



המוסד לבטיחות ולגיהות
בטיחות ובריאות בעבודה - זה אנחנו.

בטיחות עובדים במכונות וכלים ובטיחות העובדים בסביבת העבודה הגנות מפני פגיעה

ד"ר מיקי וינקלר
מנכ"ל המוס"ל

לקדם תרבות של בטיחות בעבודה

ובריאות תעסוקתית

מוקד "קו
החיים"

מחקר

מרכז
סימולטורים

אבחון

מרכז ידע
וחדשנות

הדרכה

סקרים
וניטורים

הסברה


המוסד לבטיחות ולגיהות
בטיחות ובריאות בעבודה - זה אנחנו.





המסד לבטיחות ולגיהות
בטיחות ובריאות בעבודה - זה אנחנו.

הגנה על העובדים מפני פגיעה ע"י

מכונות וכלים

זה אתגר מורכב מאד!

ההתמודדות למול האתגר מחייבת

מקצועיות וניהול סיכונים

מטרת ההרצאה

לחשוף בפניכם

סיכונים אופייניים במכונות וכלים

כי מחר תאונה עומדת להתרחש

ובאפשרותך למנוע ולמזער אותה



האתגר שלנו

מהו האתגר

מולו אנו מתמודדים

בתכנון הגנה של מערכות מכניות?



האתגר מולו אנחנו מתמודדים בהגנה על העובד

התנהגות האדם

עובד עם
מוגבלות

לחץ ושחיקה

צייתן/אי ציות
להוראות

אי הכרה /הבנת
המכונה

אי הבנת תופעות פיזיקליות

עייפות

שגיאות

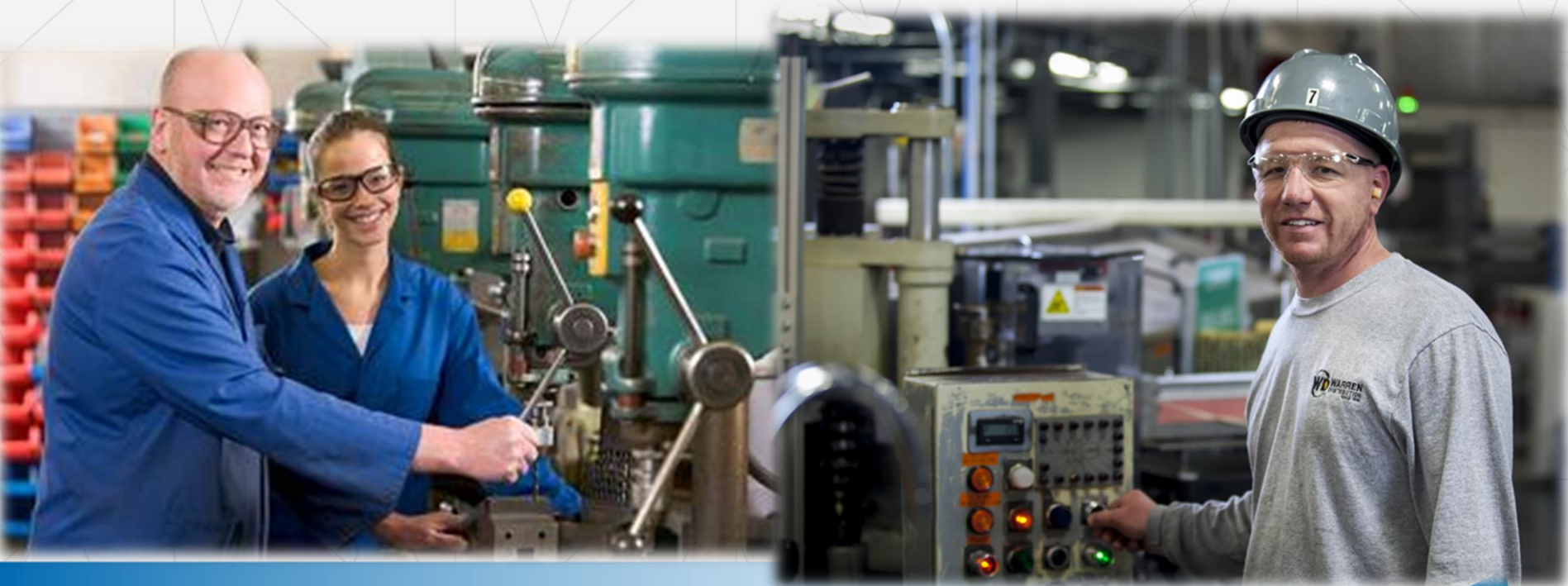
אוהב/שונא
סיכון

ותק וניסיון

השכלה / ידע



כדי להגן על העובד מפני פגיעה עליכם להתחיל לחשוב על האדם שמולכם



מניעת
שגיאות

הכנה על האדם
אחייבת לחשוב
כל הזמן על

צמצום
תוצאות

שליטה
במצבים

דוגמא ל-א"י הגנה על האדם במערכת מכנית



דוגמא להגנת האדם במערכות מכניות



תכנון הגנה במערכות

כדי להבטיח שכל היבטי הבטיחות נשקלו בתהליך תכנון פיתוח ההגנה

למערכת יש לבצע בחינה הכוללת 4 שלבים:

✓ האם בתכנון זיהו וביטלו את כל סיכונים?

✓ האם לאחר ביצוע הערכת סיכונים ישנם עדין סיכונים שיוריים? (רמת הסיכון לה

העובדים חשופים בפועל, בהתחשב בבקורות הקיימות)

✓ האם אמצעי ההגנה שהותקנו מפחיתים את הסיכון?

✓ האם למשתמשים קיים מידע והועברה הדרכה על כל הסיכונים

התפעוליים?

תפיסת הגנה על מערכות משלבת

הנדסת
חשמל



הנדסת
מכונות

הנדסת תקשורת ומערכות מידע

מקור - <https://www.freepik.com>



דרישות החוק להגנת העובד

פקודת הבטיחות בעבודה (נוסח חדש) תש"ל – 1970, מתייחסת לחובות המוטלות ביחס למכונות:

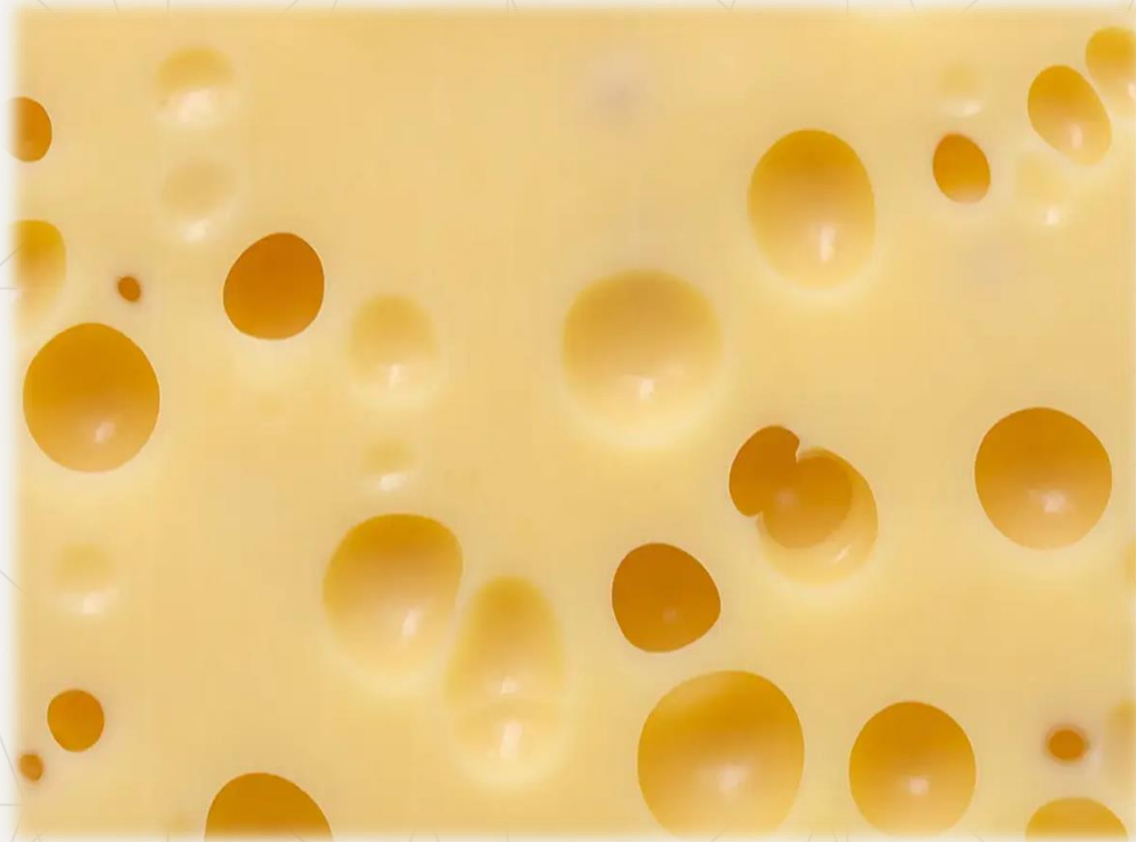
- ✓ סעיף 37 קובע מהם החלקים הטעונים גידור לבטח
- ✓ סעיף 45 מתייחס להגנה על חלקים מסוימים במכונה
- ✓ סעיף 43 מסמיך את שר העבודה להתקין תקנות לענין פקודה זו.

