



פרויקט עברונה - מודל נגר עילי והסעת מזהמים גלעד יוגב

בהנחיית פרופ' אבי אוסטפלד ופרופ' אורי שביט
הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל

מודל לא תמידי

$$\frac{\partial A_T}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_1 = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA_T \left(\frac{\partial z}{\partial x} + \bar{S}_f \right) = 0$$

A_T - שטח חתך הניצב לזורם [m^2].
 \bar{S}_f - שיפוע החיכוך [-].

מודל תמידי

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

α_i - קבוע תיקון למהירות הממוצעת [-].

הקדמה

ב-3 בדצמבר 2014 דלפו כחמישה מיליון ליטרים של נפט גולמי מצינור של חברת קצא"א לתוך שמורת עברונה. הזרימה התרחשה במספר רב של ערוצים בתחום מניפות הסחף ושולי מליחת עברונה, עד למרחק של כ-7 ק"מ ממקום הדליפה.

מטרות העבודה

- בניית מודל זרימה בערוצים בספיקות תכן שונות בדגש על אירועי קיצון.
- מיפוי פשט הצפה בשטח השמורה בספיקות הנ"ל.
- מיפוי והערכת השפעת שכבת הנפט על זרימת הנגר העילי.
- הערכת פוטנציאל הסעת מזהמים לכיוון מפרץ אילת.

