

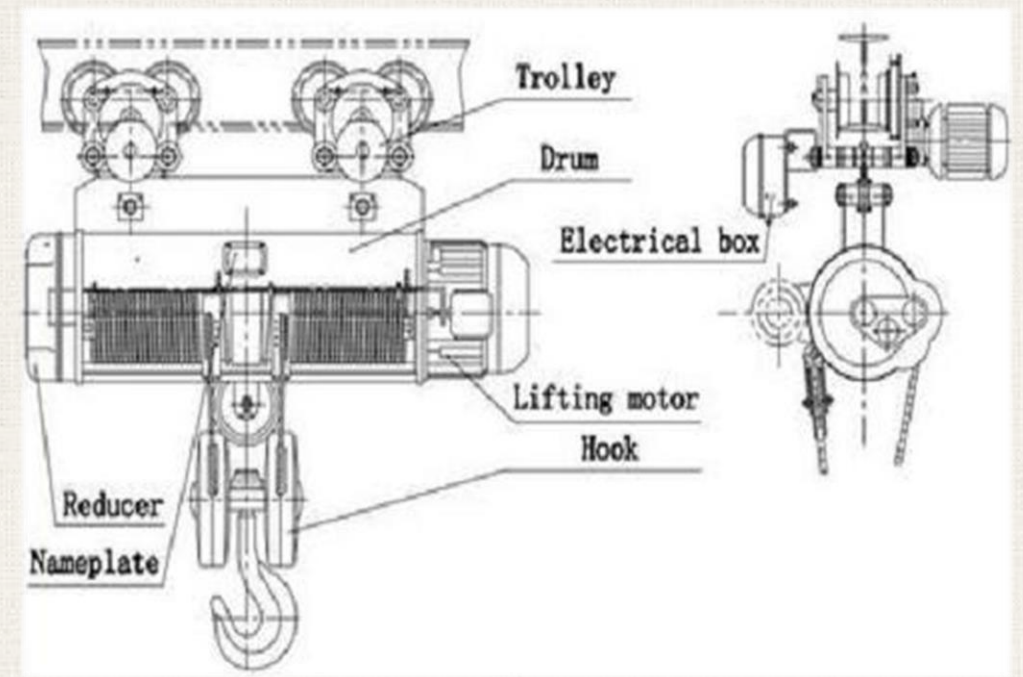
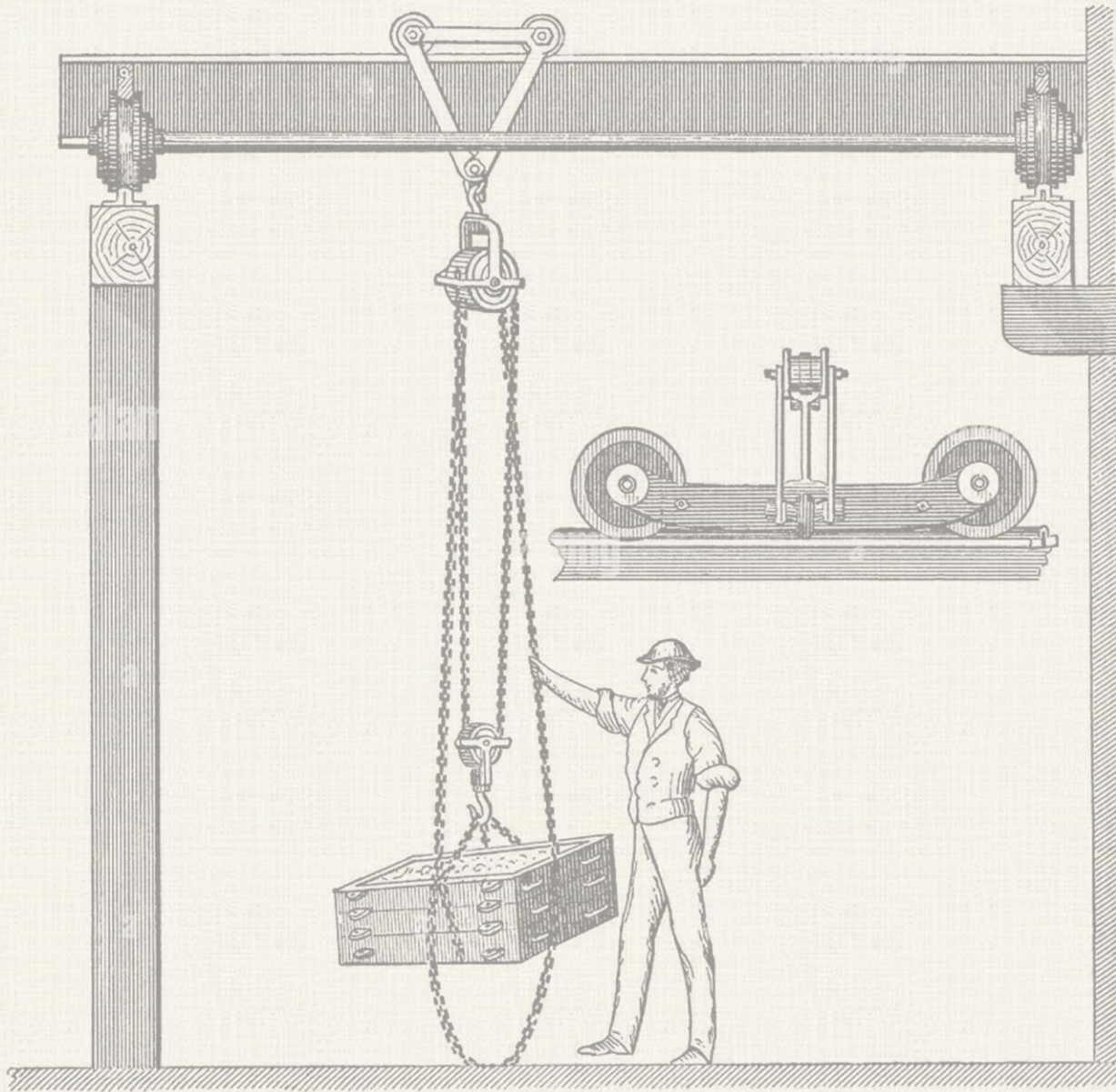


גלגלות / כננות הרמה  
המהפכה הבאה במתקני ההרמה



## מרכיבי מערכת ההרמה:

- מערכת ההינע / כוח
- אלמנט ההעברת התנועה למטען
- אלמנט החיבור למטען
- מערכת הבקרה
- שלדה



## מערכת ההינע / כוח:

- חשמל / הידראולי / פניאומטי
- גירים מתקדמים
- שימוש בחומרים / סגסוגות
- מעצורים אלקטרו-מגנטיים

## מערכת החיבור למטען:

- אונקלים אוטומטיים לחיבור וניתוק המטען.
- פתרונות חיבור בוואקום / מגנוט
- מגוון מערכות חביקה וחפינה

## מערכת בקרה:

- בקרי תדר לניצול מטבי של מערכת הכוח (עבודה יעילה בטווח תדרים של 1-120 Hz ובמתחים של 690VAC ומעלה).
- מערכות חישה למיקום ועומס.
- מניעת טלטול מטען.
- מערכות לצמצום טעויות מפעיל ושימור הצידוד.
- מערכות אוטומציה לעבודה יעילה יותר
- מאזני משקל ומערכות ציפת מטען

# הפיתוח ההנדסי קרוב למיצוי

מה השלב הבא?

מגבלות התקנים הקיימים:

בחירה בכבל לעומס מסוים (קוטר כמעט זה בין כל היצרנים)



קוטר תוף כמעט אחיד לכל היצרנים



יחס גיר והספק מנוע אחידים



ממדי גלגלת כמעט זהים לכל היצרנים

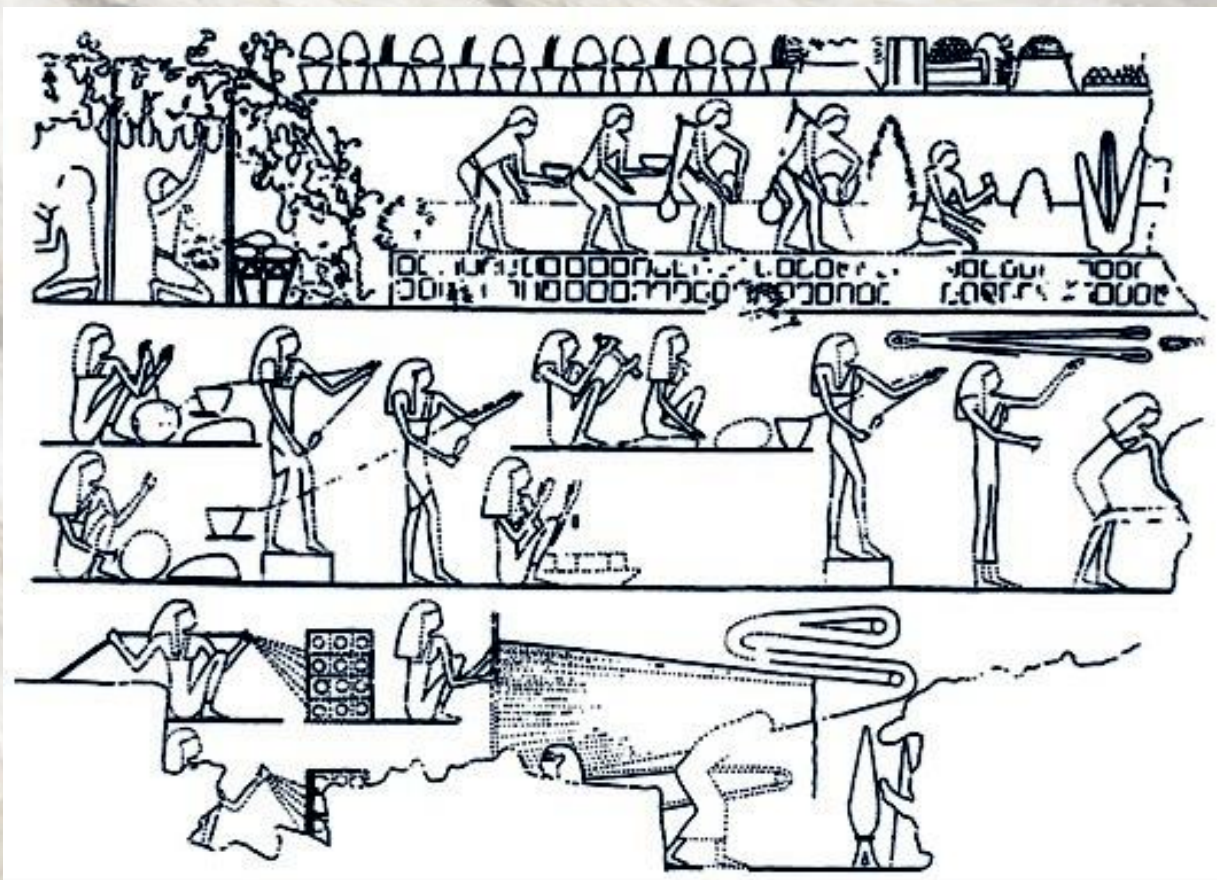
במילים אחרות - אלמנט ההרמה עדיין מגביל את חופש הפיתוח ההנדסי

# סקירת התפתחות אלמנט ההרמה לאורך ההיסטוריה



# אלמנט ההרמה לאורך ההיסטוריה

## תחילת הדרך – חבלים אורגניים



- 50,000 לפני הספירה – ממצא ראשון של חבלים בהולנד. עשוי סיבים טבעיים (צמחייה).
- 15,000 לפני הספירה – חבל עשוי מסיבים של קרניי אייל
- 3,500-4,000 לפני הספירה – תיעוד ראשון של כלים לייצור חבלים במצרים. חבלים עשויים קנה סוף, עלי דקלים, פפירוס, עור, שיער חיות ועשבים. תיעוד לשימוש בחבלים למשיכת והנפת סלעים ואבנים לבניית הפירמידות ומבנים אחרים.

# אלמנט ההרמה לאורך ההיסטוריה

## תחילת הדרך – חבלים אורגניים

- 2,800 לפני הספירה - תיעוד מסין לחבלים מקנביס
- עד המאה ה-18, התפשטה טכנולוגיית החבלים ברחבי העולם.
- בימי הביניים מתועדות באירופה מכונות ייצור חבלים ארוכים "Rope Walk" באורך 270-300 מטר, ששימשו בעיקר לייצור חבלים לספינות.
- החבלים הארוכים נועדו על מנת להימנע מחיבורי חבלים קצרים יחד (חיבורים שהיו בעייתיים במעבר בגלגלי הטיה).

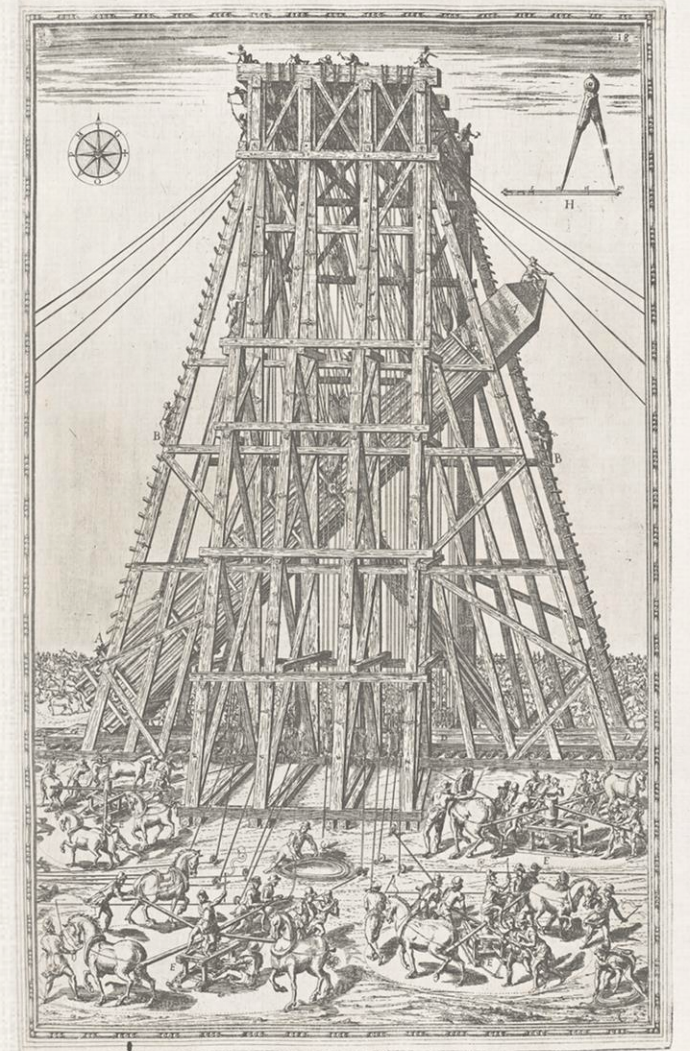




# אלמנט ההרמה לאורך ההיסטוריה

## תחילת הדרך – חבלים אורגניים

- 1568 – תיעוד של הנפת האובליסק ברומא במשקל 327 טון על ידי מערכת חבלים, גלגלי הכפלה, 75 סוסים ו-900 עובדים



# אלמנט ההרמה לאורך ההיסטוריה

## תחילת הדרך – חבלים אורגניים

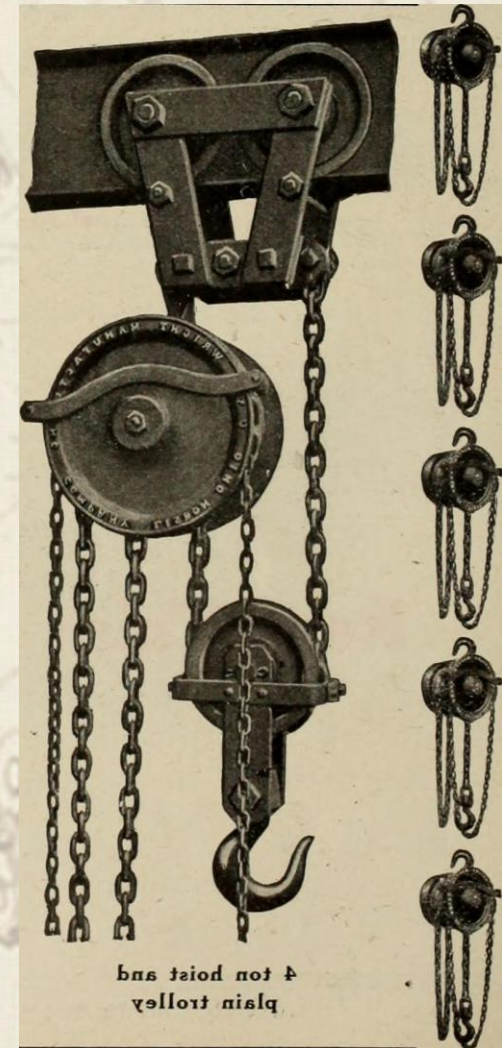
### חסרונות:

- עבור עומסים גדולים נדרש חבל בקוטר מאוד גדול ובהתאם ציוד הרמה גדול ויקר (להתאמה לקוטר החבל).
- רגישות לתנאי סביבה (כימיקלים, חום, שמש, רקבון) ובלאי מהיר מאוד.
- לא ישים למערכות הינע חשמליות בעלות הפעלות מרובות.

# אלמנט ההרמה לאורך ההיסטוריה

## מעבר לשרשראות פלדה

- 225 לפני הספירה – תיעוד ראשון של שרשרת הרמה לדליי מים
- 1500 לספירה – ההתפתחות המשמעותית הבאה. רישומים של לאונרדו דה וינצ'י לשרשראות הינע.
- 1600 - יוצרו מערכות ההינע הראשונות אך רק ב-1800 עם המהפכה התעשייתית ההתפתחות והשימוש בשרשראות הפך נפוץ ודומה יותר לשימוש כיום.
- 1900 - תחילת הייצור הסדרתי של גלגלות שרשרת בעולם (גרמניה)



# אלמנט ההרמה לאורך ההיסטוריה

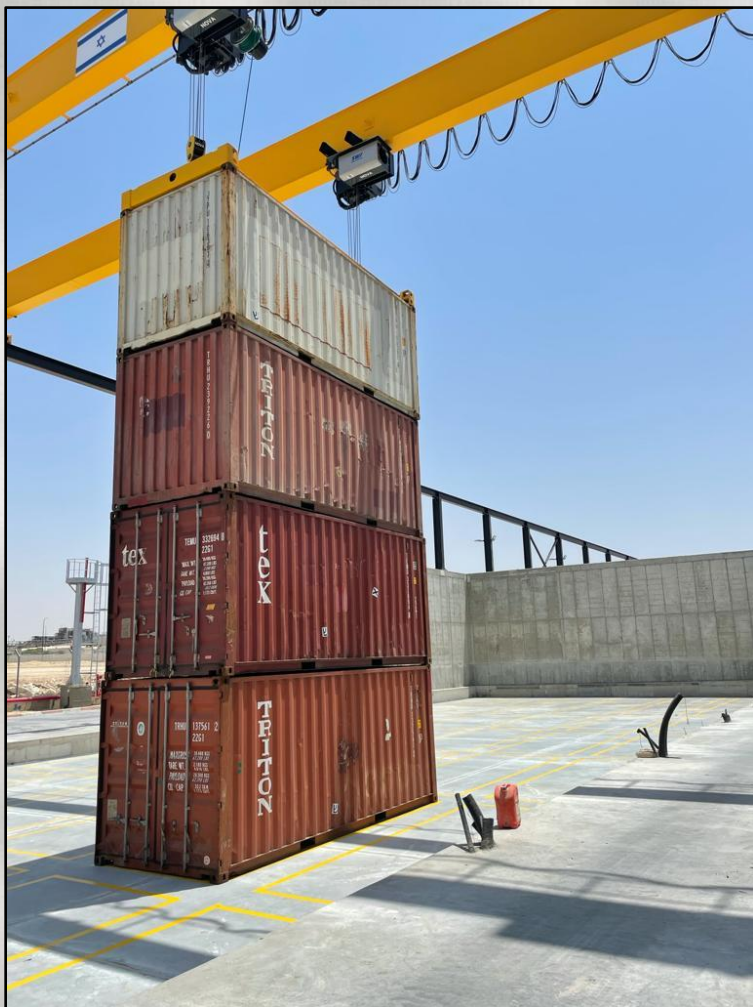
## מעבר לשרשראות פלדה

מגבלות השימוש בשרשרת:

- השרשרת כבדה מאוד ביחס לעומס המורם.
- בגובה גבוה נדרש סל אחסון מאוד גדול וכבד + משקל עצמי מאוד גבוה אשר משפיע על כל מבנה העגורן והקונסטרוקציה של המבנה.
- בלאי גדול כתוצאה משחיקה במובילים + דרישות תחזוקה ושימון גבוהות + עלות החלפה מאוד גבוהה.
- קושי בזיהוי מקדים של סדקים וטרומם כשל אשר עלולים להוביל לכשל מידי וקריעה ללא סימנים מקדימים.

# אלמנט ההרמה לאורך ההיסטוריה

## כבלי פלדה



- 1831 – פיתוח ראשון של הכבל המודרני בגרמניה.  
כבל שבנוי מגידים ותילים.  
הכבל היה מורכב מ-4 גידים (גדילים) וכל אחד מהם מ-3 חוטים.
- כבל הפלדה התפשט במהירות בעולם בגלל:
  - חוזק הכבל יחסית למידותיו (ובכלל).
  - עמידות בתנאי סביבה.
  - בלאי נמוך המאפשר שימוש אינטנסיבי ובמערכות חשמליות.
  - מערכות הולכה פשוטות יותר מאשר לשרשרת

# חסרונות החבל (המוכרים) לעומת שימוש בכבל פלדה

- חבל בקוטר זהה חלש יותר מכבל פלדה.
- חבל רגיש יותר לגיצים ואש
- הערה: גם כבל פלדה אסור לשימוש ונפסל מידית עם חשיפה לטמפרטורות גבוהות ו/או גיצים!
- חבל עדין יותר ורגיש לפציעה וקריעה מפינות חדות.
- חבל חלש יותר בנקודת הקיבוע לתוף הגלגלת
- חבל רגיש לכימיקלים / נוזלים / רקבון / UV



## יתרונות החבל הסינטטי

- שמיש לאורך יותר מחזורי עבודה
- לא דורש תחזוקה מונעת אשר הינה קריטית לאורך החיים של כבל / שרשרת (פלדה). כתוצאה מאי השימוש בשמן / גריז החבל גם פחות מלכלך (אין שמן / גריז מטפטפים) ופחות פוגע בסביבה.
- מייצר פחות שחיקה לגלגלי ההטיה ותוף הגלגלת.
- עמיד יותר במצבי קיצון (אבק, גיצים, קורוזיה, כימיקלים).
- מייצר הרבה פחות "שבבים" ואבק ולכן מתאים לעבודה בסביבה נקייה (חדרים נקיים, פרמצפטיקה, מזון)



## יתרונות החבל הסינטטי

- לא מייצר כמעט פיתול ולכן לא דורש מבני כבל מיוחדים ליישומים שונים כגון כבל ימני / שמאלי / בלתי מתפתל / מבני ליבות שונים ← נדרש להחזיק חבל מסוג אחד בלבד לכל קוטר כחלקי חילוף.
- קל לחתוך את החבל למידה ולא נדרשת פעולת הכנה מיוחדת לקצה כמו בכבלי פלדה (למניעת פתיחת הכבל / פיתול פנימי בקצה הכבל ועוד).
- בשל הגמישות הרבה של החבל הוא מונע מצב של רפיון כבל אשר מוכר ומסוכן מאוד בגלגלות עם כבלי פלדה.

## יתרונות החבל הסינטטי

- עמיד יותר במגע בפינות / חפצים חדים
- קל יותר להחלפה וניתן להחלפה על ידי טכנאי אחד גם בכבלים לעומסים גדולים מאוד בשל משקלו הנמוך.
- מייצר פחות התנגדות למפעיל בהזזת האונקל לצורך חיבור למטען.
- קל לאחסון ולשינוע (לא מחייב תופים נפחיים ובקוטר גדול).

## יתרונות החבל הסינטי

- מאפשר (לאחר שינוי והתאמת התקינה) תופי כבל וגלגלי הטיה בקוטר קטן יותר ← מנוע, גיר קטנים יותר ובכלל ציוד קומפקטי וזול יותר ובעל יכולות כיסוי מבנה וגובה טובים יותר ← משקל עצמי נמוך יותר על העגורן ← הקטנת מבנה העגורן ← הקטנת העומסים על המבנה ← הקטנת המבנה בו נמצא העגורן

← שיפור הבטיחות ועלות התחזוקה

# יישומים ראשוניים

עגורן מניטו גרוב RT770E



## מסקנות השימוש:

- משקל החבל קל ב-80% לעומת משקל כבל הפלדה.
- החבל בעל פחות התנגדות למשיכה (האונקל) ומאפשר קלות בעבודות קשירת המטען.
- בחבל הסינטטי יש הרבה פחות פיתול פנימי אפילו ביחס לכבל פלדה בלתי מתפתל (מייצר פחות סיבסוב מטען).
- מאפשר פריסת עגורן (וחבל) מהירים יותר ובטוחים יותר. חסכון משמעותי בזמן פריסת המנוף לעבודה.
- פחות פגיעה בגלגלי ההסיה.



# יישומים ראשוניים

## עגורן מניטו גרוב RT880

תועד ונבדק לאחר כ-14,000 מחזורי עבודה:

- נצפו פחות פגיעות כבלים נפוצות כגון כלובי ציפור, צביטות, כיפופים.
- סביבת עבודה נקיה יותר, ידידותי לסביבה ותחזוקה קלה יותר מאחר ולא נדרש גירוז לחבל.
- נתוני החבל לאחר שנה בשמש חזקה, בתנאי מדבר היו בממדים של כ- 90% מנתוני חבל חדש.



# יישומים ראשוניים

## קו גלגלות SWF Krantechnik



- קו גלגלות מוכח מזה 3 שנים לגלגלות מ-1 טון ועד 20 טון
- גלגלות לעגורנים חד קורתיים / דו קורתיים / מונוריילים / עגורני שער וזרוע.
- ניסויים במאות מפעלים, בתנאי סביבה משתנים (מהשלג של פינלנד ועד תנאי מדבר באמירויות), החל מאפליקציות קלות ועד ליישומים מאוד heavy duty.

# נקודות חשובות!



# בחירה נכונה של כבל פלדה ושל חבל סינטטי

הגדרת כבל / חבל מבוסס על משתנים ומאפיינים רבים.  
לדוגמא:

מה כושר הקריעה של כבל 8 מ"מ?

כבל מקורי של יצרן הגלגלת – 65.6 KN

בדקנו אצל כמה ספקים ויצרנים כבל 8 מ"מ חלופי...

כבל 8 מ"מ שבכלל לא מוגדר להרמה – כושר קריעה מינימלי 18.34 KN

כבל 8 מ"מ שכן מוגדר להרמה ואף עומד בתקן 565 – כושר קריעה מינימלי 38.3KN

כבל 8 מ"מ שמודגר על ידי בקטלוג יצרן מקומי ככבל לכננות הרמה חשמליות –

כושר קריעה מינימלי של 38.4 KN / 42.5 KN / 46.8 KN

כבל 8 מ"מ איכותי מאסטרפורם – כושר קריעה מינימלי 49.9 KN

כבל 8 מ"מ רוטקס אולטרה – כושר קריעה מינימלי 61.7KN



# בחירת חבל נכון: מגוון חבלים סינטטיים



Part no. Vörunn. Vare nr. Parte no. № изд.	Diameter Þvermál Диаметр	Weight Þyngd Vægt Peso Бес	Breaking strength Slitþol Brudstyrke Resistencia e la rotura Разрывная нагрузка	
			ton	kN
ORANGE	mm	kg/100m		
2913020	5	2,3	4,8	47
2913030	6	3,3	6,8	67
2913040	7	3,8	7,5	74
2913047	8	4,9	9,9	97
2913050	9	5,4	10,9	107
2913057	10	6,8	13,5	132
2913060	11	8,3	16,6	163
2913068	12	9,7	18,8	184
2913070	13	11,2	22,4	220
2913075	14	13,6	27,3	268
2913080	15	14,4	28,8	282
2913090	16	18,6	37,2	365
2913100	18	22,6	45,1	442
2913110	20	27,4	54,7	536
2913120	21	32,1	64,2	630
2913130	23	37,0	73,6	722
2913140	25	42,1	82,7	811

התארכות 3%



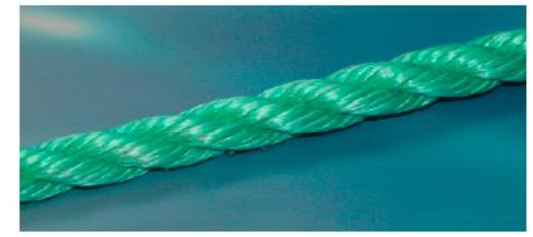
Part no. Vörunn. Vare nr. Parte no. № изд.	Diameter Þvermál Диаметр	Weight Þyngd Vægt Peso Бес	Breaking strength Slitþol Brudstyrke Resistencia e la rotura Разрывная нагрузка	
			ton	kN
DURACOAT	mm	kg/100m		
2911011	2,1	0,26	0,4	4,4
2911012	2,6	0,37	0,6	6,2
2911015	3	0,58	1,0	9,8
2911020	4	1,10	2,0	19,6
2911030	5	1,61	2,9	28,4
2911035	6	2,30	4,2	40,8
2911038	7	3,30	5,5	54,0
2911040	8	3,80	6,7	65,5
2911045	9	5,10	8,9	87,3
2911050	10	6,10	10,7	105
2911055	11	7,60	13,3	130
2911061	12	9,30	16,4	161
2911070	14	12,5	21,8	214
2911080	16	16,0	27,4	269
2911090	18	20,7	35,0	343
2911100	20	25,2	41,9	343
2911110	22	30,5	50,0	411
2911120	24	35,6	57,8	491
2911130	26	41,0	65,7	567
2911140	28	46,5	73,8	644
2911150	30	51,5	80,9	724
2911160	32	56,9	88,3	793
2911170	34	62,0	95,7	866
2911180	36	67,2	102,9	938

התארכות 3.5%



Part no. Vörunn. Vare nr. Parte no. № изд.	Diameter Þvermál Диаметр	Length Lengd Largde Largo Длина	Weight Þyngd Vægt Peso Бес	Colour Litur Fave Color цвет	Breaking strength Slitþol Brudstyrke Resistencia e la rotura Разрывная нагрузка	
					ton	kN
2741033	6	1.500	42,6	Yellow Gult Gul Amarillo желтый	1,3	12,5
2740138	7	1.000	39,7		1,8	17,6
2740143	8	760	40,7		2,3	22,6
2740148	9	600	40,1		3,0	29,1
2740154	10	470	36,0		3,5	34,3
2740157	11	370	35,3		3,9	38,3
2740164	12	310	35,8		4,4	43,2
2740168	13	220	29,9		5,2	50,8
2740174	14	215	31,1		5,9	57,9
2741077	15	240	39,7		6,8	66,6
2740184	16	160	31,4		7,6	74,6
2741095	18	120	29,1		9,6	94,1
2741104	20	280	86,0		11,7	114,4
2741124	24	300	119,1		16,1	158,4
27411433	28	500	272,5		19,9	194,9
27411501	32	500	355,7		26,1	256,0
2741181	36	1	0,8		31,7	310,9

התארכות 36%



Part no. Vörunn. Vare nr. Parte no. № изд.	Diameter Þvermál Диаметр	Length Lengd Largde Largo Длина	Weight Þyngd Vægt Peso Бес	Breaking strength Slitþol Brudstyrke Resistencia e la rotura Разрывная нагрузка	
				ton	kN
203206055	6	55	4,0	0,6	6
203206220	6	220	4,0	0,6	6
203208055	8	55	6,6	1,2	12
203208220	8	220	6,6	1,2	12
203210055	10	55	9,9	1,8	18
203210220	10	220	9,9	1,8	18
203212055	12	55	14,5	2,7	27
203212220	12	220	14,5	2,7	27
203214220	14	220	20,0	3,6	35
203216220	16	220	25,5	4,7	46
203218220	18	220	32,7	5,8	57
203220220	20	220	39,3	6,9	68
203222220	22	220			
203224220	24	220	57,0	9,9	97
203228220	28	220	78,1	13,2	130
203232220	32	220	101,2	16,8	165
203236220	36	220	127,6	20,6	202
203240220	40	220	157,3	25,7	252

התארכות 25%

# על אף מה שראינו בסרטון והאמור לעיל:

אסור לחשוף חבלים / כבלים בסביבת אש / גיזים.

אסור לחשוף חבלים / כבלים לפינות חדות.

אסור לחשוף חבלים / כבלים לחומרים כימיים מעקלים.

יש להתייעץ עם מומחה להתאמת המוצר ליישום המבוקש.  
יש להתאים את התחזוקה והבדיקות לחבלים ולעבוד בהתאם להוראות היצרן.

# לדוגמא: שינוי תפיסה גם בנושא פסילת חבל לשימוש ובתחזוקת החבל

that is unchanged by flexing.



Cut strand

**Cut Strand** – When visually inspecting a rope, always look closely for cut strands. Any cut strands will cause some loss of strength. Two or more close together may mean the rope needs to be retired.



Diameter change, used

Diameter change, new

**Diameter Change** – After use, it is normal for a rope to lose some of its diameter due to fiber abrasion. The appropriate repair depends on the amount of reduction.



Incorrect End-to-end splice

**Incorrect End-to-End Splice** – An incorrect end-to-end splice creates a disruption in the rope, to the extent that the rope's strength would be markedly reduced.

## Double Braid Inspection

**Balanced Double Braid** depends equally on the integrity of the rope's core and sleeve elements. If either is compromised, the design factor is neglected, and the remaining overworked fibers will degrade more rapidly.



Protruding strand

**Protruding Strand** – Often a strand will get snagged or pulled out from the rest of the rope. As long as the strand isn't broken, this can be repaired.



Deep abrasion

**Deep Abrasion** – Not all abrasion

is harmful. However, deeply abraded spots, with more than 50% of the strand affected, should be addressed.



Diameter discontinuity

**Diameter Discontinuity** – Discontinuity in rope diameter can indicate damage to the rope's core.



Worn-out eye

**Worn-out Eye** – Worn-out eyes can be expected after continued use and fiber fatigue.

**High Modulus Double Braids** depend solely on the rope's core elements for strength. The cover supplies abrasion protection for the high-tech core fibers. Therefore, proper inspection must consider the condition inside the rope.



Flat spot inside rope

**Flat Spot Inside Rope** – A flat spot can indicate damage to the rope's core.



Bumps on cover

**Bumps on Cover** – If you work with a winch, you'll often see rope compression. Its characteristics include a visible sheen and a stiffness that is reduced when you flex the rope.



Cut strand

**Cut Strand** – When visually inspecting your rope, always look closely for cut strands. When working with a high modulus double braid, you only need to worry about cuts that might compromise the core.

## Parallel Core Inspection

These ropes depend on their core's integrity to maintain breaking strength.

Most damage to the outside of the rope is not serious but should still be addressed to prevent further damage.



Protruding strand

**Protruding Strand** – Often a protruding strand is caused by pulling or snagging on equipment or surfaces.



Abraded spot



Deep abrasions, no damage



Deep abrasions, damage

**Abrasion** – Not all abrasion is harmful. It's important to evaluate the amount of abrasion to ensure proper repair.



Electrical damage

**Electrical Damage** – Should a rope come into contact with an energized line in such a way that a current enters the rope, the rope will display surface damage that indicates electrical damage.

Visit <https://www.yalecordage.com/featured-industries/crane/> to see more information on any product shown in this article.

This text is intended to be used for general rope inspection guidance. It cannot cover all possible conditions, applications, products, or uses.

For more details, refer to the Cordage Institute Guidelines 1401-15. When in doubt, do not use the rope. ■

## Rope Selection and Inspection Guide

To download Yale Cordage's full Rope Selection and Inspection Guide, scan the QR code:

