

הרצאה בנושא עיגון

חיבור בין חומר מוצמד לחומר רקע

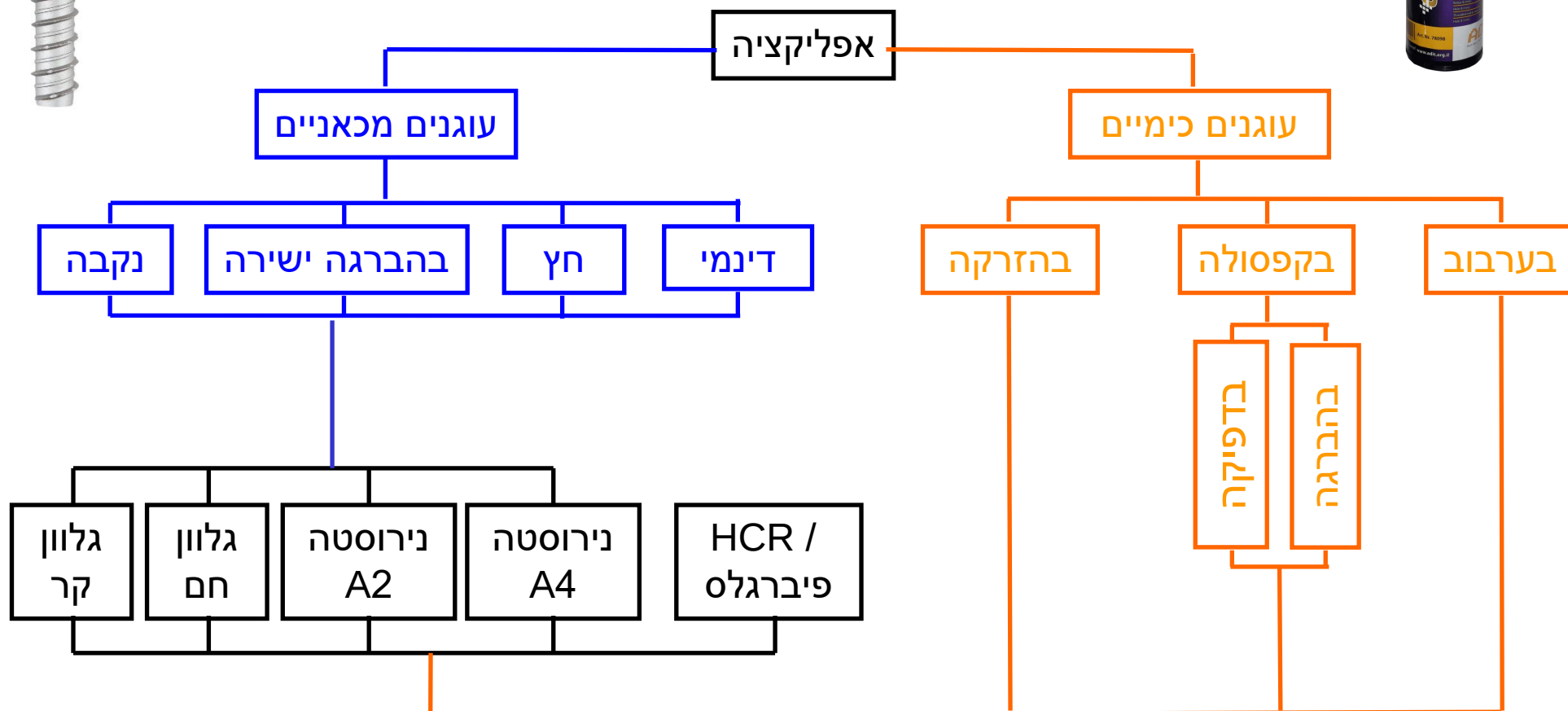


מרצה : איב דה לטואר

מהנדס אדיט בע"מ



סוגי עוגנים



סוגי עוגנים מכניים



דיבל ניילון



עוגן נקבה



בורג בטון



עוגן דינמי



עוגן חץ

סוגי עוגנים כימיים



דבק בערבוב



קפסולות



פוליאסטר /
אפוקסי אקרילט



היבריד
וינילאסטר



אפוקסי
אפוקסי משוכלל

- לעוגן חץ : <https://youtu.be/hhzpsBIOVqk>



- לעוגן דינמי (ג'מבו) : <https://youtu.be/aotk0i4Ney4>



- לבורג בטון : <https://youtu.be/9vdwH68bP-g>



- לעוגן כימי בהזרקה : https://youtu.be/p_1yzTO7YGo



- לקפסולה כימי : <https://youtu.be/cDeBFVJhe3s>



- לחומר כימי בערבוב : <https://youtu.be/AsosFALS34o>



כשלים בעיגון נובעים מ:

איכות העיגון



תכנון לא נכון



התקנה לא נכונה



תקנים

חוקי לתכנון

LS EN 1992-4:2018
EUROPEAN STANDARD **EN 1992-4**
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM
September 2018
ICS 91.010.30; 91.080.40
Supersedes CEN/TS 1992-4-1:2009, CEN/TS 1992-4-2:2009, CEN/TS 1992-4-3:2009, CEN/TS 1992-4-4:2009, CEN/TS 1992-4-5:2009

English Version

Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 4: Design of fastenings for use in concrete

Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 4 : Conception et calcul des éléments de fixation pour béton
Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton

This European Standard was approved by CEN on 9 March 2018.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.



CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

© 2018 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CEN national Members.

Ref. No. EN 1992-4:2018 E

"תקנים"

תעודה המאפייין את תכונות המוצר בהתאם לתקן



European Technical Assessment
English version prepared by EOTA. Original version in Spanish language.

ETA 05/0242
of 04/03/2019

General Part

Technical Assessment Body issuing the ETA designated according to Art. 29 of Regulation (EU) 305/2011:

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (ICTAT)

Trade name of the construction product:

Anchor MTH
Anchor MTH-A2
Anchor MTH-A4

Product family to which the construction product belongs:

Torque controlled expansion anchor made of galvanised steel or stainless steel of sizes M6, M8, M10, M12, M14, M16 and M20 for use in non-cracked concrete.

Manufacturer:

Index - Técnicas Expansivas S.L.
Segador 13
26200 Logroño (La Rioja) Spain.
website: www.indexfix.com

Manufacturing plants:

Index plant 2
Index plant 3

This European Technical Assessment contains:

12 pages including 4 annexes which form an integral part of this assessment.

This European Technical Assessment is issued in accordance with regulation (EU) No 305/2011, on the basis of:

European Technical Assessment EAD 330232-00-0011 "Mechanical Fasteners for use in concrete", ed. October 2019

This version is a Corrigendum of:

ETA 05/0242 issued on 27/05/2018

European Norm

European Technical Assessment

תקנים/תכנון

- אין כיום תקן בתחום העיגון בישראל.
- התקנים המקובלים בעולם הינם ה-ETAG האירופאי – עכשיו חלק מהתקן אירופאי **ENV 1992-4:2018**

Eurocode 2 – Design of concrete structures – Part 4 : Design of fastenings for use in concrete

והתקן אמריקאי ACI 318.

- בתקן מתייחסים גם לברגים מותקנים לפני היציקה, גם לתכנון לרעידת אדמה וגם להתעייפות.
- מחשבים בתקן את עומסי כשל אופייני, מחלקים במקדמי ביטחון רלוונטיים ומשווים את עומסי התכן לפי כל סוגי הכשל.

עומס כשל אולטימטיבי: עומס כשל ממוצע.

↓ פרקטל 5%

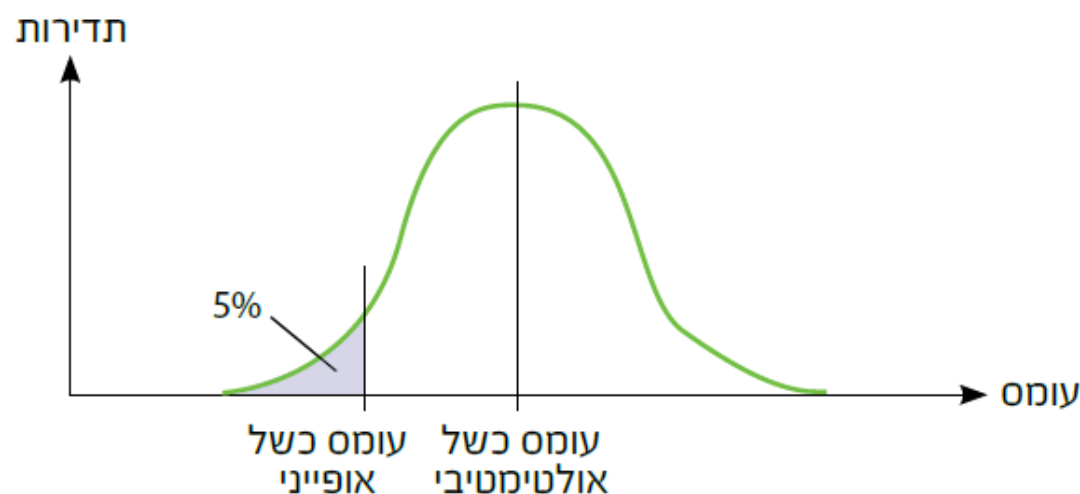
עומס כשל אופייני: עומס כשל מינימאלי מבחינה סטטיסטית.

↓ מקדם בטחון כפוף לסוג הכשל (קונוס הבטון, פלדה, חיבור העוגן, סוג העוגן...)

עומס תכן: עומס הכולל מקדם בטחון של העוגן (אינו כולל מקדם בטחון על העומסים עצמם).

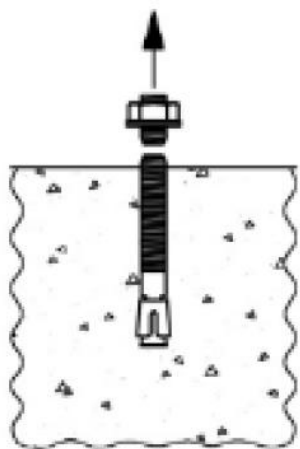
↓ מקדם בטחון כפוף לסוג העומסים (קבוע/משתנה)

עומס מומלץ/שירות: עומס שמותר להפעיל על העוגן הכולל את כל מקדמי הבטחון לפי תנאי ההתקנה.

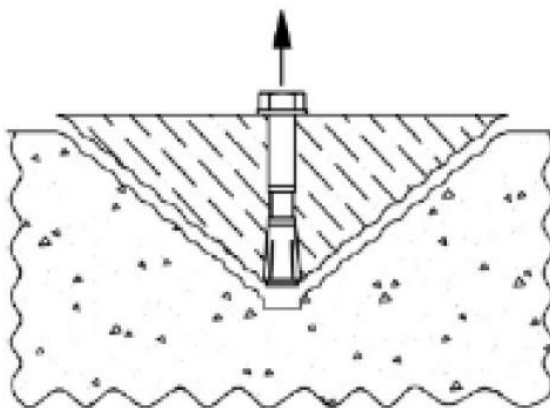


סוגי כשלים בשליפה

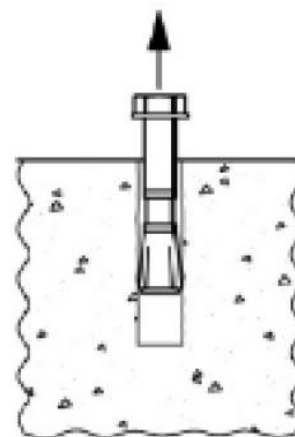
לפי תקן אירופאי 2018: ENV 1992-4



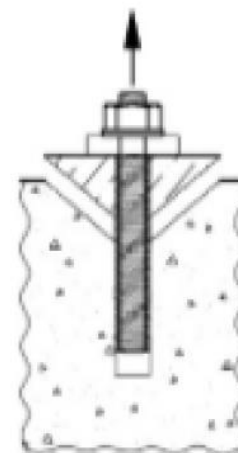
פלדה



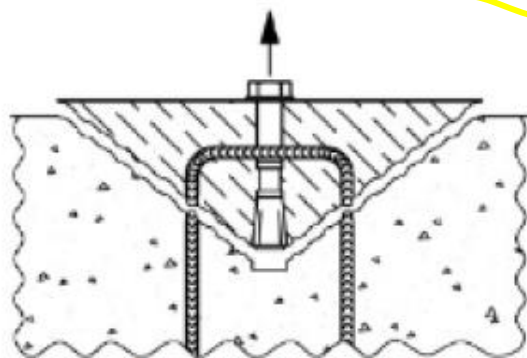
קונוס בטון



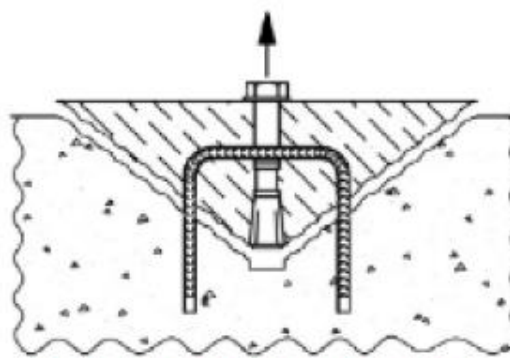
חיבור העוגן



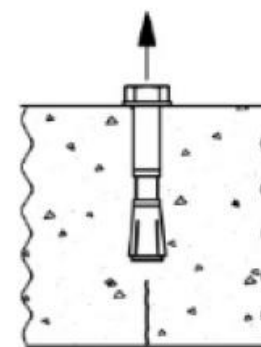
משולב (קונוס + חיבור)



פלדה ברזל זיון



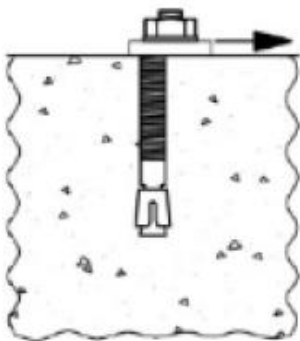
חיבור ברזל זיון



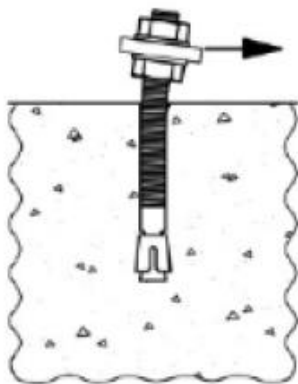
התפצלות

סוגי כשלים בגזירה

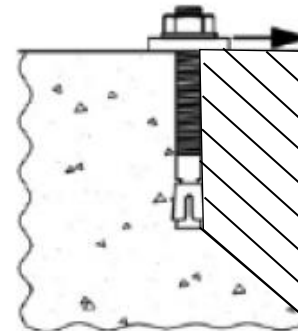
לפי תקן אירופאי 2018: ENV 1992-4



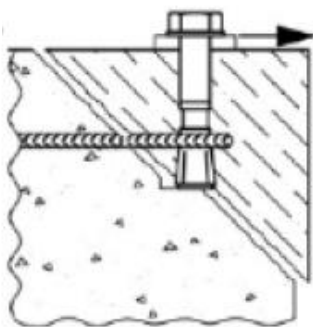
פלדה



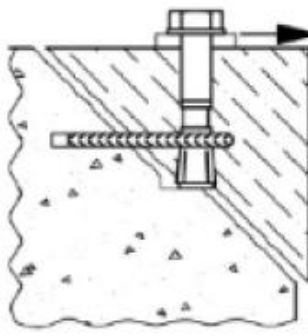
כיפוף



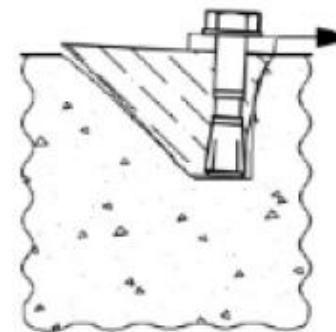
קצה בטון



פלדה ברזל זיון

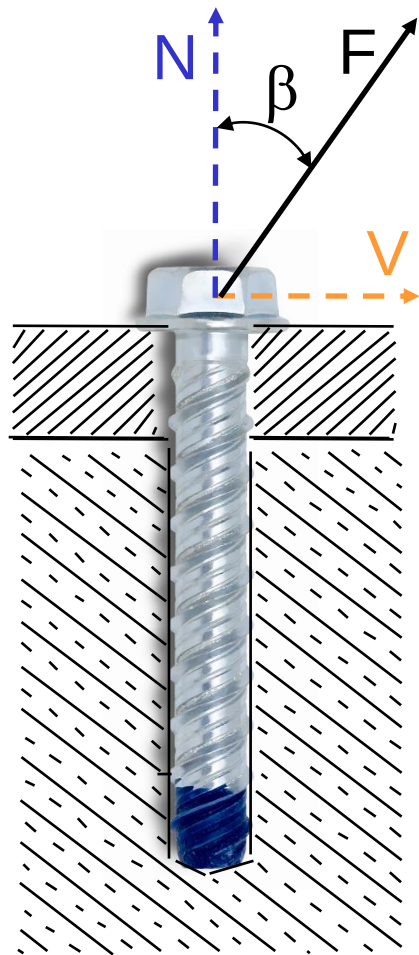


חיבור ברזל זיון



Pry-Out

עומס משולב



$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \right)^{\alpha} + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \right)^{\alpha} \leq 1$$

כשל בפלדה $\alpha = 2,0$
כשל בבטון $\alpha = 1,5$

לעומס משולב לפי כשל בבטון אפשר גם לבדוק את השילוב בצורה הזאת (אין צורך בלעמוד בשני הפורמולות. אחד מהם מספיק).

