

## ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๕๔๔ (พ.ศ. ๒๕๕๗)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ตู้เย็นพาณิชย

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ตู้แช่เย็นแสดงสินค้า การจำแนกประเภท คุณลักษณะที่ต้องการและภาวะทดสอบ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตู้เย็นพาณิชย มาตรฐานเลขที่  
มอก. 1235 - 2537

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม  
ฉบับที่ ๑๔๘๗ (พ.ศ. ๒๕๓๗) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตู้เย็นพาณิชย ลงวันที่ ๑๕ สิงหาคม  
พ.ศ. ๒๕๓๗ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตู้แช่เย็นแสดงสินค้า  
การจำแนกประเภท คุณลักษณะที่ต้องการและภาวะทดสอบ มาตรฐานเลขที่ มอก. 1235 - 2556 ขึ้นใหม่  
ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด ๖๐ วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๖ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๖

ประเสริฐ บุญชัยสุข

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

# มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

## ตู้แช่เย็นแสดงสินค้า

### การจำแนกประเภท คุณลักษณะที่ต้องการและภาวะทดสอบ

#### 1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุม คุณลักษณะที่ต้องการสำหรับการสร้าง ลักษณะเฉพาะและสมรรถนะของตู้แช่เย็นแสดงสินค้า ที่ใช้เพื่อการขาย และแสดงสินค้า และครอบคลุมถึงภาวะทดสอบ และวิธีการตรวจสอบตู้แช่เย็นแสดงสินค้าให้เป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ รวมทั้งการตรวจสอบการจำแนกประเภทตู้แช่เย็น การตรวจสอบการทำเครื่องหมาย และฉลากแสดงลักษณะเฉพาะของตู้แช่เย็นที่จัดทำโดยผู้ทำว่าตรงกับที่แจ้งไว้หรือไม่ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียก “ตู้แช่เย็นแสดงสินค้า” ว่า “ตู้แช่”

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ไม่ครอบคลุมตู้แช่ประเภทขายสินค้าอัตโนมัติ หรือตู้แช่ที่ใช้สำหรับการเก็บอาหารเพื่อปรุงขาย (catering) หรือตู้แช่ที่ไม่ได้ใช้กับการขายปลีก และไม่ครอบคลุมถึงการกำหนดชนิดอาหารที่จะแสดงในตู้แช่

#### 2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้นำมาใช้ประกอบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุปีที่พิมพ์ให้ใช้ฉบับที่ระบุ ส่วนเอกสารที่ไม่ระบุปีที่พิมพ์ให้ใช้ฉบับล่าสุด (รวมทั้งเอกสารที่แก้ไขเพิ่มเติม)

ISO 817, *Refrigerants - Designation system*

ISO 9050, *Glass in building - Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance and ultraviolet transmittance, and related glazing factors*

ISO 23953-1 : 2005, *Refrigerated display cabinets - Part 1: Vocabulary*

IEC 60335-2-89, *Safety of household and similar electrical appliance - Part 2: Particular requirements for commercial refrigerating appliances with an incorporated or remote refrigerant condensing unit*

EN 378-2, *Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 2: Design, construction, testing, marking and documentation*

มอก.1375-2547 ความปลอดภัยของเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นที่คล้ายกัน  
ข้อกำหนดทั่วไป

### 3. คำศัพท์ บทนิยาม สัญลักษณ์ และคำย่อ

ความหมายของคำและนิยามให้ใช้ตามที่กำหนดไว้ใน ISO 23953-1 และใช้สัญลักษณ์และคำย่อ ให้ใช้ดังต่อไปนี้

#### 3.1 ทั่วไป

|                          |                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $t_{\text{run}}$         | ช่วงเวลาเดินเครื่อง หมายถึงระยะเวลาที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน (หรือวาล์วโซลินอยด์เปิด) หรือสารทำความเย็นทุกชนิดไม่ไหลเวียน (หรือวาล์วโซลินอยด์เปิด) ภายในช่วง 24 h                                            |
| $t_{\text{run75}}$       | 75% ของช่วงเวลาเดินเครื่องระหว่างการละลายน้ำแข็ง 2 ครั้ง โดยไม่รวมเวลาการละลายน้ำแข็ง ( $t_{\text{run75}} = 0.75 t_{\text{run}}$ เช่น ระยะ L ในรูปที่ 33)                                               |
| $t_{\text{stop}}$        | ช่วงเวลาหยุดเดินเครื่อง หมายถึงระยะเวลาที่คอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน (หรือวาล์วโซลินอยด์ปิด) หรือสารทำความเย็นทุกชนิดไม่ไหลเวียน (หรือวาล์วโซลินอยด์ปิด) ภายในช่วง 24 h โดยไม่รวมเวลาที่ใช้ในการละลายน้ำแข็ง |
| $t_{\text{defl}}$        | ช่วงเวลาละลายน้ำแข็ง หมายถึงระยะเวลาขณะละลายน้ำแข็ง ซึ่งระหว่างนี้คอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน (หรือวาล์วโซลินอยด์ปิด) หรือสารทำความเย็นทุกชนิดไม่ไหลเวียนภายในช่วง 24 h แต่ไม่นับเป็นช่วงเวลาหยุดเดินเครื่อง  |
| $q_m$                    | อัตราไหลเชิงมวลของสารทำความเย็นเหลว หรือสารทำความเย็นทุกชนิด เป็นกิโลกรัมต่อวินาที                                                                                                                      |
| $\Delta t$               | ช่วงเวลาการวัดตัวอย่างสองตัวอย่างติดต่อกัน                                                                                                                                                              |
| $N_{\text{max}}$         | จำนวนตัวอย่างที่วัดในช่วง 24 h                                                                                                                                                                          |
| $N_{75}$                 | จำนวนตัวอย่างที่วัดในช่วง 75 % ของช่วงเวลาเดินเครื่องระหว่างการละลายน้ำแข็ง 2 ครั้ง โดยไม่รวมเวลาหลังจากการละลายน้ำแข็งทันที                                                                            |
| $n_{\text{defl}}$        | จำนวนครั้งของการละลายน้ำแข็งภายในช่วง 24 h                                                                                                                                                              |
| DEC                      | การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยตรง (direct electrical energy consumption) เป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อ 24 h                                                                                                    |
| $\text{REC}_{\text{RC}}$ | การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็น (refrigeration electrical energy consumption) เป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อ 2 h สำหรับตู้แช่ชนิดแยกส่วน ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ                                      |

REC<sub>RI</sub> การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็น เป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อ 2 h สำหรับ ตู้แช่ชนิดแยกส่วนระบบทำความเย็นแบบอัด

TEC การสิ้นเปลืองพลังงานทั้งหมด (total energy consumption) เป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อ 24 h

$t_{\pi}$  ช่วงเวลาเดินเครื่องสัมพัทธ์ หรือร้อยละของช่วงเวลาเดินเครื่อง :

$$t_{\pi} = \frac{t_{\text{run}}}{t_{\text{run}} + t_{\text{stop}}} = \frac{t_{\text{run}}}{24 - t_{\text{def}}}$$

เมื่อ

$$t_{\text{run}} + t_{\text{stop}} + t_{\text{def}} = 24 \text{ h}$$

$\phi_n$  อัตราดึงความร้อน ณ ขณะนั้น

### 3.2 ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (compression-type refrigeration system)

$h_8, h_4$  เอนทัลปีจำเพาะของสารทำความเย็น เป็นกิโลจูลต่อกิโลกรัม โดยหมายเลข 8 คือด้านทางออก และหมายเลข 4 คือด้านทางเข้าของตู้แช่ รูป 31

$\theta_7$  อุณหภูมิเฉลี่ยของสารทำความเย็นที่ทางออกของเครื่องระเหย

$\theta_{\text{mrun}}$  อุณหภูมิอิ่มตัวเฉลี่ยเลขคณิตของเครื่องระเหย หากจากความดัน  $p_7$  โดยอาศัยตารางคุณสมบัติอิ่มตัวของสารทำความเย็นที่ใช้ในช่วงเวลาเดินเครื่อง ( $t_{\text{run}}$ ) เป็น °C

$\theta_{\text{min}}$  อุณหภูมิอิ่มตัวเฉลี่ยเลขคณิตของเครื่องระเหย หากจากความดัน  $p_7$  โดยอาศัยตารางคุณสมบัติอิ่มตัวของสารทำความเย็นที่ใช้ในช่วง 10 % สุดท้ายของคาบเวลาทำงานทั้งหมด หน่วยเป็น องศาเซลเซียส

$T_{\text{mrun}}$   $\theta_{\text{mrun}} + 273.18$  เป็นเคลวิน

### 3.3 ระบบทำความเย็นแบบอัด

$\theta_i$  อุณหภูมิสารทำความเย็นทุติยภูมิที่ทางเข้าตู้แช่ เป็นองศาเซลเซียส

$\theta_o$  อุณหภูมิสารทำความเย็นทุติยภูมิที่ทางออกตู้แช่ เป็นองศาเซลเซียส

$\theta$  อุณหภูมิมัธยฐานของสารทำความเย็นทุติยภูมิ เป็นองศาเซลเซียส [ $\theta = (\theta_i + \theta_o)/2$ ]

$\theta_{\text{mrun}}$  อุณหภูมิเฉลี่ยเลขคณิตของอุณหภูมิมัธยฐานของสารทำความเย็นทุติยภูมิ ( $\theta$ ) ในช่วงเวลาเดินเครื่อง ( $t_{\text{run}}$ ) เป็นองศาเซลเซียส

|                                    |                                                                                                                                                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\theta_{\min}$                    | อุณหภูมิเฉลี่ยเลขคณิตของอุณหภูมิมีฐานของสารทำความเย็นทุติยภูมิ ( $\theta$ ) ในช่วง 10 % สุดท้ายของคาบเวลาเดินเครื่องทั้งหมด เป็นองศาเซลเซียส     |
| $q_{\text{run}}$                   | ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอัตราการไหลเชิงมวลของสารทำความเย็นทุติยภูมิระหว่างช่วงเวลาเดินเครื่อง ( $t_{\text{run}}$ ) เป็น กิโลกรัมต่อวินาที             |
| $c_i$                              | ความร้อนจำเพาะของสารทำความเย็นทุติยภูมิที่ทางเข้าตู้แช่ เป็นกิโลจูลต่อกิโลกรัมองศาเซลเซียส                                                       |
| $c_o$                              | ความร้อนจำเพาะของสารทำความเย็นทุติยภูมิที่ทางออกตู้แช่ เป็น กิโลจูลต่อกิโลกรัมองศาเซลเซียส                                                       |
| $P_{\text{run}} - P_{\text{orun}}$ | ความดันตกคร่อมระหว่างทางเข้าและทางออกตู้แช่ในช่วงเวลาเดินเครื่อง ( $t_{\text{run}}$ ) เป็น นิวตันต่อตารางเมตร                                    |
| PEC                                | การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการปั๊มสารทำความเย็นทุติยภูมิ                                                                                         |
| $\nu$                              | ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็นทุติยภูมิ เป็นลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม (เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณกำหนดให้ $\nu$ มีค่าคงที่ = 0.001 m <sup>3</sup> /kg) |

## 4. ข้อกำหนด

### 4.1 การสร้าง

#### 4.1.1 ทั่วไป

##### 4.1.1.1 ความแข็งแรง และความแข็งแรง

ตู้แช่ และชิ้นส่วนต่าง ๆ ต้องสร้างให้แข็งแรงและแข็งแรงเพียงพอ เพื่อการเคลื่อนย้าย การขนส่ง และการใช้งานตามปกติ และจะต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสิ่งต่อไปนี้

- ก) ส่วนประกอบภายใน รวมถึงชั้นวางของ ตะกร้าใส่ของ ที่กั้น และอื่น ๆ ตลอดจนขาตั้ง หรือส่วนค้ำยันของสิ่งดังกล่าว ต้องแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งาน
- ข) ถ้าหากมีชั้นวาง ตะกร้าใส่ของ ถาดหรือลิ้นชักที่เลื่อนได้ ชิ้นส่วนเหล่านี้จะต้องคงรูป และสามารถเลื่อนได้ง่ายแม้ขณะรับน้ำหนักเต็มที่
- ค) ส่วนประกอบใด ๆ ที่มีตัวกันหลุด (stops) เพื่อป้องกันการเลื่อนหลุดโดยบังเอิญ จะต้องสามารถรับน้ำหนักได้ด้วยตัวเอง ขณะรับน้ำหนักเต็มที่ และสามารถดึงได้สุดจนถึงตำแหน่งตัวกันหลุด
- ง) ตัวกันหลุด

## 4.1.1.2 ท่อและข้อต่อ

ท่อและข้อต่อที่ต่อเข้ากับชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวหรือแบบหมุนตัวได้ ต้องจัดวางให้เหมาะสม เพื่อไม่ให้กระทบชิ้นส่วนของตู้แช่ หรือส่งผ่านความสั่นสะเทือนไปทำให้ส่วนอื่นๆ เสียหาย ท่อและข้อต่อทั้งหมดต้องยึดอย่างมั่นคง และมีความยาวอิสระเพียงพอ และ/หรือต้องมีอุปกรณ์ลดการสั่นสะเทือนเพื่อป้องกันความเสียหายเนื่องจากความล้า ในกรณีที่เป็น ท่อและวาล์วต้องหุ้มด้วยฉนวนความร้อนอย่างเพียงพอ

## 4.1.1.3 การระบายน้ำที่เกิดจากการควบแน่น

ท่อระบายน้ำทิ้ง ถาดระบายน้ำทิ้ง หรือถาดระเหยน้ำทิ้ง ต้องมีความจุมากเพียงพอ รวมทั้งต้องสามารถเข้าถึงและทำความสะอาดได้ง่าย

ถาดระบายน้ำทิ้งหรือกลุ่มของถาดระบายน้ำทิ้งจากการควบแน่นใดๆ หรือจากการละลายน้ำแข็งที่ต้องยกเท ถาดระบายน้ำทิ้งหรือกลุ่มของถาดระบายน้ำทิ้งนั้นต้องมีความจุเพียงพอที่จะรับน้ำได้นานอย่างน้อย 48 h ของการใช้งานตามปกติ ตามสภาวะอากาศที่ใช้งานของตู้แช่

## 4.1.1.4 ตู้แช่แบบปิด (แบบบริการตนเอง)

ตู้แช่แบบปิด ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการดังต่อไปนี้

ประตูแบบปิดด้วยตัวเอง ต้องถูกเปิดออกได้ด้วยมุมต่าง ๆ กัน จนถึง  $80^\circ$  และจากตำแหน่งของการเปิดต่างๆ ต้องปิดกลับมาสู่ตำแหน่งเดิมได้ด้วยตัวเอง และปิดได้สนิทตามข้อ 5.2.1

ประตูแบบโปร่งใสและฝาปิดที่ใช้ในงานอุณหภูมิต่ำ ต้องไม่มีฝ้าละอองน้ำเกาะในสภาวะอากาศที่ใช้งานตามที่กำหนดโดยผู้ทำ บานประตูกระจกต้องมีส่วนที่ให้ความร้อนเพียงพอที่จะทำให้ผิวด้านในไม่เกิดฝ้าละอองของไอน้ำเกาะ เพื่อให้สามารถมองเห็นภายในได้ชัดเจนเมื่อปิดอยู่ ทั้งนี้ ยกเว้น กรณีที่ฝาปิดได้ในแนวนอนไม่ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการข้างต้น

ในภาวะการใช้งานตามปกติ ตัวยึดและบานพับประตู ต้องใช้งานได้คล่องตัวและทำงานได้ตามหน้าที่อย่างถูกต้องตามการออกแบบ และไม่สึกหรอเร็วเกินควร

เมื่อปิดบานประตูและฝาปิดต่างๆ ที่ป้องกันไม่ให้อากาศภายนอกรั่วเข้าไปภายในแล้ว ต้องไม่รั่วของอากาศภายนอกเข้าไปภายในได้

ประตูและฝาปิดต้องไม่เปิดออกด้วยตัวเอง

ยางขอบประตูต้องทำจากวัสดุที่ทนต่อภาวะการใช้งาน (โดยเฉพาะต่ออุณหภูมิใช้งาน) ถ้าตู้แช่มีอุปกรณ์ทางกลสำหรับยึดประตู ต้องมีตัวหยุด หรือวิธีการอื่นที่ป้องกันไม่ให้ยางขอบประตูเสียรูปได้

#### 4.1.1.5 รอยต่อและตะเข็บ

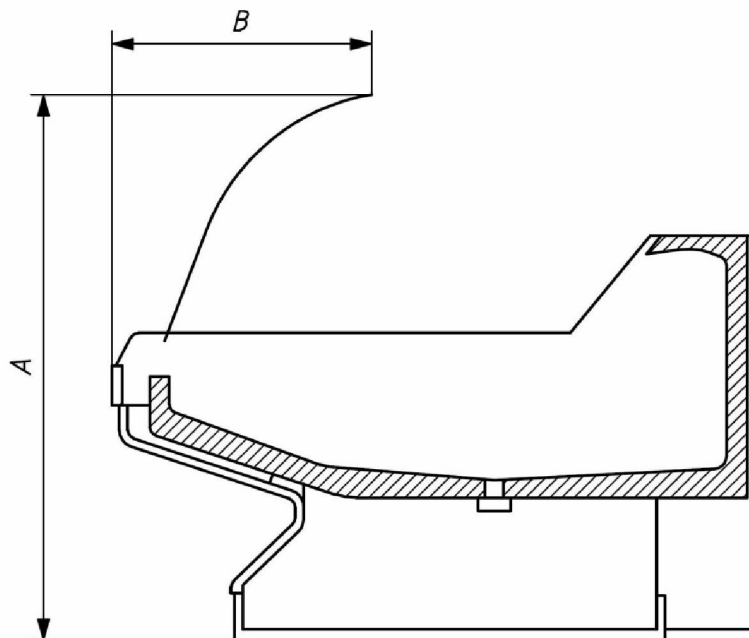
บริเวณที่เป็นรอยต่อและรอยตะเข็บทั้งหมดภายในปริมาตรสุทธิของตู้แช่ ต้องป้องกันการสะสมของสิ่งปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นได้

บริเวณที่เป็นรอยต่อและรอยตะเข็บทั้งหมดภายในปริมาตรสุทธิของตู้แช่ ต้องสามารถทำความสะอาดได้ง่ายเพื่อจัดการสะสมของสิ่งปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นได้

#### 4.1.1.6 แผงกั้นสิ่งสกปรก (sneeze guard)

ตู้แช่ที่ใช้แสดงและขายอาหารที่ไม่ได้ห่อหุ้ม ส่วนที่อยู่ด้านหน้าของตู้แช่นั้นต้องทำเป็นแผงกั้นเพื่อป้องกันและลดความเสี่ยงจากการสัมผัส ไอ จาม และอื่น ๆ ที่คล้ายกันจากผู้บริโภคสู่ออาหารที่ไม่ได้ห่อหุ้มแสดงไว้ในตู้แช่

เพื่อป้องกันและลดความเสี่ยงดังกล่าวข้างต้น ผลรวมของมิติในแนวตั้ง  $A$  กับในแนวนอน  $B$  ตามรูปที่ 1 ต้องไม่น้อยกว่า 1 500 mm



รูปที่ 1 มิติของแผงกั้นสิ่งสกปรก

(ข้อ 4.1.1.6)

#### 4.1.2 วัสดุ

##### 4.1.2.1 ทั่วไป

วัสดุต้องคงทนและต้องไม่เป็นสาเหตุให้เกิดเชื้อราหรือทำให้เกิดกลิ่น

วัสดุที่ต้องสัมผัสอยู่กับอาหารต้องทนต่อความชื้น ไม่เป็นพิษ และไม่เกิดการปนเปื้อนในภาวะการใช้งานตามปกติ

#### 4.1.2.2 ความทนทานต่อการสึกหรอ (ware resistance)

ผิวภายนอกและภายในต้องทนทานต่อการสึกหรอและสามารถทำความสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกสุขลักษณะ ผิวต้องไม่เกิดการร้าว กะเทาะ แตกกร่อน ตกเกล็ด ลอกง่าย หรือเสียรูปได้ง่ายในภาวะใช้งานตามปกติหรือระหว่างการทำมาสะอาด

#### 4.1.2.3 ความต้านทานการกัดกร่อน

ชิ้นส่วนโลหะที่ใช้ในการสร้างตู้แช่ ต้องมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนที่เหมาะสม ณ ตำแหน่งที่ประกอบในตู้แช่ และการใช้งาน

### 4.1.3 ฉนวนกันความร้อน

#### 4.1.3.1 ประสิทธิภาพ

ฉนวนกันความร้อนต้องมีประสิทธิภาพต้านทานการถ่ายเทความร้อนและยึดติดอย่างถาวร วัสดุที่ใช้ทำฉนวนต้องไม่หดตัวและไม่เกิดการสะสมของความชื้นภายใต้ภาวะการทำงานตามปกติ (ดูข้อ 4.2.4 )

#### 4.1.3.2 การป้องกันไอน้ำ

ต้องมีวิธีการที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของฉนวนกันความร้อนอันเนื่องมาจากความชื้น

#### 4.1.3.3 การติดตั้งวัสดุฉนวนกันความร้อน

สำหรับบริเวณบรรจุฉนวนกันความร้อนที่ระบายเข้าสู่ด้านในตู้แช่ ฉนวนกันความร้อนนั้นต้องไม่เกิดรอยแตกที่ทำให้อนุภาคของฉนวนกันความร้อนเข้าไปในส่วนที่เก็บอาหารได้

สำหรับฉนวนกันความร้อนที่มีลักษณะเป็นเส้นใย ต้องสอดโพรบลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 mm ทะลุผ่านช่องเปิดบริเวณติดตั้งฉนวนกันความร้อนเข้าไปสู่ภายในตู้ฉนวนไม่ได้ การสอดโพรบลวดให้กระทำด้วยแรงเล็กน้อย

### 4.1.4 ระบบทำความเย็น

#### 4.1.4.1 การออกแบบและการสร้าง

การออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบทำความเย็นที่รับความดันภายใน ต้องคำนึงถึงความดันใช้งานสูงสุดทั้งในระหว่างใช้งานหรือไม่ใช้งาน



สำหรับตู้แช่ ที่มีชุดควบแน่นในตัว หรือส่วนประกอบอื่นรวมอยู่ด้วย ซึ่งอัตราบรรจุสารทำความเย็นไว้ก่อนการขนส่ง ต้องกำหนดอุณหภูมิโดยรอบสูงสุดระหว่างการขนส่ง ไว้ในเอกสารรายละเอียดประกอบตู้แช่

องค์ประกอบของสารทำความเย็นทั้งหมด ให้เป็นไปตาม EN 378-2

#### 4.1.4.2 การควบแน่น

ต้องมีวิธีที่เหมาะสมในการป้องกันการควบแน่นของไอน้ำบนพื้นผิวต่าง ๆ ที่เย็นของตู้แช่และส่วนประกอบ ซึ่งอาจทำความเสียหายต่อระบบทำความเย็นหรือระบบควบคุม

#### 4.1.4.3 การป้องกันระบบทำความเย็น

ตู้แช่ที่มีประตูหรือฝาปิด ถ้าประตูหรือฝาปิดเปิดทิ้งไว้ขณะที่ตู้แช่ทำงานที่อุณหภูมิโดยรอบ สมนัยกับชั้นภูมิอากาศที่ใช้งานของตู้แช่ ตามตารางที่ 3 ระบบทำความเย็นต้องไม่เสียหาย

เมื่อประตู หรือฝาปิด ถูกเปิดทิ้งไว้ในภาวะทำงานตามปกติ (เช่น ระหว่างการนำสิ่งของเข้า-ออก) หรือการเปิดค้างโดยไม่ตั้งใจ อุปกรณ์ป้องกันความเสียหายเนื่องจากภาระของมอเตอร์เกินกำลัง ต้องทำงานโดยอัตโนมัติ

#### 4.1.4.4 สารทำความเย็น

เมื่อเลือกสารทำความเย็นสำหรับระบบต้องคำนึงถึงอันตรายในแง่ของความเป็นพิษ ความสามารถในการลุกติดไฟ และอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเลือกชนิดของสารทำความเย็นที่เลือกนั้นและตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนหรือสารทำความเย็นทุติยภูมิ

ดูข้อแนะนำในการเลือกจาก EN 378-1

#### 4.1.5 ส่วนประกอบทางไฟฟ้า

ส่วนประกอบทางไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดใน IEC 60335-2-89 และ มอก.1375

#### 4.1.6 ส่วนแสดงอุณหภูมิ

ตู้แช่ต้องมีอุปกรณ์แสดงระดับอุณหภูมิของอากาศในตู้แช่ เพื่อชี้ถึงการทำงานและหน้าที่ของอุปกรณ์ทำความเย็นและข้อมูลสถานะการทำงาน

หมายเหตุ ปกติ อุณหภูมิอากาศที่วัดได้จะไม่เท่ากับอุณหภูมิของอาหารในตู้แช่

##### 4.1.6.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

ให้ใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่เหมาะสมซึ่งสามารถทำหน้าที่ได้ตามคุณลักษณะที่ต้องการ ดังต่อไปนี้

- มีสัญลักษณ์แสดงหน่วย (°C) บนตัวเครื่องมือวัดอุณหภูมิ หรือที่หน้าจอ
- พิสัยการวัดต้องอยู่ระหว่าง -25 °C ถึง +15 °C เป็นอย่างน้อย

- การแบ่งสเกล หรือความละเอียดของตัวเลขอุณหภูมิ ต้องน้อยกว่า  $1^{\circ}\text{C}$
- ยอมให้มีค่าผิดพลาดสูงสุดไม่เกิน 2 K ตลอดช่วงการวัด
- ค่าคงที่ของเวลา  $t_{90}$  ของตัวรับรู้ต้องเท่ากับ 20 min หรือน้อยกว่า

หมายเหตุ เวลา  $t_{90}$  คือเวลาที่บ่งชี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลันคิดที่ 90 % ของ  $20^{\circ}\text{C}$  ตัวกลางที่วัดอุณหภูมิ คือ อากาศที่ไหลด้วยความเร็ว 1 m/s

#### 4.1.6.2 ตำแหน่งตัวรับรู้อุณหภูมิ

ตัวรับรู้อุณหภูมิต้องอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้เพื่อให้ตรวจสอบความถูกต้องของอุณหภูมิและเปลี่ยนเครื่องมือวัดอุณหภูมิในสถานที่ใช้งาน

หมายเหตุ 1 ให้ถือว่าตัวรับรู้อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์อยู่ใน “ตำแหน่งที่เข้าถึงได้” ถ้า ตรวจสอบได้โดยตรง รวมถึงกรณีที่ต้องถอดแผงออกเพื่อเปลี่ยนตัวรับรู้อุณหภูมิ

หมายเหตุ 2 สำหรับตู้แช่ที่อาศัยการพาความร้อนตามธรรมชาติ ตำแหน่งตัวรับรู้อุณหภูมิในท่อนำ (guide tube) เป็น “ตำแหน่งที่เข้าถึงได้” ถ้าสอดตัวรับรู้อุณหภูมิเข้าออกจากท่อนำได้ โดยไม่ใช้เครื่องมือช่วย

ถ้าเป็นไปได้ วิธีการติดตั้งตัวรับรู้อุณหภูมิ ต้องไม่ทำให้เกิดการดึงความร้อนหรือจ่ายความร้อนให้กับตัวรับรู้อุณหภูมิ

ต้องป้องกันตัวรับรู้อุณหภูมิจากการแผ่รังสีความร้อนจากสิ่งแวดล้อมภายนอก

ถือว่าตำแหน่งตัวรับรู้อุณหภูมิเป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบอุณหภูมิตู้แช่ ในระหว่างการทดสอบอุณหภูมิ ต้องวัดอุณหภูมิอากาศ ณ ตำแหน่งติดตั้งตัวรับรู้อุณหภูมิ และบันทึกค่าที่ได้ในรายงานผลการทดสอบ

หมายเหตุ 3 สำหรับอุปกรณ์ควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์ อาจใช้จอแสดงผลอุณหภูมิได้

หมายเหตุ 4 ในการบันทึกและแสดงอุณหภูมิ อาจใช้ตัวรับรู้อุณหภูมิ 1 ตัวหรือ 2 ตัว ซึ่งอาจเป็นตัวเดียวกันกับที่ใช้ควบคุมระบบทำความเย็นก็ได้ ในกรณีที่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นสัญญาณเตือนภัยจะถูกกระตุ้นให้ทำงาน ทางเลือกนี้ไม่ได้เป็นไปตามข้อกำหนดของ EN 12830

หมายเหตุ 5 เป็นความรับผิดชอบของผู้ส่งมอบและผู้ใช้ที่ต้องแน่ใจว่าตำแหน่งที่ติดตั้งตัวรับรู้อุณหภูมิเป็นไปตามกฎระเบียบของแต่ละประเทศในการควบคุมอุณหภูมิของอาหาร

#### 4.1.6.3 จำนวนเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

เครื่องมือวัดอุณหภูมิในตู้แช่ ให้ใช้ดังต่อไปนี้

- ก. ให้ใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ 1 ตัวสำหรับตู้แช่แต่ละตู้ ที่มีวงจรทำความเย็นของตัวเอง
- ข. ในกรณีที่ตู้แช่หลายตู้ ใช้วงจรทำความเย็นร่วมกัน และทำงานที่ชั้นอุณหภูมิเดียวกัน ให้ใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิอย่างน้อย 1 ตัวสำหรับตู้แช่ไม่เกิน 2 ตู้และมีความยาวรวมกันไม่เกิน 3.75 m
- ค. ในกรณีที่ตู้แช่หลายตู้ ใช้วงจรทำความเย็นร่วมกันแต่ทำงานที่ชั้นอุณหภูมิต่างกัน ให้ใช้ข้อกำหนดตามข้อ ข. แต่ต้องใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิแยกสำหรับแต่ละชั้นอุณหภูมิ

### 4.2 คุณลักษณะเฉพาะการทำงาน

#### 4.2.1 กลิ่นและรส

การปราศจากกลิ่นและรสไม่ถือเป็นข้อบังคับ วิธีทดสอบที่เป็นทางเลือกให้ไว้ใน ภาคผนวก ก.

#### 4.2.2 การจำแนกประเภทตามอุณหภูมิ

สมรรถนะของตู้แช่ต้องเป็นไปตามการจำแนกประเภทที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 การพิสูจน์ยืนยันสมรรถนะของ ตู้แช่ต้องเป็นไปตามภาวะและวิธีทดสอบที่ระบุในข้อ 5.3.3

หมายเหตุ ภาคผนวก ข. เปรียบเทียบภาวะการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการทดสอบและร้านจำหน่ายสินค้า

## ตารางที่ 1 ชั้นอุณหภูมิของสิ่งทดสอบ M

(ข้อ 4.2.2)

| ชั้นอุณหภูมิ | อุณหภูมิสูงสุด $\theta_{ah}$ ของสิ่งทดสอบ M ที่อุ่นที่สุด ต้องต่ำกว่า หรือเท่ากับ <sup>n</sup> | อุณหภูมิต่ำสุด $\theta_b$ ของสิ่งทดสอบ M ที่เย็นที่สุด ต้องสูงกว่า หรือเท่ากับ <sup>n</sup> | อุณหภูมิต่ำสุด $\theta_{al}$ ของสิ่งทดสอบ M ที่อุ่นที่สุด ต้องต่ำกว่า หรือเท่ากับ <sup>n</sup> |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | °C                                                                                             |                                                                                             |                                                                                                |
| L1           | -15                                                                                            | —                                                                                           | -18                                                                                            |
| L2           | -12                                                                                            | —                                                                                           | -18                                                                                            |
| L3           | -12                                                                                            | —                                                                                           | -15                                                                                            |
| M1           | +5                                                                                             | -1                                                                                          | —                                                                                              |
| M2           | +7                                                                                             | -1                                                                                          | —                                                                                              |
| H1           | +10                                                                                            | +1                                                                                          | —                                                                                              |
| H2           | +10                                                                                            | -1                                                                                          | —                                                                                              |
| S            | การจำแนกพิเศษ                                                                                  |                                                                                             |                                                                                                |

<sup>n</sup> รูปที่ 28

## 4.2.3 การละลายน้ำแข็ง

ต้องไม่เกิดการสะสมของน้ำแข็ง ฝาน้ำแข็ง หรือเกล็ดหิมะ บนพื้นผิวใด ๆ ภายในตู้แช่ (ยกเว้นพื้นผิวของสิ่งทดสอบ) รวมทั้งไม่มีการสะสมของน้ำที่จากการละลายน้ำแข็ง ซึ่งอาจทำให้สมรรถนะของตู้แช่ด้อยลง ยกเว้นตู้แช่ที่ละลายน้ำแข็งควบคุมด้วยมือ ทั้งนี้การละลายน้ำแข็งต้องผ่านการพิสูจน์ยืนยันที่เป็นไปตามภาวะและวิธีทดสอบที่ระบุใน ข้อ 5.3.3.3

วิธีละลายน้ำแข็งที่ใช้ (แบบอัตโนมัติหรือควบคุมด้วยมือ) ต้องไม่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิที่ปรับตั้งไว้

ตู้แช่หรือชั้นของตู้แช่ ที่ละลายน้ำแข็งควบคุมด้วยมือ ผู้ทำต้องให้รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการที่จำเป็นทั้งหมด เพื่อให้การละลายน้ำแข็งเป็นไปอย่างถูกต้อง

## 4.2.4 การควบแน่นของไอน้ำ

การควบแน่นของไอน้ำต้องไม่ทำให้สมรรถนะของตู้แช่ด้อยลง

การพิสูจน์ยืนยันวัดปริมาณไอน้ำที่ควบแน่นให้เป็นไปตามภาวะและวิธีการทดสอบที่ระบุใน ข้อ 5.3.4

#### 4.2.5 การสิ้นเปลืองพลังงาน

ผู้ทำต้องเป็นผู้ระบุอัตราการดึงความร้อน และการสิ้นเปลืองพลังงาน

การวัดและการคำนวณการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยตรง (DEC) และการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็น (REC) ตลอดจนการสิ้นเปลืองพลังงานรวม (TEC) สำหรับกรณีชุดควบแน่นติดตั้งแยกต่างหากจากผู้แช่ ให้เป็นไปตามภาวะและวิธีการทดสอบที่ระบุใน ข้อ 5.3.5 และข้อ 5.3.6

### 5. การทดสอบ

#### 5.1 ทั่วไป

ในการตรวจสอบคุณลักษณะเฉพาะของผู้แช่ ให้ทดสอบและตรวจพินิจทั้งหมด กับผู้แช่ตัวเดียวกัน ในการทดสอบ และการตรวจพินิจนี้อาจแยกศึกษาคุณลักษณะเฉพาะเป็นเรื่อง ๆ ไป

ตารางที่ 2 แสดงรายการการทดสอบและการตรวจพินิจ ผู้แช่ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการที่ระบุในมาตรฐานนี้ โดยใช้วิธีการทดสอบที่เหมาะสม

ตารางที่ 2 รายการการทดสอบ

(ข้อ 5.1)

| การทดสอบและการตรวจพินิจ          | หัวข้อ คุณลักษณะที่ต้องการที่ระบุในมาตรฐานนี้ | วิธีการทดสอบ    |                           |
|----------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|---------------------------|
| การปิดสนิทของประตูและฝาปิด       | 4.1                                           | 5.2.1           | ภายนอกห้องทดสอบ (ข้อ 5.2) |
| มิติทางกายภาพของแผงกั้นสิ่งสกปรก | 4.1.1.6                                       | 5.2.2           |                           |
| อุณหภูมิ                         | 4.2.2                                         | 5.3.3           | ภายในห้องทดสอบ (ข้อ 5.3)  |
| การละลายน้ำแข็ง                  | 4.2.3                                         | 5.3.3           |                           |
| การควบแน่นของไอน้ำ               | 4.2.4                                         | 5.3.4           |                           |
| การสิ้นเปลืองพลังงาน             | 4.2.5                                         | 5.3.5 และ 5.3.6 |                           |
| การปราศจากกลิ่นและรส (ไม่บังคับ) | —                                             | ภาคผนวก ค.      | ภายนอกห้องทดสอบ (ข้อ 5.2) |

## 5.2 การทดสอบภายนอกห้องทดสอบ

การทดสอบที่ทำภายนอกห้องทดสอบได้ คือ การตรวจเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะทางโครงสร้าง มิติทางกายภาพ และการปราศจากกลิ่นและรส

### 5.2.1 การทดสอบการปิดสนิทของประตูและฝาปิด

ให้ทดสอบประสิทธิภาพการปิดสนิทของประตู หรือฝาปิด ด้วยวิธีดังต่อไปนี้ (ขณะที่ตู้แช่ไม่ทำงาน)

ให้วางแผ่นกระดาษ ที่มีขนาดความกว้าง 50 mm ความหนา 0.08 mm และความยาวตามความเหมาะสมที่ตำแหน่งปิดใด ๆ หลังจากปิดประตูหรือฝาปิดตามปกติแล้วแผ่นกระดาษต้องไม่เลื่อนได้อย่างอิสระ

หมายเหตุ 1 ตู้แช่บางตู้อาจจะมีประตูที่มีลิ้นที่วัสดุกันรั่ว เพื่อให้อากาศไหลผ่านเข้าไปได้ในระยะเวลาสั้นเพื่อชดเชยความดันลดภายในตู้แช่ ประตูหรือฝาปิดที่มีลักษณะนี้ไม่ต้องทดสอบการปิดสนิทในบริเวณที่มีรู

หมายเหตุ 2 อาจตรวจพินิจหาจุดรั่วที่เกิดได้มากที่สุดของการปิดสนิท โดยเปิดไฟแสงสว่างในตู้แช่ แล้วปิดประตูหรือฝาปิดของตู้แช่จากนั้นสังเกตแสงที่ลอด

### 5.2.2 มิติเชิงเส้น พื้นที่ และปริมาตร

ต้องวัดในขณะที่ตู้แช่ไม่ทำงาน โดยตั้งตู้แช่ไว้ในที่ ที่มีอุณหภูมิระหว่าง 16 °C ถึง 30 °C

ตู้แช่ที่มีส่วนประกอบภายนอกที่ถอดออกได้ ให้วัดมิติทั้งหมดทั้งในกรณีที่ติดตั้งหรือไม่ติดตั้งส่วนที่ถอดออกได้นั้น ถ้าตู้แช่มีขาตั้งหรืออุปกรณ์ที่ใช้ปรับความสูง ความสูงที่ระบุนั้นจะต้องเป็นความสูงน้อยสุดที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งตู้แช่

ในการวัดปริมาตรสุทธิของตู้แช่ ให้ลบปริมาตรภายในของตู้แช่ด้วยปริมาตรของชิ้นส่วนภายในที่จำเป็นต่อการทำงานของตู้แช่ รวมทั้งปริมาตรของชั้นวางสินค้าแช่เย็น

การคำนวณหาพื้นที่แสดงสินค้าทั้งหมด (total display; TDA) ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก. ส่วนการคำนวณการมองเห็นสินค้าโดยวิธีส่วนโค้ง (visibility of foodstuffs; VPA) ให้เป็นไปตามภาคผนวก ข.

