



תכנון נוף גנים לאומיים – מפגש רב תחומי

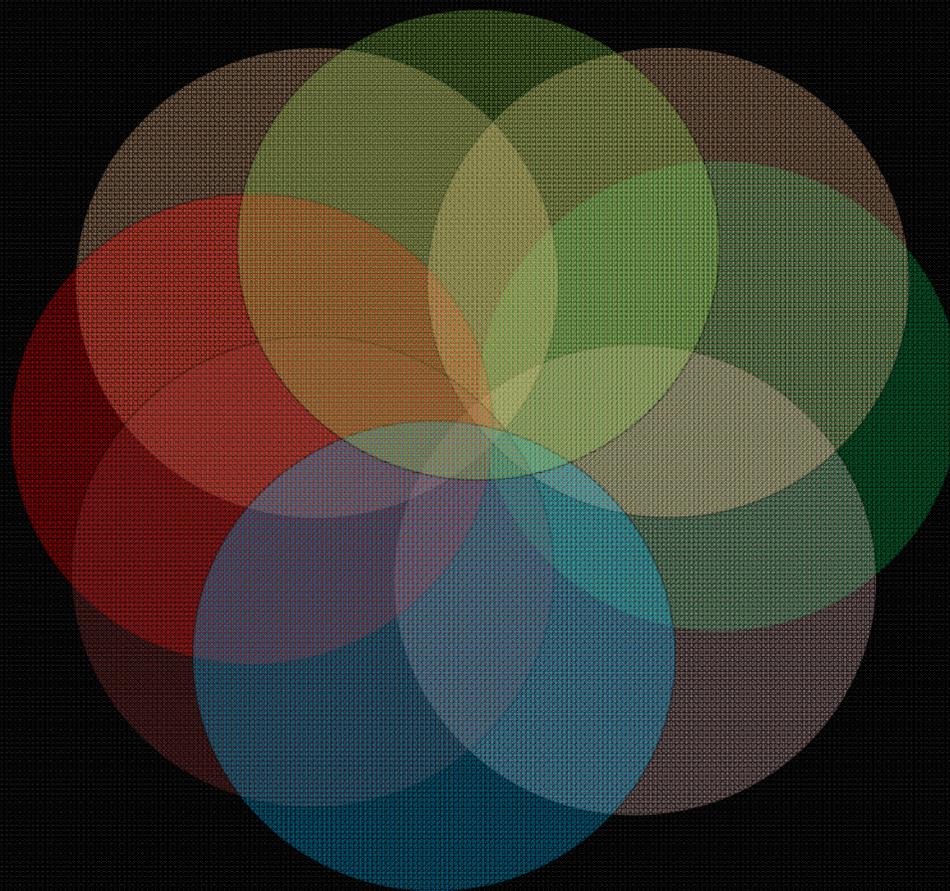
הפקולטה לאדריכלות ובינוי ערים, הטכניון, חיפה
20 לדצמבר 2012

בין אקולוגיה לתכנון במרחב המדברי

ממחצבות לטבע בר קיימא במכתש רמון

בן דרורי
מחוז דרום
רשות הטבע והגנים

מה זה נורף?



אדריכל
אקולוג
הידרולוג
גיאומורפולוג
חקלאי
מהנדס
איש שטח



B
S R

B
S R

THE EARTH

228 Million years

B
S R

B
S R

שלבים בהתפתחות מכתש רמון (על פי יואב אבני)

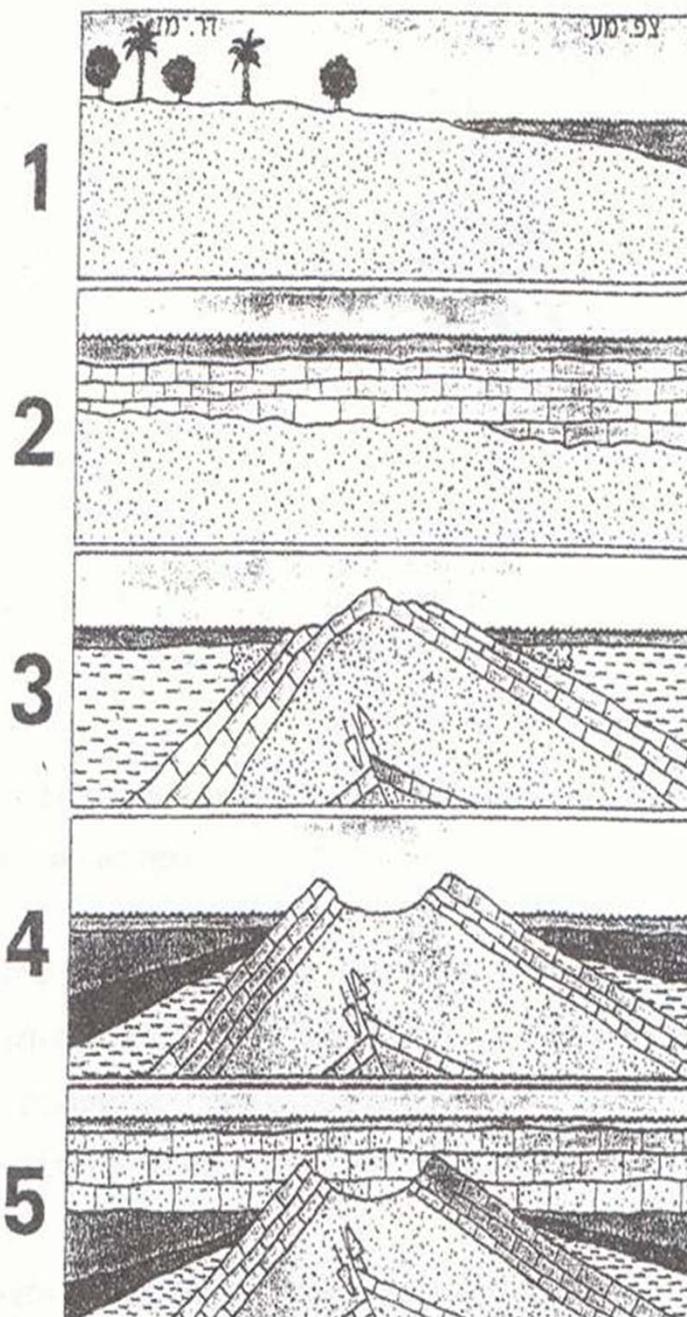
בראשית (לפני 110 מיליון שנה)
 בראשית שררה באזור שבו שוכן כיום רכס רמון, סביבה יבשתית, שכללה גם נהרות ואגמים אשר התפתחו בקרבת ים רדוד. בסביבה יבשתית זו שקעו סלעי אבן חול ("תצורת חתירה").

הצפה ימית קדומה (לפני 100-90 מיליון שנה)
 בשלב זה הציף את האזור ים רדוד, עשיר בבעלי חיים. שלדים וחומרים מכילי גיר של בעלי חיים אלה שקעו בקרקעית הים, על גבי אבן החול. כך נוצרו שכבות של סלעי גיר, בעובי חתך של 500 מטרים. סלעים אלה, השייכים ל"חבורת יהודה", יוצרים את חיפוי הסלעים הקשים בראש קמר רמון ובקמרים אחרים ברחבי ישראל.

קימוט (לפני 80 מיליון שנה)
 בינתיים מתקמסים הסלעים ויוצרים קמר לאורכו של שבר רמון, שבר גאולוגי קדום שנמצא מתחת לפני השטח ו"התעורר" בגלל תזוזות שחלו בקרום כדור הארץ. אחר כך מתכסה האזור בים עמוק יותר, בו נוצרים סלעי קירטון רכים ("תצורת מנוחה"). נטיית השכבות שזונה בשני צדי הקמר (קמר איסימטרי). זו הסיבה שהמסלע המאוחר רובץ על שכבות סלע נטויות, ולא אופקיות.
 בגג סלעי תצורת מנוחה, באגפי הקמר, התגלו סלעים קונגלומרטיים (תלכידו נחלים), הנוצרים בתנאים יבשתיים. תופעה זו מעידה כי ראש הקמר בלט כאי יבשתי מעל לשאר הקמר, שהיה עדיין מוצף בים. היעדר סלעי קונגלומרט בראש הקמר היא תוצאה של הסרתם בתהליכי בליה, כלומר, ראש הקמר הלך ונהרס.

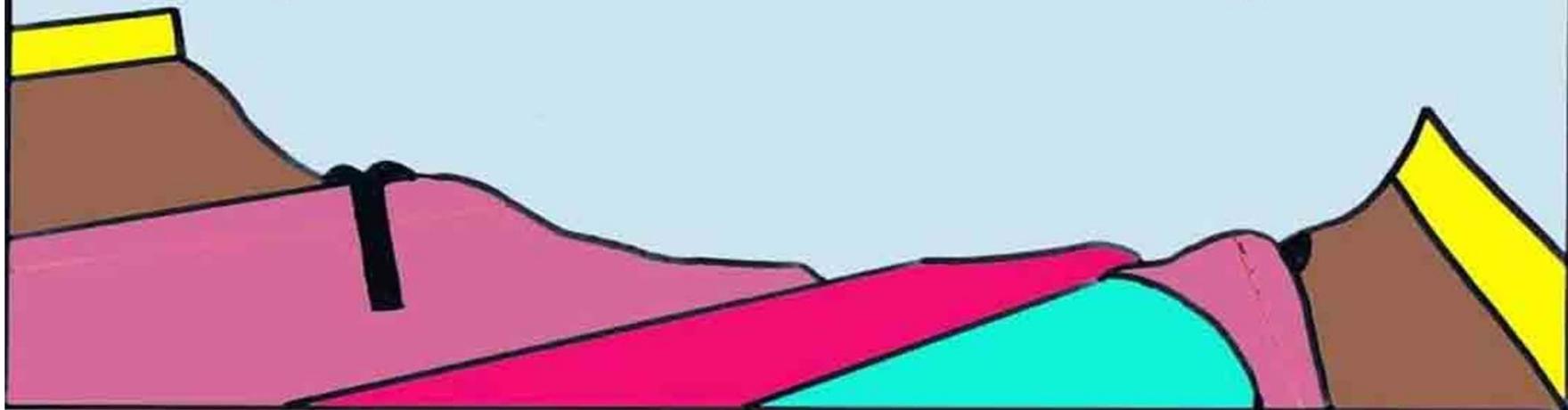
התרוממות (לפני 70-60 מיליון שנה)
 קמר רמון המשיך להתרומם לאורך קו שבר רמון, ועליו הורבדו סלעים מתצורות משאש וערב. תצורת משאש מאופיינת בשכבות של סלעי קירטון וצור, ואילו תצורת ערב מאופיינת בסלעי קירטון עם מעט חרסיות ופוספטים. סביב הקמר נמצאים שרידים של חולות וקונגלומרטים שנשטפו מראש הקמר, שהלך ונהרס בהתמדה. ייתכן שבשלב זה התפתח בחלקו המערבי של המבנה מכתש ראשוני.

הצפה ימית מאוחרת (לפני 50-40 מיליון שנה)
 עתה שוב מציף ים את קמר רמון, ובכלל זה גם את המכתש הראשוני שבו, כחלק מהצפה ימית ורחבת ושוררה באזור ריגיל האיאוהו. ריח הזה שקעו סלעי גיר ו"תחרו" מהצפה ימית ורחבת ושוררה באזור ריגיל האיאוהו. ריח הזה שקעו סלעי גיר ו"תחרו" מהצפה ימית ורחבת ושוררה באזור ריגיל האיאוהו.

