้างเหล็ก ($Q_{sto,struc}$)

$$Q_{sto,struc} = m_{struc}C_{p,struc}(T_{struc} - T_{\infty}) \quad (3.25)$$

3.7.3.4 พลังงานสะสมในเซรามิกไฟเบอร์ ($Q_{sto,fiber}$)

$$Q_{sto,fiber} = m_{fiber}C_{p,fiber}(T_{fiber} - T_{\infty}) \quad (3.26)$$

3.7.3.5 พลังงานสะสมในฝาของฮีตเตอร์ ($Q_{sto,cover}$)

$$Q_{sto,cover} = m_{cover}C_{p,cover}(T_{cover} - T_{\infty}) \quad (3.27)$$

3.7.4 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในฮีตเตอร์ไฟฟ้า (W_{heater})

พลังงานไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนด้วยขดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้า โดยพลังงานไฟฟ้าจะไหลผ่านเส้นลวดของฮีตเตอร์ไฟฟ้า เนื่องจากเส้นลวดของฮีตเตอร์ไฟฟ้ามีความต้านทานทางไฟฟ้า โดยกำลังไฟฟ้าที่ใช้มีค่าแสดงที่ตู้ควบคุมของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า ในรูปของหน่วยกิโลวัตต์ – ชั่วโมง (kWh) ฉะนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กจะสามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$W_{\text{heater}} = P_{\text{heater}} \times \frac{3600}{1000} \quad (3.28)$$

ในส่วนของอัตราการให้พลังงานไฟฟ้าของฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะหาได้ดังนี้

$$\dot{W}_{\text{heater}} = \frac{W_{\text{heater}}}{t_{\text{heating}}} \times \frac{1000}{60} \quad (3.29)$$

เมื่อ

$$P_{\text{heater}} = \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในฮีตเตอร์ไฟฟ้า} \quad (\text{kWh})$$

$$W_{\text{heater}} = \text{พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากฮีตเตอร์ไฟฟ้า} \quad (\text{MJ})$$

$$\dot{W}_{\text{heater}} = \text{อัตราการให้พลังงานไฟฟ้าของฮีตเตอร์ไฟฟ้า} \quad (\text{kW})$$

$$t_{\text{heating}} = \text{เวลาที่ทำกรอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก} \quad (\text{min})$$

3.7.5 พลังงานถ่ายเทออกจากผิวตัวถังเหล็ก ($Q_{\text{surface,shell}}$)

พลังงานที่สะสมอยู่ที่ตัวถังเหล็กจะถ่ายเทไปสู่สิ่งแวดล้อมได้ 2 วิธี คือการถ่ายเทความร้อนด้วยการพาความร้อนและการถ่ายเทความร้อนด้วยการแผ่รังสีความร้อน ดังสมการต่อไปนี้

$$Q_{\text{surface,shell}} = \sum_0^t [h_m A_{\text{shell}} (T_{\text{shell}} - T_{\infty}) \times t_{\text{SR}}] + \sum_0^t [\varepsilon_{\text{shell}} \sigma A_{\text{shell}} (T_{\text{shell}}^4 - T_{\infty}^4) \times t_{\text{SR}}] \quad (3.30)$$

เมื่อ

$$Q_{\text{surface,shell}} = \text{พลังงานถ่ายเทออกจากผิวตัวถังเหล็ก} \quad (\text{J})$$

$$t_{\text{SR}} = \text{Sampling Rate ในการเก็บค่าของตัวบันทึกข้อมูล (Data logger)} \quad (\text{s})$$

3.7.6 พลังงานถ่ายเทออกจากฝาของฮีตเตอร์ ($Q_{\text{surface,cover}}$)

พลังงานที่สะสมอยู่ที่บริเวณฝาของฮีตเตอร์จะถ่ายเทไปสู่สิ่งแวดล้อมได้ 2 วิธี คือ การถ่ายเทความร้อนด้วยการพาความร้อนและการถ่ายเทความร้อนด้วยการแผ่รังสีความร้อน ดังสมการต่อไปนี้

$$Q_{\text{surface,cover}} = \sum_0^t [h_m A_{\text{cover}} (T_{\text{cover}} - T_{\infty}) \times t_{\text{SR}}] + \sum_0^t [\varepsilon_{\text{cover}} \sigma A_{\text{cover}} (T_{\text{cover}}^4 - T_{\infty}^4) \times t_{\text{SR}}] \quad (3.31)$$

เมื่อ

$$Q_{\text{surface,cover}} = \text{พลังงานถ่ายเทออกจากฝาฮีตเตอร์} \quad (J)$$

3.7.7 พลังงานถ่ายเทจากช่องเปิดของเบ้ารับน้ำเหล็ก (Q_{opening})

พลังงานที่ถ่ายเทออกจากพื้นผิวด้านในของเบ้ารับน้ำเหล็กออกทางปากเบ้าโดยการแผ่รังสีความร้อนไปสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$Q_{\text{opening}} = \sum_0^t [\varepsilon_{\text{eff}} \sigma A_{\text{bottom}} (T_{\text{ladle}}^4 - T_{\infty}^4) \times t_{\text{SR}}] \quad (3.32)$$

เมื่อ

$$Q_{\text{opening}} = \text{ความร้อนถ่ายเทจากช่องเปิด} \quad (J)$$

$$\varepsilon_{\text{eff}} = \text{ค่า Effective Emissivity of opening} \quad -$$

$$A_{\text{bottom}} = \text{พื้นที่ก้นของเบ้ารับน้ำเหล็ก} \quad (\text{m}^2)$$

$$T_{\text{ladle}} = \text{อุณหภูมิภายในเบ้ารับน้ำเหล็ก} \quad (K)$$

3.7.8 พลังงานจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง (Q_{fuel})

ในสมมูลพลังงานภายใต้ปริมาตรควบคุม พลังงานที่ได้รับจากมวลของน้ำมันเชื้อเพลิงก็เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่ไหลเข้ามาภายในปริมาตรควบคุมเช่นกัน จะสามารถวิเคราะห์ได้จากสมการดังนี้

$$Q_{\text{fuel}} = V_{\text{fuel}} \times \text{LHV} \quad (3.33)$$

เมื่อ

$$\text{LHV} = \text{ค่าความร้อนต่ำ (Lower Heating Value) ของหัวเผาเชื้อเพลิง} \quad (\text{MJ/L})$$

3.7.9 พลังงานจากไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ (Q_{flue})

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{flue}} = & m_{\text{CO}_2, \text{flue}} \left(\int_{T_\infty}^{T_{\text{flue}}} \bar{c}_{p, \text{CO}_2} dT \right) + m_{\text{H}_2\text{O}, \text{flue}} \left(\int_{T_\infty}^{T_{\text{flue}}} \bar{c}_{p, \text{H}_2\text{O}} dT \right) \\
 & + m_{\text{O}_2, \text{flue}} \left(\int_{T_\infty}^{T_{\text{flue}}} \bar{c}_{p, \text{O}_2} dT \right) + m_{\text{N}_2, \text{flue}} \left(\int_{T_\infty}^{T_{\text{flue}}} \bar{c}_{p, \text{N}_2} dT \right) \\
 & + m_{\text{SO}_2, \text{flue}} \left(\int_{T_\infty}^{T_{\text{flue}}} \bar{c}_{p, \text{SO}_2} dT \right)
 \end{aligned} \tag{3.34}$$

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของค่าความร้อนจำเพาะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้กับอุณหภูมิไอเสีย (Van Wylen, 2003)

\bar{c}_{p, O_2}	=	$0.88 - 0.0001 \left(\frac{T}{1000} \right) + 0.54 \left(\frac{T}{1000} \right)^2 - 0.33 \left(\frac{T}{1000} \right)^3$
\bar{c}_{p, CO_2}	=	$0.45 + 1.67 \left(\frac{T}{1000} \right) + 1.27 \left(\frac{T}{1000} \right)^2 + 0.39 \left(\frac{T}{1000} \right)^3$
$\bar{c}_{p, \text{H}_2\text{O}}$	=	$1.79 + 0.107 \left(\frac{T}{1000} \right) + 0.586 \left(\frac{T}{1000} \right)^2 - 0.20 \left(\frac{T}{1000} \right)^3$
\bar{c}_{p, N_2}	=	$1.11 - 0.48 \left(\frac{T}{1000} \right) + 0.96 \left(\frac{T}{1000} \right)^2 - 0.42 \left(\frac{T}{1000} \right)^3$
\bar{c}_{p, SO_2}	=	$0.37 + 1.05 \left(\frac{T}{1000} \right) - 0.77 \left(\frac{T}{1000} \right)^2 + 0.21 \left(\frac{T}{1000} \right)^3$

3.8 การคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อน

3.8.1 ประสิทธิภาพทางความร้อนในการอุ่นด้วยหัวเผาและฮีตเตอร์ไฟฟ้า

การคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อนในการอุ่นด้วยหัวเผาและการอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะทำการเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก ซึ่งก็คือพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงและพลังงานจากไฟฟ้ากับพลังงานที่สะสมอยู่ในเบ้ารับน้ำเหล็ก

$$\eta_{\text{oil}} = \frac{Q_{\text{sto, ladle}}}{Q_{\text{fuel}}} \tag{3.35}$$

$$\eta_{\text{heater}} = \frac{Q_{\text{sto, ladle}}}{W_{\text{heater}}} \tag{3.36}$$

บทที่ 4

การทดลองและตรวจวัดข้อมูล

4.1 ข้อมูลเบื้องต้นในการทำงาน

การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กเพื่อให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้รับน้ำเหล็กนั้น กระบวนการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กในปัจจุบัน มีหลักใหญ่ๆ อยู่ 2 ประการ คือ การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กใหม่หรือเบ้าเย็น ซึ่งในการอุ่นเบ้าเย็นจะมีเงื่อนไขโดยกำหนดให้พลังงานที่สะสมภายในเบ้ารับน้ำเหล็กมีอยู่ที่ 100 MJ ส่วนการอุ่นเบ้าร้อนก็มีเงื่อนไขเช่นเดียวกันกับการอุ่นเบ้าเย็น ดังนั้นเพื่อการวิเคราะห์พลังงานสะสมภายในเบ้ารับน้ำเหล็ก การทำสมดุลพลังงานและการหาประสิทธิภาพของการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กนั้นจึงจำเป็นต้องทำการตรวจวัดเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลดังต่อไปนี้

4.2 รายละเอียดของข้อมูลที่ต้องทำการตรวจวัด

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลที่ต้องการตรวจวัดในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาใช้น้ำมันดีเซล

ข้อมูลตรวจวัด	วิธีการเก็บข้อมูล	ตัวแปร
1) อุณหภูมิภายในของเบ้ารับน้ำเหล็กในแต่ละระดับความหนา รวมทั้งตัวถังเหล็ก	จากเทอร์โมคัปเปิลที่ติดตั้งไว้ภายในเบ้ารับน้ำเหล็กและส่งสัญญาณมายัง Data logger เพื่อเก็บข้อมูล	-
2) ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก	จากมิเตอร์ที่ติดตั้งไว้ที่ถังน้ำมัน ค่าที่อ่านได้เป็นปริมาตรน้ำมัน	V_{fuel}
3) อุณหภูมิของไอเสียที่ออกจากเบ้ารับน้ำเหล็ก	จากเทอร์โมคัปเปิลที่วางไว้บนปากเบ้ารับน้ำเหล็กและส่งสัญญาณมายัง Data logger เพื่อเก็บข้อมูล	T_{flue}
4) ปริมาณออกซิเจนในไอเสียที่ออกจากเบ้ารับน้ำเหล็ก	จากเครื่องวัดองค์ประกอบไอเสีย (Flue gas analyzer) และทำการจดบันทึกข้อมูล	%O ₂
5) อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม	เก็บค่าจากเทอร์โมคัปเปิลและวางไว้บริเวณที่ทำงาน	T_{∞}

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลที่ต้องการตรวจวัดในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า

ข้อมูลตรวจวัด	วิธีการเก็บข้อมูล	ตัวแปร
1) อุณหภูมิภายในของเบ้ารับน้ำเหล็กในแต่ละระดับความหนา รวมทั้งตัวถังเหล็ก	จากเทอร์โมคัปเปิลที่ติดตั้งไว้ภายในเบ้ารับน้ำเหล็กและส่งสัญญาณมายัง Data logger เพื่อเก็บข้อมูล	-
2) ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก	จากตู้ควบคุมฮีตเตอร์ไฟฟ้า มีหน้าจอบันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้าแสดงอยู่ และทำการจดบันทึกข้อมูล	W_{heater}
3) อุณหภูมิที่ฝาของฮีตเตอร์ไฟฟ้า	จากกล้องถ่ายภาพความร้อน (Thermal Imaging Camera) อ่านข้อมูลจากภาพถ่ายและบันทึกข้อมูล	T_{cover}
4) อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม	เก็บค่าจากเทอร์โมคัปเปิลและวางไว้บริเวณที่ทำงาน	T_{∞}

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.3.1 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouples)

ชนิดและลักษณะของเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้ในการตรวจวัดและเก็บข้อมูลมีดังนี้

ภายในผนังของเบ้ารับน้ำเหล็ก (ตั้งแต่ระดับชั้น A ถึง C) ใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด R (Type R) ในการวัดอุณหภูมิภายในผนังของเบ้ารับน้ำเหล็ก มีช่วงในการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ 0 - 1,600 °C

ส่วนอุณหภูมิของตัวถังเหล็ก (ระดับชั้น D) ใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K (Type K) มีช่วงการตรวจวัด 0-1,400 °C



รูปที่ 4.1 ลวดเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

อุณหภูมิขณะทำการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยน้ำมันดีเซล เทอร์โมคัปเปิลที่วางพาดกับปากเบ้าด้านซ้ายมือ คือเทอร์โมคัปเปิลควบคุมที่วัดอุณหภูมิสำหรับการอุ่นเบ้า



รูปที่ 4.2 เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ชนิดมีปลอกสแตนเลสหุ้ม

อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ชนิดสายสปริง ดังแสดงในรูปที่ 4.3 เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ชนิดสายสปริง



รูปที่ 4.3 เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ชนิดสายสปริง

4.3.2 กล้องถ่ายภาพความร้อน (Thermal Imaging Camera)

มีความสามารถในการถ่ายรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาจากพื้นผิวของเบ้ารับน้ำเหล็กและชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง เพื่อใช้ในการตรวจสอบภาวะโดยรวมในการทดลองที่เกิดขึ้น



รูปที่ 4.4 Thermal Imaging Camera FLIR P640

4.3.3 เครื่องอ่านค่าอุณหภูมิและบันทึกข้อมูล (Data logger)

เครื่องอ่านค่าอุณหภูมิและบันทึกข้อมูลเป็นของบริษัท Yokogawa รุ่น MW100 ใช้ในการเก็บข้อมูลที่อ่านจากเทอร์โมคัปเปิลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย



รูปที่ 4.5 DAQ Yokogawa MW100

4.3.4 มิเตอร์วัดปริมาณการใช้ห้ำมัน (Flow meter)

เป็นของบริษัท Macnaught รุ่น MR100 มีความสามารถในการวัดปริมาณการใช้ห้ำมัน วัดอัตราการไหลเป็นลิตรต่อชั่วโมง มีความละเอียดสูงสุดที่ 0.01 ลิตร

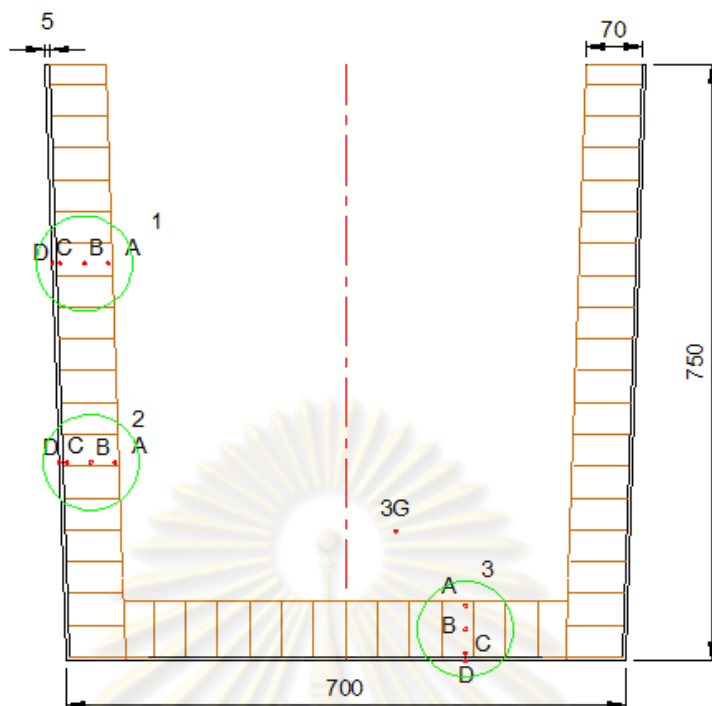


รูปที่ 4.6 Macnaught flow meter MR100

4.4 การก่อบำรับน้ำเหล็กและการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลภายในผนังบ้ำรับน้ำเหล็ก

เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะทางความร้อนของบ้ำรับน้ำเหล็ก จึงทำการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลตามตำแหน่งต่าง (Zimmer, 2008) ซึ่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในผนังของบ้ำรับน้ำเหล็กนั้นมีการติดตั้งทั้งหมด 4 ตำแหน่ง แต่สำหรับตำแหน่งที่ 4 ติดตั้งในระดับเดียวกันตามแนวอนของตำแหน่งที่ 2 ในรูปที่ 4.15 โดยแต่ละตำแหน่งยังแบ่งออกเป็นตำแหน่งย่อยดังแสดงในรูปที่ 4.7 ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.7 ภาพตัดตามแนวตั้งของเข้รับน้ำเหล็กแสดงมิติของส่วนต่างๆ ที่จะใช้ในการศึกษาวิจัยพร้อมทั้งแสดงตำแหน่งติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลเพื่อตรวจวัดอุณหภูมิในผนัง

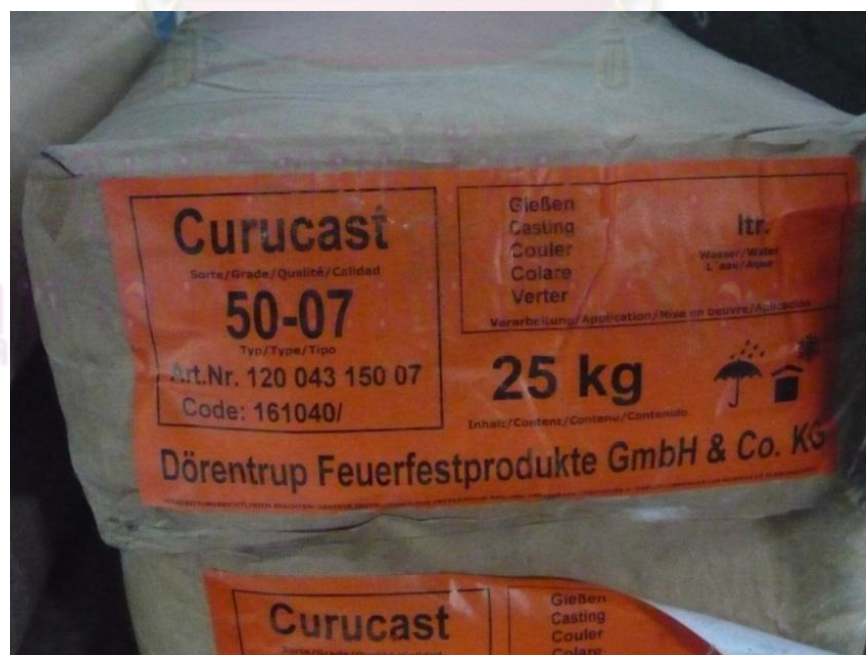
สภาพโดยทั่วไปของเข้รับน้ำเหล็กที่จะใช้ในการศึกษาตามงานวิจัยนี้ขนาด

1 ตัน แสดงในรูปที่ 4.8 จะเห็นว่าเข้รับน้ำเหล็กนั้นเสียหายบางส่วนและยังไม่ทราบถึงชนิดคุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุทนไฟที่ใช้ในการก่อผนังของเข้รับน้ำเหล็ก นอกจากนี้การติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลเพื่อวัดอุณหภูมิของผนังภายในเข้รับน้ำเหล็กที่ระดับชั้นความลึกต่างๆ ยังทำได้อย่างยากลำบาก ไม่สามารถกำหนดระดับความลึกได้อย่างแม่นยำ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องทำการก่อผนังของเข้รับน้ำเหล็กขึ้นใหม่ เพื่อให้มั่นใจว่าผนังของเข้รับน้ำเหล็กมีความหนาถูกต้องและเนื้อวัสดุสม่ำเสมอ ทั้งยังทำให้ทราบถึงชนิด คุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุทนไฟที่ใช้ในการก่อผนังของเข้รับน้ำเหล็กและที่สำคัญที่สุดคือ ทำให้สามารถติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในผนังของเข้รับน้ำเหล็กได้ตามต้องการ



รูปที่ 4.8 สภาพเบ้ารับน้ำเหล็กก่อนการปรับปรุง

สำหรับการเลือกวัสดุทนไฟก่อนผนังเบ้ารับน้ำเหล็กนั้นได้สอบถามทางผู้ปฏิบัติงานที่มีความเกี่ยวข้องกับเบ้ารับน้ำเหล็ก เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานทั่วไปในอุตสาหกรรม โดยวัสดุทนไฟที่เลือกใช้มีข้อมูลทางเทคนิคของวัสดุก่อเบ้าซึ่งจะแสดงอยู่ในภาคผนวก



รูปที่ 4.9 วัสดุทนไฟที่ใช้ก่อนผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก



รูปที่ 4.10 การรื้อผนังเบ้ารับน้ำเหล็กเดิมออกเพื่อก่อผนังเบ้ารับน้ำเหล็กใหม่



รูปที่ 4.11 สภาพของตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อรื้อผนังเบ้ารับน้ำเหล็กออกแล้ว

สำหรับการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลได้นำวัสดุทนไฟที่ใช้ในการก่อผนังเบ้ารับน้ำเหล็กมาหล่อเป็นแท่ง โดยแท่งวัสดุทนไฟที่ใช้สอดฝังหัวเทอร์โมคัปเปิลบริเวณด้านข้างของผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก (หมายเลข 1, 2, 4) มีความหนา 70 มม. ส่วนแท่งวัสดุทนไฟบริเวณก้นเบ้ารับน้ำเหล็ก (หมายเลข 3) มีความหนา 80 มม. ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.12 ในรูปนี้จะเห็นว่าที่ด้านข้างของแท่งวัสดุทนไฟ (ด้านล่างของรูป) ถูกเจาะรูสำหรับสอดฝังหัวเทอร์โมคัปเปิลจำนวน 3 ตำแหน่งในแต่ละแท่ง โดยที่ตำแหน่ง A (ตำแหน่งหัวเทอร์โมคัปเปิลที่อยู่ด้านขวามือของแท่งวัสดุทนไฟ แท่งที่ 1, 2, 4) เป็นตำแหน่งที่อยู่ด้านในสุดของผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก โดยห่างจากขอบของแท่งวัสดุทนไฟ 5 มม. ส่วนตำแหน่ง B อยู่ห่างจากตำแหน่ง A 30 มม. และอยู่กึ่งกลางของความหนาแท่งวัสดุทนไฟ ส่วนตำแหน่ง C อยู่ทางด้านซ้ายมือของแท่งวัสดุทนไฟด้านซ้ายมือและอยู่ห่างจากขอบของแท่งวัสดุทนไฟ 5 มม. สำหรับตำแหน่งการสอดฝังหัวเทอร์

โมคัลเปิลในแท่งวัสดุทนไฟที่กันเบ้ารับน้ำเหล็ก (หมายเลข 3) ก็ได้ดำเนินการเช่นเดียวกับแท่งวัสดุทนไฟที่ติดตั้งด้านข้างของผนังเบ้ารับน้ำเหล็กเช่นกัน

หลังจากสอดฝังหัวเทอร์โมคัลเปิลเข้าไปในแท่งวัสดุทนไฟ ซึ่งแสดงในรูปที่ 4.13 จากนั้น ทำการติดตั้งแท่งวัสดุทนไฟเข้ากับผนังด้านข้างและก้นของเบ้ารับน้ำเหล็ก ณ ตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยแท่งวัสดุทนไฟหมายเลข 1 ติดตั้งที่ด้านข้างของตัวถังเหล็กโดยอยู่สูงจากก้นของตัวถังเหล็ก 500 มม. ส่วนแท่งวัสดุทนไฟหมายเลข 2 ติดตั้งในแนวเดียวกันกับหมายเลข 1 โดยติดตั้งให้สูงจากก้นตัวถังเหล็ก 250 มม. ส่วนแท่งวัสดุทนไฟหมายเลข 3 ติดตั้งในแนวระดับเดียวกันกับตำแหน่งที่ 2 และอยู่เยื้องกับตำแหน่งที่ 1 เป็นมุม 45 องศา ซึ่งแสดงในรูปที่ 4.15 ส่วนรูปที่ 4.15 และรูปที่ 4.16 แสดงการเดินสายเทอร์โมคัลเปิลเพื่อนำสัญญาณการวัดไปสู่อุปกรณ์บันทึกข้อมูล



รูปที่ 4.12 แท่งวัสดุทนไฟที่หล่อขึ้นเพื่อใช้ฝังเทอร์โมคัลเปิลจำนวน 4 ก้อนเพื่อติดตั้งบนผนังข้างและก้นของเบ้ารับน้ำเหล็ก



รูปที่ 4.13 การสอดฝังเทอร์โมคัลเปิลเข้าไปในแท่งวัสดุทนไฟ



รูปที่ 4.14 การติดตั้งแท่งวัสดุทนไฟเข้ากับผนังภายในของตัวถังเหล็กก่อนการก่อวัสดุทนไฟ



รูปที่ 4.15 การสอดสายเทอร์โมคัปเปิลทะลุตัวถังเหล็กไปยังอุปกรณ์วัดนอกบ้าน



รูปที่ 4.16 ปลายเทอร์โมคัปเปิลแต่ละตำแหน่งที่สอดทะลุตัวถังเหล็กออกมานอกบ้าน เพื่อต่อไปยังตัวบันทึกข้อมูล

การติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในลักษณะดังกล่าวจะทำให้สามารถหาการแจกแจงอุณหภูมิในผนังที่แต่ละตำแหน่งได้ เพื่อใช้ในการหาความร้อนสะสมในผนังเข้รับน้ำเหล็ก ซึ่งเป็นพลังงานส่วนที่ใช้ประโยชน์ เมื่อพิจารณาประกอบกับปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ก็จะสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการอุ่นเข้รับน้ำเหล็กโดยใช้น้ำมันได้

เทอร์โมคัปเปิลที่ตำแหน่ง 1 และ 2 จะใช้ในการหาการแปรผันของอุณหภูมิในผนังเข้ตามแนวตั้ง ส่วนอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิลตำแหน่ง 2 และ 4 ใช้ในการหาการแปรเปลี่ยนของอุณหภูมิในแนวรอบวง

นอกจากนี้ อุณหภูมิในผนังยังสามารถใช้เป็นตัวแสดงสภาวะทางความร้อนของผนังเข้เพื่อควบคุมการอุ่นเข้รับน้ำเหล็กเมื่ออุ่นด้วยไฟฟ้าอีกด้วย กล่าวคือในการทดลองการอุ่นเข้รับน้ำเหล็กด้วยไฟฟ้านั้น จะทำการควบคุมให้ได้สภาวะทางความร้อนใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับการอุ่นด้วยน้ำมันให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ส่วนเทอร์โมคัปเปิลติดตั้งที่ส่วนกันของเข้เพื่อวัดอุณหภูมิของแก๊สเผาไหม้ที่กันเข้รับน้ำเหล็กนั้น เนื่องจากอุณหภูมิแก๊สเผาไหม้ในบริเวณดังกล่าวเป็นตัวแปรที่ใช้ในการควบคุมการอุ่นเข้รับน้ำเหล็กในปัจจุบัน



รูปที่ 4.17 สภาพภายในของเข้รับน้ำเหล็กเมื่อก่อนผนังเสร็จแล้ว



รูปที่ 4.18 เบ้ารับน้ำเหล็กที่ก่อผนังเสร็จแล้ว และสายต่อเทอร์โมคัปเปิลข้างเบ้า
ในสภาพที่พร้อมสำหรับการทดลอง

4.5 หัวเผาหน้ามันดีเซล

หัวเผาที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กเป็นชนิดที่ใช้น้ำมันดีเซล ดังแสดงในรูปที่ 4.19 หัวเผานี้พื้นฝอยน้ำมันด้วยอากาศอัดมีอัตราการเผาไหม้เชื้อเพลิง 10 ลิตรต่อชั่วโมง ตามปกติการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กจากสภาวะเย็นจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมงซึ่งในสภาวะดังกล่าว เทอร์โมคัปเปิลควบคุมที่วางไว้ที่ก้นเบ้ารับน้ำเหล็กจะอ่านอุณหภูมิได้ประมาณ 800°C ซึ่งจะใช้เป็นสภาวะควบคุมในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยน้ำมันในการทดลองของงานศึกษาวิจัยครั้งนี้



รูปที่ 4.19 ลักษณะหัวเผาที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กที่ใช้งานอยู่เดิม

รูปที่ 4.20 แสดงหัวเผา น้ำมันดีเซลในขณะที่ทำงานเพื่ออุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก ในขณะที่ทำงานอากาศเผาไหม้ทุกชนิดจะถูกดูดเข้าไปผ่านทางรูโดยรอบกรวยควบคุมเปลว ดังนั้นหัวเผาจะต้องอยู่ห่างจากขอบบนของเบ้าพอสมควร ไม่เช่นนั้นแก๊สไอเสียที่พุ่งออกจากตัวเบ้าจะผลักระลอกอากาศจนทำให้หัวเผาได้รับอากาศเผาไหม้ไม่พอเพียงและหัวเผาจะดับด้วยเหตุนี้การอุ่นเบ้าด้วยหัวเผาในลักษณะนี้จึงมีการสูญเสียความร้อนค่อนข้างมากในรูปของการแผ่รังสีความร้อนจากเปลวไฟไปสู่บรรยากาศโดยรอบ เป็นผลให้บริเวณโดยรอบมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง ซึ่งนับเป็นข้อเสียประการหนึ่งของการอุ่นเบ้าด้วยหัวเผาแบบนี้



รูปที่ 4.20 หัวเผา น้ำมันดีเซลในขณะที่ทำการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก

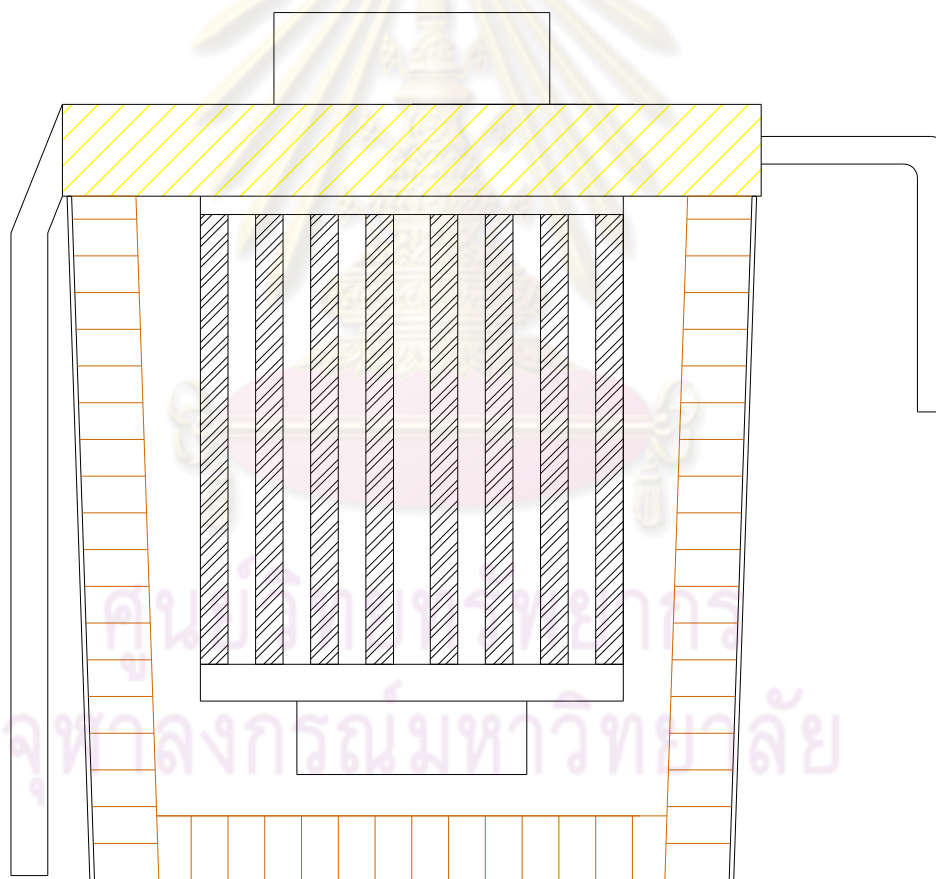
4.6 ฮีตเตอร์ไฟฟ้า

ฮีตเตอร์ไฟฟ้าสำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยไฟฟ้าถูกกำหนดขนาดจากการประเมินขนาดของหัวพันไฟซึ่งใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 10 ลิตรต่อชั่วโมง อัตราการป้อนน้ำมันดังกล่าวเทียบเท่ากับกำลังความร้อน 100 kW เมื่อคิดที่ประสิทธิภาพการให้ความร้อนของหัวเผา 25% จะได้กำลังความร้อนเข้าสู่เบ้ารับน้ำเหล็กประมาณ 25 kW ในที่นี้จึงเลือกใช้ชุดหลอดให้ความร้อนด้วยไฟฟ้าที่มีขนาดประมาณ 30 kW

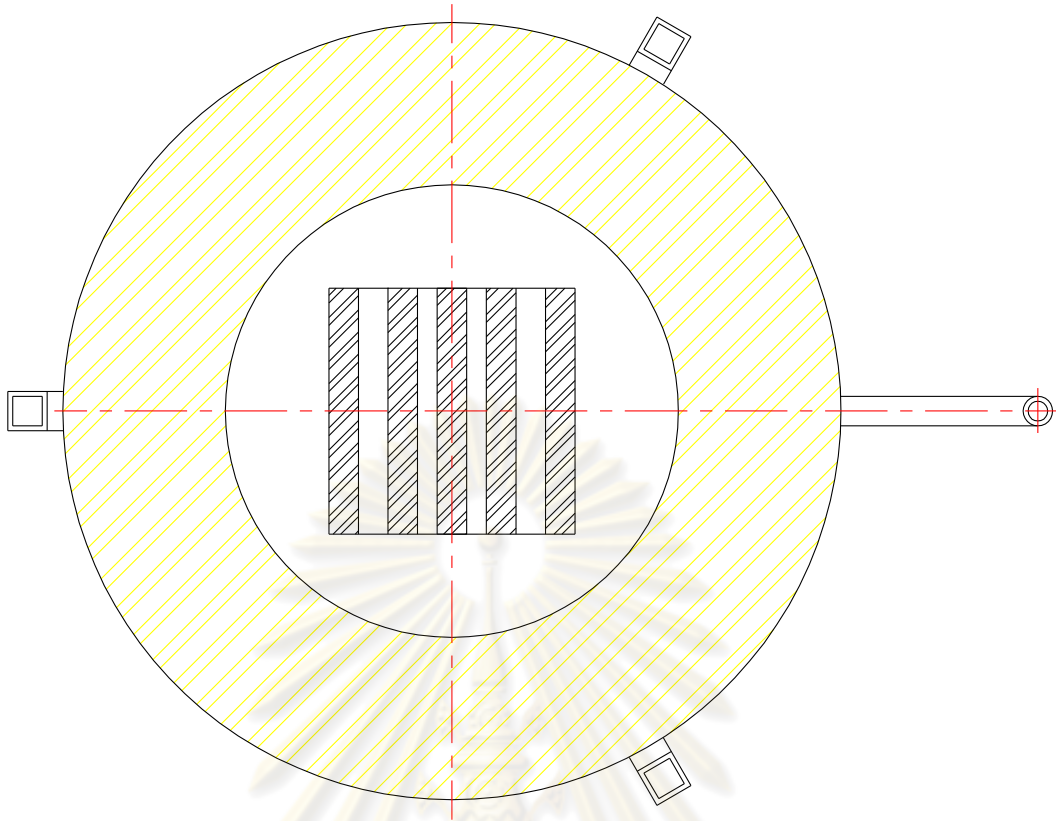
เมื่อพิจารณาจากงานศึกษาวิจัยก่อนหน้า (จักรวราช จริญญาอรุณ, 2009) พบว่า อุณหภูมิสูงสุดของแก๊สสันดาปโดยเฉลี่ยมีค่าประมาณ 1200°C ดังนั้น เพื่อให้ตัวให้ความร้อนด้วยไฟฟ้าเกิดลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่คล้ายคลึงกับการให้ความร้อนด้วยหัวเผา จึงกำหนดให้ตัวให้ความร้อน (Heating element) ทำงานที่อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 1200°C ซึ่ง

วัสดุที่สามารถทำงานได้ดีที่อุณหภูมิดังกล่าวมีความทนทานภายใต้สภาวะการทำงานที่เกี่ยวข้อง ราคาไม่แพงมากและมีการใช้งานทั่วไปในอุตสาหกรรมคือ ขดลวดที่ทำด้วยนิกเกิลโครเมียม โดยให้ขดลวดทำความร้อนฝังอยู่ในวัสดุจนวนกันความร้อนเพื่อเป็นตัวรองรับน้ำหนักและป้องกันขดลวด

ข้อจำกัดด้านกายภาพของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า คือปลายด้านล่างของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าต้องห่างจากกันเบ้าพอสมควร เพื่อให้ความร้อนจากขดลวดสามารถกระจายไปทั่วพื้นที่ของส่วนกันของเบ้าได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.21 นอกจากนี้ ด้านข้างของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าต้องห่างจากพื้นผิวภายในของผนังเบ้าพอสมควร ทั้งนี้เพื่อความสะดวกและความปลอดภัยในขณะที่ทำงาน เพื่อไม่ให้ชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าไปกระทบถูกผนังเบ้าในขณะที่ติดตั้งชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าเข้ากับเบ้ารับน้ำเหล็ก ดังแสดงในรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.21 ภาพด้านข้างของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า เมื่อติดตั้งใช้งานอยู่บนเบ้ารับน้ำเหล็ก



รูปที่ 4.22 ภาพตัดขวางของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าแสดงระยะห่างระหว่างปลายชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้ากับพื้นผิวภายในของผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก

รูปที่ 4.23 เป็นลักษณะโดยทั่วไปของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าชุดหนึ่งที่สร้างขึ้น อย่างไรก็ตามหลังจากที่ทำการทดลองไประยะหนึ่ง ปรากฏว่าเกิดการหลอมละลายที่ขั้วต่อ จึงต้องสร้างชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าขึ้นมาใหม่ โดยทำการแก้ไขจุดบกพร่องที่พบแต่คงรูปแบบเดิมไว้ซึ่งเป็นชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าที่ทำการทดลองจนจบงานวิจัย

รูปที่ 4.24 เป็นแผงควบคุมการทำงานของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งควบคุมด้วยระบบ PID ทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างแม่นยำโดยมีการแกว่งน้อยมาก และขดลวดเองไม่ต้องรับโหลดกระชาก ซึ่งจะช่วยยืดอายุการใช้งานของขดลวดให้ยาวนานขึ้น



รูปที่ 4.23 ลักษณะทั่วไปของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้



รูปที่ 4.24 แผงควบคุมการทำงานของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า

4.7 ขั้นตอนการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก ทั้งหัวเผาที่ใช้ น้ำมันดีเซลและฮีตเตอร์ไฟฟ้า

ตามปกติที่ทางโรงงานปฏิบัติใช้หัวเผาซึ่งใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก ต่อมาเมื่อมีแนวคิดที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กโดยใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนของการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้จริงในโรงงานทั่วไปที่มีเบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็ก

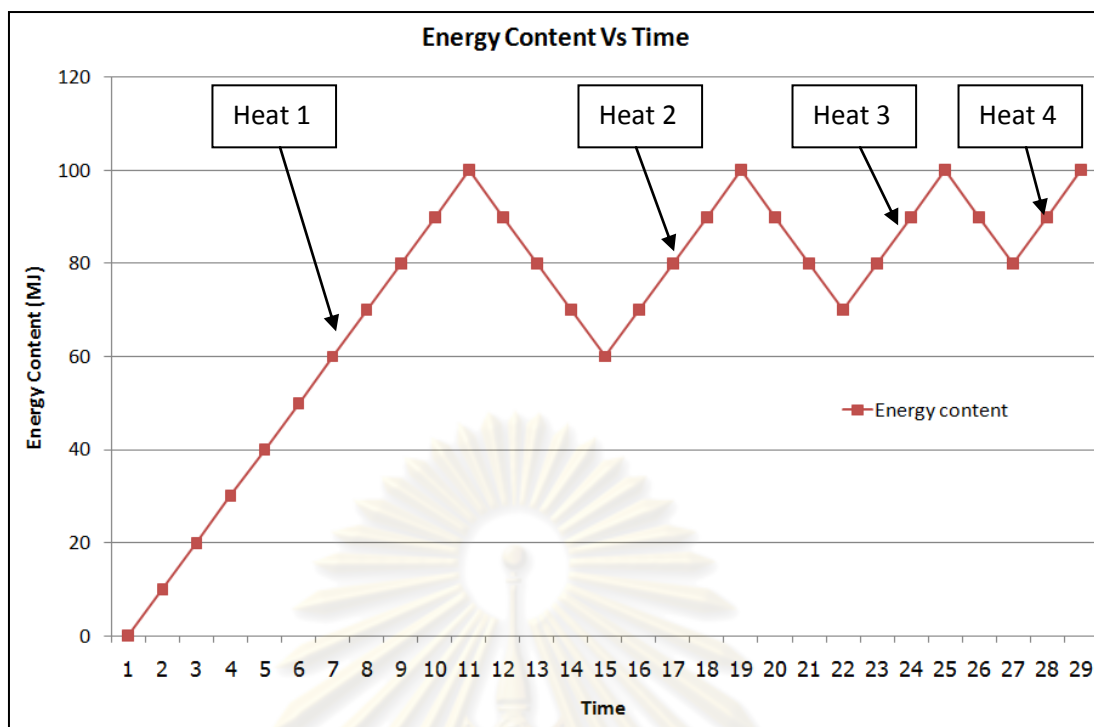
ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กแบ่งตามลักษณะการใช้งานเป็น 2 แบบ คือ การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กที่ก่อใหม่หรือเบ้าเย็น และการอุ่นถึงเบ้ารับน้ำเหล็กที่ผ่านการใช้งานมาแล้วหรือเบ้าร้อน

1. ทำการทดลองเพื่อจำลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กแบบเย็น (การอุ่นในตอนเริ่มต้น) ให้มีอัตราการใช้น้ำมันดีเซลอยู่ที่ 10 ลิตรต่อชั่วโมง โดยติดตั้งอุปกรณ์บันทึกข้อมูลไว้ทุกๆ 30 วินาที บันทึกอัตราการใช้น้ำมันที่มีเตอร์ทุกๆ 10 นาที เมื่ออุณหภูมิของผนังด้านข้างเบ้ารับน้ำเหล็กมีค่าเฉลี่ยรวมกันที่ 450°C (หรือมีพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเต็มที่ประมาณ 100 MJ) จึงพักการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก จนกระทั่งมีพลังงานสะสมในเบ้าเหลือประมาณ 60 MJ (เพื่อจำลองสภาวะเบ้าร้อน) จึงเริ่มทำการอุ่นเบ้าในขั้นตอนต่อไป

2. ทำการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กแบบร้อน (การอุ่นในรอบถัดๆ ไป) ให้มีอุณหภูมิของเบ้ารับน้ำเหล็กมีค่าเฉลี่ยรวมกันที่ 450°C โดยบันทึกอัตราการใช้น้ำมันที่มีเตอร์น้ำมันเช่นเดิม เมื่ออุณหภูมิของเบ้ารับน้ำเหล็กได้ 450°C จึงพักการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก จนกระทั่งมีพลังงานสะสมประมาณ 70 MJ จึงเริ่มทำการอุ่นเบ้าในขั้นตอนต่อไป

3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่พักเบ้ารับน้ำเหล็ก จนกระทั่งมีพลังงานสะสมประมาณ 80 MJ จึงเริ่มทำการอุ่นเบ้าในขั้นตอนสุดท้าย จนกระทั่งเบ้ารับน้ำเหล็กมีพลังงานสะสม 100 MJ จึงหยุดทำการทดลอง

4. ทำการทดลองด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า โดยให้สภาวะทางความร้อนของเบ้ารับน้ำเหล็กมีค่าเหมือนกับการอุ่นด้วยหัวเผาซึ่งใช้น้ำมันดีเซล และนำผลการทดลองเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพการใช้พลังงาน



รูปที่ 4.25 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กในงานวิจัยนี้

4.7.1 การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กโดยใช้น้ำมันดีเซล

เมื่อพิจารณาในแง่ของพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก ณ จุดเริ่มต้นของการทดลองในแต่ละรอบ เบ้ารับน้ำเหล็กมีพลังงานสะสม 0, 60, 70 และ 80 MJ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบสภาวะทางความร้อนของเบ้ารับน้ำเหล็กที่มีพลังงานสะสมเริ่มต้นแตกต่างกัน

การอุ่นในทางปฏิบัติทั่วไปจะควบคุมโดยอุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมคัปเปิลควบคุมที่วางไว้ที่ก้นเบ้า การอุ่นในรอบที่ 1 โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ซึ่งอ่านค่าอุณหภูมิควบคุมได้ประมาณ 800°C และใช้ค่าอุณหภูมินี้เป็นตัวควบคุมการอุ่นในรอบอื่นๆ

ในการทดลองแต่ละรอบจะทำการบันทึกข้อมูลต่อไปนี้

- 1) ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล
- 2) อุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ ภายในผนัง อุณหภูมิควบคุมที่ก้นเบ้าและอุณหภูมิ

สิ่งแวดล้อม

รูปที่ 4.26 แสดงสภาพโดยทั่วไปในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา น้ำมันดีเซลซึ่งจะเห็นเทอร์โมคัปเปิลควบคุมวางพาดอยู่ที่ขอบเบ้าด้านซ้าย หัววัดของเทอร์โมคัปเปิลตัวนี้จะวางอยู่ที่ก้นเบ้า



รูปที่ 4.26 ขณะทำการอุ่นเบ้ารับน้ำโลหะด้วยน้ำมันดีเซล เทอร์โมคัปเปิลที่วางพาดกับปากเบ้า ด้านซ้ายมือคือเทอร์โมคัปเปิลควบคุมที่วัดอุณหภูมิสำหรับใช้ในการควบคุมการอุ่นเบ้า

4.7.2 การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า

การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะพยายามควบคุมให้สภาวะทางความร้อนของเบ้าใกล้เคียงกับการอุ่นเบ้าด้วยหัวเผา น้ำมัน โดยพิจารณาจากอุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมคัปเปิลที่ฝังไว้ ณ ตำแหน่งต่างๆ จุดควบคุมที่สำคัญๆ ได้แก่ จุดสิ้นสุดการอุ่นและเริ่มต้นการอุ่นสำหรับการอุ่นจากสภาวะเย็น สภาวะอุ่น และสภาวะร้อน ให้สอดคล้องกับค่าที่ได้จากการทดลองการอุ่นด้วยหัวเผา น้ำมัน

รูปที่ 4.27 แสดงการเตรียมเบ้ารับน้ำเหล็กโดยการวางเซรามิกไฟเบอร์บนขอบปากของเบ้าเพื่อรองรับชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า รูปที่ 4.28 เป็นสภาพภายนอกของเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อติดตั้งชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กแล้ว รูปที่ 4.29 แสดงเทอร์โมมิเตอร์ที่วัดค่าอุณหภูมิภายในเบ้าในขณะที่ทำการอุ่นเบ้า ในการทดลองตั้งค่าไว้ที่ 1100°C ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิของขดลวดให้ความร้อนไม่เกิน 1200°C รูปที่ 4.30 แสดงแผงควบคุมการทำงานของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยส่วนแสดงกำลังและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ และอุณหภูมิภายในเบ้ารับน้ำเหล็ก และส่วนควบคุมการทำงานของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า

รูปที่ 4.31 แสดงสภาพโดยทั่วไปในขณะที่ทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า และการบันทึกค่าโดย Datalogger และคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.27 การวางใยเซรามิกบนขอบเบ้ารับน้ำเหล็ก เพื่อรองรับชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า และป้องกันการสูญเสียความร้อนออกจากเบ้าในขณะที่ทำการอุ่นเบ้า



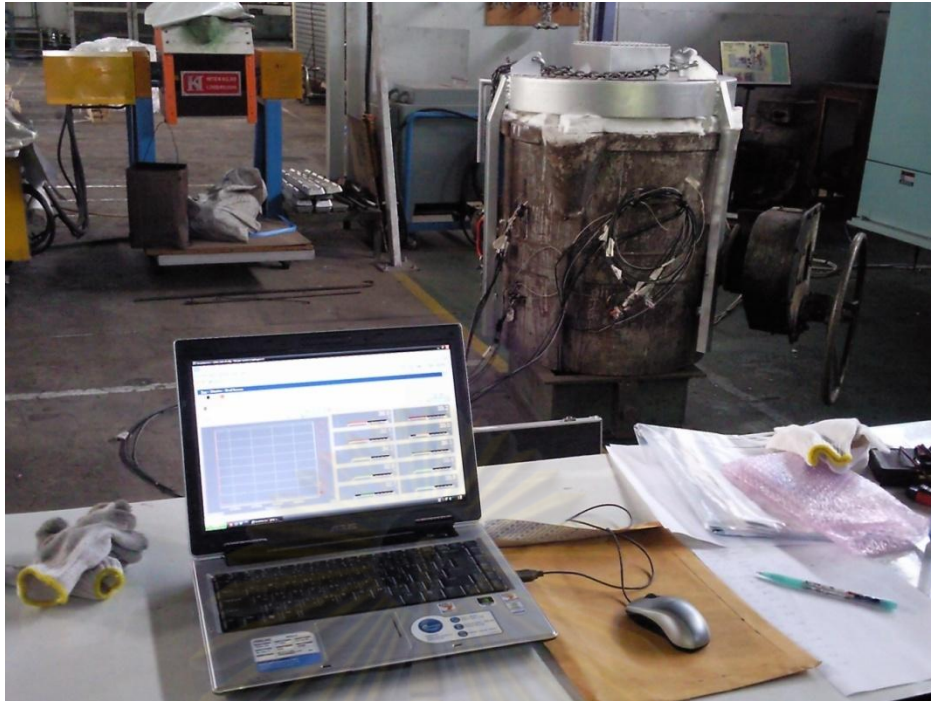
รูปที่ 4.28 สภาพของเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อประกอบชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4.29 เทอร์โมคัปเปิลที่วัดอุณหภูมิภายในเบ้าเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าในขณะที่ทำการอุ่นเบ้า



รูปที่ 4.30 แผงควบคุมการทำงานของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก



รูปที่ 4.31 การตรวจวัดและบันทึกข้อมูลในขณะที่ทำการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการศึกษาวิจัย

เนื้อหาในบทนี้ประกอบไปด้วยรายละเอียดของผลการทดลองจากการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

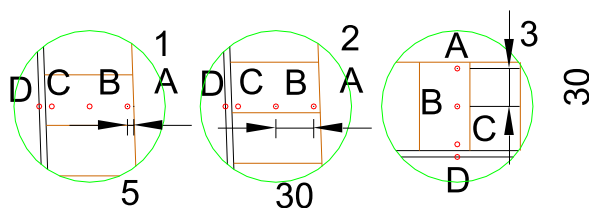
ส่วนที่หนึ่ง เป็นการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาที่ใช้แก๊สธรรมชาติเซลจำนวน 2 ครั้ง ซึ่งข้อมูลการทดลองทั้งสองครั้งอยู่ในภาคผนวก ก

ส่วนที่สอง เป็นการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าจำนวน 2 ครั้ง ซึ่งข้อมูลการทดลองทั้งสองครั้งอยู่ในภาคผนวก ข

ในการทดลองได้ทำการควบคุมให้เป็นไปตามเงื่อนไขการใช้งานจริงทางปฏิบัติตามรายละเอียดที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.7 ข้อมูลที่ทำการบันทึกนั้นได้จากการบันทึกทุกๆ 30 วินาที ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายในผนังของเบ้ารับน้ำเหล็ก ความร้อนสะสมภายในเบ้ารับน้ำเหล็ก สมดุลพลังงาน ประสิทธิภาพของการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก และศักยภาพในการประหยัดพลังงาน

พลังงานความร้อนสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กสามารถคำนวณได้จากการแจกแจงของอุณหภูมิในเบ้ารับน้ำเหล็ก ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้จะใช้ค่าอุณหภูมิที่วัดโดยเทอร์โมคัปเปิลซึ่งฝัง ณ ตำแหน่งต่างๆ ภายในผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.4 ส่วนรายละเอียดการคำนวณจะถูกแสดงอยู่ในภาคผนวก ค

ตำแหน่งของเทอร์โมคัปเปิลที่ฝังอยู่ในเบ้ารับน้ำเหล็กได้ถูกแสดงในรูปที่ 5.1 และในการวิเคราะห์ผลการทดลองจะนำเสนอในรูปแบบของพลังงานทั้งขาเข้าและขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาและฮีตเตอร์ไฟฟ้า พร้อมทั้งความร้อนสะสมในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กและอุณหภูมิโดยทำการเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ตำแหน่ง 2A และ 2B



รูปที่ 5.1 ตำแหน่งของเทอร์โมคัปเปิลที่ฝังอยู่ในเบ้ารับน้ำเหล็ก

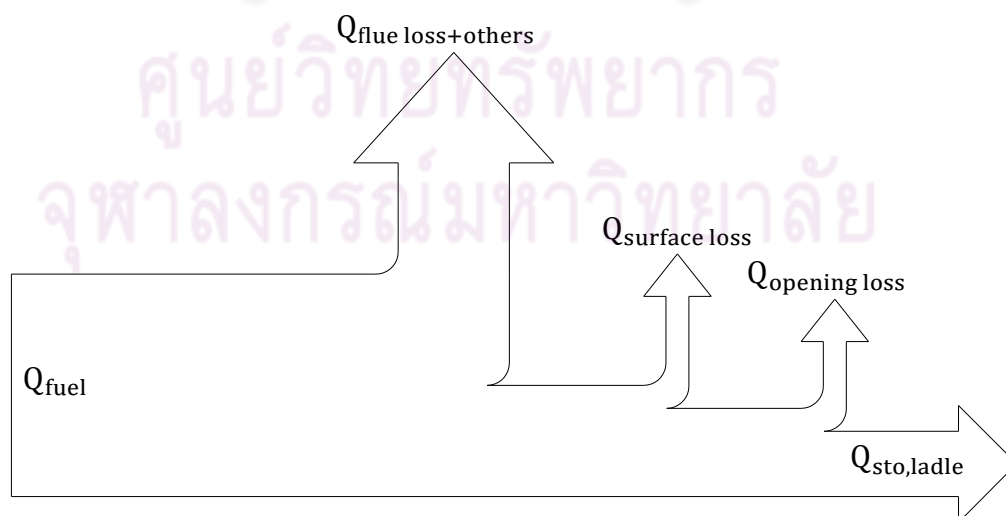
5.1 ผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาและฮีตเตอร์ไฟฟ้าโดยทำการทดลองจำนวน 4 ครั้ง ซึ่งแบ่งเป็นการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาและฮีตเตอร์ไฟฟ้าอย่างละ 2 ครั้ง คือครั้งที่ 1 เป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเพื่อใช้ในการยืนยันการทดลองในครั้งที่ 2 (Preliminary examination) และครั้งที่ 2 เป็นการทดลองใช้งานจริง ซึ่งการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้จะนำข้อมูลการทดลองครั้งที่ 2 ของการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กทั้ง 2 วิธีมาเปรียบเทียบเพื่อหาประสิทธิภาพในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก (Efficiency) ในแต่ละ Heat ของการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก

5.1.1 ผลทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา

การตรวจวัดพลังงานแบ่งออกเป็นพลังงานขาเข้าและพลังงานขาออก โดยมีผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5.1 ซึ่งเป็นผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาในการทดลองครั้งที่ 1 Heat 1 (สภาวะเบ้าเย็น) ซึ่งผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กในครั้งนี้จะทำการแจกแจงค่าพลังงานต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดเพื่อให้ทราบถึงที่มาและการคำนวณอย่างชัดเจน แต่สำหรับใน Heat ถัดๆ ไปนั้นจะแสดงเฉพาะผลการตรวจวัดพลังงานขาเข้าและพลังงานขาออกเท่านั้น เนื่องจากมีลักษณะการคำนวณที่คล้ายคลึงกัน

ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาทั้ง 2 ครั้งได้ใช้น้ำมันดีเซลเป็นพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก โดยเงื่อนไขในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา คือ พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กมีค่าประมาณ 100 MJ



รูปที่ 5.2 แสงกึ่งไดอะแกรมแสดงพลังงานขาเข้า - ขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 1

พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานเชื้อเพลิง (Q_{fuel})	$V_{fuel}LHV$	504.78	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	110.97	21.98
O2.	พลังงานสูญเสียจากผิวตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{surface,shell}$)	$Q_{conv,shell} + Q_{rad,shell}$	52.11	10.32
O3.	พลังงานสูญเสียจากช่องเปิด ($Q_{opening}$)	$Q_{opening}$	57.28	11.35
O4.	พลังงานสูญเสียจากไอเสียและอื่นๆ ($Q_{flue+others}$)	$Q_{fuel} - (Q_{sto,ladle} + Q_{surface,shell} + Q_{opening})$	284.42	56.35
	รวม		504.78	100.00

พลังงานขาเข้า (Energy input)

ในการทดลองอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผานั้นได้ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนแก่เบ้ารับน้ำเหล็ก โดยมีอัตราการใช้น้ำมันอยู่ที่ 10 ลิตรต่อชั่วโมง ซึ่งคิดเป็นอัตราการให้พลังงานประมาณ 100 kW

I1. พลังงานเชื้อเพลิง (Q_{fuel})

ตารางที่ 5.2 พลังงานขาเข้าในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 1

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย	หมายเหตุ
ปริมาตรการใช้น้ำมัน	V_{fuel}	-	13.86	L	อ่านค่าจาก Flow meter
ค่า Low heating value ของเชื้อเพลิง	LHV	-	36.42	$\frac{MJ}{L}$	ข้อมูลจาก ภาคผนวก ซ
พลังงานจากเชื้อเพลิง	Q_{fuel}	$V_{fuel} \times LHV$	504.78	MJ	การคำนวณ

พลังงานขาออก (Energy output)

สำหรับพลังงานขาออก ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กโดยใช้หัวเผาประกอบด้วย 4 ส่วนหลักๆ คือ (O1.) พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก (O2.) พลังงานสูญเสียจากผิวตัวถังเหล็ก (O3.) พลังงานสูญเสียจากช่องเปิด (O4.) พลังงานสูญเสียจากไอเสียและอื่นๆ

O1. พลังงานที่สะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{sto,ladle}$)

ตารางที่ 5.3 พลังงานที่สะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กในการอุ่นด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 1

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย	หมายเหตุ
ฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กช่วง 2A ถึง 2B	$T_{2A \rightarrow 2B}$	$\int_{r_i}^{r_m} T(r) r dr$	5.36	-	วัดอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิลและนำมาแสดงการคำนวณอย่างละเอียดในภาคผนวก ค
ฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กช่วง 2B ถึง 2C	$T_{2B \rightarrow 2C}$	$\int_{r_m}^{r_o} T(r) r dr$	4.36	-	
ฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กช่วง 2A ถึง 2C	$T_{2A \rightarrow 2C}$	$\int_{r_i}^{r_m} T(r) r dr + \int_{r_m}^{r_o} T(r) r dr$	9.72	-	
ความหนาแน่นของวัสดุทนไฟ	ρ_{ladle}	-	2300	$\frac{kg}{m^3}$	ภาคผนวก ฉ
ความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุทนไฟ	$C_{p,ladle}$	-	0.88	$\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$	ภาคผนวก ฉ
ความสูงของเบ้ารับน้ำเหล็ก	$Z_{side,ladle}$	-	0.67	m	การวัด
รัศมีของเบ้ารับน้ำเหล็กด้านใน	r_i	-	0.3	m	การวัด
รัศมีของเบ้ารับน้ำเหล็กที่กึ่งกลางเบ้า	r_m	$\frac{r_i + r_o}{2}$	0.3175	m	การคำนวณ
รัศมีของเบ้ารับน้ำเหล็กด้านนอก	r_o	-	0.335	m	การวัด
พลังงานสะสมในผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก	$Q_{sto,side}$	$2\pi\rho_{ladle}C_{p,ladle}Z_{side,ladle} \int_{r_i}^{r_o} T(r) r dr$	82819	kJ	การคำนวณ
รัศมีของก้นเบ้ารับน้ำเหล็ก	r_{bottom}	-	0.37	m	การวัด
ฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิในก้นเบ้ารับน้ำเหล็กช่วง 3A ถึง 3B	$T_{3A \rightarrow 3B}$	$\int_{y_i}^{y_m} T(y) dy$	19.22	-	วัดอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิลและนำมาแสดงการคำนวณอย่างละเอียดในภาคผนวก ค
ฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิในก้นเบ้ารับน้ำเหล็กช่วง 3B ถึง 3C	$T_{3B \rightarrow 3C}$	$\int_{y_m}^{y_o} T(y) dy$	13.12	-	
ฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิในก้นเบ้ารับน้ำเหล็กช่วง 3A ถึง 3C	$T_{3A \rightarrow 3C}$	$\int_{y_i}^{y_m} T(y) dy + \int_{y_m}^{y_o} T(y) dy$	32.34	-	
พลังงานสะสมในก้น	$Q_{sto,bottom}$	$\pi\rho_{ladle}C_{p,ladle}r_{bottom}^2$	28151	kJ	การคำนวณ

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย	หมายเหตุ
เข้รับน้ำเหล็ก		$\int_{y_i}^{y_o} T(y) dy$			
พลังงานที่สะสมในเข้รับน้ำเหล็ก	$Q_{sto,ladle}$	$\frac{(Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom})}{1000}$	110.97	MJ	การคำนวณ

O2. พลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็ก ($Q_{surface,shell}$)

ตารางที่ 5.4 พลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กในการอุ่นด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 1

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย	หมายเหตุ
ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนธรรมชาติเฉลี่ย	h_m	$\frac{Nu_k}{L_c}$	6.94	$\frac{W}{m^3 \cdot K}$	แสดงการคำนวณอย่างละเอียดในภาคผนวก ง
รัศมีของตัวถังเหล็กด้านนอก	r_{shell}	-	0.375	m	การวัด
ความสูงของตัวถังเหล็ก	z_{shell}	-	0.76	m	การวัด
พื้นที่ผิวของตัวถังเหล็ก	A_{shell}	$2\pi r_{shell} z_{shell}$	1.80	m^2	การคำนวณ
อุณหภูมิผิวของตัวถังเหล็ก	T_{shell}	-	260	$^{\circ}C$	วัดจากเทอร์โมคัปเปิล
			533	K	
อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม	T_{∞}	-	30	$^{\circ}C$	วัดจากเทอร์โมคัปเปิล
			303	K	
Sampling rate ของ data logger	t_{SR}	-	30	s	กำหนดให้เก็บค่าทุกๆ 30 s
พลังงานสูญเสียจากการพาความร้อนรวม	$Q_{conv,shell}$	$\sum_0^t \{h_m A_{shell} (T_{shell} - T_{\infty}) \times t_{SR} / 106$	11.45	MJ	คำนวณอย่างละเอียดในภาคผนวก จ
Emissivity ของตัวถังเหล็ก	ϵ_{shell}	-	0.8	-	-
Stefan-Boltzmann	σ	-	5.67×10^{-8}	$\frac{W}{m^2 \cdot K^4}$	-
พลังงานสูญเสียจากการแผ่รังสีความร้อน	$Q_{rad,shell}$	$\sum_0^t \{ \epsilon_{shell} \sigma A_{shell} (T_{shell}^4 - T_{\infty}^4) \times t_{SR} / 106$	40.66	MJ	คำนวณอย่างละเอียดในภาคผนวก ฉ
พลังงานสูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กรวม	$Q_{surface,shell}$	$Q_{conv,shell} + Q_{rad,shell}$	52.11	MJ	การคำนวณ

O3. พลังงานสูญเสียจากช่องเปิด

ตารางที่ 5.5 พลังงานสูญเสียจากช่องเปิดในการอุ่นด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 1

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย	หมายเหตุ
Effective Emissivity of opening	ϵ_{eff}	-	0.52	-	อ่านกราฟจากภาคผนวก ช
Stefan-Boltzmann	σ	-	5.67×10^{-8}	$\frac{W}{m^2 \cdot K^4}$	-
อุณหภูมิผิวด้านในเบ้ารับน้ำเหล็ก	T_{3A}	-	700	°C	วัดอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิล
			973	K	
อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม	T_{∞}	-	30	°C	วัดอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิล
			303	K	
เส้นผ่านศูนย์กลางเบ้ารับน้ำเหล็ก	D	-	0.76	m	การวัด
พื้นที่ก้นเบ้ารับน้ำเหล็ก	A_{bottom}	$\frac{\pi D^2}{4}$	0.454	m ²	การคำนวณ
Sampling rate ของ data logger	t_{SR}	-	30	S	กำหนดให้เก็บค่าทุกๆ 30 s
พลังงานสูญเสียจากช่องเปิดรวม	Q_{opening}	$\frac{\sum [\epsilon_{\text{eff}} \sigma A_{\text{bottom}} (T_{3A}^4 - T_{\infty}^4) \times t_{\text{SR}}]}{106}$	57.28	MJ	การคำนวณ

O4. พลังงานสูญเสียจากไอเสียและอื่น ๆ

สำหรับการคำนวณในส่วนนี้ เหตุผลที่ต้องนำพลังงานสูญเสียจากไอเสียไปรวมกับพลังงานสูญเสียในส่วนอื่นๆ ก็เนื่องมาจากไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กนั้นไม่ได้มีช่องทางเฉพาะในการไหลออกมา กล่าวคือไอเสียที่ไหลออกจากเบ้ารับน้ำเหล็กจะผสมกับอากาศที่อยู่บริเวณปากเบ้ารับน้ำเหล็กซึ่งส่วนหนึ่งจะเป็นอากาศขุดยุมิ สำหรับการเผาไหม้ ทำให้ไม่สามารถทำการตรวจวัดไอเสียโดยใช้อุปกรณ์วิเคราะห์ห้องค์ประกอบไอเสียได้

ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นต้องคำนวณพลังงานสูญเสียจากไอเสีย โดยการทำสมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก แล้วกำหนดให้พลังงานขาเข้าเท่ากับพลังงานขาออกซึ่งแสดงผลออกมาในตารางด้านล่างดังนี้

ตารางที่ 5.6 ข้อมูลพลังงานสูญเสียทางไอเสียและอื่นๆ ในการอุ่นด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 1

พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานเชื้อเพลิง (Q_{fuel})	$V_{fuel}LHV$	504.78	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	110.97	21.98
O2.	พลังงานสูญเสียจากผิวตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{surface,shell}$)	$Q_{conv,shell} + Q_{rad,shell}$	52.11	10.32
O3.	พลังงานสูญเสียจากช่องเปิด ($Q_{opening}$)	$Q_{opening}$	57.28	11.35
O4.	พลังงานสูญเสียจากไอเสียและอื่นๆ ($Q_{flue+others}$)	$Q_{fuel} - (Q_{sto,ladle} + Q_{surface,shell} + Q_{opening})$	284.42	56.35
	รวม		504.78	100.00

สำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กใน Heat ถัดๆ ไป (การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กในสภาวะเบ้าร้อน) จะยกมาเพียงค่าที่ตรวจวัดได้ แต่เนื่องจากสภาวะทางความร้อนเริ่มต้นในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กใน Heat ถัดๆ ไปแตกต่างจากการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กในสภาวะเริ่มต้น (สภาวะเบ้าเย็น) คือมีพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กอยู่ก่อนแล้ว จึงต้องนำพลังงานที่สะสมอยู่ในเบ้ารับน้ำเหล็กก่อนเริ่มทำการอุ่นใน Heat ถัดๆ ไปมาหักลบออกเพื่อให้ได้พลังงานที่เพิ่มเข้าไปในรอบนั้นๆ

ต่อไปเป็นการแสดงผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กในสภาวะเบ้าร้อน (Heat 2 ถึง Heat 4) แสดงดังตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 5.7 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 2

พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานเชื้อเพลิง (Q_{fuel})	$V_{fuel}LHV$	182.10	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 2 ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	101.57	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 2	$Q_{initial,heat\ 2}$	69.04	
	พลังงานที่เพิ่มในเบ้ารับน้ำเหล็ก Heat ที่ 2	$Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 2}$	32.53	17.86
O2.	พลังงานสูญเสียจากผิวตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{surface,shell}$)	$Q_{conv,shell} + Q_{rad,shell}$	34.26	18.81
O3.	พลังงานสูญเสียจากช่องเปิด ($Q_{opening}$)	$Q_{opening}$	13.72	7.53
O4.	พลังงานสูญเสียจากไอเสียและอื่นๆ ($Q_{flue+others}$)	$Q_{fuel} - (Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 2} + Q_{surface,shell} + Q_{opening})$	101.59	55.78
	รวม		182.10	100.00

ตารางที่ 5.8 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 3

พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานเชื้อเพลิง (Q_{fuel})	$V_{fuel}LHV$	180.20	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 3 ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	96.10	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 3	$Q_{initial,heat 3}$	63.03	
	พลังงานที่เพิ่มในเบ้ารับน้ำเหล็ก Heat ที่ 3	$Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat 3}$	33.07	18.35
O2.	พลังงานสูญเสียจากผิวตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{surface,shell}$)	$Q_{conv,shell} + Q_{rad,shell}$	22.62	12.55
O3.	พลังงานสูญเสียจากช่องเปิด ($Q_{opening}$)	$Q_{opening}$	9.00	5.00
O4.	พลังงานสูญเสียจากไอเสียและอื่นๆ ($Q_{flue+others}$)	$Q_{fuel} - (Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat 3} + Q_{surface,shell} + Q_{opening})$	115.51	64.10
	รวม		180.20	100.00

ตารางที่ 5.9 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1 Heat 4

พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานเชื้อเพลิง (Q_{fuel})	$V_{fuel}LHV$	109.26	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 4 ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	97.82	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 4	$Q_{initial,heat 4}$	78.50	
	พลังงานที่เพิ่มในเบ้ารับน้ำเหล็ก Heat ที่ 4	$Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat 4}$	19.32	17.68
O2.	พลังงานสูญเสียจากผิวตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{surface,shell}$)	$Q_{conv,shell} + Q_{rad,shell}$	16.15	14.78
O3.	พลังงานสูญเสียจากช่องเปิด ($Q_{opening}$)	$Q_{opening}$	5.68	5.20
O4.	พลังงานสูญเสียจากไอเสียและอื่นๆ ($Q_{flue+others}$)	$Q_{fuel} - (Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat 4} + Q_{surface,shell} + Q_{opening})$	68.11	62.34
	รวม		109.26	100.00

ต่อไปเป็นผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2 ซึ่งมีแสดงผลการทดลองเช่นเดียวกับผลการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1

ตารางที่ 5.10 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2 Heat 1

พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานเชื้อเพลิง (Q_{fuel})	$V_{fuel}LHV$	401.53	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	97.97	24.40
O2.	พลังงานสูญเสียจากผิวตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{surface,shell}$)	$Q_{conv,shell} + Q_{rad,shell}$	12.07	3.01
O3.	พลังงานสูญเสียจากช่องเปิด ($Q_{opening}$)	$Q_{opening}$	22.32	5.56
O4.	พลังงานสูญเสียจากไอเสียและอื่นๆ ($Q_{flue+others}$)	$Q_{fuel} - (Q_{sto,ladle} + Q_{surf\ loss,\ shell} + Q_{opening})$	269.17	67.04
	รวม		401.53	100.00

ตารางที่ 5.11 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2 Heat 2

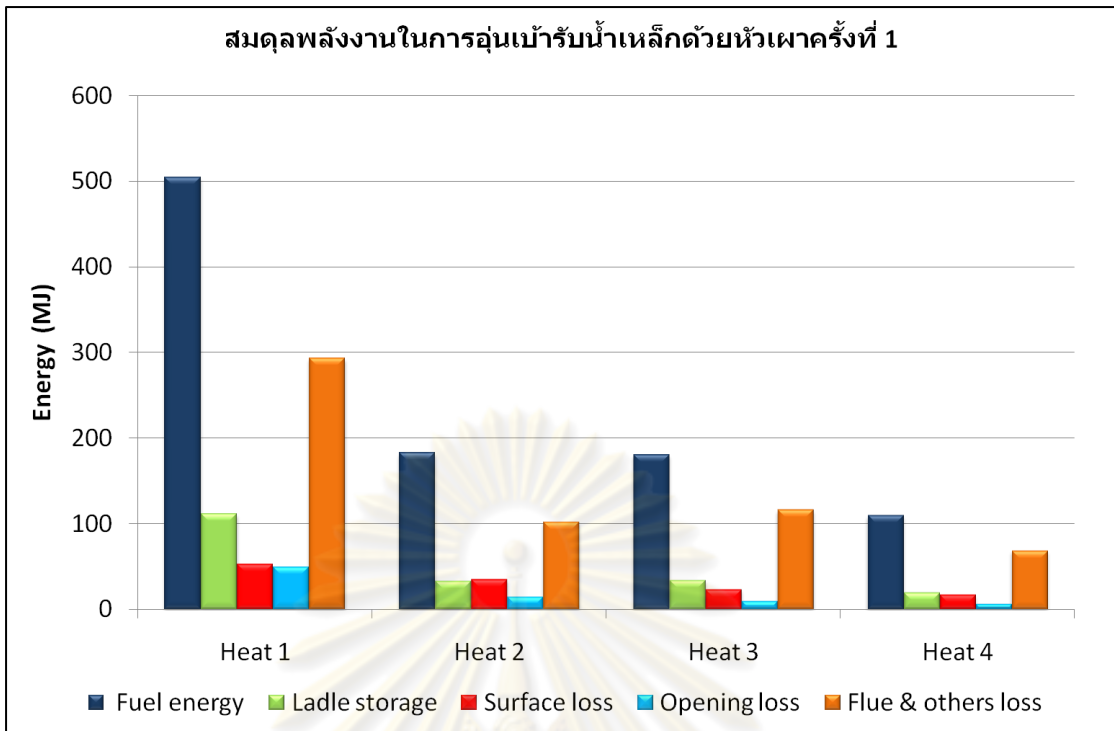
พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานเชื้อเพลิง (Q_{fuel})	$V_{fuel}LHV$	161.01	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 2 ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	99.91	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 2	$Q_{initial,heat\ 2}$	61.24	
	พลังงานที่เพิ่มในเบ้ารับน้ำเหล็ก Heat ที่ 2	$Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 2}$	38.66	24.01
O2.	พลังงานสูญเสียจากผิวตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{surface,shell}$)	$Q_{conv,shell} + Q_{rad,shell}$	12.24	7.60
O3.	พลังงานสูญเสียจากช่องเปิด ($Q_{opening}$)	$Q_{opening}$	6.69	4.16
O4.	พลังงานสูญเสียจากไอเสียและอื่นๆ ($Q_{flue+others}$)	$Q_{fuel} - (Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 2} + Q_{surface,shell} + Q_{opening})$	103.42	64.23
	รวม		161.01	100.00