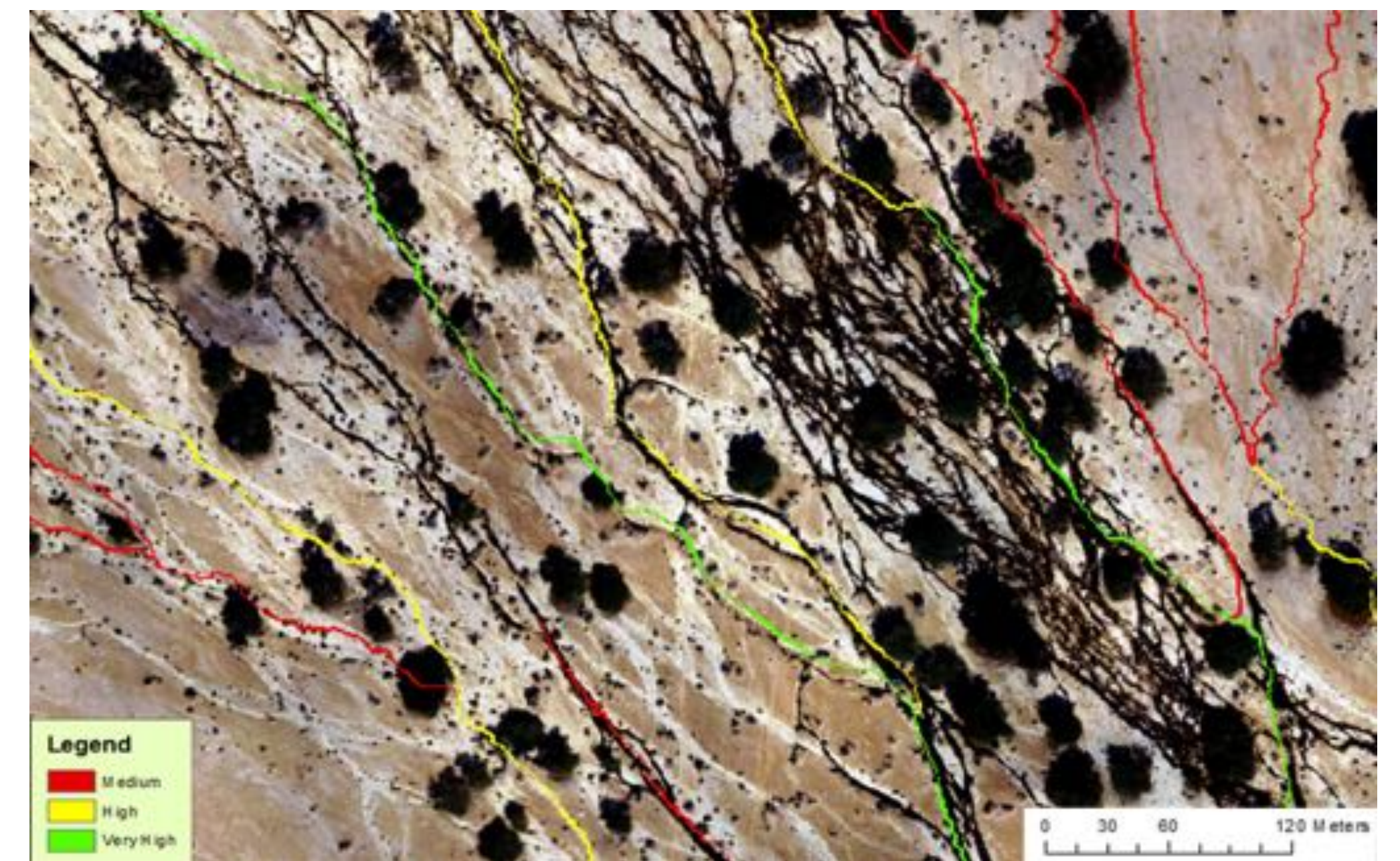
שיטות העבודה

הערכת ספיקת נחל רחם