מה לעשות כאשר בדרישת החוק אין מענה?

בחקיקה הראשית ובחקיקת המשנה קיימים "חורים" שאינם מכסים את

כלל האפשרויות שאנו נתקלים בעבודה בשטח, מה עושים?

המענה מופיע בתקנים



תקני בטיחות להגנה על מערכות

שאני רוצה לבחון שהמערכת שלי עומדת
בתקני הבטיחות הנדרשים להגנה על העובד,
בכמה תקנים עלי לבדוק?

תקנים בינלאומיים ISO - 50

תקנים בינלאומיים לחשמל IEC - 35

תקנים אירופים EN - 74



תקני בטיחות בינלאומי להגנה על מערכות

1. ISO 447 Machine tools – Direction of operation of controls
2. ISO 2972 Numerical control of machines – Symbols
3. ISO 4413 Safety of machinery – Safety requirements for fluid power systems and their components – Hydraulics. [EN982] I
4. SO 4414 Safety of machinery – Safety requirements for fluid power systems and their components – Pneumatics. [EN 983]
5. ISO 6385 Ergonomic principles in the design of work systems
6. ISO 7000 Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis. ISO 7250 Basic human body measurements for technological design.
7. ISO 7731 Safety of machinery – Auditory danger signals – General requirements, design and testing. [EN457]
8. ISO 9000 Quality management and quality assurance standards Part 1: Guidelines for selection and use Part 2: Generic guidelines for the application of ISO 9001, ISO 9002 and ISO 9003 Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001 to the development, supply, installation and maintenance of computer software.
9. ISO 9001 Quality systems. Model for quality assurance in design, development, production, installation and servicing.
10. ISO 9002 Quality systems. Model for quality assurance in production, installation and servicing.
11. ISO 9003 Quality systems. Model for quality assurance in final inspection and test.
12. ISO 9004 Quality management and quality assurance standards. Part 1 - Guidelines



תקני בטיחות בינלאומי להגנה על מערכות

13. ISO 9355–1 Safety of machinery – Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators – Part 1: General principles for human interactions with displays and control actuators. [EN 894–1]
14. ISO 9355–2 Safety of machinery – Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators – Part 2: Displays. [EN 894–2]
15. ISO 9355–3 Safety of machinery – Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators – Part 3: Control actuators. [EN 894–3]
16. prISO 10218 Manipulating industrial robots – Safety
17. ISO 11128 Safety of machinery – Visual danger signals – General requirements, design and testing. [EN842]
18. ISO 11161 Industrial automation systems – Safety of integrated manufacturing systems – Basic requirements.
19. ISO 11429 Safety of machinery – System of auditory and visual danger and information signals. [EN981]
20. ISO 11689 Acoustic – Procedure for the comparison of noise-emission data for machinery and equipment.
21. ISO 12100–1 Safety of machinery – Basic concepts and general principles for design – Part 1: Basic terminology and methodology. [exEN 292–1; EN12100–1]
22. ISO 12100–2 Safety of machinery – Basic concepts and general principles for design – Part 2: Technical principles. [exEN 292–2; EN 12100–2]
23. ISO 13407 Human-centred design processes for interactive systems



תקני בטיחות בינלאומי להגנה על מערכות

- 24. ISO 13848 Safety of machinery – Terminology
- 25. prISO 13849–1 Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design. [EN 954–1;
- 26. prEN 13849–1] ISO 13849–2 Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation. [exEN 954–2 ; EN13849–2]
- 27. ISO 13850 Safety of machinery – Emergency stop equipment, functional aspects – Principles for design. [EN 418 IEC 13850]
- 28. ISO 13851 Safety of machinery – Two-hand control devices – Functional aspects and design principles. [EN 574]
- 29. ISO 13852 Safety of machinery – Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs. [EN 294]
- 30. ISO 13853 Safety of machines – Safety distances to prevent danger zones being reached by the lower limbs. [EN 811]
- 31. ISO 13854 Safety of machinery – Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body. [EN 349]
- 32. ISO 13855 Safety of machinery – Positioning of protective equipment with respect to the approach speeds of parts of the human body. [EN 999]
- 33. ISO 13856–1 Safety of machinery – Pressure-sensitive protective devices – Part 1: General principles for design and testing of pressure-sensitive mats and pressure-sensitive floors. [EN1760–1]

תקני בטיחות בינלאומי להגנה על מערכות

- 34. ISO 13856–2 Safety of machinery – Pressure-sensitive protective devices – Part 2: General principles for the design and testing of edges and bars. [EN 1760–2]
- 35. ISO 13856–3 Safety of machinery – Pressure-sensitive protective devices – Part 3: General principles for the design and testing of bumpers. [EN 1760–3]
- 36. ISO 14001 Environmental management systems. Specification with guidelines for use.
- 37. ISO 14004 Environmental management systems. General guidelines on principles, systems and supporting techniques.
- 38. ISO 14118 Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up. [EN 1037]
- 39. ISO 14119 Safety of machinery – Interlocking devices associated with guards – Principles for design and selection. [EN 1088]
- 40. ISO 14120 Safety of machinery – Guards – General requirements for the design and construction of fixed and movable guards. [EN 953]
- 41. prISO 14121 Safety of machinery – Principles of risk assessment. [due to supersede EN 1050]
- 42. ISO 14122–1 Safety of machinery – Permanent means of access to machines and industrial plants – Part 1: Choice of a fixed means of access between two levels.
- 43. ISO 14122–2 Safety of machinery – Permanent means of access to machines and industrial plants – part 2: Working platforms and walkways.
- 44. ISO 14122–3 Safety of machinery – Permanent means of access to machines and industrial plants – Part 3: Stairways, stepladders and guardrails.

תקני בטיחות בינלאומי להגנה על מערכות

- 45. ISO 14122–4 Safety of machinery – Permanent means of access to machines and industrial plants – Part 4: Fixed ladders.
- 46. ISO 14123–1 Safety of machinery – Reduction of risks to health from hazardous substances emitted by machinery – Part 1: Principles and specifications for machinery manufacturers. [EN 626–1]
- 47. ISO 14123–2 Safety of machinery – Reductions of risks to health from hazardous substances being emitted by machinery – Part 2: Methodology leading to verification procedures. [EN 626–2]
- 48. pr ISO 14159 Safety of machinery – Hygiene requirements for the design of machinery. ISO 14163 Acoustics – Guidelines for noise control by silencers
- 49. ISO 15667 Acoustics – Guidelines for noise control by enclosures and cabins
- 50. ISO 18569 Safety of machinery – Guideline to the understanding and use of safety of machinery standards.



תקני בטיחות בינלאומי חשמל להגנה על מערכות

1. IEC 417 Graphic symbols for use on equipment – Harmonization of texts for IEC 417.
2. IEC 1081–11 Preparation used in electrotechnology – Part 11: Preparation of instructions.
3. IEC 1346–2 Industrial systems, installations and equipment and industrial products – structuring principles and reference designations – Part 2: Classification of objects and codes for classes.
4. IEC 13850 Safety of machinery – Emergency stop equipment, functional aspects – Principles for design. [EN 418, ISO 13850]
5. IEC 60204–1 Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements. [EN 60204–1]
6. IEC 60204–11 Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: General requirements for voltages above 1 000V ac or 1 500 V dc and not exceeding 36kV.
7. IEC 60204–31 Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 31: Particular safety and EMC requirements for sewing machines, units and systems.
8. IEC 60204–32 Safety of machinery – Electrical equipment for machines – Part 32: Requirements for hoisting machines.
9. IEC 60335–1 Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements. [EN50144–1]
10. IEC 60364 Electrical installations of buildings – 6 parts IEC 60446 Basic safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of conductors by colour or numerals.



תקני בטיחות בינלאומי חשמל להגנה על מערכות

11. IEC 60447 Man-machine interface (MMI) – Actuating principles. [EN 60447]
12. IEC 60479–1 Effects of current passing through the human body – Part 1: General aspects.
13. IEC 60479–2 Effects of current passing through the human body – Part 2: Special effects.
14. IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP code).
15. IEC 60745–1 Hand-held motor operated tools – Safety – Part 1: General requirements. [EN50144–1]
16. IEC 60812 Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA).
17. IEC 60947–5–1 Low-voltage switchgear and control gear – Part 5–1; Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices.
18. IEC 61000–4–4 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test – Basic EMC publication. [EN 61000–4–4]
19. IEC 61000–6–2 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6–2: Generic standards – Immunity for industrial environments. [EN61000–6–2]
20. IEC 61025 Fault tree analysis (FTA) IEC 61032 Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification.
21. IEC 61069–7 Industrial process measurement and control – Evaluation of system properties for the purpose of system assessment – Part 7: Assessment of system safety.
22. IEC 61140 Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment.

