

מרכז מידע

בסיוע "הפעולה המונעת" -

משרד התעשייה המסחר והתעסוקה

רח' מזא"ה 22, ת.ד. 1122, תל-אביב 61010

טלפון: 03-5266455 פקס: 03-5266456

e-mail: info@osh.org.il

ת-155

בטיחות בעבודה בחדרי קירור



מאת: בוריס פרידלנדר



המוסד לבטיחות ולגיהות

דצמבר 2007

חוברת זו נועדה למסור מידע לקורא בתחומים בהם עוסק הפרסום
ואיננה תחליף לחוות דעת מקצועית לגבי מקרים פרטיים.
כל בעיה או שאלה מקצועית, הקשורות במקרה פרטי, יש לבחון,
לגופו של עניין, עם מומחה בתחום.

תודתנו על הערותיו המקצועיות של מהנדס חנן בראלי

תוכן העניינים

3	הקדמה
6	1. חדרי קירור ומערכות קירור - הגדרה, סוגים ושימוש
7	2. סיכוני קור
9	3. פגיעות קור
13	4. אמצעי בקרה למניעת פגיעות קור
17	5. ציוד מגן אישי להגנה מפני קור
32	6. בטיחות לעבודה בקור - דרישות והמלצות
36	7. מערכות בטיחות והפעלת חדרי קירור
38	8. דרישות למבנה החדר ולציוד
44	9. מערכות קירור
47	10. הנחיות למעביד - סיכום
49	11. נספחים

הקדמה

נוחות תרמית (Thermal Comfort)

הגורמים הסביבתיים (כמו טמפרטורה, לחות) במשולב עם הגורמים האישיים (בגדים שהעובד לובש, המאמץ המושקע בעבודתו) משפיעים על הפרמטר שידוע בשם "נוחות תרמית". ההגדרה המקובלת (ראה, לדוגמה, ASHRAE, Standard 55) ל"נוחות תרמית" היא מצב נפשי המתבטא בהרגשת סיפוק מהתנאים התרמיים הסביבתיים. ההגדרה הזאת משאירה פתוחה את השאלה: "מהו המצב הנפשי של סיפוק מהתנאים התרמיים הסביבתיים, אך מדגישה כי שיפוט (הערכה) לגבי הנוחות הוא תהליך קוגניטיבי (הכרתי) הכולל את התשומות המושפעות מתהליכים פסיקליים, פיזיולוגיים, פסיכולוגיים ותהליכים אחרים. בפועל, יש להשיג את הרגשת הנוחות התרמית על סמך הערכת הקור בהתאם לתנאים הסביבתיים הקיימים במקום העבודה, כגון טמפרטורה, לחות, מהירות תנועת האוויר וכו'. לא ניתן להגדיר את הסביבה התרמית, המספקת את כל אחד ואחד בגלל עדיפויות אישיות (בגלל השיפוט הסובייקטיבי לגבי הרגשת הנוחות התרמית).

עבודה בקור סביבתי - חשיפה לטמפרטורות נמוכות

חקיקה מתייחסת לטמפרטורה במקום העבודה הנמצא בתוך הבניין ב"פקודת הבטיחות בעבודה (נוסח חדש), תש"ל - 1970" (פב"ט) בסעיף מס' 31 כדלקמן:

"בחדר עבודה שבו העבודה בחלק ניכר נעשית בישיבה, ללא מאמץ גופני ממש, לא יראו מידת חום של פחות מ- 16 מעלות צלסיוס, לאחר השעה הראשונה, כמידת חום סבירה כל זמן שעובדים, ולפי דרישת המפקח האזורי יותקן ויקוים בו מדחום במצב מתאים."

עבודה המצריכה מאמץ פיזי גורמת לעליית טמפרטורת הגוף ולהזעה. בהתאם לכך יורדת טמפרטורת המינימום הנדרשת במקום עבודה כזה. חקיקה זרה, לדוגמה הוראות ה-ACOP * שיש להן סטטוס מנדטורי (מחייב) בבריטניה, קובעות כי הטמפרטורה המינימלית במקום העבודה בתוך הבניין היא 16°C עבור עבודה בישיבה ו-13°C כאשר היא כרוכה במאמץ פיזי ניכר.

* ACOP- Approved Code of Practice L24 HSE Books ISBN 0 717604136

יחד עם זאת, קיימות עבודות המתבצעות בתוך הבניין ומחוצה לו בטמפרטורות נמוכות, כגון חדרי קירור (ראה טבלה 1, עמ' 4) ואתרי בניה. במקומות עבודה כאלה, חשופים העובדים הנמצאים בתוך הבניין ומחוצה לו לטמפרטורות נמוכות. טמפרטורות נמוכות בחדרי קירור הממוקמים בתוך הבניין נקבעות בהתאם לדרישות הספציפיות למוצרים הנמצאים במקום בזמן תהליכי יצור, אריזה או אחסנה. לדוגמה: במחסני קירור, אולמות מקוררים לייצור ולעיבוד מזון כגון: בשר, חלב (ראה פרק 1, עמ' 6). גם בעבודה מחוץ לבניין יכולים העובדים להיחשף לטמפרטורות נמוכות של אוויר חיצוני.

עובדים רבים המועסקים בענפי התעשייה והמשק השונים כגון תעשיית מזון, חקלאות, מוסדות רפואה ומחקר, בניה וכיו"ש חשופים לקור סביבתי טבעי או מלאכותי במהלך ביצוע פעילות שונה. ראה דוגמאות בטבלה 1.

טבלה 1 טמפרטורות אוויר בסביבה העסוקתית שונה

תאי אקלים לטיפול קריאוגני רפואי באדם	-120°C
אחסון בקירור עמוק למטרות מיוחדות	-55°C
אחסון בקירור של מוצרי הקפאה עמוקה (deep-frozen)	-28°C עד -18°C
אחסון, הכנה והובלה של מוצרי מזון טריים	2°C עד 8°C
טמפרטורת מינימום יומי ממוצע בחודשי חורף ברצועת החוף, מישור החוף וצפון נגב, השפלה, העמקים הצפוניים, אזור ים המלח והערבה והבקעה בישראל ³	5.6°C עד 11°C
טמפרטורת מינימום יומי ממוצע בחודשי חורף בהרים הגבוהים (פסגות הרי שומרון, הרי כנען, ירושלים, עטרות, יתיר, שדה בוקר, רכס רמון) בישראל ³	3.8°C עד 6.3°C

מקור:

א. אנציקלופדיה של ארגון העבודה הבין-לאומי - ILO:

COLD ENVIRONMENTS AND COLD WORK

Table 42.23 Air temperatures of various cold occupational environments

ב. השרות המטאורולוגי, גף אקלים: טבלה 6 – טמפרטורה (מ"צ): מינימום יומי ממוצע לתקופה 1964-1979

הסיכון לבריאות העובד גדל בכל שהתנאים מתרחקים מאלה המקובלים בדרך כלל כתנאים נוחים. עומס הקור יכול לעלות (לדוגמה במחסני קירור, באזורי הכנת מזון ובעבודה בחוץ בעיקר בחודשי החורף). הערכת הסיכון לבריאות העובדים בתנאי הקור הסביבתי חייבת להביא בחשבון את הגורמים האישיים כולל פעילות הגוף, סוג הבגדים, ומשך החשיפה.

חשיפה לקור טבעי

אקלים בישראל מגוון ומתאפיין בחורף חמים ואחוזי לחות לא גבוהים במיוחד וקיץ חם מאוד ואחוזי הלחות גבוהים. טמפרטורת האוויר לא יורדת בדרך כלל מתחת ל-0°C ברוב ימות השנה מלבד מספר ימים של חודשי החורף. בתקופה זו, טמפרטורת האוויר בתנאי הכפור באזורים נמוכים וגבוהים עשויה לרדת מתחת לנקודת קיפאון המים. עפ"י נתונים שסופקו ע"י השרות המטאורולוגי בישראל (ראה טבלה 1), מינימום יומי ממוצע בחודשי חורף משתנה מ-5.6°C עד 11°C במרבית אזורי הארץ ועשוי להגיע לטמפרטורה של 4°C בקירוב בפסגות הגבוהות.

אך גם בתנאי מזג אוויר כאלה תיתכן חשיפת האנשים לסיכונים קור בפעילויות שונות המתבצעות בשטח פתוח מחוץ לבניין, בעיקר בחודשי החורף. להלן דוגמאות לעיסוקים ופעילויות כאלה:

♦ עובדים בענף הבניה ועבודות ציבוריות - עבודות בניה ותשתיות;

- ◆ עובדים בתחזוקה ובתיקון של בניינים, קווי חשמל ומכשור תעשייתי מסוים כולל עבודה בגובה. דוגמאות עיסוקים: עובדים בתפעול מסלולי הטיפוס המכניים (סולמות ומדרגות), אנשי תחזוקה של ציוד המותקן בתרנים או מגדלים גבוהים, אתרי ספורט החורף, אנשי צבא ומשמר הגבול, מצילים ואנשי עזרה ראשונה;
- ◆ עובדים בתעשיית התובלה – תובלת מוצרים בקירור;
- ◆ עבודה במים קרים (באותה טמפרטורה איבודי החום ליחידת זמן במים גבוהים פי 25 מאלה שנצפו באוויר). הזמן הממוצע של הישרדות האדם במקרה של צלילה מקרית קצרה ברוב מקווי המים על פני כדור הארץ הוא 4 שעות במים שקטים בטמפרטורה של 18°C;
- ◆ נהיגה ברכב פתוח וטיסה.

עפ"י הספר של ACGIH*, קיימת סבירות נמוכה של פגיעת קור בעקבות היחשפות לקור טבעי בטמפרטורות הקיימות בישראל במשך פחות משעה כאשר עור הגוף יבש. גורם הסיכון העיקרי הוא הרגשת ביטחון מוטעית. סבירות פגיעת הקור גוברת עם הגדלת מהירות הרוח וירידה בטמפרטורה - קיימת סכנה כתוצאה מקפיאת שטח הגוף החשוף תוך דקה אחת. (ראה טבלה 3 בנספח 1, עמ' 49).

ספר ACGIH:
 TLVs and BEIs based on Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices: Heat Strain and Cold Stress
 American Conference of Governmental Industrial Hygienists Inc." (ACGIH) -
 ארגון הגיהותנים התעשייתיים הממשלתיים בארה"ב

חשיפה לקור מלאכותי

עובדים בחדרי קירור חשופים לטמפרטורות נמוכות מטמפרטורת הסביבה הנשמרות ע"י מערכת קירור. דוגמאות לטמפרטורת הסביבתית הנמוכה הן: אולמות מקוררים במפעלים לייצור, אחסון והובלה בקירור של מוצרי מזון (ראה בטבלה 1). עבודה ממושכת בתנאי קור כרוכה בגורמי סיכון רבים העלולים לגרום לריבוי תאונות, נזק בלתי הפיך לבריאות, מחלות, ולעיתים אף למוות. לדוגמה: קפיאת האנשים שנלכדו בחדרי קירור במשך זמן ארוך.

פרסום זה עוסק בהשפעות הקור על האדם ומתאר את הסיכונים התעסוקתיים כתוצאה החשיפה אליו, את האמצעים למניעת הסיכונים האלה ומזעורם, בעיקר בעבודה בחדרי קירור.

הפרסום מתבסס על תחיקה ותקינה ישראלית וזרה (הכוללת את התקנים הבין-לאומיים והאירופיים) הקיימות כעת. שימוש בתחיקה ותקינה הזאת לצורך יישומים בשטח יהיה לפי הנוסח המעודכן של התקנות והתקנים.

1. חדרי קירור ומערכות קירור - הגדרה, סוגים ושימוש

בספרות הטכנית, קיימות הגדרות ושמות שונים של חדרי קירור כתלות בטמפרטורת הפעלתם.

להלן הגדרות למונחים: "חדר קירור" ו"מערכת קירור" מתוך התקן הבריטי/האירופי:

BS EN 378: 2000 Specification for refrigerating system and heat pumps

כדלקמן:

"חדר קירור" (Cold Room) - חדר או תא בו נשמרת טמפרטורה נמוכה מטמפרטורת הסביבה, באמצעות מערכת קירור.

"מערכת קירור" (Refrigerating System) (גם במשטר העבודה של משאבת חום) - מערכת מכלולים המחוברים ביניהם היוצרים מעגל סגור בו ממוחזר קרר (חומר ממוחזר באמצעות המדחס במערכת הקירור אשר בשל שינוי במצב הצבירה משיג אפקט הקירור) במטרה של הפקה או ספיגה של אנרגיה (דהינו קירור או חימום).

מערכות קירור יכולות להיות נייחות (stationary system) או ניידות (mobile system). לדוגמה: מערכות הובלה יבשתית, ימית ואווירית של סחורות בקירור.

1.1 מערכות קירור נייחות

מערכות נייחות מותקנות בבתי קירור ובחדרי קירור ומיועדות לאחסון או לעיבוד מוצרים שונים כגון מוצרי מזון, תרופות ועוד. טמפרטורת הפעלתם תלויה בסוג המוצר ומטלות השימוש (ראה טמפרטורות אופייניות בטבלה 1).

בעבודה בחדרי קירור, במיוחד באלה המופעלים בטמפרטורות נמוכות מאוד מתחת לטמפרטורת הקיפאון, נדרשים אמצעי בטיחות, כתלות בטמפרטורה וסוג המיתקן והציוד. חללי עבודה מקוררים קיימים בענפי התעשייה והמשק השונים. להלן דוגמאות:

א. תעשיית מזון:

- ♦ ייצור ואחסון של מזון כגון: בשרים ודגים, חלב, גלידה, מוצרי מאפה קפואים;
- ♦ ייצור משקאות (מיצי פירות וירקות);

כך לדוגמה הקפאה היא אחת משיטות שמירת הבשר. ההקפאה מורידה את הפעילות הבקטריאלית של הבשר כך שמיקרואורגניזמים אינם יכולים להתרבות.

ב. ענף חקלאות:

- ♦ משק חקלאי - ייצור חלב (agriculture farm diary);
- ♦ אחסון ואריזת ירקות, פירות ופרחים;

ג. תאי אקלים (קור) כגון:

- ♦ מעבדות לבדיקות סביבתיות בטמפרטורות נמוכות (מלב"ס) (cells environmental cold proof);
- ♦ מעבדות כימיות, ביולוגיות ורפואיות במוסדות רפואיים כמו בתי חולים, מוסדות מחקר וכו';

1.2 מערכות קירור המשולבות במיתקנים ניידים :

- א. הובלה יבשתית : רכבות, כלי רכב
- ב. הובלה ימית : אניות, מעברות, סירות דיג ;
- ג. הובלה אווירית : מטוסים ;
- ד. מערכות מיזוג אוויר בכלי רכב, דרגנועים וצ.מ.ה. (ציוד מכני הנדסי).

1.3 סיווג מחסני קירור לפי הטמפרטורה

חללים בהם קיימת טמפרטורה נמוכה מסווגים לפי תנאי פעולתם. המבנה והתכנון של מחסני קירור תלוי בצרכים ספציפיים של כל סוג. להלן, סיווג לדוגמה :

מקררים - מעל 0°C (עפ"י צרכים של משתמש) ;

הקפאה - טמפרטורה - מינוס 18°C ;

הקפאה עמוקה - עד מינוס 28°C

הקפאה מהירה - עד מינוס 40°C ;

טיפול בנוזלים קריאוגנים - מתחת למינוס 100°C .

2. סיכוני קור

2.1 הגורמים לירידת הטמפרטורה

- ◆ תהליכי קירור והקפאה ;
 - ◆ התקררות כתוצאה מקרינה, הובלה או הולכה בסביבה עם טמפרטורות נמוכות ;
 - ◆ תנאי אקלים או מזג אוויר קר ;
 - ◆ תגובות כימיות אנדותרמיות (הצורכות אנרגיה מהסביבה) ;
 - ◆ התנדפות מהירה ;
 - ◆ טבילה בנוזל קר ;
 - ◆ חשיפה לירידה חדה של טמפרטורה ;
 - ◆ התפשטות גז ; אפקט ג'אול-תומפסון (התקררות גז בגלל התפשטות נפחית) אזהרה : גז מימן מתנהג בדיוק להיפך ועלול להגיע לנקודת ההצתה בגלל דליפה.
- ראה דף מידע : "התפשטות חופשית של גזים - סיכונים מאת זוהר שטרן, כתובת האינטרנט :

http://osh.org.il/uploadfiles/d_shtern_gazim.pdf

2.2 השפעות אפשריות על האדם והציוד

- ◆ כוויות במגע עם חומרים מקפיאים, או מכות קור ;
- ◆ מעטה קרח מעל ציוד פעיל ;
- ◆ קפיאת נוזלים ;

- ◆ עיבוי של טיפות, לחות ואדים ;
- ◆ הגדלת צמיגות נוזלים ;
- ◆ קרישת שמנים וחומרי סיכה ;
- ◆ הגדלת הגבישיות של חומרים ;
- ◆ הקטנת הגבישיות של חומרים פלסטיים ואורגניים ;
- ◆ השפעה על התכווצות, במיוחד התפתחות סדקים בחומרים ;
- ◆ בלימה או שחרור של פריטים נעים עקב התכווצות ;
- ◆ עיכוב הצתה בכבשנים ותנאי בעירה ;
- ◆ שינוי אפיונים אלקטרוניים.

2.3 שינוי טמפרטורה מחזורי

א. הגורמים לשינוי הטמפרטורה :

- ◆ עצירה והתנעה של מנועי חום ושל ציוד ממונע אחר ;
- ◆ חימום וקירור יום-יומי ;
- ◆ הוספה או איבוד חום כתוצאה משינוי במהלך קרינה, הובלה או הולכה.

ב. השפעות אפשריות על האדם והציוד :

- ◆ השתנות הממדים (מידות), במיוחד במתכות ;
- ◆ התעייפות במתכת בגלל מחזורי טמפרטורה ;
- ◆ שינוי לחצים בגזים ונוזלים ;
- ◆ תנודות בעומסים הכלליים המופעלים על הציוד

ג. עומס קור יכול להיווצר מ- :

- ◆ קירור ;
- ◆ קירור עמוק (מתחת לטמפרטורת הקיפאון) ;
- ◆ קירור הולכה (convection) ;
- ◆ קירור מגע (העברה) (contact) ;
- ◆ קירור דרך האוויר.

2.4 גורמי סיכון נוספים

עובדים בחדרי קירור עלולים להיחשף לסיכונים נוספים כגון :

- הילכדות העובד בתוך החדר בגלל נעילה מקרית של הדלתות ;
- סיכון מוגבר של כשל/תפקוד לקוי של מערכות וציוד כגון : מערכת חשמל, מערכת בקרה ואזעקה, תאורת חירום ועוד ;
- היווצרות קרח ;
- סיכוני מגע בחלקים קפואים ;
- הגברת סיכוי לתאונות.

3. פגיעות קור

3.1 השפעות חשיפה ישירה לקור על הבריאות

השפעות ופגיעות כתוצאה מחשיפת עור האדם לטמפרטורות נמוכות וגבוהות מטמפרטורת הקיפאון :

- חשיפה לטמפרטורה גבוהה מטמפרטורת הקיפאון גורמת למכת קור בדרגות חומרה שונות (דרגות חומרה שונות של היפותרמיה). תסמיני הדרגה הראשונה הם : עור חיור, קר וחסר תחושה. בדרגה השנייה נוצרות בועות עור (אבעבועת קור -נפיחות עור); האזור נפוח וגוונו כחול-אדום.

