



# אקדמיה ברשת

שירותי המערכת  
האקולוגית בישראל

אלון לוטן

שנת הלימודים תשע"ח



**משרד החינוך**

מינהל תקשוב טכנולוגיות ומערכות מידע  
אגף טכנולוגיות מידע

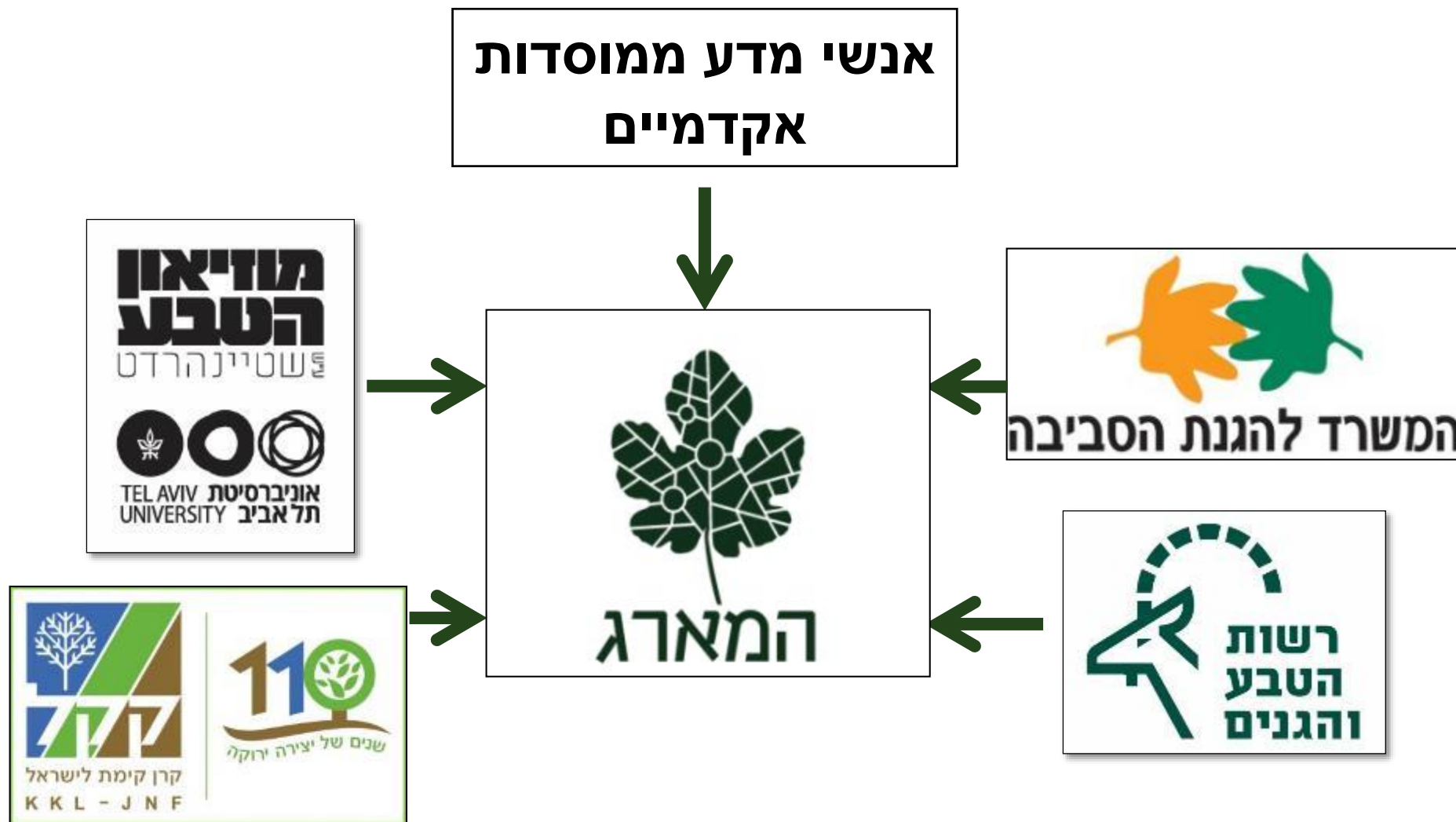
# תכנית ההרצאה

- על המארג
- שירותי מערכת אקולוגית
- פרויקט 'מערכות אקולוגיות ורווחת האדם – הערכה לאומית'
- תוצרי ביניים



# המארג

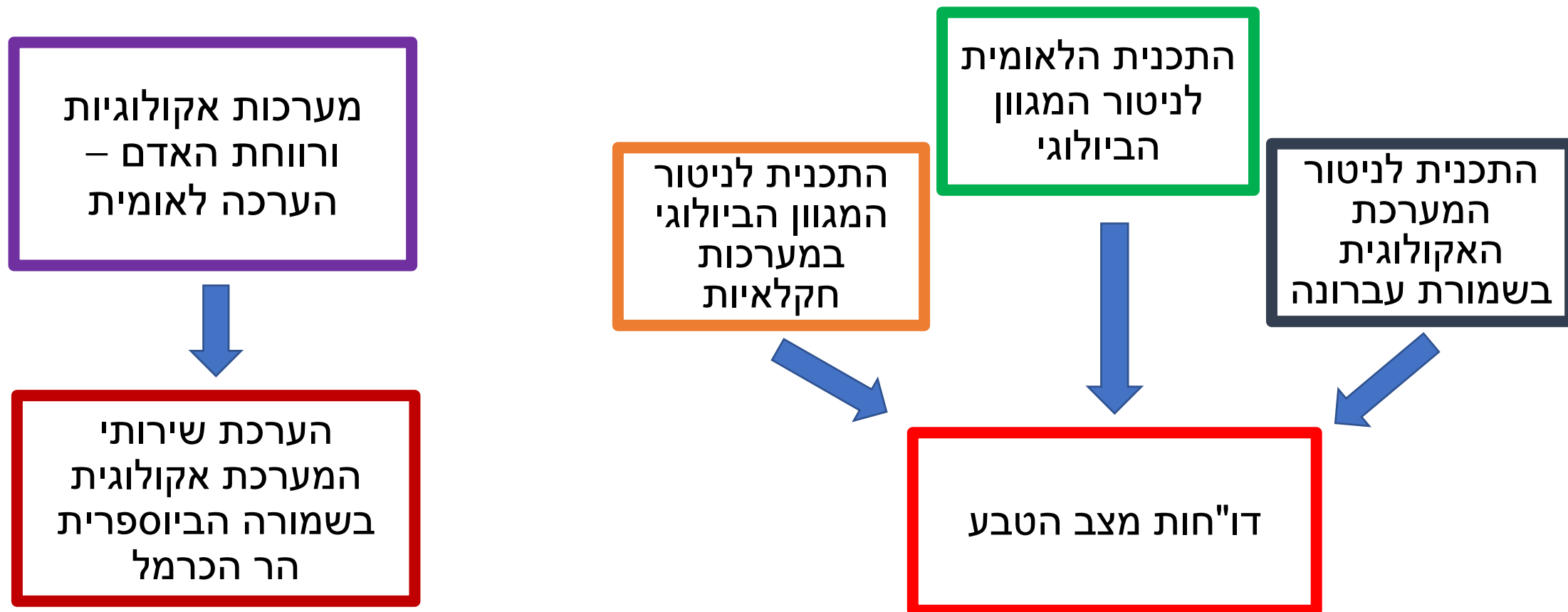
התוכנית הלאומית להערכת מצב הטבע בישראל



# המארג

התוכנית הלאומית להערכת מצב הטבע בישראל

המטרה: לתרום לקידום ניהול מבוסס-מדע של שטחים פתוחים ומשאבי טבע





# שרותי המערכת האקולוגית

# מערכת מי השתיה של ניו-יורק

- 9 מיליון תושבים
- 4.5 מיליארד ליטר ביום
- 19 מאגרי מים
- ~10,000 ק"מ של צנרת



# מערכת מי השתיה של ניו-יורק



# מערכת מי השתיה של ניו-יורק

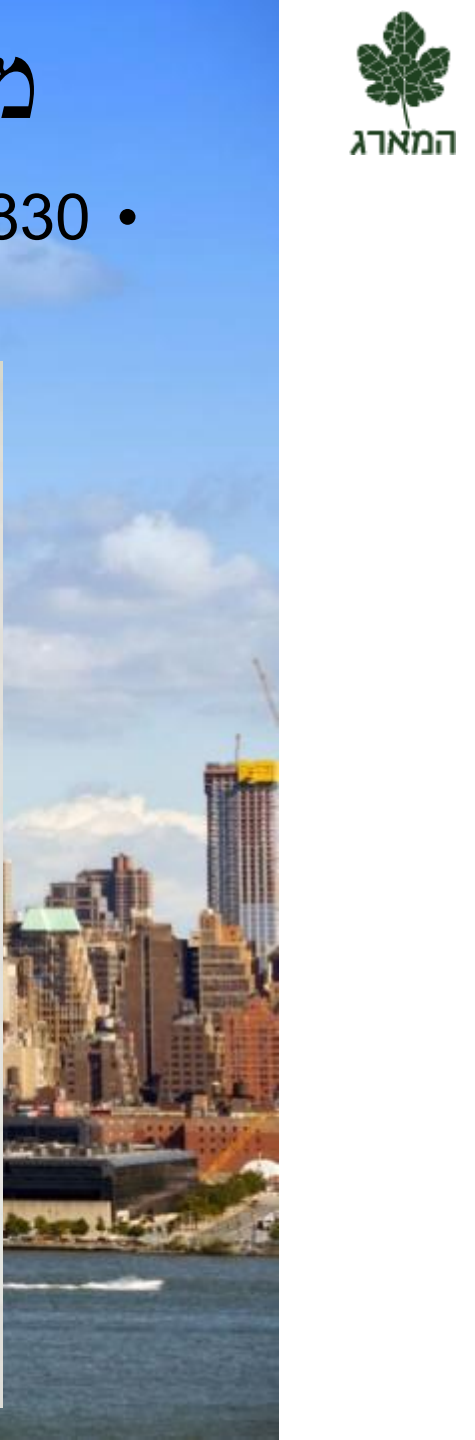
• 1830 – מערכת מים חדישה (והנקה ביותר בארה"ב)



אגן הניקוז של הרי Castkill ונהר הדאלאוור



1830





# מערכת מי השתיה של ניו-יורק

- 1830 – מערכת מים חדישה (והנקיה ביותר בארה"ב)
- 1980 – פגיעה באיכות המים
- חקלאות אינטנסיבית/תעשייתית (דשנים, חומרי הדברה)
- הפיכת שטחי יער לחקלאות/בניה
- ריבוי רפתות
- הגדלת זיהום הקרקע, וסחיפת הקרקע



# מערכת מי השתיה של ניו-יורק

אלטרנטיבות:

1. מתקן טיהור – 6~ מיליארד (\$) אחזקה שנתית – 200-300 מיליון

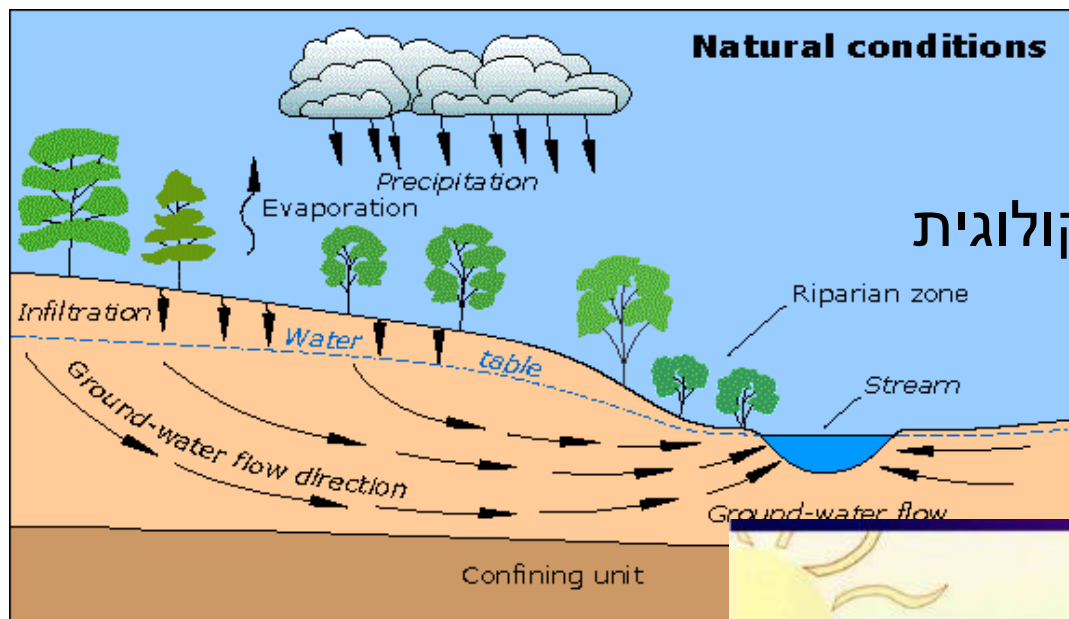
2. שיפור מערכת הסינון הטבעית – עלות ? 1.5 מיליארד (\$)

