

28/03/2026

לכבוד: וועדת חריגים במשרד הכלכלה והתעשייה

**הנדון: החרגת ת"י 4466 חלק 3- פלדה לזיון בטון: מוטות מצולעים.
מהאסדרה האירופאית "מה שטוב לאירופה טוב לישראל".**

איגוד המהנדסים לבנייה ולתשתיות (להלן: "האיגוד") הינו איגוד מקצועי (עמותה ללא מטרות רווח), הפועל במסגרת לשכת המהנדסים, האדריכלים והאקדמיים במקצועות הטכנולוגיים, לקידום איכות הבניה בישראל. ככזה, חברי האיגוד משתתפים באופן פעיל בוועדות התקינה במכון התקנים הישראלי.

איגוד המהנדסים לבנייה ותשתיות מבקש להתריע ולהזהיר מהחלת הרפורמה "מה שטוב באירופה טוב לישראל" (תיקון מס' 19 לחוק התקנים אשר יכנס לתוקפו עבור מוצרי בנייה בחודש ינואר 2027), על תקן הפלדה לזיון בטון, ת"י 4466 חלק 3 (להלן: "התקן"). האיגוד מתנגד מקצועית להחלת הרפורמה על התקן הנדון, וקוראת להחריג את תקן הפלדה הישראלי מתחולת הרפורמה. וזאת מהטעמים שיפורטו להלן:

1. העדר תקן אירופי מתואם (הרמוני).

האסדרה האירופית מבוססת על קיומו של תקן מתואם (Harmonized), אך מאז שנת 2006 לא קיים תקן אירופי מתואם לפלדה.

בשנת 2005 פורסם תקן EN10080:2005 כתקן הרמוני. בתאריך 5/12/2006 הנציבות של קהילת האיחוד האירופאי (Commission of the European Communities) הוציאה מסמך (EC2006/893, מצ"ב) המנמק מדוע אין להסתמך על תקינה אחידה בתחום פלדת הזיון לבטון. וביטול תקן EN10080:2005 כתקן הרמוני. הנימוק העיקרי לביטול מעמדו של התקן כתקן הרמוני הינו חוסר בהגדרות טכניות, לרבות סיווג הפלדות, ותכונות ביצוע נדרשות. אי התייחסות לנושא זה קריטי במיוחד כאשר מדובר בעמידות מכנית ויציבות של מבנים באזורים סיסמיים.

אפעל 25, בית אמות פלטינום, קומה 9, קריית אריה, פתח תקווה 4951125

טל': 03-7524075 | פקס: 03-7524076 | דוא"ל: info@engineering.org.il

אתר: www.engineering.org.il

המצב כיום הוא שכל אחת מ 27 מדינות האיחוד האירופאי מחזיקה בתקן לאומי של פלדות זיון. כאשר כל אחת מהן מגדירה את דרישות התפקוד וההרכב הכימי הנדרש בהתאם לתנאים הסיסמיים והאקלימיים החלים במדינה הספציפית.

2. תנאי הבנייה בישראל.

ישראל מתמודדת עם שילוב ייחודי של פעילות סיסמית גבוהה ואיזמים ביטחוניים (הדף ופיצוצים). תחת תנאים ייחודיים אלו, תקן הפלדה הישראלי הקיים נבנה לאורך שנים כדי להבטיח עמידות מקסימלית של מבנים במאמצים האופייניים לסיכונים הנ"ל. התקן הישראלי מחייב רמות משיכות ורתיכות גבוהות במיוחד כדי למנוע קריסת מבנים בעומס קיצוני, תכונות שהן קריטיות למדינת ישראל. לדוגמה הפגיעה הישירה של טיל בליסטי במגדל דה ווינצ'י בתל אביב-המבנה נפגע, אך לא קרס בין השאר בזכות ספיגת האנרגיה הגבוהה שנספגה בזכות התארכות פלדת הזיון.

כאמור, החלת הרפורמה על פלדת הזיון תביא לכניסת פלדות שונות, בעלות הרכבים ותכונות שונות, שלא נבדקו לתנאים הייחודיים הקיימים בישראל. גם לו היה תקן הרמוני-אירופאי אחד הרי שיש חובה להבטיח כי תקן זה נותן מענה למאפיינים הייחודיים של ישראל. על התקן להגדיר הגדרות וסיווגים של פלדות והתאמה לאזורים סיסמיים ותנאי אקלים, לרבות הגדרות חוזק, התארכות, הרכבים, בדיקות וכיוצ"ב. מתכנן השלד הישראלי צריך להיות בטוח שהפלדה שמיובאת לישראל תואמת לתכונות הפלדה שעל פיה הוא מתכנן את שלד המבנה. דבר זו אפשרי רק במקרה של הגדרה אחידה לתכונות הפלדה המיושמת בבנייה בישראל.

3. מטרת הרפורמה פתיחת שווקים ועידוד תחרות

אחת מהמטרות המרכזיות של הרפורמה היא הפחתת יוקר המחיה באמצעות פתיחת שווקים ליבוא. אולם בתחום הפלדה כ-80% מהפלדה בישראל היא מיבוא. והתעשייה המקומית כוללת שני מפעלים בלבד. ישראל צורכת כ-2.5 מיליון טון פלדה לבניין בשנה ומזה כ- 2 מיליון טון שמקורו ביבוא.

ישראל מייבאת פלדת זיון ביניהם מטורקיה, סין, איטליה, ספרד, ופורטוגל ממפעלים העומדים בדרישות התקן הישראלי.