## 5.3 การทดสอบในห้องทดสอบ

การทดสอบที่ต้องทำภายในห้องทดสอบ ได้แก่การวัดคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิและการละลายน้ำแข็ง
- การควบแน่นของไอน้ำ
- ความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า
- อัตราการดึงความร้อน

การวัดค่าเหล่านี้ ให้ดำเนินการพร้อมกัน

### 5.3.1 ภาวะทั่วไป

ต่อไปนี้จะกำหนดภาวะทดสอบทั่วไป ที่ใช้ร่วมกันสำหรับการทดสอบต่าง ๆ ที่ระบุในข้อ 5.3.3 ถึงข้อ 5.3.6 ภาวะทดสอบเหล่านี้เกี่ยวข้องกับห้องทดสอบ การทดสอบและสิ่งทดสอบ M รวมทั้งเครื่องมือวัด

#### 5.3.1.1 ห้องทดสอบ การออกแบบทั่วไป ผนัง พื้นและการแผ่รังสี

ห้องทดสอบต้องเป็นห้องสี่เหลี่ยมด้านขนาน โดยใช้ผนังตรงข้ามกัน 1 คู่ ด้านหนึ่งทำหน้าที่เป็นด้านลมส่งและอีกด้านหนึ่งทำหน้าที่เป็นด้านลมกลับ ให้ถือว่าระยะห่างระหว่างผนังทั้ง 2 ด้านนี้เป็นความยาวของห้องทดสอบ โดยออกแบบให้ผนังดังกล่าวสร้างกระแสการไหลของอากาศที่สม่ำเสมอในแนวระดับ

มิติใช้งานต่ำสุดของห้องทดสอบ (ความยาว ความกว้าง ความสูง) ต้องขึ้นอยู่กับมิติทั้งหมดของตู้แช่ที่ทดสอบ (ความยาว ความลึก ความสูง) และขึ้นอยู่กับตำแหน่งของช่องเปิดของตู้แช่ (ดูข้อ 5.3.2.1)

เพดาน และผนังที่เหลืออีก 2 ด้านของห้องทดสอบจะต้องบรรณวนกันความร้อนและปิดผิวด้านในด้วยแผ่นโลหะ

ในการสร้างห้องทดสอบใหม่ให้ใช้ฉนวนที่มีค่าความเป็นฉนวนอย่างน้อยเทียบเท่ากับโฟมพอลิยูรีเทนแข็ง หนา 60 mm ( $\lambda = 0.03 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$ )

พื้นต้องทำจากคอนกรีตหรือวัสดุที่เทียบเท่าทางความร้อน และ/หรือต้องบรรณวนให้เพียงพอเพื่อให้แน่ใจว่าสภาวะอากาศภายนอกจะไม่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิพื้น

ต้องติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่ให้ความสว่าง  $600 \text{ lx} \pm 100 \text{ lx}$  เมื่อวัดที่ความสูง 1 m จากระดับพื้น และต้องเปิดไฟแสงสว่างต่อเนื่องตลอดช่วงเวลาการทดสอบ ทั้งนี้ช่วงการกระจายของสเปกตรัมของไฟส่องสว่างย่านอินฟราเรดไม่ควรรวมค่ายอดที่สูงกว่า  $500 \text{ W/5nm/1 m}$

ให้ทาสีผนัง เพดานและแผงกั้น ของห้องทดสอบตู้แช่ ด้วยสีเทาอ่อน (เช่น NCS 2706-G90Y หรือ RAL 7032) ซึ่งมีค่าสภาพเปล่งรังสี (emissivity) ระหว่าง 0.9 ถึง 1 ที่  $25^\circ\text{C}$

#### 5.3.1.2 ห้องทดสอบ (ห้องเปล่า)

คุณลักษณะทางความร้อน และการไหลของอากาศ

ต้องดำเนินการทดสอบสมรรถนะของห้องทดสอบ อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง ตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

— ห้องทดสอบเปล่าที่มีการเปิดไฟแสงสว่าง

- มีสภาพอากาศภายในห้องทดสอบเท่ากับชั้นภูมิอากาศ 3 (ดูตารางที่ 3)
- วัดความเร็ว อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ที่จุดต่าง ๆ กัน บนระนาบแนวตั้งสองระนาบที่ขนานกันและห่างจากผนังด้านลมส่งและลมกลับ 600 mm
- ในระหว่างการทดสอบนี้ ให้วางตำแหน่งจุดวัดภูมิอากาศที่บริเวณกึ่งกลางห้องทดสอบ

ตำแหน่งจุดวัดเหล่านี้ ต้องประกอบเป็นตาราง (grid) 2 มิติ โดยมีระยะห่างระหว่างจุดสูงสุดเท่ากับ 500 mm ทั้งแนวระดับและแนวตั้ง เส้นรอบรูปของจุดวัดเหล่านี้จะต้องอยู่ห่างจากผนังอีกสองด้านที่เหลือ ผนัง และเพดานไม่เกิน 500 mm

หากมีสิ่งกีดขวาง (obstacles) หรือสิ่งผิดปกติ (irregularities) ที่มีพื้นผิวมากกว่า  $1 \text{ m}^2$  ขึ้นจากผนังด้านข้างเข้าไปในห้องและขวางการไหลของอากาศที่ไหลจากผนังด้านลมส่ง ต้องพิจารณาสร้างตาราง 3 มิติเพื่อวัดค่าต่าง ๆ

หาความเร็วเฉลี่ยของอากาศในแนวนอนในช่วงเวลา 1 min โดยระยะห่างของการวัดในแต่ละจุดสูงสุดไม่เกิน 5 s และค่าเฉลี่ยดังกล่าวต้องอยู่ระหว่าง 0.1 m/s ถึง 0.2 m/s อุณหภูมิของอากาศที่วัดในแต่ละจุดตามที่กำหนดไว้ข้างต้น ต้องไม่แตกต่างจากอุณหภูมิตามชั้นภูมิอากาศของห้องทดสอบเกินกว่า  $2^\circ\text{C}$

ห้องทดสอบต้องสามารถรักษาความชื้น ณ จุดที่วัดแต่ละจุดให้อยู่ภายใน  $\pm 3\%$  ของความชื้นสัมพัทธ์ ที่กำหนดตามชั้นภูมิอากาศของห้องทดสอบ

ให้วัดอุณหภูมิผิวของ ผนัง เพดาน และพื้น ณ จุดวัดที่ใกล้เคียงกับจุดที่อยู่บนเส้นรอบรูปของตาราง ที่กำหนดข้างต้น อุณหภูมิผิวเหล่านี้ต้องมีความคลาดเคลื่อน จากอุณหภูมิอากาศที่วัด ณ จุดที่ใกล้กับตารางมากที่สุด ไม่เกิน  $\pm 2^\circ\text{C}$

### 5.3.1.3 นิยามภูมิอากาศห้องทดสอบ

#### 5.3.1.3.1 ชั้นภูมิอากาศในห้องทดสอบ

การทดสอบต้องทำที่ชั้นภูมิอากาศ ตามตารางที่ 3

ในระหว่างการทดสอบ อุณหภูมิในห้องทดสอบต้องคลาดเคลื่อนไม่เกิน  $\pm 1^\circ\text{C}$  และความชื้นสัมพัทธ์ต้องคลาดเคลื่อนไม่เกิน  $\pm 5\%$  ณ จุดที่วัดภูมิอากาศที่กำหนด (ดูข้อ 5.3.1.3.2) ทั้งนี้สำหรับห้องทดสอบชั้นภูมิอากาศ 3 ให้ใช้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความชื้นสัมพัทธ์เป็น

$\pm 3\%$



## ตารางที่ 3 ชั้นภูมิอากาศ (เรียงตามมวลไอน้ำในอากาศแห้ง)

(ข้อ 5.3.1.3.1)

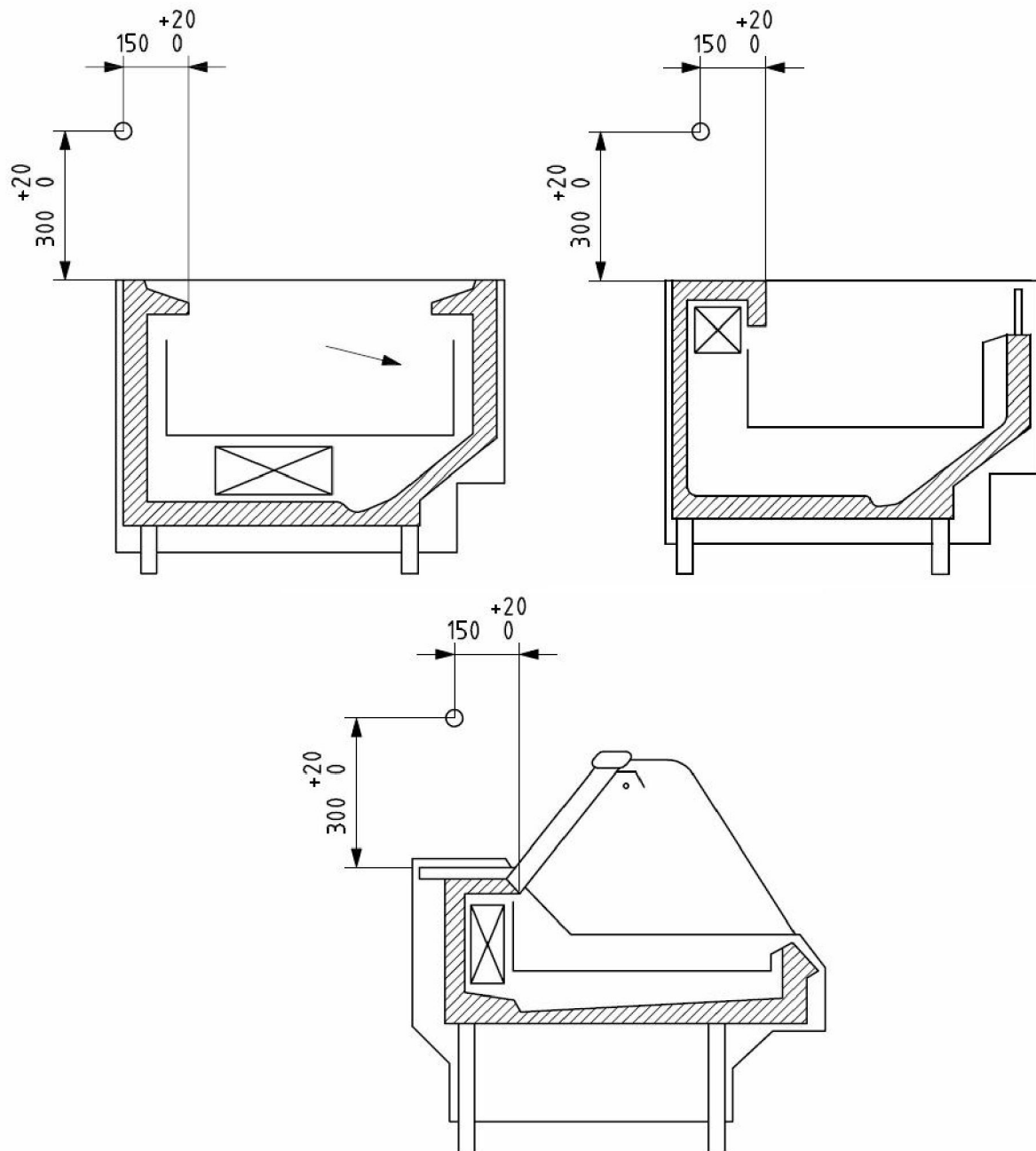
| ชั้นภูมิอากาศของห้องทดสอบ                                                                                                                                                                                                                                     | อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (°C) | ความชื้นสัมพัทธ์ (%) | จุดน้ำค้าง (°C) | มวลไอน้ำในอากาศแห้ง (g/kg) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|----------------------------|
| 0                                                                                                                                                                                                                                                             | 20                       | 50                   | 9.3             | 7.3                        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                             | 16                       | 80                   | 12.6            | 9.1                        |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                             | 23.9                     | 55                   | 14.3            | 10.2                       |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                             | 22                       | 65                   | 15.2            | 10.8                       |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                             | 25                       | 60                   | 16.7            | 12.0                       |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                             | 30                       | 55                   | 20.0            | 14.8                       |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                             | 27                       | 70                   | 21.1            | 15.8                       |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                             | 40                       | 40                   | 23.9            | 18.8                       |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                             | 35                       | 75                   | 30.0            | 27.3                       |
| <p>หมายเหตุ มวลไอน้ำในอากาศแห้งเป็นตัวแปรหลักตัวหนึ่งที่มีผลต่อสมรรถนะและการสิ้นเปลืองพลังงานของตู้แช่ ดังนั้น ลำดับของชั้นภูมิอากาศในตาราง จึงขึ้นกับมวลไอน้ำในอากาศแห้ง ในการเปรียบเทียบสภาวะในห้องปฏิบัติการทดสอบ และร้านจำหน่ายสินค้า ให้ดูภาคผนวก ข.</p> |                          |                      |                 |                            |

## 5.3.1.3.2 จุดวัดภูมิอากาศ

จุดวัดอุณหภูมิโดยรอบและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศนอกตู้แช่ ต้องอยู่บริเวณกึ่งกลางความยาวของตู้แช่ และเป็นไปตามรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 5

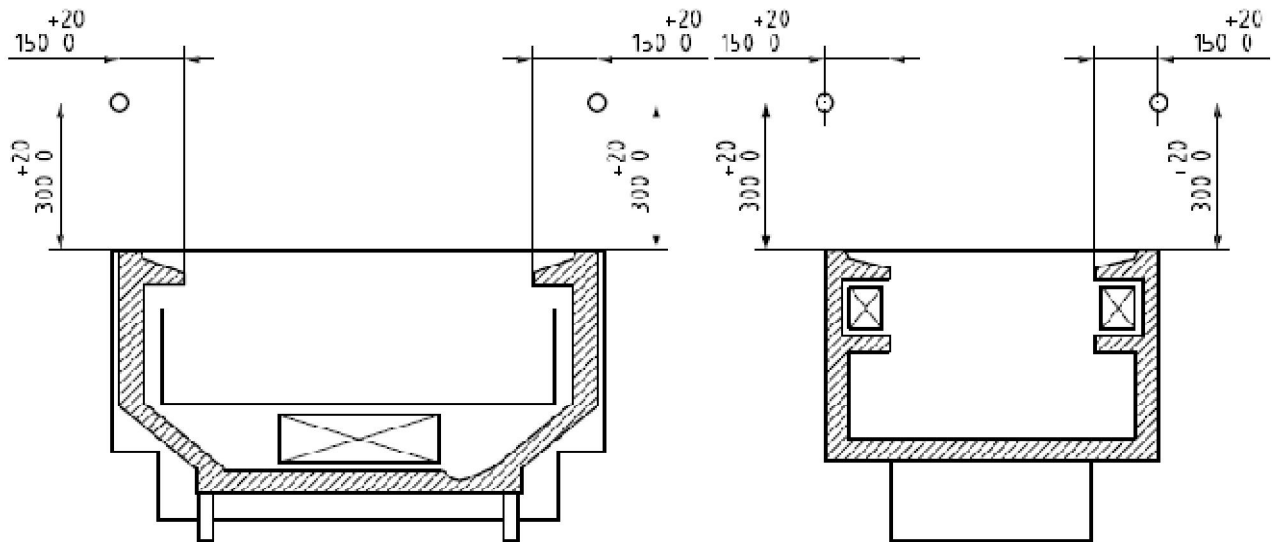
ในกรณีของตู้แช่แบบตั้งกลางห้อง (island cabinet) ชนิดทั่วไปและชนิดเป่าลมตรงกลาง ให้วัดอุณหภูมิทั้งสองฝั่งของตู้แช่ (ดูรูปที่ 3 ก) ข) และ ค) )

สำหรับตู้แช่แบบปลັก-อิน ให้ใช้แผ่นเบี่ยงเบนอากาศหรือวิธีการอื่นที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์กระทบต่ออุณหภูมิ ณ จุดวัด (ดูข้อ 5.3.2.1 รูปที่ 10)



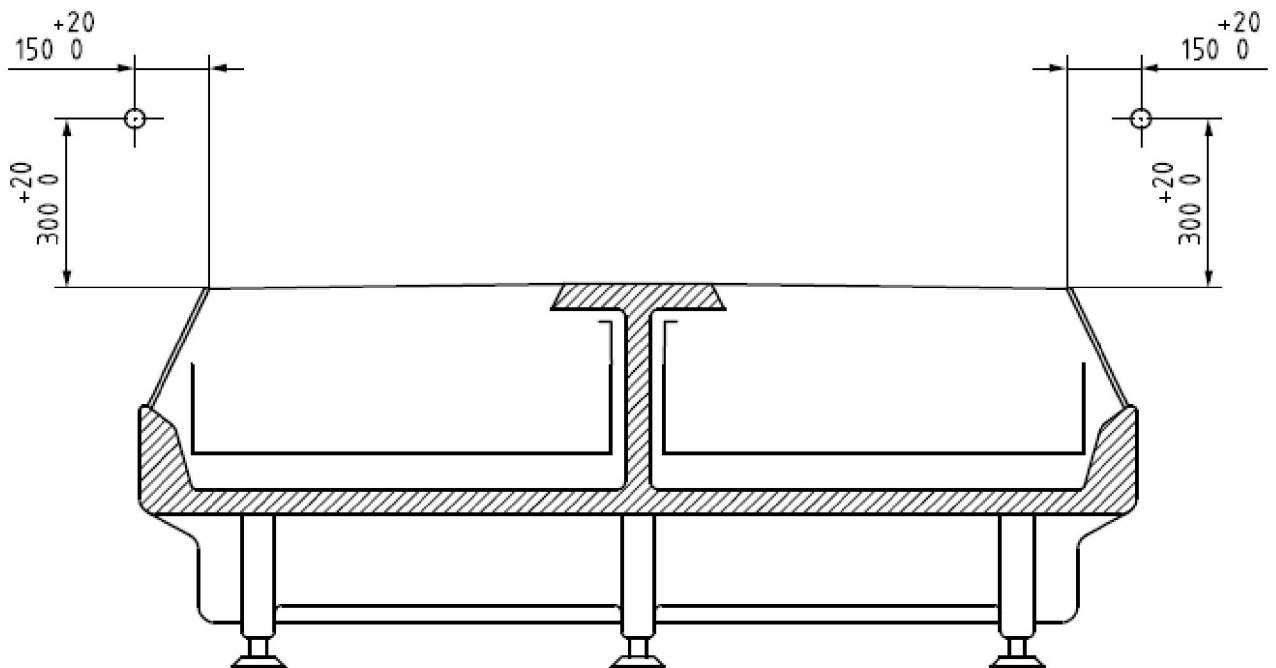
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 2 ตัวอย่างตำแหน่งวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ  
สำหรับตู้แช่ติดผนังแบบเปิดด้านบน 2 แบบ และแบบเคาน์เตอร์บริการ 1 แบบ  
(ข้อ 5.3.1.3.2)



ก) ตู้แช่แบบตั้งกลางห้องแบบเปิดแนวนอน

ข) ตู้แช่แบบตั้งกลางห้องแบบเปิดแนวนอน



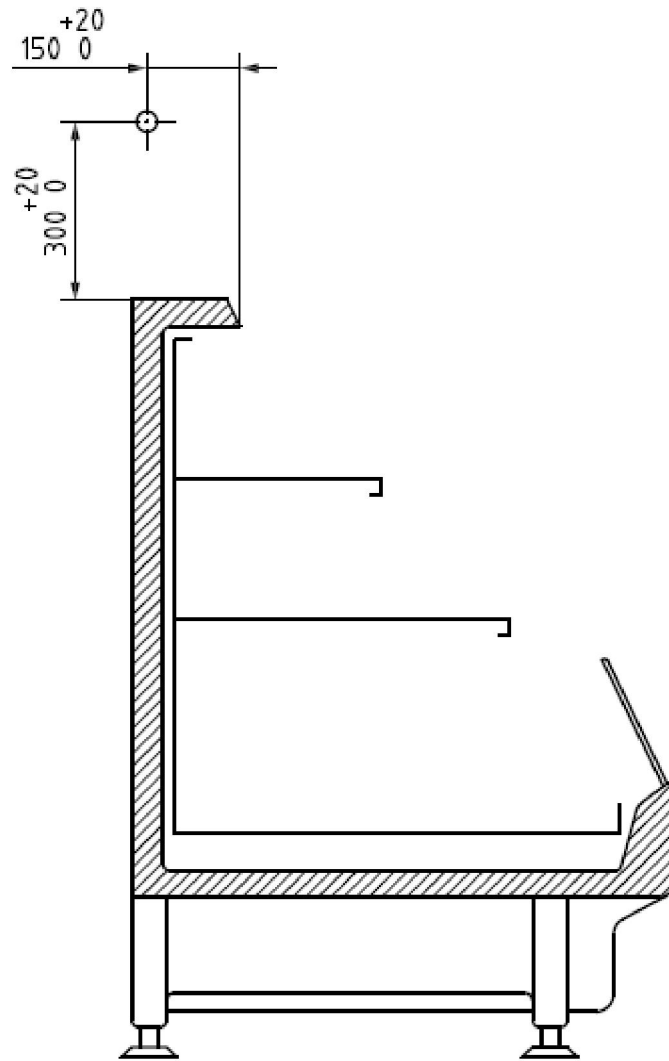
ค) ตู้แช่แบบตั้งกลางห้องชนิดเป่าลมตรงกลาง

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 3 ตัวอย่างตำแหน่งวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ สำหรับตู้แช่แบบตั้งกลางห้องแบบเปิดแนวนอน ก)

และ ข) ตู้แช่แบบตั้งกลางห้องชนิดเป่าลมตรงกลาง ค) ตู้แช่แบบตั้งกลางห้องแบบกึ่งตั้ง ง)

(ข้อ 5.3.1.3.2)



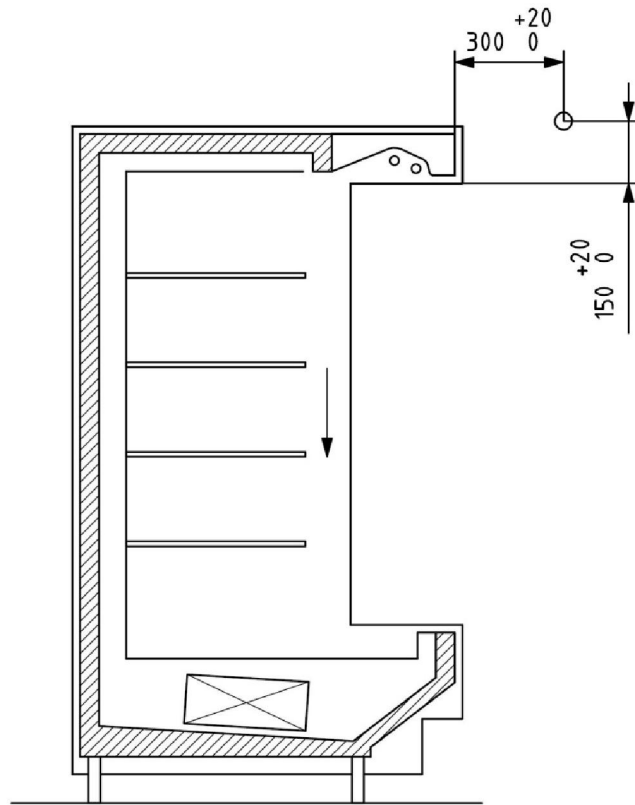
ง) ตู้แช่แบบตั้งกลางห้องแบบกึ่งตั้ง

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 3 ตัวอย่างตำแหน่งวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ สำหรับตู้แช่แบบตั้งกลางห้องแบบเปิดแนวนอน ก)

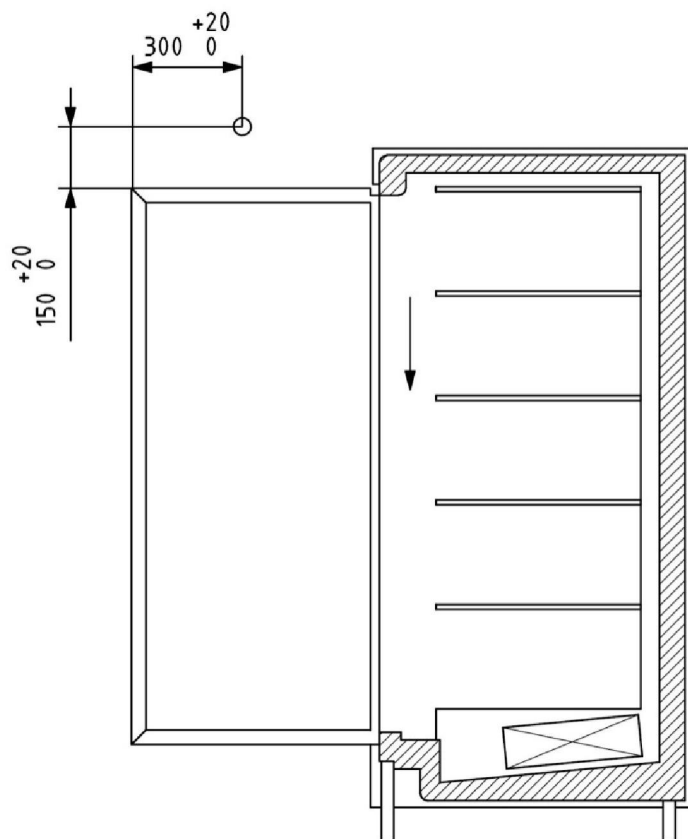
และ ข) ตู้แช่แบบตั้งกลางห้องชนิดเป่าลมตรงกลาง ค) ตู้แช่แบบตั้งกลางห้องแบบกึ่งตั้ง ง) (ต่อ)

(ข้อ 5.3.1.3.2)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 4 ตัวอย่างตำแหน่งวัตถุลอยและ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ สำหรับตู้แช่แบบตั้งหลายชั้น  
(ข้อ 5.3.1.3.2)



หน่วยเป็น  
มิลลิเมตร

รูปที่ 5 ตัวอย่างตำแหน่งวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของตู้แช่แบบตั้งมีประตูกระจก

(ข้อ 5.3.1.3.2)

#### 5.3.1.4 สิ่งทดสอบและอายุใช้งาน

ในการทดสอบ ให้ใช้สิ่งทดสอบ รูปแท่งสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีขนาดและมวลรวมทั้งสิ่งห่อหุ้มตาม ตารางที่ 4

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของสิ่งทดสอบใหม่ต้องเป็นดังนี้

$\pm 2$  mm สำหรับมิติเชิงเส้นในช่วง 25 mm ถึง 50 mm

$\pm 4$  mm สำหรับมิติเชิงเส้นในช่วง 100 mm ถึง 200 mm และ

$\pm 2$  % สำหรับมวล

## ตารางที่ 4 มิติและมวลของสิ่งทดสอบ

(ข้อ 5.3.1.4)

| มิติ (mm)                                | มวล (g) |
|------------------------------------------|---------|
| 50 × 100 × 100                           | 500     |
| 50 × 100 × 200                           | 1 000   |
| อาจใช้สิ่งทดสอบต่อไปนี้เดิมให้เต็มตู้แช่ |         |
| 25 × 100 × 200                           | 500     |

เนื่องจากความถี่ของการใช้งานและน้ำหนักที่กดทับ สิ่งทดสอบอาจมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและน้ำหนัก ดังนั้นต้องตรวจสอบสิ่งทดสอบปีละ 1 ครั้ง ถ้าพบว่ามีความคลาดเคลื่อนเกินเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนข้อใดข้อหนึ่งตามข้างล่างนี้ ให้เปลี่ยนสิ่งทดสอบใหม่

ก) สูญเสียมวลเกิน 5%

ข) ต้องไม่มีรูที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าที่เปลือกหุ้ม

ค) มีการเปลี่ยนแปลงมิติเชิงเส้น

1)  $\pm 4$  mm สำหรับมิติ 25 mm และ 50 mm

2)  $\pm 8$  mm สำหรับมิติ 100 mm และ 200 mm

สิ่งทดสอบแต่ละชิ้นประกอบด้วยสารบรรจุและเปลือกหุ้ม

**สารบรรจุต่อ 1 000 g ประกอบด้วย**

ออกซีเอทิลเมทิลเซลลูโลส (oxyethylmethylcellulose) 230 g

น้ำ 764.2 g

โซเดียมคลอไรด์ 5 g

พาราคลอโรเมทาเครซอล (para-chlorometa-cresol) 0.8 g

จุดเยือกแข็งของวัสดุนี้ คือ  $-1^{\circ}\text{C}$  [คุณลักษณะทางความร้อนของสารบรรจุนี้เทียบเท่ากับเนื้อติดมัน (lean beef) ค่าเอนทัลปีเท่ากับ 285 kJ/kg ที่อุณหภูมิ  $(-1 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$  (ดูรูปที่ 7 ตารางที่ 5 และตารางที่ 6 )

ในระหว่างการเตรียมสารบรรจุ ให้เติมน้ำ 4 % เพื่อชดเชยการระเหย

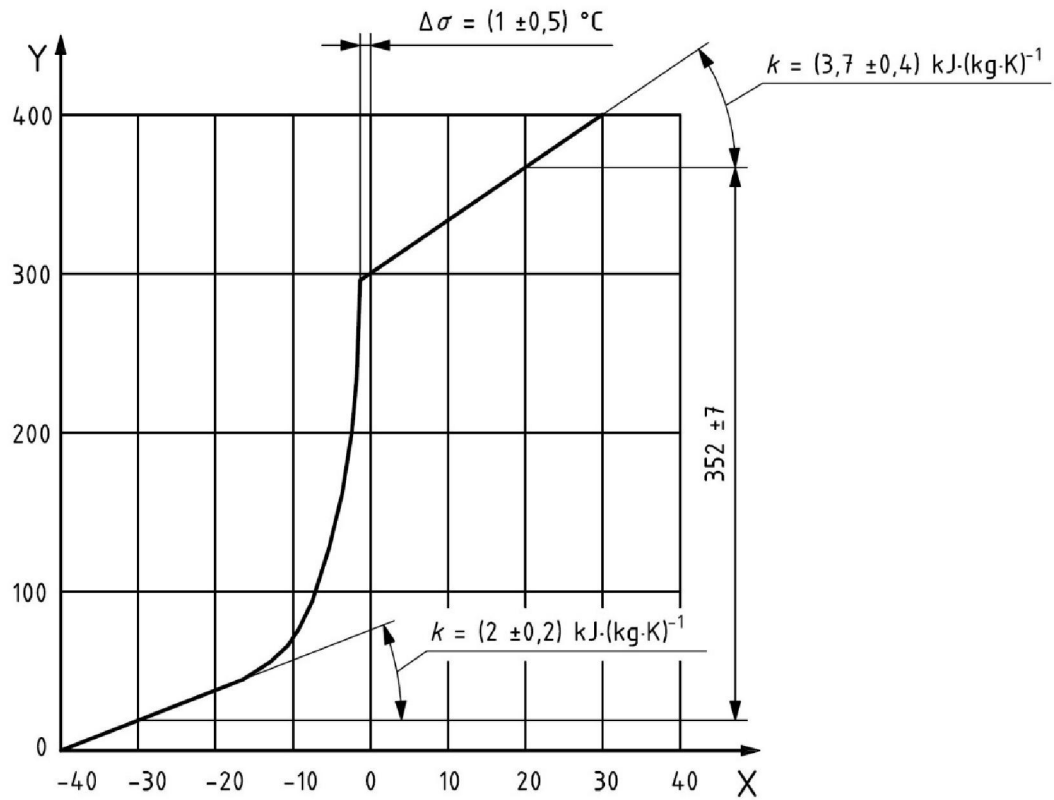
**ลักษณะเปลือกหุ้ม**

เปลือกหุ้มทำด้วยแผ่นพลาสติก หรือวัสดุอื่นที่เหมาะสมซึ่งไม่มีการดูดหรือคายความชื้นกับอากาศโดยรอบ ค่าแปลงรังสีของผิวมีค่าเท่ากับ  $0.9 \pm 0.05$  ที่อุณหภูมิ  $25^{\circ}\text{C}$

ต้องใช้แผ่นบางอัดซ้อน (laminated sheet) ทำด้วยพอลิเอทิลีนความดันสูง (high pressure polyethylene) ชนิดผืนกึ่งายหนา  $120\text{ }\mu\text{m}$  ผืนนี้ติดกับแผ่นนอกซึ่งทำจากพอลิเทรฟทาเลต (polyterephthalate) หนาประมาณ  $12.5\text{ }\mu\text{m}$  หลังจากเติมสารบรรจุแล้วให้ผืนเปลือกหุ้มให้สนิท

ส่วนประกอบของสารบรรจุที่มีลักษณะดังกล่าวข้างต้น ต้องได้รับการรับรองโดยผู้จำหน่ายหรือห้องปฏิบัติการอิสระ





หน่วยเป็นมิลลิเมตร

แกน X อุณหภูมิ เป็น  $^{\circ}\text{C}$

แกน Y เอนทัลปีจำเพาะ เป็น  $\text{kJ/kg}$

รูปที่ 6 ลักษณะเฉพาะทางความร้อนของสิ่งทดสอบ

(ข้อ 5.3.1.4)

ตารางที่ 5 อุณหภูมิและเอนทัลปีจำเพาะของสิ่งทดสอบ  
(ข้อ 5.3.1.4)

| อุณหภูมิ<br>°C | เอนทัลปีจำเพาะ<br>kJ/kg |
|----------------|-------------------------|
| -40            | 0                       |
| -30            | 19                      |
| -25            | 28                      |
| -20            | 39                      |
| -18            | 43                      |
| -16            | 49                      |
| -14            | 55                      |
| -12            | 63                      |
| -10            | 73                      |
| -9             | 79                      |
| -8             | 85                      |
| -7             | 93                      |
| -6             | 102                     |
| -5             | 114                     |
| -4             | 129                     |
| -3             | 152                     |
| -2             | 194                     |
| -1             | 285                     |
| 0              | 297                     |
| +10            | 334                     |
| +20            | 371                     |

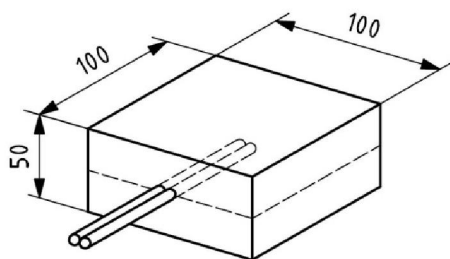
ตารางที่ 6 อุณหภูมิและเอนทัลปีจำเพาะที่เพิ่มขึ้นของสิ่งทดสอบ  
(ข้อ 5.3.1.4)

| ช่วงอุณหภูมิ<br>°C | เอนทัลปีจำเพาะที่เพิ่มขึ้น<br>kJ/kg |
|--------------------|-------------------------------------|
| -30 ถึง -20        | $20 \pm 2$                          |
| +10 ถึง +20        | $37 \pm 4$                          |
| -30 ถึง +20        | $352 \pm 7$                         |

#### 5.3.1.5 สิ่งทดสอบ M และอายุใช้งาน

ให้วัดอุณหภูมิสิ่งทดสอบขนาด 500 g (50 mm x 100 mm x 100 mm) ตามระบุในข้อ 5.3.1.4 บ้างขึ้น โดยสอดตัวรับรู้อุณหภูมิเข้าไปที่จุดศูนย์กลางของสิ่งทดสอบและให้สัมผัสสารบรรจุโดยตรง ทั้งนี้ต้องระวังไม่ให้เกิดการนำความร้อนและหลีกเลี่ยงไม่ให้อากาศรั่วผ่านรูที่สอดตัวรับรู้อุณหภูมิที่เปลือกหุ้ม ซึ่งอาจทำให้เกิดออกซิเดชันและสูญเสียน้ำหนักของสารบรรจุ เรียกสิ่งทดสอบเหล่านี้ว่าสิ่งทดสอบ M (รูปที่ 7)

เนื่องจากความถี่ของการใช้งานและน้ำหนักที่กดทับ สิ่งทดสอบอาจมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและน้ำหนัก ดังนั้นต้องตรวจสอบสิ่งทดสอบปีละ 1 ครั้งว่ามีความคลาดเคลื่อนตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอายุใช้งานที่ยอมรับได้ตามข้อ 5.3.1.4 หรือไม่ ต้องบันทึกผลตรวจสอบสิ่งทดสอบ M แต่ละรุ่น (lot) ถ้าพบว่าสิ่งทดสอบ M ขึ้นใดมีความคลาดเคลื่อนเกินเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนข้อใดข้อหนึ่ง ให้เปลี่ยนสิ่งทดสอบ M ขึ้นนั้นใหม่



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 7 สิ่งทดสอบ M

(ข้อ 5.3.1.5)

#### 5.3.1.6 สิ่งทดสอบทางเลือกสำหรับจัดวางในตู้แช่

อาจจัดวางสิ่งทดสอบทางเลือกที่มีความหนาแน่น  $480 \text{ kg/m}^3 \pm 80 \text{ kg/m}^3$  และมีมิติตามตารางที่ 4 ในตู้แช่ก็ได้ ยกเว้นแถวและสดมภ์ ตามแนวตั้งขวางที่มีการจัดวางสิ่งทดสอบ M ไว้

สิ่งทดสอบนี้อาจจะเป็นกล่องที่ทำจากพลาสติก ที่มีความหนาแน่นใด ๆ และความหนาระบุเท่ากับ 1 mm โดยต้องไม่ทำจากเซลลูลาร์ (cellular) หรือโฟม ตัวกล่องต้องไม่มีส่วนยื่นภายนอกใดๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการแนบชิดของสิ่งทดสอบ ที่วางซ้อนกันในแนวตั้ง ผิวด้านตรงข้ามของกล่องจะต้องขนานกันให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ถ้าเอียงก็ให้เอียงน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ตะเข็บหรือรอยต่อต้องไม่ยื่นออกมาจนทำให้เกิดช่องว่างระหว่างสิ่งทดสอบที่วางชิดกันอย่างมีนัยสำคัญ

สีของสิ่งทดสอบมีความสำคัญเช่นเดียวกัน หากใช้สีเข้มมากเกินไปจะได้รับผลกระทบจากการแผ่รังสีความร้อนจากบรรยากาศ อย่างไรก็ตาม สีอ่อนหรือสีดิสไต์อื่นๆ เช่น ชมพูอ่อน สีฟ้าจาง หรือ สีเขียวจาง ไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญในสภาพแวดล้อมปกติ

สิ่งที่บรรจุภายในสิ่งทดสอบจะต้องเป็นวัสดุรูปทรงแปดเหลี่ยม เช่น ฟองน้ำธรรมชาติ ฟองน้ำพลาสติก หรือฟองน้ำที่ทำจากโพลียูรีเทน

#### ตารางที่ 7 อุณหภูมิและเอนทัลปีจำเพาะของสิ่งบรรจุ

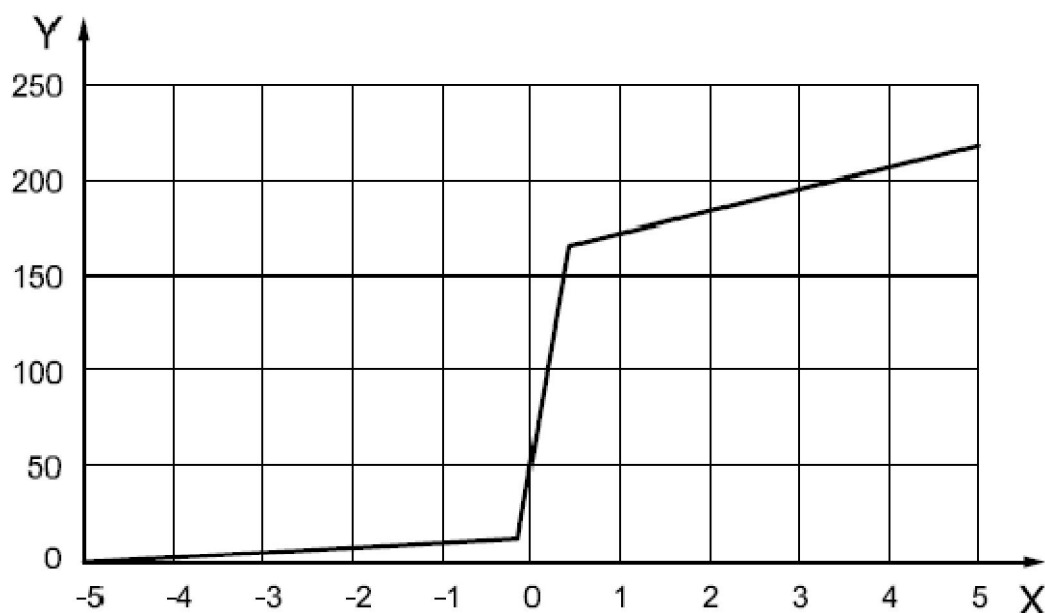
(ข้อ 5.3.1.6)

| อุณหภูมิ (°C) | เอนทัลปีจำเพาะ (kJ/kg) |
|---------------|------------------------|
| -5            | 0                      |
| -4            | 3                      |
| -3            | 4                      |
| -2            | 7                      |
| -1            | 10                     |
| 0             | 45                     |
| +1            | 172                    |
| +2            | 183                    |
| +3            | 194                    |
| +4            | 206                    |
| +5            | 218                    |

#### ตารางที่ 8 อุณหภูมิและเอนทัลปีจำเพาะที่เพิ่มขึ้นของสิ่งบรรจุ

(ข้อ 5.3.1.6)

| ช่วงอุณหภูมิ (°C) | เอนทัลปีจำเพาะที่เพิ่มขึ้น (kJ/kg) |
|-------------------|------------------------------------|
| -5 ถึง -1         | 10                                 |
| -1 ถึง +1         | 162                                |
| +1 ถึง +5         | 46                                 |
| -5 ถึง +5         | 218                                |



แกน X อุณหภูมิ เป็น °C

แกน Y เอนทัลปีจำเพาะ เป็น kJ/kg

### รูปที่ 8 ลักษณะเฉพาะทางความร้อนของสิ่งบรรจุ

(ข้อ 5.3.1.6)

#### 5.3.1.7 เครื่องมือ เครื่องวัด และความแม่นยำในการวัด (measuring accuracy)

ในการวัดทุกครั้งต้องใช้เครื่องมือที่ผ่านการสอบเทียบเท่านั้น

- การวัดอุณหภูมิต้องมีความแม่นยำ  $\pm 0.5$  °C ให้วัดอุณหภูมิชั้นภูมิอากาศโดยสอดตัวรับรู้อุณหภูมิไว้ที่จุดศูนย์กลางของทรงกระบอกตัน ที่ทำจากทองแดงเคลือบด้วยดีบุก หรือโลหะผสมทองแดง-สังกะสีที่เคลือบด้วยดีบุกที่มีมวล 25 g และมีพื้นที่ผิวภายนอกต่ำสุด (เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ ความสูงเท่ากับ 12.5 mm โดยประมาณ)