$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \right) + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \right) \leq 1,2$$

או

מתי הבטון סדוק?

$$\sigma_L + \sigma_R \leq \sigma_{adm}$$

σ_R = לחץ בבטון כתוצאה מדפורמציות פנימיות

σ_L = לחץ בבטון כתוצאה מכוח מופעל עליו

σ_{adm} = לחץ בבטון המותר בבטון לא סדוק

$$\sigma_L + \sigma_R \leq \sigma_{adm}$$

where

- σ_L is the stress in the concrete induced by external loads including fastener loads
- σ_R is the stress in the concrete due to restraint of intrinsic imposed deformations (e.g. shrinkage of concrete) or extrinsic imposed deformations (e.g. due to displacement of support or temperature variations). If no detailed analysis is conducted, then $\sigma_R = 3 \text{ N/mm}^2$ should be assumed;
- σ_{adm} is the admissible tensile stress for the definition of uncracked concrete.

The stresses σ_L and σ_R should be calculated assuming that the concrete is uncracked. For concrete members which transmit loads in two directions (e.g. slabs, walls and shells) Formula (4.4) should be fulfilled for both directions.

I.S. EN 1992-4:2018	
EUROPEAN STANDARD	EN 1992-4
NORME EUROPÉENNE	
EUROPÄISCHE NORM	September 2018
ICS 91.010.30; 91.080.40	
Supersedes CEN/TS 1992-4-1:2009, CEN/TS 1992-4-2:2009, CEN/TS 1992-4-3:2009, CEN/TS 1992-4-4:2009, CEN/TS 1992-4-5:2009	
English Version	
Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 4: Design of fastenings for use in concrete	
Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 4: Conception et calcul des éléments de fixation pour béton	Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton
This European Standard was approved by CEN on 9 March 2018.	
CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.	
This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.	
CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Iceland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.	
 EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG	
CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels	
© 2018 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CEN national Members.	
Ref. No. EN 1992-4:2018 E	

(4.4)

איך בודקים עוגנים לבטון סדוק ?

ETA part1 פרק 2.5 :

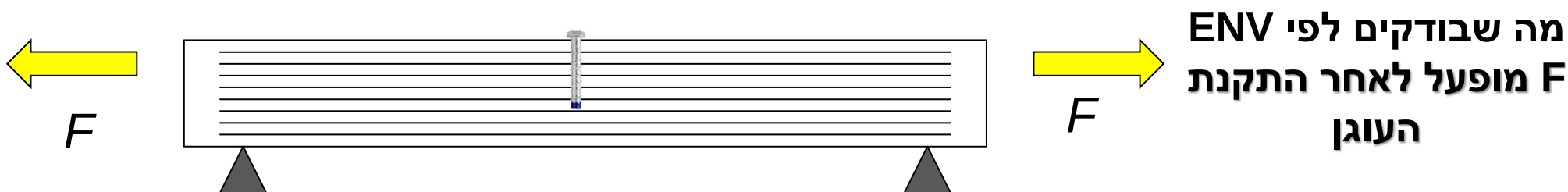
הסדק יהיה קבוע לכל אורך החתך בטון

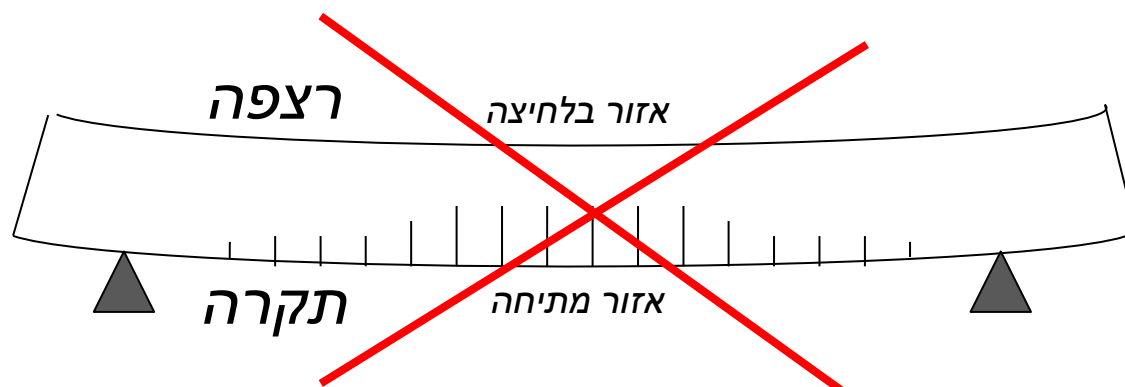
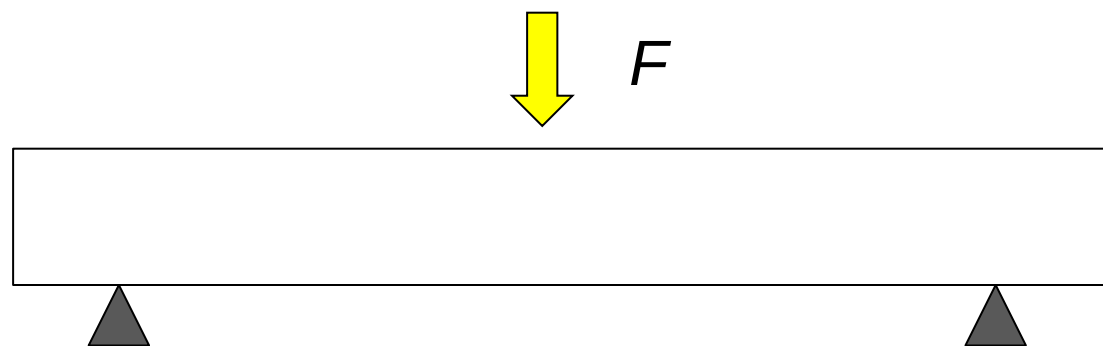
טבלה 5.1 :

מתקינים את העוגן בקורת בטון לא סדוקה.

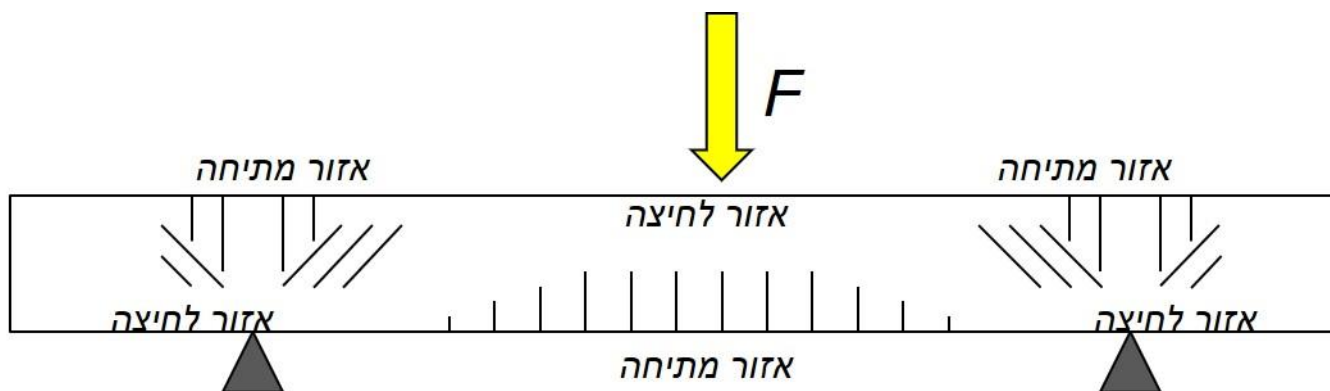
מותחים את הקורה כדי לייצר סדק בעובי 0.3 עד 0.5 מ"מ

בדיוק במיקום התקנת העוגן ולכל אורכו





**האמירה הרגילה :
הבטון סדוק בתקרה
ולא סדוק ברצפה.**



**אבל במציאות... הסדק
מוגבל בעומק
 F מופעל לפני התקנת
העוגן**

מה עדיף ?



"בטון לא סדוק הינו בטון שבו העוגן לא הותקן בסדק או שבו אין סבירות גבוהה שהסדק הקיים שבו הותקן העוגן יתרחב לאורך שנים"

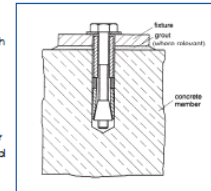
Non-cracked concrete is concrete where the probability is acceptably low that either cracks will form after installation of anchors or the width of any existing cracks will increase significantly during the life of the anchors



Anchor Bolts for use in concrete — UK Guidance

Distinction between cracked and non-cracked concrete

This DataSheet gives the 'other guidance' required by ETAG No 001 and applies to the use of anchors approved to the same ETAG when used in new and existing concrete structures in the UK, in which early thermal and shrinkage movements have substantially ceased at the time of the installation. Of the two movements, early thermal movement generally, will be the more significant but this can be assumed to have ceased after 28 days of casting the concrete. When aggregates with low shrinkage are used, it may be assumed that significant shrinkage will not take place after 56 days. With other aggregates, 90 days may be more appropriate. It has been assumed that the design, detailing and construction of the structure comply with the relevant regulations. In particular, it has been assumed that normal movement joints have been provided and the reinforcement detailing complies with common good practice.



Definition of Non-Cracked Concrete

In defining non-cracked concrete it should be borne in mind that:

- the capacity of the anchors is not influenced by the presence of cracks at the time of the installation but rather the subsequent movement of these cracks. Only loads applied after the installation of the anchors are of interest
- imposed loads applied to floors vary with time and space and thus any realistic consideration of loading will be in terms of probability
- the load carried by anchors is generally independent of the imposed loading applied to the structure and thus there is joint probability involved
- cracks in concrete occur with a definite spacing between them. Whether an anchor actually coincides with a crack is also a matter of probabilities.

For these reasons non-cracked concrete is defined as:

Non-cracked concrete is concrete where the probability is acceptably low that either cracks will form after installation of anchors or the width of any existing cracks will increase significantly during the life of the anchors.

While a theoretical definition of this type is necessary to encapsulate the various considerations, practical design is likely to be carried out using guidance of the type described below.

**"קיבולת העוגנים אינה מושפעת מנוכחות סדקים בעת ההתקנה
אלא בגלל התנועות הבאות של סדקים אלה. רק עומס שיופעל
לאחר ההתקנה של עוגנים רלוונטיים."**

The capacity of the anchors is not influenced by the presence of cracks at the time of the installation but rather the subsequent movement of these cracks. Only loads applied after the installation of the anchors are of interest

**"בבניין בשימוש, שבו אין דעיכה ואין סבירות של הגדלה
משמעותית של העומסים, אפשר להתקין בו כל העוגנים"
-כולל אלו המיועדים רק לבטון לא סדוק-**

In an existing building in use, ie where decanting does not take place, anchors can be installed in any location provided it is unlikely that a significant increase in loading will occur after the installation of anchors.

סינויי עומסים שאורחים לבטון להיות מתוח מאוזן

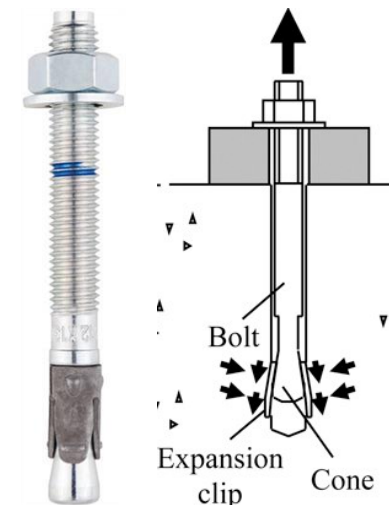
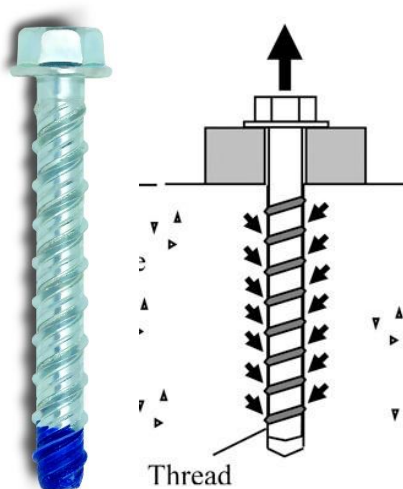
"העומסים המופעלים על העוגנים משתנים עם הזמן והמיקום ולכן כל שיקול ריאלי של העמסה תהיה במונחים של הסתברות... העומס הנישא על ידי עוגנים הוא בדרך כלל בלתי תלוי בהעמסה המוטלת על המבנה ולכן יש עניין של סבירות משולבת."

Imposed loads applied to floors vary with time and space and thus any realistic consideration of loading will be in terms of probability...the load carried by anchors is generally independent of the imposed loading applied to the structure and thus there is joint probability involved.

סדקים בבטון מתרחשים ברווח קבוע ביניהם. האם עוגן מותקן בדיוק על סדק הוא סיכוי הסתברותי. זה אומר שככל שיש יותר עוגנים מחוברים, ככל שהסיכוי הסתברותי של בטון סדוק יורד או, שהגדלת מספר עוגנים מפחית את סיכוי שהבטון יהיה סדוק סטטיסטי עבור כל העוגנים.

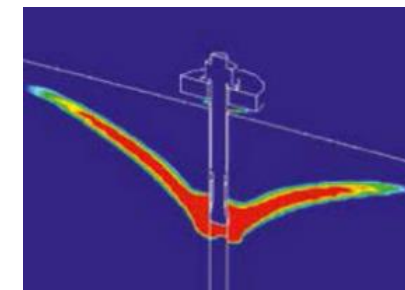
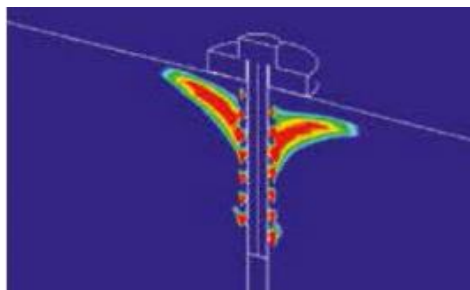
האם לקבוצ הבטון כסדוק הינו שאלה הסתברותית

השפעה סוג העוגן בכשל "Pull-Out"

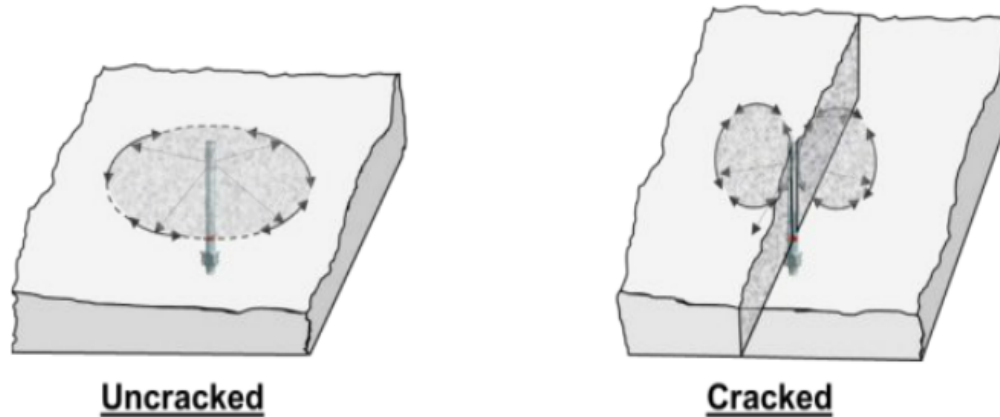


השפעה מחולקת לאורך אזור ההדבקה/ההברגה.
ההשפעה מוגבלת לפי היחס בין העומק ההתקנה ועומק הסדק הרחב. עומק מופעל עליהם לא עולה על שליש מהתסבולת

האזור של הכנפיים קובע.
העוגן מייצר מתיחה קבועה קרובה לתסבולת שלו מרגע ההתקנה.