• 1990's – גיבוש הפיתרון

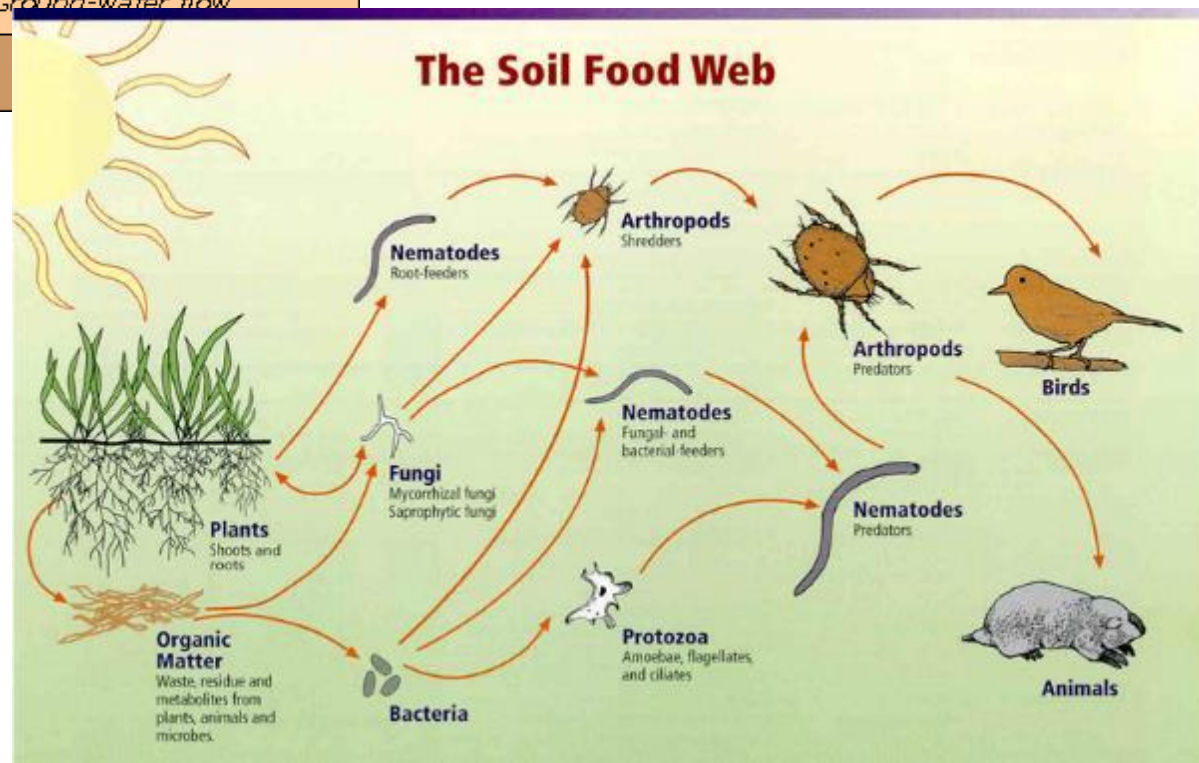
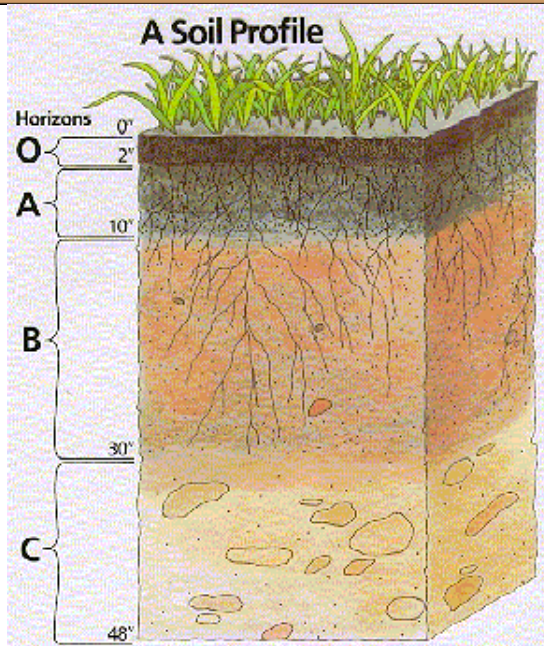
• 1997 – חתימת הסכם



# מערכת מי השתיה של ניו-יורק



- התועלת – סינון מים לשתיה
- מה מאפשר זאת – המערכת האקולוגית (והפיזיקלית) של הקרקע



# שירותי המערכת האקולוגית

הגדרה (MEA 2005):

- התועלות שבני אדם מפיקים ממערכות אקולוגיות
- תהליכים ותפקודים של מערכות אקולוגיות שהינם בעלי חשיבות לקיום האדם ורווחתו