สำหรับการทดสอบตู้แช่ที่ต่อเชื่อมกับระบบทำความเย็นแบบอัด การวัดอุณหภูมิของสารทำความเย็นทุติยภูมิต้องมีความแม่นยำ  $\pm 0.1$  °C (ดูข้อ 5.3.6.2.2)

- การวัดฟลักซ์การส่องสว่างต่อตารางเมตรต้องมีความแม่นยำ  $\pm 10$  %
- การวัดความดันต้องมีความแม่นยำ  $\pm 1$  %
- การวัดความชื้นสัมพัทธ์ต้องมีความแม่นยำ  $\pm 3$  %
- การวัดความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าต้องมีความแม่นยำ  $\pm 2$  % (ดูข้อ 5.3.5)

- ต้องทำการวัดอุณหภูมิทุกจุดทุก 60 s โดยช่วงเวลาวัดดังกล่าวต้องมีความแม่นยำ  $\pm 1\%$  หรือดีกว่า

ต้องวัดอัตราการไหลเชิงมวลของสารทำความเย็น อุณหภูมิเข้า / อุณหภูมิออก และความดันเข้า / ความดันออก ทุก 20 s (ดูข้อ 5.3.6.2 )

- การวัดความเร็วอากาศต้องใช้เครื่องมือชนิดเดียวกับที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยมีความแม่นยำ 10 % และมีความไวในการวัดต่ำสุด 0.03 m/s เมื่อทำการวัดในช่วงความเร็ว 0 m/s ถึง 1.5 m/s ในการไหลในแนวนอน ณ อุณหภูมิของชั้นภูมิอากาศที่เลือกไว้
- การวัดอัตราการไหลเชิงมวลต้องมีความแม่นยำ  $\pm 1\%$  ( ดูข้อ 5.3.6 )

### 5.3.2 การเตรียมการทดสอบตู้แช่ และขั้นตอนการทดสอบทั่วไป

#### 5.3.2.1 การเลือกตู้แช่ การติดตั้ง และการวางตำแหน่งภายในห้องทดสอบ

ให้เลือกตู้แช่แสดงสินค้าแต่ละตู้ที่นำมาทดสอบ (ยกเว้นตู้เดินแบบ) จากคลังสินค้าหรือจากสายการผลิต และถือว่าเป็นตัวแทนของการผลิตและการปรับแต่งตู้แช่นั้น ๆ

ให้ประกอบ จัดเตรียม และจัดวาง ตู้แช่รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการทำงานตามปกติในรูปแบบที่ใกล้เคียงกับการใช้งานในทางปฏิบัติให้มากที่สุด และตามคำแนะนำของผู้ทำอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ติดตั้งถาวร และจำเป็นต้องใช้สำหรับการทำงานตามปกติต้องจัดวางในตำแหน่งที่ถูกต้อง

ให้จัดวางตู้แช่ดังนี้ (ดูรูปที่ 9 )

- $X \geq 1.5\text{ m}$  และ  $B \geq 0.5\text{ m}$  สำหรับตู้แช่แบบตั้งมีประตูกระจกที่มีความขายน้อยกว่า 1.6 m และตู้แช่แบบนอนประเภทปิด
- $X = 2\text{ m}$  และ  $B \geq 1\text{ m}$  สำหรับตู้แช่แบบอื่น ๆ
- $Y \geq 1.5\text{ m}$  สำหรับตู้แช่แบบตั้งประเภทเปิด และตู้แช่แบบผสมที่เปิดด้านบน (open top) ที่นิยามประเภทกลุ่ม เป็น VC1, VC2, VC3, VF1, VF2, YC1, YC2, YF1, YF2, YM5, YM6 (ตาม ISO 23953-1 : 2005 ภาคผนวก ก.)
- $Y \geq 0.8\text{ m}$  สำหรับตู้แช่แบบนอน และแบบตั้ง ประเภทฝากระจก และตู้แช่แบบผสมประเภทฝากระจกเปิดด้านบน ตู้แช่ที่นิยามประเภทกลุ่มเป็น HC1, HC2, HC3, HC4, HC5, HC6, HF1, HF3, HF4, HF5, HF6, VC4, VF4, YC3, YC4, YF3, YF4, YM7, YM8 (ตาม ISO 23953-1 : 2005 ภาคผนวก ก.)
- $A \geq 0.8\text{ m}$

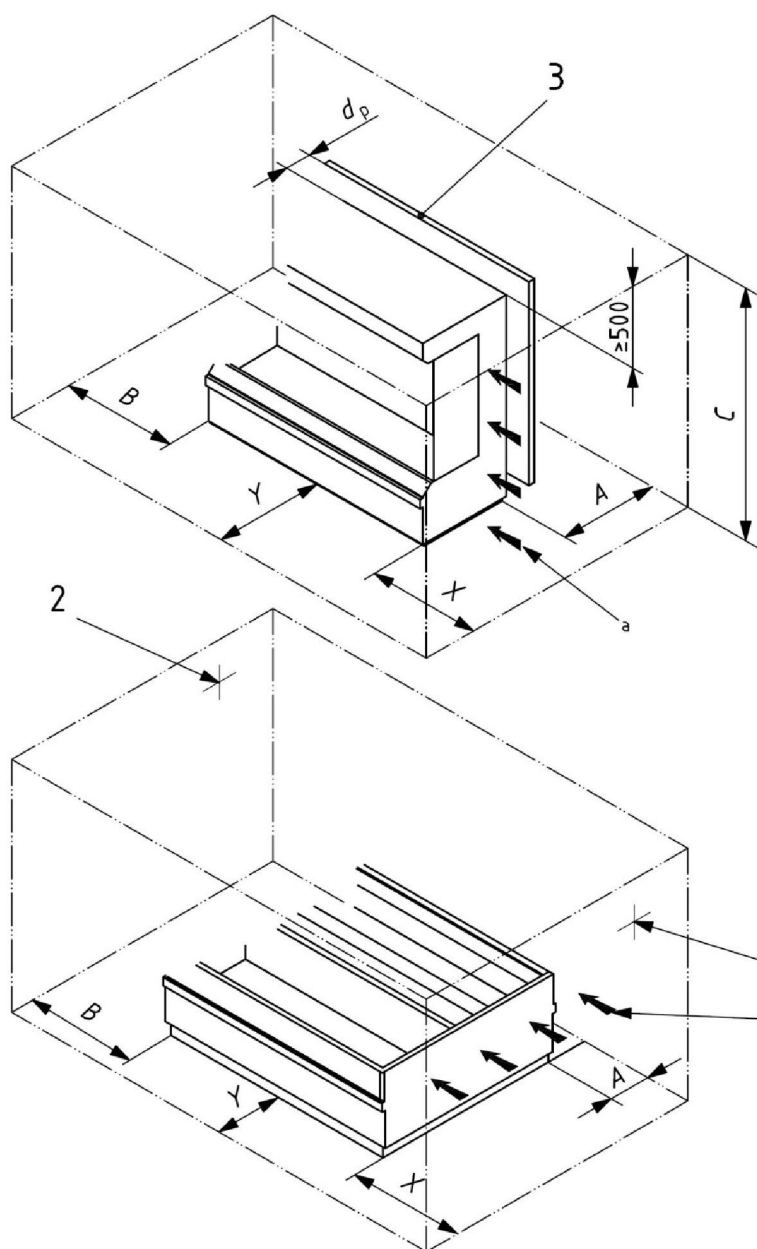
เมื่อ  $A \geq 1.5 \text{ m}$  ควรใช้  $A = Y$

- $C \geq$  ความสูงของตู้ + 0.5 m (สำหรับตู้แช่แบบตั้ง)

เมื่อต้องการตรวจวัดการทำงานของตู้แช่แบบติดผนังที่มีชุดควบแน่นในตัว ตามข้อ 5.3.2 หรือ การควบแน่นของไอน้ำตามข้อ 5.3.4 ต้องติดตั้งแผ่นแนวตั้งติดกับด้านหลังของตู้แช่ หรือห่างจากด้านหลังของตู้แช่เป็นระยะ  $d_p$  ตามที่กำหนดโดยผู้ทำ (ดูรูปที่ 9 และข้อ 7.3 ข)

ตู้แช่แบบตั้งและแบบกึ่งตั้งทั้งหมด ถ้าทิศการไหลของอากาศระบายความร้อนที่อุ่น ไหลตัดขวางกับทิศการไหลของอากาศจากห้องทดสอบโดยไหลจากหน้าตู้แช่ไปหลังตู้แช่ ตำแหน่งการติดตั้งตัวเบี่ยงเบนอากาศต้องเป็นไปตามรูปที่ 10 เพื่อสร้างช่องระบายอากาศระหว่างด้านหลังของตู้แช่กับแผ่นแนวตั้งช่องระบายอากาศนี้ต้องปิดที่บริเวณด้านหน้า ที่หันไปหาทิศทางการไหลของอากาศที่ออกมาจากห้องทดสอบและเปิดในด้านตรงกันข้าม ส่วนด้านบนของช่องระบายอากาศต้องปิดที่ระดับความสูงเดียวกับตู้แช่

ระยะ  $d_p$  ซึ่งเป็นระยะระหว่างด้านหลังตู้แช่และแผ่นแนวตั้งต้องเป็นไปตามที่กำหนดโดยผู้ทำ (ข้อ 7.3 ข)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

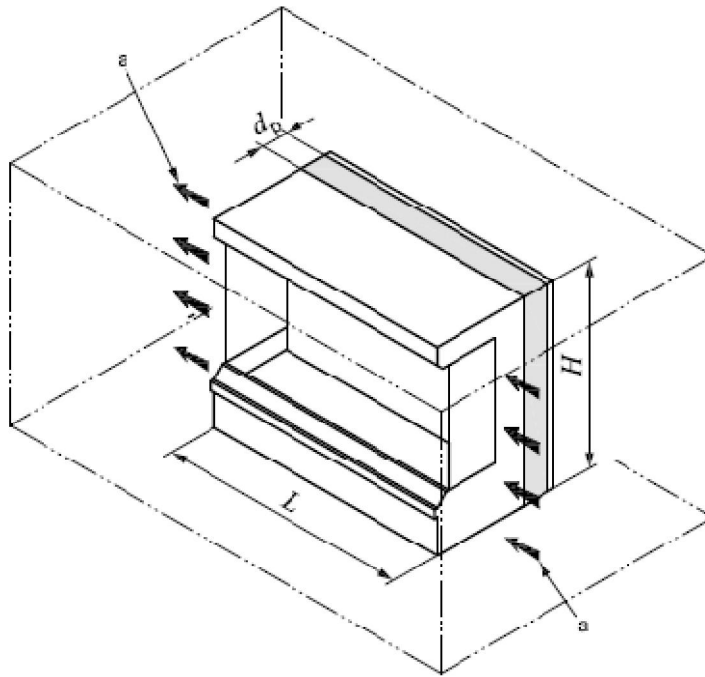
## สัญลักษณ์

- $d_p$  ระยะห่างระหว่างด้านหลังตู้แช่กับแผ่นแนวดิ่งที่ผู้ทำกำหนด
- 1 ผนังห้องทดสอบทางด้านลมส่ง
- 2 ผนังห้องทดสอบทางด้านลมกลับ
- 3 แผ่นแนวดิ่งสำหรับตู้แช่แบบติดตั้งชิดผนัง มีความยาวและความสูงเท่ากับตู้แช่
- a ทิศทางลมที่ขนานกับระนาบของช่องเปิด (ตามแนวยาว)

## รูปที่ 9 ตำแหน่งติดตั้งตู้แช่ภายในห้องทดสอบ

(ข้อ 5.3.2.1)





#### สัญลักษณ์

|       |                                                          |
|-------|----------------------------------------------------------|
| $d_p$ | ระยะห่างระหว่างด้านหลังตู้แช่กับแผ่นแนวดิ่งที่ผู้ทำกำหนด |
| $H$   | ความสูงของช่องระบายอากาศด้านหลังเท่ากับความสูงของตู้แช่  |
| $L$   | ความยาวของช่องระบายอากาศด้านหลังเท่ากับความยาวของตู้แช่  |
| $a$   | ทิศทางลมที่ขนานกับระนาบของช่องเปิด (ตามแนวยาว)           |

#### รูปที่ 10 ขนาดและตำแหน่งของช่องระบายอากาศด้านหลัง

(ข้อ 5.3.2.1)

ตู้แช่แบบนอนปลั๊ก-อิน ไม่ต้องกำหนดระยะห่างระหว่างด้านหลังตู้แช่กับแผ่นแนวดิ่ง

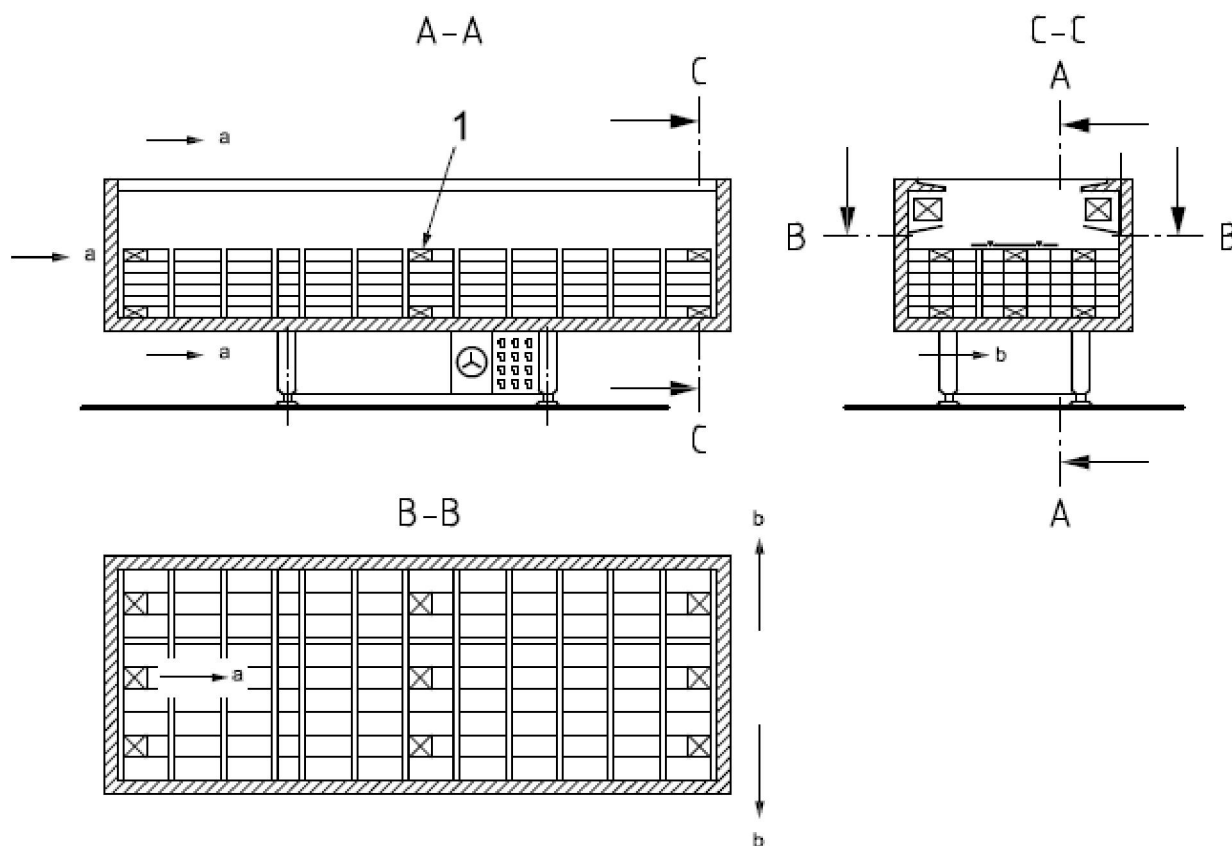
หมายเหตุ โดยทั่วไป กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของตู้แช่แบบนอนส่วนใหญ่จะน้อยกว่าตู้แช่แบบตั้ง

อากาศระบายความร้อน ระบายออกได้โดยอากาศที่ไหลในห้องทดสอบ

การไหลของอากาศในห้องทดสอบต้องมีทิศขนานไปตามแกนแนวยาว ตามข้อ 5.3.2.2

ทิศทางการไหลของอากาศระบายความร้อนที่อุ่นจะต้องมีทิศเดียวกับการไหลในห้องทดสอบ และ  
ไม่อยู่ในทิศทางตรงกันข้าม

ในกรณีที่ทำไม่ได้ เนื่องจากการออกแบบของตู้แช่ ทิศการไหลของอากาศระบายความร้อนควร  
ตัดขวางทิศการไหลของอากาศในห้องทดสอบ (ดูรูปที่ 11)



### สัญลักษณ์

- 1      สิ่งทดสอบ M
- a      ทิศทางของอากาศที่ขนานกับระนาบของช่องเปิด (ตามแนวยาว)
- b      ทิศทางการไหลของอากาศที่ชุดควบคุม

รูปที่ 11 แสดงทิศทางการไหลอากาศระบายความร้อนกับอากาศที่ไหลในห้องทดสอบ กรณีไหลขนานหรือตัดขวางแต่ไม่อยู่ในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการไหลของอากาศในห้องทดสอบ

(ข้อ 5.3.2.1)

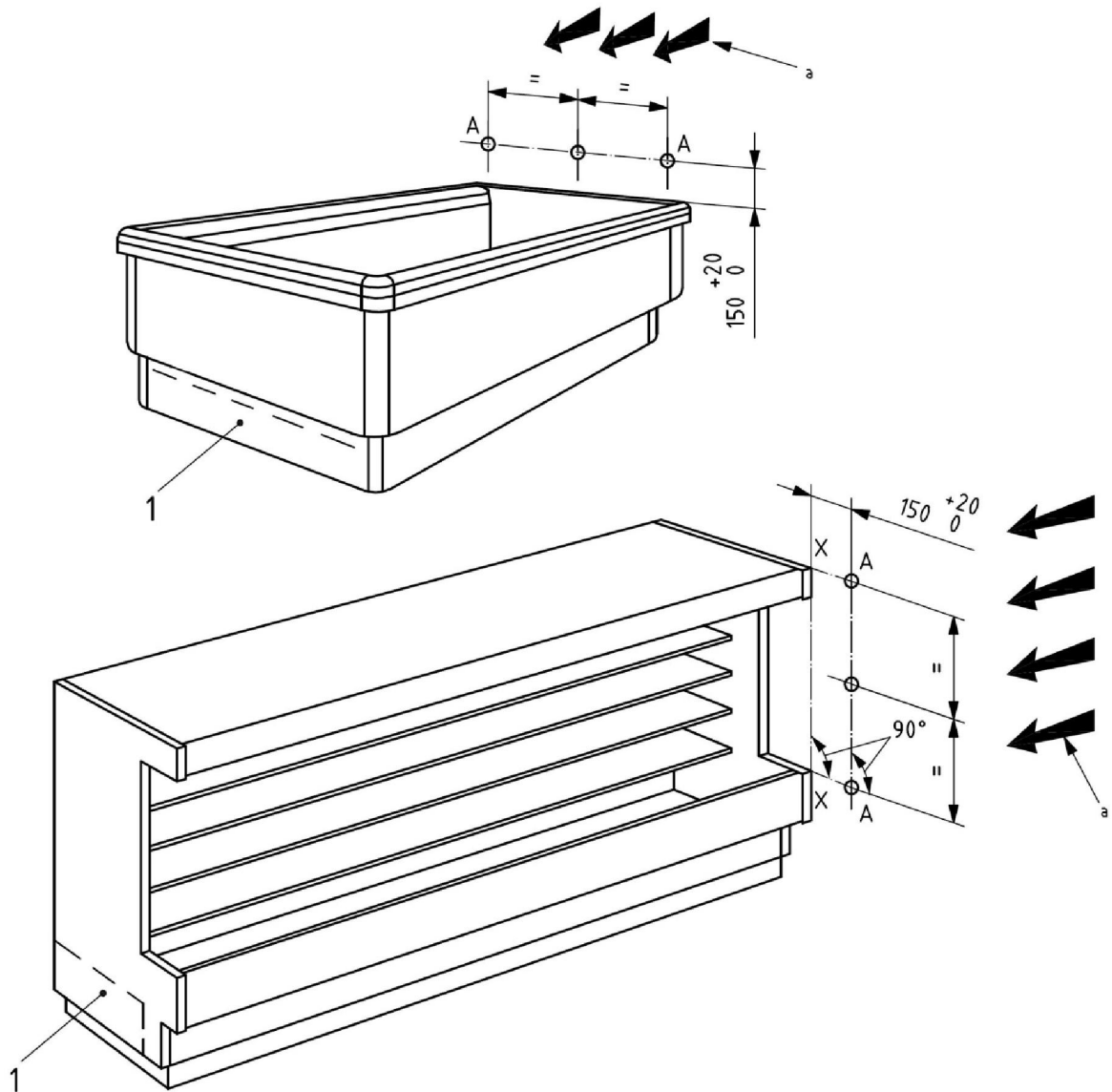
#### 5.3.2.2 การเคลื่อนที่ของอากาศ

อากาศภายในห้องทดสอบต้องเคลื่อนที่ (ให้ไกลที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้) ในทิศทางที่ขนานไปกับระนาบของช่องเปิดและตามแนวยาวของตู้แช่ ความยาวตู้คือมิติตามแนวนอนที่ยาวที่สุดของช่องเปิดตู้แช่ เมื่อปิดสวิทช์ตู้แช่ ความเร็วลมที่ตำแหน่งต่างๆ 3 ตำแหน่ง ตามเส้น A-A ที่แสดงในรูปที่ 12 ต้องเท่ากับ  $0.2 \pm_{0.1} \text{ m/s}$

ตู้แช่แบบปิด ที่มีฝาปิดหรือประตูเป็นแบบหมุนไปตามแกนแนวยาวของตู้แช่ ทิศทางการไหลของอากาศต้องขนานกับระนาบของช่องเปิดของตู้แช่ และอากาศเข้าตู้แช่ได้ต่อเมื่อประตูหรือฝาเลื่อนของตู้แช่เปิด

ประตูหรือฝาปิดส่วนใหญ่ต้องเปิดเพื่อให้อากาศเข้ามาในตู้แช่ ถ้าประตูหรือฝาปิดมีบานพับที่ต่างกันระหว่างซ้ายกับขวา ประตูและฝาปิดต้องเปิดในทิศทางเดียวกัน

ต้องตรวจสอบการเคลื่อนที่ของอากาศในห้องทดสอบ ระหว่างการทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าห้องทดสอบทำงานอย่างถูกต้อง วิธีการตรวจสอบอย่างละเอียดขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของเจ้าหน้าที่ทดสอบที่ได้รับมอบหมาย



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

สัญลักษณ์

- A-A คือ แนวที่ใช้วัดความเร็วลม
- X-X คือ เส้นอ้างอิงที่ลากผ่านขอบบนและขอบล่างของตู้แช่
- 1 คือ ตำแหน่งที่เป็นไปได้ที่ติดตั้งชุดควบแน่น
- a ทิศทางลมที่ขนานกับระนาบของช่องเปิด (ตามแนวยาว)

## รูปที่ 12 การเคลื่อนที่ของอากาศ

(ข้อ 5.3.2.2)

### 5.3.2.3 การจัดวางสิ่งทดสอบในตู้แช่

#### 5.3.2.3.1 ทั่วไป

ต้องจัดวางสิ่งทดสอบ และสิ่งทดสอบ M (ตามข้อ 5.3.1.4 และข้อ 5.3.1.5) ในตู้แช่จนถึงขีดจำกัดตามที่แสดงในรูปที่ 13 ถึงรูปที่ 26 ก่อนการจัดวางต้องปรับอุณหภูมิสิ่งทดสอบเหล่านี้ให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิที่ใช้ในระหว่างการทดสอบ

ตู้แช่รุ่นที่มีการปิดเครื่องในตอนกลางคืน ให้ปรับอุณหภูมิสิ่งทดสอบให้เท่ากับขีดจำกัดล่างของชั้นอุณหภูมิของสิ่งทดสอบ M โดยมีเกนซ์ความคลาดเคลื่อน ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) ก่อนที่จะจัดวางสิ่งทดสอบในตู้แช่ในช่วงเริ่มเดินเครื่อง (ดูข้อ 5.3.2.4)

ให้ใช้สิ่งทดสอบขนาด 1 000 g และ 500 g จัดวางลงในตู้แช่ให้เต็ม ถ้ามีช่องว่างเหลืออยู่ ให้จัดวางด้วยสิ่งทดสอบที่มีมิติดังนี้

- 25 mm x 100 mm x 200 mm

ต้องจัดวางสิ่งทดสอบให้ได้ระดับเสมอกัน

การจัดวางสิ่งทดสอบในแต่ละชั้นแช่เย็น ให้นำด้านยาว 200 mm มาเรียงต่อกันเป็นแถว ลึกเข้าไปในชั้นตามทิศทางไหลของอากาศในตู้แช่

ให้เว้นระยะระหว่างแถวสิ่งทดสอบและระหว่างแถวสิ่งทดสอบกับผนังด้านในของตู้แช่  $25 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$

เพื่อให้ได้ระยะห่าง 25 mm ตามข้างต้น อนุญาตให้ใช้แผงกั้นหนาประมาณ 25 mm วางกั้นระหว่างแถวสิ่งทดสอบ โดยแผงกั้นดังกล่าวต้องไม่กระทบต่อทิศทางไหลของอากาศปกติและมีค่าการนำความร้อนต่ำสุด

หลังจากจัดวางสิ่งทดสอบตามลักษณะดังกล่าวข้างต้นถ้าหากมีที่ว่างเหลืออยู่ในแนวยาว ให้จัดวางสิ่งทดสอบ 1 แถวหรือ 2 แถว กว้าง 100 mm ถึง 300 mm เพื่อเติมเต็มช่องว่างนั้น

ถ้าหากมีที่ว่างเหลือทางด้านลึกน้อยกว่า 25 mm ให้ใช้แผ่นกั้นแนวตั้งที่ทำจากไม้วางไว้ตลอดแนวประมาณกึ่งกลางระหว่างสิ่งทดสอบ M 2 ชั้น

ตู้แช่แบบเย็นสินค้าเข้า หรือตู้แช่แบบหลายชั้น ที่มีความสูงของการจัดวางเกิน 500 mm (ตามรูปที่ 25) อาจใช้แผ่นไม้แทนสิ่งทดสอบ โดยแผ่นไม้แต่ละชั้นมีความหนาตามความเหมาะสม

ตัวอย่าง แผ่นไม้เบิร์ช (beech plywood) ขนาด 200 mm x 50 mm ตามความลึกของการจัดวาง เคลือบวาร์นิชชนิดใช้ทาภายนอกอาคารซึ่งมีคุณสมบัติกันน้ำที่ดี

อาจใช้ตะแกรงโลหะรองรับสิ่งทดสอบที่จัดวางเหนือสิ่งทดสอบ M เพื่อป้องกันมิให้กดทับสิ่งทดสอบ-M มากเกินไป

ถ้ามิได้ตกลงไว้ในคู่มือหรือคำแนะนำการใช้งานของผู้ทำ หรือระบุไว้ในตู้แช่ ต้องวางสิ่งทดสอบและสิ่งทดสอบไม้ บนไม้รองรับสินค้า (พาเลท) ตามมาตรฐานยุโรป (1 200 mm x 800 mm x 144 mm) หรือในกรณีที่ไม่ได้ก็ให้ใช้ถาดคล้ายคลึงกันที่มีขนาดความสูงเท่ากัน ผิวของไม้รองรับสินค้า (พาเลท) ควรปิดด้วยแผ่นพลาสติกหรือแผ่นกระดาษลูกฟูกผิวเรียบ เพื่อให้สิ่งทดสอบจัดวางได้อย่างถูกต้อง

ตู้แช่ที่ออกแบบมาเพื่อให้ใช้ร่งเย็นเก็บของเป็นพิเศษ ให้ใช้ร่งเย็นเหล่านี้ในการทดสอบด้วย ในกรณีนี้ สิ่งทดสอบ M ต้องจัดวางตามที่ระบุไว้ในรูปที่ 25 แต่ต้องอยู่ในร่งเย็น

หมายเหตุ การจัดวางอาหารที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพต้องวางอยู่ชั้นบนสุดของตู้แช่แบบนี้เท่านั้น

#### 5.3.2.3.2 ความสูงของการจัดวาง

ความสูงของการจัดวางบนชั้นแช่เย็น ต้องเป็นไปดังนี้

- ก) ตู้แช่แบบนอน ความสูงของการจัดวางต้องเท่ากับขีดจำกัดความสูง (load limit) โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน  $\begin{matrix} 0 \\ -25 \end{matrix}$  mm (ตามรูปที่ 13 และรูปที่ 15 ถึงรูปที่ 20 )
- ข) ตู้แช่ตั้งแบบเปิดโล่งที่มีชั้นแช่เย็นอย่างน้อย 2 ชั้นวางซ้อนกัน ความสูงของการจัดวางต้องเท่ากับความสูงระหว่างชั้นแช่เย็นลบด้วย 25 mm โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน  $\begin{matrix} 0 \\ -15 \end{matrix}$  mm (ตามรูปที่ 21 ถึงรูปที่ 23 และรูปที่ 25 )
- ค) ตู้แช่แบบเปิดโล่งทุกชนิดที่ใช้แช่อาหารที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงและไม่เหมาะกับการวางซ้อนทับ ความสูงของการจัดวางต้องเท่ากับ 100 mm (ตัวอย่าง ดูรูปที่ 14 และรูปที่ 24 )

หมายเหตุ สำหรับข้อความที่ว่า “อาหารที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เหมาะสมกับการวางซ้อนทับ” หมายถึง อาหารที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงที่จัดแสดงไว้บนชั้นวางเอียง ซึ่งไม่สามารถที่จะจัดวางอาหารซ้อนกันให้สูงเกินกว่า 100 mm การจัดวางแบบนี้ใช้กับชั้นวางแนวนอนได้เช่นเดียวกัน ผู้ทำต้องระบุขีดจำกัดของรูปแบบของการจัดวางในเอกสารทางเทคนิคและระบุรูปแบบของการจัดวางที่ใช้สำหรับการทดสอบตู้แช่

- ง) ตู้แช่ตั้งแบบปิด ความสูงของการจัดวางต้องเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะสูงสุดระหว่างชั้นแช่เย็น โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน  $\begin{matrix} +25 \\ 0 \end{matrix}$  mm (ดูรูปที่ 26 )

### 5.3.2.3.3 ตำแหน่งการวางสิ่งทดสอบ M

ต้องจัดวางสิ่งทดสอบ M ตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบของตู้แช่ (ดูรูปที่ 13 ถึงรูปที่ 26)

#### 5.3.2.3.3.1 ภาพตัดตามแนวยาว

ตู้แช่ที่ยาวน้อยกว่าหรือเท่ากับ 700 mm ต้องจัดวางสิ่งทดสอบ M 2

แนวตามรูปตัด A-A และ B-B ของรูปที่ 26 โดยที่แกนของสิ่งทดสอบ M แต่ละแนวจะต้องอยู่ห่างจากผนังด้านข้างของตู้แช่ 75 mm

ตู้แช่ที่ยาวมากกว่า 700 mm ต้องเพิ่มแนวจัดวางสิ่งทดสอบ M อีก 1 แนวที่กึ่งกลางแนวยาวของตู้แช่ โดยยอมให้มีความคลาดเคลื่อน 75 mm ในกรณีที่ตู้แช่มีโครงสร้างทางกลที่เกิดขวางสิ่งทดสอบ M ให้ขยับสิ่งทดสอบ M ไปทางด้านลมส่งของห้องทดสอบ 325 mm (ดูรูปที่ 13 ถึงรูปที่ 17 และรูปที่ 21 ถึงรูปที่ 26)

#### 5.3.2.3.3.2 ภาพตัดขวาง

สำหรับชั้นวางด้านล่างที่มีความลึกเท่ากับหรือ น้อยกว่า 550 mm หรือความลึกของชั้นใดๆ ให้วางสิ่งทดสอบ M บนแนวตัดตามยาวสองแนว โดยให้วางแกนของสิ่งทดสอบ M อยู่ห่างจากแผงหลัง 50 mm และห่างจากขอบหน้าสุดของการจัดวาง 50 mm (ดูรูปที่ 13 และรูปที่ 26)

สำหรับชั้นที่ฐานที่มีความลึกมากกว่า 550 mm ให้เพิ่มภาคตัดตามยาวแนวที่สามที่กึ่งกลางความลึกของชั้น โดยยอมให้มีความคลาดเคลื่อน ต่อไปนี้

—  $/2_0^{+100}$  mm จากด้านลมส่งของตู้แช่ที่มีการถ่ายเทความร้อน (โดยพัดลม) (ดูรูปที่ 13 ถึงรูปที่ 15 รูปที่ 17 ก) และ ข) และรูปที่ 21 ถึงรูปที่ 25 ) หรือ

—  $d/2 \pm 50$  mm สำหรับตู้แช่ที่ถ่ายเทความร้อนตามธรรมชาติ (ไม่มีพัดลม)และมีเครื่องระเหย 2 เครื่อง หรือมีการจัดวางสิ่งทดสอบ M ในลักษณะสมมาตร (ดูรูปที่ 18 ถึงรูปที่ 20 ) หรือ

—  $/2_0^{+100}$  mm จากด้านเครื่องระเหยสำหรับตู้แช่ที่ถ่ายเทความร้อนตามธรรมชาติ (ไม่มีพัดลม)แบบอื่น ๆ (ดูรูปที่ 16 )

ชั้นที่ฐานและชั้นแช่เย็นแต่ละชั้น การวางสิ่งทดสอบ M ในแนวสูงให้วางสิ่งทดสอบ M ที่ชั้นบนสุดและล่างสุดของแต่ละชั้น (ดูรูปที่ 22 และรูปที่ 23) แต่ถ้าระยะระหว่างแกนของสิ่งทดสอบ M มากกว่า 400 mm ให้เพิ่มชั้นสิ่งทดสอบ M เข้าไปโดยระยะระหว่างแกนของสิ่งทดสอบ M ไม่เกิน 400 mm (ดูรูปที่ 25)

ตู้แช่ซึ่งมีชั้นแช่เย็นซ้อนกันอย่างน้อย 4 ชั้น โดยมีชั้นเหมือนกันอยู่ 2 ชั้นและมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

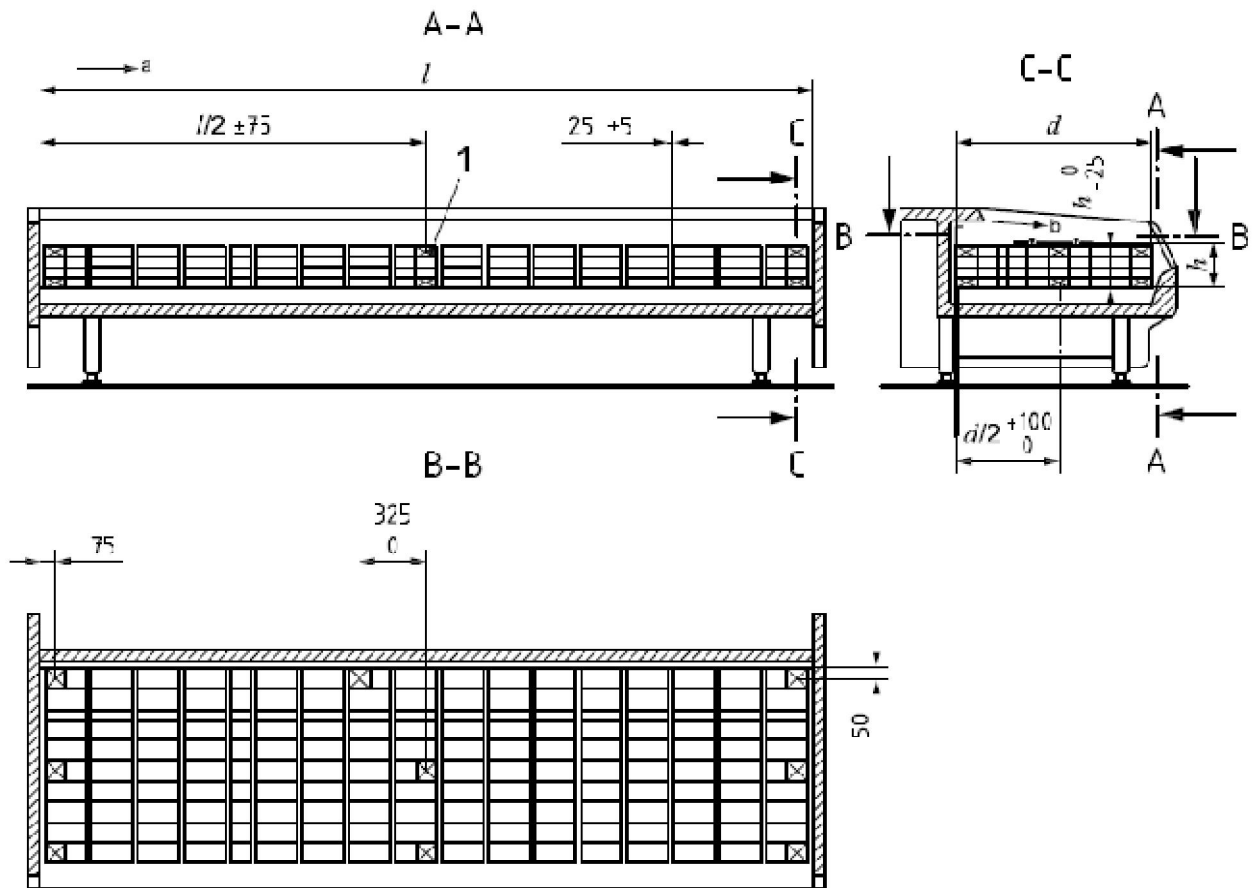
- ก) มีรูปร่างและขนาดเดียวกัน (ความยาว ความลึก และความสูงของการจัดวาง)
- ข) มีการออกแบบการไหลของอากาศแบบเดียวกัน (ลมส่ง และลมกลับ) และ
- ค) มีภาวะการแผ่รังสีความร้อนแบบเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีอุปกรณ์ให้แสงสว่างทั้งบนและล่างที่มีความเข้มของการส่องสว่างและตำแหน่งติดตั้งเดียวกัน

ให้วางสิ่งทดสอบ M ในตำแหน่งดังนี้

กรณีที่ชั้นแช่เย็นเหมือนกัน 2 ชั้น ให้วางสิ่งทดสอบ M ในชั้นล่าง (ดูรูปที่ 22 ซึ่งชั้นที่สองและชั้นที่สาม นับจากข้างบนเหมือนกัน)

กรณีที่ชั้นแช่เย็นเหมือนกัน 3 ชั้น ให้วางสิ่งทดสอบ M ในชั้นกึ่งกลาง (ดูรูปที่ 23 และรูปที่ 26 ซึ่งชั้นที่สอง ชั้นที่สาม และชั้นที่สี่ นับจากข้างบนเหมือนกัน)