גורמי השפעה בכשל לפי קונוס הבטון



1 - יחס עומק התקנת העוגן ועומק הסדק

2 - נוכחות ברזל זיון בפרט

גם לפי תקן האירופאי, נוכחות של ברזל זיון בצפיפות גבוהה גורם לכך שהתסבולת בבטון סדוק ולא סדוק זהים בחישוב בכשל לפי קצה בטון.

אקנשו שרמה* הראה שהתקן האירופאי מפחית משמעותית בהשפעה של ברזל זיון בבטון ורסול נילפורוש** מוסיף שההשפעה הזאת גודלת ככל שעובי הקיר יורד.

3 - לעוגני חץ השפעה מפוזרת לרוחב ולברגי בטון עיגון כימי לעומק.

***"Comprehensive Experimental Investigations on Anchorages with Supplementary Reinforcement" Akanshu Sharma, Rolf Eligehausen, Jorg Asmus, Institute of Construction Materials, Stuttgart, 2017

"Experimental Evaluation of Influence of Member Thickness, Anchor Head Size, Orthogonal Surface *³ Reinforcement on the Tensile Capacity of Headed Anchors in Uncracked Concrete" Rasoul Nilforoush, Martin Nilsson, S.M. Asce, Lennart Elfgrén, Journal Structure Engineering 2018,144(4):04018012

סיכום : מתי הבטון סדוק

התכנון לבטון סדוק מחויב לפי דעתי רק במקרה ש :

1 - העוגנים מותקנים באזור מתיחה גבוהה של הבטון

לדוגמא באמצע תקרה, רחוק מכל עמוד.

2 - וגם עומק הסדק המשוער תואם את אזור השפעה/התקנה של העוגן

לדוגמא עוגנים קצרים יושפעו יותר מבטון סדוק.

3 - וגם מופעל על העוגנים או על אזור הבטון או על העוגן עומסים משמעותיים

שאינם קבועים אבל מסוגלים לגרום להרחבת או הופעת סדק משמעותי בבטון.

כגון ליד כביש מהיר, רכבת, או עם עומסי רוח משמעותיים.

בנוסף, הסיכוי של בטון סדוק מוקטן כש:

1- משתמשים בעוגים כימיים או בברגי בטון ולא בעוגני חץ או בעוגני דינמי

2 - הרבה עוגנים מחוברים על פני שטח רחב ביחד.

סיכום : מתי הבטון סדוק

יש לקחת חשבון בהשפעה של הפחתת תסבולת העוגן כש :

1 - העוגנים מותקנים באזור מתיחה

2 - וגם מופעל על העוגן או על אזור הבטון או על העוגן עומסים משמעותיים שאינם קבועים אבל מסוגלים לגרום לסדק בבטון.

או כשהבטון ישן מאוד או במצב רדוד.

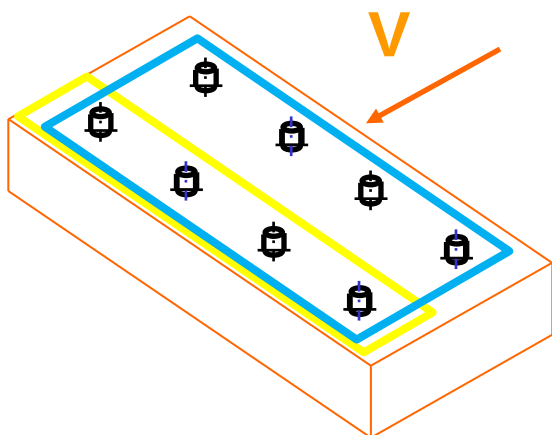
על איזה עוגנים יש לחשב את כח הגזירה?

2 גישות :

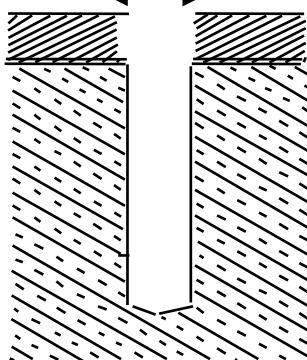
1- לפי תקן 2018: ENV 1992-4 רק העוגנים הקרובים לקצה

2 – לפי תקן ETAG הישן ורב התקנים אחרים והתוכניות חישוב של החברות כל העוגנים אם הקדח בפרופיל מותאם לקוטר של העוגן

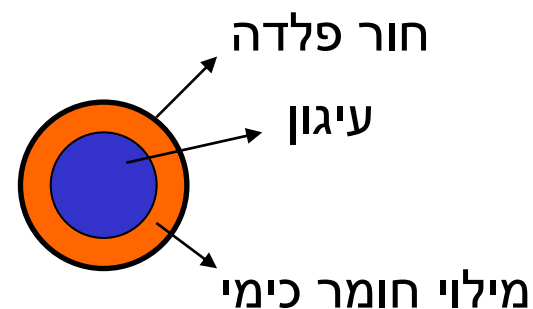
30	27	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	קוטר חוץ של העוגן (מ"מ)
33	30	27	24	22	20	18	16	14	12	9	7	קוטר חור בפלדה (מ"מ)



קוטר החור בפלדה



קוטר העוגן



עיגון מכאני או כימי ?



עיגון כימי

קוטר מעל 16 מ"מ
התקנה לפני הצמדת הפלדה לבטון
בטון ישן/שבור
עומסי תכן מעל 3.5 טון לעוגן
קורוזיה, רטיבות

עיגון מכאני

קוטר מתחת ל-16 מ"מ
התקנה בהצמדת הפלדה לבטון
כמות קטנה של עוגנים
עומסי תכן עד 3.5 טון לעוגן
חום, ריתוך



יש פתרון לרוב האפליקציות גם עם עוגנים כימיים וגם עם עוגנים מכאניים. השוואה זאת רק מגדישה את היתרון היחסי באופן כללי של סוג פתרון אחד על השני. מומלץ בכל מקרה לפנות למומחה שייעץ לכם על הפתרון המתאים ביותר.

סוגי עוגנים מכניים



דיבל ניילון



עוגן נקבה



בורג בטון



עוגן דינמי



עוגן חץ

עוגן חץ



אפליקציות :

לרב אפליקציות

יתרונות :

+ סטנדרט מוכר,

+ היחס הטוב ביותר לתסבולת <> עלות,

+ קיים במגוון רחב של אורכים, חומרים וגליונים,

+ קיים גם עם אישור לבטון סדוק ולעומסים דינאמיים (סייסמי)

חסרונות :

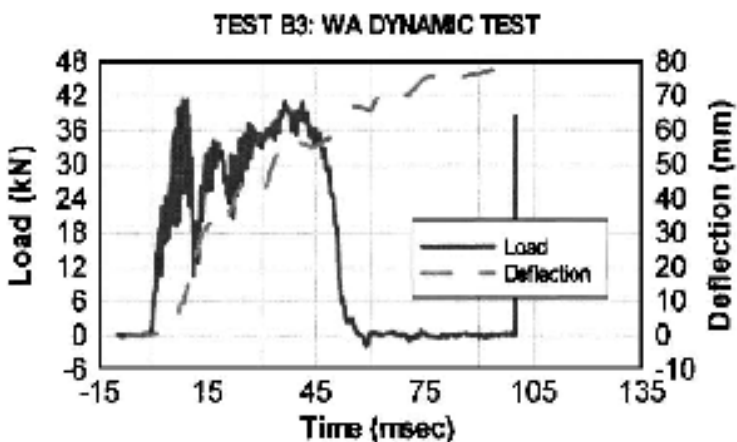
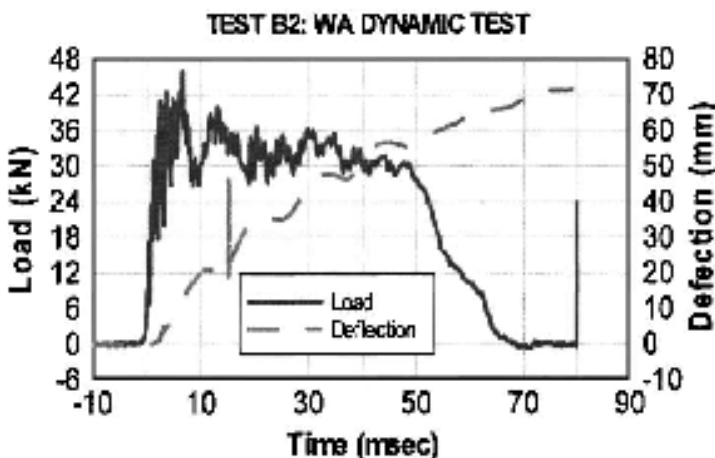
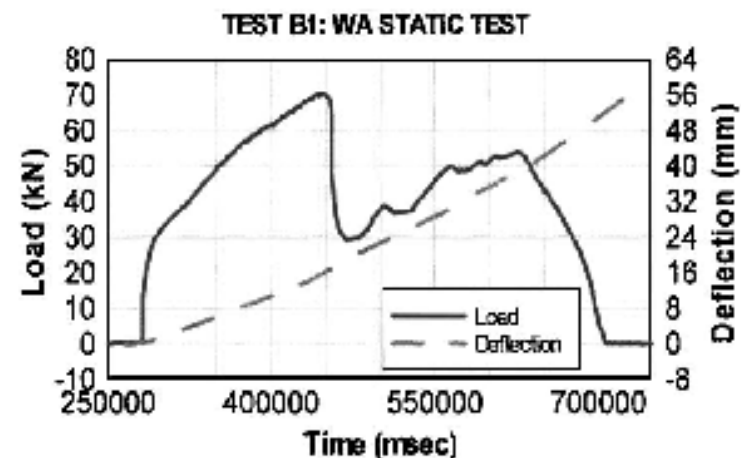
- התקנה בדרך כלל ברמה נמוכה (גם מבחינת עומק התקנה וגם מבחינת מומנט מופעל להתקנה),

- מאושר לעומסים דינאמיים אבל חלש מאוד לעומסים דינאמיים,

- לא מתאים לקרבת קצה בטון, או לבטון חלש.

- מגדיל סיכויים להפוך בטון לבטון סדוק.

עוגן חץ



עומס כשל סטטי : 70 kN

עומס כשל דינאמי : 42 kN

מחקר "Shock Load Capacity of Concrete Expansion Anchoring Systems in Uncracked Concrete" של H. Salim; R. Dinan; J. Shull; and P. T. Townsend מעיתון JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING (USA) מאוגוסט 2005



עוגן "דינמי"

אפליקציות : עיגון לעומסים כבדים/דינמיים

יתרונות : + חוזק גבוה בגזירה,

+ מתאים לעומסים דינאמיים/בטון סדוק/רעידת אדמה.

חסרונות : - מחיר יקר מאוד,

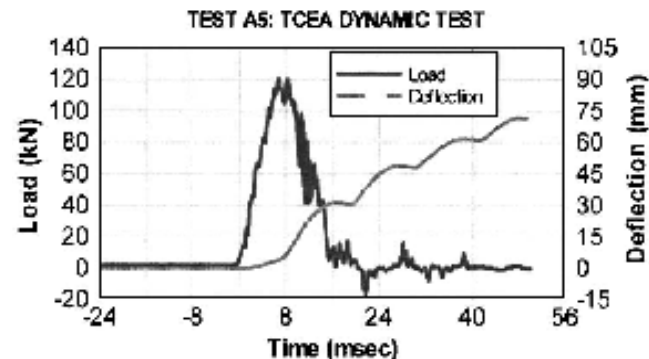
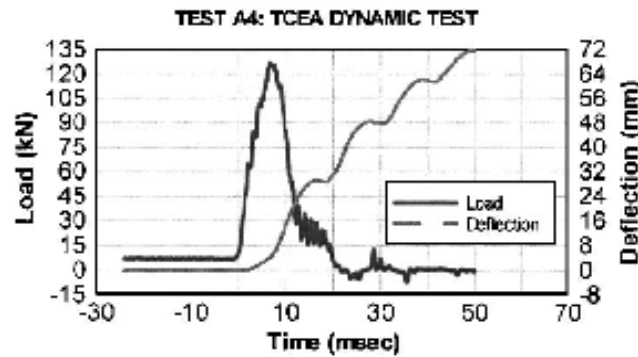
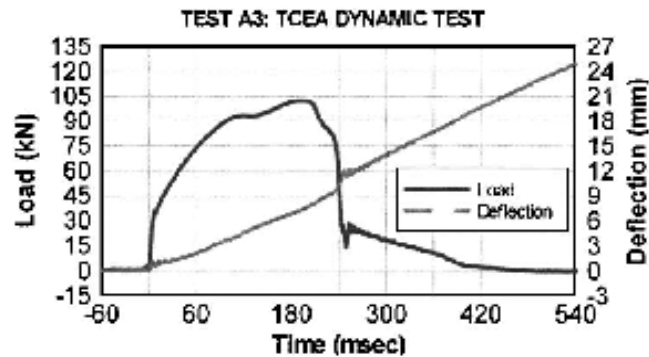
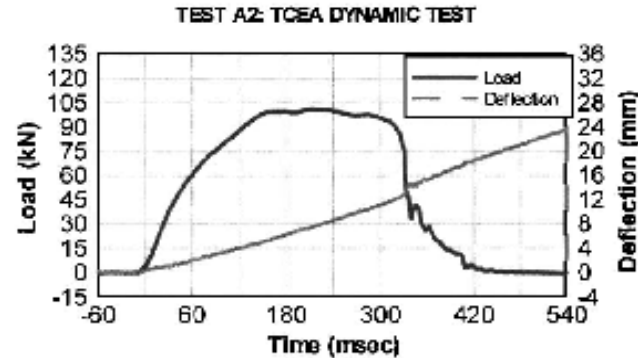
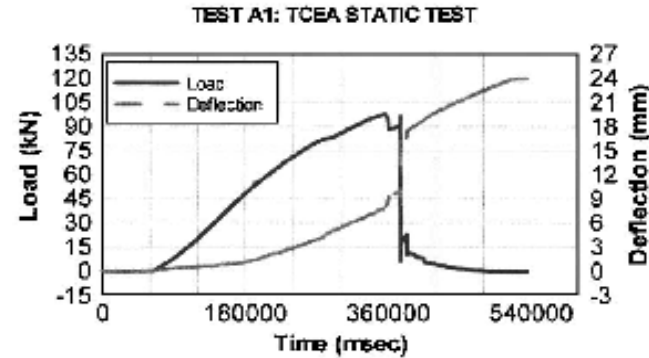
- התקנת רק דרך הפלדה (אין אפשרות לשים את העוגן לפני הצמדת הפלדה),

- התקנה דורשת מומנט מסוים לסגירה וקשה לפקח עליו.

יש שלושה סוגים של עומסים דינאמיים בתחום העיגון : רוח, רעידת אדמה, זעזוע/פיצוץ.

לעומסי רוח כמעט כל העוגנים מתאימים. לעומסים דינאמיים אחרים, גם אם יש לעוגן תקן מתאים, זה לא אומר שהעוגן טוב לעומס דינאמי, זה רק אומר שהוא נבדק כי יצרן העוגן שילם על הבדיקה. מומלץ להתייעץ לבחירת עוגן מתאים למקרים אלו.

עוגן "דינאמי"



עומס כשל סטטי : 105 kN
עומס כשל "shock" : 125 kN



עוגן בהברגה ישירה

אפליקציות :

לרב האפליקציות (מלבד אלו שנדרשים כוח הצמדה גבוהה של הפלטה כגון מדרגות חד צדדיות)

יתרונות :

+ **התקנה קלה מהירה ובטוחה** ללא צורך פיקוח,

+ משתמש באופטימאליות חוזק חומר הבסיס,

+ אפשרות להתקנה זמנית/לשימוש חוזר,

+ התנהגות מאוד יעילה בעומסי זעזוע/פיצוץ,

+ אפשרות של התקנה קרובה לקצה הבטון,

+ תסבולת "הכול או כלום"

+ זיהוי קל ומהיר של העוגן.