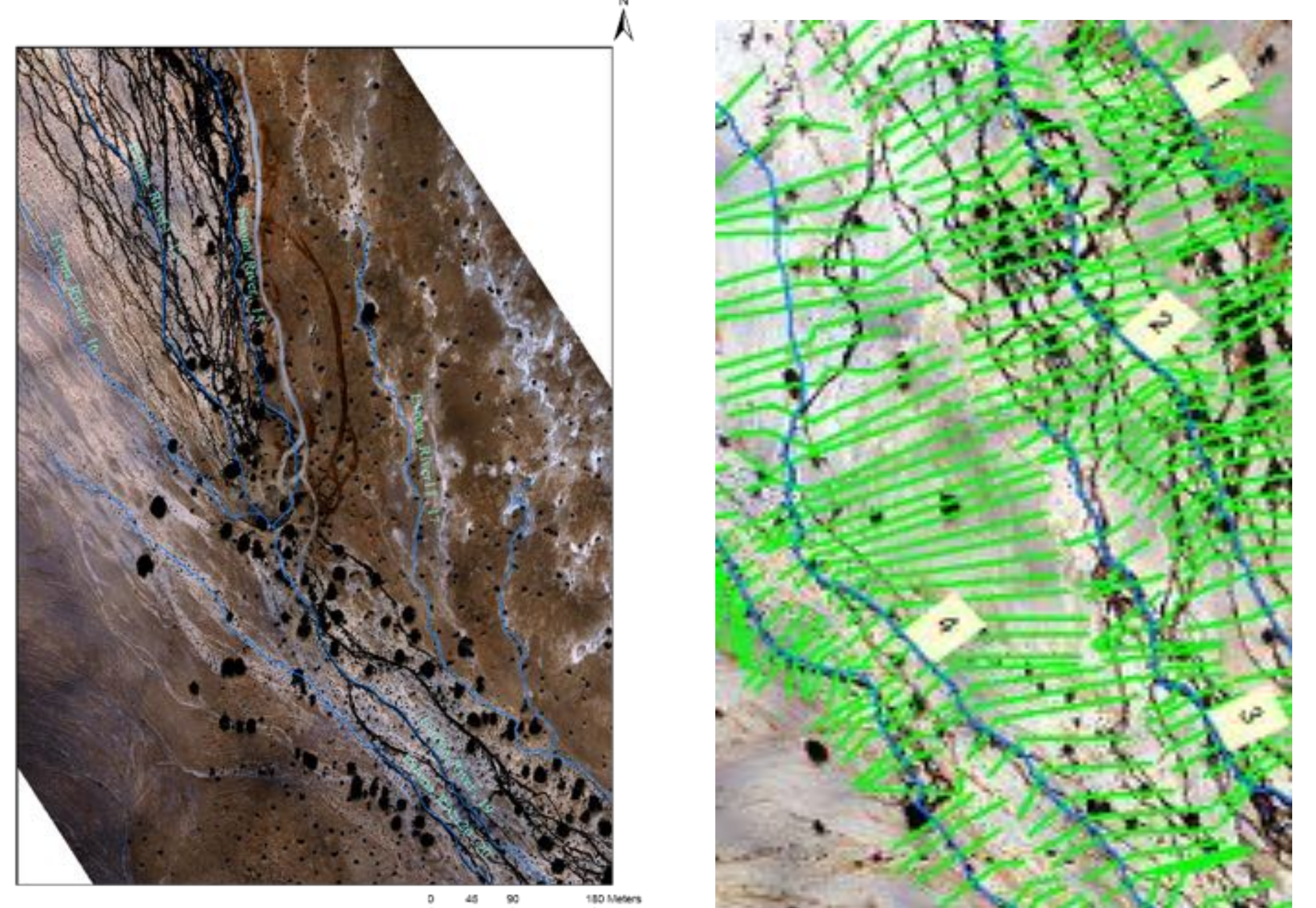
הסתברות	50%	10%	5%	2%	1%
ספיקת נחל רחם [m^3/sec]	12	38	72	96	388



