



יסודות מדידה ומיפוי

פוטוגרמטריה

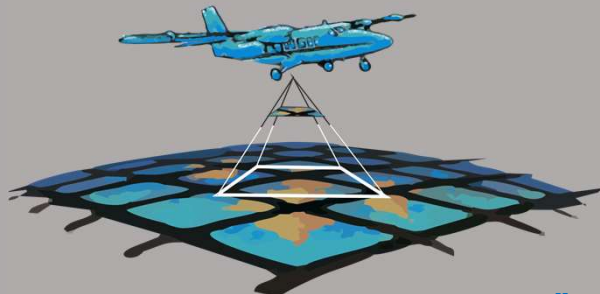


כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



תצ"א

"**תצלום אוויר**" - תמונה של פני השטח שצולמה באמצעות מערכת צילום למיפוי.



גודל סטנדרטי: 23"ס"מ X 23"ס"מ

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



הגדרות



"פיקסל" - הרכיב הריבועי הקטן ביותר בתמונת רסטר.

"עיוותי עדשה" - עיוותים הנגרמים מתהליך ייצור עדשת המצלמה.

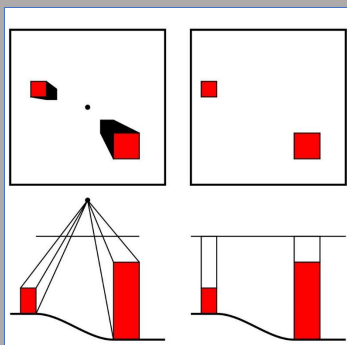
"אורך מוקד" - המרחק של מרכז חיישן הצילום או הפילם ממרכזה של עדשת המצלמה.

"רזולוציה קרקעית" - האורך על הקרקע במטרים, של הפיקסל בתצלום ספרתי.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



ההבדל בין מפה לתצ"א



מפה	תצ"א
קבוע	לא אחיד, פרטים קרובים למצלמה יראו גדולים יותר
כל הפרטים החשובים יהיו גלויים	פרטים חשובים עלולים להיות מוסתרים
רק הפרטים המתאימים	כל הפרטים הגלויים
כל הפרטים החשובים יהיו גלויים	רק פרטים מעל הקרקע
קיים מקרא וסימנים מוסכמים	נדרשים פענוח ומדידה
אורטוגוגלי (אנכי)	מרכזי

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



פרטים נוספים וחסרים בתצ"א



• על גבי התצ"א יופיע גובה הטיסה מעל פני הים בעת החשיפה.

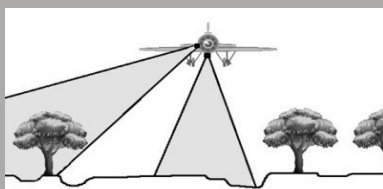
• בתצ"א לא יופיעו:

1. כיוון הצפון.
2. קואורדינטות תיחום.
3. מרכז צילום.

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



כיוון התצלום

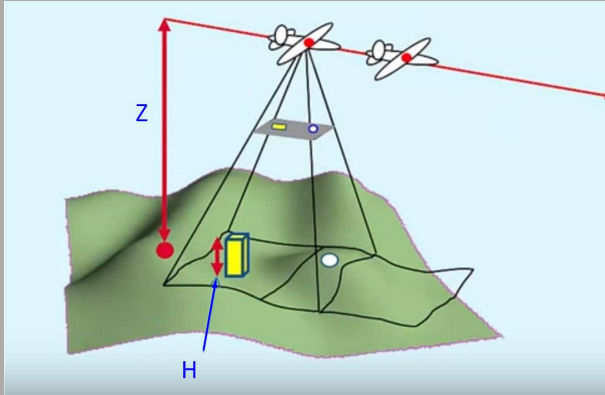


כיוון התצלום עשוי להתבצע בזוויות שונות (לא תמיד ניתן להגיע לזווית אנכית מוחלטת)



כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

אורך מוקד



- f - אורך מוקד העדשה
- Z - גובה פני הים
- H - גובה פני השטח המצולם

$$\frac{1}{scale} = \frac{f}{Z - H}$$

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

שאלה



בוצעה טיסה למטרת תצלומי אוויר, נתונים אורך מוקד המצלמה, גובה השטח המצולם וקנה המידה הרצוי.