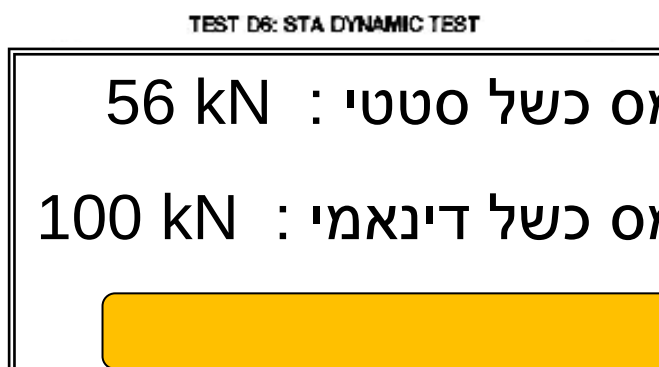
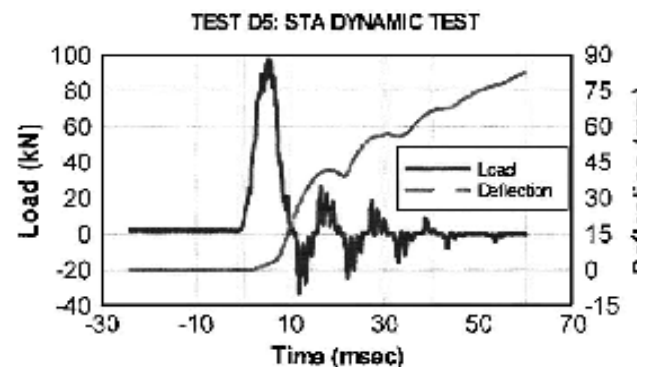
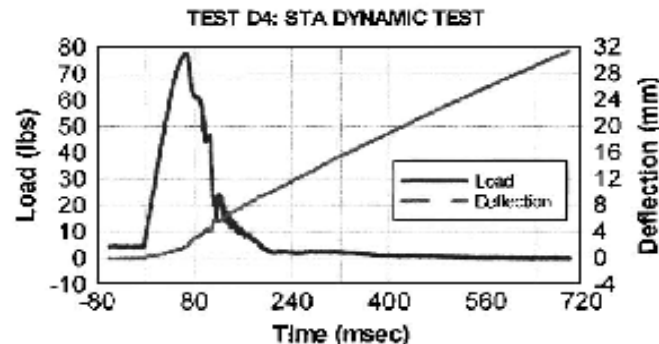
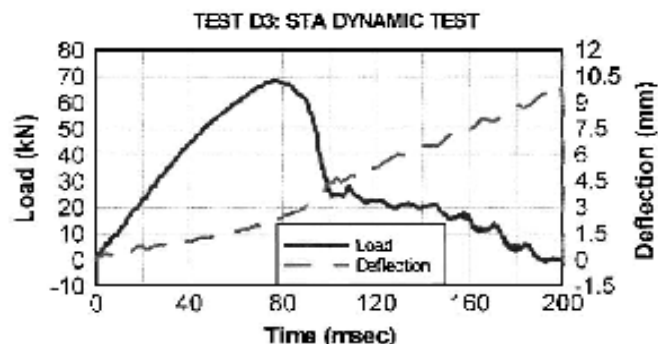
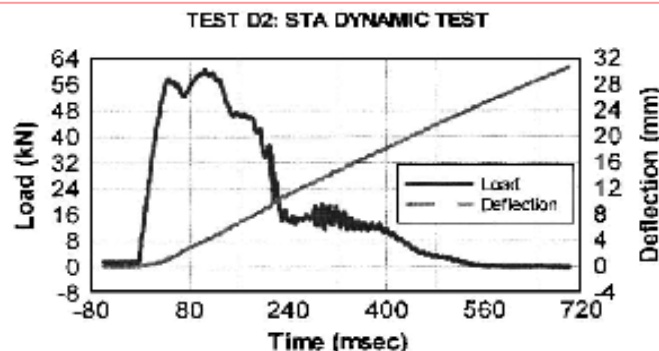
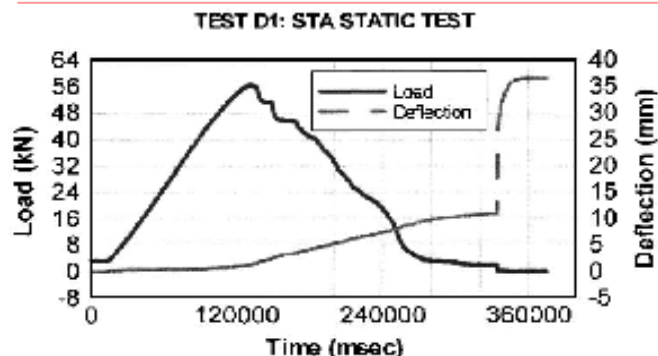
חסרונות :

- לא מפעיל כוח הצמדה,

- יקר יותר יחסית מעוגן חץ.

- לא מתאים לבטון חזק מאוד (ב-60 ומעלה) או חלש מאוד.

עוגן בהברגה ישירה



עומס כשל סטטי : 56 kN
עומס כשל דינאמי : 100 kN



מחקר "Shock Load Capacity of Concrete Expansion Anchoring Systems in Uncracked Concrete" של H. Salim; R. Dinan; J. Shull; and P. T. Townsend מעיתון JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING (USA) מאוגוסט 2005

סוגי עוגנים כימיים



דבק בערבוב



קפסולות



פוליאסטר /
אפוקסי אקרילט



היבריד
וינילאסטר



אפוקסי
אפוקסי משוכלל

הגבלות שונות של עוגנים כימיים

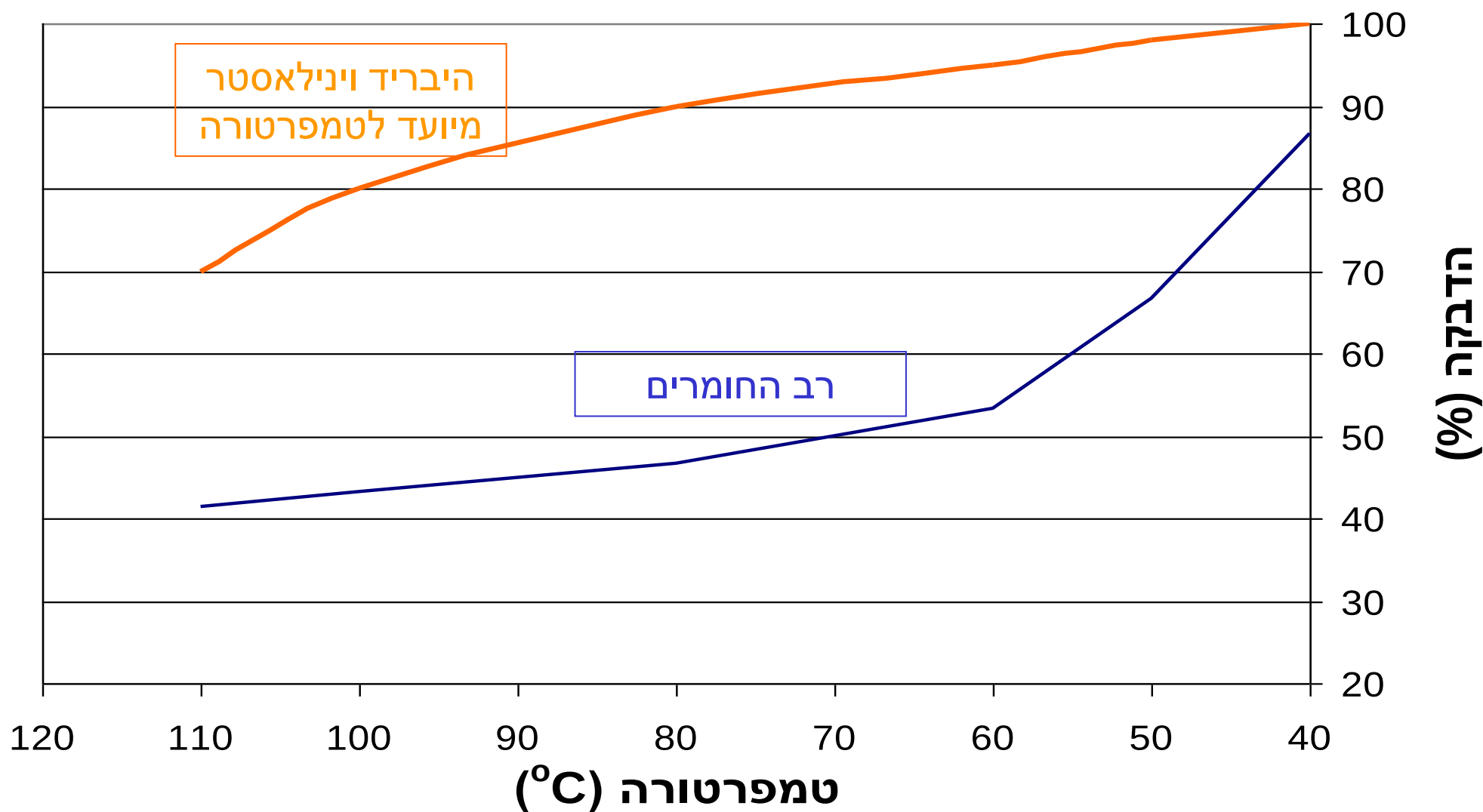
וינילאסטר היברידי	כלל החומרים	טמפרטורה
Hybrid Vinylester	Epoxy, Polyester	
100%	100%	40°C
98%	70%	50°C
95%	55%	60°C
90%	40%	80°C
80%	35%	100°C
70%	32%	110°C
60%	30%	130°C

1) טמפרטורה

- כל החומרים הכימיים, אם לא מוגדר אחרת, מתחילים ריאקציה כימית חד-צדדית ב-40 מעלות.
- יש לקחת בחשבון שבזמן שריפה או השפעת חום אחרת, הטמפרטורה עולה בהדרגתיות לעומק.
- התפשטות הטמפרטורה עם מוטות נירוסטה/פיברגלס איטית יותר

אין לרתך על יד עיגון כימי! יש אפשרות מוגבלת של ריתוך לזמן קצר עם עוגנים כימיים מסוימים על בסיס וינילאסטר

התנהגות של חומרים כימיים בעליית טמפרטורה



(2) רטיבות / קידוח יהלום



• כל העוגנים הכימיים, אם לא מוגדר אחרת, לא סובלים רטיבות וקידוח יהלום. כתוצאה מכך, יש ירידה ב-20% עד 80% בחוזק ההדבקה.



• יש חומרים מיוחדים שנחלשים מרטיבות/קידוח יהלום ב-5 עד 30% (כגון דבקים אפוקסי ווינילאסטר היברידי משוכללים).

או מתכננים את העוגנים בהתחשבות באפשרות של קידוח יהלום

או רושמים בבירור בתוכנית שאין רשות להשתמש בקידוח יהלום ללא אישור מפורט מהמתכנן.

(3) התקנה בתקרה

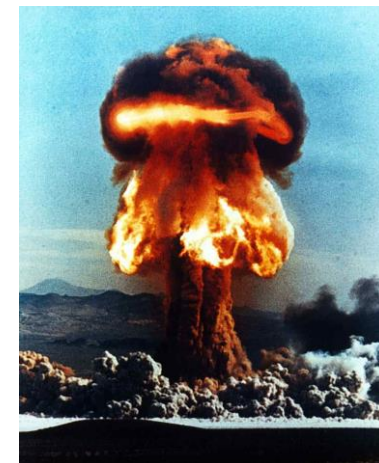
• כל העוגנים הכימיים, אם לא מוגדר אחרת, אינם מאפשרים התקנה בתקרה. כתוצאה מכך, החומר נוזל החוצה.

• יש חומרים פחות נוזלים כגון פוליאסטר, אפוקסי אקרילט, וינילאסטאר שמאפשרים התקנה בתקרה.

(4) עומסים דינאמיים : פיצוץ – רעידת אדמה



- לא כל חומר כימי מתאים לבטון סדוק ו/או לעומסים דינאמיים. יש לבדוק היטב את התאמת החומר.
- גם אם הדבק מאושר, יש הפחתה של בערך 50% בכשל pull-out וב-30% בכשל לפי קונוס הבטון.
- "אישור" אינו מבטיח טיב התפקוד אבל רק תשלום הבדיקה...



(5) התקנה בבלוקים/אבנים



- רב הדבקים כימיים מתאימים להתקנה בבלוקים חלולים.
- לא כל דבק מתאים להתקנת באבן. מומלץ להתייעץ עם הספק לגבי התאמת הדבק ולבצע בדיקות שליפה.



עיגון כימי בערבוב



אפליקציות :

עיגון ברצפה ללא חום,
רטיבות או לכלוך.

יתרונות :

+ מחיר זול,

+ עיגון של מוטות בקטרים גדולים.

חסרונות :

- אי-יציבות בתוצאות שליפת העוגנים,

- בזבז חומר,

- אפשרות לעבודה רק ברצפה,

- בעיות בערבוב/התקנה,

- רק חומרים על בסיס אפוקסי,

- אין אפשרות פיקוח על ההתקנה,

- יש לנקות את החור לפני ההתקנה.



עיגון כימי בקפסולה

אפליקציות : עיגון נקודתי ו/או בתקרה.

יתרונות : + מתאים לכמויות קטנות

+ (ייבוש מהיר לשרבול סיליקט)

חסרונות : - מחיר יקר,

- קפסולה בדפיקה -> חוזק נמוך ביותר,

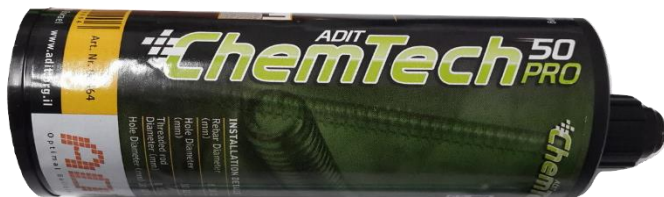
- קפסולה בהברגה -> קושי ביצוע (קבלנים מתקינים את הקפסולה בדפיקה. כתוצאה מכך, ירידה ב-60% בחוזק),

- כמות של חומר מוגבלת וחומר נוזלי -> בקיר, אם הקבלן עושה חור גדול מדי, החומר שוכב,

- רב הקפסולות בארץ מיוצרים בסין ללא בקרה.

- אין אפשרות פיקוח על ההתקנה.

- יש לנקות את החור לפני ההתקנה.



עיגון כימי בהזרקה

(1) פוליאסטר/אפוקסי אקרילט

אפליקציות:

כל האפליקציות ללא חום, רטיבות וקידוח יהלום.

יתרונות:

+ זול,

+ התייבשות/התקנה מהירה,

+ אפשרות פיקוח

חסרונות:

- אין אפשרות לשימוש בחום או עם קידוח יהלום,

- אין אישורים לבטון סדוק,

- רגיש להתקנה לא טובה (ניקוי לא טוב וכו'),

- עומס נמוך בקטרים גדולים יחסית לעיגון כימי.



(2) היבריד וינילאסטר

אפליקציות :

כל האפליקציות.

יתרונות :

+ אפשרות לשימוש בכל מצב כולל טמפרטורות "גבוהות",

+ התייבשות/התקנה מהירה,

+ אפשרות פיקוח,

+ רגישות נמוכה לכלוך ולהתקנה פחות טובה,

+ יכול להתאים גם לבטון סדוק ולעומסים דינמיים.

חסרונות :

- לקטרים גדולים מאוד מעל 30 מ"מ, התייבשות מהירה יכולה להקשות על קלות ההתקנה.

- ייבוש מהיר דורש גם התארגנות בשטח במיוחד בטמפרטורות גבוהות.



(3) אפוקסי / אפוקסי משוכלל

אפליקציות :

רצפה וקיר. ללא חום.

יתרונות :

+ חוזק גבוה ביותר,

+ אפשרות פיקוח,

+ יכול להתאים גם להתקנות בתוך הים, לעומסים דינמיים ולבטון סדוק.

+ התייבשות איטית מקל על התקנות לקטרים/עומקים גדולים.

חסרונות :

- התייבשות איטית, רגישות לטמפרטורה.

- לא מתאים לעבודות בתקרה

**POLYESTER
EPOXY ACRYLATE**

ADIT CT50Pro
Sika Anchorfix 1 & 2
Hilti HIT-HY110 / HIT-MM
Fischer FIS-P

לא כולם עם תקנים אירופאיים
לא מתאימים לבטון סדוק, לקידוח
יהלום, לרעידת אדמה
פגיעה **בטמפרטורה** גבוהה
התייבשות **מהירה**
רגיש להתקנה לא נכונה
זולים יותר

**VINYLESTER
"Hybrid"**

ADIT CHEMFIX200
Hilti HY-200
Fischer FIS-V

דבקים עם **מספר רב של תקנים**
ואישורים שכוללים רעידות אדמה,
קידוח יהלום, בטון סדוק, רטיבות
ועומסים דינאמיים.
התייבשות **מהירה**.
רגישות מוגבלת להתקנה לא נכונה.
עלות כפולה מהפוליאסטר.

