

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

- 4.....מבוא.
- 4..... גופים המעורבים בהליך מיפוי ורישום המקרקעין –
- 5..... שיטת הרישום –
- 5..... מצגת 1 – סקירת תחומי הפעילות של מודד מוסמך ושל מהנדס גיאודזיה :
- 5..... גיאודזיה.
- 6..... תחומי פעילות של משרד מדידה :
- 8..... תקנות המודדים - פרק ד' - תקנות מיפוי טופוגרפי.
- 8..... מצגת 2- מיקום נקודה רשת בישראל.
- 8..... פלנימטריה- הגדרת מיקום של נקודה-.
- 9..... מערכות קואורדינטות – המיפוי היום הוא ממוחשב.
- 9..... מערכת קואורדינאטות ארצית -
- 10..... המרת נקודות מנקודות ישנות לחדשות ולהיפך-.
- 13..... מערכות קואורדינטות עולמיות.
- 17..... גופי ייחוס של כדור הארץ –
- 17..... היטל גיאודטי.
- 18..... מקובל להגדיר לכדור הארץ מספר גופי ייחוס כמפורט להלן :
- 18..... אליפסואיד הסיבוב ☐
- 18..... צורתכדור ☐
- 18..... מישור ☐
- 19..... גיאואיד ☐
- 21..... תקנות המודדים – פרק ג' – רשת בקרה אופקית ואנכית.
- 21..... רשת בקרה אופקית -
- 22..... רשת בקרה אנכית –
- 22..... נקודות בקרה -
- 24..... הבעיה הגיאודטית ההפוכה –
- 24..... מציאת הקואורדינאטות של נקודה B :
- 25..... פתרון הבעיה הגיאודטית הישרה (מתוך מצגת שקפי מדידה 1-120).
- 25..... אזימוט - •
- 25..... ערכי המשול ☐

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

- 26 המרחק האופקי בין שתי הנקודות
- 27 = היקף חלקה
- 28 מרחק משופע
- 29 **אזימוט**
- 29 שיטות לחישוב אזימוט-
- 47 **שיטת המשיחה - רץ וניצב**
- 57 **מיפוי - סוגי מפות**
- 57 מפה ספרתית-
- 57 מפה וקטורית-
- 57 מפת רסטר-
- 58 אורתופוטו-
- 58 מפת צילום –
- 58 מפה מצבית-
- 58 מפה טופוגרפית-
- 60 **דירוג של מפות טופוגרפיות ומצביות - תקנות המודדים - עמוד 12 תקנה 21**
- 60 מפות טופוגרפיות או מצביות תדורגנה ב-3 דרגות :
- 60 מפה טופוגרפית מול מפה מצבית
- 61 קנה מידה SCALE - תקנה 14 -
- 65 **דיוק של מפה טופוגרפית -**
- 68 **קווי גובה -**
- 68 תכונות של קווי גובה :
- 68 שימושים לקווי גובה :
- 68 מרווח אנכי :
- 68 קווי השלד של השטח :
- 69 חתך אנכי –
- 70 חישוב קווי גובה
- 73 **מדידת גבהים -**
- 73 כללי -
- 73 שיטות למדידת גבהים :
- 74 שיטה למדידת גבהים - איזון טריגונומטרי

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

- 83 שיטה למדידת גבהים – איזון הנדסי - גיאומטר
- 87 GPS - שיטה למדידת גבהים – GLOBAL POSITION SYSTEM מערכת מיקום עולמי

חישוב שטחים 91

- (1) 91 חישוב שטח משולש
- (2) 93 יחידות מידה
- (3) 94 השיטה האנליטית לחישוב שטחים
- (4) 99 חישוב שטח של טרפז

פוטוגרמטריה : שימוש בתצלומי אוויר לצורך מדידה ומיפוי 100

- 100 יתרונות וחסרונות -
- 101 הגדרות -
- 101 חפייה -
- 102 עיוותים בתצלום האוויר
- 103 חישוב קנ"מ של תצלומי אוויר (קנ"מ מקורב / ממוצע)
- 108 ביסוס של תצלומי אוויר -
- 108 נתונים בשולי תצ"א
- 109 השוואה בין תצלומי אוויר למפה :

צלעון 110

אי התאמה בשטחי חלקות - 116

- 116 סטייה מותרת בשטחים לפי התקנות
- 117 סטייה מותרת במרחקים מדודים בתצ"ר לפי התקנות

רישום מקרקעין 121

- 121 כללי -
- 121 שיטת השטרות -
- 121 שיטת טורנס
- 124 חוק רישום שיכונים ציבוריים – מתוך - מצגת תצ"ר לסטודנטים
- 124 רישום שיכונים ציבוריים – רישום של בתים משותפים
- 124 קדסטר – רישום מקרקעין
- 125 2 מרכיבים לרישום המקרקעין
- 126 הסדר מקרקעין
- 129 מודדים -

תצ"ר – תוכנית לצרכי רישום (מצגת תצ"ר לסטודנטים): 131

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

132	תוכן התצ"ר – הפרטים שמכיל גליון התצ"ר
134	רישום תצ"ר
135	תהליך אישור תצ"ר - (משמאל לימין) :
136	תנאים לאישור תצ"ר
140	GIS- GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM
141	הממ"ג הלאומי - בנטל
145	השפעת עקמומיות כדור הארץ
150	שגיאה ריבועית בינונית – שר"ב

מדידה ומיפוי

מבוא -

גופים המעורבים בהליך מיפוי ורישום המקרקעין –

• משרד המשפטים –

אגף לרישום והסדר מקרקעין. קיימות מספר לשכות רישום מקרקעין – "טאבו". מפקח רישום הבתים המשותפים, רשם המקרקעין, פקיד ההסדר.

1. **מודד מוסמך** – רק מודד מוסמך בעל רישיון תקף יכול ע"פ חוק להכין תצ"ר

2. **מהנדס גיאומטרי-אינפורמציה** (גיאודזיה).

3. **מפ"י** – המרכז למיפוי ישראל – גוף המיפוי של ישראל –

משרד ממשלתי הכפוף למשרד הבינוי והשיכון אשר לצד הרישום בטאבו אחראי למדידה ולמיפוי מדויקים של גבולות החלקות בישראל. מפ"י נמצא בת"א ולו שלוחות בעוד מקומות בארץ. עיקר עבודת מפ"י נעשית מול חברות מדידה איתם עובדים באמצעות מכרזים. מפ"י הוא ארכיון לאומי של כל מפות גוש וחלקה בארץ, ומכל מפה ניתן לקבל העתק.

מזהה חלקה – מספר הגוש בו נכללת החלקה + מספר סידורי של החלקה בגוש – החלקות והגושים מנוהלים ע"י מספור.

קיימות במפ"י שתי מחלקות:

• ה"ק – הסדר קרקעות

• פע"מ – פיקוח על מודדים – מפ"י מחויב לפי חוק לבדוק ולאשר תכניות לצורכי רישום (תצ"ר/תל"ר) שאותן מכינים מודדים. מגרש הוא ישות תכנונית וחלקה היא ישות משפטית הרשומה במרשם המקרקעין, ועל מנת להפוך מגרש למספר חלקות צריך להכין תצ"ר, למשל אם רוצים לפצל חלקות יש להגדיר חלקות חדשות וכך הן נרשמות. על מנת שהרישום יהיה אמין ומדויק ועל מנת לרשום חלקות במדויק בטאבו כולל ציון השטח של כל חלקה, ממפים ומחלקים את השטח לחלקות.

תפקידים –

• **הסמכה של מודדים מוסמכים** – מנכ"ל מפ"י מסמיך מודדים מבקרים מהשוק על מנת לבצע את עבודת הביקורת ולהמליץ למפ"י מה לעשות ולכן תוך 21 יום צריכים מפ"י לאשרר את הליך הבדיקה ובכך לצמצם את משך ההליך.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

• **תחומי פעילות עיקריים –**

- קדסטר – מדידה ומיפוי לצרכי רישום מקרקעין –
 - הסדר קרקעות
 - אישור תצ"ר
 - ניהול בסיס קדסטרי לאומי – שכבת גושים חלקות, שכבת תצ"רים
- גיאודזיה = מדידות = ניהול תשתית לאומית של נקודות בקרה גיאודטיות, רשת תחנות GPS קבועות. מדובר במדע מדויק של מדידה ומיפוי הארץ. זו תורת מדידת האדמה וצורת שטחה, מדע מדויק העוסק במיפוי ובקביעת מיקום נקודות על פני האדמה.
- מיפוי – מיפוי טופוגרפי ברמה לאומית, מפות ערים, אטלס ישראל, מיפוי ימי.
- ממ"ג – פיתוח ותחזוקה של מאגר מידע (בסיס מידע) טופוגרפי לאומי (בנט"ל)
- פוטוגרמטריה – צילום אווירי של ישראל, אורתופוטו ארצי, פענוח תצלומי אוויר.
- ארכיונים לאומיים – תצלומי אוויר, מפות היסטוריות, פנקסי שדה.
- מאגר נקודות בקרה לאומי – בנג"ל
- שרות המפות הממשלתי.

מפ"י אינה אחראית לרישומי בית משותף, לפי חוק המקרקעין, פרצלציה (תצ"ר) רק ע"י מודד אך בית משותף – תקנון ותשריט יכול כל אחד וגם עו"ד, אדריכל, הנדסאי וגם מודד, אך זה לא מחייב.

שיטת הרישום –

מרכיב הנדסי –

*תצ"ר

*מפת גוש רישום

*נתוני מדידה (פנקס שדה

*תיק חישובים

מרכיב משפטי –

*פנקסי רישום

*ספרי המקרקעין

*נסח רישום

היתרון הבולט בשיטת רישום המקרקעין בישראל מזה 80 שנים הוא ההגדרה המדויקת ומבוססת המדידות של גבולות המקרקעין.