אורך מוקד	200	(מ"מ)
גובה השטח המצולם	400	(מ')
קנ"מ	1:10000	

מה צריך להיות גובה הטיסה.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

תשובה

$$\frac{1}{scale} = \frac{f}{Z - H}$$

- f - אורך מוקד העדשה
- Z - גובה פני הים
- H - גובה פני השטח המצולם

גובה הטיסה מעל פני הים	2,400	(מ')
------------------------	-------	------

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

שאלה

בוצעה טיסה למטרת תצלומי אוויר, נתונים אורך מוקד המצלמה, גובה השטח המצולם וקנה המידה הרצוי.

אורך מוקד	0.15	(מ')
גובה פני הים	2,000	(מ')
קנ"מ	1:10,000	

מה צריך להיות גובה פני השטח המצולם.

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

תשובה

$$\frac{1}{scale} = \frac{f}{Z - H}$$

- f - אורך מוקד העדשה
- Z - גובה פני הים
- H - גובה פני השטח המצולם

גובה פני השטח המצולם	500	(מ')
----------------------	-----	------

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

שאלה

בוצעה טיסה למטרת תצלומי אוויר, נתונים אורך מוקד המצלמה, גובה השטח המצולם וקנה המידה הרצוי.

גובה טיסה	1800	(מ')
גובה השטח המצולם	300	(מ')
קנ"מ	1:5000	

מה צריך להיות אורך המוקד.

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

תשובה

$$\frac{1}{scale} = \frac{f}{Z - H}$$

- f - אורך מוקד העדשה
- Z - גובה פני הים
- H - גובה פני השטח המצולם

אורך מוקד	0.3	(מ')
-----------	-----	------

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

שאלה

בוצעה טיסה למטרת תצלומי אוויר, נתונים אורך מוקד המצלמה, גובה השטח המצולם וקנה המידה הרצוי.

גובה טיסה	1500	(מ')
אורך מוקד	145.3	(מ"מ)
קנ"מ	1:5000	

מה צריך להיות גובה הטיסה.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

תשובה

$$\frac{1}{scale} = \frac{f}{Z - H}$$

- f - אורך מוקד העדשה
- Z - גובה פני הים
- H - גובה פני השטח המצולם

(מ') 773.5 גובה פני השטח המצולם

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

שאלה

בוצעה טיסה למטרת תצלומי אוויר, נתונים אורך מוקד המצלמה, גובה השטח המצולם וקנה המידה הרצוי.

ניסוח מטעה,
הכוונה לגובה
השטח המצולם

גובה טיסה	2250	(מ')
גובה ממוצע מעל פני הים	1800	(מ')
אורך מוקד	450	(מ"מ)

מה צריך להיות גובה הטיסה.

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



תשובה

$$\frac{1}{scale} = \frac{f}{Z - H}$$

- f - אורך מוקד העדשה
- Z - גובה פני הים
- H - גובה פני השטח המצולם

(מ') 1:1000 קנ"מ

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



פוטוגרמטריה

"פוטוגרמטריה" - תהליכי מדידה ומיפוי תלת-ממדיים מתצלומים חופפים.



פוטו - אור
גרמה - כתב
מטריה - מדידה

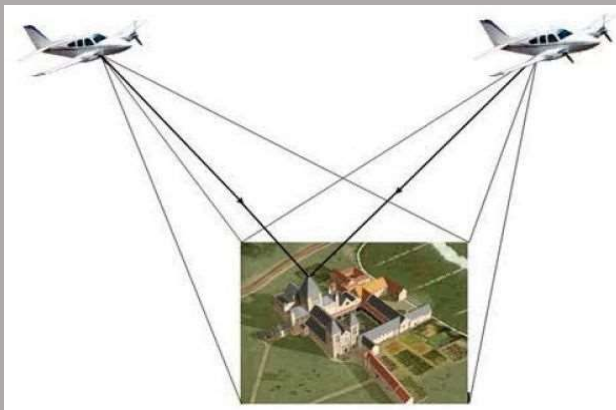
כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