- חשיפה לטמפרטורות שצנחו מתחת לטמפרטורת הקיפאון גורמת מכת קור בדרגה השלישית, החמורה ביותר, המביאה לידי נמק רקמות, מחמת שיבוש הספקת הדם. הפגיעה דומה למעשה ל"כוויה", אלא שגבישי קרח עלולים להיווצר ברקמות. האיברים המיועדים ביותר למכת קור הם כפות הידיים ורגליים, האוזניים והאף.

- טבילת רגל בנוזל קר מכאיבה וגורמת נזק לעור, עצבים ושרירים. פירוט ההשפעות הבריאותיות של הקור והתסמינים הקליניים שלהן מובא בטבלאות 2 ו- 3. (עמ' 10 ו-14)

3.2 השפעות בריאותיות נוספות

חשיפה מתמדת לקור למשך תקופות ארוכות עלולה לגרום :

- ◆ התפרצות מחלות : מחלות כמו דלקת מפרקים (ארטריטיס) או קצרת (אסטמה) עלולות להחריף ;
- ◆ גידול של מספר הפגיעות (פגיעות יתרה) ;
- ◆ סיכון גובר של בלבול, פגיעה בכושר השיפוט ובקואורדינציה, וירידה כללית ברמת ביצוע העבודה המשפיעה על הבטיחות.

טבלה 2 : פגיעות כתוצאה מחשיפה לעומס קור יתר

פגיעה / מחלה	תוצאה/תסמינים
<p>היפותרמיה (קירור-יתר) (Hypothermia)</p> <p>ירידה בטמפרטורה הפנימית של הגוף מתחת ל-35°C. סכנת פגיעה כזאת קיימת בעיקר בטמפרטורות הנמוכות ביותר, אבל היא גם קיימת בטמפרטורות גבוהות יותר. תסמינים (סימפטומים) חיצוניים של היפותרמיה בדרגות שונות:</p> <p>היפותרמיה קלה: רעד הגוף, הרגשת אי-נוחות ובלבול בחשיבה</p> <p>היפותרמיה בינונית: רעד חזק, ירידה בשליטה על תנועות רגליים וידיים, פגיעה בכושר שיפוט או בכושר ריכוז.</p> <p>היפותרמיה חמורה: אובדן הכרה ומוות (ראה בטור השמאלי תופעות קליניות המציגות מספר שלבים בקירור-יתר).</p>	<p>עלולה לקרות כאשר טמפרטורות האוויר או מים נמוכות או גבוהות מטמפרטורת הקיפאון. מצב חמור המחייב התערבות חירום של גורמים רפואיים; עלול להיות קטלני.</p> <p>להלן תסמינים קליניים המציגים מספר שלבים של קירור-יתר בטמפרטורות שונות מתוך ספר ה-ACGIH מהדורה 2007, טבלה 1:</p> <p>טמפ' הגוף/°C תסמינים קליניים</p> <p>37.6 טמפ' רקטלית "תקינה"</p> <p>37 טמפ' בפה "תקינה"</p> <p>35 רעד הגוף מקסימלי</p> <p>33 היפותרמיה חמורה בטמפרטורה הנמוכה מ-33°C</p> <p>28 פרפור חדרים, ייתכן תוך תגובה של גירוי שריר הלב</p> <p>22 סיכון מקסימלי של פרפור חדרים</p> <p>20 עצירת הלב</p> <p>היפותרמיה שנגרמת ע"י חשיפה לקור מלאכותי שהסיכוי לשיקום הנפגע הינו מינימלי</p>
<p>מכת קור (Frostbite)</p> <p>נזק לרקמות הגוף (בעיקר העור אך גם רקמות עמוקות) עקב היחשפות לקור עז או עקב קיפאון. היחשפות זו גורמת ליצירת גבישי הקרח בעור ולחסימת כלי הדם.</p>	<p>גורמת לקיפאון של כלי דם, שרירים ועצבים והיווצרות גבישי קרח. ההרס הנגרם הינו קבוע, לעיתים בלתי הפיך, ובמקרים מסוימים נדרשת כריתה. כאשר מקום הפגיעה נרפא, הנפגע עלול לסבול מכאבים כרוניים או חוסר תחושה, הזעת יתר, צבע עור לא טבעי, וכאב מפרקים. האיברים והנקודות הנפגעים בתדירות הגדולה ביותר נמצאים בקצוות הגוף, כפות רגליים וידיים, אוזניים, לחיים ואף.</p>
<p>אבעבועות קור (נפיחות דלקתית) (CHILBLAIN also called PERNOI, or ERYTHEMA PERNIO)</p>	<p>עור אדום, נפוח בדרך כלל בידיים וברגליים הגורם להרגשת חום, מתיחה ודקירות בעקבות חשיפה ממושכת וחוזרת במשך מספר שעות לטמפרטורות שנמוכות מטמפרטורת קיפאון המים. הנזק הנגרם לרקמה פחות חמור מאשר במקרה של מכת קור. מופיעים על רקמה שנפגעה ושקרה למגע, חטטים וכתמים אדומים, עקצוצים, נפיחות חמורות בצורת בועות. חום וחימום חוזר פתאומי אינו מומלץ. הטיפול העדיף הוא להרים החלק הנפגע ולאפשר לו להתחמם בהדרגה לטמפרטורת חדר.</p>
<p>רגל טבולה במים בטמפרטורה נמוכה (Immersion Foot or Trench Foot)</p>	<p>הפרעה מכאיבה ברגל כוללת נזק לעור, עצבים, ושרירים, נגרמת בעקבות חשיפה מתמשכת לרטיבות קרה או טבילה ממושכת בתוך מים קרים. גורמת נזק לעצבים ושרירים; עלולה לגרום נזק קבוע.</p>

- ◆ **מתיחות ונקעים - עבודה בקור עלולה להגדיל את הסיכוי לפציעות שרירים וגידים, לדוגמה מתיחת שרירי הגב.**
- ◆ **השפעות בריאותיות אחרות: גירוי סינוסיטיס (דלקת גתים), זיהומים וירליים, מחלת ראות כרונית.**
- ◆ **דחק פסיכולוגי (physiological stress) הנוצר בתוצאה מחשיפת-יתר לטמפרטורות נמוכות עלול לפגוע בתפקוד התקין ולגרום לפגיעה או למוות. תסמין התחלתי של הדחק הוא כאב באזור החשוף של הגוף. המשך החשיפה עלול להוביל לתופעת הרדמה באברים, בלבול שכלי, אדישות ודופק לב בלתי סדיר.**

3.3 גורמים המגבירים את עומס הקור וסכנות פגיעת הקור

- ◆ **זרימת אוויר:** חשיפה לרוח חזקה, אוורור חזק, תנועה באוויר כמו ברכב וכלי טיס פתוח, או במיתקני קירור להקפאה מהירה (blast refrigerated rooms). גידול עומס הקור עם התחזקות הרוח מוצג בטבלה: Table 42.30 (עמ' 34). טבלה דומה המציגה את עוצמת הקירור של גוף החשוף לרוח, מבוטאת בטמפרטורה שקולה בתנאי מזג אוויר רגוע, מופיעה גם בספר ה-ACGIH, פרק "עומס קור", טבלה 2.

- ◆ **לחות** : עור רטוב, ביגוד או נעליים שנרטבו בנוזל כמו דלק, כוהל, ממיס, או נוזל אחר שמתאדה.
- ◆ **הזעה** : עור רטוב, ביגוד או נעליים ספוגי זיעה.
- ◆ **בגדים שאינם מותאמים למאמץ המושקע בעבודה: בגדים קלים מדי או כבדים מדי**
בגדים חד- שכבתיים עבים מדי במקום בגדים תלת-שכבתיים, חגור הדוק בחוזה, בגדים או נעליים אשר מגבילים את זרימת הדם, ביגוד אטום למים אשר מגביל אידוי. בנוסף, העובדים שלובשים ביגוד רפוי, חייבים לשמור על זהירות מיוחדת בעבודה בקרבת ציוד נע או חלקים סובבים של מכונות כדי למנוע היתפסותו.
- ◆ **רמת פעילות נמוכה** : עמידה או ישיבה במנוחה, נהיגה (כגון נהג מלגזה במחסן קירור)
- ◆ **נגיעה בעצמים קרים** : יכולה לגרום להעברת חום הגוף החוצה
- ◆ **מצב של עייפות, רעב או צמא** – גורם לאיבוד חום הגוף.
עבודה בתנאי קור גורמת להוצאת אנרגיה מוגברת. לכן, יש להוסיף לתפריט מזונות עשירי אנרגיה, כמו אטריות, ת"א, אורז, מוצרי חלב, אגוזים, בשר וכו'. יש לאכול דברי מתיקה קלים ולשתות נוזלים חמים בשעת הפסקות המנוחה המתוכננות. לצורך ייעוץ בנושא תכנון תפריט המאכלים לעובדים בקור ניתן להיעזר ברופא שהתמחותו היא תזונה או חילוף חומרים בגוף (מטבוליזם).
- ◆ **מצב בריאותי** :
עובדים במצב בריאותי אשר עלול לפגוע במנגנון הנורמלי של ויסות טמפרטורת הגוף, או אלה הסובלים ממחזור דם לקוי, ממחלת ריינו (Raynaud's)*, ממחלת הסוכרת, ממחלה סמויה של בלוטת התריס, ממחלת לב, או עובדים עם היסטוריה רפואית של מכות קור, חייבים לנקוט במיוחד באמצעי זהירות בעבודה בתנאי קור קיצוניים.
- * **הערה** : מחלת או תסמונת ריינו (Raynaud's disease or syndrome) - הפרעה בה חשיפה לקור גורמת לעורכים הקטנים שמספקים דם לאצבעות והרגליים להתכווץ לפתע, ולחסום את זרימת הדם לאזורים אלה. כתוצאה מכך האצבעות מחוירות, ומקבלים תחושה של אי-נוחות וקהות חושים. בהמשך החשיפה לקור או כתגובה רגשית מופיעים שינויים בצבע העור: בגוון אדמוני - כחול או כחלחל. לעיתים, קצוות האצבעות נעשים קרים, רדומים ומזיעים. ייתכנו כאבים באצבעות וברגליים ותנועותיהן נעשות מגושמות. תופעת ריינו משפיעה בדרך כלל רק על אצבע אחת או שתי אצבעות. טיפול בתופעת ריינו כולל הגנת אצבעות מקור.
- ◆ **תרופות** :
תרופות מסוימות, כמו תרופות הרגעה וחוסמי בטא (beta-blockers), גורמות לנמנום או הגברת ההתכווצות בכלי הדם (vasoconstriction).

◆ **אלכוהול, קפאין, ניקוטין :**

אלכוהול גורם לתחושה המטעה של חום ומקטין את הרעד מקור אך פוגע במחזור הדם, ובמאזן נוזלים - גורם לאיבוד נוזלים בגוף וטעויות בשיקול דעת (ירידה בכושר השיפוט) – יש להימנע משתיית משקאות אלכוהוליים.

קפאין מגדיל את ייצור השתן ומזרז את מחזור הדם - שתי התופעות אלה גורמות לאיבוד חום הגוף. יש להקטין שתיית משקאות מכילי קפאין.

ניקוטין מגביר זרימת הדם לגפיים ומגדיל סיכוי הפגיעה מקור.

◆ **רטט (ויברציה)**

רטט עלול להגדיל את רגישות העובדים לפגיעת קור עקב פגיעה בזרימת דם, במיוחד בתנאי קור קיצוניים מאוד.

3.4 עומס קור ועבודה בקור

עומס קור יכול להתהוות בכמה צורות שונות, תוך השפעה הן על האיזון התרמי של כל הגוף והן על איזון תרמי מקומי בגפיים, עור וריאות. אמצעים טבעיים להתמודדות עם עומס קור כוללים פעילות התנהגותית, כולל שינוי והתאמת ביגוד מיוחד. ביגוד מתאים מספק דרגת הגנה סבירה ומונע קירור הגוף. יחד עם זאת, הביגוד עצמו יכול לגרום אפקטים בלתי רצויים ובלתי הפיכים. הבעיה מוצגת באיור (ראה עמ' 13).

השפעת קור על יעילות ביצוע עבודה

בטבלאות 3 עד 6* מתוארות תגובות פיזיולוגיות ופסיכולוגיות של אדם לקור, השפעת זמן החשיפה אליו, אפקטים צפויים של חשיפה לקור בדרגות הקור "מתונה" (קלה) ו"חמורה" (Mild and Severe Cold Exposure) והשפעת טמפרטורת רקמת הגוף על יעילות ביצוע הפעילות הפיזית (גופנית) ע"י האדם.

* מקור הטבלאות 3 עד 6 זהה למקור האיור (ראה עמ' 13)

4. אמצעי בקרה למניעת פגיעות קור

4.1 העלאת הטמפרטורה

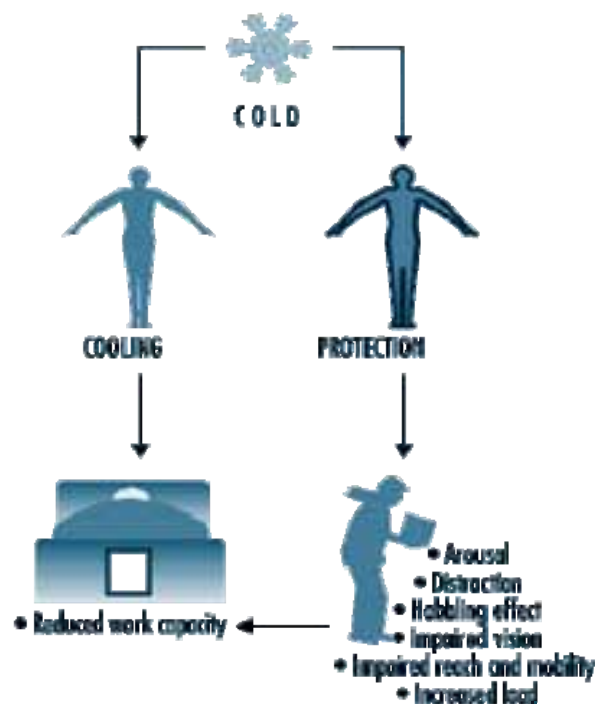
שלב ראשון בהגנת בפני קור הוא חימום הסביבה. כאשר לא ניתן להשתמש בחימום מקומי של תחנת העבודה, כדוגמה - בחדרי קירור יש לשמור בהם על הטמפרטורה הגבוהה ביותר המותרת עפ"י דרישות החוק והתקנים המתייחסים לטמפרטורת הסביבה במקום.

4.2 שימוש בחדר מנוחה

עפ"י ספר ה-ACGIH, פרק "עומס קור" (Cold Stress), בעבודה ממושכת ורצופה בקור הסביבתי, בטמפרטורה שוות- ערך של מינוס 7° C או נמוכה יותר, יש לדאוג לקיום מקומות מחסה מחוממים,

חיצוני-קור טבעי עז (בתחום טמפרטורות החל ממינוס 26 עד מינוס 55 מעלות צלסיוס) כאשר העובדים לובשים בגד מבודד יבש ונמצאים במצב מנוחה. עובדה זו מגבילה מאוד את השימוש בטבלה לצורך קביעת נהלי הפסקות מנוחה בעבודות, המתבצעות בתנאי טמפרטורות נמוכות (קור מלאכותי) האופייניות לסביבת העבודה בתוך הבניין (ראה תת-פרק 5.1.2, עמ' 17).

* הערה: ספר ACGIH הוא המקור לקביעה של ערכי הסף הגבוליים (TLV) של חשיפה לקור, לפי תקנה 5א' של תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים) התשנ"א – 1990.



איור: דוגמאות אפקטים של קור

Figure 42.14 Examples of cold effects

מקור: מאמר מתוך אנציקלופדיה ILO: Cold Environment and Cold Work

טבלה 3. תגובות אדם לקירור- תגובות אופייניות ברמות שונות של היפותרמיה

תגובות פסיכולוגיות	תגובות פיזיולוגיות	טמפרטורת הגוף, °C	שלי היפותרמיה
תחושה תרמית ניטרלית	טמפרטורת הגוף "נורמלית"- תקינה (הנמדדת בפה) ("oral normal temperature")	37	מצב נורמלי
אי-נוחות	התכווצות כלי דם, ידיים ורגליים קרות	36	
כושר שיפוט לקוי, התמצאות לקויה, (בלבול), אדישות (אפאטיה)	רעד חזק של הגוף, הספק עבודה ירוד	35	היפותרמיה קלה
מודע ומגיב	חולשה	34	
	תנועות מגושמות ומעידות	33	
	קשיחות שרירים (מתוחים)	32	היפותרמיה בינונית
חוסר מודעות מתקדמת	נשימה חלשה	31	
הזיות	הכרה מעורפלת	30	
חימום	אין תגובה עצבית, דופק נמוך ש אי-אפשר להבחין בו	29	
	הפרעות קצב הלב (פרוזדורי או/ו חדרי) (atrial and/or ventricular)	28	היפותרמיה חמורה
	האישונים לא מגיבים לאור, גידים הנמצאים מתחת לפני העור (deep tendon) מתעבים, חוסר רפלקסים שטחיים	27	
	מוות כתוצאה מפרפור חדרים או ירידת לחץ דם הסיסטולי	25	

מקור:

Table 42.16 Human responses to cooling: Indicative reactions to different levels of hypothermia

טבלה 4. זמן חשיפה לעומס-יתר של קור והתגובות הקשורות

זמן	אפקטים פיזיולוגיים	אפקטים פסיכולוגיים
שניות	- התנשפות (נשימה כבדה) - אוורור-יתר (Hyperventilation) - האצת דופק (Heart rate elevation) - התכווצות כלי דם פריפריים (שעל פני העור) (Peripheral vasoconstriction) - עליות לחץ דם	רגישות עור, אי-נוחות
דקות	צינון (קירור) רקמות הגוף, קירור קיצוני - הידרדרות (החמרה) עצבית-שרירית (Neuro-muscular deterioration)	ביצוע עבודה לקוי כאב מצינון (קירור) מקומי
שעות	- הספק עבודה פיזית לא מופחת - היפותרמיה פציעות קור	תפקוד שכלי לקוי
ימים/חודשים	- פגיעות קור ללא קיפאון ברקמות הגוף (Non-freezing cold injury)	הסתגלות אי-נוחות מופחתת (Reduced discomfort)
שנים	אפקטים של מחלת שרירים כרונית	

מקור: Table 42.13 Duration of uncompensated cold stress and associated reactions

טבלה 5. אפקטים צפויים של חשיפה לקור בדרגה קלה וחמורה

סוג פעילות	חשיפה לקור בדרגה קלה	חשיפה לקור בדרגה חמורה
עבודה ידנית	0 -	--
הפעלת שרירים	0	-
פעילות אירובית	0	-
זמן תגובה פשוט	0	-
זמן תגובה נבחר (נקבע)	-	--
מעקב, ערנות	0 -	-
הכרתי (קוגניטיבי), מטלה שכלית	0 -	--

0 אין אפקט; - ליקוי; -- ליקוי חמור; 0 - ממצא סותר

מקור: Table 42.14 Indication of anticipated effects of mild and severe cold exposure

טבלה 6. חשיבות הטמפרטורה של רקמות הגוף ליעילות ביצוע פעילות פיזית (גופנית) ע"י האדם

סוג פעילות	טמפרטורת היד/עור האצבע	טמפרטורה ממוצעת של העור	טמפרטורת השרירים	טמפרטורת הגוף
עבודת ידיים פשוטה	-	0	-	0
עבודת ידיים	--	(-)	--	-
הפעלת שרירים	0	0 -	--	-0
עבודה אירובית	0	0	-	--

0 אין אפקט; - ליקוי עם ירידה בטמפרטורה; -- ליקוי חמור; 0 - ממצא סותר; (-) אפקט אפשרי מינורי (מזערי)

מקור: Table 42.15 Importance of body tissue temperature for human physical performance

4.3 הסתגלות לתנאי קור (cold adaptation)

הסתגלות גנטית של האדם לתנאי הסביבה השונים כולל קור שונה מאדם לאדם. הסתגלות גופנית באה לידי ביטוי בבני אדם בתגובה לתנאי הסביבה. מבדילים בין שלושה סוגים של הסתגלות לקור בהתאם לטמפרטורה: הסתגלות לקור קיצוני, לקור מתון, ולקור לילה. הסתגלות לקור קיצוני של אנשים "עגלגלים", בעלי ידיים ורגליים קצרות, פנים שטוחות עם מצבורי שומן בסינוסים, אפים צרים ושכבת שומן בגוף הוא טוב יותר ועולה על ממוצע. זאת, מכיוון שהיחס המינימלי של פני השטח למסת הגוף תורם לאיבוד מינימלי של החום בקצוות הגוף (מה שמאפשר שליטה על פעולות במשך זמן החשיפה לקור ומגן בפני מכת/כוויות קור) ולהגנת הריאות ובסיס המוח (base of the brain) בפני אוויר קר במעברי האף. בגלל סיבות דומות, הסתגלות לקור מתון של אנשים גבוהים, בעלי מבנה גוף חסון עם שכבת שומן מתונה ואף צר הוא טוב יותר.