מצגת 1 – סקירת תחומי הפעילות של מודד מוסמך ושל מהנדס גיאודזיה :

יש כ-12000 מודדים מוסמכים בארץ וכ-40 משרדי מדידות, 30 סטודנטים בשנה.
גיאודזיה = מדידות = ניהול תשתית לאומית של נקודות בקרה גיאודטיות, רשת תחנות GPS קבועות. מדובר במדע מדויק של מדידה ומיפוי הארץ. זו תורת מדידת האדמה וצורת שטחה, מדע מדויק העוסק במיפוי ובקביעת מיקום נקודות על פני האדמה.

משרד מדידה – הינו בית מלאכה להפקת מפות. מצבית, תצ"ר, רקע, AS MADE, מפת גוש רישום.

תחומי פעילות של משרד מדידה :

• עבודות מדידה ומיפוי לצורך רישום מקרקעין, בניהן :

a. **פרצלציה** – חלוקה של מגרש לחלקות, הגדרה ומדידת גבולות של חלקות / רה- פרצלציה- חלוקה של שטח מחדש.

b. **שחזור גבולות** (היסטוריים)

a. **ליווי מקצועי של תהליך הסדר המקרקעין** – במשרד המשפטים באגף לרישום והסדר מקרקעין (הטאבו כפוף למשרד הזה) יושבים פקידי רישום המקרקעין, המפקח לרישום בתים משותפים ופקיד הסדר אשר מוביל את תהליך הסדר הקרקעות. פקיד ההסדר עובד עם מודד על מנת שבסוף תהליך ההסדר יהיה סדר בקרקע, ועל מנת שתהיה אמינות ושיהיה אפשרי לצאת לשטח ולמדוד בכל זמן נתון.

a. **מדידת פרטים וגבולות לצורך הכנת מפת גוש רישום** – ישראל מחולקת כך –



קורס מדידה ומיפוי – טכניון מר משה בן חמו

גם מקבץ של חלקות (עשרות עד מאות)



תתי חלקות

החלקות מחולקות לתתי חלקות.

תת חלקה היא דירה בבית המשותף, בבנייה רוויה

(גם דו משפחתי מוגדר כבית משותף ולכן יהיה תת חלקה).

גוש רישום – (במפ"י) - היום בישראל כ - 30 אלף גושים וכמיליון חלקות. רישום המקרקעין בישראל מנוהל ברמה של גושים, לכל גוש יש מפת גוש במפ"י המתארת את גבולותיו ואת החלוקה לחלקות - כמה חלקות וגבולות ושטח רשום בטאבו.

פנקס רישום – (בטאבו) בעבר ניהלו ספר רישום בטאבו, בו רושמים עבור כל גוש את העסקאות הנעשות בו. היום הפנקסים הללו ממוחשבים ומהם מפיקים נסח רישום. מדובר ב - 80 שנות קדסטר ועדיין במפ"י יש מפות גושים שמעדכנים לפי גושים וכך מזהים את החלקות.

מגרש - מצב זמני לפני הרישומים ולפני המודדים, הנכס רשום בתוך גוש ועדיין לא נעשה תהליך רישום, מגרש זו ישות תכנונית. כאשר זה ברמה התכנונית החדשה, התב"ע עוד לא בטאבו. חלקה היא ישות שרשומה בטאבו ולכן היא ישות משפטית. רק שתאושר במפ"י ותירשם בטאבו כל מגרש יהפוך לחלקה.

• **הכנת תכניות לצורכי רישום**

○ **מדידות הנדסיות וטופוגרפיות, בניהן :**

- מדידות לשם תכנון והקמת פרויקטים הנדסיים
- מדידת מיקום של פרטים בשטח ומדידת גבהים לתורך הפקת מפה מצבית ומפה טופוגרפית של השטח
- התוויה בשטח של פרטי תכניות
- חישוב נפל עבודות עפר
- בדיקת אנכיות של מבנים ושל פירים

○ **קרטוגרפיה תמוכת מחשב (מיפוי ממוחשב) –**

עריכה ושרטוט מפות באמצעות מחשב וציוד אוטומטי. המודד תמיד יפיק סוגי מפות ותוכניות ממוחשבות. כשמגשים תכנית תכנונית לאישור הוועדה המקומית במטרה לקבל אישורי בנייה, יש להציג מפה מצבית לפי החוק ואם השיפוע של השטח גדול מ-10% חייבים להציג גם מפה טופוגרפית. היום ציוד המדידה מתקדם וממוחשב וניתן לקבל את גובה נקודות השטח ורוב המפות שמפיקים הן טופוגרפיות וניתן לחשב בקלות את קווי הגובה. את קווי הגובה מציגים במרווח אנכי מסוים.

○ **פוטוגרמטריה וחישה מרחוק -**

מדידה על גבי תצלומי האויר - שימוש בתצלומי אויר והדמיות לוויין לצורכי מדידה ומיפוי. את התצלומים מעלים למחשב ועושים על גביהם את המיפוי ואת המדידה, במקום ללכת פיזית לשטח (צילומים ע"י מטוס). הצבא גם עושה שימוש בתצלומי אויר. במקומות שהגישה קשה והטופוגרפיה סבוכה כדאי להשתמש בתצלומי אויר.

○ מאגרי מידע גיאוגרפיים GIS-

ניהול ועדכון של בסיסי נתונים של התכסית והתשתית הקרקעית. בעבר המיפוי היה ידני, מפות נייר, כיום זה ממוחשב ונמצא במאגרי מידע. על מנת לאסוף נתוני מידע על מה שקיים בשטח ניתן להגיע למאגרים הללו. את המיפוי המדויק ניתן לארגן לפי נושאים, שכבות מידע. ניתן לראות את כל המיפויים של כל התשתיות במקום אחד ולעבוד עם זה. בכול עירייה גדולה יש מאגרים כאלו והמידע זמין באינטרנט. זה בסיס מידע אליו אספנו את כל המיפויים הממוחשבים והמערכות האלו מאפשרות לבצע תשאול מרחבי של המידע הזה. אפשר לראות את כל מוסדות החינוך, תאונות הדרכים ועוד. במפ"י מערכת מידע כזו לאומית שמתעדכנת אחת לשנתיים, ברמה של עיר יכולים להשיג מידע עדכני יותר.

○ גיאודזיה לווייט GPS-

טכנולוגיה צבאית, מדידות מדויקות המתבססות על לווייני GPS וזאת לשם הקמת רשתות בקרה ופיתות תשתיות בהיקף ארצי.

לסיכום : למקצוע הגיאודזיה השלכות על כל תחומי החיים בישראל (אזרחי וצבאי). הגיאודזיה נוטלת חלק בכל שלב של פרויקט אזרחי, החל בשלב התכנון המוקדם (הכנת מפות מצביות המתארות את המצב הקיים בשטח הפרויקט), דרך הביצוע (התווית התוכנית וביצוע מדידות ביקורת) וכלה בניהול השוטף, סוף הפרויקט (הכנת מפה מצבית המתארת את המצב בשטח לאחר סיום הפרויקט). הוכחה של מצב פרויקט בסוף התהליך – מפת MADE-AS

תקנות המודדים - פרק ד' - תקנות מיפוי טופוגרפי

מצגת 2- מיקום נקודה רשת בישראל

פלנימטריה- הגדרת מיקום של נקודה-

איך מגדירים מיקום של נקודה במרחב .

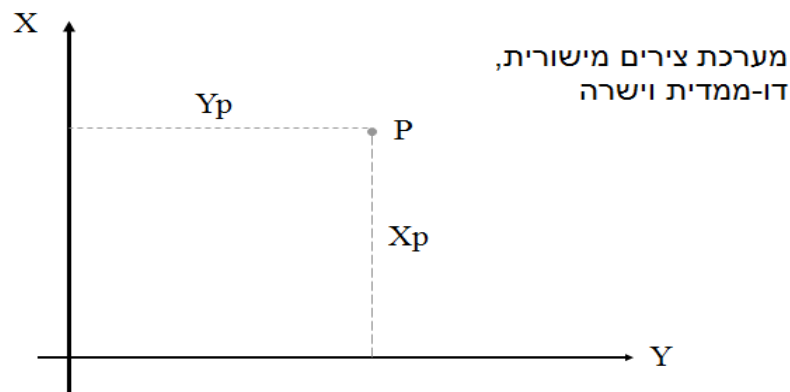
הגדרת מיקום נקודה נעשה באמצעות קואורדינטות במערכות צירים (X ו-Y) . מערכת צירים מישורית דו ממדית וישרה. מרחקים ניצבים ביחס לנקודת ה- 0. נקודת ה- 0 הינה וירטואלית ונמצאת בים.

point = P

H = גובה הנקודה

X,Y = מיקום במישור

הגדרת מיקום נקודה באמצעות קואורדינטות במערכת צירים.



Xp = 364150.54 מ'

עשרות
= מ"ס
דצימטרים

מ"ס

קואורדינטות

מרחקים אנכיים, מרחקים ניצבים מציר X ומציר Y. מרחקים, תמיד יהיו בעלי 6 ספרות לפני הנקודה העשרונית ושתי ספרות אחריה. הספרה הראשונה מבין השתיים מייצגת עשרות סנטימטרים והספרה השנייה מייצגת סנטימטר. הערכים בישראל תמיד חיוביים ביחידות של מטרים. לרוב נעבוד ברמת דיוק של סנטימטרים.