תקני בטיחות בינלאומי חשמל להגנה על מערכות

- 23. IEC 61310–1 Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 1: Requirements for visual, auditory and tactile signals. [EN 61310–1].
- 24. IEC 61310–2 Safety of machinery – Indication, marking and actuation – part 2: Requirements for marking. [EN 61310–2]
- 25. IEC 61310–3 Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 3: Requirements for the location and operation of actuators. [EN 61310–3].
- 26. IEC 61340–1 Guide to the principles of electrostatic phenomena.
- 27. IEC 61340–2–3 Methods of test for determining the resistance and resistivity of solid planar materials used to avoid electrostatic charging.
- 28. IEC 61491 Electrical equipment for industrial machines – Serial data link for real-time communications between controls and drives.
- 29. IEC 61496–1 Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 1: General requirements and tests. [EN 61496–1].
- 30. IEC 61496–2 Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs). [prEN 61496–2].
- 31. IEC 61496–3 Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 3: Particular requirements for equipment using active opto-electronic devices responsive to diffuse reflections (AOPDDR). [EN 61496–3].

תקני בטיחות בינלאומי חשמל להגנה על מערכות

- 32. IEC 61508 Safety of machinery – Functional safety of electrical, electronic and programmable electronic safety-related systems.
 - Part 1: General requirements
 - Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems
 - Part 3: Software requirements
 - Part 4: Definitions and abbreviations
 - Part 5: Examples of methods for the determination of safety integrity levels
 - Part 6: Guidelines on the application of IEC 61508–2 and IEC 61508–3
 - Part 7: Overview of techniques and measures. [EN 61508 parts 1–7]
- 33. IEC 62046 Safety of machinery – Application of personnel sensing equipment to machinery (PSPE).
- 34. IEC 62061 Safety of machinery – Functional safety of safety-related, electrical electronic and programmable electronic control systems. [EN 62061]
- 35. IEC 62079 Preparation of instructions – Structuring, content and presentation.



תקני בטיחות אירופאים להגנה על מערכות

1. EN 292 part 1 Safety of machinery – Basic concepts and general principle for design – Part 1: Basic terminology and methodology. [superseded by EN **ISO 12100–1**]
2. EN 292 Part 2 Safety of machinery – Basic concepts and general principles for design – Part 2: Technical principles and specifications.[superseded by EN **ISO 12100–2**]
3. EN 294 Safety of machinery – Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs. [ISO 13852]
4. EN 349 Safety of machinery – Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body. [ISO 13854]
5. EN Guide 414 Safety of machinery – Rules for drafting and presentation of safety standards.
6. EN 418 Safety of machinery – Emergency stop equipment, functional aspects – Principles for design. [ISO/IEC 13850]
7. EN 457 Safety of machinery – Auditory danger signals – General requirements, design and testing. [ISO 7731]
8. EN 547–1 Safety of machinery – Human body measurements – Part 1: Principles for determining the dimensions required for access openings for the whole body access into machinery.
9. EN 547–2 Safety of machinery – Human body dimensions – Part 2: Principles for determining the dimensions required for access openings.
10. EN 547–3 Safety of machinery – Human body measurements – Part 3: Anthropometric data.
11. EN 563 Safety of machinery – Temperatures of touchable surfaces – Ergonomic data to establish temperature limit values for hot surfaces.

תקני בטיחות אירופאים להגנה על מערכות

12. EN 574 Safety for machinery – Two-hand control devices – Functional aspects – Principles for design. [ISO 13851]
13. EN 614–1 Safety of machinery – Ergonomic design principles – Part1: Terminology and general principles.
14. EN 626–1 Safety of machinery – Reduction of risks to health from hazardous substances emitted by machinery – Part 1: Principles and specifications for machinery manufacturers. [ISO 14123–1]
15. EN 626–2 Safety of machinery – Reduction of risks to health from hazardous substances emitted by machinery – Part 2: Methodology leading to verification procedures. [ISO 14123–2]
16. EN 811 Safety of machinery – Safety distances to prevent danger zones being reached by the lower limbs. [ISO 13853]
17. EN 842 Safety of machinery – Visual danger signals – General requirements, design and testing. [ISO 11128]
18. EN 894–1 Safety of machinery – Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators – Part 1: General principles for human interactions with displays and control actuators. [ISO 9355–1]
19. EN 894–2 Safety of machinery – Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators – Part 2: Displays. [ISO 9355–2] EN 894–3 Safety of machinery – Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators – Part 3: Control actuators. [ISO 9355–3]



תקני בטיחות אירופאים להגנה על מערכות

- 20. EN 953 Safety of machinery – Guards – General requirements for the design and construction of fixed and movable guards. [ISO 14120]
- 21. EN 954–1 Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design. [being superseded by ISO 13849–1]
- 22. EN 954–2 Safety of machinery – safety related parts of control systems – Party 2: Validation. [superseded by EN ISO 13849–2]
- 23. EN 981 Safety of machinery – System of auditory and visual danger and information signals. [ISO 11429]
- 24. EN 982 Safety of machinery – Safety requirements for fluid power systems and their components – Hydraulics. [ISO 4413]
- 25. EN 983 Safety of machinery – Safety requirements for fluid power systems and their components – Pneumatics. [ISO 4414]
- 26. EN 999 Safety of machinery – The positioning of protective equipment in respect of approach speeds of parts of the human body. [ISO 13855]
- 27. EN 1012–1 Compressors and vacuum pumps – Safety requirements. Part 1 Compressors.
- 28. EN 1012–2 Compressors and vacuum pumps – Safety requirements. Part 2 Vacuum pumps.
- 29. EN 1005–3 Safety of machinery – Human physical performance – Part 3: Recommended force limits for machinery operation
- 30. EN 1037 Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up. [ISO 14118]
- 31. EN 1050 Safety of machinery – Principles for risk assessment. [being superseded by prISO 14121]

תקני בטיחות אירופאים להגנה על מערכות

- 32. EN 1088 Safety of machinery – Interlocking devices associated with guards – principles for design and selection. [ISO 14119]
- 33. EN 1093–1 Safety of machinery – Evaluation of the emission of airborne hazardous substances – Part 1: Selection of test methods.
- 34. EN 1093–3 Safety of machinery – Evaluation of the emission of airborne hazardous substances – Part 3: Emission rate of a specified pollutant – Bench test method using the real pollutant.
- 35. EN 1093–4 Safety of machinery – Evaluation of the emission of airborne hazardous substances – Part 4: Capture efficiency of an exhaust system – Tracer method.
- 36. EN 1093–6 Safety of machinery – Evaluation of the emission of airborne hazardous substances – Part 6: Separation efficiency by mass, unducted outlets.
- 37. EN 1093–7 Safety of machinery – Evaluation of the emission of airborne hazardous substances – Part 7: Separation efficiency by mass, ducted outlet.
- 38. EN 1093–8 Safety of machinery – Evaluation of the emission of airborne hazardous substances – Part 8: Pollutant concentration parameter, test bench method.
- 39. EN 1093–9 Safety of machinery – Evaluation of the emission of airborne hazardous substances – Part 9: Pollutant concentration parameter, room method.
- 40. prEN 1127–1 Safety of machinery – Explosive atmospheres – Explosion prevention and protection – Part 1: Basic concepts and methodology.
- 41. EN 1175–1 Safety of machinery – Industrial trucks – Part 1: Electrical requirements for battery electrical trucks.



תקני בטיחות אירופאים להגנה על מערכות

- 42. EN 1175–2 Safety of machinery – Industrial trucks – Part 2: Electrical requirements for internal combustion engined power trucks.
- 43. EN 1175–3 Safety of machinery – Industrial trucks – Part 3: Electrical requirements for electric power transmission systems
- 44. EN 1299 Mechanical vibration and shock – Vibration isolation of machines – Information for the application of source isolation.
- 45. EN 1760–1 Safety of machinery – Pressure sensitive protective devices. General principles for the design and testing of pressure sensitive mats and pressure sensitive floors. [ISO 13856–1]
- 46. EN 1760–2 Safety of machinery – Pressure sensitive protection devices – Part 2: General principles for the design and testing of pressure sensitive edges and pressure sensitive bars. [ISO 13856–2]
- 47. EN 12100–1 Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 1: Basic terminology, methodology. [ex EN292–1; ISO 12100–1]
- 48. EN12100–2 Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 2: Technical principals. [exEN 292–2; ISO 12100–2]
- 49. EN 12198–1 Safety of machinery – Assessment and reduction of risks arising from radiation emitted by machinery – Part 1: General principles.
- 50. EN 12198–3 Safety of machinery – assessment and reduction of risks arising from radiation emitted by machinery – Part 3: Reduction of radiation by attenuation or screening.