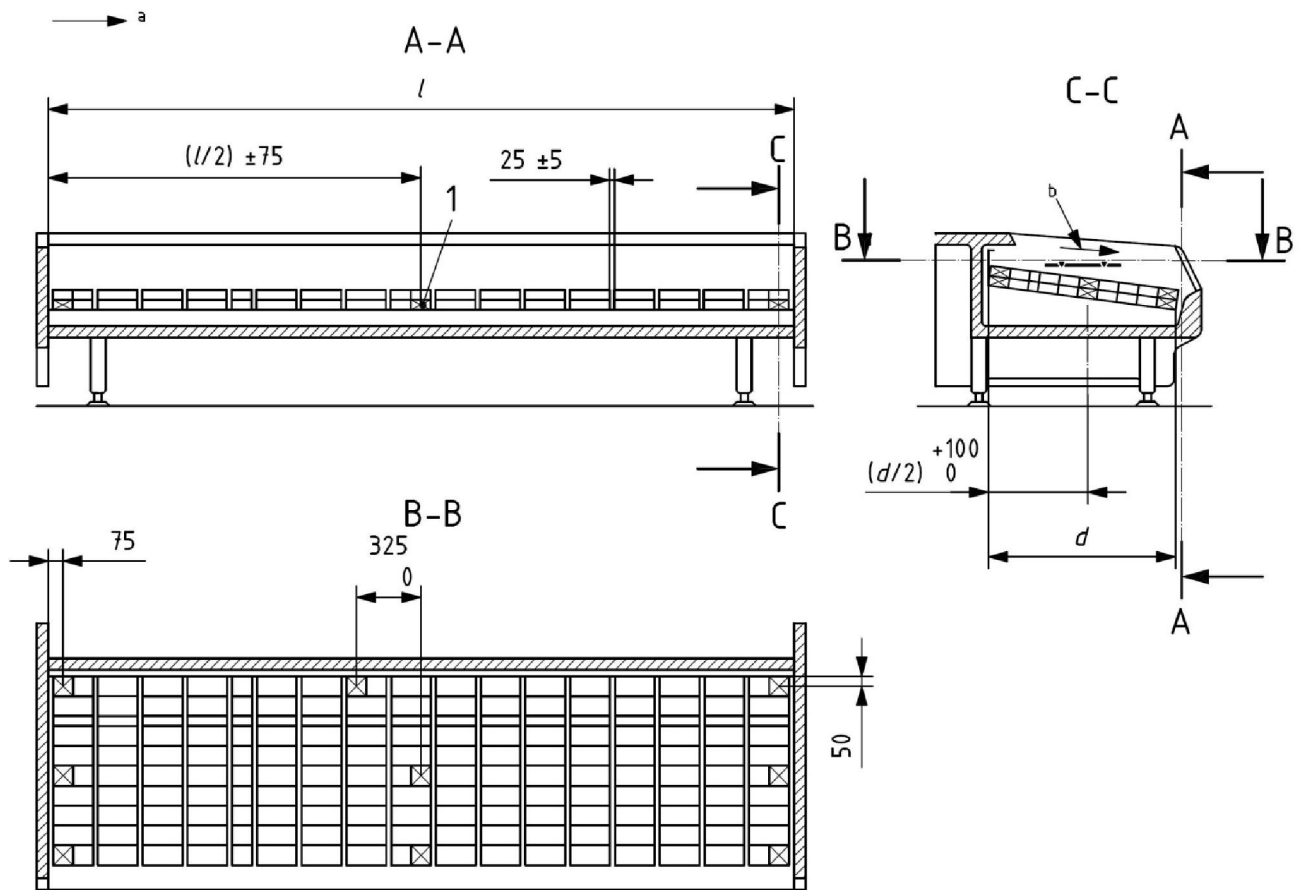
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

### สัญลักษณ์

- 1 สิ่งทดสอบ M
- $d$  ความลึกของชั้นที่ฐานตู้แช่
- $h$  ความสูงกำหนดของการจัดวาง
- $l$  ความยาวตู้แช่
- $a$  กระแสลมที่ไหลขนานกับระนาบของช่องเปิด (ในทิศทางขวา)
- $b$  ทิศทางไหลของอากาศเย็นจากพัดลม

รูปที่ 13 ตู้แช่แบบเคาน์เตอร์บริการตนเอง ส่องอากาศเย็นโดยพัดลม (แบบนอน เปิดโล่ง)

(ข้อ 5.3.2.3)



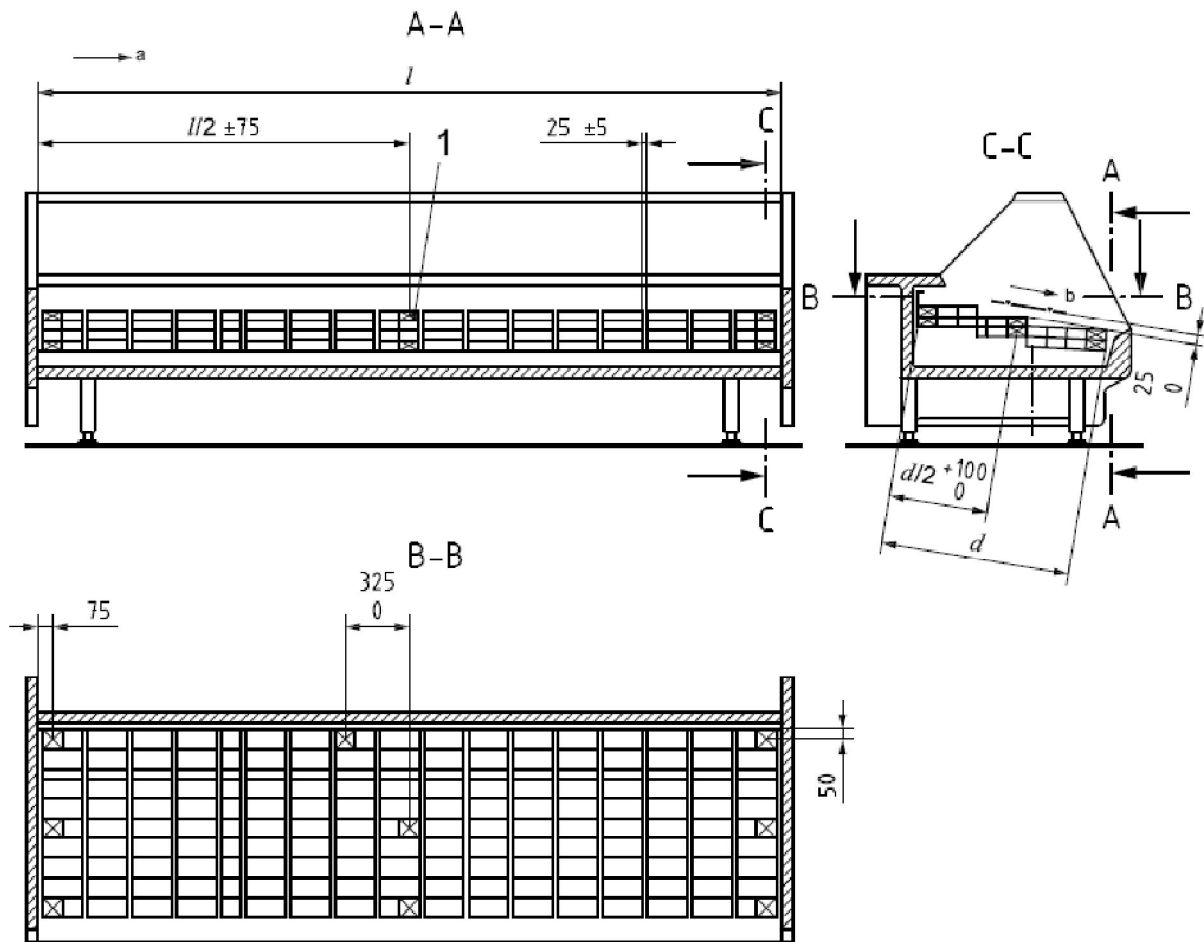
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

สัญลักษณ์

- 1 ลิ้งทดสอบ M
- $d$  ความลึกของชั้นที่ฐานตู้แช่
- $l$  ความยาวตู้แช่
- $a$  กระแสลมที่ไหลขนานกับระนาบของช่องเปิด (ในทิศตามยาว)
- $b$  ทิศทางไหลของอากาศเย็นจากพัดลม

รูปที่ 14 ตู้แช่เย็นแบบเคาน์เตอร์บริการตนเอง ส่งอากาศเย็นโดยพัดลมสำหรับอาหาร  
ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพ (แบบนอน เปิดโล่ง)

(ข้อ 5.3.2.3)



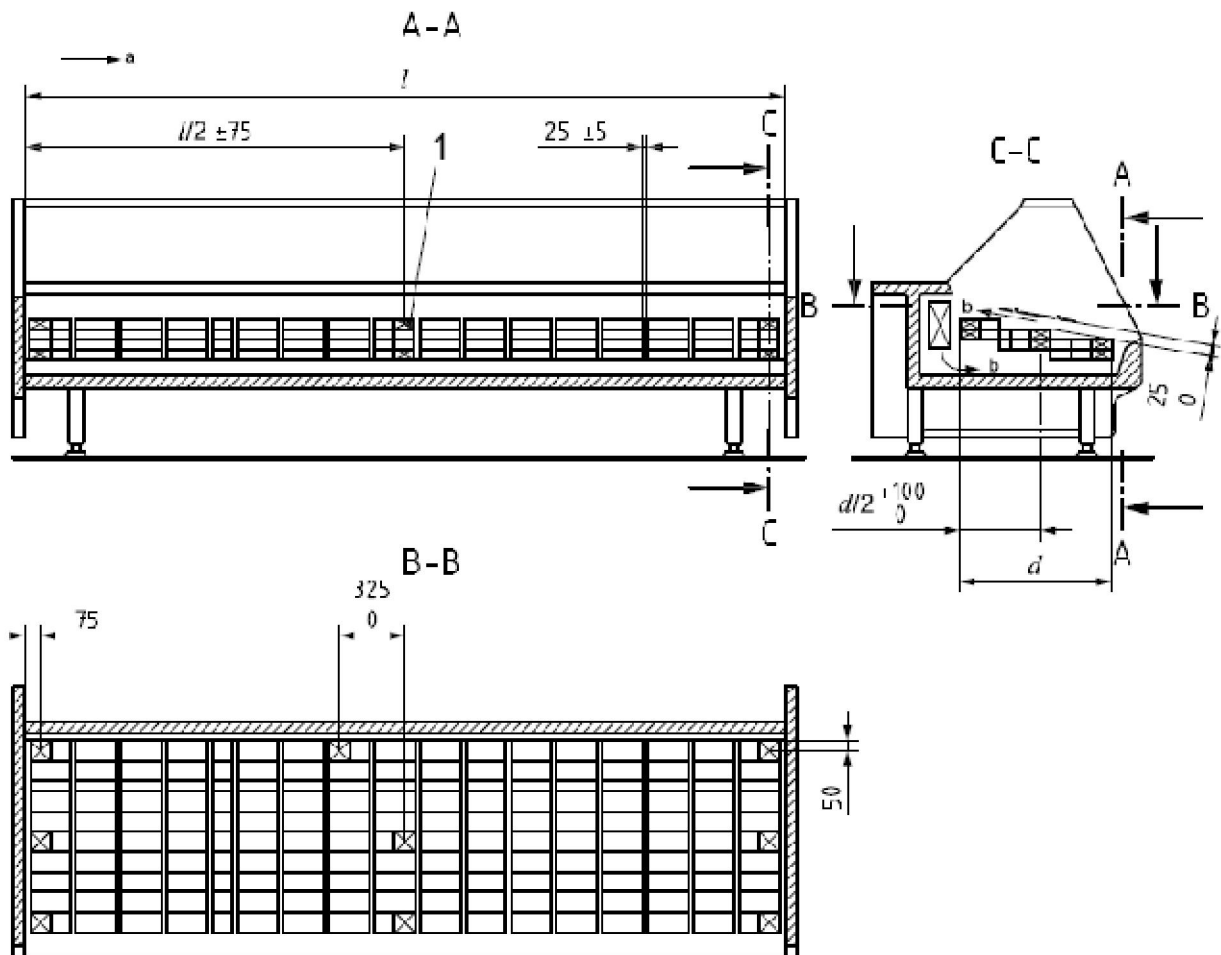
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

สัญลักษณ์

- 1      ลิ้นทดสอบ M
- $d$       ความลึกของชั้นที่ฐานตู้แช่
- $l$       ความยาวตู้แช่
- $a$       กระแสลมที่ไหลขนานกับระนาบของช่องเปิด (ในทิศตามยาว)
- $b$       ทิศทางไหลของอากาศเย็นจากพัดลม

รูปที่ 15 ตู้แช่แบบเคาน์เตอร์บริการ มีการถ่ายเทความเย็น (โดยพัดลม) (แบบนอน)

(ข้อ 5.3.2.3)



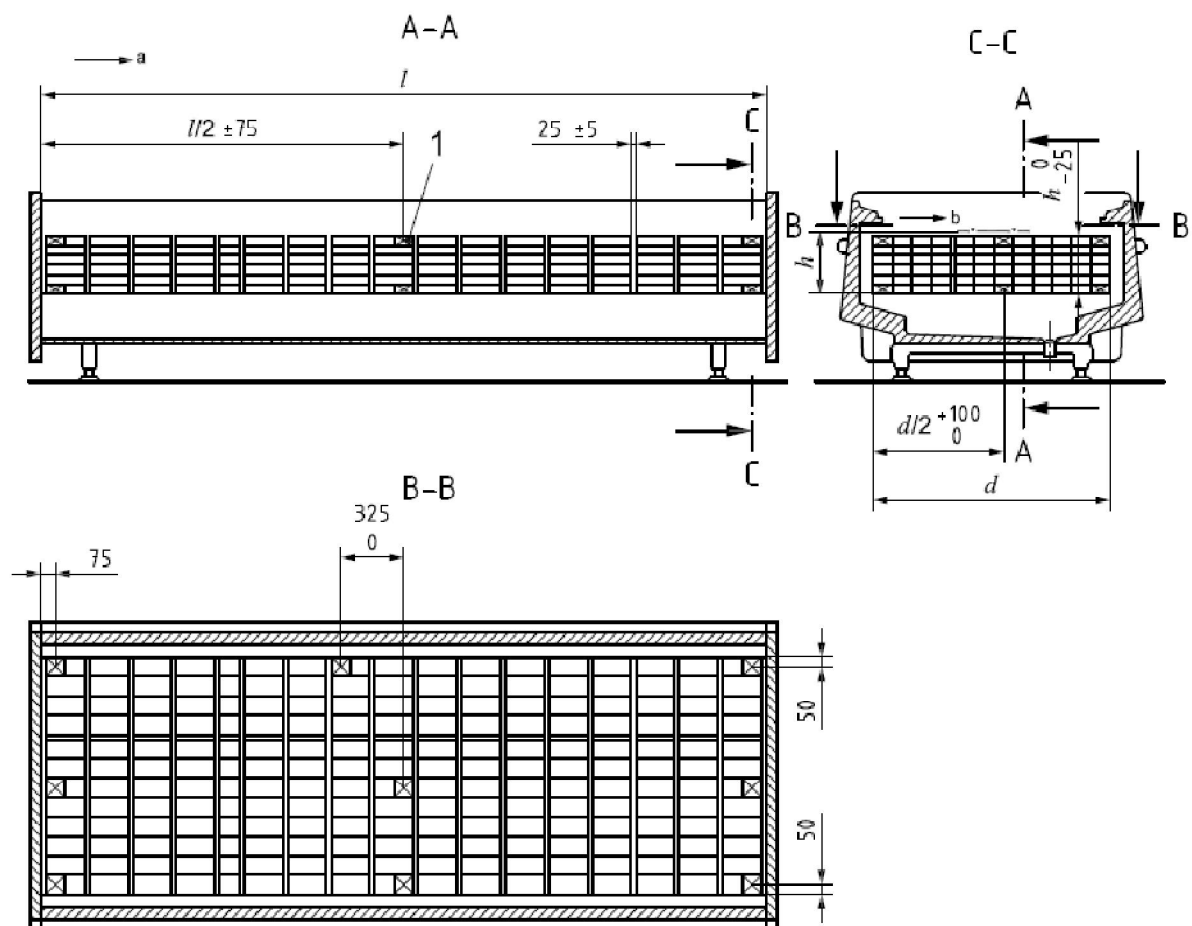
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

## สัญลักษณ์

- 1      สิ่งทดสอบ M
- d      ความลึกของชั้นที่ฐานตู้แช่
- l      ความยาวตู้แช่
- h      ความสูงกำหนดของการจัดวาง
- a      กระแสลมที่ไหลขนานกับระนาบของช่องเปิด (ในทิศตามยาว)
- b      ทิศทางไหลของอากาศเย็น

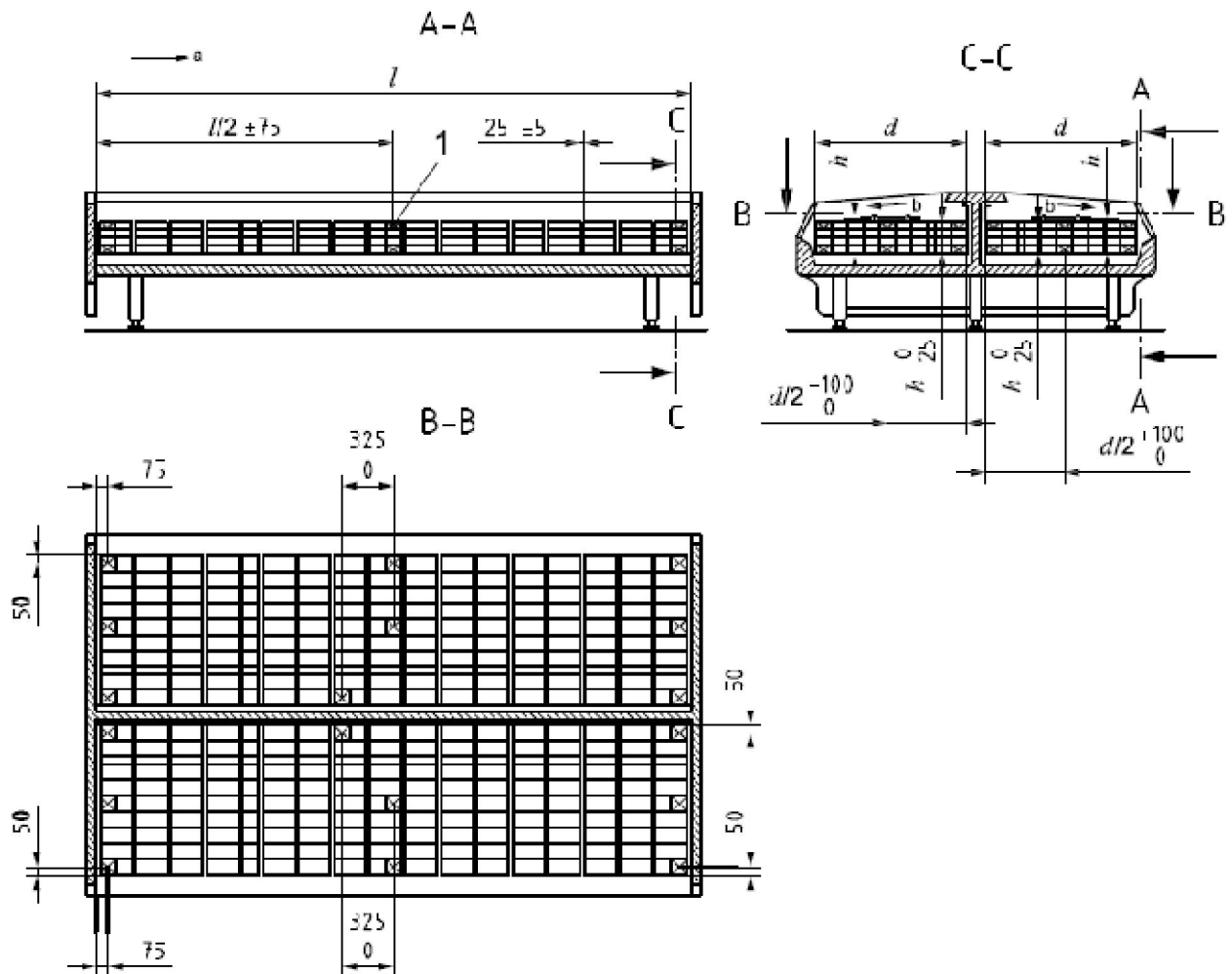
รูปที่ 16 ตู้แช่แบบเคาน์เตอร์บริการ ที่ถ่ายเทความเย็นตามธรรมชาติ (ไม่มีพัดลม)

(ข้อ 5.3.2.3)



ก) ตู้แช่แบบตั้งกลางห้อง ส่องอากาศเย็นโดยพัดลม (แบบนอน เปิดโล่ง)

รูปที่ 17 ตู้แช่แบบตั้งกลางห้อง ส่องอากาศเย็นโดยพัดลม (แบบนอน เปิดโล่ง) และแบบระบายความเย็นตรงกลาง



ข) ตู้แช่แบบตั้งกลางห้อง แบบระบายความเย็นตรงกลาง

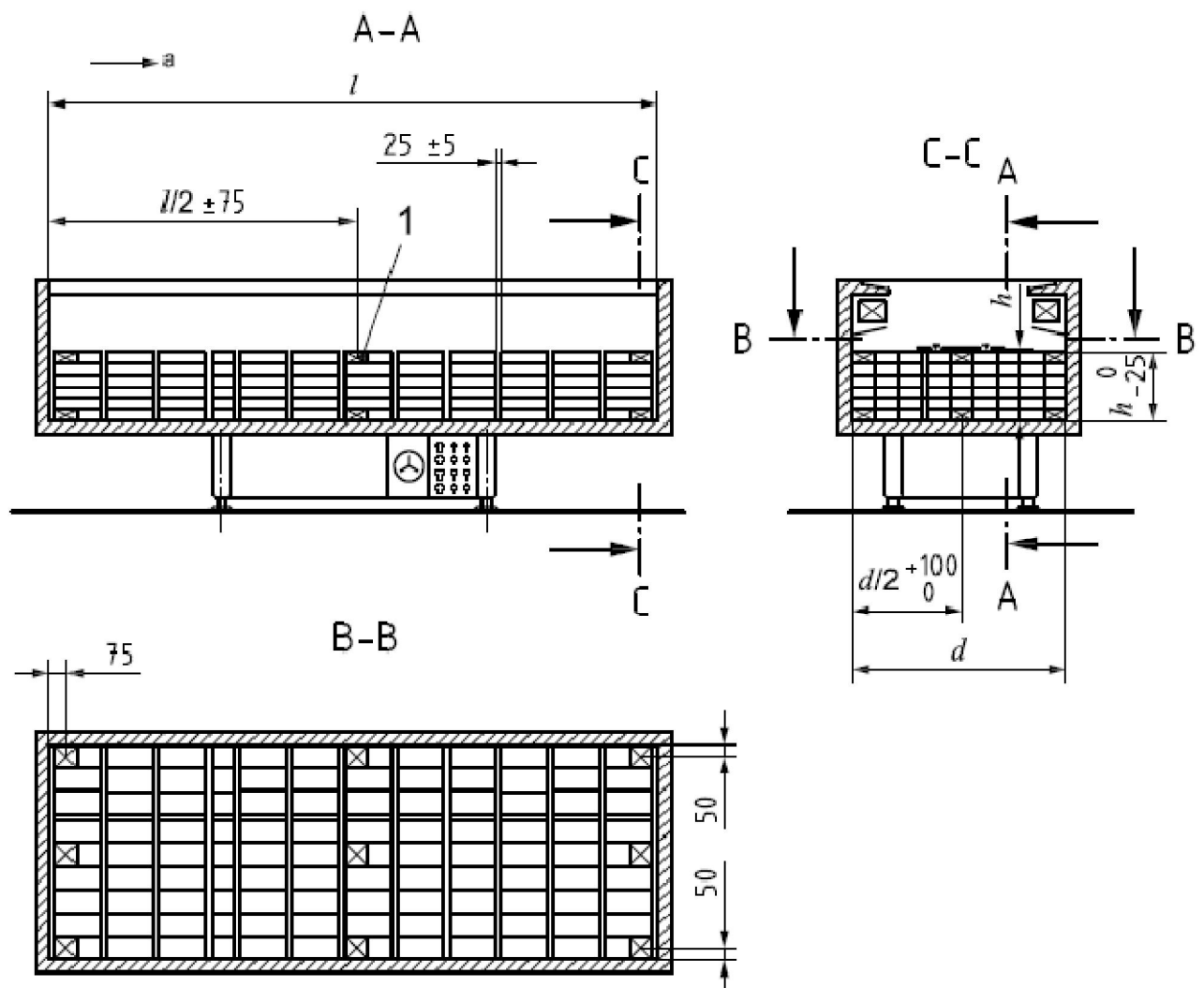
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

สัญลักษณ์

- $l$  ความยาวตู้แช่
- $d$  ความลึกของชั้นที่ฐานตู้แช่
- $h$  ความสูงกำหนดของการจัดวาง
- $1$  สิ่งทดสอบ M
- $a$  กระแสลมที่ไหลขนานกับระนาบของช่องเปิด (ในทิศตามยาว)
- $b$  ทิศทางไหลของอากาศเย็นจากพัดลม

รูปที่ 17 ตู้แช่แบบตั้งกลางห้อง ส่งอากาศเย็นโดยพัดลม (แบบนอน เปิดโล่ง) และระบายความเย็นตรงกลาง (ต่อ)

(ข้อ 5.3.2.3)



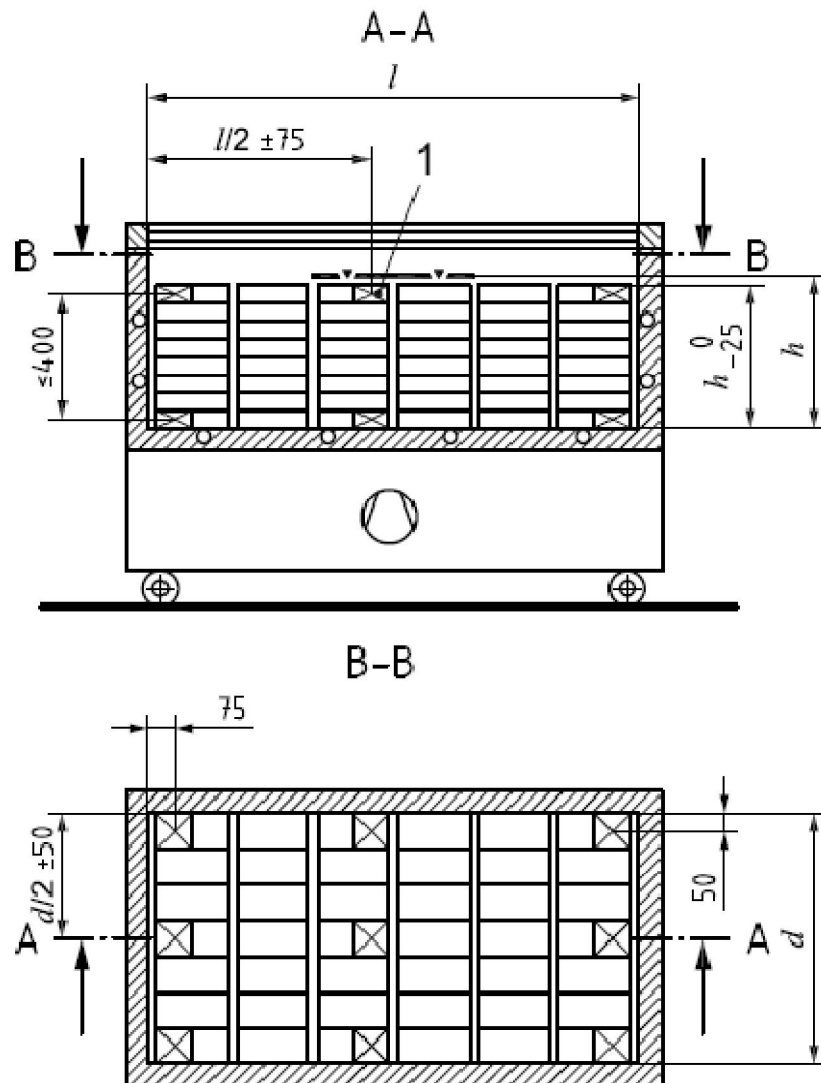
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

สัญลักษณ์

- |     |                                                  |
|-----|--------------------------------------------------|
| 1   | สิ่งทดสอบ M                                      |
| $l$ | ความยาวค้ำ                                       |
| $d$ | ความลึกของชั้นที่ฐานค้ำ                          |
| $h$ | ความสูงกำหนดของการจัดวาง                         |
| $a$ | กระแสมที่ไหลขนานกับระนาบของช่องเปิด(ในทิศตามยาว) |

รูปที่ 18 ตู้แช่แบบตั้งกลางห้อง แบบถ่ายเทความเย็นตามธรรมชาติโดยไม่มีพัดลม (แบบนอน ปิดโล่ง)

(ข้อ 5.3.2.3)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

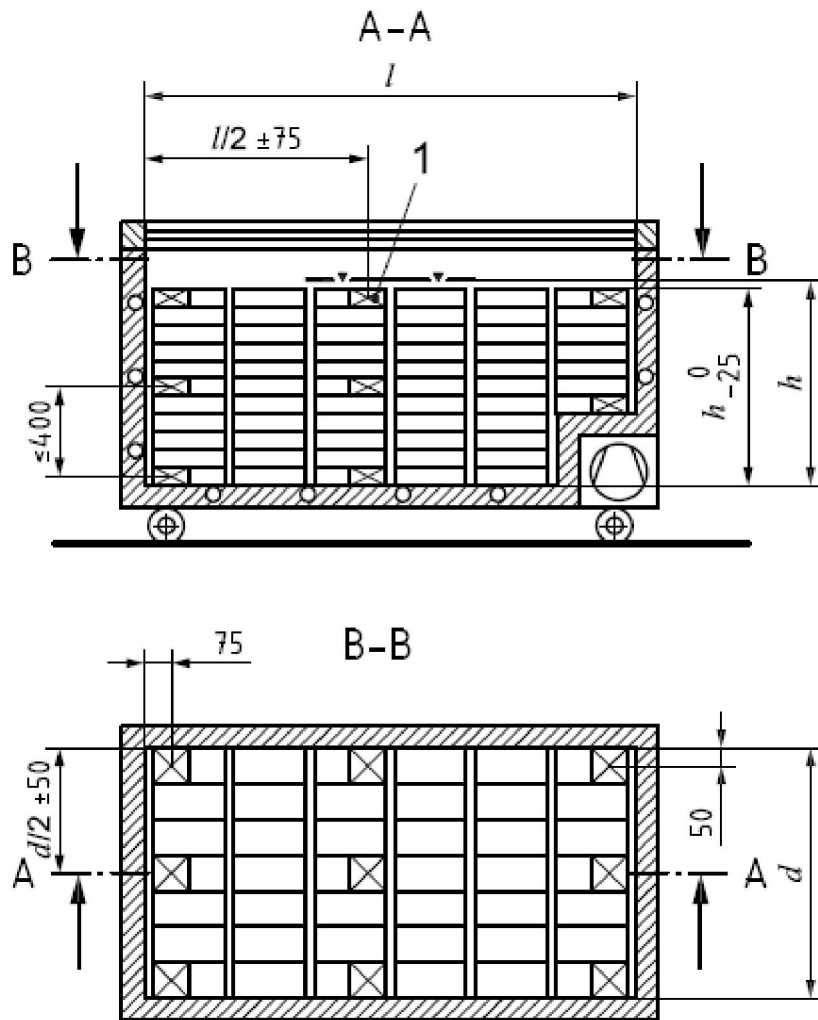
สัญลักษณ์

- 1      สิ่งทดสอบ M
- $l$       ความยาวตู้แช่
- $d$       ความลึกของชั้นที่ฐานตู้แช่
- $h$       ความสูงกำหนดของการจัดวาง

รูปที่ 19 ตู้แช่แบบตั้งกลางห้อง ชนิดฝากระจกเลื่อน แบบฐานเรียบมีหรือไม่มีท่อสารทำความเย็นที่ฐาน  
(แบบนอน มีฝาปิด)

(ข้อ 5.3.2.3)





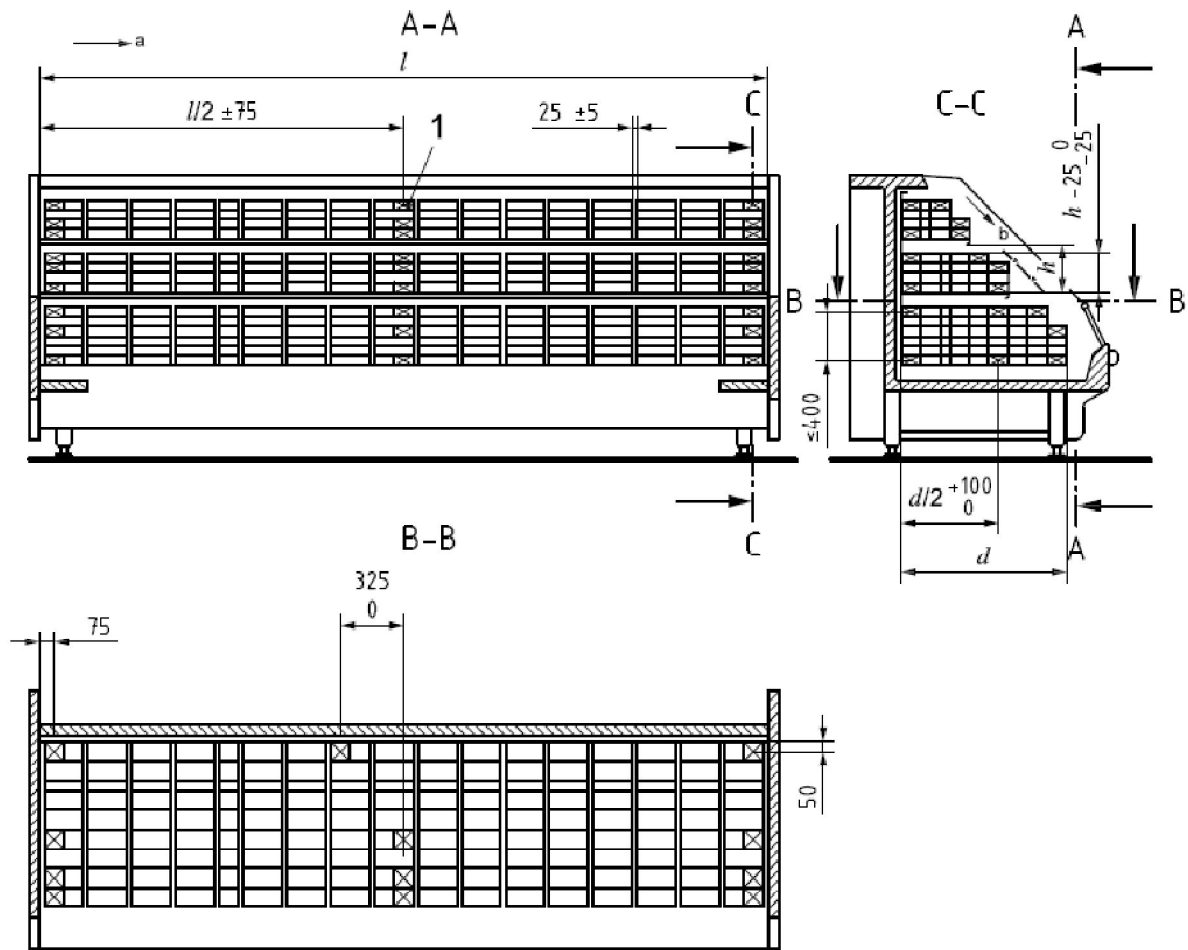
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

สัญลักษณ์

- 1 ลึงทดสอบ M
- $l$  ความยาวตู้แช่
- $d$  ความลึกของชั้นที่ฐานตู้แช่
- $h$  ความสูงกำหนดของการจัดวาง

รูปที่ 20 ตู้แช่แบบตั้งกลางห้อง ชนิดฝากระจกเลื่อน แบบฐานต่างระดับ มีหรือไม่มีท่อสารทำความเย็นที่ฐาน (แบบนอน มีฝาปิด)

(ข้อ 5.3.2.3)



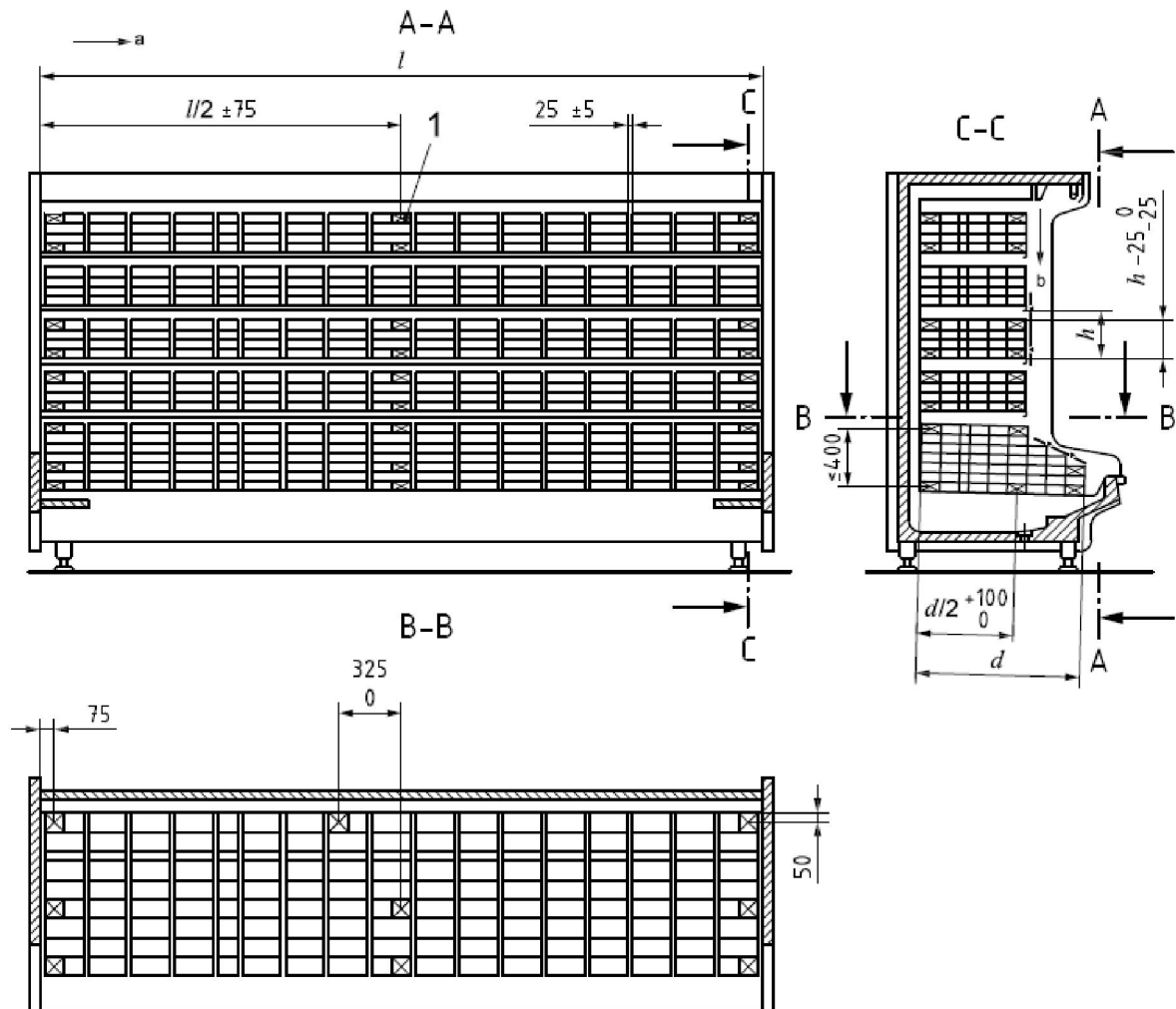
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

### สัญลักษณ์

- 1 สิ่งทดสอบ M
- $l$  ความยาวตู้แช่
- $d$  ความลึกของชั้นที่ฐานตู้แช่
- $h$  ความสูงกำหนดของการจัดวาง
- $a$  กระแสลมที่ไหลขนานกับระนาบของช่องเปิด(ในทิศตามยาว)
- $b$  ทิศทางไหลของอากาศเย็นจากพัดลม

รูปที่ 21 ตู้แช่แบบกึ่งตั้ง มีการถ่ายเทความเย็น (โดยพัดลม) (แบบตั้ง เปิดโล่ง)

(ข้อ 5.3.2.3)