***רשת מקומית**

קורס מדידה ומיפוי – טכניון מר משה בן חמו

***מערכות קואורדינטות עולמיות:** UTM (הצבא עובד איתה הרבה), גיאוגרפית, מרחבית ישרה (גיאוצנטרית).

***רשת ארצית:** רשת ישראל רשת ישראל החדשה, רשת ישראל 2005 (בעלת GPS)

מערכות קואורדינטות – המיפוי היום הוא ממוחשב

מערכת קואורדינטות ארצית -

- **רשת ישראל** – מערכת הקואורדינטות הלאומית של ישראל מהווה בפועל "שפה משותפת" לאנשי המקצוע המלווים פרויקט הנדסי (שמאים, מתכננים, מודדים...) הוגדרה ע"י המנדט הבריטי – זו מימדית, מישורית, ישרה. ציר ה- X לכיוון הצפון הגיאוגרפי וציר ה- Y למזרח. קואורדינטות יהיו תמיד חיוביות ותמיד 6 ספרות. בכל נקודה ונקודה ניתן למדוד קואורדינטות ברשת ישראל. בשנות ה- 80 היה עניין לשפר את הדיוקים ובפועל הוגדרו הנקודות מחדש, הצליחו לשפר את הדיוק עד לרמה של סנטימטרים. מראשית הצירים נתקדם לצפון מרחק αx ואז נתקדם מזרחה מרחק αy על מנת להגיע לנקודה.
- **רשת ישראל החדשה, רשת ישראל 2005 (בעלת GPS)** – בשתייהן Y תתחיל בספרות 1-2 ו- X תתחיל בספרות 3-9. לדמות את ישראל כגבוהה ורזה. היום עובדים עם רשת ישראל 2005 ואין הבדל משמעותי בינה לבין רשת ישראל החדשה.
- ברשת ישראל החדשה עובדים עם היטל גלילי רוחבי ועם אלפסואיד 80GRS

רשת ישראל הישנה והחדשה



המרת נקודות מנקודות ישנות לחדשות ולהיפך-

נוסחאות לחישוב נקודה בהמרה מנקודה ישנה לנקודה חדשה:

נקודה צפונית למצפה רמון –

$$X_{\text{new}} = X_{\text{old}} + 500,000 + \Delta X$$

$$Y_{\text{new}} = Y_{\text{old}} + 50,000 + \Delta Y$$



נקודה דרומית למצפה רמון –

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$X_{\text{new}} = X_{\text{old}} - 500,000$$

$$Y_{\text{new}} = Y_{\text{old}} + 50,000$$



לשים לב שבחישוב Y תמיד נוסף 50,000 גם אם מדובר בנקודה צפונית למצפה וגם אם דרומית. החישובים מתבצעים ביחידות של מטרים, ה- DELTA זה חישוב חדש – תיקון של סנטימטרים. הפקטור הוא גדול כדי לזרוק את הפקטור לתחום ערכים שונה בכדי לזהות אם זה ישן או חדש. אם הדלתא לא מוזכרת אז נחשב כ- 0.

תרגיל 3 בחוברת הבחינות – ינואר 2003

לזכור ש- Y תתחיל בספרות 1-2 ו- X תתחיל בספרות 3-9. וכן הערכים תמיד יהיו חיוביים: מעל למצפה נוסף 500,000 ל- X, ומתחת למצפה נחסיר. ב- Y תמיד נוסף.

- נהריה (צפונית למצפה רמון) -

$$Y_{\text{old}} = 160,000$$

$$X_{\text{old}} = 268,000$$



$$Y_{\text{new}} = 160,000 + 50,000 = \underline{210,000}$$

$$X_{\text{new}} = 268,000 + 500,000 = \underline{768,000}$$

- תל אביב (צפונית למצפה רמון) -

$$Y_{\text{old}} = 130,000$$

$$X_{\text{old}} = 165,000$$



$$Y_{\text{new}} = 130,000 + 50,000 = \underline{180,000}$$

$$X_{\text{new}} = 165,000 + 500,000 = \underline{665,000}$$

- אילת (דרומית למצפה רמון) -

$$Y_{\text{old}} = 145,000$$

$$X_{\text{old}} = 884,000$$



$$Y_{\text{new}} = 145,000 + 50,000 = \underline{195,000}$$

$$X_{\text{new}} = 884,000 - 500,000 = \underline{384,000}$$

תרגיל 8 בחוברת הבחינות – יולי 2005

ה- X פסול – צריכות להיות 6 ספרות ולא 5

ה- Y פסול – מתחיל ב- 6 ולא ב- 1 או 2

לכן ערכים אלו פסולים, שגויים.

תרגיל 9 בחוברת הבחינות – יולי 2006

ישן לחדש -

$$X_{old} = 130,900$$

$$X_{new} = 130,900 + 500,000 = \underline{630,900}$$



$$Y_{old} = 130,900$$

$$Y_{new} = 130,900 + 50,000 = \underline{180,900}$$

$$X_{old} = 950,900$$

$$X_{new} = 950,900 - 500,000 = \underline{450,900}$$



$$Y_{old} = 150,900$$

$$Y_{new} = 150,900 + 50,000 = \underline{200,900}$$

נוסחאות לחישוב נקודה בהמרה מנקודה חדשה לנקודה ישנה:

כל התרגילים יהיו הפוכים.

לזכור שעדיין Y תתחיל בספרות 1-2 ו X תתחיל בספרות 9-3. וכן הערכים תמיד יהיו חיוביים: כעת

זה הפוך - מעל למצפה נחסיר 500,000 ל X, ומתחת למצפה נוסיף. ב-Y תמיד נחסיר.

נקודה צפונית למצפה רמון –

$$X_{new} = X_{old} - 500,000 + \Delta X$$

$$Y_{new} = Y_{old} + 50,000 + \Delta Y$$

נקודה דרומית למצפה רמון –

$$X_{new} = X_{old} + 500,000$$

$$Y_{new} = Y_{old} - 50,000$$

שאלה 3 ממבחן 5.1.2003 –

נתונים קואורדינטות במערכת ישנה ויש לתרגם לחדשה:

נהרייה:

$$X_{חדש} = 268000 + 500000 = 768000$$

$$Y_{חדש} = 160000 + 50000 = 210000$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

תל אביב:

$$X_{\text{חדש}} = 165000 + 500000 = 665000$$

$$Y_{\text{חדש}} = 130000 + 50000 = 180000$$

אילת (דרומית ממצפה רמון):

$$X_{\text{חדש}} = 88400 - 500000 = 384000$$

$$Y_{\text{חדש}} = 145000 + 50000 = 145000$$

תכונות – רשת ישראל החדשה:

1. קואורדינטה X – מספרה ראשונה תתחיל ב3 עד 9

2. קואורדינטה y – יתחיל ב1 או ב2

3. קואורדינטות X ו- Y בכל מקום בארץ תהיינה חיוביות

4. 6 ספרות לפני הנקודה העשרונית

שאלה 8 ממועד 28.7.2005

“הוגדרו קואורדינטות ברשת החדשה: $x=38756.00$, $y=645281.00$. האם קיים חשד שהנתונים

שגויים?” כן, מאחר ו Y אמור להתחיל ב- $1/2$ וב X זה 5 ספרות לפני הנקודה העשרונית ולא 6.

שאלה 9 מועד 17.7.2006

נתון y ישן ו X ישן וצריך לחשב את החדשים (לא נתון מיקום) - לץ בכול אופן נוסיף 50000 ולאיקס צריך לבחון אם להחסיר 500000 או להוסיף 500000 - נדע מה לעשות כי אם כשנחסיר נקבל מינוס זה לא תקין ואם כשנוסיף נקבל מעל מיליון זה לא תקין.

$$Y_{\text{old}} = 150,900 \quad y_{\text{new}} = 150900 + 50000 = 200900$$

$$X_{\text{old}} = 950000 \quad x_{\text{new}} = 950000 - 500000 = 450000$$

(אם היינו מוסיפים ולא מורידים היינו מקבלים מינוס).

בסעיף ב צריך ישן ולהפוך לחדש, ב y זה ברור ובאיקס

$$Y_{\text{new}} = 200700 \quad y_{\text{old}} = 200700 - 50000 = 150700$$

$$X_{\text{new}} = 760200 \quad x_{\text{old}} = 760200 - 500000 = 260000$$

מערכות קואורדינטות עולמיות

UTM – הרשת הכחולה – רשת צבאית

גיאוגרפית

מרחבית ישרה (גיאוצנטרית) - XYZ

רשת גיאוצנטרית XYZ

מערכת קואורדינטות כלל עולמית, מערכת קואורדינטות 3D תלת ממדית עולמית וישרה. מערכת עולמית מטריית.

מאפשרת הגדרת מיקום של אובייקטים על פני כדה"א ומחוצה לו.

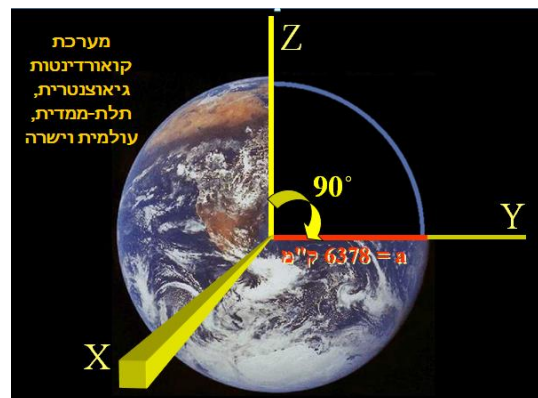
הנקודה הראשית של המערכת הזו היא במרכז כדה"א (גיאו – צנטר). ציר ה- X וציר ה- Y מוגדרים

על מישור המשווה כאשר ציר X הוא בכיוון המרידיאן של גרינצ'. ציר y הוא ב 90 מעלות והוא ניצב ל x בנקודת הראשית.