קור לילה הוא מאופיין של סביבה מדברית, מולה חייבים להתמודד התושבים: חום ויובש בשעות היום מחד וקור בלילה מאידך. בתנאים כאלה עדיף להגביר פעילות מטבולית במטרה לחמם את הגוף במשך השינה. הסתגלות טובה לקור- לילה שכיחה בקרב אנשים שהסתגלו לתנאי המדבר ומושג בעיקר באמצעות תפקוד משופר של הריאות.

4.4 בקרה על השפעות תנועת אוויר

הגדלת מהירות הרוח במייל אחד לשעה (1.6 ק"מ/שעה) עלולה להכפיל את הסיכוי של פגיעת קור. בחדרי קירור, מהירות האוויר יכולה להיות ממוזערת ככל הניתן על ידי תכנון נכון של מערכת זרימת האוויר כך שלא תעלה על 3.6 ק"מ/שעה. ניתן לחסום את הרוח הנושבת באמצעות מגני רוח.

4.5 שמירה על יובש הבגדים

הזעה מרובה גורמת להרטבת הביגוד. קצב העבודה חייב להיות מהיר דיו כדי לשמור על חום הגוף, אך לא מהיר מידי כדי לגרום להזעה. ביגוד שנעשה רטוב מהזעה, מגשם, או ממקורות מים אחרים חייב להיות מוחלף או מיובש. בזמן ההפסקה בחדר מנוחה יש לפתוח בגדים ולרופף אותם כדי לאפשר אידוי הזיעה. כאשר יש צורך בכך יש לייבש בגדים.

5. ציוד מגן אישי להגנה מפני קור

5.1 ביגוד מבודד

מטרת בגדים מבודדים להגנת המשתמש בפני קור היא לספק לגוף העובד החשוף לקור את ההגנה הנאותה בהתאם למאמץ הפיזי המושקע בעבודה/ זרימת הקושי (עבודה קלה, מתונה או קשה) על מנת שיוכל לבצע עבודתו ביעילות, תוך הרגשה של נוחות תרמית (Thermal Comfort) ניטרלית (לא חם מדי ולא קר מדי).

בחירת ביגוד מתאים העונה על הדרישות האלה, היא משימה מורכבת, בגלל מספר רב של גורמים משפיעים :

✓ תנאים סביבתיים : טמפרטורה, לחות ומהירות הרוח ;

✓ רמת הפעילות בעבודה :

- אפקטים "מחממים" : מאמץ פיזי המושקע בעבודה (עבודה קלה, מתונה וקשה) ;

- אפקטים "מקררים" : הפרשת הזיעה מגוף העובד וספיגת לחות ע"י שכבה פנימית של הבגד הצמודה לעור ;

✓ רגישות אישית לחום (הרגשה אישית של נוחות תרמית).

5.1.1 הערכת סיכון קור

ניתן להשתמש בגורמי הסיכון הללו לצורך הערכת סיכונים פשוטה ומעשית ע"י קהל רחב, שאינו מתמחה בתחום הערכת סיכונים הסביבה התרמית. הערכה פשוטה זו מאפשרת לנקוט באמצעי הבטיחות הדרושים כולל התאמת הבגדים המתאימים לתנאי הסביבה. דוגמה לשימוש בהערכה פשוטה זו היא בחירת בגדים המתאימים לתנאים סביבתיים בחיי השגרה היומיומית. יחד עם זאת, הערכה פשוטה זו לא יכולה להחליף את השיטות הממצות ומחמירות יותר, המאפשרות לערוך מאזן תרמי מדויק, במצבי חשיפה לקור, בין אם הוא טבעי ובין אם מלאכותי. הערכה זו מבוצעת עפ"י שיטות המתוארות בתקנים הקיימים ומופעלת על ידי המומחים בתחום זה. הערכה זו כוללת :

- הערכת הסביבה התרמית (של קור) ;

- הערכת המאמץ או ההקלה התרמית המתבססת על ערכים של האנרגיה המטבולית ;

- הערכת הבידוד הניתן על ידי הבגדים ;

- הערכת ההרגשה האישית של נוחות תרמית ;

יש להכיר בעובדה שקיים הבדל בין אפקטים פיזיולוגיים בלתי הפיכים הנובעים מחשיפה לקור, לבין אי-נוחות זמנית או פגיעה בתיאום פעולת הגפיים (קואורדינציה).

5.1.2 הערכת הבידוד הניתן על ידי הביגוד

חשיפה לקור משנה את מאפייני הביגוד הנדרש. תהליך העבודה, המחייב את המעברים מקור לחום (למשל, במחסני קירור) עלול לגרום להתעבויות נוזלים, המתרחשות זו אחר זו על פני ובתוך הביגוד, דבר המקטין את ההגנה התרמית. משום כך חיוני הוא שיעמוד לרשות העובדים ביגוד המתאים לעבודה בסביבה קרה, המבטיח הגנה תרמית נאותה. כושר הבידוד של בגדים נקבע ע"י המאפיין IREQ (Required Clothing Insulation Index). קיימים תקנים של הארגון הבין-לאומי לתקינה (ISO) הדנים בנושא של המאפיין IREQ הנדרש לבידוד של בגדים. להלן :

ISO/TR 11079:1993 Evaluation of cold environments - Determination of requisite clothing insulation (IREC)

ISO 11079:2007 Ergonomics of the thermal environment - Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects

תקנים אלה מתארים את השיטות ואת האסטרטגיות להערכת חשיפה לעומס-קור. לפיהם, מוצע לבצע הערכת עומס הקור במונחים של קירור כללי של הגוף וקירור מקומי של אברים ספציפיים שלו (דהינו, קצוות הגוף והפנים). שיטות ההערכה המוצעות מיושמות בעבודות המבוצעות בתוך המבנה ובחוץ.

כושר בידוד של בגדים, כפי שמצוין בתקנים מבוטא ע"י המאפיין IREQ ביחידות של בידוד תרמי הנקראות "clo". הערך השקוף של יחידת "clo" הוא $1 \text{ clo} = 0.155 \text{ m}^2\text{C W}^{-1}$. בנוסף, ניתן לחשב את פרק הזמן הגבולי לחשיפה (DLE - Durability of Limit Exposure) לפי מאפיין הבידוד הזמין של הביגוד (IREQ). אין לחשוש מכל סיכון שהוא של אובדן חום הגוף במצבי העבודה, בהם פרק הזמן האמיתי של החשיפה הרצופה לקור קצר יותר מפרק זמן החשיפה הגבולי המחושב (DLE). לכן ניתן להשתמש בשיעור המחושב של DLE לצורך קביעת נהלי העבודה (הפסקות מתוכננות) בקור.

עבור עובדים המועסקים באולמות הקירור המאפיין IREQ המסכם (הכולל את כל הבגדים) נעה בדרך כלל מ-2.5 עד 4 יחידות "clo". מספר שכבות של בגדים מספק הגנה טובה יותר מפני הקור מאשר בגד עבה אחד בלבד. למשל, לבישה משולבת של הלבנים, גופיה, חולצה, מעיל ומכנסיים מבודדים, מכנסיים ומעיל חיצוניים (המולבשים על מעיל מבודד), גרביים, נעליים, כפפות וכובע מעניקה מאפיין IREQ מסדר גודל של 2.6 clo. השכבה הקרובה ביותר לגוף חייבת להיות מבודדת ויבשה - יש לסלק כל רטיבות מהעור כדי לשמור עליו במצב יבש. לבסוף, הערכת הוצאת האנרגיה מאפשרת להתאים את בידוד הביגוד לדרגת הקושי/מאמץ של העבודה. בדרך כלל, מקובל להקטין את הערכים של המאפיין IREQ בסדר גודל של 10% עבור עבודה קלה ובסדר גודל של 20% עבור עבודה קשה.

השימוש במאפיין IREQ כולל שלושה שלבי ההערכה:

- קביעת IREQ לתנאי החשיפה הנתונים;
- השוואת IREQ עם רמת ההגנה של בגדים נרכשים;
- קביעת פרק הזמן הגבולי לחשיפה (DLE) (זמן החשיפה המותר) כאשר רמת ההגנה פחותה מהשיעור של המאפיין IREQ.

בגרף 42.22 שלהלן, הלקוח מתוך אנציקלופדיה של ILO, מוצגים ערכים של המאפיין IREQ הנדרשים לשמירה על עומס פיזיולוגי נמוך (הרגשה תרמית ניטרלית) כתלות בטמפרטורת הסביבה, בדרגות שונות של קושי העבודה/פעילות המבוצעת (עבודה קלה, מתונה וקשה).

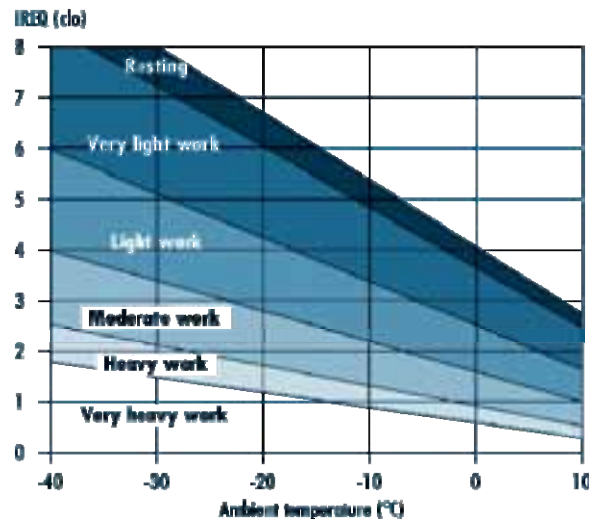


Figure 42.22 IREQ values needed to maintain low-level physiological strain (neutral thermal sensation) at varying temperature

מקור: מאמר מתוך אנציקלופדיה ILO: Ingvar Holmer, COLD INDICES AND STANDARDS

ניתן לראות בגרף, באופן ברור, שביצוע עבודה קשה יותר מקטין את המאפיין IREQ של ביגוד המגן הנדרש. סבורים שיש להשתמש במאפיין זה החל מהרגע בו הטמפרטורה היבשה של האוויר יורדת מתחת ל-10°C. דרגת הקושי בעבודה בהתאם לחום המטבולי המיוצר בפעילויות שונות (קצף חילוף חומרים בגוף) ניתן לקבוע לפי מקורות רבים הקיימים בספרות הטכנית. דוגמאות לדרגות קצב חילוף חומרים בגוף במספר פעילויות (לצורך קביעת דרגת קושי העבודה) מובאות בתקנים, לדוגמה תקן: ISO 11079:2007. דוגמאות ניתן לראות בטבלה 7 בעמ' 21. בטבלה זו מובאות דוגמאות מובאות של פעילויות וסיווגן עפ"י קצב מטבולי.

5.1.3 השוואת המאפיין IREQ עם רמת ההגנה של בגדים נרכשים

כאשר נקבע המאפיין IREQ פעם אחת עבור תנאים הנתונים, משווים את ערכו לרמת ההגנה של הבגדים הנרכשים. רמת ההגנה כוללת של בגדים נקבעת כסכום של ערכי ה- IREQ (המבוטא ביחידות של "clo") של כל חלקי הביגוד. רמת ההגנה של הבגדים נמדדת עפ"י התקן האירופי DIN/EN 342. ניתן לקבוע את רמת ההגנה הבסיסית, ביחידות "clo", עבור בגדים שונים, על סמך טבלאות הקיימות בספרות הטכנית. טבלאות אלה מתבססות בעקרון על תקן שפורסם ע"י הארגון הבין-לאומי לתקינה:

ISO 9920:2007 Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble

לדוגמה : מאמר "Cold Indices and Standards", המופיע באנציקלופדיה של ארגון העבודה העולמי- ILO כולל את הטבלה : Table 42.26 Examples of basic insulation (I_{cl}) of clothing : בטבלה זו מפורטים ערכי הבידוד הבסיסיים (נומינליים) (I_{cl}) עבור בגדים טיפוסיים. ערכים נומינליים מתייחסים למצב סטטי של הגוף בתנאי הרוח לא מורגשת. יש להקטין את הערכים האלה כאשר רמת הפעילות מוגברת ולתקן את הערכים בגלל הקטנתם המשוערת הנגרמת ע"י תנועת הגוף והאוורור. בדרך כלל, לא מתבצע תיקון רמת הבידוד למצב מנוחה. מקובל להקטין את הערכים הבסיסיים ב-10% לעבודה קלה ו-20% לרמות הפעילות הגבוהות יותר. רמת ההגנה הממוצעת ע"י מערכות הביגוד הזמינות הטובות ביותר היא ברמה מ-3 עד 4 "clo". כאשר מערכת ביגוד זמינה לא מספקת רמת הבידוד הדרושה זמן החשיפה הגבולי ניתן לחישוב בהתאם לתנאים הקיימים בשטח. זמן זה תלוי בהבדלים בין בידוד הביגוד הדרוש לבין זה של הביגוד הזמין.

5.1.4 קביעה של זמן החשיפה הגבולי (DLE- Durability of Limit Exposure) ניתן לחשב את פרק הזמן הגבולי לחשיפה לפי ערך הבידוד הזמין של הביגוד (IREQ). ב-Figure 42.23 מוצגים ערכים של פרק הזמן הגבולי לחשיפה רצופה (DLE) כתלות בטמפרטורה הסביבה לעבודה קלה ומתונה. ניתן להשתמש בגרף זה לקביעת נוהלי עבודה (תדירות הפסקות) לעובדים המבצעים עבודה קלה ומתונה והלבושים בבגדים בעלי שתי רמות בידוד המוערך לפי המאפיין IREQ.

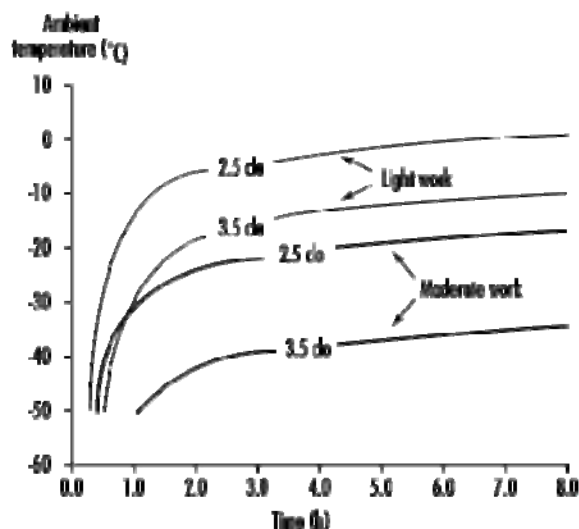


Figure 42.24 Time limits for light and moderate work with two insulation levels of clothing
 מקור : מאמר מתוך אנציקלופדיה ILO : COLD INDICES AND STANDARDS

כמו כן ניתן לראות להלן, ב-Figure 42.24 (מקור הגרף זהה ל-Fig,42.23), את ערך המאפיין IREQ המשוקלל בזמן (פעילות ומנוחה) בחשיפה לקור, רצופה ולסירוגין (פעילות ומנוחה), ובמהירות רוח - 0.2 מ"שנייה ולחות יחסית של 50%.

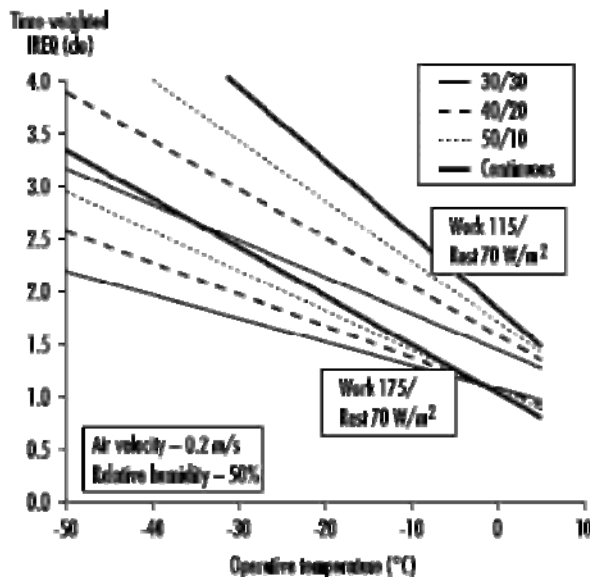


Figure 42.24 Time-weighted IREQ values for intermittent and continuous exposure to cold

5.1.5 הערכת המאמץ וההקלה התרמית

לצורך הערכת פעילות שונה עפ"י סיווג קצב שרפת קלוריות ע"י גוף האדם (קצב מטבולי) ניתן להשתמש במקורות שונים הקיימים בספרות הטכנית. דוגמאות של פעילות וסיווגן עפ"י קצב מטבולי, ניתן לראות בטבלה 7 שלהלן:

טבלה 7. דוגמאות של פעילויות וסיווגן עפ"י קצב מטבולי

דרגת קושי של עבודה	דוגמאות לפעילויות
מנוחה	ישיבה ללא תנועה
קלה	ישיבה תוך תנועת ידיים קלות או מתונות עבודה בישיבה תוך תנועות קלות ברגליים וידיים
	עבודה בעמידה עם מכונה או על שולחן עבודה תוך תנועות ידיים בעיקר
	עבודה קלה או מתונה עם מכונה או על שולחן עבודה בעמידה תוך תנועות ידיים והליכה מסביב מדי פעם
מתונה	הליכה תוך עבודת הרמה או דחיפה בינונית
	הליכה במישור במהירות 6 קמ"ש תוך נשיאת כבדה של 3 ק"ג
קשה	עבודת הרכבה קשה בלתי רצופה

מקור: ספר ה-ACGIH, פרק Heat Stress and Heat Strain, Table 3. Metabolic Rate Categories and Representative Metabolic Rate within Examples of Activities

פירוט לגבי סוגי פעילות נוספים ניתן למצוא בספרות המקצועית.

