

February 2019

פברואר 2019

ICS CODE: 91.140.65

**מכשירי חשמל ביתיים ומכשירים דומים:  
אוגרים לחימום מים – דרישות כלליות ודרישות ביצועים**

Household and similar electrical appliances:

Storage water heaters – General and performance requirements

תקן זה ייכנס לתוקף ב-

**נסנק זה תואם הצעת סגנון**

**מכון התקנים הישראלי  
The Standards Institution of Israel**



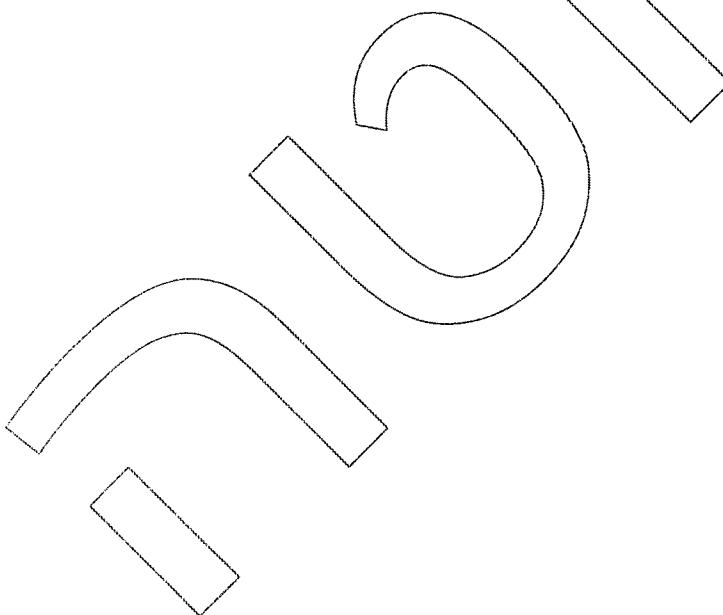
רחוב חיים לבנון 42, תל-אביב 69977, טל' 03-6412762, פקס' 03-6465154 | [www.sii.org.il](http://www.sii.org.il)

תקן זה הוכן על ידי ועדת המומחים 25501 – מוממי מים شمالיים, בהרכבת זה:  
סימינה ברטשנידר, מרק גריינברג, רמי טרבולסקי, יair כ"ץ, מיכאל לוניבסקי (יו"ר), אלכסנדר>Rodik

תקן זה אושר על ידי הוועדה הטכנית 255 – ציוד חשמלי לשימוש ביתי, בהרכבת זה:

- נעם כהני איגוד התעשייה הקיבוצית
- דן למפרט (יו"ר) איגוד לשכות המסחר
- אלכסנדר>Rodik המוסד לבטיחות ולגיהות
- מיכאל לוניבסקי, שמחה פילוט המועצה הישראלית לצרכנות
- תמייר מעודי התאחדות המלאכה וה תעשייה בישראל
- רמי טרבולסקי, ג'ק כהлон התאחדות התעשיינים בישראל
- שלומי לוי חברת החשמל לישראל
- אבי אוחזון מכון התקנים הישראלי – אגף התעשייה
- איציק יוניסי משרד האנרגיה
- נתן אלדור רשות ההסמכות לצרכנות

זיהו שלו רি�צה את עבודת הכנת התקן.



**הodata על רויזיה**

- תקן ישראלי זה, ת"י 69,  
והתקן הישראלי ת"י 900 חלק 2.21  
באים במקומם התקנים הישראליים האלה:  
 - ת"י 69 ממאי 2012  
 גילון התקן מס' 1 מאי 2015  
 גילון התקן מס' 2 מאי 2018  
 - ת"י 579 חלק 2 מאוגוסט 1997  
 גילון התקן מס' 1 פברואר 2014

**מילות מפתח:**

מחמי מים; אוגרים לחימום מים, מחמי מים חשמליים, בידוד תרמי, הגנה מפני שיטור.

**Descriptors:**

water heaters, storage water heaters, electric heaters, thermal insulation, corrosion protection.

**עדכניות התקן**

התקנים הישראליים-עומדים לבדיקה מזמן לזמן, ולפחוט את לחם שנין, כדי להתאים להתפתחות המדע והטכנולוגיה.  
המשתמשים בתקנים יודאו שבידיהם המודורה המעודכנת של התקן על גילונות התקון שלו.  
מסגר המתפרקם ברשומות כגילון תיקון, יכול להאות גילוני תיקון נפרד או תיקון המשולב בתקן.

**תוקף התקן**

תקן ישראלי על עדכני נכנס לתוקף החל ממועד פרסוםו ברשומות.  
יש לבדוק אם התקן רשמי או אם חלקים ממנו רשמי. התקן רשמי או גילוני תיקון رسمي (במלואם או בחלקו) נכנסים לתוקף 60 ימים מפרסום ההודעה ברשומות, אלא אם בהודעה נקבע מועד יותר לכינסה לתוקף.

**סימון בטו התקן**

כל המיצר מוצר, המתאים לדרישות התקנים הישראליים החלים עליון  
ראשי, לפי היתר ממכון התקנים הישראלי, לסמן בטו התקן:



© אין לצלם, להעתיק או לפרסם, בכל אמצעי שהוא, תקן זה או קטעים ממנו, ללא רשות מראש ובכתב מכון התקנים הישראלי.

**זכויות יוצרים**

## תוכן העניינים

1 .....	<b>הקדמה</b>
1 .....	<b>פרק א – כללי</b>
1 .....	1.1. חלות התקן .....
2 .....	1.2. אזוריים נורמטיביים .....
4 .....	1.3. מונחים והגדרות .....
5 .....	1.4. מיוון .....
7 .....	<b>פרק ב – דרישות כלליות</b>
7 .....	2.1. סימון בתווית אנרגיה .....
8 .....	2.2. קיבול נומינלי .....
8 .....	<b>פרק ג – דרישות מבנה</b>
8 .....	3.1. כללי .....
8 .....	3.2. מבנה המכל ומחלפי החום .....
10 .....	3.3. הגנה מפני שיתוך .....
11 .....	3.4. בידוד תרמי .....
11 .....	3.5. מעטפת חיצונית .....
11 .....	3.6. צינורות .....
12 .....	3.7. מחבר טבלת המנגנון או המכסה .....
12 .....	3.8. מכסה ההגנה .....
13 .....	<b>פרק ד – דרישות תפקוד</b>
13 .....	4.1. קיבול האוגר .....
13 .....	4.2. כושר פעולה .....
14 .....	4.3. תפוקת המים החמים .....
14 .....	<b>פרק ה – בדיקות</b>
14 .....	5.1. הוראות בדיקה כלליות .....
18 .....	5.2. בדיקות קיבול האוגר .....
19 .....	5.3. בדיקת כושר הפעולה של האוגר .....
20 .....	5.4. בדיקת תפוקת המים החמים .....
22 .....	5.5. בדיקת מכסה ההגנה מפלסטיק של המכל .....
23 .....	<b>נספח א (ירושם בעתיד)</b> .....
24 .....	<b>נספח ב (נורматיבי) – מרוחבי התקנה</b> .....
25 .....	<b>נספח ג (נורמתיבי) – מיני אוגרים</b> .....
26 .....	<b>נספח ד (נורמתיבי) – הגנה על אוגרים מפני שיתוך</b> .....
36 .....	<b>נספח ה (נורמתיבי) – בדיקת טיב הציפוי באוגר בעזרת צריכת זרם הגנה כתודי נורמתיבי</b> .....
39 .....	<b>נספח ו (למידע בלבד) – כללי המקצוע הטובי להבטחת עמידות האוגר בשיתוך</b> .....

## הקדמה

מהדורה זו של התקן הישראלי, יחד עם התקן הישראלי ת"י 900 חלק 2.21, באה במקומות מהדורות התקנים הישראלים ת"י 69 מאי 2012, לרבות גילוון התקיקון מס' 1 שלו מיוני 2015 וגילוון התקיקון מס' 2 שלו מיום לי 2018, ות"י 579 מאי 2018 חלק 2 מאוגוסט 1997, לרבות גילוון התקיקון מס' 1 שלו מפברואר 2014.

### הערה:

התקן הישראלי ת"י 579 חלק 2 דן באוגרי מים במערכות סולאריות. אוגרי מים אלה הם אוגרים חשמליים שבתוחם החולות של תקן זה, ת"י 69, וכן, כדי למנוע כפילות בדרישות, תקן זה גם בא במקומות התקן הישראלי ת"י 579 חלק 2. לנוחות המשמש, מובאים להלן הבדלים העיקריים שבין מהדורה זו של התקן לבין המהדורות הקודמות:

- חלות התקן הורחבה – מהדורות הקודמות חלו על אוגרים חשמליים לחימום מים שקיבולם עד 300 ליטרים, ואילו מהדורה זו חלה על אוגרים חשמליים לחימום מים שקיבולם עד 400 ליטרים;
- הוסרו כל הסעיפים הדנים בבטיחות של מחממי מים, שעליהם חל התקן הישראלי ת"י 900 חלק 2.21;
- הונחוב מגוון הפלדות המותירות לשימוש;
- הוסר ההיתר להשתמש במחממי מים עשויים נחושת;
- עודכנו הדרישות בנוגע להגנה מפני שיתוך כמפורט להלן:
- הדרישות בנוגע לשימוש בפלדות בלתי מחלידות הוחמו;
- האפשרות לציפוי מלט הוסקה;
- הדרישות בנוגע לציפוי אמל (אמיל) עודכנו;
- הדרישות בנוגע לציפוי פולימרי (מכונה גם אפוקסי או צבע) עודכנו.
- הדרישות בנוגע לתרומות טיטים הועברו לתקן הישראלי ת"י 900 חלק 2.21;
- בוטלה הדרישה לבדוק חיקום החוזה.

## פרק א – כללי

### 1.1. חלות התקן

1.1.1. תקן זה חל על אוגרים חשמליים לחימום מים (להלן: "אוגרים") לשימוש ביתי, שקיבולם מ-5 ליטרים עד 400 ליטרים, המתחברים בקביעות לרשת המים.

האוגרים שתקן זה חל עליהם:

- מבודדים בבודוד תרמי, והמים שבתוכם מתחממים עד לטמפרטורה הנמוכה מנקודת הרתיחה;
- מושתטים על ידי תרומות טיט;
- ניזונים במתח נקוב שאינו גדול מ-250 וולט.

האוגרים שתקן זה חל עליהם יכולם להיות חלק ממערכת סולארית לחימום מיים.

האוגרים שתקן זה חל עליהם יכולים להיות בעלי מאיצ' חימום כמו גדר בטקן הישראלי ת"י 579 חלק 9.

### 1.1.2. טקן זה אינו חל על המכשירים המפורטים להלן:

- מכשירים לחימום נזולים שחיל עליהם הטקן הישראלי ת"י 900 חלק 2.15;
- מחמי מים מידיים, שחיל עליהם הטקן הישראלי ת"י 900 חלק 2.35;
- מכשירי חשמל ביתיים לחימום מי שתייה ולהרתחת, שחיל עליהם הטקן הישראלי ת"י 251;
- מנפחים ואוטומטי מכירות מסחריים שחיל עליהם הטקן הישראלי ת"י 900 חלק 2.75;
- מכשירים המיועדים למטרות תעשייתיות בלבד;
- מכשירים המיועדים לשימוש במקומות שוררים בהם תנאים מיוחדים, כגון אטמוספירה משוכנת או-נפיצה (אבק, אדים או גזים).

תקן זה אינו מפרט דרישות בטיחות של אוגרים.

דרישות אלה מפורטות בטקן הישראלי ת"י 900 חלק 2.21.

### 1.2. אזכורים נורמטיביים

תקנים ומסמכים המוזכרים בטקן זה (תקנים ומסמכים לא מתוארכים - מהזרמת האחורה היא הקובעת):

תקנים ישראליים ת"י 50.3: תבניות צינורות למחברים שבהם אטימת הלחץ נעשית באמצעות התבריג:

- מידות, סבולות וכיוני
- מערפות סולאריות לחימום מים: מאיצ' חימום ת"י 579 חלק 9
- צינורות פלדה לא-איטפר ת"י 593
- צבעים ולכוט. בדיקת חיתוך שתי וערב ת"י 785 חלק 14
- בטיחות מכשירי חשמל ביתיים ומכשירים דומים: דרישות כליליות ת"י 900 חלק 1
- בטיחות מכשירי חשמל ביתיים ומכשירים דומים: דרישות מיוחדות ת"י 900 חלק 2.21
- לאוגרים לחימום מים ת"י 1135
- תווית מידע על צרית אנרגיה ת"י 5452
- בדיקת מוצריים הבאים ב מגע עם מי שתייה

### תקנים בין-לאומיים

- |               |  |
|---------------|--|
| ISO 2064      | Metallic and other inorganic coatings – Definitions and conventions concerning the measurement of thickness.                               |
| ISO 2178      | - Non-magnetic coatings on magnetic substrates – Measurement of coating thickness – Magnetic method  |
| ISO 2409      | - Paints and varnishes – Cross-cut test  |
| ISO 5817:2003 | - Welding – Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) – Quality levels for imperfections    |
| ISO 6964      | - Polyolefin pipes and fittings – Determination of carbon black content by calcination and pyrolysis – Test method and basic specification |

- |             |  |
|-------------|--|
| ISO 12944-4 | - Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems: Types of surface and surface preparation  |
| ISO 18553   | - Method for the assessment of the degree of pigment or carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds  |
| ISO 28706-2 | - Vitreous and porcelain enamels – Determination of resistance to chemical corrosion: Determination of resistance to chemical corrosion by boiling acids, boiling neutral liquids, alkaline liquids and/or their vapours |

#### תקנים אירופיים

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| EN 10025-2:2004            | - Hot rolled products of structural steels: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels  |
| EN 10028-1:2007<br>A1:2009 | - Flat products made of steels for pressure purposes: General requirements   |
| EN 10028-7:2007            | - Flat products made of steels for pressure purposes: Stainless steels   |
| EN 10088-1:2005            | - Stainless steels: List of stainless steels   |
| EN 10088-5:2009            | - Stainless steels: Technical delivery conditions for bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for construction purposes         |
| EN 10111:2008              | - Continuously hot rolled low carbon steel sheet and strip for cold forming – Technical delivery conditions  |
| EN 12438                   | - Magnesium and magnesium alloys – Magnesium alloys for cast anodes  |
| EN 12897                   | - Water supply – Specification for indirectly heated unvented (closed) storage water heaters   |
| EN 14430                   | - Vitreous and porcelain enamels – High voltage test   |
| EN 14879-4                 | - Organic coating systems and linings for protection of industrial apparatus and plants against corrosion caused by aggressive media: Linings on metallic components |

