เอกสารอ้างอิง

1. Fok, S & Tan, F, 2006, 'Cooling of helmet with phase change material' **Applied Thermal Engineering**, Vol. 26, Issues 17-18, pp 2067-2072.

2. R.J. Buist, G.D. Streitwieser, 1999, The thermoelectrically cooled helmet, **Proceeding of the Seventeenth International Thermoelectric Conference**, 16–18 March 1988, Arlington, Texas, pp. 88–94.

3. Melcor Corperation, 2000, "**Structure and Function**", [Online], Available: http:/www.melcor.com/structure.htm [27 สิงหาคม 2551].

4. Mills, A (1999), **Heat Transfer**, 2nd Edition, Prentice Hall, New Jersey, USA.

5. สุมล แซ่เฮง, 2548, **การจำลองของไหลในอากาศที่มีแผงดักลมและการจัดเรียงแผงกั้น**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

6. Wasserthal, W., 1993, "Thermoelectric Solar-Powered Refrigerator for Vaccine Storage," **RERICNEW**, Vol. 16, No.4, p.44

7. Sofrata, H., 1984, "Solar Thermoelectric Cooling System," In **Solar Buildings**, Midwest Research Institute, Missouri, pp. 59-76.

8. วีรชัย เลิศสถาพรสุขม, 2543, **การศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเทอร์โมอิเล็กตริกมาใช้สำหรับตู้แช่วัคซีนพลังงานแสงอาทิตย์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

9. ศตวรรษ ทองรักษา, 2545, **การปรับอากาศโดยใช้เทอร์โมอิเล็กตริกและสารดูดความชื้น**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุณหภาพ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

10. Holman, J. 2002, **Heat Transfer** , 9th Edition, McGraw-Hill, New York, USA.

11. Huang BJ, Chin CJ, Duang CL, 2000,A design method of thermoelectric cooler, **International Journal of Refrigeration**,pp. 208–218.

12. Huang BJ, Duang CL, 2000, System dynamic model and temperature control of a thermoelectric cooler. **International Journal of Refrigeration** ,pp.197–207.

13. W.F. and Lonberger, 1958, **Methods of Testing Thermocouples and Thermocouple Materials**, Washington D.C, p590.

14. Y. Houdas, E.F.J. Ring, 1982, **Human Body Temperature: Its Measurement and Regulation**, Plenum Press, New York.

15. Brühwiler, P.A., 2003. Heated, perspiring manikin headform for the measurement of headgear ventilation characteristics, **Meas. Sci. Technol**, Vol. 14,pp. 217-227.

16. Liu, X., Abeysekera, J. and Shahnavaz, H., 1999. Subjective evaluation of three helmets in cold laboratory and warm field conditions, **Int. J. Ind. Ergon**,Vol. 23,pp. 223-230.

17. Dai, Y.J., Wang, R.Z., Ni L.,2003,"Experimental investigation on a thermoelectric refrigerator driven by Solar cells," **Solar Energy Materials & Solar Cell**, Vol. 77, pp. 377-391.

18. Yunus A. Cengel, 1997, "**Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer**," McGraw-Hill, New York.

19. Tada, S., 1996, "A New Concept of Porous Thermoelectric Module Using a Reciprocating Flow for Cooling/Heating System," **International Conference on Thermoelectric**, pp. 264-268

20. Mei, V.C., and Chen, F.C., 1993, "Study of Solar-Assisted Thermoelectric Technology for Automobile Air Conditioning," **Journal of Solar Energy Engineering**, Vol. 115, pp. 200-205.

21. Maneewan, S, et al., 2004, "Investigation on Generated Power of Thermoelectric Roof Solar Collector" ,**Renewable Energy**, Vol. 29, pp. 742-752.