כלומר, השוק כבר פתוח ותחרותי.

אפעל 25, בית אמות פלטינום, קומה 9, קריית אריה, פתח תקווה 4951125

טל': 03-7524075 | פקס: 03-7524076 | דוא"ל: info@engineering.org.il

אתר: www.engineering.org.il

4. סיכום – קריאה להחרגת תקן הפלדה

אנו קוראים להחריג את תחום הפלדה מהרפורמה.

בענף הבניה והתשתיות פלדה אינה מוצר מדף. בדומה ואולי אף יותר ממדינות האיחוד האירופאי, ישראל חייבת תקן משלה על מנת להבטיח כי כל פלדת זיון המיובאת לארץ עומדת בתקן הישראלי, העונה לצרכים הפיזיים, הביטחוניים וההנדסיים הייחודיים של ישראל.

הבטיחות המבנית והציבורית בישראל היא קו אדום ואינה יכולה להיות חלק מניסוי רגולטורי.

יהיה זה בלתי אחראי בלשון המטה, לסכן את אוכלוסיית המדינה על ידי יבוא ברזל בניין ללא פיקוח קפדני ביותר וללא מתן ביטחון וודאות למתכנן, לבונה ולמשתמש בכך, שהפלדה מתאימה לשימוש בישראל.

בהעדר תקן אירופי מתואם (הרמוני), המתאים גם לתכנון מבנים בתנאים סיסמיים, עמידים ברעידות אדמה ובפיצוצים, לא ניתן לאפשר יבוא לארץ של ברזל בניין בדרך אחרת מהדרך בה נעשה כיום.

אם מה שטוב לאירופה טוב לישראל אזי כמו ב-27 המדינות החברות באיחוד, גם לישראל חייב להיות תקן רשמי משלה לפלדה לבניין ומשכך מבוקש להחריג את התקן מהרפורמה. ככל ויהיה תקן אירופאי הרמוני לפלדת זיון, ולאחר בחינה של התאמתו לתנאים הקיימים בארץ ניתן יהיה לבחון הכללתו ברפורמה.

בברכה,

חמוטל בן יעקב, מהנדסת אזרחית

תחום תקינה ורגולציה

איגוד המהנדסים לבנייה ותשתיות



ישראל דוד M.Sc.

מ"מ יו"ר

איגוד המהנדסים לבנייה ותשתיות

העתקים:

ח"כ ניר ברקת - שר הכלכלה והתעשייה
ח"כ חיים כץ – שר הבינוי והשיכון
איגור דוסקולביץ -הממונה על התקנה

נספחים:

- מסמך הנציבות האירופית משנת 2006.
- סקרה מקצועית של תקני פלדת זיון- אנדרי ויידה

אפעל 25, בית אמות פלטינום, קומה 9, קריית אריה, פתח תקווה 4951125

טל': 03-7524075 | פקס: 03-7524076 | דוא"ל: info@engineering.org.il

אתר: www.engineering.org.il

COMMISSION DECISION

of 5 December 2006

on the withdrawal of the reference of standard EN 10080:2005 'Steel for the reinforcement of concrete — Weldable reinforcing steel — General' in accordance with Council Directive 89/106/EEC

(notified under document number C(2006) 5869)

(Text with EEA relevance)

(2006/893/EC)

THE COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES,

(2) Italy and the Commission have raised formal objections in respect of standard EN 10080:2005.

Having regard to the Treaty establishing the European Community,

(3) The Italian formal objection was lodged on the grounds that EN 10080:2005 does not satisfy the essential requirement of mechanical resistance and stability in Annex I to Directive 89/106/EEC as it does not differentiate clearly the intended use of the reinforcing steels, i.e. the reinforcing steel with specific performance required for use in seismic areas which is an important safety issue of works regulated in Italy.

Having regard to Council Directive 89/106/EEC of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products ⁽¹⁾, and in particular Article 5(1) thereof,

Having regard to the opinion of the Standing Committee on Construction,

(4) The Commission's formal objection was lodged on the grounds that the Annex ZA to EN 10080:2005 foresees the indication of the performance characteristics according to technical classes, while the standard itself neither defines the technical classes nor the corresponding technical performance characteristics.

Having regard to the opinion of the Standing Committee set up in accordance with Article 5 of Directive 98/34/EC of the European Parliament and of the Council of 22 June 1998 laying down a procedure for the provision of information in the field of technical standards and regulations and of rules on Information Society Services ⁽²⁾,

(5) In the light of the results of the examination of the objections raised against the reference of standard EN 10080:2005 'Steel for the reinforcement of concrete — Weldable reinforcing steel — General', the reference of standard EN 10080:2005 should be withdrawn from the list of harmonised standards in the *Official Journal of the European Union* with the result that compliance with relevant national standards transposing the harmonised standard EN 10080:2005 no longer confers the presumption of fitness for use and of conformity to the relevant provisions of Directive 89/106/EEC,

Whereas:

(1) The standard EN 10080:2005 'Steel for the reinforcement of concrete — Weldable reinforcing steel — General' was established by the European Committee for Standardisation (CEN) on 21 April 2005. The reference of that standard was published in the *Official Journal of the European Union* in accordance with Article 7(3) of Directive 89/106/EEC, first on 14 December 2005 ⁽³⁾ and again on 8 June 2006 ⁽⁴⁾.

HAS ADOPTED THIS DECISION:

Article 1

The reference of standard EN 10080:2005 'Steel for the reinforcement of concrete — Weldable reinforcing steel — General', is withdrawn from the list of harmonised standards published in the *Official Journal of the European Union*.