#### תקנים לאומיים

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| AS/NZS 4692.1:2005<br>(R2016) | - Electric water heaters: Energy consumption, performance and general requirements   |
| ASTM G154-2006                | - Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials   |
| DIN 4753-1:2011               | - Water heaters, water heating installations and storage water heaters for drinking water: Tanks with a capacity of over 1000 l  |
| DIN 4753-3:2017               | - Water heaters, water heating installations and storage water heaters for drinking water: Corrosion protection on the water side by enamelling and cathodic protection – Requirements and testing |

- DIN 4753-4:2011
- Water heaters, water heating installations and storage water heaters for drinking water: Corrosion protection on the water side by means of hot-setting resin-bonded tank linings
- DIN 4753-7:2011
- Water heaters, water heating installations and storage water heaters for drinking water: Tanks with a capacity of up to 1000 l, requirements relating to manufacture, thermal insulation and corrosion protection
- MIL-STD-889
- Dissimilar Metals

### מסמכים זרים

AD 2000-Merkblatter – Technical rules for pressure vessels:

- B 0:2003-07 - Design of pressure vessels
- B 1: 2000-10 - Cylindrical and spherical shells subject to internal overpressure
- B 3: 2000-10 - Domed ends subject to internal or external pressure

- 1.3. מונחים והגדרות**
- המונחים וההגדרות האלה כוחם יפה בתקן זה :
- 1.3.1 אוגר**
- כל קיבול חסמי לאנירט מים ולהימום המים, על כל חלקיו (כגון : מכל, מחף חום, צינורות, טבלת-מנגנון), שימושים בו התקני בקרה של טמפרטורת המים.
- 1.3.2 אוגר בעל מוצא חופשי**
- אוגר שזרימת המים בו מבוקרת עליידי שסתום בצינור המבוקא, ויש בו צינור מוצא המאפשר את התפשטות המים (ראו נספח ג, ציור ט).
- 1.3.3 אוגר סגור**
- אוגר המיועד לעבודה בלחץ רשת המים, וזרימת-המים בו מבוקרת באמצעות שסתום אחד או יותר הנמצאים במערכת יציאת המים (ראו נספח ג, ציורים א-ח).
- 1.3.4 אוגר סגור הניזון מכל אספקה**
- אוגר סגור הניזון מכל אספקה נפרד המשולב במקשיר, כשהמים-ממכל האספקה הנפרד זורמים בצינור באמצעות כוח הקובד אל המכל-שבו-נאגרים ומחוממים המים, וזרימת המים במערכת יציאת המים החמים מבוקרת באמצעות שסתומים (ראו נספח ג, ציור ח).
- 1.3.5 אוגר פתוח**
- אוגר שМОתקן בו צינור הפתוח לאטמוספירה, והוא מיועד להתחבר אל רשת המים באמצעות שסתום מפחית לחץ, כאשר זרימת המים במערכת יציאת המים החמים מבוקרת באמצעות שסתומים (ראו נספח ג, ציור י).
- 1.3.6 אנודזה גלוונית**
- אנודזה המספקת את זרם ההגנה הנדרש להגנה כתודית מפני שיתוך באמצעות המרה כימית (המלה).

**1.3.7. הגנה קטודית מפני שיטוך**

זרמי הגנה קטודייםüber הגנה קטודית.

**1.3.8. טבלת מנגנון**

תקן שמורכבים עליו אבזרים, כגון תרמוסטט וגוף חיים.

**1.3.9. מאיץ חיים דמוי שרול**

אבזר דמוי שרול, המורכב על גוף החימום התיכון, והבנוי כך שהמינים בתוכו עולים עקב לחצים תרמוסיפוניים ויוצאים ממנו באזור העליון של האוגר.

המאיץ משמש לחימום מהיר ראשוני של המים ללא תוספת אנרגיה מצידו.

**1.3.10. מחלף חום**

תקן המורכב כמעגל סגור, שדרכו זורמים מים או נוזלים אחרים המקבלים חום או מוסרים חום.

**1.3.11. מכל**

רכיב של האוגר המשמש כלי קיבול לאגירת מים.

**1.3.12. צינור מבוא**

הצינור המחבר את האוגר אל רשת המים.

**1.3.13. צינור מוצא**

הצינור-הMOVAIL את המים החמים מהוגר אל הצרך.

**1.3.14. ציפוי אקל (אמיל)**

ציפוי בלתי אורגני, זוגני, יצוק, משולב בקומר הבסיס.

**1.3.15. ציפוי צבע**

קומר על בסיס פלסטי המודבק באמצעות שרף סינטטי המתaska בחום לצורך הגנה על חומרים מתכתיים מפני שיטוך.

**1.3.16. קיבול נומינלי**

**1.3.17.1. קיבול נומינלי של אוגר סגור**

כמות המים (בליטרים) שאוגר סגור יכול להכיל, לפי הצהרת הייצור.

**1.3.17.2. קיבול נומינלי של אוגר פתוח**

קיבול המים (בליטרים) שאוגר פתוח מספק-לצרך, לפי הצהרת הייצור, במצבים אלה:

- אספקה רצופה של מי רשת המים;

- אספקה לא רצופה של מי רשת המים.

**1.4. מיוו**

ממיינים את האוגרים כמפורט להלן:

**1.4.1. לפי אופן פעולתם ומקור אספקת המים שלהם (ראו נספח א)**

**1.4.1.1. אוגר סגור;**

**1.4.1.2. אוגר סגור הניזון מכל אספקה;**

**1.4.1.3. אוגר סגור בעל מוצא חופשי;**

**1.4.1.4. אוגר פתוח.**

1.4.2. **לפי אופן התקנותם (ראו נספח ב)**

1.4.2.1. אוגר התלווי במצב אנכי;

1.4.2.2. אוגר העומד על תחתיתו במצב אנכי;

1.4.2.3. אוגר המונח במצב אופקי;

1.4.2.4. אוגר התלווי במצב אופקי.

1.4.3. **לפי מיקום התקנותם (ראו נספח ב)**

1.4.3.1. אוגר המותקן מחוץ לבניין או במקום רטוב;

1.4.3.2. אוגר המותקן בתוך הבניין (לרובות במקום מסתור יבש מחוץ לבניין).

1.4.4. **לפי הציפוי הפנימי של המכל**

1.4.4.1. מכל מצופה אמל (ראו נספח ד, סעיף ד-4);

1.4.4.2. מכל מצופה צבע (ראו נספח ד, סעיף ד-5);

1.4.4.3. מכל ללא ציפוי (ראו נספח ד, סעיף ד-3).



## פרק ב – דרישות כלליות

### 2.1. סימון בתווית אנרגיה

2.1.1. לאוגר או להוראות השימוש שלו תצורף תווית אנרגיה המתאימה לדרישות התקן הישראלי ת"י 1135.

2.1.2. על התווית יסומנו בסימון ברור, קריא ובר-קיימה פרטימ אלה (ראו צייר 1) :

- הכותרת: "מידע על צריכת האנרגיה";

- שם המוצר: "אוגר חשמלי לחימום מים";

- שם הייצור;

- מין האוגר (לפי סעיף 1.4.1);

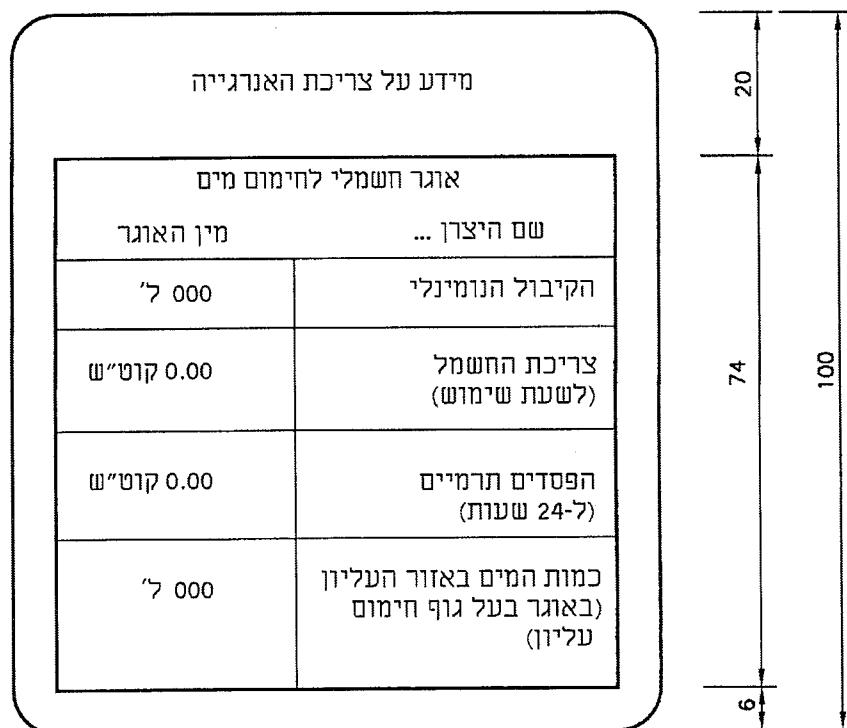
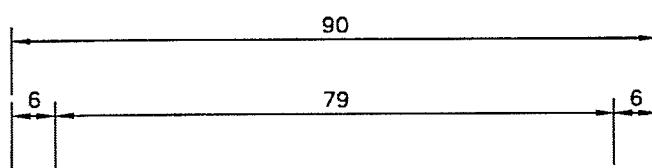
- התקיובל הנומינלי (ליטר) (לפי סעיף 2.2);

- צריכת החשמל לשעת שימוש (קוט"ש) (לפי התקן הישראלי ת"י 900 חלק 2.21, סעיף 10 חזן

; (Power input and current

- הפסדים תרמיים (קוט"ש ל-24 שעות) (לפי סעיפים 4.2.1-1 ו-5.3.1-1);

- כמות המים באזורי העליון (ליטר) (לפי סעיף 5.4.3) (באוגרים בעלי גוף חימום עליון).



צייר 1 – תווית מידע על צריכת האנרגיה (המידות במלימטרים)

## 2.2. קיבול נומינלי

הקיבול הנומינלי של האוגר יהיה אחד מלאה (בליטרים) :

.400 ,300 ,240 ,200 ,180 ,170 ,150 ,120 ,100 ,80 ,60 ,45 ,30 ,20 ,15 ,5

## פרק ג – דרישות מבנה

### 3.1. כללי

תכנון האוגר, ייצרו והרכבו יהיו לפי המפורט להלן.

### 3.2. מבנה המכל ומחלפי החום

#### 3.2.1. החומר לייצור המכל

החומר המשמש לייצור המכלים יתאים למטרתו מבחינות חוזקו המכני ועמידותו בשיטוך.

חומר שאינו עמיד בשיטוך יונגן מפניו באופן נאות.

המכלים יונצרו מפחמים מתאימים, כאמור להלן :

א. פחי פלדה המתאימים לכיפוי ולריתוך, כאמור להלן :

מותallowed לשימוש בפלדה רכה מדרגות DD11, DD12, DD13 המתאימים לדרישות התקן האירופי

EN 10111:2008 או בפלדה שキלים, כגון פחי פלדה מדרגות S275JR או JR S235JR

המתאימים לדרישות התקן האירופי EN 10025-2:2004.

במכלים שעברו טיפול תكمיל בתקליך הציפוי שלהם מותרת סטייה של עד 12% מחזוק הפה שנקבע בתקנים האירופיים שלעיל.

נוסף על כן, פחי פלדה יתאימו למין הציפוי הפנימי שהם מיועדים לו.

ב. פחי פלדה בלתי מחלידה העומדים בדרישות סעיף ד-3 בנספח ד.

#### 3.2.2. עובי דופן המכל

3.2.2.1. עובי הדופן יבטיח את התאמות המכל לדרישות העמידה בלחצים כמפורט בתיקון הישראלי ת"י 900 חלק 2.2.1.

3.2.2.2. באוגרים סגורים, מחשבים וקובעים את העובי המינימלי של דופן-גלאיל המכל ( $t$ ) (במ"מ) לפי הנוסחות המפורטוות במסמך הגרמני AD 2000-Merkblatter 0:2003-07-B 1:2000-10-B.

אם לא נעשתה בדיקה רדיוגרפית למכל, מחשבים את העובי עם מקדם ריתוך ( $\alpha$ ) השווה 0.7.

בחישובים יובא בחשבון מקדם הריתוך ( $\alpha$ ) המפורט בנוסחות הנזכרות לעיל, שייהי כאמור להלן :

- 0 - למכלים פלדה בלתי מחלידה ;

- 0.2 מ"מ - למכלים בעלי הגנה כתודית נוסף על ציפוי מפני שיטוך, כאמור בסעיף 3.3.4 ;

- 1.0 מ"מ - למכלים בעלי הגנה אחרת מפני שיטוך .

3.2.2.3. באוגרים סגורים, מחשבים קובעים את העובי המינימלי של דופן כיפות המכל ( $t_e$ ) (במ"מ) לפי הנוסחות המפורטוות במסמך הגרמני AD 2000-Merkblatter 3:2000-10-B חלק 10.

מקדם השיתוף בחישוב זה יהיה זהה למקדם השיתוף בתישוב העובי המינימלי של דופן גליל המכל

.3.2.2.2. לפि סעיף

לכיפה תהיה אחת הצורות האלה:

- טוריספרית;

- ספרית;

- אליפסואידית לממחה;

- שטוחה.

.3.2.2.4. באוגרים סגורים, העובי המינימלי של דופן גליל המכל ושל דופן כיפות המכל, שחושב כמתואר לעיל,

לא יהיה קטן מערבים אלה:

- 2.5 מ"מ במכל פלדה, אם קוטרו קטן מ- 650 מ"מ;

- 3.0 מ"מ במכל פלדה, אם קוטרו שווה ל- 650 מ"מ או גדול מזה;

- 1.5 מ"מ במכל פלדה בלתי מחלידה (אוסטניטית).

3.2.3. מחלפי חום

מחלף החום יהיה אחד מלאה אן שילוב ביניהם:

א. צינור לוליני בתוך המכל (ראו נספח ג, ציור ח);

ב. גליל בעל דפנות כפניות בתוך המכל (נספח ג, ציור ו);

ג. דופן חיצוני העוטף את גליל המכל (מחלף חום חיצוני) (ראו נספח ג, ציור ז).