ภาคผนวก ก

ตารางผลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 แสดงอุณหภูมิด้านเย็นในค่าแรงดันต่างๆ

volt	3	4	5	6	7	8	9	12
time								
20	33.2	33.3	34.0	33.6	33.4	33.6	33.6	33.4
40	31.0	31.0	31.3	31.9	30.9	30.8	31.1	32.5
60	28.0	29.2	28.7	29.7	30.1	28.2	29.8	29.7
80	26.8	27.4	25.8	27.2	26.9	24.9	26.8	28.0
100	26.4	25.8	23.8	25.2	25.1	22.7	23.6	25.7
120	26.2	24.9	23.0	22.9	23.0	20.6	21.4	22.8
140	26.1	24.7	22.6	22.6	22.0	20.6	21.1	21.9
160	26.0	24.5	22.4	22.4	22.0	20.7	21.1	21.9
180	25.7	24.4	22.4	22.4	22.0	20.7	21.2	21.9
200	25.7	24.3	22.2	22.1	22.0	20.6	21.2	21.9
220	25.6	24.3	22.2	22.2	21.9	20.6	21.1	21.9
240	25.5	24.3	22.2	22.2	21.9	20.7	21.1	21.9
260	25.5	24.3	22.2	22.1	21.8	20.6	21.1	21.9
280	25.4	24.3	22.2	22.1	21.9	20.6	21.0	21.9
300	25.4	24.3	22.2	22.2	22.0	20.7	21.1	21.9
320	25.4	24.3	22.2	22.2	22.0	20.7	21.1	21.9
340	25.4	24.3	22.2	22.2	22.0	20.7	21.1	21.9
360	25.4	24.3	22.2	22.3	21.9	20.6	21.1	21.9
380	25.4	24.3	22.2	22.2	21.9	20.6	21.2	21.9
400	25.4	24.3	22.2	22.3	21.9	20.6	21.2	21.9
420	25.4	24.3	22.2	22.3	22.0	20.7	21.2	21.9
440	25.3	24.3	22.2	22.2	21.9	20.6	21.1	21.9
460	25.2	24.3	22.2	22.2	21.9	20.6	21.1	21.9
480	25.1	24.3	22.2	22.2	21.9	20.6	21.1	21.9

ตารางที่ ก.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิด้านร้อน ด้านเย็น ในอุโมงค์ลม ที่ค่าแรงดันไฟฟ้า 8 โวลล์

time(s)	ความเร็วลมภายนอก							
	0 m/s		2 m/s		4 m/s		6 m/s	
	Th	Tc	Th	Tc	Th	Tc	Th	Tc
20	35.2	33.6	34.9	33.3	35.0	33.7	33.7	33.0
40	37.4	30.8	36.3	32.4	35.8	33.1	34.3	31.9
60	39.7	28.2	38.5	31.3	37.7	32.2	36.1	31.0
80	42	24.9	40.2	30.6	39.4	31.5	37.8	30.4
100	43.3	22.7	41.5	30.1	40.6	31.1	39.1	30.1
120	44.3	21.2	42.4	29.7	41.4	30.8	40.0	30.0
140	45.2	20.6	43.1	29.5	42.0	30.7	40.7	29.9
160	45.8	20.7	43.6	29.4	42.4	30.6	41.0	29.9
180	46.4	20.7	43.9	29.2	42.7	30.5	41.3	29.7
200	46.9	20.6	44.2	29.2	42.9	30.4	41.5	29.7
220	47	20.6	44.5	29.1	43.1	30.4	41.6	29.7
240	47	20.7	44.7	29.1	43.2	30.4	41.7	29.7
260	47	20.6	44.9	29.0	43.2	30.2	41.8	29.8
280	47	20.6	44.9	29.0	43.2	30.2	41.9	29.8
300	47.1	20.7	44.9	28.9	43.1	30.1	41.9	29.7
320	47.1	20.7	44.8	28.9	43.1	30.1	41.9	29.7
340	47.2	20.7	44.8	28.8	43.0	30.0	41.8	29.6
360	47.3	20.6	44.8	28.7	43.2	30.0	41.9	29.7
380	47.1	20.6	44.8	28.8	43.2	30.0	42.0	29.7
400	47	20.6	44.8	28.8	43.1	29.9	42.1	29.8
420	47	20.7	44.8	28.7	42.9	29.8	42.2	29.8
440	47.1	20.6	44.8	28.6	42.9	29.8	42.3	29.9
460	47.1	20.6	44.8	28.7	42.9	29.7	42.3	29.9
480	47.1	20.6	44.7	28.6	42.8	29.6	42.3	29.8