⁽¹⁾ OJ L 40, 11.2.1989, p. 12. Directive as last amended by Commission Decision 2006/190/EC (OJ L 66, 8.3.2006, p. 47).

⁽²⁾ OJ L 204, 21.7.1998, p. 37. Directive as last amended by the 2003 Act of Accession.

⁽³⁾ OJ C 319, 14.12.2005, p. 1.

⁽⁴⁾ OJ C 134, 8.6.2006, p. 1.

Article 2

This Decision is addressed to the Member States.

Done at Brussels, 5 December 2006.

For the Commission
Günter VERHEUGEN
Vice-President

שלום רב,

מצרפת סקירת התקינה הבינלאומית לתחום הפלדה/ברזל לבניין:

העדר תקן אירופי מותאם

תיקון מס' 19 לחוק התקנים 1953, אשר נכנס לספר החוקים של מדינת ישראל בתאריך 11.8.2024 מאמץ את ה"הסדרה האירופית", כלומר, תו התקן האירופי ההרמוני יהיה במעמד של התו התקן הישראלי ביבוא לארץ.

"ההסדרה האירופית" בנושא שלנו המובאת בהחלטה
REGULATION (EU) 305/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE CONCIL of 9 March 2011
קובע, שההסדרה מבוססת על תקן אירופי מתואם (הרמוני).

ARTICLE 3 של ה-REGULATION מכתוב את היסודות לבניית תקן אירופי מתואם (HARMONIZED STANDARD)

Basic requirements for construction works and essential characteristics of construction products

1. The basic requirements for construction works set out in Annex I shall constitute the basis for the preparation of standardisation mandates and harmonised technical specifications.
2. The essential characteristics of construction products shall be laid down in harmonised technical specifications in relation to the basic requirements for construction works.

ARTICLE 2 מסביר מה זה תקן אירופי מתואם (HARMONISED STANDARD):

10. 'Harmonised technical specifications' means harmonised standards and European Assessment Documents;

11. 'Harmonised standard' means a standard adopted by one of the European standardisation bodies listed in Annex I to Directive 98/34/EC, on the basis of a request issued by the Commission, in accordance with Article 6 of that Directive;

חוק התקנים קובע בסעיף 12 (א) (1):

"תקן אירופי מתואם" – תקן של האיחוד האירופי, שבהתאם לקביעת האסדרה האירופית המאומצת חזקה כי עמידה בו, כשלעצמו או בשילוב עם תנאים נוספים שנקבעו באותה אסדרה, מהווה עמידה באסדרה האמורה; (Harmonised Standards).

תקן אירופי מתואם הוא לפי פסקה 11 של ARTICLE 2 של הרגולציה קובע שזה תקן, אשר התקבל על ידי אחד משלושה גופים אירופיים לתקינה המובאים בדירקטיבה EC 98/34:

CEN- European Committee for Standardization;

Cenelec - European Committee for Electrotechnical Standardization;

ETSI – European Telecommunications Standard Institute

בסעיף 10 ה', חוק התקנים קובע את אופן ביצוע של בדיקת ההתאמה לדרישות ההסדרה המאומצת:

10ה. (א) בדיקת ההתאמה לדרישות האסדרה האירופית המאומצת תיעשה בדרך של בדיקת העמידה בדרישות התקן האירופי המתואם כהגדרתו בסעיף 12(א) (1), המשויך לאסדרה האירופית המאומצת, ואם אין תקן אירופי כאמור – תיעשה הבדיקה בדרך אחרת הקבועה באותה אסדרה.

1. כבר בשנת 2005 התקבל תקן EN10080:2005 כתקן אירופי מתואם (הרמוני) על ידי CEN. עם זאת לאחר כשנה, בשנת 2006 התקן הנ"ל, כתקן מתואם (הרמוני) בוטל ומעל 20 שנה נמצא ברביזיה.

1. בהחלטה של הוועדה "COMMISSION DECISION of 5 December 2006" לגבי תקן הרמוני 100 80:2005-EN הוחלט:

The reference of standard EN 10080:2005 "Steel for reinforcing of concrete-...is withdrawn from list of harmonized standards...

COMMISSION DECISION

of 5 December 2006

on the withdrawal of the reference of standard EN 10080:2005 'Steel for the reinforcement of concrete — Weldable reinforcing steel — General' in accordance with Council Directive 89/106/EEC

(notified under document number C(2006) 5869)

(Text with EEA relevance)

(2006/893/EC)

2. לא זו אף זו, הסיבה העיקרית לביטול מעמדו כתקן הרמוני היתה הטענה של המדינות החברות שהתקן לא עומד בדרישות בסיסיות להבטחת עמידה במאמצים מכניים, לא מבטיח יציבות המבנים ולא מתיחס לדרישות מברזל בניין באזורים סיסמיים:

(2) *Italy and the Commission have raised formal objections in respect of standard EN 10080:2005.*

(3) *The Italian formal objection was lodged on the grounds that EN 10080:2005 does not satisfy the essential requirement of mechanical resistance and stability in Annex I to Directive 89/106/EEC as it does not differentiate clearly the intended use of the reinforcing steels, i.e. the reinforcing steel with specific performance required for use in seismic areas which is an important safety issue of works regulated in Italy.*

(4) *The Commission's formal objection was lodged on the grounds that the Annex ZA to EN 10080:2005 foresees the indication of the performance characteristics according to technical classes, while the standard itself neither defines the technical classes nor the corresponding technical performance characteristics.*

3. במסמך של EUROPEAN COMMISSION מתאריך 9.11.2023 "SUMMARY OF HARMONISED STANDARDS PUBLISHED IN THE OFFICIAL JOURNAL- "REGULATION 305/2011 המונה על 65 עמודים את כול התקנים המתואמים (הרמוניים) של האיחוד האירופי לא מופיע התקן EN 10080:2005 וגם לא תקן אחר המכסה את הפלדה לבניין.