תקני בטיחות אירופאים להגנה על מערכות

51. EN 12626 Safety of machinery – Laser processing machines – safety requirements. [see ISO 11553 latest issue]
52. prEN 13849–1 Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1 General principles for design. [prISO 13849–1]
53. EN 13849–2 Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation. [ISO 13849–2]
54. EN 13861 Safety of machinery – Guidance for the application of ergonomics standards in the design of machinery
55. EN 50020 Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres Intrinsic safety 'I'
56. EN 50144–1 Hand-held motor operated tools – Safety – Part 1: General requirements. [IEC 60745–1]
57. prEN 50179 Power installations exceeding 1 kV ac.
58. EN 60204–1 Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements. [IEC 60204–1]
59. EN 60447 Man-machine interface (MMI) – Actuating principles. [IEC 60447]
60. EN 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP code). [IEC 60529]
61. EN 61000–4–4 Electromagnetic compatibility (EMC) – part 4: Testing and Measuring techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test – Basic EMC publication. [IEC 61000–4–4]
62. EN 61000–6–2 Electromagnetic compatibility (EMC) Part 6–2: Generic standards – immunity for industrial environments. [IEC 61000–6–2]



תקני בטיחות אירופאים להגנה על מערכות

- 63. EN 12626 Safety of machinery – Laser processing machines – safety requirements. [see ISO 11553 latest issue]
- 64. EN 61029 Safety of transportable motor-operated electric tools
- 65. EN 61310–1 Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 1: Requirements for visual, auditory and tactile signals. [IEC 61310–1]
- 66. EN 61310–2 Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 2: Requirements for marking. [IEC 61310–2]
- 67. EN 61310–3 Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 3: Requirements for the location and operation of actuators. [IEC 61310–3]
- 68. EN 61496–1 Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 1: General requirements and tests. [IEC 61496–1]
- 69. pr EN 61496–2 Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 2: Particular requirements for active optoelectronic protective devices. [IEC 61496–2]
- 70. EN 61496–3 Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 3: Particular requirements for active optoelectronic protective devices responsive to diffuse reflection (AOPDDR). [IEC 61496–3]
- 71. prEN 61496–4 Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 4: Particular requirements for equipment using passive infra-red protective devices.
- 72. EN 61508 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 1: General requirements Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems Part 3: Software requirements Part 4: Definitions and abbreviations Part 5: Examples of methods for the determination of safety integrity levels Part 6: Guidelines on the application of IEC 61508–2



תקני בטיחות אירופאים להגנה על מערכות

- 72. EN 61508 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems –
 - Part 1: General requirements
 - Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems
 - Part 3: Software requirements
 - Part 4: Definitions and abbreviations
 - Part 5: Examples of methods for the determination of safety integrity levels
 - Part 6: Guidelines on the application of IEC 61508–2 and IEC 61508–3
 - Part 7: Overview of techniques and measures [IEC 61508 parts 1–7]
- 73. EN 62061 Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems. [IEC 62061]
- 74. R044–001 Safety of machinery – Guidance and recommendations for the avoidance of hazards due to static electricity.



תקן ישראלי 12100 בטיחות מכונות - עקרונות כלליים לתכן - הערכת סיכונים והפחתת סיכונים

➤ **תקן זה קובע מונחים בסיסיים, עקרונות ומתודולוגיה המיועדים להשגת**

תכן בטוח של מכונות.

➤ **התקן קובע עקרונות של הערכת סיכונים ושל הפחתת סיכונים כדי לסייע**

למתכננים בהשגת מטרה זו.

➤ **תקן זה מפרט נהלים לזיהוי גורמי סיכון ולאומדן והערכה של הסיכונים**

בשלבים הרלבנטיים של מחזור החיים של המכונה, וכן נהלים לסילוק

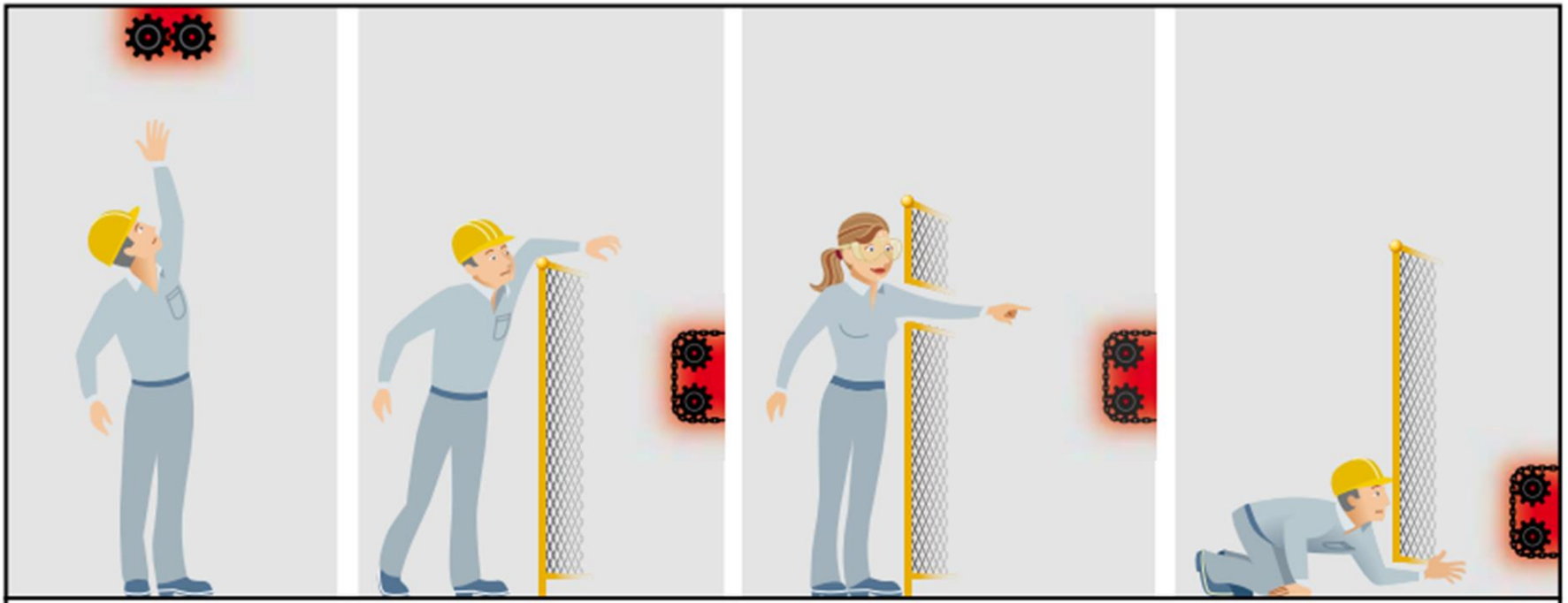
גורמי סיכון או נהלים שיבטיחו הפחתה יעילה של הסיכונים.

ת"י 12100 – הגדרה להגנה על אנשים

מגן או אמצעי הגנה המשמש להגנה על אנשים

מפני הסכנות שלא ניתן לבטל באופן סביר או (מפני)

סיכונים שלא ניתן למזער לרמה מספקת על ידי תכנון מובנה בטוח.



<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/rg-597.pdf>

ת"י 12100 – מגן או אמצעי הגנה?

מה הכוונה ל"מגן"?

מחסום פיזי, המתוכנן כחלק של המכונה המספק הגנה

מגן קבוע - מגן שחובר אל המכונה וניתן לפתוח או להסיר רק באמצעות

כלים או על ידי הרס אמצעי החיבור. לדוגמא באמצעות ברגים, אומים,

ריתוך, ממסרות וכו'.



מי יכול לתכנן מגן או אמצעי הגנה?

מי יכול לתכנן מגן למכונה?

בחוק לא קיימת הגדרה מי יכול לתכנן ולאשר מיגון.



מי יכול לתכנן מגן או אמצעי הגנה?

בחוק לא קיימת הגדרה מי יכול לתכנן ולאשר מיגון...מכאן ניתן להסיק כי -
בעל ידע הנדסי וניסיון בתכנון, חישוב חוזק ואנליזות, זיהוי והערכת סיכונים
אשר ידע לתכנן ו/או לבדוק יצור/התקנה של מיגון אשר יספק את ההגנה
הנדרשת לעובד במכונה ולעובדים בסביבה כנגד הסיכונים בהתאם לדרישות
התקנים והחוק



ממונה בטיחות יכול לתכנן מגן או אמצעי הגנה?

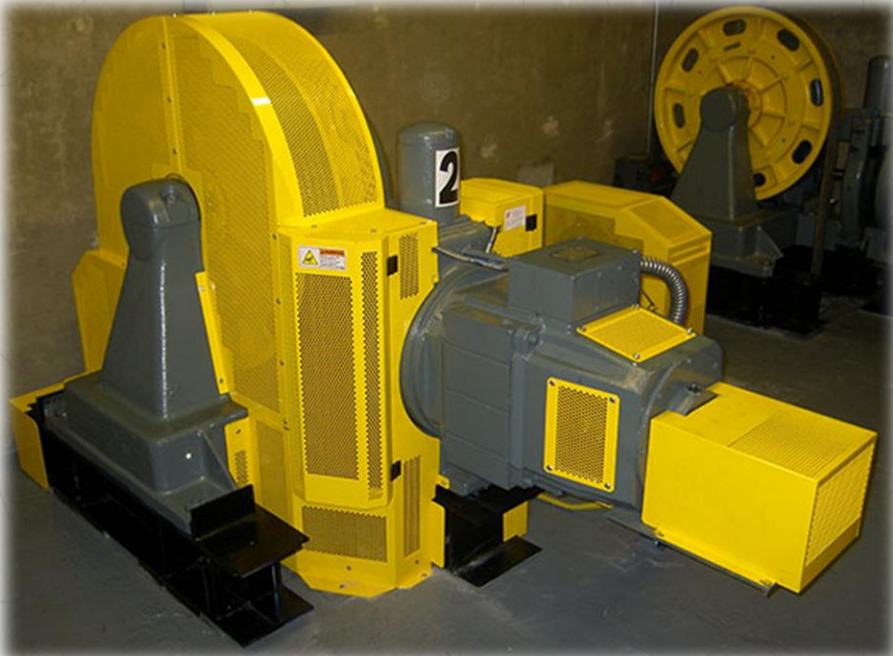
איזה תפקיד יש לממונה על הבטיחות בתכנון מיגון?