ציר Z מתלכד עם ציר הסיבוב של כדה"א ומתלכד עם הקטבים. באמצעותה ניתן להגדיר מיקום של

נקודות על הכדור ומחוצה לו (לווינים).

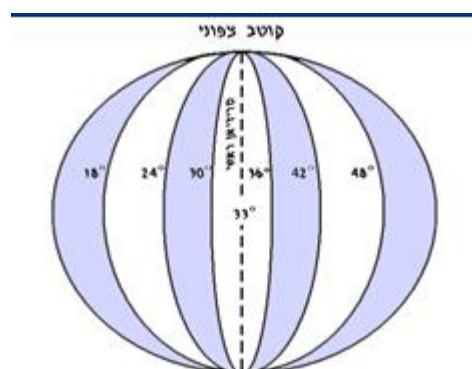
רשת עולמית ישרה = הצירים ניצבים זה לזה. הזוויות בצירים הם 90 מעלות.



לחיתכי האורך שבציר קוראים קו אורך /**מרידיאן**. קווים אלו פורסים את העולם לפלחים, מתחילים

מהקוטב הצפוני לקוטב הדרומי. יש קו אורך אחד כזה שעובר באנגליה, הוא קו ייחוס עולמי שנקרא

המרידיאן של גרינצ' – קו ייחוס עולמי שמוגדר ליד לונדון.



רשת קואורדינטות גיאוגרפית (פי-0, ולמדא-λ)

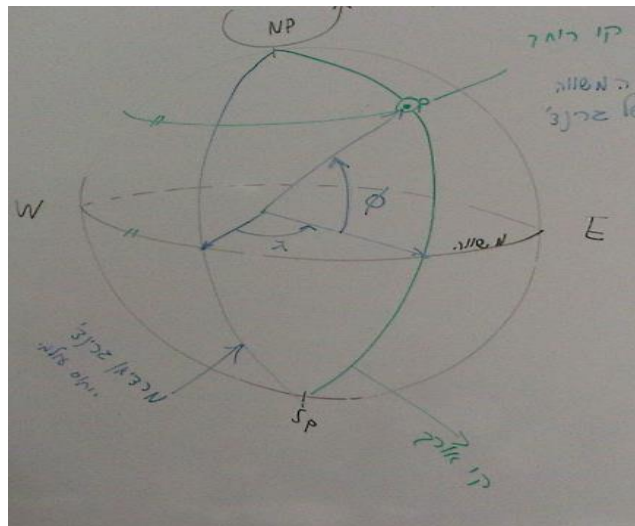
רשת כלל עולמית זוויתית המאפשרת הגדרת מיקום של נקודה ע"י שתי זוויות – זווית אורך וזווית רוחב.

מחפשים נקודה ספציפית, הנקודה ממוקמת בחיבור של קו אורך וקו רוחב - מעבירים קו אורך לאורך הכדור (מרידיאן) ומעבירים קו רוחב שמקביל לקו המשווה. החיתוך בין קו האורך לקו הרוחב מגדיר את המיקום של נקודה p .

איך מגדירים את קו האורך וקו הרוחב ?

נגדיר את קו האורך של נקודה p ונסמן זווית אורך המוגדרת על מישור המשווה שמגיעה ממרידיאן גרינצ' דרך נקודת הגיאו צנטר (נקודת המרכז של כדה"א) ועד למרידיאן של נקודה P שסימנו. זווית זו תיקרא למדא λ היא בין 0 מעלות (כשהיא בגרינצ') לבין 360 מעלות.

נסמן זווית נוספת, זווית רוחב המוגדרת ממישור המשווה לאורך המרידיאן של נקודה P . זווית זו זווית פי ϕ . זווית פי יכולה להיות בין אפס ל90 מעלות בחלק הצפוני של כדה"א ובין מינוס 90 מעלות לאפס מעלות בחלק הדרומי של כדה"א.



רשת עולמית XYZ היא תלת ממדית ומתאימה להגדרת מיקום של נקודה על פני כדה"א ומחוצה לו ואילו הרשת הנ"ל מתאימה להגדרת מיקום נקודה על הכדור בלבד.

רשת UTM (הרשת הכחולה)

חזרה על רשת ישראל – היטל גיאודטי – מעבר מהכדור למישור המפה. מעבר ממשטח עגול למישור כרוך באיזשהם עיוותים (כמו קליפת קלמנטינה), השאיפה היא לצמצם את העיוותים ולשלוט בהם. משוואות מיפוי המאפשרות מעבר למישור המפה, במעבר מהכדור למישור וחישוב עיוותים אלה.

היטל גלילי רוחבי – (כמו גליל שוכב) – היטל שבו השתמשו הבריטים במדינת ישראל כמדינה צרה וארוכה, וחשבו כי היטל גלילי הוא המתאים ביותר בשל צורתה, כך ייווצרו עיוותים אך יחסית מועטים, המרידיאן המרכזי יחצה את המדינה באמצע. על מנת לעבור מכדה"א למישור משתמשים בהיטל קרטוגרפי, במרידיאן, קו האורך, החותך את המדינה לרוחבה באמצע הגליל, יש פחות עיוותים.

רשת UTM -

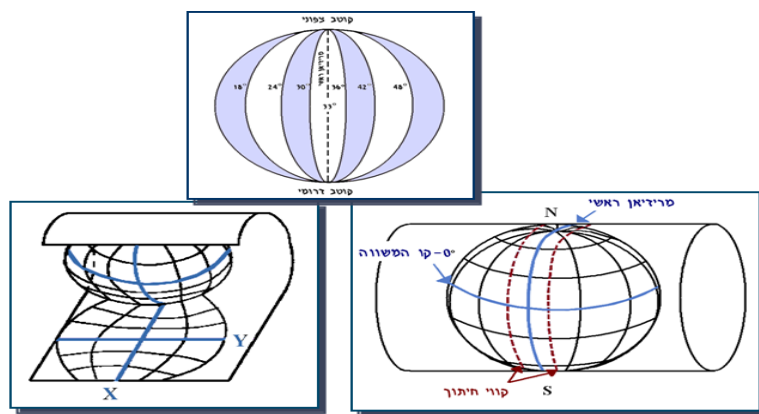
כינוייה – הרשת ה"כחולה", הרשת הצבאית. מדובר על מערכת קואורדינאטות מטריק, דו ממדית x ו- y ואינה כוללת את אזור הקטבים בדרום ובצפון כדה"א, משום שאינה מגיעה לכל קצוות העולם ולא עובדת באמת בכל האזורים במלואם אזי היא לא ממש מערכת עולמית היא בתחום של $+84$ מעלות למינוס 80 מעלות מבחינת פי.

גם ברשת העולמית UTM משתמשים בהיטל גלילי רוחבי מסוג **מרקטור** ב 60 פעימות. כלומר רשת זו מבוססת על היטל גלילי רוחבי כמו בישראל, בצורה של חלוקת העולם ל - 60 פלחים כשכל פלח ברוחב של 6 מעלות ($60 = 6 \times 6$ מעלות), הפרש הלמדות – 6 מעלות. בכל פלח כזה הוגדר מרידיאן שחצה אותו ל - 2 והוא המרידיאן המרכזי של הפלח. החלוקה הזו של העולם ל - 60 חלקים והגדרת שיטה לחישוב כל פלח והקואורדינאטות שלו תוך אפשרות לחבר הכול לרשת עולמית.

מדינת ישראל נופלת בתחום של 30 מעלות. הנקודה הראשית העולמית היא נקודת החיתוך של המרידיאן של גרינצ' (אופקי) עם קו המשווה

עובדים עם אליפסואיד מסוג WGS84

היטל UTM



מועד יולי 2011 שאלה 2

א - הגדר רשת ישראל החדשה, רשת UTM, מה המשותף ביניהן?

המשותף : היטל גלילי רוחבי מסוג מרקטור

רשת ישראל : רשת קואורדינאטות מישורית ישרת זווית, המבוססת על הטל גאודטי קסיני-סולדנר ועל אליפסואיד 80-CRS

רשת UTM : רשת קואורדינאטות גיאוגרפית עולמית (לא ישימה באזור הקטבים) המבוססת על היטל גאודטי מרקטור רוחבי ועל אליפסואיד WGS 84 כשהעולם מחולק לסדרה של 60 אזורים כשכל פלח ברוחב של 6°, מישורית, דו מימדית .

ברשת ישראל הישנה השימוש הוא בהיטל גלילי רוחבי מסוג קסיני סולדנר כיום עובדים ברשת ישראל 2005 = רשת ישראל החדשה. בפועל יש תיקונים קלים בערכי קואורדינאטות של נקודות הבקרה. קואורדינאטות X ו-Y ברשת ישראל הישנה / חדשה תמיד יהיו חיוביות ובנות 6 ספרות לפני הנקודה העשרונית. מעבר מרשת ישראל החדשה לישנה ולהפך יהיה לפי הנוסחאות :

$$y_{new} = y_{old} + 50,000 + \Delta y, x_{new} = x_{old} + 500,000 + \Delta x$$

ב – השכבות השונות מהן מורכבת מערכת ממ"ג :

שכבה 0- בקרה גיאודטית, חלוקה מנהלית וקדסטריט

שכבה 1- דרכים ותחבורה

שכבה 2- תשתית

שכבה 3- הידרולוגיה קווית (נחלים)

שכבה 4- הידרולוגיה פוליגונית (אגמים, בריכות מים)

שכבה 5- טופולוגיה (קווי גובה ונקודות גובה)

גופי ייחוס של כדור הארץ –

גוף ייחוס אמור לבטא את הצורה של כדור הארץ בצורה הטובה ביותר. צורת כדור הארץ אינה סימטרית ולא אחידה. כדור הארץ פחוס מצפון ודרום, סוג של אליפסה שוכבת ויש לו סטיות. במיפוי של אזורים גדולים יש להגדיר גוף ייחוס מתמטי שקרוב לצורת כדור הארץ. כמוודד יש להתייחס לשטח כאל מישור.