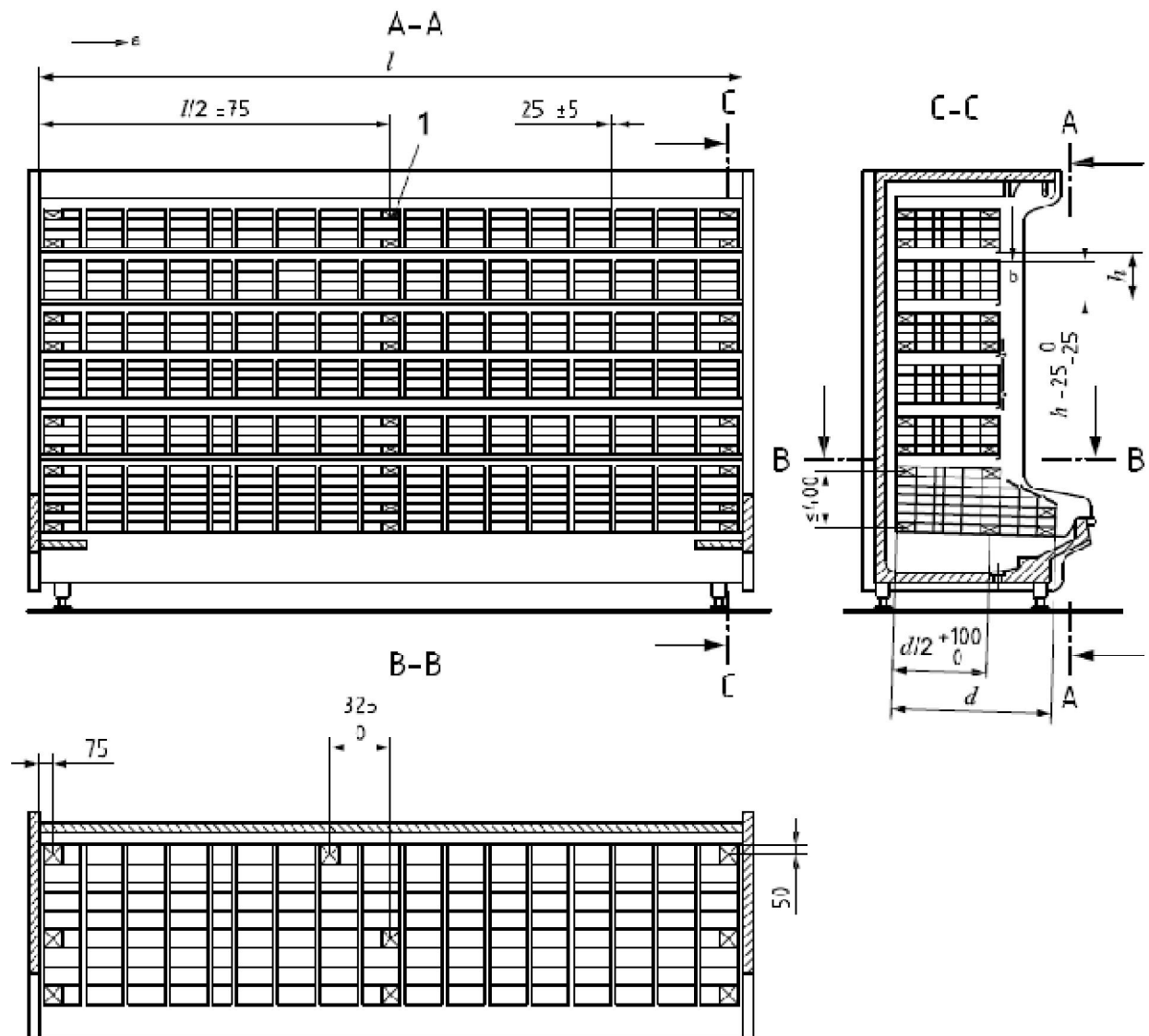
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

### สัญลักษณ์

- $l$  ความยาวตู้แช่
- $d$  ความลึกของชั้นที่ฐานตู้แช่
- $h$  ความสูงกำหนดของการจัดวาง
- $l$  สิ่งทดสอบ M
- $a$  กระแสลมที่ไหลขนานกับระนาบของช่องเปิด(ในทิศตามยาว)
- $b$  ทิศทางไหลของอากาศเย็นจากพัดลม

รูปที่ 22 ตู้แช่แบบหลายชั้น มีการถ่ายเทความเย็น (โดยพัดลม) (แบบตั้ง เปิดโล่ง)

(ข้อ 5.3.2.3)



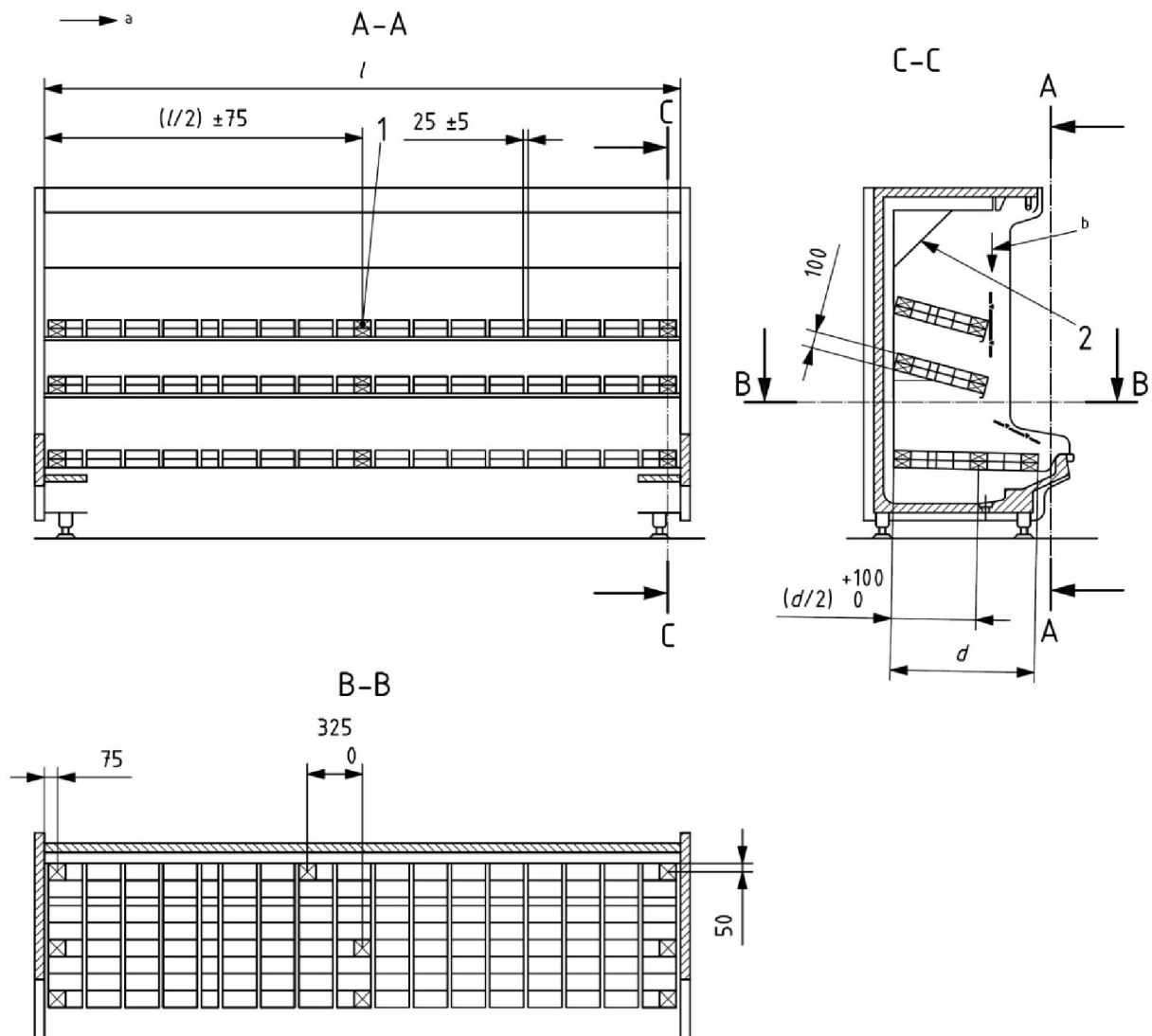
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

### สัญลักษณ์

- $l$  ความยาวตู้แช่
- $d$  ความลึกของชั้นที่ฐานตู้แช่
- $h$  ความสูงกำหนดของการจัดวาง
- $l$  สิ่งทดสอบ M
- $a$  กระแสลมที่ไหลขนานกับระนาบของช่องเปิด (ในทิศตามยาว)
- $b$  ทิศทางไหลของอากาศเย็นจากพัดลม

### รูปที่ 23 ตู้แช่แบบหลายชั้น ส่งอากาศเย็นโดยพัดลม (แบบตั้ง เปิดโล่ง)

(ข้อ 5.3.2.3)



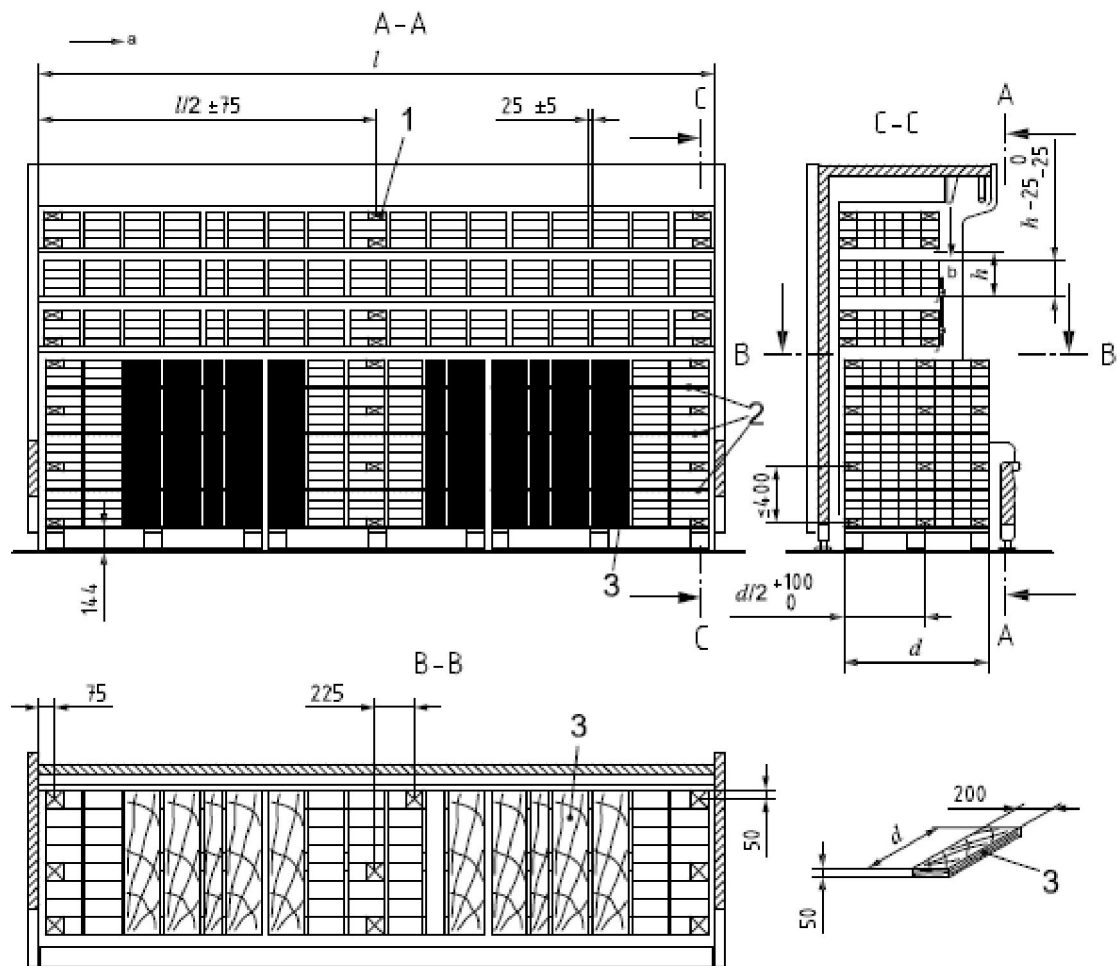
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

### สัญลักษณ์

- $l$  ความยาวตู้แช่
- $d$  ความลึกของชั้นที่ฐานตู้แช่
- $h$  ความสูงกำหนดของการจัดวาง
- $l$  สิ่งทดสอบ M
- 2 กระจกเงา
- a กระแสลมที่ไหลขนานกับระนาบของช่องเปิด(ในทิศตามยาว)
- b ทิศทางไหลของอากาศเย็นจากพัดลม

รูปที่ 24 ตู้แช่เย็นแบบหลายชั้น ส่งอากาศเย็นโดยพัดลม สำหรับอาหารที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพ (แบบตั้ง เปิดโล่ง)

(ข้อ 5.3.2.3)

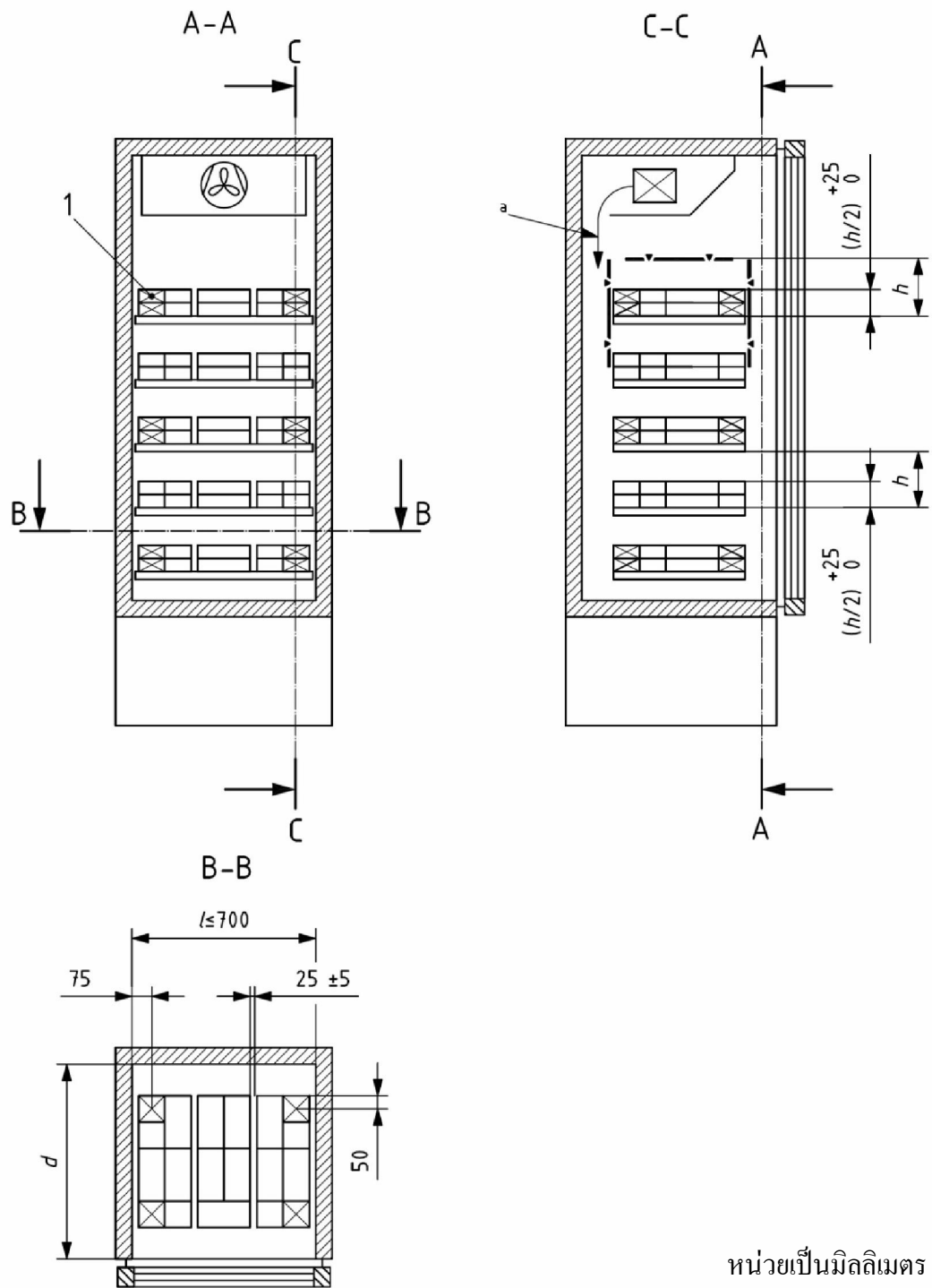


หน่วยเป็นมิลลิเมตร

#### สัญลักษณ์

- $l$  ความยาวตู้แช่
- $d$  ความลึกของชั้นที่ฐานตู้แช่
- $h$  ความสูงกำหนดของการจัดวาง
- $1$  สิ่งทดสอบ M
- $2$  ตะแกรง (grids)
- $3$  สิ่งทดสอบไม้
- $a$  กระแสลมที่ไหลขนานกับระนาบของช่องเปิด(ในทิศตามยาว)
- $b$  ทิศทางไหลของอากาศเย็นจากพัดลม

รูปที่ 25 ตู้แช่แบบเข็นสินค้าเข้า (roll-in cabinet) ส่งอากาศเย็นโดยพัดลม (แบบตั้ง เปิดโล่ง)  
(ข้อ 5.3.2.3)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

สัญลักษณ์

|     |                                                   |     |                            |
|-----|---------------------------------------------------|-----|----------------------------|
| $l$ | ความยาวตู้แช่ วาง                                 | $d$ | ความลึกของชั้นที่ฐานตู้แช่ |
| $h$ | ความสูงกำหนดของการจัดวาง                          | $l$ | สิ่งทดสอบ M                |
| $a$ | กระแสดมที่ไหลขนานกับระนาบของช่องเปิด(ในทิศตามยาว) |     |                            |

รูปที่ 26 ตู้แช่แบบประตูกระจก (แบบตั้ง ฝาปิด)

(ข้อ 5.3.2.3)

#### 5.3.2.4 การเดินเครื่องก่อนการทดสอบ (running in)

การทดสอบตู้แช่ที่มีชุดคอนเดนซึ่งแยกต่างหาก สภาวะทำงานจะต้องเป็นไปตามที่ผู้ทำกำหนด ต้องปรับตั้งตัวควบคุมชนิดอัตโนมัติแบบปรับตั้งได้เพื่อให้ได้ชั้นอุณหภูมิของสิ่งทดสอบ M ตามที่กำหนด ในกรณีที่ตัวควบคุมนั้นปรับตั้งไม่ได้ต้องทดสอบตู้แช่ตามสภาพที่ได้รับมา

การละลายน้ำแข็งต้องปฏิบัติตามที่ผู้ทำแนะนำ ก่อนเริ่มการทดสอบให้เปิดสวิทช์ให้ตู้แช่ทำงานอย่างน้อย 2 h ที่ชั้นภูมิอากาศที่กำหนดโดยไม่ต้องบรรจุสิ่งทดสอบในตู้แช่ และระบบทำความเย็น ระบบควบคุม หรือระบบละลายน้ำแข็งต้องไม่ทำงานผิดปกติ มิฉะนั้นต้องเพิ่มเวลาเดินเครื่องก่อนการทดสอบตามความเหมาะสม

หลังการเดินเครื่องก่อนการทดสอบ ให้บรรจุสิ่งทดสอบและสิ่งทดสอบ M ในตู้แช่ตามข้อ

#### 5.3.2.3

หลังจากบรรจุสิ่งทดสอบแล้ว ให้ตู้แช่ทำงานจนกระทั่งเข้าสู่ภาวะเสถียร (ข้อ 5.3.2.5) และตลอดคาบการทดสอบ (ข้อ 5.3.2.6) ต้องรักษาอุณหภูมิห้องทดสอบตามชั้นภูมิอากาศที่กำหนดในข้อ 5.3.1 พร้อมทั้งบันทึกอุณหภูมิของสิ่งทดสอบ M

ตู้แช่ที่เจตนาให้หยุดใช้งานตอนกลางคืน อาจไม่เกิดภาวะเสถียร ดังนั้นให้เดินเครื่องก่อนการทดสอบอย่างน้อย 2 h โดยไม่บรรจุสิ่งทดสอบในตู้แช่ จากนั้นจึงบรรจุสิ่งทดสอบแล้วให้ทำงานต่ออีกอย่างน้อย 2 h จึงเริ่มคาบการทดสอบ

#### 5.3.2.5 ภาวะเสถียร

อุณหภูมิแปรผันเป็นวัฏจักร และช่วงเวลาของวัฏจักรขึ้นกับเวลาระหว่างการละลายน้ำแข็ง 2 คาบติดต่อกัน

ให้ถือว่าการทำงานของตู้แช่อยู่ในภาวะเสถียร ถ้าในระหว่างคาบการทดสอบ 24 h ค่าความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิของสิ่งทดสอบ M มีค่าอยู่ในช่วงไม่เกิน  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  ณ จุดสมนัยกันบนเส้นโค้งอุณหภูมิ

ตู้แช่แบบปิด ภาวะในตู้ต้องเสถียรก่อนที่ทดสอบเกี่ยวกับลำดับในการเปิดประตูตู้แช่ (ดูข้อ 5.3.3.2) และถ้าตู้แช่ดังกล่าวมีไฟแสงสว่าง ต้องเปิดไฟแสงสว่างไว้อย่างต่อเนื่อง

ตู้แช่แบบเปิด ที่มีไฟแสงสว่างและมีฝาปิดตอนกลางคืน ภาวะเสถียรจะต้องเกิดขึ้นในขณะที่ตู้แช่และไฟแสงสว่างเปิดอย่างต่อเนื่อง

#### 5.3.2.6 คาบการทดสอบ

คาบการทดสอบต้องมีช่วงระยะเวลาดังต่อไปนี้



- ก) ไม่น้อยกว่า 12 h สำหรับตู้แช่ที่เจตนาให้หยุดใช้งานตอนกลางคืน
- ข) ไม่น้อยกว่า 24 h สำหรับตู้แช่แบบปิด และตู้แช่อื่น ๆ ทุกชนิดในภาวะเสถียร

#### 5.3.2.7 ไฟแสงสว่าง และฝาปิดตอนกลางคืน (night covers)

##### 5.3.2.7.1 ไฟแสงสว่าง

ตู้แช่ที่มีไฟแสงสว่าง ให้ทดสอบตามข้อ 5.3.3 ถึงข้อ 5.3.6 ดังต่อไปนี้

- ก) การทดสอบครั้งที่ 1 ให้เปิดไฟแสงสว่างของตู้แช่เป็นเวลาต่อเนื่อง 24 h
- ข) การทดสอบครั้งที่ 2 ให้เปิดไฟแสงสว่างของตู้แช่เป็นเวลา 12 h ต่อจากนั้นให้ปิดไฟแสงสว่างของตู้แช่เป็นเวลา 12 h

##### 5.3.2.7.2 ฝาปิดตอนกลางคืน

ถ้าหากตู้แช่แบบเปิด มีฝาปิดตอนกลางคืนให้มาด้วย ให้ทำการทดสอบดังต่อไปนี้

- ก) การทดสอบครั้งที่ 1 ให้เปิดฝาปิดตอนกลางคืน และเปิดไฟแสงสว่างของตู้แช่ต่อเนื่องเป็นเวลา 24 h
- ข) การทดสอบครั้งที่ 2 ให้เปิดฝาปิดตอนกลางคืน และเปิดไฟแสงสว่างของตู้แช่ต่อเนื่องเป็นเวลา 12 h ต่อจากนั้นให้ปิดฝาปิดตอนกลางคืน และปิดไฟแสงสว่างของตู้แช่เป็นเวลา 12 h

#### 5.3.2.8 อุปกรณ์เสริม

ในกรณีที่ตู้แช่มีอุปกรณ์เสริมสมรรถนะ ต้องทดสอบเพิ่มต่างหาก และต้องระบุไว้ในรายงานการทดสอบ (ดูข้อ 6.)

#### 5.3.2.9 ภาวะของสารทำความเย็นเหลวขาเข้า

อุณหภูมิสารทำความเย็นเหลวขาเข้าตู้แช่ ต้องสูงกว่าอุณหภูมิที่กำหนดของห้องทดสอบไม่เกิน 10 °C ระหว่างการทดสอบต้องไม่เกิดสภาวะ “ฟองแก๊ส (flash gas)” ซึ่งยืนยันได้โดยการสังเกต (ในกรณีที่ผู้ทำติดตั้งตามวามาให้ด้วย)

#### 5.3.2.10 แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากำหนดไว้ดังนี้ แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน  $\pm 2\%$  และค่าความถี่ไม่เกิน  $\pm 1\%$  จากค่าที่ระบุไว้ในแผ่นป้ายของตู้แช่ หรือที่ระบุไว้ที่ตำแหน่งอื่น

### 5.3.2.11 การทดสอบตู้แช่หลายตู้ในห้องเดียวกัน

ในการทดสอบตู้แช่หลายตู้ในห้องเดียวกัน ต้องจัดวางตู้แช่ให้เหมาะสม เช่นการใช้ผนังกัน เพื่อให้แน่ใจว่าสถานะแวดล้อมของตู้แช่แต่ละตู้เป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ใน ข้อ 5.3.1. และ ข้อ 5.3.2

## 5.3.3 การทดสอบอุณหภูมิ

### 5.3.3.1 ภาวะทดสอบ

ต้องจัดวางตู้แช่และบรรจุสิ่งทดสอบตามที่กำหนดใน ข้อ 5.3.1 และข้อ 5.3.2 การทำงานของตู้แช่ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ทำที่ภาวะที่เหมาะสมตามชั้นภูมิอากาศของห้องทดสอบที่เกี่ยวข้อง (ดูข้อ 5.3.1.3.1 ) และทำการทดสอบตามเวลาที่กำหนดไว้ในข้อ 5.3.2.6 พร้อมทั้งบันทึกค่าที่ตรวจวัด สำหรับการปิด-เปิดไฟแสงสว่างและฝาปิดตอนกลางคืน(ถ้ามี) ให้เป็นไปตามข้อ 5.3.2.7

### 5.3.3.2 ตู้แช่แบบปิด

การทดสอบตู้แช่แบบปิด ต้องทดสอบกับตู้แช่ที่มีอุปกรณ์ครบสมบูรณ์ ไม่ว่ามีประตูหรือฝาปิดจำนวนเท่าใด สำหรับอาหารแช่แข็งให้เปิดประตูหรือฝาปิดแต่ละบาน 6 ครั้งต่อชั่วโมง สำหรับอาหารแช่เย็นให้เปิดประตูหรือฝาปิดแต่ละบาน 10 ครั้งต่อชั่วโมง ทั้งนี้ให้ปิดประตูตู้แช่ ที่ใช้สำหรับงานซ่อมบำรุง งานทำความสะอาดหรือบรรจุสินค้า ระหว่างการทดสอบนี้ ในกรณีที่ทำการทดสอบตู้แช่มีประตูหรือฝาปิดมากกว่า 1 บาน ลำดับในการเปิดประตูหรือฝาปิดจะต้องสลับกันดังเช่น ตู้แช่ที่มีประตู 2 บาน

ที่ใช้กับอาหารแช่แข็ง โดยเริ่มลำดับการเปิดประตู

ที่เวลา 0 min เปิดประตูหมายเลข 1

ที่เวลา 5 min เปิดประตูหมายเลข 2

ที่เวลา 10 min เปิดประตูหมายเลข 1

ที่เวลา 15 min เปิดประตูหมายเลข 2 เป็นต้น

สำหรับตู้แช่ที่ใช้กับอาหารแช่เย็น เริ่มลำดับการเปิดประตู

ที่เวลา 0 min เปิดประตูหมายเลข 1

ที่เวลา 3 min เปิดประตูหมายเลข 2

ที่เวลา 6 min เปิดประตูหมายเลข 1

ที่เวลา 9 min เปิดประตูหมายเลข 2 เป็นต้น

ต้องเปิดประตูหรือฝาปิดที่เป็นแบบบานพับ กว้างมากกว่า  $60^\circ$  ประตูหรือฝาปิดที่เป็นกระจกเลื่อนต้องเปิดอย่างน้อย 80% ของที่เปิดได้

อาหารแช่แข็ง ต้องเปิดประตูหรือฝาปิดเป็นเวลานาน 6 s โดยให้เปิดกว้างอย่างน้อยเท่ากับที่กำหนดไว้เป็นเวลา 4 s

อาหารแช่เย็น ต้องเปิดประตูหรือฝาปิดเป็นเวลานาน 15 s โดยให้เปิดกว้างอย่างน้อยเท่ากับที่กำหนดไว้เป็นเวลา 13 s

ก่อนเริ่มทดสอบการเปิดประตูในคาบ 12 h ต้องเปิดประตูหรือฝาปิดแต่ละบานหนึ่งครั้งเป็นเวลา 3 min สำหรับตู้แช่ที่มีประตูหรือฝาปิดมากกว่า 1 บาน ให้เปิดประตูหรือฝาปิดแต่ละบานหนึ่งครั้งเป็นเวลา 3 min เรียงกันตามลำดับ

รอบการเปิดประตูหรือฝาปิด ภายในคาบการทดสอบ 24 h ต้องกระทำรวมเป็นเวลา 12 h กรณีคาบการทดสอบ 12 h การเปิดประตูหรือฝาปิดต้องเริ่มที่จุดเริ่มต้นของคาบการทดสอบ

ตู้แช่แบบปิดให้ทดสอบเฉพาะข้อ 5.3.2.7.1 ข. เท่านั้น

### 5.3.3.3 ตู้แช่แบบตั้งกลางห้องชนิดเป่าลมตรงกลาง

#### 5.3.3.3.1 การทดสอบตู้แช่แบบตั้งกลางห้องชนิดเป่าลมตรงกลาง ต้องพิจารณาความหลากหลายของการออกแบบดังต่อไปนี้

- แบบ ก) มีพื้นที่แช่สินค้าในตู้แช่ ที่มีระบบจ่ายลม (พัดลม ท่อลม) และ/หรือ ระบบทำความเย็น (เครื่องระเหย) ใช้ร่วมกันทั้งสองข้างของตู้แช่
- แบบ ข) มีพื้นที่แช่สินค้าในตู้แช่ ที่มีระบบจ่ายลมและระบบทำความเย็น (เครื่องระเหย) แยกกันโดยสิ้นเชิง ตู้แช่จะมีด้านข้างที่เท่ากันและสมมาตรกัน อุปกรณ์ทางไฟฟ้าทุกอย่าง (มอเตอร์พัดลม เครื่องทำความร้อนกันการควบแน่นของไอน้ำบนพื้นผิวของตู้แช่ เครื่องละลายน้ำแข็ง) เครื่องระเหยและวาล์วลดความดัน จะเหมือนกันในแต่ละปริมาตรทำความเย็น และระบบควบคุมอุณหภูมิ เช่นระบบควบคุมการละลายน้ำแข็ง จะติดตั้งสมมาตรซึ่งกันและกัน และทำงานอย่างเป็นอิสระซึ่งกันและกัน ในแต่ละปริมาตรทำความเย็นที่กำหนด

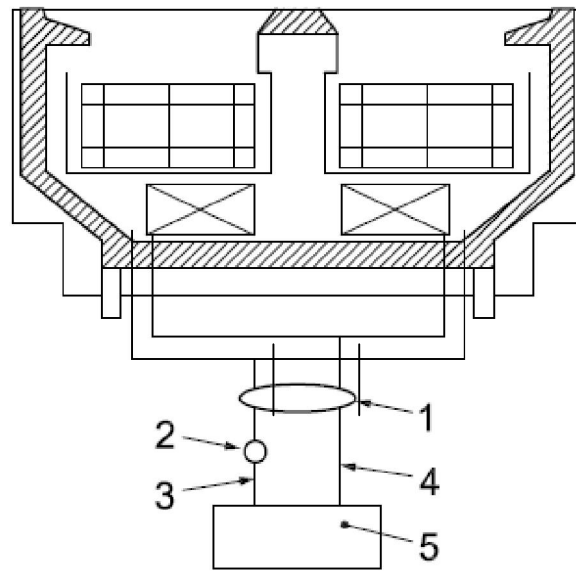
## กระบวนการทดสอบ

## - แบบ ก)

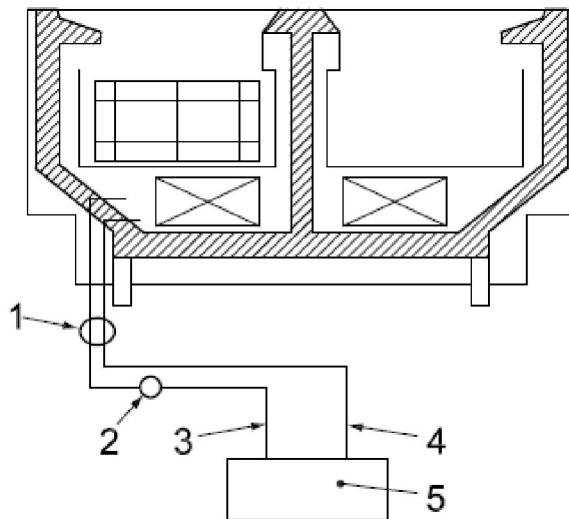
ต้องต่อตู้แช่ทั้งตู้เข้ากับชุดทำความเย็นโดยใช้ท่อของเหลวหลัก 1 ท่อ และท่อด้านดูดหลัก 1 ท่อ และถึงแม้ว่าตู้แช่แบบตั้งกลางห้องนั้นจะมี เครื่องระเหย 2 ชุดที่มีท่อแยกจากกัน ต้องต่อท่อด้านดูดและท่อของเหลวของชุด เครื่องระเหยนั้นเข้ากับท่อหลัก 2 ท่อ ข้างต้น โดยจะต่อภายในหรือภายนอกของตู้แช่ก็ได้ ต้องวัดอุณหภูมิ ความดัน และอัตราไหลเชิงมวลของสารทำความเย็นที่ท่อหลักดังกล่าวนั้น ต้องหุ้มฉนวนท่อจากข้างนอกของตู้แช่ไปยังตำแหน่งที่ทำการวัด ตู้แช่ทั้งสองด้านต้องบรรจุด้วยสิ่งทดสอบ M และให้สังเกตอุณหภูมิทั้งสองด้านของตู้แช่ (รูปที่ 27 ก))

## - แบบ ข)

อาจทำการทดสอบตู้แช่เพียงด้านเดียว เสมือนการทดสอบตู้เดี่ยว บรรจุสิ่งทดสอบ M ลงในด้านการทดสอบ และต่อตู้แช่เข้ากับชุดทำความเย็น



ก) แบบ ก)



ข) แบบ ข)

สัญลักษณ์

- 1 การวัดอุณหภูมิและความดัน เช่นเดียวกับการทดสอบตู้เดี่ยว (ดูข้อ 5.3.6.2.1 และรูปที่ 31)
- 2 มาตรวัดอัตราการไหลเชิงมวลของสารทำความเย็น (ดูข้อ 5.3.6.2.1 และรูปที่ 31)
- 3 ท่อจ่ายสารทำความเย็นเหลว (ดูข้อ 5.3.6.2.1 และรูปที่ 31)
- 4 ท่อไหลกลับของไอสารทำความเย็น (ดูข้อ 5.3.6.2.1 และรูปที่ 31)
- 5 ชุดควบแน่น

รูปที่ 27 ตู้แช่แบบตั้งกลางห้องชนิดเป่าลมตรงกลาง แบบ ก) และ แบบ ข)

### 5.3.3.3.2 การวัดและการคำนวณการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยตรง (DEC) และการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็น (REC) (ดูข้อ 5.3.6) ให้พิจารณาดังนี้

- สำหรับ แบบ ข) ทดสอบด้านเดียวของตู้แช่

ค่า  $REC_{RC}$  รวม มีค่าเป็นสองเท่าของค่าที่คำนวณของการทดสอบด้านเดียว

ค่า DEC รวม มีค่าเป็นสองเท่าของค่าที่คำนวณของการทดสอบด้านเดียว

- สำหรับ แบบ ข) ทดสอบสองด้าน ให้คำนวณเช่นเดียวกับการทดสอบแบบ ก)

- สำหรับการคำนวณ พื้นที่แสดงสินค้าทั้งหมด (TDA) ดูรูปที่ ก.8

### 5.3.3.4 การตรวจสอบการละลายน้ำแข็ง

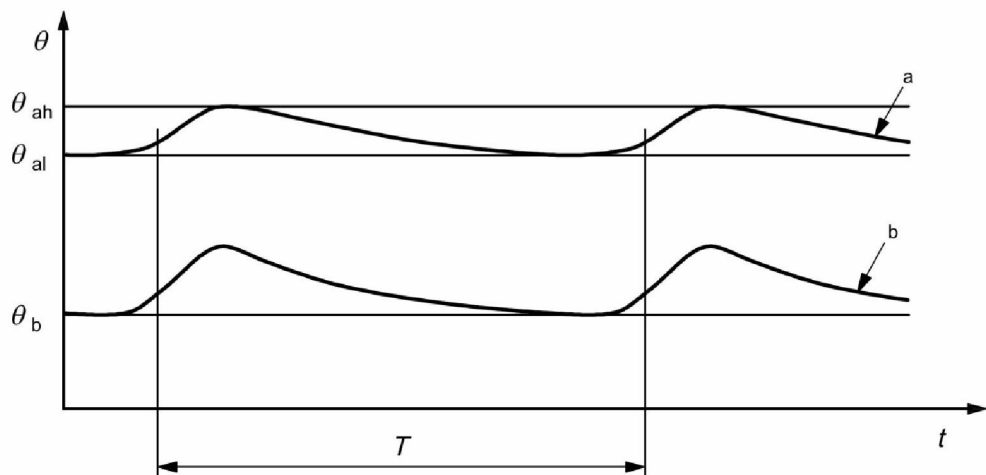
หลังจากสิ้นสุดคาบการทดสอบอุณหภูมิที่ปลายสุดของคาบเวลาของการละลายน้ำแข็งครั้งถัดไป (สำหรับตู้แช่แบบปิด หลังจากสิ้นสุดการทดสอบการเปิดประตูอย่างน้อย 12 h) ให้หยุดการทำงานของตู้แช่ และนำเอาสิ่งทดสอบออกจากตู้แช่ (ตามความจำเป็น) ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ จากนั้นให้ถอดอุปกรณ์และชิ้นส่วนออกตามความจำเป็น แล้วตรวจสอบพื้นผิวทุกผิวภายใน ตู้แช่ ยกเว้นพื้นผิวของสิ่งทดสอบเพื่อดูว่ามีน้ำ น้ำแข็ง ฝาน้ำแข็ง หรือเกล็ดหิมะหลงเหลืออยู่หรือไม่ ในกรณีที่พบว่ามีน้ำ น้ำแข็ง ฝาน้ำแข็ง หรือเกล็ดหิมะหลงเหลืออยู่ และ/หรือ ตู้แช่คงอุณหภูมิ ณ จุดที่กำหนดไว้ไม่ได้ ให้ทำการทดสอบครั้งที่ 2 ต่อเนื่องไป ภายใต้เงื่อนไขเดิมโดยไม่ทำการปรับแต่งอุปกรณ์ควบคุมใด ๆ

### 5.3.3.5 เส้นโค้งอุณหภูมิ (temperature curves) ของสิ่งทดสอบ M

จากข้อมูลอุณหภูมิของสิ่งทดสอบ M ทั้งหมดที่บันทึกไว้ให้นำมาเขียนเป็นเส้นโค้งเทียบกับเวลา ดังนี้

- เส้นโค้งแสดงอุณหภูมิสิ่งทดสอบ M ที่อุ่นสุด (เส้นโค้งอุณหภูมิของสิ่งทดสอบ M ที่มียอดสูงสุด) (ดูรูปที่ 28)
  - เส้นโค้งแสดงอุณหภูมิสิ่งทดสอบ M ที่เย็นสุด (เส้นโค้งอุณหภูมิของสิ่งทดสอบ M ที่มีจุดต่ำที่สุด) (ดูรูปที่ 28)
  - เส้นโค้งแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยทางเลขคณิตของสิ่งทดสอบ M ทั้งหมด (ดูรูปที่ 29)
- ให้เก็บข้อมูลอุณหภูมิสิ่งทดสอบ M อื่นๆ ทั้งหมดไว้สำหรับอ้างอิง

ในกรณีตู้แช่ที่มีหลายชั้นอุณหภูมิ ให้เขียนเส้นโค้ง a , b และ c แยกต่างหาก สำหรับชั้นอุณหภูมิแต่ละชั้น



สัญลักษณ์

$\theta$       อุนหภูมิ

$\theta_{ah}$     อุนหภูมิสูงสุดของสิ่งทดสอบ M ที่อุ่นสุด

$\theta_b$       อุนหภูมิต่ำสุดของสิ่งทดสอบ M ที่เย็นสุด (สำหรับตู้แช่เย็นเท่านั้น ดูข้อ 4.2.2 ตารางที่ 1)