יש להימנע מביצוע עבודה קשה בחדרי קירור הגורמת להזעת העובד וקירור גופו.

שיטות המדידה הכמותית של פרמטרים פיזיקאליים שונים של מאמץ האדם בתנאי הסביבה השונים מתוארות בתקן:

EN ISO 7726:2001 Ergonomic of thermal environments - instruments for measuring physical quantities

תקן זה מתאר את המכשירים השונים ושיטות המדידה הכמויות והפיזיקליות בסביבה תרמית. שיטות אלו מתבססות על ביצוע מדידות, חוזרות ונשנות בזמן, במקומות הדרושים, בהתאם למצב העבודה הנתון.

5.1.6 הערכת האנרגיה המושקעת בעבודה

(Evaluation of Heat Production within the Body)

כדי ליצור ג'אול אחד (1 joule) של אנרגיה יוצר גוף האדם תוך פעילותו 5 עד 90 ג'אול של אנרגית חום. במצבים של חשיפה לקור הפעילות הגופנית "מגינה", אפוא, על גוף האדם על ידי חימומו; זאת, תוך שריפת הרזרבות האנרגטיות, המסופקות בעיקר על ידי המזון. בתקנים:

EN ISO 8996:2004 Ergonomics - Determination of metabolic heat production

מפורטות שיטות שונות של הערכת האנרגיה המושקעת בעבודה. שיטות אלו, המבוססות על תיאור הפעילות, מאפשרות להגדיר את האינטנסיביות הגופנית של המשימה. פרוש הדבר: הערכה של קושי משימת העבודה טעונת הביצוע. השיטות המדויקות ביותר, המפורטות בתקן זה, מכתיבות לפחות את המעקב אחרי קצב הלב (FC). בסדר עולה של דיוק, קצב הלב יכול להיות קשור לבדיקת המאמץ כדי לקבוע את היחס בין קצב הלב לבין ההספק המכני, או בין קצב הלב לבין צריכת החמצן (VO_2). בדיקות אלו מבוצעות במעבדות רפואיות המתמחות בתחום זה.

5.1.7 הערכת נוחות תרמית

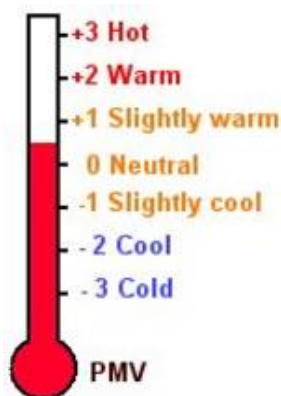
תפקוד של רגשי חום (thermosensors) בבני האדם מעורב במידה רבה עם חוויה רגשית מאוד של נוחות או אי-נוחות תרמית. היות ותחושות הטמפרטורה תלויות בעיקר בפעילות של רגשי החום והקור בעור של האדם, נוחות ואי-נוחות משקפות את המצב הכללי של מערכת ויסות החום, כולל לא רק את אותות רגשי הטמפרטורה בעור אלא גם את אותות רגשי החום הנמצאים ברקמות עמוקות של הגוף, וכן בהיפותלמוס (hypothalamus), האזור במוח המפקח על מערכת העצבים שמהווה למעשה מרכז שליטה על מספר תפקידים של מערכת עצבים אוטונומית, לרבות ויסות חום הגוף כתגובה לשינויים בטמפרטורה החיצונית.

ובכן, אותה הטמפרטורה של העור יכולה להיות מורגשת כנוחה או אי-נוחה בהתאם לתנאי התרמי של כל גוף בן-אדם. לדוגמה, כאשר בן-אדם התחמם יותר מדי הצמדת שקית הקרח לראש יכולה להיות מורגשת כנעימה, אך במקרה של הצטננות כמעט עד לנקודת רעידת הגוף, אותו גירוי בקור יכול להיות מאוד לא נעים. ההבדלים האישיים הם משמעותיים לגבי תגובת האדם לחום או לקור, תגובה המתאפיינת בתחושת נוחות או אי-נוחות (Discomfort) תרמית, ומושפעים במקום העבודה בין השאר מההבדלים בביגוד או בדפוסי הפעילות. עדיפויות

הערכת הנוחות התרמית של בידוד הבגדים שנבחרים בעזרת מאפיין IREQ ע"י העובדים מבוצעת בעזרת השיטות המשתמשות בערכים של אחוז חזוי של אי-שביעות הרצון (PPD- Predicted Percentage Dissatisfied) וממוצע חזוי של מניין קולות בהצבעה (- PMV Predicted Mean Vote), כפי שמפורט בתקן :

EN ISO 7730:2006 Ergonomics of the thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and thermal comfort criteria (ISO 7730:2005); German version EN ISO 7730:2005

עפ"י תקן זה, סולם א-שביעות-הרצון (The PMV Scale) כולל 6 דרגות אי-שביעות-רצון כלהלן :



The PMV Scale (PMV - Predicted Mean Vote)

גבולות טמפרטורה ועומס קור בתקן הזה מוגדרים כדלקמן :
- טמפרטורה נמוכה ממינוס 39°C : קר מאוד, עומס קור קיצוני
- טמפרטורה בטווח של מינוס 26°C עד מינוס 39°C : קר, עומס קור כבד

- טמפרטורה בטווח של מינוס 13°C עד מינוס 26°C: קריר, עומס קור מתון
- טמפרטורה בטווח של 0°C עד מינוס 13°C: קצת קריר, עומס קור קל
- טמפרטורה בטווח של 0°C עד מינוס 20°C: נוחות תרמית אפשרית

התאמה אישית של בגדי עבודה מבודדים חשובה מאוד להרגשת הנוחות התרמית של העובד. כדי לקבל תוצאות מיטביות יש לבחור בגדים לפי מאפיין IREQ בהתאם לדרגת הקושי/מאמץ של העבודה המוטלת ובדיקות חוזרות ונשנות בשטח עפ"י קריטריונים של ממוצע חזוי של מניין קולות (PMV) ואחוז חזוי של אי- שביעות רצון בהצבעה (PPD). עפ"י המלצות התקן ISO 7730, ההרגשה התרמית הטובה ביותר היא ניטרלית (לא קר מדי ולא חם מדי). ההרגשה הזאת מושגת כאשר סטיית ה-PMV מדרגת ההרגשה הניטרלית היא 0.5.

5.2 כפפות להגנת ידיים

"הגנה מיוחדת" בפני קור מיועדת למניעת הפגיעה בידיים, לשמירת זריזות פעולתן ולמניעת תאונות כתוצאה מכך. טמפרטורות סביבתיות בתחנת העבודה בהן יש להשתמש באמצעי הגנה לידיים, מפורטות בספר ה-ACGIH בפרק "עומס קור" (Cold Stress), תת פרק "הערכה ובקרה" (ראה תת-פרק 5.4.2, עמ' 27). לעבודה בתנאי קור מתאימות כפפות עור בעלות בטנה עבה ומבודדת. קיים תקן אירופי לכפפות מגן להגנת ידיים בפני קור, כדלקמן:

EN 511: 2006 Protective gloves against cold

תקן זה נותן מענה להגנת ידיים בפני קור הולכה ומגע בטמפרטורה עד מינוס 50°C. על-פי תקן זה, כפפות להגנה בפני קור מסומנות בסמל-איור שבתוכו סדרה של 3 מספרים: "abc", המאפיינת את רמת תכונות ההגנה הייחודיות. כדלקמן:



כל אחד מהמספרים מתייחס לתכונות הבאות:

"a" - עמידות לקור-הולכה (4 רמות: מ-0 עד 3);

"b" - התנגדות לקור-מגע (3 רמות: מ-0 עד 2);

"c" - חדירות למים (רמה 0 או 1 לפחות)

רמה 0: מותרת חדירת מים אחרי 30 דקות של חשיפה;

רמה 1: חשיפה למים אינה גורמת לחדירה כלשהי.

הכפפות חייבות לעמוד בדרישות השחיקה והקריעה ברמה 1 לפחות.

לביצוע פעילות ספציפית באמצעות הידיים, יש לוודא שכפפות המגן עומדות בדרישות התקן וגם מתאימות פונקציונלית לסוגי העבודה המבוצעת בשטח. קיימות גם כפפות שעשויות

5.3 הגנת רגליים

5.3.1 נעליים

יש להשתמש בנעליים המגינות בפני מכלול הסיכונים הקיימים במקום העבודה כולל סיכון קור, כגון: החלקה, מעידה, מעיכה וכו'. נעליים להגנת הרגליים, כמו ציוד מגן אחר, יעמדו בדרישות התקנים הישראליים, ואם אין תקן ישראלי בהתאם לאחד התקנים ANSI, ISO, EN, DIN. יש לוודא שנעלי בטיחות המספקות הגנה בפני קור יסומנו בסימון: CI - Cold Insulation.

קיימים תקנים הדנים בנעלי בטיחות ונעלי מגן:

- תקן ישראלי:

ת"י 1112 חלק 1: ציוד מגן אישי: שיטות בדיקה למנעלים (תקן רשמי)

ת"י 1112 חלק 2: ציוד מגן אישי: מנעלי בטיחות (תקן רשמי)

ת"י 1112 חלק 3: ציוד מגן אישי: מנעלי מגן

לפי ת"י 1112 חלק 3, (E) (ISO 20346: 2004), בידוד בפני קור של מכלול הסוליה מבוצע בהתאם לתקן הבין-לאומי/אירופי: EN ISO 20344: 2004, 5.13, סולית הבידוד צריכה להיות משולבת בנעלי מגן כך שלא יהיה ניתן להפרידה מבלי לגרום נזק לנעליים. קיימים גם תקנים זרים המתייחסים לבדיקות הבידוד התרמי של מכלול הנעל:

- תקן הארגון הבין-לאומי לתקינה:

ISO 20877:2001 Test methods for whole shoe - Thermal insulation

- התקן הגרמני/האירופי:

DIN EN 12784:2000 Footwear - Test methods for whole shoe - Thermal insulation

תקן זה מתייחס לשיטות בדיקת הבידוד התרמי של מכלול סולית הנעליים.

5.3.2 גרביים

יש ללבוש גרביים חמות ודקות. אם לובשים 2 זוגות גרביים, הגרביים הפנימיות יהיו עשויות מחומר אשר עוזר לרגל להישאר במצב יבש וחם כגון משי, פוליפרופילן, ניילון, או צמר דק. הגרביים החיצוניות חייבות להיות גדולות יותר במידת הפנים כך שהגרבי הפנימית לא תהיה לחוצה. יש לוודא שהגרביים לא יהיו הדוקות מדי. גרביים כאלה מהדקות את הרגל חזק מדי, דבר שמקטין את יכולת הבידוד שלהן ומגדיל את הסיכוי לפציעות-קור. נעליים רופפות על גרב דקה מדי עלולות לגרום לאבעבועות קור ברגל. על

5.3.3 מדרסים

כאשר הנעליים עשויות להירטב מבפנים, ניתן להשתמש גם במדרסים פנימיים עשויים לבד. המדרסים האלה מונחים בתוך נעליים; יש להוציא אותם כל יום לייבוש מושלם.

5.3.4 הגנת ראש ואוזניים

להגנת ראש ניתן להשתמש בכובע מגן עשוי מחומרים מבודדים כמו צמר, כותנה ועוד, או בברדס המגן גם על הצוואר, על האוזניים ועל המצח, בעיקר בעבודה בחוץ ברוח חזקה.

5.4 תחיקה

5.4.1 תקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי) התשנ"ז-1997

התקנות האלה מחייבות שימוש בציוד מגן אישי להגנת אברי הגוף בעבודה ובתהליכים מסוכנים. בתוספת (תקנה 3) לתקנות מפורטות עבודות ותהליכים מסוכנים המחייבים שימוש בציוד מגן אישי להגנת אברי הגוף בתנאי חשיפה לקור, כדלקמן:

5. הגנת דרכי הנשימה

5.11 עבודה במתקני קירור שקיימת בהם סכנה של דליפת חומר קירור

6. הגנת כפות ידיים

6.5 טיפול בחומרים קרים מאוד

6.6 עבודה בתנאי קור קיצוניים – כפפות בידוד בפני קור

7. הגנת רגליים

7.16 עבודה בבתי קירור

7.21 עבודה בתנאי ... קור קיצוניים

7.26 עבודה בכל מקום שקיימת בו סכנת החלקה

9. הגנת עור

9.1 עבודה בתהליכים שבהם קיימת סכנת פגיעה בעור ואין לגביהם דרישה לציוד מגן אישי אחר

10. הגנה כללית של הגוף

10.5 עבודה בתנאי קירור, חדרי קירור ומחסני קירור – ביגוד בפני פגיעה ... קור

ציוד מגן אישי הנדרש עפ"י התקנות יתאים לדרישות התקנים כמתחייב עפ"י תקנת משנה 6(ב) הקובעת כלהלן:

"(ב) ציוד מגן אישי יתאים לתקן הישראלי הנוגע לו, ואם אין לגביו תקן ישראלי – לאחד התקנים EN, DIN, ISO, ANSI או תקן אחר, באישורו של מפקח העבודה הראשי;..."

5.4.2 תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים),

התשנ"א-1990

תקנה 5 (א) לתקנות האלה קובעת שסף החשיפה התעסוקתית לגורם פיסיקלי, כמו קור, יהיה עפ"י המתפרסם בארה"ב, במהדורה האחרונה של ספר ה-ACGIH. הפרק "עומס קור" בספר זה כולל, בתת-פרק "הערכה ובקרה", את ההמלצות הבאות להגנה כללית של הגוף כאשר עבודה מתבצעת בסביבה קרה, כדלקמן:

- אין להתיר חשיפה ממושכת של עור חשוף כאשר הטמפרטורה השקולה בתנאי מזג אוויר רגוע (בהתחשב למהירות הרוח) מגיעה למינוס 32°C . קיפאון רקמה, שטחי או עמוק, מתרחש רק בטמפרטורות נמוכות ממינוס 1°C ללא תלות במהירות הרוח.
- יש לכסות ידיות מכשירים ומוטות בקרה, העשויים מתכת, בחומר מבודד חום, בטמפרטורה מתחת למינוס 1°C . קיים בנושא זה תקן של הארגון הבין-לאומי לתקינה:

ISO 13732-3:2005 Ergonomics of the thermal environment - Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces - Part 3: Cold surfaces

- בטמפרטורת אוויר של 2°C או פחות, הכרחי שעובדים הטובלים במים או שבגדיהם נרטבים, יקבלו מיד בגדים חלופיים וטיפול נגד היפותרמיה.
- נדרשים אמצעים להגנה נוספת לכלל הגוף אם העבודה מתבצעת בטמפרטורה סביבתית של 4°C או פחות. על העובדים ללבוש ביגוד מגן נגד קור, בהתאם לרמת הקור והפעילות הגופנית, וזאת בהתחשב במצבים השונים, כמפורט להלן:
- א. אם מהירות האוויר במקום העבודה מוגברת ע"י רוח (לדוגמה - בתדרי קירור עם משבי-רוח), רוח פרצים או ציוד אוורור מלאכותי, יש להקטין את אפקט הקירור של הרוח ע"י מיסוך שטח העבודה, או ע"י לבישת בגד עוצר רוח שניתן להסרה בקלות.
- ב. אם מדובר בעבודה קלה, וביגוד העובד עלול להירטב במקום העבודה, ניתן להשתמש בביגוד אשר שכבתו החיצונית היא מסוג בלתי חדיר למים. בעבודה קשה יותר חייבת השכבה החיצונית להיות דוחת-מים, ויש להחליף את הבגדים החיצוניים כאשר הם נרטבים.

על הבגדים החיצוניים להיות בעלי כושר-אוורור נוח, כדי למנוע הרטבת השכבות הפנימיות ע"י זיעה.

אם מתבצעת עבודה בטמפרטורה רגילה או בסביבה חמה לפני הכניסה לשטח הקור, על העובד לוודא שבגדיו אינם רטובים מזיעה. אם הביגוד רטוב, על העובד להחליף או לייבש אותו לפני כניסה לאיזור הקר.

ג. אם הטמפרטורה יורדת מתחת ל- 16°C כאשר העבודה היא בישיבה; או מתחת ל- 4°C בעבודה פיזית קלה; או מתחת למינוס 7°C בעבודה פיזית מתונה ולא נדרשת זריזות ידיים עדינה, אזי על העובדים להשתמש בכפפות. כדי למנוע מכות קור (אבעבועות קור) כתוצאה ממגע במשטחים בעלי טמפרטורה נמוכה על העובדים ללבוש כפפות למניעת מגע כאשר משטחים בעלי טמפרטורה נמוכה ממינוס 7°C נמצאים בטווח נגיעה, על המנהל במקום העבודה להזהיר עובדים לא לגעת בהם בעור חשוף, בהיסח-דעת.

ד. אם טמפרטורת האוויר היא מינוס שבע עשר וחצי מעלות צלסיוס או נמוכה יותר, יש להגן על הידיים ע"י כפפות או כסיות.

ה. יש לעצב מתגים של מכונות ומכשירים לשימוש בתנאי קור בצורה כזו שניתן יהיה להפעילם מבלי להסיר את הכפפות/הכסיות.

ו. לסיכום הפרק, ראה קווים מנחים לבחירת לבוש העובד (עמ' 29). כמו כן להלן מספר דרישות לבגדים המגנים בפני חשיפה לקור:

א. בגדים חייבים לספק בידוד תרמי מספיק אך לא להיות דקים מדי, קשיחים (לא גמישים) או כבדים (מסורבלים) על מנת לא להפריע לביצוע עבודה. על הביגוד להיות מותאם לשורש כף היד ולצוואר אך לא הדוק כדי שלא להפריע לתנועת האוויר הפנימית בתוכו. קיימים חומרים מבודדים המספקים את דרגת הבידוד הגבוהה ובעלי עובי מופחת משמעותית. שימוש בחומרים כאלה לייצור בגדים מבודדים מאפשר לספק את הבידוד הנדרש תוך ביטול החסרונות המפורטים לעיל, כמו עובי וחוסר גמישות.

ב. בעבודה בקור, מומלצים בגדים תלת-שכבתיים, הכוללים את השכבה הפנימית, את שכבות הביניים ואת השכבה העליונה.

השכבה הפנימית הצמודה לגוף מיועדת לבקרה על מיקרו-אקלים של הגוף. על השכבה הזאת להיות אטומה למים, כאשר תהליך ההזעה אינו ניתן לשליטה מספיקה. היא יכולה להיות בלתי-אטומה כאשר כמות הזיעה אינה צפויה או מוגבלת.