התכנון והמבנה של מחלפי החום יבטיחו את עמידותם/בנייה מחיבוריהם לצנרת.

מחלפי החום יהיו מחוברין למכל באופן קשיח שימנע את תזוזתם.

המבנה של המכל ושל מחלף החום יאפשר ניקוי של משקעת האבןית ממשטחי המכל שבתים עלולה להיווצר אבניית.

התפרטורה המקסימלית של הנזול בתוך מחלפי החום לא תהיה גובהה מ- 120° צ'. למחלפי החום יהיו צינורות בעלי תכירות המתאימים לתקן ת"י ישראלי ת"י 50.3, שיאפשרו את חיבוריהם למערכת.

אם מחלף החום והמכל אינם עשויים אותו חומר, הם יונגו מפני שיתוך.

3.2.3.1. מחלף חום חיצוני

העובי המינימלי של דפנות מחלף חום חיצוני (ראו נספח ג, ציור ז) יתאים לדרישות סעיף 3.2.2.4,

אך לא יהיה קטן מערבים אלה:

- 2.0 מ"מ, אם קוטר המחלף קטן מ- 650 מ"מ;

- 2.5 מ"מ, אם קוטר המחלף שווה ל- 650 מ"מ או גדול מזה.

לייצור מכל בעל מחלף חום חיצוני, לרבות בדופן החיצוני, ישמשו פחי פלדה רכה בנדresh

בסעיף 3.2.1.א.

### 3.2.3.2. מחלף חום העשווי צינור לוליני (ראו סעיף 3.2.3)

במחלף חום העשווי צינור לוליני ללא תפער המתאים לתקן הישראלי ת"י 593, שכיפופו גורם להקטנת עובי הדופן בצדיו החיצוני של הכפף, עובי הדופן לפני הכיפוף יהיה גדול מהעובי הנדרש לפני הלחץ, והוא יוחשב לפי נוסחה (1) :

$$t_0 = t_1 \left( 1 + \frac{d_0}{4R} \right) \quad (1)$$

שבה :

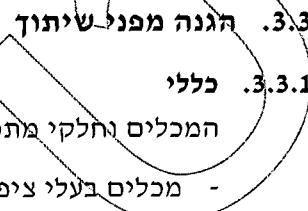
$d_0$  - הקוטר החיצוני של הצינור (מ"מ)

$t_1$  - עובי דופן הצינור לאחר כיפוף (מ"מ)

$t_0$  - עובי דופן הצינור לפני כיפוף (מ"מ)

$R$  - הרדיוס המוצע של הכיפוף (מ"מ)

הරחקה בין הפסיות לא יהיה קטן מ-  $0.2d_0$ .



המכלים אחילקי מתכת אחרים הבאים ב מגע עם מים יונגו מפני שיתוך, כמוポート להלן :

- מכליים בעלי ציפוי – יונגו בהגנה קתודית משלימה ;

- מכליים ללא ציפוי – יהיו עשויים מחומרם כמפורט בסעיף ד-3 בנספח ד ;

- טבלת המנגנון (ראו הגדרה 1.3.8) – תוגן בפני שיתוך. מותר להשתמש בהגנה שונה מההגנה המשמשת את המכלי.

### 3.3.2. חיבור מתכות שונות

ביצור מכל המים וחלקים אחרים (למעטALKTUDOT הגנה) הבאים ב מגע עם מים, אין לחבר בין מתכות שונות אלא אם כן ננקטו צעדים לביטול ההשפעה המשתקפת של מתכת אחת על האחת, כגון :

- שימוש במתכות המתאימות זו לזו מבחינה גלובנית, לפי הנחיות התקן האמריקני MIL-STD-889 ;

- ציפוי מתאים של המשטחים.

### 3.3.3. ציפויים

#### 3.3.3.1. כללי

אם האוגר מצופה, הציפוי יכסה את פניהם המכלזאות הצינורות שבמכל בשלמותם ויבדק לפי מין

הציפוי כמפורט בסעיף 3.3.3.2.

#### 3.3.3.2. מיני הציפויים

הציפוי יהיה אחד מ אלה :

- **ציפוי אטמי (אטילי)**

הציפוי יתאים לדרישות המפורטות בסעיף ד-4 בנספח ד.

- **ציפוי צבע ("חומר פולימרי")**

הציפוי יהיה מהומר תרמוסטי ויתאים לדרישות המפורטות בסעיף ד-5 בנספח ד.

### 3.3.4. הגנה כתודית

ההגנה הכתודית תעמוד בדרישות המפורטות בסעיף ד-4.4 בנספח ד.

בין חלקים המתכת השונים של האוגר הבאים מגע עם המים יהיה רצף חשמלי, למעט גוף החימום ובית התרמו-וסטט. מבנה האוגר יאפשר הפרדת אלקטרו-ודה משומשת לצורך החלפה באלקטרודה חדשה לפי הוראות הייצור.

הערה:

רצף חשמלי מוגדר כהתנדות קטנה מ-10 אום.

### 3.4. בידוד תרמי

אם משתמשים בחומר בידוד דליק, כגון פוליאוריתן, יהיה החומר מכוסה כולם במעטפת מחומר לא דליק, כגון פח.

המעטפת תהיה, בפרק 8 מ"מ לפחות מחלקים חשמליים, וצורת התקנתה תמנع אפשרות של גלישת החומר אל מחוץ למעטפת.

#### 3.5. מעפטת חיצונית

##### 3.5.1. כלל

המעטפת החיצונית תיעשה חומר עמיד בשיתוך או חומרים המוגנים מפני שיתוך.

במכל-شعبזד בחומר בידוד סיבי, יהיו אמצעים המבטיחים מפרק קבוע בין המעפטת החיצונית לבין המכל הפנימי והמנועים שנוי בעובי הבידוד.

##### 3.5.2. עובי הפח

אם המעפטת החיצונית עשויה פח פלדה, הוא יהיה פח מגולוון.

עובי הפח יהיה כמפורט להלן:

- 0.5 מ"מ לפחות - כאשר הבידוד מחומר סיבי;

- 0.4 מ"מ לפחות - כאשר הבידוד מחומר קשיח.

##### 3.5.3. צבע

צבע המעפטת יהיה לבן, עובי יהיה 20 מגראםטר לפחות, והוא יעמוד בבדיקה התקלפות לפי התקן הישראלי ת"י 785 חלק 14 עbor דרגה 1.

### 3.6. צינורות

3.6.1. כל הצינורות באוגר (צינורות מבוא, צינורות מוצר, צינורות גלישה, וצינורות חיבור ממוליך חום, למוליך חום ומולט שמש לקולט שמש) יעדמו בדרישות התקן הישראלי ת"י 593, ויהיו צינורות פלדה לא מגולוונים.

3.6.2. לצינורות האוגר יהיו קצוות מתוברגים בתבריג המתאים לתקן הישראלי ת"י 50.3.

3.6.3. הקוטר של צינור המבוא ושל צינור המוצר של מוליך החום יהיה כמפורט בטבלה 1.

הקוטר של צינור המבוא ושל צינור המוצר של מוליך החום יהיה 15 מ"מ לפחות.

3.6.4. כל המשטחים של צינורות המבוא, של צינורות המוצר, של צינורות הגלישה ושל צינורות החיבור הבאים מגע עם מי האוגר, יהיו מוגנים מפני שיתוך על ידי ציפוי או בדרך אחרת.

**טבלה 1 – קווטר נומינלי מינימלי של צינורות מים**

הקווטר הנומינלי המינימלי של צינורות המים (מ"מ)			קיובל האוגר (ליטרים)	מין האוגר (א)
גילה	צינורות חיבור (ב)	մեօ ומוֹצָא		
-	20	20	-	סגור (שאינו ניזון ממכל אספקה ואינו בעל מוצא חופשי)
-	20	20	עד 120 ועד בכלל	- ניזון ממכל
-	20	25	גדול מ- 120 ועד 150	אספקה
-	25	25	גדול מ- 150	
-	-	15	עד 100 ועד בכלל	- בעל מוצא חופשי
20	-	20	עד 120 ועד בכלל	פתח
25	-	25	גדול מ- 120	

**הערות לטבלה:**

(א) ראן הגדרות בסעיפים 1.3.5-1.3.1.

(ב) צינורות חיבור מחלף חום, למחלף חום, מקולט השימוש ולקולט השימוש.

**3.7. מחבר טבלת המנגנון או המכסה**

חיבור טבלת המנגנון או המכסה למכל ייעשה באמצעות הברגות בלבד. האום או הבורג של המחבר יהיה עשויים פלייז או פלדה שצופתה בציפוי מגן-פנוי שיתוך.

החומר האוטם את המחבר למים יאפשר פירוק נוח של המחבר בכל עת, ולא ייעשה שימוש בחומרים מתתקללים עקב שימושו, או בחומר המתקשה במשך הזמן הרכבת טבלת המנגנון או המכסה והסרתם יהיו נוחות בכל עת.

אפשר שלא לחבר את גוף החימום (חתרטומוסטט לטבלת המנגנון, אם קווטר הפתח לניקוי המכלי יהיה 75 מ"מ לפחות).

**3.8. מכסה ההגנה****3.8.1. מכסה הגנה מפח**

במכסה הגנה עשוי פח מגולוון, עובי הפח לא יהיה קטן מ-0.4 מ"מ.

**3.8.2. מכסה הגנה מפלסטיק**

מכסה הגנה מפלסטיק יהיה עמיד בקרינה על-██ולה. העמידות בקרינה על-██ולה תובטח על ידי הוספה פית, כך שתכולת הפיח בפלסטיק תהיה  $2.5 \pm 0.5\%$  ופיזור הפיח יהיה בדרגה 3 או פחות מזה (ראו סעיף 5.5).

## פרק ד – דרישות תפקוד

### 4.1. קיבול האוגר

בבדיקה קיבול האוגר לפי סעיף 5.2:

- הקיבול של אוגר ללא מחליף חום ושל אוגר בעל מחליף חום חיוני לא יהיה קטן מ- 97.5% מקיבולו הנוומיני ולא יהיה גדול מ- 107.5% מקיבולו הנוומיני;
- הקיבול של אוגר בעל מחליף חום שאינו חיוני לא יהיה קטן מ- 95% מקיבולו הנוומיני ולא יהיה גדול מ- 105% מקיבולו הנוומיני.

### 4.2. כושר פעולה

#### 4.2.1. הפסדים תרמיים

בבדיקה הפסדים תרמיים לפי סעיף 5.3.1 שלහן, לא יהיו הפסדים תרמיים גדולים מהמפורט בטבלה 2 או מהערך חמורצה על ידי היצרך בתווית האנרגיה – לפי הערך הקטן מן השניים.

**טבלה 2 – הפסדים תרמיים ל- 24 שעות (קוט"ש)**

הפסדים תרמיים (א)(ב) (קוט"ש ל- 24 שעות)	קיבול האוגר (ליטר)
0.67	5
0.79	10
0.87	15
0.95	20
1.08	30
1.24	45
1.40	60
1.62	80
1.80	100
1.96	120
2.15	150
2.30	180
2.40	200
2.60	240
2.60	300
2.60	400

**הערות לטבלה:**

(א) הערכים שבטבלה מתייחסים לאוגרים בעלי שני צינורות בלבד. עבור כל צינור הנוסף על השניים, יוסף לעצך ההפסד התרמי 0.1 קוט"ש ל-24 שעות.

(ב) הערכים שבטבלה מתייחסים לאוגרים המותקנים במצב אנכי, ממינים 1.4.2.2-1 1.4.2.1. לאוגרים המותקנים במצב אופקי, ממינים 1.4.2.3 ו- 1.4.2.4, מותרים הפסדים הגדולים ב-20% מהנתונים המפורטים בטבלה זו.

#### 4.2.2. מחלף חום

בבדיקה כושר הפעולה של מחלף החום לפי סעיף 5.3.3, ההפרש בין הטמפרטורה המומוצעת של המים באוגר לבין הטמפרטורה של מי רשת המים לא יהיה קטן מ-26 קלוין.

#### 4.3. תפוקת המים החמים

##### 4.3.1. טמפרטורת המים החמים

בבדיקה תפוקת המים החמים לפי סעיף 5.4.1 שלහלן, לא יהיה הפרש הטמפרטורות ( $\theta_c - \theta_p$ ) קטן מהערכים הבאים:

- 43 קלוין - באוגרים שביהם גוף החימום מותקן באופן אונכי בתחום המכל;
- 37 קלוין - באוגרים שביהם גוף החימום מותקן באופן אופקי בשליש התחתון של גובה המכל;
- 35 קלוין - באוגרים שביהם גוף החימום מותקן באופן אופקי מעל השליש התחתון של גובה המכל.

##### 4.3.2. מקדם מיזוג המים

בבדיקה מקדם מיזוג המים לפי סעיף 5.4.2, לא יהיה מקדם המיזוג גדול מהערכים הבאים:

- |  |   |
|--|---|
| 10% - באוגרים שביהם גוף החימום מותקן באופן אונכי בתחום המכל;         | 12% - באוגרים שביהם גוף החימום מותקן באופן אופקי בשליש התחתון של גובה המכל; |
| 20% - באוגרים שביהם גוף החימום מותקן באופן אופקי מעל שליש גובה המכל. |   |

##### 4.3.3. אוגד-בעל מאיץ חימום דמי שרוול (שאינו גוף חימום עליון)

באוגר בעל מאיץ חימום דמי שרוול, המאיץ יעמוד בדרישות המפורחות בתקן הישראלי ת"י 579 חלק 9.

#### 5. הוראות בדיקה כלליות

##### 5.1. בדיקת האוגר

בודקים את האוגר בהתאם לסעיף ה-ז'ן ב-General conditions for the tests (סעיף 5) בתקן הישראלי ת"י 900 חלק 1, בשינויים ובתוספות הטמפרטרים להלן:

- מתקינים את האוגר הנבדק לפי הוראות היצרן, במרחק של 150 מ"מ לפחות מהקיר;
- המרחק בין האוגר לבין הרצפה ובין האוגר לבין התקורה לא יהיה קטן מ-250 מ"מ;
- בחזית האוגר ובצדיו יהיה מרוחך פנווי של 700 מ"מ לפחות;
- אם לא נדרש אחרת, בודקים את האוגר כמחלף החום (אם יש) ריק, וכಚינורותו סתום.

הערה:

לצורך בדיקת חוווק המכל נדרש מכל נוסף ללא ציפוי.