➤ ממונה הבטיחות יכול לסייע במידע וידע בכל הנוגע לסיכוני הבטיחות, אך אין לו את הכלים לתכנן מיגון.

מה הדין לגבי מכונות שיוצרו במקור ללא מיגון?

➤ יש להתייחס למכונות אלו כסיכון שיש להעריך אותו, לקבוע את הבקורות הנדרשות ולנהל אותם.

➤ מכונות ישנות שיוצרו ללא מיגון ובמהלך השנים נבנה להם מיגון נדרש לבצע בקרה בתדירות שתקבע ולוודא את כשירות המיגון ופעילותו.



תכנון מרחק וגודל מפתח מינמלי

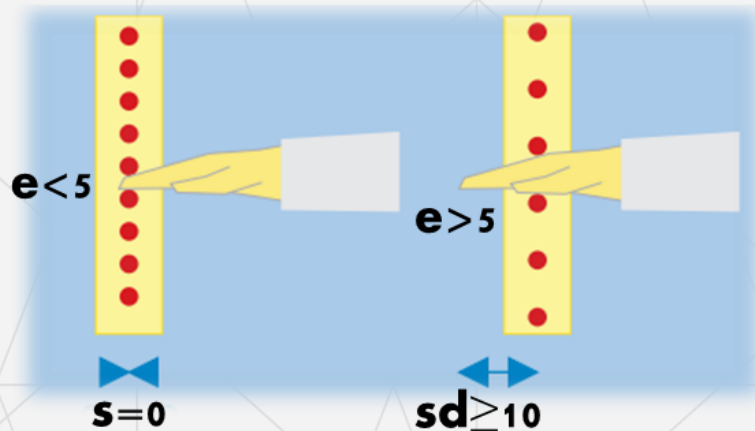
מהו גודל המינימלי של המפתח הנדרש,

ומהו המרחק המינמלי מנקודת העיבוד?

גודל המפתח הקבוע המקסימלי ללא מרחק ביטחון – 5 מ"מ

גודל מפתח גדול מ 5 מ"מ המרחק המינימלי מאזור הסכנה – 10 מ"מ

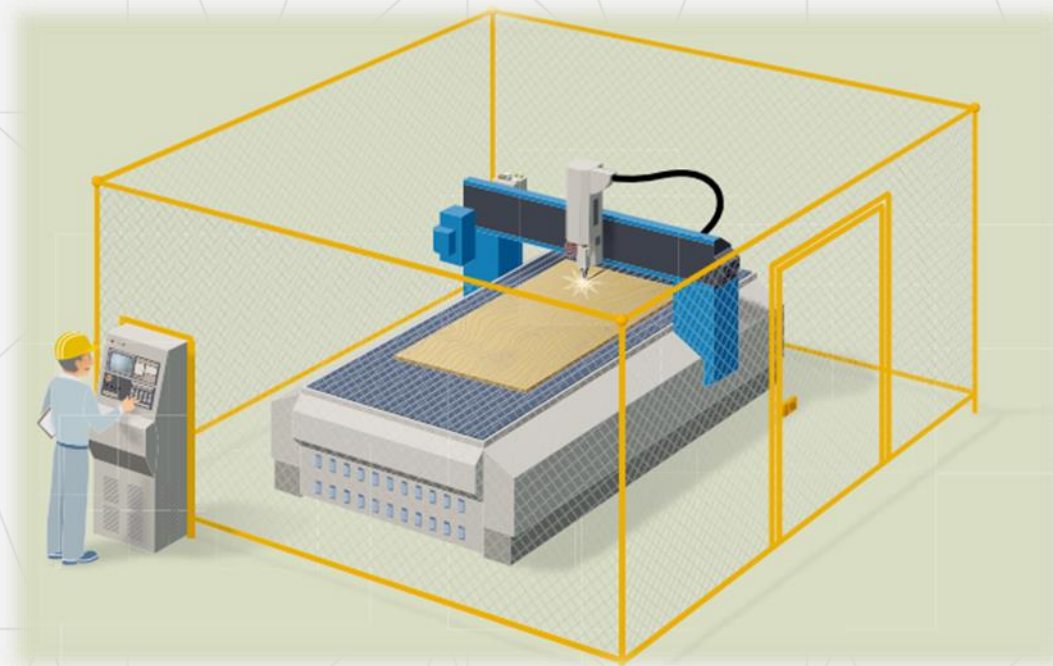
במידות אלו תעצר תנועת אצבעות הידיים של העובד על ידי המיגון
במרחק בטוח מהאזור המסוכן



תכנון מגן מרחק

במצב בו לא ניתן להגן על נקודה ו/או אזור הסכנה בעזרת מגן אחר באיזה סוג מגן נוכל להשתמש?

מגן מרחק מאפשר לנו פתרון בהרחקת העובד מאזור הסכנה
שימו לב! מגן מרחק (גדר או מחיצה) אינם מהווים מיגון לבטח



<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/rg-597.pdf>

תכנון מגן מרחק

מגן מרחק מאפשר לנו פתרון בהרחקת העובד מאזור הסכנה
שימו לב! מגן מרחק (גדר או מחיצה) נדרש לתכנן כך שימנעו מגע

מסביב



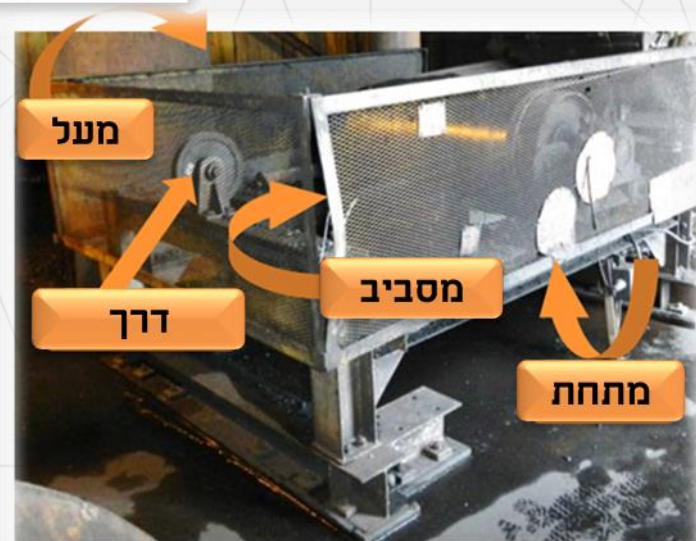
מתחת



דרך



מעל



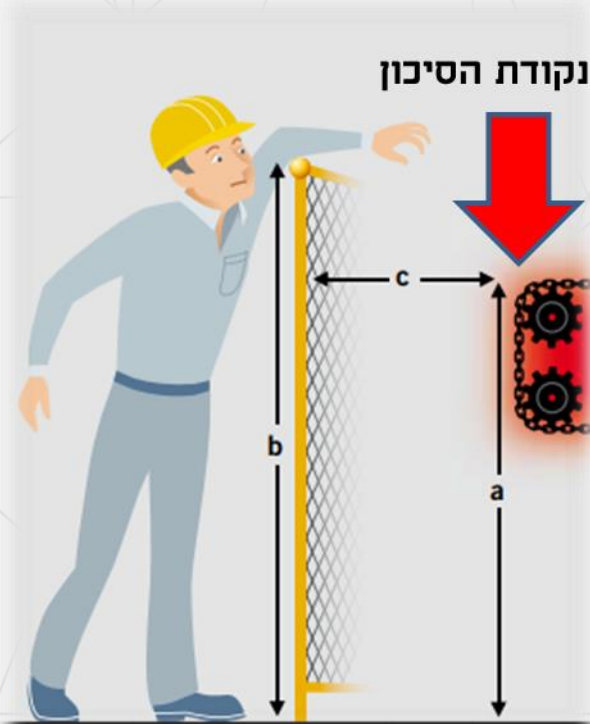
תכנון מגן מרחק – גישה אל הסכנה למטה או מעל

מגן מרחק – גישה אל הסכנה למטה או מעל

a - גובה נקודת הסיכון מהרצפה

b - גובה הקצה העליון של הגדר/מחיצה מהרצפה

c - המרחק האופקי שבין נקודת הסיכון לגדר/מחיצה



טבלה לבחירת מרחק וגובה הגדר מנקודת הסיכון - סיכון גבוהה								
b - גובה קצה הגדר (מ"מ)								a - גובה נקודת הסיכון (מ"מ)
2700	2500	2400	2200	2000	1800	1600	1400	
c - מרחק אופקי נקודת הסיכון (מ"מ)								
0	0	0	0	0	0	0	0	2700
מרחק בטוח	100	300	400	500	600	600	700	2600
מרחק בטוח	100	300	400	600	700	800	900	2400
מרחק בטוח	מרחק בטוח	300	400	600	800	900	1000	2200
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	400	600	800	900	1100	2000
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	600	800	900	1100	1800
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	500	800	900	1100	1600
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	800	900	1100	1400
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	700	900	1100	1200
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	800	1100	1000
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	600	900	800
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	800	600
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	400	400
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	200
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	0