4. תקן EN 1992-1-1 EUROCODE 2 במהדורה 2023 בסעיף 5.2 REINFORCING STEEL בהערה 2 כותב:

NOTE 2 *The harmonized product standard EN 10080 for reinforcing steel is currently under development .*

5. מכאן ברור שלא קיים מאז 2006 תקן אירופי מתואם (הרמוני).

6. עם זאת, אחרי עבודה כ-18 שנים, הוועדה האירופית פרסמה טיוטת רביזיה לתקן 10080:2005, בשם DRAFT prEN 10080:2023

STEEL FOR REINFORCEMENT OF CONCRETE – WELDABLE REINFORCING – STEEL

כבר בפתח התקן בפרק INTRODUCTION נכתב:

prEN 10080:2023 (E)

Introduction

This document does not define levels or classes. They should be defined in accordance with this document by values for R_m , R_e , A_{gt} , R_m/R_e , $R_{e,act}/R_{e,nom}$. (if applicable), fatigue strength (if required), cyclic load strength (if required), strength at elevated temperature (if required), bendability, weldability, bond strength, shear force of welded or clamped joints (for welded fabric or lattice girders) and tolerances on dimensions.

7. למעשה, טיוטת התקן לא מגדירה סוגי פלדה, דרישות לסוגי פלדה שונים ולא מתייחס, ולו במילה, לנושא שבעקבותיו בוטל מעמדו בשנת 2006, הטענה שהתקן EN 10080:2005 אינו עומד בדרישה המהותית של עמידות מכנית ויציבות המפורטת בנספח I, Directive 89/106/EEC, משום שהוא אינו מבדיל בצורה ברורה בין ייעודי השימוש של פלדות הזיון, כלומר בין פלדת זיון בעלת ביצועים מיוחדים הנדרשים לשימוש באזורים סייסימיים – נושא בטיחותי חשוב בעבודות בנייה המוסדרות באיטליה. כלומר, טיוטת התקן סובלת בדיוק מאותם החולאים שבעקבותיהם נשלל מעמדה בשנת 2006.
8. ההגדרה היחידה בטיטת התקן היא של ההרכב הכימי (בגלל הגדרת התקן עצמו כתקן לפלדה רתיכה) בטבלה 2 – CHEMICAL COMPOSITION. אבל, גם כאן, השינוי היחידי ממהדורה 2005, הכנסת שיעור מזערי של נחושת 0.03%, בדומה לשיעור מזערי של ונדיום 0.02% בתקן הישראלי. עם זאת, מטרת תוספת סיגסוג על ידי ונדיום ברורה ומתוארת בכול ספרות מקצועית כאלמט המסגסג את הפלדה ומקשה אותה, ואילו תוספת נחושת מוכרת כיסוד בלתי המזהם בפלדה פחמנית.
9. גם אחרי העדכון, טיוטת התקן נראת כמדריך למונחים והגדרות, לשיטת בדיקה וכיו"ב ולא לתקן הקובע חד משמעית מה מתאים ומה לא מתאים ואילו חוזקים מינימליים לקחת למתכנן בחשבון בחישובים.
10. ההוכחה הטובה ביותר לכך שלא מוכר באירופה תקן המקובל על כול המדינות חברות היא, שמפעלים באירופה הנוהגים לייצא ברזל לבניין למדינות אירופה אחרות, מחזיקים בהסמכה לתקנים של אותן המדינות היעד. לדוגמה מפעל FERALPI SIDERURGICA הנמצא בצפון איטליה והמייצא למדינות רבות כולל מדינות אירופה שכנות, מחזיק בהסמכה לתקנים לברזל בניין של לפחות 15 מדינות אירופה כדלקמן: צרפת, גרמניה, אוסטריה, שוויץ, פולין, סלובקיה, קרואטיה, סלובניה, רומניה, צ'כיה, בולגריה, בלגיה, הולנד, סרביה והממלכה המאוחדת.
11. המצב במדינת ישראל זהה לחלוטין: מדינות רבות מייצאות ברזל לבניין ישראל ובינן תורכיה, רוסיה, איטליה, ספרד, פורטוגל, ירדן, שמפעליהם הוסמכו לתו התקן הישראלי ובדיקות ההתאמה לתקן

לגביהם זהות לאלה של היצרנים המקומיים.
כמו כן, מפעלים ממדינות אחרות לדוגמה מסין, החפצים לייצא לישראל, נמצאים בתהליך של הסמכה לתקן ישראלי.

12. האיחוד הארופי כולל 27 מדינות, כולן מחזיקות בתקן לאומי וכאמור, אלה החפצים ליצא, מסמיכים את המפעלים שלהם לתקנים של אותן מדינות היצא.