##### 5.1.2. הטמפרטורה האופפת ( $\theta_{amb}$ )

מחשבים את הטמפרטורה המומוצעת האופפת. במהלך הבדיקות יש להקפיד שהטמפרטורות השוררות בחדר הבדיקות אינן שונות יותר מ-5.5 קלוין מהטמפרטורה המומוצעת האופפת.

### 5.1.3. זינת החשמל

במהלך בדיקות האוגר, מתח זינת האוגר יהיה 230 וולט, בתדר 50 הרץ.

### 5.1.4. אספקת המים

מספקים את המים הקרים מקור בעל לחץ קבוע של  $(0.5 \pm 4)$  בר וטמפרטורה קבועה ( $\theta_c$ ) של  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ .

### 5.1.5. מדידות צריכת האנרגיה

מתקנים מד-צריכה במעגלו של גוף החימום. כמו כן, מתקנים התקן שירשום את מועדי פעולה התרמוסטט.

מבטאים את צריכת האנרגיה בכושר הפרדה של 0.01 קוט"ש.

דיוק המדידה יהיה  $\pm 3\%$  לפחות.

### 5.1.6. כוונון הטמפרטורה בתרמוסטט

אם לא נדרש אחרת, מכוננים את התרמוסטטים לטמפרטורה מרבית.

לצורך בדיקת קיבול האוגר (ראו סעיף 5.3) ובדיקת תפקות המים החמים (ראו סעיף 5.4) מבצעים את הפעולות האלה:

- מכוננים את הטמפרטורה בתרמוסטט התיכון, כך שהטמפרטורה הממוצעת של המים מכל תהייה גבואה ב- $(45 \pm 5)^\circ\text{C}$  קלואין מהטמפרטורה האופפת;

- אם יש תרמוסטט עליון, מכוננים את הטמפרטורה שלו לפני הוראות היצרן ולפני הוראות סעיף 5.4.3;

- אין לכונן את הטמפרטורה בתרמוסטט התיכון במשך הבדיקות המתוארות בסעיפים 5.3 ו-5.4.1-5.4.3 שלහלו;

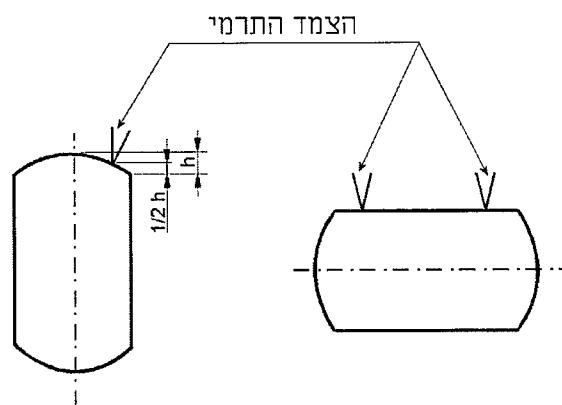
- רושמים את הטמפרטורה שモקה מזווון התרמוסטט;

- מודדים את הטמפרטורה במד-טמפרטורה מתאים, המונת בימים הזורמים מצינור המוצא.

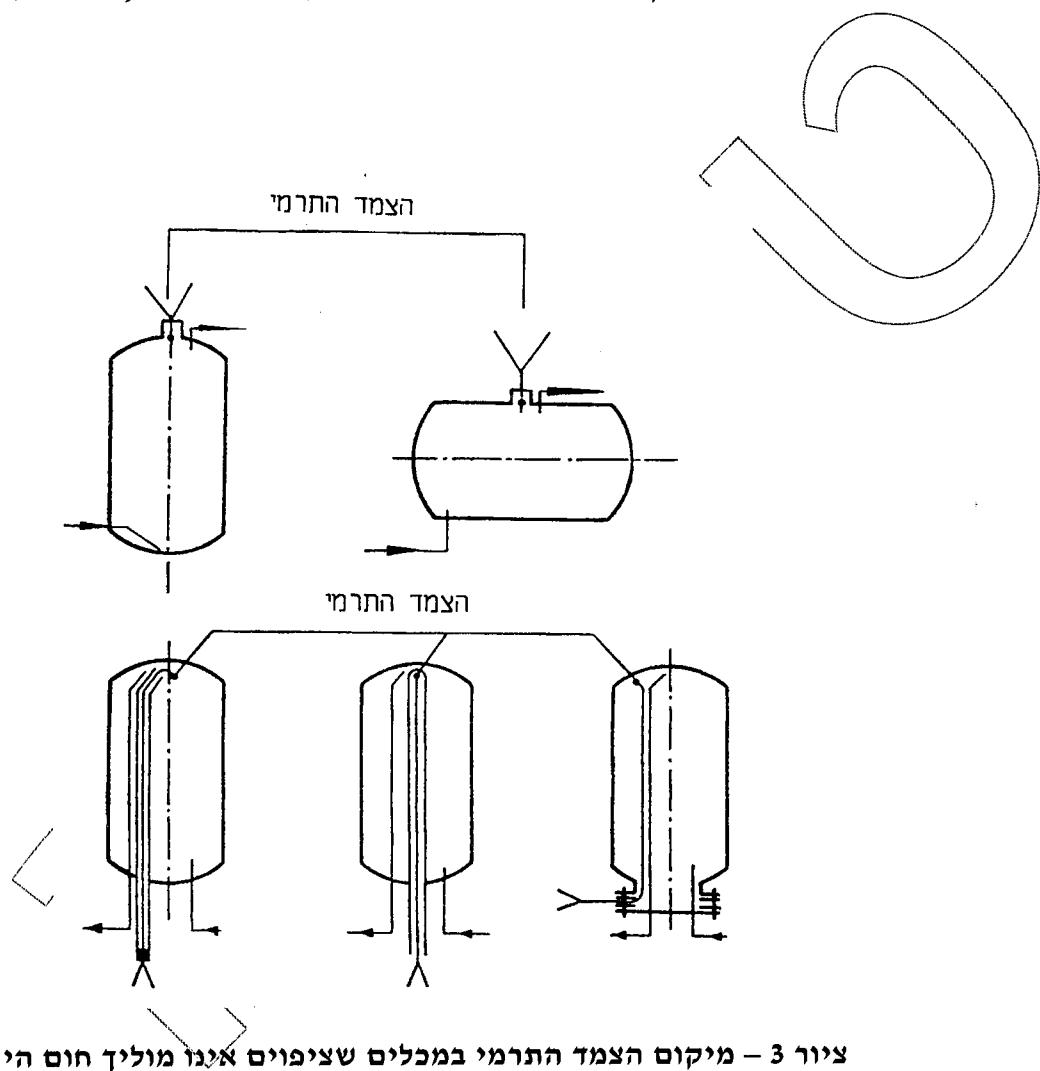
### 5.1.7. מדידת טמפרטורת המים בכל

מודדים את טמפרטורת המים בלי להוציאם מהאגר באמצעות צמד תרמי הממוקם באזורי העליון של המכל. במכלי העשויים מתכת בלבד (פלדה ללא ציפוי), מותר לשים את הצמד-התרמי על המשטח החיצוני של המכל כמתואר בציור 2.

במכלי אחרים, שציפויים אינם מוליך חום היטב, ממקמים את הצמד התרמי כמתואר בציור 3.



ציור 2 – מיקום הצמד התרמי במכליים עשויים מתכת (ללא ציפוי)



ציור 3 – מיקום הצמד התרמי במכליים שכיסויים אינם מוליכי חום היטב

טמפרטורת המים המומוצעת בעת ניתוק התרמוסטט ( $\theta_A$ ) היא הממוצע האריתמטי של הטמפרטורות (ב $\theta_{Ai}$ ) הנרשומות עם כל ניתוק של התרמוסטט (למעט הניתוק הראשון).

מוחשבים את הטמפרטורה המומוצעת ( $\theta_A$ ) לפי נוסחה (2) :

$$\theta_A = \frac{\sum_{i=2}^{\ell} \theta_{Ai}}{\ell - 1} \quad (2)$$

שבה :

-  $\theta_A$  - טמפרטורת המים המומוצעת בעת ניתוק התרמוסטט (צ°)

-  $\theta_{Ai}$  - טמפרטורת המים בעת ניתוק התרמוסטט (צ°)

- מספר הקריאות  $\ell$

- המספר הסידורי של הבדיקה ?

טמפרטורת המים המומוצעת בעת צימוד התרמוסטט ( $\theta_E$ ) היא הממוצע האריתמטי של הטמפרטורות (ב $\theta_{Ei}$ ), הנרשומות עם כל צימוד של התרמוסטט.

מוחשבים את הטמפרטורה ( $\theta_E$ ) לפי נוסחה (3) :

$$\theta_E = \frac{\sum_{i=1}^{\ell} \theta_{Ei}}{\ell} \quad (3)$$

שבה :

-  $\theta_E$  - טמפרטורת האמנוד המומוצעת (צ°)

-  $\theta_{Ei}$  - טמפרטורת המים בעת צימוד התרמוסטט (צ°)

- מספר הקריאות  $\ell$

- המספר הסידורי של הבדיקה ?

מודדים את טמפרטורת המים היוצאים מתקאוגר. מודדים את הטמפרטורה **תוך** כדי זרימת המים, בדיקות של 0.5° צ°.

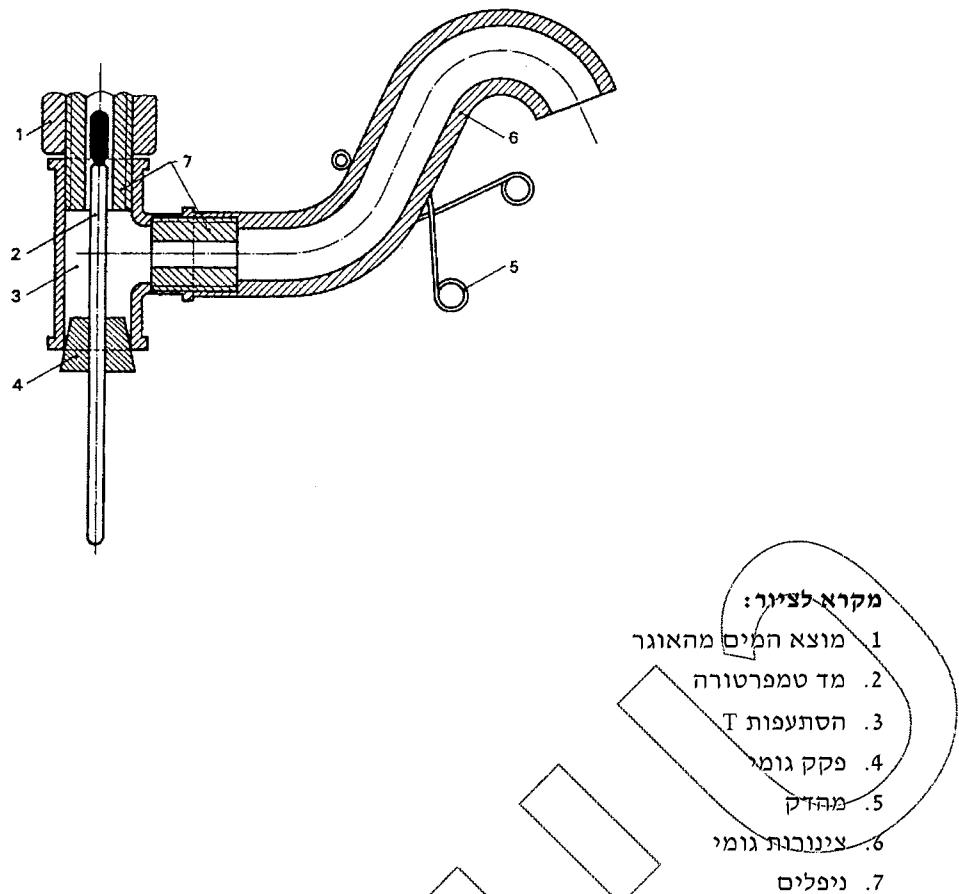
אם לא צוין אחרת, מוציאים את המים בספיקה של כ-10 ליטר לדקה. קוראים 10 קריאות **תוך** כדי הוצאת מנות מים, כמוポート להלן :

- מנת ראשונה - 5% מהקיבול;

- תשע מנות שוות של 10% מהקיבול.

רושמים את הטמפרטורה המומוצעת של 10 הקריאות המפורחות לעיל.

דוגמה למתקן המתאים למדידות המפורחות לעיל ראו בציור 4.



#### 5.1.8. ריקון המים מן האוגר

מרוקנים את המים מן האוגר כמפורט להלן:

א. מנתקים את הזינה;

ב. מוציאים את כל המים שבאוגר דרך ברז המבנה.

אם אי אפשר להוציא את כל כמות המים דרך ברז המבנה, מותר להוציא את המים דרך צינור ניקוז מיוחד מבלי להוסיף מים קרים, תוך כדי מדידת הטמפרטורת, כמפורט בסעיף 5.4.1 שלහלן.

#### 5.2. בדיקות קיבול האוגר

##### 5.2.1. בדיקת קיבול של אוגר סגור (ראו הגדרות 1.3.2-1.3.4)

מודדים את כמות המים (בליטרים) ( $V_t$ ) הנכנסים לאוגר דרך צינור המבואה עד תחילת יציאתם דרך המזניר, ומעגלים את התוצאה עד עשירית הליטר. אין לכלול בכמות זו את כמות המים הנמצאים במחלף החום או במכל האספקה (אם ישם).

##### 5.2.2. בדיקת קיבול של אוגר פתוח (ראו הגדרה 1.3.5)

סוגרים את צינור המזניר. מכניסים מים לאוגר דרך צינור המבואה עד שהמכל מלא או עד ליציאת המים דרך צינור אוויר. מודדים את כמות המים (בליטרים) ( $V_t$ ) הנכנסים לאוגר, ומעגלים את התוצאה עד עשירית הליטר.

### 5.3. בדיקת כושר הפעולה של האוגר

#### 5.3.1. הפסדים תרמיים

ממלאים את האוגר מים קררים, מחברים את גופי החימום לזרנה ומכוונים את הטמפרטורה בתרמוסטט לפי סעיף 5.1.6. מפעילים את גופי החימום ומשהים אותם בפעולה עד להשתת איזון תרמי (תנודות רצופות של טמפרטורה  $\theta_A$ , שאין גדוות מ-2 קלוזין).