רוחת האדם וקיומו –  
Human wellbeing

תועלות benefits/goods

שירותים Services

תהליכים אקולוגיים

מגוון ביולוגי

**מערכת אקולוגית**

רוחת האדם וקיומו –  
Human wellbeing

be



תועי



תהליכים אקולוגיים

מגוון ביולוגי

מערכת אקולוגית

# שירותי המערכת האקולוגית

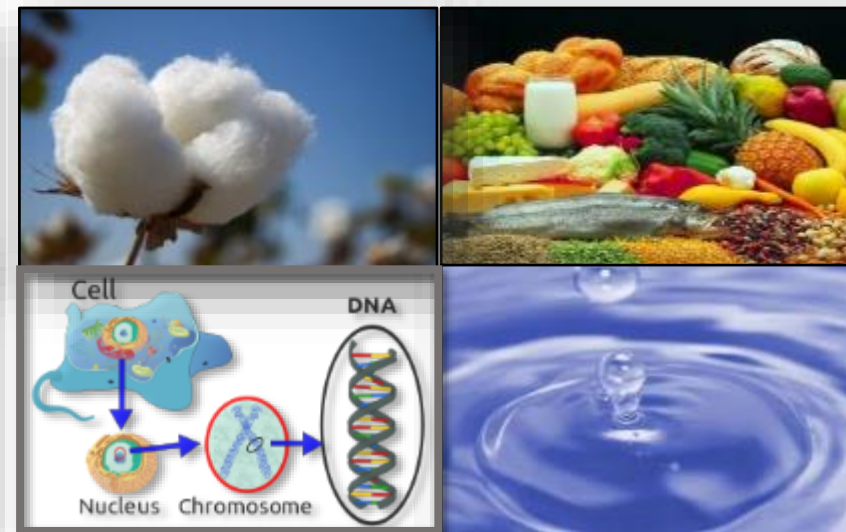
## שירותי תרבות



## שירותי ויסות



## שירותי אספקה



## שירותי תמיכה



# הערכת שירותי מערכת אקולוגית

מערכת  
אקולוגית



שרות



תועלת



רווחת האדם  
וקיומו





# הערכת שירותי מקולוגית – אספקה

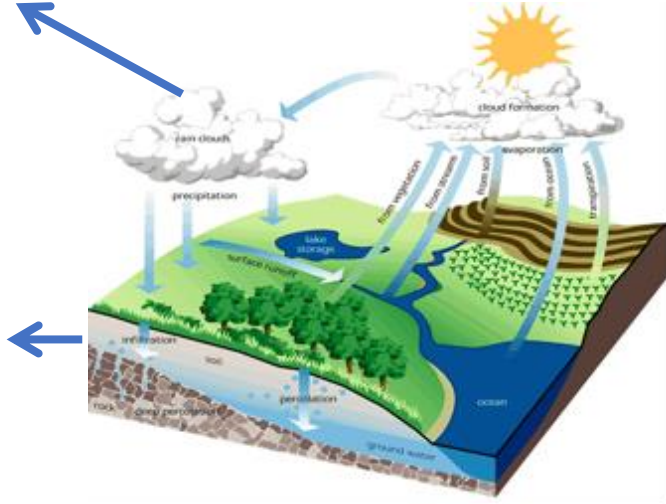


# הערכת שירותי מערכת אקולוגית – ויסות

מערכת אקולוגית



שרות



תועלת



רווחת האדם וקיומו



# הערכת שירותי מערכת אקולוגית – תרבות

מערכת  
אקולוגית



שירות



תועלת

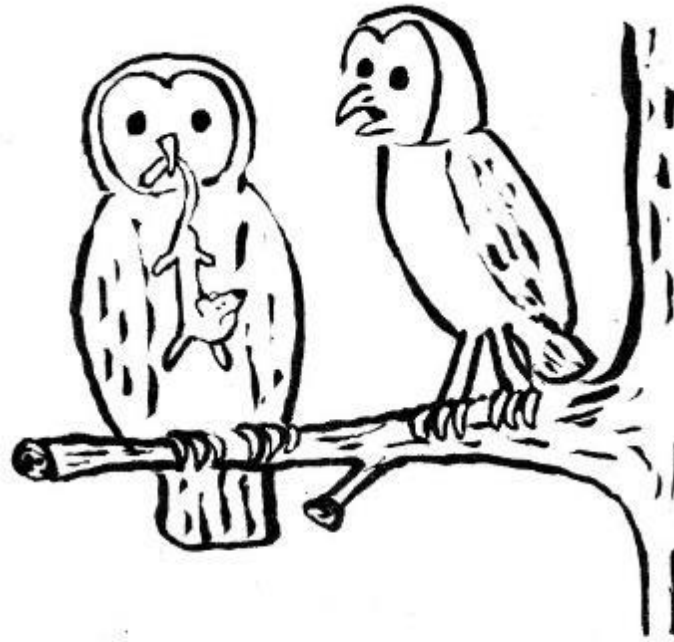


רווחת האדם  
וקיומו



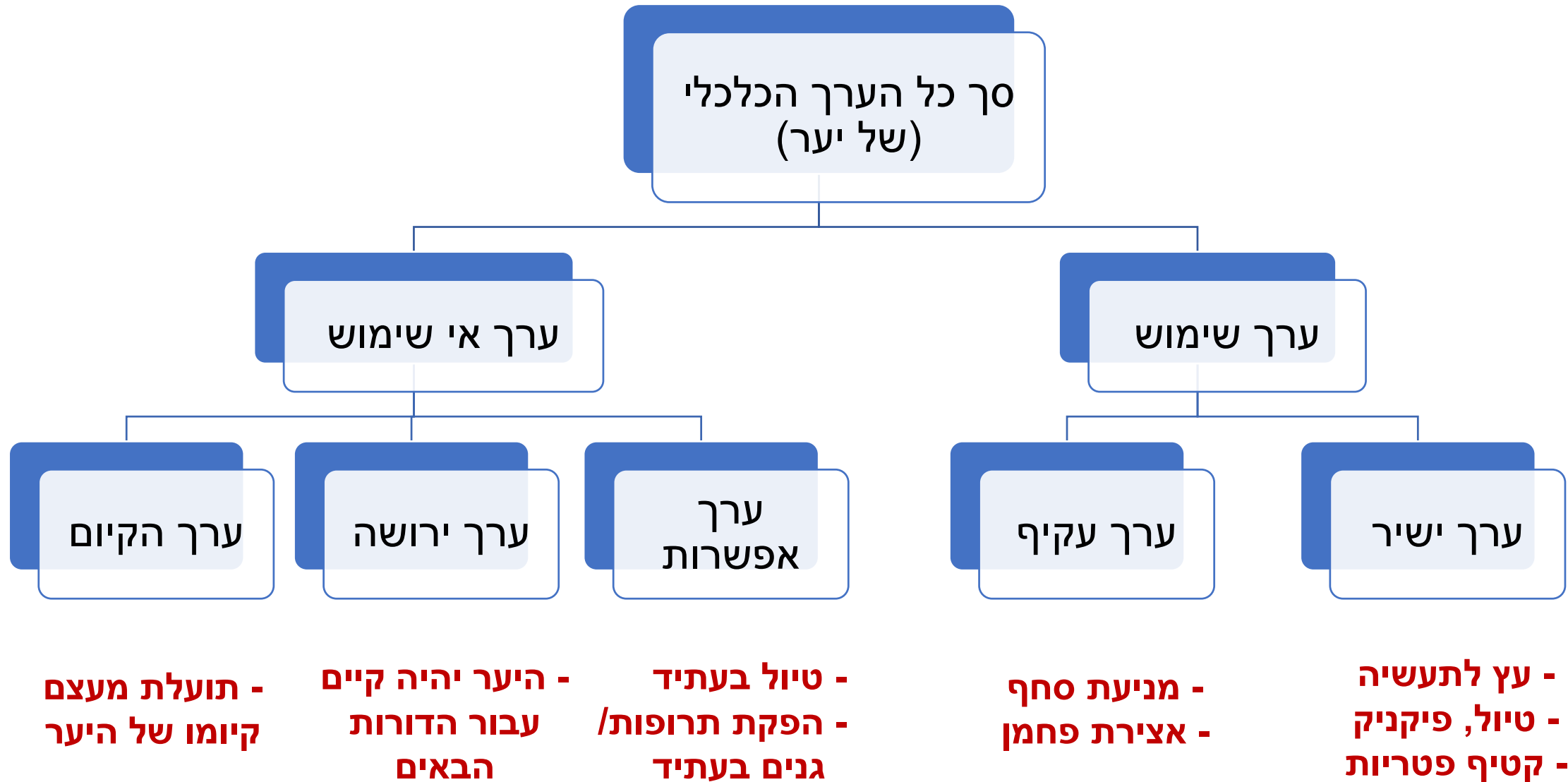
# שירותי מערכת אקולוגית – הערכה כלכלית

"YOU CAN'T EAT HIM DAVE, HE'S  
WORTH £4.37 TO THE LOCAL ECONOMY"

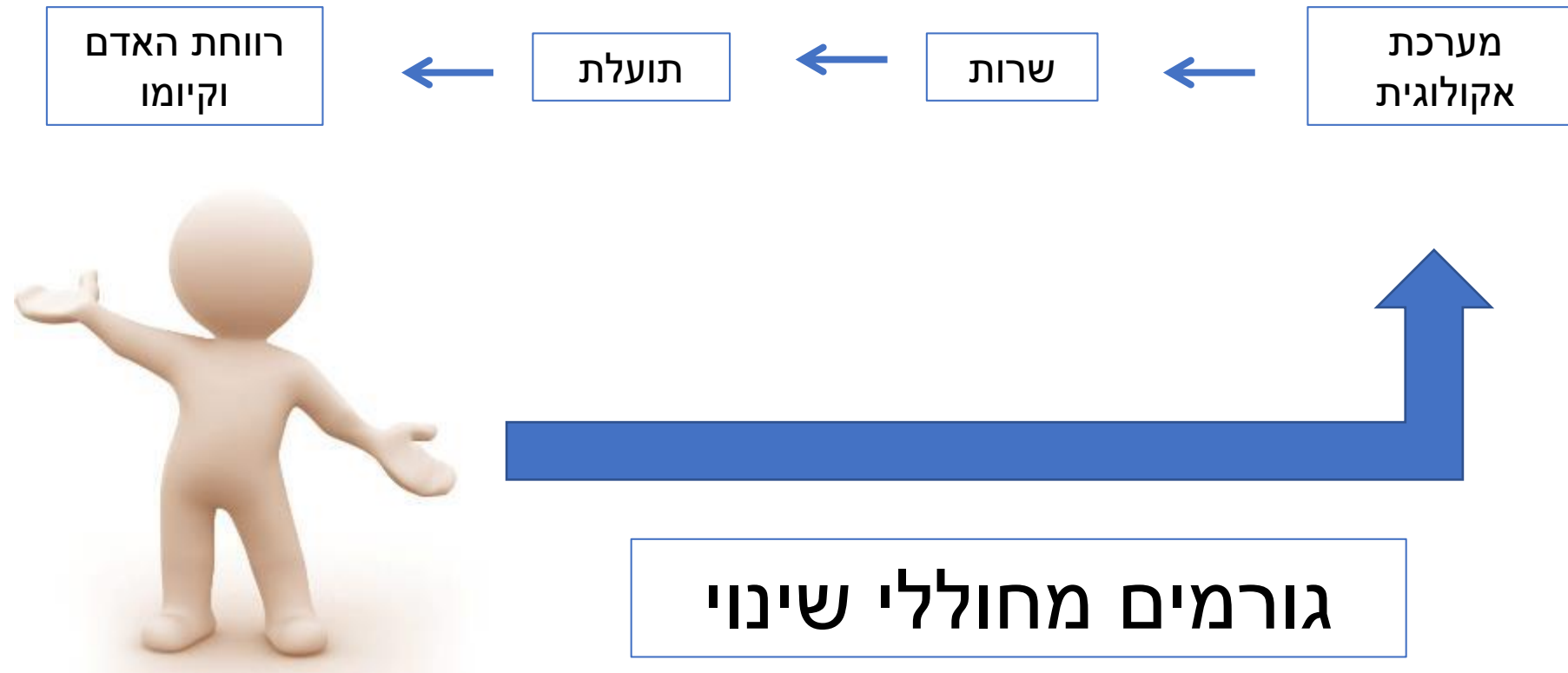


@CartoonRalph

# שירותי מערכת אקולוגית – הערכה כלכלית (עפ"י עליזה פליישר)



# שירותי מערכות אקולוגיות

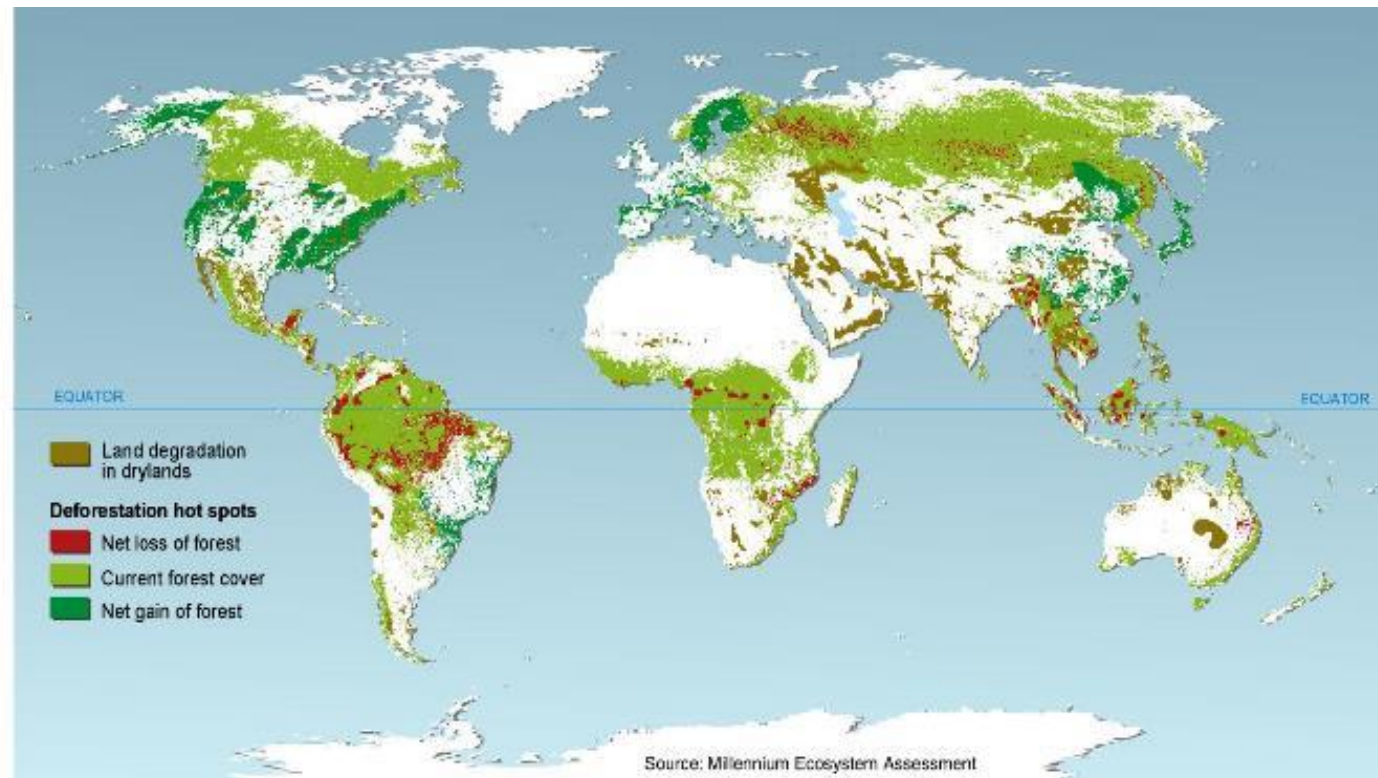
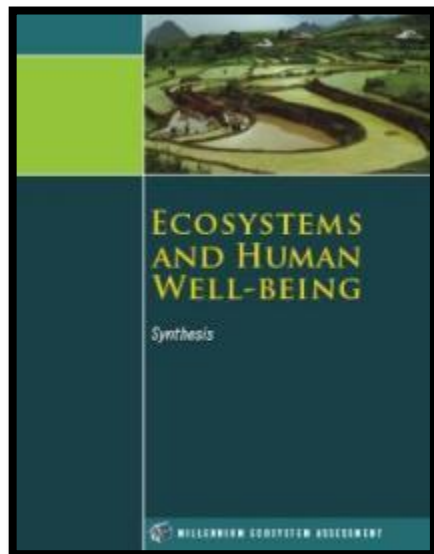


## מה נרוויח?

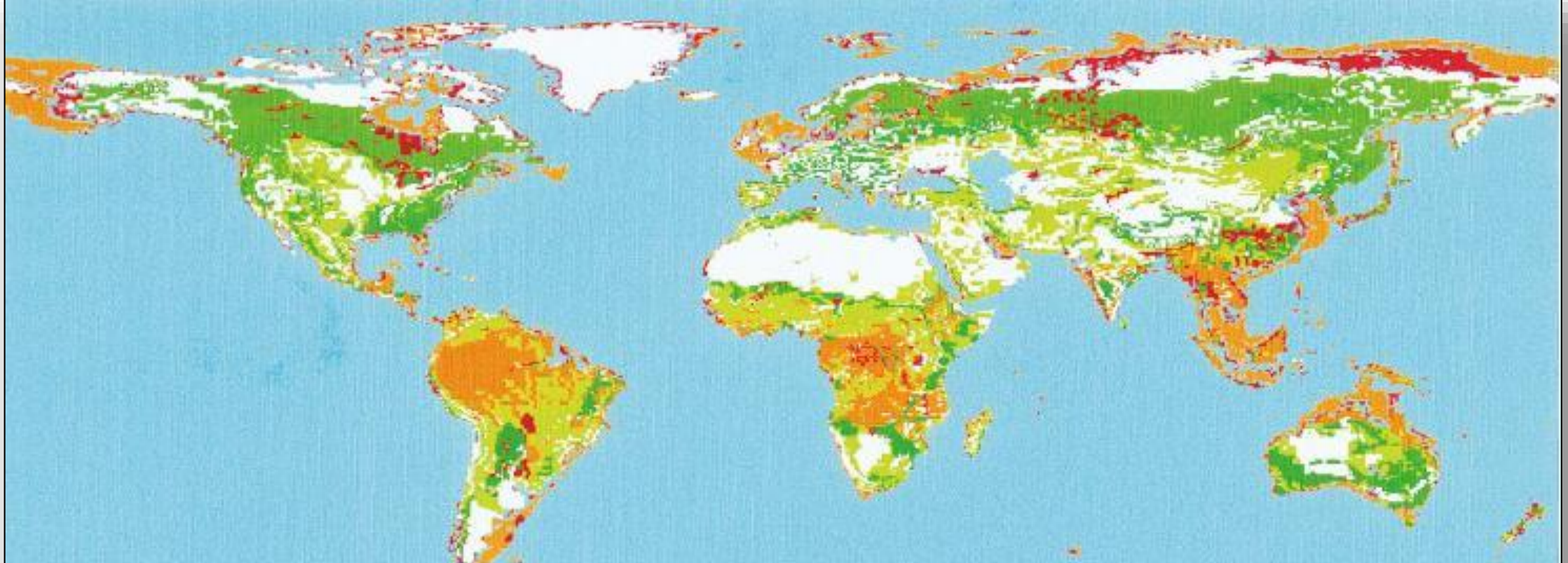
- שמירת טבע 'רגילה' לא מצליחה
- מודעות לתלות של האדם במערכות אקולוגיות מתפקדות
- שפה מתאימה לעולם קבלת ההחלטות
- כלי נוסף לתכנון ולקבלת החלטות

# הערכת המילניום (MEA) 2005

- מערכות אקולוגיות, שירותיהן והתועלות המופקות מהן, הינן קריטיות לקיומו ולרווחתו של האדם.
- חשיבות זו אינה משתקפת בהערכות כלכליות ובתהליכי קבלת החלטות.
- במהלך המאה ה-20 הגבירה האנושות את הפקת שרותי האספקה מהמערכות האקולוגיות, על חשבון מערכות טבעיות ועל חשבון שרותי ויסות ותרבות.