ตารางที่ 5.12 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2 Heat 3

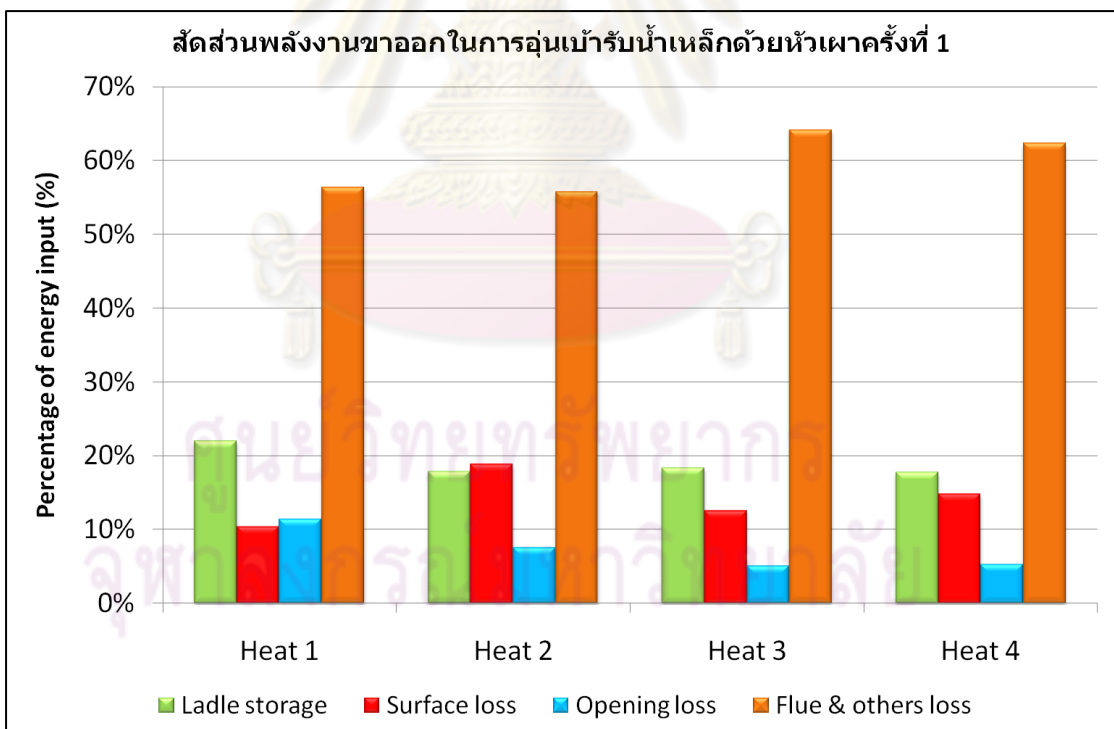
พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานเชื้อเพลิง (Q_{fuel})	$V_{fuel}LHV$	141.10	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 3 ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	99.66	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 3	$Q_{initial,heat 3}$	68.21	
	พลังงานที่เพิ่มในเบ้ารับน้ำเหล็ก Heat ที่ 3	$Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat 3}$	31.45	22.29
O2.	พลังงานสูญเสียจากผิวตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{surface,shell}$)	$Q_{conv,shell} + Q_{rad,shell}$	13.05	9.25
O3.	พลังงานสูญเสียจากช่องเปิด ($Q_{opening}$)	$Q_{opening}$	9.51	6.74
O4.	พลังงานสูญเสียจากไอเสียและอื่นๆ ($Q_{flue+others}$)	$Q_{fuel} - (Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat 3} + Q_{surface,shell} + Q_{opening})$	87.09	61.72
	รวม		141.10	100.00

ตารางที่ 5.13 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2 Heat 4

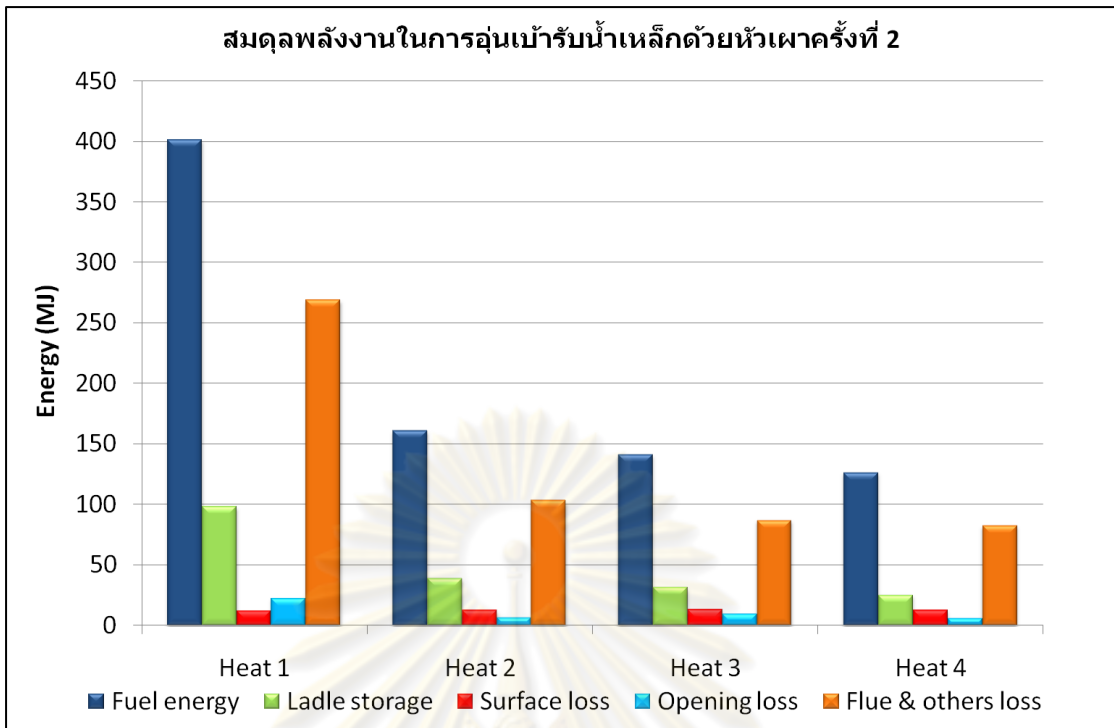
พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานเชื้อเพลิง (Q_{fuel})	$V_{fuel}LHV$	126.67	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 4 ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	100.13	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 4	$Q_{initial,heat 4}$	74.86	
	พลังงานที่เพิ่มในเบ้ารับน้ำเหล็ก Heat ที่ 4	$Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat 4}$	25.27	19.95
O2.	พลังงานสูญเสียจากผิวตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{surface,shell}$)	$Q_{conv,shell} + Q_{rad,shell}$	12.61	9.95
O3.	พลังงานสูญเสียจากช่องเปิด ($Q_{opening}$)	$Q_{opening}$	6.21	4.90
O4.	พลังงานสูญเสียจากไอเสียและอื่นๆ ($Q_{flue+others}$)	$Q_{fuel} - (Q_{sto,ladle} - Q_{start,heat 4} + Q_{surface,shell} + Q_{opening})$	82.58	65.19
	รวม		126.67	100.00



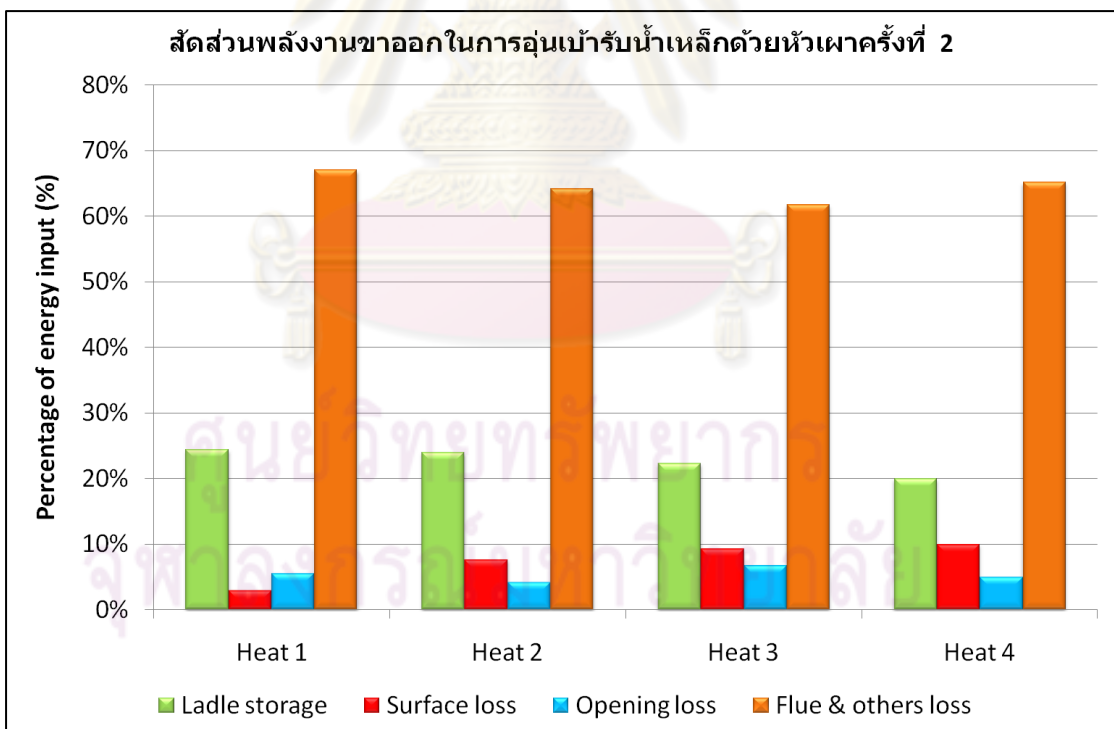
รูปที่ 5.3 สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1



รูปที่ 5.4 สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1



รูปที่ 5.5 สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2

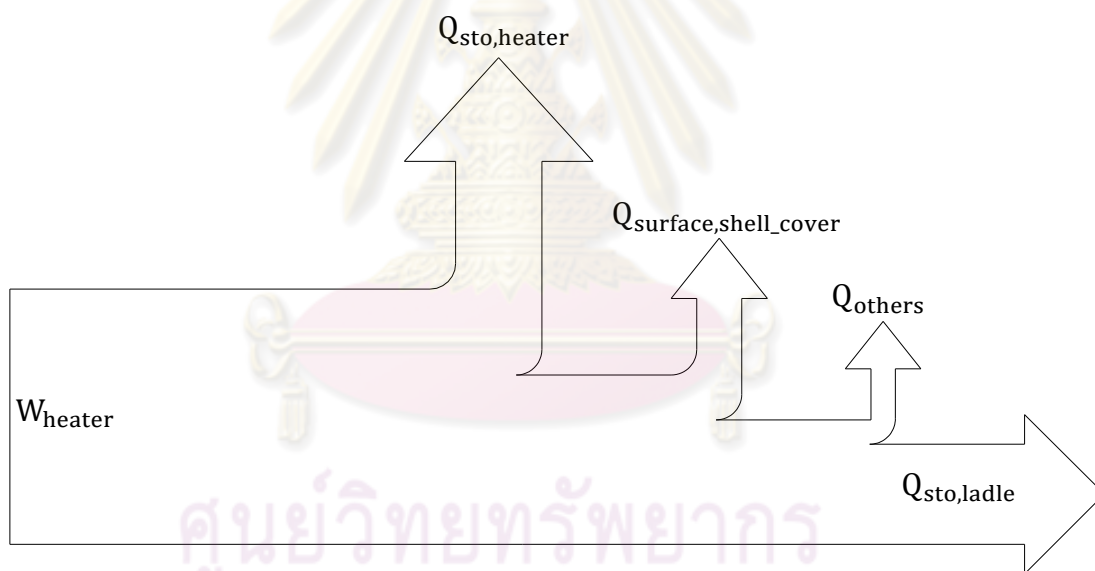


รูปที่ 5.6 สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2

5.1.2 ผลทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า

สำหรับเงื่อนไขในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก คือ อุณหภูมิผิวด้านในมีค่าประมาณ 700°C หรือค่าพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กจะมีค่าประมาณ 100 MJ แต่หลังจากได้ทดลองใช้งานจริงพบว่าฮีตเตอร์ไฟฟ้าสามารถให้พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กได้ 100 MJ โดยที่อุณหภูมิผิวด้านในยังไม่ถึง 700°C ซึ่งเป็นผลจากลักษณะการให้ความร้อนของฮีตเตอร์ไฟฟ้า ดังนั้นจึงได้เพิ่มขอบเขตของพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กจากเดิมที่มีขอบเขตของพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กที่ 100 MJ ให้มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 10-15% เพื่อชดเชยเงื่อนไขที่ฮีตเตอร์ไฟฟ้าไม่สามารถทำได้

สิ่งที่แตกต่างระหว่างการอุ่นโดยใช้หัวเผาและการอุ่นโดยใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าคือการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กโดยใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะไม่ก่อให้เกิดไอเสียและการสูญเสียพลังงานผ่านทางช่องเปิด แต่จะเกิดความร้อนสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าแทน



รูปที่ 5.7 แสงกึ่งไดอะแกรมแสดงพลังงานขาเข้า - ขาออกในการอุ่นเบ้าด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า

ตารางที่ 5.14 ผลการตรวจวัดการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 1

พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
11.	พลังงานไฟฟ้า (W_{heater})	$P_{\text{heater}} \times \frac{3600}{1000}$	283.07	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานที่สะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{\text{sto,ladle}}$)	$Q_{\text{sto,side}} + Q_{\text{sto,bottom}}$	111.02	39.22
O2.	พลังงานที่สะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า ($Q_{\text{sto,heater}}$)	$Q_{\text{sto,coil}} + Q_{\text{sto,refrac}} + Q_{\text{sto,struc}} + Q_{\text{sto,fiber}} + Q_{\text{sto,cover}}$	95.34	33.68
O3.	พลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กและฝาฮีตเตอร์ ($Q_{\text{surface,shell_cover}}$)	$Q_{\text{surface,shell_cover}}$	49.70	17.56
O4.	พลังงานส่วนอื่นๆ (Q_{others})	$W_{\text{heater}} - (Q_{\text{sto,ladle}} + Q_{\text{surface,shell_cover}} + Q_{\text{sto,heater}})$	27.01	9.54
	รวม		283.07	100.00

พลังงานขาเข้า (Energy input)

ในการทดลองอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้านั้นได้ใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านขดลวดความต้านทานทำให้เกิดความร้อนในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก ซึ่งอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้ออกแบบฮีตเตอร์ไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 30 kW

ตารางที่ 5.15 พลังงานไฟฟ้าในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 1

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย	หมายเหตุ
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	P_{heater}	-	78.63	kWh	เก็บค่าจากตู้ควบคุม
พลังงานจากไฟฟ้า	W_{heater}	$P_{\text{heater}} \times \frac{3600}{1000}$	283.07	MJ	การคำนวณ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พลังงานขาออก (Energy output)

ในส่วนของพลังงานขาออก สำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กโดยการใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะประกอบไปด้วย (O1.) พลังงานที่สะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก (O2.) พลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า (O3.) พลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กและฝาฮีตเตอร์ (O4.) พลังงานส่วนอื่นๆ

O1. พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{sto,ladle}$)

การคำนวณจะมีลักษณะเช่นเดียวกับการคำนวณพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กในการอุ่นด้วยหัวเผา ฉะนั้นจึงได้นำเสนอเฉพาะค่าพลังงานที่สะสมอยู่เท่านั้น

ตารางที่ 5.16 พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กของการอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 1

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย	หมายเหตุ
พลังงานสะสมในผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก	$Q_{sto,side}$	$2\pi\rho_{ladle}C_{p,ladle}Z_{side,ladle}\int_{r_i}^{r_o}T(r)rdr$	81354	kJ	การคำนวณ
พลังงานสะสมในก้นเบ้ารับน้ำเหล็ก	$Q_{sto,bottom}$	$\pi\rho_{ladle}C_{p,ladle}r_{bottom}^2\int_{y_i}^{y_o}T(y)dy$	29661	kJ	การคำนวณ
พลังงานที่สะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก	$Q_{sto,ladle}$	$\frac{(Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom})}{1000}$	111.02	MJ	การคำนวณ

O2. พลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า ($Q_{sto,heater}$)

พลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้านั้นได้ประเมินพลังงานสะสมโดยแบ่งพลังงานที่สะสมออกเป็น 5 ส่วนๆ คือ (1) มวลของขดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้า (2) มวลของปูนทนไฟประกอบขดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้า (3) มวลของโครงสร้างเหล็กในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า (4) มวลของเซรามิกไฟเบอร์ (5) มวลของฝาฮีตเตอร์ สำหรับในส่วนของการคำนวณพลังงานที่สะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าจำเป็นต้องทราบค่าอุณหภูมิในส่วนต่างๆ แต่เนื่องจากไม่สามารถทำการตรวจวัดค่าอุณหภูมิในส่วนต่างๆ ที่ประกอบเป็นชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าได้ จึงจะสมมติให้อุณหภูมิของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าทั้งชุดมีอุณหภูมิเท่ากันในสภาวะก่อนเริ่มการทดลอง (มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง) แต่หลังจากที่ดำเนินการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กจนเทอร์โมคัปเปิลควบคุมอ่านอุณหภูมิได้ 1000°C ให้สมมติว่าอุณหภูมิในส่วนต่างๆ สูงถึงค่าคงที่ที่ได้ประเมินไว้ดังนี้

ตารางที่ 5.17 อุณหภูมิที่ใช้ในการประเมินพลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า

เทอร์โมคัปเปิลควบคุม °C	ขดลวด °C	ปูนทนไฟ °C	โครงสร้างเหล็ก °C	เซรามิกไฟเบอร์ °C	ฝาฮีตเตอร์ °C
30	30	30	30	30	30
100	261	252	125	188	70
200	376	363	172	267	90
300	492	474	219	346	110
400	607	585	266	425	130
500	723	695	314	505	150
600	838	806	361	584	170
700	954	917	408	663	190
800	1069	1028	455	742	210
900	1185	1139	503	821	230
1000	1300	1250	550	900	250

ตารางที่ 5.18 พลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าของการอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 1

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย	หมายเหตุ
มวลขดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้า	m_{coil}	-	20	kg	สอบถามจากผู้ผลิต
ความจุความร้อนจำเพาะ ของขดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้า	$C_{p,coil}$	-	0.600	$\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$	ภาคผนวก กู
อุณหภูมิขดลวดฮีตเตอร์ ไฟฟ้า	T_{coil}	-	1300	$^\circ C$	จากการประเมิน
อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม	T_∞	-	30	$^\circ C$	วัดอุณหภูมิจาก เทอร์โมคัปเปิล
พลังงานสะสมในขดลวด ฮีตเตอร์ไฟฟ้า	$Q_{sto,coil}$	$\frac{m_{coil} C_{p,coil} (T_{coil} - T_\infty)}{1000}$	15.24	MJ	การคำนวณ
มวลปูนทนไฟ	m_{refrac}	-	65	kg	สอบถามจากผู้ผลิต
ความจุความร้อนจำเพาะ ของปูนทนไฟ	$C_{p,refrac}$	-	0.88	$\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$	ภาคผนวก ฉ
อุณหภูมิปูนทนไฟ	T_{refrac}	-	1250	$^\circ C$	จากการประเมิน
พลังงานสะสมในปูนทนไฟ	$Q_{sto,refrac}$	$\frac{m_{refrac} C_{p,refrac} (T_{refrac} - T_\infty)}{1000}$	69.78	MJ	การคำนวณ
มวลโครงสร้างเหล็ก	m_{struc}	-	20	kg	สอบถามจากผู้ผลิต
ความจุความร้อนจำเพาะ ของโครงสร้างเหล็ก	$C_{p,struc}$	-	0.550	$\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$	-
อุณหภูมิโครงสร้างเหล็ก	T_{struc}	-	550	$^\circ C$	จากการประเมิน
พลังงานสะสมในโครงสร้าง เหล็ก	$Q_{sto,struc}$	$\frac{m_{struc} C_{p,struc} (T_{struc} - T_\infty)}{1000}$	5.72	MJ	การคำนวณ
มวลไฟเบอร์	m_{fiber}	-	10	kg	สอบถามจากผู้ผลิต
ความจุความร้อนจำเพาะ ของไฟเบอร์	$C_{p,fiber}$	-	0.25	$\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$	ภาคผนวก กู

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย	หมายเหตุ
อุณหภูมิไฟเบอร์	T_{fiber}	-	900	$^{\circ}\text{C}$	จากการประเมิน
พลังงานสะสมในไฟเบอร์	$Q_{\text{sto,fiber}}$	$\frac{m_{\text{fiber}}c_{p,\text{fiber}}(T_{\text{fiber}} - T_{\infty})}{1000}$	2.18	MJ	การคำนวณ
มวลฝาฮีตเตอร์	m_{cover}	-	20	kg	สอบถามจากผู้ผลิต
ความจุความร้อนจำเพาะของฝาฮีตเตอร์	$c_{p,\text{cover}}$	-	0.550	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$	-
อุณหภูมิฝาฮีตเตอร์	T_{cover}	-	250	$^{\circ}\text{C}$	จากการประเมิน
พลังงานสะสมในฝาฮีตเตอร์	$Q_{\text{sto,cover}}$	$\frac{m_{\text{cover}}c_{p,\text{cover}}(T_{\text{cover}} - T_{\infty})}{1000}$	2.42	MJ	การคำนวณ
พลังงานที่สะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า	$Q_{\text{sto,heater}}$	$Q_{\text{sto,coil}} + Q_{\text{sto,refrac}} + Q_{\text{sto,struc}} + Q_{\text{sto,fiber}} + Q_{\text{sto,cover}}$	95.34	MJ	การคำนวณ

O3. พลังงานสูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กและฝาฮีตเตอร์

ตารางที่ 5.19 พลังงานสูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กและฝาฮีตเตอร์ของการอุ่นด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 1

รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า	หน่วย	หมายเหตุ
พลังงานสูญเสียจากการพาความร้อนของตัวถังเหล็ก	$Q_{\text{conv,shell}}$	$\sum_0^t [h_m A_{\text{shell}} (T_{\text{shell}} - T_{\infty}) \times tSR/106]$	15.92	MJ	-
พลังงานสูญเสียจากการพาความร้อนทางฝาฮีตเตอร์	$Q_{\text{conv,cover}}$	$\sum_0^t [h_m A_{\text{cover}} (T_{\text{cover}} - T_{\infty}) \times tSR/106]$	6.96	MJ	-
พลังงานสูญเสียจากการแผ่รังสีความร้อนของตัวถังเหล็ก	$Q_{\text{rad,shell}}$	$\sum_0^t [\epsilon_{\text{shell}} \sigma A_{\text{shell}} (T_{\text{shell}}^4 - T_{\infty}^4) \times tSR/106]$	19.18	MJ	-
พลังงานสูญเสียจากการแผ่รังสีความร้อนของฝาฮีตเตอร์	$Q_{\text{rad,cover}}$	$\sum_0^t [\epsilon_{\text{cover}} \sigma A_{\text{cover}} (T_{\text{cover}}^4 - T_{\infty}^4) \times tSR/106]$	7.64	MJ	-
พลังงานสูญเสียรวม	$Q_{\text{surface,shell,cover}}$	$Q_{\text{surface,shell}} + Q_{\text{surface,cover}}$	49.70	MJ	การคำนวณ

O4. พลังงานส่วนอื่น ๆ

ได้จากการทำสมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า
ดังแสดงในตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 5.20 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 1

พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
11.	พลังงานไฟฟ้า (W_{heater})	$P_{heater} \times \frac{3600}{1000}$	283.07	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานที่สะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	111.02	39.22
O2.	พลังงานที่สะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า ($Q_{sto,heater}$)	$Q_{sto,coil} + Q_{sto,refrac} + Q_{sto,struc} + Q_{sto,fiber} + Q_{sto,cover}$	95.34	33.68
O3.	พลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กและฝาฮีตเตอร์ ($Q_{surface,shell_cover}$)	$Q_{surface,shell_cover}$	49.70	17.56
O4.	พลังงานส่วนอื่นๆ (Q_{others})	$W_{heater} - (Q_{sto,ladle} + Q_{surface,shell_cover} + Q_{sto,heater})$	27.01	9.54
	รวม		283.07	100.00

สำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กใน Heat ถัดๆ ไป (การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กในสภาวะเบ้าร้อน) จะยกมาเพียงค่าที่ตรวจวัดได้ แต่เนื่องจากสภาวะทางความร้อนเริ่มต้นในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กใน Heat ถัดๆ ไปแตกต่างจากการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กในสภาวะเริ่มต้น (สภาวะเบ้าเย็น) คือมีพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กอยู่ก่อนแล้ว จึงต้องนำพลังงานที่สะสมอยู่ในเบ้ารับน้ำเหล็กก่อนเริ่มทำการอุ่นในรอบถัดไปมาหักลบออก เพื่อให้ได้พลังงานที่เพิ่มเข้าไปใน Heat นั้นๆ

สำหรับชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า ในช่วงที่ทำการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กจะเสียพลังงานออกมาในรูปของการถ่ายเทความร้อนโดยการพาและการแผ่รังสีความร้อนออกทางส่วนต่างๆ ของฮีตเตอร์ไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากไม่สามารถหาอุณหภูมิในส่วนต่างๆ ของฮีตเตอร์ไฟฟ้าในขณะที่เริ่มทำการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กใน Heat ถัดๆ ไปได้ ซึ่งอุณหภูมิในส่วนต่างๆ ของฮีตเตอร์ไฟฟ้านี้จะนำไปใช้ในการคำนวณหาพลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าก่อนเริ่มทำการทดลองได้ ดังนั้นจึงได้อ้างอิงอุณหภูมิในส่วนต่างๆ ของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าจากเทอร์โมคัปเปิลควบคุมที่อ่านค่าได้และประเมินอุณหภูมิส่วนต่างๆ ของฮีตเตอร์ไฟฟ้าจากตารางที่ 5.17

สำหรับพลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 2 ได้ทำการอ่านค่าเทอร์โมคัปเปิลควบคุมได้ 670°C ดังนั้นส่วนต่างๆ ในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะมีอุณหภูมิจากการประเมินดังนี้

ตารางที่ 5.21 ตัวอย่างการประมาณค่าอุณหภูมิในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า

เทอร์โมคัปเปิลควบคุม °C	ขดลวด °C	ปูนทนไฟ °C	โครงสร้างเหล็ก °C	เซรามิกไฟเบอร์ °C	ฝาฮีตเตอร์ °C
600	838	806	361	584	170
670	919	884	393	639	184
700	954	917	408	663	190

เมื่อทราบค่าอุณหภูมิในส่วนต่างๆ ของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าแล้ว จึงคำนวณหาค่าพลังงานสะสมได้ตามปกติตามตารางที่ 5.18 ซึ่งได้พลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าก่อนเริ่มการอุ่นใน Heat ที่ 2 คือ 66.74 MJ

ต่อไปเป็นการแสดงผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าในสภาวะเบ้าร้อน (Heat ที่ 2 ถึง 4) แสดงดังตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 5.22 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 2

พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานไฟฟ้า (W_{heater})	$P_{heater} \times \frac{3600}{1000}$	70.96	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 2 ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	112.91	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 2	$Q_{initial,heat\ 2}$	105.15	
	พลังงานที่เพิ่มในเบ้ารับน้ำเหล็ก Heat ที่ 2	$Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 2}$	7.76	10.93
O2.	พลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 2 ($Q_{sto,heater\ 2}$)	$Q_{sto,coil} + Q_{sto,refrac} + Q_{sto,struct} + Q_{sto,fiber} + Q_{sto,cover}$	95.34	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 2	$Q_{initial,heater\ 2}$	66.74	
	พลังงานที่เพิ่มในฮีตเตอร์ไฟฟ้า Heat ที่ 2	$Q_{sto,heater\ 2} - Q_{initial,heater\ 2}$	28.6	40.30
O3.	พลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กและฝาฮีตเตอร์ ($Q_{surface,shell_cover}$)	$Q_{surface,shell_cover}$	33.84	47.69
O4.	พลังงานสูญเสียอื่นๆ (Q_{others})	$W_{heater} - (Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 2} + Q_{sto,heater\ 2} - Q_{initial,heater\ 2} + Q_{surface,shell_cover} + Q_{opening})$	0.76	1.07
	รวม		70.96	100.00

ตารางที่ 5.23 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 3

พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานไฟฟ้า (W_{heater})	$P_{heater} \times \frac{3600}{1000}$	67.36	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 3 ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	114.37	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 3	$Q_{initial,heat\ 3}$	107.30	
	พลังงานที่เพิ่มในเบ้ารับน้ำเหล็ก Heat ที่ 3	$Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 3}$	7.07	10.50
O2.	พลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 3 ($Q_{sto,heater\ 3}$)	$Q_{sto,coil} + Q_{sto,refrac} + Q_{sto,struc} + Q_{sto,fiber} + Q_{sto,cover}$	95.34	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 3	$Q_{initial,heater\ 3}$	66.30	
	พลังงานที่เพิ่มในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า Heat ที่ 3	$Q_{sto,heater\ 3} - Q_{initial,heater\ 3}$	25.40	37.31
O3.	พลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กและฝาฮีตเตอร์ ($Q_{surface,shell_cover}$)	$Q_{surface,shell_cover}$	33.74	50.09
O4.	พลังงานสูญเสียอื่นๆ (Q_{others})	$W_{heater} - (Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 3} + Q_{sto,heater\ 3} - Q_{initial,heater\ 3} + Q_{surface,shell_cover} + Q_{opening})$	1.15	1.71
	รวม		67.36	100.00

ตารางที่ 5.24 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1 Heat 4

พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานไฟฟ้า (W_{heater})	$P_{heater} \times \frac{3600}{1000}$	28.332	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 4 ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	116.63	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 4	$Q_{initial,heat\ 4}$	116.42	
	พลังงานที่เพิ่มในเบ้ารับน้ำเหล็ก Heat ที่ 4	$Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 4}$	0.21	0.74
O2.	พลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 4 ($Q_{sto,heater\ 4}$)	$Q_{sto,coil} + Q_{sto,refrac} + Q_{sto,struc} + Q_{sto,fiber} + Q_{sto,cover}$	95.34	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 4	$Q_{initial,heater\ 4}$	83.32	
	พลังงานที่เพิ่มในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า Heat ที่ 4	$Q_{sto,heater\ 4} - Q_{initial,heater\ 4}$	11.98	42.30
O3.	พลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กและฝาฮีตเตอร์ ($Q_{surface,shell_cover}$)	$Q_{surface,shell_cover}$	15.87	56.04
O4.	พลังงานสูญเสียอื่นๆ (Q_{others})	$W_{heater} - (Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 4} + Q_{sto,heater\ 4} - Q_{initial,heater\ 4} + Q_{surface,shell_cover} + Q_{opening})$	0.26	0.92
	รวม		28.332	100.00

เนื่องจากผลการเดินเครื่องทดสอบอุปกรณ์หลายครั้งพบว่ารูปแบบการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในการทดลองจากสถานะเย็นนั้นในการอุ่นเบ้าด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้ามีลักษณะค่อนข้างคงที่ ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงไม่ได้ทำการทดลองอุ่นเบ้าที่ Heat ที่ 1 แต่ทำการอุ่นเบ้าให้มีสถานะเหมือนกับจุดเริ่มต้นของการอุ่นเบ้าที่ Heat ที่ 2 (พลังงานสะสมในเบ้า 60 MJ) หลังจากนั้นจึงทำการทดลองตามปกติ

ตารางที่ 5.25 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2 Heat 1

พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
11.	พลังงานไฟฟ้า (W_{heater})	$P_{heater} \times \frac{3600}{1000}$	283.07	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานที่สะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	111.02	39.22
O2.	พลังงานที่สะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าและอื่นๆ ($Q_{sto,heater}$)	$Q_{sto,coil} + Q_{sto,refrac} + Q_{sto,struc} + Q_{sto,fiber} + Q_{sto,cover}$	95.34	33.68
O3.	พลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กและฝาฮีตเตอร์ ($Q_{surface,shell_cover}$)	$Q_{surface,shell_cover}$	49.70	17.56
O4.	พลังงานส่วนอื่นๆ (Q_{others})	$W_{heater} - (Q_{sto,ladle} + Q_{surface,shell_cover} + Q_{sto,heater})$	27.01	9.54
	รวม		283.07	100.00

ตารางที่ 5.26 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2 Heat 2

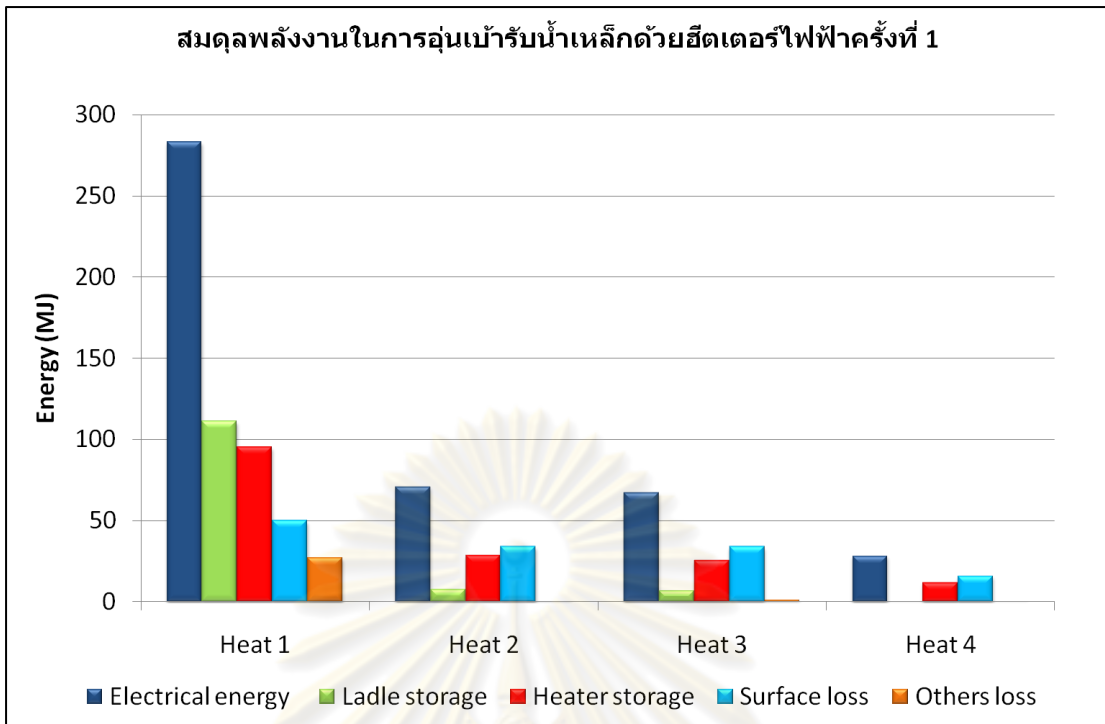
พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
11.	พลังงานไฟฟ้า (W_{heater})	$P_{heater} \times \frac{3600}{1000}$	141.09	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 2 ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	110.51	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 2	$Q_{initial,heat\ 2}$	62.88	
	พลังงานที่เพิ่มในเบ้ารับน้ำเหล็ก Heat ที่ 2	$Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 2}$	47.63	33.76
O2.	พลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 2 ($Q_{sto,heater\ 2}$)	$Q_{sto,coil} + Q_{sto,refrac} + Q_{sto,struc} + Q_{sto,fiber} + Q_{sto,cover}$	95.34	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 2	$Q_{initial,heater\ 2}$	75.37	
	พลังงานที่เพิ่มในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า Heat ที่ 2	$Q_{sto,heater\ 2} - Q_{initial,heater\ 2}$	19.97	14.15
O3.	พลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กสู่สิ่งแวดล้อมและฝาฮีตเตอร์ ($Q_{surface,shell_cover}$)	$Q_{surface,shell_cover}$	59.71	42.32
O4.	พลังงานสูญเสียอื่นๆ (Q_{other})	$W_{heater} - (Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 2} + Q_{sto,heater\ 2} - Q_{initial,heater\ 2} + Q_{surface,shell_cover} + Q_{opening})$	13.78	9.77
	รวม		141.09	100.00

ตารางที่ 5.27 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2 Heat 3

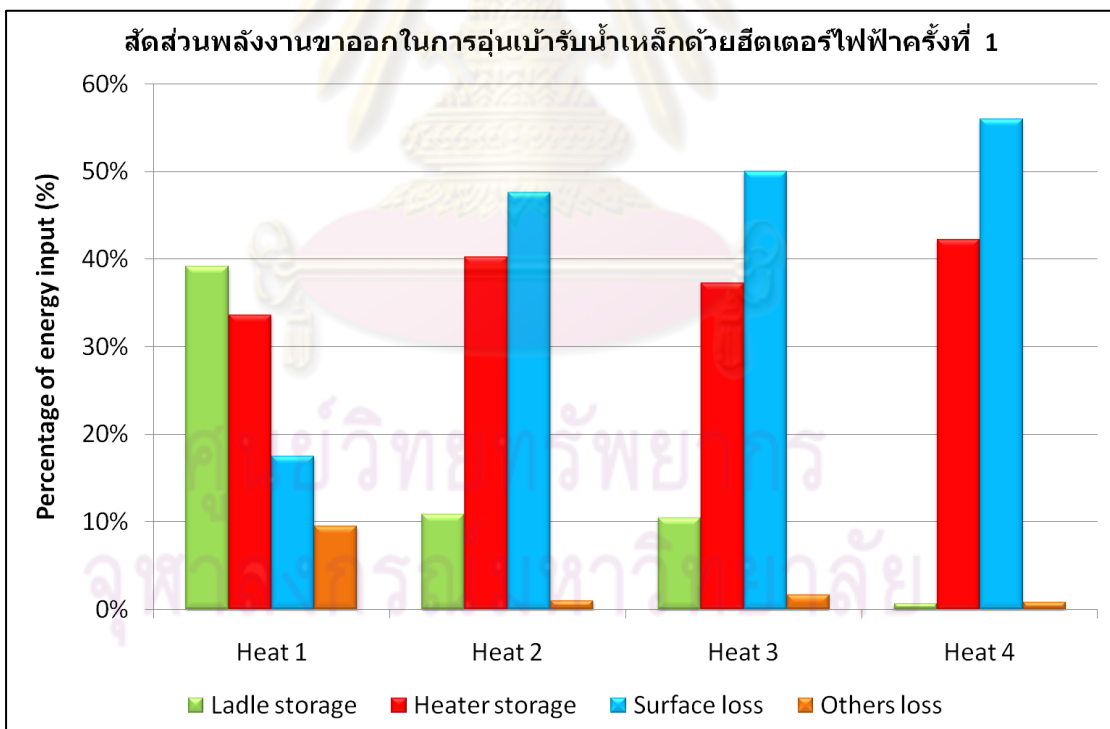
พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานไฟฟ้า (W_{heater})	$P_{heater} \times \frac{3600}{1000}$	136.91	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 3 ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	110.14	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 3	$Q_{initial,heat\ 3}$	80.31	
	พลังงานที่เพิ่มในเบ้ารับน้ำเหล็ก Heat ที่ 3	$Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 3}$	29.83	21.79
O2.	พลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 3 ($Q_{sto,heater\ 3}$)	$Q_{sto,coil} + Q_{sto,refrac} + Q_{sto,struct} + Q_{sto,fiber} + Q_{sto,cover}$	95.34	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 3	$Q_{initial,heater\ 3}$	47.67	
	พลังงานที่เพิ่มในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า Heat ที่ 3	$Q_{sto,heater\ 3} - Q_{initial,heater\ 3}$	47.67	34.81
O3.	พลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กสู่สิ่งแวดล้อมและฝาฮีตเตอร์ ($Q_{surface,shell_cover}$)	$Q_{surface,shell_cover}$	53.94	39.40
O4.	พลังงานสูญเสียอื่นๆ (Q_{others})	$W_{heater} - (Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 3} + Q_{sto,heater\ 3} - Q_{initial,heater\ 3} + Q_{surface,shell_cover} + Q_{opening})$	5.47	4.00
	รวม		136.91	100.00

ตารางที่ 5.28 ผลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2 Heat 4

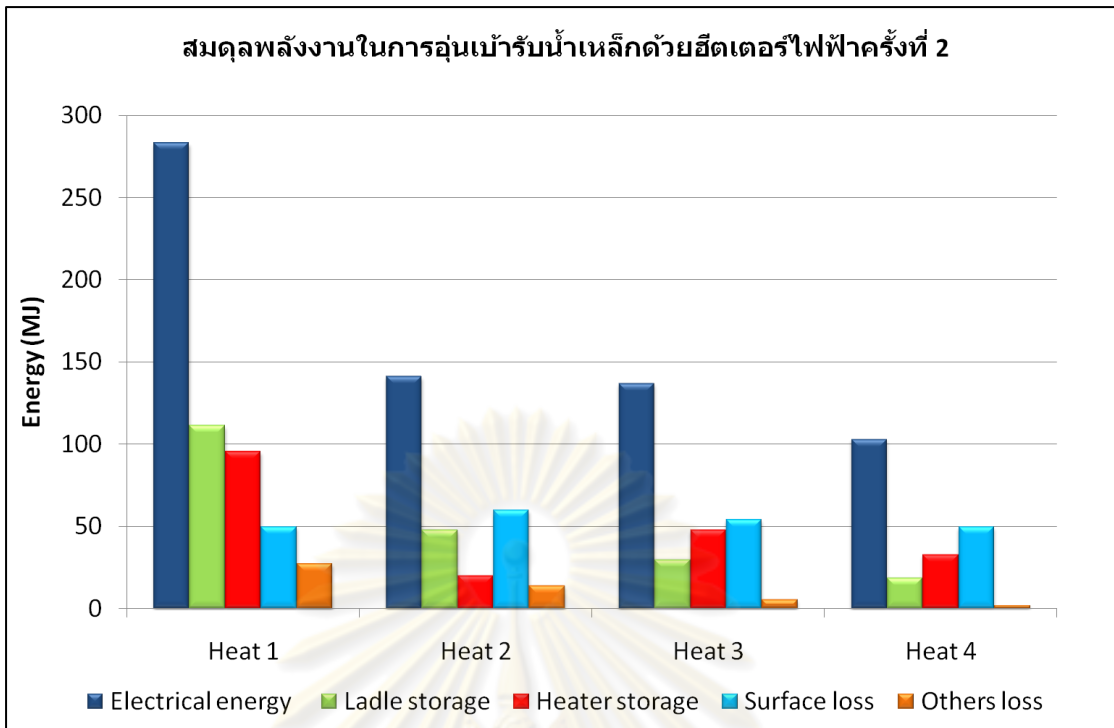
พลังงานขาเข้า (Energy Input)				
	รายการ	สูตร	ค่า (MJ)	ร้อยละ
I1.	พลังงานไฟฟ้า (W_{heater})	$P_{heater} \times \frac{3600}{1000}$	103.07	100.00
พลังงานขาออก (Energy Output)				
O1.	พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 4 ($Q_{sto,ladle}$)	$Q_{sto,side} + Q_{sto,bottom}$	112.09	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 4	$Q_{initial,heat\ 4}$	93.38	
	พลังงานที่เพิ่มในเบ้ารับน้ำเหล็ก Heat ที่ 4	$Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 4}$	18.71	18.15
O2.	พลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าเมื่อสิ้นสุดการอุ่น Heat ที่ 4 ($Q_{sto,heater\ 4}$)	$Q_{sto,coil} + Q_{sto,refrac} + Q_{sto,struct} + Q_{sto,fiber} + Q_{sto,cover}$	95.34	
	พลังงานสะสมก่อนเริ่มอุ่นใน Heat ที่ 4	$Q_{initial,heater\ 4}$	62.45	
	พลังงานที่เพิ่มในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า Heat ที่ 4	$Q_{sto,heater\ 4} - Q_{initial,heat\ 4}$	32.89	31.91
O3.	พลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กสู่สิ่งแวดล้อมและฝาฮีตเตอร์ ($Q_{surface,shell_cover}$)	$Q_{surface,shell_cover}$	49.43	47.96
O4.	พลังงานสูญเสียอื่นๆ (Q_{other})	$W_{heater} - (Q_{sto,ladle} - Q_{initial,heat\ 4} + Q_{sto,heater\ 4} - Q_{initial,heater\ 4} + Q_{surface,shell_cover} + Q_{opening})$	2.04	1.98
	รวม		103.07	100.00



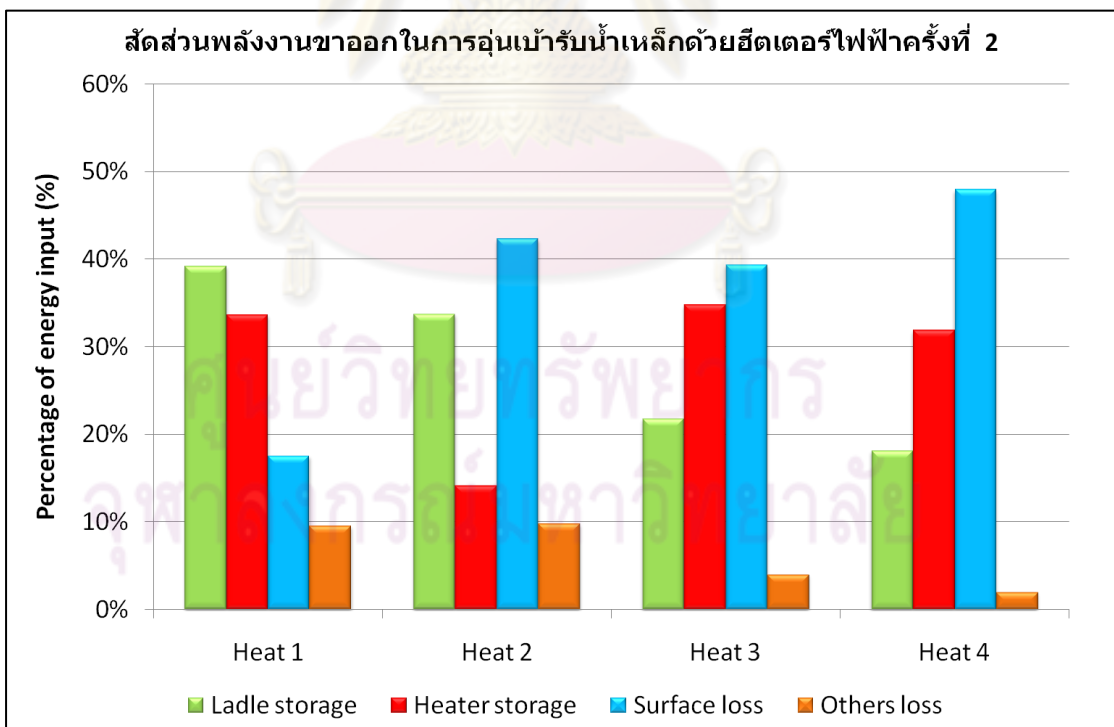
รูปที่ 5.8 สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1



รูปที่ 5.9 สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1



รูปที่ 5.10 สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2



รูปที่ 5.11 สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2

บทที่ 6

การวิเคราะห์ผลการศึกษาวิจัย

6.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง

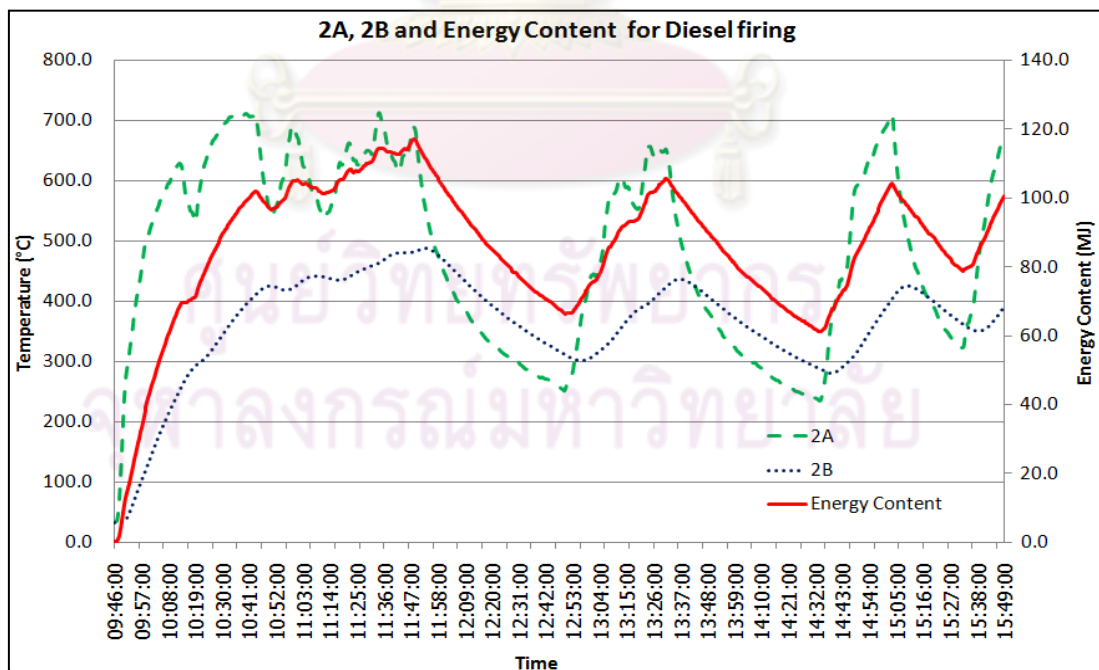
6.1.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองในการอุ่นเบียร์รับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา

ครั้งที่ 1

จากผลการทดลองการอุ่นเบียร์รับน้ำเหล็กครั้งที่ 1 ตั้งแต่ Heat 1 ถึง Heat 4 สามารถสรุปข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 6.1 สรุปผลการคำนวณสำหรับการอุ่นเบียร์รับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1

Heat	Time of heating (Min)	Energy Input (MJ)	Energy Output (MJ)				Efficiency (%)
		Fuel energy	Ladle storage	Surface loss	Opening loss	Flue & others loss	
1	120	504.78	110.97	52.11	48.83	292.87	21.98
2	45	182.1	32.53	34.26	13.72	101.59	17.86
3	31	180.2	33.07	22.62	9.00	115.51	18.35
4	19	109.26	19.32	16.15	5.68	109.26	17.68

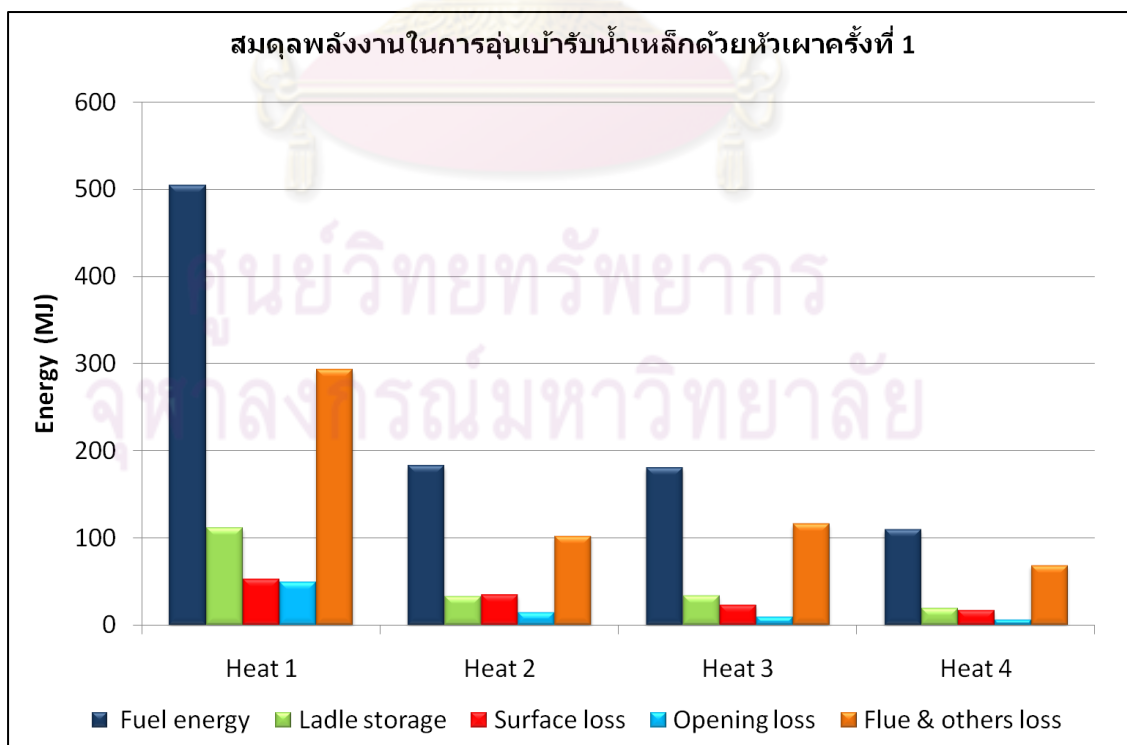


รูปที่ 6.1 ความร้อนสะสมในผนังเบียร์รับน้ำเหล็กและอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ ภายในผนังเบียร์ที่ตำแหน่งที่ 2 สำหรับการอุ่นเบียร์ด้วยหัวเผาครั้งที่ 1

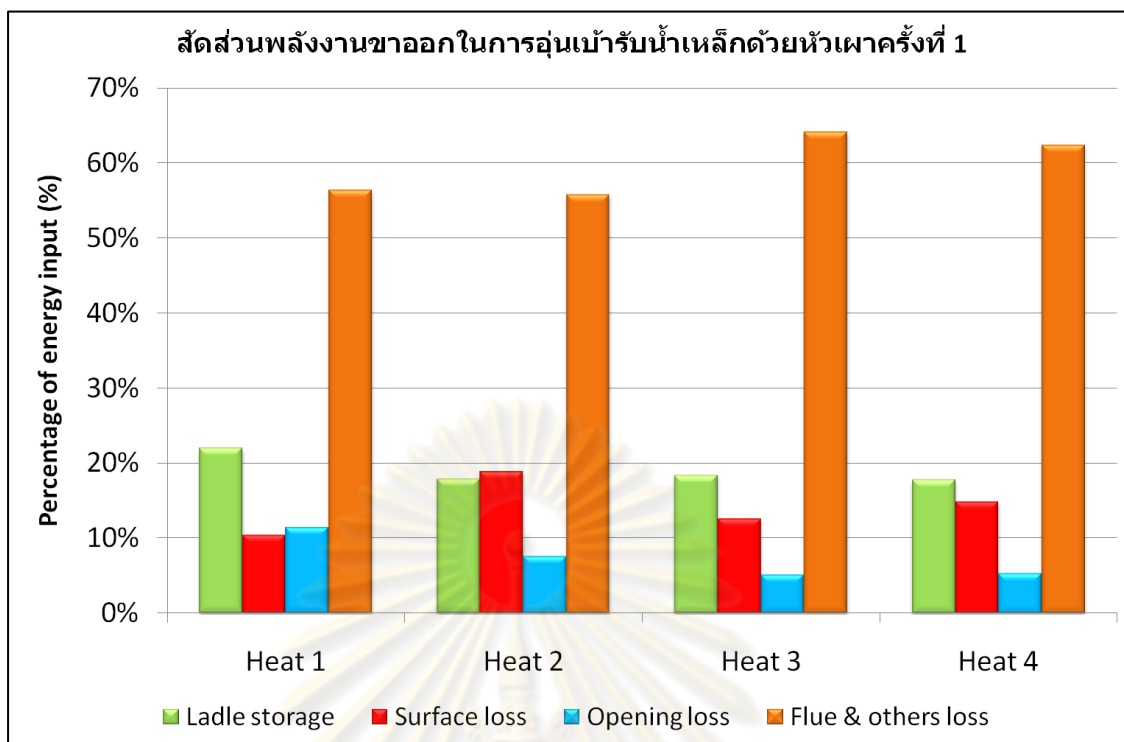
ตำแหน่งที่ตรวจวัดอุณหภูมิ 2A อยู่ใกล้กับพื้นผิวภายในมากจึงไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของแหล่งให้ความร้อน จึงจะสามารถใช้บ่งชี้สภาวะการให้ความร้อนภายในเบ้ารับน้ำเหล็กได้ ส่วนตำแหน่งที่ตรวจวัดอุณหภูมิ 2B อยู่เข้าไปในเนื้อผนังนั้นได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของแหล่งให้ความร้อนในระยะสั้นน้อย จึงจะสามารถใช้บ่งชี้หรือเป็นตัวสะท้อนสภาวะทางความร้อนสะสมของผนังได้ดี ส่วนความร้อนสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กได้มาจากการคำนวณโดยใช้อุณหภูมิที่ตรวจวัด ณ ความลึกต่างๆ ในผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก จากผลลัพธ์ของการทดลองนี้พบว่าพลังงานความร้อนสะสมที่ต้องการมีค่าประมาณ 100 MJ

นอกจากนี้ จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิที่จุด 2B น่าจะมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวควบคุมการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กได้ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณความร้อนสะสมอย่างเด่นชัดและไม่แกว่งมากจนเกินไป โดยค่าอุณหภูมิของจุด 2B ที่ใช้เป็นค่าควบคุมมีค่าประมาณ 400-450 °C

รูปที่ 6.1 สำหรับใน Heat 1 และ Heat 2 จะเห็นว่าอุณหภูมิต่ำตำแหน่ง 2A มีการแกว่งขึ้นลงเนื่องจากเป็นช่วงเริ่มการทดลองผู้ทำการทดลองได้ปรับแต่งอัตราการใช้น้ำมันให้ มีค่าประมาณ 10 ลิตรต่อชั่วโมง เพื่อให้อัตราการให้พลังงานของหัวเผามีค่าถูกต้องตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ และในระหว่างการปรับแต่งอัตราการใช้น้ำมันได้เกิดการดับของหัวเผาหลายครั้ง ทำให้พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กขึ้นช้ากว่าที่ควรจะเป็นและส่งผลให้มีการสูญเสียพลังงานทางช่องเปิดที่ปากเบ้ารับน้ำเหล็กมากกว่าใน Heat อื่นๆ



รูปที่ 6.2 สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1



รูปที่ 6.3 สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 1

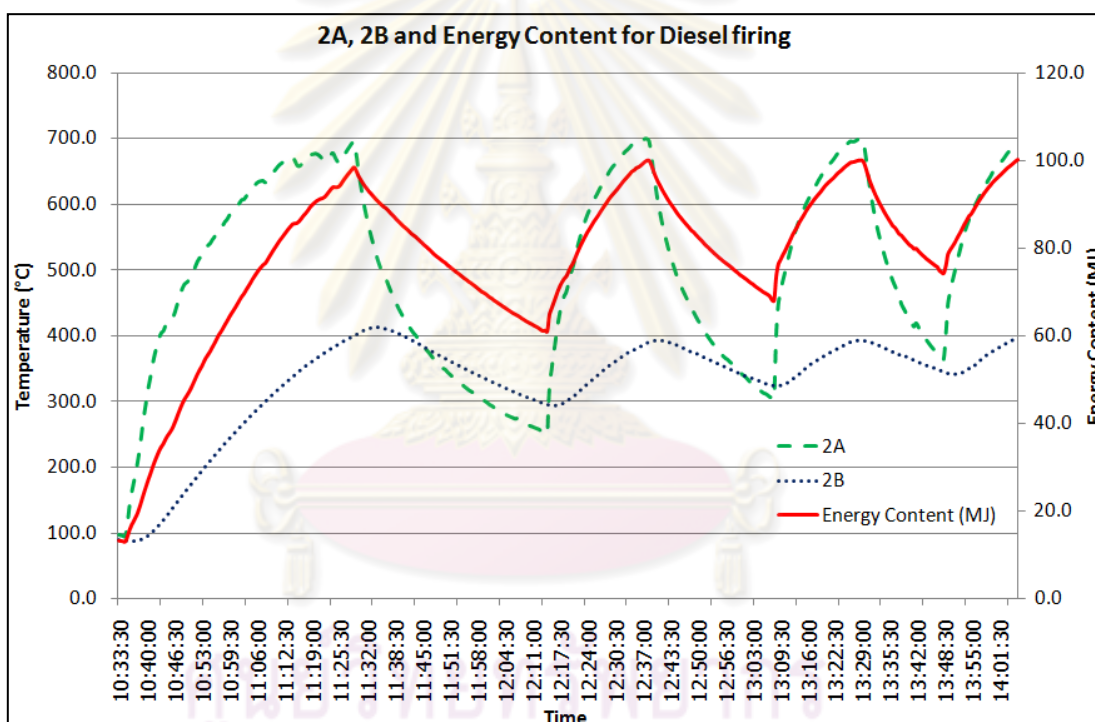
สำหรับในรูปที่ 6.2 จะเห็นว่าปริมาณของพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กกับพลังงานที่สูญเสียไปกับไอเสียมีแนวโน้มเข้าใกล้กันมากขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิของแก๊สสันดาปกับอุณหภูมิของผนังเบ้ารับน้ำเหล็กมีค่าแตกต่างกันน้อยลง ทำให้พลังงานที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงถ่ายเทเข้าไปภายในผนังของเบ้ารับน้ำเหล็กได้น้อยลง จึงทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานทางไอเสียมากขึ้นซึ่งแสดงให้เห็นในรูป ที่ 6.3

สำหรับในรูปที่ 6.3 สัดส่วนพลังงานที่สูญเสียทางผิวของตัวถังเหล็กในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาใน Heat 1 (สภาวะเบ้าเย็น) จะเห็นว่ามิต่ำกว่า Heat อื่นๆ (สภาวะเบ้าร้อน) เนื่องจากเป็นการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กจากสภาวะเย็น ในช่วงแรกของการทดลอง อุณหภูมิของผิวตัวถังเหล็กยังคงมีอุณหภูมิต่ำอยู่ ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงจะใช้เวลาพอสมควรในการถ่ายเทความร้อนมาถึงตัวถังเหล็ก จึงทำให้พลังงานที่สูญเสียทางผิวของตัวถังเหล็กมีค่าน้อยในช่วงเริ่มต้นของการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กที่สภาวะเบ้าเย็น แต่หลังจากที่ความร้อนถ่ายเทมาถึงตัวถังเหล็กแล้ว อุณหภูมิของตัวถังเหล็กมีค่าสูงขึ้น จึงเกิดการสูญเสียพลังงานทางผิวของตัวถังเหล็ก แต่อย่างไรก็ตาม สำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กในสภาวะร้อน ถึงแม้ว่าเวลาที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กจะน้อยกว่า แต่เนื่องจากผิวของตัวถังเหล็กมีอุณหภูมิสูงแล้ว จึงทำให้สัดส่วนพลังงานที่สูญเสียออกทางผิวมีค่ามากกว่า Heat 1 ถึงแม้ว่าจะใช้เวลาในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กน้อยกว่าก็ตาม

6.1.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา ครั้งที่ 2

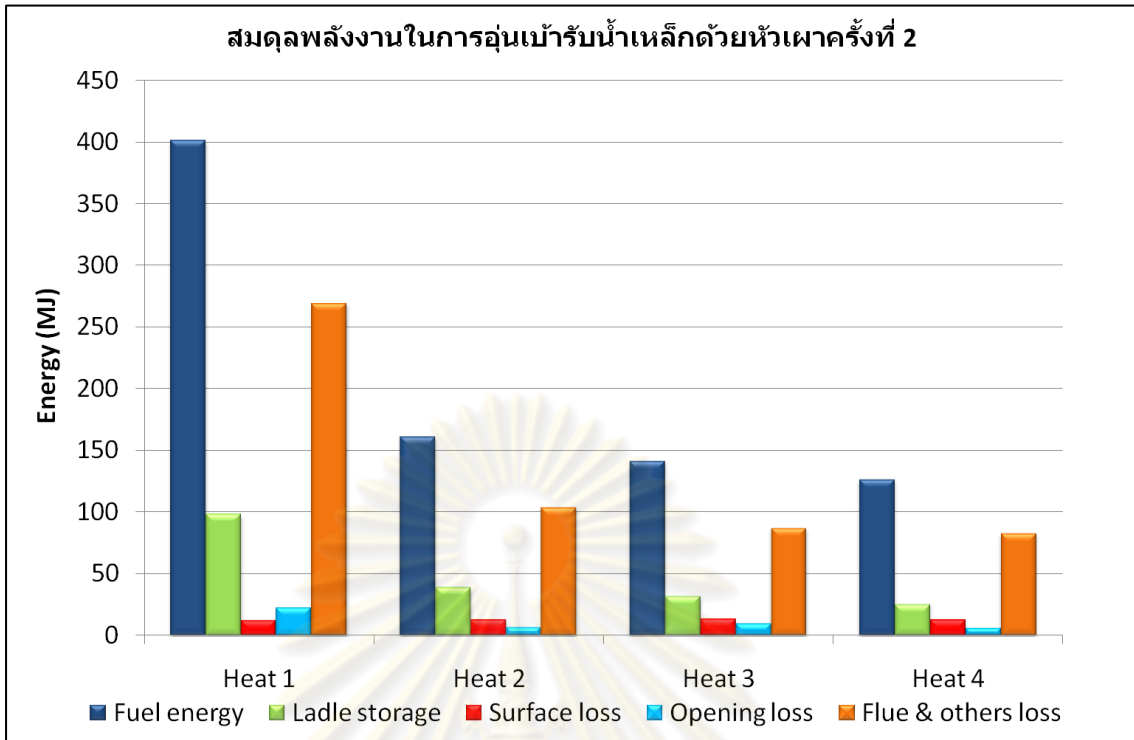
ตารางที่ 6.2 สรุปผลการคำนวณสำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2

Heat	Time of heating (Min)	Energy Input (MJ)	Energy Output (MJ)				Efficiency (%)
		Fuel energy	Ladle storage	Surface loss	Opening loss	Flue & others loss	
1	60	401.53	97.97	12.07	22.32	269.17	24.40
2	25	161.01	38.66	12.24	6.69	103.42	24.01
3	20	141.10	31.45	13.05	9.51	87.09	22.29
4	18	126.67	25.27	12.61	6.21	82.58	19.95

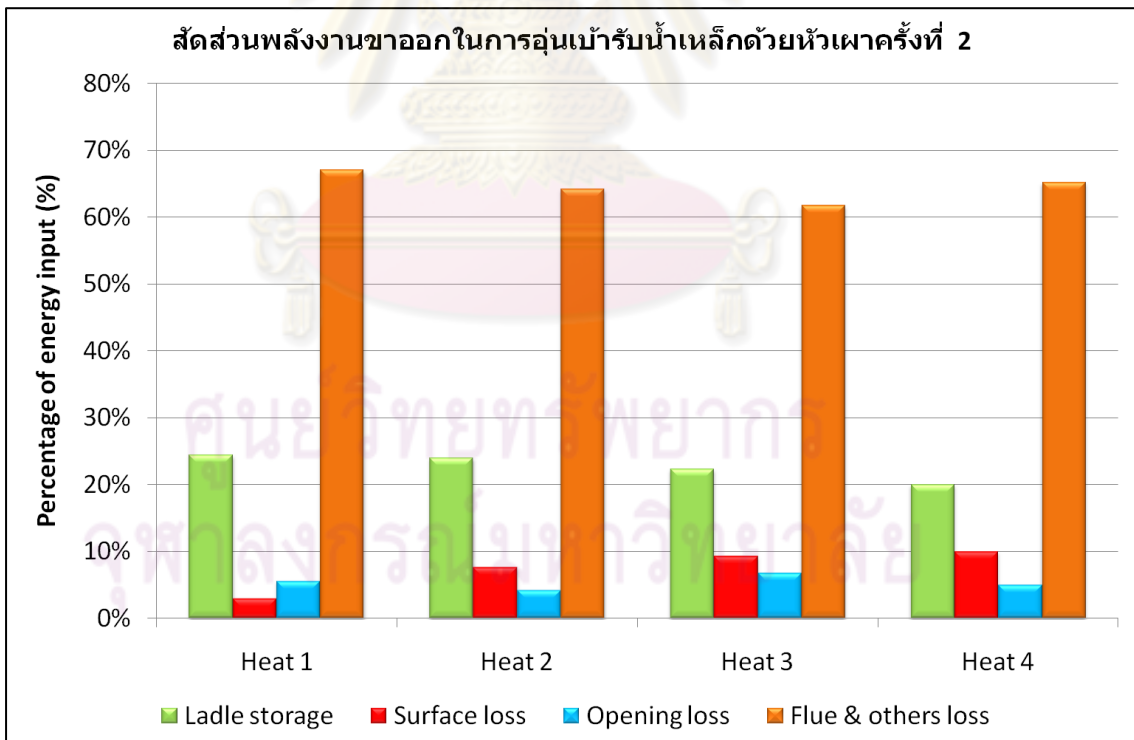


รูปที่ 6.4 ความร้อนสะสมในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กและอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ ภายในผนังเบ้าที่ตำแหน่งที่ 2 สำหรับการอุ่นเบ้าด้วยหัวเผาครั้งที่ 2

ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กในครั้งที่ 2 นั้นได้มีการควบคุมปริมาณการใช้ น้ำมัน ให้มีอัตราการใช้น้ำมันคงที่และควบคุมเปลวไฟในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กให้มีความสม่ำเสมอ พบว่าปริมาณน้ำมันที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความสม่ำเสมอของเปลวไฟที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กนั้นเป็นปัจจัยสำคัญในการประหยัดพลังงาน



รูปที่ 6.5 สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2



รูปที่ 6.6 สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาครั้งที่ 2

จากข้อมูลในรูปที่ 6.6 จะเห็นว่าสัดส่วนของพลังงานที่สะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กมีค่าใกล้เคียงแต่มีแนวโน้มสะสมพลังงานในเบ้ารับน้ำเหล็กลดลงเนื่องจากผลต่างของอุณหภูมิระหว่างเปลวไฟที่ให้ความร้อนกับเบ้ารับน้ำเหล็กกับตัวผิวผนังของเบ้ารับน้ำเหล็กด้านในมีค่าน้อยลงตามลำดับ

อัตราการสูญเสียพลังงานทางผิวตัวถังเหล็กใน Heat 1 มีน้อยเนื่องจากเหตุผลเดียวกันกับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาในครั้งที่ 1 ที่ได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้ และในรูปที่ 6.6 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของพลังงานที่สูญเสียทางผิวของตัวถังเหล็กนั้นมีค่าเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กที่สภาวะเบ้าร้อนนั้นจะใช้เวลาน้อยกว่าการอุ่นเบ้าจากสภาวะเย็นก็ยังคงมีการสูญเสียพลังงานมากกว่า เนื่องด้วยเหตุผลเดียวกันกับที่อธิบายไว้ก่อนหน้านี้

เมื่อพิจารณาการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาในครั้งที่ 2 จะเห็นว่าพลังงานในส่วนต่าง ๆ มีแนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงไปในแนวทางเดียวกัน และมีความสอดคล้องกับการทดลองอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาในครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นการยืนยันผลการทดลองได้เป็นอย่างดี

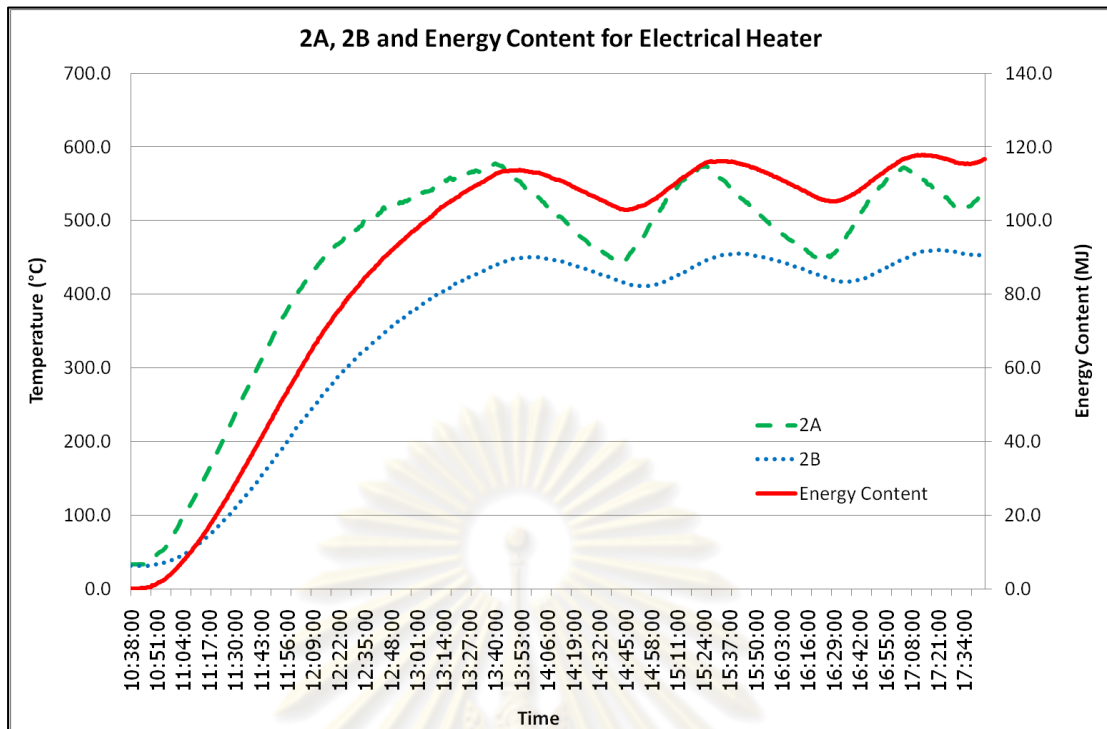
6.1.3 การวิเคราะห์ผลการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1

ตารางที่ 6.3 สรุปผลการคำนวณสำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1