שכבת הביניים מיועדת לבידוד תרמי. השכבה הזאת חייבת ללכוד כמות אוויר מרבית ככל הניתן. השכבה תהיה גמישה וצורתה תישמר.

השכבה העליונה מיועדת להגנה בפני סביבת העבודה. יש לבחור אותה בהתאם לדרישות של הגנה בפני סיכונים נוספים, כמו רוח, מים, שמן, אש, חיכוך או שחיקה.

ג. כאשר מתבצעת, לפני הכניסה לשטח הקור, עבודה בטמפרטורה רגילה או בסביבה חמה, על העובד לוודא שבגדיו אינם רטובים כתוצאה מהזיעה. אם הביגוד רטוב, על העובד להחליפו בבגדים יבשים. כמו כן על העובדים להחליף גרביים ומדרסי לבד, או להשתמש

קווים מנחים לבחירת לבוש העובד בתנאי חשיפה לקור

1. בגדים מבודדים

א. הערכת תנאי הסביבה

- (1) ההשפעה המקררת של הרוח - יש לבחור טמפרטורה ועומס קור שווה-ערך בהתאם לספר ACGIH, פרק Cold Stress, טבלה 2.
- (2) ייתכן שתידרש מדידת תנאים סביבתיים במקום העבודה על פי התקנים הקיימים. יש לבצע מדידה זו ע"י המעבדות המוסמכות בתחום באמצעות מכשור מתאים. על המכשירים האלה להיות תקינים, תקינים ומכוילים. ניתן להסתייע בתקן ISO 7726.
- (3) רמת הזיהום הנדרשת (נמוכה, בינונית וגבוהה)
- (4) שימוש לנוזלים קורוזיביים וסיכוני אש

ב. קביעת מאפיין הבידוד - IREQ

- (1) קביעה זו מתבצעת בשיטות המתוארות בתקני הארגון הבין-לאומי לתקינה ISO:
- (2) הערכה זו מתבצעת בתנאי טמפרטורה נתונה ורוח לא מורגשת בעת מנוחה. יש לתקן הערכים הנקבעים של IREQ בהתאם לרמת הפעילות (עבודה קלה, מתונה או קשה) ולמהירות הרוח.
- (2) בגדים רב-שכבתיים מספקים הגנה מיטבית לעובדים החשופים לקור. שכבות מבודדות חייבות ללכוד אוויר כדי שהבגד יישאר יבש. בגדים רב-שכבתיים מאפשרים גם שליטה טובה יותר על רטיבות השכבה החיצונית והפנימית (צמודה לגוף).
- (3) לבוש העובד החשוף לקור כולל בנוסף לביגוד חיצוני מבודד גם חולצה וסוודר שלבושים מתחת לבגדים החיצוניים.

ג. בחירת בגדים מבודדים זמינים

- (1) את כושר הבידוד של הבגדים ניתן לבדוק לפי תקן גרמני/אירופי: DIN EN 342. בגדי מגן שתקן זה דן בהם מיועדים להגנת גוף בפני טמפרטורות עד מינוס 50°C.
- (1) בגדים מסורבלים מדי עלולים להשפיע על רמת ביצוע העבודה ולהוריד מיעילותה בגלל הגבלה של פעולת אברי הגוף: ידיים, רגליים, תנועת ראש והגדלת הוצאת האנרגיה המושקעת בעבודה בעלת דרגת קושי זהה.
- (2) כאשר נדרש, השכבה החיצונית של הבגדים תיעשה מבדים העמידים נגד נוזלים קורוזיביים וחסייני אש (FR-Fire Resistance).

ד. הערכת נוחות תרמית (Thermal Comfort) של עובד

- (1) יש להתאים בגדים אישית לכל עובד לפי הרגשת נוחות תרמית ניטרלית (לא חם מידי ולא קר מידי). עפ"י המלצות התקן ISO 7730, הרגשה תרמית טובה ביותר מושגת כאשר סטיית ה-PMV מרמת ההרגשה הניטרלית היא 0.5.
- (2) יש להביא בחשבון את הנטייה של עובדים לבחור בבגדים קלים יותר, פחות מבודדים לעומת הבידוד המוערך לפי מאפיין IREQ. התופעה בולטת במקומות עבודה שקיימים בהם הבדלים גדולים משמעותית בין טמפרטורות חללי העבודה שדרכם עוברים עובדים במהלך עבודתם (דוגמה: הבדלי טמפרטורה מחוץ למבנה ובחדר קירור). בעקבות זאת הרגשת הנוחות התרמית של העובדים עלולה להיות "מוטעית" ולא משקפת בצורה הולמת את עומס הקור האמיתי הקיים.

ה. קביעת נהלים לתחזוקת הבגדים בהתאם להוראות היצרן

- (1) נהלים אלה יתייחסו לפחות לנושאים כמו בדיקות תקופתיות של תקינות הבגדים, קביעת פרקי זמן בין כביסות וניקוי (יש להביא בחשבון שכל כביסה מפחיתה את כושר הבידוד של הבגדים); אורך חיים גבולי של הבגדים ייקבע לפי כושר הבידוד שלהם כך שערך, המבוטא ביחידות "clo" יהיה ככושר הבידוד המקורי (בבגדים חדשים תלת-שכבתיים).
- (2) חשוב מאוד לקבל באופן שוטף את המשוב מהעובדים המשתמשים בבגדים מבודדים לגבי כל שינוי בהרגשתם - סטייה מהרגשת הנוחות התרמית הניטרלית - הרגשת קור, צינון/אז חום, הזעה.

2. כפפות מבודדות

כפפות אלה עשויות מחומרים מבודדים, כגון עור, פלסטיק או גומי סינטטי, צמר, כותנה. קיים תקן אירופי EN 511. כמו כן יש להתאים את הכפפות לסוג העבודה המבוצעת. למשל, ביצוע פעולות עדינות יותר מזו של הטלת משאות, כגון הפעלת מדפסת המחשב וכדומה.

3. הגנת הרגליים

- (א) נעלי מגן מתאימות לסיכונים הקיימים במקום. על נעלי מגן להתאים לתקן ישראלי - ת"י 1112 חלק 3 שמשומנות בסימון תקני "CI". עליהן להיות בעלות מערכת סוליה מבודדת בפני קור.
- (ב) גרבי צמר או כותנה
- (ג) מדרסים עשויים מחומר סופג זיעה כמו לבד

4. הגנת ראש ואוזניים

כובע מגן עשוי מחומרים מבודדים כמו צמר, כותנה ועוד, או ברדס המגן גם על הצוואר, על האוזניים ועל המצח, המשולב עם אוזניות להגנה על האוזניים.

5. התאמת ציוד מגן אישי לסיכונים נוספים

ציוד המגן האישי הנבחר יתאים להגנה בפני סיכונים אחרים כמו החלקה, התקלות ומעיכה וכו'.

בנעליים/ במגפיים עמידות מפני אדים. את תדירות ההחלפה האופטימלית יש לקבוע באופן ניסיוני, והיא תהיה שונה מאדם לאדם בהתאם לסוג הנעליים שהוא נועל והזעת רגליו.

ד. יש להימנע ככל הניתן מהזעה ומלהיות רטוב. בחירת בגדים נעשית בדרך כלל על בסיס של שהייה בתנאי טמפרטורה רגילה בעת מנוחה. יש תמיד להתחשב בעבודה שיש לבצע, מבחינת הוצאת האנרגיה הנדרשת. כאשר שכבות הבגדים נעשות רטובות ונשארות במצב הזה, על העובדים להחליף את הבגדים, כדי שלא יצטננו ולא יהיו היפותרמיים. אידוי של גרם אחד של זיעה מפני עור הגוף גורם לאיבוד אנרגיה שוות ערך 2400 קילו-קלוריות, ולקירור הגוף בהתאם. כאשר עובד מזיע, ייתכן שבגדיו חמים מדי לתנאי הקור הסביבתי, או/קושי/מאמץ העבודה המבוצעת (עבודה קלה, מתונה או קשה) גדול מידי.

ה. כאשר נדרשת תכונת חסינות-אש (FR- Fire Resistant Clothing) והגנה בפני חשמל סטטי לא ניתן להשתמש בבגדים סינטטיים לייצור בגדים. בגד חסין אש הצמוד לגוף חייב להיות עשוי מבד בלתי ניתך, כמו צמר או משי, או כולל חומר אחר חסין אש.

ו. יש להיות מודע למגבלות בבחירת סוג הבד לשימושים ועבודות ספציפיות. קיים מידע רב הנוגע להשפעת עבודה בקור על המאזן התרמי, על ביצועים ועל הבריאות, וכן להשפעת אמצעי ההגנה בפני קור. בכל אופן, לעיתים קשה לאתר את המידע העובדתי ביחס לקור במקומות העבודה. יתר על כן, תקנים אחדים בנושא הערכת תנאים סביבתיים במקום העבודה ונוחות תרמית כוללים הנחיות לגבי הערכת ההיבטים השונים של חשיפה לקור. התקנים הקיימים הם לעיתים מפורטים מאוד ולכן לא קלים ליישום שגרתי לצורך פתרון בעיות הקשורות לחשיפת העובדים לקור במקומות העבודה. פורסמו מדריכים ותקנים שונים בנושא ארגון עבודה בקור. לדוגמה, קיימת טיוטה לתקן:

EN ISO 15743 - DRAFT Jun-2005 Draft Document - Ergonomics of the thermal environment - Cold workplaces - Risk assessment and management (ISO/DIS 15743:2005); German version prEN ISO 15743:2005

לפי הטיוטה לתקן, יש לבצע הערכה תלת-שלבית וניהול סיכוני קור, כלהלן:

א. השלב הראשון הוא הסקירה השיטתית של עומס קור סביבתי ואפקטים בריאותיים אישיים: הבעיות העיקריות מזוהות ומנוהלות כבר בשלב זה. יש צורך עדיין במשוב רצוף ממקומות העבודה כדי לתרגם את ההנחיות הכלליות למידע מעשי וידידותי ככל האפשר. סקירה זו כוללת את הערכת החשיפה לקור, את אמצעי ההגנה, וכן את ההנחיות הזמינות, התקנים והספרים המתייחסים לנושא זה.

ב. השלב השני הוא מדידת אפיונים של סביבת עבודה בקור: טמפרטורה, לחות, מהירות תנועת האוויר, והערכת טמפרטורת פני-השטח של חלקים ומשטחים שונים, לצורך נקיטת אמצעים למניעת סיכוני קור מגע והתאמת אמצעי הגנה בפניהם (כמו בידוד תרמי של משטחים מסוכנים למגע או שימוש בכפפות מגן).

ג. השלב השלישי הוא קביעת דרגת הקצב המטבולי (עבודה קלה, מתונה או קשה);

ד. האמצעים להקטנת החשיפה לקור כוללים:

(1) הדרכה מתאימה בדבר כל היבטי הבקרה והתגובה לסביבה קרה;

(2) בחירה ושימוש בציוד מגן אישי מתאים, כולל בגדים מבודדים;

(3) אפשרות להשתמש באמצעי בקרה הנדסיים, שמטרתם היא:

- בחירת כלים, אביזרים, ציוד;

- התקנת מגנים בפני רוח;

- הקטנה או ביטול מאמץ המושקע בעבודה, בעזרת ביצועה ע"י ציוד ממוכן.

(4) ניתן גם לשקול אמצעי בקרה ניהוליים, כמו תכנון והכנה מדוקדקת של

העבודה, חלוקת העבודה, תכנון יום העבודה, הפסקות מנוחה, הפעלת מערך

השגחה (לא להשאיר עובדים לבד).

סקירה של תדריכים ותקנים בנושא חשיפה לקור קיימת במאמר "Cold Indices and Standards" המופיע באנציקלופדיה של ארגון העבודה הבינלאומי - ILO.

6. בטיחות לעבודה בקור - דרישות והמלצות

6.1 תחיקה

עפ"י דרישות התקנות (ראה תת-פרק 5.4.2, עמ' 27), החשיפה המשוקללת המותרת (TLV-

TWA) לקור תהיה לפי המתפרסם בארה"ב במהדורה האחרונה של הספר של ACGIH.

משתמשים בספר ה-ACGIH במונח "עומס קור". שימוש במונח זה מסייע לביצוע ההערכה של

דרגת הקור כדי שיהיה אפשר להגן על העובדים מפני התוצאות החמורות ביותר של עומס

קור (היפותרמיה) ופגיעת קור, וגם לברר את הערך החשיפה משוקללת מרבית מותרת באזור

עבודתו של העובד. זאת במטרת למנוע את ירידת הטמפרטורה הפנימית של הגוף מתחת ל-

35°C, ואת הפגיעה של הקור בגפיים. בחשיפה אקראית בודדת לקור מותרת ירידה של

הטמפרטורה הפנימית של הגוף בתנאי שאינה נמוכה מ-35°C.

6.1.1 משטר חימום בעבודה וערכי סף גבוליים עבור נהלי עבודה/ הפסקות להתחממות

אם העבודה מתבצעת באופן ממושך בקור, בטמפרטורה שקולה של מינוס 7°C, או

בטמפרטורה נמוכה יותר, יש לדאוג לקיום מקומות מחסה מחוממים (אוהלים, תאים,

חדרי מנוחה וכדומה) בקרבת מקום העבודה. יש לעודד את העובדים להשתמש במקומות

כאלה לעיתים מזומנות, כאשר תדירות השימוש תלויה במידת החשיפה לקור הסביבתי.

התחלה של צמרמורת קשה, כוויית עור קטנה, הרגשת עייפות-יתר, נטייה לנמנום, עצבנות,

קלות-רוגז, חוסר רוגע, אלה הם אותות לחזרה מיידית למקלט-מחסה.

כאשר נכנסים למקלט המחומם/חדר מנוחה, יש לפשוט את שכבת הביגוד העליונה ולרופף את יתר הבגדים כדי לאפשר התנדפות הזיעה; או לחליפין, לספק ביגוד עבודה יבש להחלפה ככל הנדרש, כדי למנוע מהעובדים לחזור לעבודה בבגדים רטובים. יש להגביל את זמן חשיפת העובד לקור על מנת להקטין חשיפתו אליו. קביעת הפסקות להתחממות בעבודה בתנאי הקור, תבוצע עפ"י ספר ACGIH, פרק Cold Stress, טבלה 3 (ראה נספח 1, עמ' 49). בטבלה זו מוצגים ערכי סף גבוליים עבור נהלי עבודה/הפסקות להתחממות, עבור משמרת בת 4 שעות. טבלה זו מיועדת במקור לעבודות חוץ ומתייחסת לעבודה מתונה עד קשה, בטמפרטורות נמוכות קיצוניות שבטווח של מינוס 26°C עד מינוס 55°C ובתנאי רוח משמעותית. לעבודה בחדרי קירור, בתנאי מהירות הרוח מוגבלת (1 מ"שנייה או 3.6 ק"מ"שעה מקסימום, לפי ספר ה-ACGIH) השימוש בטבלה 3 לצורך קביעת נהלי עבודה מינימליים הוא מאוד מצומצם. יש לפעול בסביבת העבודה בקור מלאכותי בהתחשב במכלול התנאים הספציפיים הקיימים במקום העבודה ובהתאם להמלצות התקנים ותדריכים בנושא. עבור עובדים בחדרי קירור, הלובשים בגדים מבודדים בעלי מאפיין IREQ, הנתון ביחידות "clo", ניתן להסתייע לקביעת נהלי עבודה - הפסקות מנוחה ורענון לפי פרק הזמן הגבולי לחשיפה (DLE) לקור, (ראה תת-פרק 5.1.2, עמ' 17). ייתכן שהתקנים עליהם מתבססת הערכת סיכוני הקור לא יהיו מספקים וייתכן שיהיה צורך בשימוש בתקנים נוספים, כתלות בתנאי הפעלת המיתקן.

איבוד נוזלים מגוף האדם עלול להתרחש בסביבה הקרה מבלי שהדבר יורגש, מה שיגביר על-ידי כך את רגישות העובד לפגיעות קור, בגלל השינוי המשמעותי בזרימת דם לקצוות הגוף. יש לאפשר במקום העבודה, גישה חופשית של העובדים למשקאות חמים (ממותקים ומרק) כדי להשלים את הנוזלים ואת האנרגיה לגוף. יש להגביל שתיית קפה בגלל השפעתו על מערכת השתן ומחזור הדם (ראה תת-פרק 3.3, עמ' 11).

6.1.2 נהלי עבודה

- בעבודה רגילה בטמפרטורה שוות ערך של מינוס 12°C או פחות, חלים הכללים הבאים:
- א. על העובד להימצא במעקב מגן תמידי (מערכת צמדי עובדים או פקח).
 - ב. קצב העבודה לא יהיה גבוה לכדי גרימת הזעה מרובה של העובד והרטבת בגדיו; אם חייבים לבצע עבודה מאומצת, יש לאפשר הפסקות והחלפת בגדים לבגדים יבשים. בעבודה בחדרי קירור ההמלצה היא להימנע ככל הניתן מביצוע עבודה קשה הגורמת הזעת העובד.
 - ג. אין לדרוש מעובדים חדשים תקופות עבודה מלאות בקור במשך הימים הראשונים להעסקתם, עד שיתאקלמו לתנאי העבודה ולביגוד המגן הנדרש.

ד. יש להתחשב במשקל ובנפח של הביגוד, כאשר מעריכים את הספק העבודה הנדרש ואת המשקל אותו אמור העובד להרים.

ה. יש לארגן את העבודה כך שתקופות ארוכות של ישיבה או עמידה ללא תנועה תהינה קצרות ככל האפשר. אין להשתמש בכיסאות בעלי מושב עשוי מתכת בלתי מוגנה. יש להגן על העובד במידה מרבית בפני רוח פרצים.

ו. יש להדריך את העובדים לגבי נהלי הבטיחות והבריאות, וזאת בהתאם לדרישת התקנות.

6.1.3 הערכת מהירות הרוח המקררת

האפקט המקרר של הרוח מתואר בספר ה-ACGIH, בפרק "עומס קור", טבלה 2. האפקט הזה גובר עם הגדלת מהירות הרוח. לצורך הערכת האפקט המקרר של הרוח ניתן גם להשתמש במאפיין הנקרא בלועזית (WCI) (Wind Chilling Index). טבלאות, המתייחסות למאפיין זה במהירויות השונות של הרוח הנושבת, מופיעות בספרות המקצועית. בטבלאות האלה מוצגים ערכים של טמפרטורה שקולה במהירויות הרוח השונות. להלן טבלה מסוג זה - Table 42.30 המופיעה באנציקלופדיה של ארגון העבודה העולמי ILO- בה מוצגת עצמת הקירור של הרוח הנושבת על עור חשוף מבוטאת בטמפרטורות צינון שוות-ערך בתנאי מזג אוויר רגוע (מהירות הרוח 1.8 מ' /שנייה).