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) เปรียบเทียบอุณหภูมิด้านร้อน ด้านเย็น ในอุโมงค์ลม ที่ค่าแรงดันไฟฟ้า 8 โวลล์

time(s)	ความเร็วลมภายนอก							
	0 m/s		2 m/s		4 m/s		6 m/s	
	Th	Tc	Th	Tc	Th	Tc	Th	Tc
500	47.2	20.7	44.7	28.5	42.7	29.6	42.2	29.8
520	47.1	20.7	44.6	28.5	42.7	29.6	42.4	29.9
540	47.1	20.6	44.5	28.5	42.6	29.6	42.5	30.0
560	47	20.6	44.4	28.3	42.6	29.5	42.4	29.9
580	47	20.6	44.4	28.3	42.5	29.4	42.4	29.9
600	47	20.7	44.3	28.2	42.6	29.4	42.3	29.8
620	47.1	20.6	44.3	28.2	42.6	29.5	42.4	29.9
640	47	20.6	44.3	28.2	42.6	29.5	42.5	30.0
660	46.9	20.6	44.4	28.2	42.5	29.4	42.5	30.0
680	46.9	20.6	44.4	28.3	42.5	29.3	42.5	30.0
700	47	20.7	44.4	28.2	42.4	29.2	42.5	30.0
720	47	20.7	44.4	28.2	42.4	29.2	42.4	29.9

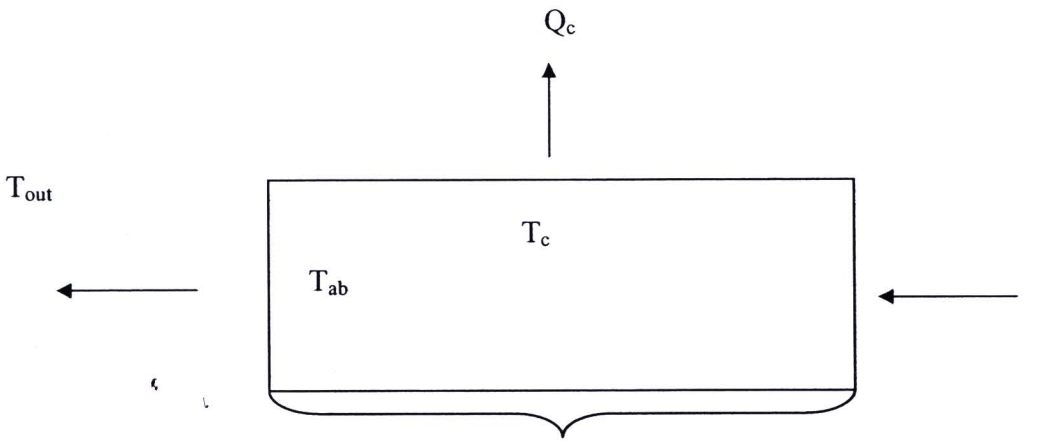
ตารางที่ ก.3 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่จุดต่างๆภายในหมวกที่แรงดันไฟฟ้า 8 โวลล์ ความเร็วลมจากภายนอกเป็น 0 เมตร/ วินาที

	จุดที่1	จุดที่ 2	ขุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5
Time (s)					
20	34.3	33.9	34.0	34.1	34.3
40	34.0	33.7	33.9	33.4	34.3
60	33.3	33.5	33.7	32.7	34.3
80	32.5	33.4	33.5	32.4	34.2
100	32.3	33.3	33.3	32.1	34.0
120	32.2	33.2	33.3	31.8	33.9
140	31.8	33.0	33.1	31.6	33.8
160	31.3	33.0	33.0	31.4	33.9
180	30.9	32.9	33.0	31.3	33.9
200	30.2	32.9	33.0	31.2	33.8
220	29.8	32.9	32.9	31.0	33.7
240	29.3	32.8	32.9	31.0	33.6
260	29.2	32.7	32.8	30.7	33.7
280	29.0	32.6	32.7	30.2	33.6
300	29.0	32.6	32.6	30.0	33.5
320	28.5	32.6	32.6	29.7	33.6
340	28.3	32.6	32.6	29.6	33.4
360	28.0	32.5	32.6	29.4	33.4
380	28.0	32.5	32.6	29.3	33.3
400	27.6	32.5	32.5	29.2	33.3
420	27.6	32.5	32.5	29.0	33.4
440	27.6	32.4	32.4	28.8	33.5
460	27.7	32.4	32.5	28.7	33.4
480	27.6	32.4	32.5	28.6	33.4