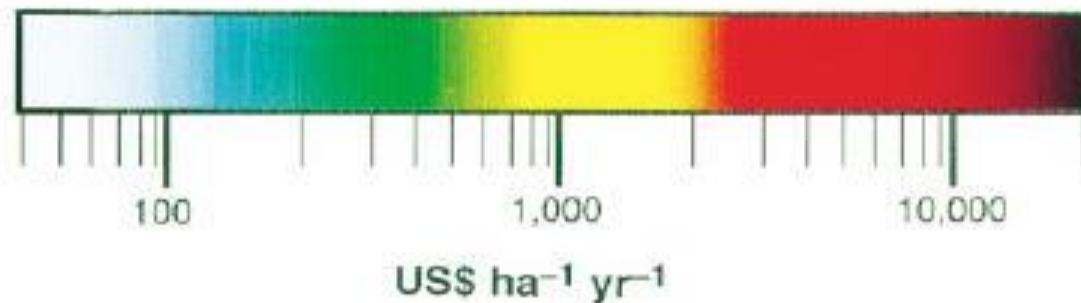






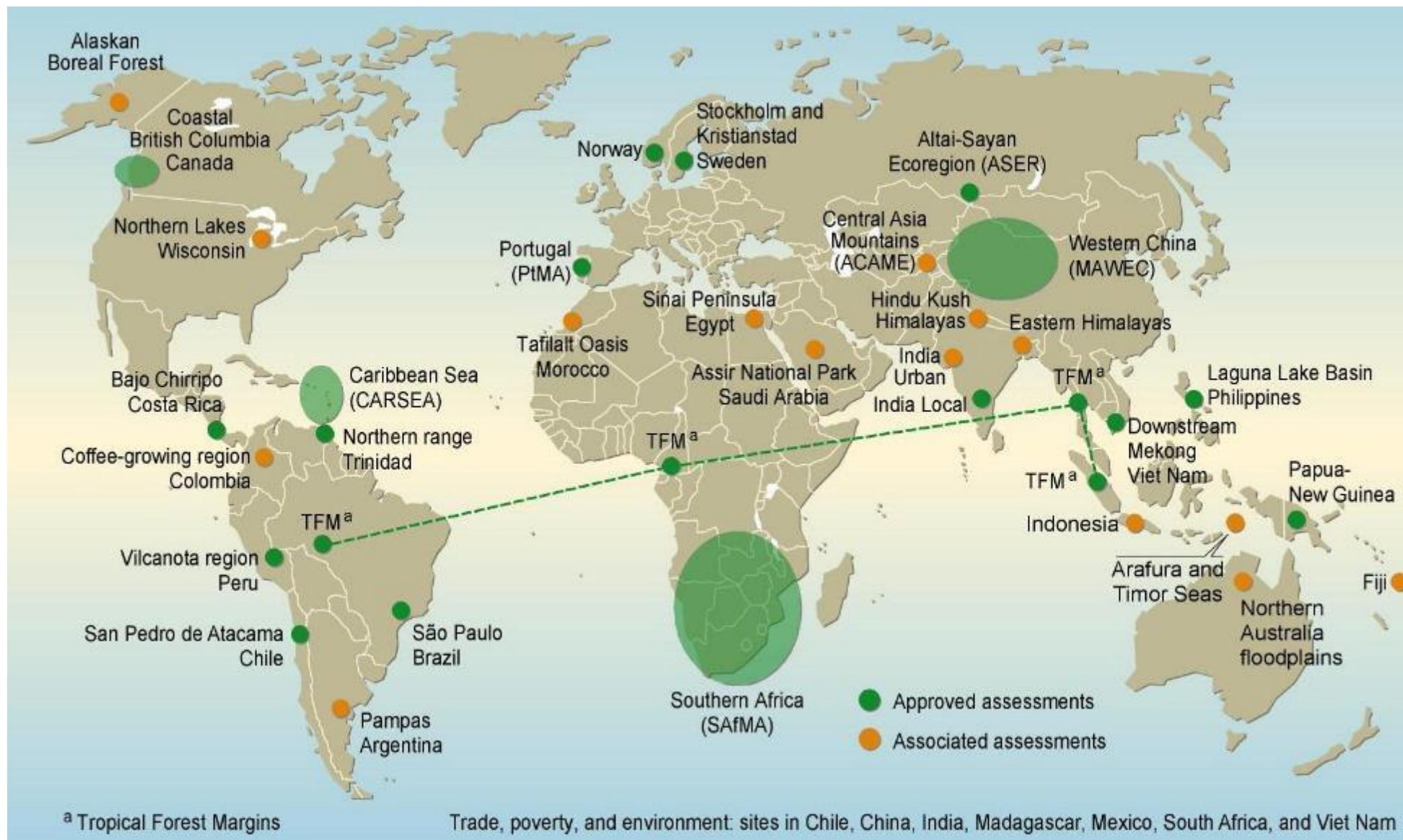
כלל שירותי המערכת האקולוגית ברמה הגלובלית = 125-145 טריליון ( $10^{12}$ ) דולר לשנה (2014)

## ערך כלכלי של שירותי המערכת האקולוגית בעולם

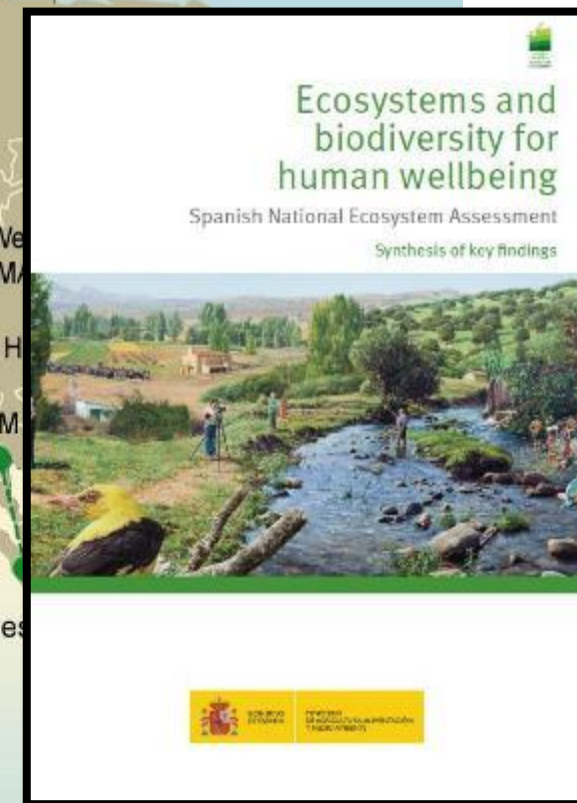
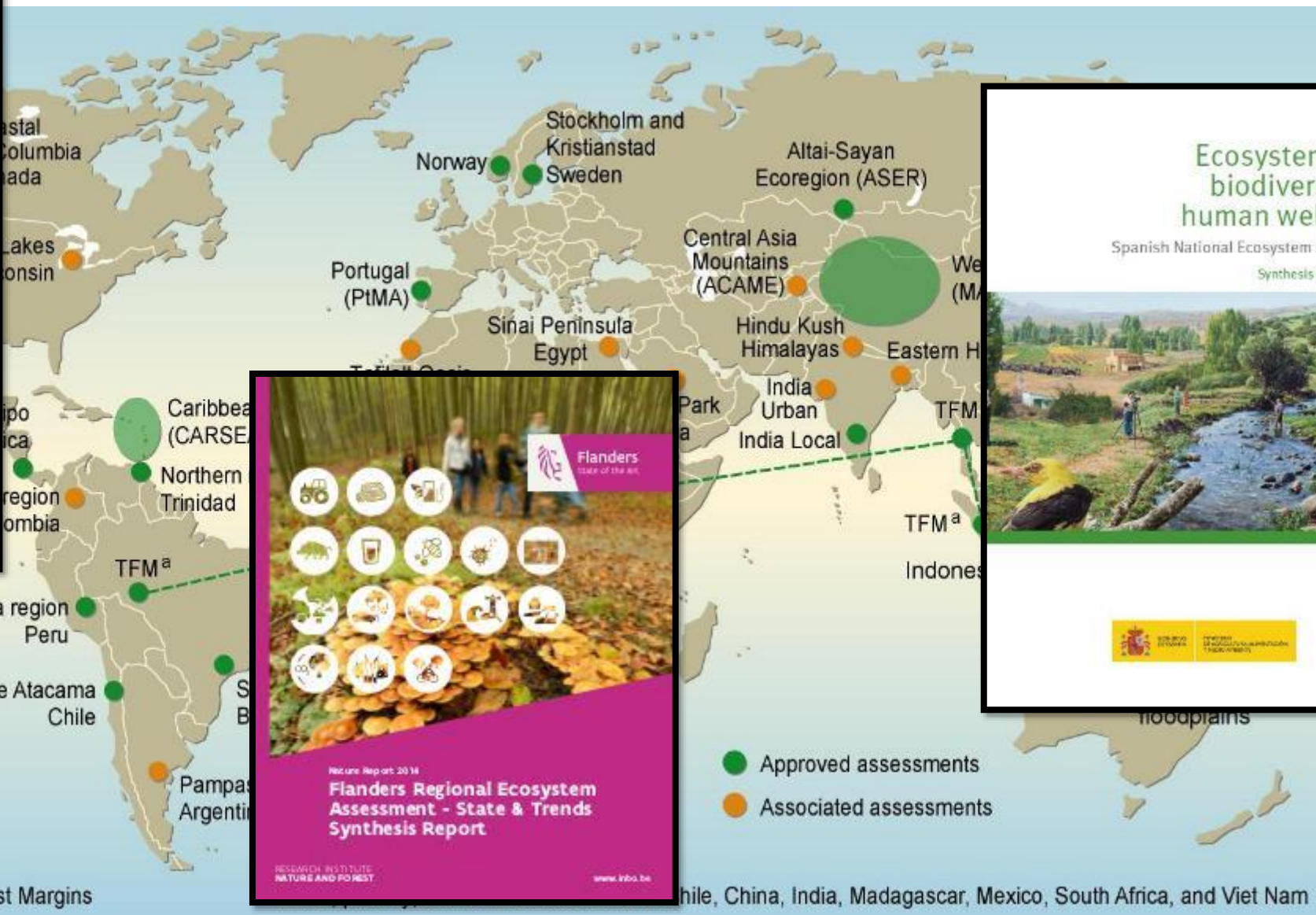
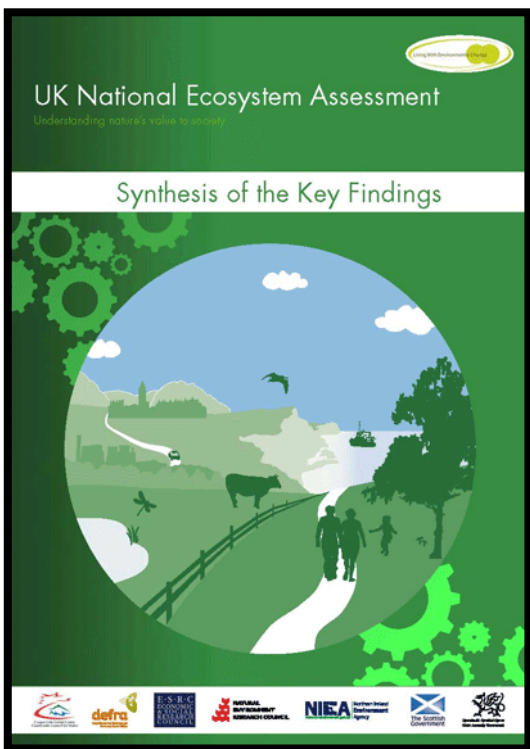