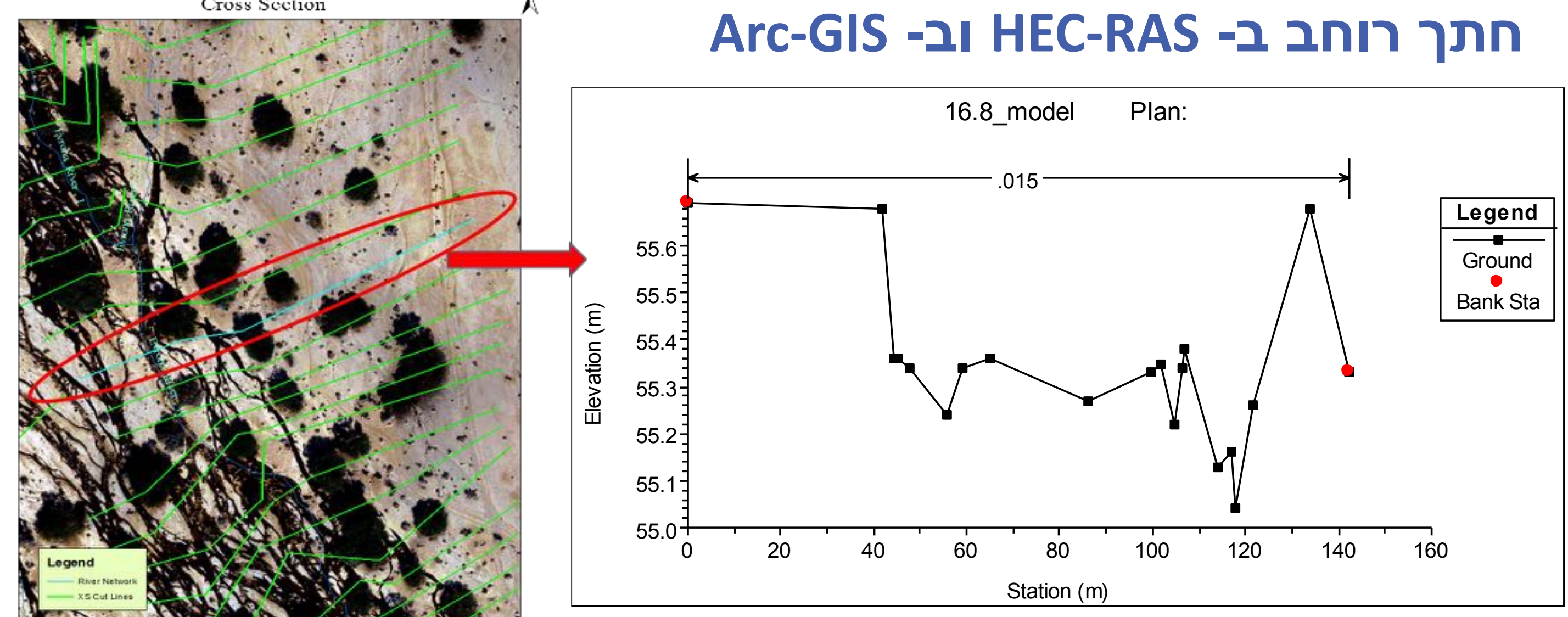
סיווג ערוצים לפי גודל השטח המנוקז



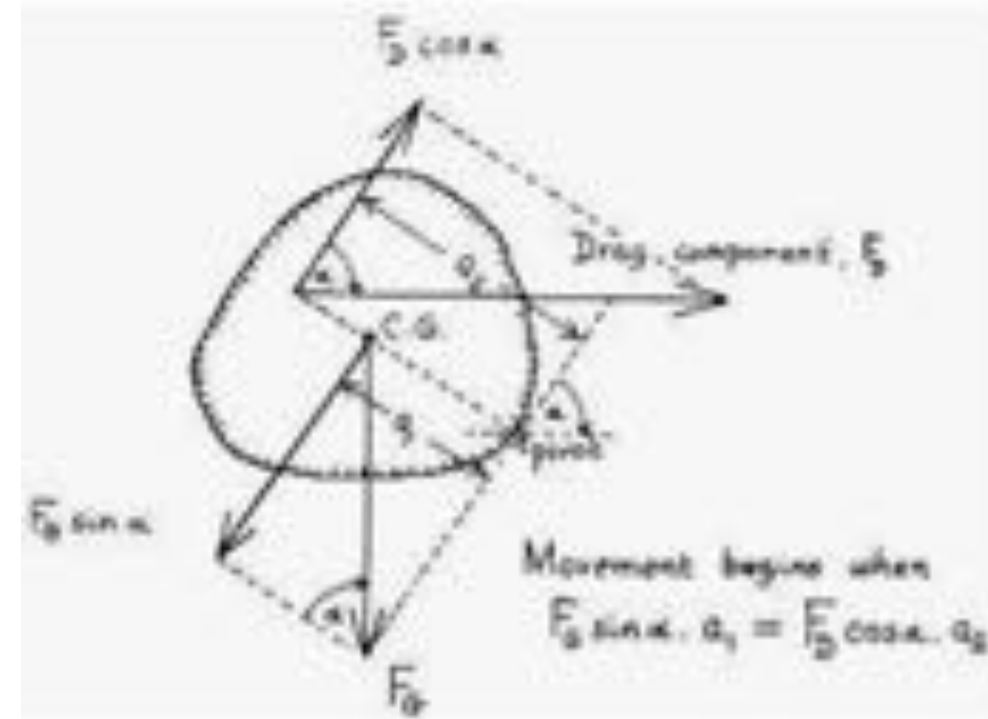