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณค่าพลังงานด้านเย็นและประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ทำความเย็นในหมวก

การคำนวณหาค่าพลังงานด้านเย็น



Heat Sink ด้านเย็น

หาได้จากสมการ

$$Q_c = \overline{h_c} A\left(T_C - \left(\frac{T_{ab} + T_{out}}{2}\right)\right)$$

A หาได้จากรูปร่างของ Heat Sink ด้านเย็น

จากสมการที่ 2.15-2.17

$A = 0.057\ m^2$

ประสิทธิภาพ คำนวณได้จาก

$$COP = \frac{Q_c}{P_{in}}$$

ค่า P_{in} ได้จากสมการ 2.2 และ 2.3

กำหนดให้

$A = 0.057\ m^2$

V = 8 Volt

สรุปได้ดังตารางที่ ข.1

ตารางที่ ข.1 ผลการคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของระบบทำความเย็น

v	Tab	Th	Tc	Tout	Q	I	P	COP
0	34	55	20.6	26	14.21	5.23	41.84	0.34
2	34	49	26.8	31	32.69	5.66	45.31	0.72
4	34	43	29.1	32.1	37.14	5.96	47.66	0.78
6	34	40	30.6	32.9	36.29	6.12	48.94	0.74

ภาคผนวก ค

สมบัติของเทอร์โมอิเล็กตริก

ตารางที่ ค.1 แสดงสมบัติของเทอร์โมอิเล็กตริก รุ่น TEC1-12710

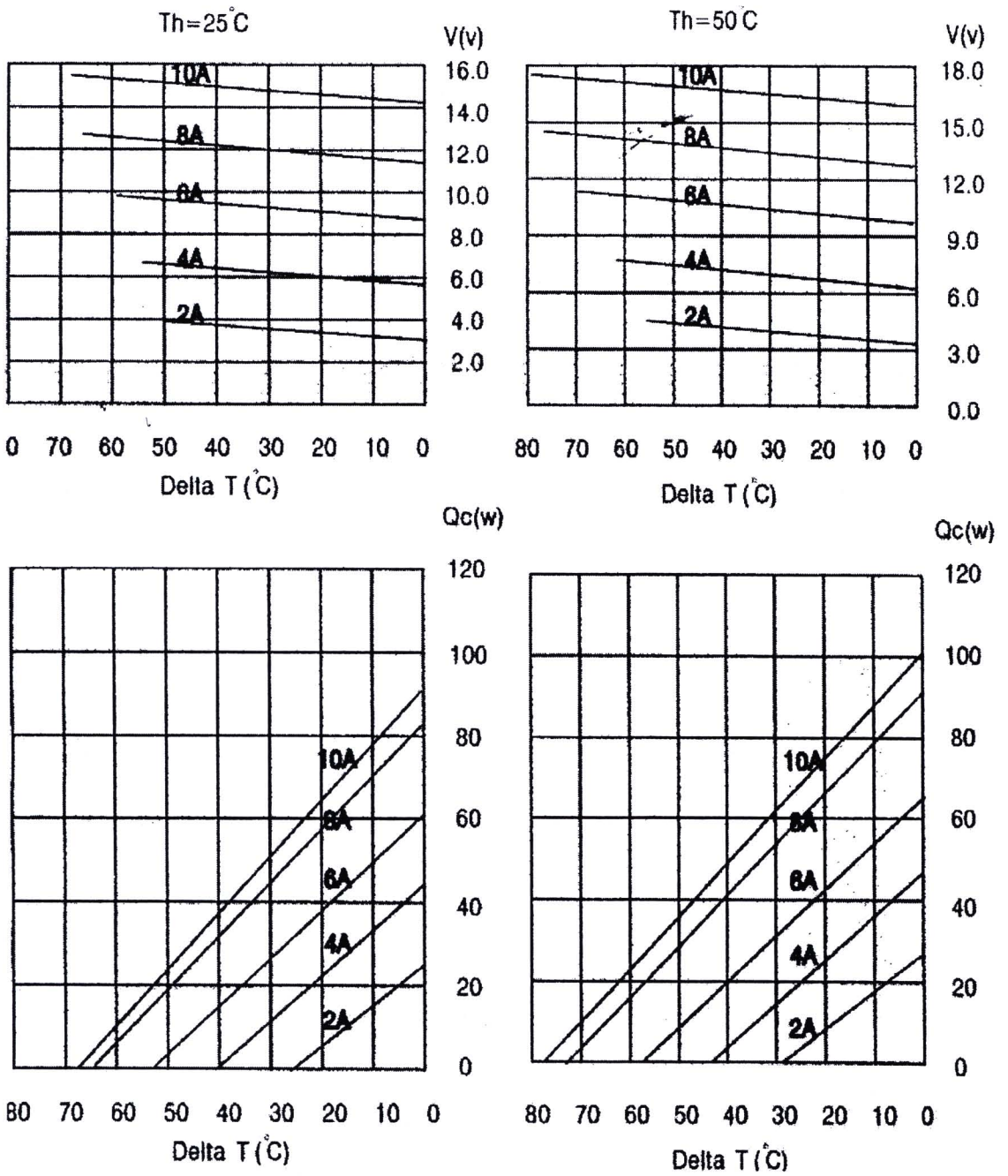
HB

Thermoelectric Cooler

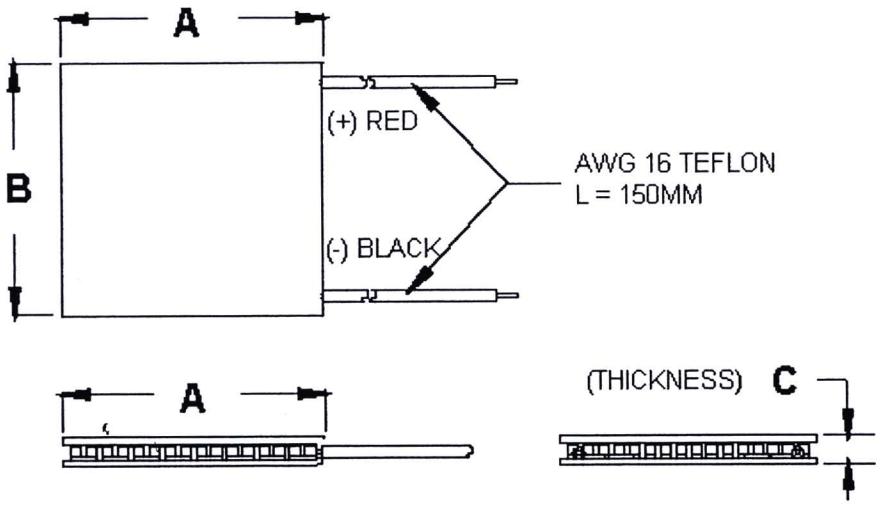
TEC1-12710

Performance Specifications

Hot Side Temperature (°C)	25°C	50°C
Qmax (Watts)	85	96
Delta Tmax (°C)	66	75
Imax (Amps)	10.5	10.5
Vmax (Volts)	15.2	17.4
Module Resistance (Ohms)	1.08	1.24



รูปที่ ค.1 กราฟแสดงการหาค่าพลังงานด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กตริก รุ่น TEC1-12710



Ceramic Material: Alumina (Al2O3)

Solder Construction: 138°C, Bismuth Tin (BiSn)

A	B	C
40mm	40mm	3.3mm

Operating Tips

Max. Operating Temperature: 138oC

Do not exceed Imax or Vmax when operating module.