Costanza et al 1997 :  
מפת עולם של הערך של  
שמ"א

# הערכת מערכות אקולוגיות (=שרותי מערכת) בעולם



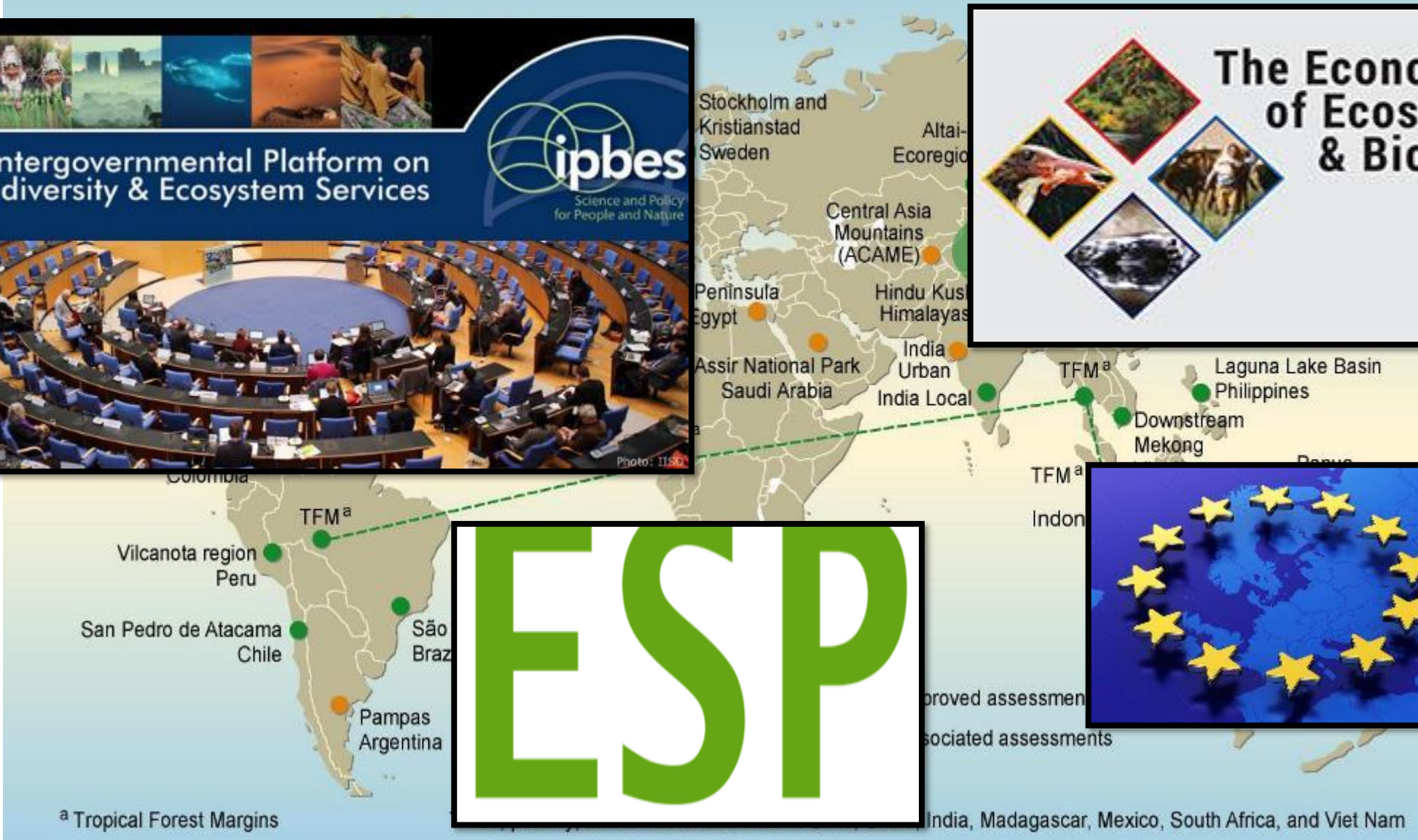
# הערכת מערכות אקולוגיות (=שרותי מערכת) בעולם



<sup>a</sup> Tropical Forest Margins

Chile, China, India, Madagascar, Mexico, South Africa, and Viet Nam

# הערכת מערכות אקולוגיות (=שרותי מערכת) בעולם



<sup>a</sup> Tropical Forest Margins

# קוסטה ריקה – תשלום על שירותי מערכת אקולוגית

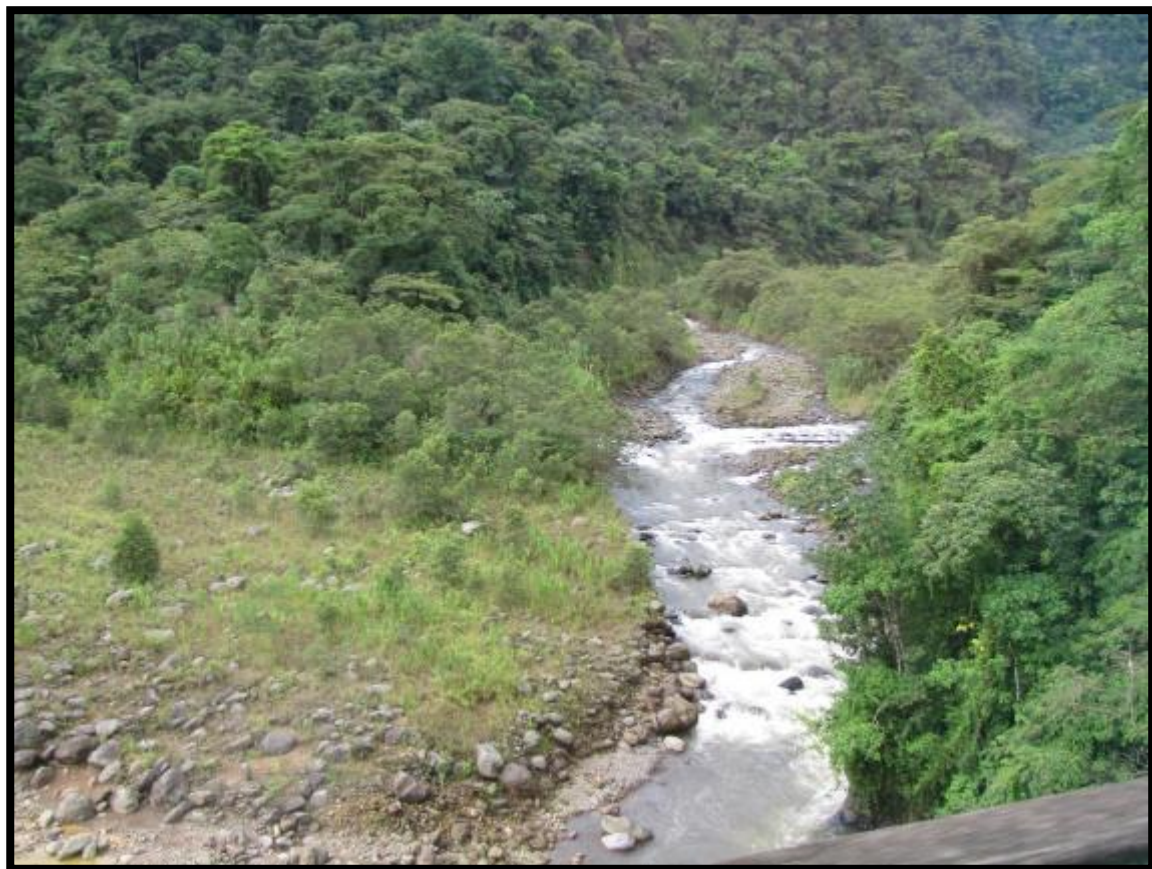
(PES – Payment for Ecosystem Services)



# קוסטה ריקה – תשלום על שירותי מערכת אקולוגית

## 4 שירותים נבחרים:

- לכידת ואצירת פחמן
- ויסות של מים
- מגוון ביולוגי
- יופי טבעי



# איך זה עובד?

## המימון

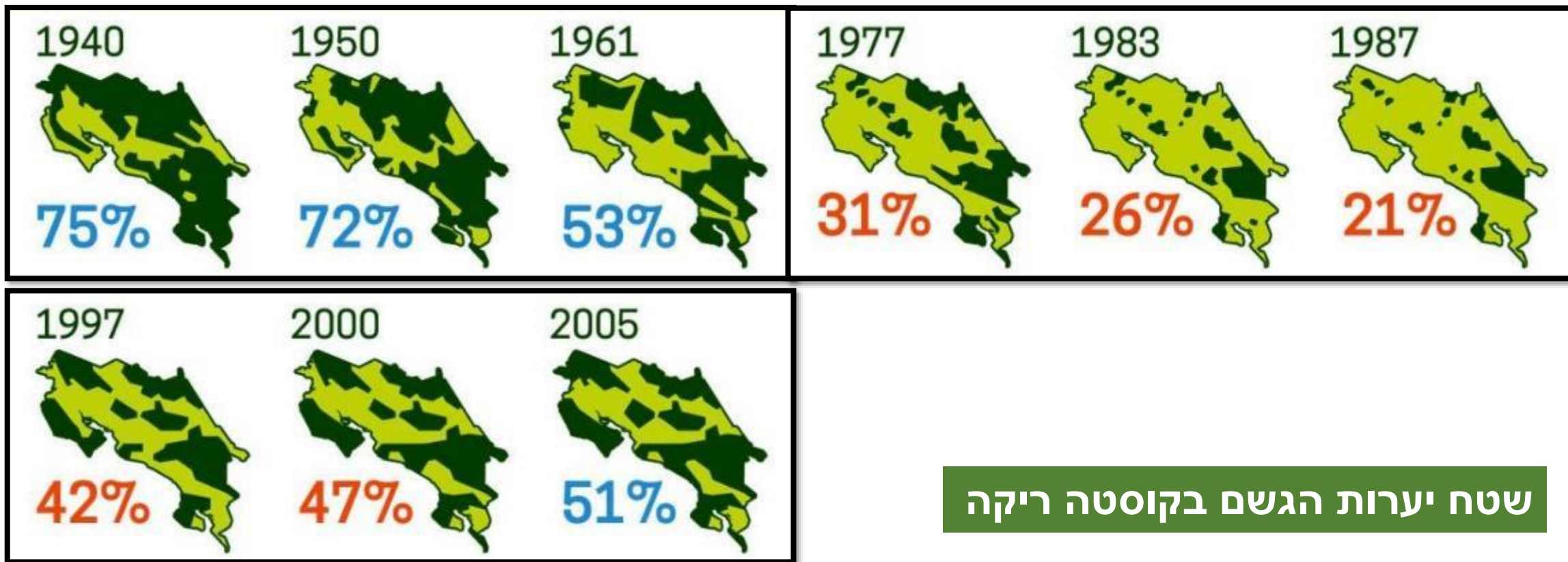
- National Forestry Financing Fund (FONAFIFO)
- מימון של המדינה + סיוע בינלאומי (בעיקר הבנק העולמי)
- מס על הדלק (80%) ועל המים (מ-2006)
- מקורות פרטיים (חברות הידרו-אלקטריות)
- תקציב 2012 – 25 מיליון דולר



## בשטח

- מבוסס על הסכמים עם בעלי הקרקע
  - יערות
  - גידול חקלאי לעץ
- תשלום לפי התקציב, סוג השטח
- NGO – Fundecor שמלווה את בעלי הקרקע