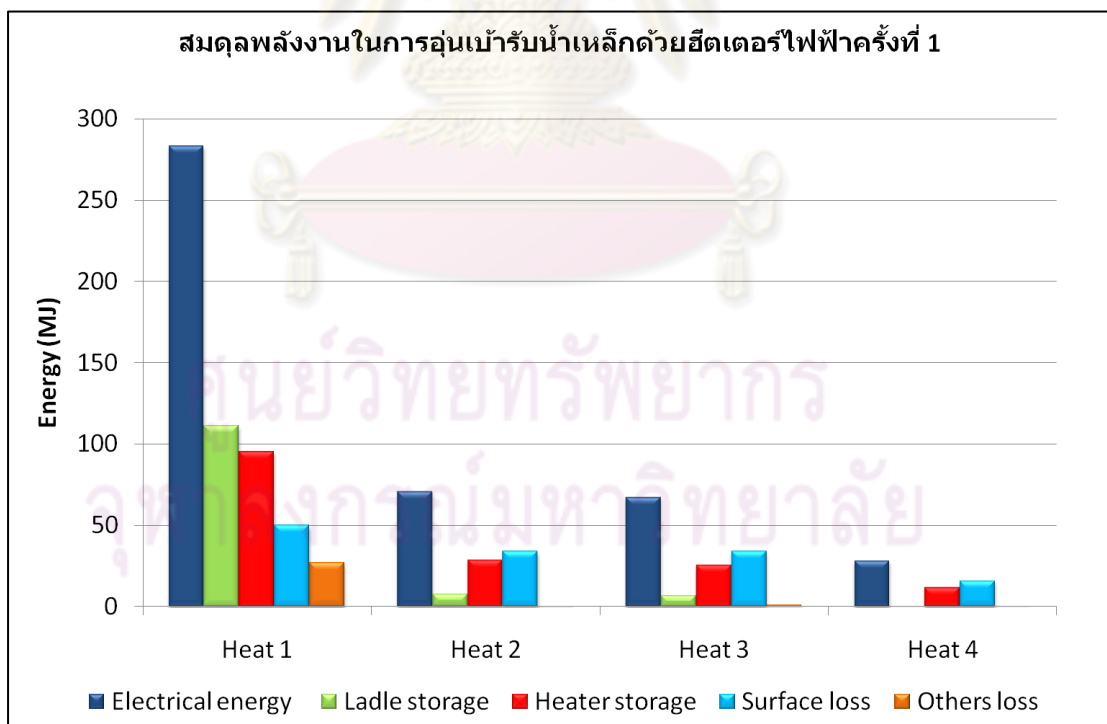
Heat	Time of heating (min)	Energy Input (MJ)	Energy Output (MJ)				Efficiency (%)
		Electrical energy	Ladle storage	Heater storage	Surface loss	Others loss	
1	180	283.07	111.02	95.34	49.7	27.01	39.22
2	42	70.96	7.76	28.6	33.84	0.76	10.93*
3	40	67.36	7.07	25.4	33.74	1.15	10.49*
4	20	28.332	0.21	11.98	15.87	0.26	0.72*

พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าในสภาวะเบ้าร้อน ถ้าระหว่างพักการอุ่นไม่ได้ยกชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าออกจากเบ้ารับน้ำเหล็ก จะมีการสูญเสียความร้อนน้อยมาก ความร้อนสะสมและอุณหภูมิในเบ้ารับน้ำเหล็กจึงลดลงค่อนข้างน้อย ดังนั้นสภาวะการอุ่นใน Heat ที่ 2 ถึง Heat ที่ 4 จะแตกต่างจากในกรณีของการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาจึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพได้

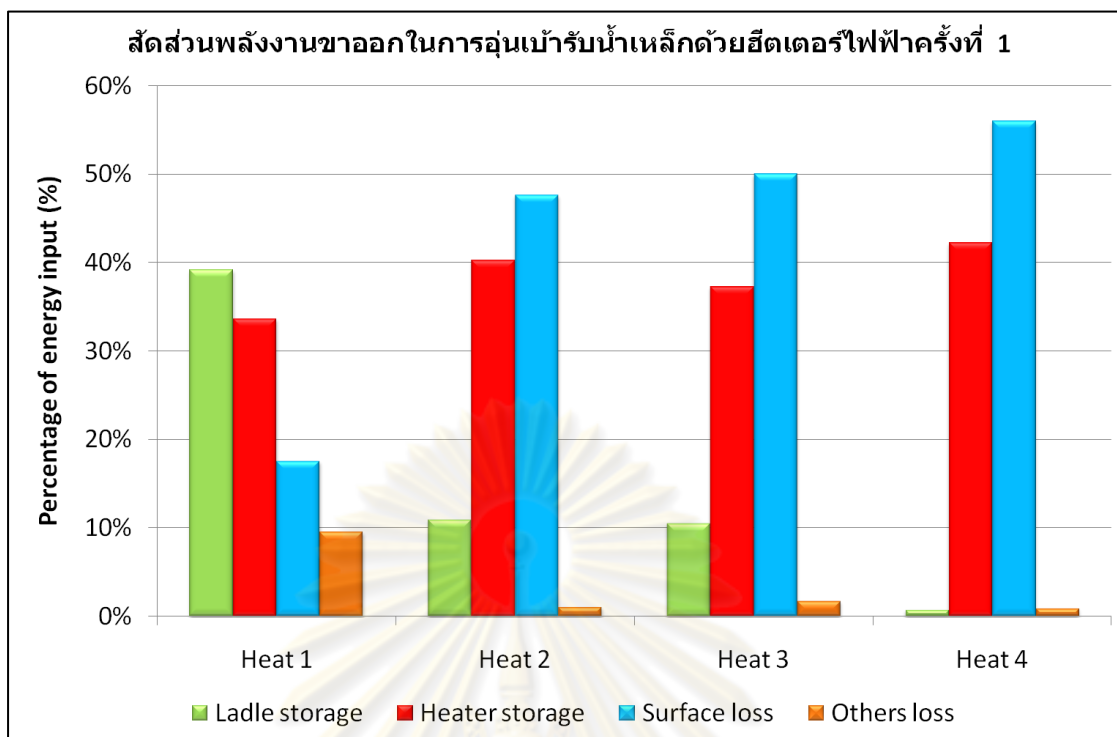
สำหรับในทางปฏิบัติที่มีการเทน้ำเหล็กจริง เบ้ารับน้ำเหล็กจะได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นจำนวนหนึ่งจากน้ำเหล็ก ดังนั้นเมื่อเทน้ำเหล็กเสร็จแล้วหากมีฝาปิดเบ้ารับน้ำเหล็กและมีการใช้งานเบ้ารับน้ำเหล็กดังกล่าวซ้ำในเวลาที่ไม่นานมากเกินไป อาจจะไม่จำเป็นต้องอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กซ้ำก็ได้



รูปที่ 6.7 ความร้อนสะสมในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กและอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ ภายในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กที่ตำแหน่งที่ 2 สำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1



รูปที่ 6.8 สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1



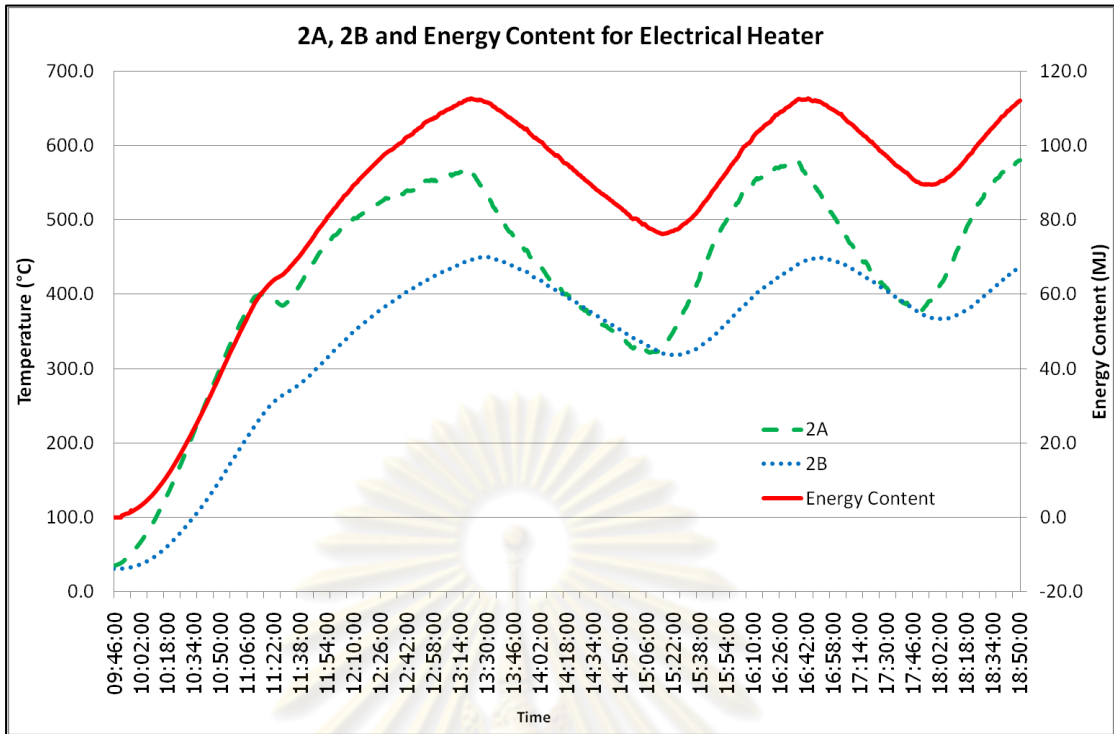
รูปที่ 6.9 สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 1

จากรูปที่ 6.8 จะเห็นว่าสัดส่วนพลังงานที่สะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กจากอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กที่สภาวะเบ้าร้อน ส่วนใหญ่จะกลายเป็นพลังงานที่เข้าไปเพิ่มเพื่อชดเชยการสูญเสียพลังงานของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าและพลังงานที่สูญเสียทางผิวของเบ้ารับน้ำเหล็ก ซึ่งใน Heat 4 จะเห็นได้อย่างชัดเจน โดยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กนั้น ได้เข้าไปเป็นพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับในรูปที่ 6.9 ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กที่สภาวะเบ้าร้อน พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กได้กลายเป็นพลังงานสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าและการสูญเสียทางผิวของตัวถังเหล็ก ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนใน Heat 4

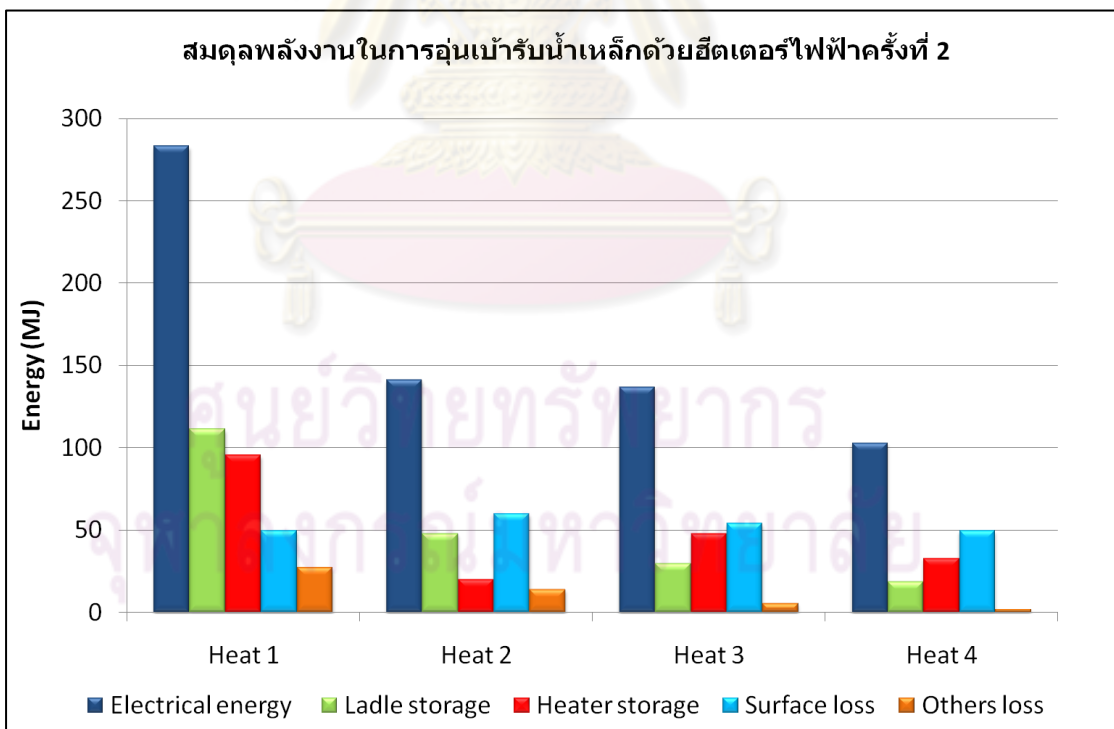
6.1.4 การวิเคราะห์ผลการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2

ตารางที่ 6.4 สรุปผลการคำนวณสำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2

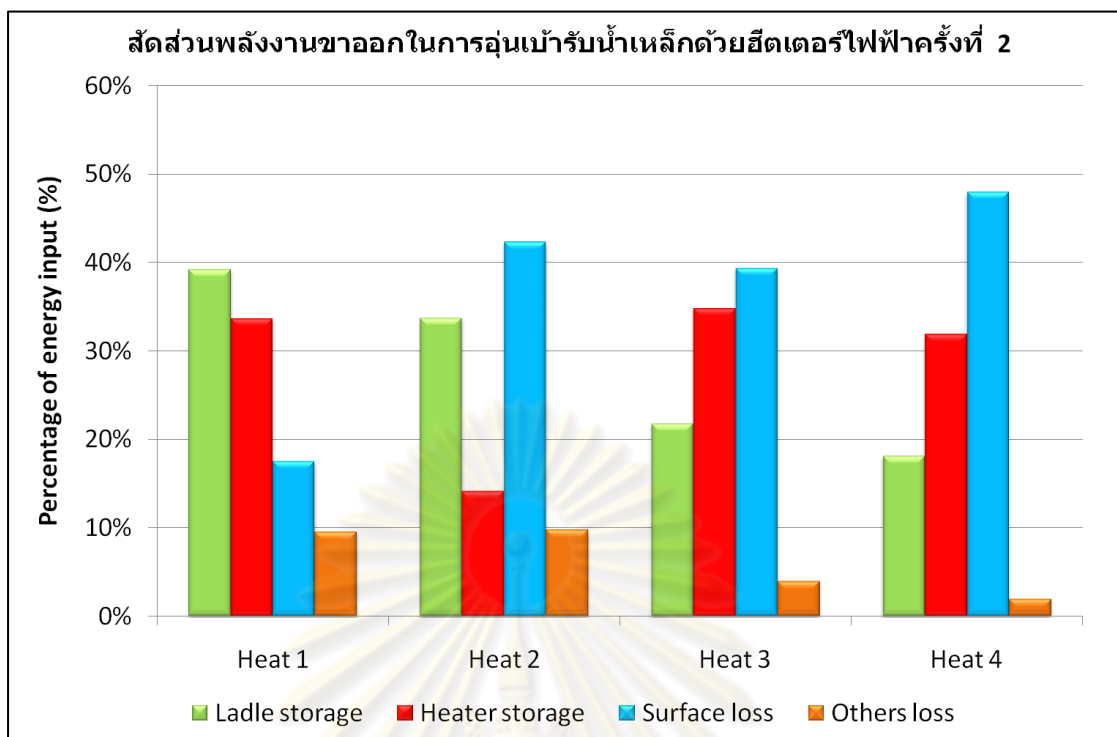
Heat	Time of heating (min)	Energy Input (MJ)	Energy Output (MJ)				Efficiency (%)
		Electrical energy	Ladle storage	Heater storage	Surface loss	Others loss	
1	180	283.07	111.02	95.34	49.7	27.01	39.22
2	110	141.09	47.63	19.97	59.71	13.78	33.76
3	90	136.91	29.83	47.67	53.94	5.47	21.70
4	70	103.07	18.71	32.89	49.43	2.04	18.16



รูปที่ 6.10 ความร้อนสะสมในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กและอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ ภายในผนังตำแหน่งที่ 2 สำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2



รูปที่ 6.11 สมดุลพลังงานในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2



รูปที่ 6.12 สัดส่วนพลังงานขาออกในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าครั้งที่ 2

สำหรับการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กในครั้งที่ 2 ในระหว่างพักการอุ่นได้ยกชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าขึ้น เพื่อเปิดช่องให้มีการสูญเสียความร้อนออกจากเบ้ารับน้ำเหล็กดังเช่นในกรณีของการอุ่นด้วยหัวเผา น้ำมัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าความร้อนสะสมและอุณหภูมิในผนังลดลงเร็วกว่าการทดลองครั้งที่ 1 แต่ก็ยังไม่เร็วเท่ากับในกรณีที่อุ่นด้วยหัวเผา อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ถือว่าเป็นสิ่งที่ไม่พึงปฏิบัติในการทำงานจริง แต่เพียงเพื่อต้องการจำลองสภาวะทางความร้อนของเบ้ารับน้ำเหล็กให้มีสภาวะเหมือนกับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา กล่าวคือเพื่อให้พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กมีค่า 60, 70, 80 MJ ซึ่งสามารถนำไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กได้

ในรูปที่ 6.12 สำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กใน Heat 2 จะเห็นได้ว่าพลังงานที่สะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้ามีค่าแตกต่างกับ Heat อื่นๆ เพราะเนื่องด้วยการเตรียมเบ้ารับน้ำเหล็กเพื่อให้พร้อมสำหรับการทดลองใน Heat 2 คือให้พลังงานในเบ้ารับน้ำเหล็กมีค่า 60 MJ ด้วยวิธีการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กให้มีพลังงานสะสมสูงกว่า 60 MJ เล็กน้อยและรอให้พลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กลดลง ซึ่งแตกต่างกับการทดลองตามปกติที่อุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กให้มีพลังงานสะสม 110 MJ และพักรอจนเหลือพลังงานสะสม 60 MJ ซึ่งเมื่อดูที่ระยะเวลาที่ฮีตเตอร์ไฟฟ้าได้หยุดพักการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก จะเห็นว่าเวลาที่ชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้านั้นหยุดทำงานเพื่อให้ชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้ามีอุณหภูมิลดลงนั้นมีเวลาน้อยกว่า ทำให้เมื่อใช้งานฮีตเตอร์ไฟฟ้าต่อ ฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะถึงอุณหภูมิที่ควบคุมไว้เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าเกิดความเสียหายได้เร็ว

ขึ้น ดังนั้นการทำงานของฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะถึงจุดที่ตัดการทำงานเร็วขึ้น ทำให้ช่วงเวลาที่ฮีตเตอร์ไฟฟ้าทำงานน้อยลง พลังงานจึงเข้าไปสะสมในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าน้อย

6.2 สรุปผลการทดลอง

ในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานของการอุ่นเบ้าด้วยหัวเผาและฮีตเตอร์ไฟฟ้า จะนำผลการทดลองของการอุ่นเบ้าในครั้งที่ 2 มาเปรียบเทียบกับเป็นไปดังตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 6.5 สรุปผลการคำนวณพลังงานที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กครั้งที่ 2

Heat	Time of heating		Input		Ladle storage		Surface loss		Efficiency	
	Minutes		MJ		MJ		MJ		%	
	Burner	Heater	Burner	Heater	Burner	Heater	Burner	Heater	Burner	Heater
1	60	180	401.53	283.07	97.97	111.02	12.07	49.70	24.40%	39.22%
2	25	110	161.01	141.09	38.66	47.63	12.24	59.71	24.01%	33.76%
3	20	90	141.10	136.91	31.45	29.83	13.05	53.94	22.29%	21.79%
4	18	70	126.67	103.07	25.27	18.71	12.61	49.43	19.95%	18.16%
Total	123	450	830.31	664.08	193.35	206.99	49.97	212.78		

เนื่องด้วยข้อจำกัดที่ว่า ขดลวดนิกเกิลโครเมียมมีช่วงการใช้งานที่อุณหภูมิไม่เกิน 1200°C เมื่อฮีตเตอร์ไฟฟ้าทำงานถึงอุณหภูมิดังกล่าว ตัวควบคุมฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่จ่ายไปยังชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า ดังนั้นเมื่อทำการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กไประยะหนึ่ง ระบบควบคุมชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับฮีตเตอร์ไฟฟ้าเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับตัวขดลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้าซึ่งแตกต่างจากหัวเผาที่สามารถให้อัตราการให้ความร้อนที่ต่อเนื่องตลอดระยะเวลา แต่สิ่งที่ลดการสูญเสียได้อย่างชัดเจนในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าคือ ไม่ก่อให้เกิดการสูญเสียทางไอเสียและช่องเปิด (Flue gas and opening) ซึ่งสังเกตได้จากการคำนวณโดยนำเอาการทดลองครั้งที่ 2 มาเปรียบเทียบกับ สำหรับประสิทธิภาพทางพลังงานถึงแม้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะใช้เวลาในการอุ่นมากกว่า ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนที่ผิวในปริมาณที่มาก แต่ก็ยังคงมีประสิทธิภาพทางพลังงานดีกว่าการใช้หัวเผาอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กในการอุ่นเบ้าที่สภาวะเย็นอย่างเห็นได้ชัด

เมื่อพิจารณาในเชิงเศรษฐศาสตร์แสดงให้เห็นว่า พลังงานที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผาใช้พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงในการทดลองทั้งสิ้น 830.31 MJ หรือเท่ากับ 22.80 ลิตร เมื่อคิดราคาน้ำมันที่ 30 บาทต่อลิตรจะได้เท่ากับ 684 บาท ส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กคือ 664.08 MJ หรือเท่ากับ 184.46 kWh เมื่อคิดราคาพลังงานไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาทจะได้เท่ากับ 553.38 บาท ฉะนั้นจะได้ผลประหยัดประมาณ 130 บาท สำหรับประสิทธิภาพการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กนั้นสามารถเปรียบเทียบจากตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 6.6 ค่าใช้จ่ายจริงในการใช้พลังงานรูปต่างๆ

แหล่งพลังงาน	หน่วยวัด	พลังงานที่ใช้ในการอุ่นน้ำ	ราคาพลังงาน	ค่าพลังงาน	ราคาพลังงาน	ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	ค่าใช้จ่ายจริง	ค่าใช้จ่ายที่ลดเมื่อใช้ไฟฟ้า
		MJ	บาท/หน่วย	MJ/หน่วย	บาท/MJ			
น้ำมันดีเซล	ลิตร	830.31	30	36.42	0.824	24.40	3.38	37.28
ไฟฟ้า	kWh	664.08	3	3.60	0.833	39.22	2.12	

*นำประสิทธิภาพในการอุ่นน้ำจากสภาวะเบ้าเย็นมาประเมินค่าใช้จ่าย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

สรุปผลการศึกษาวิจัย

7.1 ข้อสรุปผลการศึกษาวิจัย

- 1) การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าให้ผลเป็นที่น่าพอใจและสามารถใช้แทนการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา น้ำมันได้
- 2) เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานรวมสำหรับการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กที่สภาวะต่างๆ กล่าวคือ การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กที่อยู่ในสภาวะเย็น สภาวะอุ่น สภาวะร้อนและสภาวะร้อนมาก โดยมีการควบคุมสภาวะทางความร้อนของเบ้ารับน้ำเหล็กให้เหมือนกัน พบว่าการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า เสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานน้อยกว่าการอุ่นด้วยหัวเผา น้ำมันดีเซล 37.28%
- 3) ในกรณีที่มีฝาปิดเบ้ารับน้ำเหล็กขณะพักการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กดังเช่นในกรณีของการอุ่นเบ้าด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า ทำให้ไม่มีการสูญเสียความร้อนผ่านปากเบ้ารับน้ำเหล็ก ดังนั้นในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา ถ้ามีฝาปิดเบ้าในระหว่างการอุ่นรอบต่อไปก็จะสามารถลดการสูญเสียและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้
- 4) การควบคุมการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก พบว่าการใช้อุณหภูมิในผนังซึ่งวัดโดยการฝังเทอร์โมคัปเปิลไว้ในผนังเบ้ารับน้ำเหล็กที่ตำแหน่ง B จะช่วยให้สามารถควบคุมการอุ่นได้แม่นยำขึ้น และได้สภาวะทางความร้อนที่แน่นอนขึ้นในทุกรอบหรือทุกสภาวะการอุ่น
- 5) การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าให้ข้อดีในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กที่ก่อใหม่ (Sintering) อีกด้วย เนื่องจากเราสามารถตั้งค่าและควบคุมอุณหภูมิในการอุ่นได้อย่างแม่นยำ เราจึงสามารถควบคุมรูปแบบการอุ่นให้เป็นไปตามข้อกำหนดของวัสดุนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้ยืดอายุการใช้งานของวัสดุทนไฟให้ยาวนานขึ้น
- 6) การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะให้สภาพแวดล้อมที่สะอาด สงบ และปราศจากมลพิษหรือมีน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยหัวเผา น้ำมัน หรือแก๊ส การอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าจึงเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม

7.2 ข้อเสนอแนะ

1) จากผลการศึกษาปรากฏว่า มีการสูญเสียความร้อนเนื่องจากการสะสมความร้อนในชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าค่อนข้างมาก จึงควรรหาทางลดการสูญเสียในส่วนนี้ เช่น โดยการลดมวลความร้อนของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้าหรือการใช้ขดลวดที่เป็นวัสดุอื่น เช่น ซิลิกอนคาร์ไบด์ (Silicon carbide) ซึ่งสามารถคงรูปตัวมันเองได้ โดยไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุทนไฟหุ้มรองรับขดลวดความร้อน

2) ควรมีฝาปิดเบ้ารับน้ำเหล็กในระหว่างรอการใช้งานรอบต่อไปเพื่อลดการสูญเสียความร้อนผ่านปากเบ้ารับน้ำเหล็ก

3) ฮีตเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ ควรมีกำลังไฟฟ้าสูงขึ้น เพื่อลดระยะเวลาในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก

4) ควรมีฉนวนหุ้มภายนอกเบ้ารับน้ำเหล็กเพื่อลดการสูญเสียความร้อนทางผิวของเบ้ารับน้ำเหล็ก

5) ปรับลดอัตราการใช้น้ำมันของหัวเผา เพื่อให้เกิดอัตราการให้ความร้อนที่เหมาะสมเป็นการยืดอายุการใช้งานของเบ้ารับน้ำเหล็ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

- Cengel, Yunus A. and Boles, Michael A. Thermodynamics an engineering approach. 4th ed. Boston, McGraw-Hill, 2002.
- Incropera, Frank P. and Denitt, Dabid P. Introduction to heat transfer. 4th ed. New York; John Wiley & Sons, 2002.
- Kays, William M. Crawford, Michael E. and Weigand Berhard. Converctive heat and mass transfer. 4th ed. Boston; McGraw-Hill, 2005.
- The Center for Metals Production (CMP) R&D application center. Electric Resistance Ladle Preheating Improves Foundry Operations, Techcommentary report, 1988.
- The Center for Metals Production (CMP) R&D application center. Electrotechnology Use for Drying of Modern Castable Refractories, Techcommentary report, 1999.
- Research & Development, Osaka Gas Co., Ltd. Regenerative Burner System, 1993.
- Zimmer A., Lima, A., Trommer, R.M., Braganca, C.A. and Bergmann, C.P. Heat Transfer in Steelmaking Process. Journal of Iron and Steel Research, International, 2008.
- จักรวาล จรูญสารทูลและพงษ์ธร จริญญากรณ์. การปรับปรุงประสิทธิภาพของฝาและอุปกรณ์อุ่นถึงถ่ายน้ำเหล็กโดยการใช้หัวเผาแบบรีเจนเนอเรทีฟ. ใน การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 5, มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก, 2552.
- ปราโมทย์ เดชะอำไพ และนิพนธ์ วรรณโสภาคย์. ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขในงานวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ; จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- สมศักดิ์ คงโชติ. การศึกษาปรากฏการณ์การถ่ายเทความร้อนในการอุ่นถึงรับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมโลหะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2536.



ภาคผนวก (Appendices)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก (Appendix A)

ข้อมูลการทดลองอุณหภูมิต่อหน้าเหล็กโดยการใช้หัวเผา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลการทดลองอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กโดยการใช้หัวเผา น้ำมัน ครั้งที่ 1

อุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมคัปเปิลที่ตำแหน่งต่างๆ

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
09:46:00	32.4	35.8	34.7	32.0	34.2	32.1	31.9	31.9	32.2	31.6	32.1	31.8	34.4	31.3	32.1	35.2	32.4
09:46:30	32.2	35.8	34.8	31.9	34.5	31.9	31.9	31.8	31.4	31.9	32.1	31.8	34.0	31.9	31.9	35.2	32.4
09:47:00	32.4	35.8	34.7	32.0	34.5	31.9	32.1	31.9	32.1	31.8	31.9	31.9	33.4	31.8	31.9	35.3	32.5
09:47:30	46.0	35.8	34.7	32.0	47.7	31.8	31.9	32.0	32.1	31.8	31.9	31.8	597.6	31.9	31.8	35.4	32.5
09:48:00	66.5	36.0	34.8	32.0	70.3	31.9	32.1	31.9	35.7	31.9	31.9	31.9	885.8	31.9	31.8	35.4	32.4
09:48:30	94.0	36.0	35.0	32.0	107.1	32.1	31.9	31.9	47.4	31.6	32.1	31.8	811.0	31.4	32.1	35.4	32.5
09:49:00	120.5	35.3	35.3	32.0	148.3	32.4	31.9	31.8	63.5	31.6	32.1	31.9	889.5	31.8	32.1	35.5	32.4
09:49:30	151.8	34.2	35.5	32.0	196.3	32.9	31.8	31.9	77.1	32.4	32.1	32.0	918.7	32.9	32.1	35.6	32.3
09:50:00	176.7	32.8	35.3	32.1	237.0	34.4	32.2	32.0	91.7	32.9	32.1	32.0	916.5	34.4	31.9	35.6	32.4
09:50:30	194.9	30.1	35.3	32.1	266.0	36.5	31.8	32.0	105.5	33.9	32.2	31.9	913.4	35.7	32.1	35.6	32.4
09:51:00	209.4	26.6	35.3	32.1	284.6	39.3	31.8	32.0	120.8	35.2	32.2	31.9	865.7	38.0	32.1	35.7	32.5
09:51:30	220.0	22.4	35.3	32.2	296.5	43.1	31.9	32.2	137.5	37.3	32.2	32.0	898.8	40.9	32.1	35.9	32.5
09:52:00	231.2	18.0	35.7	32.3	310.6	47.6	32.4	32.3	154.9	40.1	32.1	31.9	925.3	44.0	32.1	35.9	32.6
09:52:30	241.8	12.8	35.8	32.3	327.2	52.4	32.8	32.3	172.5	42.8	32.2	32.0	937.1	47.3	32.2	35.9	32.6

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
09:53:00	253.0	7.5	36.1	32.3	340.8	57.5	33.1	32.5	189.3	46.2	32.4	32.0	983.9	50.7	32.4	36.0	32.6
09:53:30	266.7	2.0	36.6	32.4	357.9	63.1	33.9	32.7	205.3	49.7	32.6	32.0	984.6	54.3	32.8	35.9	32.6
09:54:00	283.0	-4.0	37.4	32.4	377.5	68.5	34.0	32.9	219.6	54.3	32.9	32.0	1029.1	58.4	33.1	36.0	32.6
09:54:30	290.0	OVER	38.0	32.6	389.5	74.0	35.5	33.1	233.2	58.7	33.4	32.0	979.3	62.9	33.4	35.9	32.7
09:55:00	300.7	OVER	38.2	32.6	403.7	79.8	36.6	33.3	246.1	62.9	33.9	32.0	1014.7	67.4	34.2	35.9	32.7
09:55:30	309.5	81.5	40.0	32.7	415.5	85.5	37.4	33.6	258.4	68.0	34.4	32.0	1026.7	72.3	34.7	35.8	32.8
09:56:00	319.7	86.9	40.4	32.8	426.5	90.9	39.2	33.9	270.4	72.6	35.2	32.1	903.8	77.1	35.5	35.7	32.8
09:56:30	332.8	91.8	40.9	32.9	437.3	96.2	41.1	34.3	281.9	77.4	36.1	32.1	1002.7	82.2	36.3	35.5	32.8
09:57:00	346.3	96.6	43.1	33.1	451.0	101.3	42.8	34.7	292.4	82.3	37.3	32.3	960.2	87.4	37.3	35.4	32.7
09:57:30	362.9	101.1	44.4	33.3	464.5	106.5	44.4	35.2	302.4	87.1	38.4	32.3	935.0	92.5	38.6	35.1	32.6
09:58:00	380.9	105.9	45.6	33.4	481.6	111.7	46.5	35.6	311.7	91.8	39.5	32.3	995.5	97.6	39.8	34.7	32.6
09:58:30	394.4	110.5	46.2	33.6	494.4	116.9	49.0	36.3	320.6	96.6	40.8	32.6	914.7	102.6	41.1	34.3	32.6
09:59:00	404.7	115.2	48.2	33.9	500.6	122.0	51.0	37.0	329.1	101.1	42.3	32.6	974.7	107.9	42.8	33.9	32.7
09:59:30	413.9	119.9	49.5	34.3	507.6	127.2	53.2	37.8	336.9	105.5	43.7	32.8	868.6	113.0	44.2	33.4	32.6
10:00:00	422.6	124.7	50.8	34.5	511.7	132.6	56.0	38.5	344.2	109.9	45.3	32.9	904.7	118.2	45.3	32.9	32.7
10:00:30	431.9	129.9	52.6	34.8	519.0	138.1	58.5	39.2	350.5	114.3	46.9	33.1	911.1	123.4	47.6	32.3	32.7
10:01:00	440.7	134.9	54.4	35.1	525.6	143.4	61.3	40.1	356.7	118.7	48.5	33.3	894.9	128.7	49.0	31.7	32.8

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:01:30	448.0	140.1	55.7	35.6	531.2	149.0	64.2	41.1	362.7	123.2	50.5	33.5	876.1	134.0	51.3	31.0	32.8
10:02:00	455.2	145.1	57.8	35.9	535.9	154.4	66.9	41.9	368.4	127.4	52.5	33.8	895.0	139.5	53.4	30.3	32.7
10:02:30	461.9	150.1	59.4	36.3	540.3	159.5	69.6	43.0	374.0	131.9	54.6	34.2	884.7	144.8	55.7	29.5	32.7
10:03:00	469.8	155.3	61.1	36.8	547.0	164.8	72.7	44.1	379.2	136.3	56.7	34.5	937.5	150.1	57.5	28.6	32.7
10:03:30	474.3	160.2	62.6	37.5	553.5	169.9	75.6	45.4	384.3	140.4	58.7	34.9	956.8	155.2	59.9	27.6	32.7
10:04:00	474.3	165.2	64.2	38.0	558.1	175.0	78.3	46.7	389.6	144.6	60.9	35.2	1028.5	160.3	62.6	26.8	32.7
10:04:30	476.8	170.2	65.9	38.6	565.6	180.1	81.4	47.9	395.3	148.9	63.3	35.6	1034.1	165.4	64.8	25.7	32.8
10:05:00	479.9	175.0	68.0	39.2	569.7	185.1	84.2	49.2	401.7	153.0	65.6	36.2	1034.7	170.4	67.4	24.8	32.8
10:05:30	483.1	179.5	69.7	39.9	571.4	189.7	87.3	50.6	408.7	157.2	68.2	36.8	1041.7	175.3	69.6	23.5	32.9
10:06:00	490.2	184.2	71.6	40.6	576.4	194.6	90.0	52.3	416.0	161.2	70.6	37.4	944.3	180.2	72.6	22.3	32.9
10:06:30	494.9	188.5	72.6	41.4	581.1	199.2	93.1	53.7	423.3	165.2	72.9	38.0	960.0	184.9	75.0	21.0	33.0
10:07:00	500.7	192.6	73.9	42.3	585.8	203.6	96.0	55.3	429.9	169.1	75.1	38.7	926.6	189.4	77.7	19.8	33.1
10:07:30	508.4	196.9	75.8	43.1	591.4	208.3	99.0	56.9	436.4	173.1	77.7	39.4	961.0	193.9	80.5	18.6	33.2
10:08:00	515.1	201.0	77.0	44.0	596.1	212.8	101.8	58.5	442.5	177.1	80.4	39.9	845.6	198.1	83.3	17.2	33.2
10:08:30	521.0	205.1	78.5	44.9	596.4	217.3	104.9	60.4	447.8	181.1	82.7	40.8	928.7	202.5	86.2	16.0	33.3
10:09:00	527.4	209.0	80.4	45.8	602.5	221.6	107.8	62.2	452.0	185.1	84.9	41.7	858.8	206.7	88.9	14.7	33.3
10:09:30	532.3	212.9	82.3	46.7	604.6	225.8	110.6	64.3	455.9	189.1	87.0	42.4	906.7	210.9	91.6	13.4	33.3

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:10:00	536.2	216.8	84.0	47.6	610.0	230.0	113.6	66.7	459.1	193.1	88.9	43.3	1066.4	215.3	94.3	12.2	33.4
10:10:30	533.6	220.9	85.5	48.6	614.3	234.4	116.5	70.9	462.0	197.2	91.1	44.1	1052.0	219.6	97.1	10.5	33.3
10:11:00	536.6	224.7	87.4	49.5	618.6	238.5	119.0	72.1	466.2	201.1	93.2	45.2	1022.1	223.9	100.1	8.8	33.3
10:11:30	537.5	228.7	88.9	50.6	624.0	242.7	122.1	74.3	470.6	205.0	95.1	46.0	1053.1	228.0	102.9	7.1	33.3
10:12:00	534.6	232.5	89.6	51.6	626.7	246.6	125.0	77.4	474.8	208.8	97.0	47.0	1109.7	232.2	105.6	5.5	33.3
10:12:30	533.5	236.3	91.3	52.8	628.8	250.9	127.6	81.3	478.9	212.6	99.0	48.0	1071.1	236.1	108.5	3.7	33.2
10:13:00	528.6	239.8	92.8	54.0	627.9	254.8	130.3	84.2	481.3	216.2	100.7	49.1	1063.8	240.1	111.0	2.0	33.3
10:13:30	521.1	243.3	94.3	55.0	622.7	258.8	132.7	85.0	487.7	219.7	102.7	50.1	953.7	243.8	113.4	0.0	33.2
10:14:00	509.2	246.6	95.9	56.0	610.9	262.8	135.4	86.2	492.5	223.6	105.0	51.2	877.6	247.8	116.0	-1.8	33.0
10:14:30	494.5	250.0	97.1	57.1	593.2	266.6	138.1	87.0	494.5	227.2	107.0	52.2	716.3	252.0	118.2	-3.4	32.9
10:15:00	484.2	252.6	97.9	58.4	576.9	270.3	140.4	87.8	496.7	230.7	109.0	53.3	816.3	255.8	120.4	-5.1	33.0
10:15:30	480.4	255.1	98.9	59.6	570.8	273.9	142.9	89.0	496.2	234.2	111.0	54.4	901.5	259.2	122.6	-6.8	33.0
10:16:00	475.8	257.3	100.1	60.8	566.6	277.2	145.4	90.5	495.6	237.3	113.1	55.6	865.7	261.9	125.0	-8.4	33.1
10:16:30	468.2	259.2	101.7	62.0	558.2	280.3	148.1	91.8	495.6	240.5	115.3	56.7	860.7	264.8	125.1	-9.9	33.2
10:17:00	461.0	260.8	102.7	63.2	549.9	283.1	150.6	93.2	494.8	243.6	117.4	58.0	912.6	268.0	126.6	-11.4	33.2
10:17:30	460.2	262.1	103.0	64.4	548.6	285.6	153.0	94.8	495.0	246.5	119.6	59.2	947.2	270.6	129.5	-12.9	33.1
10:18:00	455.9	263.5	104.2	65.7	545.0	288.1	156.0	96.8	494.4	249.7	121.8	60.5	693.9	272.8	132.4	-14.4	32.9

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:18:30	449.9	264.4	106.3	66.7	535.7	290.0	158.9	98.5	493.8	252.5	124.3	61.7	761.4	275.2	135.2	-15.7	32.9
10:19:00	447.3	265.3	108.1	67.6	531.4	292.1	161.3	98.7	493.3	255.5	126.7	63.1	898.5	276.8	137.6	-17.1	33.0
10:19:30	462.0	266.2	108.7	68.9	542.1	294.1	164.0	99.1	491.6	258.1	129.1	64.4	956.0	279.0	140.3	88.1	33.1
10:20:00	481.3	267.1	109.5	70.3	562.1	295.7	166.8	99.2	491.3	260.7	131.4	65.8	954.6	280.3	142.6	89.6	33.1
10:20:30	495.9	267.9	112.2	71.6	578.0	297.2	169.1	102.9	493.1	263.5	134.0	66.9	919.9	282.1	145.1	90.9	33.1
10:21:00	508.2	268.6	114.1	73.0	591.1	298.6	171.5	104.3	495.6	264.9	136.3	68.2	934.6	283.6	147.2	91.9	33.2
10:21:30	519.8	269.4	112.1	75.0	603.0	300.1	173.1	106.1	498.7	267.1	138.5	69.4	1043.8	284.5	149.4	93.6	33.3
10:22:00	528.3	270.4	112.4	77.0	614.5	301.5	175.5	107.0	500.5	268.9	140.8	70.7	996.5	286.5	151.7	95.1	33.3
10:22:30	532.6	272.1	112.0	79.2	623.4	303.1	177.5	107.4	504.9	270.6	143.2	72.0	1125.7	288.0	154.1	96.7	33.3
10:23:00	534.9	273.9	112.5	81.5	629.8	305.2	180.0	108.0	509.2	271.8	145.6	73.2	1066.1	289.5	156.5	98.1	33.4
10:23:30	540.2	275.8	114.2	83.7	635.7	307.3	182.6	108.6	513.9	273.9	147.9	74.4	980.3	292.0	158.4	99.5	33.3
10:24:00	545.4	278.1	117.6	85.5	642.7	309.7	185.9	110.0	519.0	276.9	150.4	75.6	1073.0	294.4	160.4	100.8	33.3
10:24:30	550.1	280.3	123.0	87.3	649.5	312.1	187.8	110.5	524.8	279.8	152.8	76.9	1034.1	296.4	162.8	101.7	33.2
10:25:00	557.6	282.6	124.8	89.0	655.1	314.8	189.8	110.7	529.1	282.4	155.2	78.0	1048.2	299.3	165.0	102.9	33.0
10:25:30	564.9	285.2	125.8	90.7	659.2	317.6	191.9	111.1	533.5	284.9	157.5	79.2	982.6	299.9	167.6	104.1	33.1
10:26:00	569.6	287.4	132.7	91.9	665.4	320.2	193.7	111.3	538.0	288.1	159.7	80.4	976.9	304.4	169.5	105.3	32.9
10:26:30	573.7	290.0	136.0	93.2	668.2	322.8	195.9	111.5	541.3	290.8	162.0	81.6	960.0	307.3	171.6	106.6	32.7

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:27:00	578.4	292.9	133.9	95.2	670.3	325.9	197.4	110.3	543.5	291.9	164.3	82.7	1036.1	310.2	174.0	108.0	32.8
10:27:30	583.7	295.7	129.5	97.4	674.1	329.0	199.6	111.8	546.6	294.5	166.2	83.7	1003.2	314.2	174.2	109.5	32.9
10:28:00	586.3	298.1	125.8	99.7	677.0	331.9	201.4	112.9	550.2	298.0	168.3	84.5	1097.9	317.6	177.4	111.4	33.0
10:28:30	585.8	300.5	122.4	99.5	678.6	334.7	202.8	119.9	553.9	299.9	165.5	85.4	1037.5	320.2	178.8	113.0	33.2
10:29:00	590.0	303.0	121.1	99.8	680.8	337.5	204.6	127.0	556.9	301.7	164.4	86.6	1012.0	323.5	180.8	114.8	33.3
10:29:30	594.0	305.7	131.1	99.9	687.7	340.5	207.5	132.1	559.5	304.2	170.4	87.8	986.9	326.3	183.2	116.1	33.2
10:30:00	598.5	308.1	136.4	99.8	691.6	343.4	209.6	134.3	562.8	309.0	171.9	88.8	967.0	328.5	185.4	117.2	33.2
10:30:30	601.9	310.5	141.7	100.4	693.4	346.2	211.6	136.5	566.3	311.3	175.1	89.8	970.4	330.8	187.5	118.2	33.2
10:31:00	605.5	312.5	144.0	101.1	695.5	349.2	213.4	139.3	568.8	312.9	176.0	91.1	968.7	334.0	189.8	119.4	33.1
10:31:30	609.2	316.0	143.0	102.1	696.9	352.1	215.2	142.7	570.8	316.2	178.7	91.9	993.3	337.5	191.8	120.6	33.2
10:32:00	613.9	318.5	139.9	102.8	698.4	354.9	217.1	146.0	572.6	317.7	181.0	92.5	983.7	340.3	193.5	122.1	33.3
10:32:30	618.4	321.2	141.0	103.4	703.0	358.0	220.2	148.3	575.1	318.3	184.4	93.7	985.1	342.8	195.4	123.5	33.3
10:33:00	621.6	321.9	146.6	103.6	705.9	360.7	221.9	150.1	577.2	317.4	186.2	94.7	944.4	344.9	197.4	124.6	33.3
10:33:30	624.2	326.2	147.8	104.1	705.8	363.5	224.1	151.9	579.5	320.5	188.6	96.0	961.9	345.7	199.6	125.4	33.3
10:34:00	627.9	328.9	143.5	104.8	707.0	366.3	225.6	154.2	581.5	323.7	191.5	97.4	964.6	349.5	201.0	126.4	33.3
10:34:30	629.3	331.5	143.2	105.5	707.8	369.1	227.2	156.6	583.3	326.7	193.7	98.7	995.7	352.5	203.3	127.8	33.4
10:35:00	624.8	334.0	142.4	106.1	710.4	371.6	228.8	158.7	585.3	329.2	196.6	99.8	1009.0	354.8	205.4	129.1	33.5

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:35:30	626.5	336.4	139.9	106.7	710.6	374.1	230.8	161.0	588.1	332.8	198.9	101.0	972.6	357.3	207.6	130.3	33.6
10:36:00	630.3	339.1	140.6	107.3	711.2	376.8	233.5	162.9	590.9	335.4	201.5	102.1	986.6	359.7	209.6	131.3	33.5
10:36:30	633.2	341.3	148.9	107.8	713.1	379.3	235.6	164.3	593.2	338.9	202.8	103.5	941.3	362.6	211.6	132.3	33.6
10:37:00	635.9	343.7	151.3	108.3	712.4	381.7	237.8	166.0	595.4	342.9	205.7	104.5	921.9	359.8	213.6	133.4	33.6
10:37:30	638.0	345.9	153.6	108.8	710.5	384.3	240.1	167.6	597.3	346.6	208.8	105.6	921.4	367.2	216.0	134.3	33.8
10:38:00	641.6	348.1	153.8	109.3	709.8	386.6	242.2	169.3	598.4	349.3	209.5	106.9	921.8	370.0	217.8	135.4	33.8
10:38:30	644.2	350.6	154.4	110.0	708.6	389.1	243.8	171.1	599.6	353.5	211.1	108.0	911.1	372.8	220.2	136.2	33.9
10:39:00	648.1	353.5	153.3	110.6	709.7	391.6	246.0	172.9	600.1	356.9	213.6	109.3	965.2	375.3	221.4	137.3	33.9
10:39:30	649.6	355.7	150.5	111.2	711.7	393.9	247.2	175.2	601.0	359.1	215.9	110.4	936.8	378.0	224.5	139.1	33.9
10:40:00	650.2	357.5	147.9	111.7	710.9	396.0	248.7	177.1	602.7	360.9	216.6	112.1	916.0	380.5	226.1	140.8	33.9
10:40:30	651.2	359.7	146.7	112.3	709.0	398.2	250.4	178.8	603.9	363.5	220.9	113.3	903.7	382.5	228.3	142.0	34.0
10:41:00	652.5	361.9	147.0	112.8	706.6	400.1	252.5	180.3	605.5	366.0	222.7	114.8	923.7	384.7	229.6	143.4	34.0
10:41:30	653.9	364.1	151.3	113.3	706.4	402.3	254.3	181.6	606.4	368.5	223.6	115.9	930.1	386.6	232.0	144.6	34.1
10:42:00	655.5	366.2	154.8	113.7	707.4	404.3	256.6	183.1	607.5	370.7	224.3	117.3	910.8	388.6	233.6	146.3	34.2
10:42:30	657.6	367.8	154.9	114.7	706.9	406.3	258.4	184.7	608.5	373.1	227.5	118.8	887.8	390.5	235.2	147.3	34.3
10:43:00	657.8	369.7	155.7	116.1	707.4	408.3	259.3	186.3	609.2	374.7	230.5	119.7	1000.8	391.9	237.7	148.3	34.4
10:43:30	653.0	371.6	156.4	117.3	710.6	410.2	262.0	187.4	610.2	376.1	231.5	120.9	1002.8	394.5	239.2	149.2	34.3

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:44:00	639.7	373.5	156.6	118.6	699.5	412.2	263.8	188.5	611.6	378.4	234.1	121.9	989.8	396.6	241.2	151.6	34.3
10:44:30	626.4	375.3	157.2	120.9	686.5	414.1	265.4	189.5	612.3	380.4	236.6	123.2	686.1	398.0	242.8	153.1	34.1
10:45:00	609.7	377.0	155.7	122.9	665.3	416.0	266.7	190.6	612.1	382.7	238.5	124.5	540.9	400.1	245.0	154.4	34.0
10:45:30	594.5	378.9	158.6	124.9	646.2	417.8	268.9	191.2	609.9	384.3	241.9	125.5	544.0	401.8	247.2	155.7	33.9
10:46:00	580.1	380.4	160.3	128.2	628.1	419.4	271.1	192.3	606.3	386.3	242.8	126.5	504.4	403.5	248.7	156.7	33.9
10:46:30	566.1	381.6	164.5	130.0	611.4	420.9	272.5	193.0	601.9	388.3	245.4	127.6	513.7	405.1	250.7	157.8	33.9
10:47:00	554.6	382.3	162.9	130.8	597.2	422.2	274.2	193.2	597.1	389.6	247.8	129.1	515.2	406.3	252.1	158.8	33.9
10:47:30	545.6	383.0	162.4	131.8	586.2	423.5	276.2	193.4	591.5	390.9	249.7	130.3	589.8	407.2	253.2	159.9	33.8
10:48:00	538.0	383.3	163.0	132.8	576.6	424.1	277.5	193.8	586.1	392.5	251.9	131.5	502.9	407.8	254.7	161.0	33.8
10:48:30	528.1	383.0	165.9	134.0	566.1	424.7	278.8	194.3	580.7	393.8	253.9	133.0	470.0	407.4	257.4	162.3	33.7
10:49:00	520.0	382.9	166.6	135.3	555.5	425.0	280.9	195.2	575.0	394.9	255.9	134.2	532.5	406.9	259.1	162.9	33.7
10:49:30	514.1	382.2	167.8	136.2	547.8	424.9	282.4	195.5	569.3	395.7	257.7	135.4	602.0	407.7	260.8	163.9	33.8
10:50:00	508.7	381.7	170.3	136.9	541.7	424.8	284.5	195.9	564.6	396.6	259.6	136.9	596.1	407.2	262.2	164.9	33.8
10:50:30	508.4	381.2	185.2	137.2	543.7	424.4	286.8	195.2	560.1	397.1	261.7	138.0	648.5	405.6	264.6	165.5	33.6
10:51:00	514.0	380.4	181.7	137.7	547.5	424.0	287.9	196.3	556.5	397.2	263.7	139.1	621.4	406.1	266.6	166.2	33.6
10:51:30	520.1	379.4	180.9	138.4	553.2	423.5	290.0	196.8	553.5	397.3	265.7	140.3	703.6	405.6	267.8	167.3	33.6
10:52:00	523.8	378.6	178.1	139.4	558.2	423.1	290.6	197.9	551.1	397.4	267.7	141.8	875.2	405.0	269.2	168.0	33.6

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:52:30	525.2	377.3	175.9	140.1	562.7	422.2	291.0	198.4	549.9	397.5	269.2	142.9	1001.8	404.3	270.3	168.6	33.6
10:53:00	533.8	376.4	174.0	141.2	579.4	421.3	292.6	199.0	550.2	397.9	270.8	144.2	944.8	403.6	270.6	169.4	33.6
10:53:30	535.6	375.6	174.4	142.6	583.9	420.6	293.0	199.9	552.3	398.2	272.2	145.2	1026.4	402.7	272.1	170.4	33.6
10:54:00	543.3	374.7	172.8	143.8	595.4	419.7	293.5	200.7	555.9	398.5	273.9	146.3	963.6	401.9	273.0	171.5	33.7
10:54:30	545.6	373.9	173.1	144.9	600.0	419.1	294.1	201.5	560.2	398.6	275.5	147.4	989.8	400.9	274.3	172.3	33.8
10:55:00	549.2	373.8	172.8	145.9	604.9	418.6	295.1	202.4	564.8	398.6	276.9	148.6	949.5	400.3	275.4	172.9	33.8
10:55:30	552.5	373.7	177.7	146.6	611.0	418.6	297.4	202.5	569.7	399.0	278.6	149.9	960.7	400.0	275.4	173.6	33.7
10:56:00	564.8	374.0	183.8	147.0	625.5	418.4	297.9	203.2	574.8	399.4	280.3	151.0	950.0	398.9	278.0	174.0	33.8
10:56:30	583.6	374.3	187.3	147.8	646.2	418.4	299.0	204.3	579.7	400.1	281.6	152.0	982.5	398.9	278.6	174.0	33.8
10:57:00	598.1	374.7	184.6	148.6	661.5	418.7	299.4	205.5	584.9	400.8	283.2	153.2	943.7	399.2	279.5	174.3	33.9
10:57:30	608.9	375.2	186.6	149.3	671.4	419.2	299.8	206.4	590.0	401.5	284.6	154.3	1017.2	399.5	280.5	175.0	33.9
10:58:00	623.1	375.7	183.2	150.2	685.3	420.0	301.0	207.8	594.1	402.4	286.1	155.5	995.7	400.8	280.9	175.7	34.0
10:58:30	624.1	377.2	185.0	151.0	691.3	421.1	301.3	208.7	598.5	403.7	287.7	157.0	1095.4	401.9	280.7	176.4	34.2
10:59:00	616.0	378.0	182.2	152.0	688.3	422.2	301.3	209.7	603.0	404.6	288.8	158.0	1083.5	402.7	281.0	177.1	34.2
10:59:30	610.5	379.2	180.8	153.0	686.3	423.4	301.7	210.4	607.3	405.7	290.0	159.1	1080.8	403.7	280.9	177.9	34.1
11:00:00	601.6	380.7	180.4	154.0	678.6	424.9	302.2	211.1	611.2	407.0	291.3	160.1	985.8	404.9	281.4	178.8	34.0
11:00:30	595.9	382.3	184.7	154.5	673.0	426.4	303.8	211.5	614.5	408.1	292.6	160.8	1013.9	404.9	283.0	178.8	34.0

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:01:00	592.2	384.1	191.2	155.1	669.2	428.0	304.6	212.2	617.2	409.9	294.0	161.8	853.7	406.2	283.9	178.8	34.0
11:01:30	584.5	385.5	186.1	156.1	656.1	429.9	304.8	213.5	619.0	411.3	295.2	162.8	858.6	407.9	284.5	179.6	34.1
11:02:00	577.5	387.0	184.3	157.2	646.3	431.7	304.9	214.6	619.0	412.7	296.5	164.1	858.9	409.9	284.9	181.4	34.2
11:02:30	567.9	388.0	181.5	158.2	633.3	433.2	304.6	215.2	618.1	414.3	297.7	165.1	858.3	411.0	284.8	183.5	34.3
11:03:00	561.1	388.6	180.7	159.1	624.1	434.4	304.8	215.7	616.4	416.0	298.9	166.2	1018.5	412.5	285.0	185.6	34.3
11:03:30	559.3	389.4	178.1	160.1	622.6	435.8	305.8	216.1	614.6	417.5	300.3	167.1	1034.9	413.8	285.5	187.8	34.2
11:04:00	557.2	390.1	177.5	161.3	621.9	437.3	307.5	216.5	613.5	419.5	301.6	168.2	836.3	414.5	285.5	187.6	34.2
11:04:30	553.0	390.5	179.2	162.1	618.4	438.3	308.6	217.1	612.8	420.7	302.8	169.1	830.0	415.3	286.6	186.2	34.2
11:05:00	547.8	391.0	179.6	162.6	611.2	439.2	308.6	217.3	612.2	421.9	303.9	169.8	775.2	415.2	287.0	184.7	34.3
11:05:30	543.4	391.1	180.0	163.2	601.1	439.8	309.2	217.8	611.6	422.8	305.1	170.4	793.4	416.0	287.2	185.1	34.2
11:06:00	538.7	391.3	182.1	163.6	592.2	440.3	309.0	218.4	610.5	423.9	306.2	170.7	822.1	415.3	288.9	186.3	34.2
11:06:30	533.4	391.2	182.2	164.2	584.8	440.6	309.8	219.0	609.0	425.0	307.7	171.3	774.0	415.5	289.9	187.3	34.1
11:07:00	530.4	390.9	181.5	165.1	581.7	441.0	310.4	219.3	607.8	425.9	309.0	172.5	797.0	416.4	290.4	188.5	34.1
11:07:30	527.3	390.5	181.0	165.4	576.8	441.1	310.5	219.6	606.9	426.9	310.2	173.5	931.1	416.9	291.2	189.1	34.1
11:08:00	527.7	390.3	179.4	166.5	578.0	441.4	311.5	220.1	605.6	427.7	311.4	174.6	708.8	417.1	291.0	190.1	34.1
11:08:30	523.9	389.9	182.9	165.8	572.5	441.4	312.9	220.1	604.4	428.7	312.9	175.7	630.0	416.9	291.9	191.1	34.1
11:09:00	519.9	389.9	180.8	166.8	563.6	441.5	312.8	220.7	603.3	429.8	314.3	176.7	664.1	416.9	292.0	192.1	34.1

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:09:30	515.7	389.6	180.1	168.0	555.8	441.1	313.6	220.9	601.4	430.7	315.5	177.0	684.2	416.7	292.9	193.8	34.1
11:10:00	512.7	388.7	179.3	168.7	550.8	441.0	312.6	221.6	599.3	431.4	316.7	177.8	776.5	416.3	294.5	195.2	34.3
11:10:30	509.0	388.3	180.2	169.2	547.4	441.0	313.9	221.8	597.2	431.7	318.1	178.8	843.7	416.1	295.4	196.2	34.2
11:11:00	505.0	387.4	180.6	169.7	541.9	440.6	314.0	222.3	595.4	432.7	319.3	179.6	727.0	414.4	296.2	197.0	34.2
11:11:30	503.6	386.7	180.3	169.8	538.0	440.1	314.2	222.8	593.8	433.5	320.5	180.6	762.4	415.1	295.9	198.4	34.2
11:12:00	502.2	386.6	183.0	169.7	538.5	440.0	317.1	222.6	592.2	433.9	321.6	181.5	724.3	414.3	296.8	193.0	34.2
11:12:30	505.9	386.1	192.1	169.0	543.5	439.2	317.8	222.7	590.9	434.7	322.9	182.2	755.5	411.9	298.5	189.7	34.3
11:13:00	509.2	385.9	197.7	168.6	547.6	438.6	318.9	222.8	589.5	435.0	324.3	182.8	694.2	410.2	299.0	187.8	34.3
11:13:30	510.5	385.4	194.9	169.0	547.8	438.2	319.3	223.3	587.8	435.3	325.4	183.6	669.9	409.7	299.8	186.8	34.3
11:14:00	515.4	384.8	199.1	169.2	552.9	437.5	320.1	223.6	585.8	435.6	326.6	184.3	804.9	408.3	300.4	186.2	34.3
11:14:30	521.3	384.6	197.8	169.7	559.8	436.8	319.3	224.1	584.0	435.9	327.7	185.0	848.5	408.0	301.0	186.5	34.3
11:15:00	525.9	384.1	193.0	170.6	566.6	436.6	320.1	224.6	582.6	436.0	328.9	186.0	722.4	409.0	301.5	187.0	34.4
11:15:30	528.0	383.7	191.9	171.6	567.3	436.2	320.8	225.0	581.3	436.3	330.0	187.2	821.0	409.4	301.5	188.0	34.3
11:16:00	532.3	383.4	198.1	171.4	575.4	435.8	322.9	224.9	581.1	436.7	331.2	188.0	901.4	409.1	300.7	187.1	34.3
11:16:30	542.2	383.9	208.7	170.5	593.8	435.5	323.4	224.8	582.1	436.8	332.4	188.5	939.9	409.0	301.1	186.5	34.3
11:17:00	553.3	383.9	211.2	170.3	610.7	435.0	323.7	225.2	584.1	437.1	333.3	189.1	915.2	408.1	301.0	186.1	34.3
11:17:30	564.5	384.3	209.3	170.7	623.7	435.0	323.3	226.2	586.8	437.4	334.3	189.8	883.6	405.3	302.3	186.3	34.2

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:18:00	572.1	384.3	197.8	172.3	630.7	435.3	322.4	227.4	589.8	437.5	335.1	190.7	846.3	406.9	302.7	186.4	34.2
11:18:30	572.6	384.3	192.2	173.6	626.4	435.6	320.6	228.1	593.0	437.8	336.1	191.6	920.8	406.5	303.0	186.7	34.2
11:19:00	575.2	384.3	187.2	175.0	626.7	435.6	320.1	228.8	596.9	438.1	337.1	192.1	923.5	405.9	303.4	187.2	34.3
11:19:30	581.4	385.3	185.0	176.2	631.7	436.2	321.9	229.1	601.3	438.5	337.9	192.7	944.2	406.5	303.7	187.3	34.3
11:20:00	587.8	386.2	193.9	175.4	639.2	436.8	322.8	229.3	606.2	438.8	338.9	193.5	959.2	405.3	303.7	187.9	34.2
11:20:30	596.7	387.3	196.2	175.7	648.5	437.8	323.7	229.8	610.9	439.1	339.8	194.2	921.8	405.9	304.2	188.4	34.3
11:21:00	604.5	388.4	198.1	175.8	656.1	438.5	323.7	230.6	615.6	439.5	340.8	195.0	1096.9	406.3	304.4	188.8	34.3
11:21:30	607.3	389.3	194.1	176.9	662.4	439.3	322.6	231.5	619.8	440.6	341.7	195.4	1095.2	405.3	305.5	188.7	34.3
11:22:00	604.2	390.5	193.4	177.5	662.1	440.6	323.9	231.9	624.1	441.7	342.8	195.8	936.4	405.2	305.7	189.1	34.4
11:22:30	596.9	392.1	190.2	178.1	654.9	442.2	324.8	232.3	627.7	442.6	343.7	196.5	858.2	407.9	305.0	189.7	34.5
11:23:00	586.8	393.4	190.4	178.8	642.3	443.4	325.0	232.8	630.2	443.5	344.7	197.3	867.7	408.8	306.2	190.2	34.5
11:23:30	580.1	394.8	196.7	178.6	634.0	444.5	323.8	233.0	631.4	444.0	345.3	197.7	909.1	408.4	306.9	190.1	34.3
11:24:00	577.6	396.1	202.3	178.2	633.6	445.8	326.1	233.0	631.4	444.8	346.2	197.7	969.4	408.7	307.1	189.1	34.1
11:24:30	574.9	397.8	208.7	177.4	633.8	446.9	325.6	233.0	630.6	445.5	347.2	198.1	824.5	410.2	307.8	188.8	34.1
11:25:00	570.0	399.2	205.0	177.8	626.7	448.2	324.9	233.4	629.6	446.8	348.1	198.4	917.4	412.3	307.8	188.9	34.2
11:25:30	572.2	399.8	197.7	179.4	626.5	449.3	324.7	234.4	628.9	447.7	349.0	198.8	929.9	413.4	308.4	189.4	34.3
11:26:00	575.2	400.3	193.8	180.6	630.2	450.4	326.7	235.0	628.0	449.0	349.9	199.7	927.6	413.5	308.6	190.6	34.3

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:26:30	577.1	400.8	194.1	180.1	632.8	451.3	327.5	235.4	627.4	450.2	350.9	200.1	877.7	413.5	309.3	190.7	34.5
11:27:00	578.7	401.5	193.2	180.6	634.2	452.0	327.3	236.0	627.1	451.1	351.8	200.8	890.6	414.6	309.3	190.9	34.5
11:27:30	580.9	402.3	204.1	180.4	641.5	453.0	329.9	235.5	626.7	452.0	352.7	201.4	936.9	416.5	308.8	190.5	34.6
11:28:00	582.6	402.8	205.3	180.0	644.9	453.7	329.8	236.1	626.9	453.3	353.5	201.6	953.1	416.8	309.6	190.8	34.6
11:28:30	585.6	403.2	201.4	180.6	647.8	454.7	331.3	236.9	627.6	454.2	354.3	201.9	960.5	416.9	310.7	190.8	34.5
11:29:00	587.0	403.7	201.6	180.9	650.2	455.5	331.3	237.4	628.3	455.2	355.3	202.2	854.7	417.8	310.4	190.2	34.5
11:29:30	586.7	404.4	201.1	181.0	650.3	456.3	331.3	237.8	629.0	455.7	356.4	202.6	942.2	419.5	310.4	190.8	34.6
11:30:00	586.5	405.1	195.1	181.8	649.5	457.1	330.6	238.6	629.5	456.4	357.0	203.4	973.7	421.2	309.4	191.5	34.6
11:30:30	585.3	405.8	191.2	183.8	647.3	458.0	331.4	239.1	630.2	457.1	357.5	203.9	955.2	421.9	309.5	191.5	34.5
11:31:00	584.6	406.3	191.6	184.2	643.8	458.8	332.7	239.6	631.4	457.6	358.5	204.9	916.6	421.8	309.5	191.7	34.5
11:31:30	591.0	406.5	194.2	183.5	651.0	459.5	333.9	240.1	634.0	457.9	359.3	205.3	957.4	420.0	311.0	192.5	34.6
11:32:00	603.0	407.2	197.9	183.8	665.6	460.1	332.8	241.0	636.7	458.4	359.8	205.1	1048.4	419.0	312.6	192.8	34.6
11:32:30	616.0	407.7	197.8	184.4	681.7	460.9	333.9	241.6	639.8	459.2	360.7	205.8	1038.4	419.7	312.6	193.0	34.7
11:33:00	630.3	408.4	198.9	184.9	696.8	461.4	333.9	242.3	642.6	459.8	361.4	205.4	1037.3	418.8	313.3	192.4	34.7
11:33:30	642.7	409.2	199.9	186.0	708.6	462.5	333.8	243.2	646.1	461.9	362.4	205.0	1091.3	418.4	313.9	192.8	34.8
11:34:00	645.2	410.1	196.5	186.9	713.1	463.7	334.0	243.8	650.3	463.3	363.8	205.5	1092.8	420.7	313.7	193.2	34.9
11:34:30	638.6	411.6	193.2	187.9	707.5	464.5	333.4	244.4	654.6	464.2	364.9	205.7	1042.2	422.6	313.6	193.4	34.8

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:35:00	629.5	412.6	193.5	188.1	699.5	465.7	334.9	244.6	658.1	465.3	365.8	206.4	989.3	424.1	312.4	193.8	34.6
11:35:30	624.5	413.8	192.6	187.7	696.0	467.3	336.9	245.2	660.5	466.3	366.3	207.9	1026.7	425.3	313.6	194.5	34.6
11:36:00	618.6	415.3	191.9	187.8	690.4	468.8	338.2	245.3	662.1	467.3	367.0	208.6	967.0	428.4	312.1	194.5	34.8
11:36:30	609.2	416.8	190.7	188.4	677.4	470.3	338.4	245.6	664.0	468.0	367.6	209.0	854.1	429.1	311.4	193.8	34.7
11:37:00	600.4	417.8	193.7	188.7	665.1	471.8	338.9	246.1	664.4	469.0	368.3	209.7	792.3	429.8	313.7	194.2	34.8
11:37:30	593.5	418.7	195.9	188.6	655.3	473.0	338.5	246.8	663.7	470.1	368.7	210.5	818.5	429.8	314.6	195.0	34.8
11:38:00	588.8	419.7	195.9	189.3	648.1	474.7	340.0	247.2	661.2	470.8	369.2	211.1	951.4	431.3	315.7	195.3	34.7
11:38:30	586.0	420.6	199.2	189.3	646.4	475.8	340.1	247.6	658.9	471.1	369.8	211.6	889.2	431.9	316.6	195.9	34.6
11:39:00	582.1	421.3	199.9	189.1	642.9	476.6	341.7	247.8	656.9	471.9	370.2	212.2	777.9	432.2	316.9	196.4	34.7
11:39:30	577.5	421.6	198.4	189.0	636.6	477.6	342.5	248.2	654.7	472.4	371.2	212.8	805.6	433.0	317.5	197.0	34.7
11:40:00	576.7	421.7	197.9	189.6	633.4	478.2	342.7	248.6	653.1	474.2	372.3	213.2	877.6	432.6	318.1	197.3	34.7
11:40:30	574.6	422.2	197.4	190.1	630.9	479.1	343.8	248.8	651.7	476.3	372.8	213.6	781.3	435.0	318.4	197.3	34.7
11:41:00	568.3	422.2	197.2	189.8	621.4	479.3	343.4	249.1	650.5	477.6	373.6	214.2	767.7	435.3	319.4	197.8	34.6
11:41:30	565.6	422.4	195.6	190.3	615.8	479.9	344.9	249.4	648.5	478.5	374.5	214.6	915.2	435.0	319.4	197.9	34.7
11:42:00	565.3	422.1	197.9	190.0	616.1	480.2	346.5	249.7	646.3	479.6	375.2	215.3	849.0	436.0	319.7	198.0	34.8
11:42:30	566.9	421.9	200.3	190.0	617.8	480.2	347.1	250.0	645.1	479.4	375.7	215.7	933.1	434.5	320.6	198.4	34.7
11:43:00	573.7	421.9	206.5	190.2	628.0	479.9	346.5	250.3	644.8	479.8	376.9	216.1	1052.6	433.5	321.2	198.1	34.7

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:43:30	580.4	421.7	206.9	190.4	639.6	480.0	347.5	250.7	645.6	479.9	377.8	216.4	957.4	434.6	321.9	197.9	34.8
11:44:00	580.7	421.7	206.0	190.8	642.0	480.3	348.6	251.1	646.8	480.5	378.9	217.3	1036.9	434.6	322.3	198.3	34.9
11:44:30	581.5	421.6	204.8	191.2	643.6	480.4	349.5	251.4	648.4	481.6	379.7	218.1	881.3	436.2	322.0	197.9	34.9
11:45:00	579.4	421.5	203.1	191.2	638.4	480.6	349.5	252.0	650.3	481.7	380.3	218.4	1015.8	436.7	322.2	198.2	34.9
11:45:30	580.9	421.6	205.2	192.2	637.7	480.7	348.8	252.3	652.1	482.9	381.2	218.6	1013.7	437.4	321.3	198.5	34.9
11:46:00	588.8	421.3	207.7	192.4	647.8	480.7	351.0	252.5	654.7	484.5	382.3	218.8	991.1	436.7	322.3	198.5	34.9
11:46:30	597.2	421.8	214.9	191.5	660.8	480.7	351.8	252.7	657.2	485.2	382.9	218.5	1068.2	433.7	324.4	198.9	34.9
11:47:00	607.5	421.8	209.4	192.7	673.4	481.1	351.4	253.8	659.9	486.2	383.4	218.8	1041.1	434.4	325.2	198.8	34.9
11:47:30	617.2	421.9	210.9	193.0	685.9	481.1	352.4	254.0	662.8	486.7	384.3	219.2	1094.4	433.1	325.8	199.0	34.9
11:48:00	618.8	421.9	210.8	193.1	689.2	481.1	351.8	254.5	666.0	485.5	384.4	218.8	1083.4	431.7	326.8	198.8	34.8
11:48:30	618.2	422.5	208.7	193.7	687.2	481.6	350.7	255.0	668.7	484.9	385.1	218.2	1113.0	431.5	327.4	198.5	34.9
11:49:00	609.1	423.4	209.0	194.2	678.3	482.8	353.1	255.0	671.9	485.1	385.7	219.2	557.2	434.7	326.9	198.9	34.9
11:49:30	589.7	424.1	209.5	193.9	655.3	483.5	352.1	254.6	673.2	485.6	386.3	219.5	434.4	437.9	326.3	199.4	35.0
11:50:00	572.4	425.1	212.5	193.8	635.7	484.4	352.9	254.1	671.8	486.4	386.0	220.5	382.4	439.3	326.1	199.6	34.9
11:50:30	557.5	425.9	209.7	193.7	617.6	485.4	354.6	254.0	667.1	487.0	386.9	221.3	356.7	440.2	326.3	200.0	34.6
11:51:00	545.0	426.8	213.1	193.1	602.2	486.2	353.9	253.6	661.6	487.8	388.1	221.7	332.7	440.8	326.7	200.3	34.5
11:51:30	533.6	427.4	214.0	193.8	587.4	487.0	352.8	253.5	655.3	488.7	389.6	221.7	340.3	443.0	327.3	200.9	34.6