סוגי פוטוגרמטריה

- "**פוטוגרמטריה אנליטית**" - פוטוגרמטריה המבוססת על שחזור מתמטי של המודל הפוטוגרמטרי.
- "**פוטוגרמטריה ספרתית**" - פוטוגרמטריה אנליטית המשתמשת בתצלומים ספרתיים ומאפשרת תהליכי מדידה ועיבוד אוטומטיים.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

מודל פוטוגרמטרי

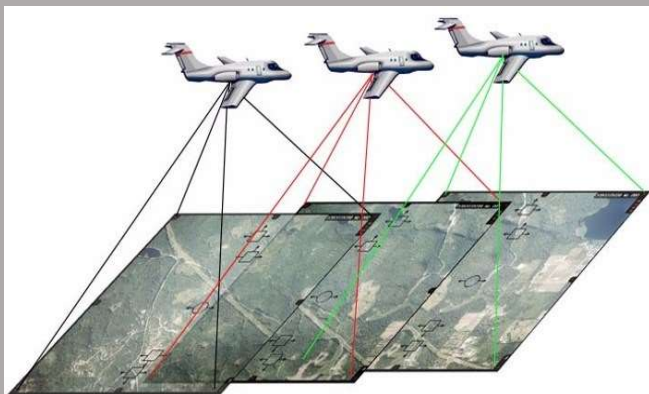


"**מודל פוטוגרמטרי**" - זוג תצלומים, פילם או תצלומים ספרתיים, חופפים שחושבו להם ערכי ההרכנה היחסיים ביניהם בעת הצילום, וניתן באמצעות חיתוך קרניים למדוד את מיקומם המרחבי היחסי של פרטי התבליט והתכסית.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



אורתופוטו

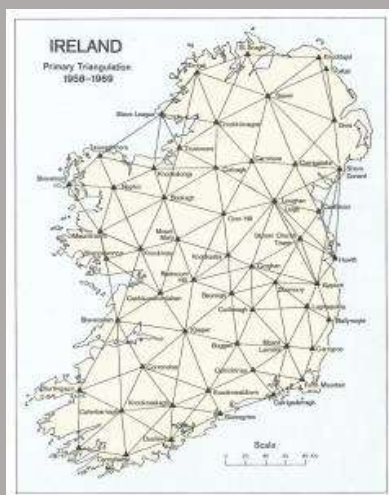


"אורתופוטו" - תמונת רסטר
מיושר של פני השטח המעוגן
במרחב, שבו כל פיקסל מוזז
בהתאם לכללי ההיטל
האורתוגונאלי לפי מיקום וכיוון
חיישן הצילום, שינויי
הטופוגרפיה והתיקון לעיוותי
עדשת המצלמה.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



טריאנגולציה



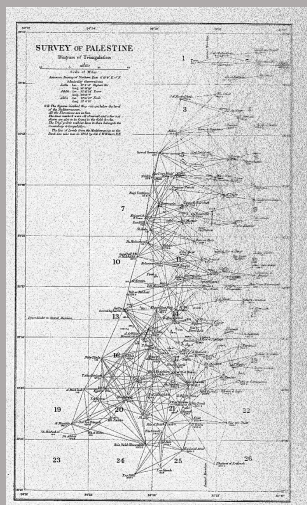
"טריאנגולציה" -

1. שיטה להקמת רשת בקרה אופקית.
2. שיטה לפתרון האוריינטציה
החיצונית של כל אחד מהתצלומים
ברצף או רצפי התצלומים לביסוס
המיפוי באמצעים פוטוגרמטריים.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