# קוסטה ריקה – תשלום על שירותי מערכת אקולוגית



שטח יערות הגשם בקוסטה ריקה



**מערכות אקולוגיות ורווחת האדם –  
הערכה לאומית  
(ישראל)**

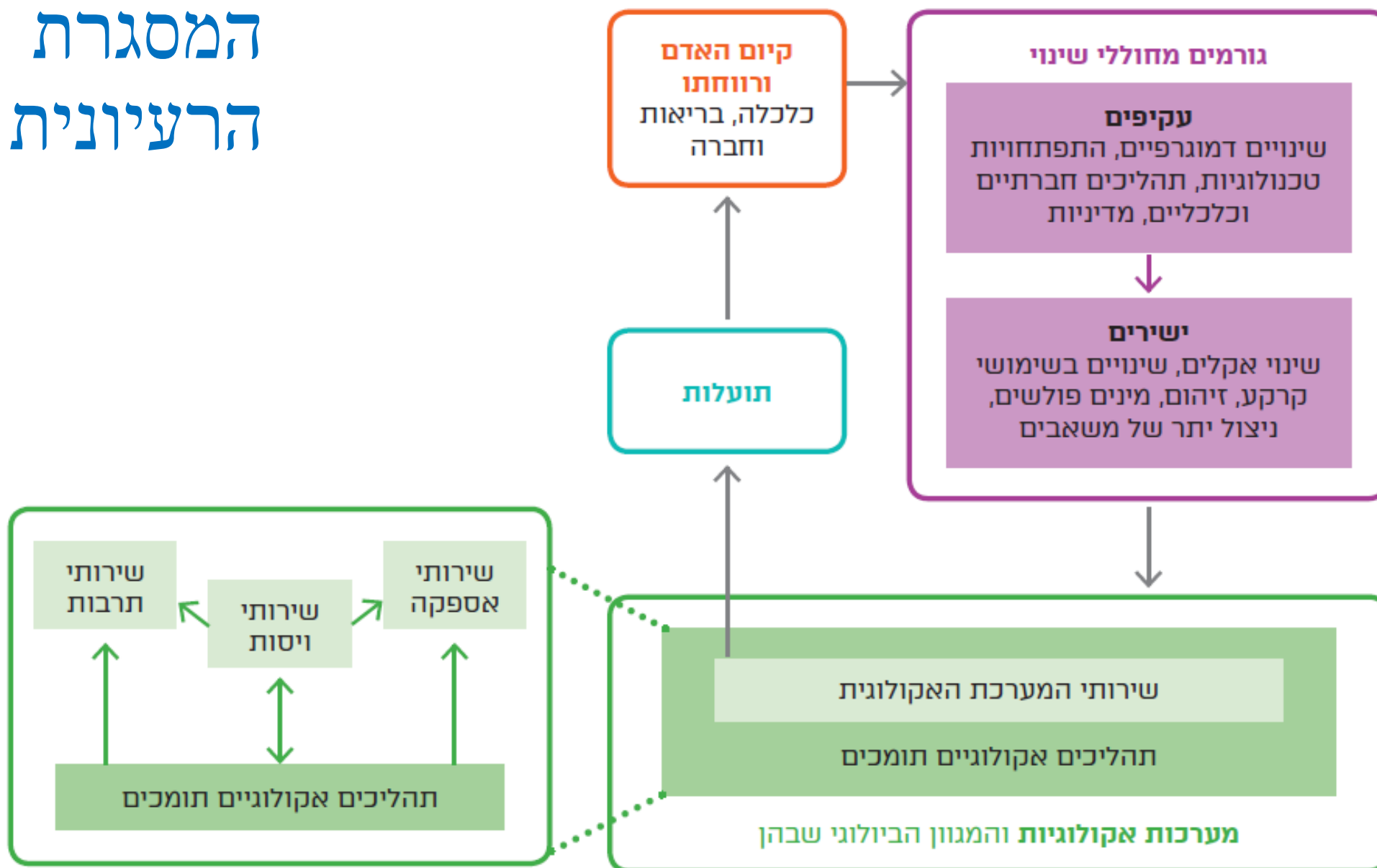
## מטרות-על

- לייצר בסיס ידע שיעזור למנהלים ולמעצבי מדיניות להטמיע את ערכם של שרותי המערכות האקולוגיות והמגוון הביולוגי המעורב באספקתם בהליכי התכנון וניהול של שטחי המדינה.
- להגביר את המודעות, בציבור ובקרוב מקבלי החלטות, לערך הרב-ממדי של הטבע עבור האדם ולתלות שלנו במערכות אקולוגיות מתפקדות.

## פירוט המטרות

- להציג תמונת מצב ומגמות של שירותי המערכות האקולוגיות (שמ"א) של ישראל
- לחשוף פערי ידע
- לייצר קו בסיס למעקב אחר מגמות
- לפתח כלים ויכולות
- לשרת בעלי עניין בתהליכי קבלת החלטות במדיניות ובתכנון
- לתרום להטמעת חשיבות שמ"א והמגוון הביולוגי במגזרים השונים של החברה

# המסגרת הרעיונית



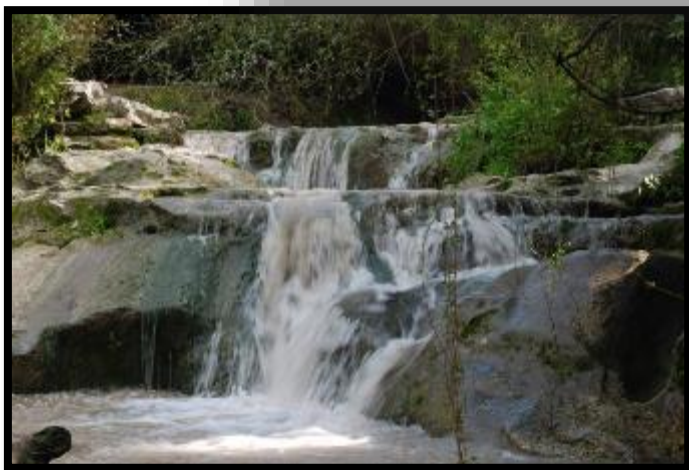
# המערכות האקולוגיות וגבולותיהן



**מערכות - העל**  
**האקולוגיות של ישראל**

- מערכות אקולוגיות של החבל הים-תיכוני
- מערכות אקולוגיות מדבריות
- מערכות אקולוגיות ימיות

ק"מ  
0 25 50



**מערכות - העל**  
**האקולוגיות של ישראל**

- מערכות אקולוגיות של החבל הים-תיכוני
- מערכות אקולוגיות מדבריות
- מערכות אקולוגיות ימיות
- מערכות אקולוגיות של מקווי מים פנים-ארציים



### מערכות - העל האקולוגיות של ישראל

- מערכות אקולוגיות של החבל הים-תיכוני
- מערכות אקולוגיות מדבריות
- מערכות אקולוגיות ימיות
- מערכות אקולוגיות של מקווי מים פנים-ארציים
- מערכות אקולוגיות חקלאיות



## מערכות - העל האקולוגיות של ישראל

- מערכות אקולוגיות של החבל הים-תיכוני ■
- מערכות אקולוגיות מדבריות ■
- מערכות אקולוגיות ימיות ■
- מערכות אקולוגיות של מקווי מים פנים-ארציים ■
- מערכות אקולוגיות חקלאיות ■
- מערכות אקולוגיות עירוניות ■



צילום מתוך ויקיפדיה



# מבנה הפרויקט – פרקים

שירותים  
מיובאים

מדיניות  
גורמים מחוללי שינוי  
תגובות

התרומה לרווחת האדם  
בריאות  
כלכלה

שירותי תרבות  
שירותי ויסות  
שירותי אספקה



מגוון ביולוגי ותהליכים תומכים



- יושבי ראש:
- פרופ' אוריאל ספריאל
- פרופ' ערן פייטלסון
- 35 מחברים מובילים
- >120 מחברים תורמים ועוזרי מחקר
- מועצת בעלי עניין



# מועצת בעלי העניין

## נציגים של:

### משרדי ממשלה

- משרד החקלאות ופיתוח הכפר
- משרד הכלכלה
- משרד התיירות
- משרד התשתיות, האנרגיה והמים
- המשרד להגנת הסביבה
- משרד הבריאות
- משרד המדע
- משרד האוצר

### שלטון מקומי

- מרכז המועצות האזוריות
- עיריית ירושלים
- עיריית רעננה
- מרחב ביוספרי רמת מנשה
- פורום ה – 15

### גופים מוסדיים

- קק"ל
- רט"ג
- צה"ל
- רשות מקרקעי ישראל
- רשות המים
- למ"ס
- רשות נחל ירקון

### חברה אזרחית

- חיים וסביבה
- חבלה"ט
- מכון דש"א
- ידידי כדור הארץ

### המגזר העסקי

- התאחדות התעשיינים



# תוצרים

• דוח ביניים (2017)

בסיום הפרויקט (2018):

• דוח ממצאי מפתח

• סינתזה

• פרקים מפורטים





המארג  
הערכת  
מצב הסביבה

מערכות אקולוגיות  
ורוחת האדם  
הערכה לאומית

דו"ח ביניים | מאי 2017



# תוצרי ביניים



<http://www.hamaarag.org.il/>

מערכות החבל הים תיכוני	המערכות המדבריות	המערכות הימיות	מערכות מקווי מים פנים-ארציים	המערכות החקלאיות	המערכות של ערים ויישובים		
		✓	✓	✓	✓		<b>אספקה</b>
✓	✓		✓			גידולים חקלאיים	
			✓			מרעית לחיות משק	
		✓	✓			מזון מן הבר	
			✓			ביומסה מעוצה	
✓	✓					מים	
			✓			משאבים רפואיים	
			✓			משאבים גנטיים	
			✓			דברי קישוט	
			✓				<b>ויסות</b>
✓	✓		✓			אקלים מקומי	
✓	✓		✓	✓		אקלים עולמי	
✓	✓					האבקת גידולים חקלאיים	
	✓		✓			מחלות ומזיקים	
			✓			מינים פולשים	
			✓			אסונות טבע ואירועי קיצון	
	✓		✓			(מחזור) מים	
✓			✓	✓		איכות מים, אויר, קרקע	
	✓		✓	✓		סחיפת קרקע	
			✓				<b>תרבות</b>
✓	✓		✓	✓		תועלות פיזיות - תיירות, נופש וספורט	
✓	✓		✓	✓		תועלות אינטלקטואליות - מחקר וחינוך	
✓	✓		✓	✓		תועלות מופשטות - אסתטיקה, השראה, זהות, ערך הקיום של הטבע	

# שירותי אספקה

# אספקת מרעית למקנה

- כ-1.5 מיליון דונם מרעה מוסדר
- בעיקר במערכות החבל הים-תיכוני
- ערך מרעה עשבוני << עצים << שיחים ובני שיח
- כ-47 אלף ראשי בקר – 4-9 ק"ג בשר לדונם
- כ-29 אלף כבשים
- כ-5,000 עזים



## תרומה כלכלית (חיסכון בהזנה)

- 100% בחורף-אביב
- 40-60% שנתי



# אספקת מרעית למקנה

**– במערכות החקלאיות –**

• רעיית שלפים

• 30-40 אלף דונם בצפון הנגב



# אספקת מרעית לדבורי דבש



- >90% מהדבש הנצרך בישראל (2014) מיוצר בישראל
- ~65% - מערכות אקולוגיות טבעיות/נטועות
- ~35% - מערכות אקולוגיות חקלאיות
- חשוב: מגוון צומח ופריחה מתמשכת



## אספקת דגה

- המערכות האקולוגיות הטבעיות –  
~2,700 טון בשנה
- חקלאות ימית ומדגה – 19~ אלף טון  
בשנה