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:52:00	523.0	427.3	215.8	193.6	571.9	487.5	353.8	253.5	648.7	490.1	390.8	222.3	334.7	443.9	328.2	202.1	34.6
11:52:30	513.6	427.0	214.0	192.7	561.3	487.8	356.2	252.8	641.8	491.3	391.9	223.1	316.4	444.3	327.5	203.0	34.6
11:53:00	505.2	426.4	207.6	192.9	551.0	487.9	356.9	252.5	634.7	492.5	392.3	223.9	302.4	444.8	327.1	203.5	34.6
11:53:30	497.6	425.6	202.2	193.6	540.5	487.6	355.0	252.1	628.1	493.1	392.8	224.3	301.1	444.4	327.5	204.2	34.8
11:54:00	490.3	424.4	198.8	194.3	531.1	487.2	355.7	251.7	621.5	493.3	393.4	224.6	294.4	443.7	327.7	204.8	34.9
11:54:30	483.3	424.0	210.4	194.6	521.8	486.4	356.0	251.7	615.3	493.9	393.8	224.8	298.6	442.8	329.5	207.1	34.9
11:55:00	477.1	422.5	215.7	194.1	513.0	485.3	355.1	251.4	609.1	494.2	394.6	225.0	295.5	440.4	331.6	209.2	34.9
11:55:30	470.8	420.9	214.7	194.1	506.2	484.1	354.9	251.4	602.0	495.8	395.4	225.2	286.0	439.6	332.7	210.2	34.9
11:56:00	465.1	419.0	214.5	194.1	500.5	482.8	354.9	251.4	595.1	496.7	396.6	225.4	281.0	438.3	332.8	211.0	34.9
11:56:30	459.8	417.1	213.7	193.3	493.0	481.3	355.9	250.9	589.6	496.7	397.4	225.4	279.9	437.7	333.2	212.1	34.8
11:57:00	454.9	415.0	208.0	193.8	485.7	479.7	355.9	250.8	583.6	495.8	398.2	225.7	280.1	436.4	334.1	213.0	34.8
11:57:30	450.5	413.2	212.9	193.6	480.9	478.2	357.7	249.9	578.6	494.4	398.9	226.1	265.9	434.1	334.1	213.5	34.7
11:58:00	446.5	412.0	219.4	192.0	476.2	476.4	358.9	249.2	573.9	492.9	399.0	226.3	261.6	430.1	335.1	212.5	34.6
11:58:30	442.5	410.1	214.7	192.4	469.8	474.8	360.3	248.9	569.2	492.2	399.5	227.0	265.4	429.3	335.1	213.0	34.7
11:59:00	438.9	408.2	212.5	192.8	463.4	473.1	359.0	248.5	564.4	491.3	400.3	227.0	263.8	427.6	336.0	213.2	34.8
11:59:30	434.8	406.5	210.9	193.0	457.9	471.3	360.1	248.1	558.7	490.4	401.2	227.2	249.4	426.1	336.4	213.3	34.9
12:00:00	431.4	404.7	217.1	192.7	453.1	469.3	360.1	247.6	553.9	489.4	401.9	227.4	242.7	424.3	336.0	213.3	34.9

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:00:30	427.7	402.9	213.6	192.7	447.5	467.5	360.4	247.3	549.6	488.3	401.9	228.2	246.4	424.8	336.4	213.7	34.9
12:01:00	423.6	401.2	213.0	193.5	443.5	465.7	361.9	245.8	545.6	486.9	402.1	228.7	244.3	424.8	334.4	213.2	34.9
12:01:30	419.9	398.8	210.6	193.4	438.2	463.5	360.1	245.9	541.0	485.4	402.4	229.3	244.9	423.1	336.1	213.7	34.9
12:02:00	415.9	396.9	205.4	193.8	432.4	461.5	360.5	245.5	536.8	483.9	402.6	229.5	242.7	422.1	334.4	214.1	34.9
12:02:30	412.1	394.9	212.5	192.7	429.5	459.5	361.1	244.6	532.2	482.7	402.8	230.0	242.2	420.0	333.8	214.3	34.9
12:03:00	409.1	393.1	212.3	191.6	425.9	457.4	361.1	244.0	528.3	481.4	403.3	230.2	229.0	416.1	335.0	214.3	34.9
12:03:30	406.3	391.4	209.1	192.4	421.7	455.7	361.7	243.4	524.6	480.2	403.9	230.7	230.8	414.2	334.6	214.5	34.9
12:04:00	402.9	390.5	210.4	193.5	417.6	453.5	359.8	242.5	521.0	479.1	404.8	230.7	227.3	412.2	335.8	213.4	34.9
12:04:30	399.7	388.1	208.6	193.6	412.9	451.3	359.1	242.3	516.9	477.9	405.3	230.7	226.0	411.7	334.3	213.6	34.9
12:05:00	396.4	386.5	210.5	193.7	407.9	449.3	359.0	242.0	513.0	476.9	405.8	230.8	231.6	409.8	334.5	213.7	34.9
12:05:30	393.6	384.0	207.0	193.2	403.0	447.0	357.9	241.7	509.7	475.2	405.9	230.9	239.6	408.2	334.9	213.7	34.9
12:06:00	390.8	382.2	204.4	193.4	400.4	445.4	358.2	240.3	506.1	473.7	406.2	231.0	230.0	407.2	334.9	213.8	34.9
12:06:30	387.9	380.4	202.3	193.6	397.1	443.1	357.6	239.5	502.7	472.2	406.2	231.2	226.5	405.1	334.5	213.3	34.9
12:07:00	384.8	378.3	198.7	194.0	393.2	441.2	358.7	238.7	499.2	470.7	406.3	231.5	232.2	403.9	333.9	212.5	34.9
12:07:30	382.0	376.3	205.2	191.6	392.7	439.3	358.2	237.4	496.1	468.6	405.9	231.8	228.8	402.3	333.8	211.1	34.7
12:08:00	379.6	375.0	202.5	191.6	390.1	437.4	357.7	237.7	492.7	467.3	406.2	232.4	233.3	400.9	334.1	210.5	34.8
12:08:30	377.1	373.2	203.3	192.5	387.6	435.5	357.1	237.1	489.5	465.4	405.9	232.8	238.8	399.0	334.1	210.6	34.8

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:09:00	374.7	371.8	214.1	190.1	386.6	433.5	356.1	236.0	487.0	463.9	405.6	232.9	237.3	397.2	334.2	210.4	34.6
12:09:30	373.0	370.3	217.8	189.4	383.6	431.2	354.9	235.5	484.2	462.4	405.8	232.4	236.8	395.0	334.5	209.0	34.6
12:10:00	371.4	368.5	211.3	189.9	380.0	429.1	354.0	235.6	481.4	461.0	406.1	232.3	235.7	393.1	334.2	208.5	34.5
12:10:30	369.8	366.5	207.7	190.7	375.7	426.9	353.6	235.3	478.5	459.6	406.1	232.1	234.3	391.6	334.0	208.1	34.6
12:11:00	368.2	364.9	205.3	191.3	371.7	425.1	353.1	235.1	475.9	457.9	406.0	232.4	236.1	390.1	333.4	208.2	34.6
12:11:30	366.2	363.0	203.8	191.4	368.4	423.2	351.4	234.4	473.4	456.4	405.9	232.7	236.2	388.5	333.6	207.9	34.8
12:12:00	364.0	361.6	199.1	191.5	365.6	421.8	351.7	233.4	470.5	454.9	405.6	233.1	238.4	387.6	332.4	207.0	34.9
12:12:30	361.5	360.1	194.2	191.2	363.5	419.9	352.0	232.5	468.2	453.5	405.4	233.3	240.3	386.5	330.6	205.5	34.9
12:13:00	359.4	358.8	194.7	191.9	360.7	417.9	350.6	231.4	465.5	452.2	405.0	233.4	242.4	385.1	330.0	204.8	34.9
12:13:30	357.0	356.9	196.5	192.3	358.6	416.2	349.3	230.4	462.9	450.1	404.3	233.4	243.0	383.3	329.9	204.7	35.0
12:14:00	354.7	355.7	196.0	192.3	355.7	414.4	349.3	230.0	460.6	448.8	404.1	233.5	243.2	381.7	328.8	203.9	34.9
12:14:30	352.4	354.7	204.6	191.5	352.8	412.3	347.8	230.0	458.1	447.2	403.6	233.2	243.9	380.0	329.1	203.8	34.9
12:15:00	350.2	352.8	205.7	190.9	350.5	410.3	345.4	229.7	455.6	445.5	403.1	233.2	243.8	378.1	329.2	203.7	35.1
12:15:30	348.6	350.6	197.0	191.4	348.0	408.4	343.1	229.5	453.1	443.6	402.6	233.4	244.1	376.5	328.6	203.5	35.1
12:16:00	347.0	348.8	195.9	191.6	346.0	406.5	342.4	229.3	450.9	442.0	402.1	233.4	244.2	375.0	327.4	203.3	35.0
12:16:30	345.3	347.2	193.1	191.5	343.0	404.7	341.4	229.3	448.7	440.3	401.8	233.5	243.9	373.4	327.3	203.0	35.1
12:17:00	343.6	345.7	193.5	191.3	340.4	402.8	340.9	228.8	446.3	438.8	401.4	233.6	243.9	371.8	326.3	202.2	35.2

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:17:30	342.0	343.8	189.5	191.5	337.8	401.1	339.6	228.3	443.7	437.1	400.8	233.8	243.8	370.3	325.6	201.9	35.1
12:18:00	340.5	342.6	187.4	192.0	336.0	399.4	339.2	227.0	441.4	435.6	400.3	233.8	244.2	368.9	325.1	202.2	35.1
12:18:30	338.9	341.2	182.9	192.1	333.6	397.9	339.0	226.5	439.6	434.0	399.8	233.7	243.6	367.6	323.7	201.1	35.1
12:19:00	336.8	339.8	182.6	191.8	332.7	396.3	338.9	225.5	437.4	432.5	399.3	233.8	243.5	365.9	322.8	200.4	35.1
12:19:30	335.2	338.4	187.2	189.5	331.9	394.5	337.4	225.0	435.0	431.2	398.9	234.1	243.7	364.5	322.8	200.2	34.8
12:20:00	334.2	337.1	192.4	189.1	332.0	392.5	336.5	224.4	433.5	429.5	398.3	233.5	243.2	362.6	322.7	199.1	34.7
12:20:30	332.9	335.6	189.7	189.8	329.1	391.1	335.3	224.5	431.4	428.0	397.8	233.9	243.5	361.5	321.7	199.2	34.8
12:21:00	331.2	334.5	188.4	188.6	327.8	389.8	335.6	223.8	428.8	426.5	397.1	234.4	243.5	360.3	320.8	199.0	34.9
12:21:30	329.8	333.5	188.6	189.3	325.6	388.4	335.2	222.4	426.8	425.1	396.7	234.6	243.8	359.3	319.0	197.9	35.0
12:22:00	328.4	332.2	184.2	190.6	323.7	386.6	332.7	221.7	425.5	423.7	396.0	234.3	243.6	357.6	318.6	196.6	35.1
12:22:30	326.6	330.8	184.9	190.6	322.0	385.2	332.3	221.3	423.3	422.2	395.4	234.2	243.4	356.5	317.6	196.1	35.1
12:23:00	325.0	330.6	189.4	190.9	320.0	383.4	331.3	221.0	421.8	420.7	394.7	233.9	243.0	354.7	317.4	195.5	35.2
12:23:30	323.1	329.3	194.6	190.2	317.2	381.8	328.8	222.0	419.6	419.4	394.0	233.4	242.7	353.4	317.1	195.7	35.2
12:24:00	321.6	327.3	192.6	189.2	315.4	380.0	327.5	220.9	417.6	417.8	393.2	233.6	242.7	352.1	315.9	195.8	35.2
12:24:30	320.2	326.0	186.2	189.6	313.9	378.1	325.7	220.9	415.7	416.4	392.5	233.8	242.5	350.4	315.6	195.2	35.2
12:25:00	318.9	324.3	182.3	189.8	311.8	376.4	324.7	220.7	414.4	414.9	391.8	233.6	242.2	349.2	314.7	194.8	35.2
12:25:30	317.4	322.7	180.9	189.6	310.9	374.7	323.2	220.2	412.7	413.7	391.2	233.4	241.9	347.9	313.6	194.8	35.2

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:26:00	316.1	321.6	179.2	189.5	309.4	373.2	323.0	219.5	411.0	412.2	390.6	233.3	241.2	346.5	312.2	194.7	35.1
12:26:30	314.7	320.5	180.2	189.6	308.4	371.6	321.9	219.7	409.4	410.8	389.9	233.0	241.0	345.0	311.7	194.2	35.1
12:27:00	313.3	319.7	183.2	189.6	307.4	370.3	320.9	219.7	407.7	409.4	389.6	232.6	240.7	343.8	310.7	193.6	35.1
12:27:30	312.0	318.5	181.1	189.2	304.1	368.9	320.6	219.2	406.0	408.2	389.0	232.2	240.1	342.9	309.0	193.3	35.1
12:28:00	311.1	317.2	179.3	188.8	302.6	367.2	318.0	218.5	404.3	406.8	388.5	231.9	239.6	341.5	309.2	193.1	35.2
12:28:30	310.0	315.8	179.4	188.3	301.6	365.6	316.6	217.8	402.1	405.4	387.9	232.2	239.8	340.1	309.0	192.6	35.2
12:29:00	308.6	314.7	175.3	188.8	299.8	364.4	316.8	217.3	400.7	404.0	387.3	232.4	239.7	338.9	307.8	192.2	35.2
12:29:30	306.8	313.5	172.7	187.0	300.6	363.6	317.8	215.9	399.2	403.1	386.9	232.6	239.3	337.2	306.7	192.4	35.1
12:30:00	305.7	312.6	172.5	185.4	300.4	362.3	316.8	215.3	397.3	401.8	386.2	232.6	239.2	336.1	305.7	191.8	35.1
12:30:30	304.6	312.5	182.5	186.7	301.3	360.4	314.4	213.7	395.6	400.3	385.2	232.1	238.7	334.9	305.1	190.8	35.1
12:31:00	303.4	311.1	182.1	186.7	297.8	359.0	313.2	214.1	394.5	398.9	384.5	231.8	238.3	333.5	304.2	190.5	35.1
12:31:30	301.9	310.4	180.6	187.3	294.9	357.7	312.4	214.2	393.1	397.6	383.7	231.5	237.8	332.3	303.8	190.6	35.0
12:32:00	300.6	308.9	180.9	187.3	293.7	356.0	310.0	214.0	391.0	396.3	383.0	231.4	237.6	330.7	303.1	190.0	35.1
12:32:30	299.5	308.1	180.4	186.7	291.6	354.5	309.9	213.7	389.5	394.9	382.4	231.3	237.2	329.9	301.9	189.7	35.2
12:33:00	298.5	306.6	178.9	186.7	290.0	353.1	308.6	213.3	388.1	393.6	381.6	231.2	236.9	328.4	301.5	189.6	35.2
12:33:30	297.4	305.4	174.8	186.9	287.5	351.8	307.1	213.3	386.5	392.5	380.8	231.0	236.7	327.7	299.8	189.4	35.2
12:34:00	296.6	304.3	176.0	186.1	286.7	350.4	305.9	212.0	385.2	391.2	380.0	230.9	236.7	326.3	299.0	188.9	35.2

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:34:30	295.2	303.7	178.9	185.7	286.7	349.1	304.6	211.9	383.9	390.2	379.3	230.9	236.5	324.8	298.8	188.8	35.2
12:35:00	294.0	302.3	180.1	185.3	285.8	347.5	303.9	211.6	382.4	388.9	378.4	230.7	236.1	324.2	297.0	188.8	35.2
12:35:30	292.9	301.1	177.9	184.9	284.8	346.1	303.4	211.0	380.6	387.5	377.4	230.6	235.7	323.2	295.7	188.3	35.1
12:36:00	291.9	299.9	173.4	184.9	283.5	344.9	302.6	210.5	379.7	386.3	376.6	230.4	235.2	322.0	294.6	187.8	35.1
12:36:30	290.7	298.8	173.2	185.0	281.0	343.6	301.1	210.9	378.4	385.0	376.0	229.5	234.9	320.8	294.0	187.5	35.2
12:37:00	289.9	297.3	168.0	185.0	280.1	341.9	299.8	210.0	377.0	383.9	375.0	229.6	234.9	319.5	293.9	187.0	35.1
12:37:30	289.0	296.1	166.4	184.8	277.6	340.7	298.4	209.7	375.6	382.7	374.3	229.4	234.7	318.3	293.0	187.0	35.1
12:38:00	288.3	295.1	163.0	184.8	276.3	339.6	297.6	209.0	374.4	381.4	373.5	229.3	234.4	317.1	292.9	186.5	35.0
12:38:30	287.0	294.2	162.4	184.7	275.0	338.5	298.3	208.6	372.4	380.4	372.7	229.2	234.3	316.2	291.6	186.0	35.1
12:39:00	286.2	292.9	163.2	184.4	274.6	337.1	298.0	208.2	371.3	379.4	372.0	229.2	234.1	315.0	290.6	186.1	35.0
12:39:30	285.7	292.0	164.5	183.5	272.9	336.0	296.8	207.8	370.2	378.4	371.2	229.0	233.7	313.3	290.4	185.9	35.1
12:40:00	285.2	291.2	165.0	183.5	272.6	334.5	294.7	207.0	368.6	377.2	370.5	228.3	233.1	312.4	289.7	185.4	35.1
12:40:30	284.1	290.6	172.0	181.5	273.8	333.0	294.4	205.9	368.0	376.1	369.8	227.7	232.6	311.3	289.5	184.6	35.1
12:41:00	283.4	289.7	169.8	181.4	272.3	331.9	293.3	205.4	366.3	375.0	369.0	227.3	232.0	310.5	288.3	183.6	35.2
12:41:30	282.4	288.9	170.6	180.2	271.1	330.6	292.9	204.9	365.2	373.9	368.2	227.3	231.8	309.3	287.4	183.8	35.2
12:42:00	281.7	288.1	172.3	180.0	270.6	329.5	291.1	204.6	363.9	372.9	367.4	227.0	231.4	307.9	286.3	183.8	35.2
12:42:30	281.1	287.4	173.0	179.0	270.4	328.3	290.3	203.0	363.0	371.9	366.6	226.0	230.7	306.8	285.8	182.4	35.2

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:43:00	280.2	286.2	171.1	179.0	269.6	327.1	290.0	202.6	361.9	370.6	365.8	226.0	230.5	306.2	284.8	182.3	35.2
12:43:30	279.2	285.3	168.3	178.8	268.1	326.1	289.1	202.3	360.4	369.5	364.8	226.1	230.5	305.2	283.8	182.4	35.3
12:44:00	278.5	284.6	162.8	178.5	266.5	325.3	289.0	202.2	359.1	368.4	363.8	226.3	230.3	304.2	282.3	182.5	35.3
12:44:30	277.5	283.7	158.4	179.6	265.3	324.1	287.7	200.8	358.0	367.3	362.7	226.3	229.8	303.1	281.2	181.6	35.2
12:45:00	276.2	283.8	159.2	180.6	264.5	322.9	287.0	199.7	356.4	366.7	361.6	225.9	229.4	302.3	279.1	179.9	35.2
12:45:30	274.8	283.4	168.2	180.3	263.5	321.6	286.2	199.7	355.8	365.5	360.7	225.3	228.7	301.1	279.1	179.9	35.2
12:46:00	273.6	282.0	173.2	179.1	261.0	320.2	283.4	199.6	354.6	364.2	359.8	224.8	228.0	299.8	278.9	180.1	35.2
12:46:30	272.8	280.5	162.0	179.3	258.8	318.9	282.0	199.7	353.1	362.9	359.0	224.6	227.6	298.7	278.0	179.6	35.2
12:47:00	271.7	279.1	161.1	178.9	257.5	317.8	280.9	199.5	352.0	361.7	358.2	224.5	227.4	297.7	277.5	179.4	35.2
12:47:30	270.6	278.2	158.5	178.5	256.7	316.7	281.9	198.5	350.7	360.7	357.3	224.5	227.4	296.9	275.9	179.3	35.3
12:48:00	269.6	277.3	154.8	178.0	256.1	315.6	281.0	198.0	349.6	359.8	356.4	224.4	227.3	295.8	275.0	179.2	35.3
12:48:30	268.8	276.9	158.5	177.8	254.0	314.4	279.1	197.4	348.9	358.9	355.5	223.8	226.5	294.7	273.9	177.8	35.4
12:49:00	267.8	276.3	160.7	177.2	253.4	313.2	277.5	197.9	347.9	357.9	354.5	223.3	225.7	293.5	273.8	177.5	35.3
12:49:30	266.7	275.9	164.0	176.7	250.8	312.1	275.9	197.8	347.5	357.1	353.8	222.8	226.1	292.4	273.6	177.4	35.3
12:50:00	274.3	274.3	160.3	176.9	254.8	310.7	274.8	197.1	345.2	356.0	352.9	222.7	239.1	291.5	272.4	177.5	35.3
12:50:30	282.6	273.2	154.7	176.9	261.0	309.3	274.2	196.5	345.1	355.0	351.8	222.6	244.5	290.7	271.1	177.0	35.3
12:51:00	287.7	272.0	153.3	176.7	264.8	308.2	272.8	195.9	346.3	353.6	350.9	222.1	243.7	289.6	270.8	176.4	35.3

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:51:30	292.2	271.2	152.4	176.2	269.2	307.1	272.1	195.4	347.7	352.4	349.9	221.9	238.5	288.8	270.1	176.2	35.3
12:52:00	297.5	270.4	151.0	175.9	272.8	306.2	271.0	194.8	350.4	351.4	348.9	221.6	239.9	287.5	269.2	175.7	35.3
12:52:30	301.9	270.1	152.8	175.2	277.2	305.2	269.9	194.5	352.9	350.5	348.0	221.2	238.8	287.0	268.4	175.5	35.2
12:53:00	309.1	269.8	149.1	174.2	283.7	304.8	271.7	193.1	355.2	349.5	347.2	221.0	248.1	286.3	267.4	175.2	35.1
12:53:30	320.8	269.7	150.9	173.9	296.1	304.1	271.1	192.2	358.4	348.9	346.5	220.9	249.6	285.9	265.7	173.9	35.1
12:54:00	328.9	269.6	156.7	173.4	306.4	303.4	270.1	191.2	362.7	348.2	345.6	220.6	246.7	285.5	265.3	173.1	35.0
12:54:30	340.0	269.7	162.8	171.5	320.2	302.4	268.8	190.4	367.4	347.5	344.7	220.1	249.4	285.2	265.6	173.5	35.1
12:55:00	351.3	269.8	160.2	171.5	333.2	301.7	267.6	190.6	373.2	347.0	344.0	219.4	242.0	284.5	265.0	172.9	35.2
12:55:30	362.1	270.0	155.7	172.1	346.7	301.4	266.7	190.7	378.4	346.3	343.1	218.9	240.5	284.5	264.2	173.0	35.2
12:56:00	370.7	270.7	156.8	171.1	359.1	301.3	266.2	189.9	383.3	346.1	342.4	218.4	245.3	285.0	263.5	172.8	35.2
12:56:30	379.0	272.2	171.2	168.9	373.9	301.2	265.8	187.3	387.9	345.9	341.9	218.1	242.1	285.2	263.0	172.3	35.3
12:57:00	385.8	272.9	167.5	168.5	382.2	301.3	264.6	187.6	393.4	345.8	341.0	217.8	242.1	285.3	262.5	172.1	35.3
12:57:30	393.1	274.2	164.7	168.6	390.5	301.5	264.4	187.5	398.1	345.8	340.2	217.3	239.8	285.9	261.7	171.5	35.4
12:58:00	399.4	275.4	159.0	168.4	398.3	302.1	263.1	187.3	402.2	345.7	339.3	217.1	242.5	286.5	260.5	171.8	35.5
12:58:30	406.3	276.6	157.5	167.6	407.5	302.6	262.3	186.7	406.5	345.9	338.5	216.8	246.0	286.8	259.9	171.3	35.4
12:59:00	414.7	278.1	152.7	168.4	416.5	303.3	260.5	186.9	410.9	346.3	337.8	216.3	248.0	287.4	259.6	170.7	35.4
12:59:30	422.1	279.8	151.2	169.0	425.6	304.3	260.6	187.2	414.8	346.5	337.1	215.6	244.2	288.4	259.1	170.2	35.3

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:00:00	430.1	281.3	152.5	168.6	434.9	305.2	260.2	186.2	419.7	347.3	336.5	215.1	243.8	288.9	258.5	170.0	35.2
13:00:30	435.6	283.0	149.2	168.0	442.8	306.6	260.1	186.2	423.7	347.7	335.7	215.1	237.6	290.3	257.4	170.4	35.4
13:01:00	438.1	285.3	147.8	167.3	443.3	308.1	259.1	185.4	427.9	348.8	335.1	215.3	244.6	291.2	256.5	169.8	35.5
13:01:30	439.1	287.5	150.0	168.1	445.2	309.5	258.4	186.0	431.9	349.5	334.2	214.9	241.1	292.4	255.7	169.3	35.5
13:02:00	437.1	289.9	154.1	168.2	441.8	311.3	257.7	187.0	437.4	350.5	333.6	214.4	239.3	293.3	255.7	169.5	35.5
13:02:30	435.9	291.7	154.5	168.3	441.7	312.5	257.2	186.4	442.9	350.9	332.9	214.2	244.2	294.7	255.1	169.7	35.5
13:03:00	436.5	293.3	155.2	168.3	445.5	314.2	258.0	185.0	448.5	351.4	332.3	214.0	245.3	296.1	255.0	169.6	35.5
13:03:30	442.5	294.7	153.4	167.3	453.3	315.6	256.3	184.4	454.6	352.2	331.8	213.7	250.3	297.5	254.7	169.3	35.4
13:04:00	447.8	296.5	148.4	167.3	461.7	317.3	256.8	184.5	460.4	353.1	331.1	213.5	244.8	298.8	253.9	169.4	35.5
13:04:30	452.3	298.3	148.1	166.2	468.3	319.0	258.0	183.5	466.8	354.5	330.9	213.3	246.6	300.2	253.4	169.4	35.5
13:05:00	459.3	300.2	151.6	165.5	479.1	320.6	258.1	182.6	472.9	355.9	330.4	213.2	248.7	301.7	252.9	168.8	35.4
13:05:30	469.9	301.8	158.3	164.8	496.0	322.2	257.3	182.5	479.0	357.0	329.9	212.7	251.6	303.1	253.6	168.6	35.3
13:06:00	483.6	303.7	171.7	162.5	521.1	323.8	257.5	181.4	485.1	358.2	329.5	212.1	250.3	305.2	253.6	168.2	35.0
13:06:30	493.6	305.6	170.9	161.1	537.3	325.6	257.7	180.8	491.1	359.7	329.2	211.7	249.0	306.9	253.6	168.6	35.0
13:07:00	502.7	307.3	163.5	162.5	550.6	327.8	258.0	182.2	497.0	360.9	328.7	211.9	249.4	308.6	253.4	168.8	35.2
13:07:30	512.6	309.2	160.9	162.3	564.8	329.6	258.6	182.2	502.5	362.5	328.3	211.7	249.6	310.5	253.6	169.0	35.3
13:08:00	518.8	311.5	157.0	163.1	571.2	331.7	258.6	182.0	507.4	364.7	328.0	211.6	245.7	312.8	252.8	168.9	35.3

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:08:30	519.6	313.7	157.1	163.8	568.1	333.9	258.0	182.3	513.4	366.0	327.6	211.1	246.4	314.7	253.2	168.2	35.4
13:09:00	523.3	316.1	154.9	164.4	570.3	336.2	258.8	182.5	518.9	368.0	327.3	210.8	247.2	317.2	252.6	167.6	35.4
13:09:30	528.6	318.2	156.3	164.2	576.1	338.7	258.5	183.2	525.6	369.6	327.0	210.6	247.6	319.3	253.0	168.3	35.4
13:10:00	533.0	320.8	158.9	164.1	579.3	341.3	258.6	183.7	532.0	371.4	326.8	210.2	248.3	321.6	253.3	169.0	35.4
13:10:30	535.5	323.3	162.1	164.4	582.2	343.8	258.3	184.5	538.5	373.3	326.7	209.8	249.2	324.2	253.9	169.8	35.5
13:11:00	538.8	325.4	163.5	164.0	588.1	346.6	259.3	184.9	544.3	375.4	326.5	209.6	250.4	326.5	254.0	170.2	35.5
13:11:30	543.3	328.2	167.8	163.8	598.2	349.5	260.5	185.0	550.5	377.5	326.5	209.2	253.3	328.7	254.5	170.0	35.5
13:12:00	545.4	330.0	165.1	163.8	605.1	351.7	260.5	184.7	555.7	379.4	326.4	209.3	252.4	331.9	254.3	170.7	35.4
13:12:30	538.8	332.1	162.6	163.6	601.9	354.3	261.0	184.7	561.3	381.2	326.3	209.4	251.5	334.5	254.1	170.9	35.5
13:13:00	537.8	334.2	160.0	163.8	602.2	357.1	261.6	185.0	566.6	383.2	326.3	209.3	249.3	337.1	255.0	170.8	35.5
13:13:30	534.4	336.5	160.3	163.8	600.0	359.8	262.1	185.5	571.5	385.1	326.5	209.2	246.8	339.4	255.7	170.8	35.4
13:14:00	531.4	338.6	160.6	163.8	594.9	362.4	263.2	186.2	575.4	387.2	326.5	208.6	242.7	342.5	255.6	171.3	35.4
13:14:30	526.4	340.7	160.1	164.1	588.8	365.2	263.9	185.9	577.7	389.6	326.7	208.5	245.8	345.1	256.6	171.5	35.4
13:15:00	526.2	342.7	160.8	164.1	589.3	367.6	264.8	186.1	579.4	391.7	327.0	208.3	247.5	348.0	257.9	171.6	35.4
13:15:30	526.2	344.0	160.0	164.2	590.0	370.0	265.6	186.6	580.6	394.2	327.2	208.2	243.5	350.9	258.0	171.9	35.4
13:16:00	521.7	346.0	160.8	164.4	585.4	372.6	266.4	187.1	582.4	396.3	327.5	208.0	241.3	352.9	259.1	172.2	35.4
13:16:30	515.0	347.4	160.6	164.6	577.9	374.6	267.2	187.3	583.1	398.8	327.9	207.9	238.8	355.8	260.2	172.5	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:17:00	508.2	348.6	161.1	164.8	568.6	376.9	268.3	187.8	583.3	400.7	328.2	208.0	237.4	358.0	260.6	172.2	35.3
13:17:30	504.2	350.0	164.7	164.5	561.9	379.0	269.4	187.8	582.6	403.0	328.5	207.8	241.8	360.4	261.2	172.8	35.3
13:18:00	503.3	351.3	164.7	164.4	558.6	380.8	270.6	188.0	581.8	405.0	329.1	207.9	239.8	362.2	262.4	173.1	35.3
13:18:30	502.1	353.1	169.8	164.6	555.7	382.7	272.8	188.3	581.1	407.0	329.6	207.6	240.9	364.3	263.5	173.4	35.2
13:19:00	501.3	353.8	171.5	164.6	553.5	384.3	273.7	188.1	580.5	409.1	330.1	207.4	242.3	366.0	264.4	173.6	35.2
13:19:30	502.4	354.6	176.5	164.4	552.6	385.8	274.8	188.8	580.4	410.9	330.7	207.4	242.7	367.8	265.7	174.0	35.1
13:20:00	504.9	355.0	172.7	164.4	555.0	387.3	276.4	188.9	580.9	412.4	331.4	207.6	243.5	369.3	266.5	173.9	35.0
13:20:30	513.0	355.5	179.5	162.6	566.6	388.3	279.0	187.8	582.2	414.5	332.3	207.4	241.6	371.0	268.1	174.4	35.1
13:21:00	523.2	356.1	179.3	162.7	579.6	389.5	278.9	188.7	583.9	416.2	333.0	207.2	245.6	372.1	269.2	174.3	35.2
13:21:30	534.0	356.6	178.6	163.4	595.3	390.5	280.7	189.5	585.4	417.5	333.4	207.4	246.2	373.7	269.8	175.0	35.2
13:22:00	544.5	357.4	178.2	162.6	610.0	391.8	281.6	189.6	587.6	418.7	334.1	207.4	245.4	374.7	270.8	176.1	35.2
13:22:30	556.8	358.1	176.6	163.4	623.3	392.8	283.1	190.8	590.3	420.3	334.9	207.6	249.5	376.0	272.0	177.0	35.3
13:23:00	575.2	358.9	175.3	164.3	642.7	394.2	284.0	192.2	593.7	421.7	335.5	207.8	249.4	377.1	273.3	177.8	35.4
13:23:30	588.3	360.1	173.1	165.4	656.9	395.3	284.5	192.9	598.4	422.9	336.1	208.1	247.9	378.3	273.3	177.7	35.4
13:24:00	591.2	362.1	175.7	166.2	656.5	396.6	285.9	193.4	603.6	424.6	336.5	208.0	250.5	379.7	273.6	177.5	35.4
13:24:30	589.1	363.3	179.5	166.7	657.1	398.3	285.8	194.7	608.4	425.8	337.1	207.7	252.7	380.7	275.4	178.1	35.4
13:25:00	581.6	364.8	178.0	167.2	652.6	399.8	286.5	196.0	612.5	426.6	337.8	208.0	249.9	382.0	276.1	178.3	35.5

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:25:30	573.7	366.5	178.2	166.8	645.9	401.7	287.8	195.8	616.2	428.0	338.5	208.3	250.4	383.9	276.4	179.1	35.6
13:26:00	570.4	368.4	174.6	167.3	641.6	403.9	289.5	196.8	619.1	429.3	339.2	208.1	244.1	385.2	277.7	179.6	35.5
13:26:30	569.5	370.2	174.5	167.3	640.4	406.1	290.4	196.5	621.4	431.2	340.0	208.3	250.4	387.2	278.3	180.0	35.4
13:27:00	569.3	372.7	181.7	167.6	641.7	408.5	290.8	197.6	623.0	432.9	340.7	208.2	252.4	388.7	280.3	180.3	35.4
13:27:30	573.4	373.6	178.7	167.9	648.0	410.2	291.3	198.3	624.9	434.0	341.6	208.5	254.4	390.3	280.9	181.0	35.4
13:28:00	575.9	375.2	179.4	168.3	652.3	412.1	292.6	199.1	627.1	435.7	342.2	208.7	253.0	392.0	282.1	181.7	35.4
13:28:30	573.4	376.6	179.9	168.6	652.6	414.1	292.9	199.9	629.5	437.3	343.0	209.0	254.0	393.8	283.3	182.2	35.4
13:29:00	569.8	377.7	179.6	168.3	649.6	416.0	294.0	200.5	632.0	438.8	343.6	209.5	252.1	395.7	283.5	183.1	35.5
13:29:30	568.3	379.3	179.4	168.7	647.5	417.9	295.1	201.2	634.0	440.4	344.3	209.6	253.9	397.2	285.2	183.5	35.5
13:30:00	569.6	380.1	177.4	169.6	648.5	419.6	295.7	202.3	635.7	441.9	345.0	209.5	251.0	398.9	286.5	183.6	35.5
13:30:30	572.1	381.2	176.8	170.0	650.5	421.6	297.7	202.4	637.1	443.3	345.7	209.8	254.2	400.9	287.1	184.2	35.5
13:31:00	571.9	382.7	179.5	170.0	652.3	423.4	298.7	202.4	638.2	445.0	346.5	210.2	253.5	402.7	287.7	184.8	35.4
13:31:30	566.3	384.1	182.0	170.5	645.9	425.3	299.5	204.2	639.3	446.6	347.3	210.2	249.4	404.3	289.3	185.4	35.4
13:32:00	559.3	385.6	181.0	171.1	635.6	426.9	301.1	205.0	640.1	448.2	348.0	210.4	242.8	406.2	290.0	185.6	35.4
13:32:30	546.6	386.3	184.0	171.5	620.0	428.6	301.8	206.1	640.5	449.8	348.7	210.4	231.9	407.7	291.5	186.0	35.5
13:33:00	532.1	386.9	183.5	171.3	600.7	429.9	302.6	206.4	639.4	451.4	349.3	210.8	228.9	409.4	292.9	186.0	35.5
13:33:30	519.6	387.9	184.6	171.6	583.5	431.5	304.2	206.5	636.5	452.8	350.3	211.2	227.8	411.0	293.3	186.8	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:34:00	508.7	388.6	183.2	172.1	568.6	433.3	307.5	206.3	631.8	454.5	351.1	211.7	228.0	412.6	293.8	187.7	35.4
13:34:30	498.7	389.0	184.4	171.9	554.6	434.4	307.8	206.3	626.3	455.9	352.1	212.2	227.3	413.9	294.8	187.4	35.4
13:35:00	489.5	390.1	190.2	172.3	540.3	435.3	308.6	207.5	620.3	457.3	352.9	212.0	227.2	414.9	296.4	187.3	35.4
13:35:30	480.7	389.6	192.6	172.6	530.4	436.0	310.0	207.9	614.1	458.6	353.9	211.9	228.0	415.5	297.0	187.7	35.4
13:36:00	473.4	388.8	186.8	173.0	520.1	436.1	309.9	208.3	607.8	459.3	354.8	211.9	227.9	416.0	298.3	187.8	35.4
13:36:30	466.8	388.7	186.7	173.5	510.0	436.6	311.7	208.3	601.2	460.2	355.8	212.3	227.8	416.1	299.4	188.5	35.4
13:37:00	459.9	388.3	189.8	173.7	500.6	436.7	312.8	208.8	594.9	461.0	356.8	212.5	227.3	416.0	301.3	188.2	35.4
13:37:30	453.1	387.5	191.8	173.9	492.0	436.2	314.4	208.7	588.4	461.9	357.6	212.7	227.8	415.9	301.5	188.4	35.5
13:38:00	446.8	386.1	190.5	174.1	484.0	435.7	314.7	209.1	582.2	462.1	358.5	213.1	227.9	415.2	303.0	188.7	35.6
13:38:30	441.2	385.0	191.4	174.4	477.1	435.2	315.7	209.5	576.2	462.2	359.6	213.7	227.8	414.5	304.5	188.6	35.5
13:39:00	435.6	383.6	192.0	174.6	470.9	434.1	316.0	209.7	570.1	462.5	360.4	214.2	228.8	414.1	305.3	189.2	35.5
13:39:30	430.5	382.3	192.9	174.6	464.4	433.5	317.8	209.8	564.6	462.2	361.4	214.3	228.3	413.5	305.2	189.7	35.4
13:40:00	425.9	381.0	191.8	175.1	457.9	432.4	317.9	210.4	559.0	461.9	362.2	214.4	228.7	412.2	306.8	189.8	35.4
13:40:30	421.6	379.2	190.1	175.6	451.5	431.1	318.9	210.7	553.4	461.6	363.2	214.8	229.3	411.0	307.5	189.9	35.4
13:41:00	417.2	377.7	187.9	176.1	445.2	429.9	319.4	210.8	548.2	461.0	364.1	215.3	229.7	409.5	308.8	189.8	35.3
13:41:30	413.2	375.8	184.0	176.4	438.9	428.6	319.8	211.1	543.1	460.2	364.9	215.8	229.4	408.2	309.6	190.0	35.4
13:42:00	409.4	374.7	188.9	176.6	434.4	427.2	320.9	211.0	537.9	459.8	365.6	216.1	230.3	407.3	309.6	190.8	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:42:30	405.9	373.0	190.2	176.7	428.9	425.9	321.1	211.6	533.3	458.8	366.5	216.2	229.8	405.9	310.3	191.3	35.4
13:43:00	401.8	371.6	188.4	177.3	423.2	424.3	321.1	212.4	528.5	458.0	367.2	216.7	230.0	404.3	311.7	191.7	35.4
13:43:30	398.0	370.0	190.8	177.3	418.6	422.7	321.9	212.5	523.7	457.2	367.9	217.0	230.7	402.9	312.1	191.9	35.5
13:44:00	394.1	368.3	189.4	177.7	412.8	421.3	322.4	212.6	519.2	456.2	368.5	217.3	230.9	401.5	312.6	191.6	35.5
13:44:30	390.8	366.7	191.8	177.5	408.8	419.7	322.4	212.2	514.9	455.1	369.1	217.5	231.4	399.9	313.3	191.9	35.4
13:45:00	387.6	365.2	191.2	177.8	404.4	418.1	323.5	212.4	510.5	454.0	369.8	217.8	231.6	398.6	313.1	192.3	35.4
13:45:30	384.3	363.4	190.6	178.1	400.4	416.8	325.1	211.6	506.5	452.6	370.3	218.4	230.8	397.0	312.9	192.3	35.4
13:46:00	381.5	361.6	189.1	178.5	396.8	415.3	324.5	211.7	502.7	451.4	370.7	219.0	231.6	395.4	313.6	192.9	35.4
13:46:30	378.7	360.0	189.1	178.2	393.2	413.5	324.9	212.2	498.7	450.2	371.0	219.5	232.5	393.8	314.2	193.2	35.5
13:47:00	376.5	358.2	187.8	178.8	389.4	411.9	324.4	212.6	495.1	448.8	371.6	219.8	232.7	392.3	314.2	193.3	35.6
13:47:30	374.3	356.6	186.9	179.3	385.5	409.9	324.4	213.0	491.6	447.6	372.3	220.0	232.7	390.5	312.8	193.5	35.6
13:48:00	371.6	355.1	194.2	178.1	384.0	408.2	323.9	212.2	487.7	446.3	372.8	219.8	233.1	388.9	312.8	193.4	35.6
13:48:30	369.3	353.8	193.5	177.9	380.7	406.5	325.1	212.7	484.4	445.0	373.2	220.2	233.2	387.3	312.6	193.8	35.6
13:49:00	366.9	352.1	195.3	178.1	378.0	405.0	324.3	212.3	481.4	443.5	373.8	220.2	232.7	385.8	313.1	193.9	35.6
13:49:30	364.5	350.6	193.7	178.5	375.0	403.0	323.4	212.2	477.8	442.2	374.2	220.0	233.0	384.4	312.9	193.2	35.6
13:50:00	362.1	349.0	193.8	178.7	371.9	401.5	323.5	212.2	475.1	440.8	374.7	219.8	232.6	382.9	313.2	192.8	35.7
13:50:30	360.1	347.4	192.0	179.2	368.4	399.9	322.4	212.4	472.0	439.3	375.0	220.0	232.5	381.3	312.8	192.9	35.5

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:51:00	357.8	346.0	188.4	179.5	365.2	398.3	323.2	212.5	468.8	437.5	375.2	220.3	232.3	380.1	312.8	193.0	35.6
13:51:30	355.1	344.5	189.9	178.7	362.0	396.9	323.2	212.5	465.4	436.1	375.3	221.3	233.3	378.7	312.5	193.7	35.6
13:52:00	352.8	343.7	189.2	179.8	358.2	395.1	322.0	211.9	462.6	434.6	375.3	221.6	233.1	377.1	312.0	192.7	35.6
13:52:30	350.4	341.8	188.2	180.2	354.5	393.4	321.2	212.0	459.6	433.2	375.3	221.8	233.4	375.7	311.5	192.7	35.6
13:53:00	347.8	340.1	184.3	180.7	351.4	391.9	321.5	211.8	456.4	431.7	375.4	222.0	233.4	374.2	310.3	192.6	35.6
13:53:30	345.3	338.3	183.6	181.2	349.0	390.2	320.8	211.6	453.8	430.1	375.4	222.5	233.7	372.6	310.0	192.3	35.5
13:54:00	343.1	337.3	186.4	181.0	344.3	388.4	319.3	212.5	450.8	428.6	375.3	222.6	233.5	370.9	310.6	192.6	35.5
13:54:30	340.9	336.8	191.5	181.3	340.8	386.9	318.3	213.3	448.5	427.2	375.3	222.4	233.4	369.0	310.6	193.1	35.6
13:55:00	338.9	334.9	190.4	181.0	339.1	385.1	317.8	213.0	445.8	425.7	375.3	222.7	233.5	367.6	309.6	193.4	35.6
13:55:30	336.9	333.4	186.2	180.9	337.8	383.3	317.1	212.7	443.3	424.3	375.3	223.0	233.7	366.0	309.2	193.7	35.6
13:56:00	335.0	331.4	182.4	181.2	336.1	381.5	316.3	212.3	440.7	422.6	375.2	223.0	233.6	364.4	309.2	193.2	35.6
13:56:30	333.1	330.0	182.4	181.7	334.6	380.0	316.3	212.7	438.4	420.9	375.2	222.9	233.3	362.9	309.0	193.0	35.6
13:57:00	331.4	328.6	180.3	181.7	331.4	378.4	315.3	212.4	435.9	419.5	375.2	223.3	233.5	361.5	308.4	192.9	35.6
13:57:30	329.5	327.7	178.5	181.9	327.7	377.0	315.3	211.6	433.3	418.4	375.0	223.3	233.4	360.4	306.8	191.6	35.5
13:58:00	327.7	326.4	182.1	182.0	324.9	375.6	314.8	212.2	430.6	416.9	374.7	223.3	233.4	359.0	306.9	191.8	35.4
13:58:30	326.0	324.8	177.7	181.4	323.5	374.4	315.6	211.4	428.6	415.5	374.7	223.6	233.6	357.2	306.4	191.6	35.4
13:59:00	324.2	323.9	177.0	180.1	323.5	372.8	315.0	210.2	426.4	414.3	374.7	224.2	233.7	356.1	305.8	191.4	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:59:30	322.6	322.8	177.7	180.8	320.5	371.0	312.9	210.5	424.1	413.1	374.3	223.7	233.7	354.5	305.4	190.7	35.4
14:00:00	320.8	321.2	177.1	181.6	317.4	369.3	311.6	210.9	421.9	411.5	373.9	223.9	233.4	352.9	305.1	190.9	35.3
14:00:30	318.9	320.1	182.2	181.4	315.8	367.8	310.5	210.8	419.4	409.9	373.7	224.0	233.3	351.6	305.0	190.6	35.4
14:01:00	317.1	318.6	182.4	181.3	313.6	366.3	309.8	210.6	417.7	408.6	373.3	224.0	233.3	350.3	304.4	190.9	35.4
14:01:30	315.6	317.4	181.0	181.3	312.4	364.7	308.6	210.5	415.2	407.0	372.9	224.3	233.3	349.1	304.1	191.3	35.4
14:02:00	314.0	316.2	179.7	181.3	308.6	363.3	307.7	210.9	413.7	405.5	372.5	224.3	233.1	347.4	303.7	191.6	35.4
14:02:30	312.6	314.7	178.9	181.0	307.8	361.7	307.4	210.2	411.2	404.0	372.0	224.4	233.1	346.3	301.8	191.3	35.4
14:03:00	311.5	313.3	174.4	181.2	305.1	360.3	306.8	209.8	409.7	402.5	371.6	224.3	232.9	344.7	300.9	191.4	35.4
14:03:30	309.9	311.5	170.9	181.3	303.7	358.9	305.3	209.5	407.5	401.2	371.2	224.4	233.0	343.0	301.4	190.6	35.4
14:04:00	308.5	310.1	171.3	180.9	302.1	357.5	305.4	208.9	405.3	399.8	370.7	224.6	232.9	341.9	300.6	190.4	35.5
14:04:30	306.9	309.3	172.4	180.7	301.4	356.2	305.2	208.3	403.4	398.6	370.6	224.8	232.9	340.7	299.7	190.2	35.4
14:05:00	305.8	308.4	180.6	179.4	302.0	354.8	304.6	207.6	401.9	397.5	370.3	224.3	232.3	339.2	299.4	189.8	35.4
14:05:30	304.8	307.1	177.1	178.8	300.6	353.4	303.5	207.1	400.0	396.0	369.8	224.0	232.3	337.8	298.8	189.4	35.3
14:06:00	303.8	306.0	176.4	179.1	299.4	352.0	302.8	207.2	397.8	394.7	369.3	224.5	232.6	336.9	298.3	189.8	35.4
14:06:30	303.0	305.0	173.1	179.4	297.3	350.7	302.2	207.1	396.3	393.4	368.8	224.7	232.5	335.5	297.8	189.6	35.4
14:07:00	301.8	303.8	181.7	178.2	298.3	349.3	301.8	206.0	394.8	392.2	368.3	224.6	232.1	334.0	297.3	189.5	35.4
14:07:30	300.7	303.1	184.3	177.0	297.3	347.9	300.8	204.9	393.0	391.0	368.0	223.9	231.9	332.4	296.2	188.7	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:08:00	299.7	302.1	174.5	177.7	294.8	346.8	301.0	205.3	391.0	389.6	367.3	224.3	231.9	331.8	295.3	188.8	35.4
14:08:30	298.2	301.0	169.9	177.5	292.4	345.7	300.4	205.1	389.2	388.3	366.9	224.7	232.0	330.5	294.5	188.8	35.4
14:09:00	296.8	299.7	170.4	177.0	291.3	344.2	299.0	205.0	387.9	387.2	366.2	224.7	231.9	329.2	293.5	188.4	35.5
14:09:30	295.4	298.7	166.9	176.4	289.9	343.2	298.0	204.3	386.3	386.0	365.9	224.6	232.0	327.8	292.2	187.7	35.5
14:10:00	294.0	297.7	OVER	176.6	288.4	341.8	297.6	203.6	384.7	384.6	364.9	224.6	231.6	327.1	290.7	186.3	35.5
14:10:30	292.5	296.5	+OVER	178.2	285.5	340.5	296.6	203.2	382.6	383.4	364.2	224.6	231.4	326.0	290.0	185.4	35.6
14:11:00	291.1	295.4	161.3	177.7	284.0	339.2	295.9	203.0	381.4	382.3	363.9	224.4	231.1	324.5	289.9	185.2	35.5
14:11:30	289.7	294.1	164.8	176.4	284.5	337.8	294.8	202.3	379.8	381.0	363.3	224.1	230.8	323.4	289.5	185.5	35.5
14:12:00	288.6	293.2	165.5	176.0	282.8	336.7	293.8	202.2	378.1	379.8	362.7	223.9	230.7	322.0	289.3	186.2	35.6
14:12:30	287.7	292.5	164.0	175.9	281.7	335.3	292.9	201.8	377.0	378.7	362.1	223.9	230.4	320.8	288.0	185.5	35.6
14:13:00	286.5	292.0	167.8	177.0	278.6	333.8	290.8	202.3	375.0	377.4	361.2	223.4	230.0	319.4	287.8	184.3	35.5
14:13:30	285.4	290.4	164.8	177.7	276.5	332.3	289.2	202.4	373.6	376.0	360.5	223.3	229.7	318.3	286.3	184.0	35.6
14:14:00	284.2	289.6	167.5	177.2	274.4	330.7	288.4	201.9	372.3	374.7	359.8	223.1	229.4	317.3	285.5	183.9	35.6
14:14:30	283.3	288.5	161.9	177.5	272.2	329.6	286.8	201.8	371.0	373.4	359.1	223.0	229.0	316.0	285.2	183.8	35.6
14:15:00	282.3	287.5	163.0	177.6	271.4	328.3	286.0	201.5	369.6	372.3	358.5	222.9	228.6	314.7	285.0	184.1	35.5
14:15:30	281.0	286.6	161.1	177.5	270.0	327.0	285.0	200.9	367.6	371.3	357.8	222.5	228.2	313.5	283.9	183.7	35.4
14:16:00	279.9	285.3	160.7	177.0	268.4	325.7	284.6	200.5	366.7	370.2	357.2	222.5	227.8	312.1	283.4	183.8	35.3

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:16:30	278.9	284.0	156.4	177.2	268.2	324.3	282.8	199.9	365.2	368.9	356.5	222.3	227.5	310.9	283.0	183.3	35.3
14:17:00	278.1	282.8	155.5	177.0	267.8	323.0	281.6	199.4	363.7	367.7	355.7	222.1	227.2	309.8	281.9	182.9	35.4
14:17:30	276.8	282.4	157.0	177.1	265.0	322.0	281.3	199.7	362.0	366.7	355.1	221.9	227.1	308.6	281.4	182.4	35.4
14:18:00	275.8	281.5	159.0	176.8	263.8	320.6	280.1	199.4	360.7	365.6	354.3	221.9	226.7	307.4	280.3	182.8	35.4
14:18:30	274.8	280.5	157.2	176.4	262.6	319.7	279.7	198.8	359.1	364.5	353.6	221.8	226.7	306.5	279.7	183.0	35.4
14:19:00	273.8	279.4	156.0	176.3	262.5	318.4	278.5	198.4	358.2	363.4	352.8	221.7	226.4	305.2	279.0	182.0	35.4
14:19:30	272.8	278.2	154.4	175.7	260.8	317.0	277.7	197.9	356.6	362.2	352.1	221.4	226.1	304.3	278.5	181.9	35.4
14:20:00	271.6	277.5	155.4	175.7	259.4	316.0	276.5	197.4	355.4	361.2	351.4	221.1	226.0	303.3	277.3	182.0	35.6
14:20:30	270.6	276.5	157.0	174.8	257.5	314.8	275.8	196.9	354.5	360.1	350.7	220.8	225.6	301.9	276.8	181.9	35.5
14:21:00	269.7	275.7	155.4	174.6	256.3	313.6	274.8	196.7	353.1	358.9	349.9	220.5	225.3	300.9	276.0	180.6	35.4
14:21:30	268.8	274.8	153.9	174.7	255.3	312.6	274.3	196.2	351.8	357.8	349.2	220.4	225.1	299.9	275.1	180.3	35.4
14:22:00	267.8	273.8	150.9	174.6	254.5	311.5	273.6	195.3	350.6	356.8	348.5	220.2	224.7	298.9	274.1	179.9	35.4
14:22:30	267.0	272.8	149.7	174.6	254.1	310.3	272.1	195.3	349.3	355.6	347.7	219.9	224.6	297.7	273.6	179.3	35.4
14:23:00	266.0	271.9	151.8	173.8	253.4	309.2	271.8	195.1	348.3	354.7	347.0	219.6	224.2	296.8	272.8	178.9	35.3
14:23:30	265.0	271.1	153.7	173.4	250.9	308.1	270.6	194.8	347.1	353.8	346.3	219.2	223.8	295.8	272.1	178.6	35.3
14:24:00	264.0	270.4	153.1	173.2	250.3	307.0	270.2	194.2	345.5	352.8	345.5	218.9	223.5	294.9	271.2	178.6	35.3
14:24:30	263.0	269.4	151.6	173.1	249.4	305.8	268.5	193.7	344.4	351.7	344.7	218.9	223.4	293.6	270.2	178.4	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:25:00	262.3	268.2	151.2	172.7	249.4	304.8	268.8	193.0	343.3	350.6	344.0	218.9	223.2	292.8	269.9	177.8	35.4
14:25:30	261.4	267.6	150.1	172.2	248.3	303.8	267.8	192.4	341.8	349.6	343.2	218.7	222.7	291.8	269.0	177.5	35.4
14:26:00	260.7	266.6	148.7	171.9	247.4	302.7	267.0	192.1	340.9	348.4	342.4	218.4	222.5	290.8	268.3	177.3	35.5
14:26:30	259.9	265.7	148.1	171.8	246.1	301.7	266.3	191.6	339.7	347.5	341.7	218.0	222.1	290.0	267.1	177.1	35.4
14:27:00	258.9	264.9	149.6	171.0	246.3	300.7	266.0	190.4	338.6	346.5	341.1	218.0	221.8	289.1	266.3	176.6	35.4
14:27:30	258.5	264.2	152.8	170.1	246.6	299.8	266.7	190.0	337.5	345.7	340.5	217.8	221.3	287.9	265.7	176.7	35.4
14:28:00	258.0	263.4	150.9	169.9	245.6	299.0	265.6	189.7	336.3	344.8	340.0	217.1	220.9	286.5	264.9	176.4	35.4
14:28:30	257.4	262.6	157.2	168.6	247.0	297.7	264.8	188.5	335.1	343.8	339.3	216.7	220.5	285.7	264.5	175.7	35.4
14:29:00	256.8	262.0	152.1	168.5	245.7	296.9	264.3	188.5	333.9	342.6	338.3	216.7	220.2	285.2	263.8	175.6	35.4
14:29:30	256.2	261.2	151.6	167.9	244.3	295.9	263.4	188.1	333.1	341.7	337.6	216.5	220.0	284.2	262.6	175.0	35.4
14:30:00	255.3	260.9	149.4	168.2	242.5	295.0	263.0	187.2	331.9	341.0	336.8	216.3	219.7	283.7	261.4	173.4	35.5
14:30:30	254.2	260.3	145.4	168.2	241.6	294.0	261.7	186.3	331.1	340.0	336.0	216.1	219.1	282.9	260.5	172.1	35.4
14:31:00	253.3	259.5	152.8	167.2	242.1	293.0	260.8	185.6	329.7	339.0	335.4	215.7	218.8	281.9	259.8	171.9	35.4
14:31:30	252.8	259.2	150.7	167.0	239.7	291.8	259.6	185.5	329.1	338.6	334.6	215.4	218.5	280.8	258.9	171.9	35.3
14:32:00	252.0	258.6	150.2	167.5	238.7	291.0	258.6	185.2	327.7	337.2	333.8	214.7	218.2	279.7	258.8	171.8	35.3
14:32:30	251.1	257.1	148.4	167.3	238.3	289.9	256.9	185.4	326.9	336.0	332.7	214.5	217.6	278.7	258.3	171.3	35.4
14:33:00	250.4	255.9	142.8	167.7	236.7	288.8	255.6	185.3	325.9	334.7	331.9	214.2	217.0	277.6	258.0	171.2	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:33:30	249.7	255.4	142.6	167.5	234.9	288.0	255.8	184.6	325.0	334.1	331.4	214.1	216.3	276.8	256.8	171.6	35.3
14:34:00	248.6	254.2	144.0	166.9	234.5	287.0	255.8	184.2	325.0	333.2	331.4	214.0	226.5	275.8	256.2	171.9	35.3
14:34:30	258.0	253.5	146.9	165.6	241.0	286.0	255.3	183.4	323.1	333.1	330.4	213.6	232.3	275.0	255.4	171.9	35.4
14:35:00	273.0	252.9	144.8	165.3	252.3	285.4	255.1	182.9	322.9	331.8	329.5	213.5	230.5	274.4	254.7	171.3	35.4
14:35:30	283.6	252.4	142.3	165.5	260.4	284.2	253.4	182.5	324.0	330.6	328.4	213.1	241.0	273.3	252.8	170.2	35.4
14:36:00	292.8	252.1	144.3	165.2	273.9	283.2	252.9	181.7	327.5	330.0	327.5	212.5	244.9	272.4	252.2	169.1	35.4
14:36:30	300.9	251.5	141.4	165.1	287.9	282.4	251.8	180.9	333.8	329.0	326.8	212.0	252.2	271.8	251.5	168.0	35.4
14:37:00	314.8	251.4	143.2	164.5	313.3	281.4	250.7	180.2	342.0	328.0	326.1	211.7	252.3	271.1	250.8	167.6	35.4
14:37:30	326.6	251.5	140.3	164.6	336.0	280.8	249.9	180.1	351.4	327.2	325.4	211.4	247.9	270.6	250.4	167.9	35.4
14:38:00	335.1	251.5	140.3	164.2	351.8	280.3	249.2	179.9	361.8	326.5	324.7	211.1	249.6	270.1	249.3	167.3	35.4
14:38:30	345.6	251.8	142.2	164.0	369.5	280.3	248.9	180.3	372.8	326.1	324.1	210.6	251.1	269.9	248.9	167.5	35.4
14:39:00	353.5	252.8	142.8	163.0	384.3	280.5	248.3	178.6	383.9	325.8	323.5	210.5	240.8	270.0	247.9	167.1	35.4
14:39:30	354.5	253.6	142.1	163.0	386.0	280.7	246.5	177.8	394.9	325.7	322.4	210.2	245.8	270.3	248.0	165.9	35.4
14:40:00	360.1	254.3	140.4	162.8	395.3	281.5	246.1	177.3	404.1	325.7	321.9	210.1	247.6	271.1	247.2	166.2	35.4
14:40:30	366.9	255.5	136.6	162.5	408.2	282.7	246.5	176.6	413.1	326.2	321.3	210.0	239.8	271.9	246.6	166.3	35.4
14:41:00	370.1	257.1	138.9	160.4	413.5	284.2	246.1	176.0	421.3	327.0	320.6	209.8	244.5	273.2	246.0	167.3	35.4
14:41:30	375.3	258.6	144.6	160.0	423.5	285.5	245.3	174.6	429.1	328.2	320.1	209.3	247.6	274.3	245.1	167.3	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:42:00	381.8	259.9	142.5	159.3	435.0	287.0	245.0	175.0	435.7	329.2	319.4	209.0	238.5	275.5	244.8	167.1	35.4
14:42:30	382.2	261.6	148.0	157.7	434.2	288.8	244.7	174.6	442.5	330.7	318.9	208.5	240.7	276.8	244.5	167.0	35.5
14:43:00	390.5	263.1	148.0	157.5	443.3	290.6	243.9	174.2	448.4	331.9	318.3	208.1	242.2	278.4	243.9	165.9	35.6
14:43:30	395.2	265.0	144.3	158.1	446.4	292.4	243.4	174.8	453.4	333.5	317.6	207.9	238.1	280.3	243.2	165.5	35.6
14:44:00	397.3	266.7	144.3	158.6	445.8	294.4	243.3	174.6	458.4	335.1	316.9	207.7	235.8	281.9	242.4	164.8	35.6
14:44:30	401.5	268.4	145.9	158.2	450.0	296.6	243.3	172.9	462.9	337.1	316.3	207.3	240.3	283.8	242.0	164.0	35.5
14:45:00	407.7	269.7	146.8	157.7	458.4	298.0	242.5	172.7	468.6	338.9	316.0	207.1	241.9	285.5	241.7	163.4	35.5
14:45:30	422.2	271.2	144.7	156.8	479.5	299.8	242.3	173.7	473.7	340.5	315.4	206.9	242.1	287.0	241.6	164.4	35.5
14:46:00	437.9	272.9	145.4	156.3	502.4	301.6	241.9	173.7	480.0	342.3	315.0	206.4	243.3	288.5	241.7	164.6	35.6
14:46:30	456.7	274.5	148.9	155.9	529.4	303.5	242.1	173.0	486.5	344.2	314.7	205.7	243.3	290.1	241.6	164.6	35.6
14:47:00	476.0	276.5	149.1	155.3	552.5	305.9	241.6	172.9	493.3	346.1	314.4	205.1	243.2	291.7	241.3	164.1	35.6
14:47:30	494.3	278.5	147.3	155.8	571.9	308.2	242.4	173.3	500.2	348.0	314.2	204.7	240.3	293.5	241.0	164.7	35.6
14:48:00	507.6	281.0	152.0	154.8	584.5	310.1	242.5	172.9	506.7	350.0	313.9	204.5	238.3	295.7	240.9	164.6	35.6
14:48:30	515.9	283.2	149.4	155.1	589.7	312.6	242.1	173.5	513.4	351.8	313.5	204.5	242.7	298.0	240.9	164.9	35.5
14:49:00	516.9	286.4	145.7	155.8	592.2	315.9	242.7	173.3	519.4	354.1	313.2	204.7	241.7	300.1	240.3	164.6	35.6
14:49:30	518.4	289.3	145.2	156.1	594.9	318.7	242.4	173.7	524.3	356.2	312.8	204.5	239.1	303.0	240.3	164.1	35.6
14:50:00	521.9	292.8	146.2	156.2	597.9	321.7	242.8	174.3	530.3	358.5	312.8	204.2	241.0	305.7	240.1	164.5	35.6

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:50:30	520.8	295.7	144.6	155.9	599.3	325.1	244.2	173.6	535.4	360.7	312.6	204.0	242.1	308.9	240.3	164.6	35.7
14:51:00	523.9	298.8	144.0	154.5	604.4	328.7	245.3	173.6	540.5	362.9	313.2	204.1	242.7	312.0	240.1	164.9	35.7
14:51:30	524.9	302.4	148.0	154.4	607.3	331.9	245.7	173.9	545.9	365.9	313.2	203.6	241.2	314.8	240.3	164.4	35.7
14:52:00	527.8	305.8	150.8	154.9	611.1	335.2	246.4	174.4	551.2	368.0	313.1	202.9	238.4	318.0	240.9	164.7	35.7
14:52:30	534.1	308.2	149.0	155.2	619.3	338.6	245.7	174.5	556.1	370.1	312.9	202.9	241.2	321.3	241.2	164.9	35.8
14:53:00	538.5	311.0	148.3	155.7	625.8	342.1	246.1	175.9	561.5	371.9	313.1	202.9	243.2	323.9	242.2	165.8	35.8
14:53:30	542.4	313.7	148.8	155.6	632.1	345.3	247.2	175.8	566.0	374.4	313.2	202.8	243.1	326.9	242.4	166.1	35.8
14:54:00	545.8	316.4	151.3	155.3	638.7	348.5	248.9	176.2	570.4	377.0	313.6	202.6	243.5	330.7	243.0	166.5	35.8
14:54:30	540.9	319.3	153.5	154.7	636.6	351.7	249.6	176.3	575.1	379.8	313.6	202.2	241.9	333.8	243.5	167.0	35.9
14:55:00	538.3	321.9	153.8	154.6	635.4	354.5	250.7	177.0	579.8	381.9	314.0	202.0	243.6	336.9	243.8	167.2	35.8
14:55:30	543.5	324.4	154.2	154.9	641.6	357.9	251.4	177.5	584.1	384.1	314.4	201.9	243.4	339.8	245.0	167.3	35.7
14:56:00	551.4	326.7	152.5	155.1	648.3	361.1	252.4	178.2	588.6	386.3	314.8	201.8	242.4	342.5	246.1	167.6	35.8
14:56:30	559.2	329.0	152.8	155.0	655.4	364.2	253.6	178.5	592.9	388.6	315	201.8	OVER	345.9	247.1	167.6	35.7
14:57:00	561.6	331.1	152.9	155.5	659.9	366.9	254.7	178.9	596.7	391.2	315	201.8	OVER	349.3	247.6	168.0	35.7
14:57:30	566.4	333.5	153.5	155.5	665.1	370.2	256.1	179.9	600.7	393.4	316.2	201.8	243.3	352.2	248.6	168.4	35.6
14:58:00	570.8	335.6	153.0	155.8	669.5	373.1	257.0	180.6	604.4	396.0	316.7	201.7	242.7	355.4	249.5	169.0	35.7
14:58:30	576.1	337.9	152.3	155.8	673.4	376.0	259.1	181.1	608.1	398.3	317.4	201.7	243.0	359.0	250.5	169.4	35.6

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:59:00	579.9	340.1	152.4	156.1	677.5	379.0	260.1	181.9	611.8	400.8	318.0	201.6	241.6	362.0	251.5	169.5	35.6
14:59:30	585.6	342.3	153.0	156.3	681.9	381.9	261.6	182.4	615.4	402.9	318.6	201.6	242.3	364.9	252.6	170.1	35.6
15:00:00	587.0	344.8	155.5	156.4	685.3	384.9	263.8	183.0	618.9	405.4	319.3	201.6	241.9	368.0	252.8	170.6	35.6
15:00:30	589.3	347.3	156.8	156.3	688.1	388.0	266.4	183.0	622.5	407.9	320.1	201.6	240.8	371.3	253.9	170.8	35.6
15:01:00	595.4	349.6	155.8	156.9	691.7	391.0	268.5	183.5	625.9	410.4	320.9	202.1	241.4	374.9	255.0	171.0	35.6
15:01:30	601.8	352.1	160.9	156.4	696.0	393.8	269.2	184.2	629.4	412.6	321.7	201.9	241.2	377.3	257.0	172.0	35.5
15:02:00	607.5	354.3	164.0	156.2	700.0	396.5	270.8	185.0	632.1	415.1	322.4	201.8	245.0	380.5	258.6	172.7	35.5
15:02:30	610.9	356.7	174.5	155.1	705.8	399.6	272.3	184.5	634.7	417.3	323.5	201.7	245.7	383.6	259.6	173.1	35.5
15:03:00	612.8	359.4	180.9	153.7	710.1	402.3	274.0	185.0	637.2	420.0	324.5	201.6	245.3	386.7	261.2	173.7	35.4
15:03:30	605.9	362.1	175.1	154.5	704.4	405.4	276.2	186.8	639.9	421.9	325.5	202.0	225.7	389.6	262.0	174.2	35.4
15:04:00	585.2	364.5	170.8	154.5	679.5	408.2	277.7	187.6	642.0	424.6	326.3	202.2	219.7	392.5	263.1	175.0	35.4
15:04:30	565.6	367.2	169.5	156.0	653.5	410.8	278.9	188.1	642.0	426.8	326.9	202.1	217.5	395.4	263.7	174.4	35.4
15:05:00	548.7	368.9	170.3	157.1	630.9	413.5	280.3	188.5	639.4	429.0	327.7	202.1	216.7	398.2	265.2	174.5	35.5
15:05:30	534.0	370.7	168.2	158.1	610.6	416.0	282.0	189.2	635.1	431.1	328.7	202.3	216.0	401.0	266.3	174.1	35.5
15:06:00	521.0	372.3	169.1	158.6	592.5	418.1	283.4	189.9	629.3	433.2	329.6	202.3	215.6	403.4	267.7	174.7	35.5
15:06:30	509.3	373.6	169.3	159.3	577.1	420.1	284.4	190.2	622.9	434.9	330.6	202.6	215.5	405.1	269.4	175.2	35.4
15:07:00	498.9	374.4	170.9	159.6	562.5	421.7	286.3	191.7	616.1	436.8	331.6	202.8	215.4	406.6	271.6	176.2	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:07:30	489.5	374.7	171.6	159.6	549.4	423.2	288.3	191.8	609.2	438.2	332.8	203.2	214.8	407.9	273.2	176.7	35.4
15:08:00	480.9	374.7	176.7	159.6	539.4	424.3	290.4	192.3	602.4	439.8	333.8	203.6	215.2	408.7	275.2	177.6	35.4
15:08:30	473.4	374.9	179.4	159.0	528.9	424.6	291.0	192.8	595.6	441.5	335.0	203.5	215.3	409.0	276.4	178.0	35.4
15:09:00	466.5	374.4	176.8	159.3	519.2	425.2	292.4	193.4	589.2	442.5	336.1	203.8	215.1	409.4	278.3	178.5	35.4
15:09:30	459.9	373.8	178.5	159.8	509.8	425.0	292.9	194.0	582.7	443.5	337.1	203.9	215.6	409.4	279.8	179.2	35.4
15:10:00	453.4	373.1	174.9	160.9	500.3	425.2	295.2	195.0	576.3	444.2	338.2	204.3	215.9	409.4	281.4	179.9	35.4
15:10:30	446.9	372.8	179.5	161.4	492.0	424.9	296.6	195.3	570.3	444.6	339.2	205.0	215.4	409.1	282.1	180.2	35.4
15:11:00	440.3	371.3	178.1	162.0	483.1	424.3	297.3	196.2	564.3	445.0	340.1	205.2	215.8	408.4	283.8	180.6	35.4
15:11:30	434.1	370.1	177.1	162.4	474.4	423.6	298.8	197.0	558.5	445.3	341.0	205.6	215.9	407.9	284.2	181.2	35.5
15:12:00	428.6	368.6	177.1	162.5	466.7	422.5	299.7	197.5	552.6	445.7	342.0	205.8	216.9	407.0	286.5	181.8	35.5
15:12:30	423.5	367.2	175.8	163.0	460.0	421.4	300.5	197.9	547.4	445.5	343.1	206.3	216.4	405.8	287.5	181.9	35.5
15:13:00	418.5	365.9	176.0	163.7	453.7	420.6	302.8	198.4	541.7	445.5	344.1	206.8	217.4	404.9	288.5	182.5	35.6
15:13:30	414.1	364.7	187.1	162.5	450.6	419.5	305.6	197.6	536.9	445.3	345.4	207.1	217.0	403.7	290.0	183.0	35.5
15:14:00	409.9	363.6	183.7	162.5	444.9	418.6	306.7	197.9	531.9	444.8	346.5	207.3	217.5	402.6	291.1	183.3	35.4
15:14:30	405.6	362.3	178.0	164.4	437.5	417.4	306.5	198.8	527.1	444.3	347.3	207.9	217.5	401.2	290.6	182.7	35.5
15:15:00	401.2	360.9	176.3	165.7	431.2	416.0	307.1	199.5	522.4	443.4	348.1	208.2	217.7	400.0	292.4	182.9	35.6
15:15:30	396.9	358.5	177.8	165.8	426.1	414.1	306.5	200.1	517.7	442.6	348.8	208.6	218.6	398.5	294.2	183.6	35.6

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:16:00	393.1	357.2	178.5	165.9	420.9	412.6	307.0	200.6	513.0	441.9	349.7	208.9	219.2	396.9	295.5	184.2	35.6
15:16:30	389.6	355.3	175.8	166.8	415.7	411.0	307.3	201.7	509.0	440.7	350.5	209.4	219.2	395.6	296.1	184.8	35.6
15:17:00	386.0	353.9	178.5	167.3	411.5	409.5	308.2	202.1	504.7	439.9	351.3	209.9	219.6	394.0	297.0	185.2	35.6
15:17:30	382.6	352.1	177.7	167.7	406.6	407.9	308.8	202.7	500.7	438.8	352.1	210.2	220.2	392.7	296.8	185.6	35.6
15:18:00	379.2	350.7	174.2	168.5	401.2	406.2	309.0	203.2	496.9	437.7	352.8	210.6	220.0	391.0	297.3	186.3	35.6
15:18:30	375.7	349.2	175.5	168.6	397.3	404.7	310.2	203.3	492.3	436.7	353.5	211.0	220.7	389.4	298.1	186.7	35.6
15:19:00	372.7	347.5	179.2	167.2	394.5	403.4	311.5	202.9	489.2	435.6	354.5	211.4	220.3	387.6	299.3	186.8	35.5
15:19:30	370.0	346.5	194.9	166.2	394.3	401.8	311.8	201.9	485.4	434.6	355.5	211.6	220.7	386.1	300.3	186.7	35.4
15:20:00	367.5	345.2	194.5	166.2	390.9	400.1	312.2	202.4	481.6	433.5	356.1	211.5	221.3	384.7	300.7	186.6	35.4
15:20:30	364.9	344.0	198.7	166.2	388.5	398.6	312.6	202.3	478.5	432.4	356.9	211.7	220.9	383.3	300.9	186.7	35.2
15:21:00	362.6	342.1	193.0	166.4	384.4	397.0	311.3	202.9	474.9	431.1	357.4	211.9	221.9	381.6	301.2	187.0	35.2
15:21:30	360.3	340.4	185.2	168.4	378.7	395.4	311.1	204.0	471.4	429.6	357.7	212.5	222.4	380.4	300.9	187.2	35.3
15:22:00	357.3	338.7	180.1	169.7	373.1	393.6	310.9	204.7	468.5	428.0	358.1	212.8	222.0	378.7	300.9	187.8	35.3
15:22:30	354.5	337.1	178.7	170.3	369.6	392.0	309.7	205.3	464.7	426.7	358.4	213.3	222.9	377.0	301.6	188.0	35.4
15:23:00	352.0	335.1	174.1	171.1	365.2	390.1	309.7	205.6	461.5	425.3	358.6	213.8	223.1	375.4	301.3	188.1	35.4
15:23:30	349.3	333.9	175.2	171.5	361.2	388.5	310.0	205.9	458.7	423.9	358.9	214.2	223.1	374.1	300.4	188.7	35.5
15:24:00	346.7	332.1	172.8	171.9	357.7	386.9	308.9	206.3	455.7	422.2	359.3	214.6	222.9	372.0	301.4	188.9	35.5