**EPOXY
EPOXY +**

ADIT CHEMFIX100 / 500
Sika Anchorfix 3001
Hilti RE500 /SD /V3
Fischer FIS-B

דבקים עם **מספר רב של תקנים**
ואישורים שכוללים רעידות אדמה,
קידוח יהלום, בטון סדוק, עבודות
בתוך הים ועומסים דינאמיים.
התייבשות **איטית**.
רגישות מוגבלת להתקנה לא נכונה.
10 עד 20% יותר יקר מוינילאסטר.

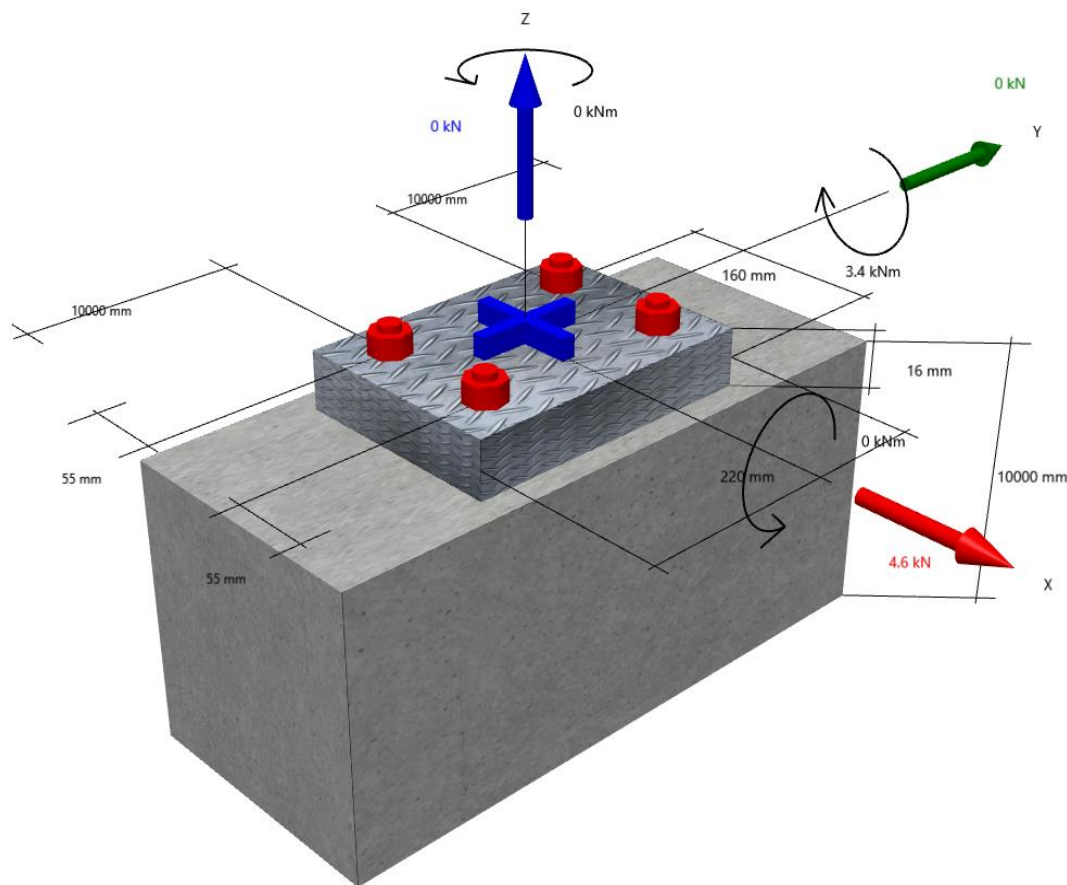
השאלות שחייבים לשאול

- (1) באיזה **חומר רקע** יהיה מותקן העוגן (בטון חלש, חזק, בלוק, אבן,...)?
- (2) איזה **עומס** מצפים שהוא יחזיק (עומס שירות, תכן, כשל)?
- (3) איזה **סוג עומסים** פועלים על העוגן (סטטי, ויברציות, רעידת אדמה,...)?
- (4) מה ה**סיכון** אם העוגן יכשל? (סיכון חיי אדם, עלות תיקון,...)?
- (5) איך הקבלן יתקין את העוגן (לפי פירוט ההתקנה, אזהרות,...)?
- (6) מה תהיה רמת ההגנה נגד **קורוזיה** של העוגן? כמה זמן העוגן אמור להחזיק? מה האפשרויות של פיקוח עליו לאורך זמן?
- (7) איך אפשר ל**פקח** על העוגן מיד לאחר ההתקנה ובהמשך?
- (8) האם **מחיר** העוגן סביר?

דרך הכי קלה לחישוב : תוכנה חישוב

ADIT Optimal Building Solutions 2.0.0.148

ADIT Optimal Building Solutions



SEISMIC TR049 Seismic Design C2

פרטי פרוייקט

פרמטרים בסיסים

גיאומטריה

מידות פלטה

רוחב mm 220

אורך mm 160

עובי קבוע mm 16

מחושב רוחב עמוד mm 200

עובי בטון mm 10000

אקסנטריות

X mm 0

Y mm 0

מצב כיפוף

No stand-off

מרחק בין הפלטה לבטון mm 0

עוגנים

פרסית עוגני ידנית

מרחק בין עוגנים

mm 150 =Sy mm 90 =Sx

מרחק מהקצה

mm 10000 =CY1 mm 55 =CX1

mm 10000 =CY2 mm 55 =CX2

עומק התקנה

אופטימלי

כל העומקים

עומק mm 240

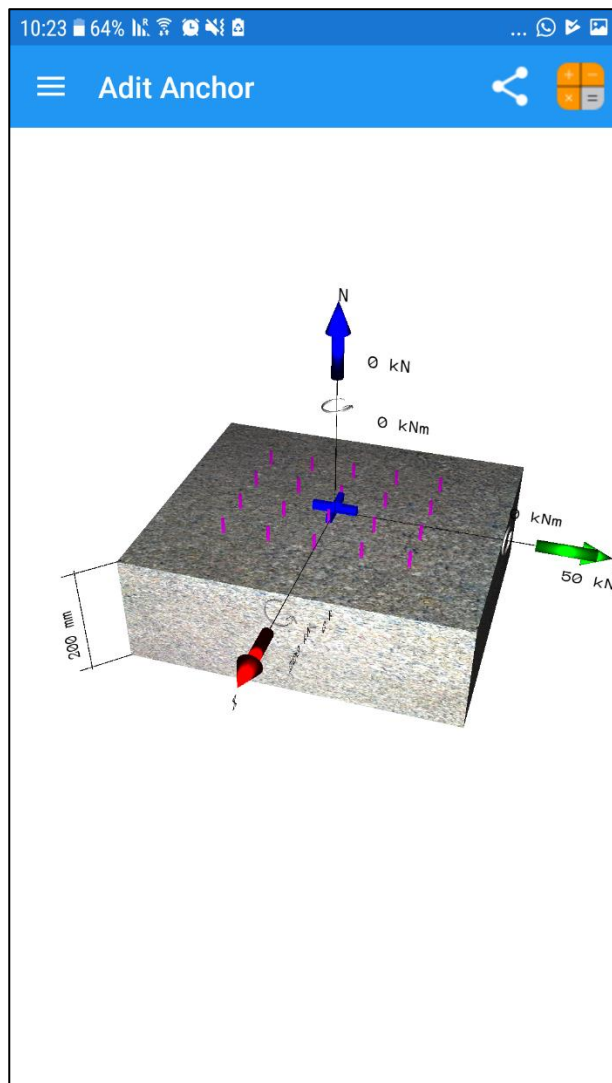
מיקום עוגנים

#	X	Y
1	-45	-75
2	45	-75
3	-45	75
4	45	75

עומסי תקן (Design Loads)



דבר קלה לחישוב : אפליקציה בטלפון



10:39 60% Adit Anchor

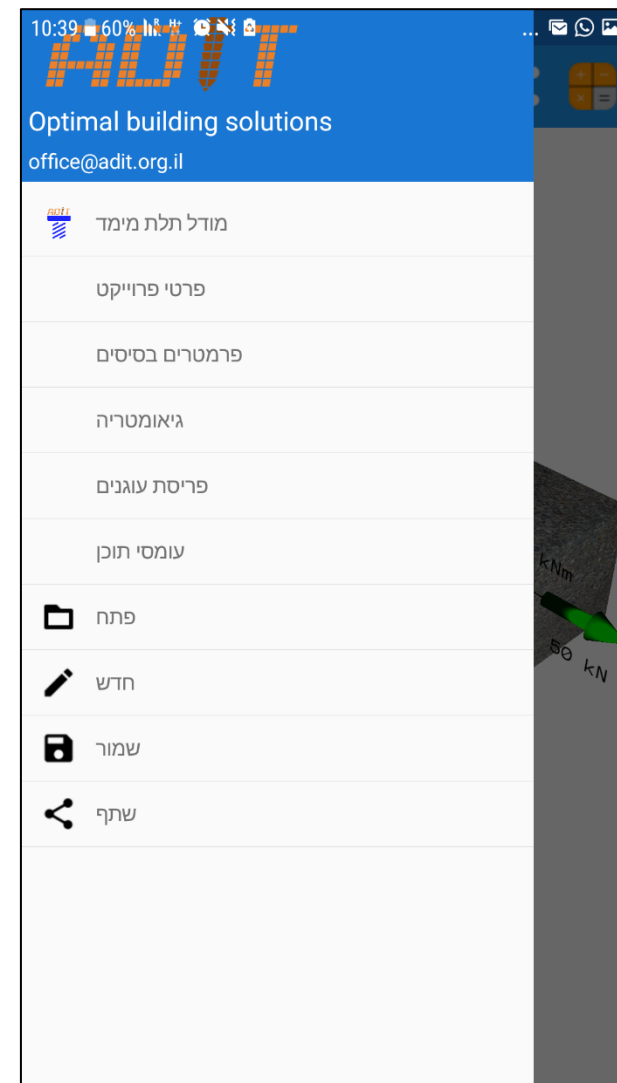
פריסת עוגנים

פריסה מעגלית

פריסת מטריצה

רשימת עוגנים

#	X (mm)	Y (mm)
1	-225	300
2	-75	300
3	75	300
4	225	300
5	-225	150
6	-75	150
7	75	150
8	225	150
9	-225	0



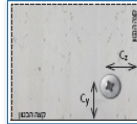
דרך בינונית לחישוב : חישוב מופשט לפי חוברת

f _{yk} מקדם השפעת מרחק ספקה הבטון															
540	480	400	320	240	170	140	130	110	100	90	70	h _{ef}	c		
0.72	0.72	0.73	0.73	0.74	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.84	50			
0.73	0.73	0.74	0.74	0.76	0.78	0.80	0.81	0.83	0.84	0.86	0.90	70			
0.73	0.73	0.74	0.75	0.77	0.79	0.81	0.82	0.85	0.86	0.88	0.93	80			
0.73	0.74	0.75	0.76	0.78	0.81	0.83	0.84	0.86	0.88	0.90	0.96	90			
0.74	0.74	0.75	0.76	0.78	0.82	0.84	0.85	0.88	0.90	0.92	0.99	100			
0.75	0.75	0.76	0.78	0.80	0.85	0.88	0.89	0.93	0.95	0.98	1.00	125			
0.76	0.76	0.78	0.79	0.83	0.88	0.91	0.93	0.97	1.00	1.00		150			
0.76	0.77	0.79	0.81	0.85	0.91	0.95	0.97	1.00				175			
0.77	0.78	0.80	0.83	0.87	0.94	0.99	1.00					200			
0.79	0.80	0.83	0.86	0.91	0.99	1.00						250			
0.81	0.83	0.85	0.89	0.95	1.00							300			
0.85	0.87	0.90	0.95	1.00								400			
0.89	0.91	0.95	1.00									500			
0.92	0.95	1.00										600			
0.96	1.00											710			
1.00												800			

$$f_{yk} = 0.7 + 0.2 \cdot \frac{c}{h_{ef}}$$

c מרחק עד קצה הבטון (mm)

יש להכפיל את המקדמים
לחוד או ביחד לכל הכוונים
לדוגמה: עקב כפיפת הבטון
 $f_{yk} = f_{ky} \cdot f_{kz}$



$$N_{ed,c} = N_{ed,s} / \gamma_m$$

קוטר ברזל	mm	08	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40
A _s	mm ²	50.3	78.5	113.1	157.1	201.1	251.3	314.2	390.6	490.9	615.8	761.8	934.8	1131.0

N _{ed,c}		mm	
mm	mm	08	10
20.0	30.7	44.3	60.7
2500	ST500		

N _{ed,c}		mm	
mm	mm	08	10
20.0	30.7	44.3	60.7
2500	ST500		

סיכום כשל בשליפה: $N_{ed} = \min(N_{ed,c}, N_{ed,s}, N_{ed,t})$
העוסק בתגובה של הבטון בשליפה: $N_{ed} > N_{ed,s}$



$$N_{ed,c} = N_{ed,s} \cdot f_{yk} \cdot f_{yk}$$

N _{ed,c}		mm	
mm	mm	08	10
20.0	30.7	44.3	60.7
2500	ST500		

$$N_{ed,c} = 7.2 \cdot 25^{0.5} \cdot f_{yk} \cdot 1.5 / 1500$$

N _{ed,c}		mm	
mm	mm	08	10
20.0	30.7	44.3	60.7
2500	ST500		

N _{ed,c}		mm	
mm	mm	08	10
20.0	30.7	44.3	60.7
2500	ST500		

$$f_{yk} = \frac{f_{yk}}{25}$$

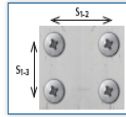
C50/60		C45/55	
mm	mm	08	10
20.0	30.7	44.3	60.7
2500	ST500		

f_{yk} חוקי חוקי הבטון

f _{yk} מקדם השפעת מרחק ספקה הבטון															
500	400	320	280	240	220	200	170	140	120	110	100	h _{ef}	s		
0.53	0.54	0.55	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.61	0.63	0.64	0.65	60			
0.54	0.54	0.55	0.56	0.57	0.57	0.58	0.59	0.60	0.63	0.65	0.66	70			
0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.58	0.59	0.60	0.62	0.64	0.67	0.68	80			
0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.59	0.60	0.61	0.63	0.66	0.69	0.70	90			
0.55	0.56	0.58	0.59	0.60	0.60	0.61	0.63	0.65	0.68	0.71	0.73	100			
0.56	0.58	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.66	0.68	0.72	0.76	0.78	125			
0.58	0.59	0.62	0.63	0.64	0.66	0.67	0.69	0.72	0.77	0.81	0.84	150			
0.60	0.63	0.66	0.68	0.69	0.71	0.73	0.75	0.79	0.86	0.92	0.95	200			
0.61	0.64	0.67	0.70	0.71	0.73	0.75	0.78	0.82	0.89	0.96	1.00	220			
0.63	0.66	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.81	0.87	0.95	1.00		250			
0.65	0.69	0.73	0.77	0.79	0.81	0.84	0.88	0.94	1.00			300			
0.68	0.72	0.77	0.81	0.84	0.86	0.90	0.94	1.00				350			
0.70	0.75	0.81	0.86	0.88	0.92	0.95	1.00					400			
0.75	0.81	0.89	0.95	0.98	1.00	1.00						500			
0.80	0.88	0.97	1.00	1.00								600			
0.85	0.94	1.00										700			
0.90	1.00											800			
1.00												1000			

$$f_{yk} = 0.5 + \frac{s}{4 \cdot h_{ef}}$$

יש להכפיל את המקדמים לחד
או ביחד לפי כיוון כפיפת או אופקי:
 $f_{yk} = f_{ky} \cdot f_{kz}$



טבלת מרחקים בין העוגנים ומרחקים מקצה הבטון לפי עומק התקנה נכחד

עומק התקנת העקב		h _{ef}		mm	
mm	mm	80	100	110	130
200	170	150	140	130	120
400	340	300	280	260	220
100	85	75	70	65	55
300	255	225	210	195	165
100	85	75	70	65	55