רשת טריאנגולציה

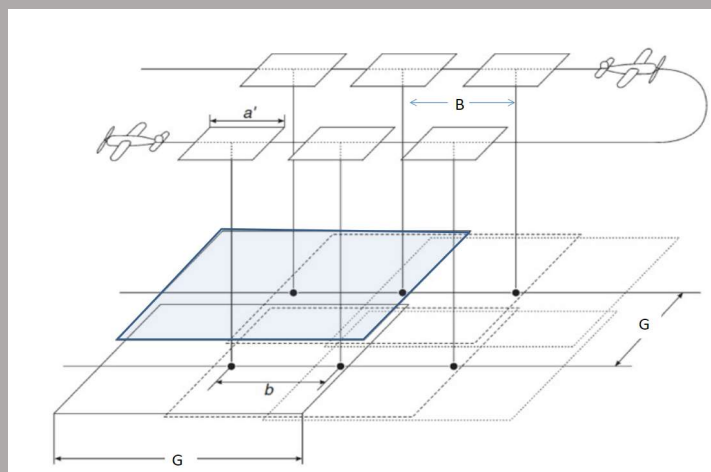


רשת טריאנגולציה - היא רשת בקרה אופקית שנקבעה על ידי הבריטים. הרשת מחלקת את הארץ למשולשים שבהם גל קודקוד הוא נקודה מדודה ומדויקת.

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



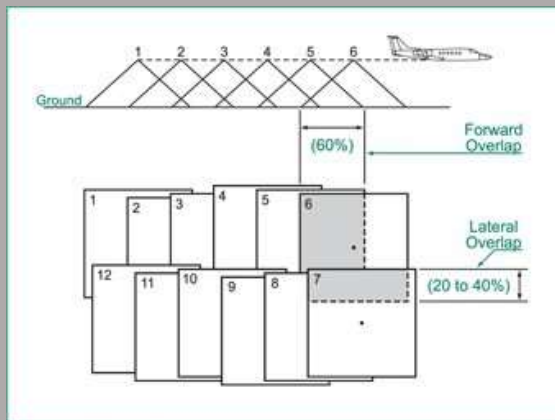
כיוון טיסת הצילום



כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



חפיפה



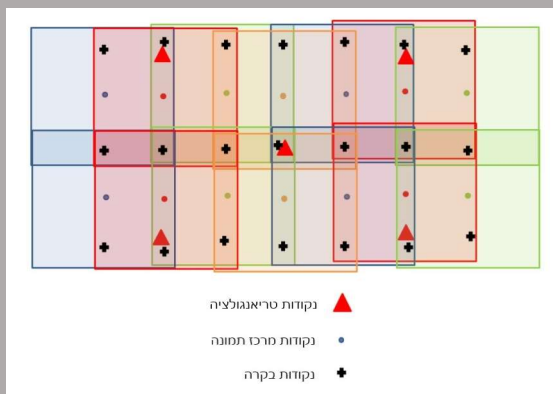
החפיפה הנדרשת:

- כ - 60% בין תצלומים.
- בין 20%-40% בין סטריפים.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



סימון נקודות בקרה (ביסוס)

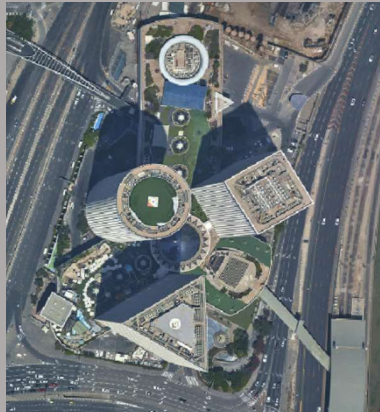


- מיפוי פוטוגרמטרי נדרש לבסס על נקודות בקרה שנמדדו בשדה או בטריאנגולציה.
- נדרשות לפחות 4 נק' בקרה, קרוב ככל הניתן לפינות התצלום.
- בבחירת נק' עדיף לבחור עצמים קטנים וקבועים: סלעים, פינות מבנים, גדרות וכו'.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



ההבדל בין תצ"א לאורתופוטו



אורתופוטו	תצ"א	
קבוע	לא אחיד, פרטים קרובים למצלמה יראו גדולים יותר	קנ"מ
פרטים חשובים עלולים להיות מוסתרים	פרטים חשובים עלולים להיות מוסתרים	הסתרה
אורטוגוגלי (אנכי)	מרכזי	היטלהשל כה