<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/rg-597.pdf>

תכנון מגן מרחק – גישה אל הסכנה מעל

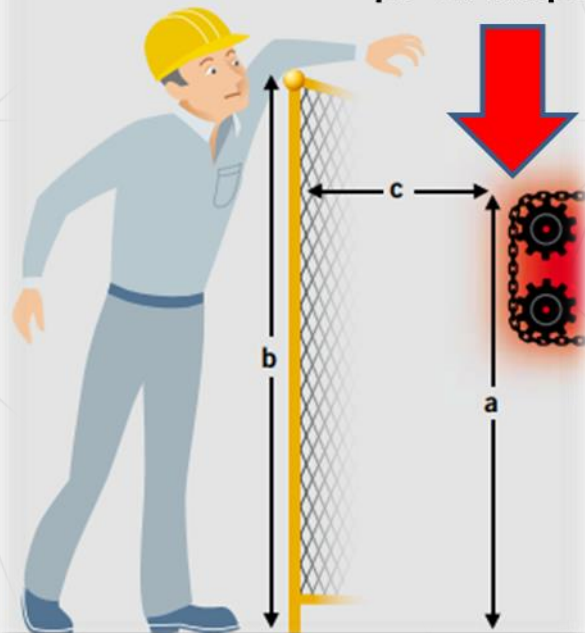
גדר שגובהה פחות מ- 1400 מ"מ מוזכרת בטייטא לת"י 13857:2017 (בטיחות)

מכונות – מרווחים מינימליים למניעת מעיכת חלקי גוף אדם),

גדר בגובה $b > 1400$ מ"מ אינה נלקחת בחשבון מכיוון שהיא אינה מגבילה

מספיק תנועה – כלומר גובה גדר מינימלי יהיה 1400 מ"מ

נקודת הסיכון



טבלה לבחירת מרחק וגובה הגדר מנקודת הסיכון - סיכון נמוך							
b - גובה קצה הגדר (מ"מ)							נקודת הסיכון (מ"מ)
2500	2400	2200	2000	1800	1600	1400	
c - מרחק אופקי נקודת הסיכון (מ"מ)							
0	0	0	0	0	0	0	2500
מרחק בטוח	100	100	100	100	100	100	2400
מרחק בטוח	מרחק בטוח	250	350	400	500	500	2200
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	350	500	600	700	2000
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	600	900	900	1800
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	500	900	900	1600
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	100	800	900	1400
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	500	900	1200
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	300	900	1000
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	600	800
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	600
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	400
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	200
מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	מרחק בטוח	0

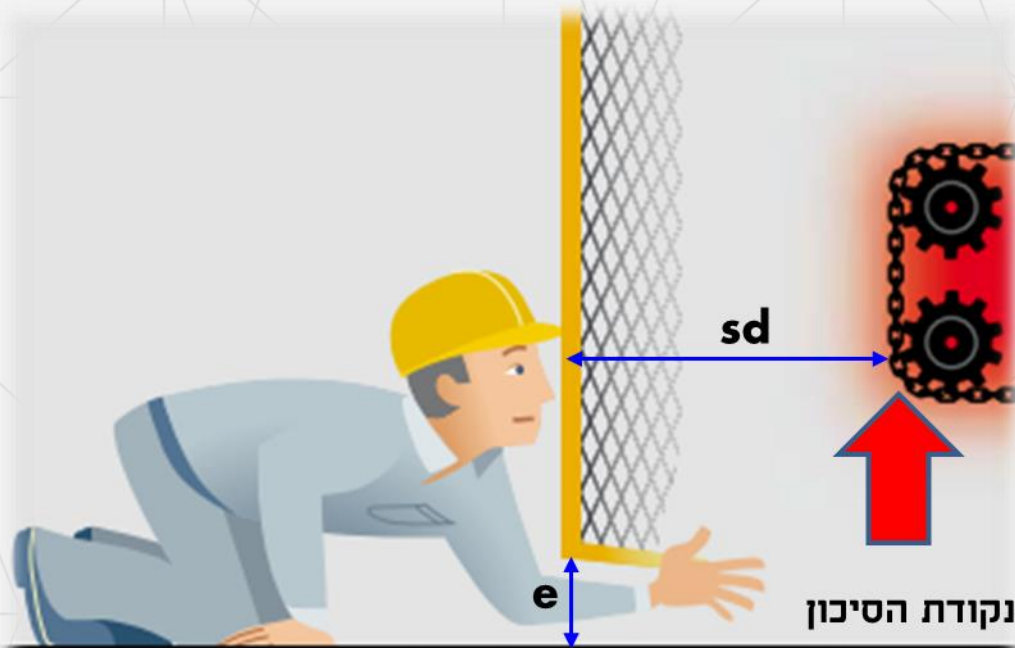
<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/rg-597.pdf>

תכנון מגן מרחק – גישה אל הסכנה מתחת

ישנם גדרות שבתכנון / התקנה חוברו כך שקיים הפרש בין הרצפה לגדר הסיבה לכך הרבה פעמים נעוצה בדרישה לאפשר לנקות את הרצפה, עלויות, תנאי שטח וכו'..

e – הממד הקטן ביותר של המפתח

sd – מרחק במיחות שבין אזור הסכנה לעובד



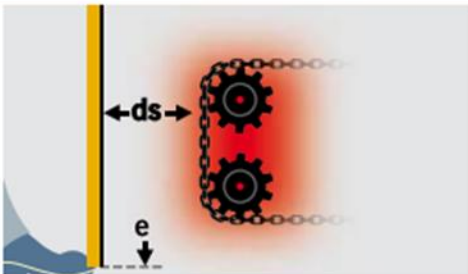
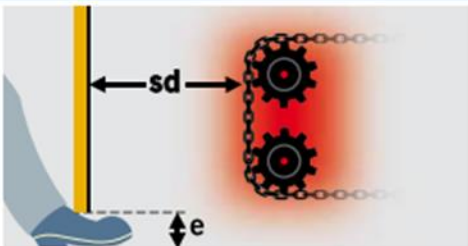
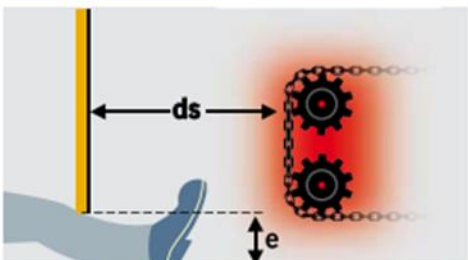
<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/rg-597.pdf>

תכנון מגן מרחק – גישה אל הסכנה מתחת

ישנם גדרות שבתכנון / התקנה חוברו כך שקיים הפרש בין הרצפה לגדר

הסיבה לכך הרבה פעמים נעוצה בדרישה לאפשר לנקות את הרצפה,

עלויות וכו'..

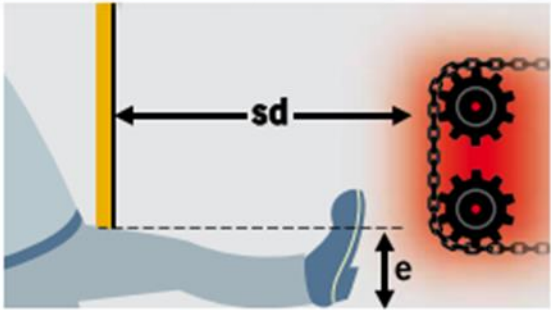
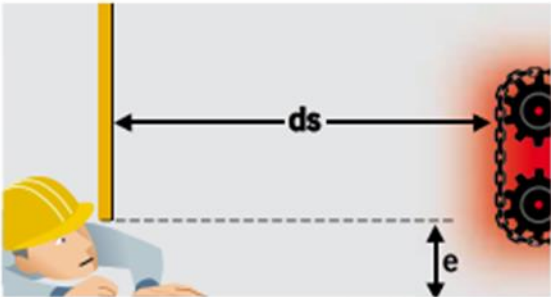
			Safety distance «sd» (mm)	
Part of lower limb	Illustration	Opening (mm)	Slot	Square or round
Toe tip קצה הבוהן		$e \leq 5$	0	0
Toe הבוהן		$5 < e \leq 15$	≥ 10	0
		$15 < e \leq 35$	$\geq 80^*$	≥ 25
Foot כף הרגל		$35 < e \leq 60$	≥ 180	≥ 80
		$60 < e \leq 80$	≥ 650	≥ 180
Leg (toe tip to knee) רגל (קצה הבוהן עד לברך)		$80 < e \leq 95$	≥ 1100	≥ 650

תכנון מגן מרחק – גישה אל הסכנה מתחת

שימו לב!

במפתח חריץ אם $e > 180$ ניתן לעבור מתחת למיגון ולהכניס את כל הגוף פנימה

במפתח מרובע/עגול אם $e > 240$ ניתן לעבור מתחת למיגון ולהכניס את כל הגוף פנימה

Part of lower limb	Illustration	Opening (mm)	Safety distance «sd» (mm)	
			Slot	Square or round
Leg (toe tip to crotch) רגל (קצה הבוהן עד למפשעה)		$95 < e \leq 180$	≥ 1100	≥ 1100
		$180 < e \leq 240$	not admissible	≥ 1100
Whole body כל הגוף		Attention: Slot openings with "e" > 180 mm or square or round openings with "e" > 240 mm allow access for the whole body. These dimensions are not permitted.		