13. התקנים באותן המדינות שונות בינם לבין עצמם גם בנפח (התקן הגרמני על 13 עמודים, התקן הפיני על 107 עמודים והתקן היווני על 132 עמודים) וגם בתוכן; ובוודאי שונים מהתקן הבין לאומי אותו אימצה מדינת ישראל כתקן רשמי לדוגמה:

a. התקן האיטלקי (מדינה סיסמית) ITALIAN STANDARD FOR D.M.17.01.2018 REINFORCING STEEL שקיבל תוקף בשנת 2018, לא כולל כלל פלדה C 500 הנהוגה בארץ, בה מתוכננים כול המבנים בארץ אלא פלדה C 450.

b. התקן הגרמני לברזל בניין DIN 488-1:2009-08 שקיבל תוקף בשנת 2009, כולל אומנם פלדה B 500, אך היא פלדה שלא מתאימה לאזורים סיסמיים בגלל תכונות פלסטיות נחותות (יחס בין כניעה לקריעה 1.08 לאומת 1.15 בתקן ישראלי, והתארכות 5% לעומת 7.5%)

c. התקן השוודי SVENSK STANDARD SS 212540 קיבל תוקף בשנת 2011, מגדיר את חוזק הכניעה הדרוש לפלדה 400 מפ"ס מינימום – 600 מפ"ס מקסימום.

d. התקן הרומני STANDARD ROMAN SR 438-1, שתקף משנת 2012, מגדיר פלדה PC 60 עם חוזק כניעה שונה לקוטרים שונים: עד קוטר 12 מ"מ 420 מפ"ס, עד קוטר 28 מ"מ 405 מפ"ס, מעל קוטר 28 מ"מ 395 מפ"ס לעומת 500 מפ"ס לפחות לכלל הקוטרים בתקן ישראלי.

14. המתכנן הישראלי יכול לתכנן מבנה לפי כול תקן המוכר לו, אלא שהוא לא יכול לדעת מראש בשלב התכנון באיזו פלדה זיון ולפי איזה תקן אירופי יבנה המתקן, אם לא תהיה אחידות של דרישות תקן. כמו כן, תקן 466 (חוקת הבטון) הישראלי המבוסס על תקן אירופי EN 1992-1-1 מנובמבר 2023 מגדיר את סוגי הפלדה כפי שהם מאומצים בישראל ומופיעים בתקן 3-4466.

15. מדינת ישראל צורכת כ-2.5 מיליון טון פלדה לבניין בשנה ומזה כ-2 מיליון טון שמקורו ביבוא. יהיה זה בלתי אחראי בלשון המטה, לסכן את אוכלוסיית המדינה על ידי יבוא ברזל בניין ללא פיקוח קפדני ביותר וללא מתן בטחון למתכנן, לבונה ולמשתמש בכך, שהמבנה מתאים לשימוש ולא מסכן את חייב.

16. אי לכול האמור לעיל, ובהעדר תקן אירופי מתואם (הרמוני), המתאים גם לתכנון מבנים בתנאים סיסמיים, עמידים ברעידות אדמה ובפיצוצים, לא ניתן לאפשר יבוא לארץ של ברזל בניין בדרך אחרת מהדרך בה היבוא נעשה כיום.

סקירת תקנים ארופיים (ראה לוח 1 להלן)

בהמשך לסקירה של הספרות בנושא של תקנים אירופאים בכלל, בצעתי סקירה של ההבדלים בין התקנים הישראלי ואירופיים בהתייחסותם לתכולה של התקן, סוגים של הפלדה, תכונות, רתיכותם והתאמתם לסביבה סייסמית הקיימת בארץ.

בסקירה בחנתי בהשוואה לתקן ישראלי חמישה תקנים של מרכז אירופה, שני תקנים של סקנדינביה ושני תקנים של מזרח אירופה – כולם מדינות של EU.

התקן הישראלי 466 המבוסס על EUROCODE תקן EN 1992-1-1:2023, כמו גם מרבית התקנים האירופיים, קובעים תכולת פחמן מירבית בפלדה לזיון בטון 0.24%, שהיא פלדה דלת פחמן הניתנת לריתוך בתנאים רגילים.

תכולת פחמן נמוכה נדרשת כאמור לעיל, כדי להבטיח רתיכות הפלדה בייצור אלמנטים מרותכים, רשתות לזיון בטון, כלונסאות וכיו"ב במטרה לקדם תיעוש ענף הבנייה.

כדי לייצר פלדה דלת פחמן עם תכונות חוזק ומשיכות גבוהים, קיימות שתי דרכים:

1. סיגסוג על ידי אלמנטים מסגסגים (MICROALLOYING).
2. חיסום (QUENCHING) על ידי קירור מהיר, הגורם לשינוי המיקרוסטרוקטורה של הפלדה (מפרר/פרליט למרטנסיט).

ההבדל העיקרי בין הפלדה שמיוצרת לפי תקן ישראלי לבין חלק מתקנים אירופיים, הוא בכך שהפלדה המיוצרת לפי תקן ישראלי, מוקשת על ידי **סיגסוג מחויב על ידי התקן**, לעומת מרבית תקנים אירופיים שמאפשרים לשיקול דעת היצרנים את שתי הדרכים.

ברור לחלוטין, שפלדה דלת פחמן, המוקשת באמצעות חיסום (חימום מעל טמפרטורה 730 מעלות וקירור מהיר), מאבדת את תכונות החוזק והמשיכות שלה בעיקבות ריתוך (חימום והיתך מקומי) וקירור לא מבוקר. תקן NZS 3101, שהוא תקן מבני בטון מזוין של ניו זילנד (מדינה סייסמית), בפרק C8.5 קובע:

"In-line quenched and tempered bars are subject to loss of strength when welded"

"C8.5.2 In-line quenched and tempered steel bars

Welding of in-line quenched and tempered bars can have detrimental effects on the strength and ductility of the bars and associated connection. AS 3600 requires designers to assume that the strength of such reinforcement has a design strength of 250 MPa when raised to the temperatures associated with welding, galvanising or hot bending. Such a requirement is considered inappropriate in a seismically active country where concentration of yielding at a weld position would be undesirable and could result in brittle failure."