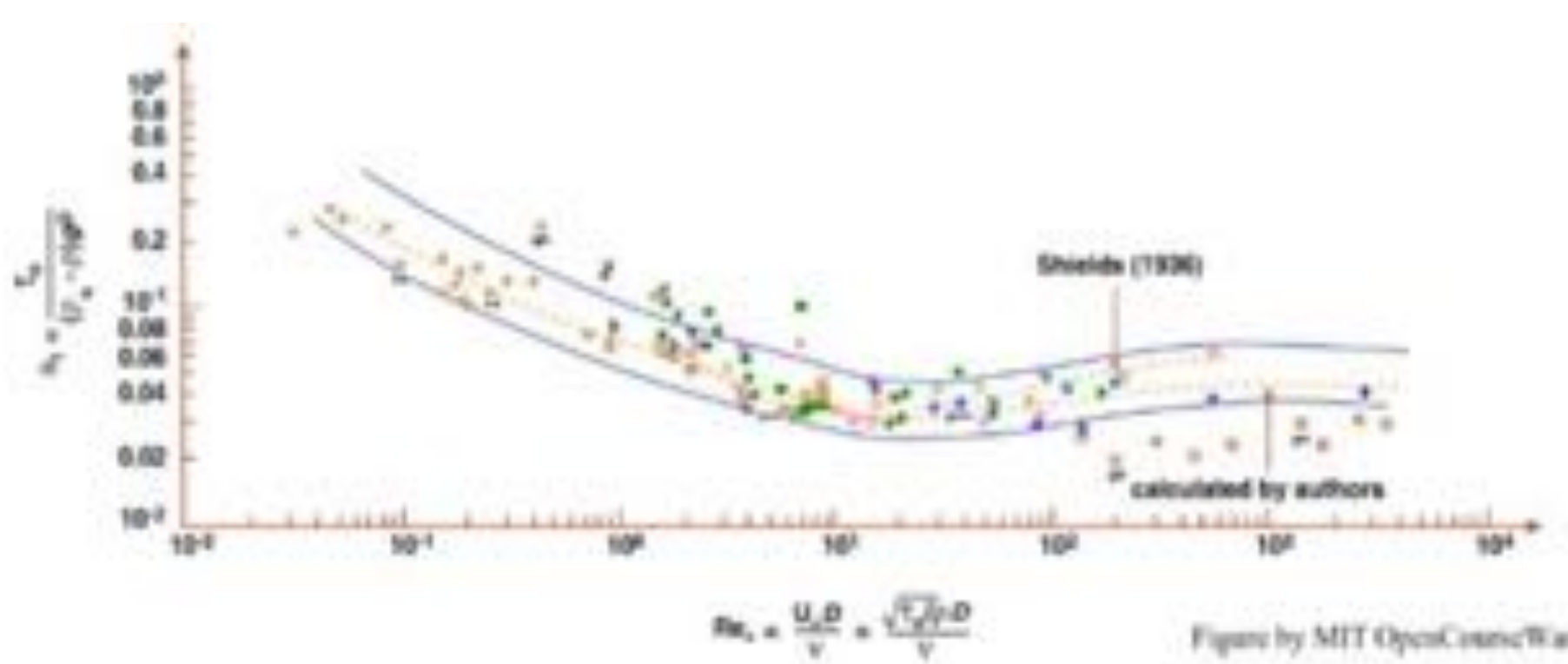
שרטוט מערך של 25 ערוצים וחתכי רוחב לאורכם