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

כשלים באורתופוטו



- העתק בשל תבליט.
- רציפות בין גליונות.
- רעשים (פיקסלים שחורים)
- חדות, בהירות, רוויה.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

תקנות המדידות - דרגת דיוק מיפוי אופקי



הדיוק האופקי של תוצר מדידה יתאים לאחת מהדרגות המפורטות:

דרגת דיוק אופקי	קנ"מ מרבי להתוויית המיפוי	שר"ב מרבי מותר (במטרים)	CEP95 (במטרים)
1	1:50	0.01	0.03
2	1:100	0.03	0.08
3	1:250	0.06	0.15
4	1:500	0.13	0.32
5	1:1,000	0.25	0.62
6	1:1,250	0.30	0.74
7	1:2,500	0.63	1.55
8	1:5,000	1.25	3.06
9	1:10,000	2.50	6.12
10	1:25,000	6.25	15.30
11	1:50,000	12.50	30.60

כל הוספת שמורות - נר בדנשטיין - שמאות מקרקעין

תקנות המדידות - דרגת דיוק מיפוי אנכי



הדיוק האנכי והרווח האנכי המזערי של קווי הגובה יתאים לאחת מהדרגות המפורטות:

דרגת דיוק אנכי	רווח אנכי מזערי (מטר)	שר"ב מרבי (במטרים)	נקודת גובה	פרט עם גובה
1	0.05	0.01	0.02	0.04
2	0.10	0.02	0.04	0.06
3	0.25	0.05	0.10	0.15
4	0.50	0.10	0.20	0.30
5	1.00	0.20	0.40	0.60
6	1.25	0.25	0.50	0.75
7	2.50	0.50	1.00	1.50
8	5.00	1.00	2.00	3.00
9	10.00	2.00	4.00	6.00
10	25.00	5.00	10.00	15.00
11	50.00	10.00	20.00	30.00

כל הוספת שמורות - נר בדנשטיין - שמאות מקרקעין

סוגי מפות לפי קב"מ



דרגת דיוק אופקי	קב"מ מרבי להתוויית המיפוי	אופי	דוגמאות	רישום מקרקעין
1	1:50	קב"מ גדול	תכניות עבודה	
2	1:100		תכניות אדריכליות, גרמושקות	
3	1:250			
4	1:500	קב"מ בינוני	מפות הנדסיות, בנייה רוויה, תכניות העמדה	מפות גוש - מפות קדסטריות (מפות מצביות)
5	1:1,000			
6	1:1,250		תכנון עירוני, אזורים חקלאיים	
7	1:2,500			
8	1:5,000		מפות עירוניות	
9	1:10,000			
10	1:25,000	קב"מ קטן	מפות ארציות מפות טופוגרפיות	
11	1:50,000			

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

תקנות המדידות - רזולוציה קרקעית



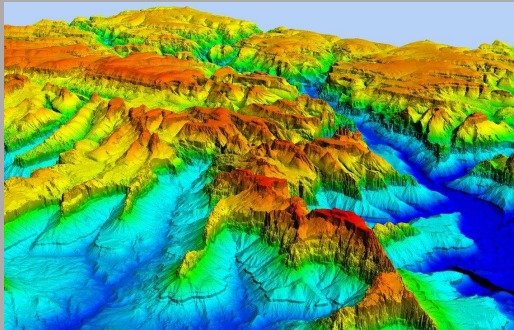
רזולוציה קרקעית של תצלומי אוויר ספרתיים:

דרגת דיוק מיפוי אופקי או אנכי	3	4	5	6	7	8	9
גודל מרבי של פיקסל (בס"מ)	2.5	5	7.5	10	12.5	25	50

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



מודל תלת-ממדי



"מודל תלת-ממדי" - דגם
מתמטי ספרתי המתאר באופן
מרחבי את תבליט ותכסית פני
השטח; לכל מודל תוגדר רמת
הפירוט.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