תקן AS 3600 (CONCRETE STRUCTURES) האוסטרלי קובע למעשה, שעל המתכנן להתייחס לכול פלדה לזיון בטון, שהוקשתה על ידי חיסום ורותכה, **כפלדה עם חוזק כניעה 250 מגפ"ס (לא 500 מגפ"ס)**. פרוש ההוראה, שכול אלמנט זיון שנעשה בו ריתוך, חייב להיות כבד פי שתיים מאשר אותו אלמנט שלא רותך. יתר על כן, התקן אומר שריתוך פלדה דלת פחמן מחוסמת, יכול מקרה לא רצויה באיזורים סייסמיים.

מכול התקנים שנסקרו מלבד התקן הישראלי, רק שני תקנים אירופיים מגדירים ברזל זיון לא מחוסם:

התקן האיטלקי DM 17.01.2018, אשר דורש חוזק כניעה 450 מגפ"ל (דומה לפלדה ישראלית פ-400) שניתן להקשות בקירור זהיר ללא חיסום וללא סיגסוג, והתקן הרומני SR 438-1:2012, אשר דורש חוזק כניעה 405 מגפ"ס לסוג PC60, זהה לתקן ישראלי פ-400 שגם לא דורש סיגסוג.

התקנים הצרפתי NF A35-080-1:2013, והסקנדינביים (SS 212540:2011 SFS 1300:2017) מציגים גם פלדות 400 ופלדות 450, בהם ניתן להגיע לדרישות התקן ללא חיסום, לעומת פלדות 500 ופלדה פ-500 הישראלית.

על התקן האירופי EN 10080:2005 שפורסם בזמנו במעמד תקן אירופי מתואם, כמו גם על ביטול מעמדו כתקן מותואם והסיבות לכך ראו סעיפים 1-3 לעיל.
גם בנושא טיות התקן שפורסמה להתייחסות הציבור EN10080: 2023,pr, דנו בסעיפים 7-9 לעיל.

סקירת תקנים סייסימיים (ראה לוח 2)

כדי להראות שמדינות רבות הממוקמות באיזורים סייסימיים כן מתייחסות לנושא הסייסימי, להלן סקירה של תקנים לפלדות המחייבות ייצור פלדה סייסימית ללא חיסום.

לצורך הדגמה נלקחו תקנים הבאים:

ארה"ב תקן ASTM A706/A706M-22a

קנדה תקן G30.18-09

יפן תקן JIS G3112:2010

אוסטרליה וניו זילנד תקן AS/NZS 4671:2019

סין GB/T 1499.2-2018

ארה"ב היחידה בין הנסקרות שמחזיקה בשני תקנים: תקן A615/615M-09b לפלדות זיון רגילות, ותקן **ASTM A706/A706M-09b** לפלדות זיון מיוחדות עם הגדרה כדלקמן:

"1.1 General—This specification covers deformed and plain low-alloy steel bars in cut lengths or coils for concrete reinforcement intended for applications where restrictive mechanical properties and chemical composition are required for compatibility with controlled tensile property applications or to enhance weldability."

פלדה הנ"ל נמצאת בשימוש באיזורים סייסימיים של ארה"ב כמו קליפורניה, אורגון, אלסקה וכיו"ב.

למרות שבהרכב הכימי של הפלדה הנ"ל לא מוגדר באופן ספציפי אלמנט מסגסג, ההגדרה של LOW-ALLOY, הדרישה להתארכות גבוה ותכולת פחמן 0.33%, המאפשרת ייצור ללא חיסום מבטיחים פלדה לא מחוסמת.

תקן קנדה **G30.18-09** דומה מאוד לתקן ארה"ב, ההבדל שהוא כולל ארבע סודים של פלדה ולא סוג אחד כמו בתקן ASTM של ארה"ב.

כול יתר הדרישות והגדרות זהות לאלה של ASTM A706-22a.

התקן היפני **JIS G 3112:2010** מגדיר שבעה סוגים של פלדה, מזה חמישה סוגים של ברזל בניין מצולע. ככול חמשת הסוגים הנ"ל מותרת תכולת פחמן גבוה, מרמה של 0.27% לפלדה 295 ופלדה 345, 0.29% לפלדה 390, 0.32% לפלדה 490, הרלוונטית להשוואה לתקן ישראלי.

התקן מאפשר כאמור לעיל, לסוג פלדה **SD 490**, הדומה לפלדה 500 ישראלית תכולת פחמן 0.32%, דבר המאפשר הקשייה ללא חיסום. כמו כן, על מנת להבטיח משיכות גבוה, התקן דורש יחס בין גבול קריעה לגבול כניעה 1.25, כמו בתקנים של ארה"ב וקנדה.

התקן האוסטרלי/ניו זילנדי **AS/NZS 4671:2019** כולל שבעה סוגי פלדה, מזה שני סוגים של פלדה סייסימית: 300E ו-500E. דרישות של התקן לסוגים אלה כוללות התארכות גבוהה מאוד: 15% לפלדה 300E ו-10% לפלדה 500E. כמו כן, כאמור לעיל, תקן AS 3600 (CONCRETE STRUCTURES), ותקן NZS 3101 קובעים, שפלדה המוקשת בעזרת חיסום מאבדת את חוזקה כתוצאה מריתוך (ראה התייחסות לעיל).