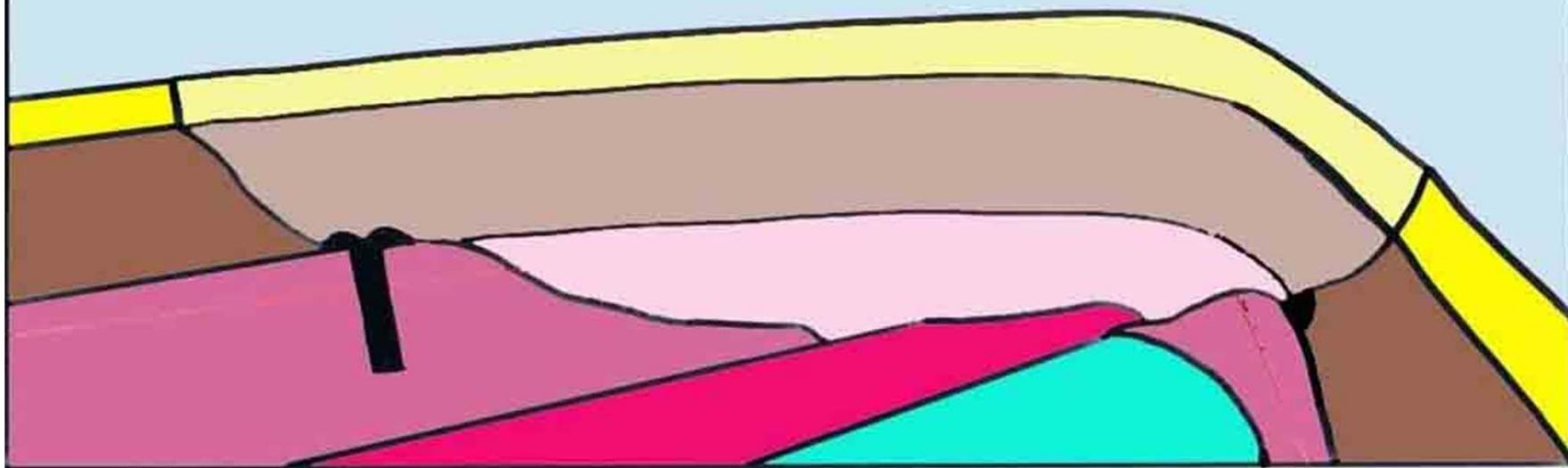




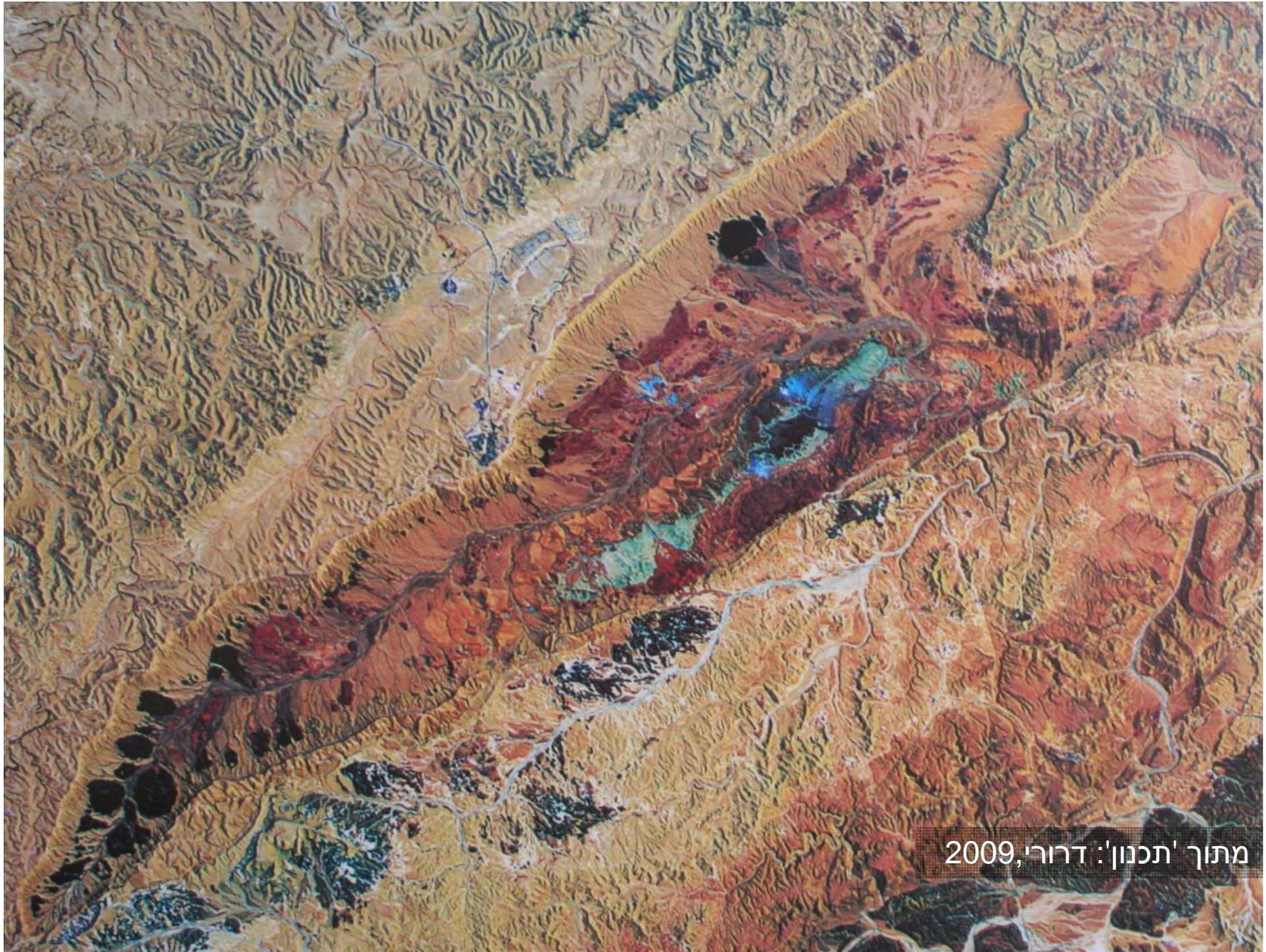
חתך במכתש רמון



מכתש רמון-השלמה דמיונית של השכבות







מתוך 'תכנון': דרורי, 2009

מאוצרות טבע לטבע כאוצר

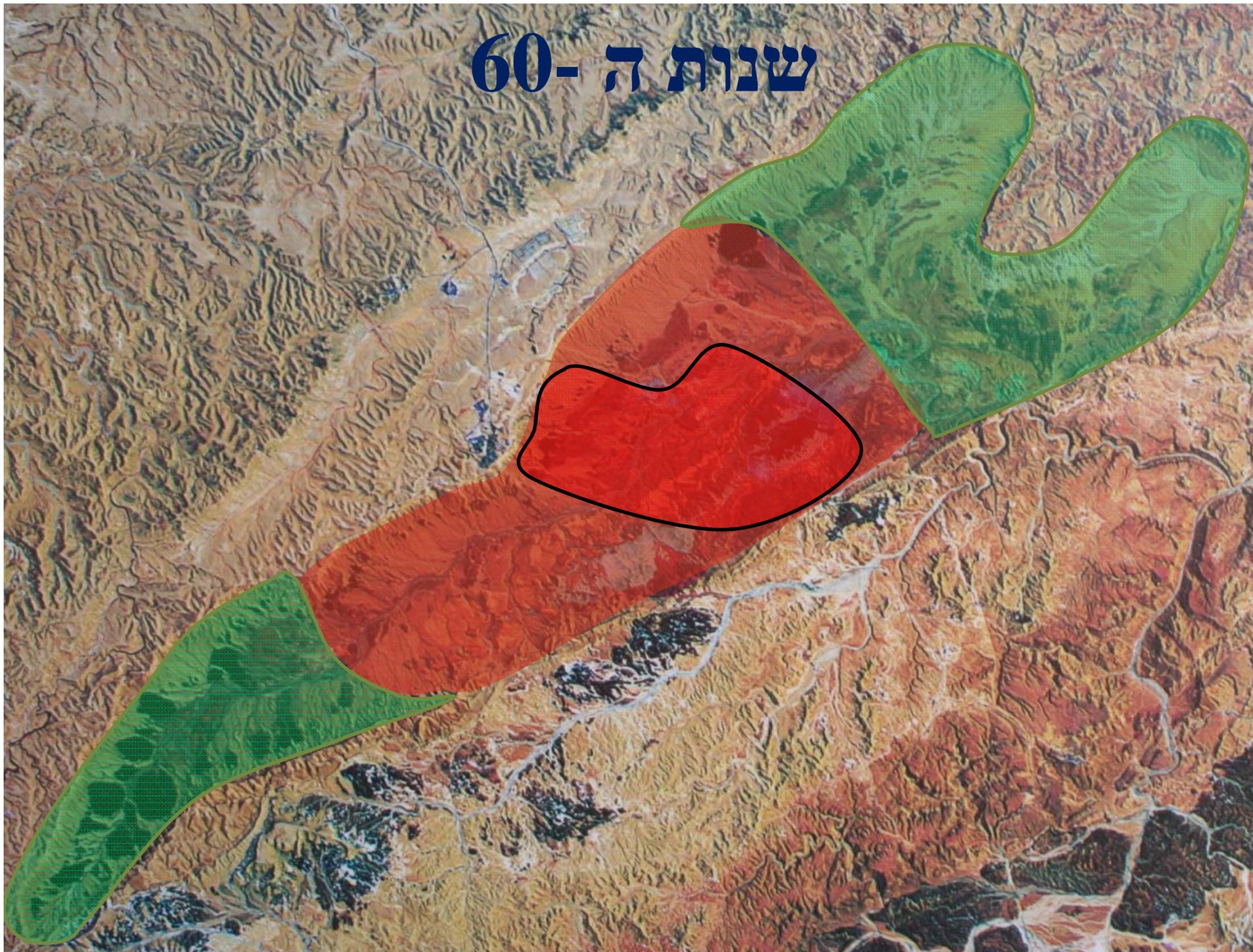


מתוך 'תכנון': דרורי, 2009

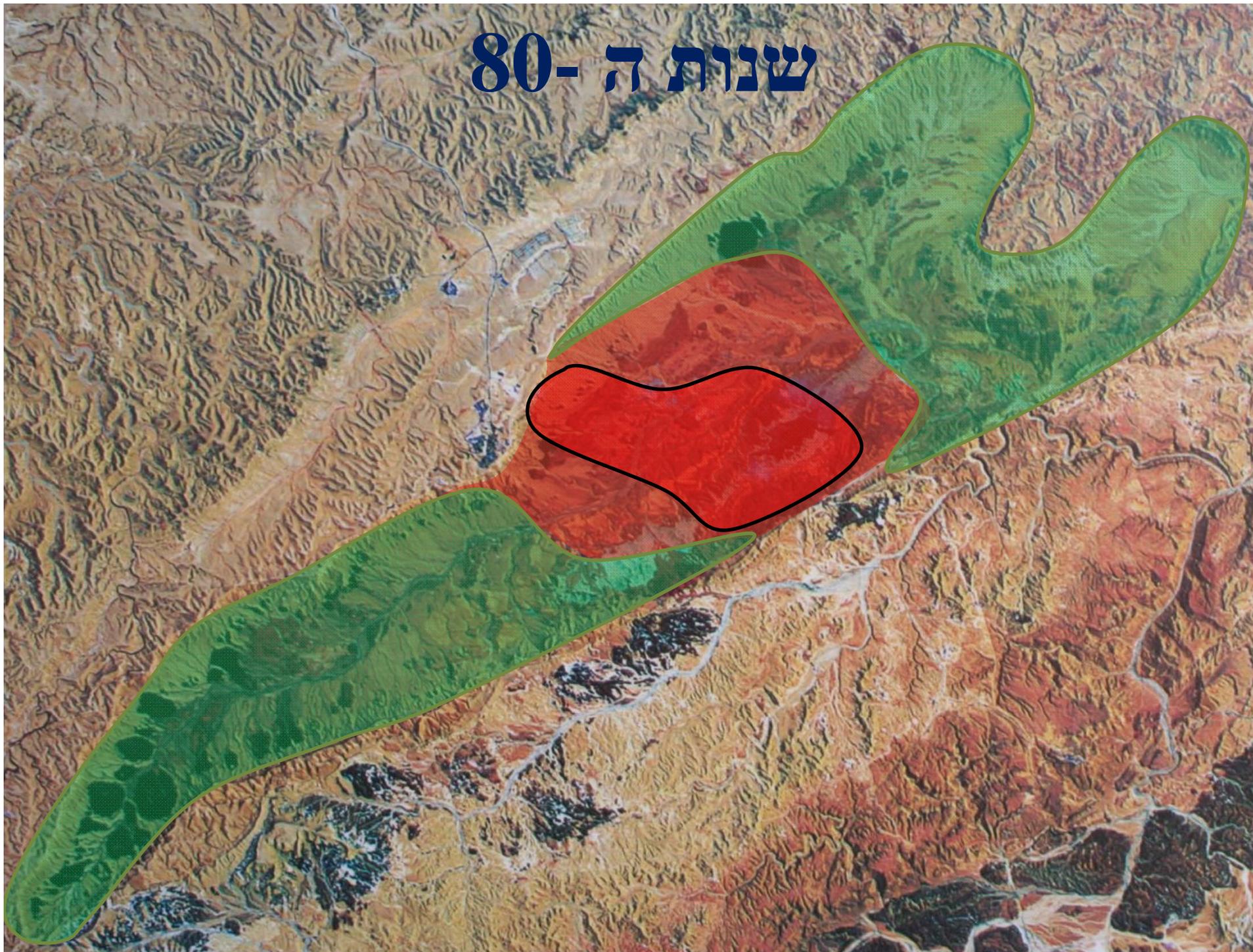
שנות ה-50

מתוך 'תכנון': דרורי, 2009

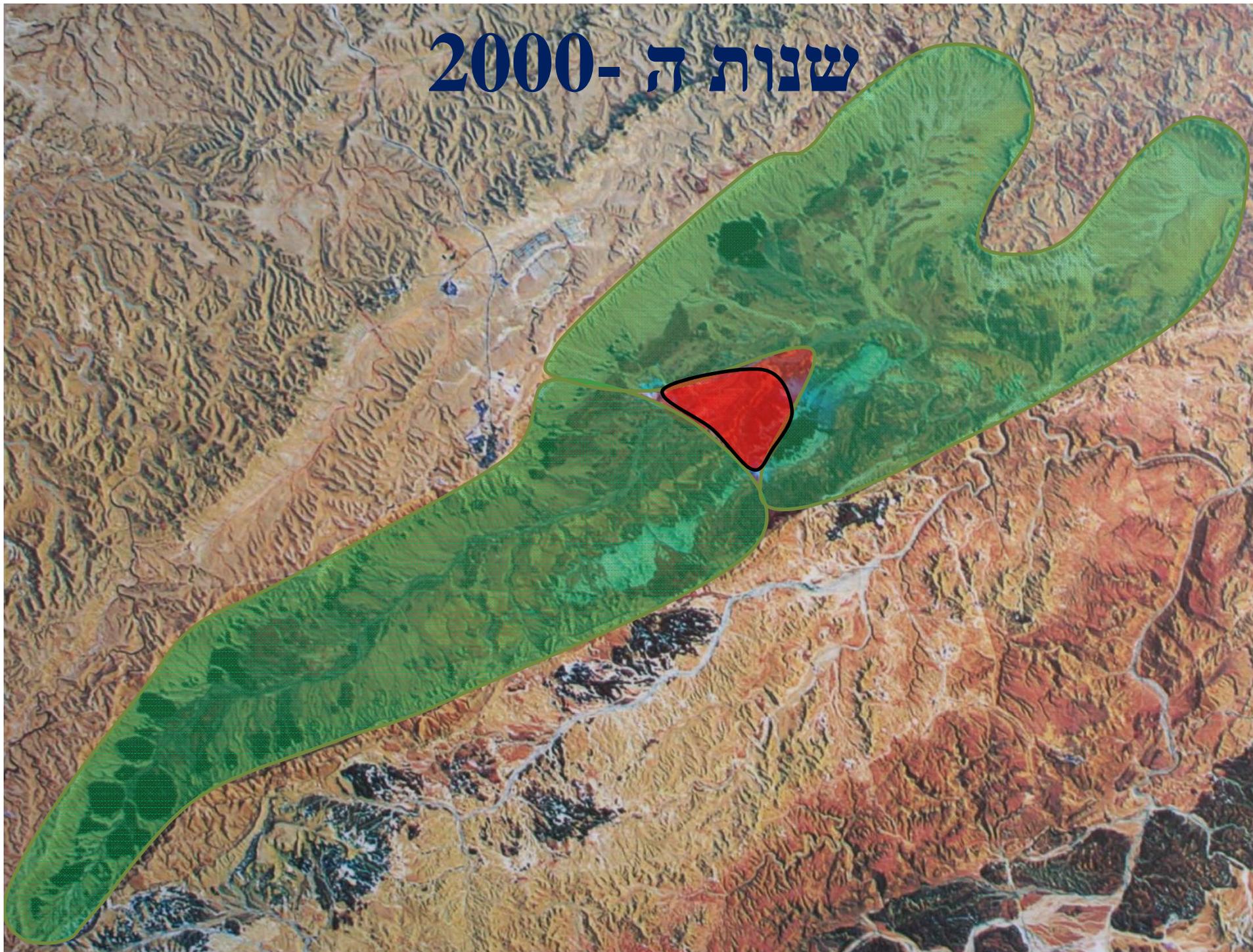
שנות ה-60



שנות ה-80

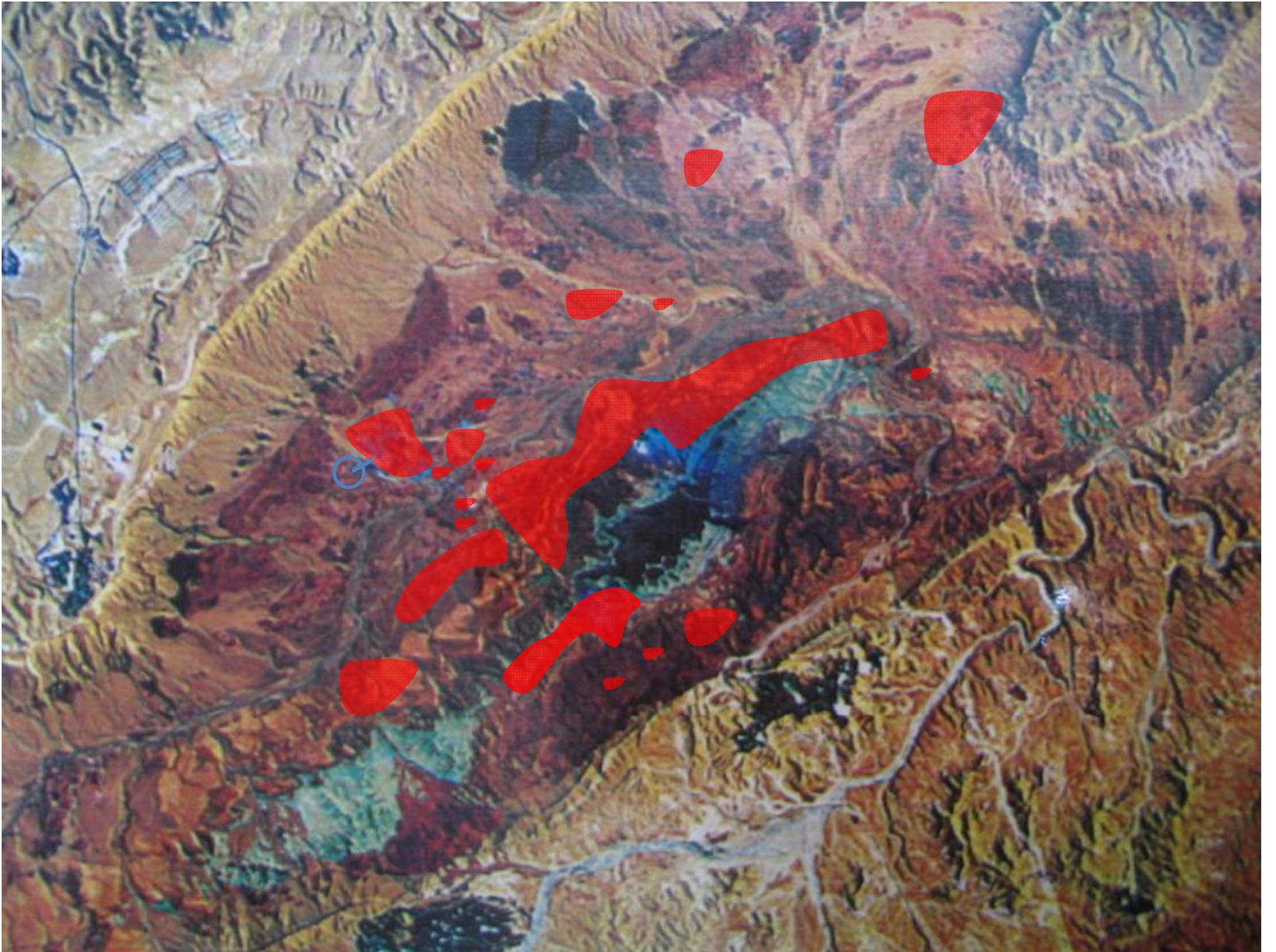


שנות ה-2000



2020







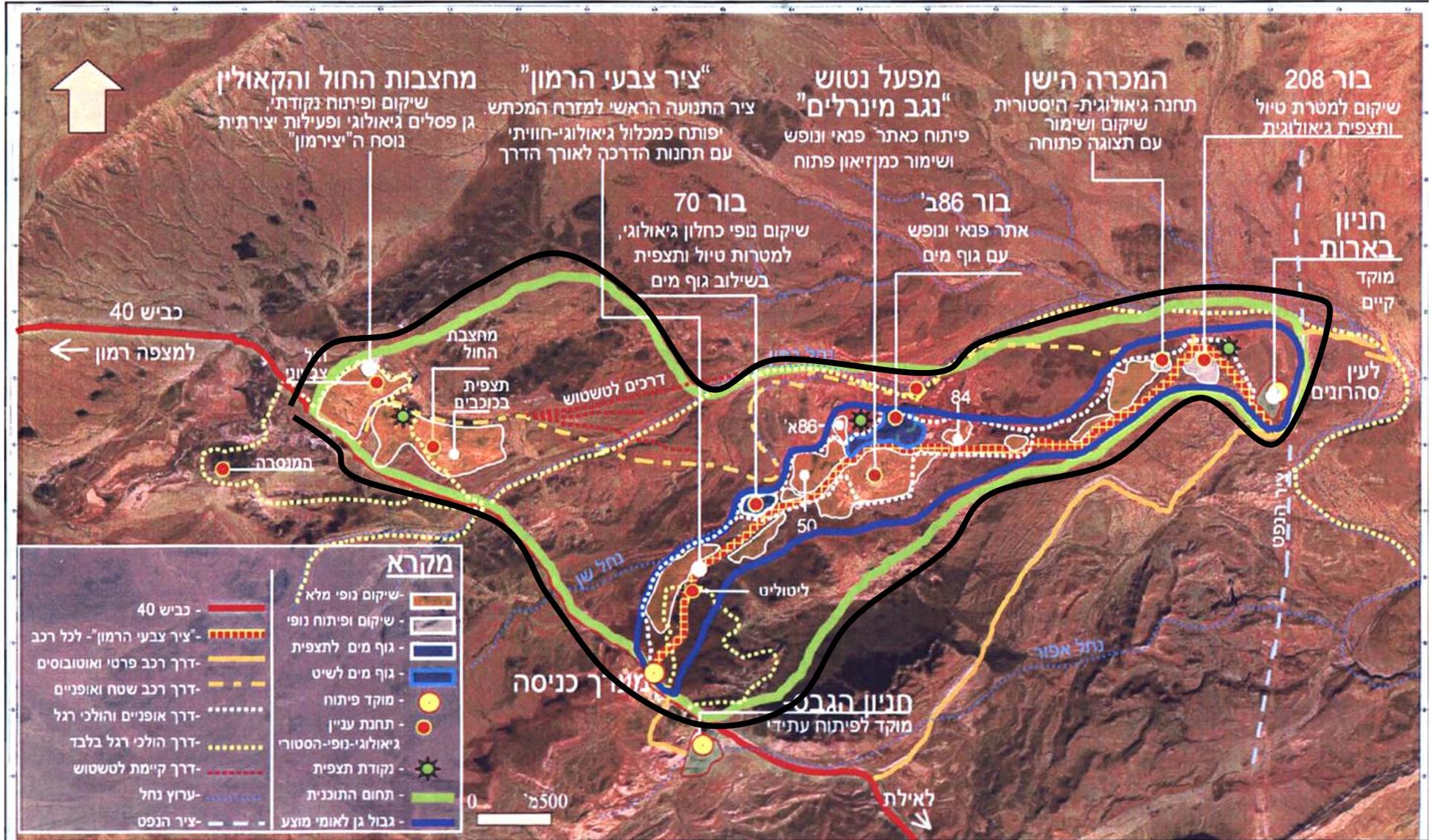


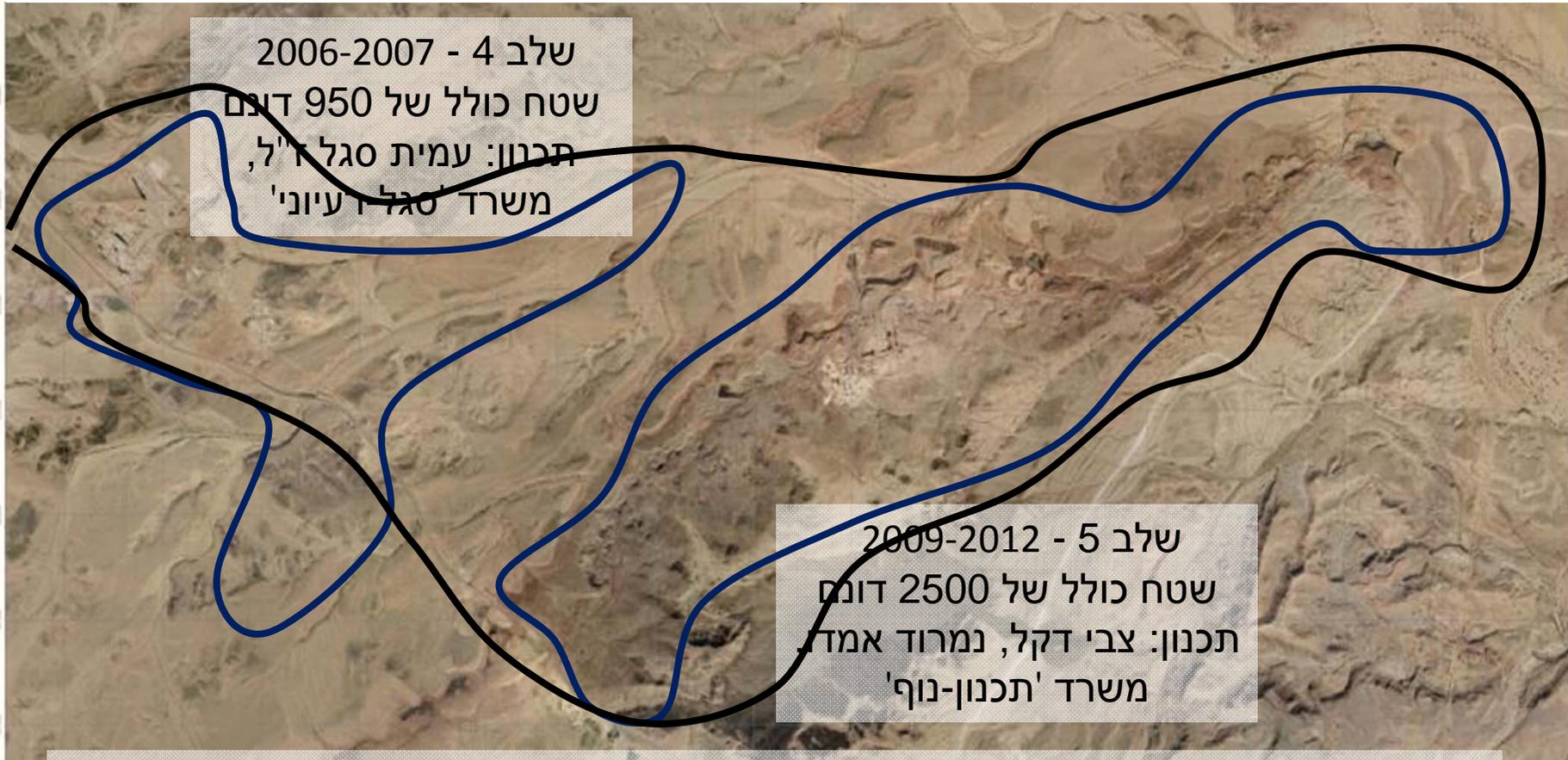




3. תוכנית אב לשיקום מחצבות במכתש רמון ופיתוח "ציר צבעי הרמון"

דוד מנינגר גיא-טבע אהובה לוי ברוידא- מעוז
 יעוץ סביבתי תכנון סביבתי אדריכלות נוף בע"מ
 08-6909305 08-8591917 03-7528197

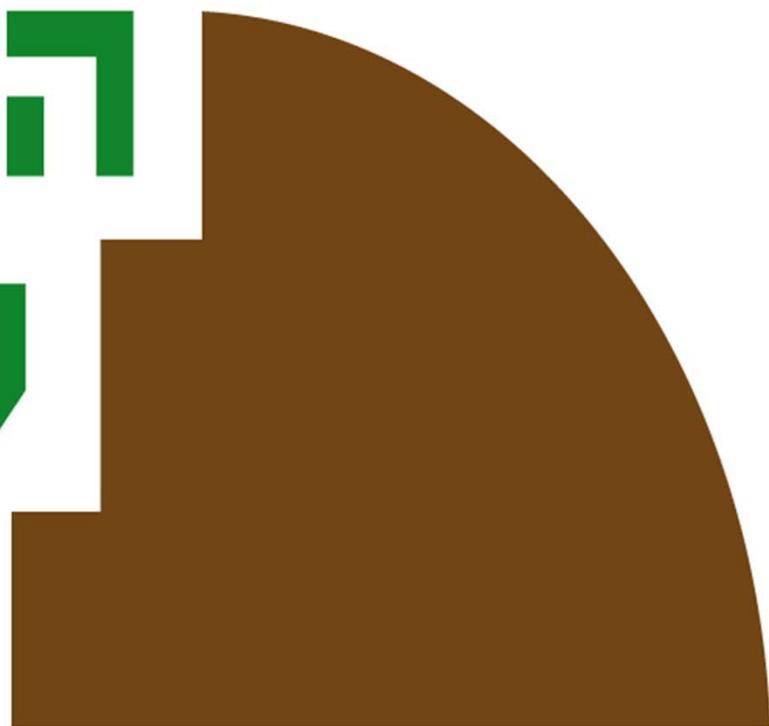




תפיסת התכנון : הבראת הנוף תוך התייחסות לסביבה המדברית

הקרו
לשיקום
מיחצבות

מאגזין





אות "מגשים ישראל יפה 2009" הוענק לפרוייקט שיקום מחצבות מכתש רמון

מאת חדשות הסביבה • יוני 17, 2009 21:37 • עדכון אחרון: יולי 2, 2009 2:35

אות "מגשים ישראל יפה 2009" הוענק על ידי נשיא המדינה לקרן לשיקום מחצבות ורשות הטבע והגנים לפרוייקט שיקום מחצבות מכתש רמון



הצבע חזר למכתש. מחצבות קאולין המשוקמות. צילום: יחסי ציבור

אות מגשים ארץ ישראל יפה, בתחום שימור נכסי טבע ונוף, לשנת 2009 הוענק על ידי נשיא המדינה מר שמעון פרס בטקס חגיגי בבית הנשיא, לקרן לשיקום מחצבות, רשות הטבע והגנים ומכון ויצמן למדע – לפרויקט הענק לשיקום מחצבות מכתש מצפה רמון והפיכתו לשמורה תיירותית. ועדת השופטים, בראשותו של פחפ' גדעון שריג, נתנה את הפרס עבור פיתוח חזון לאומי, תוך שימור נכסי טבע ונוף ועל שיקום הממצאים הגיאולוגיים, הצומח והחי המקוריים של המדבר וההיסטוריה העתיקה.