Table 42.30
Cooling power of wind on exposed flesh expressed as an equivalent cooling temperature under almost calm conditions (wind speed 1.8 m/s)

Wind speed (m/s)	Actual thermometer reading °C										
	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
	Equivalent cooling temperature °C										
1.8	0	-5	-10	-15	-20	-25	<u>-30</u>	<u>-35</u>	<u>-40</u>	<u>-45</u>	<u>-50</u>
2	-1	-6	-11	-16	-21	-27	<u>-32</u>	<u>-37</u>	<u>-42</u>	<u>-47</u>	<u>-52</u>
3	-4	-10	-15	-21	-27	<u>-32</u>	<u>-38</u>	<u>-44</u>	<u>-49</u>	<u>-55</u>	<u>-60</u>
5	-9	-15	-21	-28	<u>-34</u>	<u>-40</u>	<u>-47</u>	<u>-53</u>	<u>-59</u>	<u>-66</u>	<u>-72</u>
8	-13	-20	-27	<u>-34</u>	<u>-41</u>	<u>-48</u>	<u>-55</u>	<u>-62</u>	<u>-69</u>	<u>-76</u>	<u>-83</u>
11	-16	-23	<u>-31</u>	<u>-38</u>	<u>-46</u>	<u>-53</u>	<u>-60</u>	<u>-68</u>	<u>-75</u>	<u>-83</u>	<u>-90</u>
15	-18	-26	<u>-34</u>	<u>-42</u>	<u>-49</u>	<u>-57</u>	<u>-65</u>	<u>-73</u>	<u>-80</u>	<u>-88</u>	<u>-96</u>
20	-20	-28	<u>-36</u>	<u>-44</u>	<u>-52</u>	<u>-60</u>	<u>-68</u>	<u>-76</u>	<u>-84</u>	<u>-92</u>	<u>-100</u>

הערה: מודגשים בקו תחת ערכים של טמפרטורות בהן קיים סיכון של מכת כפור ומכת קור
ILO, COLD INDICES AND STANDARDS: מקור

6.1.4 דרישות מיוחדות למקומות עבודה (עפ"י ספר ה-ACGIH)

תכנון חדר הקירור ושימוש בו

א) יש להקטין ככל האפשר את מהירות תנועת האוויר, ולא לאפשר שתעלה במקום העבודה מעל 1 מטר לשניה. ניתן להשיג זאת ע"י תכנון נאות של מערכות אספקת האוויר וגם באמצעות הפעולה התקינה של דלתות במעברים.

ב) במידה והעובדים חשופים במקום עבודתם לרוח נושבת, יש לספק להם ביגוד עליון להגנה בפניה. על הביגוד הזה להיות מותאם למהירות האוויר הקיימת.

ניטור במקום העבודה :

א) יש להתקין מכשירים מתאימים למדידת הטמפרטורה בכל מקום עבודה שבו הטמפרטורה הסביבתית היא מתחת ל-16°C, כך שניתן יהיה לוודא בכל מקרה את מילוי הדרישות של "עומס קור גבולי".

ב) בכל מקרה, בו טמפרטורת האוויר במקום עבודה יורדת מתחת למינוס 1°C, יש למדוד ולרשום אותה באמצעות מדחום פעם אחת בכל ארבע שעות לפחות.

ג) במקומות עבודה סגורים (שבתוך הבניין), יש לרשום פעם בארבע שעות לפחות גם את מהירות הרוח כאשר מהירות תנועת האוויר עולה על 2 מטר לשניה.

ד) בתנאי עבודה בחוץ, יש למדוד ולרשום את מהירות הרוח יחד עם טמפרטורת האוויר כאשר טמפרטורת האוויר יורדת מתחת למינוס 1°C.

ה). יש לקבוע "טמפרטורה שקולה", עפ"י ACGIH, טבלה 2, בכל מקרה בו נדרשות מדידות של תנועת האוויר; טמפרטורה זו תירשם יחד עם הנתונים האחרים בכל מקרה בו הטמפרטורה השקולה בקירור תהיה מתחת למינוס 7°C.
כמו כן :

- יש למנוע עבודה בטמפרטורה נמוכה ממינוס 1°C, מעובדים הסובלים ממחלות, או המשתמשים בתרופות אשר גורמות להפרעות במערכת הוויסות הרגיל של טמפרטורת הגוף ומקטינות את כושר העמידה בעבודה בסביבה קרה. העובדים, הנחשפים באופן שגרתי לטמפרטורות נמוכות ממינוס 24°C ורוח נושבת במהירות פחות מ- 2 מטרים לשניה, או לטמפרטורות נמוכות ממינוס 18°C ורוח נושבת במהירות מעל 2 מטרים לשניה, חייבים לעבור בדיקות רפואיות ולקבל אישור רפואי בדבר יכולתם לעבוד בחשיפות כאלה.

- כל פגיעה שאירעה בתנאים של טמפרטורת הקיפאון או נמוכה ממנה, חייבת בתשומת לב מיוחדת, היות שהעובד הנפגע עלול לסבול מפגיעת קור. כמו כן יש לנקוט באמצעים המיוחדים למניעת היפותרמיה וקפיאת רקמות פגועות, בנוסף לטיפול עזרה ראשונה.

7. מערכות בטיחות והפעלת חדרי קירור

7.1 כללי

חדר קירור אטום נחשב כמקום עבודה מוקף. בשל כך יש להתקין בו מערכות בטיחות למניעת הילכדות האדם בפנים בשגגה או במקרה חירום. בנוסף לכך, לפני נעילת הדלתות מבחוץ יש לערוך בדיקה ויזואלית בסוף יום העבודה על מנת לוודא שאף אדם אינו נמצא בחדרי קירור.

פירוט מערכות הבטיחות בחדרי קירור שמובא כאן מתבסס על התקן האירופי EN 378-1. תקן זה מפרט בסעיף 4.3.3 את הדרישות לאמצעי בטיחות בהפעלת חדר קירור.

להלן דרישות עיקריות עפ"י נספח D לתקן:

7.2 מערכות בטיחות

7.2.1 מפסקי חירום או אותות חירום

בהתאם לתנאי ההפעלה, יש להתקין בחדרי קירור בעלי חלל קירור גדול מ- 10 מ"ק את הציוד הבא:

- א. מפסק אזעקה, המופעל ע"י לחיצים מוארים והממוקם קרוב לרצפה או מופעל ע"י שרשרת תלויה קרוב לרצפה. יש להתקין את האמצעים האלה במקום מתאים בחדר הקירור. הפעלת המפסק גורמת לפעולת אותות שמע וראיה במקום המאוּיֵש באופן קבוע. הקול המופק ע"י הצופר של מערכת האזעקה יישמע בצורה שונה מזה שמופק ע"י מערכות אזעקה אחרות, כגון במקרה שריפה. לא יהיה ניתן להפסיק את האזעקה אלא באמצעות הפעלה מיוחדת.
- ב. יש לחבר את התקני אותות האזהרה האלה למעגל המוזן במתח של 12 וולט לפחות. המצברים המשמשים למטרה זו יפעלו במשך 10 שעות לפחות ויחוברו למקור המוזן ממערכת אל-פסק (UPS). כאשר שנאי משמש להזנה, יש לדאוג שהספקת הזרם תהיה ממעגל עצמאי (נפרד), דהיינו ממעגל שלא משמש להזנת ציוד אחר הנמצא בחדר הקירור. בנוסף, המיתקן יתוכנן כך שלא תיפסק פעולתו בעקבות השפעת קורוזיה, כפור, או היווצרות קרח במשטחי המגע.
- ג. מפסק התאורה בחדר הקירור יחובר במקביל למפסקי תאורה הממוקמים מחוץ לחדר קירור, כך שלא יהיה ניתן להפעיל את התאורה שנותקה באמצעות מפסקי פנים באמצעות מפסקי חוץ. מפסקי התאורה חייבים להיות בעלי לחיצים מוארים באופן קבוע. במקרה של כשל התאורה, דרכי המילוט לכיוון יציאת חירום (ו/או מפסק אזעקה) חייבות להיות מוארות ע"י תאורה עצמאית או ע"י אמצעים מאושרים אחרים.
- ד. מאווררים בחדר קירור יהיו מחוברים בטור באמצעות מחבר שקע-תקע (plug switch) או באמצעות מערכת אחרת, עם מפסקים הנמצאים מחוץ לחדר כך שלא יהיה ניתן להפסיק פעולת מאוורר שנותק, באמצעות מפסק פנים באמצעות מפסק חוץ.
- ה. מערכת תאורת חירום קבועה.

7.2.2 מנגנון פתיחה ידנית של דלתות

על מנת למנוע הילכדות אדם בתוך חדר הקירור, חייבים לאפשר לו לצאת ממנו בכל עת. לכן יש לאפשר פתיחת הדלתות כולל דלתות ליציאת חירום גם מבפנים וגם מבחוץ. יש להתקין אמצעים לפתיחה ידנית של הדלת גם בדלתות המופעלות באופן אוטומטי, למקרה של כשל פעולתן. ידית המנגנון לפתיחת הדלת מבפנים תהיה מסומנת בצבע זוהר בולט, או אחרת, כך שתהיה נראית היטב בתנאי החשיכה בחדר קירור, במקרה של כשל בפעולת תאורת החירום המותקנת בחדר.

7.2.3 תהליך הפעלת חדר הקירור

- יש להתיר כניסה לחדר קירור לעובדים מורשים בלבד. שלט עליו כתוב לדוגמה "כניסה לחדר/מחסן קירור למורשים בלבד" יוצב בהבלטה בכניסה לחדר/מחסן, רצוי על דלת כניסה או בסמוך לו.

- יש להדריך כנדרש את העובדים בחדרי הקירור לגבי אמצעי הימלטות, מנגנוני פתיחת הדלתות ומיקום מפסקי האזעקה.

- כאשר מתבצעת פעילות תחזוקה בתוך חדר הקירור, עובד אחר יהיה מוצב מחוץ לחדר.

- יש להתקין אורות אזעקה, צופר או פעמון. האורות יראו בבירור, וקול מערכת האזעקה יישמע היטב במקום המאויש מחוץ לחדר הקירור, כך שיהיה ניתן בקלות להבדיל בינו ולבין אזעקת אש. בקרבת צופר האזעקה תוצב בהבלטה תווית מתאימה.

התקן אזעקה יגובה ע"י מצברים כדי להבטיח פעולה במקרה של כשל במעגל ראשי של הספקת החשמל. הפעלת האזעקה תתבצע ע"י לחיצה או שרשרת התלויה קרוב לרצפה הממוקמים באיזור הקרוב לדלת.

יש להתקין בחלל הקירור תאורה עצמאית אשר לא תהיה ניתנת לניתוק מתוך חדר קירור. מנורת ביקורת על פעולת התאורה (תאורה פועלת או מנותקת) תותקן מחוץ לחלל קירור. תותקן מערכת תאורת חירום כנדרש. מנורות תאורת חירום ייעמדו בדרישות התקן, ת"י 20 חלק 2.22, ותותאמנה לתנאים הסביבתיים במקום התקנתן, כגון טמפרטורות נמוכות.

7.2.4 תחזוקה ובדיקות

יש לתחזק חדר קירור ומערכת קירור על-פי הוראות היצרן. בנושא הפעלה, תחזוקה, תיקון והשבה לפעולה חוזרת אחרי הפסקה קיים תקן בריטי/אירופי:

BS EN 378-4: 2000 Specification for refrigerating system and heat pumps -

Operation, maintenance, repair and recovery

במהלך הפעלת חדר הקירור ותחזוקתו יבוצעו ביקורת שוטפת ובדיקות תקופתיות לתקינות הציוד המותקן בחדר, כולל התקני בטיחות חיוניים למניעת הילכדות העובדים בחדר קירור.

להלן, לדוגמה, רשימת תיוג לבדיקת בטיחות עובדים בחדרי קירור:

בטיחות העובדים בחדרי קירור – רשימת תיוג לתחזוקה

דוגמה

תדירות	בטיחות העובדים בחדרי קירור תיאור מטלות
	1. בקר ובדוק פעולת מנגנון פתיחת הדלת הפנימית 2. בדוק קיום של לוח הוראות השימוש במנגנון הפתיחה 3. בדוק את מחמם הדלת 4. ערוך בדיקת פעולת האזעקה ומצב המצבר 5. ערוך בדיקת פעולת תאורת חירום ומצברים 6. בדוק שדרכי הימלטות הינן פנויות ממכשולים וחומרים 7. בדוק פעולת מכשירי טלפון (אם קיים) 8. בדוק פעולת מערכת לאיתור גז (אם קיימת) 9. בדוק קיום/מצב של ציוד מגן אישי אזהרה: יש להציב עובד נוסף מחוץ לחדר הקירור בעת ביצוע הבדיקות הנ"ל.
	שם המתקן:
	מיקום:
	נתוני הציוד:
	תאריך בדיקה:
	מפעיל:

הערה: ניתן להשתמש בסידור/ פורמט חלופי לרשימת התיוג שמתוארת לעיל בתנאי שהוא כולל כמינימום אותה רמה של מידע.

כאשר דלתות חדרי הקירור ננעלות מבחוץ בסיום יום עבודה על האחראי, שמונה ע"י ההנהלה, לוודא לפני נעילתן שאף אחד לא יישאר בפנים, בתוך החדר. שגרת הבדיקה הזאת תעוגן בנהלי המפעל.

8. דרישות למבנה החדר ולציוד

כאשר מתכננים, בונים ומתחזקים ציוד ועורכים נהלי עבודה בתנאי קור יש להביא בחשבון השפעתם האפשרית של גורמי הסיכון שמפורטים לעיל (ראה פרק 2).

8.1 מבנה

8.1.1 קירות פנים

הקירות של חדר הקירור עשויות שתי דפנות מתכת, כאשר ביניהם נמצא חומר בידוד כגון פוליאוריטן יצוק המשמש כבידוד תרמי.

8.1.2 דלתות

במחסני קירור גדולים, קיימת לעיתים תנועת מלגוזות ערה דרך פתח הדלת, לכן משתמשים בדלתות אוטומטיות מונעות. הדלתות האלה מצוידות במנגנוני הפתיחה והסגירה האוטומטיים שנשלטים ע"י בקרים עם מנגנון בטיחות אל-כשל (non-fail safety). הדלתות יצוידו במנגנון לפתיחה ידנית של החדר גם מבפנים וגם מבחוץ כדי לאפשר לעובדים לצאת בכל עת. פתח הדלת משמש כדרך מעבר לכלי השינוע ולעיתים גם לעובדים. בכל היקף הדלתות במחסני הקירור מורכב אטם מחומם אשר מטרתו למנוע קיפאון והצטברות קרח.

יציאות חירום

יש להתקין בחדר הקירור דלת אחת לפחות הנפתחת ידנית ככל הדלתות מפנים לצורך מילוט במצב חירום. ידית לפתיחת הדלת תיראה ותסומן היטב כך שניתן יהיה להשתמש בה גם בחושך במקרה של כשל של תאורת חירום. מעל כל יציאת חירום תותקן תאורת חירום כנדרש. גוף התאורה המשמש לתאורת חירום יתפקד היטב בתנאים הסביבתיים הקיימים בחדר - טמפרטורה נמוכה ולחות. יש לבצע תחזוקה ובדיקות שגרתיות ותקופתיות ליציאות חירום ודרכי מילוט אשר יהיו במצב תקין ולא מופרעות בכל עת.

8.1.3 רצפה

התנאים הסביבתיים בחדרי הקירור והקפאה מתאפיינים בצירוף של טמפרטורה ולחות בהתאם לתנאי התפעול כאשר על רצפת חדרי ההקפאה נוצרת שכבת קרח דקיקה וחלקלקה, וזאת בעקבות ההתעבות של לחות האוויר בנקודות קרות. גם אוויר חם החודר לחדר קירור (בטמפרטורה גבוהה יותר מזאת הקיימת בחדר), בעיקר דרך פתחי הדלתות גורם לעיבוי אדי המים והרטבת הרצפה (במיוחד באזור של כ-3 מטר משני צדי פתח הדלת). רצפה רטובה וחלקלקה בחדרי הקירור בעקבות עיבוי אדי המים גורמת להגברת הסיכון להחלקת האנשים וכלי שינוע כגון מלגזות.

להלן מספר אמצעים למניעת הסיכונים האלה:

- א. תחזוקת הרצפה בחדר הקירור תהיה לפי נהלים פנימיים ותכלול שגרת היגיינה וניקוי;
- ב. ניקוי מידי של שפכי נוזלים ובוץ;
- ג. שימוש בנעלי בטיחות עם סוליה מונעת החלקה;
- ד. נקיטת אמצעי בטיחות למניעת החלקת הכלים המשמשים לביצוע עבודה בגובה כגון למניעת החלקת הסולם על רצפה חלקלקה;
- ה. התאמת גלגלי התנועה במלגזה המיועדת לעבודה בבתי קירור ותחזוקתם לפי הוראות היצרן.
- ו. ניתן להשתמש בציפויי רצפות נגד החלקה. קיימים גם ציפויים המאושרים לשימוש במחסני קירור למזון.
- ז. הימנעות מחדירת אוויר חם ולח אל תוך חדר הקירור.

8.1.4 תאורה

בנוסף לדרישות לתאורה בחדרי קירור המופיעות בתקן הבריטי (ראה תת-פרק 7.2.1, עמ' 35), להלן התייחסות נוספת לנושא התאורה בחדרי קירור הנוגעת בעיקר למנורות:

א. יש להתאים ציוד חשמלי המותקן בחדרי קירור כולל גופי התאורה לתנאי הרטיבות הקיימת בחדרי קירור. דרגת הגנה של מעטפת לגוף התאורה תהיה בהתאם לתקן- ת"י 981.

ב. לפי המלצות התקן הישראלי- ת"י 80095 תאורה למקומות עבודה שבתוך המבנים, ערך מאפייני התאורה הכללית בחדרי קירור (cold store rooms) יהיו כלהלן:
- עוצמת הארה מתחזקת (Em) - 100 לוקס. לחדר קירור המאויש באופן קבוע- 200 לוקס;
- דירוג אחיד של הסנוור המטריד (UGR_L - Unified Glare Rating) - 25;
- מקדם מסירת צבע (Ra - Colour rendering index) - 60.

ג. מערכת התאורה כוללת מנורות פריקה פלואורסצנטיות או מטל-הליד המותקנות בתקרה. אגודה להנדסת תאורה בצפון-אמריקה, (The Illuminating Engineering Society of North America IESNA), שהיא הסמכות בתחום התאורה, מסווגת את חללי החדרים, לפי גובה, לשתי קבוצות: חללים גבוהים (high-buy) מעל 25 מטרים וחללים נמוכים (low-buy) - פחות מ-25 מטרים. כמו כן קיימים יצרנים שמגדירים קבוצה נוספת של חללי ביניים (medium-buy) מ-15 עד 25 מטרים.

לדוגמה: במחסי קירור שגובהם עד לתקרה הוא עד 10 מטרים ניתן להשתמש במנורות פריקה פלואורסצנטיות המפיקות אור אינטנסיבי (ID- Intensive Discharge) (T5 or T8 high output lamp) ומנורות מטל-הליד המפיצות אור אינטנסיבי מאוד (HID- High Intensive Discharge). לאחרונה מוצעות לשימוש ע"י יצרנים מנורות פריקה פלואורסצנטיות מסוג T8 ו-T5HO שמתחרות במנורות פריקה אינטנסיבית מאוד (HID) להתקנת בתקרה הגבוהה אף מ-25 מטרים.