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:24:30	344.1	330.6	176.6	171.5	354.9	385.2	308.8	206.4	452.3	421.2	359.4	215.1	223.8	370.6	301.6	188.8	35.6
15:25:00	341.5	329.2	180.0	171.2	352.1	383.4	308.6	206.0	449.3	419.7	359.6	215.4	223.8	369.1	301.7	188.9	35.6
15:25:30	339.1	327.9	181.5	171.3	349.8	381.8	308.9	205.8	446.8	418.4	359.8	215.7	224.0	367.8	301.9	189.5	35.6
15:26:00	336.8	326.5	179.6	171.7	347.5	380.3	308.2	205.7	444.0	417.1	360.0	216.1	224.2	366.0	301.6	189.4	35.6
15:26:30	335.0	325.1	175.7	172.2	344.0	378.7	307.5	206.0	441.3	415.4	360.0	216.2	224.0	364.6	300.5	189.4	35.6
15:27:00	332.8	323.5	170.8	173.1	341.4	377.1	307.7	205.9	438.8	414.1	360.0	216.4	224.5	362.8	301.2	189.4	35.5
15:27:30	330.9	322.0	169.0	173.5	338.4	375.6	306.4	206.0	435.8	412.7	360.1	216.7	224.7	361.1	301.1	189.4	35.5
15:28:00	328.9	320.2	167.0	173.9	335.2	373.9	305.7	206.4	433.5	411.2	360.1	217.0	224.5	359.4	300.8	188.8	35.5
15:28:30	326.7	319.0	170.6	173.5	333.4	372.4	306.0	205.8	430.9	410.0	360.4	217.2	225.0	358.5	301.1	189.0	35.6
15:29:00	324.6	317.8	172.7	173.4	331.3	370.7	305.7	205.8	428.0	408.7	360.3	217.5	225.1	356.9	300.2	189.9	35.5
15:29:30	322.7	316.9	170.6	173.8	328.9	369.8	305.7	205.5	425.6	407.2	360.1	217.7	225.0	355.4	299.4	188.6	35.5
15:30:00	320.5	315.5	172.2	172.8	328.0	368.3	306.5	205.1	423.0	405.8	360.3	218.1	225.2	354.1	298.7	188.0	35.4
15:30:30	318.9	314.0	177.4	172.1	326.9	366.5	305.8	205.0	421.2	404.6	360.4	218.0	225.1	352.5	299.4	188.4	35.4
15:31:00	317.6	313.2	182.5	171.2	325.8	365.1	305.3	204.3	418.8	403.5	360.5	217.9	225.0	351.0	298.7	188.3	35.4
15:31:30	316.6	312.0	178.7	171.7	323.2	363.7	305.0	204.8	416.6	402.1	360.4	217.8	225.1	349.7	298.6	188.4	35.4
15:32:00	315.2	310.8	182.6	171.1	322.3	362.2	304.2	204.1	414.9	400.6	360.5	217.9	225.1	348.4	298.7	187.9	35.3
15:32:30	321.6	309.5	180.0	171.1	325.6	360.7	303.1	204.0	412.5	399.9	360.4	218.0	242.2	347.0	297.8	187.6	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:33:00	339.3	308.2	174.6	172.4	341.4	359.4	303.0	204.2	411.3	398.1	360.1	218.3	241.1	345.9	297.4	187.7	35.4
15:33:30	350.0	307.1	169.9	173.1	351.6	358.2	301.2	204.3	411.3	396.3	359.4	218.9	245.4	344.4	295.9	187.8	35.4
15:34:00	358.0	306.3	171.7	173.5	362.1	356.6	300.2	203.9	412.8	395.1	358.9	218.9	246.3	343.1	295.8	187.8	35.5
15:34:30	360.7	304.7	166.4	173.9	364.6	355.2	298.8	204.2	416.0	393.6	358.5	218.9	252.8	341.6	295.7	187.8	35.6
15:35:00	366.5	303.9	167.3	173.6	372.9	353.9	298.0	203.6	420.1	392.2	358.1	219.0	250.6	340.7	294.5	188.1	35.6
15:35:30	370.3	303.7	166.8	172.8	378.7	353.1	298.9	203.2	424.3	391.1	357.8	219.2	248.2	339.6	293.5	187.9	35.6
15:36:00	374.7	304.3	172.5	172.8	383.0	352.4	298.5	202.5	429.0	390.2	357.4	219.2	261.0	339.0	292.4	186.6	35.6
15:36:30	380.9	303.3	171.7	172.7	395.1	351.7	297.2	201.7	433.8	388.9	356.9	219.2	265.3	338.2	292.8	186.4	35.6
15:37:00	389.1	303.4	176.4	172.3	412.6	351.1	298.0	200.9	439.5	388.4	356.8	219.5	262.5	337.5	291.9	186.3	35.5
15:37:30	402.6	303.7	175.6	170.9	432.7	350.5	296.9	200.8	446.0	387.7	356.6	219.3	264.1	337.1	291.8	186.4	35.5
15:38:00	414.5	303.9	175.0	169.9	451.5	350.6	296.5	200.2	453.4	387.2	356.3	219.5	263.7	336.7	291.8	187.0	35.5
15:38:30	425.8	304.9	182.2	169.4	468.7	350.4	295.4	199.7	460.8	387.2	356.1	219.2	265.8	336.7	291.0	187.2	35.5
15:39:00	438.1	305.0	173.4	171.1	485.3	350.5	294.4	200.4	467.4	386.6	355.6	219.0	266.5	336.8	290.4	186.3	35.6
15:39:30	448.4	305.7	169.8	170.5	499.6	350.6	294.0	200.5	474.2	386.6	355.3	219.1	264.5	337.2	289.7	186.2	35.6
15:40:00	456.0	306.6	167.1	170.7	510.7	351.4	293.7	200.5	481.6	386.6	354.9	219.3	261.7	337.8	289.0	186.6	35.6
15:40:30	462.5	308.6	165.9	171.5	519.2	352.4	293.3	200.1	488.2	387.0	354.3	219.5	263.8	338.7	287.7	186.1	35.6
15:41:00	468.8	310.0	168.2	171.9	530.7	353.4	291.4	200.1	495.1	387.3	353.6	219.4	265.6	339.8	287.0	185.6	35.7

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:41:30	479.3	310.9	164.2	172.1	543.8	354.5	290.0	200.0	502.2	387.5	353.1	219.4	265.7	340.7	287.0	186.1	35.8
15:42:00	490.8	312.4	161.9	172.1	557.5	355.7	289.1	200.0	509.5	388.2	352.7	219.5	263.2	342.3	286.4	186.5	35.8
15:42:30	502.9	314.0	160.4	172.1	570.7	357.6	288.4	200.1	517.1	388.8	352.2	219.5	262.1	343.4	285.5	187.0	35.8
15:43:00	516.2	316.1	160.2	172.1	582.7	359.4	288.2	200.1	524.0	389.9	351.8	219.7	258.8	345.4	285.2	187.5	35.8
15:43:30	526.2	318.2	156.7	172.6	592.2	361.8	289.1	200.2	530.8	391.1	351.6	219.7	262.5	346.9	284.6	187.4	35.8
15:44:00	536.3	320.6	160.6	172.4	604.1	363.9	288.8	199.7	537.2	392.5	351.3	219.6	258.8	349.1	284.5	187.0	35.7
15:44:30	544.3	323.1	160.3	172.5	612.1	366.5	288.6	200.7	543.3	393.7	351.0	219.6	259.5	351.1	284.5	187.1	35.9
15:45:00	553.8	326.0	161.3	172.9	619.0	368.9	288.7	200.6	549.3	395.1	350.6	219.7	258.5	353.5	284.8	187.0	35.8
15:45:30	562.3	328.7	164.8	172.5	626.4	371.4	289.2	200.7	554.7	396.5	350.3	219.7	258.4	356.3	284.2	186.7	35.8
15:46:00	568.5	331.0	165.1	172.1	632.3	374.0	288.4	200.9	559.4	398.5	350.0	219.8	264.8	359.1	284.5	187.3	35.8
15:46:30	572.9	333.4	165.5	171.5	641.8	376.6	288.7	201.0	564.0	400.0	349.9	219.8	269.3	362.1	283.5	187.8	35.9
15:47:00	576.7	336.0	165.2	171.5	650.6	379.4	288.9	200.8	569.1	401.7	349.7	219.9	269.3	364.9	283.1	188.0	35.8
15:47:30	579.4	338.7	163.8	171.3	658.2	382.2	288.4	200.8	573.6	403.7	349.6	220.1	269.3	367.9	283.6	188.1	35.8
15:48:00	581.4	341.8	165.3	171.6	663.1	385.2	288.9	202.1	579.2	405.3	349.5	219.8	269.6	370.7	283.8	188.1	35.7
15:48:30	583.4	344.7	164.7	171.8	667.0	388.0	289.1	202.7	584.2	407.3	349.3	219.5	269.6	374.0	283.9	188.5	35.8
15:49:00	583.7	347.7	164.3	171.7	668.1	391.1	290.3	203.0	589.5	409.5	349.6	219.2	267.8	377.1	282.9	188.5	35.7
15:49:30	583.8	350.3	163.7	171.7	668.5	394.1	290.0	203.1	594.7	411.3	349.8	218.7	267.1	380.1	284.0	188.8	35.6

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:50:00	581.3	353.1	162.2	171.7	665.6	397.0	290.6	203.2	599.5	413.2	349.9	218.7	264.3	383.6	283.7	189.0	35.6
15:50:30	581.2	355.7	163.3	171.4	665.5	400.1	290.9	202.9	603.6	415.1	350.0	218.9	269.9	386.5	285.0	189.5	35.6
15:51:00	586.4	358.4	166.9	171.2	672.5	402.9	291.1	203.5	607.1	417.4	350.2	219.0	270.6	389.5	285.6	189.9	35.6
15:51:30	593.4	360.5	168.0	171.1	679.4	405.9	292.9	203.8	611.4	419.3	350.3	219.3	265.2	392.7	285.3	190.2	35.7
15:52:00	598.2	362.6	166.1	171.3	683.6	408.6	293.0	204.4	615.4	421.5	350.6	219.2	248.6	395.4	286.7	190.4	35.7
15:52:30	580.7	365.2	176.8	170.3	665.6	411.5	295.8	203.9	619.1	423.7	351.0	219.2	238.8	398.2	287.5	190.2	35.6
15:53:00	562.3	367.9	176.3	169.5	641.1	414.2	296.9	204.3	621.2	425.9	351.4	219.0	235.2	400.8	288.4	189.9	35.5
15:53:30	546.2	370.3	173.2	170.7	618.5	417.4	298.7	204.7	620.2	428.3	351.7	219.2	234.1	404.0	288.2	190.0	35.5
15:54:00	531.4	372.4	170.2	171.9	598.3	420.0	299.5	204.4	616.9	430.1	352.0	219.3	233.1	406.6	288.6	189.2	35.5
15:54:30	518.4	373.8	171.3	171.7	582.3	422.1	299.4	204.3	612.4	432.0	352.2	219.4	232.6	408.8	290.6	188.8	35.5
15:55:00	506.8	375.2	171.6	172.0	567.3	424.1	299.8	204.7	607.0	434.0	352.5	219.4	232.2	410.9	291.4	189.0	35.6
15:55:30	496.5	376.0	171.0	171.9	553.6	425.9	301.1	205.0	601.1	436.2	353.1	219.4	232.1	412.6	292.4	189.1	35.6
15:56:00	487.2	376.8	175.2	172.1	541.2	427.4	302.5	204.8	595.3	438.2	353.6	219.3	231.6	413.9	292.9	189.1	35.6
15:56:30	478.1	377.4	176.6	172.1	529.8	428.7	304.6	204.8	589.1	440.0	354.3	219.5	231.6	415.1	293.0	189.1	35.5
15:57:00	470.1	377.4	177.3	172.1	518.9	429.4	305.5	205.5	583.3	441.4	355.0	219.6	230.9	415.7	295.1	188.9	35.4
15:57:30	463.2	377.2	180.3	171.6	509.8	429.7	307.0	205.9	577.2	442.8	355.7	219.7	230.9	416.0	296.6	190.1	35.4
15:58:00	457.0	377.0	188.5	170.7	502.5	429.8	308.2	205.9	571.4	444.2	356.5	219.2	230.7	416.0	298.1	190.2	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:58:30	450.9	377.0	202.2	169.0	497.6	430.1	310.5	204.2	565.7	444.9	357.3	219.0	230.5	416.3	299.0	189.6	35.4
15:59:00	445.4	376.3	198.2	168.5	490.0	429.8	311.2	204.4	560.5	445.5	358.3	218.8	230.0	415.7	300.2	189.7	35.4
15:59:30	439.8	375.4	195.2	169.5	481.8	429.3	311.2	205.5	555.0	446.1	358.9	218.9	230.6	415.3	301.3	190.2	35.4
16:00:00	434.8	374.5	191.9	170.8	473.6	428.6	312.0	206.7	549.5	446.5	359.6	219.0	230.9	414.6	302.1	190.3	35.4
16:00:30	430.1	373.3	188.6	171.8	465.4	427.9	313.2	207.3	544.5	446.5	360.1	219.2	230.7	413.8	303.4	190.5	35.4
16:01:00	425.2	372.0	186.1	172.7	457.9	427.1	314.6	207.7	539.1	446.6	360.8	219.5	231.5	413.1	304.5	190.9	35.5
16:01:30	420.4	370.7	184.5	173.6	450.8	426.5	315.8	208.2	534.3	446.3	361.4	220.2	231.0	412.3	304.1	191.2	35.6
16:02:00	415.3	369.3	183.5	174.1	443.5	425.1	315.3	208.7	529.4	446.0	361.9	220.4	231.0	411.0	305.6	191.4	35.6
16:02:30	410.4	367.9	186.2	173.9	438.6	423.7	315.5	208.5	524.6	445.7	362.5	220.5	231.5	409.7	306.3	191.4	35.6
16:03:00	405.9	366.3	184.3	174.3	432.4	422.4	316.2	209.0	520.1	445.0	362.9	220.8	231.2	408.3	307.7	192.0	35.6
16:03:30	401.8	364.7	182.9	174.6	426.4	421.0	316.3	209.4	515.5	444.6	363.4	220.9	232.0	406.9	307.7	192.0	35.6
16:04:00	398.2	363.2	178.5	175.4	420.3	419.4	316.5	210.2	511.5	443.9	363.9	220.8	231.2	405.6	308.2	192.7	35.6
16:04:30	394.3	361.5	178.1	175.9	415.4	418.1	318.9	210.6	506.8	443.1	364.5	221.0	232.1	404.0	308.8	193.0	35.6
16:05:00	390.9	360.4	179.6	174.9	411.6	416.9	319.7	209.9	503.2	442.5	365.2	221.4	231.6	402.4	309.9	193.7	35.6
16:05:30	388.2	358.8	183.9	175.0	407.8	415.3	319.4	210.2	499.4	441.7	365.9	221.3	231.2	400.5	310.2	193.8	35.6
16:06:00	385.3	357.4	184.4	175.7	403.6	413.8	320.0	210.4	495.5	440.7	366.5	221.3	231.5	399.2	310.9	194.1	35.5
16:06:30	382.2	355.7	182.1	176.6	399.2	412.5	319.3	211.1	491.6	439.6	366.9	221.9	232.0	398.1	311.6	193.9	35.6

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16:07:00	378.9	354.3	182.4	177.1	395.0	411.0	320.4	210.8	487.7	438.6	367.2	222.3	232.6	396.6	311.1	194.1	35.5
16:07:30	375.6	352.8	184.7	176.7	392.2	409.1	319.5	210.4	484.3	437.5	367.5	222.3	232.6	395.2	312.4	194.4	35.5
16:08:00	372.5	351.4	182.4	177.0	388.8	407.4	319.3	210.8	480.7	436.4	367.9	222.6	233.0	393.6	312.0	194.7	35.5
16:08:30	369.6	349.7	180.6	177.7	384.3	406.0	319.7	211.5	477.4	435.2	368.2	222.9	233.0	391.9	312.5	194.8	35.6
16:09:00	366.9	348.1	182.9	177.7	381.1	404.4	321.1	211.7	474.2	433.8	368.5	223.0	232.6	390.2	312.6	195.0	35.5
16:09:30	364.0	346.6	185.5	177.2	377.9	402.7	321.2	211.9	470.8	432.9	369.0	223.3	233.4	388.6	312.8	195.5	35.6
16:10:00	361.4	345.6	185.4	177.9	374.5	401.5	321.6	211.4	467.9	431.6	369.4	223.7	233.3	387.2	312.6	195.5	35.6
16:10:30	358.8	344.1	184.9	177.0	371.7	399.6	321.3	211.5	465.0	430.4	369.8	223.7	233.0	385.4	312.9	195.4	35.6
16:11:00	356.8	342.5	184.5	177.1	368.6	397.9	320.8	211.6	461.9	429.1	370.0	223.6	232.9	383.9	312.9	195.5	35.4
16:11:30	354.5	340.9	182.3	177.5	364.8	396.1	320.5	211.8	458.6	427.9	370.3	223.9	233.0	382.1	312.6	196.3	35.4
16:12:00	352.4	339.4	182.2	177.6	362.1	394.8	320.5	211.6	456.4	426.4	370.5	224.0	232.7	380.4	312.8	196.2	35.4
16:12:30	350.4	337.9	183.5	178.2	359.0	393.2	320.6	211.9	453.0	425.2	370.7	224.1	233.2	379.0	312.5	196.6	35.4
16:13:00	348.0	336.8	186.0	178.5	357.0	391.7	320.0	211.4	450.5	424.0	370.7	224.6	233.3	378.0	311.8	195.8	35.4
16:13:30	345.5	335.4	184.0	178.7	353.8	389.9	318.5	210.5	447.7	422.5	370.7	224.6	233.2	376.4	311.2	194.4	35.3
16:14:00	343.0	334.0	180.1	179.1	350.3	388.2	317.5	211.1	445.3	421.1	370.6	224.6	233.3	374.7	311.6	194.2	35.3
16:14:30	340.7	332.2	177.3	179.3	347.8	386.3	315.9	211.5	442.5	419.7	370.6	224.6	233.4	373.3	312.1	194.2	35.4
16:15:00	338.4	330.6	181.4	179.0	347.0	384.9	316.9	211.1	439.7	418.4	370.7	224.7	233.6	371.7	312.0	194.5	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16:15:30	336.8	329.6	185.9	177.0	346.0	383.0	316.4	210.0	438.0	417.2	371.0	224.3	233.2	369.9	311.7	194.1	35.3
16:16:00	335.4	328.0	181.7	177.8	342.4	381.4	314.7	210.6	435.6	415.9	370.9	224.1	233.0	368.6	311.4	193.7	35.4
16:16:30	333.8	326.7	178.0	178.9	338.4	380.0	315.6	211.3	433.1	414.5	370.9	224.6	233.2	367.2	311.0	194.1	35.4
16:17:00	331.8	325.5	176.6	178.3	336.1	378.7	316.0	211.3	430.8	413.0	371.0	224.8	233.1	365.6	310.5	194.8	35.4
16:17:30	329.9	324.4	174.1	179.1	332.5	377.3	315.6	210.4	428.1	411.7	370.7	225.2	233.0	364.5	308.6	194.1	35.4
16:18:00	327.8	322.9	173.0	179.7	329.7	375.8	314.6	210.2	425.9	410.3	370.3	225.4	233.2	362.8	308.1	192.4	35.4
16:18:30	325.9	322.0	175.7	179.5	328.1	374.3	312.6	209.5	423.2	409.1	370.2	225.5	233.1	361.7	307.8	191.9	35.3
16:19:00	324.0	320.6	175.2	179.4	324.8	372.4	312.0	209.7	421.7	407.7	369.9	225.3	233.0	360.1	307.8	192.4	35.2
16:19:30	322.0	319.5	174.4	179.6	322.8	371.0	311.0	209.7	419.2	406.3	369.6	225.1	233.0	358.6	307.8	193.1	35.2
16:20:00	320.1	317.8	170.9	180.0	320.2	369.5	310.2	209.4	417.0	405.0	369.3	225.3	232.7	357.3	306.1	193.0	35.2
16:20:30	318.3	316.5	170.6	180.3	318.2	367.9	309.3	209.8	415.1	403.7	369.0	225.6	232.6	355.5	306.7	192.9	35.2
16:21:00	316.7	315.2	168.6	180.1	315.5	366.3	308.1	210.1	412.6	402.3	368.8	225.6	232.6	353.9	306.7	193.2	35.3
16:21:30	315.1	313.7	167.1	180.4	312.5	364.9	307.8	210.4	411.2	400.9	368.5	225.5	232.2	352.5	305.4	193.1	35.3
16:22:00	313.6	312.5	168.5	179.9	311.6	363.4	306.8	209.1	408.8	399.7	368.2	225.6	232.1	351.3	304.9	192.4	35.3
16:22:30	312.0	311.3	169.3	179.6	309.8	361.9	306.0	208.4	406.9	398.5	367.9	225.5	232.0	350.0	304.5	192.4	35.2
16:23:00	310.5	309.9	170.9	179.3	307.4	360.4	305.0	209.0	405.3	397.1	367.6	225.6	232.1	348.3	304.5	192.6	35.3
16:23:30	308.9	308.8	170.6	179.1	305.1	359.1	304.2	209.2	403.0	396.0	367.2	225.6	231.8	347.0	303.9	192.4	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16:24:00	307.3	307.7	167.7	179.2	302.7	357.7	304.5	208.9	401.7	394.6	366.9	225.6	231.6	345.5	302.8	192.5	35.4
16:24:30	305.7	306.4	172.4	177.9	303.8	356.1	304.6	208.0	399.9	393.5	366.7	225.5	231.6	343.9	302.1	192.3	35.3
16:25:00	304.7	305.2	171.3	177.1	303.4	355.1	304.3	207.4	398.1	392.3	366.5	225.5	231.6	342.6	301.7	192.6	35.4
16:25:30	303.8	304.2	170.1	177.6	301.4	353.8	303.8	207.5	396.3	391.0	366.0	225.7	231.9	341.2	301.0	193.0	35.4
16:26:00	302.7	303.1	168.9	178.1	300.1	352.5	303.4	207.4	394.5	389.8	365.6	225.9	231.6	340.3	300.3	192.6	35.4
16:26:30	301.4	302.2	166.3	178.5	298.4	351.4	302.5	206.9	392.3	388.5	364.9	226.1	231.8	339.0	299.4	191.9	35.4
16:27:00	300.1	301.3	167.9	178.5	297.8	350.0	302.1	206.0	390.8	387.3	364.5	226.3	231.8	337.8	298.4	191.2	35.4
16:27:30	298.7	300.1	167.2	178.3	295.3	348.7	300.7	206.2	389.4	386.2	364.1	226.0	231.6	336.1	298.1	191.5	35.4
16:28:00	297.5	298.8	165.9	177.5	293.8	347.2	299.4	205.8	387.3	384.9	363.7	225.9	231.5	334.9	297.4	191.6	35.4
16:28:30	296.6	297.7	165.0	177.1	292.8	345.9	299.0	205.6	386.1	383.9	363.3	225.7	231.0	333.8	297.0	191.9	35.4
16:29:00	295.7	296.6	167.2	176.7	291.0	344.6	298.0	205.1	384.5	382.6	362.7	225.5	230.9	332.3	296.1	190.9	35.3
16:29:30	294.6	295.5	165.2	177.5	289.3	343.1	296.4	205.0	382.6	381.2	362.1	225.5	231.0	331.4	295.7	190.1	35.4
16:30:00	293.3	294.7	165.0	177.8	287.5	341.8	295.3	204.3	381.3	380.1	361.4	225.6	230.8	330.2	294.5	189.3	35.4
16:30:30	292.0	293.3	164.2	177.3	285.4	340.2	293.7	204.0	379.7	378.7	360.7	225.5	230.7	329.2	293.8	189.1	35.4
16:31:00	290.8	292.4	157.9	177.9	282.4	338.9	292.8	204.5	377.9	377.5	360.1	225.3	230.6	327.9	293.0	189.0	35.4
16:31:30	289.5	291.5	158.8	178.2	281.2	337.4	291.5	204.5	376.1	376.3	359.4	225.0	230.4	326.7	291.6	189.2	35.5
16:32:00	288.1	290.4	159.0	177.5	280.9	336.0	291.1	203.2	374.7	375.2	359.0	225.1	230.1	325.3	291.1	189.0	35.4

Time	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3G	4B	4C	4D	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16:32:30	286.6	289.6	159.4	177.1	279.2	335.0	290.9	202.4	373.6	374.5	358.6	224.9	229.6	324.2	289.2	187.5	35.4
16:33:00	285.4	288.6	158.8	177.2	278.2	333.8	288.9	202.1	371.6	373.2	357.9	224.8	229.5	322.9	289.2	187.0	35.4
16:33:30	284.1	287.5	160.9	176.7	276.4	332.3	288.2	202.3	370.5	372.3	357.2	224.8	229.3	321.6	289.5	187.5	35.4
16:34:00	282.9	286.6	160.1	177.0	274.7	331.0	287.5	202.6	368.9	371.0	356.5	224.7	229.2	320.2	289.0	187.5	35.4
16:34:30	281.6	285.4	160.3	176.3	273.6	329.9	286.6	201.5	367.7	369.6	355.8	224.5	228.7	318.9	288.6	187.0	35.4
16:35:00	280.6	284.4	157.2	176.1	271.7	328.5	285.8	201.2	366.3	368.5	355.2	224.3	228.2	317.9	286.7	186.9	35.4
16:35:30	279.7	283.3	153.6	176.2	269.8	327.2	285.0	201.3	364.7	367.3	354.6	223.8	227.4	316.9	285.7	187.1	35.4
16:36:00	278.5	281.9	151.9	176.3	268.3	326.0	283.7	200.8	363.3	366.2	353.9	223.6	227.3	315.5	285.9	186.4	35.4
16:36:30	277.6	281.3	153.6	176.0	268.4	325.1	283.3	199.8	361.8	365.2	353.5	223.6	227.4	314.4	285.0	186.3	35.4
16:37:00	276.6	280.9	158.6	175.2	268.3	323.8	282.4	199.4	360.7	364.3	352.8	223.4	226.7	313.2	284.5	185.8	35.4
16:37:30	275.4	280.6	160.8	175.4	265.6	322.9	281.9	199.8	359.1	363.3	352.2	223.1	226.4	312.0	284.1	185.6	35.4
16:38:00	274.2	279.3	155.2	175.7	263.8	321.6	280.7	199.5	358.1	362.1	351.6	223.0	226.0	310.7	282.9	185.1	35.4
16:38:30	273.3	277.9	152.4	175.5	263.5	320.1	279.7	198.7	356.6	361.1	350.9	223.0	225.8	309.7	282.4	185.2	35.5
16:39:00	272.3	277.0	152.5	175.2	262.0	319.3	278.4	198.7	355.3	360.0	350.3	223.0	225.7	308.5	281.4	184.6	35.4
16:39:30	271.1	276.0	153.8	174.9	260.9	318.0	277.5	198.7	353.8	358.9	349.5	222.9	225.7	307.3	281.1	184.3	35.6
16:40:00	270.1	275.5	153.4	174.4	260.4	317.0	277.2	197.9	352.8	357.8	348.9	222.5	225.6	306.3	280.3	183.8	35.5

ตารางที่ ก-2 ข้อมูลการทดลองอุ่นเป่ารับน้ำเหล็กโดยการใช้หัวเผา ครั้งที่ 2

อุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมคัปเปิลที่ตำแหน่งต่างๆ

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:33:30	97.2	88.9	73.0	49.5	97.2	88.9	67.7	55.2	37.2
10:34:00	96.3	88.7	72.9	49.8	96.3	88.7	68.1	121.5	37.2
10:34:30	95.2	88.4	73.2	50.0	95.2	88.4	68.5	224.3	37.4
10:35:00	94.7	88.1	73.2	50.0	94.7	88.1	68.8	333.8	37.5
10:35:30	114.7	87.8	73.3	50.1	114.7	87.8	69.4	426.1	37.5
10:36:00	141.3	87.4	73.3	50.4	141.3	87.4	69.7	492.4	37.5
10:36:30	161.5	87.1	73.2	50.6	161.5	87.1	70.0	543.1	37.7
10:37:00	177.0	87.1	73.3	51.0	177.0	87.1	70.4	577.1	37.8
10:37:30	193.4	87.1	73.3	51.3	193.4	87.1	70.9	600.7	37.8
10:38:00	211.1	87.7	73.2	51.6	211.1	87.7	71.1	614.4	37.9
10:38:30	232.7	88.8	73.4	51.8	232.7	88.8	71.6	623.5	38.0
10:39:00	258.8	90.0	73.3	52.1	258.8	90.0	71.7	632.8	38.0
10:39:30	282.7	91.6	73.3	52.5	282.7	91.6	71.8	639.3	38.0
10:40:00	303.1	93.6	73.4	52.9	303.1	93.6	72.3	642.9	38.0
10:40:30	323.4	95.9	73.6	53.2	323.4	95.9	72.6	644.6	38.1
10:41:00	340.0	98.7	73.7	53.7	340.0	98.7	72.9	645.4	38.0
10:41:30	358.8	101.7	73.9	54.1	358.8	101.7	73.3	647.4	38.2
10:42:00	373.5	104.9	74.5	54.3	373.5	104.9	73.6	646.1	38.1
10:42:30	386.2	108.3	74.7	54.7	386.2	108.3	74.0	645.4	38.2
10:43:00	397.2	111.8	75.3	55.1	397.2	111.8	74.6	647.4	38.3
10:43:30	404.7	115.4	75.8	55.3	404.7	115.4	75.1	646.1	38.3
10:44:00	407.8	119.3	76.7	55.8	407.8	119.3	75.7	644.1	38.3
10:44:30	416.0	123.4	77.7	56.2	416.0	123.4	76.4	642.8	38.3
10:45:00	420.6	127.4	78.7	56.5	420.6	127.4	77.1	641.5	38.3
10:45:30	421.9	131.7	79.8	57.1	421.9	131.7	78.0	644.1	38.3
10:46:00	424.8	136.0	80.9	57.7	424.8	136.0	79.0	642.8	38.3
10:46:30	432.5	140.4	82.5	58.3	432.5	140.4	80.1	641.5	38.4

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:47:00	442.5	144.6	84.0	58.8	442.5	144.6	81.1	645.4	38.5
10:47:30	454.5	148.8	85.4	59.5	454.5	148.8	82.0	647.4	38.5
10:48:00	464.5	153.1	87.1	60.2	464.5	153.1	83.3	646.1	38.6
10:48:30	473.1	157.1	88.8	61.0	473.1	157.1	84.7	644.1	38.7
10:49:00	479.2	161.3	90.5	61.9	479.2	161.3	85.8	642.8	38.7
10:49:30	481.6	165.4	92.3	62.8	481.6	165.4	87.1	641.5	38.7
10:50:00	485.2	169.5	94.0	63.7	485.2	169.5	88.4	644.1	38.8
10:50:30	490.1	173.6	95.9	64.8	490.1	173.6	89.6	642.8	38.8
10:51:00	497.4	177.8	97.8	65.8	497.4	177.8	91.0	641.5	38.9
10:51:30	505.4	181.7	99.7	66.9	505.4	181.7	92.3	644.1	38.9
10:52:00	513.3	185.9	101.5	68.2	513.3	185.9	93.6	642.8	38.9
10:52:30	518.5	189.9	103.3	69.6	518.5	189.9	95.0	641.5	38.9
10:53:00	522.3	193.9	105.1	70.9	522.3	193.9	96.2	645.4	38.8
10:53:30	529.0	197.9	107.0	72.5	529.0	197.9	97.5	647.4	38.9
10:54:00	535.7	201.7	108.7	74.1	535.7	201.7	98.7	646.1	38.8
10:54:30	538.0	205.7	110.6	75.8	538.0	205.7	100.1	644.1	38.9
10:55:00	541.1	209.6	112.6	77.6	541.1	209.6	101.4	642.8	38.9
10:55:30	546.4	213.5	114.8	79.5	546.4	213.5	102.6	642.8	39.0
10:56:00	550.7	217.4	116.9	81.6	550.7	217.4	104.0	644.1	39.0
10:56:30	556.6	221.1	118.9	83.4	556.6	221.1	105.4	642.8	39.1
10:57:00	563.0	225.0	121.1	85.3	563.0	225.0	107.0	641.5	39.1
10:57:30	565.3	228.6	123.3	86.6	565.3	228.6	108.5	645.4	39.2
10:58:00	568.6	232.5	125.4	87.2	568.6	232.5	110.4	647.4	39.2
10:58:30	573.9	236.1	127.7	87.7	573.9	236.1	112.0	646.1	39.3
10:59:00	577.6	239.7	129.9	88.1	577.6	239.7	113.9	644.1	39.3
10:59:30	583.3	243.3	132.0	88.4	583.3	243.3	115.7	642.8	39.3
11:00:00	587.5	246.7	134.0	89.3	587.5	246.7	117.6	641.5	39.3
11:00:30	590.5	250.3	136.4	90.2	590.5	250.3	118.8	644.1	39.2
11:01:00	594.1	253.8	138.6	90.9	594.1	253.8	120.7	642.8	39.2
11:01:30	598.3	257.3	141.1	91.7	598.3	257.3	122.5	641.5	39.3

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:02:00	603.4	260.8	143.3	92.8	603.4	260.8	123.6	644.1	39.2
11:02:30	607.5	264.2	145.4	94.5	607.5	264.2	124.5	642.8	39.2
11:03:00	608.4	267.5	147.5	95.8	608.4	267.5	127.7	641.5	39.2
11:03:30	612.8	271.0	150.0	96.8	612.8	271.0	129.7	642.8	39.2
11:04:00	616.4	274.3	152.1	98.5	616.4	274.3	131.7	642.8	39.2
11:04:30	620.2	277.7	154.7	99.2	620.2	277.7	134.6	644.1	39.2
11:05:00	625.4	281.0	157.0	99.3	625.4	281.0	136.5	642.8	39.2
11:05:30	629.4	284.2	159.4	99.3	629.4	284.2	138.2	641.5	39.3
11:06:00	633.0	287.4	161.1	99.5	633.0	287.4	140.1	645.4	39.4
11:06:30	635.3	290.7	163.5	99.5	635.3	290.7	141.5	647.4	39.4
11:07:00	636.1	293.8	165.7	100.8	636.1	293.8	143.6	646.1	39.5
11:07:30	636.5	296.9	168.0	101.6	636.5	296.9	146.4	644.1	39.5
11:08:00	633.8	299.8	170.4	106.3	633.8	299.8	148.4	642.8	39.6
11:08:30	636.8	303.1	172.7	110.4	636.8	303.1	150.7	641.5	39.6
11:09:00	641.2	306.3	175.6	103.9	641.2	306.3	152.9	642.8	39.6
11:09:30	646.3	309.4	177.4	104.5	646.3	309.4	153.4	642.8	39.6
11:10:00	650.1	312.4	180.6	105.2	650.1	312.4	156.3	644.1	39.6
11:10:30	654.1	315.3	182.5	107.7	654.1	315.3	158.8	642.8	39.6
11:11:00	658.3	318.3	185.1	113.7	658.3	318.3	161.4	641.5	39.7
11:11:30	661.5	321.2	187.6	115.8	661.5	321.2	163.7	645.4	39.7
11:12:00	664.0	324.0	189.4	117.4	664.0	324.0	165.9	647.4	39.8
11:12:30	666.2	326.9	192.3	119.0	666.2	326.9	168.3	646.1	39.8
11:13:00	668.7	329.7	194.6	119.8	668.7	329.7	170.6	644.1	39.9
11:13:30	671.0	332.5	196.5	120.8	671.0	332.5	173.5	642.8	39.9
11:14:00	672.1	335.4	199.7	121.8	672.1	335.4	174.0	642.8	39.9
11:14:30	672.6	338.2	201.5	122.7	672.6	338.2	176.2	642.8	39.9
11:15:00	667.1	340.7	203.9	124.0	667.1	340.7	178.6	644.1	39.9
11:15:30	660.3	343.6	206.0	124.7	660.3	343.6	181.4	642.8	39.9
11:16:00	658.6	346.4	208.6	125.6	658.6	346.4	183.6	641.5	39.9
11:16:30	661.2	349.1	210.6	126.8	661.2	349.1	184.9	645.4	40.0

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:17:00	664.6	351.6	212.8	127.8	664.6	351.6	187.4	647.4	40.0
11:17:30	665.6	354.2	215.1	129.3	665.6	354.2	189.7	646.1	40.1
11:18:00	669.2	356.4	216.7	131.3	669.2	356.4	192.2	644.1	40.1
11:18:30	674.2	358.9	218.8	137.0	674.2	358.9	194.2	642.8	40.2
11:19:00	676.7	361.1	220.6	140.5	676.7	361.1	195.9	641.5	40.2
11:19:30	677.5	363.4	222.8	143.1	677.5	363.4	198.0	644.1	40.3
11:20:00	677.8	365.6	225.0	145.2	677.8	365.6	200.4	642.8	40.2
11:20:30	676.1	367.8	227.2	147.1	676.1	367.8	201.7	642.8	40.2
11:21:00	673.5	369.9	229.3	148.9	673.5	369.9	203.8	644.1	40.2
11:21:30	669.2	372.0	231.1	150.6	669.2	372.0	206.6	642.8	40.0
11:22:00	666.2	374.5	233.4	152.4	666.2	374.5	208.9	641.5	40.1
11:22:30	669.1	376.4	235.7	153.5	669.1	376.4	210.8	645.4	40.1
11:23:00	672.7	378.7	237.6	155.0	672.7	378.7	213.5	647.4	40.2
11:23:30	676.6	380.7	239.7	156.3	676.6	380.7	216.5	646.1	40.2
11:24:00	678.6	382.6	241.9	157.8	678.6	382.6	217.9	644.1	40.3
11:24:30	672.0	384.4	243.6	159.3	672.0	384.4	219.9	642.8	40.2
11:25:00	666.3	386.3	245.4	160.4	666.3	386.3	223.0	644.1	40.2
11:25:30	663.7	388.3	247.6	161.9	663.7	388.3	225.6	642.8	40.2
11:26:00	667.6	390.5	249.6	162.7	667.6	390.5	228.0	641.5	40.0
11:26:30	673.9	392.3	251.9	163.5	673.9	392.3	230.4	645.4	40.1
11:27:00	679.7	394.0	253.8	164.2	679.7	394.0	232.5	647.4	40.1
11:27:30	685.0	395.7	255.9	165.3	685.0	395.7	234.5	646.1	40.2
11:28:00	689.6	397.3	257.2	166.9	689.6	397.3	236.7	644.1	40.2
11:28:30	694.3	399.0	259.2	168.3	694.3	399.0	238.9	642.8	40.3
11:29:00	695.6	400.8	260.6	169.8	695.6	400.8	241.2	641.5	40.2
11:29:30	675.9	402.2	262.3	171.2	675.9	402.2	243.2	577.1	40.2
11:30:00	651.0	404.0	264.0	172.4	651.0	404.0	245.2	543.1	40.2
11:30:30	630.7	406.0	266.2	172.9	630.7	406.0	247.1	492.4	40.3
11:31:00	611.4	407.7	267.6	173.6	611.4	407.7	249.2	426.1	40.0
11:31:30	593.9	409.4	268.9	174.4	593.9	409.4	251.2	333.8	40.0

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:32:00	578.3	410.8	270.6	175.5	578.3	410.8	253.5	121.5	40.1
11:32:30	564.0	411.7	272.0	176.7	564.0	411.7	255.4	55.2	40.1
11:33:00	551.3	412.6	273.8	177.7	551.3	412.6	257.4	40.4	40.2
11:33:30	539.1	413.1	275.0	178.2	539.1	413.1	259.3	40.4	40.2
11:34:00	527.3	413.2	276.7	179.0	527.3	413.2	261.3	40.4	40.3
11:34:30	516.6	413.5	278.5	179.1	516.6	413.5	263.4	40.4	40.2
11:35:00	507.0	413.2	279.8	179.3	507.0	413.2	265.4	40.4	40.2
11:35:30	498.8	412.5	281.1	179.6	498.8	412.5	267.4	40.4	40.2
11:36:00	491.7	411.7	282.4	180.3	491.7	411.7	269.4	40.4	40.0
11:36:30	486.7	410.6	283.9	179.9	486.7	410.6	271.4	40.4	40.1
11:37:00	478.4	409.9	285.2	181.1	478.4	409.9	272.9	40.4	40.1
11:37:30	470.1	408.8	286.0	182.0	470.1	408.8	274.6	40.4	40.2
11:38:00	462.6	407.7	287.4	182.0	462.6	407.7	276.7	40.4	40.2
11:38:30	455.2	406.3	288.4	182.3	455.2	406.3	278.5	40.4	40.3
11:39:00	448.3	404.8	288.7	182.9	448.3	404.8	280.3	40.4	40.2
11:39:30	441.4	403.6	290.0	183.3	441.4	403.6	282.3	40.4	40.2
11:40:00	435.5	401.9	291.0	183.5	435.5	401.9	283.9	40.4	40.2
11:40:30	429.2	400.3	291.8	183.8	429.2	400.3	285.7	40.4	40.0
11:41:00	424.0	398.9	292.9	183.5	424.0	398.9	287.2	40.4	40.1
11:41:30	418.9	397.4	293.6	182.9	418.9	397.4	289.0	40.4	40.1
11:42:00	413.8	395.6	293.8	182.6	413.8	395.6	290.4	40.4	40.2
11:42:30	408.8	393.8	294.2	183.1	408.8	393.8	291.9	40.4	40.2
11:43:00	404.3	392.2	295.4	182.6	404.3	392.2	293.3	40.4	40.3
11:43:30	400.8	390.5	296.1	181.7	400.8	390.5	294.6	40.4	40.2
11:44:00	396.5	388.7	295.8	181.3	396.5	388.7	296.1	40.4	40.2
11:44:30	391.8	386.9	296.1	181.2	391.8	386.9	297.4	40.4	40.2
11:45:00	387.4	385.2	296.1	181.3	387.4	385.2	298.7	40.4	40.3
11:45:30	382.7	383.3	296.2	181.7	382.7	383.3	299.8	40.4	40.0
11:46:00	379.2	381.5	296.5	181.4	379.2	381.5	301.0	40.4	40.0
11:46:30	375.4	379.7	296.2	181.6	375.4	379.7	302.0	40.4	40.1

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:47:00	371.6	377.8	296.4	181.7	371.6	377.8	303.0	40.4	40.1
11:47:30	367.2	375.8	295.7	182.4	367.2	375.8	303.9	40.4	40.2
11:48:00	363.5	373.9	295.4	182.9	363.5	373.9	304.9	40.4	40.2
11:48:30	360.1	372.0	295.5	183.1	360.1	372.0	305.8	40.4	40.3
11:49:00	356.6	370.7	295.7	182.9	356.6	370.7	306.6	40.4	40.2
11:49:30	353.4	369.0	295.8	182.0	353.4	369.0	307.4	40.4	40.2
11:50:00	350.5	367.2	295.7	181.4	350.5	367.2	308.2	40.4	40.2
11:50:30	348.7	365.6	295.7	180.6	348.7	365.6	308.8	40.4	40.0
11:51:00	344.9	363.5	294.6	180.4	344.9	363.5	309.5	40.4	40.1
11:51:30	342.0	362.2	294.6	180.4	342.0	362.2	310.2	40.4	40.1
11:52:00	339.1	360.3	293.9	179.8	339.1	360.3	310.6	40.4	40.2
11:52:30	335.7	358.9	293.7	180.1	335.7	358.9	311.5	40.4	40.2
11:53:00	333.1	357.0	292.9	180.0	333.1	357.0	312.0	40.4	40.3
11:53:30	330.7	355.4	292.8	179.6	330.7	355.4	312.4	40.4	40.2
11:54:00	327.7	353.8	292.2	179.6	327.7	353.8	312.8	40.4	40.2
11:54:30	325.6	352.0	291.3	179.2	325.6	352.0	313.2	40.4	40.2
11:55:00	322.7	350.3	290.9	179.2	322.7	350.3	313.6	40.4	40.0
11:55:30	320.4	348.8	290.6	178.9	320.4	348.8	314.0	40.4	40.1
11:56:00	317.7	347.1	289.5	179.3	317.7	347.1	314.4	40.4	40.1
11:56:30	315.7	345.8	289.5	179.0	315.7	345.8	314.7	40.4	40.2
11:57:00	313.9	343.9	288.6	178.7	313.9	343.9	314.8	40.4	40.2
11:57:30	311.5	342.4	287.9	178.1	311.5	342.4	315.2	40.4	40.3
11:58:00	308.8	340.8	286.8	178.1	308.8	340.8	315.3	40.4	40.2
11:58:30	305.8	339.2	286.0	178.5	305.8	339.2	315.5	40.4	40.2
11:59:00	303.1	337.4	285.3	178.5	303.1	337.4	315.5	40.4	40.2
11:59:30	301.9	336.1	284.9	178.2	301.9	336.1	315.7	40.4	40.3
12:00:00	300.2	334.7	284.1	177.9	300.2	334.7	315.8	40.4	40.0
12:00:30	297.6	333.1	282.9	178.1	297.6	333.1	315.9	40.4	40.0
12:01:00	295.0	331.5	282.4	178.4	295.0	331.5	315.8	40.4	40.1
12:01:30	293.5	330.2	281.9	178.0	293.5	330.2	315.9	40.4	40.1

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:02:00	290.9	328.5	280.6	177.9	290.9	328.5	315.9	40.4	40.2
12:02:30	289.2	327.0	280.1	178.1	289.2	327.0	315.8	40.4	40.2
12:03:00	286.7	325.7	279.1	177.7	286.7	325.7	315.8	40.4	40.3
12:03:30	284.8	324.3	278.7	177.5	284.8	324.3	315.8	40.4	40.2
12:04:00	283.0	322.8	277.6	177.4	283.0	322.8	315.7	40.4	40.2
12:04:30	281.4	321.2	277.0	177.1	281.4	321.2	315.4	40.4	40.2
12:05:00	279.4	319.7	276.1	177.1	279.4	319.7	315.3	40.4	40.0
12:05:30	278.0	318.2	275.0	177.8	278.0	318.2	315.2	40.4	40.1
12:06:00	276.5	316.7	274.1	177.8	276.5	316.7	315.0	40.4	40.1
12:06:30	275.2	315.4	272.9	178.1	275.2	315.4	314.8	40.4	40.2
12:07:00	273.9	314.0	272.4	178.1	273.9	314.0	314.7	40.4	40.2
12:07:30	274.8	312.1	271.2	177.2	274.8	312.1	314.4	40.4	40.3
12:08:00	273.0	311.0	270.6	177.8	273.0	311.0	314.2	40.4	40.2
12:08:30	270.7	309.6	269.4	178.0	270.7	309.6	313.7	40.4	40.2
12:09:00	268.3	308.6	269.0	177.5	268.3	308.6	313.6	40.4	40.2
12:09:30	266.3	307.1	268.4	176.9	266.3	307.1	313.2	40.4	40.0
12:10:00	264.3	306.1	268.0	176.5	264.3	306.1	312.9	40.4	40.1
12:10:30	263.0	305.1	267.1	175.6	263.0	305.1	312.8	40.4	40.1
12:11:00	261.9	303.8	266.4	175.0	261.9	303.8	312.4	40.4	40.2
12:11:30	260.5	302.5	265.3	174.4	260.5	302.5	312.4	40.4	40.2
12:12:00	259.2	301.6	264.6	173.7	259.2	301.6	312.0	40.4	40.3
12:12:30	257.9	300.2	263.8	173.3	257.9	300.2	311.6	40.4	40.2
12:13:00	255.8	298.6	262.9	173.6	255.8	298.6	311.2	40.4	40.2
12:13:30	253.8	297.5	262.5	173.6	253.8	297.5	310.8	40.4	40.2
12:14:00	252.7	296.4	261.5	173.3	252.7	296.4	310.5	55.2	40.3
12:14:30	251.1	295.2	261.1	172.6	251.1	295.2	310.1	121.5	40.0
12:15:00	320.1	295.0	260.5	159.7	320.1	295.0	292.0	224.3	40.1
12:15:30	347.6	294.1	259.9	158.4	347.6	294.1	291.5	333.8	40.1
12:16:00	372.3	293.8	258.8	157.9	372.3	293.8	291.0	426.1	40.2
12:16:30	395.0	294.1	258.3	157.5	395.0	294.1	290.4	492.4	40.2

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:17:00	417.8	294.6	257.7	156.6	417.8	294.6	290.0	543.1	40.3
12:17:30	436.1	295.2	257.4	155.8	436.1	295.2	289.2	577.1	40.2
12:18:00	450.4	296.6	256.3	156.0	450.4	296.6	288.6	600.7	40.2
12:18:30	460.6	298.1	255.6	156.7	460.6	298.1	288.1	614.4	40.2
12:19:00	466.9	300.2	254.3	157.0	466.9	300.2	287.4	623.5	40.1
12:19:30	479.1	302.6	254.1	156.0	479.1	302.6	286.8	632.8	40.0
12:20:00	493.6	305.1	253.6	155.7	493.6	305.1	286.1	639.3	40.0
12:20:30	504.1	306.3	253.2	155.7	504.1	306.3	285.7	642.9	40.0
12:21:00	517.2	309.4	252.6	155.4	517.2	309.4	285.2	644.6	40.1
12:21:30	531.2	312.4	252.5	155.5	531.2	312.4	284.8	645.4	40.1
12:22:00	544.3	315.3	252.2	154.8	544.3	315.3	284.4	647.4	40.2
12:22:30	555.9	318.3	252.2	154.4	555.9	318.3	284.1	646.1	40.2
12:23:00	566.4	321.2	252.2	154.5	566.4	321.2	283.7	645.4	40.3
12:23:30	576.4	324.0	252.3	154.4	576.4	324.0	283.4	647.4	40.2
12:24:00	585.0	326.9	252.6	154.3	585.0	326.9	283.0	646.1	40.2
12:24:30	592.6	329.7	252.7	154.6	592.6	329.7	283.0	644.1	40.2
12:25:00	600.5	332.5	252.7	154.5	600.5	332.5	282.8	645.4	40.0
12:25:30	607.3	335.4	254.0	154.4	607.3	335.4	282.6	647.4	40.1
12:26:00	613.1	338.2	254.0	154.8	613.1	338.2	282.4	646.1	40.1
12:26:30	619.3	340.7	254.3	154.8	619.3	340.7	282.4	645.4	40.2
12:27:00	625.7	343.6	255.3	154.2	625.7	343.6	282.6	647.4	40.2
12:27:30	631.3	346.4	256.3	154.2	631.3	346.4	282.8	646.1	40.3
12:28:00	637.4	349.1	257.2	154.8	637.4	349.1	282.9	644.1	40.2
12:28:30	642.5	351.6	258.1	155.1	642.5	351.6	283.3	645.4	40.2
12:29:00	648.7	354.2	259.2	155.1	648.7	354.2	283.6	647.4	40.2
12:29:30	653.9	356.4	260.7	155.5	653.9	356.4	283.9	646.1	40.0
12:30:00	658.3	358.9	260.6	156.1	658.3	358.9	284.2	645.4	40.1
12:30:30	661.8	361.1	262.3	156.4	661.8	361.1	284.6	647.4	40.1
12:31:00	664.8	363.4	264.0	156.8	664.8	363.4	285.0	646.1	40.2
12:31:30	668.9	365.6	266.2	157.2	668.9	365.6	285.7	644.1	40.2

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:32:00	673.4	367.8	267.6	157.7	673.4	367.8	286.1	645.4	40.3
12:32:30	678.2	369.9	268.9	158.8	678.2	369.9	286.7	647.4	40.2
12:33:00	681.7	372.0	270.6	159.5	681.7	372.0	287.2	646.1	40.2
12:33:30	684.2	374.5	272.0	159.9	684.2	374.5	288.0	645.4	40.2
12:34:00	687.7	376.4	273.8	160.8	687.7	376.4	288.6	647.4	40.3
12:34:30	691.6	378.7	275.0	162.0	691.6	378.7	289.5	646.1	40.0
12:35:00	694.1	379.0	276.7	163.8	694.1	379.0	290.3	644.1	40.0
12:35:30	696.7	380.8	278.5	164.6	696.7	380.8	291.0	645.4	40.1
12:36:00	695.9	382.2	279.8	166.3	695.9	382.2	291.7	645.4	40.1
12:36:30	696.4	384.0	281.1	166.9	696.4	384.0	292.6	647.4	40.2
12:37:00	698.2	386.0	282.4	167.9	698.2	386.0	293.6	646.1	40.2
12:37:30	700.3	387.7	283.9	168.9	700.3	387.7	294.5	644.1	40.3
12:38:00	700.6	389.4	285.2	170.1	700.6	389.4	295.5	642.8	40.2
12:38:30	697.3	390.8	286.0	171.8	697.3	390.8	296.5	641.5	40.2
12:39:00	679.2	391.7	287.4	173.2	679.2	391.7	297.5	577.1	40.2
12:39:30	653.5	392.6	288.4	174.4	653.5	392.6	298.6	543.1	40.0
12:40:00	629.8	393.1	288.7	175.0	629.8	393.1	299.5	492.4	40.1
12:40:30	609.6	393.2	290.0	175.7	609.6	393.2	300.7	426.1	40.1
12:41:00	591.4	393.5	291.0	176.6	591.4	393.5	301.8	333.8	40.2
12:41:30	574.9	393.2	291.8	177.1	574.9	393.2	303.0	121.5	40.2
12:42:00	560.5	392.5	292.9	178.3	560.5	392.5	304.2	55.2	40.3
12:42:30	547.4	391.7	293.6	179.4	547.4	391.7	305.3	40.4	40.2
12:43:00	535.1	390.6	293.8	180.3	535.1	390.6	306.5	40.4	40.2
12:43:30	523.8	389.9	294.2	180.8	523.8	389.9	307.8	40.4	40.2
12:44:00	512.8	388.8	295.4	181.8	512.8	388.8	309.0	40.4	40.0
12:44:30	502.8	387.7	296.1	182.3	502.8	387.7	310.2	40.4	40.1
12:45:00	493.1	386.3	295.8	183.3	493.1	386.3	311.5	40.4	40.1
12:45:30	484.1	384.8	296.1	183.5	484.1	384.8	312.8	40.4	40.2
12:46:00	476.6	383.6	296.1	183.5	476.6	383.6	314.0	40.4	40.2
12:46:30	469.2	381.9	296.2	184.3	469.2	381.9	315.3	40.4	40.1

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:47:00	462.5	380.3	296.5	185.2	462.5	380.3	316.3	40.4	40.2
12:47:30	455.8	378.9	296.2	186.2	455.8	378.9	317.5	40.4	40.2
12:48:00	449.3	377.4	296.4	187.0	449.3	377.4	318.9	40.4	40.3
12:48:30	442.8	375.6	295.7	187.8	442.8	375.6	319.8	40.4	40.2
12:49:00	436.7	375.8	295.4	188.1	436.7	375.8	321.1	40.4	40.2
12:49:30	430.5	373.9	295.5	189.0	430.5	373.9	322.2	40.4	40.2
12:50:00	424.6	372.4	295.7	189.7	424.6	372.4	323.2	40.4	40.3
12:50:30	419.6	370.8	295.8	190.0	419.6	370.8	324.1	40.4	40.0
12:51:00	414.3	369.2	295.7	190.1	414.3	369.2	325.1	40.4	40.0
12:51:30	407.9	367.4	295.7	190.0	407.9	367.4	326.2	40.4	40.1
12:52:00	402.8	366.1	294.6	189.9	402.8	366.1	327.0	40.4	40.1
12:52:30	398.0	364.7	294.6	189.5	398.0	364.7	328.0	40.4	40.2
12:53:00	393.4	363.1	293.9	189.6	393.4	363.1	329.0	40.4	40.2
12:53:30	389.0	361.5	293.7	189.5	389.0	361.5	329.7	40.4	40.3
12:54:00	384.5	360.2	292.9	189.6	384.5	360.2	330.5	40.4	40.2
12:54:30	380.7	358.5	292.8	189.7	380.7	358.5	331.4	40.4	40.2
12:55:00	376.6	357.0	292.2	189.9	376.6	357.0	332.1	40.4	40.2
12:55:30	373.3	355.7	291.3	189.8	373.3	355.7	332.9	40.4	40.0
12:56:00	369.4	354.3	290.9	189.6	369.4	354.3	333.4	40.4	40.1
12:56:30	366.5	352.8	290.6	189.5	366.5	352.8	334.2	40.4	40.1
12:57:00	364.3	351.2	289.5	189.1	364.3	351.2	334.7	40.4	40.2
12:57:30	361.1	349.7	289.5	189.1	361.1	349.7	335.2	40.4	40.2
12:58:00	358.2	348.2	288.6	189.0	358.2	348.2	335.8	40.4	40.3
12:58:30	354.0	346.7	287.9	189.3	354.0	346.7	336.3	40.4	40.2
12:59:00	351.0	345.4	286.8	189.8	351.0	345.4	336.8	40.4	40.2
12:59:30	348.1	344.0	286.0	190.6	348.1	344.0	337.1	40.4	40.2
13:00:00	344.6	342.1	285.3	190.2	344.6	342.1	337.5	40.4	40.0
13:00:30	341.4	341.0	285.6	189.6	341.4	341.0	337.9	40.4	40.1
13:01:00	339.0	339.6	284.8	189.1	339.0	339.6	338.2	40.4	40.1
13:01:30	336.1	338.6	283.9	189.0	336.1	338.6	338.4	40.4	40.2

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:02:00	332.4	337.1	283.5	189.3	332.4	337.1	338.6	40.4	40.2
13:02:30	328.8	336.1	282.5	189.6	328.8	336.1	338.9	40.4	40.3
13:03:00	326.1	335.1	282.1	189.4	326.1	335.1	339.0	40.4	40.2
13:03:30	323.3	333.8	281.5	189.3	323.3	333.8	333.9	40.4	40.2
13:04:00	320.6	332.5	280.9	189.6	320.6	332.5	333.7	40.4	40.2
13:04:30	318.0	331.6	279.8	189.4	318.0	331.6	332.9	40.4	40.2
13:05:00	315.6	330.2	279.3	189.3	315.6	330.2	332.8	40.4	40.2
13:05:30	313.2	328.6	278.7	189.6	313.2	328.6	332.2	40.4	40.2
13:06:00	312.0	327.5	278.4	189.4	312.0	327.5	331.3	40.4	40.2
13:06:30	309.9	326.4	277.3	189.3	309.9	326.4	330.9	40.4	40.2
13:07:00	307.1	325.2	276.6	189.6	307.1	325.2	330.6	40.4	40.2
13:07:30	306.3	325.0	275.3	189.4	306.3	325.0	329.5	55.2	40.2
13:08:00	304.3	324.1	275.1	189.3	304.3	324.1	329.5	121.5	40.2
13:08:30	400.0	323.8	274.6	189.6	400.0	323.8	328.6	224.3	40.2
13:09:00	448.2	324.1	274.2	189.4	448.2	324.1	327.9	333.8	40.2
13:09:30	465.8	324.6	273.6	189.3	465.8	324.6	326.8	426.1	40.2
13:10:00	482.4	325.2	273.5	189.6	482.4	325.2	326	492.4	40.2
13:10:30	495.2	326.6	273.2	189.4	495.2	326.6	325.3	543.1	40.2
13:11:00	509.3	328.1	273.2	189.3	509.3	328.1	324.9	577.1	40.2
13:11:30	522.2	330.2	273.2	189.6	522.2	330.2	324.1	600.7	40.2
13:12:00	535.1	332.6	273.3	189.4	535.1	332.6	322.9	614.4	40.2
13:12:30	547.9	335.1	273.6	189.3	547.9	335.1	322.4	623.5	40.2
13:13:00	559.5	336.3	273.7	189.6	559.5	336.3	321.9	632.8	40.2
13:13:30	568.6	339.4	273.7	189.4	568.6	339.4	320.6	639.3	40.2
13:14:00	577.9	342.4	275.0	189.3	577.9	342.4	320.1	642.9	40.2
13:14:30	585.5	345.3	275.0	189.6	585.5	345.3	319.1	644.6	40.2
13:15:00	592.6	348.3	275.3	189.4	592.6	348.3	318.7	645.4	40.2
13:15:30	600.5	351.2	276.3	189.3	600.5	351.2	317.6	647.4	40.2
13:16:00	607.3	354.0	277.3	189.6	607.3	354.0	317	646.1	40.2
13:16:30	613.1	356.4	278.2	189.4	613.1	356.4	316.1	644.6	40.2

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:17:00	619.3	358.7	279.1	189.3	619.3	358.7	315	645.4	40.2
13:17:30	625.7	360.7	280.2	189.6	625.7	360.7	314.1	647.4	40.2
13:18:00	631.3	362.6	281.7	189.4	631.3	362.6	312.9	646.1	40.2
13:18:30	637.4	364.4	281.6	189.3	637.4	364.4	312.4	644.6	40.2
13:19:00	642.5	366.3	282.4	189.6	642.5	366.3	311.2	645.4	40.2
13:19:30	648.7	368.3	283.9	189.4	648.7	368.3	310.6	647.4	40.2
13:20:00	653.9	370.5	285.2	189.3	653.9	370.5	309.4	646.1	40.2
13:20:30	658.3	372.3	286.0	189.6	658.3	372.3	309	644.6	40.2
13:21:00	661.8	374.0	287.4	189.4	661.8	374.0	308.4	645.4	40.2
13:21:30	664.8	375.7	288.4	189.3	664.8	375.7	308	647.4	40.2
13:22:00	668.9	377.3	288.7	189.6	668.9	377.3	307.1	646.1	40.2
13:22:30	673.4	379.0	290.0	189.4	673.4	379.0	306.6	644.6	40.2
13:23:00	678.2	380.8	291.0	189.3	678.2	380.8	305.8	645.4	40.2
13:23:30	681.7	382.2	291.8	189.6	681.7	382.2	305.2	647.4	40.2
13:24:00	684.2	384.0	292.9	189.4	684.2	384.0	303.8	646.1	40.2
13:24:30	687.7	386.0	293.6	189.1	687.7	386.0	303.0	644.6	40.2
13:25:00	691.6	387.7	293.8	189.1	691.6	387.7	302.1	645.4	40.2
13:25:30	694.1	389.4	294.2	189.1	694.1	389.4	301.6	647.4	40.2
13:26:00	696.7	390.8	295.4	189.5	696.7	390.8	300.8	646.1	40.2
13:26:30	695.9	391.7	296.1	189.2	695.9	391.7	300.9	647.4	40.3
13:27:00	696.4	392.6	295.8	189.3	696.4	392.6	299.8	642.8	40.2
13:27:30	698.2	393.1	296.1	188.8	698.2	393.1	299.3	641.5	40.2
13:28:00	700.3	393.2	296.1	188.9	700.3	393.2	298.7	577.1	40.2
13:28:30	700.6	393.5	296.2	188.2	700.6	393.5	298.4	543.1	40.2
13:29:00	697.3	393.2	296.5	187.8	697.3	393.2	297.3	492.4	40.2
13:29:30	679.2	392.5	296.2	163.9	679.2	392.5	296.6	426.1	40.0
13:30:00	653.5	391.7	296.4	163.6	653.5	391.7	295.3	333.8	40.1
13:30:30	629.8	390.6	295.7	163.3	629.8	390.6	295.1	121.5	40.1
13:31:00	609.6	389.9	295.4	162.8	609.6	389.9	294.6	55.2	40.2
13:31:30	591.4	388.8	295.5	162.5	591.4	388.8	294.2	40.4	40.2

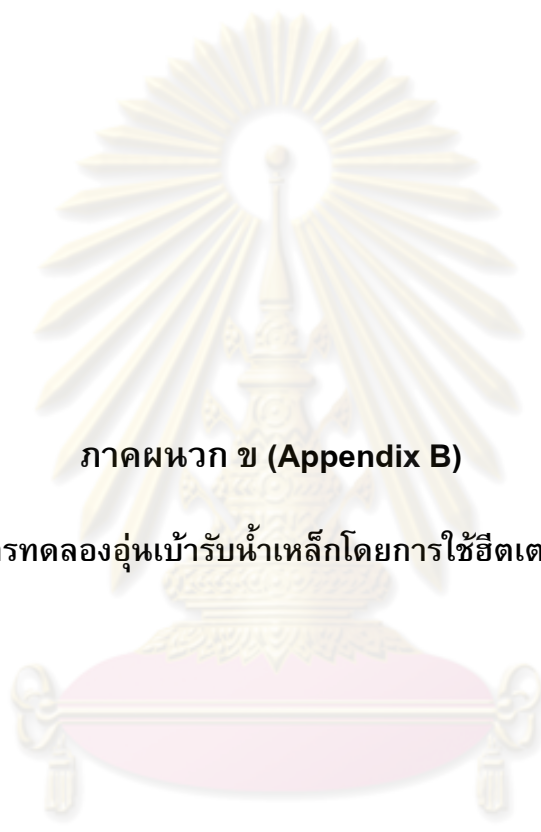
Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:32:00	574.9	387.7	295.7	161.9	574.9	387.7	293.6	40.4	40.3
13:32:30	560.5	386.3	295.8	161.3	560.5	386.3	293.5	40.4	40.2
13:33:00	547.4	384.8	295.7	160.7	547.4	384.8	293.2	40.4	40.2
13:33:30	535.1	383.6	295.7	160.5	535.1	383.6	293.2	40.4	40.2
13:34:00	523.8	381.9	294.6	160.3	523.8	381.9	293.2	40.4	40.0
13:34:30	512.8	380.3	294.6	160.5	512.8	380.3	293.3	40.4	40.1
13:35:00	502.8	378.9	293.9	160.7	502.8	378.9	293.6	40.4	40.1
13:35:30	493.1	377.4	293.7	161.0	493.1	377.4	293.7	40.4	40.2
13:36:00	484.1	375.6	292.9	160.7	484.1	375.6	293.7	40.4	40.2
13:36:30	476.6	375.8	292.8	160.4	476.6	375.8	295.0	40.4	40.3
13:37:00	469.2	373.9	292.2	160.7	469.2	373.9	295.0	40.4	40.2
13:37:30	462.5	371.4	291.3	161.4	462.5	371.4	295.3	40.4	40.2
13:38:00	449.3	372.4	290.9	187.0	449.3	372.4	318.9	40.4	40.3
13:38:30	442.8	370.8	290.6	187.8	442.8	370.8	319.8	40.4	40.2
13:39:00	436.7	369.2	289.5	188.1	436.7	369.2	321.1	40.4	40.2
13:39:30	430.5	367.4	289.5	189.0	430.5	367.4	322.2	40.4	40.2
13:40:00	424.6	366.1	288.6	189.7	424.6	366.1	323.2	40.4	40.3
13:40:30	419.6	364.7	291.4	190.0	419.6	364.7	324.1	40.4	40.0
13:41:00	414.3	363.1	290.3	190.1	414.3	363.1	325.1	40.4	40.0
13:41:30	419.6	361.5	289.6	190.0	419.6	361.5	326.2	40.4	40.1
13:42:00	414.3	360.1	288.3	189.9	414.3	360.1	327.0	40.4	40.1
13:42:30	407.9	359.0	288.1	189.5	407.9	359.0	328.0	40.4	40.2
13:43:00	402.8	357.6	287.6	189.6	402.8	357.6	329.0	40.4	40.2
13:43:30	398.0	356.6	287.2	189.5	398.0	356.6	329.7	40.4	40.3
13:44:00	393.4	355.1	286.6	189.6	393.4	355.1	330.5	40.4	40.2
13:44:30	389.0	354.1	286.5	189.7	389.0	354.1	331.4	40.4	40.2
13:45:00	384.5	353.1	286.2	189.9	384.5	353.1	332.1	40.4	40.2
13:45:30	380.7	351.8	286.2	189.8	380.7	351.8	332.9	40.4	40.0
13:46:00	376.6	350.5	286.2	189.6	376.6	350.5	333.4	40.4	40.1
13:46:30	373.3	349.6	286.3	189.5	373.3	349.6	334.2	40.4	40.1

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:47:00	369.4	348.2	286.6	189.1	369.4	348.2	334.7	55.2	40.2
13:47:30	366.5	346.6	286.7	189.1	366.5	346.6	335.2	121.5	40.2
13:48:00	364.3	345.5	286.7	189.0	364.3	345.5	335.8	224.3	40.3
13:48:30	400.0	344.4	287.0	182.3	400.0	344.4	310.2	333.8	40.1
13:49:00	448.2	343.2	287.2	183.3	448.2	343.2	311.5	426.1	40.1
13:49:30	465.8	343.0	287.5	183.5	465.8	343.0	312.8	492.4	40.2
13:50:00	482.4	342.1	285.2	183.5	482.4	342.1	314.0	543.1	40.2
13:50:30	495.2	341.8	286.0	184.3	495.2	341.8	315.3	577.1	40.1
13:51:00	509.3	342.1	287.4	185.2	509.3	342.1	316.3	600.7	40.2
13:51:30	522.2	342.6	288.4	186.2	522.2	342.6	317.5	614.4	40.2
13:52:00	535.1	343.2	288.7	187.0	535.1	343.2	318.9	623.5	40.3
13:52:30	547.9	344.6	290.0	187.8	547.9	344.6	319.8	632.8	40.2
13:53:00	559.5	346.1	291.0	188.1	559.5	346.1	321.1	639.3	40.2
13:53:30	568.6	348.2	291.8	189.0	568.6	348.2	322.2	642.9	40.2
13:54:00	577.9	350.6	292.9	189.7	577.9	350.6	323.2	644.6	40.3
13:54:30	585.5	350.3	293.6	190.0	585.5	350.3	324.1	647.4	40.0
13:55:00	592.6	353.4	293.8	190.1	592.6	353.4	325.1	646.1	40.0
13:55:30	600.5	356.4	294.2	190.0	600.5	356.4	326.2	644.6	40.1
13:56:00	607.3	359.3	295.4	189.9	607.3	359.3	327.0	645.4	40.1
13:56:30	613.1	362.3	296.1	189.5	613.1	362.3	328.0	647.4	40.2
13:57:00	619.3	365.2	295.8	189.6	619.3	365.2	329.0	646.1	40.2
13:57:30	625.7	368.0	296.1	189.5	625.7	368.0	329.7	644.6	40.3
13:58:00	631.3	370.4	296.1	189.6	631.3	370.4	330.5	645.4	40.2
13:58:30	637.4	372.7	296.1	189.7	637.4	372.7	331.4	647.4	40.2
13:59:00	642.5	374.7	296.2	189.9	642.5	374.7	332.1	646.1	40.2
13:59:30	648.7	376.6	296.5	189.8	648.7	376.6	332.9	644.6	40.0
14:00:00	653.9	378.4	296.2	189.6	653.9	378.4	333.4	647.4	40.1
14:00:30	658.3	380.3	296.1	189.5	658.3	380.3	334.2	646.1	40.1
14:01:00	661.8	382.3	296.1	189.1	661.8	382.3	334.7	644.6	40.2
14:01:30	664.8	384.5	296.2	189.1	664.8	384.5	335.2	645.4	40.2

Time	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	Flue gas	Amb
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:02:00	668.9	386.3	296.5	189.0	668.9	386.3	335.8	647.4	40.3
14:02:30	673.4	388.0	296.2	189.3	673.4	388.0	336.3	646.1	40.2
14:03:00	678.2	389.7	296.1	189.8	678.2	389.7	336.8	644.6	40.2
14:03:30	681.7	391.3	296.1	190.6	681.7	391.3	337.1	645.4	40.2
14:04:00	684.2	393.0	296.2	190.2	684.2	393.0	337.5	647.4	40.0
14:04:30	687.7	394.8	296.5	189.6	687.7	394.8	337.9	646.1	40.1
14:05:00	691.6	396.2	296.5	189.1	691.6	396.2	338.2	644.6	40.1
14:05:30	694.1	398.0	296.2	189.0	694.1	398.0	338.4	645.4	40.2



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข (Appendix B)

ข้อมูลการทดลองอุ่นเบียร์หน้าเหล็กโดยการใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-1 ข้อมูลการทดลองอุณหภูมิรับน้ำเหล็กโดยการใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้า ครั้งที่ 1

อุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมคัปเปิลที่ตำแหน่งต่างๆ

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:38:00	31.3	32.9	30.9	31.3	31.4	30.9	30.8	31.3	31.3
10:38:30	31.1	32.9	30.9	31.4	31.5	30.4	31.1	30.9	31.3
10:39:00	31.1	32.8	30.9	31.3	31.5	30.3	30.9	30.9	31.3
10:39:30	31.1	32.9	30.8	31.3	31.5	30.8	30.9	30.9	31.3
10:40:00	31.1	32.9	31.1	31.1	31.5	30.4	30.9	31.1	31.3
10:40:30	31.1	32.8	31.1	31.3	31.6	30.4	30.9	30.9	31.3
10:41:00	31.1	32.9	30.9	31.4	31.5	31.1	30.9	30.9	31.3
10:41:30	31.4	32.9	30.9	31.3	31.6	31.1	30.9	30.9	31.3
10:42:00	31.6	32.9	31.3	31.3	31.7	31.9	30.9	31.3	31.4
10:42:30	31.8	32.9	31.3	31.3	31.6	32.2	30.9	31.3	31.3
10:43:00	32.2	32.9	30.9	31.4	31.6	33.1	30.9	31.1	31.4
10:43:30	32.6	32.9	31.1	31.4	31.7	33.1	31.3	31.1	31.4
10:44:00	33.1	32.9	31.3	31.3	31.7	34.5	31.1	31.3	31.3
10:44:30	33.7	32.9	31.3	31.4	31.7	35.5	30.9	31.3	31.4
10:45:00	34.2	33.0	31.1	31.4	31.7	36.0	31.3	30.9	31.4
10:45:30	34.8	33.4	31.3	31.4	31.7	37.3	31.4	31.1	31.4
10:46:00	35.8	33.8	31.4	31.4	31.7	38.8	31.4	31.3	31.4
10:46:30	36.8	34.2	31.6	31.3	31.7	39.8	31.6	31.3	31.4
10:47:00	37.6	34.6	31.6	31.6	31.7	41.1	31.9	31.1	31.4
10:47:30	38.8	34.9	31.8	31.6	31.7	41.2	32.2	31.1	31.4
10:48:00	40.0	35.7	31.9	31.7	31.8	41.3	32.7	31.2	31.4
10:48:30	41.2	36.8	32.1	31.8	31.8	41.3	32.9	31.3	31.4
10:49:00	42.5	37.3	32.2	31.8	31.8	47.4	33.1	31.3	31.4
10:49:30	43.9	39.5	32.6	31.4	31.9	49.1	33.4	31.4	31.5
10:50:00	45.5	41.1	32.9	31.8	31.8	51.7	33.7	31.8	31.4
10:50:30	46.9	43.7	32.8	31.9	31.9	53.7	34.2	31.4	31.5
10:51:00	48.5	45.9	33.2	31.8	31.9	55.7	34.4	31.6	31.5