היטל גיאודטי-

שיטת מעבר מפני האליפסואיד על פני מערכת ישרת זווית במישור. במעבר בין הכדור למישור תמיד יהיו עיוותים, ואנחנו רוצים לבחון אותם ולצמצם אותם. עושים זאת ע"י היטל – מערכת משוואות מיפוי תלוי גוף ייחוס ותלוי היטל, בישראל עובדים עם גוף ייחוס אלפסואיד וההיטל הגיאודטי שהבריטים בחרו לישראל הינו היטל מסוג גלילי רוחבי (שוכב) שבתוכו כדור הארץ ויש נקודות השקה – ככול שמתרחקים מנקודת ההשקה שמשליחים אותם על המישור יהיה ביניהם עוות. דאגו שקו ההשקה הזה יחצה את ישראל לאורכה, ובגלל שישראל צרה וארוכה יש יחסית עיוותים קלים. כל מדינה בוחרת לעצמה את גוף הייחוס וההיטל שמתאימים לה. בתקופת המנדט עבדו עם היטל לקסיני זונדר וכעת עובדים עם היטל מרקטור רוחבי ברשת ישראל החדשה

ברשת ישראל "הישנה" עבדו עם היטל גלילי רוחבי מסוג קסיני - סולנדר
ברשת ישראל "החדשה" וברשת ישראל 2005 גם עובדים עם היטל גלילי רוחבי אך מסוג שונה- מרקטור רוחבי TRANSFER MERKATOR-TM. היטל זה נחשב מדויק יותר מהיטל קסיני. זהו גם ההיטל של UTM המערכת העולמית.

מקובל להגדיר לכדור הארץ מספר גופי ייחוס כמפורט להלן:

• אליפסואיד הסיבוב –

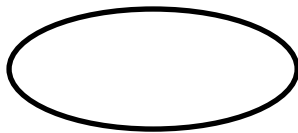
כאמור צורת החתך של כדור הארץ קרובה מאוד לצורת אליפסה. אליפסואיד מתקבל כתוצאה מסיבוב אליפסה רוחבית (שוכבת). זהו בעצם גוף ייחוס מתמטי שבעיקר עובדים איתו ברשת ישראל, ב GPS. בפועל עובדים עם גוף שנקרא אליפסואיד הסיבוב. מפ"י בחר באלפסואיד המתאים לנו על מנת להגיע לרמת דיוק מסוימת.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

צורת כדה"א קרובה מאוד לכדור שרדיוסו 6371 ק"מ. פחוס בכיוון צפון-דרום והחתך שלו קרוב ל אליפסה. הוא לא סימטרי בצורה שלו, יש בליטות ושקעים בצורת כדה"א. ההרים בולטים מהכדור עד כ- 1/720 מרדיוס כדה"א.

כדור ו אליפסואיד = גופי יחוס בעלי משמעות גיאומטרית, קרובים בצורה לצורת כדה"א. יש סוגים שונים של אליפסואידים. האליפסואידים השונים נבדלים במידתם וברמת דיוקם (קרבתם לצורת כדה"א) לכל מדינה מתאים גוף ייחוס אחר, הגדרות הנכונות לאזור המסוים.

את האליפסואידים השונים ניתן להגדיר על ידי הפרמטרים הבאים:



אורך הציר הגדול

b = אורך הציר הקטן

f = פיחוס

כאשר: $f = (a-b)/a$ ההפרש בין הצירים לציר הגדול

צורת כדור –

ביישומים בהם רמת הדיוק הנדרשת הינה נמוכה ניתן להתייחס לכדור הארץ כאל כדור.

מישור –

במדידה ומיפוי של תאי שטח קטנים (בטווחים הקטנים מ – 10-7 ק"מ. ניתן להתעלם מעקמומיות כדור הארץ ולהתייחס לשטח כאל מישור מעל 10 ק"מ צריך להתחשב בעקמומיות כדה"א.

שלושת גופי הייחוס הנ"ל מהווים גופי ייחוס מתמטיים.

הם מגדירים גופי ייחוס ולכן לא ניתן להגדיר משוואות מיפוי שנכונות לכל מקום בעולם.

גיאואיד –

משמש בעיקר לצורכי מחקר. הוא משטח שווה פוטנציאל המתקבל ממדידת מפלס פני הים בכל העולם גוף ייחוס זה הוא פיזיקאי ולא משמש לצרכים או יישומים יומיומיים. גוף ייחוס בעל משמעות פיזית (משטח שווה פוטנציאל)

כל מדינה מתקדמת בעולם מבצעת מדידה של מפלס פני הים בשטחה ע"י מכשירים **מראוגרף** - מד מפלס פני הים, מכשירים ממוחשבים שיוצרים מעקב בכל רגע נתון על מפלס פני הים. ממדינות פני הים ניתן לדעת אם השתנה המפלס, מה הממוצע, האם השתנה במהלך השנים. הגיאואיד הוא גוף ייחוס המתקבל מהמדידות של מפלס פני הים, יש לו משמעות פיזיקלית.

משטח שווה פוטנציאל = משטח פני המים הבינוניים הגיאואיד הוא לא בעל צורה סימטרית, בא מתוך מדידה אמיתית של מפלס פני הים ולכן לא מתמטי וזה החיסרון שלו. הוא מדויק כי יש לו חלקים גדולים שהם מדידה אמיתית, הוא בעיקר למחקרים ולא ליישומים כמו GPS.

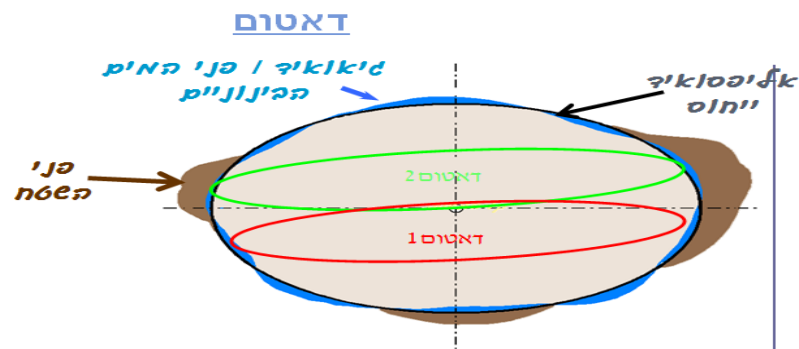
האליפסואיד הוא גוף מתמטי, מאפשר קשר מתמטי ישים בין תצפיות לקואורדינטות הגיאואיד הוא פיסקלי, לא ניתן להגדרה מתמטית "כלל-עולמית" ניתן להתאים אליפסואיד לגיאואיד, כך שההפרשים ביניהם לא יעלו על 150 מ' = "גליות"

גליות – ההפרש בין הגיאואיד לאליפסואיד (עד 150 מטר). מפ"י יצרו מודל הגליות החוקי/מדויק של ישראל - מפ"י מנסים להגדיר את הגיאואיד ואת הגליות. על מנת לעודד מודד לעבוד עם GPS מפ"י חייב

קורס מדידה ומיפוי – טכניון מר משה בן חמו

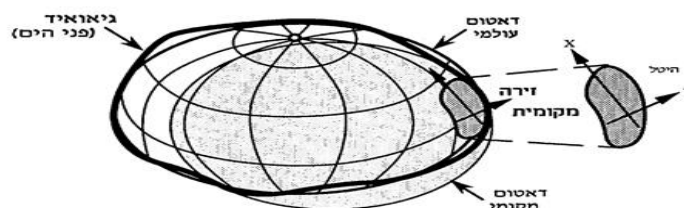
לבנות מודל גליות מדויק, שיאפשר למודד לקבל תיקון לגובה שמודד עם GPS על מנת לקבל גובה מדויק (כי GPS עובד עם מודל אליפסואידי שלא מתאים דווקא לכל המדינות). לכן מפיי פתחו מודל בשם **מודל גליות סטטורי של ישראל**.

דאטום – הגדרת מימדיו וצורתו של האליפסואיד אשר מתקבל כתוצאה מסיבוב אליפסה רוחבית והגדרת מיקומו ביחס לגיאואיד שהוא משטח שווה פוטנציאל המתקבל **ממדידת מפלס פני הים**. הגדרת כמה דברים לטובת מיפוי ישראל : גוף יחוס מתמטי (אליפסואיד) וסוג ההיטל הגיאודטי (היטל גלילי רוחבי)

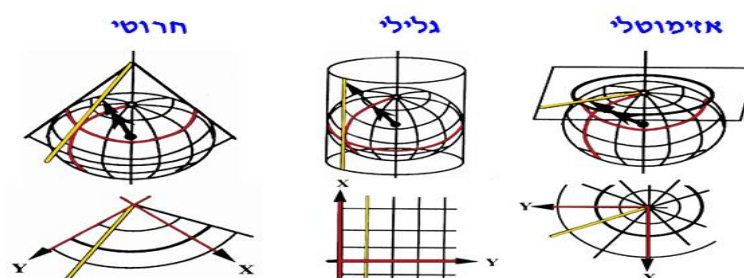


דאטום

מכלול הפרמטרים המגדירים ומעגנים את האליפסואיד ביחס לכדור"א



היטלים גיאומטריים ופרישתם



מועד פברואר 2010 שאלה 1 - הגדרות

אלפסואיד - משטח ייחוס גיאומטרי של כדה"א שנוצר מסיבוב של אליפסה, סביב צירה הקטן
גאואיד - משטח שווה פוטנציאל העובר בגובה שהוגדר כגובה הממוצע של פני הים
גובה אורתומטרי - גובה שהוגדר ביחס לפני הגאואיד

יולי 2010 שאלה 1

א. הגדר גאואיד ואליפסואיד והסבר מדוע רוב החישובים נעשים על בסיס אלפסואיד - רוב החישובים נעשים על בסיס אלפסואיד ולא גאואיד מאחר ואלפסואיד הוא גוף ייחוס מתמטי בניגוד לגאואיד. **מהי רשת הבקרה האופקית** – מערכת של אלפי נקודות בקרה אופקיות בפריסה עצמית. נקודות הבקרה האופקיות מסווגות ל-7 דרגות דיוק. נק' בקרה אופקיות שנמדדו בשיטת הטריאנגולציה, הטרילטריציה, עם GPS, צלעונים.