התקן **GB/T 1499-2-2018** הסיני, כולל חמישה סוגי פלדה: שלושה סוגים של פלדה רגילה (HRB 400, HRB 500, HRB 600) ושני סוגים של פלדה סיסמית (HRB 400E, HRB 500E). מבחינת הרכב כימי, הדרישות לכול חמשת סוגי הפלדה זהות. לעומת זאת, הדרישות לתכונות מכאניות שונות: לפלדה HRB 400E ופלדה HRB 500E נדרשת התארכות 9% יחס בין חוזק קריעה לחוזק כניעה 1.25.

יתר על כן, על מנת למנוע אפשרות של חיסום ושינוי מיקרו-סטרוקטורה של הפלדה, התקן דורש בדיקת הפרש קושי השוואתי בין הליבה של מוט הפלדה לבין טבעת החיצונית של המוט. במידה והפרש בקושי הינו עד מקסימום 40 יחידות בסקלה VICKERS הפלדה מתאימה לתקן ומעבר לכך היא פסולה.

לא זו אף זו, התקן דורש בדיקה מטלוגרפית של מיקרוסטרוקטורה של חתך המוט, כאשר רק מיקרוסטרוקטורה (PEARLITE+FERRITE) של שטח החתך תקינת, ואילו מיקרוסטרוקטורה TEMPERED MARTENSITE אינה תקינת.

כולנו מכירים את הגישה המזלזלת במוצרים סיניים. עם זאת סין היצרנית הגדולה ביותר של פלדה בעולם, המיצרת יותר מחצי של סך הפלדה העולמית, פי כמה ממדינות כמו ארה"ב, רוסיה או הודו. כמו כן, הסין המדינה שהרגישה על בשרה את האסון הגדול ביותר של רעידת אדמה, כאשר ברעידת אדמה בטאנגשאן בשנת 1976 נהרגו בין רבע מיליון לשלושת רבעי מיליון איש מאוכלוסיית המקום. זו כנראה הסיבה להתייחסות כו רצינית ומקצועית לנושא ה"ל".

סיכום

1. ההסדרה האירופית מבוססת על הנחה, שקיים תקן אירופי מותאם (הרמוני), שהתקבל על ידי כול מדינות אירופה, עם סט ערכים, שעמידה בהם מבטיחה התאמה של המוצר, נשוא התקן, לדרישות שהתקן הנ"ל מציג.
 2. בתחום פלדה לזיון בטון, תקן כזה חייב לכלול מספר סוגים של פלדה, עם דרישות של הרכב כימי, תכונות גיאומטריות ומכניות, כולל התייחסות לרתיכות ועמידה בתנאים סייסימיים לכול אחד מסוגיו.
 3. תקן כזה לא קיים נכון להיום, וגם טיוטת התקן האירופי, שפורסמה בשנת 2023, אינה עונה לדרישות אלה, כי אין בה סוגי פלדה כלל, אין בה ערכים כלל, בהם כול סוג פלדה לזיון בטון חייב לעמוד.
 4. אין בתקן הזה ולו מילה אחת על נושא הסייסימיקה, שהוא נושא מאוד חשוב במדינה שלנו, שהיא מדינה עם סיכון גבוה של רעידות אדמה ולא רק.
 5. לא פחות סיכון מהווים המאמצים, דומים למאמצים של רעידות אדמה, הנגרמים מפיצוץ תחמושת ואוכלוסיית הארץ הווה אותם לעתים קרובות, כולל בימים אלה.
 6. באירופה 27 מדינות חברות עם 27 תקנים שונים. מדינה אירופית החפצה לייצא למדינה אירופית שכנה, עוברת תהליך הסמכה לתקן של המדינה השכנה, ע"מ לקבל אישור יבוא לאותה מדינה שכנה. סקירה של תקנים אירופים לעיל, כולל בטבלה 1 המצורפת, מראה שאין בתקנים אלה התייחסות ישירה לנושא רתיכות של פלדה שהוקשתה בתהליך חיסום, לעומת תהליך של הקשייה בעזרת סיגסוג.
 7. רק שתי מדינות (איטליה ורומניה) נותנות דרך לייצור פלדה ללא חיסום, אם כי ללא איסור חד משמעי של תהליך חיסום.
 8. טיוטת התקן האירופי אומנם מכלילה בהרכב הכימי תכולה מזערית של נחושת כאלמנט מסגסג, אך לא מסבירה מה מטרת הסיגסוג. נחושת נחשבת לאלמנט מזהם בפלדת זיון ולא מוכרת כאלמנט המשפר את התכונות המכניות של הפלדה, לעומת תכולה מזערית של ונדיום בתקן הישראלי, שהשפעתו על הפלדה מוכרת ומתוארת היטב בספרות מקצועית.
 9. בסקירה של תקני מדינות סייסימיות לעיל, כולל בטבלה 2 המצורפת, נסקרות תקנים של מדינות סייסימיות הבאות: ארה"ב, קנדה, יפן, אוסטרליה וניו זילנד, וסין.
 10. תקנים אלה, בניגוד לתקנים ארופיים, נותנים משקל לנושא סייסימי, גם אם לא בהכרח מדגישים את הסיבה לדרישה המביאה לכך.
 11. התקנים של ארה"ב קנדה ויפן מאפשרים תכולת פחמן גבוהה, המאפשרת קירור טבעי עם או בלי סיגסוג, אבל דורשים תנאי משיכות גבוהים, אשר לא ניתן לקבל בתנאי חיסום.
 12. התקן האוסטרלי וניוזזלנדי לא מאפשר ריתוך בפלדות מחוסמות מחד, ודורש גם הוא משיכות מוגברת מאידך.
 13. התקן הסיני, גם לא אומר שחיסום אסור, הוא פשוט דורש לבדוק את המיקרוסטרוקטורה של שטח חתך המוט ולוודא שמיקרוסטרוקטורה של השטח נוטרה ללא סימנים של חיסום ובכול זאת להשיג את החוזק ומשיכות של פלדה 500, דבר שבתנאים אלה ניתן להשיג רק בעזרת סיגסוג.
 14. כאמור לעיל, כ-80% מפלדה לזיון בטון הנצרכת באתרי בנייה בארץ, מקורה ביבוא מאירופה, מרוסיה, מסין, ומירדן, נראה לי שאין ולא נשקפת בעתיד סכנה כולשהי ליבוא, ואין בנייר זה כול מטרה לבלום את היבוא או להגן על התעשייה המקומית.
- לכן, בהינתן שיציבות המבנים שייבנו במדינת ישראל, בטיחות האוכלוסייה וחייה, גם מקרים של ראידות אדמה ו/או פעילות טרור או מלחמה, היא המטרה, אז אין לדעתי דרך אחרת אלא לשמור מכול משמר על איכות הפלדה לבניין שמיוצרת לפי תקן ישראלי.