500	450	400	320	280	260	240	220	mm	h _{ef}	עומק התקנת העקב
1000	900	800	640	560	520	480	440		S _{ef}	סדק אנטסילי בין העמודים
250	225	200	160	140	130	120	110		S _{in}	סדק סיסמילי בין העמודים
750	675	600	480	420	390	360	330		C _{ef}	סדק אנטסילי סביב הבטון
250	225	200	160	140	130	120	110		C _{in}	סדק סיסמילי סביב הבטון

המרחקים המינימליים ביניהם בחיבורים עשויים המרחקים המינימליים ביניהם בחיבורים עשויים
לחישוב המינימלי בין מרחק אופטימלי של חיבורים עשויים המרחקים המינימליים ביניהם בחיבורים עשויים

חישוב העקב לפי יישום

(עוד חישבו מופשט לפי תקן ETAG Bonded Anchor)

הערות

לפי ה-ETAG חשבושים את הנוגשים לפי עומק תכנון design ולא לפי עומקים שמישים/מוסמכים/שירות
חשבושים את העקב לפי 3 סוגי כשל בשליפה Pull-out, קוטר הבטון קריעת חומר העקב לאחר מכן חשבושים
3 סוגי כשל ביחידה קצה הבטון קריעת חומר העקב pull-out, קוטר הבטון קריעת חומר העקב לאחר מכן חשבושים

1 - כשל בשליפה

$$N_{ed,p} = N_{ed,s} \cdot f_{yk} \cdot f_{yk}$$

N _{ed,p}		mm	
mm	mm	08	10
20.0	30.7	44.3	60.7
2500	ST500		



N _{ed,p}		mm	
mm	mm	08	10
20.0	30.7	44.3	60.7
2500	ST500		

f_{yk} = f_{yk} / f_{yk}

C50/60		C45/55	
mm	mm	08	10
20.0	30.7	44.3	60.7
2500	ST500		

דרך קשה יותר לחישוב : ידנית לפי התקן

(1) בדיקת שליפה	
(1.1) בדיקת כשל שליפה בפלדה	
$N_{Rd,s} = A_s \times f_{tk} / \gamma_{Hs} = 43,3 \text{ kN}$	5.2.2.2
כל עגן יחזיק 4,33 בעומס תכן בשליפה לפי כשל בפלדה.	
(1.2) בדיקת כשל חיבור עגן לבטון	
$N_{Rd,p} = f_b \cdot N_{Rd,p}^0$ בטון < 30: $f_b = 1,1$ חוק מוגבל לפי Pull-out $N_{Rd,p}^0 = 6,2 \times 30 / 50 = 3,7 \text{ kN}$	
כל עגן יחזיק 0,37 בעומס תכן בשליפה לפי כשל בחיבור העגן.	
(1.3) בדיקת כשל לפי קוּסֶם הבטון	
$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N}^0 / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{Re,N} \cdot \psi_{Ec,N} \cdot \psi_{ct,N}$ (5.2.2.4)	
$N_{Rk,c}^0 = 7,2 \times (f_{ck,cube})^{0,5} \times (h_w)^{1,5} = 7,2 \times (40)^{0,5} \times 301,5 = 9,98 \text{ kN}$	5.2a
$A_{c,N}^0 = s_{R,N} \cdot s_{Ec,N} = 2 \times 60 \times 60 = 7200 \text{ mm}^2$	5.2b
$s_{R,N} = 2 \cdot h_w = 60 \text{ mm}$	
$A_{c,N} = 7200 \text{ mm}^2$	
$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \times (100/100) = 1$	5.2c
$\psi_{Re,N} = 0,5 + 30/200 = 0,65$	5.2d
$\psi_{Ec,N} = 1$	5.2e
בטון סדוק: $\psi_{ct,N} = 1$	5.2f
$N_{Rk,c} = 6,5 \text{ kN}$	
$N_{Rd,c} = N_{Rk,c} / \psi_{Hc,N} = 6,5 / 1,8 = 3,6 \text{ kN}$	5.2.2.1
כל עגן יחזיק 0,36 בעומס תכן בשליפה לפי כשל בקוּסֶם הבטון.	
סיכום בשליפה	
בשליפה, כשל הראשון תהיה בעומס תכן 0,36 נון לכל עגן	
(2) בדיקת גזירה	
(2.1) בדיקת כשל גזירה בפלדה	
$V_{Rd,s} = 0,5 \times A_s \times f_{tk} / \gamma_{Hs} = 20,2 \text{ kN}$	5.2.2.2
כל עגן יחזיק 20,2 בעומס תכן בגזירה לפי כשל בפלדה.	
(2.2) בדיקת כשל קצה הבטון	
רחוק מכל קצה	
(2.3) בדיקת כשל pry-out	
$V_{Rd,pry} = N_{Rd,c} = 3,6 \text{ kN}$	
כל העגן מחזיק 3,6 בעומס תכן בגזירה לפי כשל כשל pry-out	
סיכום בגזירה	
הכשל הראשון תהיה לפי כשל "pry-out" 3,6 kN לכל עגן. 4-5 עגנים, 14,4 kN מעל העומס הנדרש של 11 kN.	

I.S. EN 1992-4:2018	
EN 1992-4:2018 (E)	
Contents	Page
European foreword.....	5
1 Scope.....	9
1.1 General.....	9
1.2 Type of fasteners and fastening groups.....	9
1.3 Fastener dimensions and materials.....	11
1.4 Fastener loading.....	12
1.5 Concrete strength and type.....	12
1.6 Concrete member loading.....	12
2 Normative references.....	12
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations.....	13
3.1 Terms and definitions.....	13
3.2 Symbols and abbreviations.....	20
3.2.1 Indices.....	20
3.2.2 Superscripts.....	21
3.2.3 Actions and resistances (listing in alphabetical order).....	22
3.2.4 Concrete and steel.....	27
3.2.5 Fasteners and fastenings, reinforcement.....	28
3.2.6 Units.....	30
4 Basis of design.....	30
4.1 General.....	30
4.2 Required verifications.....	31
4.3 Design format.....	31
4.4 Verification by the partial factor method.....	32
4.4.1 Partial factors for actions.....	32
4.4.2 Partial factors for resistance.....	32
4.5 Project specification.....	35
4.6 Installation of fasteners.....	36
4.7 Determination of concrete condition.....	36
5 Durability.....	37
6 Derivation of forces acting on fasteners - analysis.....	37
6.1 General.....	37
6.2 Headed fasteners and post-installed fasteners.....	38
6.2.1 Tension loads.....	38
6.2.2 Shear loads.....	41
6.3 Anchor channels.....	44
6.3.1 General.....	44
6.3.2 Tension loads.....	45
6.3.3 Shear loads.....	46
6.4 Forces assigned to supplementary reinforcement.....	47
6.4.1 General.....	47
6.4.2 Tension loads.....	47
6.4.3 Shear loads.....	47
7 Verification of ultimate limit state.....	48
7.1 General.....	48

I.S. EN 1992-4:2018	
EUROPEAN STANDARD	EN 1992-4
NORME EUROPÉENNE	
EUROPÄISCHE NORM	September 2018
ICS 91.010.30; 91.080.40	Supersedes CEN/TS 1992-4-1:2009, CEN/TS 1992-4-2:2009, CEN/TS 1992-4-3:2009, CEN/TS 1992-4-4:2009, CEN/TS 1992-4-5:2009
English Version	
Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 4: Design of fastenings for use in concrete	
Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 4 : Conception et calcul des éléments de fixation pour béton	Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton
This European Standard was approved by CEN on 9 March 2018.	
CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.	
This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.	
CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.	
 EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG	
CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels	
© 2018 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CEN national Members.	Ref. No. EN 1992-4:2018 E



10 ההמלצות שלי

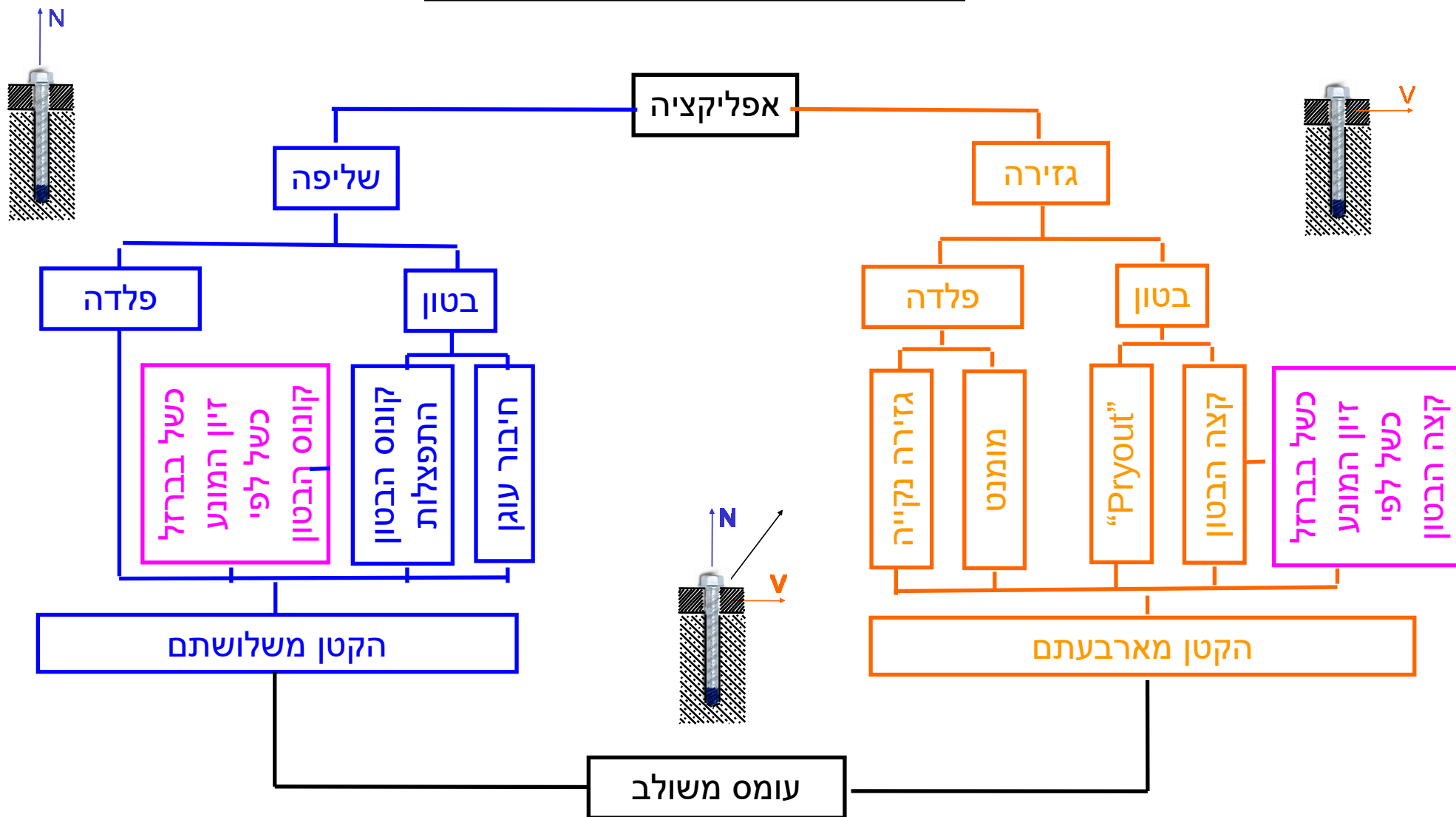
1. בבטון לא סדוק (כשאינ התקנה קרובה לקצה בטון) : עוגן חץ
2. בבטון סדוק ולא סדוק בגזירה : עוגן חץ
3. בבטון סדוק בשליפה : בורג בטון בהברגה ישירה או עוגן כימי
4. בעומס גזירה גבוהה (בתקרה או במקומות שבו התקנה של עיגון כימי לא נוחה) : עוגן דינאמי
5. בקרבה לקצה בטון : עוגן כימי או בורג בהברגה ישירה לבטון
6. בעומסים מעל 3 טון בעומס תכן : עוגן כימי
7. בתקרה : להימנע מעיגון כימי ככל שאפשר
8. בקרבה לנקודת ריתוך : עוגן מכני
9. בבטון ישן/שבור : עוגן כימי
10. להתייעץ פעם אחד יותר מדי ולא פעם אחד פחות מדי עם הספק.

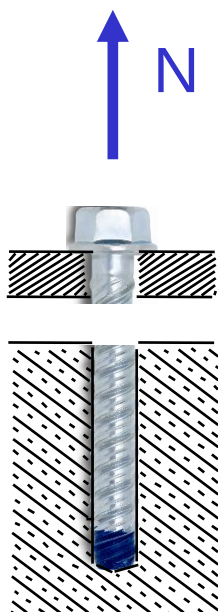
תודה על הקשב

איב דה לטואר

טל : 0547-976110

תקן ENV 1992-4:2018





כשל בפלדה : בחירת העוגן

• ישנם בשוק עוגנים מפלדה 3.6 עד 8.8. אין צורך כל הזמן להגדיל את קוטר העוגן כשחסר חוזק. אפשר גם להשתמש בעוגן מפלדה יותר חזקה.

• עוגן בקוטר 12 מ"מ בפלדה 3.8 יהיה פחות חזק מבורג 8 מ"מ בפלדה 10.9 ...

כשל בפלדה : חישוב

$N_{Rk,s}$ = עומס כשל אופייני לפי כשל בפלדה

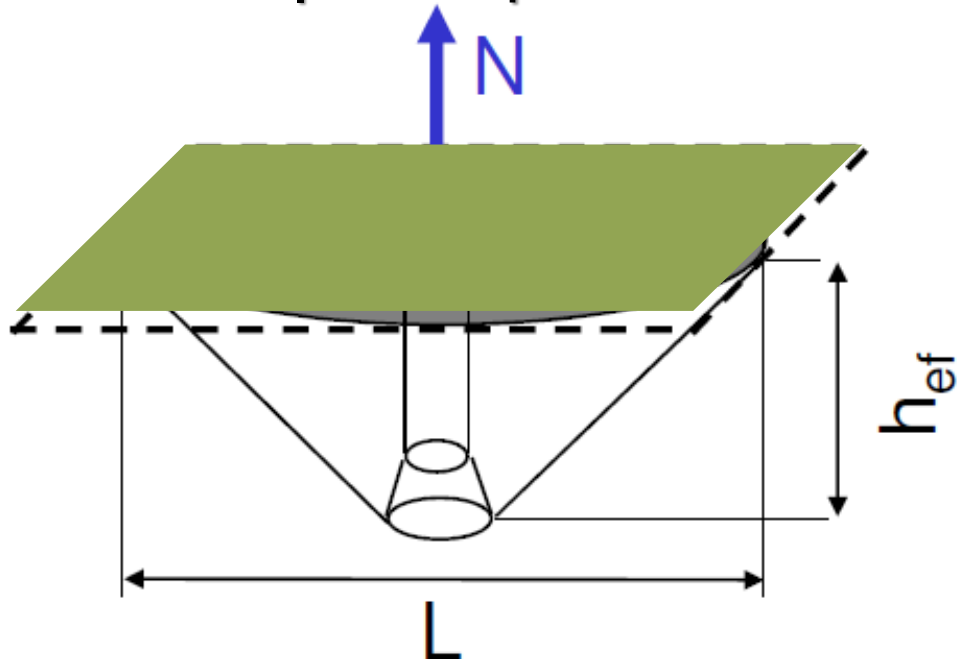
A_S = שטח של הלחצים

f_{uk} = כוח מתיחה אולטימטיבי של הפלדה

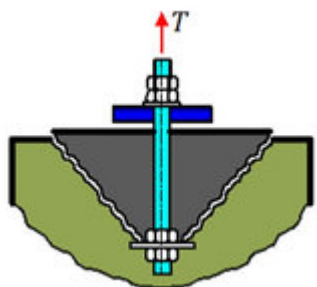
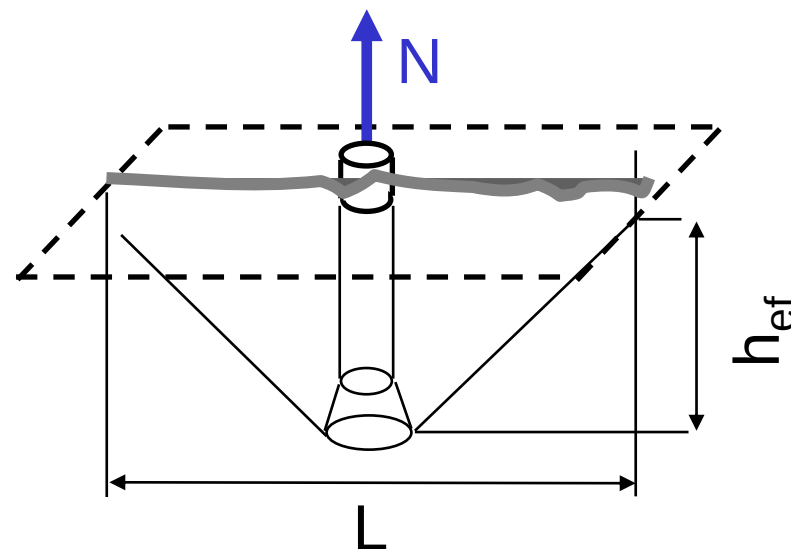
$$N_{Rk,s} = A_S \times f_{uk}$$