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:51:30	50.0	47.2	33.2	31.8	31.9	57.5	35.2	31.4	31.5
10:52:00	51.9	48.4	33.7	31.9	31.9	59.4	35.8	31.6	31.5
10:52:30	53.7	49.6	33.9	32.1	31.9	62.2	36.1	31.8	31.5
10:53:00	55.7	50.1	34.4	31.8	32.0	64.2	36.8	31.9	31.5
10:53:30	57.5	50.9	34.5	32.4	32.0	66.5	37.6	31.9	31.6
10:54:00	59.4	51.6	34.7	32.4	32.0	69.0	38.2	31.9	31.5
10:54:30	61.6	52.8	35.3	32.4	32.1	72.0	38.6	32.4	31.6
10:55:00	63.7	54.3	35.8	32.4	32.2	74.5	39.3	32.4	31.6
10:55:30	65.8	56.0	36.0	32.8	32.2	76.7	40.4	32.4	31.6
10:56:00	68.1	57.8	36.8	32.6	32.3	79.8	41.1	32.9	31.7
10:56:30	70.6	59.7	37.1	32.8	32.3	82.6	41.7	32.9	31.7
10:57:00	72.7	61.6	37.4	33.1	32.3	84.8	43.1	33.1	31.7
10:57:30	75.1	63.5	38.2	33.2	32.4	88.4	43.5	33.6	31.7
10:58:00	77.4	65.8	38.6	33.4	32.5	91.4	44.5	33.7	31.7
10:58:30	80.0	68.0	39.0	33.4	32.6	94.3	45.6	33.9	31.7
10:59:00	82.3	70.0	39.7	33.6	32.6	96.7	47.0	34.2	31.7
10:59:30	84.8	72.5	40.0	34.0	32.6	100.2	47.9	34.4	31.8
11:00:00	87.3	75.7	40.3	34.2	32.8	103.2	49.0	34.5	31.9
11:00:30	90.0	78.8	41.2	34.2	32.9	106.2	49.9	35.0	31.9
11:01:00	92.5	80.1	41.5	34.7	32.9	108.7	51.4	35.0	32.0
11:01:30	95.2	83.1	42.3	34.7	33.1	111.7	52.5	35.5	32.0
11:02:00	98.0	85.4	43.1	34.8	33.2	115.2	53.6	36.0	32.0
11:02:30	101.2	88.5	43.8	35.1	33.2	117.8	54.9	36.5	32.1
11:03:00	103.6	91.8	44.5	35.5	33.3	120.7	56.3	36.8	32.2
11:03:30	106.5	93.9	45.1	36.0	33.4	124.3	57.3	37.3	32.2
11:04:00	109.2	96.0	45.9	36.0	33.6	126.7	58.9	37.6	32.3
11:04:30	112.1	98.2	46.4	36.8	33.7	129.9	60.3	37.9	32.3
11:05:00	115.1	100.5	47.1	36.9	33.9	132.9	61.6	38.2	32.4
11:05:30	118.1	102.6	48.1	37.3	33.9	136.3	63.0	38.8	32.5
11:06:00	121.1	105.0	49.3	37.7	34.2	139.2	64.3	39.7	32.6

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:06:30	124.0	107.3	49.7	38.2	34.3	142.3	65.8	40.0	32.7
11:07:00	127.1	109.6	50.7	38.2	34.5	144.6	67.3	40.3	32.8
11:07:30	130.3	112.0	51.4	38.8	34.7	148.0	68.7	40.9	32.9
11:08:00	133.5	114.4	52.6	39.3	34.9	151.3	70.0	41.9	33.0
11:08:30	136.6	116.8	53.6	39.8	35.0	154.5	71.6	42.3	33.1
11:09:00	139.9	119.2	54.4	40.0	35.3	156.8	73.2	42.8	33.2
11:09:30	143.2	121.6	55.4	40.6	35.4	159.9	74.6	43.3	33.3
11:10:00	146.4	124.3	56.6	41.1	35.6	163.6	76.0	44.2	33.4
11:10:30	149.5	126.7	57.5	41.5	35.9	166.5	77.5	44.8	33.6
11:11:00	152.9	129.2	58.5	42.0	36.2	169.5	79.0	45.5	33.7
11:11:30	156.1	131.7	59.4	42.6	36.4	171.9	80.7	45.7	33.9
11:12:00	159.4	134.3	60.8	43.4	36.6	175.5	82.3	46.7	34.0
11:12:30	162.6	137.0	61.8	43.9	36.9	178.5	83.7	47.4	34.3
11:13:00	166.2	139.7	62.9	43.9	37.2	181.4	85.2	48.4	34.4
11:13:30	169.5	142.4	64.2	44.6	37.4	183.9	86.9	49.0	34.6
11:14:00	172.7	145.1	65.2	45.5	37.7	187.1	88.4	49.5	34.8
11:14:30	176.2	147.8	66.3	46.0	37.9	190.4	89.9	50.5	34.9
11:15:00	179.6	150.5	67.6	46.4	38.3	193.0	91.4	51.1	35.1
11:15:30	182.9	153.1	68.8	47.3	38.6	196.2	93.2	52.2	35.2
11:16:00	186.4	155.8	70.0	47.6	38.9	198.9	94.7	52.8	35.4
11:16:30	189.5	158.3	71.1	48.6	39.3	201.8	96.3	53.2	35.6
11:17:00	193.0	161.2	72.3	49.0	39.6	204.8	97.8	54.2	35.9
11:17:30	196.5	164.0	73.7	49.7	39.9	207.8	99.6	55.5	36.0
11:18:00	199.8	166.6	74.9	50.4	40.3	210.8	101.1	56.3	36.2
11:18:30	203.2	169.4	76.1	50.8	40.7	213.6	102.7	56.9	36.5
11:19:00	206.5	172.2	77.4	51.7	41.1	216.4	104.3	57.8	36.8
11:19:30	209.8	175.1	78.8	52.6	41.4	219.4	105.9	58.9	36.9
11:20:00	213.1	178.1	80.2	53.4	41.8	222.3	107.6	59.7	37.2
11:20:30	216.3	180.9	81.5	54.4	42.1	225.2	109.4	60.5	37.4
11:21:00	219.9	183.7	82.7	54.9	42.7	227.8	110.9	61.2	37.7

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:21:30	223.1	186.5	84.1	55.8	43.0	230.7	112.6	62.1	37.9
11:22:00	226.4	189.3	85.5	56.7	43.6	233.4	114.3	63.3	38.3
11:22:30	229.7	192.1	86.9	57.6	44.0	236.3	115.9	64.2	38.6
11:23:00	233.0	194.8	88.3	58.4	44.5	239.2	117.5	65.2	38.8
11:23:30	236.7	197.7	89.6	58.9	44.9	241.9	119.3	66.0	39.1
11:24:00	239.9	200.6	91.0	59.7	45.4	244.7	121.0	67.1	39.4
11:24:30	243.3	203.6	92.5	60.8	45.8	247.4	122.8	68.1	39.6
11:25:00	246.4	206.4	94.0	61.9	46.4	250.3	124.4	69.0	40.0
11:25:30	249.7	209.0	95.5	62.9	47.0	253.0	126.1	70.2	40.3
11:26:00	253.0	211.9	96.8	63.3	47.4	255.6	127.9	71.0	40.6
11:26:30	256.3	215.1	98.2	64.2	47.9	258.3	129.5	72.0	41.0
11:27:00	259.6	217.8	99.8	65.6	48.4	261.0	131.2	73.3	41.3
11:27:30	262.8	220.8	101.3	66.6	49.0	263.8	133.0	74.2	41.6
11:28:00	266.1	223.6	102.7	67.6	49.7	266.5	134.8	75.1	41.9
11:28:30	269.4	226.4	104.3	68.5	50.1	269.2	136.5	76.1	42.3
11:29:00	272.6	229.3	105.6	69.1	50.7	271.9	138.1	77.1	42.6
11:29:30	275.9	232.5	107.3	70.0	51.2	274.4	139.9	78.3	43.0
11:30:00	279.0	235.7	108.8	71.1	51.6	277.0	141.8	79.4	43.3
11:30:30	282.1	238.7	110.4	72.6	52.1	279.8	143.4	80.4	43.8
11:31:00	285.5	241.6	112.0	73.0	52.8	282.3	145.2	81.5	44.1
11:31:30	288.7	244.5	113.5	74.0	53.4	284.9	146.9	82.5	44.5
11:32:00	292.0	247.2	115.2	75.6	54.0	287.5	148.7	83.6	44.9
11:32:30	295.1	250.5	116.8	76.7	54.4	290.1	150.5	84.5	45.2
11:33:00	298.4	253.4	118.4	77.8	55.2	292.8	152.3	85.8	45.7
11:33:30	301.6	256.2	120.0	78.8	55.9	295.4	153.9	86.9	46.0
11:34:00	304.6	259.2	121.6	80.1	56.3	297.9	155.8	88.0	46.4
11:34:30	308.2	262.2	123.3	80.7	56.8	300.2	157.6	88.9	46.8
11:35:00	311.4	264.8	125.0	81.5	57.9	302.7	159.3	90.0	47.3
11:35:30	314.4	267.2	126.6	82.7	58.7	305.3	160.9	91.1	47.7
11:36:00	317.4	269.9	128.1	84.1	59.2	307.5	162.7	92.1	48.1

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:36:30	320.5	272.5	130.0	84.8	60.1	310.1	164.6	93.3	48.6
11:37:00	323.3	275.1	131.6	86.5	60.9	312.5	166.3	94.4	49.0
11:37:30	326.6	278.0	133.2	87.3	61.6	314.8	168.0	95.5	49.5
11:38:00	329.2	280.8	135.0	88.7	62.4	317.4	169.8	96.6	50.0
11:38:30	332.4	283.6	136.6	89.6	63.3	319.8	171.5	97.6	50.4
11:39:00	335.8	286.2	138.3	90.5	64.3	322.2	173.2	98.7	50.9
11:39:30	338.9	288.9	140.1	91.8	65.1	324.3	175.1	100.0	51.3
11:40:00	341.8	292.0	141.8	92.8	65.9	327.0	176.8	101.1	51.9
11:40:30	344.6	295.1	143.4	94.2	66.7	329.3	178.5	102.2	52.3
11:41:00	347.4	297.7	145.1	95.2	67.6	331.5	180.3	103.3	52.9
11:41:30	350.2	300.6	147.0	96.8	68.6	334.0	182.1	104.5	53.3
11:42:00	353.1	303.7	148.8	97.9	69.4	336.3	183.8	105.6	53.8
11:42:30	356.5	306.2	150.5	98.9	70.4	338.5	185.5	106.7	54.3
11:43:00	359.4	308.8	152.3	100.0	71.3	341.1	187.2	107.9	54.9
11:43:30	362.2	311.4	154.2	101.3	72.2	343.4	189.0	109.2	55.4
11:44:00	365.2	314.4	155.9	102.5	73.0	345.6	190.7	110.3	55.9
11:44:30	368.2	316.9	157.7	103.7	74.1	347.9	192.4	111.4	56.5
11:45:00	371.0	319.5	159.5	104.7	75.1	350.2	194.1	112.5	57.1
11:45:30	373.5	322.0	161.3	105.9	76.1	352.8	195.8	113.6	57.6
11:46:00	376.1	325.3	163.0	107.4	77.0	355.0	197.5	114.8	58.1
11:46:30	379.0	328.2	165.0	108.5	78.0	357.4	199.2	116.1	58.7
11:47:00	382.0	330.6	166.8	109.6	79.1	359.4	201.0	117.1	59.2
11:47:30	384.4	333.2	168.6	110.9	80.0	362.0	202.7	118.4	59.8
11:48:00	387.6	335.7	170.4	112.1	81.0	364.1	204.2	119.4	60.4
11:48:30	390.1	338.6	172.2	113.2	81.9	366.5	205.9	120.6	60.9
11:49:00	393.0	342.1	174.1	114.9	82.8	368.8	207.6	121.9	61.6
11:49:30	395.7	344.9	175.9	116.0	83.7	371.0	209.5	123.0	62.2
11:50:00	398.6	347.4	177.8	117.1	84.5	373.5	211.2	124.3	62.7
11:50:30	401.4	349.2	180.0	118.2	85.4	375.4	213.0	125.2	63.4
11:51:00	404.3	351.6	182.0	119.0	86.2	378.0	214.8	126.3	63.9

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:51:30	406.9	354.8	183.3	120.8	86.9	380.3	216.2	127.9	64.6
11:52:00	409.1	357.9	185.4	122.0	87.7	382.7	217.4	128.4	65.3
11:52:30	411.5	360.7	187.3	123.8	88.4	384.7	218.7	131.0	65.8
11:53:00	414.1	363.4	189.0	125.0	89.2	386.6	220.3	132.0	66.4
11:53:30	417.3	366.6	190.0	127.2	89.6	388.8	222.5	132.5	67.0
11:54:00	420.6	368.3	193.1	128.0	90.5	391.2	222.7	134.3	67.5
11:54:30	422.1	370.3	194.2	128.8	91.2	393.5	221.9	135.0	68.1
11:55:00	425.0	371.7	196.7	130.5	92.2	395.2	222.4	135.9	68.8
11:55:30	427.9	374.5	198.1	131.6	93.2	397.1	223.8	137.4	69.4
11:56:00	429.7	376.9	199.8	132.5	94.5	399.2	225.7	139.0	69.9
11:56:30	431.4	379.6	202.2	133.4	95.6	401.8	228.3	139.5	70.8
11:57:00	435.3	381.8	204.4	134.8	96.4	403.5	228.9	141.8	71.0
11:57:30	437.4	385.0	204.8	136.4	97.3	405.6	230.4	142.4	71.6
11:58:00	439.7	386.6	207.1	137.8	98.5	406.9	232.9	143.9	72.3
11:58:30	442.2	388.4	209.3	139.2	99.1	409.4	233.8	145.0	73.0
11:59:00	444.2	390.6	211.7	139.6	99.8	411.0	236.6	147.2	73.6
11:59:30	447.2	392.4	213.0	141.1	99.9	412.4	238.1	147.7	74.4
12:00:00	449.7	395.2	216.2	142.4	100.2	414.2	239.9	148.3	75.5
12:00:30	452.2	397.1	217.4	143.9	100.5	415.5	241.9	149.0	76.1
12:01:00	454.5	399.2	218.7	145.0	100.7	418.1	242.5	150.7	76.8
12:01:30	456.9	401.8	220.3	147.2	100.9	419.9	244.6	151.5	77.3
12:02:00	457.9	404.3	222.4	148.3	101.1	422.6	247.2	153.8	77.7
12:02:30	461.0	405.8	223.8	149.0	101.5	424.1	248.0	154.7	78.3
12:03:00	463.3	407.5	225.7	150.7	101.9	426.2	249.6	156.0	78.9
12:03:30	464.6	408.8	228.3	151.5	102.6	427.9	252.3	157.2	79.7
12:04:00	466.9	411.7	228.9	153.0	102.7	429.1	253.0	158.9	80.1
12:04:30	468.6	414.2	230.4	155.0	103.7	431.1	255.3	160.2	80.6
12:05:00	470.2	415.5	232.9	156.0	104.3	433.5	257.3	162.6	81.0
12:05:30	473.1	418.1	233.8	156.5	106.3	435.2	259.5	162.2	81.9
12:06:00	474.4	419.9	236.6	158.5	107.2	436.8	259.9	164.6	82.4

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:06:30	477.7	422.2	238.1	160.2	107.7	438.6	262.5	164.7	83.0
12:07:00	479.0	424.0	239.9	161.3	108.4	439.9	264.1	166.1	83.5
12:07:30	481.3	425.7	241.9	163.0	108.7	442.5	265.3	168.5	84.1
12:08:00	482.8	426.9	242.5	164.5	109.3	443.4	268.9	168.9	85.0
12:08:30	485.3	428.3	244.6	166.3	109.9	445.7	269.3	171.2	85.5
12:09:00	487.5	429.8	247.2	166.9	110.6	447.3	271.8	171.8	86.0
12:09:30	490.2	433.5	248.0	168.9	110.9	449.0	273.4	172.4	86.7
12:10:00	490.8	435.0	249.6	170.1	112.2	449.9	275.4	173.8	87.4
12:10:30	493.3	435.3	252.3	170.9	112.8	452.0	276.1	176.2	87.9
12:11:00	494.4	437.1	253.0	172.2	113.5	452.9	278.4	176.7	88.7
12:11:30	496.3	439.4	255.3	174.1	114.0	454.9	279.4	177.4	89.5
12:12:00	498.6	441.0	257.3	175.8	114.7	456.4	281.1	178.9	90.3
12:12:30	500.6	442.2	259.5	175.6	115.5	457.5	282.0	181.0	90.8
12:13:00	502.1	444.8	259.9	177.5	116.3	459.2	283.5	182.0	91.5
12:13:30	504.0	445.1	262.5	178.6	117.0	460.6	285.6	182.9	92.0
12:14:00	506.5	447.8	263.8	181.4	117.4	461.6	287.0	185.2	92.3
12:14:30	507.9	449.1	265.2	181.6	118.6	463.3	287.9	185.7	93.2
12:15:00	509.0	450.1	267.5	183.0	119.7	464.4	289.5	186.2	94.1
12:15:30	510.1	451.7	269.3	183.7	121.0	465.7	290.6	188.2	94.6
12:16:00	511.8	452.7	270.6	185.8	122.1	467.1	291.4	189.1	95.4
12:16:30	513.3	453.7	272.4	187.2	122.5	468.6	292.2	191.1	96.1
12:17:00	515.9	454.9	274.2	189.2	123.3	469.7	293.7	191.8	96.5
12:17:30	516.9	456.9	274.6	190.2	124.0	471.7	294.2	193.8	97.4
12:18:00	519.0	459.5	276.2	190.8	124.9	471.8	295.9	194.9	98.1
12:18:30	519.5	461.4	278.4	192.3	125.9	473.7	297.4	196.2	98.6
12:19:00	520.2	463.6	279.4	194.1	127.2	474.7	298.9	197.4	99.5
12:19:30	522.2	463.1	281.7	194.8	128.8	476.4	299.9	198.6	100.0
12:20:00	524.2	464.9	283.2	196.3	130.4	477.6	302.2	199.9	100.8
12:20:30	524.9	466.2	284.5	198.4	132.0	478.7	303.4	200.7	101.7
12:21:00	527.6	467.2	286.6	198.4	133.4	479.2	305.1	202.2	102.2

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:21:30	528.8	467.3	287.7	199.6	135.1	481.0	306.3	203.3	103.1
12:22:00	530.0	468.3	289.2	201.0	136.8	483.2	306.9	204.6	103.8
12:22:30	531.5	469.5	289.7	202.7	138.4	483.5	308.5	205.8	104.3
12:23:00	532.5	470.4	291.6	204.3	139.3	484.1	310.9	206.6	105.0
12:23:30	532.8	471.2	292.9	205.6	140.6	486.1	311.4	207.9	105.8
12:24:00	535.2	473.0	294.8	206.4	141.7	486.2	313.6	209.1	106.5
12:24:30	535.7	475.4	296.5	208.0	142.6	487.5	315.1	211.1	107.3
12:25:00	537.2	478.2	296.9	210.1	142.9	489.2	316.5	212.0	108.1
12:25:30	538.8	479.3	298.5	211.7	144.0	490.6	317.9	213.4	108.9
12:26:00	540.1	480.5	301.0	211.3	144.9	490.8	319.7	214.0	109.6
12:26:30	540.9	481.4	302.7	213.0	145.6	492.2	321.7	215.1	110.4
12:27:00	542.7	482.4	303.0	214.6	146.6	492.8	322.9	217.3	110.7
12:27:30	544.3	483.5	304.7	215.3	147.3	494.9	323.5	218.2	111.5
12:28:00	545.7	484.2	305.5	217.3	148.0	496.3	324.3	219.5	112.2
12:28:30	546.3	486.4	307.7	217.9	149.5	497.5	325.7	220.6	112.8
12:29:00	548.0	485.0	309.1	218.5	150.7	497.2	328.1	221.6	113.8
12:29:30	549.2	485.5	311.0	220.3	151.2	499.7	328.3	223.0	114.4
12:30:00	550.3	487.5	311.0	221.6	152.3	499.5	330.9	223.2	115.2
12:30:30	551.2	486.6	312.8	222.9	153.4	501.3	331.6	224.9	115.7
12:31:00	551.7	487.9	314.4	223.1	154.2	501.8	333.3	225.8	116.8
12:31:30	553.4	488.0	316.0	224.5	155.2	503.5	333.5	227.9	116.9
12:32:00	553.5	490.7	316.8	226.2	156.1	504.2	335.3	228.9	118.0
12:32:30	555.7	491.5	318.7	226.7	156.8	505.1	336.8	229.6	118.6
12:33:00	555.1	491.8	320.1	227.8	157.6	506.5	337.8	231.5	119.2
12:33:30	557.0	492.9	321.2	228.9	158.3	508.1	339.0	231.8	119.8
12:34:00	558.2	496.9	322.6	229.8	159.2	508.4	339.7	233.6	120.5
12:34:30	559.7	498.9	323.7	232.2	159.9	508.7	341.6	234.2	121.5
12:35:00	560.7	498.5	324.8	232.9	160.6	510.0	342.6	236.1	122.1
12:35:30	561.3	499.8	325.2	234.2	161.6	512.0	342.7	236.6	123.1
12:36:00	562.7	500.0	326.7	235.8	162.5	512.3	344.0	237.8	123.7

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:36:30	563.4	500.8	328.3	236.8	162.8	513.2	345.8	239.3	124.6
12:37:00	565.0	502.4	329.4	237.7	163.8	513.6	346.9	240.1	125.4
12:37:30	565.6	502.3	331.1	238.2	164.6	514.4	348.4	240.6	126.2
12:38:00	566.4	503.5	331.9	238.9	165.8	515.7	348.6	242.7	126.7
12:38:30	566.4	502.4	332.9	241.0	166.7	517.7	350.2	242.7	127.3
12:39:00	567.9	502.9	334.6	242.2	167.9	518.3	350.7	244.8	128.2
12:39:30	567.7	502.7	336.3	242.4	168.6	518.9	351.0	246.0	128.7
12:40:00	569.3	504.8	337.5	243.6	168.6	519.1	353.4	247.1	129.2
12:40:30	569.0	505.8	338.2	244.7	169.5	520.9	353.8	247.6	130.1
12:41:00	571.4	506.5	338.9	246.0	170.4	521.1	354.9	248.6	130.7
12:41:30	573.9	507.3	340.8	246.5	170.8	523.3	355.1	250.5	131.4
12:42:00	574.6	509.8	341.3	247.8	171.5	523.9	356.2	251.6	132.0
12:42:30	574.9	509.7	343.1	249.2	172.2	524.6	357.2	252.3	133.0
12:43:00	575.8	511.1	343.5	250.8	172.8	525.6	358.6	253.0	133.7
12:43:30	575.9	513.4	345.3	252.4	172.8	526.7	360.0	254.8	134.4
12:44:00	577.7	516.8	346.0	253.5	172.9	526.7	361.9	255.3	135.2
12:44:30	577.7	517.6	347.5	253.4	173.4	527.5	362.2	256.3	135.9
12:45:00	578.0	515.1	348.6	254.3	174.9	529.2	362.7	257.6	136.3
12:45:30	579.3	515.6	350.3	254.7	176.6	529.3	364.6	258.4	137.5
12:46:00	579.8	515.1	351.1	255.7	177.5	530.2	365.5	259.4	138.1
12:46:30	582.1	516.1	352.1	256.9	178.0	531.5	365.9	260.7	138.7
12:47:00	581.9	516.2	352.9	258.5	178.5	532.3	366.5	261.7	139.5
12:47:30	582.9	516.3	354.2	259.3	179.4	533.2	368.4	263.4	140.0
12:48:00	584.6	517.2	354.9	260.5	179.7	534.4	369.8	263.4	140.6
12:48:30	584.8	516.9	356.9	261.2	180.9	535.5	369.4	265.4	141.5
12:49:00	584.8	517.6	356.8	263.0	181.2	535.8	371.3	265.8	142.0
12:49:30	585.8	520.0	358.3	262.5	181.6	536.8	372.3	267.0	142.8
12:50:00	584.4	520.1	359.8	263.1	182.5	537.3	373.0	268.5	143.7
12:50:30	585.9	521.2	360.1	264.9	182.9	538.3	374.2	268.6	144.3
12:51:00	587.4	520.8	360.7	266.3	183.4	539.0	375.7	269.9	145.1

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:51:30	588.4	522.0	363.4	266.2	184.2	540.7	375.6	271.7	145.5
12:52:00	589.8	522.7	363.0	268.3	184.8	540.8	377.1	272.1	146.3
12:52:30	591.1	524.6	364.1	269.4	185.3	542.3	377.3	273.4	146.9
12:53:00	591.9	524.5	365.1	269.2	186.4	542.0	379.0	274.2	147.9
12:53:30	592.2	523.5	366.9	271.0	187.1	542.7	380.0	274.4	148.5
12:54:00	593.9	523.8	367.4	271.9	187.9	544.3	381.5	275.7	149.1
12:54:30	594.3	525.3	368.4	272.2	188.4	545.0	382.3	276.5	149.9
12:55:00	594.3	526.3	369.4	272.8	189.0	545.7	383.3	278.0	150.1
12:55:30	593.9	526.2	371.7	273.3	189.6	546.1	383.9	278.7	151.0
12:56:00	595.2	525.8	372.1	275.0	190.2	547.9	384.0	280.1	151.5
12:56:30	596.4	527.4	372.6	275.8	190.5	548.8	385.8	281.1	152.3
12:57:00	596.4	527.7	374.2	276.7	191.4	549.2	387.2	281.6	153.1
12:57:30	596.2	529.7	375.0	278.6	191.6	549.2	388.5	282.4	153.7
12:58:00	597.8	531.5	374.9	279.2	191.7	550.2	389.0	283.5	154.1
12:58:30	599.3	532.8	376.6	279.1	192.8	550.8	389.9	284.2	154.5
12:59:00	600.0	533.1	377.0	279.8	193.6	551.5	390.5	285.2	155.4
12:59:30	599.8	532.8	378.0	281.0	194.2	552.0	391.5	286.5	155.8
13:00:00	599.1	532.3	380.0	280.6	195.1	552.8	392.8	286.8	156.6
13:00:30	601.7	532.0	379.7	282.6	195.7	554.0	393.0	287.9	157.3
13:01:00	601.2	532.1	381.0	283.3	196.1	555.1	394.2	288.5	157.7
13:01:30	600.9	532.5	383.0	284.1	196.6	555.2	395.7	290.3	158.2
13:02:00	602.6	535.4	383.3	285.0	196.3	557.0	395.7	291.3	158.8
13:02:30	602.4	536.8	383.9	287.0	196.8	557.6	397.7	291.3	159.6
13:03:00	604.0	538.0	384.6	287.1	197.7	558.1	397.6	292.6	160.0
13:03:30	604.7	538.1	385.7	286.7	198.2	559.3	398.1	293.5	160.7
13:04:00	605.2	537.2	386.6	287.8	199.4	558.8	400.1	294.6	161.4
13:04:30	603.7	538.3	388.1	289.2	199.7	559.7	401.1	294.7	161.9
13:05:00	604.6	539.1	388.4	289.5	200.0	561.2	401.2	296.4	162.6
13:05:30	606.6	538.5	389.2	290.6	200.8	561.1	401.9	297.2	163.1
13:06:00	607.5	539.2	390.8	290.8	201.1	562.1	403.2	298.5	163.5

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:06:30	607.6	539.2	390.9	291.5	201.7	562.6	403.9	299.4	164.1
13:07:00	608.5	539.5	391.7	292.9	202.1	563.8	404.8	300.3	164.7
13:07:30	608.9	540.1	393.7	293.2	202.6	565.1	406.1	300.4	165.5
13:08:00	609.2	540.9	393.9	294.6	202.9	565.7	406.3	301.1	166.2
13:08:30	608.5	540.6	394.9	295.2	203.3	566.0	408.1	301.9	166.5
13:09:00	610.9	543.2	396.3	296.5	202.9	566.3	408.5	303.4	167.0
13:09:30	611.8	543.8	397.2	297.4	203.1	567.4	409.7	304.1	167.4
13:10:00	612.1	545.7	396.5	299.0	203.2	568.4	410.7	304.7	167.8
13:10:30	612.0	547.9	398.6	299.4	203.2	569.0	411.0	306.6	168.6
13:11:00	612.3	549.4	399.2	300.7	203.1	569.4	412.0	306.3	169.2
13:11:30	613.8	549.4	401.0	300.6	203.5	570.4	412.6	308.1	169.5
13:12:00	614.2	550.7	401.8	301.0	204.2	569.9	413.0	309.1	169.8
13:12:30	614.8	551.9	401.7	302.2	204.4	571.9	414.9	309.2	170.4
13:13:00	616.0	553.4	403.1	303.3	204.3	571.8	415.7	310.5	171.2
13:13:30	616.9	554.7	403.2	303.9	204.7	572.1	416.1	311.0	171.8
13:14:00	617.5	554.1	403.7	305.1	204.8	572.7	417.3	312.2	172.3
13:14:30	616.7	555.2	405.1	305.4	205.3	573.7	417.2	313.2	172.7
13:15:00	617.9	555.2	405.6	306.1	205.7	574.4	418.6	314.2	173.3
13:15:30	618.3	553.3	407.2	306.1	206.8	574.9	419.4	314.6	173.6
13:16:00	617.9	553.8	408.0	307.1	207.1	576.2	420.0	316.0	174.1
13:16:30	619.6	555.9	407.5	307.8	207.6	575.7	421.9	316.3	174.6
13:17:00	620.0	556.7	408.5	309.0	207.4	576.3	422.2	317.1	175.1
13:17:30	620.2	557.9	408.6	308.8	207.8	577.9	422.2	318.2	175.8
13:18:00	621.1	556.2	411.0	309.0	208.5	578.1	423.7	318.3	176.0
13:18:30	621.7	556.4	410.8	309.6	209.5	578.6	424.0	319.5	176.6
13:19:00	621.5	554.6	412.2	310.1	210.1	580.1	424.6	320.1	177.1
13:19:30	621.9	556.2	413.1	311.3	210.2	580.6	425.6	321.5	177.5
13:20:00	622.5	556.0	413.9	311.8	210.5	581.4	426.2	321.5	178.1
13:20:30	623.6	557.2	414.4	312.2	210.7	582.1	427.0	322.4	178.6
13:21:00	623.4	556.9	414.4	313.9	211.4	582.6	428.9	323.5	179.3

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:21:30	623.0	558.0	415.2	314.3	211.6	583.6	428.3	324.1	179.7
13:22:00	622.4	558.7	415.6	315.0	211.6	583.8	429.7	325.5	180.4
13:22:30	624.3	560.8	417.3	315.5	211.7	584.1	430.4	325.7	180.9
13:23:00	624.9	563.0	417.4	316.3	211.7	584.8	430.9	326.6	181.5
13:23:30	626.5	562.6	418.4	316.6	212.4	585.4	431.9	327.2	181.7
13:24:00	627.4	562.5	419.9	317.0	212.9	586.3	432.5	328.4	182.2
13:24:30	627.6	562.5	420.0	318.9	213.0	587.7	432.5	329.5	182.7
13:25:00	627.8	562.1	420.7	317.9	214.1	587.4	433.4	330.6	182.9
13:25:30	628.9	562.7	420.4	319.7	214.7	587.8	435.0	330.5	183.4
13:26:00	629.5	562.5	421.9	320.4	214.6	588.2	436.3	331.1	183.5
13:26:30	629.2	563.5	423.0	320.2	214.8	589.3	436.8	331.9	184.2
13:27:00	628.6	564.6	423.0	321.1	215.2	589.8	436.8	332.3	184.8
13:27:30	629.2	565.3	423.3	321.9	215.4	590.5	437.4	333.8	185.1
13:28:00	630.2	564.9	424.1	322.6	215.9	591.0	437.8	334.4	185.7
13:28:30	630.7	566.3	424.6	322.7	216.7	591.0	439.6	334.4	186.5
13:29:00	631.1	565.3	425.6	323.5	217.5	593.2	438.9	336.4	186.6
13:29:30	630.0	565.8	426.2	323.9	217.4	593.2	439.9	336.1	187.3
13:30:00	632.5	567.4	426.7	324.5	217.8	593.4	441.0	337.3	187.3
13:30:30	632.3	567.5	427.2	325.1	218.2	593.2	441.6	338.2	187.6
13:31:00	632.5	567.0	428.3	326.2	218.5	594.4	441.8	338.5	188.1
13:31:30	632.1	566.4	428.8	326.2	219.3	595.1	442.8	339.8	188.2
13:32:00	633.0	565.7	430.1	325.8	219.8	596.0	443.6	340.4	188.5
13:32:30	632.7	567.1	430.2	326.7	220.4	595.7	444.2	341.5	189.1
13:33:00	632.6	566.3	431.1	327.0	220.5	596.6	446.0	340.9	189.6
13:33:30	633.4	567.3	431.6	327.6	220.9	596.9	446.7	341.5	189.5
13:34:00	632.8	566.9	431.7	328.2	221.0	597.6	446.8	343.3	190.2
13:34:30	633.5	567.0	431.7	328.5	221.6	598.1	447.9	343.1	190.6
13:35:00	633.7	567.8	433.2	329.3	222.2	598.5	448.7	343.5	190.9
13:35:30	635.0	568.1	433.8	330.3	222.0	599.8	449.3	344.5	191.3
13:36:00	635.6	568.6	434.8	331.3	221.9	600.5	449.3	345.6	191.9

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:36:30	635.9	569.4	435.7	331.4	222.5	600.5	450.5	347.1	192.2
13:37:00	635.7	570.6	435.6	331.9	223.0	602.2	450.6	347.4	192.7
13:37:30	636.6	572.1	435.8	332.0	222.8	602.2	451.0	348.0	193.5
13:38:00	636.7	572.4	437.1	333.1	223.3	602.2	452.3	348.5	193.7
13:38:30	637.5	574.6	436.5	334.3	223.3	602.5	452.4	349.3	194.1
13:39:00	636.9	575.4	437.4	334.3	223.6	603.0	453.4	350.3	194.5
13:39:30	637.9	576.2	438.9	335.0	223.5	603.4	454.0	350.7	194.8
13:40:00	638.2	577.1	439.2	336.0	223.2	604.6	454.9	351.3	195.5
13:40:30	639.0	576.5	439.7	336.0	223.9	605.1	455.6	352.0	195.9
13:41:00	639.7	575.8	440.4	336.3	224.3	605.6	456.1	352.8	196.5
13:41:30	640.3	575.3	440.8	336.7	224.5	606.1	456.6	353.4	196.9
13:42:00	640.1	574.6	441.3	337.3	224.9	606.3	457.4	353.9	197.2
13:42:30	640.4	574.2	442.0	337.8	225.2	606.4	458.1	354.7	197.5
13:43:00	640.5	573.4	442.5	338.0	225.5	606.6	458.6	355.4	197.9
13:43:30	641.4	573.9	443.2	338.5	225.3	606.6	459.2	356.1	198.4
13:44:00	641.2	572.2	443.7	339.0	226.1	606.5	459.6	356.7	199.0
13:44:30	641.5	570.8	444.2	339.7	226.4	606.3	460.1	357.5	199.4
13:45:00	641.2	568.8	444.8	339.8	227.4	606.0	460.7	358.1	200.0
13:45:30	640.3	567.8	445.5	340.3	228.1	605.6	461.6	358.7	200.5
13:46:00	640.9	565.2	445.8	340.8	228.6	605.2	462.0	359.6	200.8
13:46:30	639.2	564.4	446.1	340.9	228.8	604.5	462.6	360.1	201.2
13:47:00	639.6	564.3	446.3	341.8	228.3	603.8	463.3	360.7	201.8
13:47:30	640.4	562.8	446.8	342.4	228.7	603.2	463.7	361.4	201.9
13:48:00	640.1	562.0	447.2	342.7	228.4	602.5	464.2	361.9	202.0
13:48:30	640.1	560.0	447.6	343.5	229.0	601.8	464.5	362.5	202.1
13:49:00	639.4	559.1	447.8	343.5	229.1	601.0	465.1	363.1	202.3
13:49:30	639.2	557.3	448.0	344.2	229.3	600.2	465.4	363.6	202.6
13:50:00	638.5	555.8	448.3	344.3	229.7	599.4	465.7	364.3	203.0
13:50:30	638.2	555.2	448.6	345.1	229.7	598.4	466.2	364.8	203.3
13:51:00	637.9	554.8	448.8	345.4	229.6	597.6	466.4	365.6	203.7

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:51:30	637.7	553.5	449.1	346.2	229.7	596.7	466.8	366.2	204.0
13:52:00	637.6	553.2	449.3	346.6	229.4	595.9	467.1	366.9	204.3
13:52:30	636.6	552.9	449.4	347.3	229.4	594.9	467.6	367.2	205.0
13:53:00	635.4	550.8	449.6	347.1	230.0	593.9	467.6	367.7	205.2
13:53:30	635.1	548.6	449.7	347.5	230.5	593.0	467.8	368.2	205.3
13:54:00	634.7	547.7	449.8	348.5	230.2	592.0	468.0	369.0	205.7
13:54:30	633.6	546.0	450.1	348.4	230.4	591.0	468.3	369.6	206.2
13:55:00	632.5	543.7	450.1	348.7	230.7	590.0	468.6	370.0	206.4
13:55:30	631.3	541.7	450.0	348.8	231.3	588.8	468.9	370.6	206.9
13:56:00	630.7	540.8	450.1	349.0	231.3	588.1	468.8	371.3	207.2
13:56:30	629.7	539.6	450.2	349.3	231.4	587.1	468.9	371.8	207.6
13:57:00	629.6	538.7	450.2	349.7	231.4	586.1	468.9	372.3	208.1
13:57:30	628.7	537.6	450.2	350.2	231.4	585.0	469.0	372.8	208.4
13:58:00	628.1	537.0	450.1	350.3	231.5	584.0	469.2	373.4	208.7
13:58:30	627.4	535.0	450.1	350.4	231.9	582.9	469.2	373.7	209.2
13:59:00	625.9	533.1	450.2	350.7	232.3	582.0	469.2	374.3	209.3
13:59:30	625.3	532.3	449.8	351.3	232.4	580.8	469.4	374.6	209.7
14:00:00	624.9	532.5	449.8	351.6	231.5	579.7	469.4	375.2	210.2
14:00:30	624.1	532.5	449.8	352.1	231.2	578.6	469.5	375.7	210.5
14:01:00	622.9	532.7	449.9	352.1	231.0	577.9	469.4	376.1	210.9
14:01:30	621.7	531.5	449.9	352.7	231.3	576.8	469.4	376.6	211.3
14:02:00	620.9	530.4	449.6	352.7	231.3	575.7	469.4	377.0	211.6
14:02:30	619.8	529.2	449.5	353.1	231.3	574.6	469.4	377.3	211.9
14:03:00	618.9	527.4	449.3	353.1	231.5	573.6	469.2	377.9	212.2
14:03:30	618.4	525.6	449.3	353.1	231.7	572.8	469.1	378.2	212.5
14:04:00	618.0	525.0	449.0	353.8	231.4	571.5	468.9	378.5	212.7
14:04:30	616.7	524.0	448.8	353.6	231.3	570.6	469.0	379.0	212.7
14:05:00	615.7	521.7	448.6	353.5	232.0	569.5	468.9	379.2	212.9
14:05:30	614.5	519.8	448.4	353.6	231.9	568.6	468.7	379.7	213.1
14:06:00	613.9	519.1	448.0	354.1	231.7	567.5	468.5	379.7	213.3

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:06:30	612.5	518.4	447.9	353.9	231.5	566.7	468.3	380.3	213.5
14:07:00	611.7	516.2	447.7	353.9	231.7	565.5	468.2	380.5	213.7
14:07:30	610.9	514.6	447.5	353.6	231.8	564.5	468.0	380.9	214.0
14:08:00	610.0	513.2	447.2	353.8	232.2	563.7	467.8	381.3	214.2
14:08:30	608.3	511.1	446.7	353.9	232.7	562.4	466.5	381.4	214.5
14:09:00	607.8	510.3	446.4	353.5	232.5	561.6	467.2	381.8	214.7
14:09:30	606.6	507.6	446.2	353.8	233.3	560.5	466.9	381.9	215.1
14:10:00	605.9	506.8	446.0	354.0	233.0	559.5	466.8	382.3	215.3
14:10:30	604.7	504.7	445.8	353.8	233.4	558.7	466.5	382.7	215.4
14:11:00	603.8	503.9	445.4	354.5	233.3	557.6	466.4	382.7	215.7
14:11:30	603.7	504.7	445.2	354.5	233.0	556.8	466.0	383.2	216.1
14:12:00	602.0	505.5	444.9	354.3	232.5	555.6	465.9	383.2	216.5
14:12:30	601.1	504.9	444.3	354.5	232.3	554.6	465.8	383.4	216.7
14:13:00	600.3	504.2	444.2	355.1	232.1	553.7	465.7	383.7	216.8
14:13:30	599.4	503.3	444.0	354.3	231.7	552.8	465.3	384.0	217.0
14:14:00	598.3	501.2	443.6	354.7	232.2	551.8	465.0	384.3	217.1
14:14:30	597.1	500.5	443.1	354.7	231.7	550.8	464.8	384.4	217.3
14:15:00	596.1	498.7	442.8	354.6	232.1	549.9	464.5	384.5	217.4
14:15:30	595.3	496.9	442.5	354.2	232.4	549.0	464.2	384.8	217.6
14:16:00	593.8	496.2	442.1	354.0	232.3	548.0	463.9	384.9	217.9
14:16:30	592.5	494.2	441.7	353.8	232.4	547.2	463.7	385.2	217.9
14:17:00	591.7	493.6	441.3	354.0	232.4	546.4	463.4	385.3	218.1
14:17:30	591.0	492.7	440.8	353.8	232.1	545.4	463.1	385.4	218.3
14:18:00	590.0	489.7	440.7	353.6	232.6	544.6	462.8	385.7	218.2
14:18:30	588.8	487.5	440.2	353.1	232.9	543.7	462.4	385.7	218.4
14:19:00	587.7	486.1	439.8	352.8	233.0	542.8	461.9	385.8	218.4
14:19:30	586.0	484.3	439.4	352.8	233.2	542.0	461.4	385.8	218.5
14:20:00	584.3	483.2	438.9	352.9	233.1	541.0	461.3	385.9	218.7
14:20:30	583.9	482.4	438.4	352.8	233.0	540.1	461.0	386.0	218.9
14:21:00	583.3	481.3	437.9	352.8	233.0	539.3	460.6	386.1	219.0

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:21:30	581.8	480.2	437.5	352.1	233.5	538.1	460.4	386.1	219.2
14:22:00	581.4	478.9	437.1	352.1	233.8	537.4	459.9	386.2	219.4
14:22:30	580.6	478.0	436.7	352.1	233.6	536.3	459.6	386.2	219.4
14:23:00	579.4	476.9	436.4	352.0	233.0	535.8	459.1	386.3	219.5
14:23:30	578.3	475.9	435.8	351.8	233.3	534.5	458.9	386.3	219.8
14:24:00	576.2	475.1	435.3	351.7	233.4	533.9	458.4	386.3	220.2
14:24:30	575.3	474.3	434.7	351.7	233.2	533.1	458.0	386.3	220.5
14:25:00	574.6	473.3	434.4	351.6	233.1	532.2	457.8	386.5	220.8
14:25:30	574.2	472.2	433.8	351.7	233.1	531.1	457.3	386.3	220.9
14:26:00	573.2	470.7	433.5	351.3	232.8	530.4	456.9	386.3	220.9
14:26:30	572.1	469.1	433.0	350.9	232.8	529.6	456.6	386.3	221.0
14:27:00	570.4	467.3	432.6	350.7	233.3	528.8	456.2	386.3	221.0
14:27:30	569.2	466.2	432.0	350.5	233.2	527.7	455.8	386.3	221.1
14:28:00	568.5	465.8	431.6	351.0	233.0	526.8	455.5	386.3	221.3
14:28:30	567.4	466.6	431.2	350.4	232.2	526.0	455.2	386.5	221.4
14:29:00	566.6	464.9	430.7	350.4	232.6	525.6	454.9	386.5	221.6
14:29:30	566.3	464.3	430.4	350.3	232.6	524.3	454.6	386.3	221.7
14:30:00	564.6	464.6	429.8	349.9	231.8	523.6	454.1	386.3	221.9
14:30:30	564.0	462.5	429.4	349.6	232.4	523.0	453.5	386.2	222.1
14:31:00	563.0	461.3	428.8	349.6	232.4	522.1	453.3	386.3	222.2
14:31:30	561.7	459.9	428.3	349.2	232.1	521.1	453.1	386.2	222.2
14:32:00	560.5	459.9	427.9	348.6	231.6	520.5	452.6	386.3	222.6
14:32:30	558.7	458.5	427.2	348.2	231.8	519.2	452.2	386.1	222.8
14:33:00	558.5	456.9	426.9	348.2	232.0	518.9	451.6	386.1	222.7
14:33:30	558.1	457.5	426.2	348.4	231.4	517.7	451.5	386.0	222.9
14:34:00	557.2	456.7	425.9	348.0	231.2	517.0	451.0	385.8	223.0
14:34:30	556.5	454.9	425.7	347.8	231.4	516.5	450.5	386.0	223.1
14:35:00	556.0	455.3	425.1	348.0	230.9	515.4	450.5	385.8	223.3
14:35:30	554.2	453.5	424.3	347.0	231.3	514.5	449.9	385.7	223.3
14:36:00	553.7	453.4	423.7	347.6	231.0	514.0	449.5	385.8	223.5

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:36:30	551.8	452.2	423.5	346.7	231.1	513.3	449.0	385.7	223.5
14:37:00	551.1	450.9	423.0	346.3	231.1	512.6	448.5	385.5	223.4
14:37:30	549.6	449.3	422.4	345.9	231.0	511.9	448.1	385.4	223.3
14:38:00	549.4	449.6	421.9	346.1	230.4	511.1	447.6	385.3	223.5
14:38:30	547.9	447.7	421.2	345.7	230.4	510.0	447.3	385.0	223.6
14:39:00	547.4	447.5	420.7	345.4	230.4	509.3	447.2	384.9	223.9
14:39:30	547.1	448.3	420.3	345.2	229.7	508.7	446.4	384.9	224.0
14:40:00	546.3	448.2	419.9	344.6	229.2	507.9	446.0	384.8	224.1
14:40:30	545.6	446.4	419.3	344.7	229.4	507.0	445.8	384.5	224.1
14:41:00	544.5	445.8	418.9	344.6	229.3	506.8	445.2	384.6	224.1
14:41:30	542.8	444.8	418.4	343.8	229.7	506.0	444.8	384.4	224.1
14:42:00	541.6	443.2	417.9	343.5	230.0	506.0	444.3	384.3	223.9
14:42:30	539.9	443.5	417.4	343.4	230.0	505.9	443.9	384.0	224.1
14:43:00	539.5	444.3	416.9	343.1	229.4	505.8	443.5	383.9	224.0
14:43:30	538.9	444.4	416.4	342.5	229.3	506.3	442.9	383.7	224.2
14:44:00	538.7	445.4	416.0	342.0	229.2	506.4	442.6	383.6	224.2
14:44:30	537.2	445.5	415.6	341.5	229.1	507.2	442.2	383.6	224.0
14:45:00	535.6	446.0	414.9	341.4	229.3	507.9	441.7	383.3	224.0
14:45:30	536.2	447.0	414.2	340.9	229.4	508.5	441.5	382.9	224.0
14:46:00	536.6	448.8	413.8	340.9	229.1	509.4	441.2	382.9	224.1
14:46:30	536.4	451.6	413.5	340.7	228.2	510.6	441.0	382.7	224.3
14:47:00	536.8	453.4	413.2	341.0	227.8	511.8	440.7	382.7	224.5
14:47:30	536.3	456.0	413.1	340.7	227.4	512.8	440.7	382.6	224.5
14:48:00	536.5	456.6	412.7	339.8	227.5	514.4	440.3	382.4	224.3
14:48:30	536.6	458.5	412.3	339.6	227.7	515.7	440.1	382.1	224.4
14:49:00	537.0	460.4	412.0	339.6	227.4	517.2	440.1	381.9	224.5
14:49:30	536.7	462.8	411.9	339.1	226.9	518.9	440.1	381.9	224.6
14:50:00	537.3	464.5	411.6	339.1	226.5	520.3	440.1	381.6	224.7
14:50:30	538.7	465.4	411.5	338.7	226.2	522.0	440.1	381.4	224.6
14:51:00	538.8	469.2	411.5	338.2	225.5	523.8	440.1	381.4	224.8

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:51:30	539.8	471.7	411.3	338.5	225.1	525.7	439.9	381.1	224.9
14:52:00	540.9	472.9	411.3	338.2	225.0	527.6	440.0	381.1	224.9
14:52:30	541.2	475.3	411.0	337.3	224.8	529.2	440.1	380.8	224.9
14:53:00	541.5	475.9	411.0	337.3	225.1	531.2	440.3	380.6	224.8
14:53:30	542.2	477.3	411.0	336.8	225.1	533.4	440.3	380.4	224.7
14:54:00	543.8	478.0	411.2	336.7	225.3	535.6	440.4	380.4	224.6
14:54:30	544.8	479.3	411.0	336.3	225.7	537.2	440.7	380.3	224.6
14:55:00	544.6	481.8	411.0	336.0	225.2	539.5	441.2	380.3	224.6
14:55:30	545.6	484.6	411.2	336.0	224.7	541.4	441.7	380.3	224.7
14:56:00	547.1	487.5	411.5	335.6	224.6	543.5	441.9	380.0	224.8
14:56:30	549.0	490.5	411.6	335.6	224.1	545.6	442.4	380.0	224.9
14:57:00	550.5	492.8	411.9	335.6	224.2	547.4	442.9	379.8	224.8
14:57:30	551.0	495.0	412.0	335.5	223.8	549.8	443.3	379.7	224.7
14:58:00	552.3	497.0	412.3	335.3	223.6	551.9	443.6	379.7	224.7
14:58:30	553.8	498.1	412.6	334.6	224.1	554.2	443.9	379.6	224.6
14:59:00	554.4	500.3	412.7	334.4	223.6	556.2	444.4	379.4	224.4
14:59:30	555.6	501.9	413.2	334.5	223.9	558.2	444.9	379.3	224.3
15:00:00	556.2	504.0	413.5	334.0	224.6	560.2	445.8	378.7	224.6
15:00:30	557.5	505.2	413.2	334.0	224.9	562.4	446.0	378.9	224.6
15:01:00	558.5	507.4	414.4	333.8	224.8	564.4	446.5	379.2	224.6
15:01:30	561.3	510.3	414.4	334.3	224.3	567.5	446.9	379.6	224.3
15:02:00	561.2	512.1	414.6	334.1	224.3	569.3	447.5	379.4	224.3
15:02:30	563.6	514.0	415.3	334.0	224.3	570.7	448.8	379.4	223.9
15:03:00	564.6	516.5	416.2	334.6	223.9	573.7	448.5	378.7	224.4
15:03:30	566.4	517.3	415.9	334.4	223.9	575.4	450.2	379.4	224.1
15:04:00	567.6	521.7	416.3	334.5	224.0	576.4	451.1	378.4	224.5
15:04:30	570.0	523.0	417.5	334.2	224.0	578.1	451.7	379.2	224.3
15:05:00	571.3	525.3	418.4	334.6	223.4	581.1	452.7	379.0	224.4
15:05:30	572.7	529.3	418.9	334.0	222.9	582.0	453.7	379.3	224.5
15:06:00	574.2	531.2	419.3	334.7	223.0	584.4	453.7	379.7	224.6

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:06:30	576.2	532.3	420.1	334.2	223.4	586.1	454.1	380.0	224.5
15:07:00	577.6	532.7	420.1	334.9	224.3	587.3	455.3	379.7	224.5
15:07:30	579.4	532.8	421.5	333.6	224.0	590.0	455.8	380.6	224.3
15:08:00	579.8	536.0	421.9	334.0	223.7	590.3	457.7	379.6	224.4
15:08:30	581.9	536.0	422.5	333.8	224.0	592.2	458.1	380.6	224.1
15:09:00	583.3	537.0	423.0	334.1	224.3	593.9	458.7	380.0	224.4
15:09:30	584.6	539.9	423.0	334.9	223.9	595.3	459.8	380.4	224.3
15:10:00	585.2	541.9	424.6	335.0	223.9	596.4	461.0	381.0	224.2
15:10:30	586.8	543.2	424.8	335.4	224.1	599.1	460.9	380.8	224.4
15:11:00	588.6	545.4	425.6	335.8	224.2	600.2	462.6	380.8	224.6
15:11:30	590.2	547.4	426.2	335.7	224.0	601.7	462.5	382.0	224.4
15:12:00	591.1	549.5	428.0	335.4	224.3	602.9	463.3	381.6	224.6
15:12:30	592.6	551.9	428.0	335.4	223.7	603.2	464.0	381.6	224.9
15:13:00	593.9	553.7	428.3	336.0	223.9	604.6	466.0	381.6	224.8
15:13:30	594.9	554.0	428.7	336.5	223.6	606.7	466.1	382.6	224.7
15:14:00	596.8	554.2	430.6	336.2	224.1	607.8	466.9	382.9	224.6
15:14:30	598.8	555.4	430.2	336.8	224.6	609.1	468.5	382.6	224.6
15:15:00	598.6	555.8	431.2	337.3	224.9	610.2	469.3	383.0	224.8
15:15:30	600.2	555.2	431.9	337.8	225.0	611.3	469.3	383.9	224.5
15:16:00	601.2	557.3	432.5	338.2	225.0	612.2	470.6	383.6	224.6
15:16:30	601.8	558.0	433.7	337.8	225.4	612.1	472.2	384.4	224.6
15:17:00	602.5	558.0	434.7	338.3	225.7	614.3	472.5	384.3	224.3
15:17:30	604.0	558.3	434.8	338.7	225.8	615.0	472.7	385.5	224.3
15:18:00	604.8	559.8	436.0	339.0	225.7	616.0	474.0	385.0	224.5
15:18:30	599.3	560.9	436.7	339.0	225.9	615.8	474.7	385.6	224.9
15:19:00	604.7	562.6	437.4	339.4	226.0	617.3	475.5	386.2	224.8
15:19:30	594.4	565.0	438.1	340.0	225.7	618.2	476.2	386.3	225.2
15:20:00	596.4	566.6	438.3	340.4	226.3	619.4	476.3	386.7	225.3
15:20:30	604.0	566.1	438.5	341.0	226.3	620.5	476.8	387.2	225.3
15:21:00	611.4	568.6	440.2	341.2	226.1	620.5	478.2	387.3	225.3

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:21:30	611.9	570.4	440.0	341.8	226.4	621.4	478.8	387.4	225.8
15:22:00	612.6	571.2	441.3	342.1	226.3	622.0	479.8	388.0	225.7
15:22:30	613.8	572.6	442.0	342.0	226.4	622.9	480.4	388.6	225.8
15:23:00	614.2	572.7	442.6	342.6	226.6	623.6	481.3	389.0	226.0
15:23:30	614.8	572.6	443.4	343.1	227.0	624.2	481.9	389.5	226.0
15:24:00	615.9	572.9	444.0	343.9	226.9	624.8	482.7	389.8	226.2
15:24:30	616.8	572.9	444.8	344.3	227.0	625.1	483.6	390.2	226.2
15:25:00	617.2	574.1	445.5	344.9	226.5	625.4	484.2	390.8	226.3
15:25:30	618.6	572.9	446.0	345.2	226.6	625.4	484.9	391.0	226.3
15:26:00	618.8	572.6	446.6	345.0	226.7	625.5	485.3	391.4	226.6
15:26:30	619.4	571.4	447.2	345.3	227.3	625.4	486.1	391.9	226.7
15:27:00	619.5	571.3	447.8	345.8	227.3	625.2	486.6	392.4	226.7
15:27:30	620.5	570.4	448.2	346.2	227.4	624.8	487.4	392.7	226.9
15:28:00	621.4	567.7	449.0	346.5	228.0	624.6	487.8	393.2	226.7
15:28:30	620.7	565.2	449.4	346.2	229.0	624.2	488.4	393.6	226.6
15:29:00	620.9	564.2	449.7	346.8	229.2	623.6	488.8	394.0	226.7
15:29:30	621.2	563.1	450.1	347.3	229.7	623.1	489.4	394.5	227.0
15:30:00	620.5	561.6	450.5	347.7	230.0	622.4	489.8	394.7	227.0
15:30:30	621.5	559.7	451.1	348.4	230.4	621.8	490.3	395.3	227.1
15:31:00	621.8	559.2	451.4	348.3	230.3	621.1	490.8	395.7	227.2
15:31:30	621.0	558.4	451.7	348.8	230.3	620.3	491.2	396.0	227.3
15:32:00	621.5	557.7	452.0	350.0	230.4	619.6	491.6	396.4	227.4
15:32:30	621.0	556.5	452.6	350.4	230.6	618.7	492.0	396.9	227.4
15:33:00	620.9	556.4	452.7	350.0	230.7	617.8	492.3	397.3	227.7
15:33:30	620.7	555.2	453.1	350.5	231.0	617.1	492.7	397.8	227.9
15:34:00	620.5	554.7	453.3	350.3	231.3	616.1	493.0	398.2	228.0
15:34:30	619.5	553.2	453.5	351.1	231.6	615.1	493.3	398.5	228.1
15:35:00	619.0	552.6	453.7	352.1	231.3	614.3	493.4	398.9	228.2
15:35:30	617.5	550.6	454.0	351.7	231.8	613.4	493.6	399.2	228.3
15:36:00	617.6	548.6	454.0	351.8	232.5	612.2	493.8	399.7	228.5

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:36:30	616.4	547.4	454.3	352.0	232.8	611.4	494.0	400.1	228.7
15:37:00	616.1	545.2	454.2	352.1	233.2	610.4	494.1	400.4	228.7
15:37:30	616.2	544.9	454.5	352.9	233.3	609.4	494.2	401.0	228.9
15:38:00	616.2	545.7	454.6	353.6	232.4	608.5	494.2	401.1	229.1
15:38:30	615.8	543.1	454.8	353.8	233.5	607.5	494.4	401.7	229.4
15:39:00	615.7	541.7	454.9	353.9	233.8	606.5	494.4	402.1	229.4
15:39:30	615.3	539.9	455.3	354.5	234.4	605.6	494.5	402.7	229.6
15:40:00	614.5	538.4	455.2	354.2	234.5	604.5	494.7	402.9	229.8
15:40:30	613.2	537.0	455.2	355.2	234.7	603.5	494.7	403.3	230.0
15:41:00	613.0	534.4	454.9	354.8	235.0	602.7	494.5	403.7	230.0
15:41:30	612.2	533.5	455.1	355.5	235.5	601.6	494.4	403.9	230.3
15:42:00	611.7	532.0	454.9	355.5	235.8	600.7	494.4	404.3	230.4
15:42:30	610.9	530.6	455.2	355.9	235.6	599.6	494.3	404.7	230.7
15:43:00	609.6	529.2	455.2	356.3	235.8	598.4	494.3	404.7	230.7
15:43:30	608.9	528.9	455.1	356.5	235.6	597.5	494.1	405.3	231.0
15:44:00	608.2	527.9	454.7	356.2	235.8	596.2	494.0	405.3	231.1
15:44:30	607.8	526.2	454.8	356.5	236.4	595.3	493.9	405.8	231.2
15:45:00	606.4	525.4	454.8	357.0	236.6	594.2	493.8	405.9	231.4
15:45:30	604.4	523.6	454.7	357.1	236.3	593.2	493.7	406.2	231.6
15:46:00	602.9	524.3	454.5	357.4	235.3	592.2	493.6	406.5	231.7
15:46:30	603.5	522.1	454.1	357.5	235.8	591.3	493.4	406.9	231.8
15:47:00	603.1	520.5	453.8	357.5	236.3	590.2	493.1	407.2	231.9
15:47:30	601.6	517.3	453.7	357.5	237.0	589.1	493.1	407.3	232.1
15:48:00	601.1	515.8	453.5	357.9	237.1	588.0	492.8	407.3	232.4
15:48:30	600.7	516.3	453.2	358.6	236.4	587.1	492.5	407.7	232.7
15:49:00	600.1	516.9	453.0	358.4	236.3	585.8	492.3	407.9	232.8
15:49:30	598.9	516.3	452.6	358.5	236.4	585.0	492.0	408.1	233.0
15:50:00	598.8	515.4	452.4	358.4	236.4	584.0	491.7	408.2	233.2
15:50:30	597.8	513.7	452.2	358.7	236.7	582.8	491.5	408.5	233.2
15:51:00	596.9	511.9	451.7	358.2	237.3	581.8	491.2	408.7	233.3

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:51:30	595.9	510.0	451.7	358.1	237.4	580.9	490.9	408.8	233.3
15:52:00	594.5	508.3	451.4	357.8	237.4	579.7	490.7	408.8	233.4
15:52:30	593.5	506.8	451.1	358.3	237.5	578.8	490.3	408.7	233.5
15:53:00	592.7	505.1	450.9	357.8	238.0	577.9	490.0	409.2	233.6
15:53:30	590.7	504.6	450.6	358.0	237.5	576.8	489.7	409.4	233.7
15:54:00	590.0	503.2	450.5	358.5	237.6	575.9	489.5	409.1	233.8
15:54:30	589.1	501.3	450.2	358.0	237.7	574.9	489.2	409.7	233.8
15:55:00	588.2	500.6	449.9	358.5	237.3	573.9	488.9	409.5	234.0
15:55:30	587.8	498.8	449.5	358.8	237.7	572.9	488.6	409.8	234.0
15:56:00	587.0	497.8	449.1	358.6	238.0	571.9	488.2	409.9	234.2
15:56:30	586.3	497.8	448.7	358.4	237.8	570.7	487.9	409.9	234.3
15:57:00	585.0	495.0	448.4	358.3	237.9	570.0	487.6	409.7	234.4
15:57:30	584.1	494.3	448.1	358.4	237.9	568.9	487.2	410.2	234.4
15:58:00	583.0	493.6	447.5	358.1	237.9	568.1	486.9	410.2	234.6
15:58:30	582.3	492.0	447.3	357.9	238.0	567.0	486.7	410.4	234.7
15:59:00	581.3	490.8	446.7	358.1	237.7	565.9	486.1	410.0	234.7
15:59:30	580.4	488.6	446.2	357.9	238.2	565.2	485.7	410.0	234.9
16:00:00	579.4	487.8	446.1	357.8	237.9	564.1	485.4	410.3	235.0
16:00:30	578.0	487.5	446.3	358.4	237.8	563.0	485.0	410.3	235.0
16:01:00	577.3	487.0	445.5	358.0	237.2	562.1	484.5	410.1	235.0
16:01:30	576.1	485.2	445.2	358.0	237.2	561.3	484.0	410.2	235.0
16:02:00	575.6	484.1	444.8	357.6	237.1	560.4	483.8	410.3	235.2
16:02:30	574.4	483.5	444.4	357.8	237.6	559.3	483.3	409.9	235.0
16:03:00	573.0	482.2	444.0	357.9	237.3	558.5	482.9	409.9	235.2
16:03:30	571.8	480.9	443.4	357.2	237.5	557.6	482.4	410.1	235.2
16:04:00	570.9	479.9	443.1	357.3	237.3	556.5	482.1	409.8	235.3
16:04:30	569.8	479.5	442.8	356.8	237.0	555.6	481.7	410.1	235.4
16:05:00	568.9	478.5	442.4	356.9	236.6	554.8	481.3	410.1	235.4
16:05:30	567.9	476.7	441.9	356.6	236.7	553.6	480.8	409.9	235.4
16:06:00	567.0	475.7	441.2	356.6	236.6	552.8	480.3	409.5	235.4

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16:06:30	566.1	474.5	440.8	356.1	236.5	552.0	479.9	409.5	235.5
16:07:00	564.5	473.4	440.7	356.2	236.6	551.0	479.6	409.8	235.5
16:07:30	563.3	473.4	440.1	356.2	236.5	550.3	479.1	409.8	235.6
16:08:00	562.8	472.0	439.4	355.7	236.3	549.4	478.8	409.7	235.7
16:08:30	561.6	471.8	439.1	355.9	236.4	548.6	478.3	409.7	235.7
16:09:00	561.7	470.5	438.5	355.2	236.4	547.6	477.8	409.7	235.8
16:09:30	561.2	469.4	437.7	355.0	236.8	546.7	477.4	409.2	235.8
16:10:00	560.5	466.8	437.4	354.8	237.3	545.6	477.0	409.1	235.9
16:10:30	559.5	466.6	437.0	354.5	237.0	544.9	476.6	409.4	236.0
16:11:00	558.5	467.2	436.8	354.6	236.4	543.8	476.0	408.8	236.0
16:11:30	557.7	465.7	436.2	354.3	236.1	543.0	475.7	409.1	236.1
16:12:00	556.5	465.3	435.7	354.0	236.1	542.1	475.2	408.8	236.1
16:12:30	555.6	462.9	435.2	353.8	236.4	541.2	474.8	408.8	236.2
16:13:00	554.7	461.4	434.9	353.4	236.4	540.6	474.3	408.7	236.2
16:13:30	553.1	460.1	434.4	353.1	236.1	539.8	473.7	408.4	236.1
16:14:00	552.0	460.6	433.8	352.8	235.4	538.7	473.4	408.4	236.1
16:14:30	551.0	460.8	433.3	353.1	235.0	537.8	472.8	408.1	236.3
16:15:00	550.5	460.4	432.9	352.8	235.3	537.2	472.3	407.9	236.4
16:15:30	550.3	459.6	432.0	352.2	235.9	536.2	471.9	407.5	236.4
16:16:00	549.5	457.7	431.5	352.2	235.5	535.2	471.5	407.5	236.4
16:16:30	547.9	456.0	431.1	352.0	235.9	534.7	471.1	407.4	236.4
16:17:00	547.0	455.8	430.5	351.6	235.7	533.8	470.6	407.6	236.4
16:17:30	546.1	454.9	430.1	351.6	235.3	533.0	469.9	407.0	236.4
16:18:00	545.1	453.7	429.5	351.0	235.4	532.1	469.5	406.9	236.4
16:18:30	544.0	451.7	428.9	350.5	235.3	531.2	469.1	406.6	236.3
16:19:00	543.0	451.2	428.4	350.7	235.5	530.5	468.6	406.9	236.4
16:19:30	541.5	450.6	428.0	350.2	235.0	529.4	468.2	406.2	236.4
16:20:00	540.1	449.9	427.5	349.8	234.8	528.5	467.8	406.2	236.6
16:20:30	539.9	448.7	427.4	349.6	234.8	528.0	467.4	406.3	236.4
16:21:00	538.5	447.5	426.5	349.5	234.4	527.3	466.8	406.1	236.4

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16:21:30	537.4	446.5	426.2	349.2	234.6	526.4	466.3	405.8	236.3
16:22:00	535.8	448.0	425.7	348.9	233.3	525.7	465.7	405.6	236.2
16:22:30	535.4	446.3	425.0	348.6	233.8	524.6	465.1	405.1	236.2
16:23:00	534.1	446.6	424.8	348.6	233.6	524.6	464.9	404.9	236.4
16:23:30	534.0	446.2	424.3	348.5	233.4	524.2	464.5	405.1	236.3
16:24:00	532.5	447.5	423.7	347.9	232.7	523.8	463.9	404.4	236.2
16:24:30	532.5	447.3	423.4	347.9	233.1	524.0	463.5	404.6	236.2
16:25:00	531.6	447.3	422.8	347.6	233.0	524.2	463.0	404.4	236.1
16:25:30	530.5	447.5	422.4	346.9	232.7	524.3	462.5	404.1	236.1
16:26:00	528.8	450.2	422.2	347.0	232.3	525.0	462.1	403.9	236.1
16:26:30	528.3	452.2	421.3	346.4	231.0	525.6	461.6	403.3	236.0
16:27:00	529.3	450.0	420.9	346.3	231.4	526.4	461.1	403.1	236.0
16:27:30	529.3	450.6	420.4	345.6	231.9	527.4	460.7	403.1	235.9
16:28:00	528.1	452.5	420.3	345.2	231.9	528.1	460.5	402.8	236.0
16:28:30	528.6	454.0	419.4	344.8	231.6	529.4	460.0	402.4	235.9
16:29:00	529.2	454.7	419.2	344.4	232.0	530.7	459.6	402.3	235.9
16:29:30	529.4	455.5	418.5	344.2	231.8	532.1	459.6	402.1	235.8
16:30:00	530.1	457.4	418.2	343.8	231.4	533.3	459.3	401.8	235.8
16:30:30	530.5	458.6	417.8	343.6	231.7	535.0	459.0	401.8	235.9
16:31:00	531.4	460.8	417.8	343.7	231.4	536.4	458.8	401.5	235.8
16:31:30	531.0	463.5	417.8	342.9	231.1	538.0	458.7	401.2	235.7
16:32:00	532.1	462.8	417.4	342.2	230.8	539.9	458.4	400.9	235.5
16:32:30	532.5	464.6	417.4	342.6	231.2	541.6	458.4	400.6	235.5
16:33:00	532.9	466.5	417.2	342.3	230.9	543.4	458.4	400.4	235.4
16:33:30	534.0	469.7	417.1	342.0	230.4	545.0	458.4	400.0	235.4
16:34:00	534.9	471.2	416.9	341.7	230.7	546.7	458.4	399.8	235.4
16:34:30	535.1	473.8	417.0	341.2	230.2	548.6	458.6	399.6	235.4
16:35:00	536.2	476.2	417.0	341.4	230.0	550.8	458.6	399.4	235.4
16:35:30	536.7	478.7	417.2	341.1	229.5	552.5	458.9	399.2	235.3
16:36:00	537.4	481.6	417.5	341.1	229.0	554.7	459.0	399.2	235.1

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16:36:30	538.3	483.2	417.3	340.8	228.7	556.4	459.3	398.8	235.1
16:37:00	539.8	483.8	417.3	340.1	229.2	558.7	459.3	398.6	235.0
16:37:30	540.7	486.6	417.6	340.0	229.1	560.7	459.9	398.6	235.0
16:38:00	542.4	488.7	417.5	340.0	229.0	562.7	459.9	398.3	235.0
16:38:30	543.8	491.2	417.8	339.6	229.0	564.6	460.5	398.1	235.0
16:39:00	544.8	493.7	417.8	339.0	228.3	566.8	460.7	398.0	235.0
16:39:30	545.9	495.8	418.1	339.2	228.6	568.6	461.3	397.8	235.0
16:40:00	546.9	496.6	418.4	339.2	228.6	570.6	461.7	397.6	234.9
16:40:30	548.2	499.1	419.0	339.2	228.5	572.8	462.2	397.6	234.8
16:41:00	549.4	501.6	419.3	338.7	227.7	574.9	462.8	397.5	234.7
16:41:30	551.7	503.5	419.2	338.5	228.0	576.6	463.0	398.0	234.5
16:42:00	552.6	505.6	420.1	339.1	228.4	578.7	463.4	397.0	234.6
16:42:30	553.9	508.9	420.0	338.7	228.1	581.1	464.2	397.1	234.7
16:43:00	554.4	511.8	420.0	338.9	227.8	582.9	465.1	396.8	234.4
16:43:30	556.2	513.0	420.7	338.4	227.9	585.3	465.4	397.1	234.5
16:44:00	558.4	515.7	421.1	338.7	227.9	587.0	466.2	396.8	234.4
16:44:30	558.0	517.6	421.4	338.0	228.0	589.0	466.8	396.4	234.7
16:45:00	560.2	519.0	422.1	338.4	227.4	591.3	467.1	397.4	234.3
16:45:30	562.1	521.6	423.1	338.2	227.5	593.3	467.6	396.9	234.4
16:46:00	564.6	525.2	423.6	338.5	227.0	595.3	468.3	397.1	234.4
16:46:30	565.2	525.7	424.6	338.4	227.7	596.3	469.2	397.1	234.1
16:47:00	566.3	528.8	425.8	338.2	227.2	598.0	470.3	397.1	234.3
16:47:30	568.9	531.4	425.0	339.1	226.8	600.4	470.7	397.2	234.1
16:48:00	570.0	532.7	425.6	339.2	226.6	601.4	471.6	397.8	234.0
16:48:30	571.7	533.9	426.5	338.5	226.8	603.6	472.8	396.7	234.1
16:49:00	573.9	535.6	428.0	338.3	227.2	605.1	473.3	397.1	233.9
16:49:30	574.7	538.0	427.7	339.2	226.6	606.2	474.1	397.1	234.0
16:50:00	577.4	539.8	429.2	339.1	226.9	608.7	474.8	397.6	233.7
16:50:30	578.3	542.0	428.6	339.1	227.4	610.0	475.9	397.2	233.8
16:51:00	579.4	542.5	429.4	339.2	227.2	610.9	476.5	397.2	234.0

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16:51:30	580.5	543.1	430.4	339.2	228.1	612.1	477.6	397.3	234.0
16:52:00	581.8	545.6	431.7	339.0	227.2	614.0	477.6	397.4	234.0
16:52:30	584.3	545.9	432.2	340.0	227.4	615.7	478.8	398.0	233.6
16:53:00	585.0	546.6	433.3	340.1	227.8	616.2	479.8	398.1	233.8
16:53:30	585.7	548.0	433.5	340.0	227.7	618.1	479.6	398.3	233.8
16:54:00	587.7	549.3	434.1	340.8	227.7	619.8	480.4	398.9	233.5
16:54:30	588.9	552.1	434.8	340.8	228.2	620.1	482.0	398.3	233.9
16:55:00	589.8	553.2	435.0	341.2	227.9	621.9	482.0	399.3	233.6
16:55:30	591.8	555.9	436.5	340.9	227.5	622.9	483.3	399.2	233.8
16:56:00	592.1	557.9	436.4	341.2	227.3	624.0	483.9	399.7	233.9
16:56:30	593.7	558.1	438.4	341.9	227.4	624.9	484.7	400.1	233.8
16:57:00	594.9	558.0	439.2	341.4	228.1	626.0	485.7	399.9	233.8
16:57:30	596.8	559.5	437.9	342.7	228.3	627.4	485.8	400.4	233.7
16:58:00	597.2	560.5	439.5	342.8	228.4	628.3	487.4	401.2	233.4
16:58:30	598.5	560.9	440.8	342.5	228.5	629.4	487.2	401.2	233.7
16:59:00	600.2	561.1	440.2	343.3	229.2	629.1	488.9	400.5	233.7
16:59:30	601.1	562.8	441.9	343.7	228.9	630.0	489.6	401.2	233.6
17:00:00	602.7	564.3	442.4	343.3	229.0	631.0	490.2	401.8	233.8
17:00:30	602.2	565.7	443.3	344.2	229.0	631.7	490.8	401.8	233.9
17:01:00	603.4	566.4	444.9	344.0	229.3	633.3	491.1	402.2	233.6
17:01:30	604.9	567.0	445.4	344.2	228.7	634.3	492.2	402.6	233.8
17:02:00	606.3	568.1	445.1	345.5	229.2	633.8	493.6	401.9	233.6
17:02:30	605.8	568.6	446.3	345.1	229.4	635.2	493.6	403.1	233.8
17:03:00	606.8	570.4	447.1	345.9	229.6	636.0	494.4	403.2	233.9
17:03:30	608.8	570.9	447.5	346.1	229.5	636.7	495.0	403.5	233.9
17:04:00	609.2	571.9	448.1	345.9	229.5	637.3	495.6	404.0	233.9
17:04:30	611.2	571.0	448.6	346.8	230.4	637.8	496.3	404.3	234.1
17:05:00	612.5	570.6	449.0	346.9	230.9	638.2	497.0	404.7	234.1
17:05:30	613.2	569.8	449.5	346.9	231.2	638.4	497.6	404.9	234.2
17:06:00	613.6	569.0	450.2	347.6	231.4	638.6	498.3	405.1	234.3