$\theta_{al}$     อุนหภูมิต่ำสุดของสิ่งทดสอบ M ทั้งหมด (สำหรับตู้แช่แข็งเท่านั้น ดูข้อ 4.2.2 ตารางที่ 1)

t          เวลา

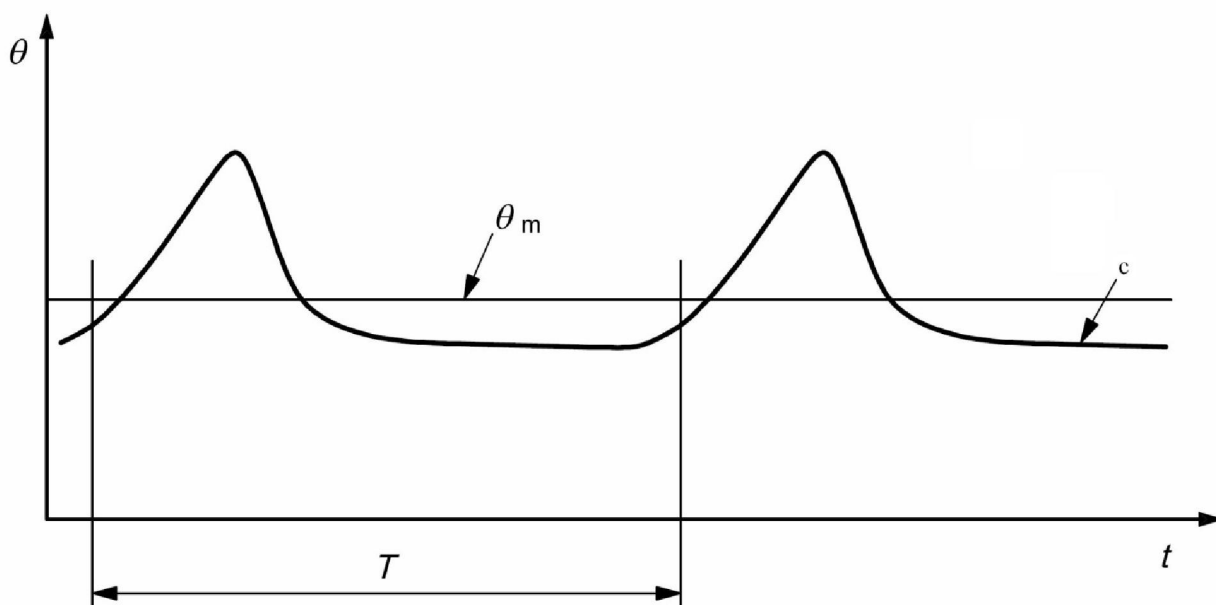
T          คาบการทดสอบ

a          เส้นโค้งอุนหภูมิของสิ่งทดสอบ M ที่อุ่นสุด

b          เส้นโค้งอุนหภูมิของสิ่งทดสอบ M ที่เย็นสุด

**รูปที่ 28 อุนหภูมิของสิ่งทดสอบ M ที่อุ่นสุดและเย็นสุด (เส้นโค้ง a และ b)**

(ข้อ 5.3.3.4)



สัญลักษณ์

$\theta$  อุนหภูมิ

$\theta_m$  ค่าเฉลี่ยของอุนหภูมิเฉลี่ย

$t$  เวลา

$T$  คาบการทดสอบ

$c$  เส้นโค้งอุนหภูมิเฉลี่ยทางเลขคณิตของสิ่งทดสอบ M ทั้งหมด

รูปที่ 29 อุนหภูมิเฉลี่ยทางเลขคณิตของสิ่งทดสอบ M (เส้นโค้ง c)

(ข้อ 5.3.3.5)

#### 5.3.3.6 การคำนวณค่าเฉลี่ยของอุนหภูมิเฉลี่ย

ให้คำนวณอุนหภูมิเฉลี่ยของตัวอย่าง  $n$  ของสิ่งทดสอบ M ทั้งหมดวัด ณ ระยะเวลาหนึ่ง ( $\theta_{cn}$ )

(เส้นโค้ง c ในรูปที่ 29) ตามสมการ ต่อไปนี้:

$$\theta_{cn} = \frac{1}{K_{maxc}} \times \sum_{k=1}^{K_{maxc}} (\theta_k)_n$$

เมื่อ

$n$  คือ ลำดับที่ของการวัด สำหรับตัวอย่างที่วัด ณ ระยะเวลาหนึ่ง

$k$  คือ สิ่งทดสอบ M ชิ้นที่  $k$

$K_{maxc}$  คือ จำนวนของสิ่งทดสอบ M ทั้งหมด



$(\theta_k)_n$  คือ อุณหภูมิของสิ่งทดสอบ  $M$  ชั้นที่  $k$  ที่ถูกวัดครั้งที่  $n$  ให้คำนวณอุณหภูมิเฉลี่ยทางเลขคณิตของสิ่งทดสอบ  $M$  ทั้งหมด ( $\theta_{mc}$ ) ของคาบการทดสอบจากอุณหภูมิเฉลี่ยที่ทำการวัด ณ ขณะใดขณะหนึ่ง ตามสมการดังต่อไปนี้

$$\theta_{mc} = \frac{1}{N_{\max}} \times \sum_{n=1}^{N_{\max}} \theta_{cn}$$

เมื่อ  $N_{\max}$  คือ จำนวนตัวอย่างที่ทำการวัดในระหว่างคาบการทดสอบ

สูตรนี้ใช้ได้เฉพาะช่วงระยะเวลาคงที่ (constant time intervals) ในระหว่างคาบการทดสอบ

### 5.3.4 การทดสอบการควบแน่นของไอน้ำ

#### 5.3.4.1 ภาวะทดสอบ

ต้องจัดวางตู้แช่ในตำแหน่งที่กำหนดและบรรจุสิ่งทดสอบตามที่กำหนดในข้อ 5.3.1 และข้อ 5.3.2 โดยตู้แช่ต้องทำงานตามคู่มือการใช้งานของผู้ทำที่ภาวะที่เหมาะสมกับชั้นภูมิอากาศของห้องทดสอบที่จะทำการทดสอบนั้น (ดูตารางที่ 3) จากนั้นตู้แช่ต้องทำงานตามคาบการทดสอบที่ระบุไว้ตามข้อ 5.3.2.6 และบันทึกค่าต่าง ๆ ที่ต้องวัด ทั้งนี้จะต้องปิด – เปิดไฟแสงสว่าง และฝาปิดตอนกลางคืน (ถ้ามี) ตามที่ระบุในข้อ 5.3.2.7 การทดสอบดังกล่าวอาจทำไปพร้อมกับการทดสอบอุณหภูมิ

ในกรณีที่ตู้แช่มีตัวทำความร้อนสำหรับป้องกันการควบแน่นซึ่งผู้ใช้ปิด – เปิดได้เอง ให้ปิดสวิตช์ตัวทำความร้อนเหล่านี้ในระหว่างการทดสอบ อย่างไรก็ตามถ้าขณะที่ทำการทดสอบการควบแน่นของไอน้ำพบว่า มีน้ำเกาะที่ผิวภายนอก ต้องทดสอบซ้ำโดยเปิดสวิตช์ตัวทำความร้อน

ก่อนที่จะเริ่มคาบการทดสอบ ต้องใช้ผ้าสะอาดเช็ดทำความสะอาดผิวภายนอกของตู้แช่ให้แห้ง ในกรณีที่ตู้แช่ติดตั้งอุปกรณ์ละลายน้ำแข็งอัตโนมัติ ให้เลือกทดสอบในคาบการทดสอบที่มีโอกาสเกิดการกลั่นตัวของน้ำมากที่สุด

#### 5.3.4.2 การแสดงผลการทดสอบ

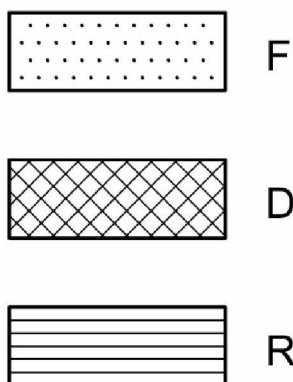
ให้ถือว่าตู้แช่ผ่านการทดสอบ ถ้าหากว่ารายงานผลการทดสอบไม่ปรากฏว่าควบแน่นของไอน้ำเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้มือสัมผัสโดยตรงบนผิวสิ่งทดสอบ หรือมีน้ำหยดลงบนผิวสิ่งทดสอบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ตรวจหาการควบแน่นของไอน้ำ ต้องได้ผลดังต่อไปนี้

- ก) ตู้แช่จะต้องรักษาอุณหภูมิให้สูงกว่าจุดน้ำค้างที่ชั้นภูมิอากาศที่กำหนด (ตารางที่ 3) เพื่อให้พื้นผิวตู้แช่ทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นด้านประชิดหรือด้านอื่นปราศจากความชื้น การรักษาอุณหภูมิอาจทำได้โดยการกรุ่นวน การระบายอากาศ หรือการทำความร้อน

- ข) ผิวภายในตู้แช่ ไม่ว่าที่ใดก็ตามที่มองเห็นได้ ต้องปราศจากการสะสมของความชื้น หรือน้ำแข็ง
- ค) ในระหว่างการละลายน้ำแข็งอาจยอมให้มีฝ้าเกาะอยู่ที่กระจกเงาในตู้แช่ได้ แต่ฝ้าเหล่านี้จะต้องระเหยหายไปเมื่อตู้แช่กลับมาทำงานตามปกติ

#### 5.3.4.3 การแสดงผลลัพธ์

ในระหว่างคาบการทดสอบ ถ้าพื้นผิวภายนอกมี หมอก หยดน้ำ หรือรอยน้ำไหลเป็นทางปรากฏ ให้ร่างรหัสภาพแสดงพื้นที่ใหญ่สุด และระดับการควบแน่นที่ปรากฏบนพื้นผิวทุกตำแหน่งที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบ ด้วยรหัสภาพและตัวอักษร F, D และ R ดังรูปที่ 30 ไว้ในรายงานการทดสอบ



สัญลักษณ์

F หมอก / ฝ้า

D หยดน้ำ

R น้ำไหลเป็นทาง

รูปที่ 30 รหัสภาพแสดงระดับการควบแน่น

(ข้อ 5.3.4.3)

### 5.3.5 การทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

#### 5.3.5.1 ภาวะทดสอบ

ต้องจัดวางตู้แช่และบรรจุสิ่งทดสอบตามที่กำหนดในข้อ 5.3.1 และข้อ 5.3.2 โดยตู้แช่ต้องทำงานตามคู่มือการใช้งานของผู้ทำที่ภาวะที่เหมาะสมกับชั้นภูมิอากาศของห้องทดสอบที่ทดสอบนั้น

(ดูตารางที่ 3) จากนั้นผู้เข้าจะต้องทำงานตามคาบการทดสอบตามข้อ 5.3.2.6 และทำการบันทึกค่าต่าง ๆ ที่วัด ทั้งนี้ต้องปิด – เปิดไฟแสงสว่าง และฝาปิดตอนกลางคืน (ถ้ามี) ตามข้อ 5.3.2.7 ต้องทำการทดสอบดังกล่าวพร้อมกับการทดสอบอุณหภูมิ

#### 5.3.5.2 ผู้เข้าที่มีชุดควบคุมแน่นอยู่ในตัว

ผู้เข้าที่มีชุดควบคุมแน่นอยู่ในตัว ค่า DEC เท่ากับค่า TEC ซึ่งรวมถึงการสิ้นเปลืองพลังงานของคอมพิวเตอร์ สำหรับผู้เข้าประเภทนี้ไม่ได้ให้คำจำกัดความของค่า REC

ให้วัดค่าต่อไปนี้โดยเปิดอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าที่ติดมากับเครื่องทั้งหมด

ก) ค่า TEC โดยรวมการสิ้นเปลืองพลังงานของคอมพิวเตอร์ไว้ด้วย เป็น kWh ต่อ 24 h

ข) ความถี่ในการเดิน – หยุด คอมพิวเตอร์ และ

ค) ระยะเวลาเดินเครื่องสัมผัส (อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาเดินเครื่องต่อช่วงเวลาที่ทำการวัดทั้งหมด ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการละลายน้ำแข็ง)

#### 5.3.5.3 ผู้เข้าที่มีชุดควบคุมแน่นแยกต่างหาก

สำหรับผู้เข้าที่มีชุดควบคุมแน่นแยกต่างหาก ค่า DEC ไม่รวมค่า REC

วัดค่า DEC ของผู้เข้าเท่านั้น โดยเปิดอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าที่ติดมากับเครื่องทั้งหมด

ค่า DEC ที่บันทึกไว้สำหรับการทดสอบแต่ละครั้งเท่ากับผลรวมของการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของผู้เข้าในระหว่างคาบการทดสอบ ไม่รวมชุดควบคุม (control unit)

หมายเหตุ ในกรณีที่มีการวัดกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์แต่ละชิ้นแยกต่างหาก หากเกินไปในทางเทคนิค ให้ใช้ค่า DEC ที่วัดโดยตรงแทน

### 5.3.6 การวัดอัตราการดึงความร้อนของผู้เข้าที่มีชุดควบคุมแน่นแยกต่างหาก

#### 5.3.6.1 ภาวะทดสอบ

##### 5.3.6.1.1 ทั่วไป

ต้องจัดวางผู้เข้าและบรรจุสิ่งทดสอบตามที่กำหนดในข้อ 5.3.1 และข้อ 5.3.2 โดยผู้เข้าต้องทำงานตามคู่มือการใช้งานของผู้ทำที่ภาวะที่เหมาะสมกับชั้นภูมิอากาศของห้องทดสอบที่ทดสอบนั้น (ดูตารางที่ 3) จากนั้นผู้เข้าต้องทำงานตามคาบการทดสอบตามข้อ 5.3.2.6 และบันทึกค่าต่าง ๆ ที่วัดทั้งนี้จะต้องปิด – เปิดไฟแสงสว่าง และฝาปิดตอนกลางคืน (ถ้ามี) ตามข้อ 5.3.2.7

ให้ทดสอบดังกล่าวพร้อมกับการทดสอบอุณหภูมิ

ให้ต่อระบบทำความเย็นกับผู้เข้า ดังนี้

ให้วัดอุณหภูมิสารทำความเย็นที่ทางเข้าและทางออก โดยสอดตัวรับรู้อุณหภูมิเข้าไปในท่อโดยตรง หรือในช่องเสียบ หรือหนีบระหว่างท่อและปลอกซึ่งทำด้วยทองแดงผ่าครึ่งซีกแล้ว ริดเข้าด้วยกันที่ท่อทางเข้าและท่อทางออก โดยติดตั้งห่างจากผิวด้านนอกของตู้แช่ไม่เกิน 150 mm [ดูรูปที่ 31 ก) และรูปที่ 32 ก) ]

ถ้าหากใช้เทอร์มอคัปเปิลหรืออุปกรณ์ที่คล้ายกัน ให้ใช้ฉนวนป้องกันสายต่อของสายวัด สัญญาณของตัวรับรู้จากผลกระทบภายนอก

ให้หุ้มฉนวนตัวรับรู้อุณหภูมิ สายต่อต่างๆ และท่อสารทำความเย็น จากทางออกของตู้แช่ จนถึงจุดที่เลยจากจุดที่วัดออกไปอย่างน้อย 150 mm

ให้ติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราไหล (มิเตอร์วัดการไหล) ที่ท่อสารทำความเย็นเหลวบริเวณทางเข้าตู้แช่เพื่อวัดอัตราไหลเชิงมวลของสารทำความเย็นเหลว

ให้ติดตั้งช่องกระจก (ตาแมว) ที่ท่อสารทำความเย็นเหลวใกล้กับตู้แช่ และหากจำเป็นอาจติดตั้งก่อนทางเข้ามิเตอร์วัดการไหล เพื่อยืนยันว่ามีสารทำความเย็นเหลวไหลเต็มท่อจ่ายให้กับตู้แช่ตลอดช่วงการทดสอบ

ให้ติดตั้งตัวรับรู้ณหภูมิดังกล่าวข้างต้นภายในหรือที่ระยะ  $150 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$  ก่อนทางเข้ามิเตอร์วัดการไหลของสารทำความเย็นเหลว โดยจะต้องหุ้มท่อด้วยฉนวนก่อนและหลังตัวรับรู้อุณหภูมิเป็นระยะอย่างน้อย 150 mm

ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ให้วัดความดันตรงทางออกของตู้แช่ ส่วนระบบทำความเย็นแบบอ้อมให้วัดความดันทั้งทางเข้าและทางออกของตู้แช่ โดยวัดห่างจากตัวตู้แช่ไม่เกิน 150 mm

ให้คำนวณอัตราการดึงความร้อนของตู้แช่ จากค่าอุณหภูมิ ความดัน และอัตราไหลที่อ่านได้ โดยยอมให้ผลลัพธ์มีความแม่นยำ  $\pm 5 \%$  จากค่าที่ระบุโดยผู้ทำ

#### 5.3.6.1.2 ภาวะทดสอบที่กำหนด สำหรับตู้แช่ชนิดที่ต่อกับระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

ต้องต่อระบบทำความเย็นที่มีชุดควบแน่นแยกต่างหากจากตู้แช่เข้ากับตู้แช่ ตามรูปที่ 31 ก)

ระบบทำความเย็นที่เลือกมาทดสอบต้องสามารถทำงานได้ดังนี้

- ร่วมกับสารทำความเย็นที่ความดันหรืออุณหภูมิระเหยอิ่มตัวในช่วงทำงานที่ทางออกของตู้แช่ตามกำหนดโดยผู้ทำ

- ร่วมกับสารทำความเย็นเหลวที่ปราศจากไอที่ทางเข้าตู้แช่ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิห้องทดสอบที่กำหนดไม่เกิน 10 °C หรือง่ายสารทำความเย็นเหลวที่ภาวะเย็นเยือก (sub cooled) ถ้าวัด

ทั้งสองภาวะ ต้องระบุอุณหภูมิสารทำความเย็นเหลวไว้ด้วย

อาจติดตั้งตัวคั่นน้ำมันหล่อลื่นที่ท่อด้านส่งของคอมเพรสเซอร์เพื่อลดปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่จะปนกับสารทำความเย็นให้น้อยที่สุด

#### 5.3.6.1.3 ภาวะทดสอบที่กำหนดสำหรับตู้แช่ที่ต่อกับระบบทำความเย็นแบบอ้อม

ต้องต่อระบบทำความเย็นแบบอ้อมกับตู้แช่ที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับระบบนี้ ตามรูปที่ 32 ก)

ระบบทำความเย็นต้องสามารถส่งของไหลทำความเย็นทุติยภูมิที่อุณหภูมิและอัตราการไหลที่กำหนด

ในระหว่างละลายน้ำแข็งและหยุดระหว่างวัฏจักรการทำงาน ให้ของไหลทำความเย็นทุติยภูมิไหลผ่านวาล์วทางเลี้ยว (bypass valves)

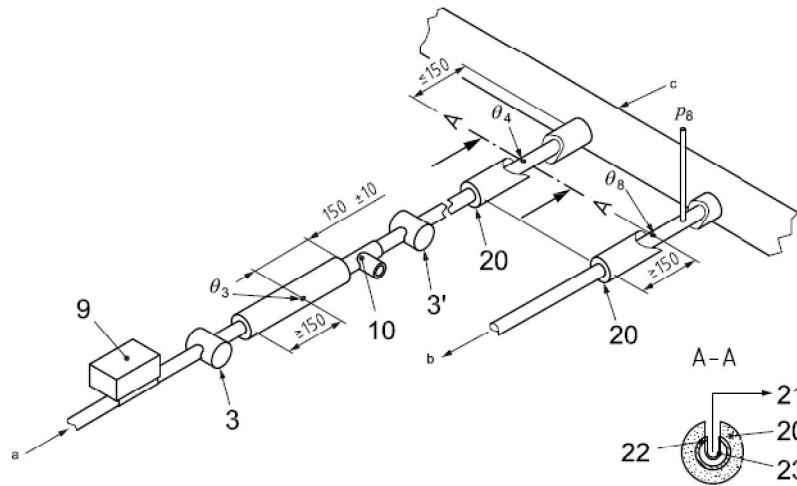
#### 5.3.6.2 การคำนวณอัตราการดึงความร้อน

##### 5.3.6.2.1 ตู้แช่ที่ออกแบบสำหรับต่อกับระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (ดูรูปที่ 32 ก))

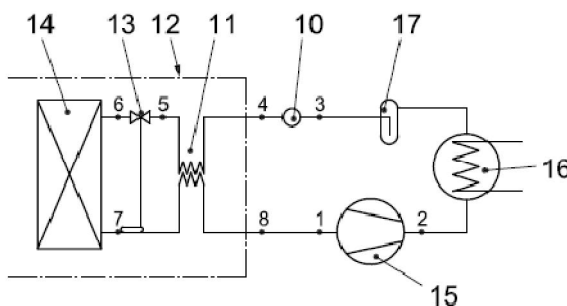
นิยาม อัตราการดึงความร้อน ณ ขณะใด ๆ เป็น kW โดย

$$\Phi_n = q_m (h_8 - h_4)$$

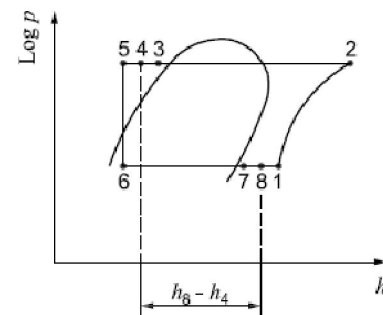
สำหรับการวัดที่ขณะใด ๆ แต่ละครั้ง โดย  $n$  คือลำดับที่ของการวัด ( $\Phi_n = 0$  kW ระหว่างเวลาที่หยุดทำงานกับการละลายน้ำแข็ง)



รูปที่ 31 ก) การต่อตู้แช่เข้ากับระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ชนิดที่มีชุดควบแน่นแยกต่างหาก



รูปที่ 31 ข) การต่อตู้แช่เข้ากับระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ชนิดที่มีชุดควบแน่นแยกต่างหาก  
(ข้อ 5.3.6.2.1)



รูปที่ 31 ค) แผนภาพความดัน-เอนทัลปี  
แสดงจุดวัด  
(ข้อ 5.3.6.2.1)

สัญลักษณ์

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

- |                                                                              |                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 ทางเข้าคอมเพรสเซอร์                                                        | 13 อุปกรณ์ลดความดัน (expansion device)                                                         |
| 2 ทางออกคอมเพรสเซอร์                                                         | 14 เครื่องระเหย                                                                                |
| 3 ช่องกระจก                                                                  | 15 คอมเพรสเซอร์                                                                                |
| 4 จุดวัดที่สายทางเข้าตู้แช่                                                  | 16 ชุดควบแน่น                                                                                  |
| 5 ทางเข้าอุปกรณ์ลดความดัน                                                    | 17 ถังพักสารทำความเย็นเหลว                                                                     |
| 6 ทางออกอุปกรณ์ลดความดัน และเข้าสู่เครื่องระเหย                              | 20 ฉนวน (ยาวอย่างน้อย 150 mm นับจากตัวรับรู้อุณหภูมิ)                                          |
| 7 ทางออกของเครื่องระเหยและการวัดความร้อนของเครื่องระเหย                      | 21 สายสัญญาณไปยังเครื่องบันทึกอุณหภูมิ                                                         |
| 8 จุดวัดที่สายทางเลี้ยงตู้แช่                                                | 22 ท่อสารทำความเย็น                                                                            |
| 9 วาล์วทางเข้า เปิดระหว่างทำความเย็น ระหว่างปิดเครื่องหรือละลายน้ำแข็ง       | 23 ช่องเสียบตัวรับรู้อุณหภูมิ (ทำด้วยทองแดงและเดิมด้วยกลีเซอรีนหรือของเหลวที่มีสมบัติคล้ายกัน) |
| 10 มิเตอร์วัดการไหล                                                          | a สารทำความเย็นเหลวเข้า                                                                        |
| 11 ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน ระหว่างสารทำความเย็นเหลว และไอสารทำความเย็น (ถ้ามี) | b ไอสารทำความเย็นกลับ                                                                          |
| 12 ตู้แช่                                                                    | c ตำแหน่งที่ต่อตู้แช่กับตู้แช่                                                                 |

รูปที่ 31 ตู้แช่ที่ออกแบบสำหรับต่อกับระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

(ข้อ 5.3.6.2.1)

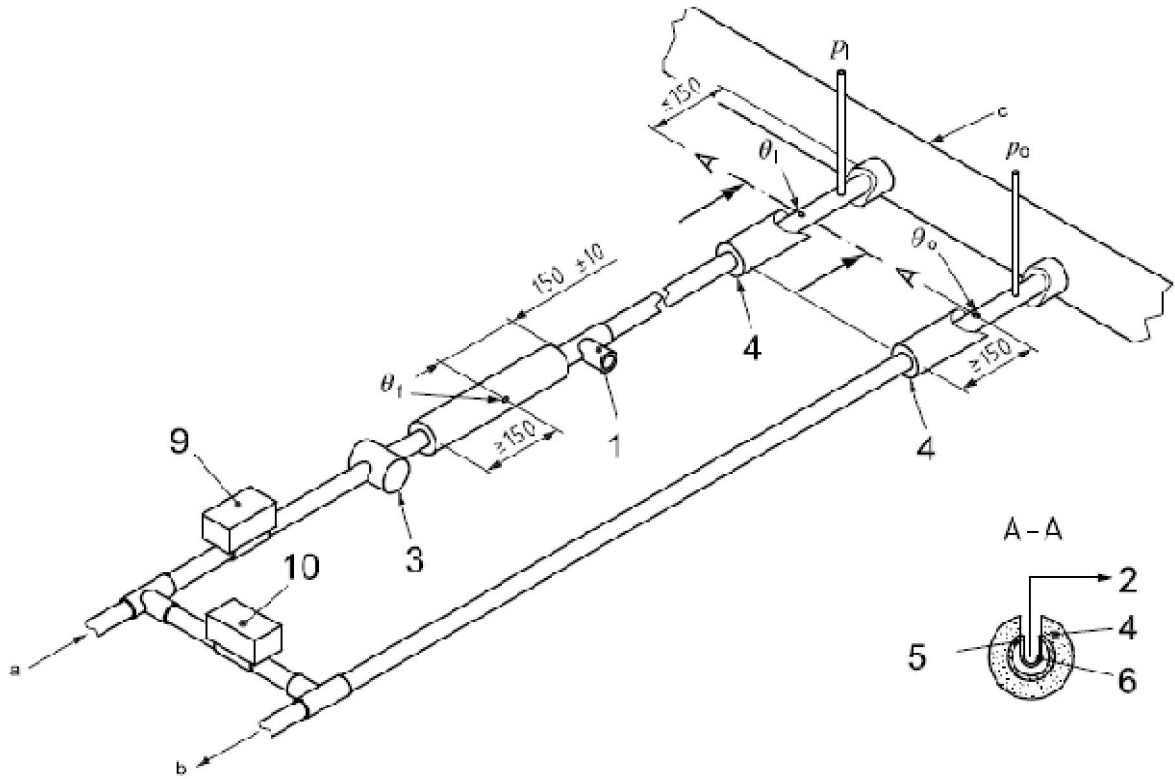
5.3.6.2.2 ตู้แช่ที่ออกแบบสำหรับต่อกับระบบทำความเย็นแบบอัด (รูปที่ 32)

นิยาม อัตราการดึงความร้อน ณ ใดๆ เป็น kW โดย

$$\phi_n = q_m [(c_o \times \theta_o) - (c_i \times \theta_i)]$$

สำหรับการวัดที่ขณะใด ๆ แต่ละครั้ง โดย  $n$  คือลำดับที่ของการวัด (ระหว่างเวลาที่หยุด

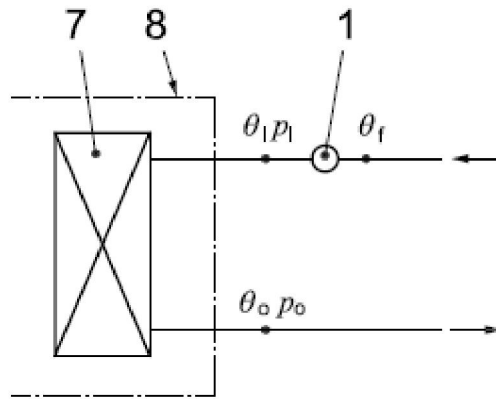
ทำงานและการละลายน้ำแข็ง  $\Phi_n = 0$  kW)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 32 ก) การต่อตู้แช่เข้ากับระบบทำความเย็นแบบอัด

(ข้อ 5.3.6.2.2)



รูปที่ 32 ข) ตำแหน่งจุดอ้างอิง

(ข้อ 5.3.6.2.2)

สัญลักษณ์

- 1 มิเตอร์วัดการไหล
- 2 สายสัญญาณไปยังเครื่องบันทึกอุณหภูมิ
- 3 ช่องกระจก (ตาแมว)
- 4 ฉนวน (ยาวอย่างน้อย 150 mm นับจากตัวรับรู้อุณหภูมิ)
- 5 ท่อสารทำความเย็น
- 6 ช่องเสียบตัวรับรู้อุณหภูมิ (ทำจากทองแดงและเติมด้วยกาวซีลหรือของเหลวที่มีสมบัติ คล้ายกัน)
- 7 ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน
- 8 ตู้แช่
- 9 วาล์วทางเข้า : เปิดขณะทำความเย็น ปิดระหว่างปิดเครื่องหรือละลายน้ำแข็ง
- 10 วาล์วทางเลี้ยว : ปิดขณะทำความเย็น เปิดระหว่างปิดเครื่องหรือละลายน้ำแข็ง
- a ของเหลวเข้า
- b ไอสารทำความเย็นกลับ
- c ตำแหน่งที่ต่อท่อเข้ากับตู้แช่

รูปที่ 32 ตู้แช่ที่ออกแบบสำหรับต่อเข้ากับระบบทำความเย็นแบบอ้อม

(ข้อ 5.3.6.2.2)

## 5.3.6.3 วิธีการ

## 5.3.6.3.1 ทั่วไป

ผลรวมของอัตราการดึงความร้อน ณ ใดๆ  $\Phi_n$  เป็น kW ในรอบ 24 h จะใช้ในการคำนวณ ดังต่อไปนี้



ก) ค่าการดึงความร้อนทั้งหมด  $Q_{\text{tot}}$  เป็น kWh (ดูรูปที่ 33 ถึง 35 )

$$Q_{\text{tot}} = \sum_{n=1}^{n=N_{\text{max}}} \Phi_n \times \Delta t$$

(  $\Phi_n = 0$  kW ระหว่างเวลาที่หยุดทำงานและการละลายน้ำแข็ง )

ข) การเดินเครื่องอย่างต่อเนื่อง การดึงความร้อนในสถานะคงตัว  $Q_{75}$  เป็น kWh ในระหว่าง 75% ของคาบเวลาการทำความเย็น ไม่รวมคาบเวลาหลังจากการละลายน้ำแข็งเสร็จสิ้น (ดูรูปที่ 30) :

$$Q_{75} = \sum_{i=1}^{i=n_{\text{def}}t} \left( \sum_{n=1}^{n=N_{75}} \Phi_n \times \Delta t \right)_i$$

ในการรายงานอัตราการดึงความร้อนสำหรับระบบทำความเย็นแบบอัดไอ และแบบอ้อม ให้ระบุค่าต่อไปนี้

$\Phi_{\text{run}}$  คือ อัตราการดึงความร้อนที่จำเป็นสำหรับตู้แช่เดี่ยวที่ติดตั้งในภาวะห้องทดสอบ เป็น kW

$\Phi_{\text{run75}}$  คือ อัตราการดึงความร้อนสถานะคงตัวที่จำเป็นสำหรับตู้แช่เดี่ยวที่ติดตั้งในภาวะห้องทดสอบ ในระหว่าง 75 % ของคาบเวลาการทำความเย็น ไม่รวมเวลาหลังจากการละลายน้ำแข็งเสร็จสิ้นในภาวะห้องทดสอบ สำหรับการเดินเครื่องอย่างต่อเนื่องเท่านั้น เป็น kW

$\Phi_{24}$  คือ การหาอัตราการดึงความร้อนที่จำเป็นสำหรับตู้แช่หลายตู้ที่ติดตั้งในภาวะห้องทดสอบ เป็น kW

$\Phi_{24\text{-def}}t$  คือ อัตราการดึงความร้อนสำหรับการคำนวณการสิ้นเปลืองพลังงานของตู้แช่ในภาวะห้องทดสอบ เป็น kW

#### 5.3.6.3.2 การคำนวณอัตราการดึงความร้อน (ดูรูปที่ 33 ถึง 35 )

คำนวณอัตราการดึงความร้อนที่จำเป็นของตู้แช่เดี่ยว  $\Phi_{\text{run}}$  โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ

อัตราการดึงความร้อน ณ ขณะใด ๆ  $\Phi_n$  ในระหว่างการเดินเครื่องเท่านั้น ( $t_{\text{run}}$ )

$$\Phi_{\text{run}} = \frac{Q_{\text{tot}}}{t_{\text{run}}} = \frac{Q_{\text{tot}}}{24 - t_{\text{dept}} - t_{\text{stop}}}$$

สามารถคำนวณอัตราการดึงความร้อนสถานะคงตัวที่จำเป็นสำหรับตู้แช่เดี่ยวในระหว่าง

75 % ของคาบการทำความเย็น  $\Phi_{\text{run75}}$  โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอัตราการดึงความร้อน ณ ขณะนั้น ระหว่าง 75 % ของเวลาเดินเครื่องเท่านั้น ไม่รวมเวลาหลังจากการละลาย น้ำแข็งเสร็จสิ้น ( $t_{\text{run75}}$ )

$$\Phi_{\text{run75}} = \frac{Q_{75}}{0.75 t_{\text{run}}} = \frac{Q_{75}}{0.75 (24 - t_{\text{dept}}) t_{\text{rr}}}$$

คำนวณอัตราการดึงความร้อนที่จำเป็นของตู้แช่หลายตู้  $\Phi_{24}$  โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ อัตราการดึงความร้อน ณ ขณะใด ๆ ตลอดทั้งวัน ซึ่งได้แก่เวลาเดินเครื่อง เวลาหยุดเครื่อง และเวลาละลายน้ำแข็ง ( $t_{\text{run}}$ ,  $t_{\text{stop}}$  และ  $t_{\text{def}}t$ )

คำนวณอัตราการดึงความร้อนที่ใช้คำนวณการสิ้นเปลืองพลังงานของตู้แช่

$\Phi_{24\text{-def}}t$  โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอัตราการดึงความร้อน ณ ขณะใด ๆ ตลอดทั้งวัน เว้นเวลาละลายน้ำแข็ง  $t_{\text{def}}t$  (ใช้เวลาเดินเครื่อง  $t_{\text{run}}$  และเวลาหยุดเครื่อง  $t_{\text{stop}}$  เท่านั้น)

$$\Phi_{24\text{-def}}t = \frac{Q_{\text{tot}}}{(T_{\text{run}} + T_{\text{stop}})} = \frac{Q_{\text{tot}}}{(24 - t_{\text{dept}})}$$

ค่า  $\Phi_{24\text{-def}}t$  ต้องใช้ในสูตรคำนวณ REC (ดูข้อ 5.3.6.3.3)

#### 5.3.6.3.3 การคำนวณค่าการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็น (REC)

ให้คำนวณค่าการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็นสำหรับตู้แช่ ที่มีระบบทำความเย็นแบบอัดไอชนิดที่มีชุดควบแน่นแยกต่างหาก ( $\text{REC}_{\text{RC}}$ ) จากสมการ ดังต่อไปนี้

$$\text{REC}_{\text{RC}} = (24 - t_{\text{dept}}) \times \Phi_{24\text{-def}}t \times \frac{(T_c - T_{\text{mrun}})}{(0.34 \times T_{\text{mrun}})} = Q_{\text{tot}} \times \frac{(T_c - T_{\text{mrun}})}{(0.34 \times T_{\text{mrun}})}$$

ค่าอุณหภูมิควบแน่นคงที่ ( $T_c$ ) มีค่าเท่ากับ 308.15 K (35°C)

ตู้แช่ที่ใช้ระบบทำความเย็นแบบอ้อม อุณหภูมิระเหย  $T_{\text{mrun}}$  ของระบบทำความเย็นแบบอัด

ไอ มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิสารทำความเย็นทุติยภูมิที่ทางเข้าตู้แช่ ( $\theta_1$ ) และต้องคำนวณอุณหภูมิระเหยจากสมการดังต่อไปนี้ (ไม่ใช่ค่าจากการวัด)

$$T_{\text{mrun}} = \theta_i - 3 \text{ K}$$

สำหรับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ปั๊มใช้หมุนเวียนสารทำความเย็นทุติยภูมิ ไม่อนุญาตให้ใช้ค่าจากการวัด ค่าการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้านี้ขึ้นกับการออกแบบวงจรสารทำความเย็นทุติยภูมิในทางปฏิบัติ โดยทั่วไปคำนวณการสิ้นเปลืองพลังงานของปั๊ม (PEC) ซึ่งมีหน่วยเป็น kWh ในคาบ 24 h จากสมการดังต่อไปนี้ โดยสมมติว่าความดัน ต่อกว้างในระบบเท่ากับ 2.5 เท่าของความดันต่อกว้างของตู้แช่ และปั๊มมีประสิทธิภาพ 50 %

$$\text{PEC} = v\tau \frac{2.5 q_{\text{mrun}}(p_{\text{irun}} - p_{\text{orun}})}{0.5}$$

ตัวประกอบ  $\tau$  ในสมการข้างต้นแสดงถึงระยะเวลาการทำงานของปั๊ม เป็นชั่วโมงต่อวัน โดยทั่วไป  $\tau$  มีค่าดังต่อไปนี้

- สำหรับระบบที่ละลายน้ำแข็งโดยใช้น้ำเกลือร้อน  $\tau$  เท่ากับ 19 h /24 h
- สำหรับระบบอื่น ๆ  $\tau$  เท่ากับ 18 h /24 h

ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลการวัดเพียงพอ อาจใช้ค่า  $\tau$  ที่กำหนดไว้ข้างต้นเป็นตัวเลือกเบื้องต้นซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้ในภายหลัง

ให้คำนวณค่าการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็นสำหรับตู้แช่ที่ใช้ระบบทำความเย็นแบบอ้อม  $\text{REC}_{\text{RI}}$  เป็น kWh ในคาบ 24 h จากสมการ ดังต่อไปนี้

$$\text{REC}_{\text{RI}} = \text{PEC} + (24 - \text{dept}) \times (\Phi_{24-\text{dept}} + 0.5 \text{ PEC} \frac{(T_c - T_{\text{mrun}})}{(0.34 \times T_{\text{mrun}})})$$

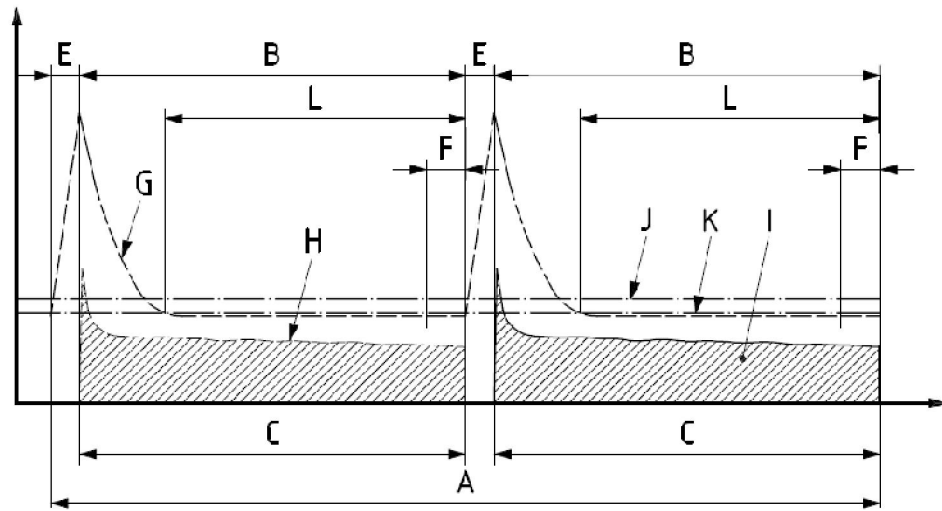
โดยค่าอุณหภูมิควบแน่น  $T_c$  มีค่าคงที่เท่ากับ 308.15 K

หมายเหตุ สำหรับระบบแบบตรงและแบบอ้อม ค่าการสิ้นเปลืองพลังงานที่คำนวณได้เป็นค่าของระบบทำความเย็นมาตรฐาน ถึงแม้ว่าโดยทั่วไปการสิ้นเปลืองพลังงานจริงของระบบทำความเย็นจะไม่เท่ากับค่าของระบบทำความเย็นมาตรฐาน แต่สามารถพิสูจน์ในทางคณิตศาสตร์ได้ว่ามีระดับชั้น (ranking order) เท่ากัน

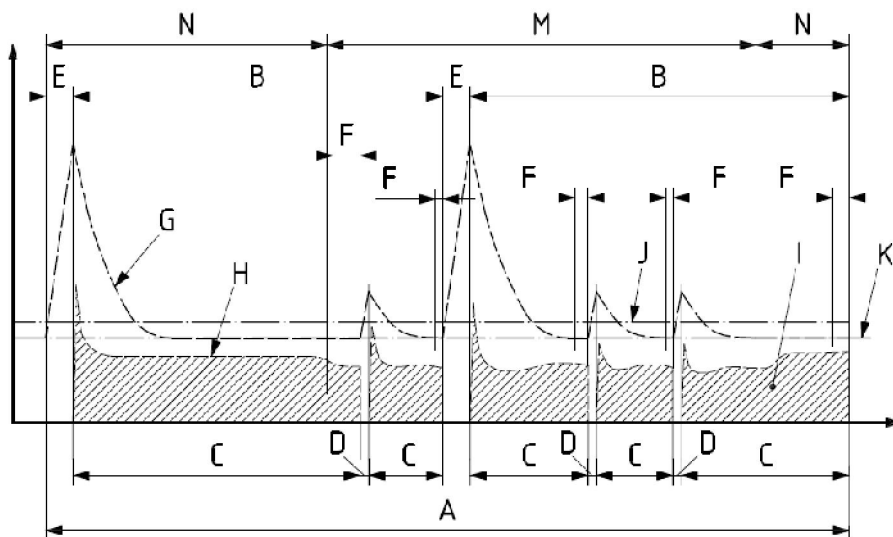
#### 5.3.6.3.4 การคำนวณค่าการสิ้นเปลืองพลังงานทั้งหมด (TEC)