אנדריי ויידה, מהנדס

בעל חברה ליעוץ הנדסי

TABLE 1

COUNTRY	STANDARD	SCOPE	GRADES	RELEVANT GRADE	YIELD STRENGTH MPA	RATIO Rm/Re	ELONGATION Agt%	MAX CARBON CONTENT %	STIPULATIONS TO CHEMISTRY	WELDABILITY
ISRAEL	SI 4466/3:2013	REBARS	S400D S500C S500D	S500C	500	RATIO Rm/Re 1.15-1.35	7.5	0.24	V or Nb or V+Nb =>0.02%	MICRO-ALLOYING
EUROPEAN	EN 10080:2005	REBARS MESH LATTICE GIRDERS	NO GRADES							
UNITED KINGDOM	BS 4449:2005	REBARS	B500A B500B B500C	B500C	500	RATIO Rm/Re 1.15-1.35	7.5	0.24		QUENCHING OR MICRO-ALLOYING
GERMANY	DIN 488-1:2009	REBARS MESH LATTICE GIRDERS	B500A B500B	B500B	500	RATIO Rm/Re 1.08 min	5.0	0.24	Cu <= 0.65	QUENCHING OR MICRO-ALLOYING
ITALY	DM 17.01.2018	REBARS MESH LATTICE GIRDERS	B450A B450C	B450C	450	RATIO Rm/Re 1.15-1.35	7.5	0.24		QUENCHING OR NATURAL COOLING
FRANCE	NF A35-080-1:2013	REBARS	B450B B450C B500A B500B B500C	B500C	500	RATIO Rm/Re 1.15-1.35	7.5	0.24		QUENCHING OR MICRO-ALLOYING
SWEDEN	SS 212540:2011	REBARS MESH LATTICE GIRDERS	A400-600 AB400- 600 B400- 600 C400- 600	C500	500	RATIO Rm/Re 1.15-1.35	7.5	INFORMATIVE 0.24		QUENCHING OR MICRO-ALLOYING
FINLAND	SFS 1300:2017	REBARS MESH	A400-700 B400-700 C400-700	C500	500	RATIO Rm/Re 1.15-1.35	7.5	0.24		QUENCHING OR MICRO-ALLOYING
POLAND	PN-H-93220:2018	REBARS RIBBED ROD	500	500	500	RATIO Rm/Re 1.15-1.35	8.0	0.24	Mn <= 1.65 Si <=0.60	QUENCHING OR MICRO-ALLOYING
ROMANIA	SR 438-1 :2012	REBARS	OB37 PC52 PC60	PC60	405	NO REQUIRE MENTS	A5 >16	0.27	Mn <= 1.60 Si <=0.55 V<=0.1 Ceq <=0.50	NATURAL COOLING

TABLE 2

COUNTRY	STANDARD	SCOPE	GRADES	RELEVANT GRADE	YIELD STRENGTH MPA	RATIO Rm/Re	ELONGATION Agt%	MAX CARBON CONTENT %	STIPULATIONS TO CHEMISTRY	WELDABILITY
USA	ASTM A706-22M	REBARS	60 [420] 80 [550] 100 [690]	80 [550]	550	RATIO Rm/Re 1.25	12.0	0.33	Low-Alloy	For restrictive mechanical properties and for enhance weldability
CANADA	G30.18-09	REBARS PLAIN BARS	60 [420] 80 [550] 100 [690]	400W 500W	500W	RATIO Rm/Re 1.15	12.0	0.33		Low-Alloy
JAPAN	JIS C 3112:2010	REBARS PLAIN BARS	SD 295 SD 345 SD 390 SD 490	SD 490	490	1.25	13.0	0.32	Mn 1.8 Si 0.55	
AUSTRALIA / NEW ZEALAND	AS/NZS 4671:2019	REBARS PLAIN BARS MESH	250N 500L 500N 300E 500E	500E	500	RATIO Rm/Re 1.15-1.40	10.0	0.24		SEISMIC, RESTRICTED IN-LINE QUENCHING
CHINA	GB/T 1499.2-2018	REBARS	HRB 400 HRB 500 HRB 400E HRB 500E	500E	500	1.25	9.0	0.25		SEISMIC, LIMITED STRUCTURAL CHANGE