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
17:06:30	614.3	567.5	451.0	348.1	231.8	638.6	498.8	405.7	234.4
17:07:00	614.3	567.6	452.0	348.7	231.4	638.5	499.5	406.0	234.4
17:07:30	615.4	565.8	452.6	349.1	232.2	638.2	500.0	406.3	234.4
17:08:00	616.0	565.1	453.1	349.3	232.2	638.0	500.7	406.8	234.5
17:08:30	616.4	565.6	453.7	349.9	231.7	637.5	501.3	407.0	234.6
17:09:00	617.1	564.6	454.2	350.0	232.1	637.0	501.8	407.5	234.7
17:09:30	616.9	563.8	454.7	350.5	232.5	636.5	502.3	407.8	234.8
17:10:00	617.4	563.1	455.1	351.3	232.3	636.0	502.7	408.1	234.9
17:10:30	617.2	562.1	455.8	351.3	233.0	635.3	503.3	408.7	234.9
17:11:00	617.2	562.7	456.0	352.1	232.7	634.7	503.8	409.0	235.0
17:11:30	617.3	560.5	456.4	351.8	232.8	633.9	504.2	409.4	235.0
17:12:00	616.4	558.7	456.7	352.4	233.2	633.1	504.6	409.7	235.0
17:12:30	616.6	557.7	457.1	352.8	233.5	632.3	504.8	410.2	235.2
17:13:00	616.1	557.9	457.5	353.1	233.4	631.4	505.2	410.3	235.3
17:13:30	617.1	556.4	457.7	353.5	233.4	630.6	505.6	410.9	235.4
17:14:00	615.8	554.6	458.1	353.6	234.2	629.6	505.8	411.2	235.4
17:14:30	615.7	554.0	458.4	354.5	234.3	628.8	506.0	411.3	235.6
17:15:00	615.7	553.5	458.5	354.5	234.2	627.9	506.3	411.9	235.8
17:15:30	615.7	550.3	458.5	354.8	234.6	626.9	506.5	412.1	235.8
17:16:00	615.8	548.7	458.9	355.3	235.2	625.9	506.7	412.4	235.8
17:16:30	615.2	548.3	459.1	355.2	235.3	625.0	506.7	413.0	236.0
17:17:00	613.5	548.5	459.2	355.6	234.8	624.0	506.9	413.4	236.1
17:17:30	613.6	547.9	459.3	356.4	234.8	623.0	507.0	413.8	236.2
17:18:00	613.2	546.0	459.6	356.6	234.8	621.9	507.2	414.1	236.2
17:18:30	613.1	544.1	459.6	356.7	235.0	620.9	507.2	414.1	236.3
17:19:00	613.1	543.0	459.8	357.1	235.6	620.0	507.3	414.4	236.5
17:19:30	612.8	542.8	459.8	357.3	235.3	618.8	507.4	415.1	236.5
17:20:00	611.9	541.2	459.9	357.8	235.8	617.9	507.2	414.9	236.7
17:20:30	610.3	540.1	460.1	358.1	236.1	616.7	507.2	415.2	236.7
17:21:00	610.2	538.5	460.0	358.1	235.8	615.6	507.3	416.0	236.9

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
17:21:30	609.6	537.6	459.9	358.7	236.1	614.7	507.1	415.9	237.0
17:22:00	609.3	535.6	459.9	359.1	236.5	613.5	507.1	416.1	237.2
17:22:30	609.1	534.9	459.8	358.8	236.6	612.5	506.9	416.7	237.3
17:23:00	608.5	533.4	459.6	359.3	237.1	611.3	506.9	416.9	237.5
17:23:30	607.7	532.9	459.5	359.4	237.3	610.4	506.9	417.2	237.6
17:24:00	607.3	531.6	459.3	359.1	237.8	609.2	506.7	417.6	237.7
17:24:30	606.3	530.6	459.1	359.1	237.9	608.2	506.4	417.5	237.9
17:25:00	604.0	531.5	459.5	359.6	237.7	607.1	506.3	417.9	238.1
17:25:30	602.9	531.2	459.0	359.6	236.8	606.0	506.2	417.8	238.1
17:26:00	603.4	529.0	458.9	360.3	237.6	605.1	506.1	418.4	238.2
17:26:30	603.3	527.7	458.5	360.4	237.9	603.9	505.8	418.6	238.3
17:27:00	602.3	525.4	458.6	360.4	238.1	602.9	505.6	418.6	238.4
17:27:30	601.0	523.9	458.4	360.7	238.1	601.8	505.4	418.7	238.4
17:28:00	600.5	523.2	458.1	360.9	238.3	600.7	505.1	419.2	238.4
17:28:30	599.1	521.4	457.9	361.1	238.3	599.6	504.9	419.1	238.7
17:29:00	598.4	519.5	457.8	360.9	238.3	598.6	504.6	419.4	238.7
17:29:30	597.9	518.5	457.5	360.9	238.8	597.5	504.4	419.3	238.7
17:30:00	597.2	517.1	457.1	361.1	239.2	596.4	504.0	419.5	238.8
17:30:30	596.6	515.5	457.0	361.2	239.0	595.4	503.8	420.0	239.0
17:31:00	595.9	515.1	456.9	361.1	238.7	594.4	503.5	420.1	239.1
17:31:30	594.9	515.5	456.4	361.5	238.8	593.3	503.3	420.3	239.2
17:32:00	594.4	514.8	456.3	361.6	239.3	592.5	502.9	420.3	239.3
17:32:30	593.1	515.8	456.3	361.4	238.7	591.5	502.7	420.4	239.3
17:33:00	591.7	516.3	455.7	361.6	238.4	591.1	502.4	420.3	239.4
17:33:30	591.3	516.0	455.5	361.5	238.8	590.8	502.0	420.3	239.5
17:34:00	590.2	516.3	455.5	361.5	239.3	590.7	501.6	420.6	239.6
17:34:30	588.6	516.3	455.2	361.8	239.0	590.5	501.3	420.4	239.6
17:35:00	588.5	516.5	454.9	361.7	238.4	590.9	501.0	420.6	239.7
17:35:30	588.5	517.4	454.8	362.1	238.5	591.2	500.7	421.0	239.7
17:36:00	588.4	518.6	454.3	362.1	238.5	591.8	500.2	420.9	239.7

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
17:36:30	588.3	518.7	453.8	361.6	239.3	592.2	500.0	421.0	239.8
17:37:00	587.4	519.2	454.0	361.7	239.2	593.1	499.8	420.8	239.7
17:37:30	587.0	519.5	453.7	361.5	239.0	594.0	499.5	421.2	239.7
17:38:00	587.3	521.0	453.5	361.2	239.3	595.1	499.4	421.3	239.9
17:38:30	587.3	522.8	453.0	361.4	239.3	596.1	498.9	421.2	239.9
17:39:00	587.4	524.6	453.0	361.1	239.3	597.3	498.9	421.2	240.0
17:39:30	587.8	525.6	453.1	361.1	239.6	598.5	498.7	421.2	240.1
17:40:00	587.7	526.5	453.0	361.2	239.6	600.0	498.6	421.0	240.1
17:40:30	587.7	527.5	452.7	361.2	239.5	601.3	498.5	420.9	240.2
17:41:00	588.5	529.3	452.6	360.9	239.8	602.7	498.4	421.1	240.3
17:41:30	588.0	531.5	452.7	360.9	239.6	604.2	498.5	420.8	240.4
17:42:00	589.1	533.1	452.8	360.9	239.7	606.0	498.4	421.1	240.4
17:42:30	589.9	534.7	452.8	360.8	239.7	607.5	498.6	421.2	240.4
17:43:00	590.0	537.2	452.9	361.1	239.4	609.5	497.8	421.5	240.4
17:43:30	589.7	539.5	452.7	360.8	239.1	611.2	498.3	420.8	240.6
17:44:00	591.4	540.2	454.0	360.4	239.6	612.1	499.1	420.8	240.6
17:44:30	593.0	540.3	454.0	360.3	239.6	614.2	498.7	421.2	240.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-2 ข้อมูลการทดลองการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็กโดยการใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้า ครั้งที่ 2

อุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมคัปเปิลที่ตำแหน่งต่างๆ

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
09:46:00	32.4	34.2	32.1	31.9	31.9	32.2	31.6	32.1	31.0
09:46:30	32.2	34.5	31.9	31.9	31.8	31.4	31.9	32.1	31.0
09:47:00	32.4	34.5	31.9	32.1	31.9	32.1	31.8	31.9	31.0
09:47:30	46.0	47.7	31.8	31.9	32.0	32.1	31.8	31.9	31.0
09:48:00	66.5	70.3	31.9	32.1	31.9	35.7	31.9	31.9	31.0
09:48:30	94.0	107.1	32.1	31.9	31.9	47.4	31.6	32.1	31.0
09:49:00	120.5	148.3	32.4	31.9	31.8	63.5	31.6	32.1	31.0
09:49:30	151.8	196.3	32.9	31.8	31.9	77.1	32.4	32.1	31.0
09:50:00	176.7	237.0	34.4	32.2	32.0	91.7	32.9	32.1	31.0
09:50:30	194.9	266.0	36.5	31.8	32.0	105.5	33.9	32.2	31.0
09:51:00	209.4	284.6	39.3	31.8	32.0	120.8	35.2	32.2	31.0
09:51:30	220.0	296.5	43.1	31.9	32.2	137.5	37.3	32.2	31.0
09:52:00	231.2	310.6	47.6	32.4	32.3	154.9	40.1	32.1	31.0
09:52:30	241.8	327.2	52.4	32.8	32.3	172.5	42.8	32.2	31.1
09:53:00	253.0	340.8	57.5	33.1	32.5	189.3	46.2	32.4	31.0
09:53:30	266.7	357.9	63.1	33.9	32.7	205.3	49.7	32.6	31.1
09:54:00	283.0	377.5	68.5	34.0	32.9	219.6	54.3	32.9	31.1
09:54:30	290.0	389.5	74.0	35.5	33.1	233.2	58.7	33.4	31.1
09:55:00	300.7	403.7	79.8	36.6	33.3	246.1	62.9	33.9	31.1
09:55:30	309.5	415.5	85.5	37.4	33.6	258.4	68.0	34.4	31.1
09:56:00	319.7	426.5	90.9	39.2	33.9	270.4	72.6	35.2	31.2
09:56:30	332.8	437.3	96.2	41.1	34.3	281.9	77.4	36.1	31.1
09:57:00	346.3	451.0	101.3	42.8	34.7	292.4	82.3	37.3	31.2
09:57:30	362.9	464.5	106.5	44.4	35.2	302.4	87.1	38.4	31.2
09:58:00	380.9	481.6	111.7	46.5	35.6	311.7	91.8	39.5	31.2
09:58:30	394.4	494.4	116.9	49.0	36.3	320.6	96.6	40.8	31.2
09:59:00	404.7	500.6	122.0	51.0	37.0	329.1	101.1	42.3	31.1

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
09:59:30	413.9	507.6	127.2	53.2	37.8	336.9	105.5	43.7	31.2
10:00:00	422.6	511.7	132.6	56.0	38.5	344.2	109.9	45.3	31.2
10:00:30	431.9	519.0	138.1	58.5	39.2	350.5	114.3	46.9	31.3
10:01:00	440.7	525.6	143.4	61.3	40.1	356.7	118.7	48.5	31.3
10:01:30	448.0	531.2	149.0	64.2	41.1	362.7	123.2	50.5	31.2
10:02:00	455.2	535.9	154.4	66.9	41.9	368.4	127.4	52.5	31.3
10:02:30	461.9	540.3	159.5	69.6	43.0	374.0	131.9	54.6	31.3
10:03:00	469.8	547.0	164.8	72.7	44.1	379.2	136.3	56.7	31.3
10:03:30	474.3	553.5	169.9	75.6	45.4	384.3	140.4	58.7	31.4
10:04:00	474.3	558.1	175.0	78.3	46.7	389.6	144.6	60.9	31.4
10:04:30	476.8	565.6	180.1	81.4	47.9	395.3	148.9	63.3	31.4
10:05:00	479.9	569.7	185.1	84.2	49.2	401.7	153.0	65.6	31.4
10:05:30	483.1	571.4	189.7	87.3	50.6	408.7	157.2	68.2	31.5
10:06:00	490.2	576.4	194.6	90.0	52.3	416.0	161.2	70.6	31.5
10:06:30	494.9	581.1	199.2	93.1	53.7	423.3	165.2	72.9	31.6
10:07:00	500.7	585.8	203.6	96.0	55.3	429.9	169.1	75.1	31.6
10:07:30	508.4	591.4	208.3	99.0	56.9	436.4	173.1	77.7	31.7
10:08:00	515.1	596.1	212.8	101.8	58.5	442.5	177.1	80.4	31.7
10:08:30	521.0	596.4	217.3	104.9	60.4	447.8	181.1	82.7	31.8
10:09:00	527.4	602.5	221.6	107.8	62.2	452.0	185.1	84.9	31.8
10:09:30	532.3	604.6	225.8	110.6	64.3	455.9	189.1	87.0	31.9
10:10:00	536.2	610.0	230.0	113.6	66.7	459.1	193.1	88.9	32.0
10:10:30	533.6	614.3	234.4	116.5	70.9	462.0	197.2	91.1	32.0
10:11:00	536.6	618.6	238.5	119.0	72.1	466.2	201.1	93.2	32.1
10:11:30	537.5	624.0	242.7	122.1	74.3	470.6	205.0	95.1	32.3
10:12:00	534.6	626.7	246.6	125.0	77.4	474.8	208.8	97.0	32.3
10:12:30	533.5	628.8	250.9	127.6	81.3	478.9	212.6	99.0	32.4
10:13:00	528.6	627.9	254.8	130.3	84.2	481.3	216.2	100.7	32.5
10:13:30	521.1	622.7	258.8	132.7	85.0	487.7	219.7	102.7	32.6
10:14:00	509.2	610.9	262.8	135.4	86.2	492.5	223.6	105.0	32.8

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:14:30	494.5	593.2	266.6	138.1	87.0	494.5	227.2	107.0	32.9
10:15:00	484.2	576.9	270.3	140.4	87.8	496.7	230.7	109.0	32.9
10:15:30	480.4	570.8	273.9	142.9	89.0	496.2	234.2	111.0	33.1
10:16:00	475.8	566.6	277.2	145.4	90.5	495.6	237.3	113.1	33.2
10:16:30	468.2	558.2	280.3	148.1	91.8	495.6	240.5	115.3	33.2
10:17:00	461.0	549.9	283.1	150.6	93.2	494.8	243.6	117.4	33.3
10:17:30	460.2	548.6	285.6	153.0	94.8	495.0	246.5	119.6	33.4
10:18:00	455.9	545.0	288.1	156.0	96.8	494.4	249.7	121.8	33.6
10:18:30	449.9	535.7	290.0	158.9	98.5	493.8	252.5	124.3	33.8
10:19:00	447.3	531.4	292.1	161.3	98.7	493.3	255.5	126.7	34.0
10:19:30	462.0	542.1	294.1	164.0	99.1	491.6	258.1	129.1	34.2
10:20:00	481.3	562.1	295.7	166.8	99.2	491.3	260.7	131.4	34.3
10:20:30	495.9	578.0	297.2	169.1	102.9	493.1	263.5	134.0	34.5
10:21:00	508.2	591.1	298.6	171.5	104.3	495.6	264.9	136.3	34.6
10:21:30	519.8	603.0	300.1	173.1	106.1	498.7	267.1	138.5	34.9
10:22:00	528.3	614.5	301.5	175.5	107.0	500.5	268.9	140.8	35.1
10:22:30	532.6	623.4	303.1	177.5	107.4	504.9	270.6	143.2	35.2
10:23:00	534.9	629.8	305.2	180.0	108.0	509.2	271.8	145.6	35.4
10:23:30	540.2	635.7	307.3	182.6	108.6	513.9	273.9	147.9	35.6
10:24:00	545.4	642.7	309.7	185.9	110.0	519.0	276.9	150.4	35.9
10:24:30	550.1	649.5	312.1	187.8	110.5	524.8	279.8	152.8	36.0
10:25:00	557.6	655.1	314.8	189.8	110.7	529.1	282.4	155.2	36.2
10:25:30	564.9	659.2	317.6	191.9	111.1	533.5	284.9	157.5	36.5
10:26:00	569.6	665.4	320.2	193.7	111.3	538.0	288.1	159.7	36.8
10:26:30	573.7	668.2	322.8	195.9	111.5	541.3	290.8	162.0	37.0
10:27:00	578.4	670.3	325.9	197.4	110.3	543.5	291.9	164.3	37.3
10:27:30	583.7	674.1	329.0	199.6	111.8	546.6	294.5	166.2	37.5
10:28:00	586.3	677.0	331.9	201.4	112.9	550.2	298.0	168.3	37.8
10:28:30	585.8	678.6	334.7	202.8	119.9	553.9	299.9	165.5	38.0
10:29:00	590.0	680.8	337.5	204.6	127.0	556.9	301.7	164.4	38.3

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:29:30	594.0	687.7	340.5	207.5	132.1	559.5	304.2	170.4	38.6
10:30:00	598.5	691.6	343.4	209.6	134.3	562.8	309.0	171.9	38.9
10:30:30	601.9	693.4	346.2	211.6	136.5	566.3	311.3	175.1	39.2
10:31:00	605.5	695.5	349.2	213.4	139.3	568.8	312.9	176.0	39.5
10:31:30	609.2	696.9	352.1	215.2	142.7	570.8	316.2	178.7	39.8
10:32:00	613.9	698.4	354.9	217.1	146.0	572.6	317.7	181.0	40.1
10:32:30	618.4	703.0	358.0	220.2	148.3	575.1	318.3	184.4	40.4
10:33:00	621.6	705.9	360.7	221.9	150.1	577.2	317.4	186.2	40.7
10:33:30	624.2	705.8	363.5	224.1	151.9	579.5	320.5	188.6	41.1
10:34:00	627.9	707.0	366.3	225.6	154.2	581.5	323.7	191.5	41.4
10:34:30	629.3	707.8	369.1	227.2	156.6	583.3	326.7	193.7	41.7
10:35:00	624.8	710.4	371.6	228.8	158.7	585.3	329.2	196.6	42.1
10:35:30	626.5	710.6	374.1	230.8	161.0	588.1	332.8	198.9	42.4
10:36:00	630.3	711.2	376.8	233.5	162.9	590.9	335.4	201.5	42.9
10:36:30	633.2	713.1	379.3	235.6	164.3	593.2	338.9	202.8	43.2
10:37:00	635.9	712.4	381.7	237.8	166.0	595.4	342.9	205.7	43.6
10:37:30	638.0	710.5	384.3	240.1	167.6	597.3	346.6	208.8	43.9
10:38:00	641.6	709.8	386.6	242.2	169.3	598.4	349.3	209.5	44.3
10:38:30	644.2	708.6	389.1	243.8	171.1	599.6	353.5	211.1	44.7
10:39:00	648.1	709.7	391.6	246.0	172.9	600.1	356.9	213.6	45.1
10:39:30	649.6	711.7	393.9	247.2	175.2	601.0	359.1	215.9	45.4
10:40:00	650.2	710.9	396.0	248.7	177.1	602.7	360.9	216.6	45.8
10:40:30	651.2	709.0	398.2	250.4	178.8	603.9	363.5	220.9	46.3
10:41:00	652.5	706.6	400.1	252.5	180.3	605.5	366.0	222.7	46.7
10:41:30	653.9	706.4	402.3	254.3	181.6	606.4	368.5	223.6	47.1
10:42:00	655.5	707.4	404.3	256.6	183.1	607.5	370.7	224.3	47.6
10:42:30	657.6	706.9	406.3	258.4	184.7	608.5	373.1	227.5	48.0
10:43:00	657.8	707.4	408.3	259.3	186.3	609.2	374.7	230.5	48.4
10:43:30	653.0	710.6	410.2	262.0	187.4	610.2	376.1	231.5	48.9
10:44:00	639.7	699.5	412.2	263.8	188.5	611.6	378.4	234.1	49.3

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:44:30	626.4	686.5	414.1	265.4	189.5	612.3	380.4	236.6	49.8
10:45:00	609.7	665.3	416.0	266.7	190.6	612.1	382.7	238.5	50.3
10:45:30	594.5	646.2	417.8	268.9	191.2	609.9	384.3	241.9	50.7
10:46:00	580.1	628.1	419.4	271.1	192.3	606.3	386.3	242.8	51.3
10:46:30	566.1	611.4	420.9	272.5	193.0	601.9	388.3	245.4	51.8
10:47:00	554.6	597.2	422.2	274.2	193.2	597.1	389.6	247.8	52.1
10:47:30	545.6	586.2	423.5	276.2	193.4	591.5	390.9	249.7	52.6
10:48:00	538.0	576.6	424.1	277.5	193.8	586.1	392.5	251.9	53.2
10:48:30	528.1	566.1	424.7	278.8	194.3	580.7	393.8	253.9	53.7
10:49:00	520.0	555.5	425.0	280.9	195.2	575.0	394.9	255.9	54.2
10:49:30	514.1	547.8	424.9	282.4	195.5	569.3	395.7	257.7	54.7
10:50:00	508.7	541.7	424.8	284.5	195.9	564.6	396.6	259.6	55.3
10:50:30	508.4	543.7	424.4	286.8	195.2	560.1	397.1	261.7	55.8
10:51:00	514.0	547.5	424.0	287.9	196.3	556.5	397.2	263.7	56.3
10:51:30	520.1	553.2	423.5	290.0	196.8	553.5	397.3	265.7	56.9
10:52:00	523.8	558.2	423.1	290.6	197.9	551.1	397.4	267.7	57.5
10:52:30	525.2	562.7	422.2	291.0	198.4	549.9	397.5	269.2	58.1
10:53:00	533.8	579.4	421.3	292.6	199.0	550.2	397.9	270.8	58.6
10:53:30	535.6	583.9	420.6	293.0	199.9	552.3	398.2	272.2	59.2
10:54:00	543.3	595.4	419.7	293.5	200.7	555.9	398.5	273.9	59.8
10:54:30	545.6	600.0	419.1	294.1	201.5	560.2	398.6	275.5	60.3
10:55:00	549.2	604.9	418.6	295.1	202.4	564.8	398.6	276.9	61.0
10:55:30	552.5	611.0	418.6	297.4	202.5	569.7	399.0	278.6	61.4
10:56:00	564.8	625.5	418.4	297.9	203.2	574.8	399.4	280.3	62.1
10:56:30	583.6	646.2	418.4	299.0	204.3	579.7	400.1	281.6	62.6
10:57:00	598.1	661.5	418.7	299.4	205.5	584.9	400.8	283.2	63.3
10:57:30	608.9	671.4	419.2	299.8	206.4	590.0	401.5	284.6	63.8
10:58:00	623.1	685.3	420.0	301.0	207.8	594.1	402.4	286.1	64.4
10:58:30	624.1	691.3	421.1	301.3	208.7	598.5	403.7	287.7	65.0
10:59:00	616.0	688.3	422.2	301.3	209.7	603.0	404.6	288.8	65.5

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10:59:30	610.5	686.3	423.4	301.7	210.4	607.3	405.7	290.0	66.1
11:00:00	601.6	678.6	424.9	302.2	211.1	611.2	407.0	291.3	66.7
11:00:30	595.9	673.0	426.4	303.8	211.5	614.5	408.1	292.6	67.3
11:01:00	592.2	669.2	428.0	304.6	212.2	617.2	409.9	294.0	67.9
11:01:30	584.5	656.1	429.9	304.8	213.5	619.0	411.3	295.2	68.5
11:02:00	577.5	646.3	431.7	304.9	214.6	619.0	412.7	296.5	69.1
11:02:30	567.9	633.3	433.2	304.6	215.2	618.1	414.3	297.7	69.7
11:03:00	561.1	624.1	434.4	304.8	215.7	616.4	416.0	298.9	70.3
11:03:30	559.3	622.6	435.8	305.8	216.1	614.6	417.5	300.3	70.8
11:04:00	557.2	621.9	437.3	307.5	216.5	613.5	419.5	301.6	71.4
11:04:30	553.0	618.4	438.3	308.6	217.1	612.8	420.7	302.8	71.8
11:05:00	547.8	611.2	439.2	308.6	217.3	612.2	421.9	303.9	72.4
11:05:30	543.4	601.1	439.8	309.2	217.8	611.6	422.8	305.1	73.0
11:06:00	538.7	592.2	440.3	309.0	218.4	610.5	423.9	306.2	73.6
11:06:30	533.4	584.8	440.6	309.8	219.0	609.0	425.0	307.7	74.1
11:07:00	530.4	581.7	441.0	310.4	219.3	607.8	425.9	309.0	74.7
11:07:30	527.3	576.8	441.1	310.5	219.6	606.9	426.9	310.2	75.3
11:08:00	527.7	578.0	441.4	311.5	220.1	605.6	427.7	311.4	75.9
11:08:30	523.9	572.5	441.4	312.9	220.1	604.4	428.7	312.9	76.5
11:09:00	519.9	563.6	441.5	312.8	220.7	603.3	429.8	314.3	77.2
11:09:30	515.7	555.8	441.1	313.6	220.9	601.4	430.7	315.5	78.0
11:10:00	512.7	550.8	441.0	312.6	221.6	599.3	431.4	316.7	78.5
11:10:30	509.0	547.4	441.0	313.9	221.8	597.2	431.7	318.1	78.9
11:11:00	505.0	541.9	440.6	314.0	222.3	595.4	432.7	319.3	79.3
11:11:30	503.6	538.0	440.1	314.2	222.8	593.8	433.5	320.5	79.7
11:12:00	502.2	538.5	440.0	317.1	222.6	592.2	433.9	321.6	80.2
11:12:30	505.9	543.5	439.2	317.8	222.7	590.9	434.7	322.9	80.6
11:13:00	509.2	547.6	438.6	318.9	222.8	589.5	435.0	324.3	81.0
11:13:30	510.5	547.8	438.2	319.3	223.3	587.8	435.3	325.4	81.4
11:14:00	515.4	552.9	437.5	320.1	223.6	585.8	435.6	326.6	81.9

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:14:30	521.3	559.8	436.8	319.3	224.1	584.0	435.9	327.7	82.4
11:15:00	525.9	566.6	436.6	320.1	224.6	582.6	436.0	328.9	82.6
11:15:30	528.0	567.3	436.2	320.8	225.0	581.3	436.3	330.0	83.3
11:16:00	532.3	575.4	435.8	322.9	224.9	581.1	436.7	331.2	84.1
11:16:30	542.2	593.8	435.5	323.4	224.8	582.1	436.8	332.4	84.9
11:17:00	553.3	610.7	435.0	323.7	225.2	584.1	437.1	333.3	85.6
11:17:30	564.5	623.7	435.0	323.3	226.2	586.8	437.4	334.3	86.2
11:18:00	572.1	630.7	435.3	322.4	227.4	589.8	437.5	335.1	86.8
11:18:30	572.6	626.4	435.6	320.6	228.1	593.0	437.8	336.1	87.3
11:19:00	575.2	626.7	435.6	320.1	228.8	596.9	438.1	337.1	87.8
11:19:30	581.4	631.7	436.2	321.9	229.1	601.3	438.5	337.9	88.3
11:20:00	587.8	639.2	436.8	322.8	229.3	606.2	438.8	338.9	88.9
11:20:30	596.7	648.5	437.8	323.7	229.8	610.9	439.1	339.8	89.4
11:21:00	604.5	656.1	438.5	323.7	230.6	615.6	439.5	340.8	89.9
11:21:30	607.3	662.4	439.3	322.6	231.5	619.8	440.6	341.7	90.4
11:22:00	604.2	662.1	440.6	323.9	231.9	624.1	441.7	342.8	90.9
11:22:30	596.9	654.9	442.2	324.8	232.3	627.7	442.6	343.7	91.6
11:23:00	586.8	642.3	443.4	325.0	232.8	630.2	443.5	344.7	92.1
11:23:30	580.1	634.0	444.5	323.8	233.0	631.4	444.0	345.3	92.6
11:24:00	577.6	633.6	445.8	326.1	233.0	631.4	444.8	346.2	93.2
11:24:30	574.9	633.8	446.9	325.6	233.0	630.6	445.5	347.2	93.7
11:25:00	570.0	626.7	448.2	324.9	233.4	629.6	446.8	348.1	94.1
11:25:30	572.2	626.5	449.3	324.7	234.4	628.9	447.7	349.0	94.7
11:26:00	575.2	630.2	450.4	326.7	235.0	628.0	449.0	349.9	95.2
11:26:30	577.1	632.8	451.3	327.5	235.4	627.4	450.2	350.9	95.8
11:27:00	578.7	634.2	452.0	327.3	236.0	627.1	451.1	351.8	96.3
11:27:30	580.9	641.5	453.0	329.9	235.5	626.7	452.0	352.7	96.9
11:28:00	582.6	644.9	453.7	329.8	236.1	626.9	453.3	353.5	97.5
11:28:30	585.6	647.8	454.7	331.3	236.9	627.6	454.2	354.3	98.1
11:29:00	587.0	650.2	455.5	331.3	237.4	628.3	455.2	355.3	98.7

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:29:30	586.7	650.3	456.3	331.3	237.8	629.0	455.7	356.4	99.5
11:30:00	586.5	649.5	457.1	330.6	238.6	629.5	456.4	357.0	100.1
11:30:30	585.3	647.3	458.0	331.4	239.1	630.2	457.1	357.5	100.8
11:31:00	584.6	643.8	458.8	332.7	239.6	631.4	457.6	358.5	101.5
11:31:30	591.0	651.0	459.5	333.9	240.1	634.0	457.9	359.3	102.2
11:32:00	603.0	665.6	460.1	332.8	241.0	636.7	458.4	359.8	102.9
11:32:30	616.0	681.7	460.9	333.9	241.6	639.8	459.2	360.7	103.7
11:33:00	630.3	696.8	461.4	333.9	242.3	642.6	459.8	361.4	104.3
11:33:30	642.7	708.6	462.5	333.8	243.2	646.1	461.9	362.4	104.9
11:34:00	645.2	713.1	463.7	334.0	243.8	650.3	463.3	363.8	105.6
11:34:30	638.6	707.5	464.5	333.4	244.4	654.6	464.2	364.9	106.2
11:35:00	629.5	699.5	465.7	334.9	244.6	658.1	465.3	365.8	106.9
11:35:30	624.5	696.0	467.3	336.9	245.2	660.5	466.3	366.3	107.5
11:36:00	618.6	690.4	468.8	338.2	245.3	662.1	467.3	367.0	108.1
11:36:30	609.2	677.4	470.3	338.4	245.6	664.0	468.0	367.6	108.7
11:37:00	600.4	665.1	471.8	338.9	246.1	664.4	469.0	368.3	109.3
11:37:30	593.5	655.3	473.0	338.5	246.8	663.7	470.1	368.7	109.8
11:38:00	588.8	648.1	474.7	340.0	247.2	661.2	470.8	369.2	110.3
11:38:30	586.0	646.4	475.8	340.1	247.6	658.9	471.1	369.8	110.9
11:39:00	582.1	642.9	476.6	341.7	247.8	656.9	471.9	370.2	111.5
11:39:30	577.5	636.6	477.6	342.5	248.2	654.7	472.4	371.2	112.1
11:40:00	576.7	633.4	478.2	342.7	248.6	653.1	474.2	372.3	112.6
11:40:30	574.6	630.9	479.1	343.8	248.8	651.7	476.3	372.8	113.2
11:41:00	568.3	621.4	479.3	343.4	249.1	650.5	477.6	373.6	113.8
11:41:30	565.6	615.8	479.9	344.9	249.4	648.5	478.5	374.5	114.5
11:42:00	565.3	616.1	480.2	346.5	249.7	646.3	479.6	375.2	115.1
11:42:30	566.9	617.8	480.2	347.1	250.0	645.1	479.4	375.7	115.6
11:43:00	573.7	628.0	479.9	346.5	250.3	644.8	479.8	376.9	116.1
11:43:30	580.4	639.6	480.0	347.5	250.7	645.6	479.9	377.8	116.4
11:44:00	580.7	642.0	480.3	348.6	251.1	646.8	480.5	378.9	116.9

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:44:30	581.5	643.6	480.4	349.5	251.4	648.4	481.6	379.7	117.4
11:45:00	579.4	638.4	480.6	349.5	252.0	650.3	481.7	380.3	118.0
11:45:30	580.9	637.7	480.7	348.8	252.3	652.1	482.9	381.2	118.5
11:46:00	588.8	647.8	480.7	351.0	252.5	654.7	484.5	382.3	119.0
11:46:30	597.2	660.8	480.7	351.8	252.7	657.2	485.2	382.9	119.6
11:47:00	607.5	673.4	481.1	351.4	253.8	659.9	486.2	383.4	120.2
11:47:30	617.2	685.9	481.1	352.4	254.0	662.8	486.7	384.3	120.9
11:48:00	618.8	689.2	481.1	351.8	254.5	666.0	485.5	384.4	121.4
11:48:30	618.2	687.2	481.6	350.7	255.0	668.7	484.9	385.1	122.1
11:49:00	609.1	678.3	482.8	353.1	255.0	671.9	485.1	385.7	122.5
11:49:30	589.7	655.3	483.5	352.1	254.6	673.2	485.6	386.3	122.9
11:50:00	572.4	635.7	484.4	352.9	254.1	671.8	486.4	386.0	123.4
11:50:30	557.5	617.6	485.4	354.6	254.0	667.1	487.0	386.9	123.9
11:51:00	545.0	602.2	486.2	353.9	253.6	661.6	487.8	388.1	124.4
11:51:30	533.6	587.4	487.0	352.8	253.5	655.3	488.7	389.6	124.9
11:52:00	523.0	571.9	487.5	353.8	253.5	648.7	490.1	390.8	125.4
11:52:30	513.6	561.3	487.8	356.2	252.8	641.8	491.3	391.9	125.9
11:53:00	505.2	551.0	487.9	356.9	252.5	634.7	492.5	392.3	126.4
11:53:30	497.6	540.5	487.6	355.0	252.1	628.1	493.1	392.8	126.9
11:54:00	490.3	531.1	487.2	355.7	251.7	621.5	493.3	393.4	127.4
11:54:30	483.3	521.8	486.4	356.0	251.7	615.3	493.9	393.8	128.0
11:55:00	477.1	513.0	485.3	355.1	251.4	609.1	494.2	394.6	128.5
11:55:30	470.8	506.2	484.1	354.9	251.4	602.0	495.8	395.4	129.0
11:56:00	465.1	500.5	482.8	354.9	251.4	595.1	496.7	396.6	129.3
11:56:30	459.8	493.0	481.3	355.9	250.9	589.6	496.7	397.4	130.0
11:57:00	454.9	485.7	479.7	355.9	250.8	583.6	495.8	398.2	130.4
11:57:30	450.5	480.9	478.2	357.7	249.9	578.6	494.4	398.9	131.0
11:58:00	446.5	476.2	476.4	358.9	249.2	573.9	492.9	399.0	131.4
11:58:30	442.5	469.8	474.8	360.3	248.9	569.2	492.2	399.5	132.0
11:59:00	438.9	463.4	473.1	359.0	248.5	564.4	491.3	400.3	132.5

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11:59:30	434.8	457.9	471.3	360.1	248.1	558.7	490.4	401.2	133.1
12:00:00	431.4	453.1	469.3	360.1	247.6	553.9	489.4	401.9	133.4
12:00:30	427.7	447.5	467.5	360.4	247.3	549.6	488.3	401.9	134.0
12:01:00	423.6	443.5	465.7	361.9	245.8	545.6	486.9	402.1	134.6
12:01:30	419.9	438.2	463.5	360.1	245.9	541.0	485.4	402.4	135.3
12:02:00	415.9	432.4	461.5	360.5	245.5	536.8	483.9	402.6	135.8
12:02:30	412.1	429.5	459.5	361.1	244.6	532.2	482.7	402.8	136.3
12:03:00	409.1	425.9	457.4	361.1	244.0	528.3	481.4	403.3	136.9
12:03:30	406.3	421.7	455.7	361.7	243.4	524.6	480.2	403.9	137.2
12:04:00	402.9	417.6	453.5	359.8	242.5	521.0	479.1	404.8	137.9
12:04:30	399.7	412.9	451.3	359.1	242.3	516.9	477.9	405.3	138.3
12:05:00	396.4	407.9	449.3	359.0	242.0	513.0	476.9	405.8	138.8
12:05:30	393.6	403.0	447.0	357.9	241.7	509.7	475.2	405.9	139.4
12:06:00	390.8	400.4	445.4	358.2	240.3	506.1	473.7	406.2	139.7
12:06:30	387.9	397.1	443.1	357.6	239.5	502.7	472.2	406.2	140.1
12:07:00	384.8	393.2	441.2	358.7	238.7	499.2	470.7	406.3	140.8
12:07:30	382.0	392.7	439.3	358.2	237.4	496.1	468.6	405.9	141.3
12:08:00	379.6	390.1	437.4	357.7	237.7	492.7	467.3	406.2	142.0
12:08:30	377.1	387.6	435.5	357.1	237.1	489.5	465.4	405.9	142.6
12:09:00	374.7	386.6	433.5	356.1	236.0	487.0	463.9	405.6	143.2
12:09:30	373.0	383.6	431.2	354.9	235.5	484.2	462.4	405.8	143.5
12:10:00	371.4	380.0	429.1	354.0	235.6	481.4	461.0	406.1	144.3
12:10:30	369.8	375.7	426.9	353.6	235.3	478.5	459.6	406.1	144.8
12:11:00	368.2	371.7	425.1	353.1	235.1	475.9	457.9	406.0	145.5
12:11:30	366.2	368.4	423.2	351.4	234.4	473.4	456.4	405.9	146.0
12:12:00	364.0	365.6	421.8	351.7	233.4	470.5	454.9	405.6	146.6
12:12:30	361.5	363.5	419.9	352.0	232.5	468.2	453.5	405.4	147.2
12:13:00	359.4	360.7	417.9	350.6	231.4	465.5	452.2	405.0	147.5
12:13:30	357.0	358.6	416.2	349.3	230.4	462.9	450.1	404.3	148.0
12:14:00	354.7	355.7	414.4	349.3	230.0	460.6	448.8	404.1	148.6

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:14:30	352.4	352.8	412.3	347.8	230.0	458.1	447.2	403.6	149.1
12:15:00	350.2	350.5	410.3	345.4	229.7	455.6	445.5	403.1	149.6
12:15:30	348.6	348.0	408.4	343.1	229.5	453.1	443.6	402.6	150.1
12:16:00	347.0	346.0	406.5	342.4	229.3	450.9	442.0	402.1	150.7
12:16:30	345.3	343.0	404.7	341.4	229.3	448.7	440.3	401.8	151.2
12:17:00	343.6	340.4	402.8	340.9	228.8	446.3	438.8	401.4	151.7
12:17:30	342.0	337.8	401.1	339.6	228.3	443.7	437.1	400.8	152.3
12:18:00	340.5	336.0	399.4	339.2	227.0	441.4	435.6	400.3	152.8
12:18:30	338.9	333.6	397.9	339.0	226.5	439.6	434.0	399.8	153.3
12:19:00	336.8	332.7	396.3	338.9	225.5	437.4	432.5	399.3	153.8
12:19:30	335.2	331.9	394.5	337.4	225.0	435.0	431.2	398.9	154.4
12:20:00	334.2	332.0	392.5	336.5	224.4	433.5	429.5	398.3	154.9
12:20:30	332.9	329.1	391.1	335.3	224.5	431.4	428.0	397.8	155.4
12:21:00	331.2	327.8	389.8	335.6	223.8	428.8	426.5	397.1	156.0
12:21:30	329.8	325.6	388.4	335.2	222.4	426.8	425.1	396.7	156.5
12:22:00	328.4	323.7	386.6	332.7	221.7	425.5	423.7	396.0	157.0
12:22:30	326.6	322.0	385.2	332.3	221.3	423.3	422.2	395.4	157.6
12:23:00	325.0	320.0	383.4	331.3	221.0	421.8	420.7	394.7	158.1
12:23:30	323.1	317.2	381.8	328.8	222.0	419.6	419.4	394.0	158.6
12:24:00	321.6	315.4	380.0	327.5	220.9	417.6	417.8	393.2	159.1
12:24:30	320.2	313.9	378.1	325.7	220.9	415.7	416.4	392.5	159.7
12:25:00	318.9	311.8	376.4	324.7	220.7	414.4	414.9	391.8	160.2
12:25:30	317.4	310.9	374.7	323.2	220.2	412.7	413.7	391.2	160.7
12:26:00	316.1	309.4	373.2	323.0	219.5	411.0	412.2	390.6	161.3
12:26:30	314.7	308.4	371.6	321.9	219.7	409.4	410.8	389.9	161.8
12:27:00	313.3	307.4	370.3	320.9	219.7	407.7	409.4	389.6	162.3
12:27:30	312.0	304.1	368.9	320.6	219.2	406.0	408.2	389.0	162.8
12:28:00	311.1	302.6	367.2	318.0	218.5	404.3	406.8	388.5	163.4
12:28:30	310.0	301.6	365.6	316.6	217.8	402.1	405.4	387.9	163.9
12:29:00	308.6	299.8	364.4	316.8	217.3	400.7	404.0	387.3	164.5

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:29:30	306.8	300.6	363.6	317.8	215.9	399.2	403.1	386.9	164.9
12:30:00	305.7	300.4	362.3	316.8	215.3	397.3	401.8	386.2	165.2
12:30:30	304.6	301.3	360.4	314.4	213.7	395.6	400.3	385.2	166.0
12:31:00	303.4	297.8	359.0	313.2	214.1	394.5	398.9	384.5	166.4
12:31:30	301.9	294.9	357.7	312.4	214.2	393.1	397.6	383.7	167.0
12:32:00	300.6	293.7	356.0	310.0	214.0	391.0	396.3	383.0	167.3
12:32:30	299.5	291.6	354.5	309.9	213.7	389.5	394.9	382.4	167.9
12:33:00	298.5	290.0	353.1	308.6	213.3	388.1	393.6	381.6	168.3
12:33:30	297.4	287.5	351.8	307.1	213.3	386.5	392.5	380.8	168.7
12:34:00	296.6	286.7	350.4	305.9	212.0	385.2	391.2	380.0	169.0
12:34:30	295.2	286.7	349.1	304.6	211.9	383.9	390.2	379.3	169.5
12:35:00	294.0	285.8	347.5	303.9	211.6	382.4	388.9	378.4	170.0
12:35:30	292.9	284.8	346.1	303.4	211.0	380.6	387.5	377.4	170.7
12:36:00	291.9	283.5	344.9	302.6	210.5	379.7	386.3	376.6	171.1
12:36:30	290.7	281.0	343.6	301.1	210.9	378.4	385.0	376.0	171.5
12:37:00	289.9	280.1	341.9	299.8	210.0	377.0	383.9	375.0	172.1
12:37:30	289.0	277.6	340.7	298.4	209.7	375.6	382.7	374.3	172.8
12:38:00	288.3	276.3	339.6	297.6	209.0	374.4	381.4	373.5	173.2
12:38:30	287.0	275.0	338.5	298.3	208.6	372.4	380.4	372.7	173.4
12:39:00	286.2	274.6	337.1	298.0	208.2	371.3	379.4	372.0	173.9
12:39:30	285.7	272.9	336.0	296.8	207.8	370.2	378.4	371.2	174.4
12:40:00	285.2	272.6	334.5	294.7	207.0	368.6	377.2	370.5	175.0
12:40:30	284.1	273.8	333.0	294.4	205.9	368.0	376.1	369.8	175.4
12:41:00	283.4	272.3	331.9	293.3	205.4	366.3	375.0	369.0	175.9
12:41:30	282.4	271.1	330.6	292.9	204.9	365.2	373.9	368.2	176.5
12:42:00	281.7	270.6	329.5	291.1	204.6	363.9	372.9	367.4	177.1
12:42:30	281.1	270.4	328.3	290.3	203.0	363.0	371.9	366.6	177.4
12:43:00	280.2	269.6	327.1	290.0	202.6	361.9	370.6	365.8	178.1
12:43:30	279.2	268.1	326.1	289.1	202.3	360.4	369.5	364.8	178.5
12:44:00	278.5	266.5	325.3	289.0	202.2	359.1	368.4	363.8	178.9

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:44:30	277.5	265.3	324.1	287.7	200.8	358.0	367.3	362.7	179.3
12:45:00	276.2	264.5	322.9	287.0	199.7	356.4	366.7	361.6	179.6
12:45:30	274.8	263.5	321.6	286.2	199.7	355.8	365.5	360.7	180.1
12:46:00	273.6	261.0	320.2	283.4	199.6	354.6	364.2	359.8	180.6
12:46:30	272.8	258.8	318.9	282.0	199.7	353.1	362.9	359.0	181.0
12:47:00	271.7	257.5	317.8	280.9	199.5	352.0	361.7	358.2	181.6
12:47:30	270.6	256.7	316.7	281.9	198.5	350.7	360.7	357.3	182.1
12:48:00	269.6	256.1	315.6	281.0	198.0	349.6	359.8	356.4	182.4
12:48:30	268.8	254.0	314.4	279.1	197.4	348.9	358.9	355.5	182.7
12:49:00	267.8	253.4	313.2	277.5	197.9	347.9	357.9	354.5	183.4
12:49:30	266.7	250.8	312.1	275.9	197.8	347.5	357.1	353.8	183.8
12:50:00	274.3	254.8	310.7	274.8	197.1	345.2	356.0	352.9	184.2
12:50:30	282.6	261.0	309.3	274.2	196.5	345.1	355.0	351.8	184.8
12:51:00	287.7	264.8	308.2	272.8	195.9	346.3	353.6	350.9	184.8
12:51:30	292.2	269.2	307.1	272.1	195.4	347.7	352.4	349.9	185.5
12:52:00	297.5	272.8	306.2	271.0	194.8	350.4	351.4	348.9	186.0
12:52:30	301.9	277.2	305.2	269.9	194.5	352.9	350.5	348.0	186.3
12:53:00	309.1	283.7	304.8	271.7	193.1	355.2	349.5	347.2	187.1
12:53:30	320.8	296.1	304.1	271.1	192.2	358.4	348.9	346.5	187.5
12:54:00	328.9	306.4	303.4	270.1	191.2	362.7	348.2	345.6	187.9
12:54:30	340.0	320.2	302.4	268.8	190.4	367.4	347.5	344.7	188.4
12:55:00	351.3	333.2	301.7	267.6	190.6	373.2	347.0	344.0	188.8
12:55:30	362.1	346.7	301.4	266.7	190.7	378.4	346.3	343.1	189.2
12:56:00	370.7	359.1	301.3	266.2	189.9	383.3	346.1	342.4	189.7
12:56:30	379.0	373.9	301.2	265.8	187.3	387.9	345.9	341.9	190.2
12:57:00	385.8	382.2	301.3	264.6	187.6	393.4	345.8	341.0	190.2
12:57:30	393.1	390.5	301.5	264.4	187.5	398.1	345.8	340.2	190.8
12:58:00	399.4	398.3	302.1	263.1	187.3	402.2	345.7	339.3	190.9
12:58:30	406.3	407.5	302.6	262.3	186.7	406.5	345.9	338.5	191.4
12:59:00	414.7	416.5	303.3	260.5	186.9	410.9	346.3	337.8	191.8

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12:59:30	422.1	425.6	304.3	260.6	187.2	414.8	346.5	337.1	192.3
13:00:00	430.1	434.9	305.2	260.2	186.2	419.7	347.3	336.5	192.6
13:00:30	435.6	442.8	306.6	260.1	186.2	423.7	347.7	335.7	192.9
13:01:00	438.1	443.3	308.1	259.1	185.4	427.9	348.8	335.1	193.4
13:01:30	439.1	445.2	309.5	258.4	186.0	431.9	349.5	334.2	193.8
13:02:00	437.1	441.8	311.3	257.7	187.0	437.4	350.5	333.6	194.4
13:02:30	435.9	441.7	312.5	257.2	186.4	442.9	350.9	332.9	194.5
13:03:00	436.5	445.5	314.2	258.0	185.0	448.5	351.4	332.3	195.1
13:03:30	442.5	453.3	315.6	256.3	184.4	454.6	352.2	331.8	195.7
13:04:00	447.8	461.7	317.3	256.8	184.5	460.4	353.1	331.1	195.8
13:04:30	452.3	468.3	319.0	258.0	183.5	466.8	354.5	330.9	196.0
13:05:00	459.3	479.1	320.6	258.1	182.6	472.9	355.9	330.4	196.6
13:05:30	469.9	496.0	322.2	257.3	182.5	479.0	357.0	329.9	196.9
13:06:00	483.6	521.1	323.8	257.5	181.4	485.1	358.2	329.5	197.3
13:06:30	493.6	537.3	325.6	257.7	180.8	491.1	359.7	329.2	197.7
13:07:00	502.7	550.6	327.8	258.0	182.2	497.0	360.9	328.7	198.0
13:07:30	512.6	564.8	329.6	258.6	182.2	502.5	362.5	328.3	198.4
13:08:00	518.8	571.2	331.7	258.6	182.0	507.4	364.7	328.0	198.7
13:08:30	519.6	568.1	333.9	258.0	182.3	513.4	366.0	327.6	199.0
13:09:00	523.3	570.3	336.2	258.8	182.5	518.9	368.0	327.3	199.0
13:09:30	528.6	576.1	338.7	258.5	183.2	525.6	369.6	327.0	199.7
13:10:00	533.0	579.3	341.3	258.6	183.7	532.0	371.4	326.8	200.1
13:10:30	535.5	582.2	343.8	258.3	184.5	538.5	373.3	326.7	200.7
13:11:00	538.8	588.1	346.6	259.3	184.9	544.3	375.4	326.5	200.8
13:11:30	543.3	598.2	349.5	260.5	185.0	550.5	377.5	326.5	201.1
13:12:00	545.4	605.1	351.7	260.5	184.7	555.7	379.4	326.4	201.5
13:12:30	538.8	601.9	354.3	261.0	184.7	561.3	381.2	326.3	202.1
13:13:00	537.8	602.2	357.1	261.6	185.0	566.6	383.2	326.3	202.1
13:13:30	534.4	600.0	359.8	262.1	185.5	571.5	385.1	326.5	202.3
13:14:00	531.4	594.9	362.4	263.2	186.2	575.4	387.2	326.5	202.7

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:14:30	526.4	588.8	365.2	263.9	185.9	577.7	389.6	326.7	203.2
13:15:00	526.2	589.3	367.6	264.8	186.1	579.4	391.7	327.0	203.6
13:15:30	526.2	590.0	370.0	265.6	186.6	580.6	394.2	327.2	204.0
13:16:00	521.7	585.4	372.6	266.4	187.1	582.4	396.3	327.5	204.1
13:16:30	515.0	577.9	374.6	267.2	187.3	583.1	398.8	327.9	204.7
13:17:00	508.2	568.6	376.9	268.3	187.8	583.3	400.7	328.2	204.7
13:17:30	504.2	561.9	379.0	269.4	187.8	582.6	403.0	328.5	205.0
13:18:00	503.3	558.6	380.8	270.6	188.0	581.8	405.0	329.1	205.5
13:18:30	502.1	555.7	382.7	272.8	188.3	581.1	407.0	329.6	205.9
13:19:00	501.3	553.5	384.3	273.7	188.1	580.5	409.1	330.1	206.2
13:19:30	502.4	552.6	385.8	274.8	188.8	580.4	410.9	330.7	206.6
13:20:00	504.9	555.0	387.3	276.4	188.9	580.9	412.4	331.4	206.9
13:20:30	513.0	566.6	388.3	279.0	187.8	582.2	414.5	332.3	207.2
13:21:00	523.2	579.6	389.5	278.9	188.7	583.9	416.2	333.0	207.5
13:21:30	534.0	595.3	390.5	280.7	189.5	585.4	417.5	333.4	207.8
13:22:00	544.5	610.0	391.8	281.6	189.6	587.6	418.7	334.1	208.1
13:22:30	556.8	623.3	392.8	283.1	190.8	590.3	420.3	334.9	208.4
13:23:00	575.2	642.7	394.2	284.0	192.2	593.7	421.7	335.5	208.8
13:23:30	588.3	656.9	395.3	284.5	192.9	598.4	422.9	336.1	209.1
13:24:00	591.2	656.5	396.6	285.9	193.4	603.6	424.6	336.5	209.3
13:24:30	589.1	657.1	398.3	285.8	194.7	608.4	425.8	337.1	209.5
13:25:00	581.6	652.6	399.8	286.5	196.0	612.5	426.6	337.8	209.8
13:25:30	573.7	645.9	401.7	287.8	195.8	616.2	428.0	338.5	210.4
13:26:00	570.4	641.6	403.9	289.5	196.8	619.1	429.3	339.2	210.9
13:26:30	569.5	640.4	406.1	290.4	196.5	621.4	431.2	340.0	211.3
13:27:00	569.3	641.7	408.5	290.8	197.6	623.0	432.9	340.7	211.6
13:27:30	573.4	648.0	410.2	291.3	198.3	624.9	434.0	341.6	212.0
13:28:00	575.9	652.3	412.1	292.6	199.1	627.1	435.7	342.2	212.3
13:28:30	573.4	652.6	414.1	292.9	199.9	629.5	437.3	343.0	212.5
13:29:00	569.8	649.6	416.0	294.0	200.5	632.0	438.8	343.6	212.8

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:29:30	568.3	647.5	417.9	295.1	201.2	634.0	440.4	344.3	213.0
13:30:00	569.6	648.5	419.6	295.7	202.3	635.7	441.9	345.0	213.3
13:30:30	572.1	650.5	421.6	297.7	202.4	637.1	443.3	345.7	213.7
13:31:00	571.9	652.3	423.4	298.7	202.4	638.2	445.0	346.5	214.0
13:31:30	566.3	645.9	425.3	299.5	204.2	639.3	446.6	347.3	214.3
13:32:00	559.3	635.6	426.9	301.1	205.0	640.1	448.2	348.0	214.7
13:32:30	546.6	620.0	428.6	301.8	206.1	640.5	449.8	348.7	215.3
13:33:00	532.1	600.7	429.9	302.6	206.4	639.4	451.4	349.3	215.7
13:33:30	519.6	583.5	431.5	304.2	206.5	636.5	452.8	350.3	216.0
13:34:00	508.7	568.6	433.3	307.5	206.3	631.8	454.5	351.1	216.3
13:34:30	498.7	554.6	434.4	307.8	206.3	626.3	455.9	352.1	216.6
13:35:00	489.5	540.3	435.3	308.6	207.5	620.3	457.3	352.9	216.8
13:35:30	480.7	530.4	436.0	310.0	207.9	614.1	458.6	353.9	217.1
13:36:00	473.4	520.1	436.1	309.9	208.3	607.8	459.3	354.8	217.2
13:36:30	466.8	510.0	436.6	311.7	208.3	601.2	460.2	355.8	217.5
13:37:00	459.9	500.6	436.7	312.8	208.8	594.9	461.0	356.8	217.6
13:37:30	453.1	492.0	436.2	314.4	208.7	588.4	461.9	357.6	217.8
13:38:00	446.8	484.0	435.7	314.7	209.1	582.2	462.1	358.5	217.8
13:38:30	441.2	477.1	435.2	315.7	209.5	576.2	462.2	359.6	218.1
13:39:00	435.6	470.9	434.1	316.0	209.7	570.1	462.5	360.4	218.4
13:39:30	430.5	464.4	433.5	317.8	209.8	564.6	462.2	361.4	218.7
13:40:00	425.9	457.9	432.4	317.9	210.4	559.0	461.9	362.2	218.9
13:40:30	421.6	451.5	431.1	318.9	210.7	553.4	461.6	363.2	219.2
13:41:00	417.2	445.2	429.9	319.4	210.8	548.2	461.0	364.1	219.4
13:41:30	413.2	438.9	428.6	319.8	211.1	543.1	460.2	364.9	219.9
13:42:00	409.4	434.4	427.2	320.9	211.0	537.9	459.8	365.6	220.2
13:42:30	405.9	428.9	425.9	321.1	211.6	533.3	458.8	366.5	220.7
13:43:00	401.8	423.2	424.3	321.1	212.4	528.5	458.0	367.2	220.9
13:43:30	398.0	418.6	422.7	321.9	212.5	523.7	457.2	367.9	221.0
13:44:00	394.1	412.8	421.3	322.4	212.6	519.2	456.2	368.5	221.0

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:44:30	390.8	408.8	419.7	322.4	212.2	514.9	455.1	369.1	221.3
13:45:00	387.6	404.4	418.1	323.5	212.4	510.5	454.0	369.8	221.6
13:45:30	384.3	400.4	416.8	325.1	211.6	506.5	452.6	370.3	221.8
13:46:00	381.5	396.8	415.3	324.5	211.7	502.7	451.4	370.7	221.9
13:46:30	378.7	393.2	413.5	324.9	212.2	498.7	450.2	371.0	222.2
13:47:00	376.5	389.4	411.9	324.4	212.6	495.1	448.8	371.6	222.1
13:47:30	374.3	385.5	409.9	324.4	213.0	491.6	447.6	372.3	222.5
13:48:00	371.6	384.0	408.2	323.9	212.2	487.7	446.3	372.8	222.5
13:48:30	369.3	380.7	406.5	325.1	212.7	484.4	445.0	373.2	222.9
13:49:00	366.9	378.0	405.0	324.3	212.3	481.4	443.5	373.8	223.2
13:49:30	364.5	375.0	403.0	323.4	212.2	477.8	442.2	374.2	223.3
13:50:00	362.1	371.9	401.5	323.5	212.2	475.1	440.8	374.7	223.6
13:50:30	360.1	368.4	399.9	322.4	212.4	472.0	439.3	375.0	223.7
13:51:00	357.8	365.2	398.3	323.2	212.5	468.8	437.5	375.2	223.7
13:51:30	355.1	362.0	396.9	323.2	212.5	465.4	436.1	375.3	224.3
13:52:00	352.8	358.2	395.1	322.0	211.9	462.6	434.6	375.3	224.4
13:52:30	350.4	354.5	393.4	321.2	212.0	459.6	433.2	375.3	224.6
13:53:00	347.8	351.4	391.9	321.5	211.8	456.4	431.7	375.4	224.7
13:53:30	345.3	349.0	390.2	320.8	211.6	453.8	430.1	375.4	224.9
13:54:00	343.1	344.3	388.4	319.3	212.5	450.8	428.6	375.3	225.0
13:54:30	340.9	340.8	386.9	318.3	213.3	448.5	427.2	375.3	225.0
13:55:00	338.9	339.1	385.1	317.8	213.0	445.8	425.7	375.3	225.3
13:55:30	336.9	337.8	383.3	317.1	212.7	443.3	424.3	375.3	225.6
13:56:00	335.0	336.1	381.5	316.3	212.3	440.7	422.6	375.2	225.7
13:56:30	333.1	334.6	380.0	316.3	212.7	438.4	420.9	375.2	225.6
13:57:00	331.4	331.4	378.4	315.3	212.4	435.9	419.5	375.2	225.6
13:57:30	329.5	327.7	377.0	315.3	211.6	433.3	418.4	375.0	225.7
13:58:00	327.7	324.9	375.6	314.8	212.2	430.6	416.9	374.7	226.0
13:58:30	326.0	323.5	374.4	315.6	211.4	428.6	415.5	374.7	226.2
13:59:00	324.2	323.5	372.8	315.0	210.2	426.4	414.3	374.7	226.5

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13:59:30	322.6	320.5	371.0	312.9	210.5	424.1	413.1	374.3	226.6
14:00:00	320.8	317.4	369.3	311.6	210.9	421.9	411.5	373.9	226.4
14:00:30	318.9	315.8	367.8	310.5	210.8	419.4	409.9	373.7	226.3
14:01:00	317.1	313.6	366.3	309.8	210.6	417.7	408.6	373.3	226.3
14:01:30	315.6	312.4	364.7	308.6	210.5	415.2	407.0	372.9	226.6
14:02:00	314.0	308.6	363.3	307.7	210.9	413.7	405.5	372.5	226.8
14:02:30	312.6	307.8	361.7	307.4	210.2	411.2	404.0	372.0	226.9
14:03:00	311.5	305.1	360.3	306.8	209.8	409.7	402.5	371.6	227.1
14:03:30	309.9	303.7	358.9	305.3	209.5	407.5	401.2	371.2	227.2
14:04:00	308.5	302.1	357.5	305.4	208.9	405.3	399.8	370.7	227.6
14:04:30	306.9	301.4	356.2	305.2	208.3	403.4	398.6	370.6	227.7
14:05:00	305.8	302.0	354.8	304.6	207.6	401.9	397.5	370.3	227.7
14:05:30	304.8	300.6	353.4	303.5	207.1	400.0	396.0	369.8	227.6
14:06:00	303.8	299.4	352.0	302.8	207.2	397.8	394.7	369.3	227.5
14:06:30	303.0	297.3	350.7	302.2	207.1	396.3	393.4	368.8	227.5
14:07:00	301.8	298.3	349.3	301.8	206.0	394.8	392.2	368.3	227.7
14:07:30	300.7	297.3	347.9	300.8	204.9	393.0	391.0	368.0	227.9
14:08:00	299.7	294.8	346.8	301.0	205.3	391.0	389.6	367.3	228.0
14:08:30	298.2	292.4	345.7	300.4	205.1	389.2	388.3	366.9	228.3
14:09:00	296.8	291.3	344.2	299.0	205.0	387.9	387.2	366.2	228.4
14:09:30	295.4	289.9	343.2	298.0	204.3	386.3	386.0	365.9	228.6
14:10:00	294.0	288.4	341.8	297.6	203.6	384.7	384.6	364.9	228.6
14:10:30	292.5	285.5	340.5	296.6	203.2	382.6	383.4	364.2	228.3
14:11:00	291.1	284.0	339.2	295.9	203.0	381.4	382.3	363.9	228.5
14:11:30	289.7	284.5	337.8	294.8	202.3	379.8	381.0	363.3	228.6
14:12:00	288.6	282.8	336.7	293.8	202.2	378.1	379.8	362.7	228.7
14:12:30	287.7	281.7	335.3	292.9	201.8	377.0	378.7	362.1	228.5
14:13:00	286.5	278.6	333.8	290.8	202.3	375.0	377.4	361.2	228.3
14:13:30	285.4	276.5	332.3	289.2	202.4	373.6	376.0	360.5	228.2
14:14:00	284.2	274.4	330.7	288.4	201.9	372.3	374.7	359.8	228.1

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:14:30	283.3	272.2	329.6	286.8	201.8	371.0	373.4	359.1	228.4
14:15:00	282.3	271.4	328.3	286.0	201.5	369.6	372.3	358.5	228.5
14:15:30	281.0	270.0	327.0	285.0	200.9	367.6	371.3	357.8	228.6
14:16:00	279.9	268.4	325.7	284.6	200.5	366.7	370.2	357.2	228.7
14:16:30	278.9	268.2	324.3	282.8	199.9	365.2	368.9	356.5	228.6
14:17:00	278.1	267.8	323.0	281.6	199.4	363.7	367.7	355.7	228.6
14:17:30	276.8	265.0	322.0	281.3	199.7	362.0	366.7	355.1	228.7
14:18:00	275.8	263.8	320.6	280.1	199.4	360.7	365.6	354.3	228.7
14:18:30	274.8	262.6	319.7	279.7	198.8	359.1	364.5	353.6	228.6
14:19:00	273.8	262.5	318.4	278.5	198.4	358.2	363.4	352.8	228.7
14:19:30	272.8	260.8	317.0	277.7	197.9	356.6	362.2	352.1	228.6
14:20:00	271.6	259.4	316.0	276.5	197.4	355.4	361.2	351.4	228.3
14:20:30	270.6	257.5	314.8	275.8	196.9	354.5	360.1	350.7	228.1
14:21:00	269.7	256.3	313.6	274.8	196.7	353.1	358.9	349.9	228.3
14:21:30	268.8	255.3	312.6	274.3	196.2	351.8	357.8	349.2	228.5
14:22:00	267.8	254.5	311.5	273.6	195.3	350.6	356.8	348.5	228.6
14:22:30	267.0	254.1	310.3	272.1	195.3	349.3	355.6	347.7	228.3
14:23:00	266.0	253.4	309.2	271.8	195.1	348.3	354.7	347.0	228.3
14:23:30	265.0	250.9	308.1	270.6	194.8	347.1	353.8	346.3	228.1
14:24:00	264.0	250.3	307.0	270.2	194.2	345.5	352.8	345.5	228.0
14:24:30	263.0	249.4	305.8	268.5	193.7	344.4	351.7	344.7	227.7
14:25:00	262.3	249.4	304.8	268.8	193.0	343.3	350.6	344.0	227.8
14:25:30	261.4	248.3	303.8	267.8	192.4	341.8	349.6	343.2	227.7
14:26:00	260.7	247.4	302.7	267.0	192.1	340.9	348.4	342.4	227.7
14:26:30	259.9	246.1	301.7	266.3	191.6	339.7	347.5	341.7	227.7
14:27:00	258.9	246.3	300.7	266.0	190.4	338.6	346.5	341.1	227.6
14:27:30	258.5	246.6	299.8	266.7	190.0	337.5	345.7	340.5	227.4
14:28:00	258.0	245.6	299.0	265.6	189.7	336.3	344.8	340.0	227.4
14:28:30	257.4	247.0	297.7	264.8	188.5	335.1	343.8	339.3	227.6
14:29:00	256.8	245.7	296.9	264.3	188.5	333.9	342.6	338.3	227.2

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:29:30	256.2	244.3	295.9	263.4	188.1	333.1	341.7	337.6	226.9
14:30:00	255.3	242.5	295.0	263.0	187.2	331.9	341.0	336.8	226.7
14:30:30	254.2	241.6	294.0	261.7	186.3	331.1	340.0	336.0	226.8
14:31:00	253.3	242.1	293.0	260.8	185.6	329.7	339.0	335.4	227.0
14:31:30	252.8	239.7	291.8	259.6	185.5	329.1	338.6	334.6	227.0
14:32:00	252.0	238.7	291.0	258.6	185.2	327.7	337.2	333.8	226.7
14:32:30	251.1	238.3	289.9	256.9	185.4	326.9	336.0	332.7	226.9
14:33:00	250.4	236.7	288.8	255.6	185.3	325.9	334.7	331.9	227.0
14:33:30	249.7	234.9	288.0	255.8	184.6	325.0	334.1	331.4	226.6
14:34:00	248.6	234.5	287.0	255.8	184.2	325.0	333.2	331.4	226.2
14:34:30	258.0	241.0	286.0	255.3	183.4	323.1	333.1	330.4	226.3
14:35:00	273.0	252.3	285.4	255.1	182.9	322.9	331.8	329.5	226.3
14:35:30	283.6	260.4	284.2	253.4	182.5	324.0	330.6	328.4	226.5
14:36:00	292.8	273.9	283.2	252.9	181.7	327.5	330.0	327.5	226.4
14:36:30	300.9	287.9	282.4	251.8	180.9	333.8	329.0	326.8	226.3
14:37:00	314.8	313.3	281.4	250.7	180.2	342.0	328.0	326.1	226.3
14:37:30	326.6	336.0	280.8	249.9	180.1	351.4	327.2	325.4	226.0
14:38:00	335.1	351.8	280.3	249.2	179.9	361.8	326.5	324.7	225.7
14:38:30	345.6	369.5	280.3	248.9	180.3	372.8	326.1	324.1	225.2
14:39:00	353.5	384.3	280.5	248.3	178.6	383.9	325.8	323.5	225.1
14:39:30	354.5	386.0	280.7	246.5	177.8	394.9	325.7	322.4	225.3
14:40:00	360.1	395.3	281.5	246.1	177.3	404.1	325.7	321.9	225.4
14:40:30	366.9	408.2	282.7	246.5	176.6	413.1	326.2	321.3	225.0
14:41:00	370.1	413.5	284.2	246.1	176.0	421.3	327.0	320.6	225.0
14:41:30	375.3	423.5	285.5	245.3	174.6	429.1	328.2	320.1	225.0
14:42:00	381.8	435.0	287.0	245.0	175.0	435.7	329.2	319.4	225.0
14:42:30	382.2	434.2	288.8	244.7	174.6	442.5	330.7	318.9	224.9
14:43:00	390.5	443.3	290.6	243.9	174.2	448.4	331.9	318.3	224.8
14:43:30	395.2	446.4	292.4	243.4	174.8	453.4	333.5	317.6	224.7
14:44:00	397.3	445.8	294.4	243.3	174.6	458.4	335.1	316.9	224.5

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:44:30	401.5	450.0	296.6	243.3	172.9	462.9	337.1	316.3	224.2
14:45:00	407.7	458.4	298.0	242.5	172.7	468.6	338.9	316.0	224.1
14:45:30	422.2	479.5	299.8	242.3	173.7	473.7	340.5	315.4	224.0
14:46:00	437.9	502.4	301.6	241.9	173.7	480.0	342.3	315.0	223.9
14:46:30	456.7	529.4	303.5	242.1	173.0	486.5	344.2	314.7	223.6
14:47:00	476.0	552.5	305.9	241.6	172.9	493.3	346.1	314.4	223.6
14:47:30	494.3	571.9	308.2	242.4	173.3	500.2	348.0	314.2	223.4
14:48:00	507.6	584.5	310.1	242.5	172.9	506.7	350.0	313.9	223.3
14:48:30	515.9	589.7	312.6	242.1	173.5	513.4	351.8	313.5	223.3
14:49:00	516.9	592.2	315.9	242.7	173.3	519.4	354.1	313.2	223.0
14:49:30	518.4	594.9	318.7	242.4	173.7	524.3	356.2	312.8	222.9
14:50:00	521.9	597.9	321.7	242.8	174.3	530.3	358.5	312.8	222.8
14:50:30	520.8	599.3	325.1	244.2	173.6	535.4	360.7	312.6	222.7
14:51:00	523.9	604.4	328.7	245.3	173.6	540.5	362.9	313.2	222.8
14:51:30	524.9	607.3	331.9	245.7	173.9	545.9	365.9	313.2	222.6
14:52:00	527.8	611.1	335.2	246.4	174.4	551.2	368.0	313.1	222.2
14:52:30	534.1	619.3	338.6	245.7	174.5	556.1	370.1	312.9	222.0
14:53:00	538.5	625.8	342.1	246.1	175.9	561.5	371.9	313.1	221.8
14:53:30	542.4	632.1	345.3	247.2	175.8	566.0	374.4	313.2	221.6
14:54:00	545.8	638.7	348.5	248.9	176.2	570.4	377.0	313.6	221.4
14:54:30	540.9	636.6	351.7	249.6	176.3	575.1	379.8	313.6	221.5
14:55:00	538.3	635.4	354.5	250.7	177.0	579.8	381.9	314.0	221.6
14:55:30	543.5	641.6	357.9	251.4	177.5	584.1	384.1	314.4	221.4
14:56:00	551.4	648.3	361.1	252.4	178.2	588.6	386.3	314.8	221.3
14:56:30	559.2	655.4	364.2	253.6	178.5	592.9	388.6	315	221.2
14:57:00	561.6	659.9	366.9	254.7	178.9	596.7	391.2	315	220.9
14:57:30	566.4	665.1	370.2	256.1	179.9	600.7	393.4	316.2	220.6
14:58:00	570.8	669.5	373.1	257.0	180.6	604.4	396.0	316.7	220.3
14:58:30	576.1	673.4	376.0	259.1	181.1	608.1	398.3	317.4	220.4
14:59:00	579.9	677.5	379.0	260.1	181.9	611.8	400.8	318.0	220.3

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14:59:30	585.6	681.9	381.9	261.6	182.4	615.4	402.9	318.6	220.4
15:00:00	587.0	685.3	384.9	263.8	183.0	618.9	405.4	319.3	220.2
15:00:30	589.3	688.1	388.0	266.4	183.0	622.5	407.9	320.1	220.2
15:01:00	595.4	691.7	391.0	268.5	183.5	625.9	410.4	320.9	220.0
15:01:30	601.8	696.0	393.8	269.2	184.2	629.4	412.6	321.7	219.8
15:02:00	607.5	700.0	396.5	270.8	185.0	632.1	415.1	322.4	219.5
15:02:30	610.9	705.8	399.6	272.3	184.5	634.7	417.3	323.5	219.2
15:03:00	612.8	710.1	402.3	274.0	185.0	637.2	420.0	324.5	219.2
15:03:30	605.9	704.4	405.4	276.2	186.8	639.9	421.9	325.5	219.0
15:04:00	585.2	679.5	408.2	277.7	187.6	642.0	424.6	326.3	218.8
15:04:30	565.6	653.5	410.8	278.9	188.1	642.0	426.8	326.9	218.8
15:05:00	548.7	630.9	413.5	280.3	188.5	639.4	429.0	327.7	218.9
15:05:30	534.0	610.6	416.0	282.0	189.2	635.1	431.1	328.7	218.7
15:06:00	521.0	592.5	418.1	283.4	189.9	629.3	433.2	329.6	218.2
15:06:30	509.3	577.1	420.1	284.4	190.2	622.9	434.9	330.6	217.7
15:07:00	498.9	562.5	421.7	286.3	191.7	616.1	436.8	331.6	217.6
15:07:30	489.5	549.4	423.2	288.3	191.8	609.2	438.2	332.8	217.3
15:08:00	480.9	539.4	424.3	290.4	192.3	602.4	439.8	333.8	217.2
15:08:30	473.4	528.9	424.6	291.0	192.8	595.6	441.5	335.0	217.1
15:09:00	466.5	519.2	425.2	292.4	193.4	589.2	442.5	336.1	217.0
15:09:30	459.9	509.8	425.0	292.9	194.0	582.7	443.5	337.1	216.8
15:10:00	453.4	500.3	425.2	295.2	195.0	576.3	444.2	338.2	216.7
15:10:30	446.9	492.0	424.9	296.6	195.3	570.3	444.6	339.2	216.5
15:11:00	440.3	483.1	424.3	297.3	196.2	564.3	445.0	340.1	216.3
15:11:30	434.1	474.4	423.6	298.8	197.0	558.5	445.3	341.0	216.1
15:12:00	428.6	466.7	422.5	299.7	197.5	552.6	445.7	342.0	216.0
15:12:30	423.5	460.0	421.4	300.5	197.9	547.4	445.5	343.1	215.8
15:13:00	418.5	453.7	420.6	302.8	198.4	541.7	445.5	344.1	215.5
15:13:30	414.1	450.6	419.5	305.6	197.6	536.9	445.3	345.4	215.4
15:14:00	409.9	444.9	418.6	306.7	197.9	531.9	444.8	346.5	215.1