תכנון מגן מרחק – גישה בגובה

במקומות מסוימים במקום העבודה ניתן לבחון האם מיקום החלק מסייע במזעור הסיכון

לדוגמא מיקום בטוח של רכיב מסוכן יחשב בגובה העולה על 2.5 מטר לפחות,

שימו לב! פתרון זה אינו מהווה מיגון לבטח, ייתכן שבמקרים מסוימים של פעולות המיקום הבטוח אינו מספק את ההגנה.



<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/rg-597.pdf>

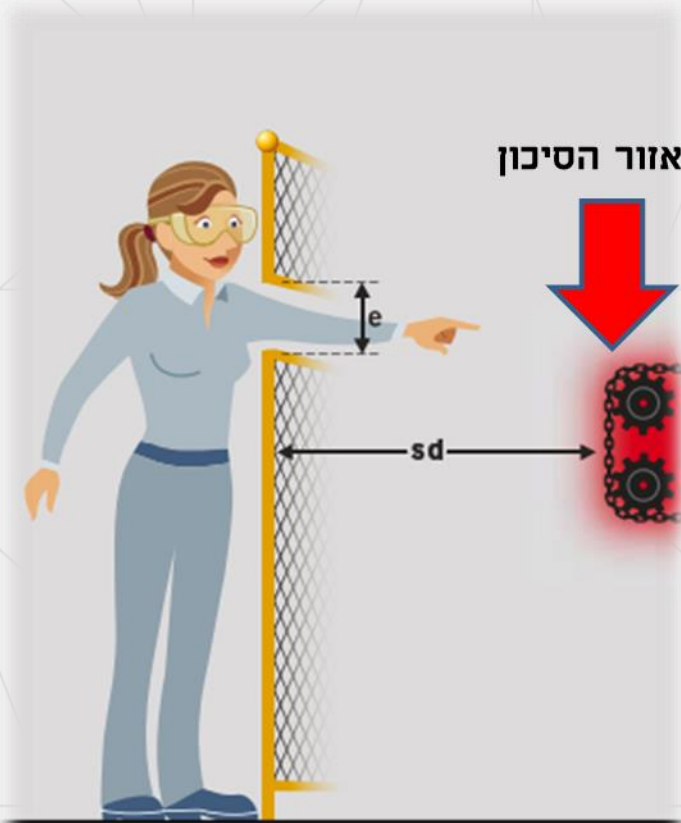
תכנון מגן מרחק – גישה פנימה דרך פתחים

גדר (מגן בטיחות) המונעת מגע בין אזור הסכנה לעובד,

תכנון הגדר הוא פונקציה של מימד וצורת הפתח

e – המימד הקטן ביותר של הפתח

sd – מרחק בטיחות שבין אזור הסכנה לעובד

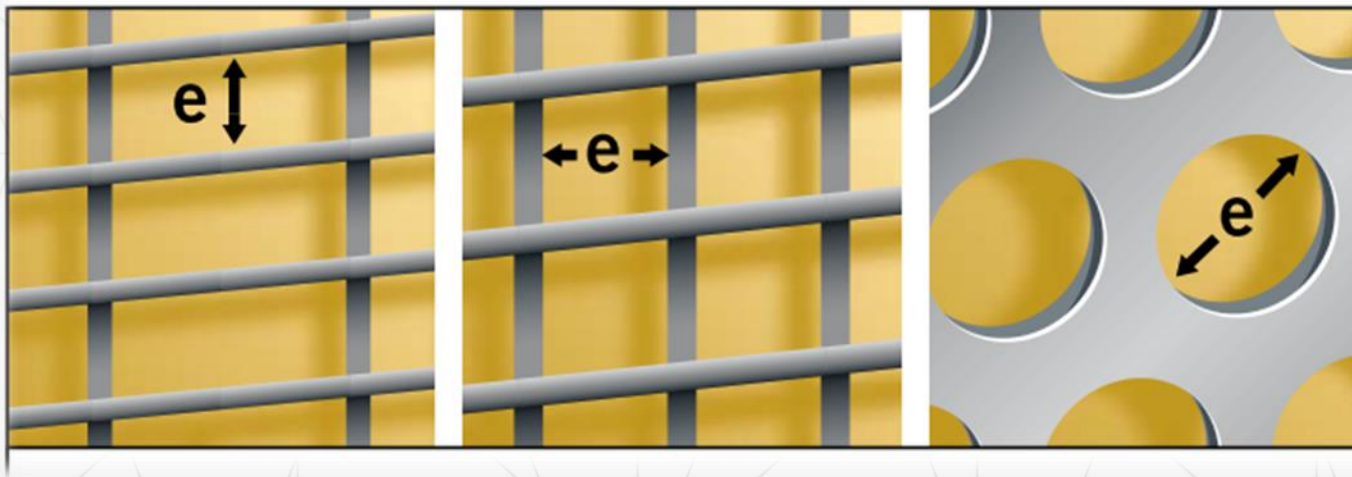


תכנון מגן מרחק – גישה פנימה דרך פתחים

הגדר עשויה לכלול פתח במספר צורות (מרובע, עגול, חריץ) או פתח להזנת חומר למכונה או לצפייה באזור הסכנה או בתהליך העבודה.

e – המימד הקטן ביותר של הפתח

sd – מרחק בטיחות שבין אזור הסכנה לעובד

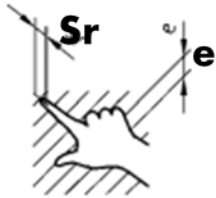
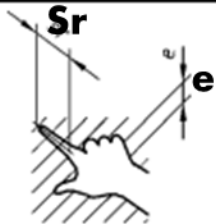
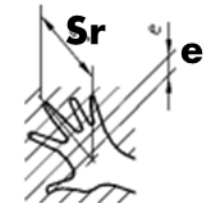
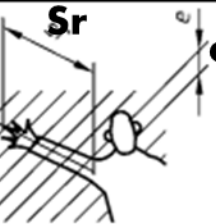


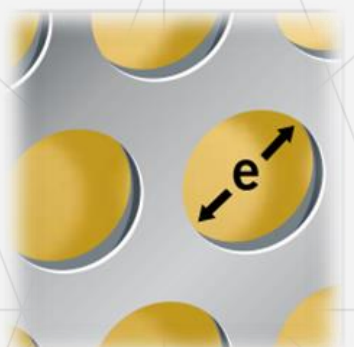
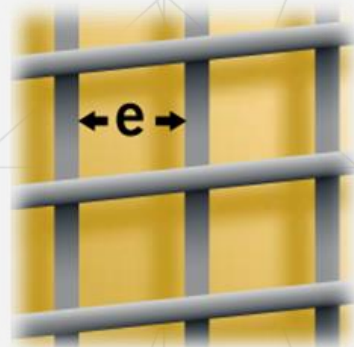
תקן ISO 13852:1996 – מגדיר את הדרישות למידות ומרחקים של הפתח מאזור הסכנה

<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/rg-597.pdf>

תכנון מגן מרחק – גישה פנימה דרך פתחים

e – המימד הקטן ביותר של הפתח, **Sr** – מרחק בטיחות שבין אזור הסכנה לעובד

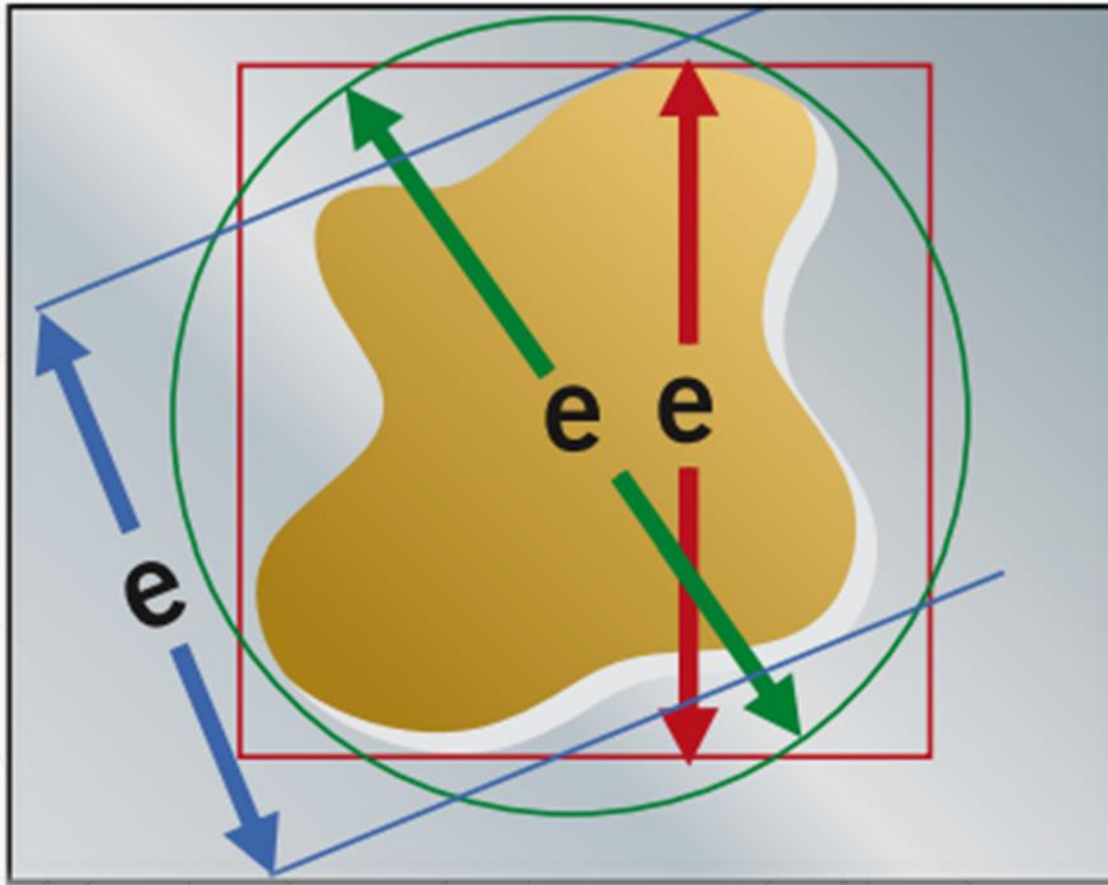
Part of body	Illustration	Opening	Safety distance, s_r		
			Slot	Square	Round
Finger tip קצה האצבע		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Finger up to knuckle joint or hand מהאצבע עד למפרק היד או כל היד		$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^a$	≥ 120	≥ 120
Arm up to junction with shoulder זרוע היד עד לכתף		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850