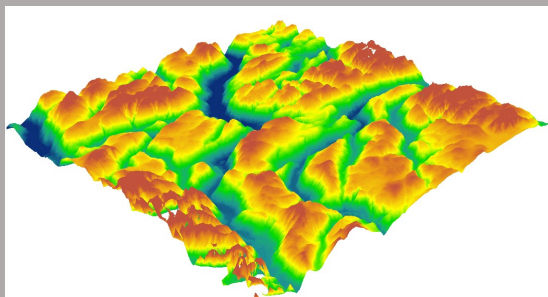
סוגי מודלים תלת-ממדיים

- **"מודל גבהים ספרתי" - Digital Elevation Model (DEM)**
- **"מודל פני קרקע ספרתי" - Digital Terrain Model (DTM)**
- **"מודל פני שטח ספרתי" - Digital Surface Model (DSM)**

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

DEM

בודנשטיין ושות'
שמאי מקרקעין

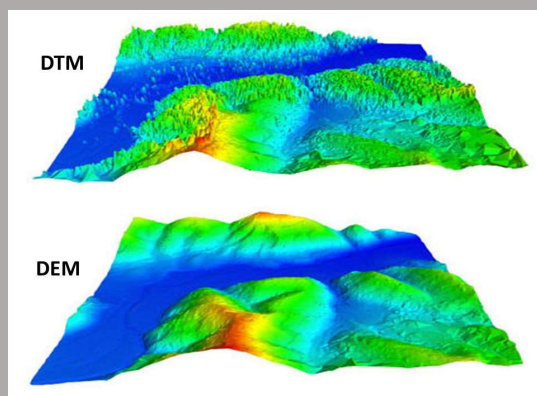


"מודל גבהים ספרתי" - Digital Elevation Model (DEM) - אוסף של נקודות גובה על פני הקרקע, עם או בלא נקודות גובה אופייניות.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

DTM

בודנשטיין ושות'
שמאי מקרקעין



"מודל פני קרקע ספרתי" - Digital Terrain Model (DTM) - מודל גבהים ספרתי (DEM) בתוספת קווי אי רציפות טבעיים ומלאכותיים.

- קו אי-רציפות יימדד על כל שבר של פני השטח שגובהו מעל $\frac{1}{2}$ מהרווח האנכי.

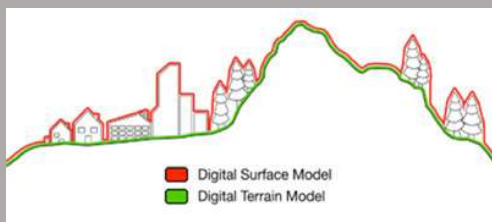
כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

DSM

בודנשטיין ושות'
שמאי מקרקעין



"מודל פני שטח ספרתי" - Digital Surface Model (DSM) - מודל פני קרקע ספרתי (DTM) שכולל גם נקודות גובה של פרטי תכנית, קווי אי-רציפות מלאכותיים של עצמים מעל פני הקרקע וקווי המגע שלהם עם הקרקע.



כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

סיווג אורתופוטו

בודנשטיין ושות'
שמאי מקרקעין



תקנות המדידות - ס' 75

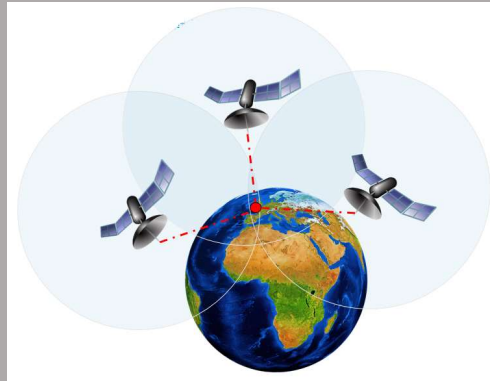
סיווג	התוצר	הנתונים ששימשו להכנת האורתופוטו
א'	אורתופוטו אמיתי	מודל פני שטח ספרתי (DSM) בצפיפות התואמת את דרגת הדיוק האנכית, פרטים מהמיפוי הטופוגרפי לרבות קווי ההיקף החיצוני של מבנים, ופרטי תכנית קבועים
ב'		מודל גבהים ספרתי (DSM) בצפיפות התואמת את דרגת הדיוק האנכית
ג'	אורתופוטו	מודל פני קרקע ספרתי (DTM) בצפיפות התואמת את דרגת הדיוק האנכית
ד'		מודל פני קרקע ספרתי (DEM) בצפיפות התואמת את דרגת הדיוק האנכית
ה'	תצלום מעוגן	נקודות בקרה שמשמשות לעיגון תצלום, שחלקן קרוב לפינות התצלום או מודל גבהים ספרתי שצפיפותו אינה תואמת את דרגת הדיוק