חתך רוחב ב- HEC-RAS וב- Arc-GIS



מאמץ גזירה מינימלי להרחפת חלקיקים - Shields diagram



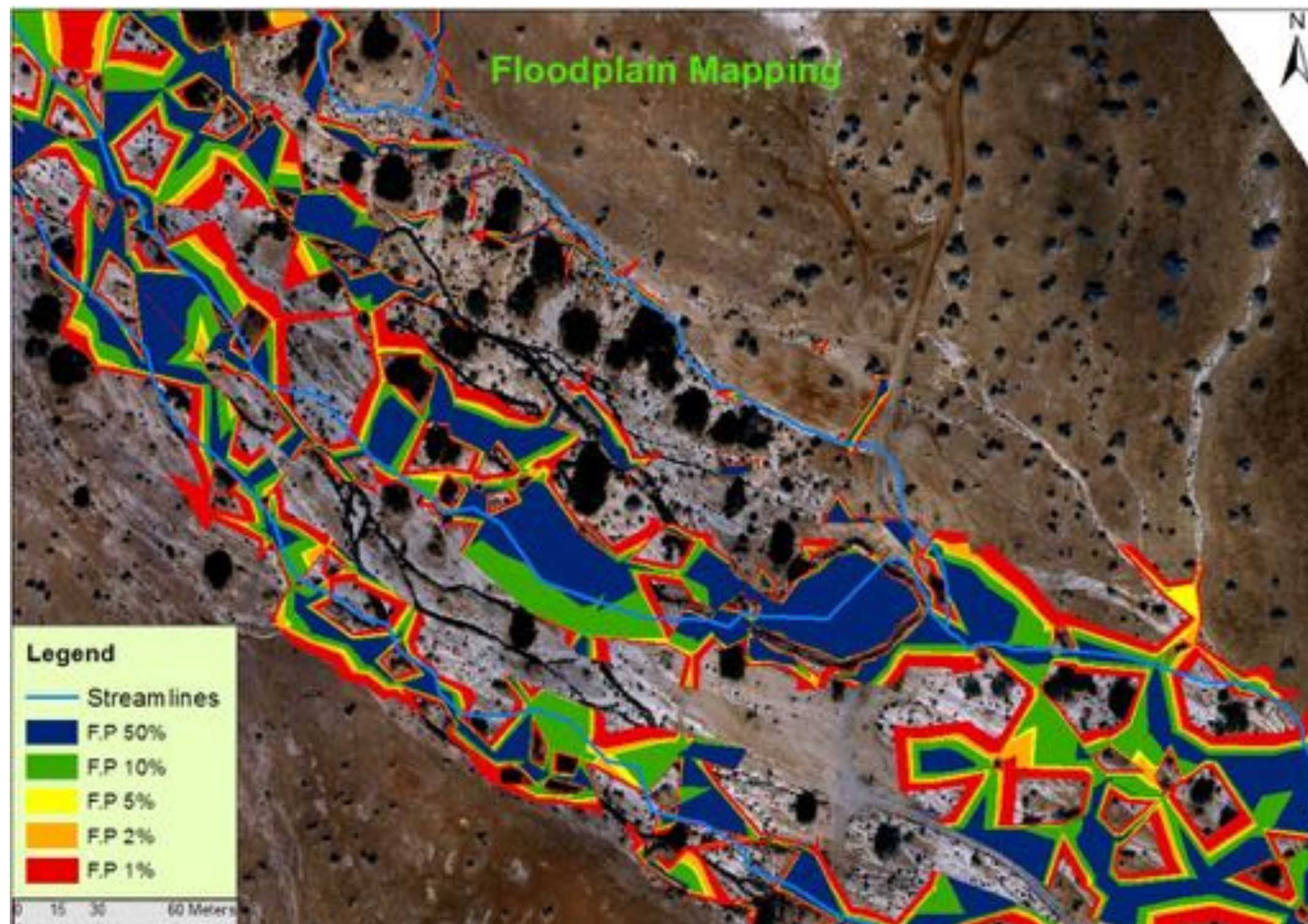
$$\frac{F_D}{F_G} = \theta = \frac{\tau_0 D^2}{(\sigma - \rho) g D^3} = \frac{\tau_0}{(\sigma - \rho) g D}$$

σ - משקל סגולי של החלקיק [kg/m^3], ρ - משקל סגולי של הזורם [kg/m^3].