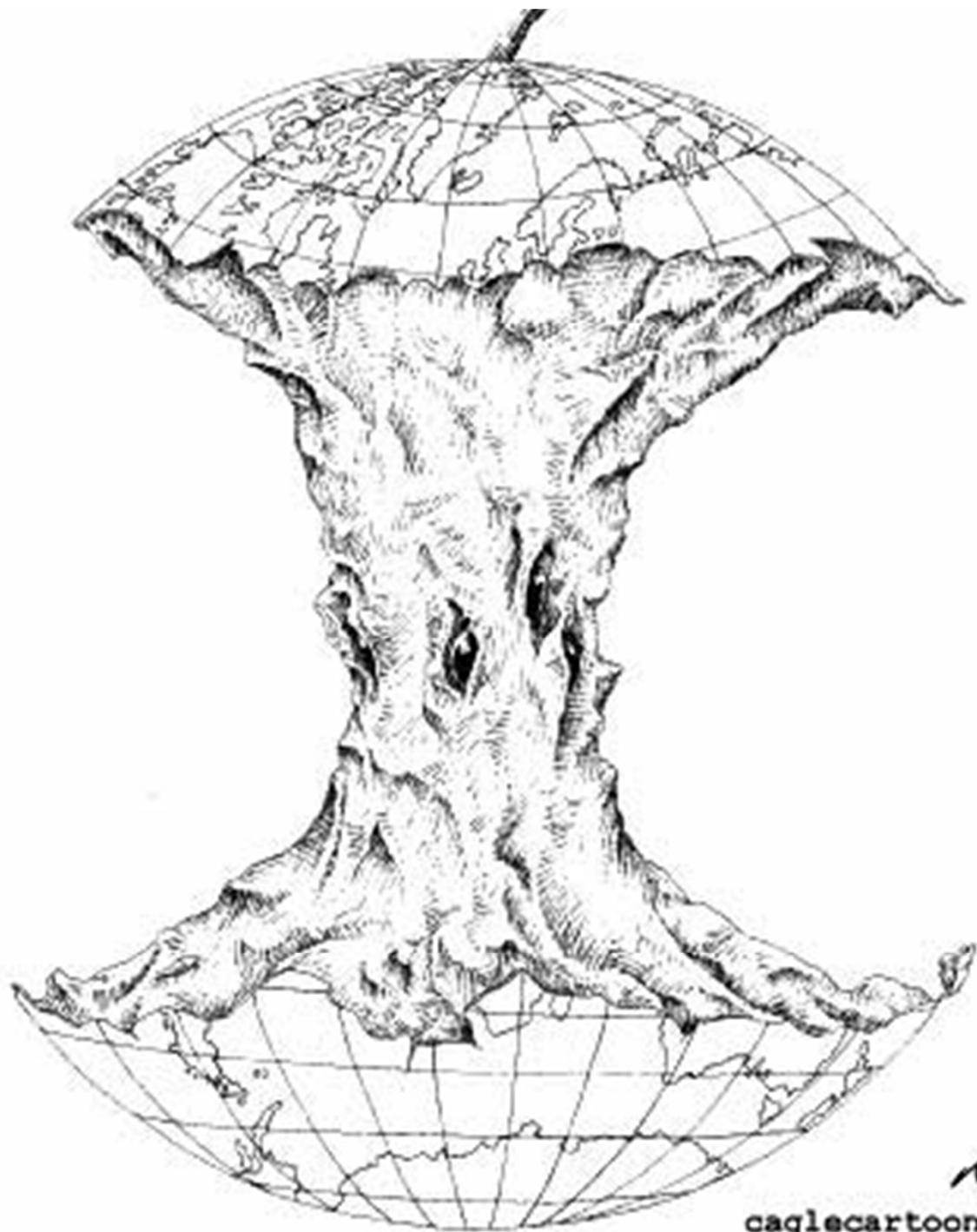
יו"ר המועצה לישראל יפה, אברהם כץ עוז, אמר בטקס, כי המועצה שמה לה למטרה לאחד בין העיסוק בטבע יחק לבין העיסוק האורבאני, ליצור מודעות ולקיים ערכי חינוך להדגשת חשיבות שילובם של אדם ונוף. כץ עוז הוסיף, כי בהיבט החינוכי אזור מכתש רמון הינו כיום מוזיאון גיאולוגי עצום אליו נוהרים מכל העולם בשל תפעות הטבע הייחודיות שנשתמחו בו, ולכן יש בפרוייקט זה חשיבות לאומית ובינלאומית עצומה.

לאחרונה החלו העבודות על חלק נוסף בפרוייקט מכתש רמון במחצבות החד"צ (חרסית דמוית צור) בעלות כוללת של 13 מיליון שקל. פרויקט זה הוא חלק מתקציב כולל של שיקום מחצבות ואתרי כרייה במכתש רמון העומד על 28 מיליון שקל ומקיף 5,000 דונם שיקום. הפרוייקט בוצע ע"י הקרן לשיקום מחצבות, רשות הטבע והגנים והמועצה המקומית מצפה רמון, וכלל את בוחת הכרייה של החרסית דמוית צור וחרסית השוקולד שהופקו במכתש רמון במשך עשורת שנים. בעתיד ישוקם גם המפעל הישן של חברת נגב מינרלים שפורק, בו פעלו עד לפני כ-3 שנים מתקנים שעבדו את חומר הגלם וסיפקו

למה לבצע שיקום או שיחזור
אקולוגי ?



TC.



Cagle

caglecartoons.com/espaol



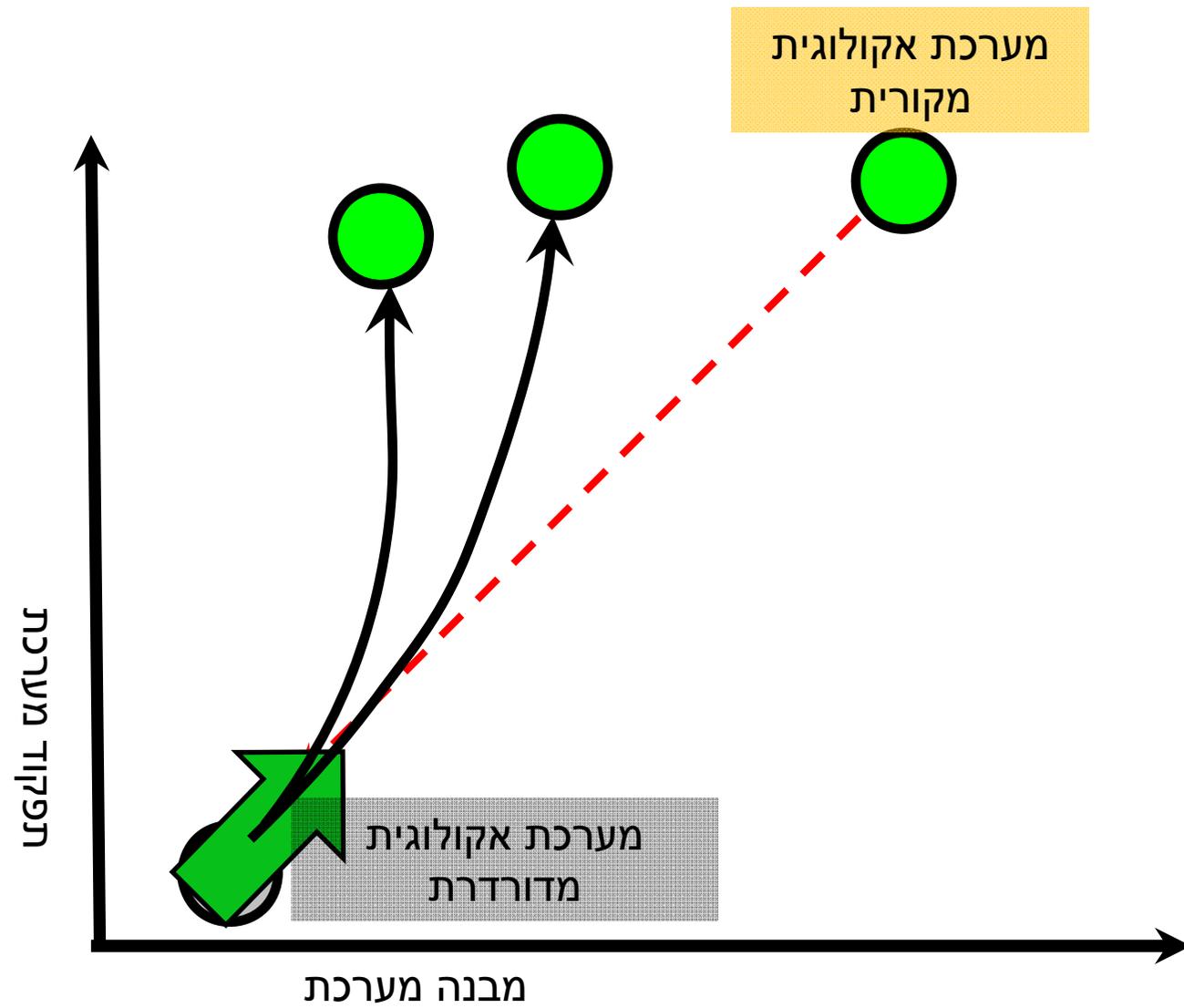
סיבות לביצוע תיקון אקולוגי

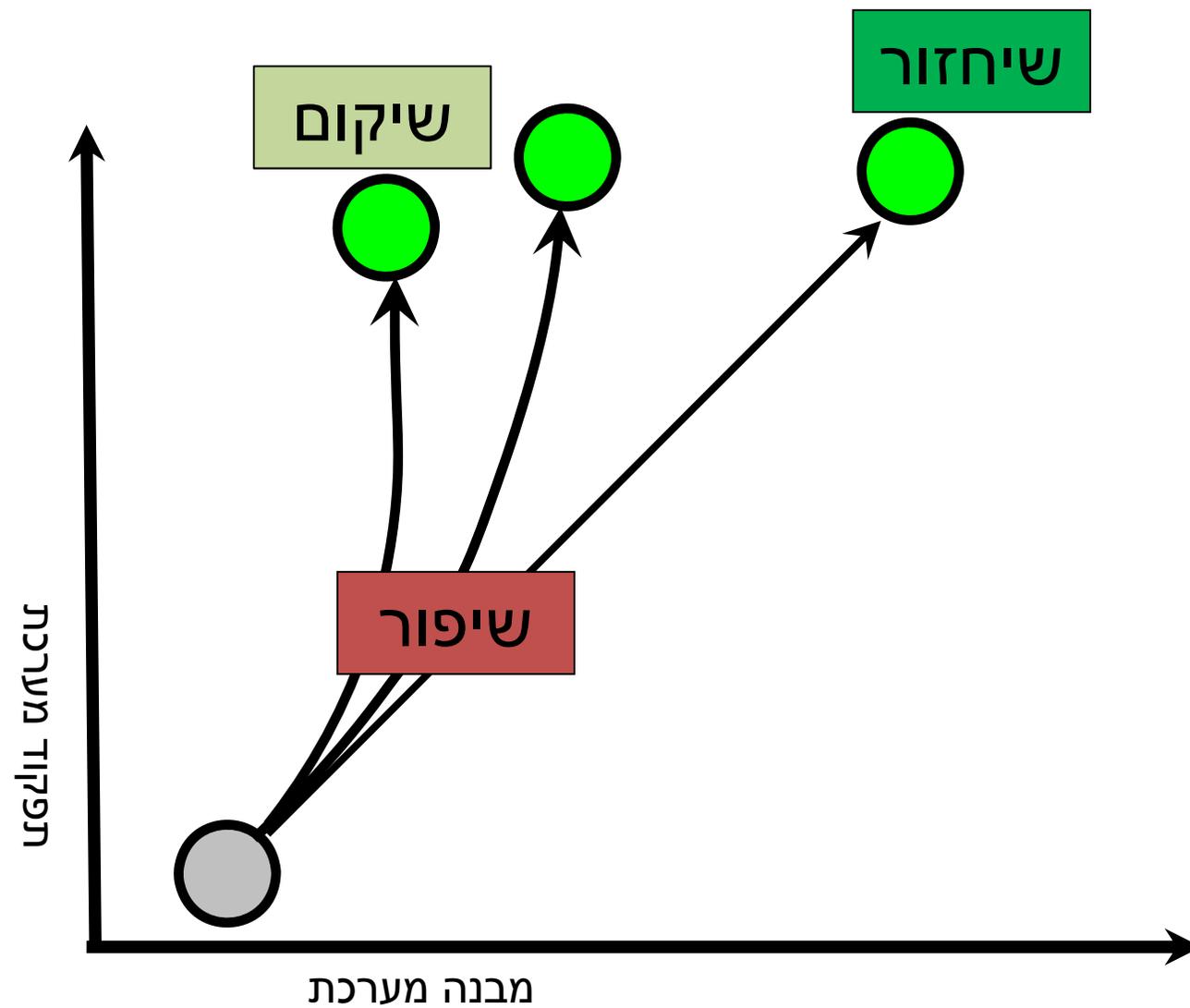
סיבות לתיקון אקולוגי	שנה	חוקר
פרויקטים של שיחזור יכולים לשמש למחקר מאחר והמערכת האקולוגית חוותה הפרעה בקנה מידה גדול. מחקר השיחזור ישמש להבנת הארגון ואופן הפעולה של מערכות אקולוגיות טבעיות	1987	Rosenzweig
פרויקטים של תיקון יכולים להוות הזדמנות לפתח מערכת יחסים חדשה ומתקנת בין האדם לבין סביבתו	1994	Cairns
ביצוע תיקון אקולוגי משקף רמה מוסרית של יחס, אחריות, והדדיות, כלפי דורות העתיד ומינים נוספים על פני כדור הארץ	1998	
אוכלוסיית האדם תלויה באספקת שירותי מערכות אקולוגיות ברי קיימא. בתנאים הנוכחיים לא ישרוד האדם לאורך זמן במידה ולא ייושם תיקון אקולוגי בצורה נרחבת עקב הידרדרות מערכות וגידול באוכלוסיה	1998	
חוסר יציבות פוליטי עלול לנבוע ממחסור באוצרות טבע	1999	Postel
אוצרות הטבע הינם הבסיס לכל סוגי האוצרות האחרים, ויש לצבור אותם בצורת מערכות אקולוגיות בריאות	1999	Hawken et al
מערכות משוקמות ובריאות יכולות לספק שירותים אקולוגיים רחבים כגון מים נקיים, שימור מגוון ביולוגי, הגדלת האפשרויות לעתיד, והמשכיות תרבותית	2000	Daily
אובדן המינים ובתי הגידול הנוכחי דורש פעולות ריפוי מיידיות על מנת למנוע הידרדרות מערכות אקולוגיות. הידרדרות מערכות תוביל לפגיעה באדם.	2002	
הגנה והגברה של שירותי המערכת יובילו ליצירת מסר של התנהלות ברת קיימא - קיום האדם יחד עם שימור מערכות אקולוגיות. בנוסף מיזמי תיקון ייתנו מדד כלכלי לשווי שירותי המערכת, דבר שיוביל להקטנת הפגיעה העתידית במערכות עקב שוויי הגבוה.	2002	Cairns
הצורך העולה לשיחזור אקולוגי הינו תוצאה בלתי נמנעת של הגידול העצום באוכלוסיית כדור הארץ	2002	Davy& perrow
אנו צריכים לאמץ ולשמר את הטבע מכיוון שהוא מאפשר קיום לאדם. במצב הנוכחי אין איזון בין צריכת שירותים מהמערכת לבין התחדשות המשאבים	2002	Bradshaw
תיקון אקולוגי הינו מהתחומים המתפתחים ביותר באקולוגיה יישומית, ומאפשר התנסות בניהול מערכות, תוך יצירת כלים לשיפור ותיקון מערכות אקולוגיות	2004	Choi
תיקון אקולוגי הינו רז ואמצעי לבחינה אמפירית של תיאוריות אקולוגיות בשדה	2004	Choi
שיקום אקולוגי יכול לסייע להבטיח את אספקת שירותי המערכת, כמו מזעור השפעת האדם על שינויי אקלים על ידי ספיגת הפחמן מהאטמוספירה במערכות מתוקנות	2009	Ingram



המטרה של התיקון האקולוגי – להחיות את
המערכת האקולוגית עד למצב בריא ויציב.

שיקום גיאולוגי לוקח בחשבון את התהליכים
השונים שיקרו מגמר העבודות ואילך .





נטיעות

פיתוח שיטות נטיעה מדבריות על ידי תפיסת מי נגר בתלמים לאורך קווי גובה.

קרן קימת לישראל
לדחוק את המדבר



אופי מערכת אקולוגית מדברית

- המים הם הגורם המגביל - כמות המשקעים קטנה.
- פיזור המשקעים לא אחיד במרחב ובזמן.
- המשקעים מופיעים בצורת 'פעימות'.
- המשאבים דולפים מהמערכת.

נופים ים תיכוניים

נוף מדבר



מתוך מצגת של אדר' גיא שלף – יום עיון 'מקורות' 2009

בקעת שפיה

דרך עתיקה, שחרות

ביצוע הפגיעה יוצר מצב של מערכת לא יציבה.