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

GPS



מערכת מיקום גלובלית - (Global Positioning System) מערכת ניווט לוויינית המתבססת על עשרות לוויינים ייעודיים ששיגרה מחלקת ההגנה של ארצות הברית.



GPS היא למעשה
מערכת ה - GNSS
האמריקאית

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

GPS



תזכורת:

"מדידה לוויינית" - שיטת מדידה בגאודזיה לוויינית, המבוססת על השימוש בלווייני ה-GNSS;

"מערכת ניווט לוויינית עולמית" - (Global Navigation Satellite System – GNSS) מערכת לוויינים עולמית המשמשת לקביעת מיקום, לצורכי ניווט ומדידות גאודטיות.

"רשת התחנות הקבועות" - מערך של תחנות GNSS קבועות שמנהל המרכז למיפוי ישראל ומשמש לקביעת קואורדינטות בדיוק הגבוה ביותר ברשת ישראל.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

גורמי שגיאה



- טופוגרפיה (מבנים, עצים, הרים).
- הפרעת אנטנות.
- החזרות משניות.
- הפרעות מכוונות.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

GPS



יתרונות	חסרונות
פועלת בכל מקום בעולם	חייב לקבל אות. המערכת חייבת שמיים פתוחים (ניתן לחסום את האותות)
פועלת בכל מזג אוויר	
פועלת כל יום ובכל רגע	
חינם	

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



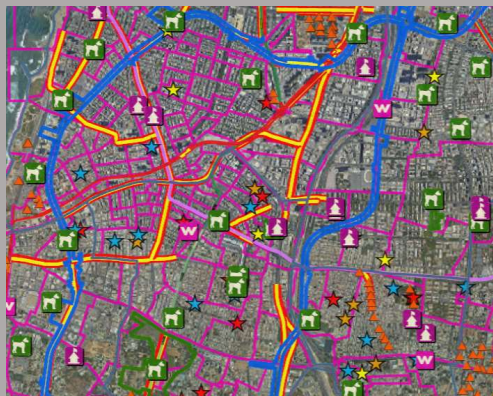
מצבי קליטה

מספר מקלטים	ניתן לקלוט
2	מרחק (לא מדויק) בין שתי נקודות במישור, לדוגמא - שני טלפונים סלולרים בסביבה מישורית
3	מרחק (לא מדויק) בין שתי נקודות במרחב או נקודה במישור, לדוגמא - שני טלפונים בסביבה הררית (כשכל אחד בגובה שונה)
4	נקודה במרחב
5 ומעלה	נקודה במרחב בדיוק גבוה יותר

❖ המקלט הנוסף משמש למדידת פערי זמן התקדמות הגלים בתווך האטמוספרי המשתנה.

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

GIS



"ממ"ג (מערכת מידע גאוגרפי)"

(Geographic Information System - GIS) מערכת ממוחשבת בעלת יכולות איסוף, שמירה, עיבוד, ניתוח, ניהול והצגה של מידע מרחבי.