על איזה אלפסואיד ועל איזה היטל גאודטי מבוססת רשת ישראל ורשת ישראל החדשה? רשת ישראל-היטל קסיני סולנדר (גלילי רוחבי), אליפסואיד clarc1880.

רשת ישראל החדשה- היטל מרקטור רוחבי TM (גלילי רוחבי), אלפסואיד GRS80
למה עברו לרשת ישראל החדשה? בשנות ה-80 החליטו במפ"י לעבור לרשת ישראל החדשה מאחר והרשת הישנה נמדדה לפי הבריטים באזור המיושב והרחיבו למעשה את המיפוי. היו פה מדידות במקטעים והתבססו על הטכנולוגיה הקיימת. בשנות ה-80 הגיעו המכשירים המתקדמים (תחנה כוללת, GPS) והיה עניין לשפר את הדיוקים של נקודות הבקרה האופקיות ולעשות תיאום ברמה ארצית על מנת לקבל דיוקים גבוהים יותר. ברשת ישראל 2005 בה משתמשים היום השיגו עוד שיפורים קטנים, משתמשים בעיקר ב-GPS.

תקנות המודדים – פרק ג' – רשת בקרה אופקית ואנכית

רשת בקרה אופקית -

תקנה 5 מגדירה –

רשת בקרה היררכית המחולקת ל-7 דרגות דיוק, כאשר 1- המדויקת ביותר ו-7 – הכי פחות מדויקת. (דרגות 1-3 הן דרגות בסיס) המנהל הוא מנכ"ל מפ"י.

מדוע היא היררכית?

מכיוון שאם מודדים נק' בקרה חדשה על בסיס נק' אחרת היא תמיד תהיה תחתיה בהיררכיה כך שאם אמדוד נק' חדשה בהסתמך על רמת דיוק 6 אז זו שאמדוד תהיה ברמת דיוק 7. לפי תקנה 5(ד) - לא ניתן להתבסס על נקודה מדרגת דיוק 7 היא כבר לא מספיק מדויקת. לא קיימות נקודות ברמת דיוק 8.

באיזו שיטה אפשר למדוד כל נקודה?

נקודות בדרגות 1-3 (דיוק גבוהה) - ימדדו ע"י גיאודזיה לוויינית בלבד (GPS).
נקודות 4-7 (דיוק פחות גבוה) – ימדדו ע"י GPS או בשיטות מדידה אחרות.

3 שיטות מדידה אחרות :

שיטת מדידה קוטבית- אזימוט ומרחק (למדוד מרחק ואזימוט ע"י חצובה מנקודה קוטבית ואז מודדים לפי $xp1 = XA + L1 * \cos(AZAP1)$).

מדידה פוטוגרמטרית- מדידה מצילומי אוויר (טוב למיפוי שטח גדול או שטח שאינו נגיש טופוגרפית)
שיטת המשיחה/רץ וניצב (השיטה האורתוגונאלית) – מדידת פרטים בשטח באמצעות סרטי מדידה (כמעט ולא שמישה היום אבל רוב הגושים והחלקות בארץ נמדדו לפני 40 שנה ע"י השיטה הזאת).
יש הרבה חוסר דיוק במדידות שנעשו בעבר, ואם אנחנו מסתמכים במדידה על נקודות אחרות שיש בהן הרבה חוסר דיוק, רמת הדיוק תהיה נמוכה יותר מאשר אם נתעלם מהמדידות הישנות ונמדוד לפי GPS.

מי יכול למדוד?

נקודות בקרה בדרגות 1-2 - התכנון, המדידה והחישוב שלהם יבוצע רק ע"י מפ"י.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

נקודות בקרה בדרגות 3-7 - התכנון, המדידה והחישוב שלהם יתבצע ע"י מפ"י או מודד אחר לפי הנחיות מנכ"ל מפ"י.

שיטת המדידה והגורם המודד משפיעים על דיוק המדידה.

רשת בקרה אנכית –

תקנה 7 – מגדירה –

רשת בקרה היררכית המחולקת ל - 5 דרגות דיוק, כאשר 1- המדויקת ביותר ו- 5 – הכי פחות מדויקת.

באיזו שיטה אפשר למדוד כל נקודה?

נקודה בדרגה 1 ימדדו באיזון גיאומטרי מדויק בלבד (הנדסי – מאזנת)
נקודות בדרגה 2-3 ימדדו באיזון גיאומטרי או באיזון טריגונומטרי (זוויות גובה ואופקיות)
נקודות מדרגה 4-5 ימדדו באיזון גיאומטרי או באיזון טריגונומטרי או עם GPS (ה-GPS חלש במציאת גבהים וחזק במציאת מיקום X, Y).

מי יכול למדוד?

נקודות בקרה בדרגות 1-2 - התכנון, המדידה והחישוב שלהם יבוצע רק ע"י מפ"י.
נקודות בקרה בדרגות 3-5 - התכנון, המדידה והחישוב שלהם יתבצע ע"י מפ"י או מודד אחר לפי הנחיות מנכ"ל מפ"י.

נקודות בקרה -

3 קבוצות של נקודות בקרה:

❖ **נקודות בקרה אופקיות-**

שיוועים את ה X וה- Y שלה (y, x) - נקודות אלו מגדירות את רשת הבקרה האופקית בישראל.

❖ **נקודות בקרה אנכיות-**

שיווע הגובה שלהן (H) - נקודות אלו מגדירות את רשת הבקרה האנכית בישראל.

❖ **נקודות בקרה תלת ממדיות-**

שיוועים גם את ה X וה- Y שלה וגם את הגובה שלה (H, Y, X)

בנג"ל – רשת במפ"י - בסיס נתונים גיאודטי לאומי - מאגר ממוחשב של נקודות הבקרה בישראל. בסיס הנתונים הזה כל הזמן מתרחב. ניתן לרכוש את הנתונים של הנקודות האלו בכמה שקלים, המודד יכול להשתמש בנתונים, להכניס את הקואורדינטות ולהגיע לנקודה בשטח.

שתי עבודות מדידה שהמודד מחויב לדווח ולהגיש לאישור מפ"י :

1. תכניות לצרכי רישום בטאבו (כי יש לה משמעות על זכויות הקניין)
2. מיפוי טופוגרפי בהיקף גדול (מוגדר בתקנות)

נתונים שניתן לקבל ממפ"י עבור נקודת בקרה (מכל סוג):

1. שם/מספר הנקודה
2. רמת הסיווג/דיוק (7 רמות דיוק בנקודות אופקיות ו5 באנכיות)
3. כתובת
4. תיאור/סימון (בשנים האחרונות צילום דיגיטלי כסטנדרט)

5. קואורדינאטות – אם הנקודה היא נקודת בקרה אופקית נקבל עבורה x, y ובד"כ גם את H אבל ברמת דיוק נמוכה. אם זו נקודת בקרה אנכית נקבל את ה H ברמת דיוק גבוהה אבל את x, y ברמת דיוק נמוכה.

שאלה 3 א' מועד פברואר 2012 -

(א) תקנה 5 עוסקת בשיטות מדידה של נקודות בקרה אופקיות – גיאודזיה לווינית GPS וגיאודזיה מסורתית – תחנה כוללת ושיטת המשיחה

שאלה 7 מועד יולי 2008 –

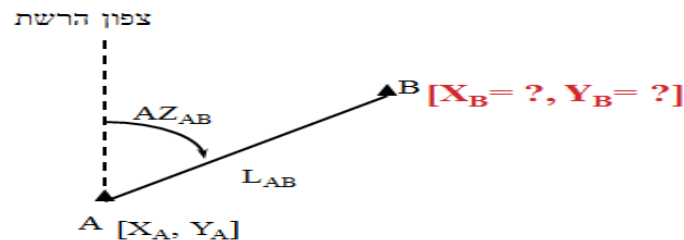
רשת הבקרה האופקית מחולקת ל – 7 דרגות
איזון גיאומטרי (הנדסי)
איזון טריגונומטרי
GPS

הבעיה הגיאודטית ההפוכה –

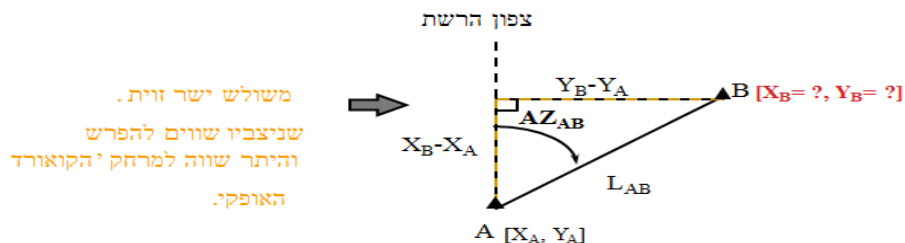
מציאת הקואורדינאטות של נקודה B:

הקואורדינאטות של נקודת בקרה A, אזימוט מדוד AZ_{AB} ו LAB נתונים וצריך למצוא את ערכי X_B ו Y_B (הקואורדינאטות של נקודה B).