ให้คำนวณการสิ้นเปลืองพลังงานทั้งหมด จากสมการ

$$\text{TEC} = \text{DEC} + \text{REC}$$



ก) ความดันระเหยคงที่ การทำงานไม่เป็นจังหวะ

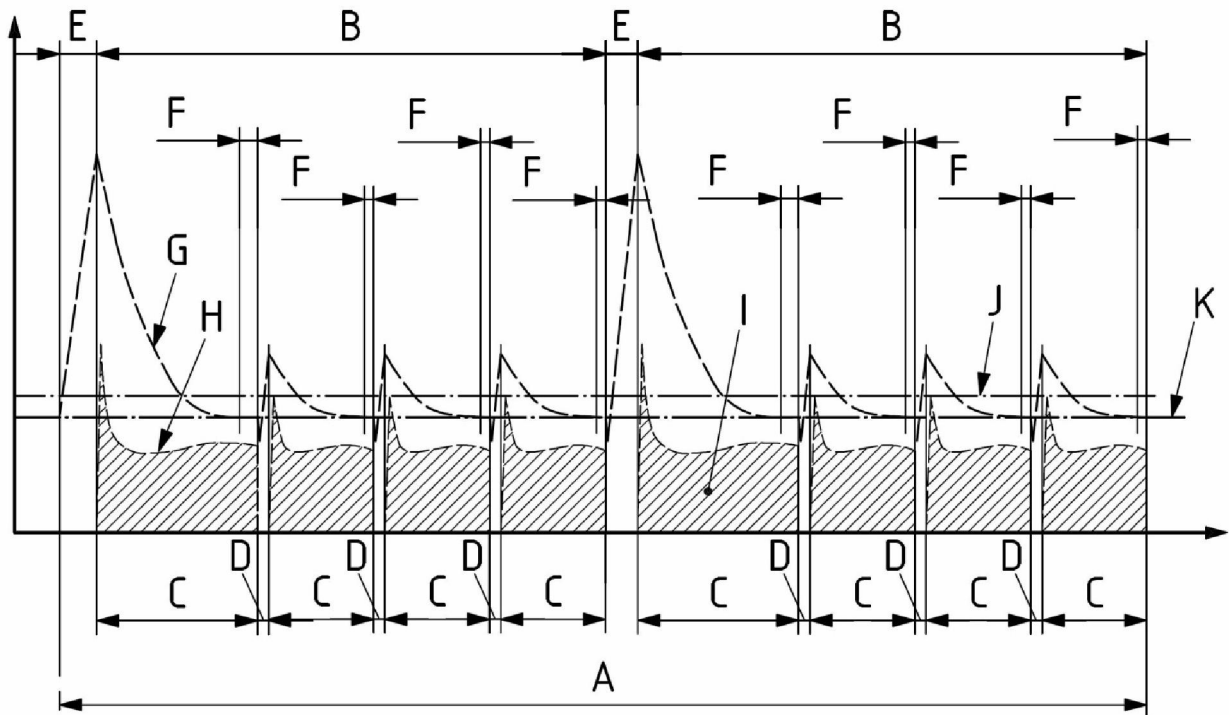


ข) ความดันระเหยคงที่ การทำงานที่ไม่เป็นจังหวะ และการทำงานเป็นจังหวะขณะปิดฝาปิดตอนกลางคืน  
สัญลักษณ์

|   |                                                                          |   |                                                                                                               |
|---|--------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A | 24 h (อ้างอิง)                                                           | J | อุณหภูมิอิมัวเฉลี่ยเลขคณิตของเครื่องระเหย ( $\theta_{\text{mrin}}$ )                                          |
| B | คาบเวลาทำความเย็น(อ้างอิง)                                               | K | อุณหภูมิอิมัวเฉลี่ยเลขคณิตของเครื่องระเหยในช่วง 10%<br>สุดท้ายของคาบเวลาเดินเครื่อง ( $\theta_{\text{min}}$ ) |
| C | ช่วงเวลาเดินเครื่อง ( $t_{\text{run}}$ )                                 | L | 75 % ของช่วงเวลาเดินเครื่องในระหว่างการละลายน้ำแข็ง ( $t_{\text{run}}$<br>75 %)                               |
| D | ช่วงเวลาหยุดเดินเครื่อง ( $t_{\text{stop}}$ )                            | M | ปิดฝาปิดตอนกลางคืน 12 h                                                                                       |
| E | ช่วงเวลาละลายน้ำแข็ง ( $t_{\text{def}}$ )                                | N | เปิดฝาปิดตอนกลางคืน 12 h                                                                                      |
| F | ช่วงเวลาเดินเครื่องที่ใช้รายงานค่าอุณหภูมิระเหย ( $t_{\text{run}}$ 10 %) |   |                                                                                                               |
| G | อุณหภูมิระเหย                                                            |   |                                                                                                               |
| H | อัตราการดึงความร้อน ณ ขณะใด ๆ ( $\Phi_n$ )                               |   |                                                                                                               |
| I | การดึงความร้อนทั้งหมด ( $Q_{\text{tot}}$ = พื้นที่ใต้กราฟ)               |   |                                                                                                               |

รูปที่ 33 วัฏจักรทำความเย็น ความดันระเหยคงที่ ไม่มีการทำงานเป็นวัฏจักร(ต่อ)

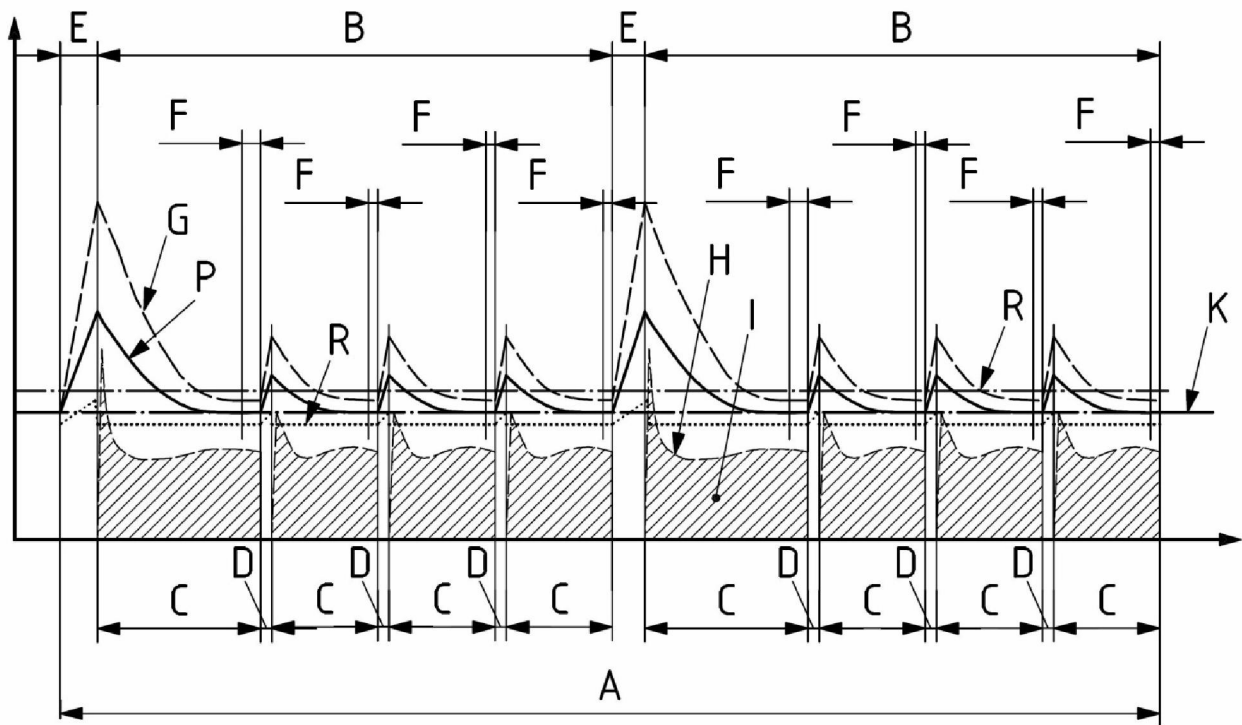
(ข้อ 5.3.6.3.1 และข้อ 5.3.6.3.2) สัญลักษณ์



- A 24 h (อ้างอิง)
- B คาบเวลาทำความเย็น(อ้างอิง)
- C ช่วงเวลาเดินเครื่อง ( $t_{run}$ )
- D ช่วงเวลาหยุดเดินเครื่อง ( $t_{stop}$ )
- E ช่วงเวลาละลายน้ำแข็ง ( $t_{def}$ )
- F ช่วงเวลาเดินเครื่องที่ใช้รายงานค่าอุณหภูมิระเหย ( $t_{run} 10\%$ )
- G อุณหภูมิระเหย
- H อัตราการดึงความร้อน ณ ขณะใด ๆ ( $\Phi_n$ )
- I การดึงความร้อนทั้งหมด ( $Q_{tot}$  = พื้นที่ใต้ กราฟ)
- J อุณหภูมิอิมัลชันเฉลี่ยเลขคณิตของเครื่องระเหย ( $\theta_{mrun}$ )
- K อุณหภูมิอิมัลชันเฉลี่ยเลขคณิตของเครื่องระเหยในช่วง 10 % สุดท้ายของคาบเวลาเดินเครื่อง ( $\theta_{min}$ )

รูปที่ 34 วัฏจักรการทำความเย็น การทำงานเป็นจังหวะรวมการปั๊มฟีดาวน์ (pump down)

(ข้อ 5.3.6.3.1 และข้อ 5.3.6.3.2)



สัญลักษณ์

- A 24 h ( อ่างอิง )
- B คาบเวลาทำความเย็น ( อ่างอิง )
- C ช่วงเวลาเดินเครื่อง (  $t_{run}$  )
- D ช่วงเวลาหยุดเดินเครื่อง (  $t_{stop}$  )
- E ช่วงเวลาละลายน้ำแข็ง (  $t_{defl}$  )
- F ช่วงเวลาเดินเครื่องที่ใช้รายงานค่าอุณหภูมิระเหย (  $t_{run} 10\%$  )
- G อุณหภูมิทางออกของสารทำความเย็นทุติยภูมิ (  $\theta_o$  )
- H อัตราการดึงความร้อน ณ ขณะนั้น (  $\Phi_n$  )
- I การดึงความร้อนทั้งหมด (  $Q_{tot}$  = พื้นที่ใต้ กราฟ )
- O อุณหภูมิทางเข้าของสารทำความเย็นทุติยภูมิ (  $\theta_i$  )
- P อุณหภูมิมีร์ชฐานของสารทำความเย็นทุติยภูมิ (  $\theta$  )
- R ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิมีร์ชฐานของสารทำความเย็นทุติยภูมิ (  $\theta_{mrun}$  )
- S ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิมีร์ชฐานของสารทำความเย็นทุติยภูมิในช่วง 10 % สุดท้ายของคาบเวลาเดินเครื่อง (  $\theta_{min}$  )

รูปที่ 35 วัฏจักรการทำความเย็น สารทำความเย็นทุติยภูมิทำงานเป็นจังหวะ

(ข้อ 5.3.6.3.1 และข้อ 5.3.6.3.2)

## 6. รายงานผลการทดสอบ

### 6.1 ทัวไป

การทดสอบแต่ละครั้ง ให้แสดงข้อมูลทั่วไปและผลการทดสอบจำเพาะ ดังต่อไปนี้  
หมายเหตุ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับตู้แช่ ให้ดูข้อ 7.2

### 6.2 การทดสอบภายนอกห้องทดสอบ

#### 6.2.1 การทดสอบการปิดสนิท ของประตูและฝาปิด

ให้ทดสอบตามข้อ 5.2.1 และรายงานการทดสอบการฉีกกันรั่วของประตูหรือฝาปิดอย่างมีประสิทธิภาพ

#### 6.2.2 มิติเชิงเส้น พื้นที่และปริมาตร

ตามข้อ 5.2.2

ดูตารางที่ 9

### ตารางที่ 9 มิติเชิงเส้น พื้นที่และปริมาตร

(ข้อ 6.2.2)

| รายละเอียด                                        | สัญลักษณ์ | หน่วย          | จำนวนตำแหน่ง<br>ทดสอบ |
|---------------------------------------------------|-----------|----------------|-----------------------|
| มิติภายนอกเบ็ดเสร็จที่ติดตั้ง                     | L H W     | mm             | 0                     |
| มิติภายนอกเบ็ดเสร็จตอนใช้งาน                      |           | mm             | 0                     |
| พื้นที่ชั้นแช่เย็นสำหรับแต่ละชั้นอุณหภูมิ ที่ระบุ |           | m <sup>2</sup> | 2                     |
| พื้นที่เปิดแสดงสินค้า                             |           | m <sup>2</sup> | 2                     |
| พื้นที่แสดงทั้งหมด                                | TDA       | m <sup>2</sup> | 2                     |
| พื้นที่ส่วนที่มองเห็นอาหาร (ทางเลือก)             | VPA       | m <sup>2</sup> | 2                     |
| ปริมาตรสุทธิสำหรับแต่ละชั้นอุณหภูมิ ที่ระบุ       |           | l              | 0                     |
|                                                   |           | m <sup>3</sup> | 3                     |
| แผงกั้นสิ่งสกปรก ดูรูปที่ 1                       | A+B       | mm             | 0                     |

#### 6.2.3 การทดสอบการปราศจากกลิ่นและรส (ถ้าเกี่ยวข้อง)

ดูภาคผนวก ก.

### 6.3 การทดสอบภายในห้องทดสอบ

#### 6.3.1 ภาวะทดสอบทั่วไป

ให้ทดสอบตามข้อ 5.3.1 และรายงานตามตารางที่ 10

## ตารางที่ 10 ภาวะสำหรับการทดสอบภายในห้องทดสอบ

(ข้อ 6.3.1)

| ข้อ     | รายละเอียด                                                                                                                                                           |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.3.1.1 | ให้ระบุในรายงานว่า ห้องทดสอบ สิ่งทดสอบ วัสดุเติมเต็ม (สิ่งทดสอบไม้) สิ่งทดสอบ M และเครื่องมือที่ใช้ เป็นไปตามข้อ 5.3.1 ให้ระบุถ้าใช้สิ่งทดสอบทางเลือก ตามข้อ 5.3.1.6 |
| 5.3.1.2 | ชั้นภูมิอากาศของห้องทดสอบซึ่งผู้เข้าจะถูกนำไปใช้งาน และใช้ในการทดสอบ                                                                                                 |

### 6.3.2 การเตรียมตู้แช่

รายงานคูตารางที่ 11

## ตารางที่ 11 การเตรียมตู้แช่สำหรับการทดสอบภายในห้องทดสอบ

(ข้อ 6.3.2)

| ข้อ     | รายละเอียด                                                                                                     | สัญลักษณ์   | หน่วย                                   |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|
| 5.3.2.1 | ตำแหน่งที่ติดตั้งตู้แช่ในห้องทดสอบ ให้อ้างอิงตามรูปที่ 9                                                       | X, B, Y, A  | mm                                      |
| 5.3.2.1 | ตำแหน่งของแผงกั้นแนวตั้งด้านหลังตู้แช่ สำหรับตู้แช่ที่ติดตั้งชิดกับผนัง                                        | $d_p$       | mm                                      |
| 5.3.2.3 | ให้ระบุหมายเลขของรูปที่แสดงการจำลองสิ่งทดสอบในตู้แช่ (รูปที่ 11 ถึงรูปที่ 24)                                  |             |                                         |
| 5.3.2.4 | วิธีการควบคุมอุณหภูมิ กระบวนการละลายน้ำแข็ง การยกเลิกการละลายน้ำแข็ง การตั้งค่าพารามิเตอร์ และตำแหน่งตัวรับรู้ |             |                                         |
| 5.3.2.6 | การทดสอบนั้นใช้สิ่งทดสอบทางเลือกตามข้อ 5.3.1.6                                                                 |             |                                         |
| 5.3.2.7 | การทดสอบนั้นเป็นแบบมีหรือไม่มีฝาปิดกลางคืน และ/หรือมีหรือไม่มีแสงสว่าง                                         |             |                                         |
| 5.3.2.9 | สำหรับระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ที่มีชุดควบแน่นแยกต่างหาก จากตู้แช่ ให้ระบุหมายเลขสารทำความเย็น (ดู ISO 817 )     |             |                                         |
| 5.3.2.9 | สำหรับระบบทำความเย็นแบบอ้อม ที่มีชุดควบแน่นแยกต่างหากจากตู้แช่                                                 |             |                                         |
|         | ส่วนประกอบทางเคมีของสารทำความเย็นทุติยภูมิ                                                                     |             |                                         |
|         | ความเข้มข้นของสารทำความเย็นทุติยภูมิ                                                                           |             |                                         |
|         | สมบัติทางกายภาพของสารทำความเย็นทุติยภูมิ                                                                       |             |                                         |
|         | ค่าความร้อนจำเพาะที่ทางเข้า/ออก ของตู้แช่                                                                      | $c_i / c_o$ | $\text{kJ} / \text{kg}^{\circ}\text{C}$ |
|         | ความหนาแน่น                                                                                                    | $\rho$      | $\text{kg} / \text{m}^3$                |

### 6.3.3 การทดสอบอุณหภูมิ

ให้ทดสอบตามข้อ 5.3.3 และรายงานคูตารางที่ 12



## ตารางที่ 12 การทดสอบอุณหภูมิสำหรับการทดสอบภายในห้องทดสอบ

(ข้อ 6.3.3)

| ข้อ     | รายละเอียด                                                                                                                                                                                                                          | สัญลักษณ์                                    | หน่วย |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|
| 5.3.3.1 | สำหรับตู้แช่ที่มีฝาปิดกลางคืน และ/หรือไฟแสงสว่าง ให้ระบุว่าผลการทดสอบนั้นเป็นไปตามแบบที่ 1 หรือแบบที่ 2 ตามหัวข้อ 5.3.2.7.1 และข้อ 5.3.2.7.2 หรือทั้งสองแบบ ในกรณีหลัง จะต้องระบุผลการทดสอบของทั้งสองแบบ                            |                                              |       |
| 5.3.3.2 | เส้นโค้ง เวลา/อุณหภูมิ ของสิ่งทดสอบ M ที่อุณหภูมิและเย็นสุดรวมทั้งค่าสูงสุด, $\theta_{ah}$ และค่าต่ำสุด, $\theta_b$ รวมทั้ง $\theta_{al}$ (ถ้าจำเป็น) และผลการจัดแบ่งประเภทตู้แช่ (ดูข้อ 4.2.2 ตารางที่ 1 ข้อ 5.3.3.5 และรูปที่ 28) | $\theta_{ah}$<br>$\theta_b$<br>$\theta_{al}$ | °C    |
| 5.3.3.6 | ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ยของสิ่งทดสอบ M ทั้งหมด (ดูข้อ 5.3.3.5 และรูปที่ 29)                                                                                                                                                       |                                              | °C    |
| 5.3.3.5 | สำหรับระบบแสดงอุณหภูมิ ให้ระบุตำแหน่งของตัวรับรู้และค่าสูงสุดที่แสดง                                                                                                                                                                |                                              |       |
|         | ภายใต้ภาวะการทำงานที่มีเสถียรภาพ                                                                                                                                                                                                    |                                              | °C    |
|         | ขณะที่อุณหภูมิระหว่างหรือทันทีหลังจากช่วงการละลายน้ำแข็ง                                                                                                                                                                            |                                              | °C    |
|         | ภาวะขณะที่ส่วนแสดงอุณหภูมิอาจจะหยุดแสดง (ค.ย. ระหว่างการละลายน้ำแข็ง)                                                                                                                                                               |                                              |       |
| 5.3.3.4 | ผลลัพธ์ จากการตรวจสอบการละลายน้ำแข็ง ตามข้อ 5.3.3.3.                                                                                                                                                                                |                                              |       |

### 6.3.4 การทดสอบการควบแน่นของไอน้ำ

ตามข้อ 5.3.4

ดูตารางที่ 13

## ตารางที่ 13 การทดสอบการควบแน่นของไอน้ำ

(ข้อ 6.3.4)

| ข้อ     | รายละเอียด                                                                                                                                                                                                   | สัญลักษณ์ | หน่วย |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| 5.3.4.1 | สำหรับตู้แช่ที่มีฝาปิดกลางคืน และ/หรือไฟแสงสว่าง ให้ระบุว่าผลการทดสอบนั้นเป็นไปตามลำดับที่ 1 หรือลำดับที่ 2 ตามหัวข้อ 5.3.2.7.1 และข้อ 5.3.2.7.2 หรือทั้งสองแบบ ในกรณีหลัง จะต้องระบุผลการทดสอบของทั้งสองแบบ |           |       |
| 5.3.4.1 | ให้ระบุว่าได้ปิดสวิตช์ทำความร้อนเพื่อป้องกันการควบแน่นของไอน้ำหรือไม่                                                                                                                                        |           |       |
| 5.3.4.2 | ระยะเวลาของช่วงที่สังเกต                                                                                                                                                                                     |           | h     |
|         | ให้ร่างรหัสภาพแสดงระดับการควบแน่นของไอน้ำตามข้อ 5.3.4.3                                                                                                                                                      |           |       |

### 6.3.5 การทดสอบความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

ให้ทดสอบตามข้อ 5.3.5 และรายงานตามตารางที่ 14

**ตารางที่ 14 การทดสอบความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า**  
(ข้อ 6.3.5)

| ข้อ     | รายละเอียด                                                                                                                                                                                               | สัญลักษณ์ | หน่วย     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| 5.3.5.1 | สำหรับตู้แช่ที่มีฝาปิดกลางคืน และ/หรือไฟแสงสว่าง ให้ระบุว่าผลการทดสอบนั้นเป็นไปตามแบบที่ 1 หรือแบบที่ 2 ตามหัวข้อ 5.3.2.7.1 และข้อ 5.3.2.7.2 หรือทั้งสองแบบ ในกรณีหลัง จะต้องระบุผลการทดสอบของทั้งสองแบบ |           |           |
| 5.3.5.2 | สำหรับตู้แช่ที่มีชุดควบแน่นอยู่ในตัว ให้ระบุ                                                                                                                                                             |           |           |
|         | ความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยตรง (= ความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด)                                                                                                                                   | DEC (TEC) | kWh /24 h |
|         | ความถี่ในการตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์                                                                                                                                                                   |           |           |
|         | ระยะเวลาเดินเครื่องสัมพัทธ์ (ดูข้อ 5.3.5.2)                                                                                                                                                              |           |           |
| 5.3.5.3 | สำหรับตู้แช่ที่มีชุดควบแน่นแยกต่างหาก ให้ระบุ<br>ความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยตรง                                                                                                                        | DEC       | kWh /24 h |

**6.3.6 การวัดอัตราการดึงความร้อนของตู้แช่ที่มีชุดควบแน่นแยกต่างหาก**

การทดสอบตามข้อ 5.3.6 และการรายงานตามตารางที่ 15

**ตารางที่ 15 การวัดอัตราการดึงความร้อนของตู้แช่ที่วางชุดควบแน่นแยกต่างหาก**

(ข้อ 6.3.6)

| ข้อ                                  | รายละเอียด                                                                                                                                                                                               | สัญลักษณ์                        | หน่วย    |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------|
| 5.3.6.1.1                            | สำหรับตู้แช่ที่มีฝาปิดกลางคืน และ/หรือไฟแสงสว่าง ให้ระบุว่าผลการทดสอบนั้นเป็นไปตามแบบที่ 1 หรือแบบที่ 2 ตามหัวข้อ 5.3.2.7.1 และข้อ 5.3.2.7.2 หรือทั้งสองแบบ ในกรณีหลัง จะต้องระบุผลการทดสอบของทั้งสองแบบ |                                  |          |
| 5.3.6.1.2<br>รูปที่ 31,<br>33 และ 34 | สำหรับระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ให้แสดง                                                                                                                                                                     |                                  |          |
|                                      | เส้นโค้งและค่าเฉลี่ยของความดันด้านดูด (ขณะทำงาน) และอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านออกของตู้แช่                                                                                                          | $P_s$<br>$\theta_s$              | Pa<br>°C |
|                                      | อุณหภูมิอิมิดดิวเคลียของอีเวปโปเรเตอร์ระหว่างการทำงาน และระหว่างร้อยละ 10 ที่ยุดสุดของช่วงเวลาเดินเครื่องทั้งหมด                                                                                         | $\theta_{min}$<br>$\theta_{min}$ | °C<br>°C |
|                                      | อุณหภูมิร้อนยวดยิ่งเฉลี่ยทางเลขคณิต ทางด้านดูดที่บริเวณตู้แช่ออก                                                                                                                                         |                                  | °C       |
|                                      | อุณหภูมิร้อนยวดยิ่งเฉลี่ยทางเลขคณิต ทางด้านดูดที่บริเวณขาออกของเครื่องระเหย                                                                                                                              |                                  | °C       |
|                                      | เส้นโค้งและอุณหภูมิของเหลวเฉลี่ยที่บริเวณตู้แช่เข้า                                                                                                                                                      | $\theta_4$                       | °C       |
|                                      | เส้นโค้งและค่าอัตราการไหลเชิงมวลเฉลี่ยของสารทำความเย็น                                                                                                                                                   | $q_m$                            | kg/s     |
| 5.3.6.1.3<br>รูปที่ 29<br>และ 32     | ระบบทำความเย็นแบบอ้อม ให้แสดง                                                                                                                                                                            |                                  |          |
|                                      | เส้นโค้งและอุณหภูมิสารทำความเย็นทุติยภูมิเฉลี่ยที่บริเวณตู้แช่เข้า                                                                                                                                       | $\theta_1$                       | °C       |
|                                      | เส้นโค้งและอุณหภูมิสารทำความเย็นทุติยภูมิเฉลี่ยที่บริเวณตู้แช่ออก                                                                                                                                        | $\theta_0$                       | °C       |
|                                      | ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิมีฐานของสารทำความเย็นทุติยภูมิ ระหว่างเวลาเดินเครื่อง                                                                                                                                | $\theta_{min}$                   | °C       |
|                                      | ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิมีฐานของสารทำความเย็นทุติยภูมิ ระหว่าง 10% ที่ยุดสุดของช่วงเวลาเดินเครื่องทั้งหมด                                                                                                    | $\theta_{min}$                   | °C       |
|                                      | เส้นโค้งและค่าอัตราการไหลเชิงมวลเฉลี่ย                                                                                                                                                                   | $q_m$                            | kg/s     |

| ข้อ     | รายละเอียด                                                                                        | สัญลักษณ์          | หน่วย     |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|
|         | ความดันตกคร่อม ระหว่างขาเข้าและขาออกของตู้แช่ ไม่รวมถึงวาล์วที่ผู้ทำไม่ได้ติดตั้งมาพร้อมกับตู้แช่ | $P_{in} - P_{out}$ | Pa        |
| 5.3.6.3 | ค่าอัตราการดึงความร้อนที่จำเป็นสำหรับตู้แช่จากการวัดก่อนหน้านี้ ให้ระบุ                           |                    |           |
|         |                                                                                                   | $\Phi_{run}$       | kW        |
|         |                                                                                                   | $\Phi_{run75}$     | kW        |
|         |                                                                                                   | $\Phi_{24}$        | kW        |
|         |                                                                                                   | $\Phi_{24-defl}$   | kW        |
|         | ความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการทำมาเย็น                                                           | $REC$              | kWh /24 h |
|         | การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด                                                                  | $TEC$              | kWh /24 h |
|         | ร้อยละของเวลาเดินเครื่อง สำหรับตู้แช่ที่ออกแบบให้ทำงานเป็นจังหวะ                                  | $t_{rr}$           | %         |

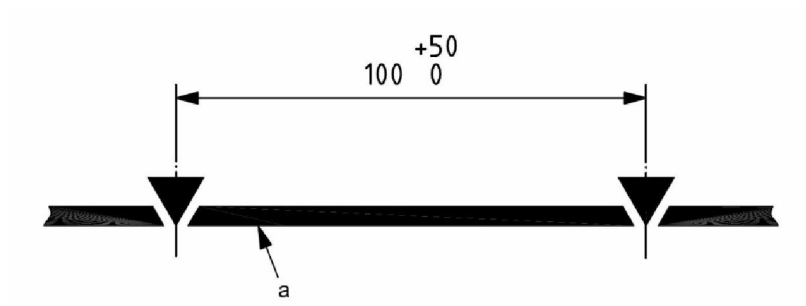
## 7. การทำเครื่องหมายและฉลาก

### 7.1 ชิดจำกัดในการบรรจุ

ตู้แช่ทุกตู้ต้องมีการทำเครื่องหมายแสดงขีดจำกัดในการบรรจุให้เห็นอย่างชัดเจนและถาวรที่ผิวด้านใน เส้นหนึ่งหรือหลายเส้นก็ได้ (ดูรูปที่ 36 ข.) ดังแสดงในรูปที่ 38 ในกรณีที่ตู้แช่นั้นไม่สามารถบรรจุเกินได้ ไม่จำเป็นต้องทำเครื่องหมาย

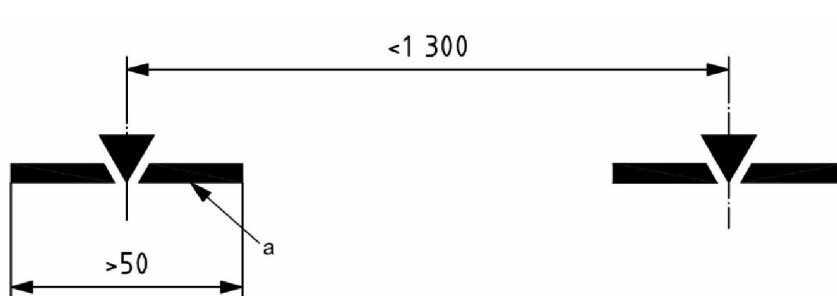
เส้นแสดงขีดจำกัดในการบรรจุจะต้องเป็นเส้นเต็มต่อเนื่อง (ดูรูปที่ 36 ก.) หรือเว้นว่างเป็นช่วง (รูปที่ 36 ข.) เพื่อให้เห็นอย่างชัดเจน เส้นแต่ละเส้นจะต้องยาวอย่างน้อย 50 mm และต้องมีสามเหลี่ยมด้านเท่าอย่างน้อย 1 รูปที่มีด้านเท่ากับ  $d_f$  โดย  $d_f$  มีค่าระหว่าง 5.5 mm ถึง 15 mm (ดูรูปที่ 37)

ในกรณีที่ไม่สามารถแสดงเส้นขีดจำกัดในการบรรจุบนผิวด้านในของตู้แช่ได้ อันเนื่องมาจากการออกแบบตู้แช่ ให้ทำเครื่องหมายแสดงขีดจำกัดในการบรรจุไว้ในตำแหน่งที่มองเห็นได้ และในคู่มือคำแนะนำการใช้งาน



มิติหน่วยเป็น mm

ก) เส้นแสดงขีดจำกัดในการบรรจุแบบเต็มต่อเนื่อง

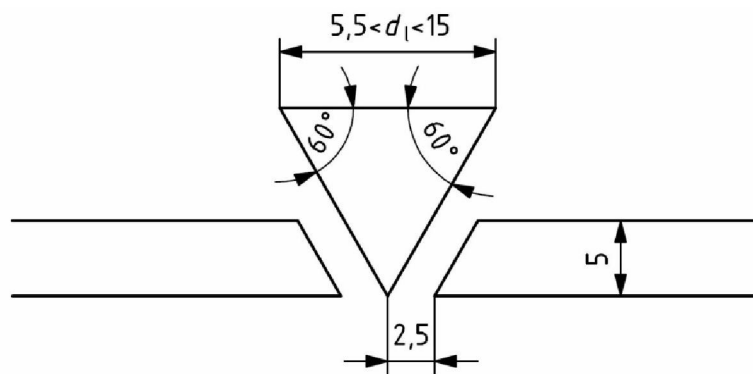


ข) เส้นแสดงขีดจำกัดในการบรรจุแบบเว้นเป็นช่วง

a คือเส้นแสดงขีดจำกัดในการบรรจุ

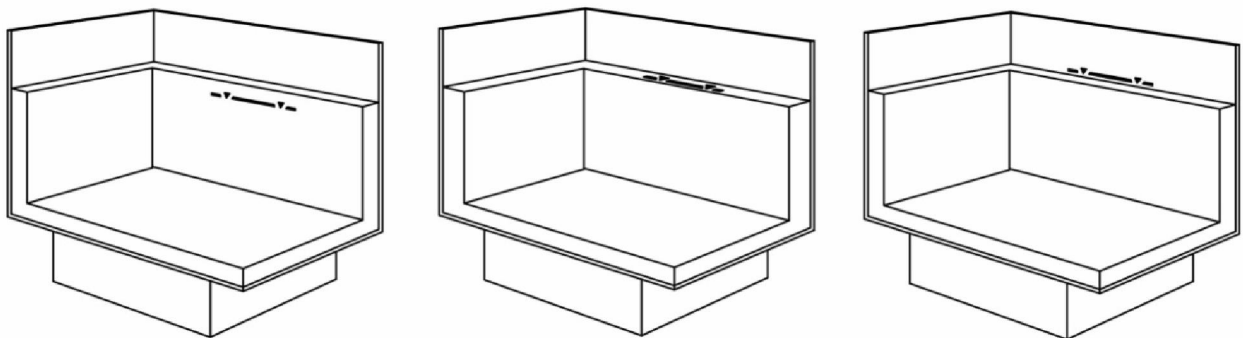
รูปที่ 36 เครื่องหมายแสดงขีดจำกัดในการบรรจุ

(ข้อ 7.1)



รูปที่ 37 มิติของเส้นแสดงขีดจำกัดในการบรรจุ

(ข้อ 7.1)



รูปที่ 38 ตัวอย่างเส้นแสดงขีดจำกัดในการบรรจุที่ตำแหน่งต่าง ๆ

(ข้อ 7.1)

## 7.2 แผ่นป้ายเครื่องหมายและฉลาก

ที่ตู้แช่ทุกตู้ ต้องมีข้อมูลแสดงรายละเอียดที่อ่านได้ชัดเจนและถาวร และติดตั้งในตำแหน่งที่เห็นได้ง่าย ดังต่อไปนี้

- ก) ชื่อหรือเครื่องหมายการค้าของผู้ทำ หรือทั้งสองอย่าง (ไม่จำเป็นต้องเป็นชื่อเดียวกันกับชื่อที่ปรากฏอยู่บนชุดควบแน่น)
- ข) รุ่นและหมายเลขเครื่องของผู้แช่ ชุดควบแน่นที่อยู่ร่วมกับตู้แช่ เป็นต้น หรือข้อมูลที่เพียงพอเพื่อให้ทราบถึงอะไหล่ที่จะนำมาทดแทน หรือการบริการที่จำเป็น
- ค) รายละเอียดของอุปกรณ์ประกอบภายในตู้แช่
- ง) ข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของผู้แช่ที่ออกแบบไว้
- จ) สำหรับตู้แช่ที่มีชุดควบแน่นในตัว ให้ระบุมวลและหมายเลขสารทำความเย็น (ดู ISO 817) ที่ใช้
- ฉ) สำหรับตู้แช่ที่มีชุดควบแน่นแยกต่างหาก ให้ทำเครื่องหมายและฉลาก ตาม EN 378-2

## 7.3 ข้อมูลที่ผู้ทำต้องแสดง

สำหรับผู้เช่าแต่ละตู้ ผู้ทำต้องแสดงข้อมูลดังต่อไปนี้

- ก) มิติภายนอกเปิดเสร็จสำหรับการติดตั้ง
- ข) มิติภายนอกเปิดเสร็จสำหรับการบริการ รวมถึงระยะ  $d_p$  ระยะห่างระหว่างด้านหลังตู้แช่กับแผ่นแนวตั้ง ถ้ามี (ดูข้อ 5.3.2.1)
- ค) สำหรับตู้แช่แต่ละประเภทที่จำแนกตามชั้นอุณหภูมิ (ดูข้อ 4.2.2 )
  - 1) พื้นที่เปิดแสดงสินค้า
  - 2) พื้นที่แสดงสินค้าทั้งหมด (ดูภาคผนวก ก.)
  - 3) ปริมาตรสุทธิ
  - 4) พื้นที่ชั้นแช่เย็น (ถ้ามี)
  - 5) สำหรับตู้แช่มีฝาปิดกลางคืน และ/หรือไฟแสงสว่าง ถ้าผลลัพธ์เป็นของการทดสอบแบบที่ 1 หรือแบบที่ 2 ตามข้อ 5.3.2.7.1 และข้อ 5.3.2.7.2 หรือของทั้งสองแบบ สำหรับในกรณีหลังจะต้องจัดทำรายละเอียดของทั้งสองแบบที่มีข้อมูลดังต่อไปนี้
    - ก) ความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยตรง (DEC ) เป็น kWh ต่อ 24 h ตามการทดสอบในข้อ 5.3.5 และ
    - ข) ถ้าชุดควบคุมไม่ได้ยู่ร่วมกับตู้แช่ ให้แสดงอัตราการดึง ความร้อน ตามข้อ 5.3.6 หมายเหตุ ดูชั้นอุณหภูมิและภูมิอากาศ ตามข้อ 4.2.2 และข้อ 5.3.1.3.1
- ง) สำหรับในแต่ละชั้นอุณหภูมิที่ตู้แช่แสดงสินค้าทำงาน ผู้ทำต้องจัดให้มีข้อมูลแสดงอุณหภูมิดังต่อไปนี้ (ตามผลการวัดในการทดสอบ ตามข้อ 5.3.2 )
  - ตำแหน่งติดตั้งตัวรับรู้อุณหภูมิ
  - ค่าสูงสุดที่แสดงที่เครื่องวัด หรือค่าที่วัด ณ ตำแหน่งติดตั้งตัวรับรู้อุณหภูมิ ที่ภาวะการทำงานที่เสถียร
  - ค่าสูงสุดที่แสดงที่เครื่องวัด หรือค่าที่วัด ณ ตำแหน่งติดตั้งตัวรับรู้อุณหภูมิ ในขณะอุณหภูมิระหว่างหรือทันทีหลังจากช่วงการละลายน้ำแข็ง
  - ภาวะที่การแสดงอุณหภูมิหยุดชั่วขณะ (เช่น ระหว่างการละลายน้ำแข็ง)

**ภาคผนวก ก.**  
(ข้อกำหนด)  
**พื้นที่แสดงสินค้าทั้งหมด (TDA)**

**ก.1 ทัวไป**

ให้หา TDA จากผลรวมของพื้นที่ที่ภาพฉายตามแนวระดับและแนวตั้งของอาหารที่มองเห็นได้ หน่วยเป็นตารางเมตร สำหรับตู้แช่แบบหลายชั้น และตู้แช่แบบกึ่งตั้ง พื้นที่ภาพฉายในแนวระดับจะวัดจากระนาบซึ่งสูงจากพื้น 1.55 m โดยคำนึงถึงอาหารที่มองเห็นได้ ที่วางอยู่ส่วนหน้าของชั้นวางสินค้า (ดูรูป ก. 3)

**ก.2 การวัด TDA ในตู้แช่เย็นแสดงสินค้า**

**ก.2.1 ภาวะทั่วไป**

สำหรับตู้แช่ที่มองเห็นอาหารผ่านกระจก ปริมาณการส่องผ่านของแสง  $T_g$  จะต้องเป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้ในตาราง ก.1

**ตาราง ก.1 ปริมาณการส่องผ่านของแสง  $T_g$**

(ข้อ ก.2.1)

| ชนิดของกระจก                                        | $T_g$                          |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------|
| กระจกชั้นเดียวชนิดกันแสงสะท้อน                      | 98 %                           |
| กระจกชั้นเดียว                                      | 90 %                           |
| กระจกสองชั้น หรือกระจกชั้นเดียว 2 แผ่น              | 81 %                           |
| กระจกสามชั้นที่ไม่เคลือบผิว                         | 73%                            |
| กระจกชนิดที่อาบผิวสะท้อนแสง หรือฟุ้งขดลวดทำความร้อน | การวัดค่าให้เป็นไปตาม ISO 9050 |

ให้หักพื้นที่ส่วนที่บดแสงของกรอบกระจก หรือรางเลื่อนออกจากการวัด

**ก.2.2 การคำนวณหา TDA**

ให้คำนวณพื้นที่ส่วนแสดงสินค้าทั้งหมดดังต่อไปนี้

$$TDA = (H_o \times L_{oh}) + (H_g \times T_{gh} \times L_{gh}) + (V_o \times L_{ov}) + (V_g \times T_{gv} \times L_{gv})$$