## אספקת דגה

במערכת של הים התיכון –

- כ- 2500 טון
- כ-70 מיליון ש"ח לשנה

### מגמות

- עליה עד ל-5,000 טונות בשנות ה-90, ואז ירידה
- שינוי בהרכב הדיג

### גורמים מחוללי שינוי ישירים

- פלישת מינים
- התחממות מי הים עקב שינוי האקלים
- מאמץ הדיג, כולל דיג יתר



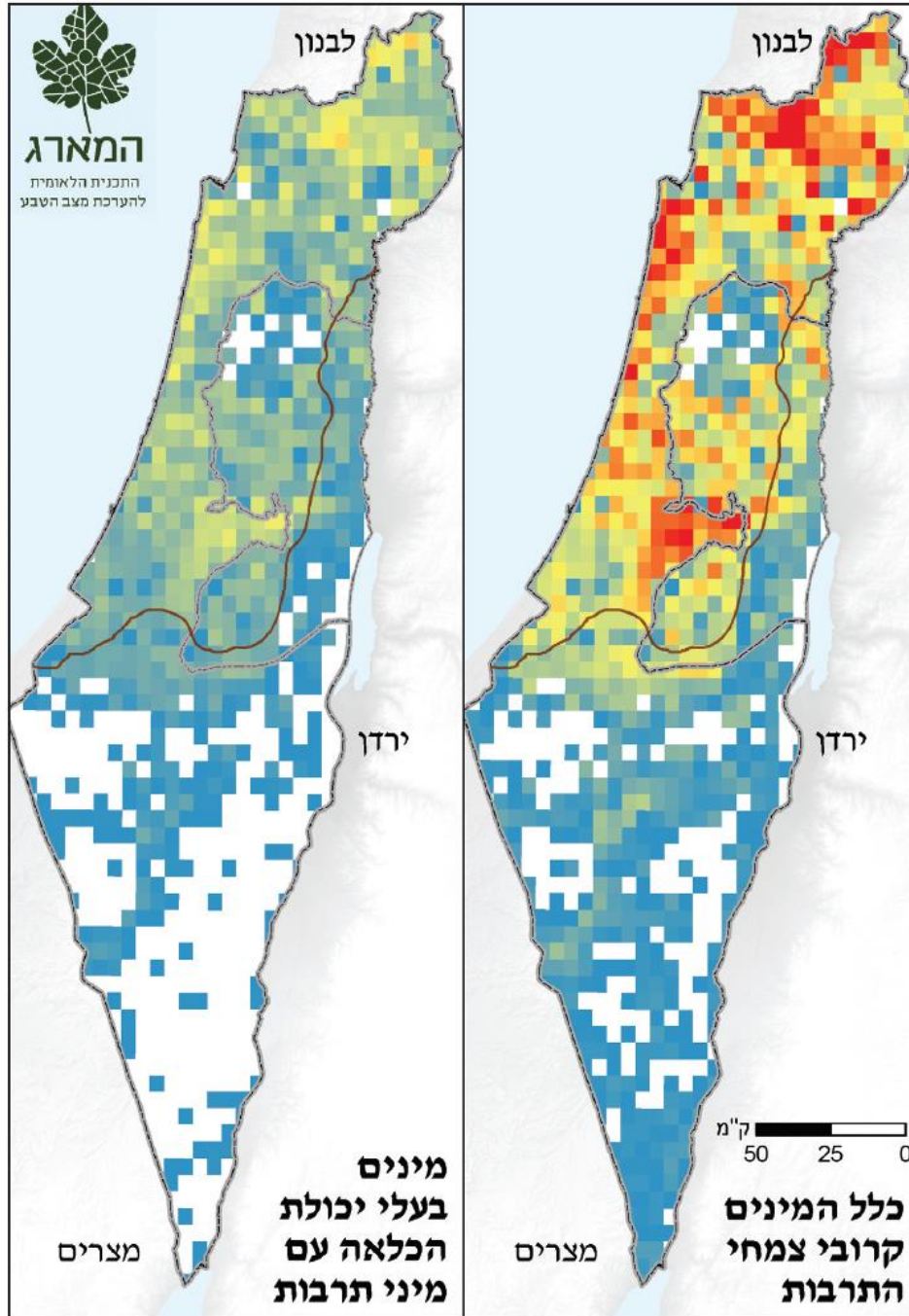
## אספקת משאבים גנטיים



- 2700 מיני צמחי בר בישראל
- 323 קרובי משפחה של צמחי תרבות
- 104 מכליאים עם צמחי תרבות

# אספקת משאבים גנטיים

- 2700 מיני צמחי בר בישראל
- 323 קרובי משפחה של צמחי תרבות
- 104 מכליאים עם צמחי תרבות
- רובם המכריע במערכות החבל הים תיכוני
- בחלק מהם כבר נעשה שימוש להשבחת גידולים חקלאיים בארץ ובעולם



# שירותי ויסות

# האבקה של גידולים חקלאיים

- כ-330 אלף דונם – גידולים הזקוקים להאבקה
- כ-2 מיליארד ש"ח לשנה
- עיקר ההאבקה מבוצעת ע"י דבורת הדבש

## דבורי בר

- מספקות שירותי האבקה בהיקפים משמעותיים
- האבקה ע"י דבורי בר = בחינם
- כ-1,100 מינים בישראל

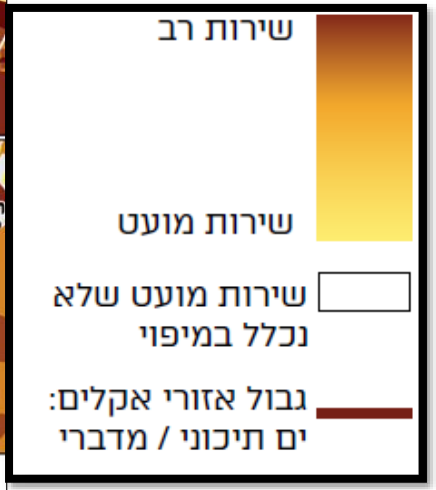




# האבקה של גידולים חקלאיים – דבורי בר

**במערכות החבל הים-תיכוני –**

- לדבורי בר תרומה משמעותית לגידולים החקלאיים
- עד 54% באבטיח
- פחות מ- 10% בשקד וחמנית



## ויסות איכות האוויר

- צמחים מפחיתים ריכוזי גזים וחלקיקי אבק באוויר
- לכידה וספיחה של החלקיקים הנשימים ( $<10\ \mu\text{m}$ ) על פני שטח הענפים והעלווה
- קליטה של גזים לתוך העלים

### בישראל – ויסות ריכוזי אוזון וגופרה (סולפט)

- עצי אורן לוכדים 3.8 ק"ג גופרה לדונם לשנה
- עצי אלון לוכדים 1.8 ק"ג גופרה לדונם לשנה



## ויסות איכות האוויר

### במערכות המדבריות –

- קרומי הקרקע הביולוגיים קולטים כ-280 גרם חלקיקי אבק למ"ר בשנה
- מכסים כ-4,500 קמ"ר

### גורמים מחוללי שינוי

- רכבי שטח
- שינוי אקלים?



צילום: תומר בסקירה

# ויסות האקלים המקומי

**עצים ושיחים גדולים מווסתים את האקלים שבסביבתם**

- הפחתה משמעותית של הקרינה הישירה
- הפחתה של הטמפרטורה ב-2-4 מעלות ויותר
- העלאה של הלחות



# ויסות האקלים המקומי

בתוך ערים ויישובים –

- עצים בעלי חופה רחבה (פארקים או שדרות) - הפחתת הטמפרטורה ב- 2-4 מעלות
- חשיבות גדולה – בגלל 'אי החום העירוני'

הפחתת עומס החום כפי שחש האדם

- שקולה ל- 10-18 מעלות



## ויסות איכות המים

**במערכות של מקווי מים פנים-ארציים –**

• מגוון של יצורים 'מטפלים' בעודפי חומר אורגני וחומרי דשן

• ככל שמקווה המים נקי יותר מזיהומים, כך המגוון הביולוגי עשיר יותר והתפקוד של המערכת האקולוגית, ולכן גם השירות שהיא מספקת, יעיל יותר



# שירותי תרבות

## שירותי תרבות – תיירות פנאי וספורט

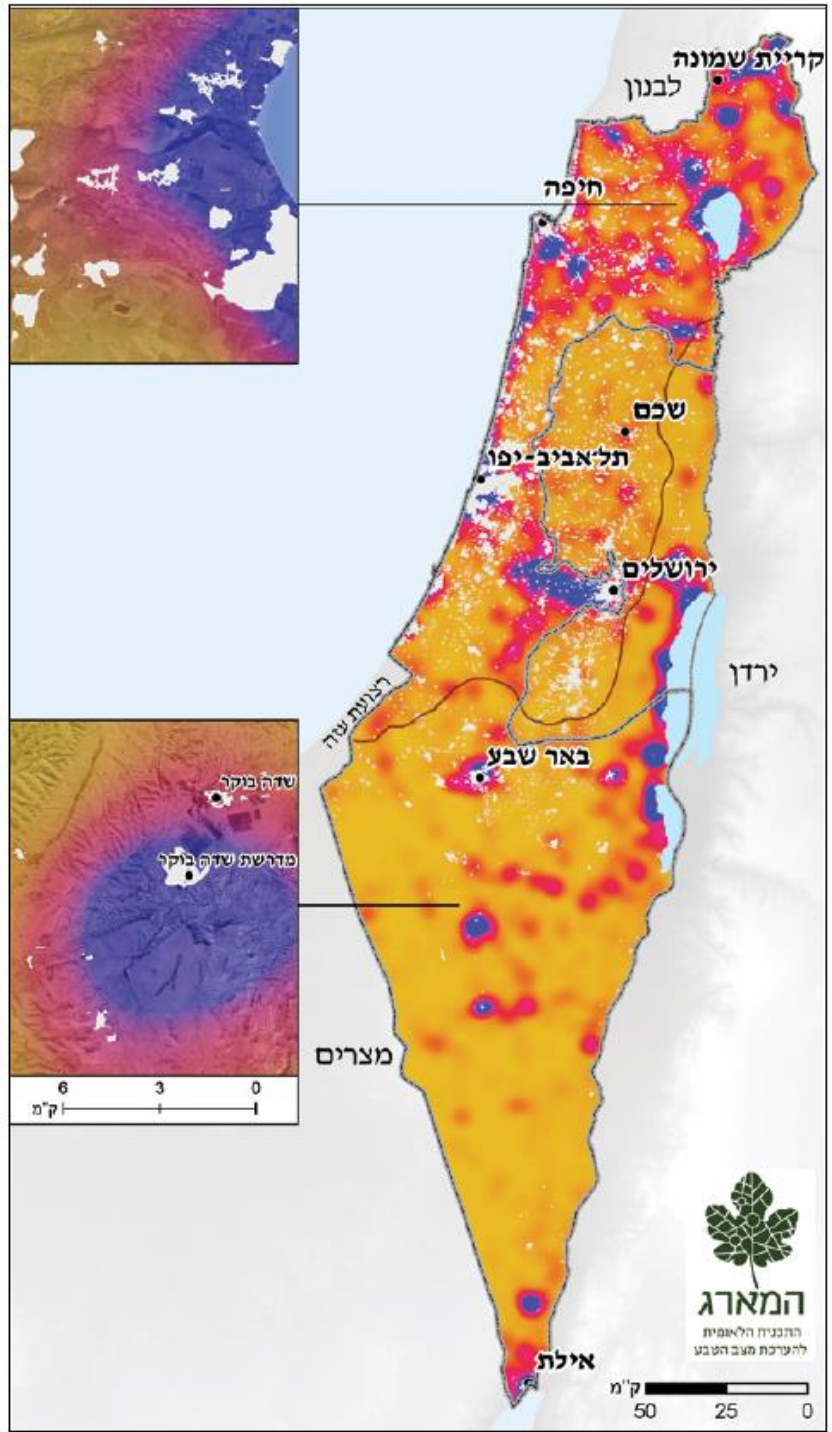
- מקווי מים, חופי ים, חורשות ואתרי טבע
- קרבה ליישובים
- כ-5 מיליון מבקרים באתרי רט"ג
- כ-2 מיליון לינות



- פעילויות הספורט הפופולריות ביותר:
- **רכיבה על אופניים** במערכות היבשתיות – הטבעיות והחקלאיות
- **הליכה וריצה** במערכות של ערים ויישובים