פעולות השיקום האקולוגי במכתש רמון
שואפות לייצב את הנוף המדברי מחדש, לאחר
ששוחזר או שוקם











באזור מדברי כל פגיעה
קטנה היא נזק גדול



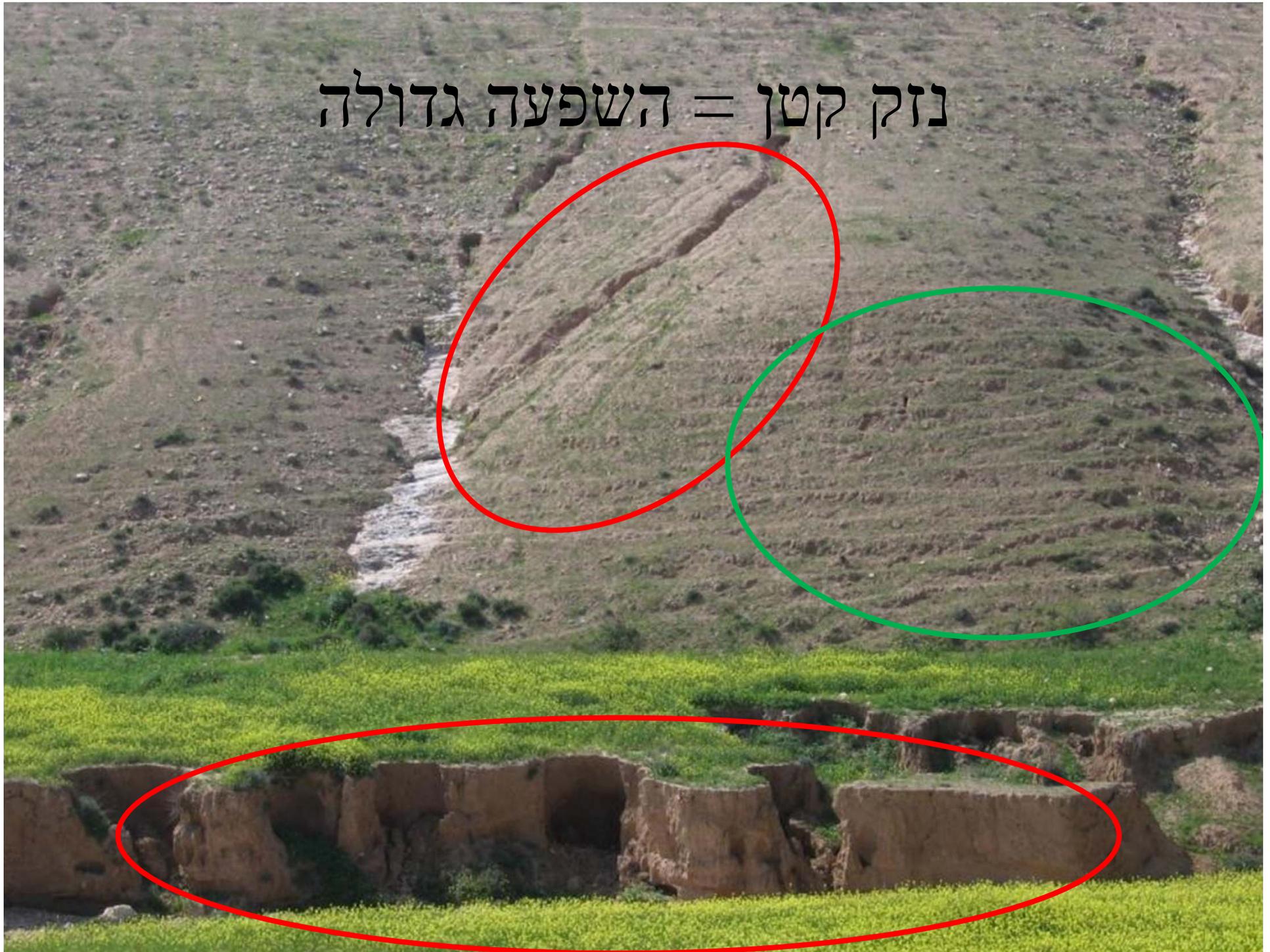




חישוף השטח



נזק קטן = השפעה גדולה



שיחזור מערכת אקולוגית מדברית היא משימה מורכבת כיוון ש:

- הצומח מועט ומתחדש בקצב נמוך

(Boiling and Walker, 2000)

- בעלת יכולת מוגבלת להתאושש מהפרעה

(Boiling & Walker, 2000)

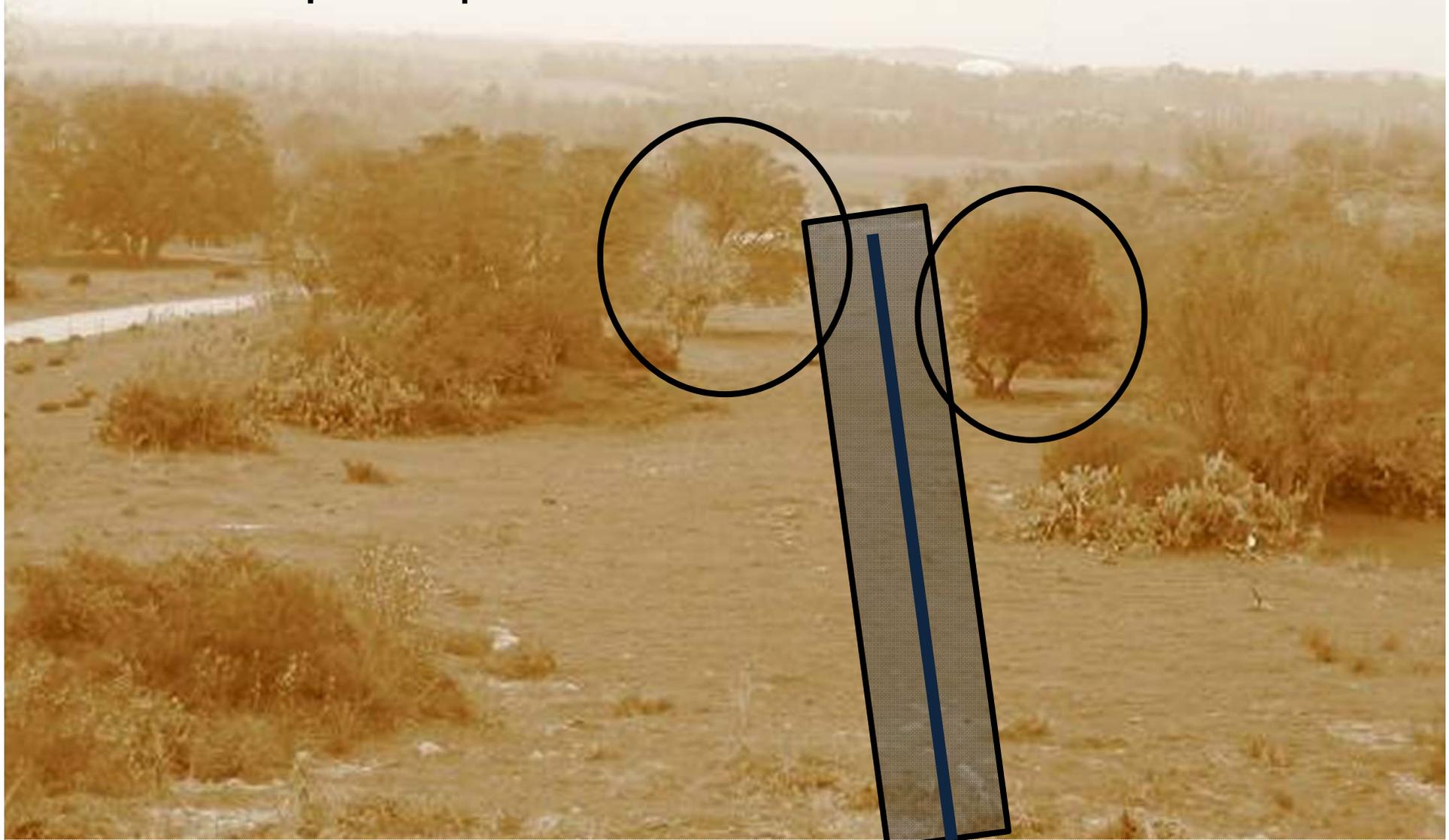
- דלדול קרקע הינה אחת מהבעיות הגדולות בעולם

(Romkens et.al., 2001)

- הקטנת דלדול וסחיפת קרקע קשה ומורכבת,

במיוחד באזורים צחיחים (Bainbridge et.al., 1995).

אקלים ים תיכוני תוואי עבודת תשתית - לאחר חורף ראשון



החלפת צנרת מקורות, כורכר אור הנר, מתוך מצגת של אדר' גיא שלף, יום עיון לחב' 'מקורות', 2007











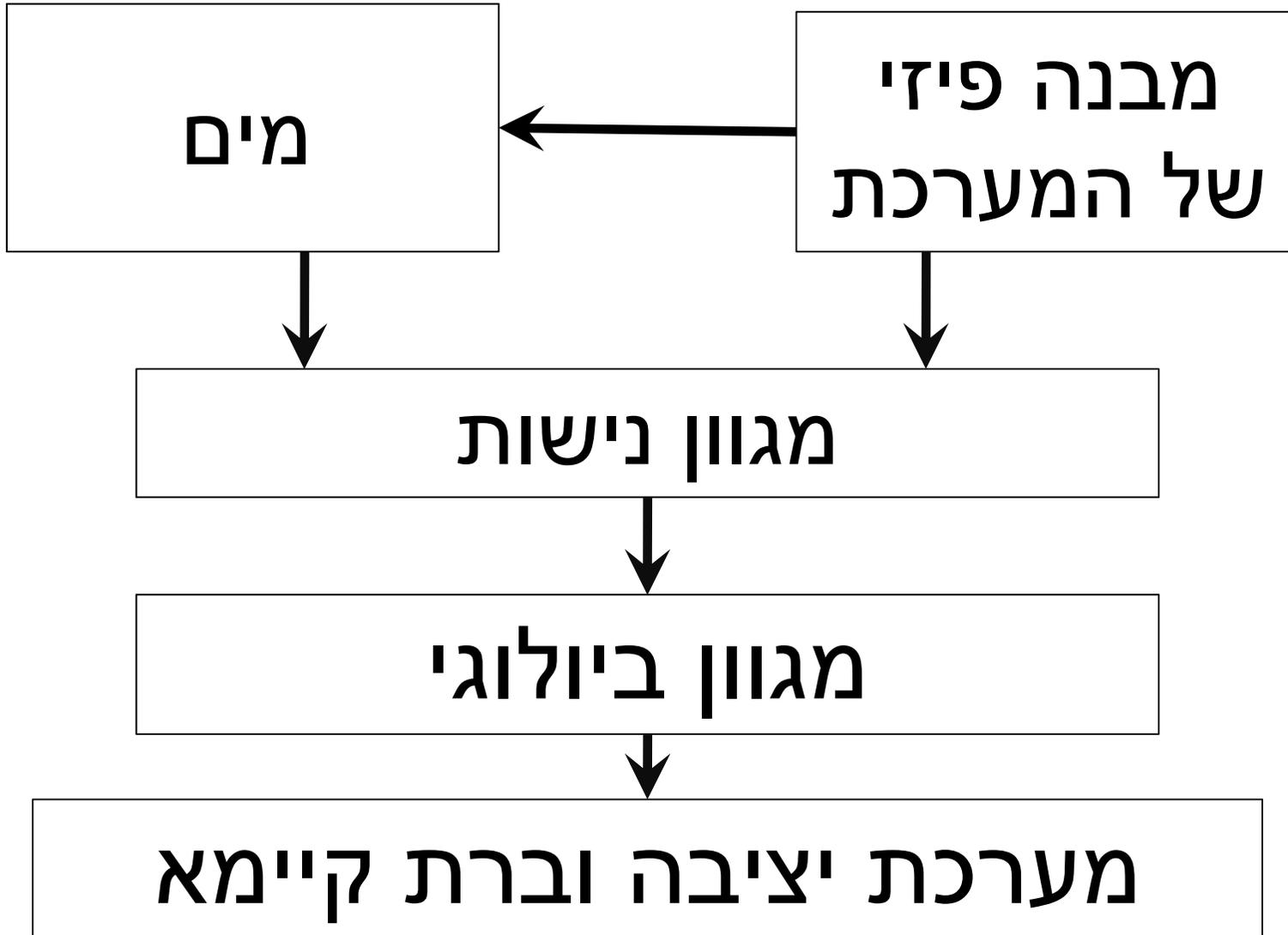
From a presentation by katra, 2009



אתגרים

- הבנת הטבע
- ניסיון לחקות חזות טבעית
- התייחסות לרגישות של מערכת אקולוגית מדברית
- רעיונות תיאורטיים למציאות
- 'תרגום' לשופליסט
- כתב כמויות גמיש, ליווי קבלן עבודות עפר, שינויים בזמן אמת, איזון חפירה מילוי בזמן אמת, שמירה על מסגרת תקציבית, ניסוח הדברים

הנחות עבודה



גיאומורפולוגיה

חיספוס

- אינו חלק ומלטש, אלא מלא בליטות וזיזים קטנים

מילון אבן שושן המלא, 2010



השפעות החיספוס במערכת צחיחה

גורמים מושפעים מחיספוס מזרזני		
חוקר	דרך השפעת החיספוס	גורם
Katra et. al. ,2008	כתם החיספוס משפיע על פיזור הגשם במרחב ועל כמות הגשם הנקלטת בקרקע סביבו, עקב שינויים במהירות וכיוון הרוח נושאת הגשם.	תפוצת גשם
Idown et. al. ,2002 Romkens et.al. , 2001	החיספוס משפיע על כמות הנגר הכללית עקב אוגר נגר בשקעים והקטנת הנגר	כמות נגר עילי
Romkens et.al. ,2001	החיספוס מקטין מהירות נגר ובכך מקטין את אנרגיית הסחיפה של הנגר. החיספוס גורם לשינויים בעוצמת הנגר עקב שינויים תכופים בשיפוע ובגובה	עוצמת נגר עילי
Takken et.al. ,2001 Romkens et.al. ,2001	תפוצת הנגר מקוטעת ולא שוויונית על פני המדרון. החיספוס מתעל נגר לאזורים מסוימים.	נתיב זרימת נגר עילי
Romkens et.al. ,2001 Katra et. al. ,2008	שיפור בלחות הקרקע עקב השהיית נגר, ועקב הקטנת אידויו על ידי אפקט חופה שמייצר החיספוס	לחות הקרקע
Katra et. al. , 2008 Romkens et.al. ,2001	שינוי מרחבי בפיזור המים עקב אפקט חופה, ומכאן שינוי בריכוז המשקעים בקרקע המחופה.	לחץ מים קרקעי
Katra et. al. , 2008 Romkens et.al. ,2001	החיספוס מקטין את פגיעת עוצמת טיפות הגשם בקרקע עקב אפקט חופה	התפתחות והרס קרום קרקע
Romkens et.al. ,2001	הגנה על קרום הקרקע עקב אפקט חופה	קרום הקרקע
Katra et. al. ,2008	אבן גדולה ושקועה מעט תגדיל יצירת קרקע	יצירת קרקע
Katra et. al. , 2008 Prueger et.al. ,2003	החיספוס גורם לשינוי זרימת הרוח בסמוך לקרקע על ידי קליטת חלק מכוח הגזירה של הרוח. השינוי מתבטא במהירות משתנה והיווצרות טורבליציות	רוח
Katra et. al. ,2008	עקב הפחתת מהירות הרוח זרעים מרחפי רוח יכולים לשקוע	קליטת זרעים מרחפי רוח
Katra et. al. ,2008	עקב שינויים במשטר המים תושפע תפוצת הצומח החד שנתי והרב שנתי. החיספוס עשוי להשפיע על כתמי מקור מבלע במדרונות	תפוצת צומח
Katra et. al. ,2008	לפי כללי אקולוגיה של איים, אי גדול יותר יאפשר מגוון מינים וכמות פרטים גדולה יותר. האבן במערכת המדרונית יכולה לתפקד כאי (מגודל מסוים ומנח מסוים)	מגוון ביולוגי
Katra et. al. ,2008	אבן גדולה ושקועה מעט תגדיל פעילות ביולוגית	פעילות ביולוגית

גשם ונגר עילי

מי קרקע

פני הקרקע

זרימת אוויר

גורמים ביוטיים

גורמים משפיעים על אופי חיספוס מדרוני

חוקר	השפעה	גורם
Kolay & kayabali 2006 Romkens et.al. 2001	חומר חרסיתי בעל פלסטיות גבוהה יוביל להתנפחות, התכווצות, ודעיכה (הקטנה בגודל לאורך זמן). חומר חיספוס הבנוי קרקע (כגון חריש) יחווה דעיכה מהירה ויוביל לעלייה בסחיפת הקרקע.	חומר החיספוס
Romkens et.al. 2001 Takken et.al. 2001	חריש (כדוגמא) יכול להגדיל זמנית את החיספוס ובכך לשנות את כיווני זרימת המים	פעילות אדם
Lane et. al., 1988	כמויות גדולות של נגר עילי מייצרות התמיינות גרגרים וכך כתמי חיספוס מגוונים יותר	נגר עילי
Katra et.al. ,2008 Kolay & kayabali ,2006	ככל שהגרגר גדול יותר וקשיח יותר (אבן) יהיה מיטוב של: משוב ביופיזיקלי, חידור מים גבוה יותר, איזוי מועט יותר לאחור אירוע גשם	גודל הגרגר
Idown et. al. 2002 Kolay & kayabali ,2006	שיכוך החיספוס של החומר לאורך זמן יוביל לעלייה באובדן קרקע, ולעלייה במהירות וכמות הנגר. חומרים רכים – כגון סלעי חרסית, מתאפיינים בקצב שיכוך גבוה	עמידות החומר
Kolay & kayabali ,2006	ככל שצורת הגרגר רחוקה מעיגול כך יגדל שטח הפנים שלו וישפיע על כמות נגר הנתרמת על ידו, ולכמות מים המכוסה על ידו.	צורת הגרגר
Katra et.al. ,2008	גרגר שקוע מעט (בניגוד לגרגר מונח) - הקטנת זרימת המים ואנרגיית זרימת המים, תאחזות מים גבוהה יותר, הגדלת פעילות פדוגנית וביוטית. גרגר שקוע לחלוטין לא מחספס ומתפקד כמשטח קשיח חלק	עומק הגרגר
Lane et. al., 1988	שיפוע גדול יותר ישפיע על מהירות נגר גדולה יותר, ומכאן להתמיינות גרגרים גדולה יותר, וכך כתמי חיספוס מגוונים יותר	שיפוע
Katra et. al. , 2008	הצומח יכול לתפקד כגורם חיספוס מאחר וסוג הצמח, צורתו, גודלו, צפיפותו וגובהו ישפיעו על תפוצת רוח ומים	תפוצת צומח

חיספוס הינו מרכיב מפתח מכיוון שהוא יכול לספק :

- עמידות בפני משקעים לא צפויים
(Idowu et al., 2002)

- הפחתת אובדן קרקע
(Lane et al., 1988)

- אוגר מים במערכת ובקרקע
(Romkens et al., 2001)

- לכידת זרעים הנישאים באוויר
(Katra et al., 2008)

יישום החיספוס מבוצע ברמות שונות:

אגן ניקוז – קנ"מ גדול

שדה – קנ"מ ביניים

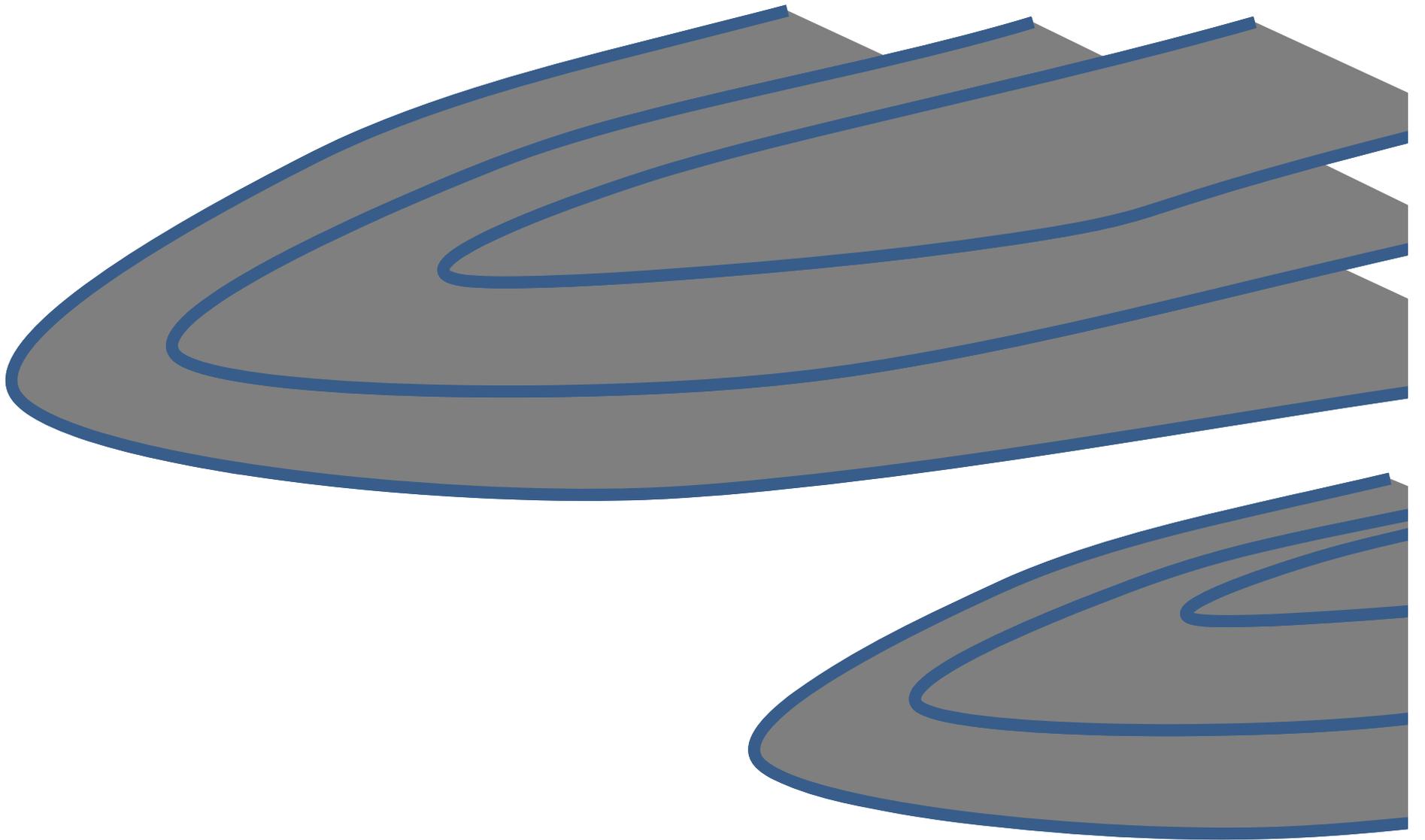
חלקה – קנ"מ קטן

קנה מידה של אגן ניקוז –
עבודות קובטורה גסה













רכב עבודה באתר



הרבה ערוצים (מערכת הולכה מסועפת) =

פחות אנרגיית זרימה ופחות סחיפת קרקע,

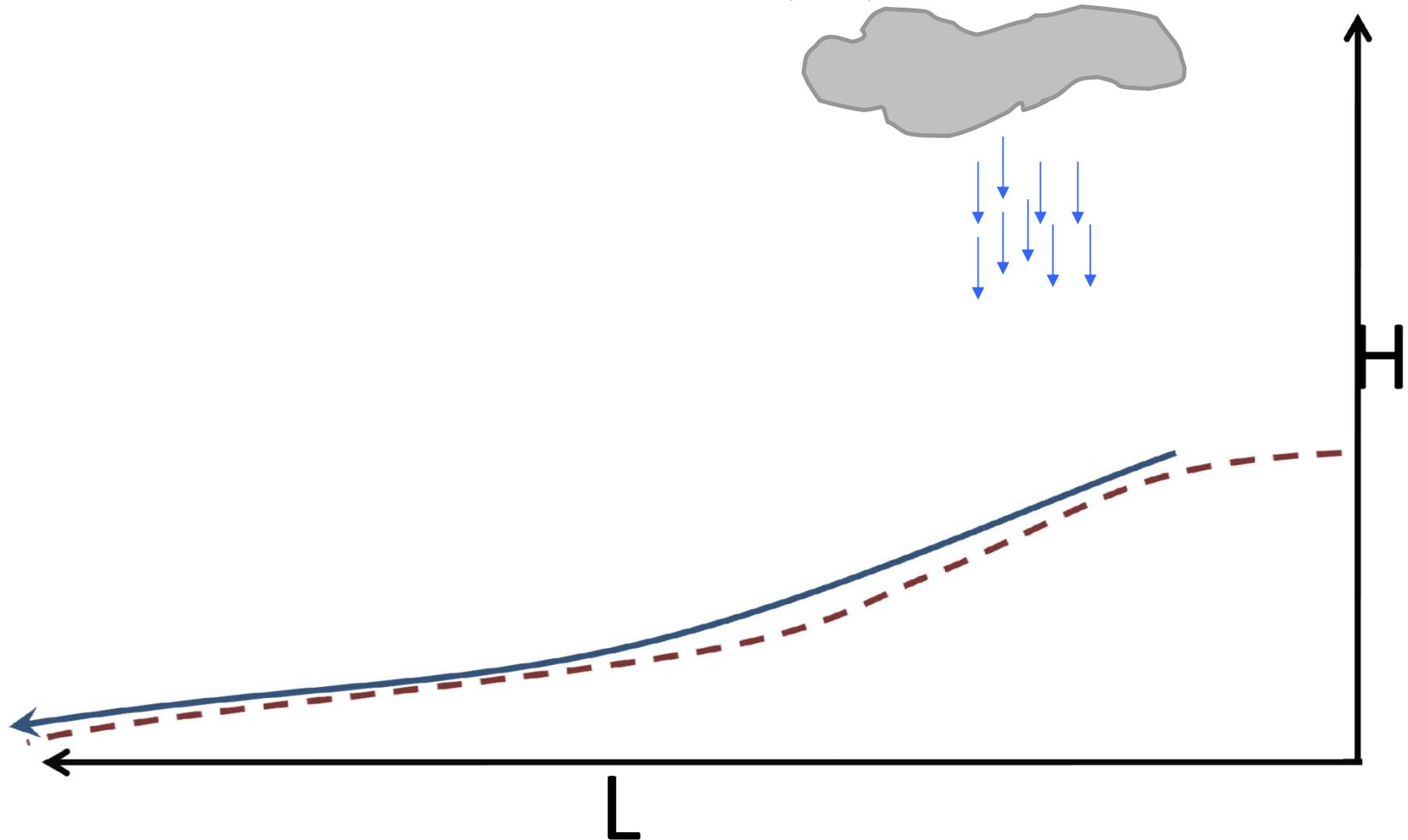
יותר בית גידול ערוצי



קנה מידה של שדה –
עבודות קובטורה עדינה

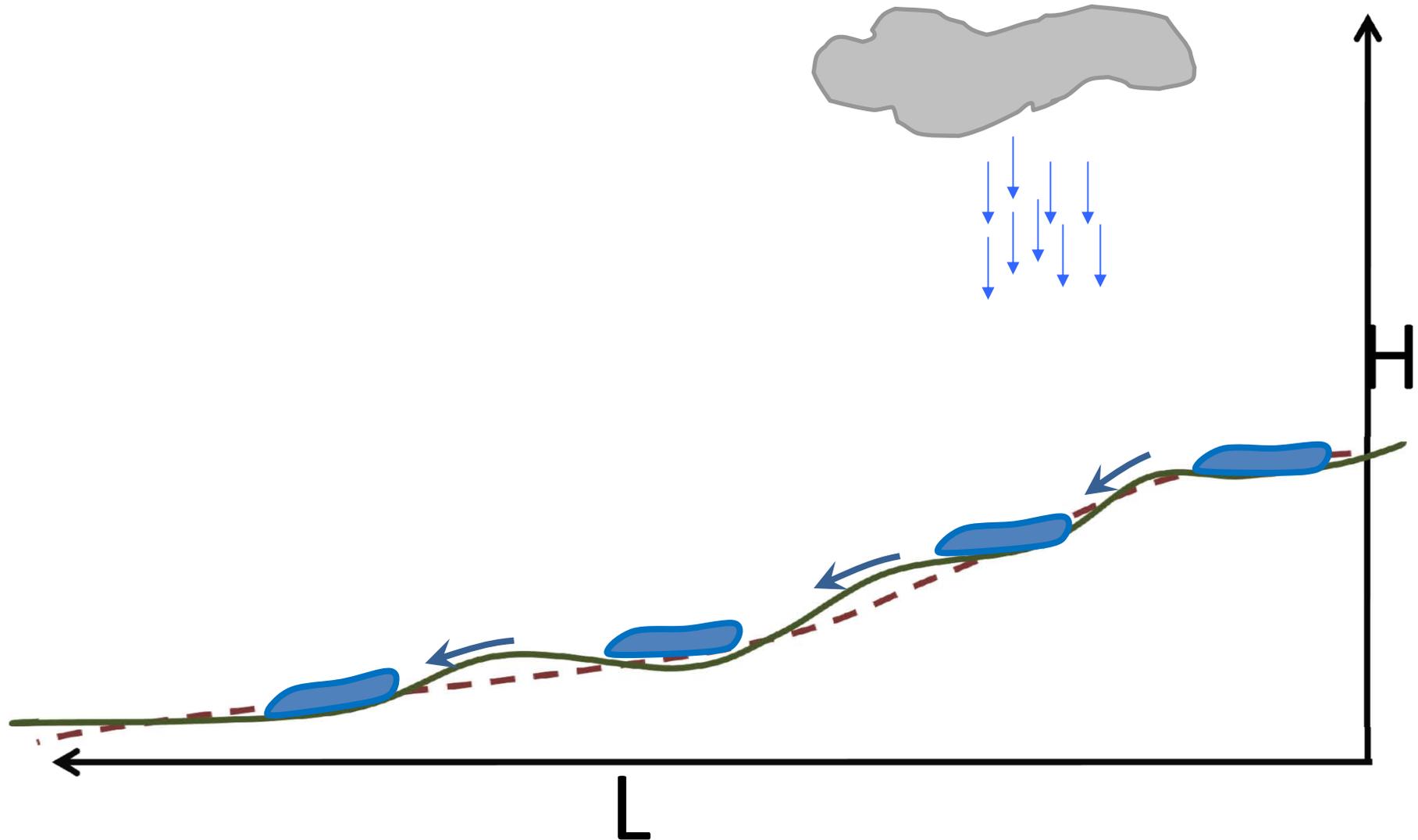
מדרון חלק

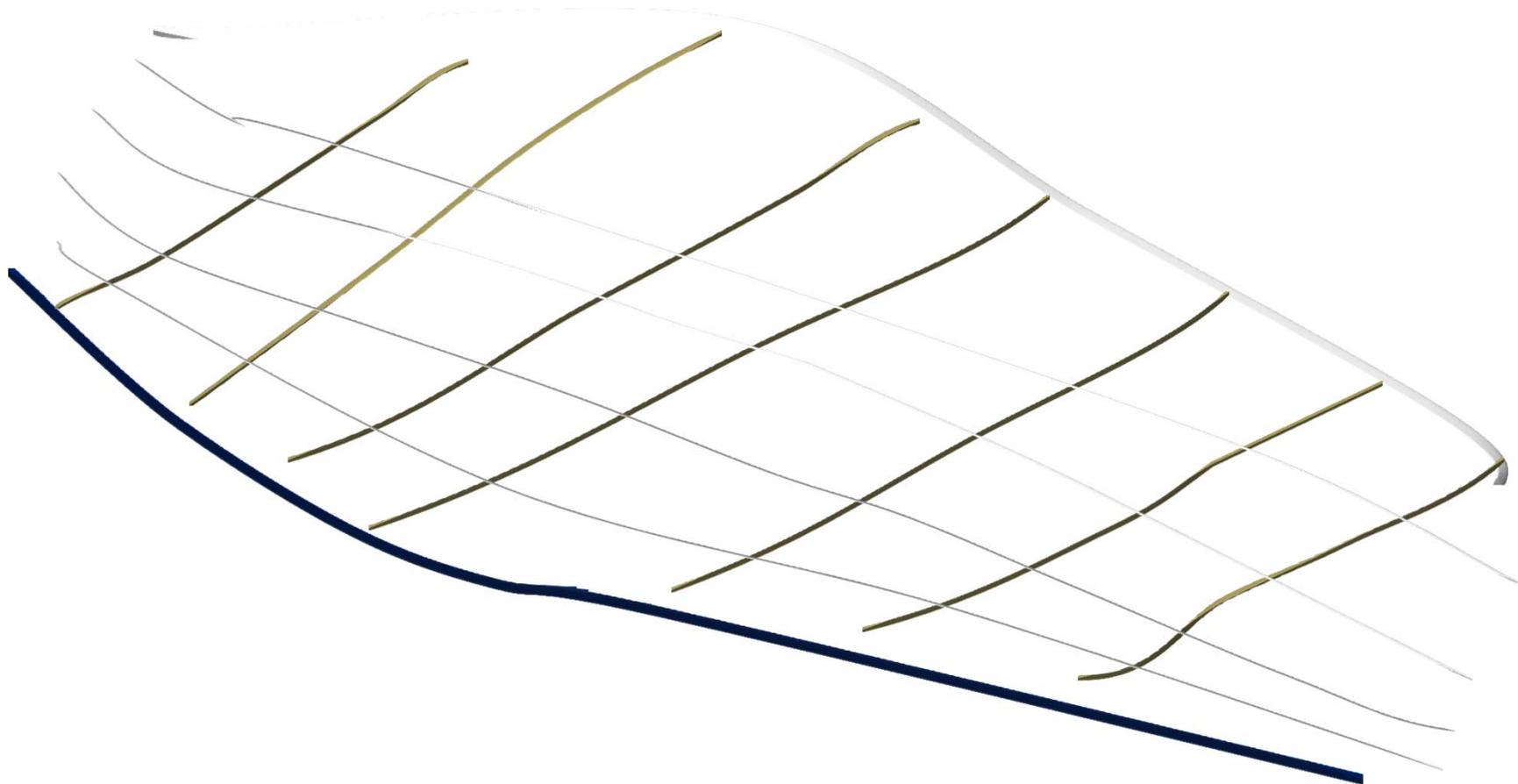
= מים וקרקע 'דולפים' מהמערכת