เมื่อ

$H$  คือ ภาพฉายตามแนวระดับ เป็นเมตร

$V$  คือ ภาพฉายตามแนวตั้ง เป็นเมตร

$L$  คือ ความยาวของตู้แช่ที่ไม่รวมความหนาผนังด้านข้าง เป็นเมตร

$T_g$  คือ ปริมาณการส่องผ่านของแสงที่ผิวกระจก

$D$  คือ ความลึก (ดูภาพด้านข้างของตู้แช่ รูปที่ ข.4 และรูปที่ ข.5)

ดัชนี

o หมายถึง พื้นผิวเปิด

g หมายถึง พื้นผิวกระจก

h หมายถึง แนวระดับ

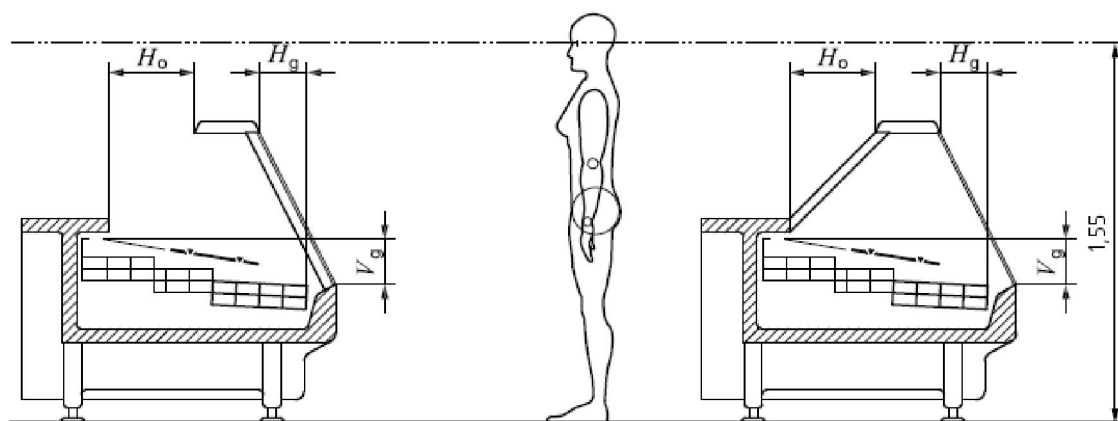
v หมายถึง แนวตั้ง

w หมายถึง ผนังปิด

หมายเหตุ 1 ตัวอย่างเช่น พื้นผิวกระจกของฝาด้านหน้า ( $T_{gv}$ ) และของฝาปิด ( $T_{gh}$ ) อาจจะแตกต่างกัน

หมายเหตุ 2 สำหรับตู้แช่ที่มีพื้นผิวของกระจกสองด้านหรือมากกว่า ต้องคำนวณค่า TDA ของพื้นผิวกระจกทั้งหมด (ดูรูปที่ ก.2 (ตู้แช่แบบตู้กลางห้อง) รูปที่ ก.8 และรูปที่ ก.9)

รูปที่ ก.1 ถึงรูปที่ ก.9 แสดงการคำนวณหาพื้นที่แสดงสินค้าทั้งหมด สำหรับตู้แช่ยาว 2.5 m ที่นิยมใช้ทั่วไป



|                  |                  |               |
|------------------|------------------|---------------|
|                  | $L_{oh} = 2.500$ | $H_o = 0.350$ |
| $T_{gh} = 90 \%$ | $L_{gh} = 2.400$ | $H_g = 0.194$ |
|                  | $L_{ov} = 2.500$ | $V_o = 0$     |
| $T_{gv} = 90 \%$ | $L_{gv} = 2.400$ | $V_g = 0.185$ |

|                                                                                                                     |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $TDA = (H_o \cdot L_{oh}) + (H_g \cdot T_{gh} \cdot L_{gh}) + (V_o \cdot L_{ov}) + (V_g \cdot T_{gv} \cdot L_{gv})$ | 1.694 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

|                  |                  |               |
|------------------|------------------|---------------|
|                  | $L_{oh} = 2.400$ | $H_o = 0.350$ |
| $T_{gh} = 90 \%$ | $L_{gh} = 2.500$ | $H_g = 0.194$ |
|                  | $L_{ov} = 2.500$ | $V_o = 0$     |
| $T_{gv} = 90 \%$ | $L_{gv} = 2.500$ | $V_g = 0.185$ |

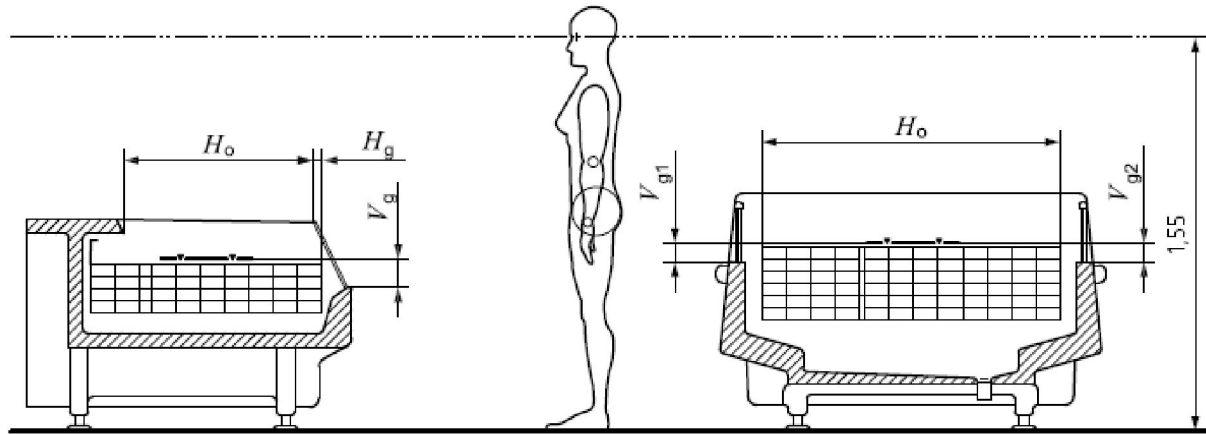
|                                                                                                                     |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $TDA = (H_o \cdot L_{oh}) + (H_g \cdot T_{gh} \cdot L_{gh}) + (V_o \cdot L_{ov}) + (V_g \cdot T_{gv} \cdot L_{gv})$ | 1.693 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

หน่วยเป็นเมตร

รูปที่ ก.1 ตู้แช่แบบเคาน์เตอร์บริการวางนอน

(ข้อ ก 2.2)





|                  |                  |               |
|------------------|------------------|---------------|
|                  | $L_{oh} = 2.500$ | $H_o = 0.770$ |
| $T_{gh} = 90 \%$ | $L_{gh} = 2.500$ | $H_g = 0.012$ |
|                  | $L_{ov} = 2.500$ | $V_o = 0$     |
| $T_{gv} = 90 \%$ | $L_{gv} = 2.500$ | $V_g = 0.090$ |

|                                                                                                                     |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $TDA = (H_o \cdot L_{oh}) + (H_g \cdot T_{gh} \cdot L_{gh}) + (V_o \cdot L_{ov}) + (V_g \cdot T_{gv} \cdot L_{gv})$ | 2.155 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

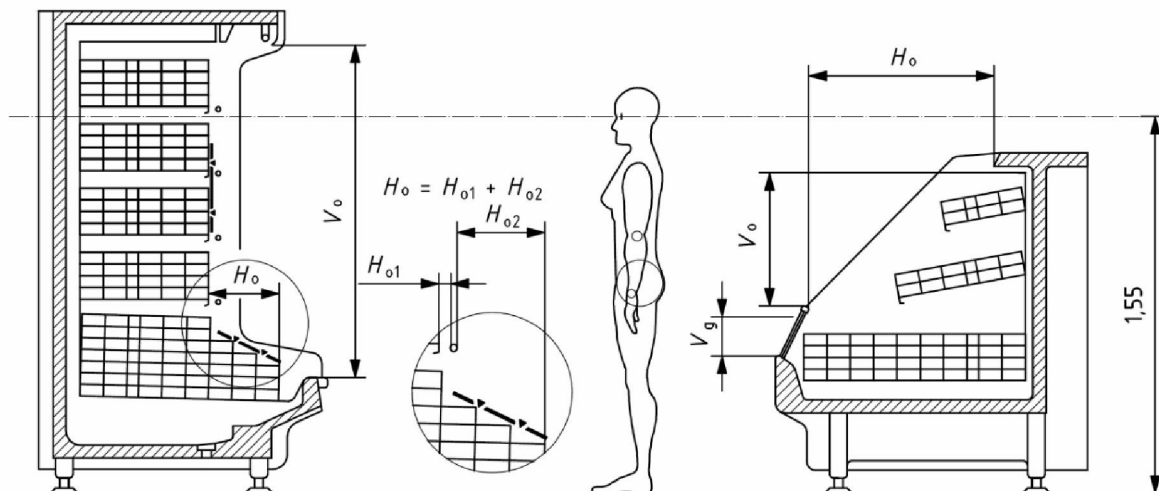
|                   |                  |               |
|-------------------|------------------|---------------|
|                   | $L_{oh} = 2.500$ | $H_o = 1.176$ |
| $T_{gh} = 100 \%$ | $L_{gh} = 2.500$ | $H_g = 0$     |
|                   | $L_{ov} = 2.500$ | $V_o = 0$     |
| $T_{gv} = 81 \%$  | $L_{gv} = 2.400$ | $V_g = 0.058$ |

|                                                                                                                     |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $TDA = (H_o \cdot L_{oh}) + (H_g \cdot T_{gh} \cdot L_{gh}) + (V_o \cdot L_{ov}) + (V_g \cdot T_{gv} \cdot L_{gv})$ | 3.053 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

หน่วยเป็นเมตร

รูปที่ ก.2 ตู้แช่ชนิดตั้งกลางห้องและติดผนัง วางนอนและเปิดโล่ง

(ข้อ ก.2.2)



|                   |                  |               |
|-------------------|------------------|---------------|
|                   | $L_{oh} = 2,500$ | $H_o = 0,291$ |
| $T_{gh} = 100 \%$ | $L_{gh} = 2,500$ | $H_g = 0$     |
|                   | $L_{ov} = 2,500$ | $V_o = 1,367$ |
| $T_{gv} = 100 \%$ | $L_{gv} = 2,500$ | $V_g = 0$     |

|                                                                                                                           |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $TDA = (H_o \times L_{oh}) + (H_g \times T_{gh} \times L_{gh}) + (V_o \times L_{ov}) + (V_g \times T_{gv} \times L_{gv})$ | 4,145 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

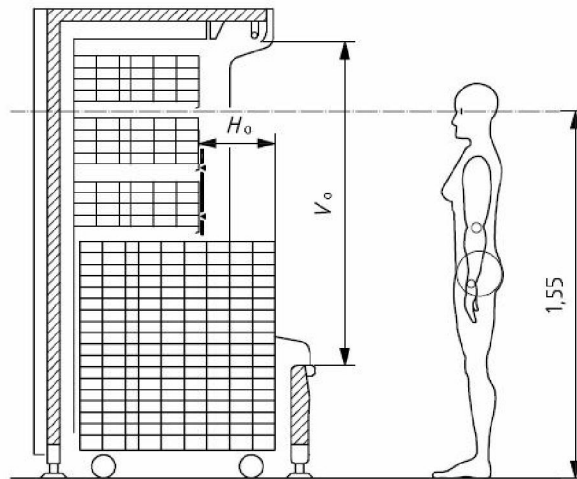
|                   |                  |               |
|-------------------|------------------|---------------|
|                   | $L_{oh} = 2,500$ | $H_o = 0,761$ |
| $T_{gh} = 100 \%$ | $L_{gh} = 2,500$ | $H_g = 0$     |
|                   | $L_{ov} = 2,500$ | $V_o = 0,546$ |
| $T_{gv} = 81 \%$  | $L_{gv} = 2,400$ | $V_g = 0,175$ |

|                                                                                                                           |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $TDA = (H_o \times L_{oh}) + (H_g \times T_{gh} \times L_{gh}) + (V_o \times L_{ov}) + (V_g \times T_{gv} \times L_{gv})$ | 3,608 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

หน่วยเป็นเมตร

รูปที่ ก.3 ตู้แช่แบบตั้งและกึ่งตั้ง ชนิดหลายชั้น

(ข้อ ก.2.2)

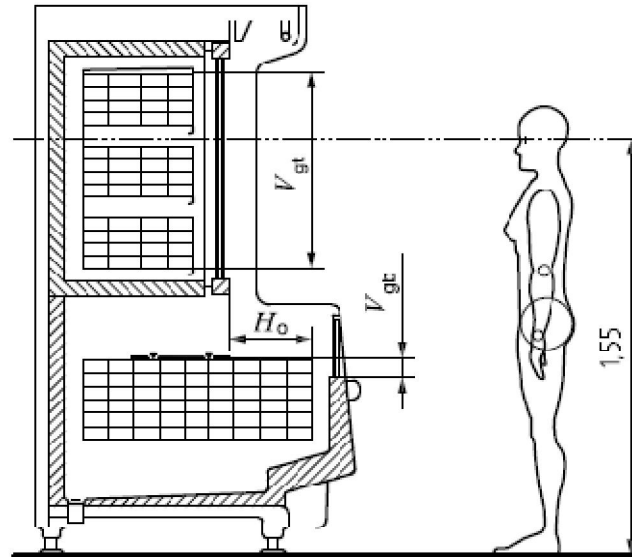


|                                                                                                                           |                  |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|
|                                                                                                                           | $L_{oh} = 2,500$ | $H_o = 0,321$ |
| $T_{gh} = 100 \%$                                                                                                         | $L_{gh} = 2,500$ | $H_g = 0$     |
|                                                                                                                           | $L_{ov} = 2,500$ | $V_o = 1,367$ |
| $T_{gv} = 100 \%$                                                                                                         | $L_{gv} = 2,500$ | $V_g = 0$     |
| $TDA = (H_o \times L_{oh}) + (H_g \times T_{gh} \times L_{gh}) + (V_o \times L_{ov}) + (V_g \times T_{gv} \times L_{gv})$ |                  | 4,220         |

หน่วยเป็นเมตร

รูปที่ ก.4 ตู้แช่แบบตั้ง ชนิดเข็นสินค้าเข้า (roll-in cabinet)

(ข้อ ก.2.2)

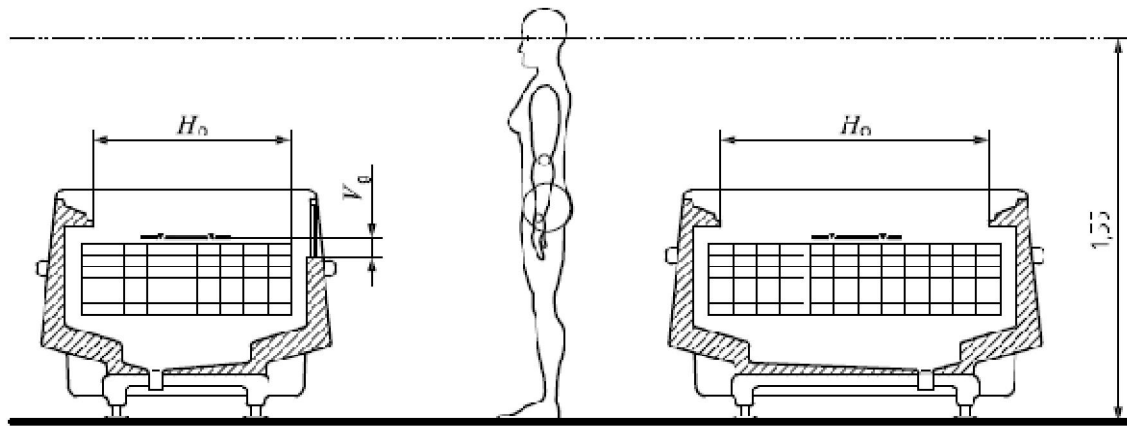


|                                                                                                                           |                  |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|
|                                                                                                                           | $L_{oh} = 2,500$ | $H_o = 0,306$     |
| $T_{gh} = 100 \%$                                                                                                         | $L_{gh} = 2,500$ | $H_g = 0$         |
|                                                                                                                           | $L_{ov} = 2,500$ | $V_o = 0$         |
| $T_{gvt} = 73 \%$                                                                                                         | $L_{gv} = 2,250$ | $V_{gvt} = 0,731$ |
| $T_{gvb} = 73 \%$                                                                                                         | $L_{gb} = 2,400$ | $V_{gvb} = 0,058$ |
| $TDA = (H_o \times L_{oh}) + (H_g \times T_{gh} \times L_{gh}) + (V_o \times L_{ov}) + (V_g \times T_{gv} \times L_{gv})$ |                  | 2,037             |

หน่วยเป็นเมตร

รูปที่ ก.5 ตู้แช่แบบผสม ชนิดมีประตูกระจกด้านบน และด้านล่างเปิด

(ใช้อ.ก.2.2)



|                   |                  |               |
|-------------------|------------------|---------------|
|                   | $L_{oh} = 2,000$ | $H_o = 0,800$ |
| $T_{gh} = 100 \%$ | $L_{gh} = 2,500$ | $H_g = 0$     |
|                   | $T_{ov} = 2,500$ | $V_o = 0$     |
| $T_{gv} = 70 \%$  | $L_{gv} = 2,400$ | $V_g = 0,058$ |

|                                                                                                                           |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $TDA = (H_o \times L_{oh}) + (H_g \times T_{gh} \times L_{gh}) + (V_o \times L_{ov}) + (V_g \times T_{gv} \times L_{gv})$ | 2,102 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

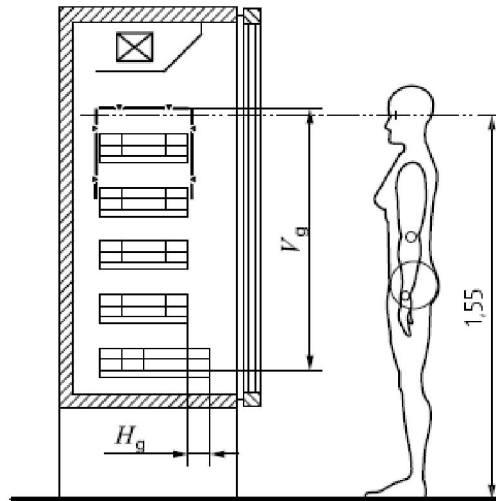
|                   |                  |               |
|-------------------|------------------|---------------|
|                   | $L_{oh} = 2,500$ | $H_o = 1,084$ |
| $T_{gh} = 100 \%$ | $L_{gh} = 2,500$ | $H_g = 0$     |
|                   | $T_{ov} = 2,500$ | $V_o = 0$     |
| $T_{gv} = 100 \%$ | $L_{gv} = 2,500$ | $V_g = 0$     |

|                                                                                                                           |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $TDA = (H_o \times L_{oh}) + (H_g \times T_{gh} \times L_{gh}) + (V_o \times L_{ov}) + (V_g \times T_{gv} \times L_{gv})$ | 2,710 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

หน่วยเป็นเมตร

รูปที่ ก.6 ผู้ใช้แบบนั่งกลางห้องแบบนอน ชนิดเปิดโล่ง

(ข้อ ก.2.2)

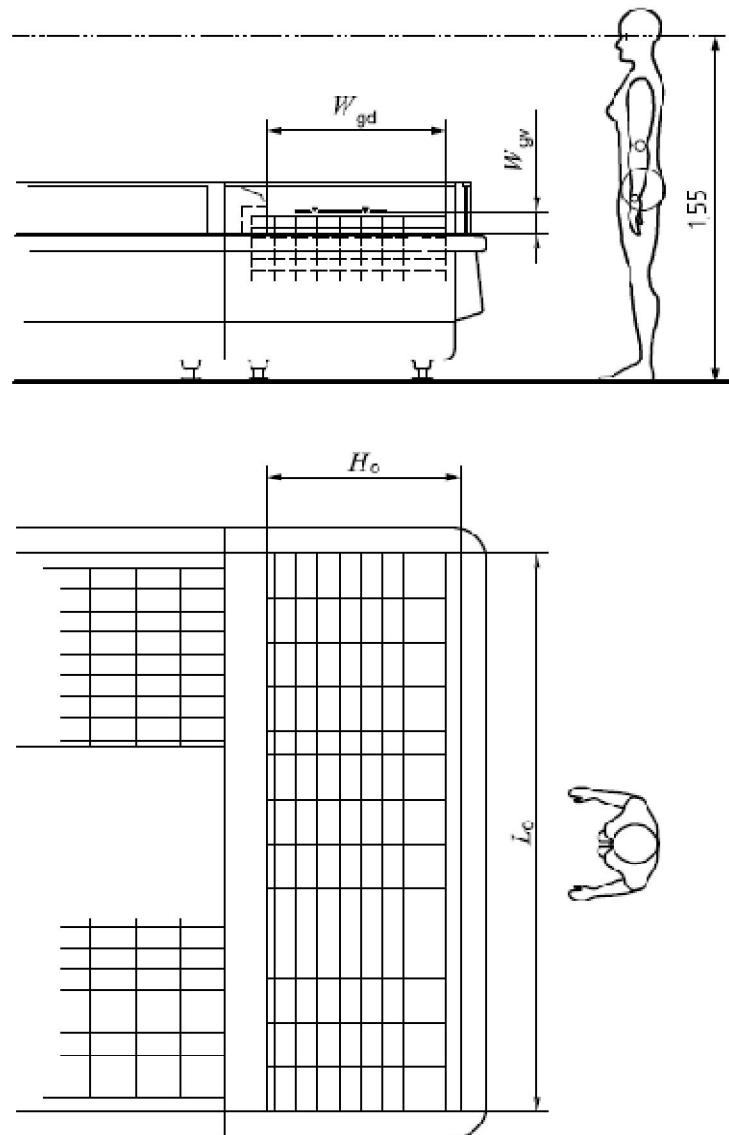


|                                                                                                                           |                  |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|
|                                                                                                                           | $L_{oh} = 2,500$ | $H_o = 0$     |
| $T_{gh} = 100 \%$                                                                                                         | $L_{gh} = 2,500$ | $H_g = 0$     |
|                                                                                                                           | $L_{ov} = 2,500$ | $V_o = 0$     |
| $T_{gv} = 64 \%$                                                                                                          | $L_{gv} = 2,250$ | $V_g = 1,053$ |
| $TDA = (H_o \times L_{oh}) + (H_g \times T_{gh} \times L_{gh}) + (V_o \times L_{ov}) + (V_g \times T_{gv} \times L_{gv})$ |                  | 1,516         |

หน่วยเป็นเมตร

รูปที่ ก. 7 ผู้เข้าแบบตั้ง ชนิดประตูกระจก

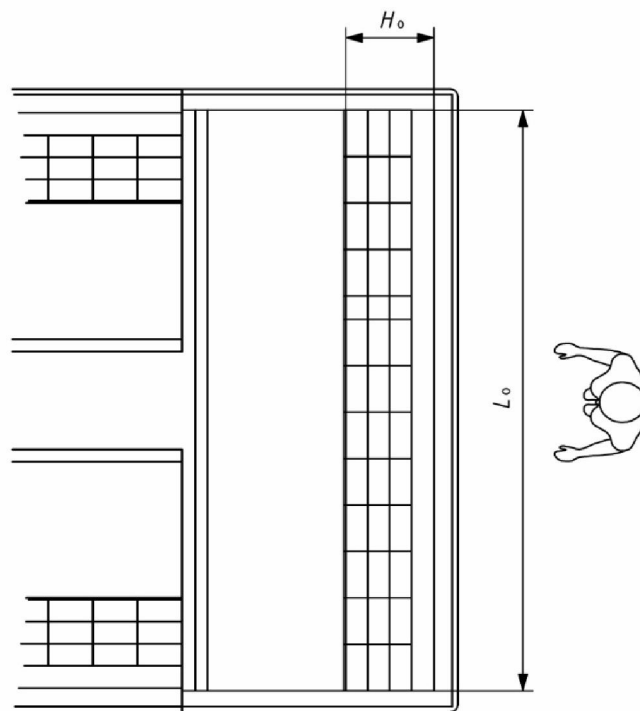
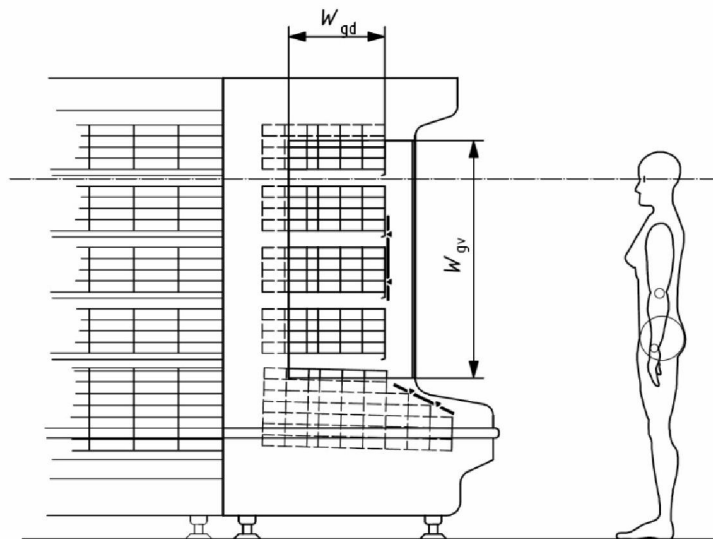
(ข้อ ก.2.2)



|                                                                                                                                                                                          |                  |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
|                                                                                                                                                                                          | $L_{oh} = 2,500$ | $H_o = 0,000$    |
| $\Gamma_{gh} = 100 \%$                                                                                                                                                                   | $L_{gh} = 2,500$ | $H_g = 0$        |
|                                                                                                                                                                                          | $L_{ov} = 2,500$ | $V_o = 0$        |
| $\Gamma_{gv} = 73 \%$                                                                                                                                                                    | $L_{gv} = 2,400$ | $V_g = 0,058$    |
| $\Gamma_{gv} = 73 \%$                                                                                                                                                                    | $W_{gv} = 0,059$ | $W_{gd} = 0,800$ |
| $TDA = (H_o \times L_{oh}) + (H_g \times \Gamma_{gh} \times L_{gh}) + (V_o \times L_{ov}) + (V_g \times \Gamma_{gv} \times L_{gv}) + (2 \times L_{gv} \times \Gamma_{gv} \times W_{gd})$ |                  | 2.169            |

หน่วยเป็นเมตร

รูปที่ ก. 8 ตู้แช่แบบตั้งกลางห้องต่อชนตู้แช่อื่น แบบนอน ชนิดเปิดโล่ง  
(ข้อ ก.2.2)

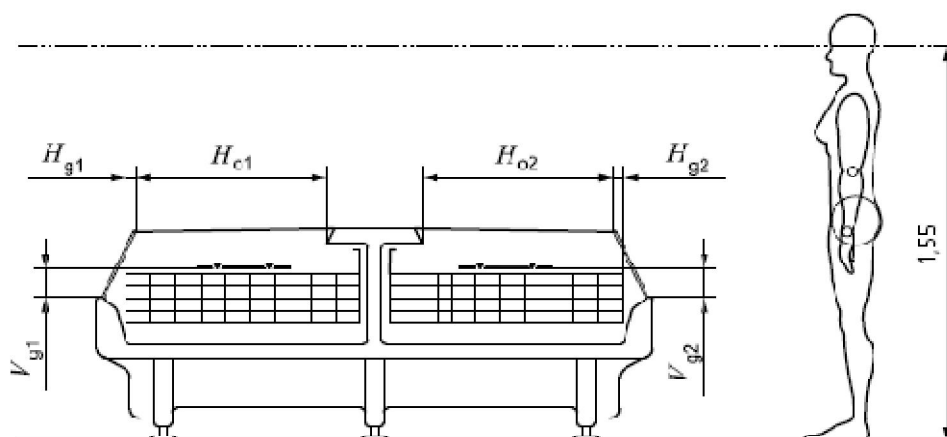


|                                                                                                                                                                           |                                                          |                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| $T_{gh} = 100\%$                                                                                                                                                          | $r_{oh} = 2,500$<br>$r_{gh} = 2,500$<br>$L_{ov} = 2,500$ | $H_o = 0,291$<br>$H_y = 0$<br>$V_o = 1,387$ |
| $T_{gv} = 100\%$                                                                                                                                                          | $L_{gv} = 2,500$                                         | $V_g = 0$                                   |
| $T_{gv} = 81\%$                                                                                                                                                           | $W_{gv} = 1,022$                                         | $W_{gd} = 0,415$                            |
| $TDA = (H_o \times L_{oh}) + (H_g \times I_{gh} \times L_{gh}) + (V_o \times L_{ov}) + (V_g \times I_{gv} \times L_{gv}) + (2 \times I_{gw} \times W_{gw} \times W_{gd})$ |                                                          | 4,532                                       |

หน่วยเป็นเมตร

รูปที่ ก.9 ตู้แช่ต่อชนตู้แช่อื่น แบบตั้ง ชนิดหลายชั้น

(ข้อ ก.2.2)



|                                                                                                                                                                                                                               |                   |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|
|                                                                                                                                                                                                                               | $L_{oh1} = 2,500$ | $H_{o1} = 0,770$ |
|                                                                                                                                                                                                                               | $L_{oh2} = 2,500$ | $H_{o2} = 0,770$ |
| $T_{gh1} = 73 \%$                                                                                                                                                                                                             | $L_{gh1} = 2,400$ | $H_{g1} = 0,012$ |
| $T_{gh2} = 73 \%$                                                                                                                                                                                                             | $L_{gh2} = 2,400$ | $H_{g2} = 0,012$ |
| $T_{gv1} = 73 \%$                                                                                                                                                                                                             | $L_{gv1} = 2,400$ | $V_{g1} = 0,030$ |
| $T_{gv2} = 73 \%$                                                                                                                                                                                                             | $L_{gv2} = 2,400$ | $V_{g2} = 0,030$ |
| $TDA = (H_{o1} \times L_{oh1}) + (H_{o2} \times L_{oh2}) + (H_{g1} \times T_{gh1} \times L_{gh1}) + (H_{g2} \times T_{gh2} \times L_{gh2}) - (V_{g1} \times T_{gv1} \times L_{gv1}) + (V_{g2} \times T_{gv2} \times L_{gv2})$ |                   |                  |
| 4 207                                                                                                                                                                                                                         |                   |                  |

รูปที่ ก.10 ตู้แช่แบบตั้งกลางห้อง ชนิดเป่าลมตรงกลาง



## ภาคผนวก ข.

(ข้อแนะนำ)

## การเปรียบเทียบภาวะระหว่างห้องปฏิบัติการทดสอบ และในร้านจำหน่ายสินค้า

|                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                           |                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ห้องปฏิบัติการทดสอบไม่สามารถจำลองภาวะภูมิอากาศและวิธีการบรรจุแบบต่าง ๆ ที่พบในร้านจำหน่ายสินค้าได้ครบถ้วน ด้วยเหตุนี้จึงนิยามการจัดชั้นภูมิอากาศและการบรรจุสำหรับการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการทดสอบเพื่อจำแนกชนิดตู้แช่ และเพื่อการเปรียบเทียบ |                                                                                                           |                                                                                                                          |
| สำหรับผู้แช่เย็นแสดงสินค้าแบบเปิดโล่ง ไม่สามารถนำผลการทดสอบที่ได้จากห้องปฏิบัติการไปใช้กับร้านจำหน่ายสินค้าโดยตรง                                                                                                                            |                                                                                                           |                                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                              | ห้องปฏิบัติการทดสอบ                                                                                       | ร้านจำหน่ายสินค้า                                                                                                        |
| อ้างอิงถึง                                                                                                                                                                                                                                   | ตาม EN 23953                                                                                              | ตามกฎหมายที่บังคับใช้ในประเทศนั้น ๆ                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                              | อุณหภูมิของสิ่งทดสอบ M และชั้นภูมิอากาศที่สมนัยกับ H2, H1, M2, M1, L3, L2, L1                             | อุณหภูมิของสินค้าอาหารแต่ละชนิด ที่ได้รับผลกระทบจากบรรจุภัณฑ์ของตัวเอง (มิติ วัสดุ การปลงรังสี) และความเอื้อยทางความร้อน |
|                                                                                                                                                                                                                                              | ในการทดสอบบรรจุสิ่งทดสอบตามรูปแบบที่เป็นมาตรฐานเดียวกันตลอด                                               | การบรรจุสินค้ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน                                                                  |
| สภาพแวดล้อมโดยรอบ                                                                                                                                                                                                                            | ชั้นภูมิอากาศของห้องทดสอบ และภาวะเสถียรที่สมนัยกัน (ตัวอย่าง เช่น ชั้นภูมิอากาศ 3 ได้แก่ 25°C , 60 % RH ) | มีการแปรผันของอุณหภูมิและความชื้น อย่างเห็นได้ชัดระหว่างกลางวันและกลางคืน                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                              | ในระหว่างการทดสอบอนุญาตให้มีการแปรผันของอุณหภูมิตามความสูงของห้องทดสอบได้เล็กน้อย                         | ในร้านจำหน่ายสินค้ามีการแบ่งชั้นอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญในโซนสินค้าอาหารแช่เย็นซึ่งเป็นผลดีต่อการทำงานของตู้แช่           |

|                   |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                        |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | ความเร็วของกระแสลมแนวนอนที่ต่อเนื่องเท่ากับ $0.2 \text{ m/s}$ ( $0$ ; $-0.1$ ) ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงจุดอ่อนของผู้แช่ และแสดงผลกระทบของกระแสลมที่แรง | ลูกค้าอาจรบกวนกระแสลมในช่วงสั้น ๆ                                                                                                                                      |
|                   | มีการกำหนดการแผ่รังสีอินฟราเรด ของผิวภายในห้องปฏิบัติการทดสอบ                                                                                      | ไม่ทราบค่าการแผ่รังสีในช่วงอินฟราเรดจากผิวต่าง ๆ ในร้านค้า ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดของอาคาร การแบ่งชั้นของอากาศ และชนิดของไฟส่องสว่าง                                        |
| การประเมินสมรรถนะ | เมื่ออุณหภูมิสิ่งทดสอบ M แปรผันน้อยกว่า $0.5^{\circ}\text{C}$ หลังจากเกิด ภาวะเสถียร 24 h แล้ว                                                     | อุณหภูมิสินค้าอาหารในตู้แช่ ซึ่งจะขึ้นกับอุณหภูมิสินค้าอาหาร ณ ขณะบรรจุกับสินค้าที่ได้รับการแผ่รังสีอินฟราเรดมากที่สุดซึ่งเป็นสินค้าชิ้นบนสุดที่ถูกหีบโดยลูกค้า        |
|                   | และอัตราการดึงความร้อนและความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า วัดตาม ISO 23953.                                                                              | ตัวเลขที่ร้านจำหน่ายสินค้าต้องการคำนวณคือ ขนาดระบบทำความเย็นและการใช้พลังงานรายปีโดยคำนึงถึงฤดูกาล (ฤดูร้อน/ฤดูหนาว) วงรอบของวัน (กลางวัน/กลางคืน) ช่วงเวลาการเปิดร้าน |

ภาคผนวก ค.

(ข้อแนะนำ)

การทดสอบการปราศจากกลิ่นและรส

ค.1 การเตรียมและการทดสอบ

ค.1.1 อุณหภูมิโดยรอบ

อุณหภูมิโดยรอบต้องอยู่ระหว่าง  $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$  ถึง  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$

ค.1.2 การทำความสะอาด

ก่อนการทดสอบ ต้องทำความสะอาดตู้แช่ตามคำแนะนำของผู้ทำ และทำความสะอาดอีกครั้งด้วยน้ำกลั่น

ค.1.3. การปรับตั้งเทอร์มอสแตต

ให้ตู้แช่ทำงานเป็นเวลา 48 h โดยปรับตั้งเทอร์มอสแตต และอุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ ตามคำแนะนำของผู้ทำเพื่อให้ได้ค่าอุณหภูมิที่ต้องการตามการจัดประเภทที่เกี่ยวข้อง (ดูข้อ 4.2.2 )

ค.1.4 ตัวอย่าง

ตัวอย่างวิเคราะห์ และตัวอย่างเปรียบเทียบสำหรับตู้แช่แต่ละตู้ได้แก่

- น้ำดื่ม 100 มิลลิลิตร
- ชิ้นของเนยจืดสด ขนาด  $75\text{ mm} \times 35\text{ mm} \times 5\text{ mm}$

จำนวนตัวอย่างดังกล่าวข้างต้นมีดังนี้ อย่างน้อย 6 ชิ้นสำหรับตัวอย่างวิเคราะห์ และอย่างน้อย 6 ชิ้นสำหรับตัวอย่างเปรียบเทียบ

ให้วางตัวอย่างวิเคราะห์ในจานเพาะเชื้อ และตัวอย่างเปรียบเทียบในภาชนะแก้วที่ปิดผนึกสนิท

ก่อนการทดสอบต้องทำความสะอาดจานเพาะเชื้อและภาชนะแก้วที่ใช้สำหรับการทดสอบด้วยไอกรดไนตริก แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งหมดกลิ่น

ให้วางน้ำและเนย ซึ่งใช้เป็นตัวอย่างวิเคราะห์ ในตู้แช่โดยไม่ปิดฝา และวางตัวอย่างเปรียบเทียบในภาชนะแก้วที่ปิดผนึกสนิทใกล้กับตัวอย่างวิเคราะห์

ค.1.5 ระยะเวลาทดสอบ

ให้วางตัวอย่างวิเคราะห์ และตัวอย่างเปรียบเทียบในตู้แช่ที่กำลังทำงาน (ในกรณีที่ตู้แช่มีประตูให้ปิดประตู) และให้คงอุณหภูมิที่กำหนดไว้เป็นเวลา 48 h หลังจาก 48 h แล้วให้ปิดฝาครอบตัวอย่างวิเคราะห์

ให้นำตัวอย่างวิเคราะห์และตัวอย่างเปรียบเทียบออกจากตู้แช่ และอุ่นให้ได้อุณหภูมิประมาณ 20 °C

## ก.2 การตรวจตัวอย่าง

### ก.2.1 วิธีตรวจ

ให้ตรวจหลังจากนำตัวอย่างออกจากตู้แช่ ประมาณ 2 h และตรวจโดยผู้ตรวจที่คุ้นเคยกับวิธีทดสอบอย่างน้อย 3 คน

ผู้ตรวจแต่ละคนจะได้รับ

ตัวอย่างวิเคราะห์ของน้ำ 2 ตัวอย่าง

ตัวอย่างเปรียบเทียบ ของน้ำ 2 ตัวอย่าง

ตัวอย่างวิเคราะห์ของเนย 2 ตัวอย่าง

ตัวอย่างเปรียบเทียบของเนย 2 ตัวอย่าง

โดยไม่ต้องไม่บอกให้ผู้ตรวจสอบทราบว่าเป็นอะไร

ให้ตรวจตัวอย่างน้ำก่อนตรวจตัวอย่างเนยจัดสด ยกเว้นมีการตรวจแยกต่างหากโดยผู้ตรวจคนอื่น

ให้ผู้ตรวจบันทึกผลการตรวจเป็นลายลักษณ์อักษรโดยเอกเทศ

### ก.2.2 การประเมินผล

ประเมินผลโดยให้คะแนนดังต่อไปนี้

คะแนน 0 คือ ไม่มีกลิ่นหรือรสแปลกปลอม

คะแนน 1 คือ มีกลิ่นหรือรสแปลกปลอมเล็กน้อย

คะแนน 2 คือ มีกลิ่นหรือรสแปลกปลอมที่รับรู้ได้

คะแนน 3 คือ มีกลิ่นหรือรสแปลกปลอมอย่างเด่นชัด

ถ้าหากค่าเฉลี่ยของผลทดสอบระหว่างการประเมินผลกลิ่นและรสแต่ละครั้ง มีคะแนนมากกว่า

1 ให้ทดสอบซ้ำ โดยเตรียมการ ดังต่อไปนี้

- ละลายน้ำแข็งที่เครื่องระเหย
- ทำความสะอาดตู้แช่
- ให้ตู้แช่เปล่าทำงานเป็นเวลา 1 สัปดาห์
- ละลายน้ำแข็งที่เครื่องระเหยซ้ำอีกครั้ง
- ปรับตั้งอุณหภูมิสำหรับการทดสอบการปราศจากกลิ่นและรส ครั้งที่ 2

**บรรณานุกรม**

[1] EN 378-1, Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 1:

Basic requirements, definitions, classification and selection criteria

[2] EN 614-1, Safety of machinery - Ergonomic design principles - Part 1: Terminology and general principles

[3] EN 12830, Temperature recorders for the transport, storage and distribution of chilled, frozen, deepfrozen/

quick-frozen food and ice cream - Tests, performance, suitability ratified european text