לאחר שהושג איזון תרמי בעת ניתוק התרמוסטט (אם יש שני תרמוסטטים – בעת ניתוק התרמוסטט התחתו), משחים את האוגר במצב עבודה במשך 48 שעות לפחות, עד לניתוק הבא של התרמוסטט.

רושמים את צרכית החשמל של גופי החימום ( $E_1$ ) ואת משך הבדיקה ( $\tau_1$ ) מזמן הניתוק הראשון של התרמוסטט שלאחר השגת האיזון התרמי ועד זמן הניתוק האחרון.

רושמים את הטמפרטורות  $\theta_{Ai}$  ו-  $\theta_E$  בעת הצימודים והניתוקים של התרמוסטט, כמוポート בסעיף 5.1.7.

מחשבים את צרכית החשמל ל-24 שעות לפי נוסחה (4) :

$$E_0 = \frac{E_1}{\tau_1} \times 24$$

צרכית חשמל למשך 24 שעות בבדיקה הפסדים תרמיים (קוט"ש)  
צרכית חשמל במשך כל בדיקת הפסדים התרמיים (קוט"ש)  
משך הבדיקה

מחשבים את הטמפרטורה הממוצעת של המים לפי נוסחה (5) :

$$\theta_M = \frac{\theta_A + \theta_E}{2} \quad (5)$$

טמפרטורה ממוצעת של המים (צ')  
טמפרטורת המים הממוצעת בעת ניתוק התרמוסטט (צ')  
טמפרטורת הצימוד הממוצע (צ')

מחשבים את הפסדים התרמיים במשך 24 שעות ( $Q_{pr}$ ) לפי נוסחה (6) :

$$Q_{pr} = \frac{45}{\theta_M - \theta_{amb}} \cdot E_0 \quad (6)$$

בתנאי זה :

$$40K < \theta_M - \theta_{amb} < 50K$$

שבהמ:

$Q_{pr}$  - הפסדים תרמיים במשך 24 שעות (קוט"ש)

$\theta_M$  - טמפרטורת ממוצעת של המים (צ')

$\theta_{amb}$  - הטמפרטורה האופפת (צ')

$E_0$  - צרכית חשמל למשך 24 שעות בבדיקה הפסדים תרמיים (קוט"ש)

מבטאים את ערך ההפסדים התרמיים ( $Q_{pr}$ ) בקוט"ש ל-24 שעות עלילית טמפרטורה של 45 קלוון.

כאשר אין אפשרות לקבוע את הטמפרטורה בתרמוסטט באופן שההפרש  $\theta_{amb} - \theta_M$  יימצא בתחום הנדרש, רושמים את הפרש הטמפרטורות הקיימים.

במקרה זה, מותר לחזור על הבדיקות לאחר שמלחיפים את התרמוסטט בתרמוסטט אחר המתאים לצורכי הבדיקות.

המידע שיתקבל יירשם בתווית האנרגייה (ראו סעיף 2.1).

### 5.3.2.יעילות אנרגטית

מחשבים את היעילות האנרגטית של האוגר כמפורט להלן:

- מחשבים את ההפסדים התרמיים בווט;

- מתקלים את התוצאה שהתקבלה בסעיף 5.3.1 ב-24 ומכפילים ב-1000.

### 5.3.3. בדיקת-כושך הפעולה של מחלף החום

פמלאים את האוגר במיל רשות המים.

מזרימים במשך 2.5 שעות לתוך מחלף החום מים חמים, שהטמפרטורה שלהם גבוהה ב-( $2.0 \pm 0.4$ ) קלוון מטמפרטורת מי רשות המים שבמכל ( $\theta_c$ ), ושהספקה שלהם שווה ( $V_t \times 1.5$ ) ליטר לשעה.

מודדים ורושמים נתונים אלה:

- הספקה (ליטרים לשעה);

- טמפרטורת המים המזרמים למחלף החום ( $^{\circ}\text{C}$ );

- טמפרטורת המים המוחזרים ממחלף החום ( $^{\circ}\text{C}$ ).

בתום 2.5 שעות מפaliasים את זרימת המים למחלף החום, מרוקנים את האוגר לפי הוראות סעיף 5.1.8 ורושמים את טמפרטורת המים.

### 5.4. בדיקת תפוקת המים החמים

#### 5.4.1. תפוקת המים החמים

מיד לאחר מדידות ההפסדים התרמיים כמפורט בסעיף 5.3.1, מחממים את המים שבאוגר על ידי גוף החימום עד ניתוק התרמוסטט. בעת ניתוק התרמוסטט מנתקים את הזינה מהאוגר ומוצאים דרך מוצא האוגר כמוות מים השווה לקיבולו הנומינלי

מבקרים את זרימת המים כמפורט להלן:

- באוגרים פתוחים מוצאים את המים דרך ברז המבואה;

- באוגרים אחרים מוצאים את המים דרך ברז המוצא.

הספיקה תהיה כמפורט להלן:

- 2 ליטר לדקה - באוגרים שקיבולם הנומינלי עד 10 ליטר ועד הכל;

- 5 ליטר לדקה - באוגרים שקיבולם הנומינלי גדול מ-10 ליטר ועד 50 ליטר ועד הכל;

- 10 ליטר לדקה - באוגרים שקיבולם הנומינלי גדול מ-50 ליטר ועד 200 ליטר ועד בכלל;

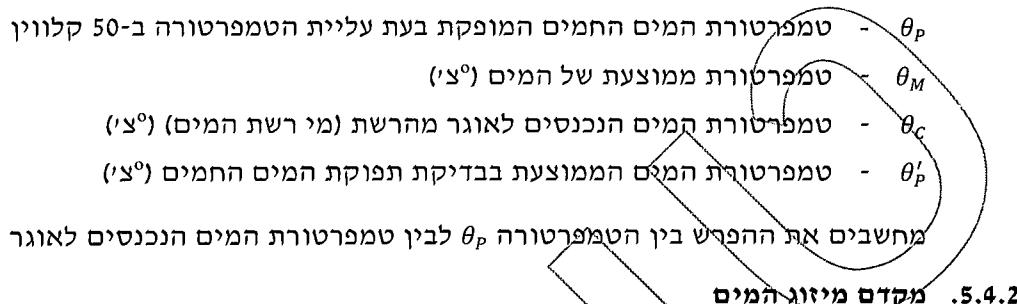
- 5% מהקיבול - באוגרים שקיבולם הנומינלי גדול מ-200 ליטר.

מודדים את הטמפרטורת של מנות מים שהן כ-10% מהקיבול הנומינלי, כמפורט בסעיף 5.1.7. מודדים את הטמפרטורה המומוצעת  $\theta'_P$  היא הממוצע האריתמטי של 10 מדידות או של סך המדידות של מנות המים השוואת, אם נמדד יותר מ-10 מדידות.

מחשבים את הטמפרטורה  $\theta_P$  לפי נוסחה (7) :

$$\theta_P = \frac{50}{\theta_M - \theta_C} \times \theta'_P \quad (7)$$

ובה:

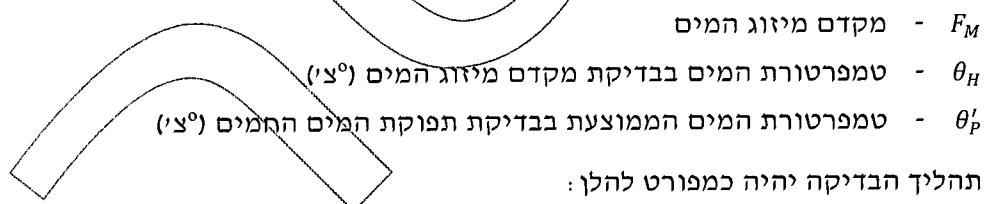


קובעים את מקדם המיזוג ( $F_M$ ) על ידי השוואת בין הטמפרטורה המומוצעת של המים המוצאים מהօגר, כשהם הזרמו לתוךו ( $\theta'$ ), לבין הטמפרטורה האחידה של המים החמים באוגר לפני תחילת הזרמתם מהօגר ( $\theta_H$ ).

מחשבים את מקדם מיזוג המים (ב אחוזים) לפי נוסחה (8) :

$$F_M = \frac{\theta_H - \theta'_P}{\theta_H} \times 100 \quad (8)$$

ובה:



- מחממים את המים באוגר לטמפרטורה ( $\theta_H$ ) של  $(20 \pm 60)$  צ' ;
- לפני תחילת הבדיקה, מערבבים את המים באוגר בספיקה של ארבע פעמיים קיבול האוגר לשעה לפחות, בעזרה משאבה המשחררת את המים מצידו התיכון של האוגר לצידו העליון;
- מחממים את המים באוגר עד שתטמפרטורת המים ביציאה מהօגר בזמן הסחרור משתנה בפחות מ-1 קלויין במשך 15 דקות. מפסיקים את הסחרור ומנתקים את מחם משאבת הסחרור;
- מוציאים מהօגר כמות מים השווה לקיבול האוגר בספיקה קבועה של 10 ליטר לדקה ;
- המים הזרם הנכנסים לאוגר יהיו בטמפרטורה אחידה הנומוכה מ- $(23 \pm 3)$  צ' ;

- קוראים את טמפרטורת המים בכניסה וביציאה מהאוגר במרווחי זמן קבועים (כל 15 שניות או פחות). מודדים את טמפרטורת המים תוך כדי זרימת המים בדיקות של  $0.5^{\circ}\text{C}$ ;
- רושמים את הטמפרטורה הממוצעת של מדידות המים החמים ( $\theta_p$ ).

#### 5.4.3. בדיקת אוגר בעל גוף חימום עליון

בודקים אוגר בעל גוף חימום עליון, כמפורט להלן:

滿לאים את האוגר במיל רשות המים בטמפרטורה  $\theta_c$ . קובעים את הטמפרטורה בתרמוסטט העליון לטמפרטורה הגבוהה ב-35 קלוין מטמפרטורה  $\theta_c$ .

מנתקים את גוף החימום התחתון מהזינה.

מחברים את האוגר למקור הזינה עד לניטוק הראשו של התרמוסטט העליון. מייד לאחר ניתוק התרמוסטט מנתקים את הזינה ומוציאים מהאוגר מים חמימים דרך צינור המוצא, במנות שגודלו כ-10%-מקיבול הנומינלי, כשSpikeת מיל רשות המים הנכensis לאוגר היא 5 ליטר לדקה. סך כמנת המים שמוציאים מהאוגר לא תהיה קטנה מ-25% מהקיבול הנומינלי של האוגר ולא גדול יותר מ-33% ממנו.

מודדים את טמפרטורת המים במנות, עד שתמפרטורת המים קטנה ב-12 קלוין מטמפרטורת המים שנמדזה במנת השניה. סוגרים את צינור המוצא ורושמים את כמות המים שהוצאה מהאוגר.

#### 5.5. בדיקת מכסה ההגנה מפלסטיק של המכל

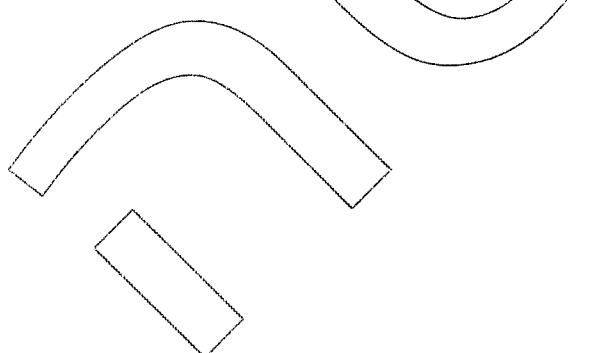
##### 5.5.1. עמידות בקרינה על-סגולת

בודקים את תכולת הפיח כמפורט בתקן הבין-לאומי ISO 6964.

בודקים את פיזור הפיח כמפורט בתקן הבין-לאומי 18553 ISO.

פיזור הפיח יתאים לתמונה A3, A1 או B שבתקן הבין-לאומי 18553 ISO.

אם יCREATE המכסה מצהיר שהמכסה שייצר אינו כולל תכונות פיח כמפורט לעיל, בודקים את המכסה כמפורט בתקן האמריקאי ASTM G154-2006.



**נספח א**  
**(יושלים בעתיד)**



## נספח ב – מרחבי התקנה

(נורטביבי)

**ב-1.** הדרישה למרחב הנחוץ להתקנת האוגר משתנה לפי אופן התקנת האוגר ולפי קיבולו הנומינלי.

בכל בניין שיש להתקין בו אוגר בעל ויסות תרמו-סטטי ובידוד תרמי, ישאר מרחב שמיודתו מאפשרת את התקנתו הנוחה של האוגר.