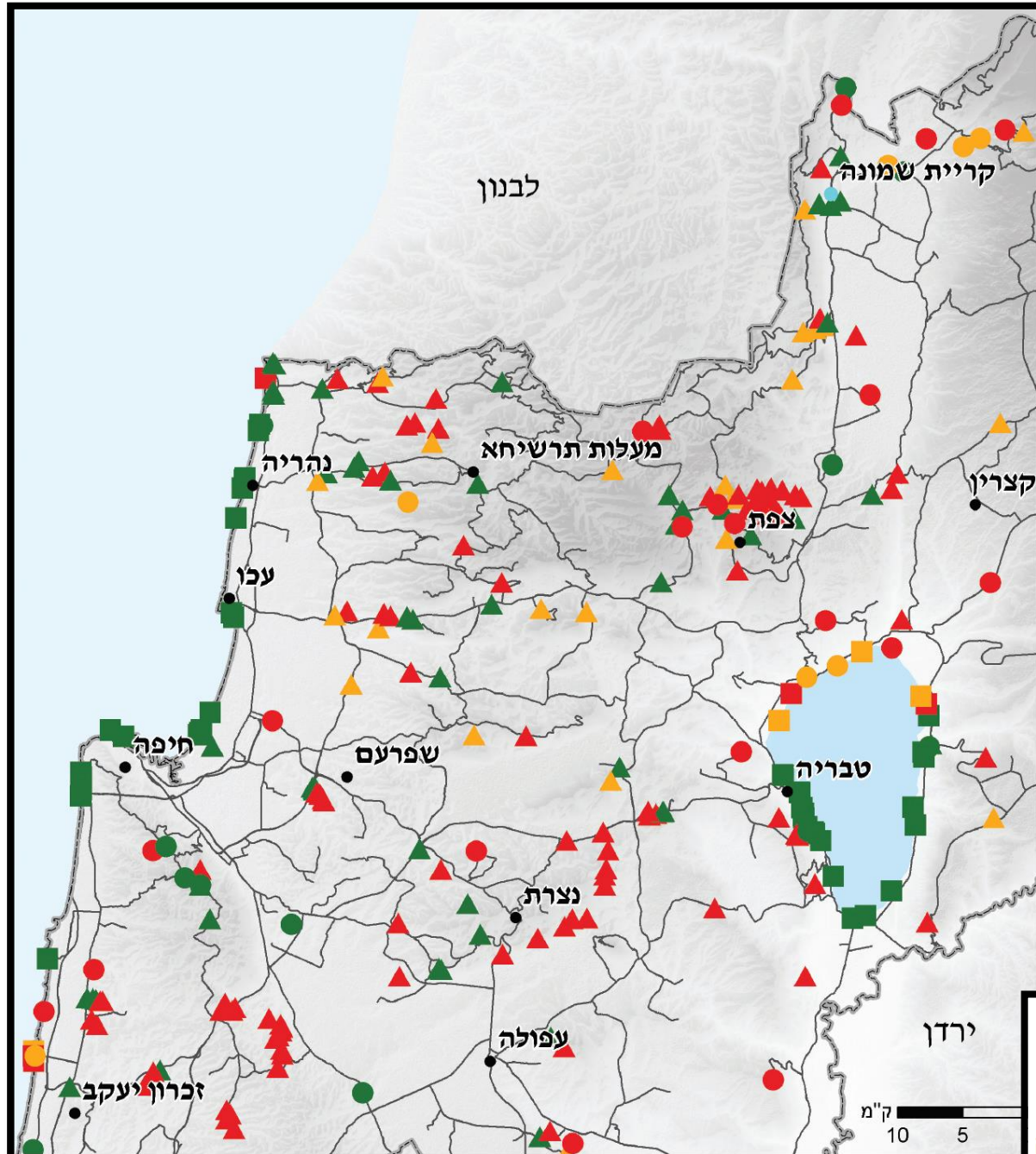
# שירותי תרבות – הנאה מנוף, אסתטיקה



# שירותי תרבות – נגישות

- הנגישות של הציבור בישראל לשימוש בשירותי התרבות מוגבלת
- תלויה ביכולת להשתמש ברכב פרטי

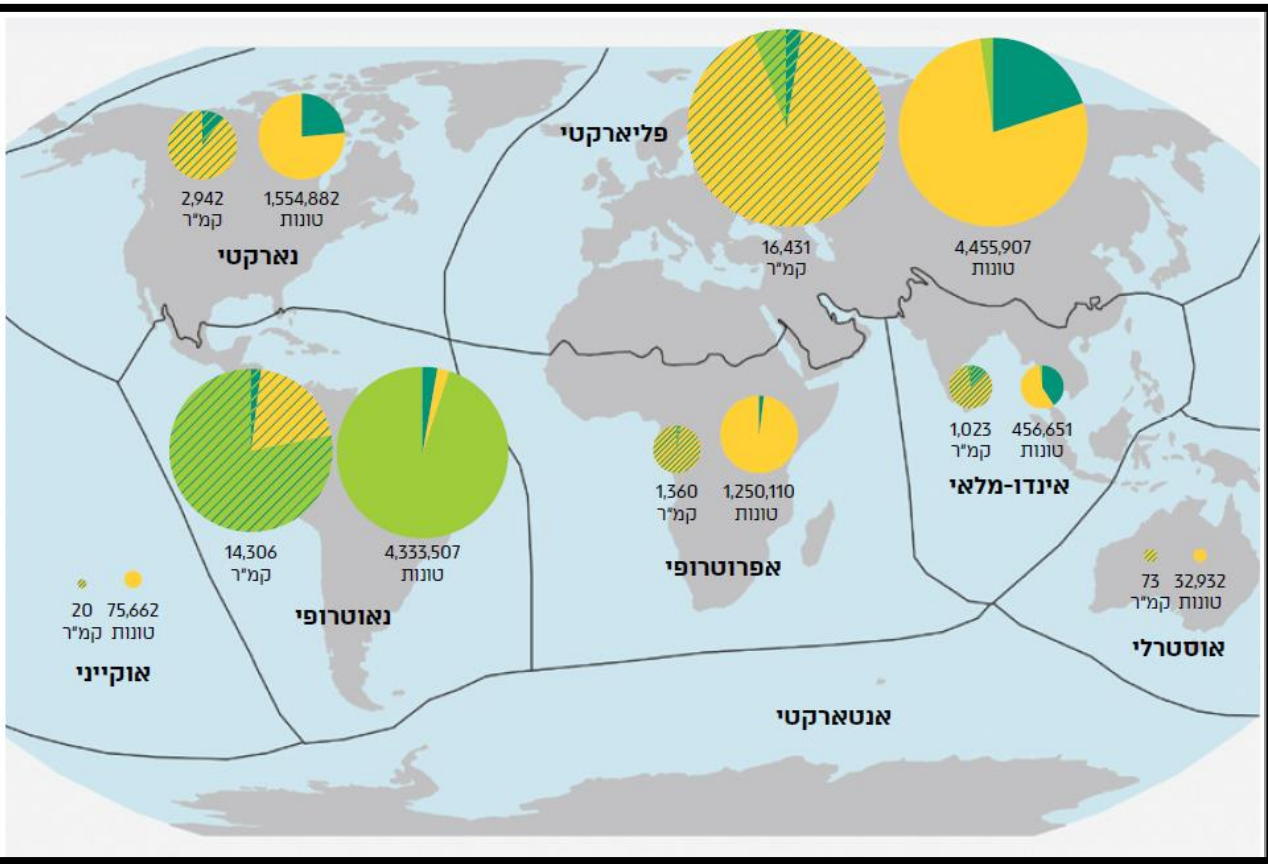
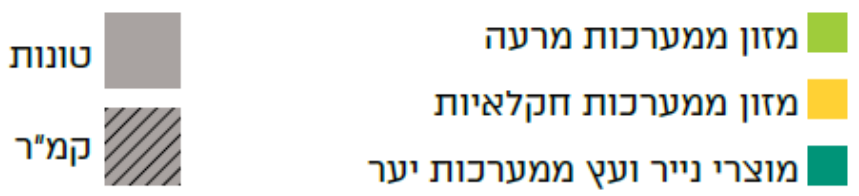
- מיעוט תחבורה ציבורית בשבת הוא חסם בפני ביקורים במערכות אקולוגיות



אתרי שמורות טבע וגנים לאומיים:		אתרי יער ונופש - קק"ל:		חופי רחצה:	
● ללא שירות	▲ ללא שירות	■ ללא שירות	● ללא שירות	■ ללא שירות	● ללא שירות
● שירות דליל	▲ שירות דליל	■ שירות דליל	● שירות דליל	■ שירות דליל	● שירות דליל
● שירות בינוני ומעלה	▲ שירות בינוני ומעלה	■ שירות בינוני ומעלה	● שירות בינוני ומעלה	■ שירות בינוני ומעלה	● שירות בינוני ומעלה

# שירותים מיובאים (מחו"ל)

- ישראל מתבססת על מערכות אקולוגיות בחו"ל
- כ-80% מהצריכה של שירותי אספקה בישראל
- מזון, מוצרי נייר ועץ ממערכות יער



## להפקת שירותי האספקה המיובאים נדרשים:

- יותר מ-36,000 קמ"ר בנוסף על הקיים בישראל
- שטח גדול פי 1.6 משטח ישראל

# ערך כלכלי של שמ"א בישראל

מערכות חקלאיות	מערכות של ערים ויישובים	מערכות מקווי מים פנים-ארציים	מערכות ימיות	מערכות מדבריות	מערכות החבל הים תיכוני	שירותי מערכת	
3,294	0.26	23.5	18.5			גידולים חקלאיים	<b>אספקה</b>
				36.8	139	מרעית לחיות משק	
		16.3	61.5			מאכלי בר (פטריות, צמחים, ציד, דיג)	
		** 663				מים	
			92			ויסות האקלים העולמי	<b>ויסות</b>
933.6	131	316.4	429.1	18.3	761.8		<b>תרבות*</b>



בישראל ?



## ערך בריאותי של שמ"א

### בריאות פיזית

- איכות האוויר והמים
- אקלים מקומי
- מחלות
- מגוון מיקרוביאלי, פיטונצידיים
- ספורט בחיק הטבע

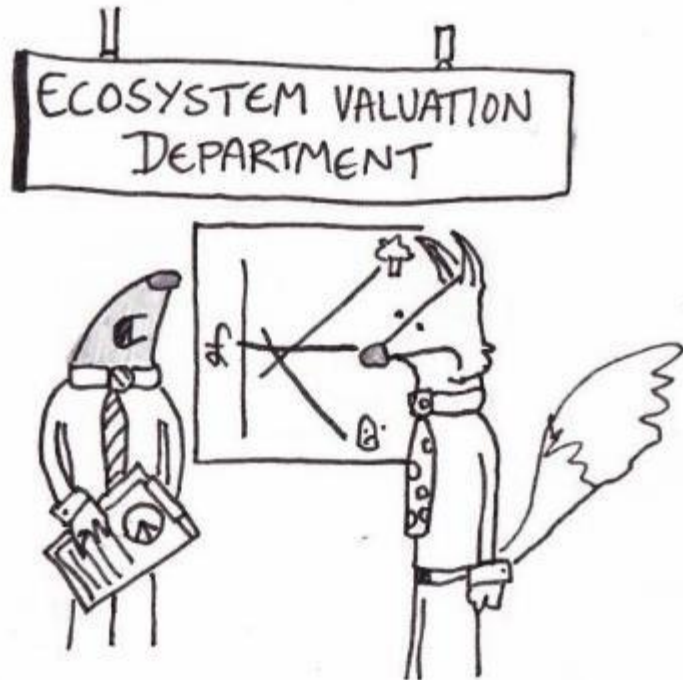
### בריאות נפשית

- נוף ירוק
- 'רעשי טבע'

# שירותי המערכת האקולוגית – סיכום

- שפה חדשה
- מודעות לערכו של המגוון הביולוגי

- כלי לשמירת טבע?
- כלי לתכנון ולקבלת החלטות?
- מי קובע איזה שירותים חשובים?



"WE HAVE RUN THE MODEL HUNDREDS OF TIMES AND THE HUMAN SPECIES STILL COMES OUT WITH A HUGE NEGATIVE VALUE!"

@CARTOONRALPH

# שירותי המערכת האקולוגית – סיכום



- שפה חדשה
- מודעות לערכו של המגוון הביולוגי

- כלי לשמירת טבע?
- כלי לתכנון ולקבלת החלטות?
- מי קובע איזה שירותים חשובים?

**חשיבות גדולה לתהליך**

תודה