Shields, 1936 ; Miller, 1977

תוצאות ומסקנות

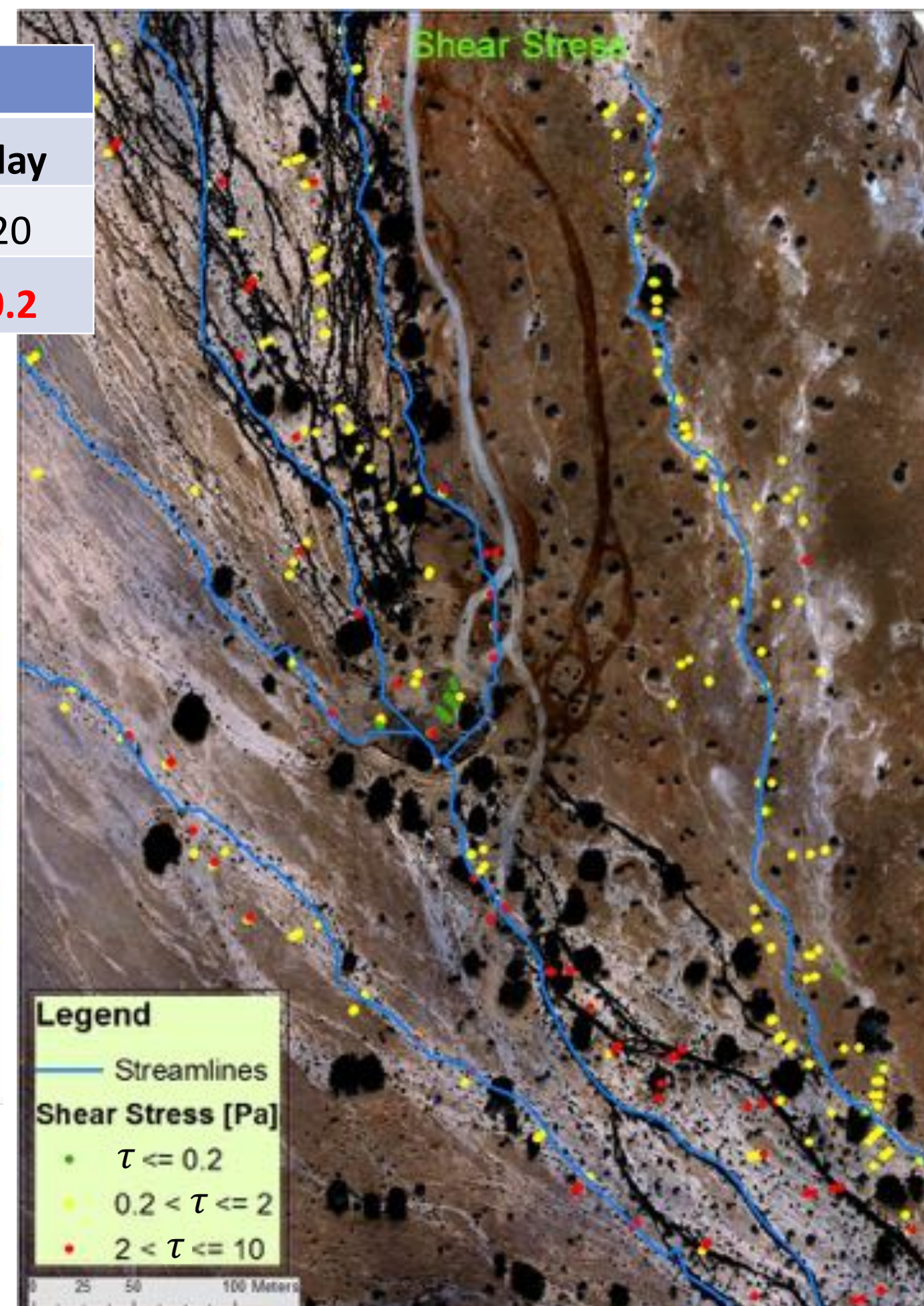
פשטי הצפה בהסתברויות שונות



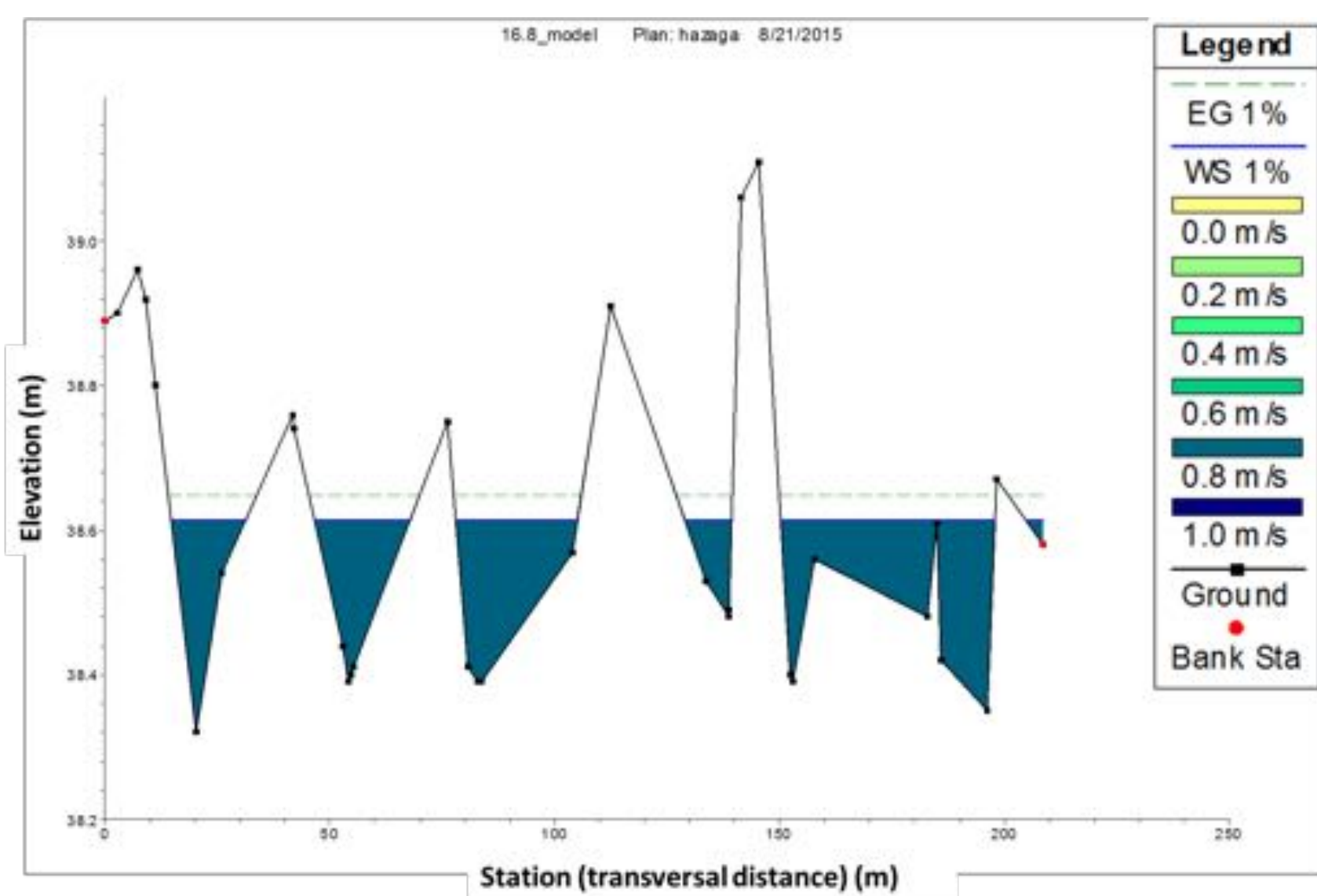
מאמצי גזירה קריטיים

Particle	Evrona critical shear stress						
	Sand				Silt	Clay	
D [μm]	1000	500	250	106	53	2	20
τ_c [Pa]	309	154.5	77.3	32.8	16.4	2.6	0.2

מפת מאמצי גזירה



מהירויות זרימה



מסקנות

- פשט הצפה בהסתברות 1% גדול במיוחד באזור המליחה, אך עדיין נמצא בתחום נתיב הזרימה שבתצ"א.
- מאמצי גזירה מקסימליים מתקבלים בנתיבי הזרימה ה"מקוריים" של ערוץ הרחם, לאו דווקא בערוצי הזרימה המועדפים שנוצרו בעקבות ארוע הדליפה.
- בכל אחד משני המודלים תהיה הסעה של סחף דק גרגר- סילט וחרסיות. נפט הספוח על פני השטח של חלקיקים אלו יורחף יחד איתם וקיימת סבירות שיזרום הלאה לכיוון בריכות המלח ומפרץ אילת.