**ב-2.** המידות המינימליות של מרחבי התקנה יתאימו למידות האוגר (אורך וקוטרו) ולאופני התקנה המפורטים להלן:

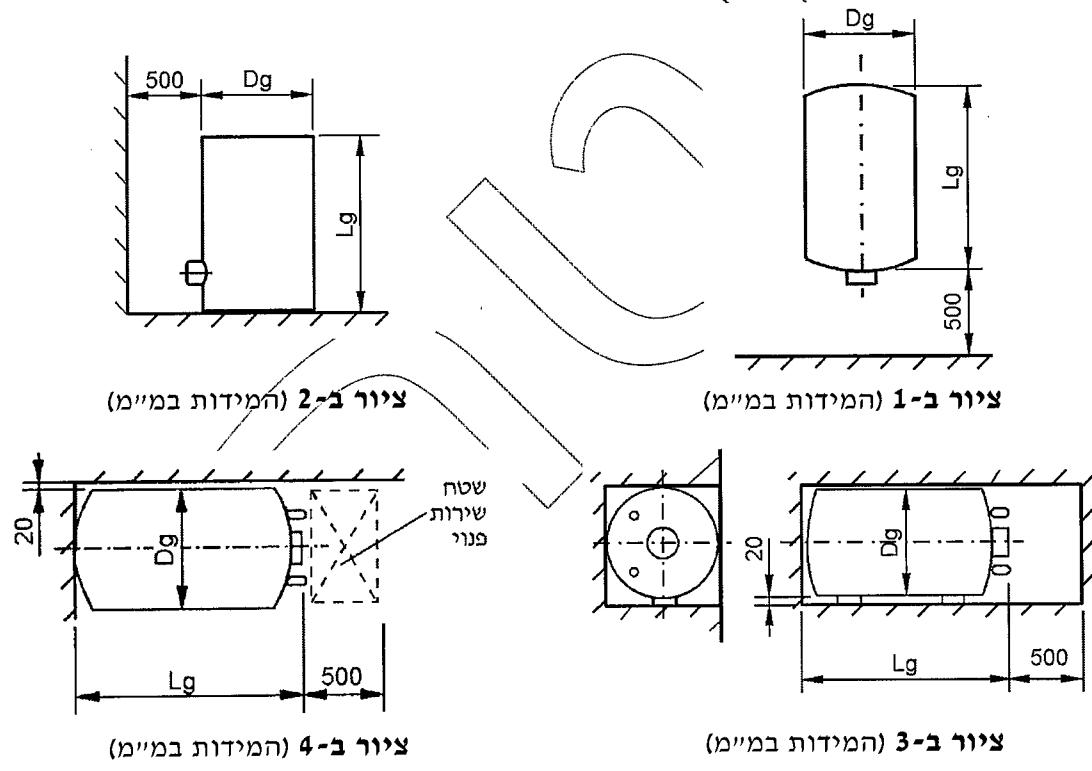
א. כאשר האוגר תלוי במצב ארכי (אוגר שבושא המים ומוצא המים בו נמצאים בחלקו התחתון), המרחק ביןו לבני הרצפה יהיה 500 מ"מ לפחות (ראו צייר ב-1);

ב. כאשר האוגר עומד על תחתיתו במצב ארכי, המרחק ביןו לבין הקיר הסמוך יהיה 500 מ"מ לפחות (ראו צייר ב-2);

רצוי להשאיר רווח בין תחתית האוגר המותקן בעמידה לבני הרצפה, כדי להקטין את סכנת השיטוך  
ואת החפזדים חתרניים;

ג. כאשר האוגר מונח במצב אופקי (אוגר שבושא המים ומוצא המים בו נמצאים בקצתו), המרחק ביןו לבין הקיר הסמוך יהיה 500 מ"מ לפחות (ראו צייר ב-3);

ד. כאשר האוגר תלוי במצב אופקי, המרחק ביןו לבין קיר סמוך, חוץ קבוע או חוץ גדול או כבד שקשה להזיזו יהיה 500 מ"מ לפחות (צייר ב-4).

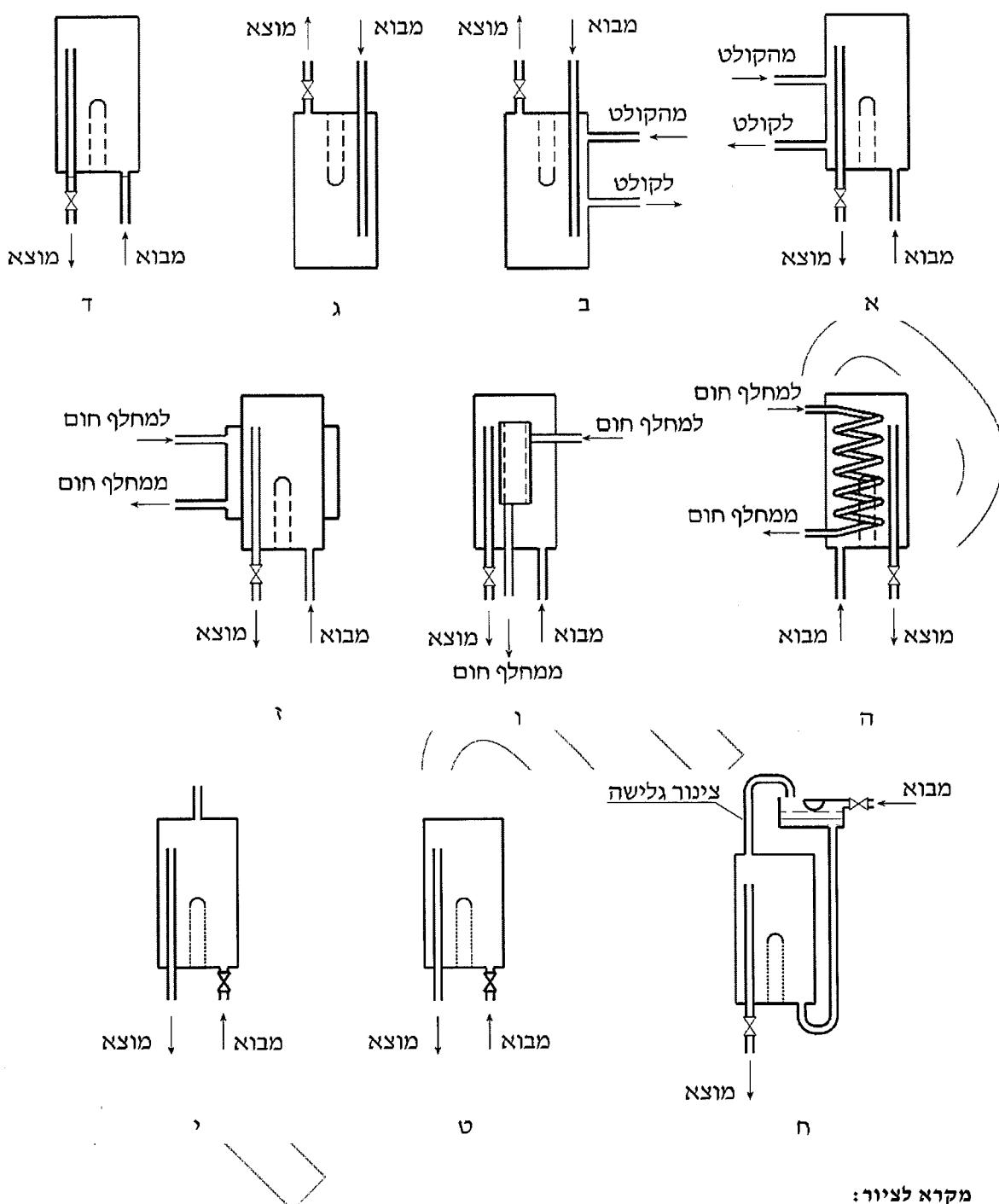


מקרא:

$L_g$  - אורך האוגר ;  $D_g$  - קוטר האוגר

**נספח ג – מיני אוגרים**

(נורמטיבי)



**מקרה לצירוף:**

- א. אוגר סגור המתחבר למערכת סולארית
- ב. אוגר סגור המתחבר למערכת סולארית
- ג. אוגר סגור
- ה. אוגר סגור בעל חיבור חופשי
- ט. אוגר סגור
- ו. אוגר סגור בעל מחלף חום פנימי
- ז. אוגר סגור בעל מחלף חום חיצוני
- ח. אוגר סגור הניזון ממכל אספקה
- י. אוגר פתוח

## נספח ד – הגנה על אוגרים מפני שיתוך

(נורמיובי)

### ד-1. מבוא

נספח זה מבוסס על התקנים הגרמניים DIN 4753-3:2017, DIN 4753-4:2011 ו-DIN 4753-7:2011. נספח זה מגדיר אוגרים ביתיים מפני שיתוך יש חשיבות מבחינה בריאותית, מבחינה בטיחותית ו מבחינה CRCNITA.

נספח זה דן ב-3 שיטות להגנה מפני שיתוך פנימי, כמפורט להלן:

**הערה:**

השיטות אינן זהות מבחינות כושר ההגנה.

א. הגנה מפני שיתוך פנימי עברור מכל עשוי פלדה בלתי מחליפה (לא ציפוי) עמידה בשיתוך

(ראו סעיף ד-3);

ב. הגנה מפני שיתוך פנימי עברור מכל עשוי פלדה, בעל ציפוי אמל ומצויד בהגנה קטודית

(ראו סעיף ד-4);

ג. הגנה מפני שיתוך פנימי עברור מכל עשוי פלדה, בעל ציפוי צבע<sup>(1)</sup> ומצויד בהגנה קטודית

(ראו סעיפים ד-4.4.3, ד-4.4.4 ו-ד-5).

כדי להבטיח הגנה על האוגר מפני שיתוך לאורך זמן, מומלץ לפעול לפי כללי המקצוע הטובים (ראו נספח ו), נוסף על הדרישות המפורנות בספח זה.

### ד-2. דרישות כלליות

- חלקים פנימיים של האוגר הבאים במאובטם מים יעדמו בדרישות התקן הישראלי ת"י 5452;
- באוגר העשויה פלדה שאינה פלדה בלתי מחליפה, כל הצינורות (צינורות מבוא, צינורות מוצא, צינורות גלישה, צינורות תיבור ממולח חום, למחלף חום, מוקולט שימוש ולקולט שימוש) יהיו ללא תפיר ויתאימו לדרישות התקן הישראלי ת"י 593;
- טבלת המנגנון תוכנן מפני שיתוך מבפנים וUMBHOZ באמצעות אחת השיטות המתוארות בספח זה;
- הדרישות הנוגעות להגנה קטודית מפגנ-שיטוך, המפורטות בסעיף ד-4.4,חולות על אוגרים בעלי ציפוי אמל (הנידונים בסעיף ד-4) ועל אוגרים בעלי ציפוי צבע (הנידונים בסעיף ד-5).

<sup>(1)</sup> צבע - פולימר אורגני תרמוסטי, שאינו גומי.

### ד-3. אוגרים עשויים פלדה בלתי מחלידה (לא ציפוי)

#### ד-3.1. מיני הפלדה המותרים

עקב ריכוז הצלורידים הגבוה במי השטיה בישראל והטמפרטורות הגבוהות של המים באוגרים ללא ציפוי פנימי, מכל עשויה פלדה בלתי מחלידה יהיה מהמינימום המפורטים להלן בלבד:

- פלדות בלתי מחלידות אוסטניטיות וסופר-אוסטניטיות (austenitic and super-austenitic);
- פלדות אוסטניטיות-פריטיות (duplex) (austenitic-ferritic, duplex);
- פלדות פריטיות בעלות ריכוז ברום של 19% לפחות, שמספר PREN<sup>(2)</sup> שלו הוא 34 לפחות.

בודקים את התאמת חומרי המבנה לפי התקנים האירופיים EN 10088-1, EN 10088-5, EN 10088-1-EN 10028-1 (לרובות A1:2009 ו-1-7:EN 10028).

**בטבלה ד-1 מובאות דוגמאות לפלדות בלתי מחלידות המותאמות לשימוש באוגרים ללא ציפוי.**

**טבלה ד-1 – דוגמאות לפלדות בלתי מחלידות המותאמות לשימוש באוגרים ללא ציפוי**

מספר PREN	טיפוס הפלדה	רכובות הפלדה	כינוי UNS/ <sup>(a)</sup> EN No
36	אוסטניטית	X1NiCrMoCuN25-20-5	1.4539/ N08904
44	אוסטניטית	X1NiCrMoCuN20-18-7	1.4547/ S31254/ SS2378
43	אוסטניטית	X1NiCrMoCu25-20-7	1.4529/ N08926
38	אוסטניטית	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563/ N08028
40	פריטית	X2CrMoTi29-4	1.4592/ S44600
35	דופלקס	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462/ S31803/ S32205
40	סופר-דופלקס	X2CrNiMo25-7-4	1.4410/ S32750
40	סופר-דופלקס	X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507/ S32520

**הערה לטבלה:**  
 (a) לרכובות הפלדה המפורטו בתקנים אירופיים כינוי EN. בczפונ אמריקה נהוגים כינויי Unified Numbering System (UNS) להגדרה של תרכובות פלזה.

#### ד-3.2. פגמים מותרים במלחים מפלדה בלתי מחלידה ללא ציפוי

הפגמים המותרים בריתוך בפלדות בלתי מחלידות יזא לפי Table 1 שבתקן הבינ-לאומי ISO 5817:2003.

PREN – Pitting Resistance Equivalent Number<sup>(2)</sup>, כמו גדר בתיקן האירופי EN 10088-1. ה-PREN משמש להערכת עמידות בשיתוך נקודתי (pitting) בפלדות בלתי מחלידות.

ה-PREN מחושב באמצעות אחת הנוסחאות הלאה:

$$\text{PREN} = \text{Cr\%} + 3.3 \times \text{Mo\%} + 16 \times \text{N\%}$$

א. בפלדות דופלקס, אוסטניטיות ופריטיות :

$$\text{PREN} = \text{Cr\%} + 3.3 \times \text{Mo\%} + 30 \times \text{N\%}$$

ב. בפלדות אוסטניטיות בעלות אחוז מוליבדן גדול מ-3% :

**ד-4. אוגרים בעלי ציפוי אמל<sup>(3)</sup>**

ציפוי האמל, השימוש ובדיקה יהיו כמפורט בטקן הגרמני DIN 4753-3:2017 DIN המובא להלן בתרגום לעברית בשינויים ובתוספות לאומיים.

**הערה 1:**

השינויים והתוספות הלאומיים לשיעפי התקן הגרמני מובאים בגוף שונה.

**הערה 2:**

شعיפים 2 ו-3 של התקן הגרמני DIN 4753-3:2017 משולבים בסעיף 1.2 (אזכורים נורמטיביים ו-1.3 (מונחים והגדות) של תקן זה, בהתאם.

יתר שעיפים העשוריים של סעיף תקן זה מתאימים למספר השיעיפים הראשי בטקן הגרמני (לדוגמה, סעיף ד-1.4. המשפרים העשוריים של סעיף תקן זה מתאימים למספר השיעיפים הראשי בטקן הגרמני (לדוגמה, סעיף ד-1.4. בתקן ישראלי זה הוא סעיף 1 של התקן הגרמני).

**ד-4.1. חלות**

סעיף זה מגדר את הדרישות לציפוי אמל של מכלי פלדה (לרבות אבזרים) ולהגנה כתודית מפני שיתוך מצד של מי השתייה.

**ד-4.2. אזכורים נורמטיביים**

ראו סעיף 1.2.

**ד-4.3. הגדות**

ראו טענות 1.3.

**ד-4.4. דרישות****ד-4.4.1. כללי**

לצורך היישום של טעיף זה תלים המונחים המפורטים בטקן האירופי EN 12897 ובטקנים הגרמניים DIN 4753-1:2011 ו-DIN 4753-7:2011.

**ד-4.4.2. חומרה העבודה ובנית המכבל**

הטעיף אינו חל.

**ד-4.4.3. הגנה כתודית מפני שיתוך**

כדי למנוע נזקי שיתוך תסופק הגנה כתודית מפני שיתוך. ההגנה כתודית מפני שיתוך תותוכן כך שייהיה פוטנציאל הגנה מספיק בכל הנקודות. מכל המוגנות על ידי הציפוי.