כשל לפי התפצלות / קונוס בטון

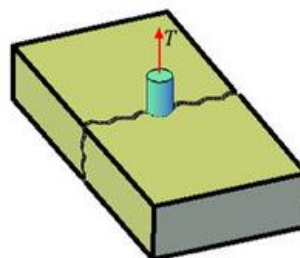
קונוס בטון



התפצלות



$$L = 3 \times h_{ef}$$



$$L = 2 \text{ to } 5 \times h_{ef}$$

בהתאם לתעודת תקן של העוגן

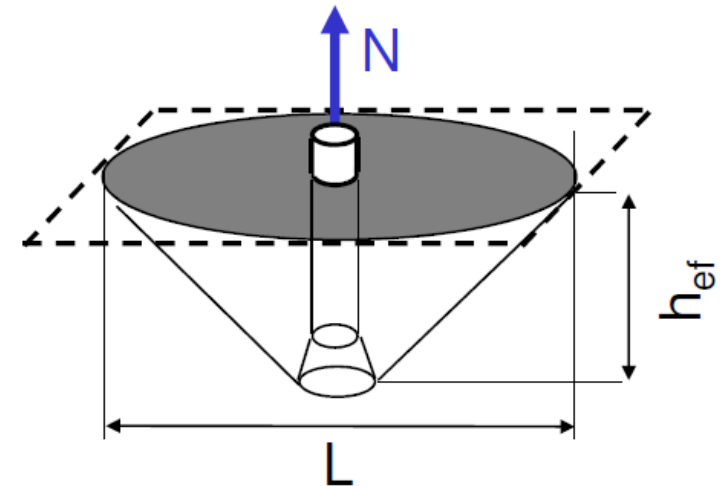
כשל לפי קונוס הבטון : חישוב

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \times \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \times \Psi_{s,N} \times \Psi_{ec,N} \times \Psi_{re,N} \times \Psi_{M,N}$$

$N_{Rk,c}$ = עומס כשל אופייני לפי קונוס הבטון

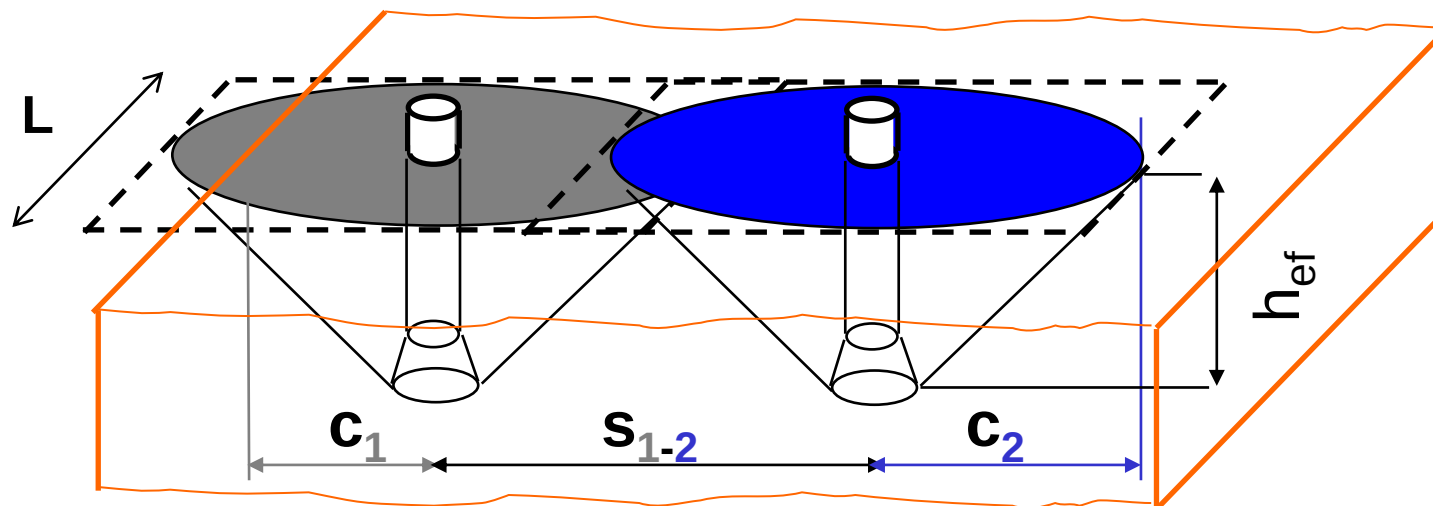
$$N_{Rk,c}^0 = 11 \times \sqrt{f_{ck}} \times h_{ef}^{1.5} \quad \text{לבטון לא סדוק}$$

$$= 7.7 \times \sqrt{f_{ck}} \times h_{ef}^{1.5} \quad \text{לבטון סדוק}$$



יש אפשרות בתקן זה לקחת בחשבון את הברזל הקיים בתוך הבטון במידה ואנחנו יודעים איזה ברזל יש בקרבה לעוגן.
אם יש מספיק ברזל, אז אין צורך לחישוב זה.

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \times \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \times \Psi_{s,N} \times \Psi_{ec,N} \times \Psi_{re,N} \times \Psi_{M,N}$$



$A_{c,N}^0$ = שטח השפעה "אופטימאלי" של העוגן/קבוצת עוגנים

$$= L_1^2 + L_2^2$$

$A_{c,N}$ = שטח השפעה "אמיתי" של העוגן/קבוצת עוגנים

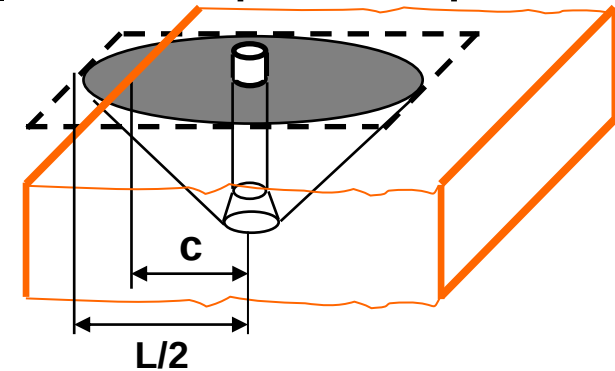
$$= L \times (c_1 + s_{1-2} + c_2)$$

חישוב זה מדויק יותר
מאלה שלוקחים "מקדמי
השפעה"

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \times \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \times \Psi_{s,N} \times \Psi_{ec,N} \times \Psi_{re,N} \times \Psi_{M,N}$$

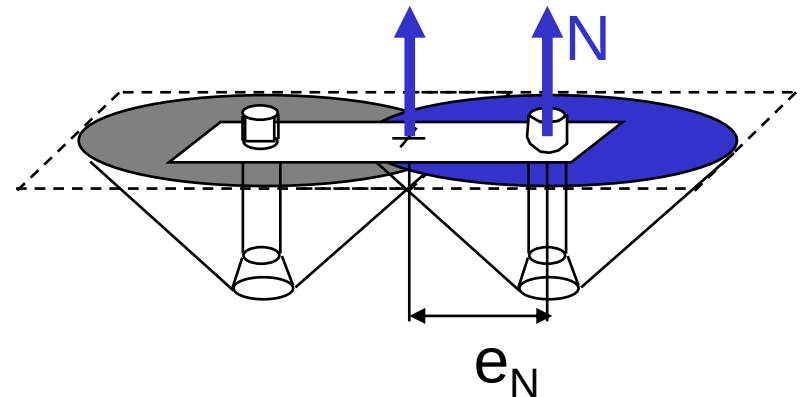
$\Psi_{s,N}$ = מקדם שלוקח בחשבון את השפעת פיזור הלחצים בבטון

$$= 0.7 + 0.3 \frac{c}{L/2} \leq 1$$



$\Psi_{ec,N}$ = מקדם שלוקח בחשבון את השפעת אי-סימטריות הכוח בשליפה

$$= \frac{1}{1 + 2e_N / s_{Cr,N}} \leq 1$$



$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \times \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \times \Psi_{s,N} \times \Psi_{ec,N} \times \Psi_{re,N} \times \Psi_{M,N}$$

$\Psi_{re,N}$ = מקדם שלוקח בחשבון את השפעת החיזוקים/מוטות זיון בבטון

$$= 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1 \quad \text{בלי חיזוקים בבטון כל 15 ס"מ}$$

$$= 1 \quad \text{עם חיזוקים בבטון כל 15 ס"מ}$$

$\Psi_{M,N}$ = מקדם שלוקח בחשבון את הלחץ בין הבטון לפלטה במצב של כיפוף

$$= 1 \quad \text{כשהעוגן קרוב לקצה (ראה 7.7 בתקן)}$$

$$= 2 - \frac{z}{1.5 h_{ef}} \leq 1 \quad \text{בכל מקרים אחרים}$$



כשל בחיבור העוגן (Pull-out) : בחירת העוגן

- ישנם עוגנים שהחוזק שלהם תלוי בעומק ההתקנה : עוגנים כימיים ועוגנים בהברגה ישירה, ושאר העוגנים אשר חוזקם אינו תלוי בעומק ההתקנה.
- על מנת לקבל חוזק שליפה גדול יותר, לעיתים קרובות, עדיף להגדיל את העומק או להחליף את העוגן.
- יש לבדוק שהעוגן מתאים לחומר שבו מתקינים אותו.

כשל בחיבור העוגן (Pull-out) : חישוב

$N_{Rk,p}$ = עומס כשל אופייני לפי כשל בחיבור העוגן

$N_{Rk,p}^0$ = עומס כשל נומינאלי לפי כשל בחיבור העוגן

f_b = מקדם השפעת סוג הבטון

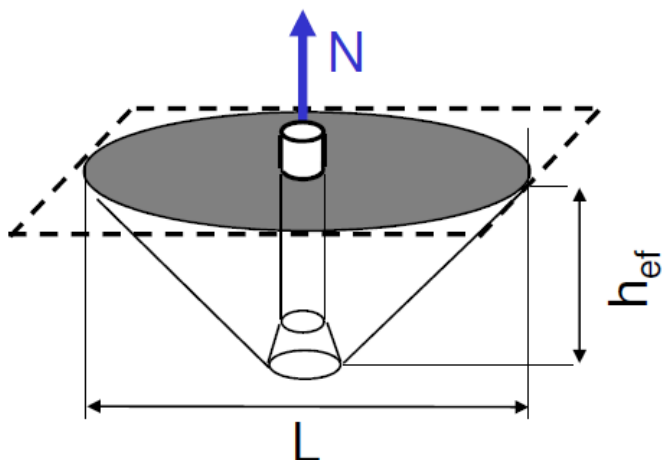
f_t = מקדם השפעת עומק ההתקנה = $\frac{h_{act}}{h_{nom}}$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \times f_b \times f_t$$

כשל בחיבור העוגן משולב לעיגון כימי

Combined Pull-out

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \times \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \times \Psi_{s,Np} \times \Psi_{ec,Np} \times \Psi_{re,Np} \times \Psi_{g,Np}$$



עומס כשל נומינאלי לפי כשל בחיבור העוגן $N_{Rk,p}^0$

החישוב הינו שילוב של כשל ההדבקה עם קונוס הבטון עם הבדלים של מספר מקדמים

$$L = 7.3 \times d \times (\Psi_{sus} \times \tau_{Rk,ucr})^{0.5} \leq 3 \times h_{eff}$$



$\tau_{Rk,ucr}$ = חוזק ההדבקה בבטון לא סדוק

Ψ_{sus} = מקדם השפעת התעייפות על ההדבקה

כשל בשליפה : סיכום

$$N_{Rk} = \min \{ N_{Rk,s} ; N_{Rk,p} ; N_{Rk,c} \}$$

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_M}$$

$$\gamma_{M,c} = \gamma_{M,p} = \gamma_c \times \gamma_1 \times \gamma_2$$

כשל בבטון

$$\gamma_c = 1,5$$

(לבטון בלחיצה)

$$\gamma_1 = 1 - 1,2$$

$$\gamma_2 = 1,0$$

(לעוגן בהתקנה בטוחה)

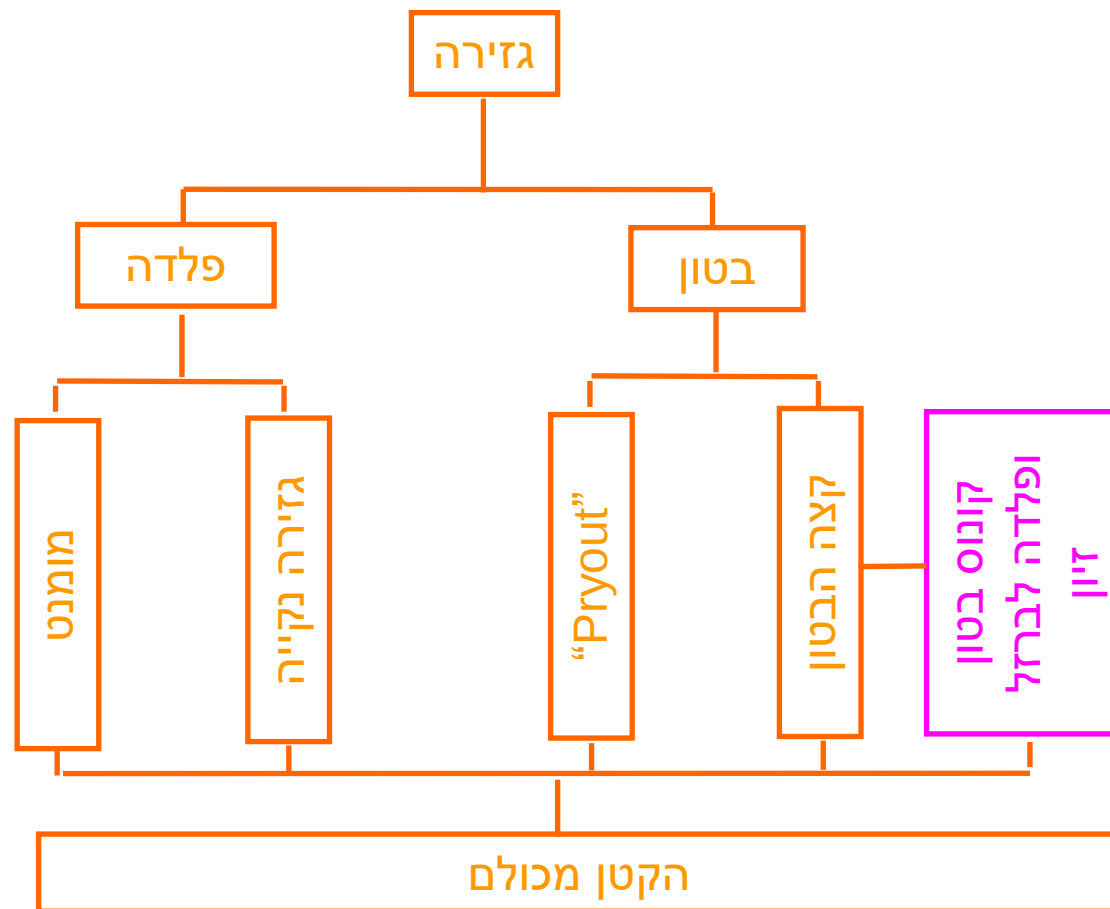
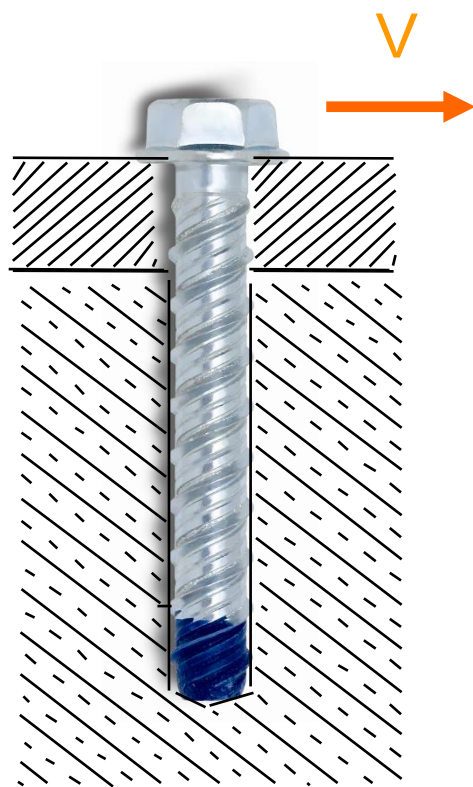
$$= 1,4$$

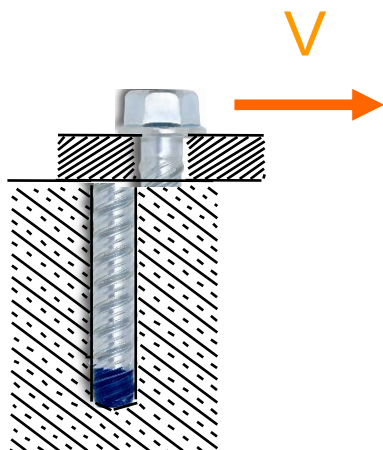
(לעוגן בהתקנה לא בטוחה)

$$\gamma_{M,s} = \frac{1,2}{f_{yk} / f_{uk}} \geq 1,4$$

כשל בפלדה

כשל בגזירה





כשל בפלדה : בחירת העוגן

• ישנם בשוק עוגנים מפלדה 3.6 עד 8.8. אין צורך כל הזמן להגדיל את קוטר העוגן כשחסר חוזק. אפשר גם להשתמש בעוגן מפלדה חזקה יותר.