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:14:30	405.6	437.5	417.4	306.5	198.8	527.1	444.3	347.3	214.9
15:15:00	401.2	431.2	416.0	307.1	199.5	522.4	443.4	348.1	214.7
15:15:30	396.9	426.1	414.1	306.5	200.1	517.7	442.6	348.8	214.7
15:16:00	393.1	420.9	412.6	307.0	200.6	513.0	441.9	349.7	214.4
15:16:30	389.6	415.7	411.0	307.3	201.7	509.0	440.7	350.5	214.2
15:17:00	386.0	411.5	409.5	308.2	202.1	504.7	439.9	351.3	214.0
15:17:30	382.6	406.6	407.9	308.8	202.7	500.7	438.8	352.1	213.9
15:18:00	379.2	401.2	406.2	309.0	203.2	496.9	437.7	352.8	213.8
15:18:30	375.7	397.3	404.7	310.2	203.3	492.3	436.7	353.5	213.6
15:19:00	372.7	394.5	403.4	311.5	202.9	489.2	435.6	354.5	213.0
15:19:30	370.0	394.3	401.8	311.8	201.9	485.4	434.6	355.5	213.0
15:20:00	367.5	390.9	400.1	312.2	202.4	481.6	433.5	356.1	212.5
15:20:30	364.9	388.5	398.6	312.6	202.3	478.5	432.4	356.9	212.2
15:21:00	362.6	384.4	397.0	311.3	202.9	474.9	431.1	357.4	211.9
15:21:30	360.3	378.7	395.4	311.1	204.0	471.4	429.6	357.7	211.9
15:22:00	357.3	373.1	393.6	310.9	204.7	468.5	428.0	358.1	211.7
15:22:30	354.5	369.6	392.0	309.7	205.3	464.7	426.7	358.4	211.3
15:23:00	352.0	365.2	390.1	309.7	205.6	461.5	425.3	358.6	211.1
15:23:30	349.3	361.2	388.5	310.0	205.9	458.7	423.9	358.9	211.0
15:24:00	346.7	357.7	386.9	308.9	206.3	455.7	422.2	359.3	211.1
15:24:30	344.1	354.9	385.2	308.8	206.4	452.3	421.2	359.4	211.1
15:25:00	341.5	352.1	383.4	308.6	206.0	449.3	419.7	359.6	211.1
15:25:30	339.1	349.8	381.8	308.9	205.8	446.8	418.4	359.8	211.0
15:26:00	336.8	347.5	380.3	308.2	205.7	444.0	417.1	360.0	210.6
15:26:30	335.0	344.0	378.7	307.5	206.0	441.3	415.4	360.0	210.2
15:27:00	332.8	341.4	377.1	307.7	205.9	438.8	414.1	360.0	210.2
15:27:30	330.9	338.4	375.6	306.4	206.0	435.8	412.7	360.1	210.2
15:28:00	328.9	335.2	373.9	305.7	206.4	433.5	411.2	360.1	210.2
15:28:30	326.7	333.4	372.4	306.0	205.8	430.9	410.0	360.4	209.9
15:29:00	324.6	331.3	370.7	305.7	205.8	428.0	408.7	360.3	209.8

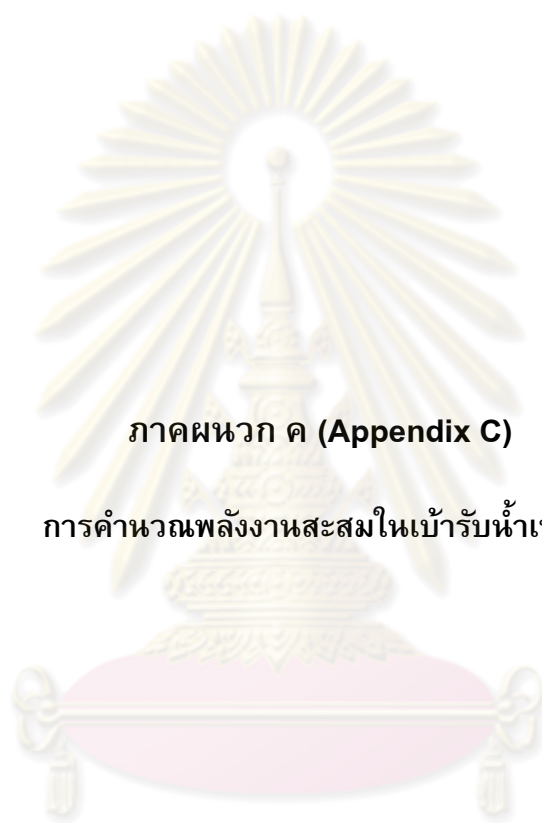
Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:29:30	322.7	328.9	369.8	305.7	205.5	425.6	407.2	360.1	209.7
15:30:00	320.5	328.0	368.3	306.5	205.1	423.0	405.8	360.3	209.5
15:30:30	318.9	326.9	366.5	305.8	205.0	421.2	404.6	360.4	209.5
15:31:00	317.6	325.8	365.1	305.3	204.3	418.8	403.5	360.5	209.2
15:31:30	316.6	323.2	363.7	305.0	204.8	416.6	402.1	360.4	209.1
15:32:00	315.2	322.3	362.2	304.2	204.1	414.9	400.6	360.5	208.9
15:32:30	321.6	325.6	360.7	303.1	204.0	412.5	399.9	360.4	208.8
15:33:00	339.3	341.4	359.4	303.0	204.2	411.3	398.1	360.1	208.5
15:33:30	350.0	351.6	358.2	301.2	204.3	411.3	396.3	359.4	208.2
15:34:00	358.0	362.1	356.6	300.2	203.9	412.8	395.1	358.9	207.8
15:34:30	360.7	364.6	355.2	298.8	204.2	416.0	393.6	358.5	207.8
15:35:00	366.5	372.9	353.9	298.0	203.6	420.1	392.2	358.1	207.9
15:35:30	370.3	378.7	353.1	298.9	203.2	424.3	391.1	357.8	207.8
15:36:00	374.7	383.0	352.4	298.5	202.5	429.0	390.2	357.4	207.6
15:36:30	380.9	395.1	351.7	297.2	201.7	433.8	388.9	356.9	207.3
15:37:00	389.1	412.6	351.1	298.0	200.9	439.5	388.4	356.8	207.1
15:37:30	402.6	432.7	350.5	296.9	200.8	446.0	387.7	356.6	206.9
15:38:00	414.5	451.5	350.6	296.5	200.2	453.4	387.2	356.3	206.5
15:38:30	425.8	468.7	350.4	295.4	199.7	460.8	387.2	356.1	206.3
15:39:00	438.1	485.3	350.5	294.4	200.4	467.4	386.6	355.6	206.3
15:39:30	448.4	499.6	350.6	294.0	200.5	474.2	386.6	355.3	206.3
15:40:00	456.0	510.7	351.4	293.7	200.5	481.6	386.6	354.9	206.1
15:40:30	462.5	519.2	352.4	293.3	200.1	488.2	387.0	354.3	206.2
15:41:00	468.8	530.7	353.4	291.4	200.1	495.1	387.3	353.6	206.3
15:41:30	479.3	543.8	354.5	290.0	200.0	502.2	387.5	353.1	206.1
15:42:00	490.8	557.5	355.7	289.1	200.0	509.5	388.2	352.7	206.0
15:42:30	502.9	570.7	357.6	288.4	200.1	517.1	388.8	352.2	206.0
15:43:00	516.2	582.7	359.4	288.2	200.1	524.0	389.9	351.8	206.2
15:43:30	526.2	592.2	361.8	289.1	200.2	530.8	391.1	351.6	206.0
15:44:00	536.3	604.1	363.9	288.8	199.7	537.2	392.5	351.3	205.7

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:44:30	544.3	612.1	366.5	288.6	200.7	543.3	393.7	351.0	205.7
15:45:00	553.8	619.0	368.9	288.7	200.6	549.3	395.1	350.6	205.6
15:45:30	562.3	626.4	371.4	289.2	200.7	554.7	396.5	350.3	205.3
15:46:00	568.5	632.3	374.0	288.4	200.9	559.4	398.5	350.0	205.7
15:46:30	572.9	641.8	376.6	288.7	201.0	564.0	400.0	349.9	205.7
15:47:00	576.7	650.6	379.4	288.9	200.8	569.1	401.7	349.7	205.6
15:47:30	579.4	658.2	382.2	288.4	200.8	573.6	403.7	349.6	205.3
15:48:00	581.4	663.1	385.2	288.9	202.1	579.2	405.3	349.5	205.3
15:48:30	583.4	667.0	388.0	289.1	202.7	584.2	407.3	349.3	205.0
15:49:00	583.7	668.1	391.1	290.3	203.0	589.5	409.5	349.6	204.9
15:49:30	583.8	668.5	394.1	290.0	203.1	594.7	411.3	349.8	205.3
15:50:00	581.3	665.6	397.0	290.6	203.2	599.5	413.2	349.9	205.3
15:50:30	581.2	665.5	400.1	290.9	202.9	603.6	415.1	350.0	205.2
15:51:00	586.4	672.5	402.9	291.1	203.5	607.1	417.4	350.2	205.5
15:51:30	593.4	679.4	405.9	292.9	203.8	611.4	419.3	350.3	205.3
15:52:00	598.2	683.6	408.6	293.0	204.4	615.4	421.5	350.6	205.0
15:52:30	580.7	665.6	411.5	295.8	203.9	619.1	423.7	351.0	205.1
15:53:00	562.3	641.1	414.2	296.9	204.3	621.2	425.9	351.4	205.3
15:53:30	546.2	618.5	417.4	298.7	204.7	620.2	428.3	351.7	205.4
15:54:00	531.4	598.3	420.0	299.5	204.4	616.9	430.1	352.0	205.7
15:54:30	518.4	582.3	422.1	299.4	204.3	612.4	432.0	352.2	205.6
15:55:00	506.8	567.3	424.1	299.8	204.7	607.0	434.0	352.5	205.6
15:55:30	496.5	553.6	425.9	301.1	205.0	601.1	436.2	353.1	205.5
15:56:00	487.2	541.2	427.4	302.5	204.8	595.3	438.2	353.6	205.3
15:56:30	478.1	529.8	428.7	304.6	204.8	589.1	440.0	354.3	205.5
15:57:00	470.1	518.9	429.4	305.5	205.5	583.3	441.4	355.0	205.6
15:57:30	463.2	509.8	429.7	307.0	205.9	577.2	442.8	355.7	206.0
15:58:00	457.0	502.5	429.8	308.2	205.9	571.4	444.2	356.5	206.0
15:58:30	450.9	497.6	430.1	310.5	204.2	565.7	444.9	357.3	206.1
15:59:00	445.4	490.0	429.8	311.2	204.4	560.5	445.5	358.3	206.1

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15:59:30	439.8	481.8	429.3	311.2	205.5	555.0	446.1	358.9	206.3
16:00:00	434.8	473.6	428.6	312.0	206.7	549.5	446.5	359.6	206.3
16:00:30	430.1	465.4	427.9	313.2	207.3	544.5	446.5	360.1	206.4
16:01:00	425.2	457.9	427.1	314.6	207.7	539.1	446.6	360.8	206.5
16:01:30	420.4	450.8	426.5	315.8	208.2	534.3	446.3	361.4	206.8
16:02:00	415.3	443.5	425.1	315.3	208.7	529.4	446.0	361.9	206.7
16:02:30	410.4	438.6	423.7	315.5	208.5	524.6	445.7	362.5	206.9
16:03:00	405.9	432.4	422.4	316.2	209.0	520.1	445.0	362.9	207.0
16:03:30	401.8	426.4	421.0	316.3	209.4	515.5	444.6	363.4	207.4
16:04:00	398.2	420.3	419.4	316.5	210.2	511.5	443.9	363.9	207.4
16:04:30	394.3	415.4	418.1	318.9	210.6	506.8	443.1	364.5	207.6
16:05:00	390.9	411.6	416.9	319.7	209.9	503.2	442.5	365.2	207.8
16:05:30	388.2	407.8	415.3	319.4	210.2	499.4	441.7	365.9	207.8
16:06:00	385.3	403.6	413.8	320.0	210.4	495.5	440.7	366.5	207.8
16:06:30	382.2	399.2	412.5	319.3	211.1	491.6	439.6	366.9	207.9
16:07:00	378.9	395.0	411.0	320.4	210.8	487.7	438.6	367.2	208.2
16:07:30	375.6	392.2	409.1	319.5	210.4	484.3	437.5	367.5	208.5
16:08:00	372.5	388.8	407.4	319.3	210.8	480.7	436.4	367.9	208.6
16:08:30	369.6	384.3	406.0	319.7	211.5	477.4	435.2	368.2	208.9
16:09:00	366.9	381.1	404.4	321.1	211.7	474.2	433.8	368.5	209.0
16:09:30	364.0	377.9	402.7	321.2	211.9	470.8	432.9	369.0	208.9
16:10:00	361.4	374.5	401.5	321.6	211.4	467.9	431.6	369.4	209.0
16:10:30	358.8	371.7	399.6	321.3	211.5	465.0	430.4	369.8	209.5
16:11:00	356.8	368.6	397.9	320.8	211.6	461.9	429.1	370.0	209.6
16:11:30	354.5	364.8	396.1	320.5	211.8	458.6	427.9	370.3	210.0
16:12:00	352.4	362.1	394.8	320.5	211.6	456.4	426.4	370.5	210.0
16:12:30	350.4	359.0	393.2	320.6	211.9	453.0	425.2	370.7	210.2
16:13:00	348.0	357.0	391.7	320.0	211.4	450.5	424.0	370.7	210.6
16:13:30	345.5	353.8	389.9	318.5	210.5	447.7	422.5	370.7	210.6
16:14:00	343.0	350.3	388.2	317.5	211.1	445.3	421.1	370.6	210.5

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16:14:30	340.7	347.8	386.3	315.9	211.5	442.5	419.7	370.6	210.6
16:15:00	338.4	347.0	384.9	316.9	211.1	439.7	418.4	370.7	210.9
16:15:30	336.8	346.0	383.0	316.4	210.0	438.0	417.2	371.0	211.3
16:16:00	335.4	342.4	381.4	314.7	210.6	435.6	415.9	370.9	211.6
16:16:30	333.8	338.4	380.0	315.6	211.3	433.1	414.5	370.9	211.5
16:17:00	331.8	336.1	378.7	316.0	211.3	430.8	413.0	371.0	211.8
16:17:30	329.9	332.5	377.3	315.6	210.4	428.1	411.7	370.7	212.1
16:18:00	327.8	329.7	375.8	314.6	210.2	425.9	410.3	370.3	212.5
16:18:30	325.9	328.1	374.3	312.6	209.5	423.2	409.1	370.2	212.7
16:19:00	324.0	324.8	372.4	312.0	209.7	421.7	407.7	369.9	213.1
16:19:30	322.0	322.8	371.0	311.0	209.7	419.2	406.3	369.6	213.3
16:20:00	320.1	320.2	369.5	310.2	209.4	417.0	405.0	369.3	213.3
16:20:30	318.3	318.2	367.9	309.3	209.8	415.1	403.7	369.0	213.5
16:21:00	316.7	315.5	366.3	308.1	210.1	412.6	402.3	368.8	213.8
16:21:30	315.1	312.5	364.9	307.8	210.4	411.2	400.9	368.5	214.0
16:22:00	313.6	311.6	363.4	306.8	209.1	408.8	399.7	368.2	214.6
16:22:30	312.0	309.8	361.9	306.0	208.4	406.9	398.5	367.9	214.7
16:23:00	310.5	307.4	360.4	305.0	209.0	405.3	397.1	367.6	214.7
16:23:30	308.9	305.1	359.1	304.2	209.2	403.0	396.0	367.2	215.0
16:24:00	307.3	302.7	357.7	304.5	208.9	401.7	394.6	366.9	215.4
16:24:30	305.7	303.8	356.1	304.6	208.0	399.9	393.5	366.7	215.7
16:25:00	304.7	303.4	355.1	304.3	207.4	398.1	392.3	366.5	215.7
16:25:30	303.8	301.4	353.8	303.8	207.5	396.3	391.0	366.0	215.8
16:26:00	302.7	300.1	352.5	303.4	207.4	394.5	389.8	365.6	216.1
16:26:30	301.4	298.4	351.4	302.5	206.9	392.3	388.5	364.9	216.4
16:27:00	300.1	297.8	350.0	302.1	206.0	390.8	387.3	364.5	216.8
16:27:30	298.7	295.3	348.7	300.7	206.2	389.4	386.2	364.1	216.8
16:28:00	297.5	293.8	347.2	299.4	205.8	387.3	384.9	363.7	217.1
16:28:30	296.6	292.8	345.9	299.0	205.6	386.1	383.9	363.3	217.5
16:29:00	295.7	291.0	344.6	298.0	205.1	384.5	382.6	362.7	217.9

Time	1A	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16:29:30	294.6	289.3	343.1	296.4	205.0	382.6	381.2	362.1	217.8
16:30:00	293.3	287.5	341.8	295.3	204.3	381.3	380.1	361.4	218.4
16:30:30	292.0	285.4	340.2	293.7	204.0	379.7	378.7	360.7	218.6
16:31:00	290.8	282.4	338.9	292.8	204.5	377.9	377.5	360.1	218.9
16:31:30	289.5	281.2	337.4	291.5	204.5	376.1	376.3	359.4	219.1
16:32:00	288.1	280.9	336.0	291.1	203.2	374.7	375.2	359.0	219.3
16:32:30	286.6	279.2	335.0	290.9	202.4	373.6	374.5	358.6	219.4
16:33:00	285.4	278.2	333.8	288.9	202.1	371.6	373.2	357.9	219.4
16:33:30	284.1	276.4	332.3	288.2	202.3	370.5	372.3	357.2	219.5
16:34:00	282.9	274.7	331.0	287.5	202.6	368.9	371.0	356.5	219.8
16:34:30	281.6	273.6	329.9	286.6	201.5	367.7	369.6	355.8	220.2
16:35:00	280.6	271.7	328.5	285.8	201.2	366.3	368.5	355.2	220.5
16:35:30	279.7	269.8	327.2	285.0	201.3	364.7	367.3	354.6	220.7
16:36:00	278.5	268.3	326.0	283.7	200.8	363.3	366.2	353.9	220.9
16:36:30	277.6	268.4	325.1	283.3	199.8	361.8	365.2	353.5	221.3
16:37:00	276.6	268.3	323.8	282.4	199.4	360.7	364.3	352.8	221.6
16:37:30	275.4	265.6	322.9	281.9	199.8	359.1	363.3	352.2	221.8
16:38:00	274.2	263.8	321.6	280.7	199.5	358.1	362.1	351.6	222.2
16:38:30	273.3	263.5	320.1	279.7	198.7	356.6	361.1	350.9	222.5
16:39:00	272.3	262.0	319.3	278.4	198.7	355.3	360.0	350.3	222.8
16:39:30	271.1	260.9	318.0	277.5	198.7	353.8	358.9	349.5	223.1
16:40:00	270.1	260.4	317.0	277.2	197.9	352.8	357.8	348.9	223.5
16:40:30	269.2	259.2	315.6	276.3	197.3	351.6	356.8	348.1	223.6
16:41:00	268.0	257.7	314.7	275.2	197.6	350.0	355.6	347.4	223.7
16:41:30	267.2	256.6	313.3	274.8	196.9	349.1	354.7	346.7	224.3
16:42:00	266.5	254.7	312.4	273.8	196.2	348.0	353.5	345.9	224.6
16:42:30	265.7	253.9	311.2	272.9	196.0	346.6	352.5	345.2	224.8



ภาคผนวก ค (Appendix C)

การคำนวณพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก

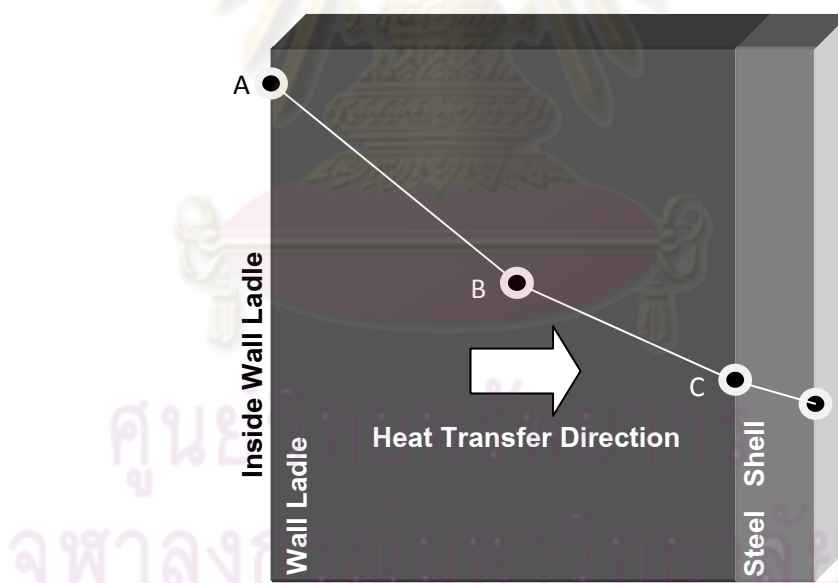
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การคำนวณพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก

น้ำมันเชื้อเพลิงที่เกิดการเผาไหม้ด้วยหัวเผาหรือพลังงานไฟฟ้าที่ไหลเข้าฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนรูปกลายเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งพลังงานความร้อนจะถ่ายเทไปยังผนังด้านข้างและพื้นผิวส่วนกันของเบ้ารับน้ำเหล็ก กลายเป็นพลังงานความร้อนสะสมภายในเบ้ารับน้ำเหล็กต่อไป

โดยการคำนวณหาพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก สามารถคำนวณได้จากการแจกแจงของอุณหภูมิในเบ้ารับน้ำเหล็ก (Temperature distribution) โดยเทอร์โมคัปเปิลเป็นตัวอ่านค่าอุณหภูมิในเบ้ารับน้ำเหล็กที่ตำแหน่งความลึกต่างๆ เพื่อใช้ในการคำนวณหาพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กต่อไป โดยพลังงานความร้อนที่สะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กจะสะสมในผนังด้านข้างและส่วนกันของเบ้ารับน้ำเหล็กเป็นไปตามสมการด้านล่าง ดังนี้

พลังงานความร้อนสะสมภายในเบ้ารับน้ำเหล็ก = พลังงานสะสมในผนังด้านข้างเบ้า + พลังงานสะสมภายในผนังกันเบ้า



รูปที่ ค-1 การแจกแจงอุณหภูมิภาพในผนังด้านข้างของเบ้ารับน้ำเหล็ก

$$Q_{sto,ladle} = 2\pi\rho_{ladle}c_{p,ladle}z_{side,ladle} \int_{r_i}^{r_o} T(r)rdr + \pi\rho_{ladle}c_{p,ladle}r_{bottom}^2 \int_{y_i}^{y_o} T(y)dy$$

กำหนดให้

ρ_{ladle}	= ความหนาแน่นของวัสดุทนไฟที่เป็นผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก	(kg/m ³)
$c_{p,ladle}$	= ความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุทนไฟที่เป็นผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก	(kJ/kg·°C)
$z_{side,ladle}$	= ความสูงของเบ้ารับน้ำเหล็กไม่รวมความหนาส่วนกันเบ้า	(m)
r_{bottom}	= รัศมีของกันเบ้ารับน้ำเหล็ก	(m)
$\int_{r_i}^{r_o} T(r)rdr$	= ฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิในผนังเบ้ารับน้ำเหล็ก ตั้งแต่ r_i ถึง r_o	-
$\int_{y_i}^{y_o} T(y)dy$	= ฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิในกันเบ้ารับน้ำเหล็ก ตั้งแต่ y_i ถึง y_o	-
r_i	= รัศมีของเบ้ารับน้ำเหล็กด้านใน	(m)
r_o	= รัศมีของเบ้ารับน้ำเหล็กด้านนอก	(m)
y_i	= ระยะเริ่มต้นของกันเบ้ารับน้ำเหล็กสำหรับการคำนวณ	(m)
y_o	= ความหนาของกันเบ้ารับน้ำเหล็ก	(m)

การคำนวณพลังงานสะสมในผนังด้านข้างของเบ้ารับน้ำเหล็ก

จากสมการด้านบนจะเห็นว่า การคำนวณหาพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กติดอยู่ในรูปของอินทิเกรตจำนวน 2 พจน์ ซึ่งต้องประยุกต์ระเบียบวิธีการคำนวณเชิงตัวเลข (Numerical method) มาช่วยในการแก้สมการหาค่าพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก โดยเริ่มการแสดงตัวอย่างพจน์แรก คือ

$$\int_{r_i}^{r_o} T(r)rdr$$

จากพจน์ด้านบนสามารถประยุกต์ระเบียบวิธี กฎเศษหนึ่งส่วนสามของซิมป์สัน (Simpson's 1/3) ซึ่งมีค่าประมาณอินทิเกรตดังสมการนี้

$$T(r) \approx I \approx \frac{(b-a)}{6} [T(r_0) + 4T(r_1) + T(r_2)]$$

กำหนดให้

- I = ค่าประมาณอินทิเกรต
- $b - a$ = ความหนาของผนัง Ladle ในระดับชั้นที่สนใจ
- $T(r_0)$ = ค่าฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิของระดับชั้นที่สนใจ ที่ตำแหน่งแรก
- $T(r_1)$ = ค่าฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิของระดับชั้นที่สนใจ ที่ตำแหน่งกลาง
- $T(r_2)$ = ค่าฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิของระดับชั้นที่สนใจ ที่ตำแหน่งปลาย

เนื่องจากเบ้ารับน้ำเหล็กมีการแจกแจงอุณหภูมิภายใน 2 ช่วง จึงต้องทำการอินทิเกรตเพื่อหาผลรวมของพลังงานความร้อนสะสมภายในของผนังด้านข้าง 2 ช่วง

$$\int_{r_i}^{r_o} T(r) r dr = \int_{r_i}^{r_m} T(r) r dr + \int_{r_m}^{r_o} T(r) r dr$$

กำหนดให้

$$r_m = \text{รัศมีของเบ้ารับน้ำเหล็กระหว่างกึ่งกลางจุด 1 กับจุด 2} \quad (m)$$

โดยเขียนแจกแจงเป็น

$$\int_{r_i}^{r_m} T(r) r dr \approx \frac{(b-a)}{6} \left[T(r_i) r + 4T\left(\frac{r_i+r_m}{2}\right) r + T(r_m) r \right]$$

และ

$$\int_{r_m}^{r_o} T(r) r dr \approx \frac{(b-a)}{6} \left[T(r_m) r + 4T\left(\frac{r_m+r_o}{2}\right) r + T(r_o) r \right]$$

โดยฟังก์ชันการแจกแจงของอุณหภูมิสามารถหาได้จากอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมคัปเปิลโดยนำค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่เทอร์โมคัปเปิลอ่านได้มาสร้างฟังก์ชันการแจกแจงของอุณหภูมิ ซึ่งสามารถประมาณได้ว่าการเปลี่ยนแปลงเป็นแบบเชิงเส้น

$$T(r) = a_0 + a_1 r$$

ฉะนั้น

$$T(r)r = (a_0 + a_1 r)r = a_0 r + a_1 r^2$$

การคำนวณพลังงานสะสมในบริเวณก้นของเบ้ารับน้ำเหล็ก

เทอมสมการที่ติดอยู่ในรูปของอินทิเกรตพจน์ถัดมา ซึ่งต้องประยุกต์ระเบียบวิธีการคำนวณเชิงตัวเลข (Numerical method) เช่นกันมาช่วยในการแก้สมการหาค่าพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก คือ

$$\int_{y_i}^{y_0} T(y) dy$$

จะเห็นได้ว่าเป็นอินทิเกรตซึ่งฟังก์ชันในการอินทิเกรตเป็นสมการเชิงเส้นซึ่งไม่มีตัวแปรมาคูณเพิ่มเหมือนกับในการคำนวณของผนังด้านข้างของเบ้ารับน้ำเหล็ก ดังนั้นจึงสามารถประยุกต์ระเบียบวิธีเชิงตัวเลข “กฎสี่เหลี่ยมคางหมู” มาช่วยในการหาค่าอินทิเกรตได้ดังสมการนี้

$$T(y) \approx I \approx \frac{b-a}{2} [T(y_0) + T(y_1)]$$

กำหนดให้

- I = ค่าประมาณอินทิเกรต
- $b - a$ = ความหนาของก้น Ladle ในระดับชั้นที่สนใจ
- $T(y_0)$ = ค่าฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิของระดับชั้นที่สนใจ ที่ตำแหน่งแรก
- $T(y_1)$ = ค่าฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิของระดับชั้นที่สนใจ ที่ตำแหน่งปลาย

เนื่องจากบริเวณกันของเบ้ารับน้ำเหล็กมีการแจกแจงอุณหภูมิภายใน 2 ช่วง เช่นเดียวกับบริเวณผนังด้านข้าง จึงต้องทำการอินทิเกรตเพื่อหาผลรวมของพลังงานความร้อนสะสมภายในบริเวณกันเบ้ารับน้ำเหล็ก 2 ช่วง

$$\int_{y_i}^{y_o} T(y) dy = \int_{y_i}^{y_m} T(y) dy + \int_{y_m}^{y_o} T(y) dy$$

โดยเขียนแจกแจงเป็น

$$\int_{y_i}^{y_m} T(y) dy \approx \frac{(b-a)}{2} [T(y_i) + T(y_m)]$$

และ

$$\int_{y_m}^{y_o} T(y) dy \approx \frac{(b-a)}{2} [T(y_m) + T(y_o)]$$

โดยฟังก์ชันการแจกแจงของอุณหภูมิสามารถหาได้จากอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมคัปเปิลโดยนำค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ที่เทอร์โมคัปเปิลอ่านได้มาสร้างฟังก์ชันการแจกแจงของอุณหภูมิ ซึ่งสามารถประมาณได้ว่าการเปลี่ยนแปลงเป็นแบบเชิงเส้น

$$T(y) = a_0 + a_1 y$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็ก

ตัวอย่างการคำนวณพลังงานสะสมผนังข้างของเบ้ารับน้ำเหล็ก

$$Q_{sto,ladle} = 2\pi\rho c_{p,ladle}h \int_{r_i}^{r_o} T(r)rdr + \pi\rho c_{p,ladle}r_{bottom}^2 \int_{y_i}^{y_o} T(y)dy$$

$$Q_{sto,side,ladle} = \rho_{ladle}c_{p,ladle}z_{side,ladle} \int_{r_i}^{r_o} T(r)rdr$$

$$Q_{sto,bottom,ladle} = c_{p,ladle}r_{bottom}^2 \int_{y_i}^{y_o} T(y)dy$$

กำหนดให้

$$\begin{aligned} \rho &= 2.3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} & r_o &= 0.37 \text{ m} \\ c_{p,ladle} &= 0.88 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} & r_{bottom} &= 0.37 \text{ m} \\ h &= 0.67 \text{ m} & x_i &= 0 \text{ m} \\ r_i &= 0.3 \text{ m} & x_m &= 0.4 \text{ m} \\ r_m &= 0.335 \text{ m} & x_o &= 0.8 \text{ m} \\ T_{2A} &= 580.3 \text{ }^\circ\text{C} & T_{3A} &= 580.3 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{2B} &= 437.5 \text{ }^\circ\text{C} & T_{3B} &= 437.5 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{2C} &= 333.0 \text{ }^\circ\text{C} & T_{3C} &= 333.0 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

หาฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิภายในเบ้ารับน้ำเหล็กระหว่างตำแหน่งวัด 2A ถึง 2B

$$T(r) = a_0 + a_1r$$

เงื่อนไขขอบเขต

$$T(r_i) = T_{2A} = 580.3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T(r_m) = T_{2B} = 437.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

จะได้

$$580.3 = a_0 + a_1(0.3)$$

$$437.5 = a_0 + a_1(0.335)$$

แก้สมการด้านบนเพื่อหาค่าคงที่ a_0 และ a_1 จะได้

$$a_0 = 1804.3$$

$$a_1 = -4080$$

เพราะฉะนั้น ฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิภายในเบ้ารับน้ำเหล็กช่วง 2A ถึง 2B คือ

$$T(r) = 1804.3 - 4080r$$

นำฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิแทนลงไปอินทิเกรต

$$\int_{r_i}^{r_m} T(r)rdr = \int_{0.3}^{0.335} (1804.3 - 4080r)rdr$$

ประยุกต์ระเบียบวิธีเชิงตัวเลข กฎเศษหนึ่งส่วนสามของซิมป์สัน (Simpson's 1/3)

$$\int_{0.3}^{0.335} 1804.3r - 4080r^2 dr = \frac{0.035}{6} \left[T(0.3) + 4T\left(\frac{0.3 + 0.335}{2}\right) + T(0.335) \right]$$

$$T(0.3) = 1804.3(0.3) - 4080(0.3)^2$$

$$= 174.09$$

$$T\left(\frac{0.3 + 0.335}{2}\right) = 1804.3(0.3175) - 4080(0.3175)^2$$

$$= 161.5758$$

$$T(0.335) = 1804.3(0.335) - 4080(0.335)^2$$

$$= 146.5625$$

เพราะฉะนั้น

$$\int_{0.3}^{0.335} 1804.3r - 4080r^2 dr = 5.640575$$

ฉะนั้นค่าพลังงานสะสมภายในผนังด้านข้างของเบ้ารับได้เหล็กระหว่างตำแหน่ง 2A ถึง 2B คือ

$$Q_{\text{sto,side,ladle,2A} \rightarrow \text{2B}} = 2\pi\rho_{\text{ladle}}c_{p,\text{ladle}}h \int_{0.3}^{0.335} T(r)rdr$$

$$= 2\pi(2.3)(0.88)(0.67)(5.64575)$$

$$= 48.0605 \text{ MJ}$$

ในส่วนของการคำนวณระหว่างตำแหน่ง 2B ถึง 2C มีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกันกับ 2A ถึง 2B

เพราะฉะนั้น

$$\int_{0.335}^{0.37} T(r)rdr = 4.7424$$

ฉะนั้นค่าพลังงานสะสมภายในผนังด้านข้างของเบ้ารับใต้เหล็กระหว่างตำแหน่ง 2B ถึง 2C คือ

$$\begin{aligned} Q_{\text{sto,side,ladle,2B}\rightarrow\text{2C}} &= 2\pi\rho c_{p,\text{ladle}}h \int_{0.335}^{0.37} T(r)rdr \\ &= 2\pi(2.3)(0.88)(0.67)(4.7424) \\ &= 40.40724 \text{ MJ} \end{aligned}$$

ดังนั้น พลังงานสะสมผนังข้างของเบ้ารับน้ำเหล็ก คือ

$$\begin{aligned} \int_{r_i}^{r_o} T(r)rdr &= \int_{r_i}^{r_m} T(r)rdr + \int_{r_m}^{r_o} T(r)rdr \\ &= 48.0605 + 40.40724 \\ &= 88.4678 \text{ MJ} \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณพลังงานสะสมบริเวณก้นของเบ้ารับน้ำเหล็ก

$$Q_{\text{sto,bottom,ladle}} = \pi\rho C_{p,\text{ladle}}r_{\text{bottom}}^2 \int_{y_i}^{y_o} T(y)dy$$

กำหนดให้

$$\int_{y_i}^{y_o} T(y)dy = \int_{y_i}^{y_m} T(y)dy + \int_{y_m}^{y_o} T(y)dy$$

โดยที่

$$\int_{y_i}^{y_m} T(y)dy \approx \frac{(b-a)}{2} [T(y_i) + T(y_m)]$$

$$\int_{y_m}^{y_o} T(y)dy \approx \frac{(b-a)}{2} [T(y_m) + T(y_o)]$$

หาฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิภายในเบิร์บริบน้ำเหล็กระหว่างตำแหน่งวัด A ถึง B

$$T(y) = a_0 + a_1y$$

เงื่อนไขขอบเขต

$$T(r_i) = T_{3A} = 580.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T(r_m) = T_{3B} = 437.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

จะได้

$$580.3 = a_0 + a_1(0)$$

$$437.5 = a_0 + a_1(0.04)$$

แก้สมการด้านบนเพื่อหาค่าคงที่ a_0 และ a_1 จะได้

$$a_0 = 580.3$$

$$a_1 = -3570$$

เพราะฉะนั้น ฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิภายในเบิร์บริบน้ำเหล็กช่วง A ถึง B คือ

$$T(y) = 580.3 - 3570y$$

นำฟังก์ชันการแจกแจงอุณหภูมิแทนลงไปอินทิเกรต

$$\int_{y_i}^{y_m} T(y)dy = \int_0^{0.04} (580.3 - 3570y)dy$$

ประยุกต์ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขของสี่เหลี่ยมคางหมู

$$\int_0^{0.04} (580.3 - 3570y)dy = \frac{0.04}{2} [T(0) + T(0.04)]$$

$$T(0) = 580.3 - 3570(0)$$

$$= 580.3$$

$$T(0.04) = 580.3 - 3570(0.04)$$

$$= 437.5$$

เพราะฉะนั้น

$$\int_0^{0.04} (580.3 - 3570y)dy = 20.356$$

ฉะนั้นพลังงานสะสมภายในบริเวณกันของเบ้ารับใต้เหล็กระหว่างตำแหน่ง 3A ถึง 3B คือ

$$\begin{aligned} Q_{\text{sto,bottom,ladle,3A}\rightarrow\text{3B}} &= \pi\rho C_{p,\text{ladle}} r_{\text{bottom}}^2 \int_{y_i}^{y_m} T(y)dy \\ &= \pi(2.3)(0.88)(0.37^2)(20.356) \\ &= 17.71447 \text{ MJ} \end{aligned}$$

ในส่วนของการคำนวณระหว่างตำแหน่ง B ถึง C มีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกันกับ 3A ถึง 3B เพราะฉะนั้น

$$\int_{0.04}^{0.08} T(y)dy = 16.488$$

ฉะนั้น พลังงานสะสมภายในบริเวณกันของเบ้ารับใต้เหล็กระหว่างตำแหน่ง 3B ถึง 3C คือ

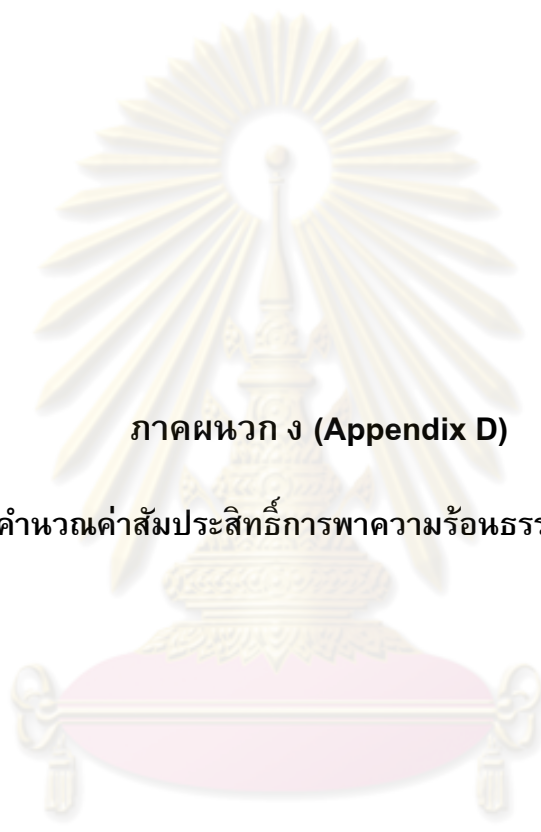
$$\begin{aligned} Q_{\text{sto,bottom,ladle,3B}\rightarrow\text{3C}} &= \pi\rho C_{p,\text{ladle}} r_{\text{bottom}}^2 \int_{y_m}^{y_o} T(y)dy \\ &= \pi(2.3)(0.88)(0.37^2)(16.488) \\ &= 14.3526 \text{ MJ} \end{aligned}$$

ดังนั้น พลังงานสะสมภายในบริเวณกันของเบ้ารับน้ำเหล็ก คือ

$$\begin{aligned} \int_{y_i}^{y_o} T(y)dy &= \int_{y_i}^{y_m} T(y)dy + \int_{y_m}^{y_o} T(y)dy \\ &= 17.71447 + 14.3526 \\ &= 32.3723 \text{ MJ} \end{aligned}$$

จากจุดนี้ สามารถสรุปหาค่าพลังงานสะสมในเบ้ารับน้ำเหล็กคือ

พลังงานสะสมที่ผนังของเบ้ารับน้ำเหล็ก	= 88.4678 MJ
พลังงานสะสมที่บริเวณกันของเบ้ารับน้ำเหล็ก	= 32.3723 MJ
พลังงานสะสมรวมในเบ้ารับน้ำเหล็ก	= 120.8401 MJ



ภาคผนวก ง (Appendix D)

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนธรรมชาติเฉลี่ย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนธรรมชาติเฉลี่ย (h_m)

ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนด้วยการพาความร้อน ใช้พิจารณาความร้อนจากตัวถังเหล็กถ่ายเทให้กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสมการการถ่ายเทความร้อนด้วยการพาความร้อน ดังนี้

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = h_m A_{\text{conv}} (T_{\text{surface}} - T_{\infty})$$

กำหนดให้

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = \text{อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากการพาความร้อน} \quad (\text{W})$$

$$h_m = \text{ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนแบบธรรมชาติเฉลี่ย} \quad (\text{W/m}^2 \cdot \text{K})$$

$$A_{\text{conv}} = \text{พื้นที่ผิวที่เกิดการพาความร้อน} \quad (\text{m}^2)$$

$$T_{\text{surface}} = \text{อุณหภูมิผิวตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็ก} \quad (\text{K})$$

$$T_{\infty} = \text{อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม} \quad (\text{K})$$

การหาความร้อนที่สูญเสียไปกับการพาความร้อนจากสมการด้านบนนั้น จำเป็นจะต้องทำการหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนธรรมชาติเฉลี่ย (h_m) เสียก่อน ซึ่งค่า h_m มีความสัมพันธ์กับค่าตัวเลขนัมเบอร์ (\overline{Nu}), สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอากาศ (k), เส้นผ่านศูนย์กลางของเบ้ารับน้ำเหล็ก (D)

$$h_m = \frac{k}{D} \overline{Nu}$$

โดยที่

$$\overline{Nu} = Gr_L Pr = \frac{g\beta(T_{\text{surface}} - T_{\text{amb}})L_c^3}{\nu^2} Pr$$

กำหนดให้

$$k = \text{สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอากาศ} \quad (\text{W/m} \cdot \text{K})$$

$$D = \text{เส้นผ่านศูนย์กลางของเบ้ารับน้ำเหล็ก} \quad (\text{m})$$

$$Gr_L = \text{แกร์ซอพนัมเบอร์} \quad -$$

$$Pr = \text{พรัาน์นัมเบอร์} \quad -$$

$$g = \text{ค่าคงที่โน้มถ่วงของโลก} \quad (\text{m/s}^2)$$

β = สัมประสิทธิ์การขยายตัวของอากาศที่อุณหภูมิเฉลี่ย (1/K) (1/K)

L = ความสูงของเบ้ารับน้ำเหล็ก (m) (m)

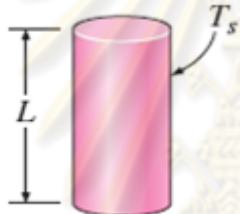
ν = ความหนืดจลน์ของอากาศที่อุณหภูมิเฉลี่ย (m²/s) (m²/s)

สำหรับค่า k มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิฟิล์ม (T_{film}) ของอากาศที่อยู่ล้อมรอบเบ้ารับน้ำเหล็ก โดยอุณหภูมิฟิล์มหาได้จาก

$$T_{film} = \frac{T_s + T_{amb}}{2} \quad (K)$$

จากนั้น นำค่า T_{film} ที่คำนวณได้ไปเปิดตารางความสัมพันธ์ของค่า k ในภาคผนวก สำหรับค่านี้สเซลท์นัมเบอร์ สามารถพิจารณาว่าเบ้ารับน้ำเหล็กมีรูปทรงและลักษณะที่พิจารณาเป็นการพาความร้อนอิสระบนแผ่นราบแนวตั้งได้จากรูปภาพด้านล่างนี้

Vertical cylinder



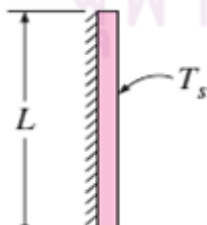
A vertical cylinder can be treated as a vertical plate when

$$D \geq \frac{35L}{Gr_L^{1/4}}$$

รูปที่ ง-1 แสดงเงื่อนไขการพิจารณาการพาความร้อนของทรงกระบอกแนวตั้งซึ่งสามารถอธิบายเป็นการพาความร้อนแบบแผ่นเรียบแนวตั้งได้

หลังจากแก้สมการหาค่าแกร์ซอพนัมเบอร์ได้แล้วนั้น ก็สามารถประเมินลักษณะที่พิจารณาเป็นการพาความร้อนอิสระบนแผ่นราบแนวตั้งได้ (สำหรับการวิเคราะห์ในกรณีนี้ ได้เข้าเงื่อนไขการวิเคราะห์แบบแผ่นราบแนวตั้ง)

Vertical plate



Range of Ra	
$10^4 - 10^9$	$Nu = 0.59Ra_L^{1/4}$
$10^9 - 10^{13}$	$Nu = 0.1Ra_L^{1/3}$
Entire range	$Nu = \left(0.825 + \frac{0.387Ra_L^{1/6}}{[1 + (0.492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right)^2$

รูปที่ ง-2 การหาค่า \overline{Nu} มีความสัมพันธ์กับค่า Ra_L ต่างๆ

เนื่องจากการพิจารณาค่านัสเซลท์นัมเบอร์ จะต้องทราบค่าเรย์ลีส์นัมเบอร์ (Ra_L) และค่าพรัานท์นัมเบอร์ (Pr) ดังนั้นจะต้องทำการหาค่า 2 ตัวแปรนี้ก่อนโดยเริ่มจากค่า Pr

สำหรับค่า Pr มีความสัมพันธ์กับ T_{film} ของอากาศที่อยู่ล้อมรอบเข้รับน้ำเหล็ก จากนั้นนำค่า T_{film} ที่คำนวณได้ไปเปิดตารางความสัมพันธ์ของค่า Pr กับอุณหภูมิต่างๆ เช่นเดียวกับการหาค่า k

ส่วนค่า Ra_L หาได้จากสมการด้านล่างซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$Ra_L = Gr_L Pr = \frac{g\beta(T_s - T_\infty)L_c^3}{\nu^2} Pr$$

หลังจากสามารถหาค่า Ra_L ก็จะสามารถหาค่า \overline{Nu} ซึ่งจะนำไปสู่การหาค่า h_m และท้ายที่สุดก็สามารถหาค่า \dot{Q}_{conv} ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนธรรมชาติเฉลี่ย

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = h_m A_{\text{conv}} (T_{\text{surface}} - T_{\text{amb}})$$

กำหนดให้

$$\begin{aligned} A_{\text{conv}} &= 1.8 \text{ m}^2 & T_{\text{amb}} &= 35 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{\text{surface}} &= 265 \text{ }^\circ\text{C} & L = D &= 0.75 \text{ m} \end{aligned}$$

จากสมการหาอัตราการพาความร้อน จะพบตัวแปรที่ไม่ทราบค่า 2 ตัว คือ \dot{Q}_{conv} และ h_m ดังนั้นจะต้องทำการหาค่า h_m โดยที่ค่า h_m มีความสัมพันธ์กับ \overline{Nu} ดังนี้

$$h_m = \frac{k}{D} \overline{Nu}$$

จากความสัมพันธ์ของ h_m กับ \overline{Nu} ซึ่งมีค่า k เป็นตัวแปรไม่ทราบค่าอีกตัว ดังนั้นต้องทำการหาค่า k โดยทราบจากตารางความสัมพันธ์ระหว่างค่า k กับอุณหภูมิต่างๆ ซึ่งก็คือ T_{film} ซึ่ง T_{film} สามารถหาได้โดย

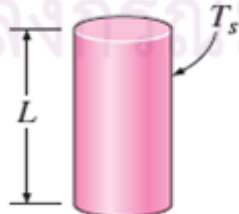
$$\begin{aligned} T_{\text{film}} &= \frac{T_{\text{surface}} + T_{\text{amb}}}{2} \\ T_{\text{film}} &= \frac{265 + 35}{2} = 150 \text{ }^\circ\text{C} = 423 \text{ K} \end{aligned}$$

นำค่า T_{film} เปิดตารางหาค่า k

$$k = 0.0354 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

ต่อไปเป็นการหาค่า \overline{Nu} ซึ่งจะต้องพิจารณาลักษณะทางกายภาพ ในบางกรณีสามารถพิจารณาการพาความร้อนของเป่ารับน้ำเหล็กซึ่งเป็นการพาความร้อนแบบทรงกระบอกแนวตั้งเป็นการพาความร้อนแบบแผ่นเรียบแนวตั้งได้โดยมีเงื่อนไขในรูปที่ ง-1

Vertical cylinder



A vertical cylinder can be treated as

a vertical plate when

$$D \geq \frac{35L}{Gr_L^{1/4}}$$

จากเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ติดตัวแปร Gr_L ซึ่งจะต้องหาจากความสัมพันธ์

$$Gr_L Pr = \frac{g\beta(T_s - T_{\text{amb}})L_c^3}{\nu^2} Pr$$

การหาค่า Gr_L จะติดตัวแปรอีก 2 ตัวคือ ν, Pr ซึ่งสามารถทราบจากตาราง ความสัมพันธ์ระหว่างค่า ν, Pr กับอุณหภูมิต่างๆ ซึ่งก็คือ T_{film} เช่นเดียวกันกับในกรณีค่า k นำค่า T_{film} เปิดตารางหาค่า

$$\nu = 0.00002919 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

$$Pr = 0.688$$

คำนวณหาค่า Gr_L โดยการแทนค่าลงในความสัมพันธ์

$$Gr_L = \frac{g\beta(T_s - T_{amb})L_c^3}{\nu^2}$$

$$Gr_L = \frac{(9.81)(1/423)(265 - 35)(0.75)^3}{(0.00002919)^2}$$

$$Gr_L = 2.64 \times 10^9$$

นำค่า Gr_L แทนลงในเงื่อนไขการพิจารณาการพาความร้อนชนิดแผ่นเรียบแนวตั้ง

$$D \geq \frac{35L}{Gr_L^{1/4}}$$

$$0.75 \geq \frac{35(0.75)}{(2.64 \times 10^9)^{1/4}}$$

$$0.75 \geq 0.1158$$

เพราะฉะนั้นการพาความร้อนในแนวรับน้ำเหล็กที่ทำการศึกษาวิจัยนี้ สามารถใช้การพาความร้อนบนแผ่นเรียบแนวตั้งมาพิจารณาได้

$$Nu = \left(0.825 + \frac{0.387Ra_L^{1/6}}{[1 + (0.492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right)^2$$

จากสมการการพาความร้อนบนแผ่นเรียบแนวตั้ง ไม่ทราบค่า Ra_L แต่สามารถหาค่า Ra_L จากความสัมพันธ์

$$Ra_L = Gr_L Pr$$

$$Ra_L = (2.64 \times 10^9)(0.688)$$

$$Ra_L = (1.82 \times 10^9)$$

ซึ่งนำไปสู่การหาค่า \overline{Nu}

$$Nu = \left(0.825 + \frac{0.387(1.82 \times 10^9)^{1/6}}{[1 + (0.492/0.688)^{9/16}]^{8/27}} \right)^2$$

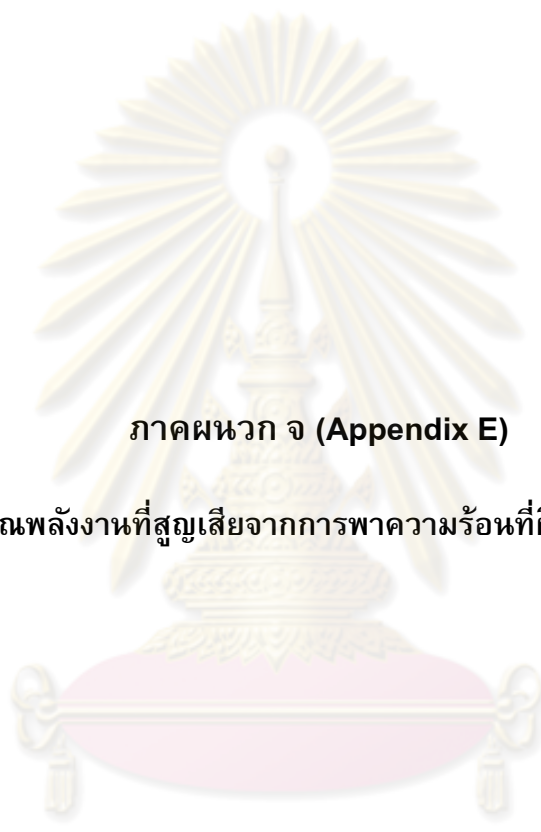
$$Nu = 147.1759$$

เพราะฉะนั้น h_m คือ

$$h_m = \frac{k}{D} \overline{Nu} = \left(\frac{0.0354}{0.75} \right) (147.1759) = 6.95 \quad (\text{W/m}^2 \cdot \text{K})$$



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก จ (Appendix E)

การคำนวณพลังงานที่สูญเสียจากการพาความร้อนที่ผิวของตัวถังเหล็ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 พลังงานที่สูญเสียจากการพาความร้อนที่ผิวของตัวถังเหล็ก ($Q_{\text{surface,conv}}$)

จากในหัวข้อ 1.2 ในภาคผนวก ข ทำให้สามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนธรรมชาติเฉลี่ย (h_m) ซึ่งนำไปใช้ในการคำนวณหาพลังงานที่สูญเสียจากการพาความร้อนต่อไป

หลังจากที่สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนธรรมชาติเฉลี่ยได้แล้ว ก็สามารถคำนวณหาการพาความร้อนได้จากสูตรการพาความร้อนดังนี้

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = A_{\text{conv}} h_m (T_s - T_\infty) \quad (W)$$

ปริมาณการพาความร้อนในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงพลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็ก และฝาของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า

$$Q_{\text{conv}} = \dot{Q}_{\text{conv}} \Delta t \quad (J)$$

สำหรับช่วงการอ่านค่าอุณหภูมิที่ผิวของตัวถังเหล็กทุกๆ 30 วินาที (Sampling rate) หมายถึงมีอัตราการพาความร้อนจากผิวของตัวถังเหล็กหรือฝาฮีตเตอร์ไฟฟ้า ในช่วงเวลา 30 วินาที ด้วยอุณหภูมิที่อ่านได้ค่านั้นๆ


$$\Delta t = 30 \quad (s)$$

$$Q_{\text{conv}} = \dot{Q}_{\text{conv}}(30) \quad (J)$$

$$Q_{\text{conv}} = \dot{Q}_{\text{conv}} \left(\frac{30}{1000000} \right) \quad (MJ)$$

ฉะนั้น ตลอดช่วงเวลา 30 วินาที ที่อ่านค่าอุณหภูมิที่ผิวของตัวถังเหล็ก ก็สามารถรวมปริมาณความร้อนที่สูญเสียได้ตั้งแต่ต้นถึงเวลาใดๆ

$$Q_{\text{surface,conv}} = \sum_0^t Q_{\text{conv}} \quad (J)$$



ภาคผนวก ฉ (Appendix F)

การคำนวณพลังงานที่สูญเสียจากการแผ่รังสีความร้อนที่ผิวของตัวถังเหล็ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 พลังงานที่สูญเสียจากการแผ่รังสีความร้อนที่ผิวของตัวถังเหล็ก ($Q_{\text{surface,rad}}$)

สำหรับการแผ่รังสีความร้อนก็มีลักษณะการพิจารณาที่คล้ายคลึงกับการพาความร้อนในภาคผนวก จ

$$\dot{Q}_{\text{rad}} = \epsilon \sigma A_s (T_s^4 - T_\infty^4) \quad (\text{W})$$

ปริมาณการแผ่รังสีความร้อนในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงพลังงานที่สูญเสียจากผิวของตัวถังเหล็กของเบ้ารับน้ำเหล็ก และฝาของชุดฮีตเตอร์ไฟฟ้า

$$Q_{\text{rad}} = \dot{Q}_{\text{rad}} \Delta t \quad (\text{J})$$

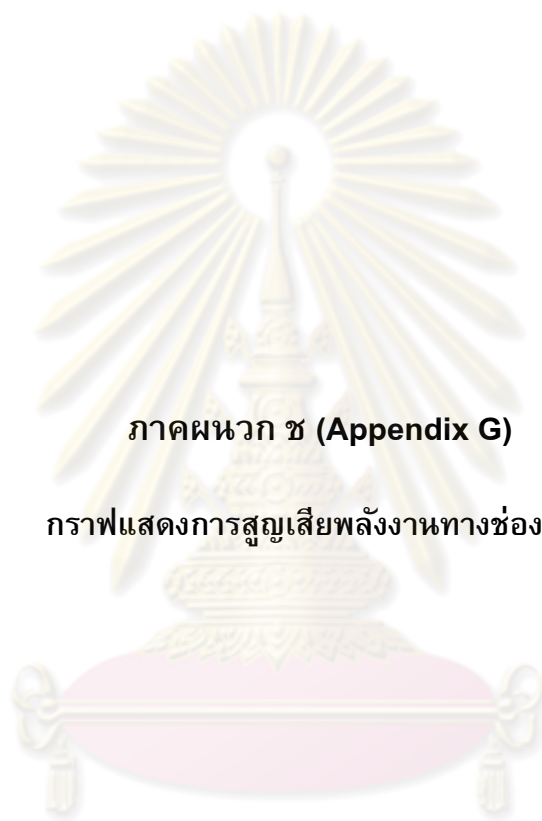
สำหรับช่วงการอ่านค่าห่างกัน (Sampling rate) 30 วินาที

$$Q_{\text{rad}} = \dot{Q}_{\text{rad}} \left(\frac{30}{1000000} \right) \quad (\text{MJ})$$

ปริมาณความร้อนสะสมตั้งแต่ต้นถึงเวลาใดๆ

$$Q_{\text{surface,rad}} = \sum_0^t Q_{\text{rad}} \quad (\text{MJ})$$

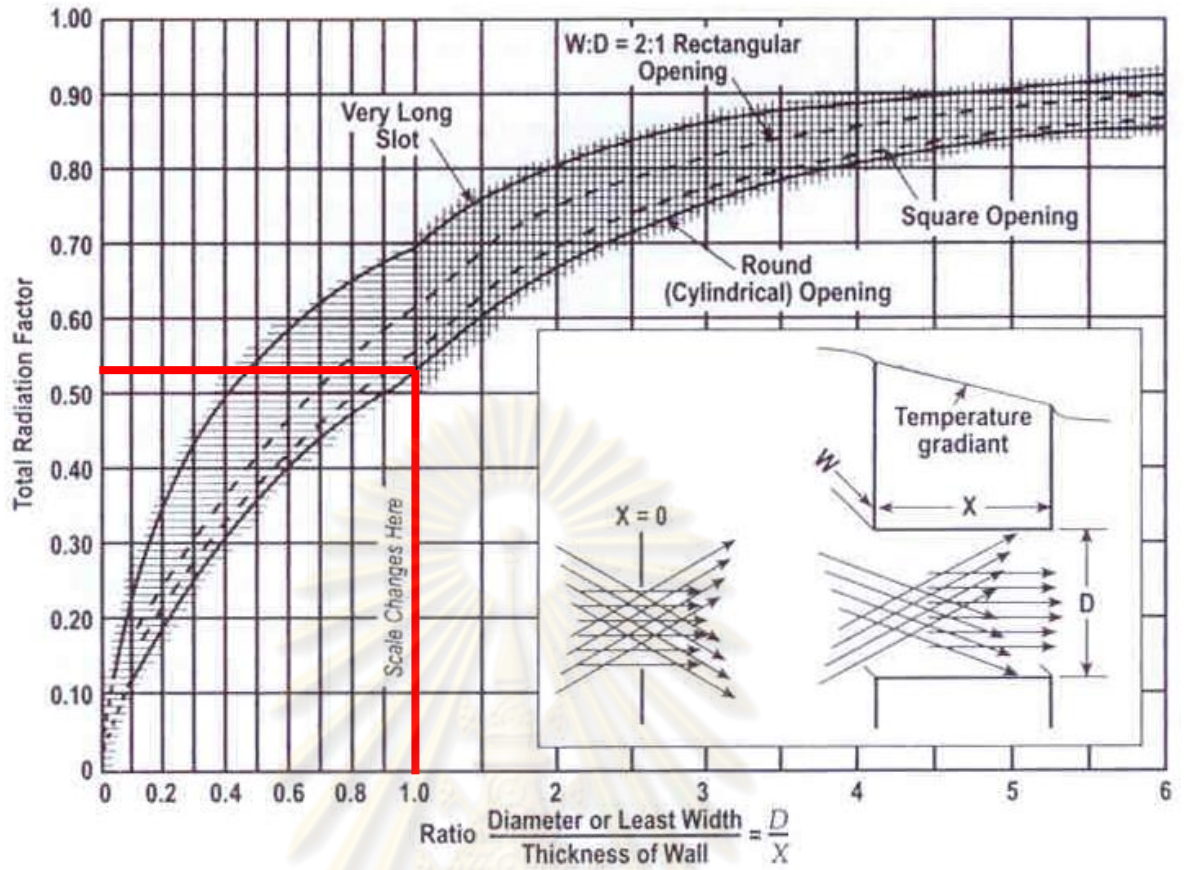
ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ช (Appendix G)

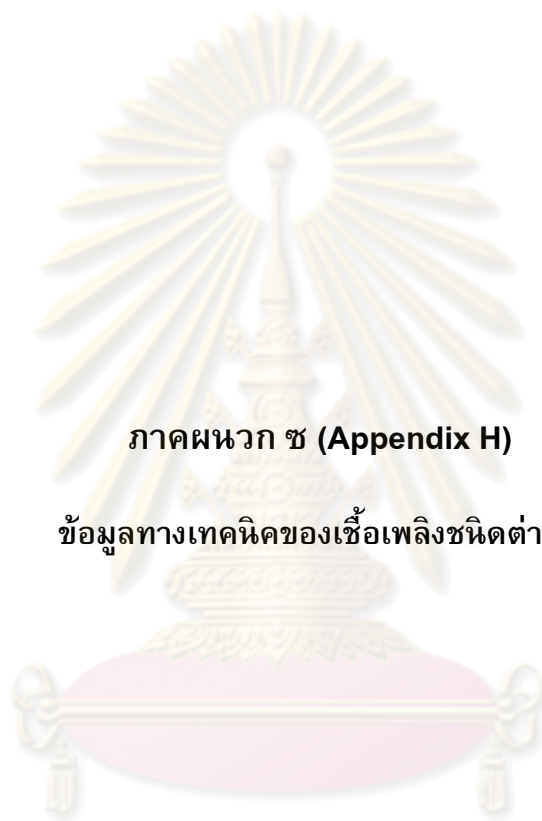
กราฟแสดงการสูญเสียพลังงานทางช่องเปิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข-1 ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานทางช่องเปิดปากเบ้ารับน้ำหลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ซ (Appendix H)


ข้อมูลทางเทคนิคของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ซ-1 ข้อมูลทางเทคนิคของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

ประเภท	Unit	kcal/Unit	Toe/ล้าน Unit	MJ/Unit	k-Btu/Unit
พลังงานเชิงพาณิชย์					
* น้ำมันดิบ	Litre	8,680	860.00	36.33	34.44
* คอนเดนเสท	Litre	7,900	782.72	33.07	31.35
* ก๊าซธรรมชาติ					
- ขึ้น	cu.ft	248	24.57	1.04	0.98
- แห้ง	cu.ft	244	24.18	1.02	0.97
* ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม					
- ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	Litre	6,360	630.14	26.62	25.24
- น้ำมันเบนซิน	Litre	7,520	745.07	31.48	29.84
- น้ำมันเครื่องบิน	Litre	8,250	817.40	34.53	32.74
- น้ำมันก๊าด	Litre	8,250	817.40	34.53	32.74
- น้ำมันดีเซล	Litre	8,700	861.98	36.42	34.52
- น้ำมันเตา	Litre	9,500	941.24	39.77	37.70
- ยางมะตอย	Litre	9,840	974.93	41.19	39.05
- ปิโตรเลียมโค้ก	kg	8,400	832.26	35.16	33.33
* ไฟฟ้า	kWh	860	85.21	3.60	3.41
* ไฟฟ้าพลังน้ำ	kWh	2,236	221.54	9.36	8.87
* พลังงานความร้อนใต้พิภพ	kWh	9,500	941.24	39.77	37.70
* ถ่านหินนำเข้า	kg	6,300	624.19	26.37	25.00
* ถ่านโค้ก	kg	6,600	653.92	27.63	26.19
* แอนทราไซต์	kg	7,500	743.09	31.40	29.76
* อีเทน	kg	11,203	1,110.05	46.89	44.45
* โพรเพน	kg	11,256	1,115.34	47.11	44.67
* ลิกไนต์					
- ลี	kg	4,400	435.94	18.42	17.46
- กระบี่	kg	2,600	257.60	10.88	10.32
- แม่เมาะ	kg	2,500	247.70	10.47	9.92
- แจ็คคอน	kg	3,610	357.67	15.11	14.32

ที่มาข้อมูล : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)



ภาคผนวก ฅ (Appendix I)

ข้อมูลทางเทคนิคของวัสดุทนไฟที่ใช้ก่อผนังเข้รับน้ำเหล็ก

ศูนย์วิทยพัรพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Stand Edition 0708KR rev 0	Werkstoffdatenblatt Fiche technique / Technical Data Sheet	Artikel-Nummer Product-number 12004315007
--	---	--

Produktbezeichnung Désignation commerciale Articel	Curucast 50-07
--	-----------------------

VDEh-Code	0 0 1 3 0 1 5 0 2 4 6 0
-----------	--------------------------------

Rohstoffbasis Base de Matières premières Main Raw Material	flint clay	Körnung Granulométrie Grain Size	0-6 [mm]	Materialbedarf Besoin en matériau Required Material	2,4 [t/m ³]
--	-------------------	--	--------------------	---	-----------------------------------

Bindungsart Liaison Type of Bonding	hydraulic
---	------------------

Einsatzgebiete Application Field of Application	
---	--

Lagerzeit Temps limite de stockage Limit of Storage	12 month if stored adequately
---	--------------------------------------

	bez. auf geglähte Substanz									
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	ZrO ₂	B ₂ O ₃	CaO	SiC	BaO
Chemische Hauptkomponenten Composants chimiques principaux Main Chemical Components [Weight %]	54	40		0,5				3,8		

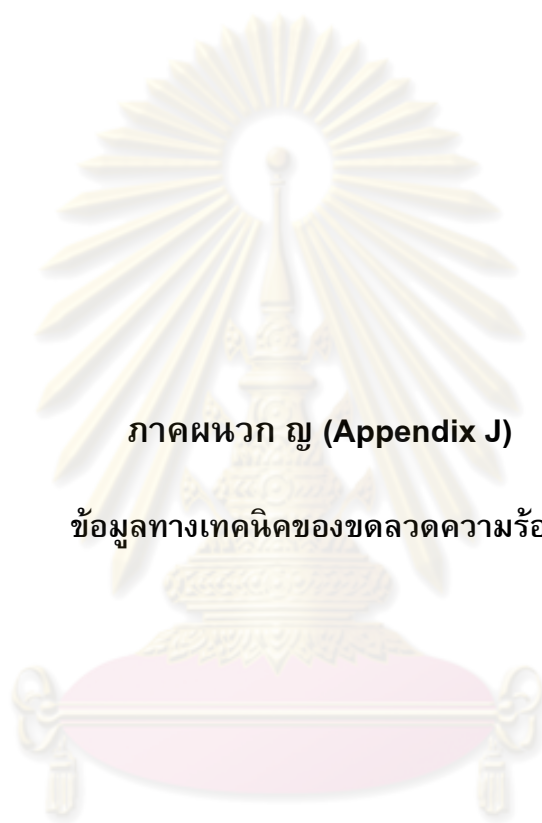
Anwendungsgrenztemperatur Temperature limite d'application Maximum of Service Temperature	1600 [°C]	Anmachflüssigkeit Liquide de gâchage Mixing Liquid	8-10 //100 kg	Anlieferungszustand état de livraison Stage of Supply	dry	Verarbeitung mise en oeuvre Application	casting
---	------------------	--	----------------------	---	------------	---	----------------

Prüftemperatur (Vorbrand) Temp. d'essai Test Temperature	[°C]	110	800	1000	1100	1400	1500	1700	Bemerkung
Kaltbiegefestigkeit Résistance à la flexion Flexural Strength	[N/mm ²]	10			6		20		
Kaltdruckfestigkeit Ecrasement à froid Cold Crushing Strength	[N/mm ²]	60			55		120		
Offene Porosität Porosité ouverte Apparent Porosity	[%]			28					
Rohdichte Densité apparente Apparent Density	[g/cm ³]			2,3					
Irreversible Längenänderung Changement de dimensions permanent Permanent Linear Change	[%]	-0,1			-0,1		-1,8		
Reversible Längenänderung Changement de dimensions réversible Reversible Linear Change	[%]				0,080				nach Vorbrand 1000°C je 100 K

Dörentrup Feuerfestprodukte GmbH & Co. KG

Lemgoer Straße 9
32694 Dörentrup
Tel: +49 (0) 5265/7160
Fax: +49 (0) 5265/7161

Postfach 11 62
32690 Dörentrup
E-Mail: info.dfp@doerentrup.de
Internet: www.doerentrup.de



ภาคผนวก ญ (Appendix J)

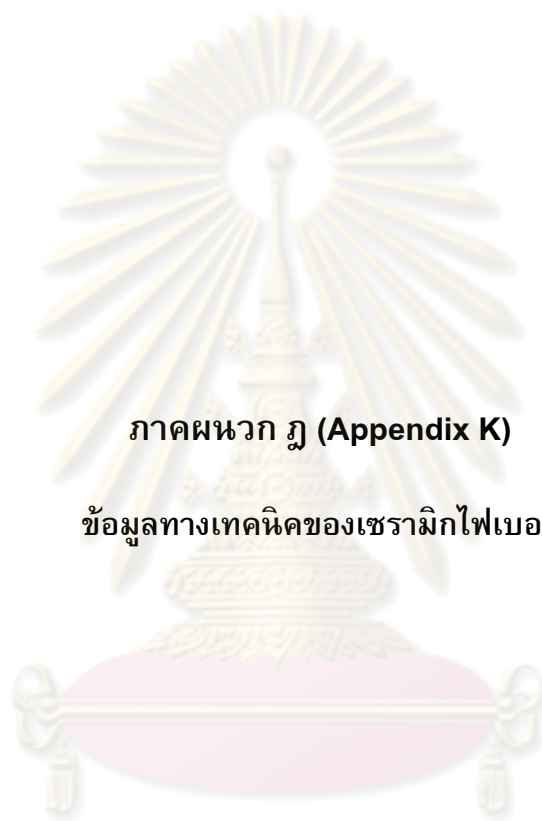
ข้อมูลทางเทคนิคของขดลวดความร้อน

**ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

ตารางที่ ๑-1 ข้อมูลทางเทคนิคของขดลวดความร้อน

TABLE 9.5 Design Data for Nikrothal (80Ni-20Cr) Heating Wires
(*Courtesy: Kanthal AB*)

Wire mm	6.5–0.02 mm \varnothing														
Resistivity $\Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$	1.09														
Density, gcm^{-3}	8.30														
	$\text{cm}^2/\Omega \frac{I^2 C_t}{P}$														
	$I = \text{Current}$ $C_t = \text{Temperature factor}$ $P = \text{Surface load W/cm}$														
To obtain resistivity at working temperature multiply by the factor C_t in the following tab															
$^{\circ}\text{C}$	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
C_t	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.04	1.04	1.04	1.04	1.05	1.06	1.07		
Diameter mm	Resistance			Weight g/m	Surface		Cross- sect. area mm^2	Diameter mm							
	Ω/m 20 $^{\circ}\text{C}$	cm^2/Ω 20 $^{\circ}\text{C}$			area cm^2/m										
6.50	0.0328	6220		275	204.0	33.2	6.5								
6.00	0.0386	4890		235	188.0	28.3	6.0								
5.50	0.0459	3770		197	173.0	23.8	5.5								
5.00	0.0555	3770		163	157.0	19.6	5.0								
4.75	0.0615	2430		147	149.0	17.7	4.75								
4.50	0.0685	2060		132	141.0	15.9	4.5								
4.25	0.0768	1740		118	134.0	14.2	4.25								
4.00	0.0867	1450		104	126.0	12.6	4.0								
3.75	0.0987	1190		91.7	118.0	11.0	3.75								
3.50	0.113	971		79.9	110.0	9.62	3.5								
3.25	0.131	777		68.9	102.0	8.30	3.25								
3.00	0.154	611		58.7	94.2	7.07	3.0								
2.80	0.177	497		51.1	88.0	6.16	2.8								
2.50	0.222	354		40.7	78.5	4.91	2.5								
2.25	0.274	258		33.0	70.7	3.98	2.25								
2.00	0.347	181		26.1	62.8	3.14	2.0								
1.80	0.428	132		21.1	56.5	2.54	1.8								
1.70	0.480	111		18.8	53.4	2.27	1.7								
1.60	0.542	92.7		16.7	50.3	2.01	1.6								
1.50	0.617	76.4		14.7	47.1	1.77	1.5								
1.40	0.708	62.4		12.8	44.0	1.54	1.4								
1.30	0.821	49.7		11.0	40.8	1.33	1.3								
1.20	0.964	39.1		9.39	37.7	1.13	1.2								
1.10	1.15	30.1		7.89	34.6	0.95	1.1								
1.00	1.39	22.6		6.52	31.4	0.785	1.0								



ภาคผนวก ก (Appendix K)

ข้อมูลทางเทคนิคของเซรามิกไฟเบอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑-1 ข้อมูลทางเทคนิคของเซรามิกไฟเบอร์

Max. Service temperature	1260 °C
Melting point	1760 °C
Fiber diameter	2.8 μm
Fiber length	100 mm. average to 250 mm. max.
Tensile strength	5 kg/25 x 25 mm. of 25 mm. thick 128 kg/m ³
Gas flow velocity resistance	up to 25 m/sec.
Specific gravity	2.6 g/cc.
Specific heat (kcal / kg °C)	400 °C (0.22), 600 °C (0.24), 800 °C (0.25)
Available size	600 x 7200 x 25mm. and 600 x 3600 x 50 mm.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายมน โจน์ ภัทรกระจำง เกิดเมื่อวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2530 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมเครื่องกล จากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จังหวัดกรุงเทพมหานคร เมื่อปีการศึกษา 2552 และเข้า ศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553 ระหว่างการศึกษาได้รับ ทุนจากสถาบันวิจัยพลังงาน เข้าร่วมโครงการของสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย และได้เข้าทำงานในสถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย

ระหว่างที่ทำการศึกษาในระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ได้เข้าร่วมประชุมวิชาการและนำเสนอบทความวิจัย เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในการอุ่นน้ำ รับน้ำเหล็กขนาดเล็ก ในการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24 (ME-NETT 24) ฉบับที่ 24 ตีพิมพ์เมื่อ พ.ศ. 2553 หน้า 163

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย