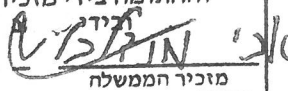


תמ"א 13 חופי הים התיכון שינוי מס' 9/א'

תכנית מתאר ארצית חלקית ברמה מפורטת להגנה על מצוקי
החוף לאורך הים התיכון

נספח 4: שיטות למיגון המצוק וטיפול בנגר העילי

חוק התכנון והבניה, התשכ"ה - 1965
תכנית מתאר ארצית מאושרת
ע"י הממשלה לפי החלטתה
מס' 134 מיום 25.6.15
והחתומה בידי מזכיר הממשלה

מזכיר הממשלה
תאריך:

טל רשף
מזכיר המועצה הארצית
לתכנון ולבניה

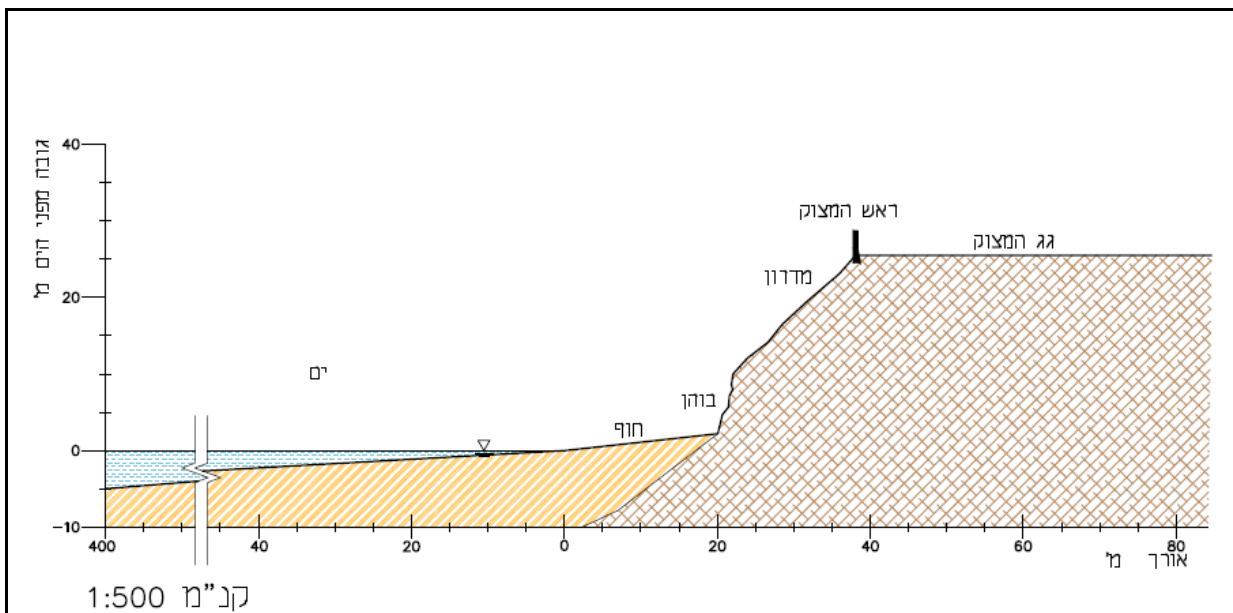
ירושלים

מרץ 2015

תיאור פרופיל המצוק - תיאור הנדסי כללי

המצוק האופייני מחולק לשלושה חלקים :

1. בוהן המצוק- החלק התחתון של המצוק שבבסיסו נמצאת רצועת החוף, לעיתים חשוף לפעולת הגלים שגורמת לאירוזיה.
 2. מדרון - שטח המדרון שמעל בוהן המצוק עד גג המצוק הכולל את ראש המצוק.
 3. גג המצוק - שטח המשתרע מגג המדרון עד 50 מ' מזרחה.
- סל הפתרונות המוצע בתכנית מתייחס להיבטים השונים של יציבות של המצוק בהתאם לחלוקה של פרופיל המצוק.



איור 1: חתך אופייני במצוק החופי

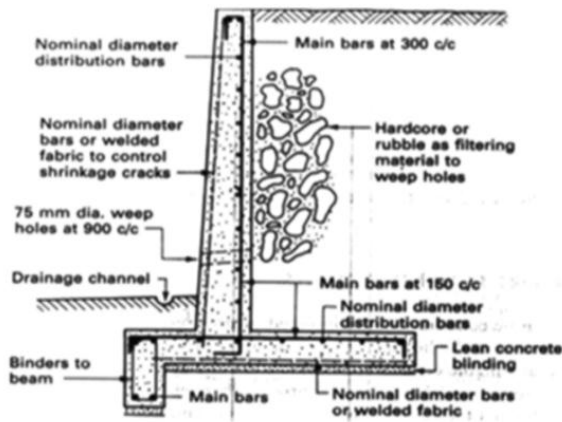
מרבית ממקטעי המצוק שהוגדרו כנדרשים לטיפול דחוף, נתונים להרס מואץ עקב פעולת גלי הים בבוהן המצוק. ייצוב המצוק בחלקם אלה צריך להתייחס למכלול ההיבטים של בעיית היציבות: פעולת גלי הים על חלקו התחתון של המצוק. בד"כ גורם זה מהווה את הסיבה לחוסר היציבות של המצוק כאשר אלו תהליכי ארוזיה אלה מהירים יחסית.

1. ייצוב מדרון מצוק, בחלק שמעל לאזור פעולת הגלים. תהליכי הארוזיה וההרס של חלק המדרון שמעל לאזור פעולת הגלים היא איטית יחסית. בחלקו העליון של המדרון לעיתים יש אי יציבות של השכבות העליונות שמחייב אמצעי תימוך בראש המצוק. חלק זה של המצוק יכול להיות מושפע גם מזרימות נגר עילי המגיע משטחים שבגג המצוק.

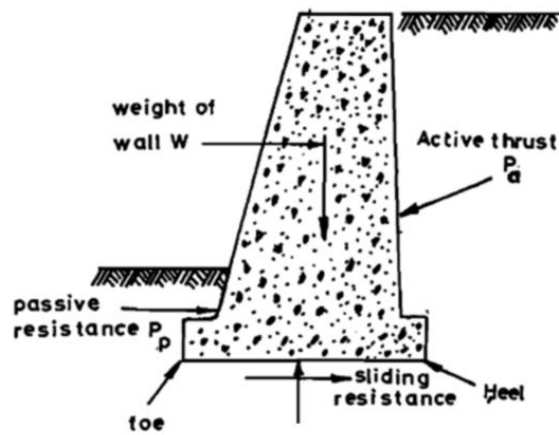
2. ייצוב החלק העליון - גג המצוק כולל הסדרות ניקוז להרחקת נגר עילי מגג המצוק.

הטבלאות שלהלן מציגות גישות תכנוניות לייצוב המצוק בהתאם לסל הפתרונות המוצע בתכנית.

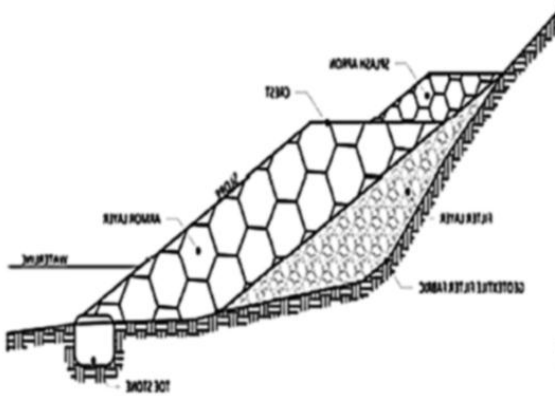
חתכים סכמתיים לאמצעי תימוך לבוהן המצוק



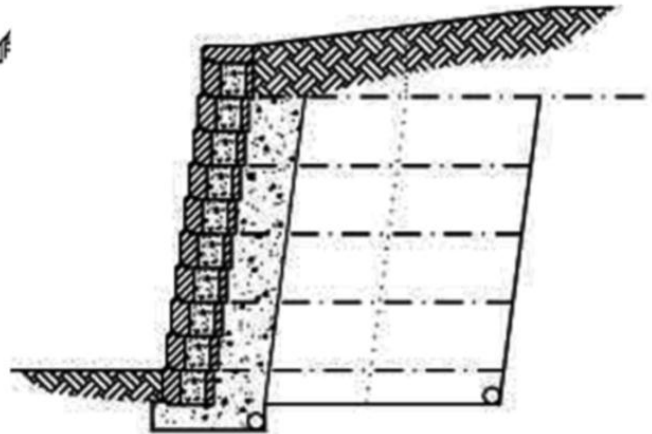
קיר כובד מבטון מזויין



קיר כובד מבטון



מסלע



קיר קרקע משוריינת

טבלה מס' 1 מיגון בוהן המצוק

שיטת ייצוב		עקרונות תכנון		הערות		תמונות/איורים (להמחשה בלבד)	
למקרה שאין פעולת גלי ים על רגל המדרון							
מדרון מתון בשיפוע 30° עד 38°, המגיע עד מפלס החוף		נדרש מקדם הביטחון להרס של המדרון קרוב ל- 1. למשטחי הרס עמוקים מקדם ביטחון גדול יותר. נדרש ייצוב של פני המדרון לאחר המיתון על מנת למנוע ארוזיה.		למיתון המדרון נדרש שטח ברצועת החוף או בראש המדרון.			
						נתניה	
							
						תל אביב	
מבנים תומכים רגילים כמו: קירות כובד, קירות מבטון מזוין, קירות בשיטת הקרקע המשוריינת, מיסלעות.		תכנון המבנים צריך לשאת את לחץ העפר הצידי הפועל מהמדרון.		גובה המבנה התומך ייקבע גם בהתאם לגיאומטריה של המדרון, רוחב החוף וכד'			
						כפר הנופש אולגה – מבט צפונה	
							
						כפר הנופש אולגה – מבט דרומה	

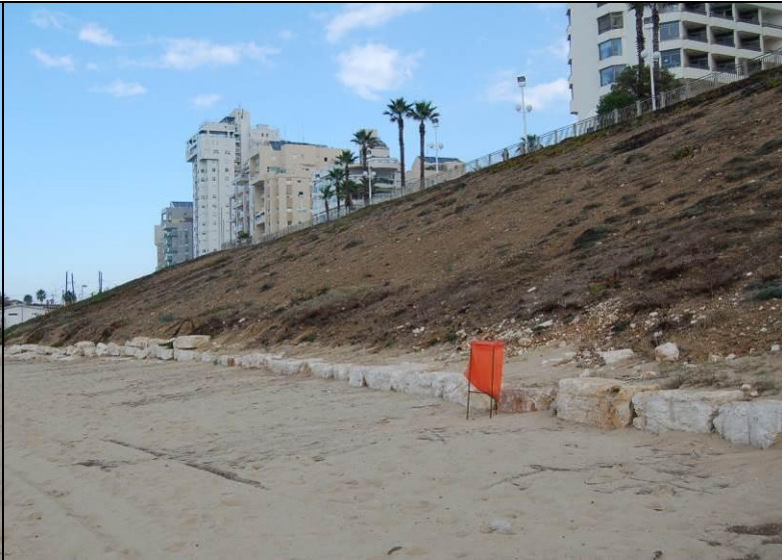
תמונות/איורים (להמחשה בלבד)		הערות	עקרונות תכנון	שיטת ייצוב
		הפתרון אינו משמש לייצוב המדרון.	מיקום הגדר יקבע בהתאם לחישוב המרחק בו צפויים הסלעים להגיע בעת מפולת.	הגנה כנגד גושי סלע נופלים כמו: גדר רשת להרחקת קהל, גדר בטון.
בת - ים	הרצליה	מיגון בוהן כאשר יש פעילות גלים על בוהן המצוק		
		נדרשת תחזוקה לאחר סערות חזקות. רצוי לתכנן את המבנים התומכים כך שיספגו את אנרגיית גלי הים ולא יחזירו אותה אל החוף.	המבנים התומכים יתוכננו כך שיוכלו לקבל את לחץ העפר הצידי מהמדרון, ובנוסף את העומסים הפועלים מפעולת גלי הים. בגב המבנים נדרש בד"כ פילטר או אמצעים אחרים למניעת גריפת חלקיקי קרקע כתוצאה מזרימות מים. התכנון צריך להביא בחשבון גריפה/ארוזיה של הקרקע בחזית המבנים התומכים.	מבנים תומכים כגון: קירות כובד, קירות מבטון מזויין, קירות בשיטת הקרקע המשוריינת, מיסלעות.
בת ים חוף הסלע	אפולוניה			

שיטת ייצוב	עקרונות תכנון	הערות	תמונות/איורים (להמחשה בלבד)
מבנה תומך מבטון מזויין- ביסוס עמוק	המבנים התומכים יתוכננו כך שיוכלו לקבל את לחץ העפר הצידי מהמדרון, ובנוסף את העומסים הפועלים מפעולת גלי הים. בגב המבנים נדרש בד"כ פילטר או אמצעים אחרים למניעת גריפת חלקיקי קרקע כתוצאה מזרימות מים. התכנון צריך להביא בחשבון גריפה/ארוזיה של הקרקע בחזית המבנים התומכים.	אפשר לחזק את המבנה אל המדרון ע"י ברגי סלע או עוגנים. ביסוס המבנה יכול להיעשות ע"י אלמנטים עמוקים. (כלונסאות וכד')	 קיר ימי בצורת גל עם מסלעה בחזית.
מבנים תומכים זמניים ופריקים כגון שקי חול, ערימות חול, מבנים טרומיים יבילים כדוגמת ניו גרזי. חומר גס ימי, גושי סלע גדולים.	אמצעי הגנה זמניים יבילים שמטרתם למנוע את פעילות גלי הים בבוהן המצוק, אמצעים אלו ניתנים להסרה בזמן קצוב בלבד. חשוב שיתוכננו כך שיוכלו לספוג את אנרגיית הגלים וכן יגרמו להפרעה מינימלית להסעת החול.	בחנית חומרי מילוי לשקי החול- כך שבמידה ויתפזרו לא יזהמו את החוף.	 שקי חול
העברת חול יבשתית	מערכת העברת חול יבשתית- אסוף את החול היכן שיש צבירת יתר ולהעבירו לאזורים שיש בהם מחסור. חזרת הפעולה תקבע בהתאם לניטור.	בדיקה של התאמת סדימנטים.	 בניית חוף- הגבהת פרופיל
			 העברת חול ובניית חוף- יפן

תמונות/איורים (להמחשה בלבד)	הערות	עקרונות תכנון	שיטת ייצוב
 הזנת חול מדרג'ר ימי- אשדוד	 הזנת חול- חוף אשדוד	הערכת כמויות: לכל מטר חוף נדרשת כמות של 30 קו"ב חול. יש להתאים את הסדימנטים מהמקור ליעד. נדרשת אחזקה כל 5-10 שנים. הביצוע צריך להיעשות ע"פ מודל.	הזנת חול ללא מבנה ימי קיים. הזנת חול יכולה להיעשות בסמוך לקו החוף או על החוף עצמו ע"י פיזור חול והרחבת רצועת החוף ובכך מניעת גלים לגעת בבוהן המצוק. אפשרות נוספת ליצור מעין סרטון חול בים בסמוך לחוף וע"י כך להקטין את אנרגיית הגלים.
 מבט מלמעלה- הוספת אלמנטים מלאכותיים מטובעים	 סלעי ים- אולגה חדרה		התאמת סוג הסלע, גודל הסלע, כמות הסלעים, התאמה חזותית וחומרית למסלע הקיים במקטע, בחינת אופן הצבת הסלע, הערכה הנדסית לעמידות הסלעים במיקומם.

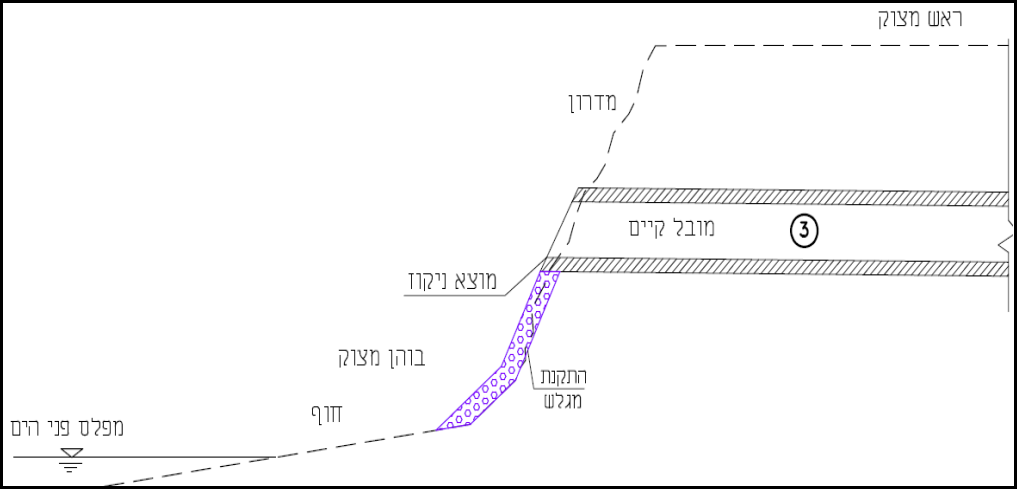
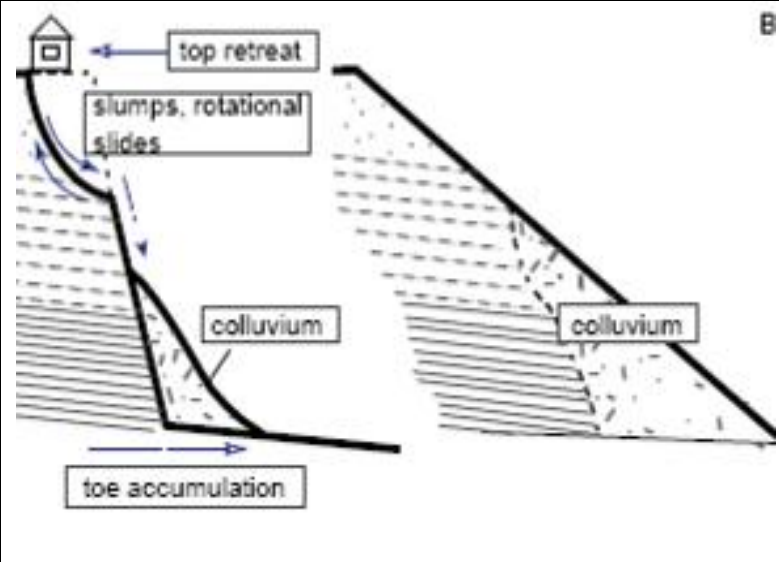
שיטת ייצוב	עקרונות תכנון	הערות	תמונות/איורים (להמחשה בלבד)
גיאוטיוב מטובע	יריעה גיאוטכנית במילוי של חול מתפקדת בדומה לשוברי גלים מוטבעים שהמנגנון הוא הפחתה של אנרגיית הגלים. הגיאוטיוב מיוצב לקרקעית הים. אורך היריעה וגובה יקבע בהתאם למיפוי בתמטירי . עמידות הפתרון היא לטווח של עד 7 שנים, הפתרון יכול לשמש כבסיס לשובר גלים קבוע במידה ויחופה ע"י אבן. העדפה להתקנה ומילוי ע"י הזרקת חול בתוך הים.	רצוי שיהיה משולב עם הזנת חול. גובה הגיאוטיוב מעל פני המים יקבע בהתאם למודלים.	 El Dorado Royale, Mexico גיאוטיוב מטובע  גיאוטיוב מטובע

טבלה 2- מיגון המדרון כולל ראש המצוק

שיטת ייצוב	עקרונות תכנון	הערות	תמונות/איורים (להמחשה בלבד)
עבור מדרון מתון בשיפוע של 30° עד 38°			
מדרון לא מיוצב	שיפוע מדרון עד 30°	תידרש תחזוקה יידרש טיפול קפדני בערוצים אורכיים קיימים במדרון- ע"י פתיחה ומילוי שלהם בקרקע ולאחר מכן נקיטת אחד מהאמצעים המקובלים למניעת ארוזיה ו/או בשילוב עם מגלשים אורכיים מול אזורים מקומיים נמוכים בראש המדרון (תופעות ארוזיה הינן בעלות אופי מתפתח, ומקומות שבהם החל תהליך ארוזיבי רגישים יותר להמשך התהליך).	 בת ים חוף תיאו  בת ים מרכז

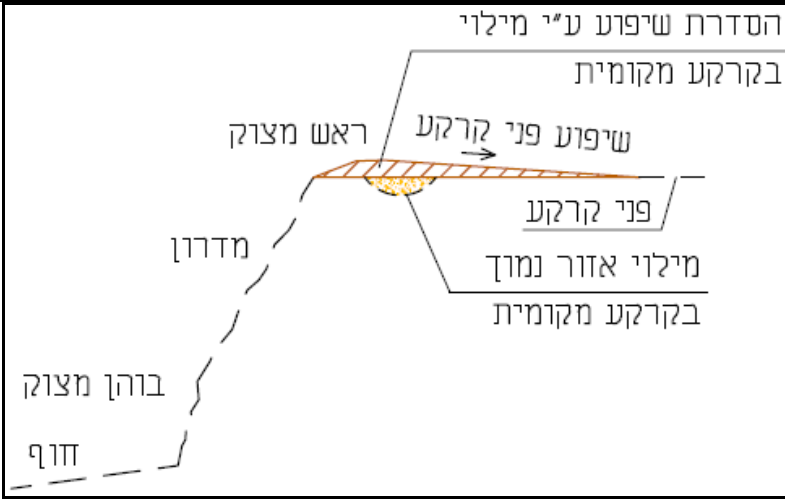
תמונות/איורים (להמחשה בלבד)	הערות	עקרונות תכנון	שיטת ייצוב
 תל אביב חוף גולדמן	 נתניה חוף העונות	נדרשת השקיה עד להתייצבות המדרון	ייצוב המדרון באמצעות צמחיה
 רשת קוקוס מתכלה	 נתניה חוף סירונית	נדרשת השקיה עד להתייצבות הצמחיה. רשתות הייצוב צריכות להיות גמישות ובעלות פתחים קטנים יחסית. הכוורות/הרשתות יוצמדו אל המדרון ע"י יתדות/נעצים כדי להבטיח מגע מלא.	ייצוב המדרון עם צמחיה + רשתות ייצוב כמו: רשתות פולימריות קבועות/שילוב כוורות גאואב/קוקוס וכדומה או רשתות מתכלות

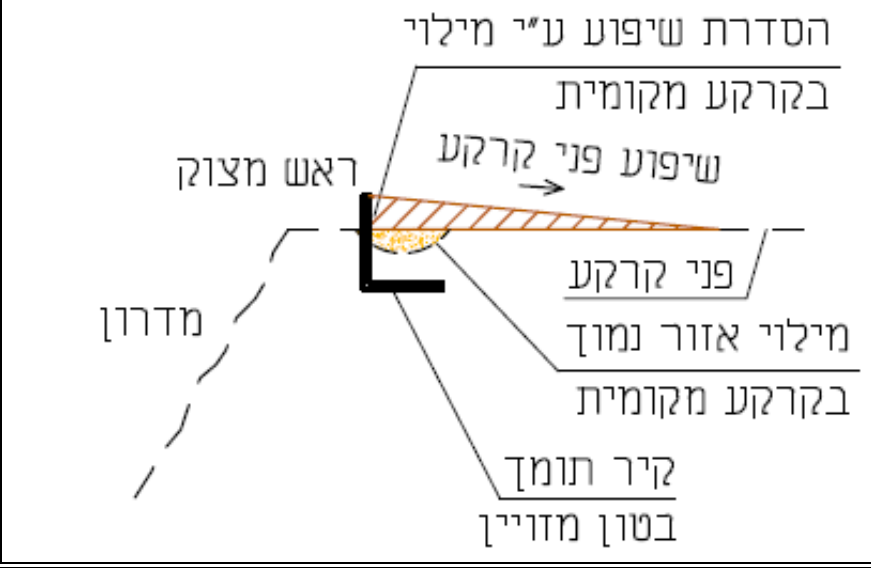
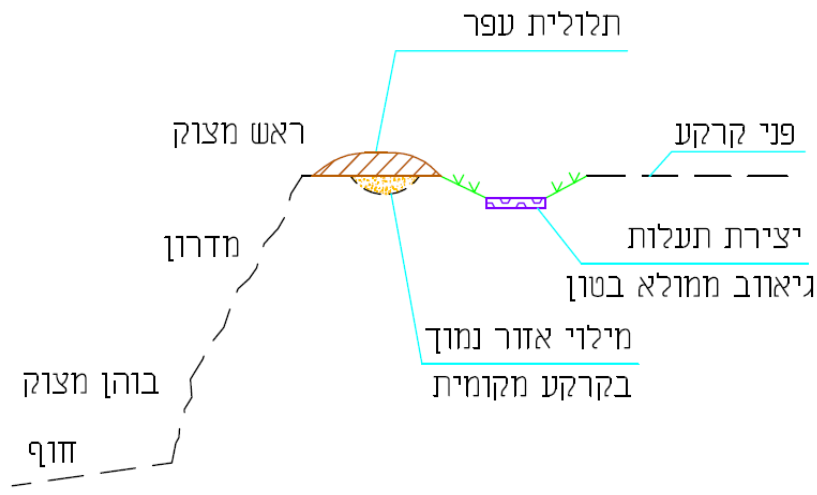
תמונות/איורים (להמחשה בלבד)		הערות	עקרונות תכנון	שיטת ייצוב
		לפני התקנת המגלש יידרש טיפול בעירוצים אורכיים קיימים במדרון- כמפורט לעיל (במדרון לא מיוצב) טבלה מס' 2).	דורש איתור שקעים מקומיים בראש המצוק והתקנת המגלשים לאורך המדרון-באופן שתהיה קליטת מי הנגר מראש המצוק והולכה מרוכזת שלהם ע"ג משטח יציב.	התקנת מגלשים בנקודות שונות לאורכו של המדרון, (שיהיה עשוי מאחד מאותם אמצעי ייצוב הקיימים בשוק, או מגלש קשיח עשוי בטון/אבן וכד').
דוגמא למגלש קשיח במוצא אזור נמוך מקומי בשטח פתוח בראש מדרון	דוגמא למגלש קשיח במוצא שטח מוסדר בראש המדרון (דוגמת אבן שפה לאורך מדרכה/תעלה)	מדרון בשיפוע חריף מעל 40°		
		שכבות החול והכורכר המרכיבות את המצוק החופי לא מאפשרות למדרון בשיפוע חריף פתרון המתבסס רק על ייצוב צמחיה.	הקיר צריך לקבל לחצי עפר צידיים, כולל ניקוז גב הקיר. יש לתכנן את ברגי הסלע או מסמרי הקרקע בהתאם לתקנים.	מערכת של מסמרי קרקע + ציפוי בבטון מזויין; מותז או יצוק.
חוף הילטון תל אביב	הרצליה			

תמונות/איורים (להמחשה בלבד)	הערות	עקרונות תכנון	שיטת ייצוב
 אשקלון  בת ים	מחייב שינוי במערכות ניקוז תת קרקעיות עירוניות.	יש להימנע מתכנון/ביצוע פיתרון הכולל מוצא מובלים בדופן המצוק. טיפול במוצאי ניקוז קיימים שמהם משוחרר נגר אל דופן המדרון: סגירה של המוצאים והפניית הנגר המזרם בהם אל יעד אחר. מומלץ לחבר את מערכת הניקוז אל ערוצי זרימה קיימים בכיוונים צפון דרום או מזרח, באופן שמוצאם של אלו יהיה במקומות שבהם הסכנה לפגיעה במצוק החופי קטנה יותר או לא קיימת.	מוצאי ניקוז לדופן המצוק- מוצאי ניקוז ממערכת האיסוף התת-קרקעית העירונית שבמוצאם משוחרר נגר אל דופן המדרון
	מוצע במקרה שלא ניתן לערוך שינוי במערכת הניקוז העירונית הקיימת.	הארכת צינור מובל הניקוז הקיים אל מחוץ למדרון (כמובן תוך ביצוע תמיכה של הצינור) באופן שמי הנגר המתנקזים ממנו לא יוזרמו ישירות ע"ג המדרון אלא ינוקזו אל משטח מוגן בתחתיתו-דוגמת מגלש (כמפורט לעיל).	מוצאי ניקוז בדופן המדרון התקנת מגלש (כמפורט לעיל) בתחתית מוצא הניקוז.
 		המבנים התומכים יתוכננו כך שיוכלו לקבל את לחץ העפר הצידי מהמדרון, ובנוסף את העומסים הקיימים מפני השטח (יסודות הבית/ גושי סלע רופפים). נדרש תכנון לניקוז המבנה התומך. המבנה דומה למיגון בבוהן המצוק אך ממוקם בחלק העליון של המדרון לתימוך ראש המצוק.	מבנה תומך כמו: קיר כובד, קיר בשיטת הקרקע המשוריינת, קיר כלונסאות.

שיטת ייצוב	עקרונות תכנון	הערות	תמונות/איורים (להמחשה בלבד)
הסרת גושי סלע רופפים	פתרון שמתאפשר במידה וניתן להוריד גושי סלע בלי לסכן את הסביבה הקרובה.		 תל עפר מפולת גולשים ינואר 2011 ודרדור בצד השמאלי (מכון גיאולוגי) דוגמא לנפילת גושים – חוף אולגה (מכון גיאולוגי)

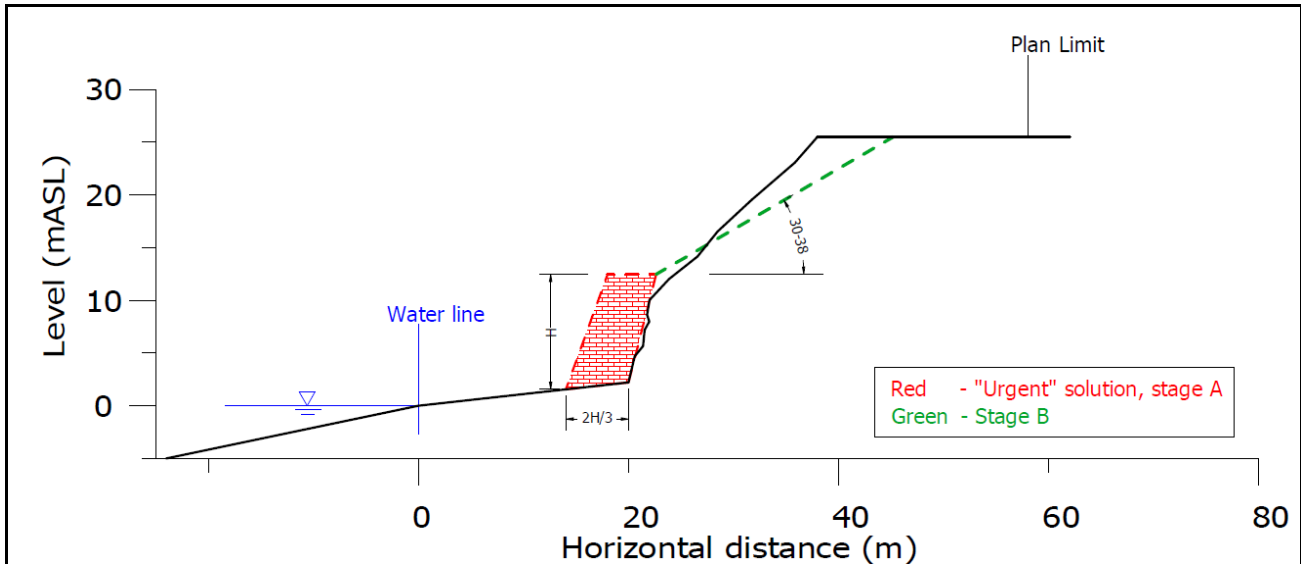
טבלה מס' 3 - גג המצוק

שיטת ייצוב	עקרונות תכנון	הערות	תמונות/איורים (להמחשה בלבד)
הסדרת רצועת השטח הצמודה לראש המצוק - לצורך מניעת הגעת נגר עילי למצוק עצמו	תכנון מערכות הניקוז העירוני תוך הימנעות משחרור של מי נגר עילי לכיוון ראש/דופן המצוק. הסדרה ותכנון של תשתיות הניקוז העירוני באופן שימנע שחרור של מי הנגר באזור ראש/דופן המצוק - גם אם יידרש ביצוע שינויים בצנרת ובמובלים ו/או הארכת מובלים והפנייתם אל ערוצים קיימים או אל אזורים בעלי רגישות נמוכה וכד'.		
עבודות עפר להסדרת המשטח שבראש המצוק (באזור הסמוך לשפתו):	ביצוע עבודות עפר ליצירת שיפוע של פני הקרקע לכיוון מזרח (כך שמי נגר יורחקו מראש המדרון), הגבהה של שקעים ואזורים נמוכים (למניעת היקוות ואיגום של מי נגר בסמוך לראש המדרון).		 

תמונות/איורים (להמחשה בלבד)	הערות	עקרונות תכנון	שיטת ייצוב
		במקומות שבהם מתוכנן מבנה תומך בחלקו העילי של המדרון ניתן לבצע את הפעולות שתוארו לעיל ע"י הגבהה מינימלית של קיר במנה התומך והסתייעות בו לתמיכת מילוי/הגבהת הקרקע על פי השיפועים שהוצעו לעיל.	עבודות עפר להסדרת המשטח שבראש המצוק – בשילוב עם קיר במקומות שבהם מתוכנן קיר בחלקו העילי של המדרון.
 טיילת אשקלון  חתך תעלת ניקוז בג המצוק		תכנון שיאפשר תפיסת הנגר העילי המגיע מצד מזרח-במקומות שבהם זרימת הנגר העילי משטחית לכיוון המצוק, והפנייתו צפונה /דרומה אל מוצאי ניקוז מוסדרים קיימים – כגון ערוצים, מדרגות, קטעים מדושאים וכד', או מתוכננים- שבהם יותקנו האמצעים המפורטים בהסדרת ניקוז במדרון, דוגמת מגלשים, מדרון מיוצב וכדומה.	התקנת תלולית עפר בשילוב עם תעלה לאורכה – בראש המצוק

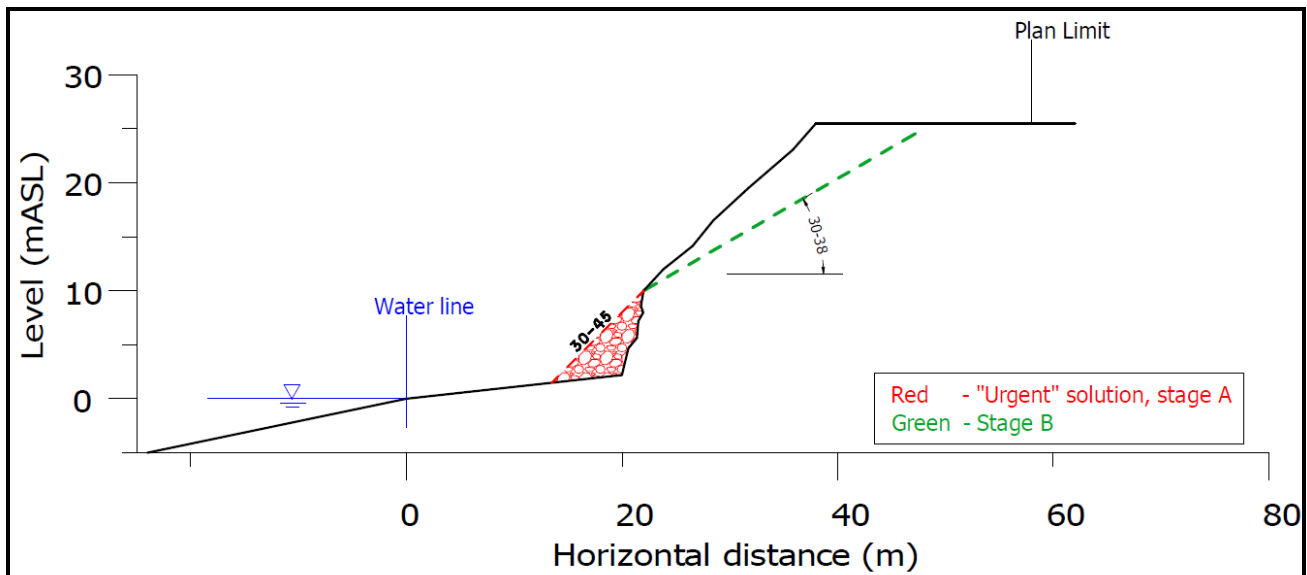
דוגמאות לחתכים אופייניים לשילובי פתרונות :

1. רצועת חוף צרה יחסית עם אפשרות מיתון בגג המצוק.

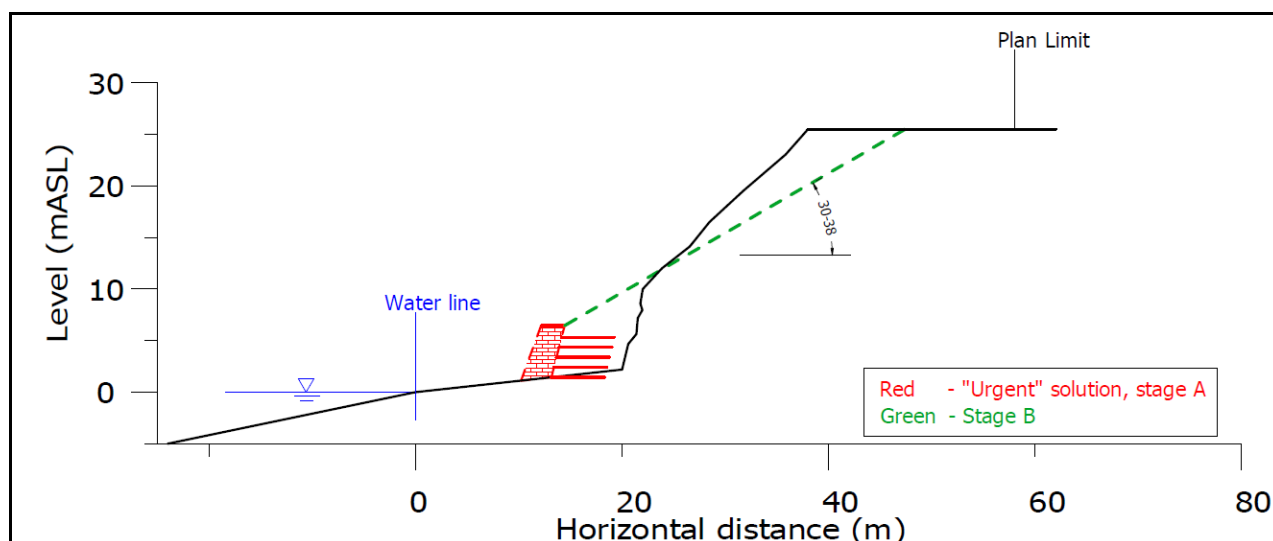


מבנה כובד בבוהן המדרון, צמוד למדרון. מיתון המדרון וייצוב בגיבון בעזרת צמחייה

2. רצועת חוף רחבה יחסית עם אפשרות מיתון בגג המצוק.

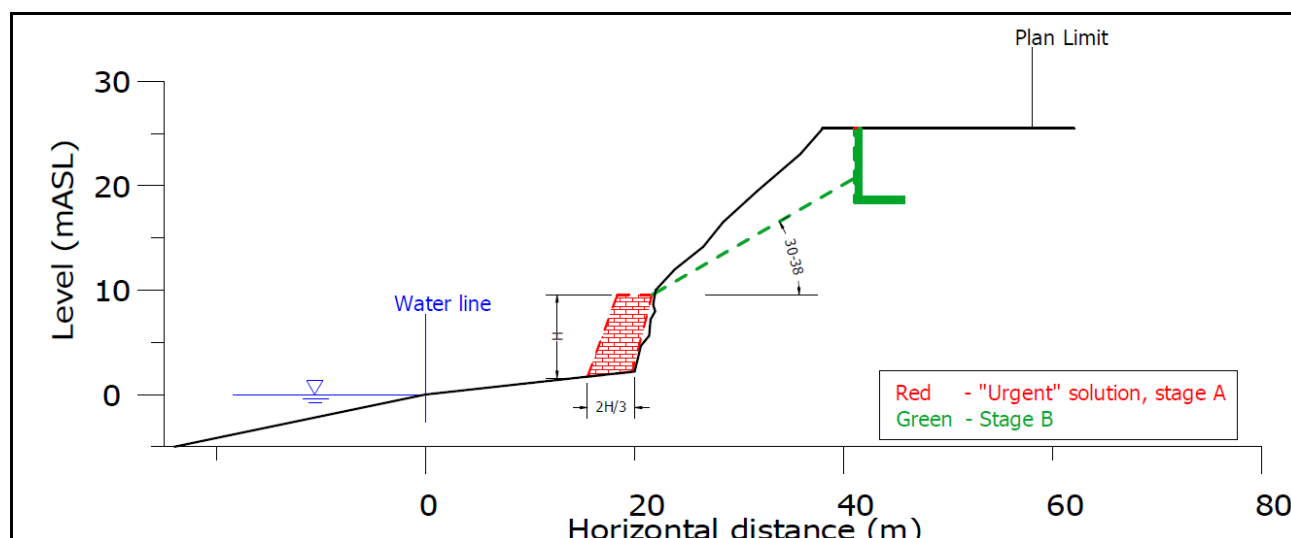


מסלעה בבוהן המדרון, צמוד למדרון. מיתון המדרון וייצוב בגיבון בעזרת צמחייה



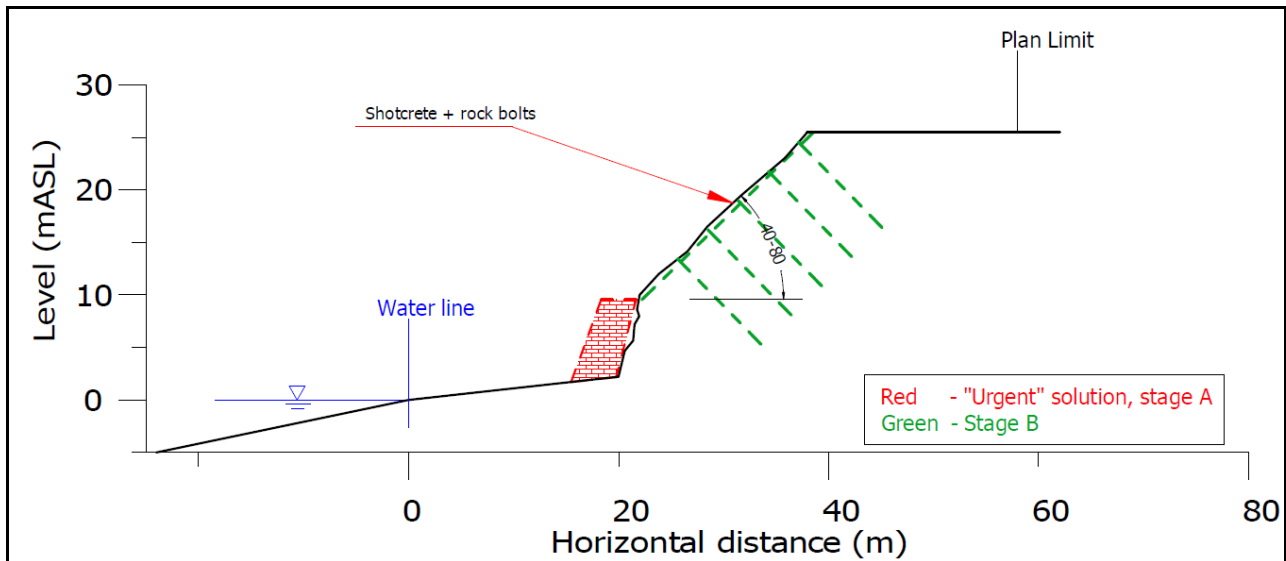
מבנה תומך בשיטת הקרקע המשוריינת בבוהן המדרון. מיתון המדרון וייצוב בגיבון בעזרת צמחייה

3. רצועת חוף צרה עם שטח מוגבל בראש המצוק.



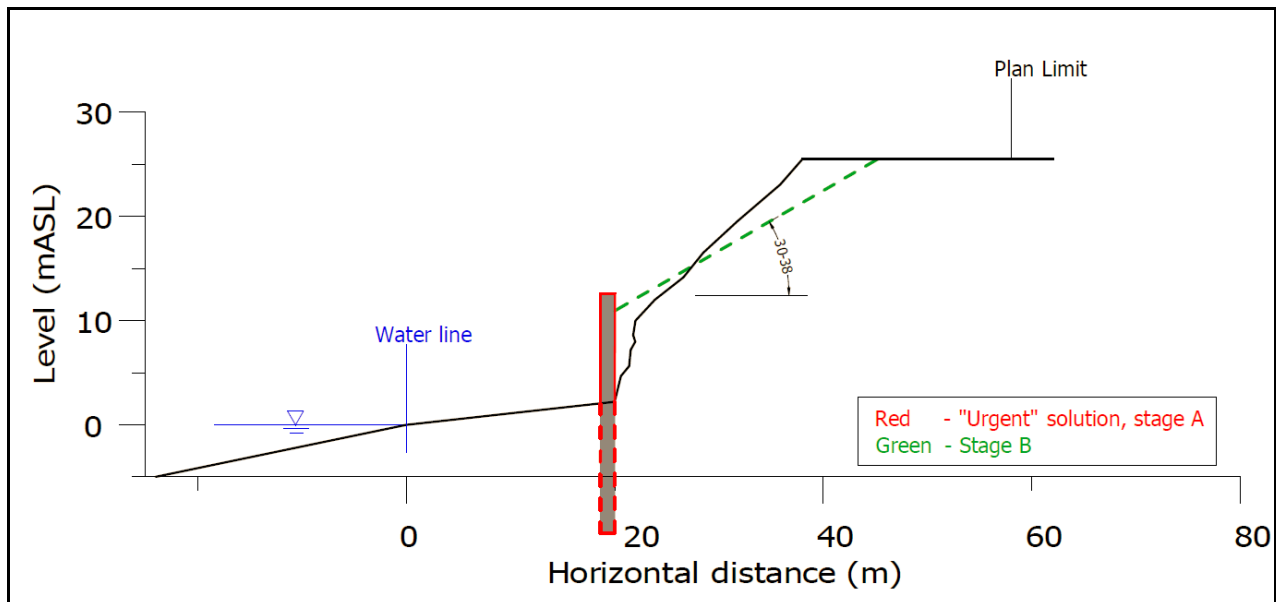
מבנה כובד בבוהן המדרון. בניית קיר תומך בראש המדרון ומיתון המדרון וייצוב בעזרת צמחייה.

4. רצועת חוף צרה עם מדרון בשיפוע חד ללא אפשרות מיתון בגג המצוק.



מבנה כובד בבוהן המדרון. מדרון מיוצב עם ברגי קרקע ובטון מותז

5. רצועת חוף צרה מאוד עם אפשרות מיתון בראש המצוק.



קיר כלונסאות בבוהן המדרון, מיתון המדרון וייצוב עם גינון