Life expectancy: 200,000 hours

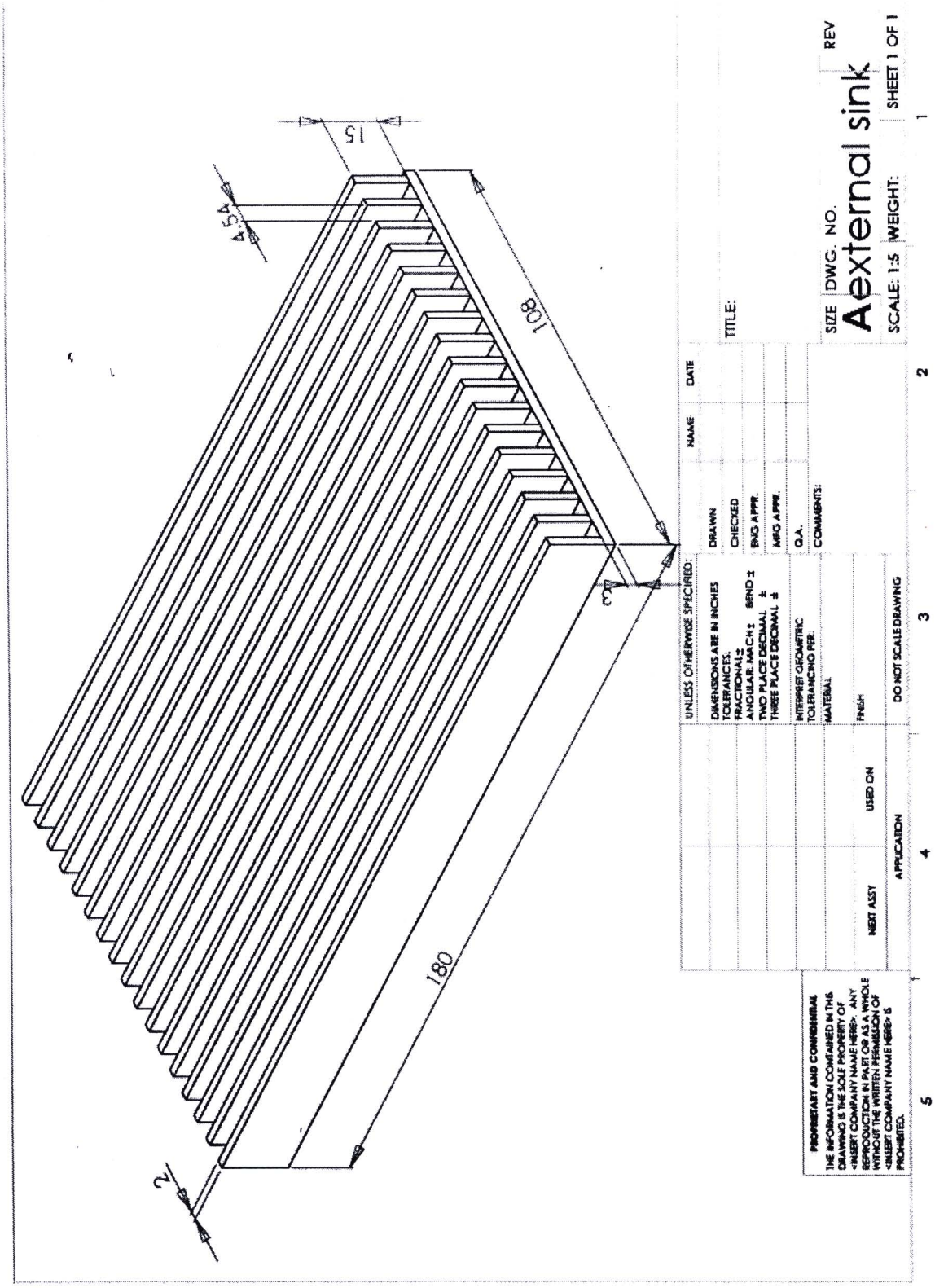
Please consult HB for moisture protection options (seeling).

Failure rate based on long time testings: 0.2%.

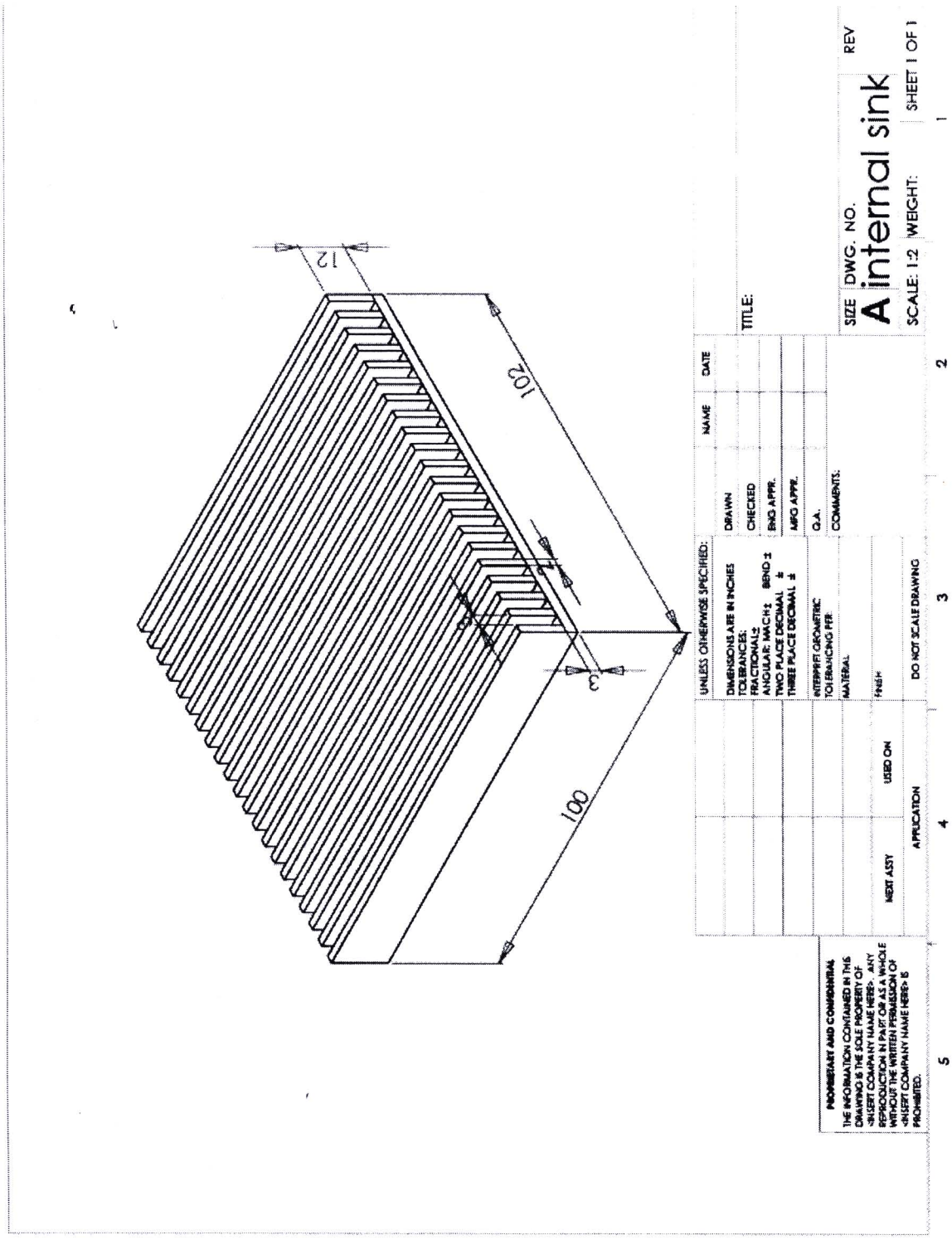
รูปที่ ค.2 แสดงขนาดของเทอร์โมอิเล็กตริก รุ่น TEC1-12710

ภาคผนวก ง

ขนาดของ Heat Sink



รูปที่ ง.1 ขนาดของครีบระบายความร้อนด้านนอกหมวกกันน็อก



รูปที่ ง.2 ขนาดของครีบระบายความร้อนด้านในหมวกกันน็อก

ภาคผนวก จ

แบบสอบถาม

ตารางที่ จ.1 แบบสอบถามถึงความรู้สึกผู้สวมใส่หมวกนิรภัย(กันน็อก)แบบเต็มใบ

1) เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2) อายุ ☐ 12-20 ☐ 21-35 ☐ 35 ขึ้นไป

3) ลักษณะทรงผม

☐ สั้นมาก ☐ สั้นรองทรง ☐ ยาวเท่าบ่า

4) น้ำหนักของหมวก

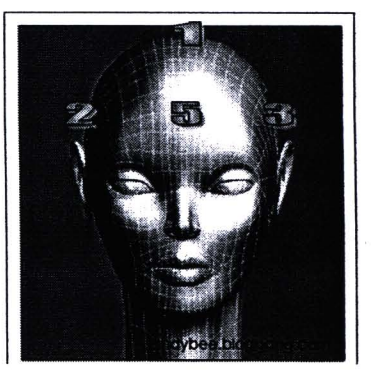
☐ เบา ☐ ปานกลาง ☐ หนัก

5) เสียรบกวน

☐ ไม่มี ☐ เบา ☐ ปานกลา ☐ ดัง

6) ความรู้สึกเย็น ขณะหยุดนิ่ง

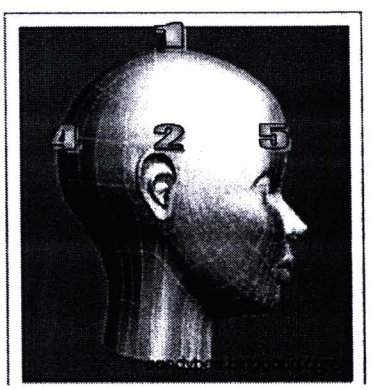
	ร้อน	ปกติ	เย็น
1	☐	☐	☐
2	☐	☐	☐
3	☐	☐	☐
4	☐	☐	☐
5	☐	☐	☐



ตารางที่ จ.1 (ต่อ) แบบสอบถามถึงความรู้สึกผู้สวมใส่หมวกนิรภัย(กันน็อก)แบบเต็มใบ

7) ความรู้สึกเย็นขณะรถเคลื่อนที่

	ร้อน	ปกติ	เย็น
1	☐	☐	☐
2	☐	☐	☐
3	☐	☐	☐
4	☐	☐	☐
5	☐	☐	☐



8) ความรู้สึกโดยรวมขณะสวมใส่

☐ ร้อน ☐ ปกติ ☐ เย็น

9) ความพึงพอใจต่อรูปทรงของหมวก

☐ พอใจ ☐ ไม่พอใจ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายอิทธิชัย งามขำ
วัน เดือน ปีเกิด	22 เมษายน 2524
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย โรงเรียนสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ. 2541
ระดับปริ๋ญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2546
ระดับปริญญาโท	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2553
ทุนวิจัย	ทุนอุดหนุนสนับสนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ทบวงมหาวิทยาลัย ปีงบประมาณ 2550

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ข้อตกลงว่าด้วยการโอนลิขสิทธิ์ในวิทยานิพนธ์

วันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2554

ข้าพเจ้า นายอิทธิชัย งามขำ รหัสประจำตัว 49400840

เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญา ☑ โท ☐ เอก ☐ ปร.ด

หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

อยู่บ้านเลขที่ 6/235 ตรอก/ซอย 1 (ลาดมะยม) ถนน พหลฯ - ลำนารายณ์

ตำบล/แขวง พหลโยธิน อำเภอ/เขต พหลฯ จังหวัด สมุทรปราการ

รหัสไปรษณีย์ 10540 ขอโอนลิขสิทธิ์ในวิทยานิพนธ์ให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี ดร.พัฒนะ รักความสุข ตำแหน่ง คณบดีคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ เป็นผู้รับโอนลิขสิทธิ์และมีข้อตกลง ดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การประยุกต์ใช้เทอร์โมอิเล็กตริกปรับอากาศในหมวกนิรภัยสำหรับรถจักรยานยนต์"

ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ ผศ.ดร.นริส ประทินทอง, รศ.ดร.อดิศักดิ์ นาถกรณกุล ตามมาตรา 14 แห่ง พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามมาตรา 23 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกๆ ครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่หรืออนุญาตให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามมาตรา 27, มาตรา 28 และมาตรา 29 และมาตรา 30 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ลงชื่อ.....ผู้โอนลิขสิทธิ์

(นายอิทธิชัย งามขำ)

ลงชื่อ.....ผู้รับโอนลิขสิทธิ์

(ดร.พัฒนะ รักความสุข)

ลงชื่อ.....พยาน

(ผศ.ดร.นริส ประทินทอง)

ลงชื่อ.....พยาน

(รศ.ดร.อดิศักดิ์ นาถกรณกุล)