הערה: סימון "T" (T- marking) של מנורות פלואורסצנטיות: T5- שופרת בקוטר 16 מ"מ ו-T8 שופרת בקוטר 26 מ"מ.

המנורות המיועדות להתקנה בחדרי קירור בטמפרטורות הנמוכות מטמפרטורת הקפאה (חדרי הקפאה) תהינה מוגנות במעטפת מגן עמידה בפני ניפוץ (Safety Jacketed Lamps) (Low Temperature Jacketed Lamps).

ד. מערכת תאורה בחדרי הקירור תפעל באופן קבוע - לא נהוג לנתק את השפופרות הפריקה אלא להפעילן באופן רצוף עד כיבוי המוחלט או לפחות עד שהן נעשות "שחורות".

על-ידי כך נמנעות בעיות הדלקת השפופרות (במיוחד שפופרות פלואורסצנטיות) בטמפרטורות נמוכות הקיימות בקירור עמוק (בטמפרטורת הקפאה) (refrigerated cold-stores). מיוצרות מנורות מיוחדות להפעלה בטמפרטורות נמוכות. מנורות אלה מתוכננות לשמור על הטמפרטורה האופטימלית של השפופרת. בכל מקרה, לא רצוי להתקין את המנורות מול פתח יציאת האוויר ממפזר הקור. ה. יש להשתמש בגופי תאורה במדליקים אלקטרוניים המיועדים לפעול בטמפרטורה נמוכה מ-10°C.

- ו. המנורות המותקנות במערכת התאורה יעמדו בדרישות התקן הישראלי - ת"י 20 (תקן רשמי) ויספקו חלוקה אחידה של האור.
- ז. תאורה תופעל באמצעות מפסקים. לגבי דרישות לחיבור מעגלי חשמל ומעגלי הזנה של מערכת תאורה ומפסקים - ראה דרישות התקן הבריטי, פרק 7, עמ' 35.
- ח. יש לבצע התקנה, הפעלה ותחזוקה של מנורות לפי הוראות היצרן ובהתאם לתקנות ולתקנים הרלוונטיים. סילוק מנורות פסולות המכילות חומ"ס כגון כספית יעשה לפי הוראות המשרד להגנת הסביבה ובהתאם לתקנות הקיימות.

8.1.5 הציוד בחדר קירור

יש להתאים את כל הציוד, הן המותקן בחדר קירור באופן קבוע כמו מדפים ומשטחים לאחסון, והן ציוד וכלי עבודה שמשמשים בהם על בסיס זמני לביצוע עבודות תחזוקה לטמפרטורות נמוכות, זאת, תוך התחשבות בשימוש מחזורי בו בתוך החדר ובחוף בטמפרטורה רגילה, כמו שימוש במלגזה. הציוד המופעל במתקני קירור יהיה עם מגינים על חלקים טעוני מיגון לפי חוק, כגון מאווררים, שרשראות גלגלים ומצמדים. יש לאתר סיכונים ספציפיים הקשורים בהפעלת הציוד בתנאים הסביבתיים הקיימים בחדרי קירור - טמפרטורות נמוכות ולחות - ולנקוט אמצעים לבקרה עליהם, על מנת שהציוד יהיה תקין ובטיחותי בשימוש. על מנת לאתר את הסיכונים האלה ניתן להסתייע במידע הקיים בפרק 2. ציוד זה יתוחזק ויטופל לפי הוראות היצרן.

- מדפי אחסון ומשטחים

- ✓ מערכות מדפי אחסון תהיינה עשויות מחומרים חזקים דיים כדי לעמוד בעומס המכני של המטען המאוחסן, ומותאמות לטמפרטורות נמוכות ולחות הקיימות בחדר הקירור. המדפים יהיו מוגנים בפני קורוזיה וייעשו מחומרים בלתי מחלידים כגון אלומיניום או פלדת אל-חלד (נירוסטה), או לחלופין מצופים בציפוי הגנה בפני קורוזיה.
- ✓ יש לבצע התקנה, שימוש ותחזוקה כוללת בביקורת תקופתית של מדפים ומשטחים לאחסון לפי הוראות היצרן.

✓ כאשר משתמשים באריזות קרטון יש להגביל גובה הערמתן (מספר שכבות נערמות) כדי למנוע התמוטטות הערמה בגלל הרטבת הקרטון, ואיבוד חוזקה המכאני ויציבותה כתוצאה מכך.
מקורות מידע נוסף, בנושא מדפים ומשטחים לאחסון, הם אלה שפורסמו ע"י המינהל הבריטי לבריאות ובריאות – HSE והתאחדות יצרני מזון קפוא - Refrigerated Food Industry Confederation (RFIC).

- ציוד חשמלי

- ✓ יש להתאים ציוד חשמלי המותקן בחדר קירור לתנאי טמפרטורה ולחות, וזאת כמתחייב מתקנה 4(א) לתקנות החשמל (מעגלים סופיים הניזונים במתח עד 1000 וולט), התשמ"ה-1984. התאמה זו תתבצע לפי תקן ישראלי ת"י 981.
- ✓ יש לבצע הארקות במיתקן קירור ולבדוק אותו כנדרש בתקנות חשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חשמול במתח עד 1000 וולט), התשנ"א-1991. הגנת גופים מתכתיים בפני חישמול תבוצע לפי תקנות 35 ו-34.
- ✓ יש להגן בפני חישמול את מעגלי ההזנה של בתי תקע, באמצעות ממסר פחת.
- ✓ במידה וניתן, יש להשתמש בציוד המוזן במתח נמוך מאוד (בטיחותי).
- ✓ ציוד חשמלי מוגן התפוצצות, העומד בדרישות התקן הישראלי ת"י 60079 יותקן כנדרש בתקנה 10 לתקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן-1990, באזורים מסווגים. אזורים מסווגים, לפי ת"י 60079, מפורטים בתקן האירופי- EN 378: 2000. יש לתחזק ציוד שהותקן כאמור לפי הוראות היצרן בהתאם לתקנים ולתקנות הקיימים.
- ✓ יש לבצע, באחריות מחזיק המקום, שגרת ביקורת לתקינות פעולת הציוד החשמלי. תשומת לב מיוחדת תינתן לחימום וייבוש הציוד לפני הפעלתו בחדר קירור לאחר שהיה מחוץ לו.
- ✓ הניסיון המצטבר בענף הקירור מצביע על כך שכשלים בפעולת ציוד חשמלי, כולל אבזרי ומערכות בטיחות וחירום בחדר קירור, נובעים בעיקר מהגורמים הבאים:
 - אי-התאמתו של ציוד חשמלי לתנאי הסביבה במקום;
 - תחזוקה לקויה של ציוד;
 - טיפול לקוי בציוד שמוצא ומוכנס לסירוגין לתוך חדר קירור

לאור התנאים הסביבתיים הקשים, טמפרטורות נמוכות ולחות יחסית גבוהה, הקיימים בחדרי קירור, חיוני לבצע, בנוסף לניטור תנאי הסביבה כמתחייב עפ"י חוק, ובדיקות תקופתיות של ציוד חשמלי המותקן, לפי הוראות היצרן ובהתאם לתקנות החשמל, ביקורת שוטפת לתקינות של מערכות ומעגלים חשמליים, כולל התקני בטיחות חיוניים, לרבות התקני חירום אזעקה. יש לבצע רישום מעקב אחרי ביצוע הביקורת ע"י אחראי שמונה במפעל. שגרת הביקורת השוטפת תעוגן במפעל בנוהל מתאים.

- מלגזות

בבתי הקירור משתמשים בסוגים שונים של מלגזות חשמל, הן נהוגות והן מובלות. להלן מספר הוראות להפעלה בטיחותית של מלגזות בבתי קירור:

א. במלגזות המיועדות להפעלה בטמפרטורות נמוכות נעשים מספר שינויים המתייחסים לרכיבים במערכות הידראוליות, מכניות וחשמליות, כמו למשל משקל סגולי של אלקטרוליט למצברים, שמן במערכות הידראוליות, חומרי סיכה המתאימים לשימוש בטמפרטורות נמוכות, מערכות גלגלי תנועה עמידות בפני החלקה, אורות חירום וכו'.

ב. בכל מקרה, יש לבצע את הפעלת המלגזה ותחזוקתה לפי הוראות היצרן, בהתאם לדרישות התקנות והתקנים הרלוונטיים.

ג. יצרני מלגזות מפרסמים את הוראותיהם להפעלת המלגזה ותחזוקתה במחסני קירור בהתאם לסוג המלגזה, הטמפרטורה הסביבתית בה היא פועלת, ומשטר הפעלתה (הפעלה רצופה בתוך מחסן הקירור או תוך יציאות מאזורים מקוררים במשך משמרת וחזרות לסירוגין).

משטר שונה של הפעלת המלגזה בטמפרטורות קירור שונות גורם לשינויים בתהליכי היווצרות הקרח והפשרתו ובתהליכי העיבוי. שינויים אלה מחייבים חניית המלגזה לזמן הפסקות, בפעולתה בתוך מחסן הקירור או בחוץ בטמפרטורה רגילה, וביצוע עבודות הפשרת הקרח וניקוי בהתאם.

בכל אופן, הפעלת המלגזה בטמפרטורות נמוכות גורמת לעבודות תחזוקה נוספות הקשורות להיווצרות הקרח והפשרתו החוזרת ונשנית. פרקי הזמן בין טיפולי התחזוקה מתקצרים, ובסופו של דבר מתקצר אורך חיי השרות של המלגזה.

ד. בהשוואה למקומות עבודה רגילים, נהיגה במלגזה והפעלתה בבתי קירור מחייבות ערנות מוגברת, במיוחד באזורי דלתות המעבר, בגלל הרצפה החלקלקה. יש להגביל מהירות תנועת המלגזה ל-5 ק"מ/שעה. בנוסף לכך, הראות מופחתת בחללי הקירור בגלל לחות וערפל משבשת את הנהיגה במלגזה ואת הפעלתה. בתנאים שכאלה, חשוב שמערכת פנסי האורות במלגזה תכלול מנורות מתאימות בעלות עצמה חזקה המפיקות אור צהוב (מתאים לסביבה ערפילית). מנורות כאלה אמורות להקטין את הסנוור ולשפר את הראות.

ה. חשיפה לטמפרטורות נמוכות של מפעילי מלגזות, רכובה ומובלת, משפיעה על תפקודם הפיזיולוגי. לכן, מפעיל המלגזה חייב להיות בעל יכולת הסתגלות לעבודה בתנאי קור, ולבוש היטב בבגדים מבודדים, בהתאם למאמץ המושקע בעבודתו. בחירה נכונה של בגדים מבודדים המתאימים למפעיל מלגזה חשובה במיוחד בגלל ישיבתו הממושכת בכיסא הנהג, תוך פעילות גפיים מוגבלת. לחלופין, ניתן לצייד את תא המפעיל במערכת חימום על מנת למנוע חשיפתו לטמפרטורות נמוכות. לגבי התאמת מפעילי המלגזות לביצוע משימתם בחדרי הקירור ניתן להיוועץ גם עם רופא תעסוקתי.

ו. הכשרה ואימון תקופתי בהפעלת המלגזה במחסן קירור יינתנו כנדרש בחוק.

- ציוד כיבוי

א. אש היא סיכון השכיח ביותר במחסני קירור. מקורות אש ושרפה יכולים להיות קירות, צנרת, בידוד הגג, מחיצות, אדים, הסחורה המאוחסנת עצמה, כבלי חשמל, מסגרות הדלתות או פסולת. השריפות יכולות לפרוץ בשל ליקויים במערכת החשמל, כגון קצר, אך גם בשל עבודות ריתוך המתבצעות במהלך תחזוקת הציוד.

ב. תכנון נכון של חדר קירור על כל מערכותיו ותחזוקתו בהתאם להוראות היצרן אמורים למנוע פריצת שריפות.

ג. יש להתקין ציוד כיבוי לפי הוראות רשות הכבאות, מדור מניעת דליקות, בהתאם לתקנות שירותי הכבאות (ציוד כיבוי במחסנים), תש"ל-1972 ציוד כיבוי כולל:

- (1) מטפי אבקה מיטלטלים אשר יעילים מאוד לכיבוי כל סוגי שרפה. יש להתקין בחוץ על הקיר מאחורי כל דלת של חדר קירור וחדר מכונות, ובנוסף בכל איזור מוקף. יש לתחזק מטפים לפי ת"י 129 חלק 1 (תקן רשמי).
- (2) גלגלונים לכיבוי אש עם מספר נקודות להספקת מים המספיק לכיבוי שרפה
- (3) במחשני קירור גדולים, במיוחד במחסנים המופעלים בטמפרטורה פחות מ-0°C, ניתן להתקין מערכות אוטומטיות לכיבוי באמצעות התזת מים, ערפלים, אבקה מיקרונית או הזרקת CO₂ (בתיאום עם רשות הכבאות ולפי דרישותיה).

9. מערכות קירור

פרק זה כולל מספר דרישות בטיחות לעבודה עם מערכות קירור (refrigerator systems). דרישות נוספות מפורטות בתקן האירופי:

EN 378-1:2000 Refrigerating system and heat pumps – Safety and environmental requirements

תקן זה כולל דרישות בטיחותיות וסביבתיות לתכנון, בניה, ייצור, התקנה, הפעלה, תחזוקה וסילוק פסולת של מערכות ומיתקני קירור, תוך התייחסות לסביבה מקומית וגלובלית אך לא עד פירוקו הסופי של קרר. דרישות הבטיחות בתקן נוגעות לאנשים ולציוד בלבד, אך לא למוצר המאוחסן. הדרישות האלה מתייחסות לנושאים הבאים:

- מערכות קירור נייחות והמשולבות במיתקנים נידים מכל הסוגים, כולל משאבות חום;
 - מערכות קירור שניוני או מערכות חימום;
 - מיקום של מערכות קירור;
- עבור מערכות קירור עם כמות מוגבלת של קרר תקפים סעיפים מסוימים בלבד. התייחסות למערכות מסוג זה קיימות בפרוטרוט בכל חלקי התקן EN 378.

התקן מכסה את הסיכונים המיוחסים למערכות קירור והקשורים בדרך כלל לתכונות כימיות של קרר וכן ללחצים ולטמפרטורות של תהליכי קירור מחזוריים. תקן זה כולל את סדרת הפרקים הבאים:

- דרישות בסיסיות;

- הגדרות;

- קריטריונים לסיווג ובחירה;

א- הקפדה על אמצעי בטיחות מתאימים למניעת הסיכונים או מזעורם עלולה להוביל לתופעות בלתי רצויות הבאות:

- שבר או פיצוץ הגורם לסיכון של הטלת/העפת חומרים;

- בריחת קרר בעקבות סדקים או/ו שברים, דליפות הנגרמות ע"י תכנון גרוע, הפעלה, תחזוקה לקויה ובלתי מתאימה, תיקון, מילוי או סילוק פסולת שבוצעו באופן לא כנדרש;

- בעירה או פיצוץ של קרר דולף, עם סיכון של שריפה כתוצאה מכך.

חומרי קרר, תערובותיהם עם שמנים, מים או חומרים אחרים, שקיימים במערכות הקירור, משפיעים על החומרים מהם עשוי הציוד בגלל התגובות הכימיות או ההשפעות הפיזיקליות כמו לחץ וטמפרטורה. חומרים בעלי תכונות מזיקות עלולים להוות גורם סכנה לאנשים, רכוש וסביבה ולאפקטים ארוכי טווח (פגיעה בשכבת האוזון ואפקט החממה), במישרין או בעקיפין, כאשר הם דולפים ממערכות הקירור.

הסיכונים במערכות קירור, הנובעים מלחץ וטמפרטורה, נגרמים בשל אופי משטר העבודה של מערכת הקירור (לגבי עיבוי ואידוי). יתר על כן, המצב של קרר והכוחות שהוא מפעיל על אדים לא תלויים רק בתהליכים או תפקודים פנימיים בתוך המפעל, אלא גם בגורמים חיצוניים.

בתקן צוינו הסיכונים הבאים:

א. מאפקט ישיר של טמפרטורה נמוכה, לדוגמה:

- שבירות חומרים בטמפרטורות נמוכות;

- הקפאת נוזל כלוא (מים, מי-מלח וכדומה);

- מאמצים תרמיים;

- שינויים בנפח הנובעים משינויים בטמפרטורה;

- השפעה על אנשים הגורמת לתאונות בעקבות חשיפה לטמפרטורות נמוכות

ב. מאפקט ישיר של לחץ יתר, לדוגמה:

- העלאת לחץ עיבוי, הנגרמת ע"י תכנון לקוי של מערכת הקירור או לחץ חלקי של גזים

שאינם ניתנים לעיבוי, או הצטברות שמן או קרר נוזלי;

- העלאת לחץ של אדים רוויים, עקב חימום יתר חיצוני; לדוגמה: של קרר נוזלי, או כאשר מפשירים מקרר אוויר או טמפרטורה חיצונית גבוהה בזמן שהמיתקן במצב לא פעיל;
- התרחבות קרר נוזלי בתוך המאייד או המעבה (חלל סגור), מבלי שקיימים בו אדים, הנגרמת ע"י העלאת הטמפרטורה החיצונית;
- אש.

ג. מאפקט ישיר של פאזה נוזלית, לדוגמה:

- הצפת המאייד בשל כמות גדולה של קרר נוזלי או תכנון לקוי של מערכת הקירור;
- הימצאות של נוזל במדחסים ומכה הידראולית כתוצאה מכך;
- "הלם מים" (מכת לחץ) בצנרת;
- חוסר גירוז/שימון עקב תיחלוב השמן או חומר הסיכה.

ד. מדליפה של קרר, לדוגמה:

- אש;

- פיצוץ;

- רעילות;

- אפקטים של צריבה;

- קפיאת עור;

- חנק;

- בהלה;

- צמצום של שכבת האווון;

- חימום גלובלי.

ה. מחלקים נעים של מכונות, לדוגמה:

- פציעות;

- פגיעה בשמיעה מרעש מזיק;

- נזקי רטט.