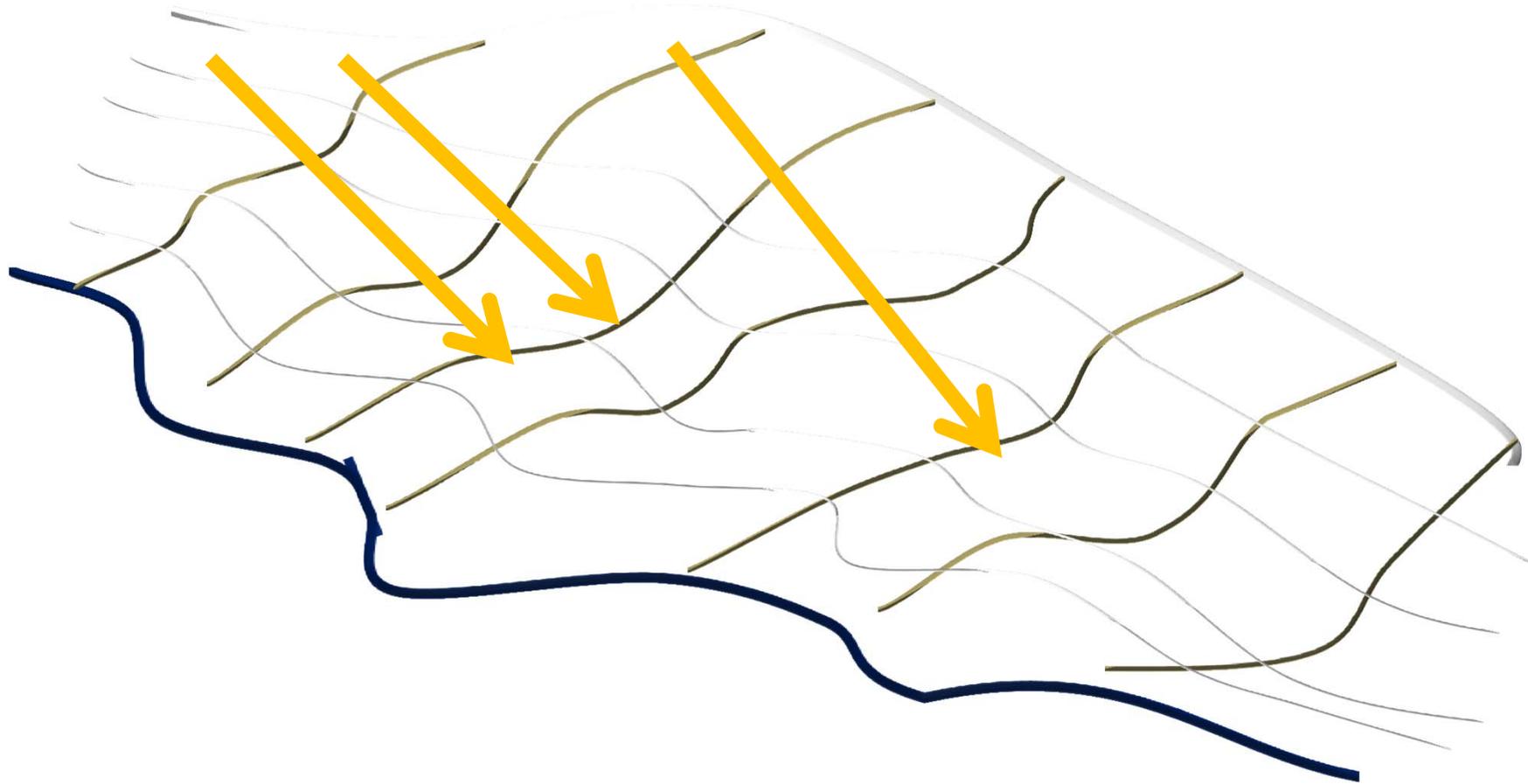
מדרון מחוספס

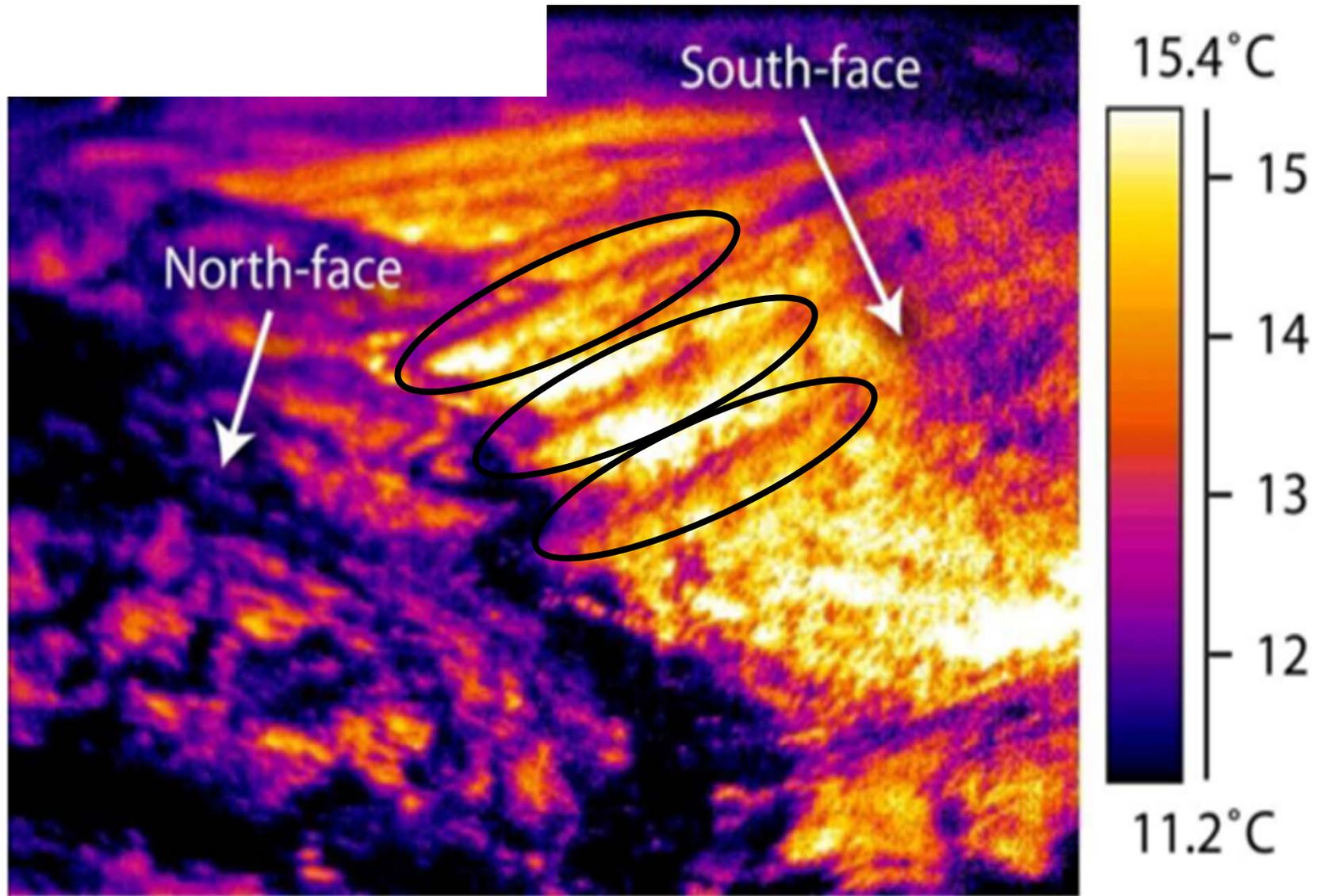
= יותר משאבים "נבלעים" במערכת



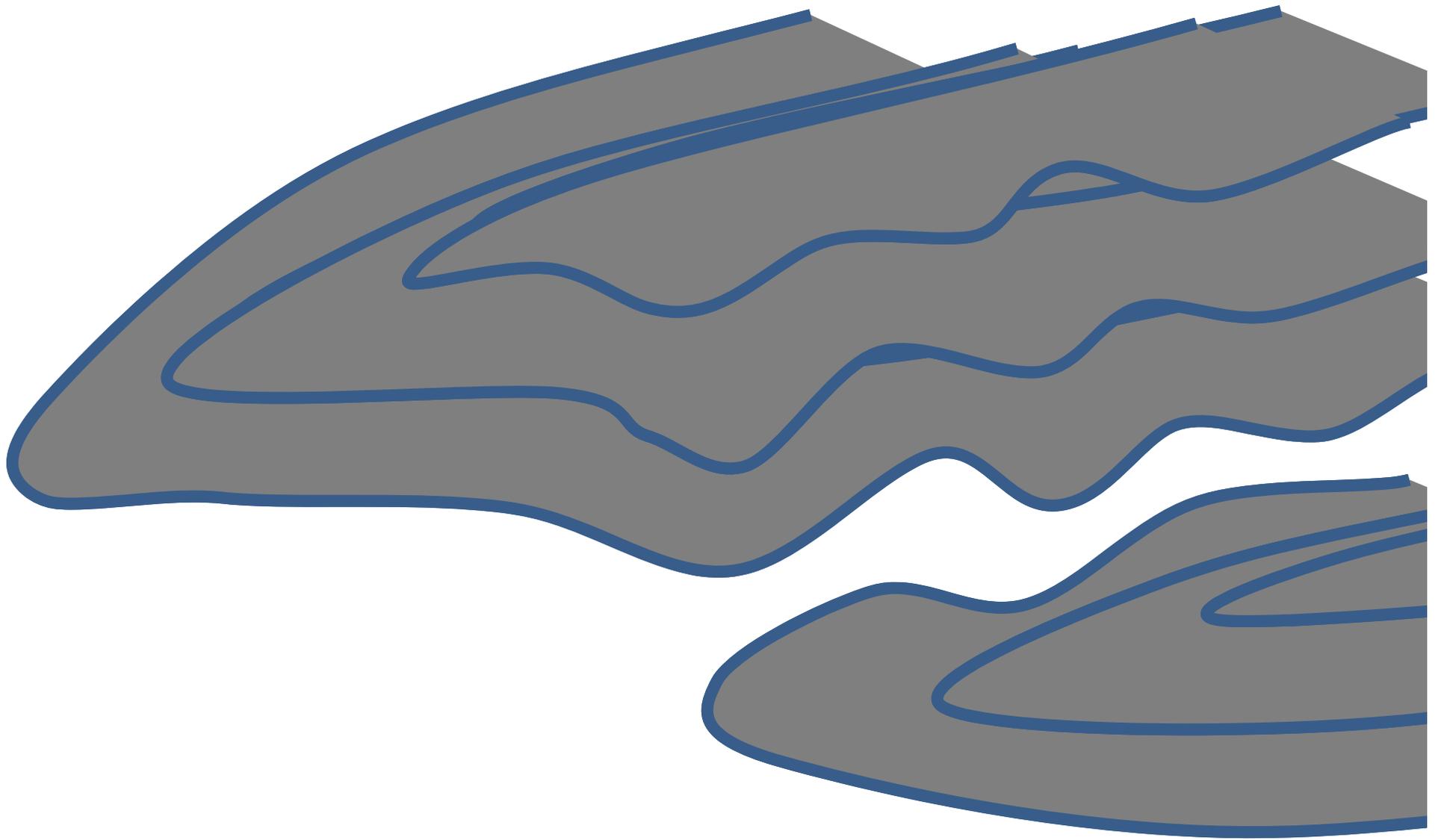


מדרון מחוספס = מורכבות ומגוון גדולים יותר



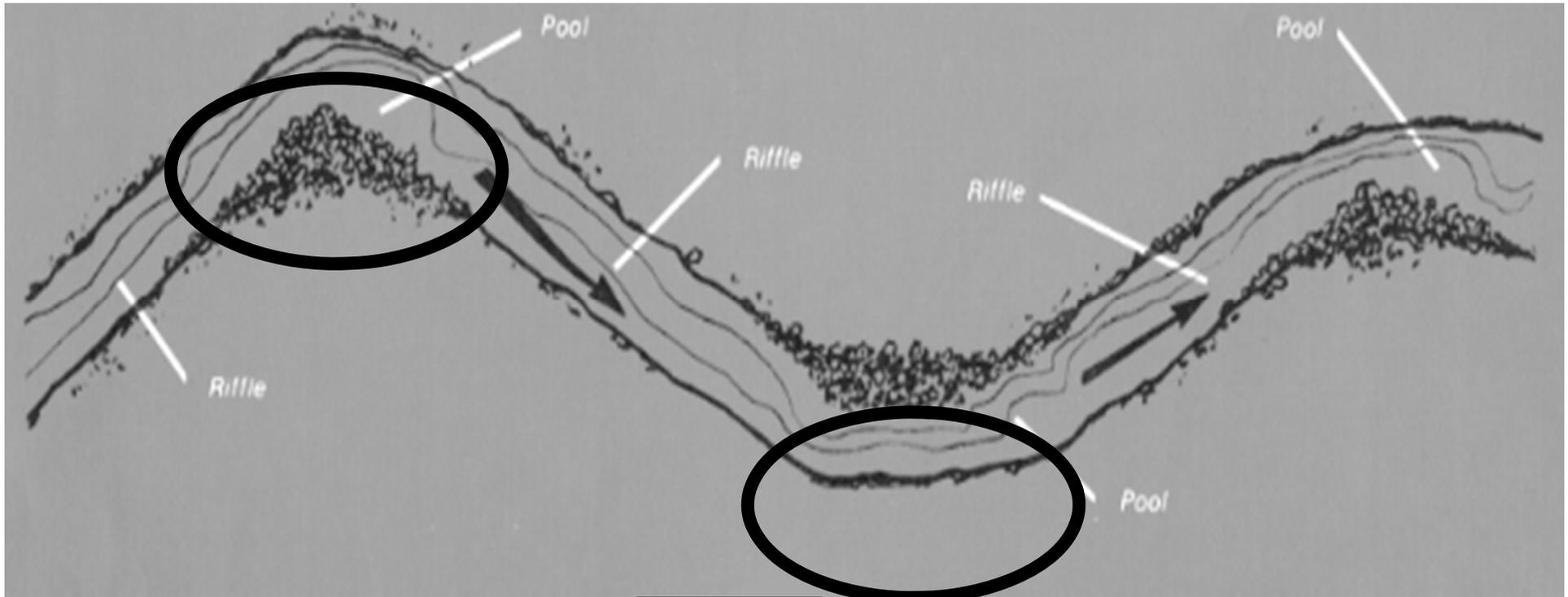


From a presentation by katra, 2009

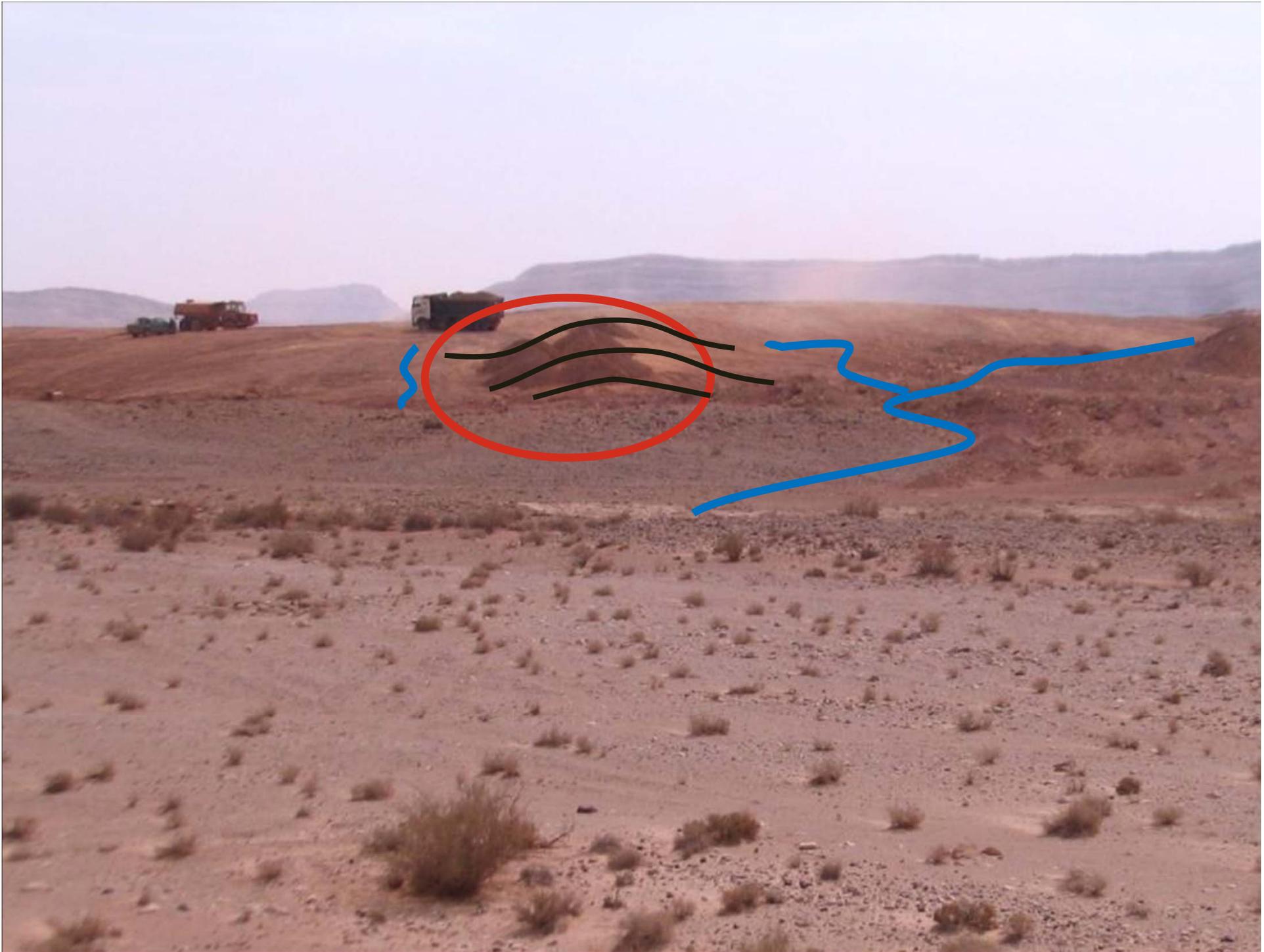


עיקולי נחל

שינוי בכיוון ערוץ (חיספוס) = הפחתת אנרגיית זרימה



מבט על

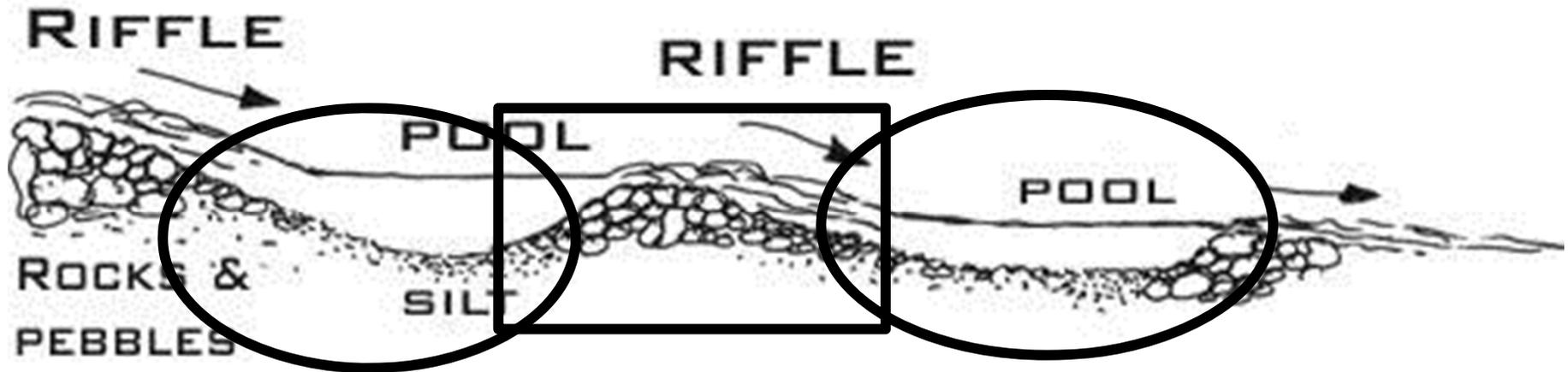




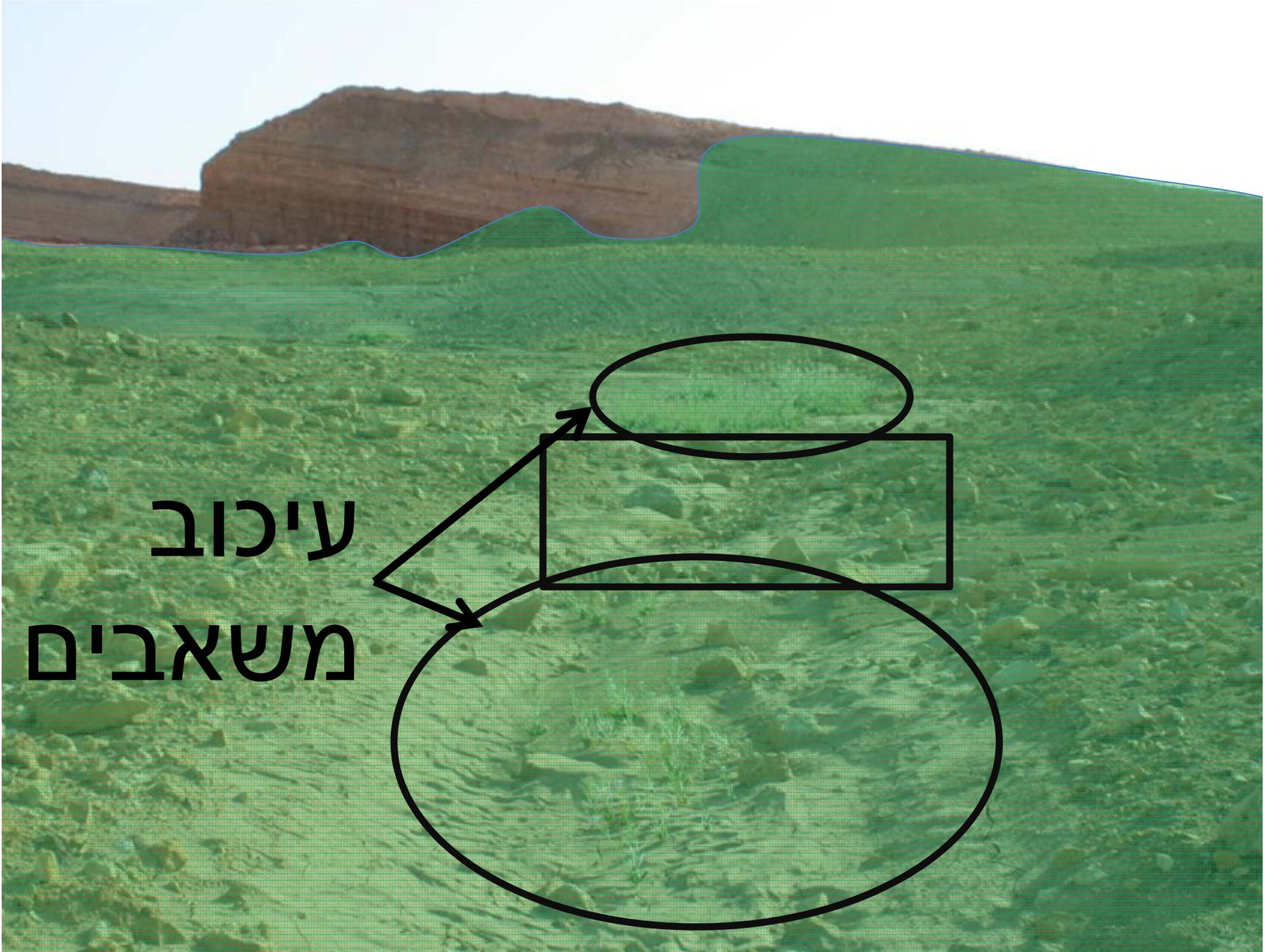