יתאפשרו שני טיפוסים של אנדות:

- אנדת גלוונית (המכונה גם "אנודת הקרבתי") ; וכן

- אנדת הניזונה ממוקור זרם חיצוני (אנודה הפועלת בזרם מאולץ).

<sup>(3)</sup> ציפוי אמל הוא ציפוי אי-אורגני, במצב זכוכיתי, הנצמד לפני המתכת בטמפרטורה גבוהה מ- $800^{\circ}\text{C}$ , בתהליך היתוך.

ד-4.4.4. דרישות ובדיקות עבור הגנה כתודית מפני שיטוק

ד-4.4.4.1. תנון של אנודות הגנה

ד-4.4.4.1.1. אנודה גלוונית

האנודה הגלוונית בתוכנו ותוקן ראוי כך שתובעת תקופת הגנה של שנתיים לפחות לאחר תחילת השימוש.

במקרה של ציפוי אמל ושל צריכת זם הגנה (ראן נספח ה), מסת האנודה תהיה 2.0 ק"ג למ"ר לפחות מכל המזופה אמל. המידות הגאומטריות (אורך, קוטר) ומצב התקנה של האנודה הגלוונית ייקבעו כך שפטנציאל ההגנה כתודית יושג בכל המצבים של המכל.

ד-4.4.4.1.2. אנודות הניזנות ממוקור זם חיצוני

מערכות אנודות הניזנות ממוקור זם חיצוני (כלומר אנודה ניטרלית המותקנת ביחידת המעלגים החשמליים הנדרשים) יתאימו מבחינות אספקת הכוח ו מבחינת המבנה לדרישות החלות עליהן לפרק זמן מושך ללא תחזקה.

ד-4.4.4.2. פוטנציאל האלקטרודה של אנודות גלוניות

הסעיף אינו חל.

ד-4.4.4.3. בטיחות היגינית

אנודות גלוניות מגנזיום יתאימו לתקן האירופי 12438 EN. אנודות הניזנות ממוקור זם חיצוני הן אלקטրודות מיטרליות היכולוגית, לדוגמה, להיות עשוויות ממתכת אצילה עם ציפוי של תחמושת טיטניום.

ניתן לבדוק התאמה לתקן האירופי 12438 EN על ידי בדיקת התיעוד.

ד-4.4.4.4. סידור האנודות מכל

הסעיף אינו חל.

ד-4.4.4.5. פעולות למניעת הצברות של גזים מסוכנים

הסעיף אינו חל.

ד-4.4.4.6. בקרת הפעולה של אנודות גלוניות ושל אנודות הניזנות ממוקור זם חיצוני

הסעיף אינו חל.

ד-4.4.4.7. בדיקת פוטנציאל האלקטרודה של המכל

הסעיף אינו חל.

ד-4.4.4.8. אבטחת איבוט

הסעיף אינו חל.

ד-4.5. דרישות לציפוי האמל

ציפוי האמל יהיה עשוי חומרים זוכרים או קרמיים, הנצמדים אל פני המתכת הפנימית של האוגר על ידי קליפה בטמפרטורות גבותות.

כל חלק הציגורות באוגר הבאים בмагע עם מים יציפוי מבוחץ ומבענים בציפוי הגנה זהה לציפוי המכל.

**ד-4.5.1. עובי השכבה**

עובי השכבה יהיה 0.15 מ"מ לפחות. יתכןנו מקומות עבים יותר, כל עוד הם בלתי נמנעים מבחינה טכנית והם קיימים במידה מוגבלת בלבד. בודקים לפי סעיף ד-4.6.

**ד-4.5.2. גימור פני שטח****ד-4.5.2.1. כללי**

ציפוי האמל המגן על משטחי הדפנות הפנימיות של המכלי יהיה שלם, חלק ו אחיד (הכתבוב בסוגרים אינו חל).

ציפוי שלל משטחי האיטום יושם כך שהאיטום לא ייפגע.

בודקים לפי סעיף ד-4.6.2.1.

**ד-4.5.2.2. פגמים**

הsurface אינו חל.

הsurface אינו חל.

הsurface אינו חל.

**ד-4.5.2.4-1. צריכת זרם הגנה תקנית עבור ארגרים בעלי קיבולת נומינלית של 1,000 ליטר או יותר**

**ד-4.5.2.5. סך שטח מותר לפגמים ונקודות שיתוך עבור ארגרים בעלי קיבולת נומינלית הגדולה מ-1,000 ליטר**

הsurface אינו חל.

**ד-4.5.3. מאפיינים מבנים****ד-4.5.3.1. חזוק הידבקות**

לאחר פגעה בציפוי האמל, יהיה אפשר לזרוק בבירור שאריות האמל על פני משטח הפלדה.

משטח הפלדה לא ייראה כסוף.

בודקים חוזית.

**ד-4.5.4. עמידות פיזיקלית וכימית****ד-4.5.4.1. עמידות בחלופי טמפרטורה (מיון הבליה)**

הsurface אינו חל.

**ד-4.5.4.2. עמידות במים חמימים**

שיעור הפסד המשקל של האמל לא יהיה גדול מ-30 ג' למ"ר לאחר קיום הבדיקה.

בודקים לפי סעיף ד-4.6.4.2.

**ד-4.5.4.3. עמידות בחומצות**

הsurface אינו חל.

**ד-4.5.5. בטיחות הייגיינית**

הsurface אינו חל.

ד-4.6. בדיקה

ד-4.6.1. עובי השכבה

עובי השכבה ייקבע על ידי מדידת דוגמאות הבדיקה. מודדים ב-5 נקודות שונות בכל מכל.  
מתוך 5 המדידות יחוושה הערך הממוצע. נקודות המדידה ייקבעו באופן ספציפי לכל מכל.

ד-4.6.2. גימור פני השטה

ד-4.6.2.1. כללי

הבדיקה שציפוי האמל שלם, אחיד וחלק, וכן אם קיים חוסר אחידות על משטחי האיטום, תהיה בדיקה חזותית.

הערה לאומית:

הכתוב בפסקה השניה, המתחילה במילים "Für die Prüfung" והמסתיימת במילים ". verwendet werden", איננו חל.

ד-4.6.2.2. צרכית זרם הגנה תקנית עבור מכלים בעלי קיבולת נומינלית הקטנה מ-1,000 ליטר

הטעיף איננו חל.

ד-4.6.2.3. סיוכמי שטח לפגמים ולנקודות שיתוך עבור מכלים בעלי קיבולת נומינלית הגדולה מ-1,000 ליטר

הטעיף איננו חל.

ד-4.6.3. מאפיינים מכניים (חזוק הידבקות)

ד-4.6.3.1. תבוצע פגעה באמל של המכל על ידי הפלת כדור (מתכת), על ידי התנגשות או על ידי מכות פתיש.

לאחר מכן תיערך בדיקה חזותית לפי סעיף ד-4.5.3.1.

ד-4.6.4. מידות פיזיקליות ובכימיות

ד-4.6.4.1. עמידות בחילופי טמפרטורה  
הטעיף איננו חל.

ד-4.6.4.2. עמידות במים חמימים

ד-4.6.4.2.1. דוגמאות הבדיקה

בודקים לפי התקן האוסטרלי/אנגלי-זילנדי (R2016) AS/NZS 4692.1:2005 (M) משך הבדיקה יהיה 144 שעות.

לצורך הבדיקה יוכנו דוגמאות בדיקה לפי התקן הבינלאומי ISO 28706-2 ויחנלו עליהם החוראות אלה:

הדוגמאות (בגודל 105 מ"מ × 105 מ"מ או בקוטר של 105 מ"מ) ייצרו מאותה מתכת המשמשת את המרכיבים העיקריים של המכל (כגון המעטפת). הדוגמאות יכללו קדח בקוטר של כ-5 מ"מ במרכז המרוחק 4 מ"מ מהקצה. הכנת האמל וציפויו יהיו לפחות כדי הכבנה והציפוי של הארגר. החלק האחורי של הדוגמה יהיה בכל מקרה מוגן מפני שיתוך באמצעות שכבה דקה של אמל. לאחר הייבוש, מחממים את הדוגמה עם הארגר או בתוכו, בתנאים המקבילים בדרך כלל.

דוגמאות שעובי המתכת בהן גודול מ-2.1 מ"מ חריגות מגבלות העומס המותר של 200 ג' במאזנים רגיסטים תקניים (בדיקה של 0.2 מ"ג), וכך יש לשקל אותן במאזנים מיוחדים.

**ד-4.6.4.2.2. התקנים**

הסעיף אינו חל.

**ד-4.6.4.2.3. תמייסת בדיקה**

הסעיף אינו חל.

**ד-4.6.4.2.4. ביצוע**

הבדיקה מורכבת ממחזור בדיקות של 6 ימים (144 שניות).

הערה לאומית:

המשפט השני בסעיף, המתחיל במילויים: "Die Prüflösung wird", והמשמעות במילים "ohne Wassererneuerung" אינו חל.

**ד-4.6.4.3. עמידות בחומרצות**

הסעיף אינו חל.

**ד-4.6.5. בטיחות היגיינית**

הסעיף אינו חל.

**ד-4.6.6. בדיקות עמידות עבור אוגרים – בדיקות סף לחץ**

הסעיף אינו חל.

**ד-4.7. בקרה במסגרת אבטחת האיכות**

הסעיף אינו חל.

**ד-4.8. סימון**

הסעיף אינו חל.

**ד-A. נספח א (נורמטיבי) – בדיקת בטיחות הигיינית**

הנספח אינו חל.

**ד-5. אוגרים בעלי ציפוי צבע**

ציפוי צבע, השימוש ובדיקותיו יהיו כמפורט בתקן הגרמני DIN 4753-4:2011 המובא להלן בתרגום לעברית, בשינויים ובתוספות לאומיים לאומיים.

הערה 1:

השינויים והתוספות הלאומיים מובאים בגוף שונה.

הערה 2:

סעיפים 2 ו-3 של התקן הגרמני DIN 4753-4:2011 משולבים בסעיף 1.2 (אוזוריים נורטטיביים) ו-1.3 (מוניים והגדרות) של תקן זה, בהתאם.

יתר סעיפי התקן הגרמני DIN 4753-4:2011 מובאים בתרגום לעברית בסעיף זה (ד-5). המספרים העשוריים של סעיפים זה מתאימים למספר הסעיפים הראשי בתקן הגרמני (לדוגמה, סעיף ד-1.1 בתקן ישראלי זה הוא סעיף 1 של התקן הגרמני).

ד-1.5. חלות

סעיף זה חל על הגנת מכלי פלדה מפני שיתוך בצד של מי השתייה באמצעות חומרי ציפוי עשויים שרף סינטטי המתקשה בחום.

הערה:

ציפוי חומר אטימה, עשוי שרף סינטטי המתקשה בחום, המודבקים לפלדה ואשר עומדים בדרישות תקן זה נחسبים עמידים בשיתוך לפי התקן האירופי 12897 EN.

ד-2. אזכורים נורמטיביים

ראו סעיף 1.2.

ד-3. הגדרות

ראו סעיף 1.3.

ד-4. דרישות-כלליות

לצורך הביצוע של סעיף זה חלים המונחים המפורטים בתקן האירופי 12897 EN ובתקן הגרמני

DIN 4753-1:2011

ד-4.1. כללי

על ארגרים סגורים לחימום מים בעקבית דרישות התקן האירופי 12897 EN או דרישות  
תקנים הגרמניים DIN 4753-1:2011 DIN 4753-7:2011 או DIN 4753-1:2011.

ד-4.2. מבנה המכל ויצרוו

המבנה והיצור של מרכיבי המכל יאפשרו השמה מבוקרת ובת-קיימה של הציפוי הפלסטי.

הציפוי לא יצח על פגמים מבניינס ולא ישפיע על הדחיסות, יהיה מודבק היטב לתשתית.

כאשר נעשה שימוש באמצעי חימום, הציפוי לא יפגע במהלך הרכבה, התחזוקה או התפעול.

הערה לאומית:

המשפט המקורי במלים "Die in DIN EN 14879-1" אינו חל

חיבורי המכל ונקודות האחיזה, יהיו מסודרים ומתוכננים כך שלא ייגרם כל נזק להגנה מפני שיתוך  
בעת הרכבה ותחזוקה המבוצעות כהלה.

ד-4.3. בניית המשטחים המיועדים לציפוי

ד-4.3.1. טיפול ברטפים

כל חוסר אחידות על הרטף יתוקן לפני בניית המשטח לפי סעיף ד-2.

נתזוי ריתוך קיימים יוסרו.

ד-4.3.2. בניית המשטח

כל הקצוות יהיו מעוגלים וモתאמים לציפוי.

משטח המכל המיועד לציפוי יתאים לדרגה  $2\frac{1}{2}$  Sa לפי התקן הבינ-לאומי ISO 12944-4.

יש לוודא כי המשטח נקי לחלוטין.

**ד-4.4.4. המשך עיבוד**

**5.4.3.2.** הциיפוי יבוצע מיד לאחר הכנת המשטח לפי סעיף ד-2.

בפרק הזמן שבין הליטוש לבין הצייפוי, טמפרטורת פני השטח של המכל לא תהיה קטנה מטמפרטורת נקודת העיבוי המתאימה של המים.

**ד-5. דרישות לציפוי הצבע****ד-5.5.1. כלל**

צייפוי הצבע יהיה מוחמרי ציפוי על בסיס פלסטי המודבק באמצעות שרף סינטטי המתaska בחום.

העדשה לאומית:

המשפט המתחייב במילאים "Rezepturen und Qualitäten" והמשמעות במילאים "sind einzuhalten" איננו חל.

השימוש והטיפול בחום של ציפויים פלסטיים אלה יבוצעו לפי הוראות יצורן הצייפוי. הצייפוי ייכור שכבה סגורה, אחידה וחלקה. הצייפוי יושם ברישוס, בהברשה, בטבילה או/וגם בהצפה. במקרה של כמה שכבות, כל שכבה תושם ותטופל בנפרד. החיבורים בין השכבות לבין עצמן וביניהן לבין המכל

יהיו בני-קיימה.

**ד-5.5.2. עובי שכבה**

עובי שכבה מומוצל של הצייפוי כולם יהיה 250 מיקרומטר לפחות. עובי שכבה לא יהיה קטן

מן 200 מיקרומטר בשום נקודה.

העדשה לאומית:

המשפט המתחייב במילאים "Die Dicke der" והמשמעות במילאים "nicht überschreiten" איננו חל.

העובי המינימלי של הצייפוי של סבלת המנגנון יהיה 150 מיקרומטר.