בתקן מתוארים סיכונים הקיימים בדרך כלל בכל מערכת דחיסה, כמו התחממות יתרה לטמפרטורות גבוהות בתהליך פליטה/שחרור, האטת תנועת הנוזל, הפעלה שגויה או הפחתת החוזק המכני הנגרמת ע"י קורוזיה, בלאי, מאמצים תרמיים, "הלמות" בצנרת או רטט. בכל אופן, יש להתחשב במיוחד בקורוזיה, כתנאי ייחודי במערכות קירור, שעלולה להתגבר עקב קיפאון והפשרה או כיסוי הצידוד ע"י בידוד. קררים מסווגים ל- 3 קבוצות עיקריות. בטבלה 9 שלהלן מוצגים סיכונים הנובעים מגזים השייכים לקבוצות הללו ואמצעי ההגנה בפניהם:

טבלה 9

סיכונים ואמצעי הגנה HAZARDS & PRECAUTIONS	דוגמאות Examples	קבוצה Group
<ul style="list-style-type: none"> • תכונות תרמו-פיסיקליות של יציבות, רעילות ודליקות נמוכה ותאימות עם חומרים אחרים • מוצרי פירוק רעילים עלולים להופיע כתוצאה ממגע עם להבות אש ומשטחים חמים • סיכון של החלפת חמצן וגרימת חנק <ul style="list-style-type: none"> - יש להתקין גלאי אדים ואזעקה - יש להפעיל מאווררים כאשר הריכוז בחדר עולה על 0.25% - החשיפה התעסוקתית 	Halocarbons	1
<ul style="list-style-type: none"> • רעיל דליק • יש להתקין גלאי אדים ואזעקה • יש להפעיל מאווררים של מערכת אוורור לחירום כאשר ריכוז נפחי הגז במיתקן עולה על כ- 4% (0.25% מגבול הנפיצות התחתון- LEL) • המלצות מפורטות קיימות ב-: • - תנאים למתקני קירור באמוניה שדורש המשרד להגנת הסביבה במסגרת מתן היתר הרעלים למפעל. • - פרסומי HSE: <ul style="list-style-type: none"> ✓ חומר רקע באתר http://www.hse.gov.uk/lau/lacs/31-1.htm ✓ הוראות בטיחות: <p>Guidance Note PM 81 "Safe Management of ammonia refrigeration systems"</p>	Ammonia	2
<ul style="list-style-type: none"> • סיכון גבוה של דליקות/פיצוץ <ul style="list-style-type: none"> - יש להתקין גלאי אדים ואזעקה - יש להפעיל מאווררים כאשר ריכוז נפחי הגז בחדר של מיתקן עולה על 25% מגבול הנפיצות התחתון 	Ethane, propane, butane, isobutane, ethylene, propylene	3

לידיעה: עפ"י תקנות רישום קבלנים לעבודות הנדסה בנאות (קביעת ענפים וחלוקת ענפים לענפי משנה), התשנ"ג-1993 הקמת מיתקני קירור השייכים לענף משנה 172 תבוצע ע"י קבלן רשום.

10. הנחיות למעביד - סיכום

להלן הנחיות למעביד המבוססות על מידע המפורט בפרסום זה. מטרת האמצעים המפורטים מטה היא ליצור ככל הניתן את התנאים הגורמים לעובדים הרגשת נוחות תרמית. על המעביד המטפל בסיכונים הקשורים לחשיפת העובדים לקור להתחשב בגורמים הבאים:

10.1 סביבת עבודה

- טמפרטורה ולחות של אוויר;
- מהירות זרימת אוויר;
- חומרים מסוכנים בעבודה, כמו חומרים דליקים, רעלים וכו'.

10.2 נתונים פיזיולוגיים של עובדים ומצב בריאותם

- ◆ התייחסות אישית לנתונים פיזיולוגיים של העובד - האופן שגוף אנשים שונים מאזן את טמפרטורת הגוף שלהם, או רגישות לקור, תוך השקעת האנרגיה הנצרכת לביצוע העבודה (כמות הזיעה שונה תוך אותה השקעה של מאמץ בעבודה) (ראה פרק 5).
- ◆ גיל, מין, מצב בריאותי ודרגת הכושר הגופני של העובד.
- ◆ כמות וסוג בגדי עבודה מבודדים וציוד מגן אישי נוסף שיש להשתמש בו. יש לספק לעובדים ביגוד מבודד מיוחד המתאים לטמפרטורת הסביבה ולדרגת המאמץ המושקע בעבודה.
- ◆ סוג העבודה שיש לבצע.

10.3 נוהלי עבודה:

- ◆ בהפעלת חדר קירור, מומלץ לשמור בה על הטמפרטורה הגבוהה האפשרית.*
- ◆ יש לערוך בקרה על קצב והיקף העבודה ולתכנן את סידור עבודה בהתאם.
- ◆ יש לערוך מעקב מגן על העובד, כדי לזהות סימני פגיעת קור.
- ◆ יש להגביל את זמן חשיפת העובדים לקור ולעודד, ככל הניתן, הפסקות מתוכננות, במהלכם יהיו העובדים בחדר מנוחה בתנאים נוחים, ויוכלו להתרענן מעבודה בקור ולשתות משקאות חמים. לצורך תכנון של נוהל עבודה בקור - קביעת הפסקות מתוכננות- ניתן להיעזר בספר ה-ACGIH, פרק "עומס קור" (Cold Stress), טבלה 3 (ראה נספח 1, עמ' 49).

* הערה: ניתן לשמור על טמפרטורה זו מבלי לחרוג מטמפרטורת המוצר, הנדרשת ע"י הרשויות לצורך שמירה על ההיגיינה שלו. דוגמה: דרישות משרד הבריאות בקשר למוצרי מזון. למרות שהוראות הבטיחות לעבודה מתייחסות לטמפרטורת החדר ודרישות משרד הבריאות - לטמפרטורת מוצרי המזון, קיימים דרכים ותנאים שיאפשרו את העמידה בשתי הדרישות האלו. ראה התייחסות מפורטת לנושא:

Workroom temperatures in places where food is handled
HSE information sheet
Food Information Sheet No 3 (Revised)

- ◆ יש לבצע הערכת סיכונים במחסן קירור.
- להלן דוגמה לרשימת תיוג לביצוע הערכה כזאת כאמצעי עזר למפעילי מחסני קירור:

רשימת תיוג- הערכת הסיכונים במחסן קירור (דוגמה)

1.	כן	לא	האם המחסן מתוכנן, נבנה, הותקן ומתוחזק בהתאם לדרישות התקן, לדוגמה: EN 378:2000
2.	כן	לא	האם בוצעה הערכת הסיכונים בהתייחס לגורמי הסיכון הבאים:
	כן	לא	• הילכדות מקרית של אדם בפנים?
	כן	לא	• פליטת חומר קירור?
	כן	לא	• עבודה בטמפרטורות נמוכות?
	כן	לא	• ציוד ומדפי אחסון שמשמשים בהם בטמפרטורות נמוכות?
	כן	לא	• היווצרות קרח?
3.	כן	לא	האם ננקטו אמצעי בטיחות מתאימים לשם בקרה על סיכונים כאלה?
4.	כן	לא	האם נערכות בדיקות רפואיות מוקדמות למועמדים לעבודה בבית קירור?
5.	כן	לא	האם מבוצעות בדיקות רפואיות תקופתיות באופן קבוע והאם מוצע לעובדים בבית קירור להיוועץ לגבי כל השינויים במצב בריאותם?
6.	כן	לא	האם עובדים במחסני קירור קיבלו מידע, הדרכה ותרגול מתאימים כנדרש ביחס לעבודה בסביבה קרה?

10.4 מעקב רפואי

מומלץ לקבל הנחיות מרופא תעסוקתי לגבי מעקב רפואי אחר המצב הבריאותי של העובדים. להלן טבלה 10 המתייחסת לתוכנית המעקב הרפואי אחרי עובדים חשופים לעומס קור מתוך האנציקלופדיה של ILO :

טבלה 10

המלצות לתוכנית המעקב הרפואי אחרי עובדים חשופים לעומס קור ולגורמים הקשורים לו

גורם	עבודה במחסן קירור
מחלות זיהומיות	**
מחלות לב וכלי דם	**
מחלות חילוף חומרים (מחלות מטבוליות)	*
בעיות שרירים ושלד	*
Cryopathies	**
לחץ פסיכולוגי	**
עישון ורחרוח טבק	**
משקאות חריפים (אלכוהול)	**
הריון	**
תרופות	*

* = בקרה שגרתית; ** = להחשיב כגורם משמעותי;

מקור: Table 42.17 components of health control programs for personnel exposed to cold stress and cold-related factors: ILO, COLD ENVIRONMENTS AND COLD WORK

קיים תקן של הארגון הבין-לאומי לתקינה בנושא זה:

EN ISO 12894:2002 Ergonomics of the thermal environment - Medical supervision of individuals exposed to extreme hot or cold environments

נספח 1

טבלה 3 - ערכי סף גבוליים עבור נהלי עבודה / הפסקות להתחממות, עבור משמרת בת 4 שעות

Air Temperature - Sunny Sky		No Noticeable Wind		8 kmph Wind		16 kmph Wind		24 mph Wind		32 mph Wind	
°C (approx)	°F (approx)	Max. work Period	No. of Breaks**	Max. Work Period	No. of Breaks	Max. Work Period	No. of Breaks	Max. Work Period	No. of Breaks	Max. Work Period	No. of Breaks
-26° to -28°	-15° to -19°	(Norm breaks) 1		(Norm breaks) 1		75 min.	2	55 min.	3	40 min.	4
-29° to -31°	-20° to -24°	(Norm breaks) 1		75 min.	2	55 min.	3	40 min.	4	30 min.	5
-32° to -34°	-25° to -29°	75 min.	2	55 min.	3	40 min.	4	30 min.	5	Non-emergency work should cease	
-35° to -37°	-30° to -34°	55 min.	3	40 min.	4	30 min.	5	Non-emergency work should cease			
-38° to -39°	-35° to -39°	40 min.	4	30 min.	5	Non-emergency work should cease					
-40° to -42°	-40° to -44°	30 min.	5	Non-emergency work should cease							
-43° & below	-45° & below	Non-emergency work should cease									

* הערות לטבלה 3 :

א. הנהלים חלים על תקופה של 4 שעות עבודה הכרוכה ברמת פעילות מתונה (פעילות בתנועה פיזית מוגבלת) עד קשה עם הפסקות חימום של 10 דקות בחדר מחומם והפסקה מוארכת (כגון ארוחת צהרים) במקום מחומם בסוף של 4 שעות העבודה. לעבודה ברמת פעילות קלה עד מתונה, יש ליישם הנהלים בטמפרטורה בדרגה אחת נמוכה יותר. לדוגמה, בטמפרטורה 35°C ורוח שקטה (דרגת טמפרטורה מס' 4), עובדים המבצעים עבודה הכוללת תנועה מוגבלת יעבדו במשך 40 דקות רצופות מקסימום, עם 4 הפסקות במשך 4 שעות עבודה (דרגת טמפרטורה מס' 5).

ב. הנהלים ישימים רק לעובדים הלובשים בגד יבש.

מקור: ACGIH, Cold Stress

נספח 2

חוקים ותקנות עיקריות בנושא עבודה בקור

- פקודת הבטיחות בעבודה, תש"ל-1970, סימן ג': בטיחות הגישה ומעבר, סעיפים 49 ו-50.
- תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים) התשנ"א - 1990, תקנה 5
- תקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי) התשנ"ז-1997
- עבודת הנוער (עבודות אסורות ועבודות מוגבלות), התשנ"ו-1995, תוספת (תקנה 1)
חלק שני: גורמים פיסיקליים :
"עבודה במקומות שבהם הטמפרטורה חורגת מתחומי הטמפרטורה 4°C עד 40°C "
- צו הפיקוח על מצרכים ושירותים (בתי קירור, התשי"ח-1957
"בתי קירור" - מקום המשמש להחסנת מצרך לשם אישומו בקור; "
שלט ומען
- 3 (א). בעל בית קירור חייב להציג על יד הכניסה של כל מקום המשמש לצרכי עסק שלט ובו יציין את שמו הנכון והמלא.
- (ב) אם מקום העסק אינו פתוח בשעות בין 9 לבין 12 ובין 16 לבין 18, חייב בעל בית הקירור להוסיף על השלט את המען של מקום עסקו הפתוח בשעות האמורות, ואם אין לו מקום עסק כזה או שאינו פתוח כאמור - את מענו הפרטי המדויק.
- (ג) שלט יהיה עשוי מחומר מוצק, לפחות 25 על 10 סנטימטר, והכתב עליו יהיה בצבע שמן, באותיות עבריות ברורות ונוחות לקריאה.
- תקנות רישום קבלנים לעבודות הנדסה בנאית (קביעת ענפים וחלוקת ענפים לענפי משנה, התשנ"ג-1993. לפי תוספת לתקנות משתייך מיתקן קירור לענף משנה 172 של ענף ראשי 100- בניה.

נספח 3

רשימת תקנים

- BS EN 378: 2000 Specification for refrigerating system and heat pumps
 - Part 1 Basic requirements, definitions, classification and selection criteria
 - Part 2 Design, construction, testing, marking and documentation
 - Part 3 Installation site and personal safety
 - Part 4 Operation, maintenance, repair and recovery
- EN ISO 7726:2001 Ergonomic of thermal environments - instruments for measuring physical quantities
- EN ISO 7730:2006 Ergonomics of the thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and thermal comfort criteria (ISO 7730:2005); German version EN ISO 7730:2005
- DIN EN ISO 10551:2002 Ergonomics of the thermal environment - Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales (ISO 10551:1995); German version EN ISO 10551:2001
- ISO 9920:2007 Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble
- ISO/TR 11079:1993 Evaluation of cold environments - Determination of required clothing insulation (IREC)
- ISO 11079:2007 Ergonomics of the thermal environment - Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects
 - EN ISO 11399: 2001 Ergonomics of the thermal environment – Principles and application of relevant international standards
- EN ISO 12894:2002 Ergonomics of the thermal environment - Medical supervision of individuals exposed to extreme hot or cold environments
- ISO 13732-3:2005 Ergonomics of the thermal environment - Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces - Part 3: Cold surfaces
- DIN EN 342:2004 Protective Clothing Ensembles and Garments for protection against cold; German version EN 342:2004
- BS EN 14058:2004 Protective Clothing Garments for Protection against cool environments
- DIN EN 14058:2004 Protective Clothing Garments for Protection against cool environments

- DIN EN 511:2006 Protective Gloves Against Cold; German version EN 511:2006
- ISO 20877:2001 Test methods for whole shoe - Thermal insulation
- EN 12784:2000 Footwear - Test methods for whole shoe - Thermal insulation;
English version of DIN EN 12784
- ANSI Z41 Personal Protective Footwear
- EN ISO 8996:2004 Ergonomics - Determination of metabolic heat production
- EN ISO 14505-3:2006 Ergonomics of the thermal environment: thermal
environment in vehicles - Part 3: Evaluation of thermal comfort using human
subjects
- EN 14058 Protective clothing garments for protection against cool environments
- DIN EN ISO 15265:2004 Ergonomics of the thermal environment - Risk
assessment strategy for the prevention of stress or discomfort in thermal working
conditions
- BS 7915:1998 Ergonomics of the thermal environment – Guide to design and
evaluation of working practices in cold indoor environments
- EN ISO 15743 - DRAFT Jun-2005 Draft Document - Ergonomics of the thermal
environment - Cold workplaces - Risk assessment and management (ISO/DIS
15743:2005); German version prEN ISO 15743:2005

מקורות

◆ אקלים ארץ ישראל

http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%90%D7%A7%D7%9C%D7%99%D7%9D_%D7%90%D7%A8%D7%A5_%D7%99%D7%A9%D7%A8%D7%90%D7%9C

- ◆ BS EN 378: 2000 Specification for refrigerating system and heat pumps, Part 1 - 4
- ◆ עבודה בטמפרטורות קיצוניות במחסני קירור למזון, בטאון "בטיחות" 219
- ◆ בטיחות וגיהות גם באמצעות רשימות תיוג חום קור וטמפרטורה, בטאון "בטיחות" 285
http://www.osh.org.il/uploadfiles/m_285_taug_hom-kor.pdf
- ◆ גיליון סיכונים תעסוקתיים ל"עובד מחסן קירור"
מדריך לסיכונים תעסוקתיים בתעשיית המזון בהוצאת מרכז מידע מיולי 1998
- ◆ COLD ENVIRONMENTS AND COLD WORK *Ingvar Holmer*
<http://www.ilo.org/encyclopaedia/?print&nd=857100121>
- ◆ COLD INDICES AND STANDARDS *Ingvar Holmer*
<http://www.ilo.org/encyclopedia/?doc&nd=857100144&nh=0&ssect=0>
: ICRS – פרסום של מכון לאומי לבטיחות ובריאות התעסוקתית בצרפת -
- ◆ Travail au froid
[http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParIntranetID/OM:Document:D231212F045EC720C125711D00565CA9/\\$FILE/visu.html](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParIntranetID/OM:Document:D231212F045EC720C125711D00565CA9/$FILE/visu.html)
- ◆ A Field Study of Clothing Used at Cold Work Places, Olesen-BW
Performance of Protective Clothing: Fourth Volume, J.P. McBriaty and N. W. Henry, Editors;
American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pensiylvania, ASTM STP 1133,
pages 297-310
OSH-ROM: NIOSTIC2, RN 00238067
- ◆ Workroom temperatures in places where food is handled
HSE Food Information Sheet No 3 (Revised)
- ◆ TLVs ® and BEIs ® Based of the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices, ACGIH
- ◆ Human Thermal Environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health,... - Page 412
by Kenneth C. Parsons - 2002
- ◆ NFPA 5000® Building Construction and Safety Code® 2006 Edition
48.3 General Criteria — Foam Plastic Insulation
- ◆ Booklet HS (G) 76: Health and Safety in Retail and Wholesale Warehouses.
(HSE) ISBN 0 - 11 - 885731 - 2
- ◆ Guidance Note PM81: Safe Management of Ammonia Refrigeration Systems.
(HSE) ISBN 0 - 7176 - 1066 – 7
- ◆ Thermal Comfort in the Workplace, Guidance for employers, HSE (HSG194)

Link:

- ◆ Specialist Inspector Report No. 48 - Occupational Hygiene Aspects on the Safe Use and Selection of Refrigeration Fluids.(HSE).
- ◆ The RFIC Guide to Safety in the Use of Pallets, Pallet Converters, Palletainers and Racking. ISBN 0 - 900 - 555 - 114
- ◆ The RFIC Booklet - Guidance on work in cold indoor environments.

- ◆ Industry Guidance on the Use of Pallets and Racking System in Temperature-Controlled Warehouses
http://www.hse.gov.uk/foi/internalops/fod/oc/500-599/520_17.pdf
- ◆ Guide to the management and control of fire risks in temperature controlled structures of the refrigerated food industry (file 520).
The Guide was published by the Refrigerated Food Industry Confederation (RFIC).
http://www.hse.gov.uk/foi/internalops/fod/oc/500-599/520_19.pdf
- ◆ HELA Circular LAC 31/1 - Ammonia compressors and refrigeration plant.
www.hse.gov.uk/lau/lacs/31-1.htm
- ◆ The Cold Storage and Distribution Federation (CSDF),
enquiries@corgi-group.com
- ◆ COLD STORAGE WAREHOUSES - AN ENGINEERING OVERVIEW
<http://seagrant.uaf.edu/map/workshops/cold-storage/Cole.pdf>
- ◆ Management Guide to Modern Industrial Lighting, Second Edition
Stanley L Lyons, FCIBS
Lighting and safety
Low ambient temperature (page 62)
- ◆ High/Low-Bay Applications: Fluorescent or Metal Halide
By Craig DiLouie, Lighting Controls Association
Published November 2004
<http://www.aboutlightingcontrols.org/education/papers/high-low-bay.shtml>

Keyword - search

climate, climate research, climate physiology, climate ergonomics, climatic hazards

cold, cool, wind chill, cold stress, cold tests

Cold work, work in cold environments, performance testing, low temperatures, environment (working)

Clothing physiology, clothing, protective clothing, PPC, protective equipment, PPE, thermal insulating materials

Indoor climate, occupational safety

thermal comfort, thermal climate, thermal environment, thermal insulation