תבנית שרטונות ובריכות

שינוי ברצפת הערוץ (זיספוס) = איגום מים



חתך אופקי

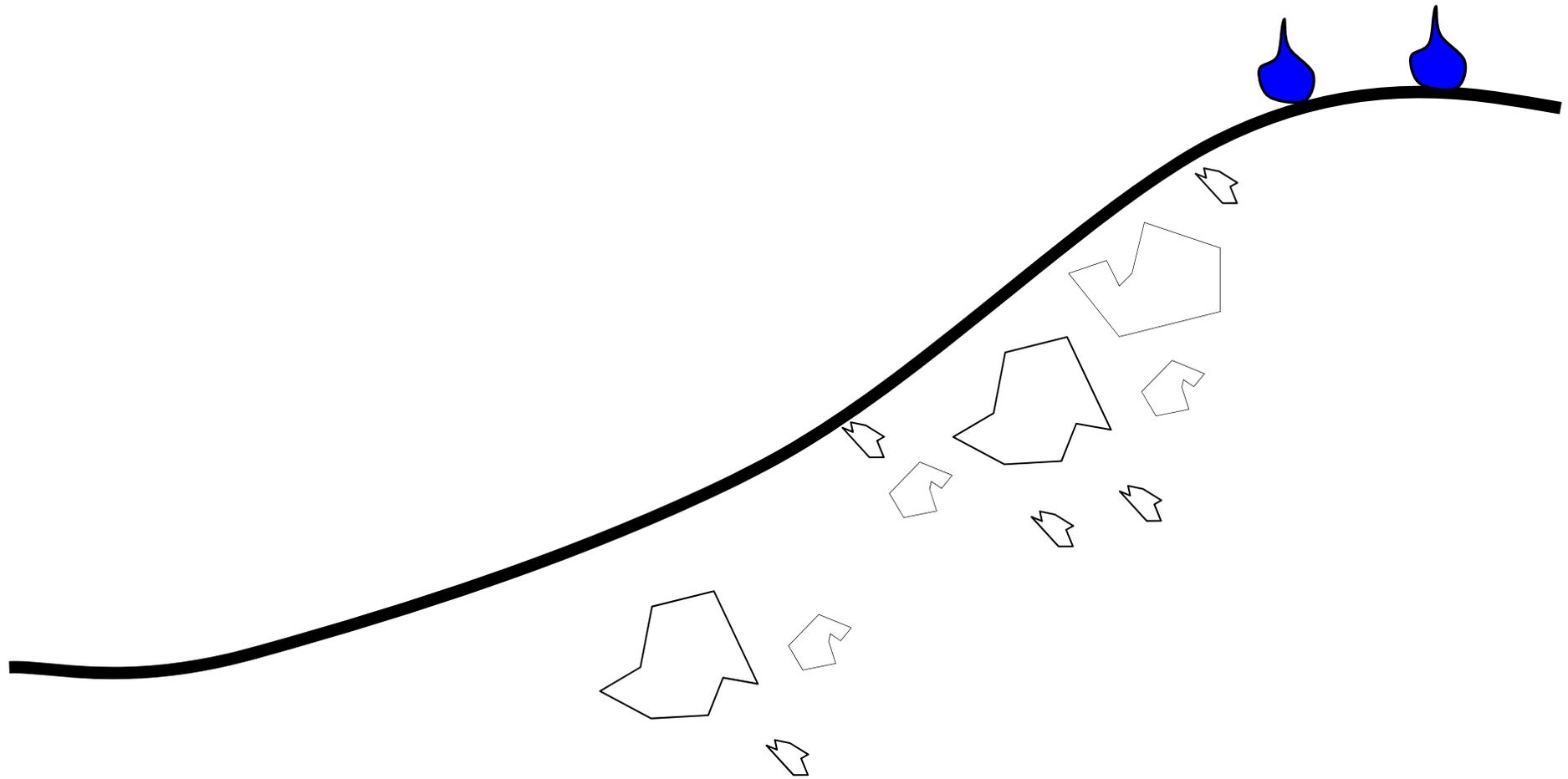


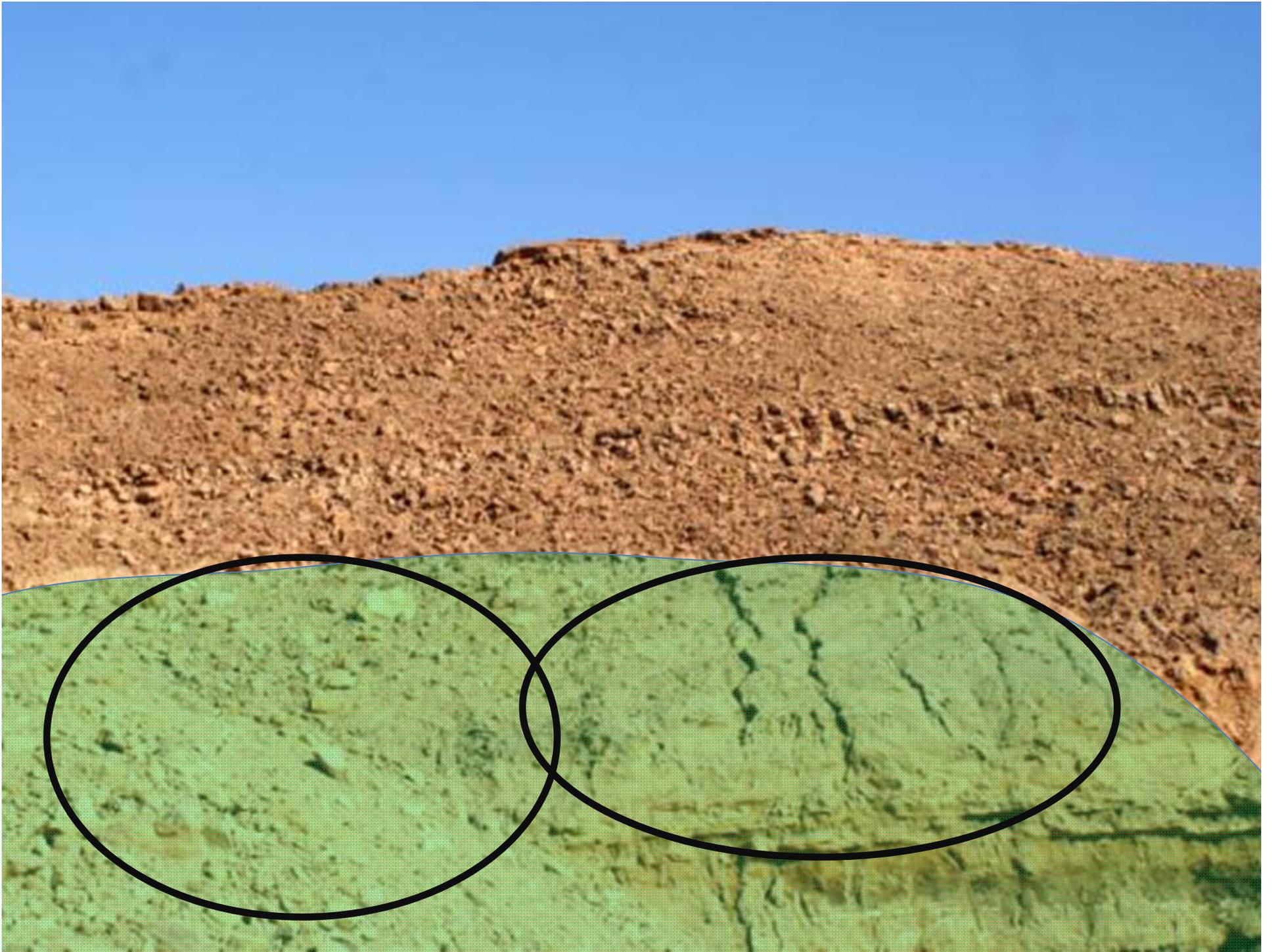
עיכוב

משאבים

קנה מידה של חלקה –
עבודת פינישים (ציפוי ותכסית)

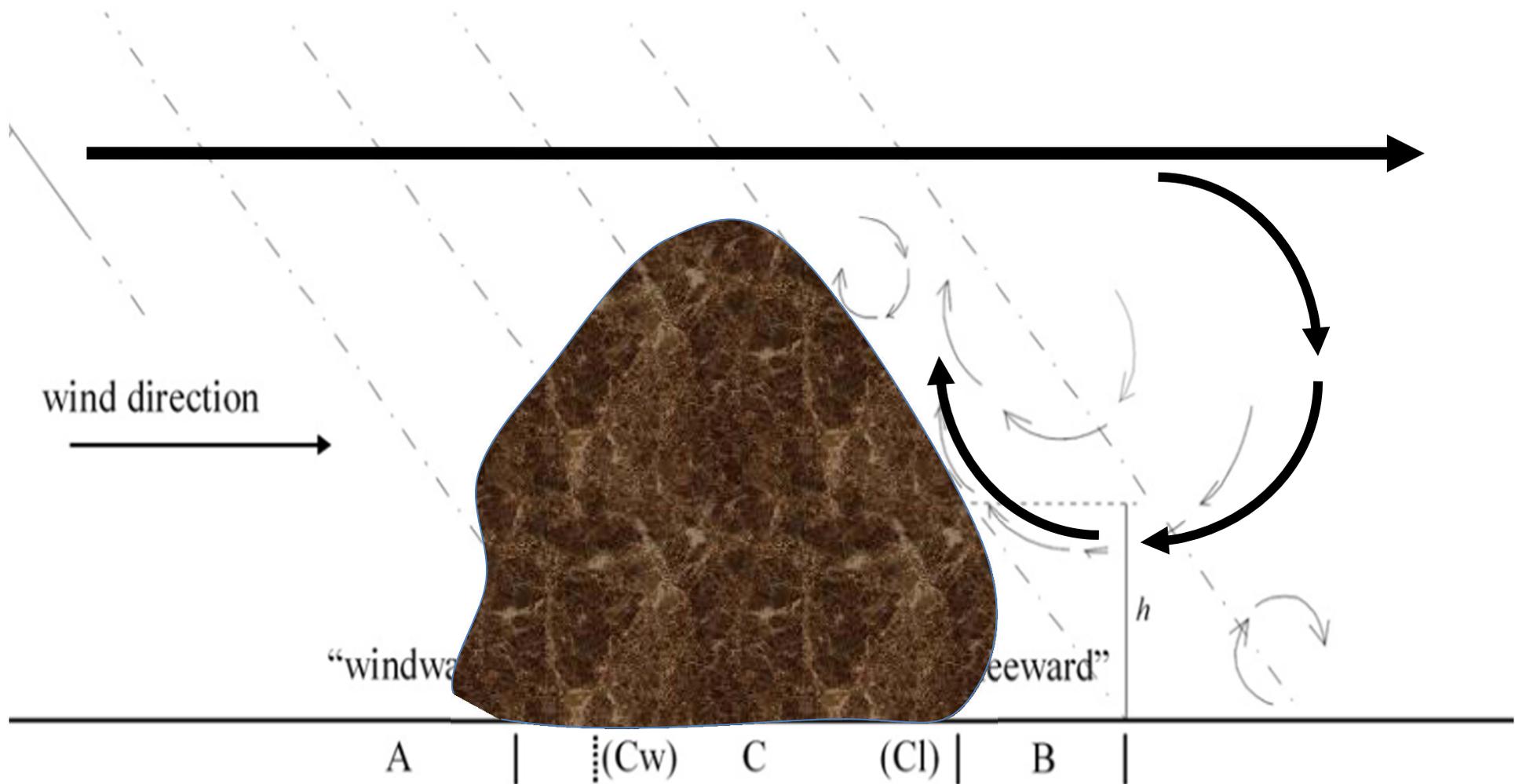
הקטנת נגר באמצעות ציפוי תקטין ותעכב אובדן קרקע





חיספוס גורם לשינוי בכיוון ובמהירות הרוח

I. Katra et al. / Geomorphology 95 (2008) 544–548







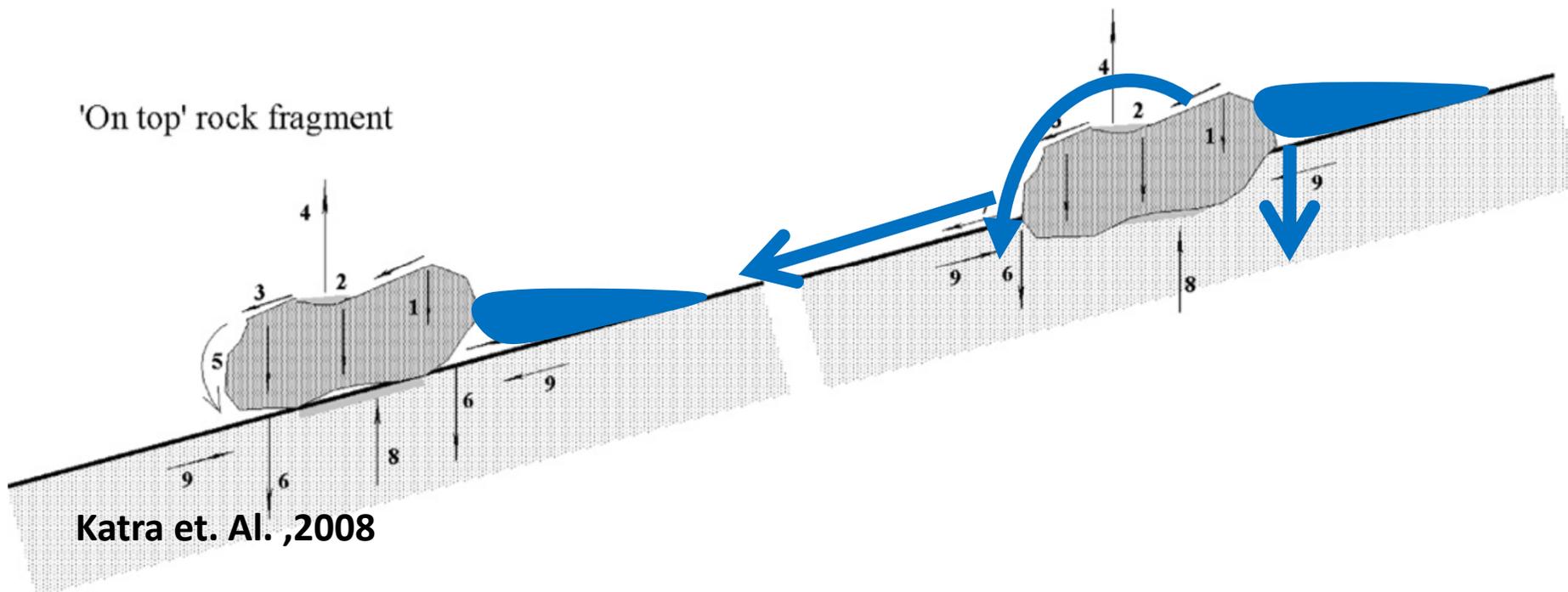
שינוי באופי הרוח יגרום ללכידת
זרעים נישאי אוויר