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

גוב - מאפ (Govmap)

בודנשטיין ושות'
שמאי מקרקעין



שכבות מידע בממ"ג הלאומי (גוב - מאפ)	
0	בקרה גאודטית, חלוקה קדסטרית ומנהלית
1	דרכים ותחבורה
2	תשתית
3	הידרולוגיה קווית
4	הידרולוגיה פוליגונית
5	טופוגרפיה
6	תכסית ושימושי קרקע
7	מבנים
8	פרטים נקודתיים אחרים
9	פרטים קווים אחרים
10	פרטים פוליגוניים אחרים

מקור הנתונים למערכת המידע הלאומית הוא - מיפוי פוטוגרמטרי של שטח המדינה. בנוסף האתר מציג שכבת תצלומי אוויר לפי שנים.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

שאלה

בודנשטיין ושות'
שמאי מקרקעין



הגדר את המושג GPS.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

פתרון

מערכת מיקום גלובלית - (Global Positioning System) מערכת ניווט לוויינית המתבססת על עשרות לוויינים ייעודיים ששיגרה מחלקת ההגנה של ארצות הברית.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

שאלה

הגדר את המושג GNSS.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

פתרון

"מערכת ניווט לוויינית עולמית" - (– Global Navigation Satellite System)
 מערכת לוויינים עולמית המשמשת לקביעת מיקום, לצורכי ניווט ומדידות גאודטיות.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

שאלה

מה ההבדל בין DEM ל - DTM.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

פתרון

"מודל גבהים ספרתי" - Digital Elevation Model (DEM) - אוסף של נקודות גובה על פני הקרקע, עם או בלא נקודות גובה אופייניות.

"מודל פני קרקע ספרתי" - Digital Terrain Model (DTM) - מודל גבהים ספרתי (DEM) בתוספת קווי אי רציפות טבעיים ומלאכותיים.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

שאלה

מה ההבדל בין DTM ל - DSM.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

פתרון

"**מודל פני קרקע ספרתי**" - Digital Terrain Model (DTM) - מודל גבהים ספרתי (DEM) בתוספת קווי אי רציפות טבעיים ומלאכותיים.

"**מודל פני שטח ספרתי**" - Digital Surface Model (DSM) - מודל פני קרקע ספרתי (DTM) שכולל גם נקודות גובה של פרטי תכנית, קווי אי-רציפות מלאכותיים של עצמים מעל פני הקרקע וקווי המגע שלהם עם הקרקע.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

שאלה

מהו סוג ההשלכה בתצלום אוויר?

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



בודנשטיין ושות'
שמאי מקרקעין

פתרון

השלכה מרכזית

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



בודנשטיין ושות'
שמאי מקרקעין

שאלה

מהו סוג ההשלכה האידאלי באורטופוטו?

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



פתרון

השלכה אורתוגונלית

כל הזכויות שמורות - ניר בדנשטיין - שמאות מקרקעין



שאלה

פרט את שכבות המידע בממ"ג הלאומי של ישראל.

כל הזכויות שמורות - ניר בדנשטיין - שמאות מקרקעין



פתרון

שכבות מידע בממ"ג הלאומי (גוב - מאפ)	
0	בקרה גאודטית, חלוקה קדסטריט ומנהלית
1	דרכים ותחבורה
2	תשתית
3	הידרולוגיה קווית
4	הידרולוגיה פוליגונית
5	טופוגרפיה
6	תכנית ושימושי קרקע
7	מבנים
8	פרטים נקודתיים אחרים
9	פרטים קווים אחרים
10	פרטים פוליגוניים אחרים

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



שאלה

הגדר את המושג ממ"ג.

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

פתרון

"ממ"ג (מערכת מידע גאוגרפי)" - (Geographic Information System - GIS)
מערכת ממוחשבת בעלת יכולות איסוף, שמירה, עיבוד, ניתוח, ניהול והצגה של מידע מרחבי.

כל הזכויות שמורות - ניר בדנשטיין - שמאות מקרקעין

שאלה

מה חייב להתקיים כדי לקלוט שידור GPS

כל הזכויות שמורות - ניר בדנשטיין - שמאות מקרקעין



פתרון

שמיים פתוחים, המערכת חייבת לקבל אות.

כל הוספת שמורות - נר בדנשטיין - שמאות מקרקעין