נתון: הקואורדינאטות של הנקודה A, המרחק האופקי והאזימוט של הקו.
דרוש: לחשב את קואורדינאטות נקודה B.



פתרון הבעיה הגיאודטית ההפוכה



למציאת קואורדינאטות של B -

$$X_B = X_A + L_{AB} * \cos\{AZ_{AB}\}$$

$$Y_B = Y_A + L_{AB} \cdot \sin[AZ_{AB}]$$

פתרון הבעיה הגיאודטית הישרה (מתוך מצגת שקפי מדידה 1-120)

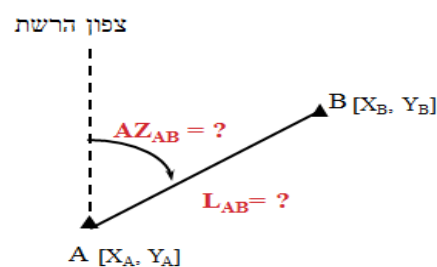
מציאת : 1. אזימוט 2. ערכי המשולש 3. מרחק אופקי.

- **אזימוט -** אזימוט של קו (AZ) הוא זווית המגדירה כיוון של קו ביחס לצפון. אנחנו רוצים לדעת מה הכיוון ומה המרחק בין A ל-B. זווית מהצפון עם כיוון השעון עד הקו שאנו מודדים. הצפון הוא תמיד ה-X. יוצא מ-A לכיוון צפון (למעלה) ואז עם כיוון השעון. אזימוט תמיד חיובי, בין 0 ל-360 מעלות.

למציאת האזימוט - נוסחה -

$$AZ_{AB} = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{y_b - y_a}{x_b - x_a}\right)$$

פתרון המרחק האופקי והאזימוט שבין שתי נקודות ידועות.



במחשבון - לחישוב האזימוט נרשום את הנוסחה בדיוק כך –

$$AZ_{AB} = \text{SHIFTTAN}(((Y_B - Y_A)) / ((X_B - X_A)))$$

אבל נחשב לפי POL - $\text{POL}((X_B - X_A), (Y_B - Y_A)) = \text{RCL ALPHA TAN}$

תמיד כי הנוסחה עובדת רק אם הקו ברביע הראשון. אם אזימוט ב-POL יוצא שלילי, צריך להוסיף 360 מעלות.

- **ערכי המשולש**

נוצר למעשה משולש ישר זווית וניתן למצוא את ערכי הניצבים.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

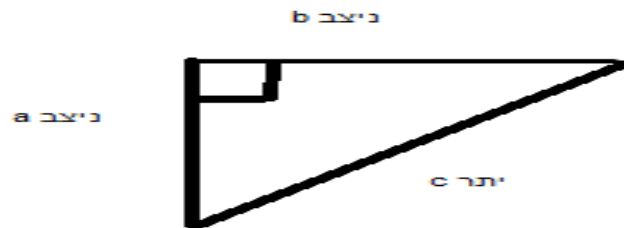
למציאת ערכי הניצבים והיתר -

רק במשולש ישר זווית. לפי משפט פיתגורס סכום הריבועים של שני הניצבים נותן את היתר
 בחזקת 2.
 כלומר:

$$a^2 + b^2 = c^2$$

ומכאן ש:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$



$$\frac{xb - xa}{lab} - A/C = \cos = \text{הניצב ליד הזווית / היתר}$$

$$\frac{yb - ya}{lab} - B/C = \sin = \text{הניצב על הזווית / היתר}$$

$$\frac{yb - ya}{xb - xa} - B/A = \tan = \text{הניצב על הזווית / הניצב ליד הזווית}$$

• **המרחק האופקי בין שתי הנקודות – LAB –**

מרחק אווירי בין נקודות, מרחק זה אינו תלוי בגובה הנקודות המרחק האופקי תלוי במיקום במישור. לעומת זאת **מרחק משופע** כן לוקח בחשבון טופוגרפיה ולכן גדול יותר, אם הנקודות על מישור המרחק המשופע יהיה שווה לאופקי.

חישוב על בסיס קואורדינטות X ו-Y

למציאת LAB – הנוסחה –

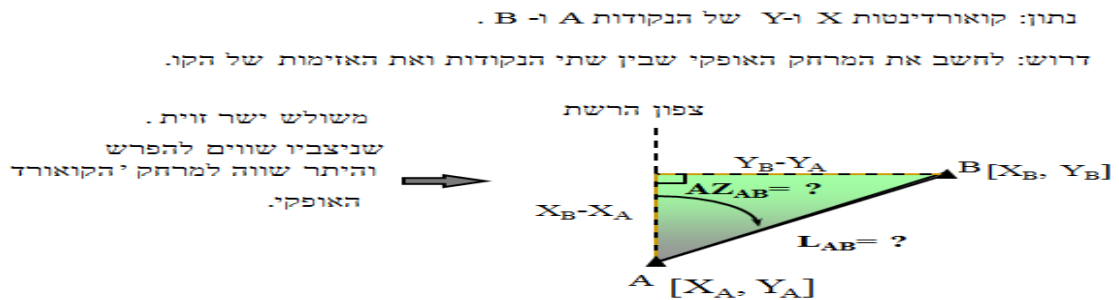
יוצרים למעשה משולש ישר זווית ומחשבים את המרחק לפי מש' פיתגורס:

$$(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2 = Lab^2$$

ומכאן ש

$$LAB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2}$$

פתרון הבעיה הגיאודטית הישרה



פתרון הבעיה הגיאודטית הישרה

חישוב המרחק האופקי לפי משפט פיתגורס:

$$L_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

חישוב האזימות של הקו באמצעות פונקציה TAN:

$$\text{TAN}(AZ_{AB}) = (Y_B - Y_A) / (X_B - X_A)$$

$$AZ_{AB} = \text{INVTAN}[(Y_B - Y_A) / (X_B - X_A)]$$

Total-station - מכשיר ממוחשב מתקדם המאפשר מדידה של מרחקים וזוויות, נקרא גם "תחנה כוללת". בעבר עבדו עם תאודליט- מכשיר למדידת זוויות בלבד, ועם דיסטומאט – מכשיר למדידת מרחקים אלקטרוני- עכשיו יש מכשיר שעושה את שניהם.

היקף חלקה = סכום המרחקים האופקיים, סכום אורכי כל הצלעות, כאשר כל מרחק יחושב לפי הנוסחה הנ"ל. הנוסחה נכונה כל הזמן ומשתמשים בה אוטומטית בלי צורך ליצור משולש ישר זווית. היקף החלקה נותן לנו היקף אווירי, אופקי, בפועל צריך לחשב גם היקף משופע (אם במבחן רוצים שנחשב את אורך הגדר/הכביש- נחשב את המרחקים המשופעים ונסכם אותם). כלומר, **אורך גדר/צינור/כביש- סכום המרחקים המשופעים**.

תרגיל :

נתון: קואורדינטות לנקודות a ו-b :

$$Xa=324175.20$$

$$ya=175120.60$$

$$xb=316192.17$$

$$yb=193110.50$$

דרוש :

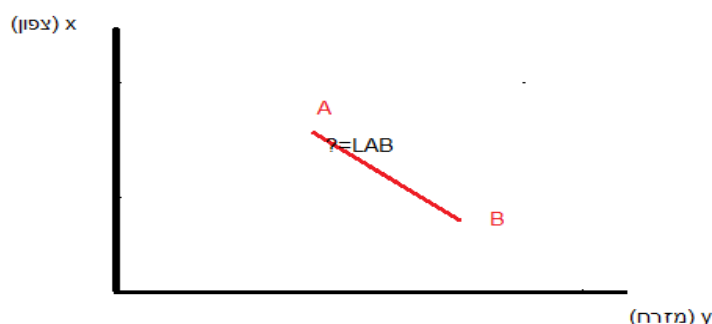
לחשב את המרחק האופקי בין הנקודות A ו-B.

במחשבון חשוב לזכור אחרי השורש לשים סוגריים ובתוכם את הסוגריים פלוס הסוגריים על מנת שלא יחושב שורש רק על האיבר הראשון :

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$LAB = \sqrt{((XB - XA)^2 + (YB - YA)^2)}$$

ראשית, נמקם את נקודות A ו B במערכת הצירים:



יש כפתור במחשבון בשם **Pol** שמחשב אוטומטית פיתגורס.

לוחצים עליו ומזינים קודם את ה X – ואח"כ את ה Y – כך - את הפרש הXים, פסיק, ואז הפרש העים והוא נותן את ה LAB האופקי. כלומר:

$$Pol(-7983.03, 17989.9)$$

אפשר גם להזין בסוגרים את הפתרון של ההפרשים או לשים סוגריים פנימיים שיחשב את ההפרשים. כשעובדים עם pol תמיד להזין את הפרשי האיקסים בהתחלה.

חוברת תרגילי חזרה – תרגיל 1 א (עמוד 1)

תרגול חישוב LAB כאשר נתונות קואורדינאטות של 2 הנקודות.

תרגיל 6 א (תרגיל 4)

חישוב היקף משולש ע"י חישוב סכום המרחקים האופקיים. את ההיקף נסמן באות p , $p = LAB + LBC$, LCA כאשר :

$$LBC = \sqrt{((XC - XB)^2 + (YC - YB)^2)}, LAB = \sqrt{((XB - XA)^2 + (YB - YA)^2)}$$

$$LCA = \sqrt{((XA - XC)^2 + (YA - YC)^2)}$$

וכמובן ניתן לחשב לפי pol אבל במבחן לרשום את הנוסחאות ולהציב את המספרים. P שווה לסכום המרחקים כלומר: $p = 134.3 + 130.33 + 177.35 = 441.9$.