בודקים לפי סעיף ד-6.1.

העדשה לאומית:

ההפנייה לסעיף ד-6.4 אינה חלה.

**ד-5.5.3. גימור פני שטח****ד-5.5.3.1. פגמים**

הסעיף איננו חל.

**ד-5.5.3.2. תיקון פגמים**

הסעיף איננו חל.

**ד-5.5.3.3. חוזק הידבקות**

בבדיקה לפי סעיף ד-5.6.3, לא יהיו בצייפוי הצבע בועות או היפרדגוות כלשהן מהמכל.

**ד-5.5.4. עמידות פיזיקלית וכימית****ד-5.5.4.1. עמידות בחלופי טמפרטורה**

בבדיקה עמידות בחלופי טמפרטורה לפי סעיף ד-5.6.5, לא יהיה אפשר לראות, לאחר הגדלה פי 10, נזקים גלויים ובכללם סדקים, בועות, נקבוביות, שרירות, נפיחות או שינויים ניכרים (לרבות שינוי צבע וחספוס של פני השטח).

**ד-5.5.4.2. עמידות ב피יעוף של מים חמימים**

הסעיף איננו חל.

ד-5.5.5. **בטיוחת היגיינית**  
הסעיף אינו חל.

ד-5.6. **בדיקה**  
ד-5.6.1. **עובי השכבה**

בודקים בבדיקה לא הרסנית את עובי השכבה לפי התקנים הבין-לאומיים ISO 2178 ISO 2064 או לפי התקן האירופי EN 14879-4.

על כל מטר מרובע (מ"ר) של משטח מצופה של המכל, מודדים את עובי השכבה ב-5 נקודות שונות, במרחק מינימלי של 20 מ"מ מקצות המכל. הערך הנadol ביוטר וקטון ביוטר וכן הערך הממוצע, יירשםו כתוצאת המדידה.

ד-5.6.2. **בדיקה מתח גובה**  
לבבדיקת היעדר נקבות יעשה שימוש בחתקן בדיקה בזרם ישיר בעל חיוי קולי העומד בדרישות התקן האירופי EN 14430. מתח הבדיקה עבר עובי שכבה ממוצע של 250 מיקרומטר יהיה 800 וולט עד 1,000 וולט.

הבדיקה תיערך על כל פני השטח של הציפוי שהתקשה על ידי סריקה רציפה באמצעות אלקטרוודת בדיקה. בבדיקה הדפנות הפנימיות של צינור תיערך על ידי משיכת אלקטרוודה עגולה (مبرשת עגולה) בעלת קווטר מתאים לדרך הצינור.

ד-5.6.3. **חזק תיזבקות**  
חזק החיזוקות יופק על ידי בדיקת תיזבק צולב לפי התקן הבין-לאומי ISO 2409. נוסף על כך, ניתן לבצע בדיקות מתאימות אחרות, כגון בדיקת קילוף, בדיקה קולית או בדיקת סריטה. תהליכי הבדיקה יצוינו בדוח הבדיקה.

ד-5.6.4. **בחינה מיקרוסקופית**  
הסעיף אינו חל.

ד-5.6.5. **עמידות בחלופי טמפרטורה**  
ד-5.6.5.1. **הקמת עמדת הבדיקה**

מערכת הבדיקה יהיה מורכב משני מקלים, ומתוכם מכל (1) יכול מים בטמפרטורה של 95°C מהאוגר הנבדק וישמור על טמפרטגרה זו, ואילו מכל (2) יכול מים טריים בטמפרטורה של 15°C. המים המוחוממים יועברו מהאוגר הנבדק אל מכל (1) באמצעות מתקן חילוף מתאים.

לאחר שהאוגר הנבדק התרוקן לחЛОטין, יש למלא במים טריים בטמפרטורה של 15°C מכל (2). לאחר כל 10 פעולות חילוף, יש למלא את האוגר הנבדק במים טריים ולחמם כדי להשפיע על הציפוי גם באמצעות חמצן המומס במים הטריים.

ד-5.6.5.2. **ביצוע הבדיקה**  
החלפת התוכלה של המים החמים או הקרים תבוצע בלחץ התפעול המצוין עבור האוגר הנבדק. עבור מהירות החלפת המים, יילקה כבסיס קווטר צינור הניקוז ללא אבזרים.

**ד-5.6.6.** בדיקת חלקים מתוכן הדופן של האוגר הנבדק לפי סעיף ד-5.6.5 מיד לאחר בדיקת העמידות בחילופי טמפרטורה לפי סעיף ד-5.6.5, בודקים את האוגר הנבדק בבדיקה חוזותית.

לאחר זמן ייבוש של 24 שעות לפחות בטמפרטורת חדר של  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ , בודקים שוב חלקים מתוכן הדופן באזור תפאר הריאטיב לפי סעיף ד-5.6.3.

הערה לאומית:  
ההפנייה לסעיף ד-5.6.4 אינה חלה.

**ד-5.7.** בדיקה עבורי אישור הציפוי הסעיף אינו חל.

**ד-5.8.** תיעוד על ידי מבצע הציפוי הסעיף אינו חל.



#### נספח ה – בדיקת טיב הציפוי באוגר בעזרת צרייכת זרם ההגנה קטודזי נורמטיבי

(נורמטיבי)

צרייכת זרם ההגנה הקטודזי המורטטיבי באוגר מהוועה מזק לשלמות הציפוי.

#### ה-1. מערך הבדיקה

עורכים את הבדיקה על אוגר חדש שטרם נעשה בו שימוש כלשהו.

לפני הבדיקה מבודדים או מסיררים חלקים מהאגאר שלא צופו.

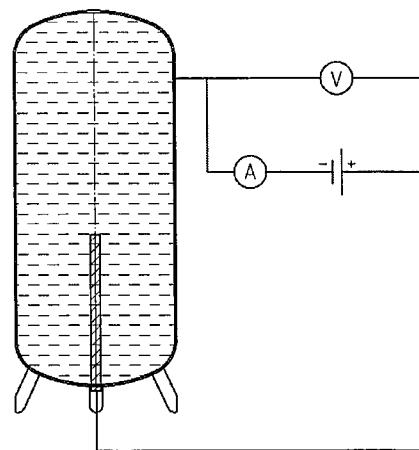
האלקטրודה שתשמש לבדיקה תהיה מבודדת חשמלית מגוף האוגר, ותהיה עשויה מברזל לא מגולוון או מנירוסטה.

יש לטבול את אלקטרודה הבדיקה מראש בחומרה אפטיטית בריכוז 5% (משקלי), ולשטוף ממנה את שאריות החומרה לפני המדידה.

מכינים מערכ בדיקה כמפורט בציור ה-1.

מערך הבדיקה כולל את המפורט להלן:

- מד-מתח בעל התנודות כניסה פנימית שאינה קטנה מ-10 מגהאום/וולט;
- מד-זרם בעל התנודות פנימית שאינה גדולה מ-5 אום;
- ספק זרם ישיר (סוללה של 1.5 וולט) ;
- תרמומטר ;
- מד מוליכות חשמלית של תמייסות.



**ציור ה-1 – מערכ בדיקה למדידת צירכט זרם ההגנה הקטודי נורמטיבי**

滿לאים את האוגר במילר ש-20 צ'י, ומושגים למים רשות המים נתון כלורי עד שמתקבלת תמייסה עם מוליכות סגולית של ( $1000 \pm 100$ ) מיקרוסימנס לס"מ.

מודדים את המתה לאחר 2 דקות; מחברים את אלקטרודת ההקרבה (הקטודה) מגונזים להדק החיווי של מתה. מודדים את הזורם, את הטמפרטורה, את המתה ואת המוליכות החשמלית. המתה הנמדד על פני ספק הזורם היישר יהיה 1.4 וולט לפחות.

## ה-2. חישוב זרם ההגנה הקטודי נורמטיבי

מחשבים את זרם ההגנה הקטודי הנורמטיבי ( $I_N$ ) לפי נוסחה (ה-1).

זרם ההגנה הקטודי הנורמטיבי לא יהיה גדול מ-5.5/מיליאמפר למ"ר.

$$I_N = \frac{I_M}{A_K} \cdot \frac{U_o}{U_M \cdot f(G) \cdot f(x)} \quad (h-1)$$

שבה:

- $I_M$  – הזרם החשמלי הנמדד (מיליאמפר)
- $U_o$  – מתח הייחוס (1.5 וולט)
- $U_M$  – המתה החשמלי הנמדד (וולט)
- $A_K$  – שטח ציפוי האמל שבמגע עם המים (מ"ר)
- $f(G)$  – מקדם התקיקון לפי נוסחה (ה-2)
- $f(x)$  – מקדם התקיקון לפי נוסחה (ה-3)

מחשבים את מקדם התקikon לתלות של צפיפות הזרם במבנה האלקטרודה לפי נוסחה (ה-2) :

$$f(G) = (17.69 - 0.01655 \cdot d_A) \cdot 10^{-6} \frac{d_A^2 + 4 \cdot d_A \cdot l_A}{A_K} + (30.94 + 0.1692 \cdot d_A) \cdot 10^{-6} \frac{d_A^3 + 580\,000}{d_A} \quad (2-2)$$

שבה :

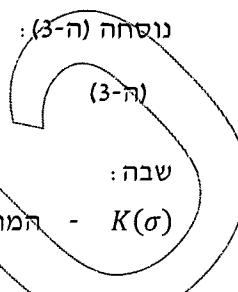
$l_A$  - אורך האלקטרודה (מ"מ)

$d_A$  - קוטר האלקטרודה (מ"מ)

$A_K$  - שטח ציפוי האמל ב מגע עם המים (מ"ר)

מנרמלים את זרם ההגנה הקטודי הנורומטיبي הנמדד לדרישת המדידה ב-1000 מיקרוסימנס בעזרת

$$f(x) = 0.0715 + 0.000\,9285 \cdot K(\sigma)$$



### ה-3. דוח בדיקת זרם ההגנה הקטודי הנורומטיבי

מכינים דוח בדיקה של זרם ההגנה הקטודי הנורומטיבי. הדוח יכול את הפרטים הבאים:

- מין האוגר;

- מין ציפוי האמל (צד-שכבותי או רב-שכבותי);

- שטח ציפוי האמל [הבא ב מגע עם המים],  $A_K$  (מ"ר);

- אורך האלקטרודה (מ"מ);

- קוטר האלקטרודה (מ"מ);

- הטמפרטורה של תמייסת הבדיקה (°씨);

- המוליכות החשמלית שנמדדה בתמייסת הבדיקה (מיקרונסימנס לס"מ);

- המתח החשמלי שנמדד בבדיקה (וולט);

- הזרם החשמלי שנמדד בבדיקה,  $I_M$  (מיליאאמפר);

- הזרם החשמלי הנורומטיבי המוחושב,  $I_I$  (מיליאאמפר למ"ר).

## נספח 1 – כללי המקצוע הטוביים להבטחת עמידות האוגר בשיתוך

(למיידע בלבד)

בנספח זה מפורטים כללי המקצוע הטוביים ש谟לץ לנוקט כדי להבטיח, שאוגר העומד בדרישות סעיף 3.3 ובדרישות נספח 2 יהיה עמיד בשיתוך לאורך זמן.

הכללים המפורטים בנספח זה נוגאים לכל תהליך ייצור מכל המים של האוגר – תכנון המכלי, רכישת חומרי הגלם, ייצור המכלי, עיבוד שטח הפנים של המכלי לקרה השימוש הציפוי, השתתת הציפוי – ולבדיות המומלצות בכל אחד משלבים אלה.

### 1-1. כללי

- השטח החיצוני של מכל המים, המבודד בחומר שאינו נCMD אליו, יטופל בטיפול מונע שיתוך ;
- האוגר והצינורות שבו והחומרים שהם מהם הם עשויים יתאימו לכל הדרישות הרלוונטיות של נספח 2 ;
- האוגר והצינורות שבו יטופלו, ירוטכו ופנוי השטח שלהם יוכל לציפוי כמפורט בנספח 2 לפי מין הציפוי (ראו סעיף 3.3.3.2) ;
- תcn החיבורים ימנעו שיתוך באזורי הפתחים, הצינורות, האוגן וטבלת המנגנון ;  
לbidוד תרמי בין המכלי לבין המעטפת ישמשו רק חומרים שאינם גורמים לשיתוך .  
אם יש חשש לשחרור תומרים משתחמים מחומר הבידוד, יינקטו צעדים מיוחדים להגנה מפניים.

### 1-2. הגנה על המכלי מפני שיתוך

- החומרים, הציפויים והאבזרים לא צריכים פועלות תחזקה מיוחדות ;
- כל הפלדות המיועדות לציפוי יתאימו לציפוי המתוכנן עבורה, ולהקנת השיטה הנדרשת לציפוי זה ;
- יצרן המכלי ירכוש חומרים ורק מספקים המחויבים לנעקבות<sup>(4)</sup> (traceability) ביחס לספקים ;
- יצרן המכלי ישמר את כל תעוזות האיכות מהתהליך הייצור שלו ושל ספקיו.  
תעוזות של מאפייני המתכת ייחשבו, תעוזות איקאות מתהיליכיה הייצור של המתכת או ממעבדה מוסמכת לבדיות אלה ;
- יצרן המכלי ישמר את הנחיות ההשמה של יצרני חומרי הגלם ;
- יצרן האוגר יציג, לפי דרישת בודק חיצוני, תיעוד של החומרים ושל התהיליכים ;
- בדיקות הלוח הנדרשות באוגר (בחילק בבדיקות הבטיחות) ייעשו לפני השתתת שכבת הציפוי הפנימי להגנה מפני שיתוך ;
- טובעת תקינותם של כל האלמנטים המגנים מפני שיתוך גם בעת פעילות תחזקה ;

<sup>(4)</sup> היכולים לספק תיעוד בخصوص מקור החומר עד לזהותי יצרן חומר הגלם ; לדוגמה, יצרן הפלדה שמנה נבנה גוף המכלי.

- כל החיבורים בתוך האוגר ואליו לא יגרמו להאצת השיתוף. יימנע שימוש בצמדי מתכוות שאין מתאמיות ביניהם, או שייעשו חיווצים.

**1-3. אוגרים העשויים פלדה לא מחלידה (לא ציפוי)**

עם סיום תהליכי העיבוד, פני המתכת יהיו נקיים. מוגדרים רדיידי תחומות כבב צהובב לאורך תפרי הריתוך. אין להשתמש בחומרי ניקוי על בסיס קלורידים.