חיספוס מאפשר מבלע מים גדול יותר

שלוליות חלחול מים לקרקע

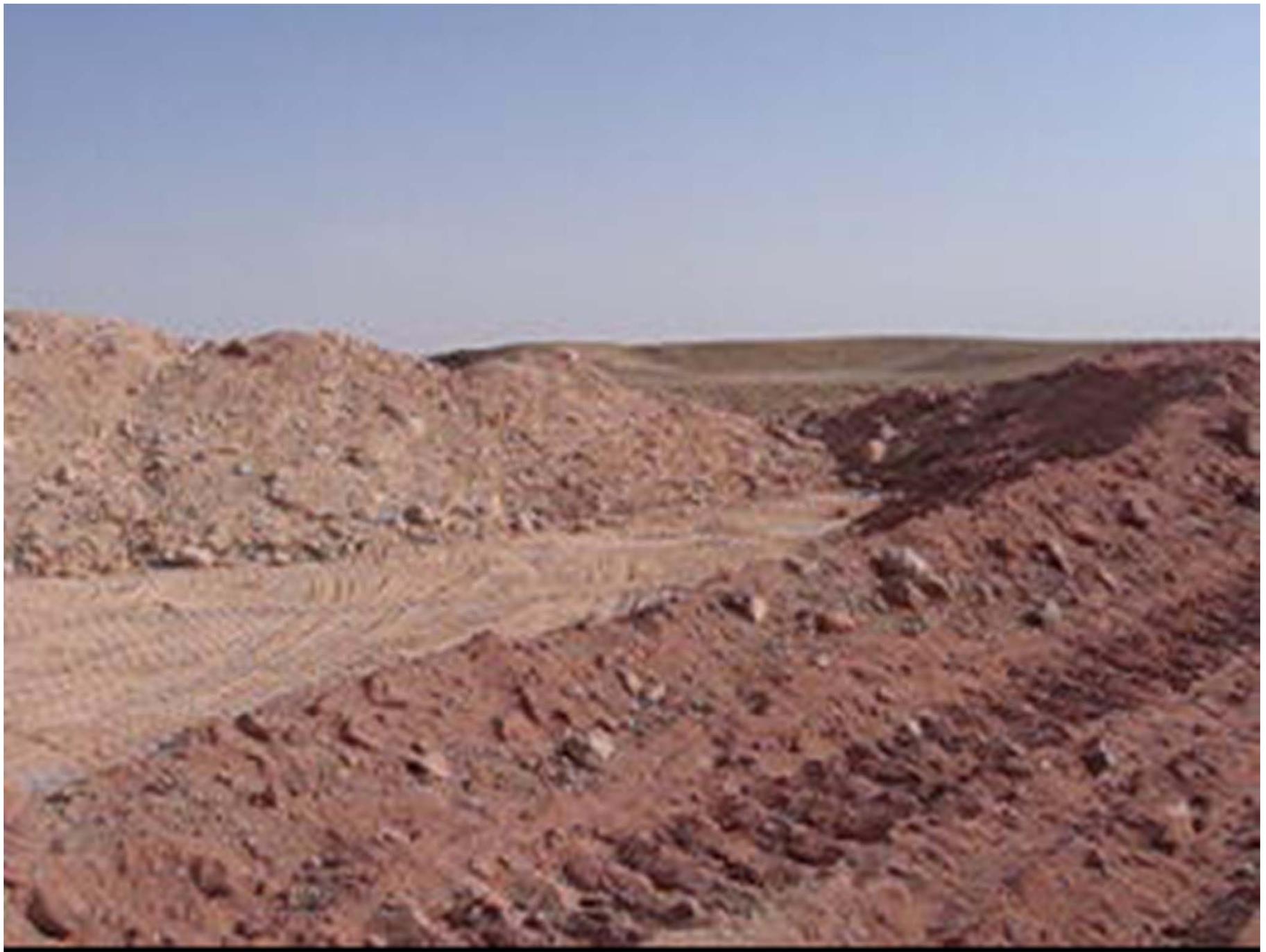
Partially embedded rock fragment

'On top' rock fragment



Katra et. Al., 2008







בין תבנית אקולוגית לויזואלית

גרוך



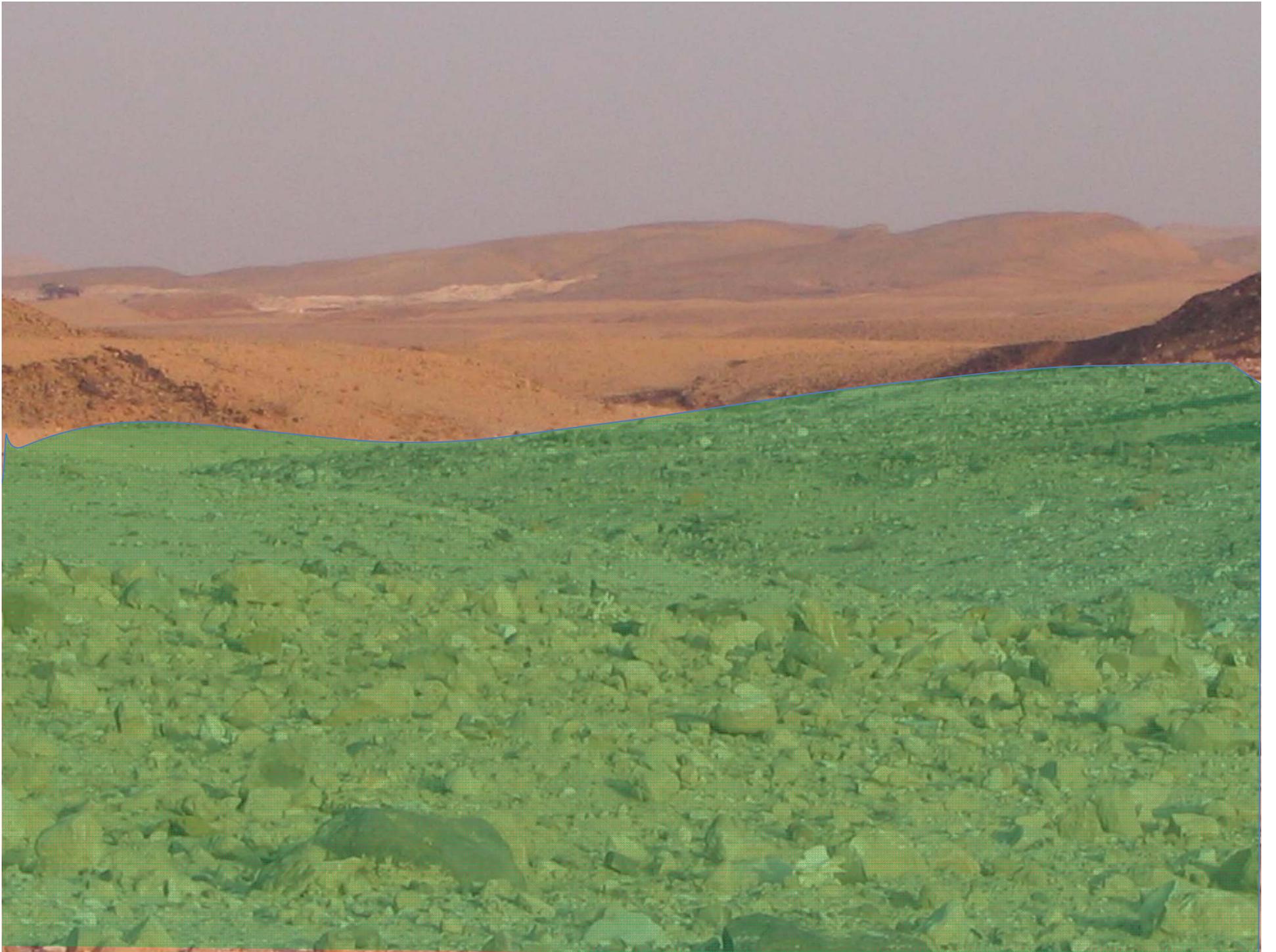






מרקם





שטח מגע





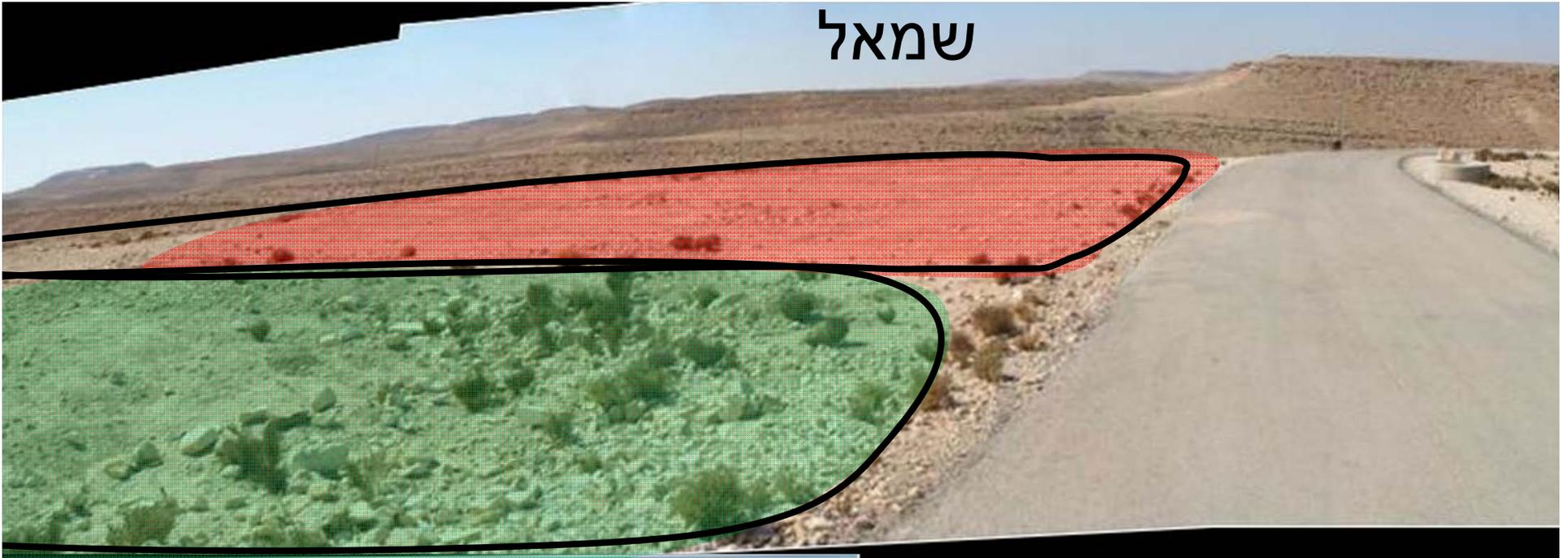




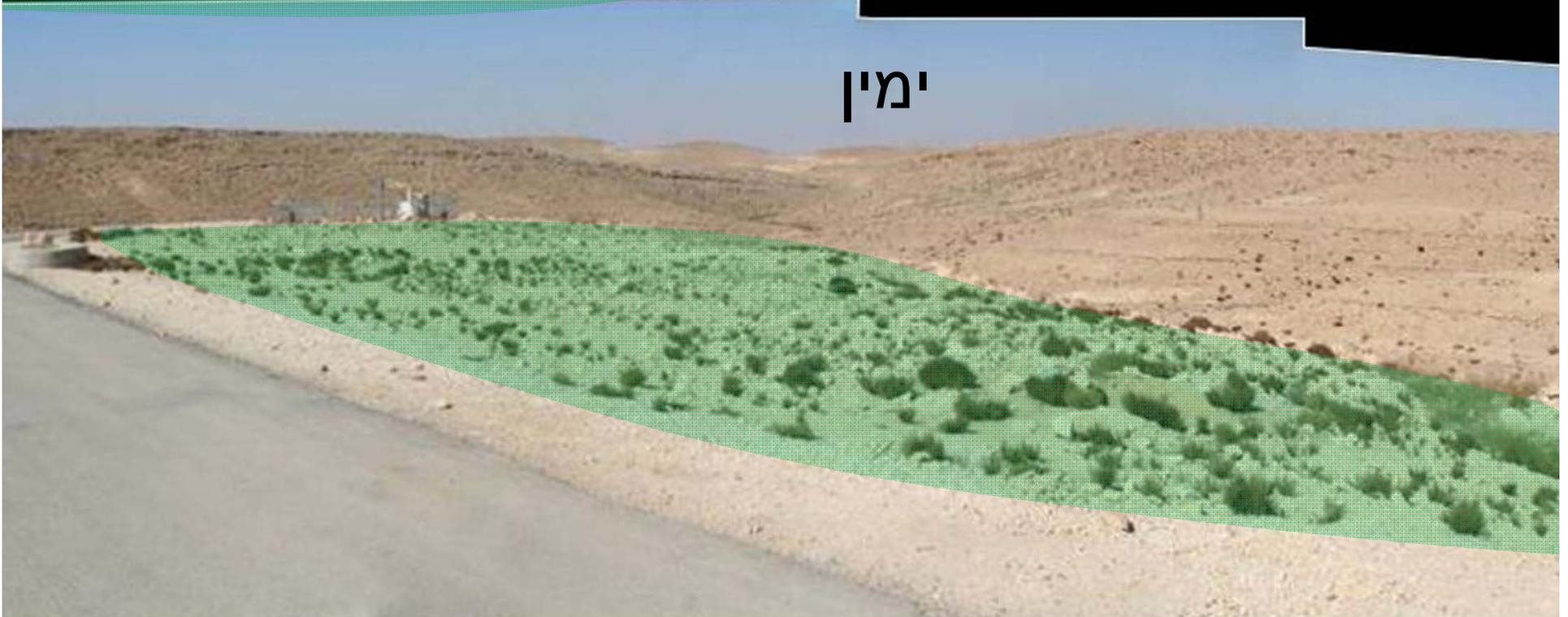




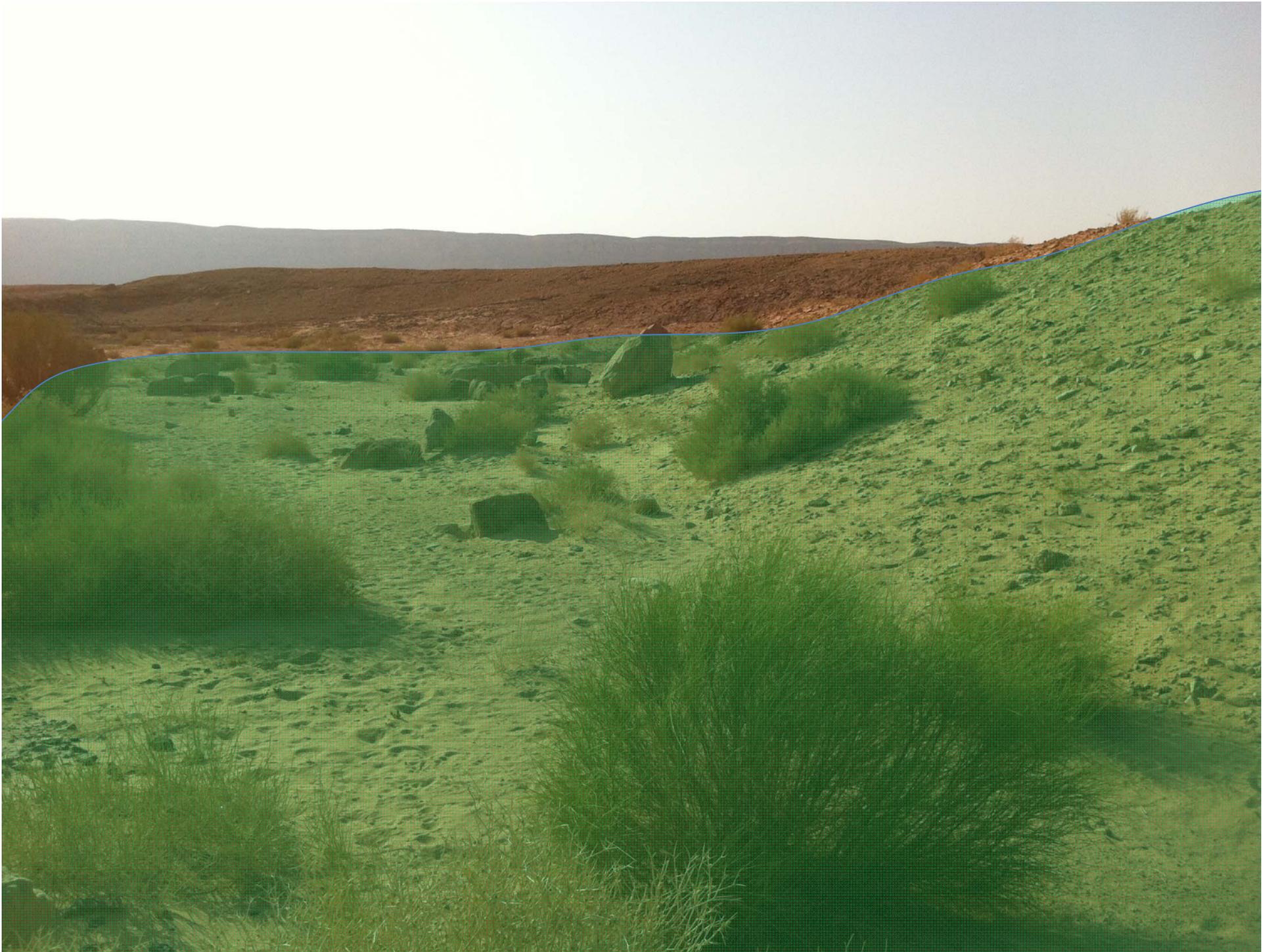
שמאל

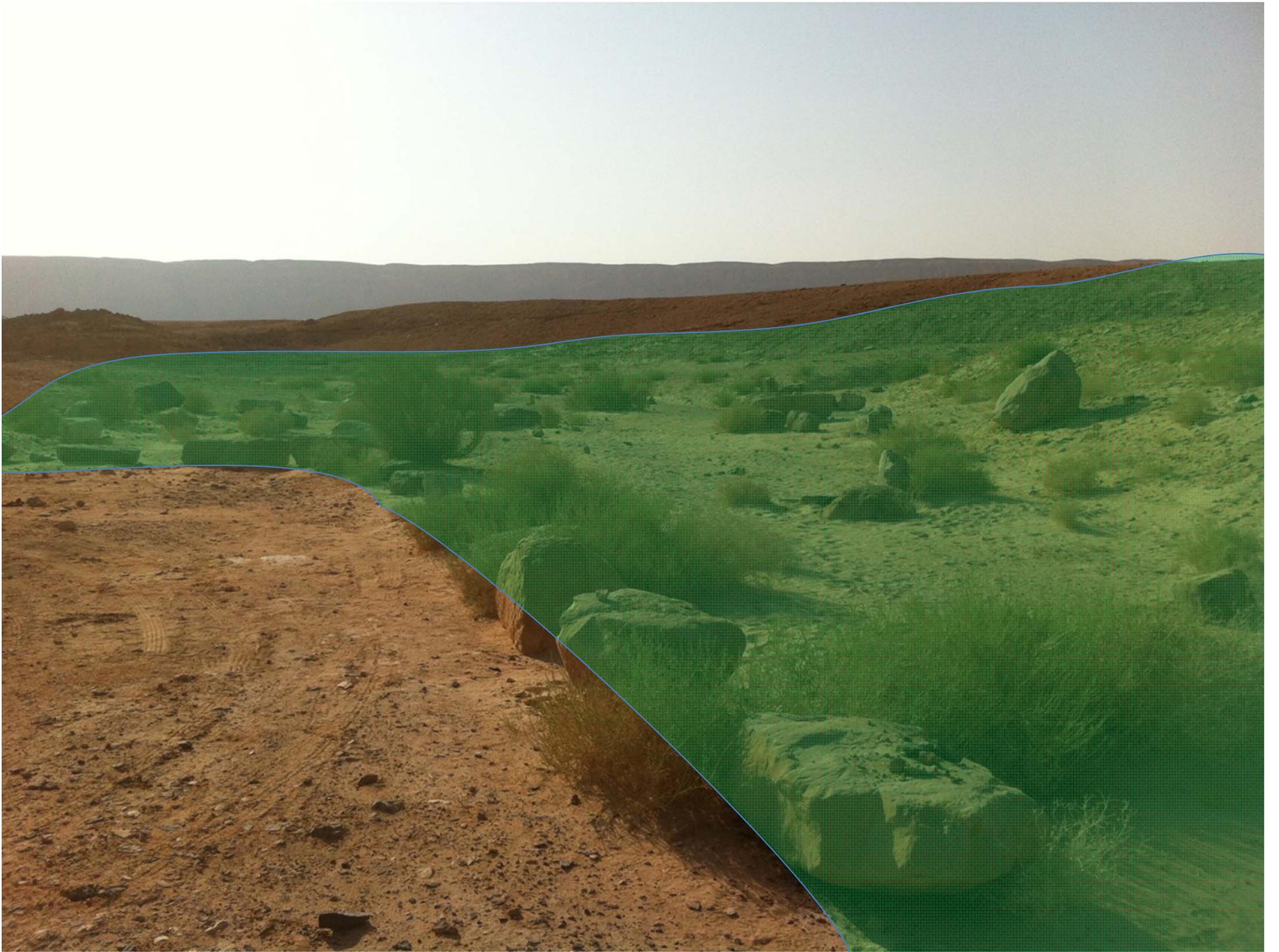


ימין











סיכום











חשוב להבין את הסביבה ואופייה
לצורך איפיון פעולות התיקון הנדרשות

התייחסות לאקולוגיה וגיאומורפולוגיה תוביל
לחזות אמינה







A photograph of two gazelles in a rocky, arid desert landscape. The ground is covered with dark, jagged rocks and patches of reddish-brown soil. The background shows a hazy, dusty horizon. A white speech bubble is overlaid on the image, containing Hebrew text. The gazelle on the right is facing the camera, while the one on the left is seen from the side.

תודה על
ההקשבה

תודות

- הפקולטה לאדריכלות ובינוי ערים, הטכניון
- הקרן לשיקום מחצבות
- המחלקה לגיאוגרפיה ופיתוח סביבתי, אונ' בן גוריון
- עמית סגל ז"ל, משרד 'סגל-רעיוני'
- צבי דקל, נמרוד אמדו, משרד 'תכנון נוף'
- עליזה ברוידא, משרד 'ברוידא-מעוז'

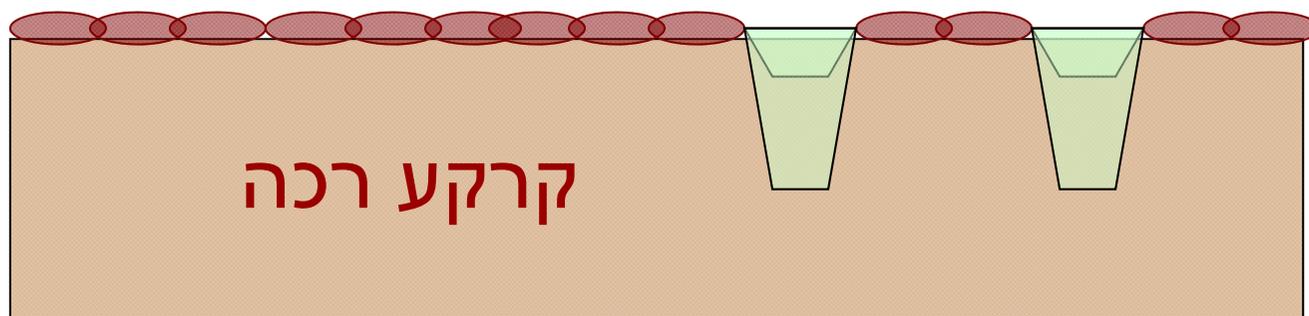
הצפת אבן-שיחזור חמאקות

קרום חצאי קשה



מתוך מצגת צבא ושמידת טבע, דט"ג, מחוז דרום

קרום חצאי קשה



מתוך מצגת צבא ושמידת טבע, דט"ג, מחוז דרום

















גורמים משפיעים על אופי חיספוס מדרוני

חוקר	השפעה	גורם
Kolay & kayabali 2006 Romkens et.al. 2001	חומר חרסיתי בעל פלסטיות גבוהה יוביל להתנפחות, התכווצות, ודעיכה (הקטנה בגודל לאורך זמן). חומר חיספוס הבנוי קרקע (כגון חריש) יחווה דעיכה מהירה ויוביל לעלייה בסחיפת הקרקע.	חומר החיספוס
Romkens et.al. 2001 Takken et.al. 2001	חריש (כדוגמא) יכול להגדיל זמנית את החיספוס ובכך לשנות את כיווני זרימת המים	פעילות אדם
Lane et. al., 1988	כמויות גדולות של נגר עילי מייצרות התמיינות גרגרים וכך כתמי חיספוס מגוונים יותר	נגר עילי
Katra et.al. ,2008 Kolay & kayabali ,2006	ככל שהגרגר גדול יותר וקשיח יותר (אבן) יהיה מיטוב של: משוב ביופיזיקלי, חידור מים גבוה יותר, אידוי מועט יותר לאחר אירוע גשם	גודל הגרגר
Idown et. al. 2002 Kolay & kayabali ,2006	שיכוך החיספוס של החומר לאורך זמן יוביל לעלייה באובדן קרקע, ולעלייה במהירות וכמות הנגר. חומרים רכים – כגון סלעי חרסית, מתאפיינים בקצב שיכוך גבוה	עמידות החומר
Kolay & kayabali ,2006	ככל שצורת הגרגר רחוקה מעיגול כך יגדל שטח הפנים שלו וישפיע על כמות נגר הנתרמת על ידו, ולכמות מים המכוסה על ידו.	צורת הגרגר
Katra et.al. ,2008	גרגר שקוע מעט (בניגוד לגרגר מונח) - הקטנת זרימת המים ואנרגיית זרימת המים, תאחיזת מים גבוהה יותר, הגדלת פעילות פדוגנית וביוטית. גרגר שקוע לחלוטין לא מחספס ומתפקד כמשטח קשיח חלק	עומק הגרגר
Lane et. al., 1988	שיפוע גדול יותר ישפיע על מהירות נגר גדולה יותר, ומכאן להתמיינות גרגרים גדולה יותר, וכך כתמי חיספוס מגוונים יותר	שיפוע
Katra et. al. , 2008	הצומח יכול לתפקד כגורם חיספוס מאחר וסוג הצמח, צורתו, גודלו, צפיפותו וגובהו ישפיעו על תפוצת רוח ומים	תפוצת צומח

השפעות החיספוס במערכת צחיחה

גורמים מושפעים מחיספוס מזרזני		
חוקר	דרך השפעת החיספוס	גורם
Katra et. al. ,2008	כתם החיספוס משפיע על פיזור הגשם במרחב ועל כמות הגשם הנקלטת בקרקע סביבו, עקב שינויים במהירות וכיוון הרוח נושאת הגשם.	תפוצת גשם
Idown et. al. ,2002 Romkens et.al. , 2001	החיספוס משפיע על כמות הנגר הכללית עקב אוגר נגר בשקעים והקטנת הנגר	כמות נגר עילי
Romkens et.al. ,2001	החיספוס מקטין מהירות נגר ובכך מקטין את אנרגיית הסחיפה של הנגר. החיספוס גורם לשינויים בעוצמת הנגר עקב שינויים תכופים בשיפוע ובגובה	עוצמת נגר עילי
Takken et.al. ,2001 Romkens et.al. ,2001	תפוצת הנגר מקוטעת ולא שוויונית על פני המדרון. החיספוס מתעל נגר לאזורים מסוימים.	נתיב זרימת נגר עילי
Romkens et.al. ,2001 Katra et. al. ,2008	שיפור בלחות הקרקע עקב השהיית נגר, ועקב הקטנת אידויו על ידי אפקט חופה שמייצר החיספוס	לחות הקרקע
Katra et. al. , 2008 Romkens et.al. ,2001	שינוי מרחבי בפיזור המים עקב אפקט חופה, ומכאן שינוי בריכוז המשקעים בקרקע המחופה.	לחץ מים קרקעי
Katra et. al. , 2008 Romkens et.al. ,2001	החיספוס מקטין את פגיעת עוצמת טיפות הגשם בקרקע עקב אפקט חופה	התפתחות והרס קרום קרקע
Romkens et.al. ,2001	הגנה על קרום הקרקע עקב אפקט חופה	קרום הקרקע
Katra et. al. ,2008	אבן גדולה ושקועה מעט תגדיל יצירת קרקע	יצירת קרקע
Katra et. al. , 2008 Prueger et.al. ,2003	החיספוס גורם לשינוי זרימת הרוח בסמוך לקרקע על ידי קליטת חלק מכוח הגזירה של הרוח. השינוי מתבטא במהירות משתנה והיווצרות טורבליציות	רוח
Katra et. al. ,2008	עקב הפחתת מהירות הרוח זרעים מרחפי רוח יכולים לשקוע	קליטת זרעים מרחפי רוח
Katra et. al. ,2008	עקב שינויים במשטר המים תושפע תפוצת הצומח החד שנתי והרב שנתי. החיספוס עשוי להשפיע על כתמי מקור מבלע במדרונות	תפוצת צומח
Katra et. al. ,2008	לפי כללי אקולוגיה של איים, אי גדול יותר יאפשר מגוון מינים וכמות פרטים גדולה יותר. האבן במערכת המדרונית יכולה לתפקד כאי (מגודל מסוים ומנח מסוים)	מגוון ביולוגי
Katra et. al. ,2008	אבן גדולה ושקועה מעט תגדיל פעילות ביולוגית	פעילות ביולוגית

גשם ונגר עילי

מי קרקע

פני הקרקע

זרימת אוויר

גורמים ביוטיים