תכנון מגן מרחק – גישה פנימה דרך פתחים

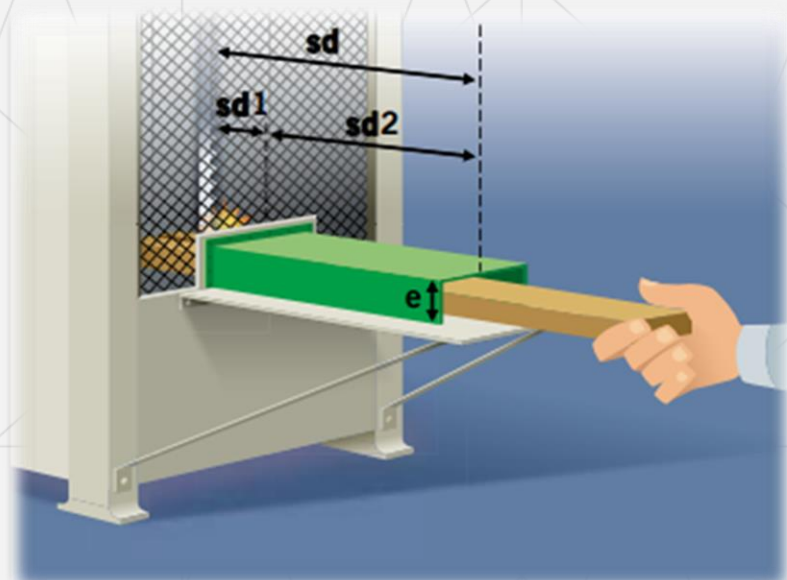
מה עושים כאשר נדרש פתח בצורה לא סטנדרית (לא מרובע, עגול, חריץ)?

משרטטים על הצורה את שלושת הצורות ובוחרים בהתאם ל e מהו ה sd הקטן ביותר המתקבל עבור שלושת הצורות



תכנון מגן מרחק – מנהרה

מחיצה מסוג מנהרה מיועדת להכנסה / יציאה של חומר מהמכונה



e – המימד הקטן ביותר של הפתח

sd1 – מרחק בטיחות שבין אזור הסכנה למגן/גדר

sd2 – מרחק בטיחות מהמגן/גדר לבין העובד

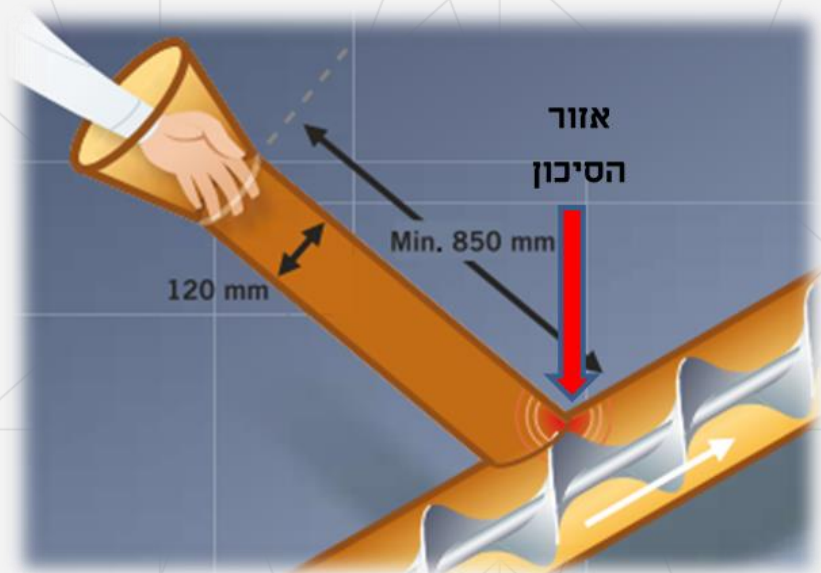
$sd2 + sd1 = sd$ מרחק בטיחות שבין אזור הסכנה לעובד

תכנון מגן מרחק – מנהרה

מחיצה מסוג מנהרה מיועדת להכנסה / יציאה של חומר מהמכונה

e – המימד הקטן ביותר של הפתח

sd = מרחק בטיחות שבין
אזור הסכנה לעובד



Part of body	Illustration	Opening	Safety distance, s_r		
			Slot	Square	Round
Arm up to junction with shoulder זרוע היד עד לכתף		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/rg-597.pdf>

תכנון מגן מרחק – מנהרה

מחיצה מסוג מנהרה מיועדת להכנסה / יציאה של חומר מהמכונה

פתרון נוסף – תכנון מנהרה שתאפשר הכנסת חומר אך לא תאפשר את הכנסת איברי הגוף



<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/rg-597.pdf>

הגנה על העובד – אנרגיה כלואה

סרטון הדרכה לקורס רובוטיקה באוניברסיטת שםפּרה. הסרטון ממחיש את האנרגיה הקינטית של רובוט תעשייתי כבד במשקל 225 ק"ג בתנועה הפוגע בבובה מדמה עובד בתחנה



הגנה על העובד – אנרגיה כלואה

הצלפה של זרנוק הצינור – זרנוק תחת אנרגיה כלואה בו קצה לא מאובטח שמשתחרר כאשר תחת לחץ נוטה להצליף אם אין לו אבטחה וגורם לפגיעה עד מוות או לנזק עד הרס



הגנה על העובד – אנרגיה כלואה



מקרה בוחן – ע"א 697/72

קצת מאחור, ומימין למקדחה עמדה
משחזה שהיתה אז בפעולה

ברוח שבין שולחן המקדחה
והמשחזה עברה באותו זמן מלגזה



על המעביד לגדר את המשחזה מפני פגיעת רסיסים או גיצים, ומשלא עשה כן, הוא הפר את חובת הגידור לבטח של חלק מסוכן במכונה. חובה זו משתרעת לא רק כלפי מי שעובד על המכונה, אלא גם על כל מי שעובר לידה

לעובדים

הוראת העבודה – עבודה ליד אבן משחזות מחייבת שימוש במשקפי מגן

המחזיק במקום העבודה טען, שסיפק לעובדים משקפי מגן, וכי העובד לא הרכיבם

בית המשפט העליון קובע, שלא היה עליו להרכיבם, משום שלא עבד על המשחזה, אלא רק עמד בקירבתה



הגנה על העובד – מקרה בוחן

הגנה על העובד – מקרה בוחן

הגנה על העובד – מקרה בוחן

הגנה על העובד – אפקט מגנוס

אפקט מגנוס

גלים מסתובבים גורמים לזרמי אוויר

אשר עלולים לסייע בלכידת

חלקי לבוש רפויים ולא מהודקים



הגנה על העובד – כישלון המיגון

מדוע אם כך מתרחשות תאונות עם מכונות...?

- מיגון לא מתאים
- מיגון נותן מענה חלקי
- מיגון לא עומד בדרישות החוזק וכשל
- אין מנגנון הגנה לכשל במיגון
- מיגון המפריע לביצוע העבודה
- מיגון מתיישן ונשחק
- מעקפי מיגון
- הסרת מיגון

סיכונים אופייניים



➤ סיכונים פיזיקליים

➤ תאוצה ותאומה

➤ חום וקור

➤ חשמל ואלקטרוניקה

➤ קרינה

➤ סיכונים כימיים

➤ חומרים מסוכנים / נפץ

➤ אש

➤ רעלים

➤ סיכונים מכניים

בטיחות במערכות מכניות - סיכום

כדי למזער את הסיכונים במקום העבודה עליך להכיר את סוגי

הסיכונים היכולים להתרחש ולפעול למזעורם