כשל בפלדה – גזירה נקייה : חישוב

$V_{Rk,s}$ = עומס כשל אופייני לפי כשל בפלדה

A_S = שטח של הלחצים

f_{uk} = כוח מתיחה אולטימטיבי של הפלדה

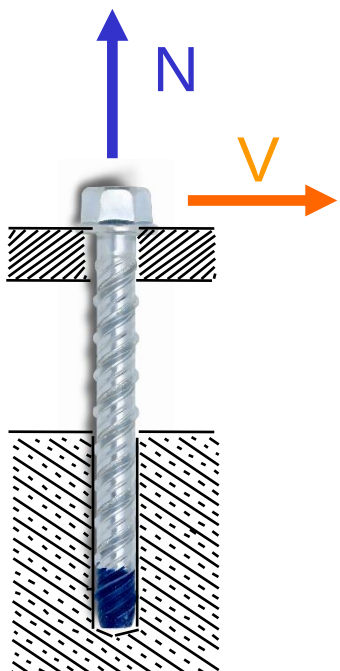
$$500\text{N/mm}^2 < f_{uk}$$

$$V_{Rk,s} = 0,5 \times A_S \times f_{uk}$$

$$500\text{N/mm}^2 \geq f_{uk}$$

$$V_{Rk,s} = 0,6 \times A_S \times f_{uk}$$

כשל בפלדה – מומנט : חישוב



עומס כשל אופייני לפי כשל במומנט

α_M = מקדם השפעת החיבור

ℓ = זרוע הכוח

$$V_{Rk,sm} = \frac{\alpha_M \times M_{Rk,s}}{\ell}$$

$$M_{Rk,s} = \text{חוזק פלדה לכיפוף} = M_{Rk,s}^0 \times \left(1 - \frac{N}{N_{d,s}} \right)$$

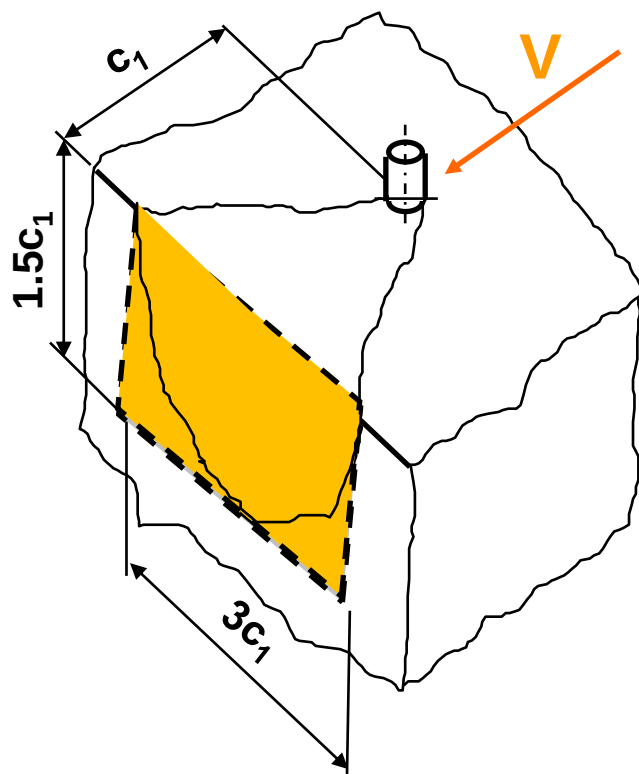
$N_{d,s}$ = חוזק תכן של הפלדה

$$M_{Rk,s}^0 = 1,2 \times W_{el} \times f_{yk}$$

W_{el} = שטח אלסטי (elastic section modulus)

f_{yk} = כוח מתיחה אופייני של הפלדה

כשל לפי קצה : בחירת העוגן



• לפי תקן ENV, אין לעשות חישוב זה במצב שהמרחק מקצה הבטון פי-10 גדול יותר מעומק ההתקנה. לפי הניסיון שלנו, מרחק של פי-2 מעומק התקנה מספיק ברוב המקרים.

• חייבים לעשות חישוב זה גם אם כיוון כוח הגזירה איננו בכיוון קצה הבטון.

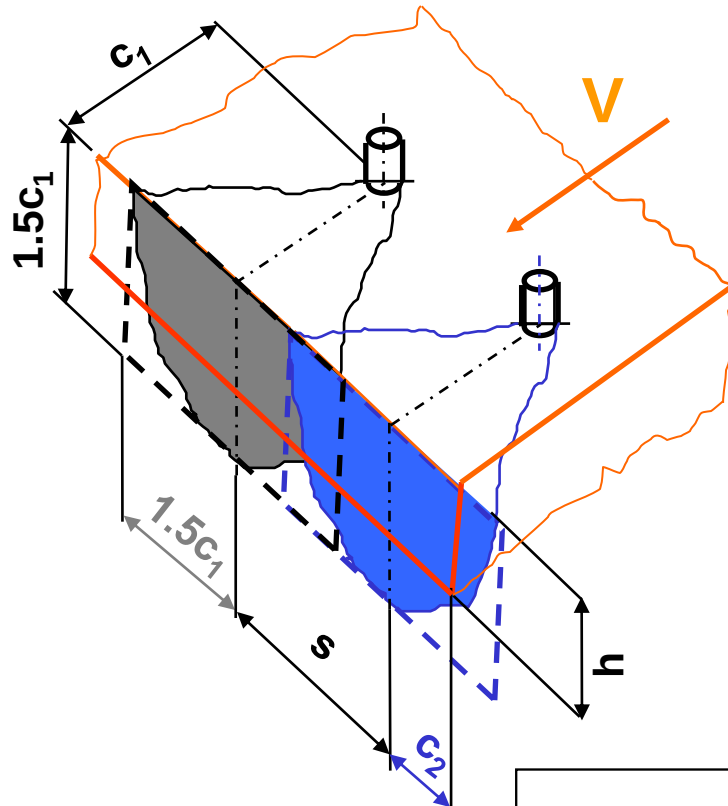
• חישוב זה קשה יותר מחישובים אחרים ומומלץ ליצור איתנו קשר במצב זה.

• זהירות במצב של פינה, החישוב מסתבך עוד יותר.

• צריך להתחשב גם אם שני עוגנים מותקנים על אותה הפינה.

• כמו לגבי קונוס הבטון, אם יש ברזל בנוכחות מספקת בבטון, אין צורך לחשב תסבולת זאת.

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \times \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \times \Psi_{s,V} \times \Psi_{h,V} \times \Psi_{\beta,V} \times \Psi_{ucr,V} \times \Psi_{ec,V}$$



$$A_{c,V} = (1,5 c_1 + s + c_2) \times h$$

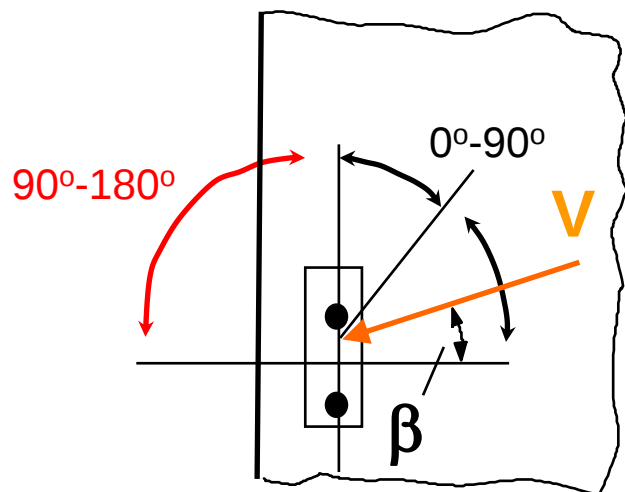
שטח שבירה מוקרן "אופטימאלי" של
העוגן/קבוצת עוגנים

מקדמי השפעות "אי-לינאריות"

$$\Psi_{h,V} = \left(\frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5}$$

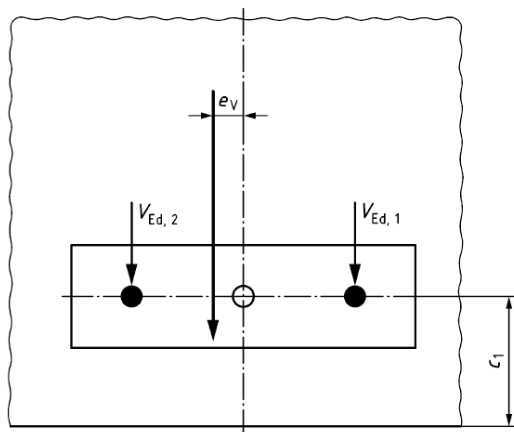
$$\Psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \times \frac{c_2}{1,5c_1} \leq 1$$

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \times \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \times \Psi_{s,V} \times \Psi_{h,V} \times \Psi_{\beta,V} \times \Psi_{ucr,V} \times \Psi_{ec,V}$$



$$\Psi_{\beta,V} = \left(\frac{1}{(\cos(\beta))^2 + (0,5 \times \sin(\beta))^2} \right)^{0,5} \geq 1$$

$$0^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$$



$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1$$

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \times \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \times \Psi_{s,V} \times \Psi_{h,V} \times \Psi_{\beta,V} \times \Psi_{ucr,V} \times \Psi_{ec,V}$$

$$\Psi_{ucr,V} = 1.0$$

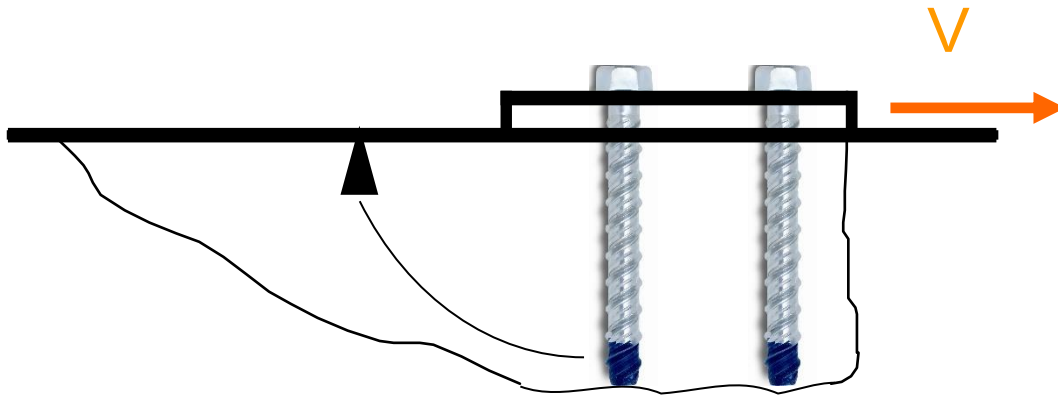
בטון סדוק בלי חיזוקים/מוטות זיון בבטון

$$\Psi_{ucr,V} = 1.4$$

בטון סדוק עם חיזוקים/מוטות זיון בפינות ורשת עם מרווח של פחות מ-10 ס"מ או בטון לא סדוק

• רוב היצרנים מתחשבים בטבלאות עומסים של העוגנים לבטון לא סדוק.
במצב שהבטון סדוק וללא חיזוקים, יש להפחית את העומסים במקדם 1,4
(עבור חישוב זה. לגבי חישוב pull-out, ההפחתה יכולה להגיע עד 70%)

כשל "Pryout"



$$V_{Rk,cp} = k \times N_{Rk,c}$$

$$\begin{array}{ll} k=1 & h_{ef} < 60 \text{ mm} \\ k=2 & h_{ef} \geq 60 \text{ mm} \end{array}$$

אם חישבנו שהברזל בבטון מתנגד לקונוס הבטון, אז התסבולת ב-pry-out הופכת להיות

$$V_{Rk,cp} = 0,75 \times k \times N_{Rk,c}$$

• ברוב המקרים, לא מגיעים לכשל ב-"pryout". מומלץ לבדוק כשל זה אך ורק במקרה של עוגנים קצרים ודקים בבטון חלש.

כשל בגזירה : סיכום

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rd,c} ; V_{Rd,s} ; V_{Rd,cp} \}$$

$$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{\gamma_M}$$

$$\gamma_{M,c} = \gamma_{M,cp} = \gamma_c \times \gamma_1 \times \gamma_2$$

כשל בבטון

$$\gamma_c = 1,5$$

(לבטון בלחיצה)

$$\gamma_1 = 1,2$$

(ליציקה סטנדרטית)

$$\gamma_2 = 1,0$$

$$\gamma_{M,s} = \frac{1,0}{f_{yk} / f_{uk}} \geq 1,25$$

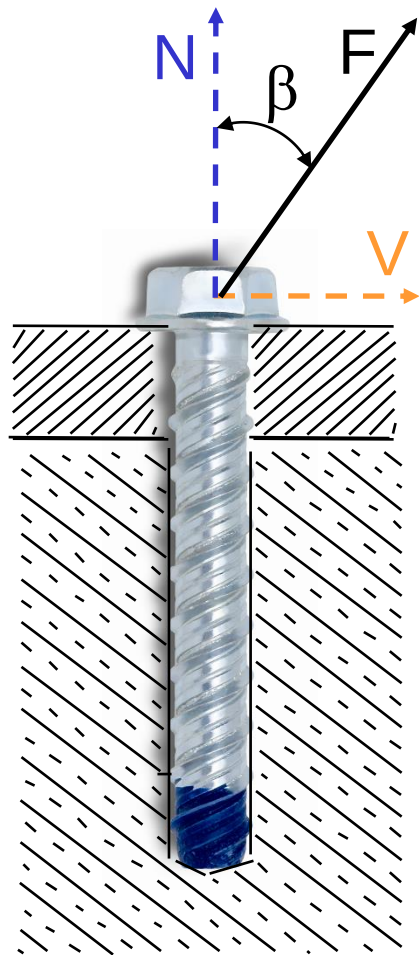
$$\gamma_{M,s} = 1,5$$

$$\left\{ \begin{array}{l} f_{uk} \leq 800 \text{ N/mm}^2 \\ f_{yk} / f_{uk} \leq 0,8 \end{array} \right.$$

כשל בפלדה

$$\left\{ \begin{array}{l} f_{uk} > 800 \text{ N/mm}^2 \\ f_{yk} / f_{uk} > 0,8 \end{array} \right.$$

עומס משולב



$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \right)^{\alpha} + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \right)^{\alpha} \leq 1$$

$\alpha = 2,0$ כשל בפלדה
 $\alpha = 1,5$ כשל בבטון

לעומס משולב לפי כשל בבטון אפשר גם לבדוק את השילוב בצורה הזאת (אין צורך בלעמוד בשני הפורמולות. אחד מהם מספיק).

$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \right) + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \right) \leq 1,2$$

או