תרגיל :

נתון : A(175200, 361850) , B(362400, 176300)

יש לחשב את המרחק בין הנקודות .

לשים לב שמבחינת המיקומים הימני הוא האיקס והשמאלי ה Y (לפי התכונות של רשת ישראל החדשה)

$$LAB = \sqrt{((XB - XA)^2 + (YB - YA)^2)}$$

נחשב LAB אופקי לפי

מרחק משופע –

קורס מדידה ומיפוי – טכניון מר משה בן חמו

מרחק משופע הוא מרחק מרחבי (אמיתי שתלוי בגובה הנקודה. המרחק המשופע שווה לשורש המרחק האופקי בחזקת 2 + הצלע השלישית בחזקת 2.
מרחק משופע בד"כ יהיה גדול ממרחק אופקי או שווה כשמדובר בשיפוע בגובה 0. ניתן להציב את הנוסחה של מרחב אופקי בתוך הנוסחה של המרחק המשופע.

$$LAB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2} + (HB - HA)$$

זווית השיפוע –

היחס שבין הפרש הגובה לבין המרחק בין הנקודות. יכולה להיות חיובית ויכולה להיות שלילית.
ניקח את גובה נקודה A (HA) וגובה נקודה B (HB) נפחית ונבדוק מה הפרש הגבהים.
בכדי לחשב את הזווית נחשב את ה – SHIFTTANGENS של הפרש הגבהים חלקי המרחק האופקי.

שיפוע הזווית באחוזים –

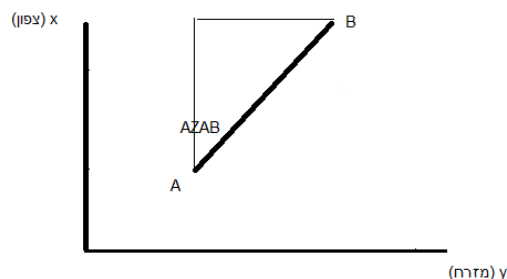
היחס בין הפרשי הגבהים לעומת המרחק האופקי בין הנקודות מבטא את השיפוע. אם נכפיל את היחס הזה ב – 100 נקבל את השיפוע באחוזים.
בשאלה יכול להיות נתון כי השיפוע בין שתי נקודות הוא 8%, נצטרך לחשב למה שווה זווית השיפוע במעלות.
בכדי להמיר שיפוע מאחוז לשיפוע במעלות עליי לחשב ב – SHIFTTANGENS את אחוז השיפוע (8) ולחלק אותו ב – 100.
בכדי להמיר שיפוע ממעלות לשיפוע באחוז נשתמש ב TANGENS נציב את הזווית במעלות ונכפיל ב – 100.

אזימוט

שיטות לחישוב אזימוט –

1. הדרך הסטנדרטית –

חישוב אזימוט של קו – זווית המגדירה את הכיוון של הקו ביחס לצפון = הזווית מהצפון עם כיוון השעון עד הקו, שתמיד תהיה בין ס ל- 360 מעלות. על מנת לבנות את האזימוט נעלה קו כלפי צפון, וזו הזווית שבינו לבין הקו, וניצור מעין משולש ישר זווית



$$AZAB = \text{SHIFTTAN} \left(\frac{yb - ya}{xb - xa} \right)$$

ניתן להשתמש ב pol על מנת לחשב את האזימוט –

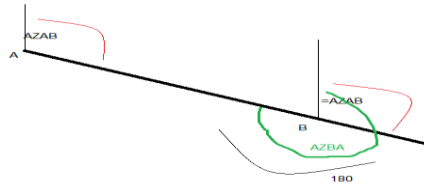
$$pol(xb-xa,yb-ya)=RCL \text{ ALPHA } TAN$$

חישוב אזימוט חוזר – הפוך – לכל קו ניתן להגדיר 2 אזימוטים :

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

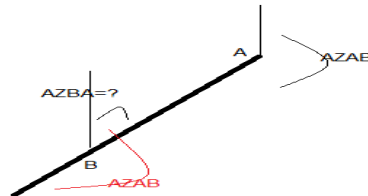
- אזימוט רגיל - יוצא מנקודה A לנקודה B מהצפון עם כיוון השעון
 - אזימוט חוזר (הפוך) - יוצא מנקודה B לכיוון A (גם הוא עם כיוון השעון).
1. **כאשר האזימוט הנתון קטן מ- 180 מעלות** - כמו AZAB ו-AZBA, האזימוט הנתון קטן מ 180 מעלות ולכן בכדי לחשב את האזימוט החוזר צריך להוסיף 180 מעלות כך -

$$\text{חוזר AZBA} = \text{AZAB} + 180^\circ$$



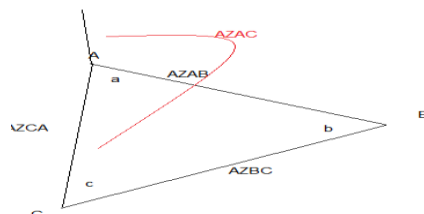
2. **כאשר האזימוט הנתון גדול מ- 180 מעלות** - זהו מקרה אחר, בו האזימוט הנתון גדול מ 180 מעלות ולכן בכדי לחשב את האזימוט החוזר צריך להחסיר 180 מעלות כך -

$$\text{חוזר AZBA} = \text{AZAB} - 180^\circ$$



תרגול :

- חשבו אזימוט חוזר לכל אחד מהאזימוטים הבאים :
 - $179^\circ 59' 30''$: בגלל שפחות מ 180, צריך להוסיף לזה 180 מעלות = $359^\circ 59' 30''$.
 - $245^\circ 10' 15''$: בגלל שיותר מ 180, צריך להחסיר 180 מעלות = $65^\circ 10' 25''$.
 - $36^\circ 12' 48''$: נוסף 180 מעלות ונקבל - $216^\circ 12' 48''$.
 - נתון משולש עם 3 אזימוטים ויש למצוא את הזוויות הפנימיות בתוך המשולש.
- $\text{AZAB} = 112^\circ 17' 42'', \text{AZBC} = 247^\circ 15' 22'', \text{AZCA} = 33^\circ 10' 10''$



2. חישוב של אזימוט ע"י חישוב מעבר של אזימוטים מקו לקו -

אזימוט של קו שווה לאזימוט של הקו שלפניו בחיבור הזווית שבניהן פחות 180 מעלות.

$$\text{AZBC} = \text{AZAB} + \beta - 180^\circ$$

מהי הזווית שבניהן? הזווית השמאלית. (אם אני נוסעת הזווית תהיה משמאלי).

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

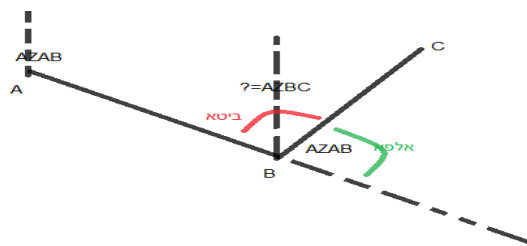
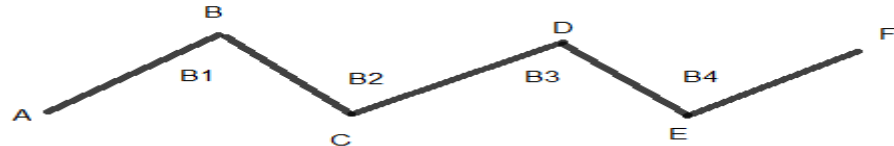
לכן, ראשית אבדוק אם הזוויות הם שמאליות או ימניות .

$$AZBC = AZAB + (360^\circ - \beta_1) - 180$$

$$AZCD = AZBC + \beta_2 - 180$$

$$AZDE = AZCD + (360^\circ - \beta_3) - 180$$

$$AZEF = AZDE + \beta_4 - 180$$



אלפא – $AZBC = AZB - 180$ ומכאן שאלפא שווה ל180 מעלות פחות ביטא , ומכאן ש :

$$AZBC = AZAB - (180^\circ - \beta) = AZAB + \beta - 180^\circ$$

כלומר, אזימוט של קו שווה לאזימוט של הקו שלפניו ועוד הזווית השמאלית שבניהם פחות 180°

כדי למצוא את זווית A נחשב $AZAB - AZAC$:

ראשית נמצא את האזימוט החוזר של AZCA :

$$AZAC = AZCA + 180$$

כדי למצוא את זווית b נחשב $AZBC - AZBA$

ראשית נמצא את האזימוט החוזר של AZAB

$$AZBA = AZAB + 180^\circ = 92^\circ 17' 42''$$

= כלומר זווית b

$$292^\circ 17' 42'' - 247^\circ 15' 22'' = 45^\circ 2' 20''$$

כדי למצוא את זווית c נחשב את $AZCB - AZCA$.

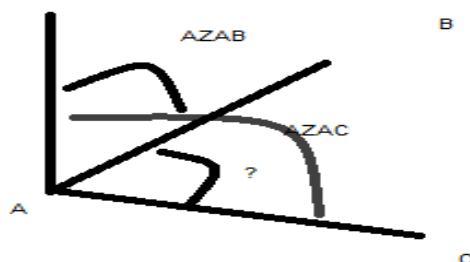
$$AZCB = AZBC - 180^\circ = 67^\circ 15' 22''$$

ולכן זווית c

$$67^\circ 15' 22'' - 33^\circ 10' 10'' = 34^\circ 10' 10''$$

3. חישוב זווית כהפרש אזימוטים -

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

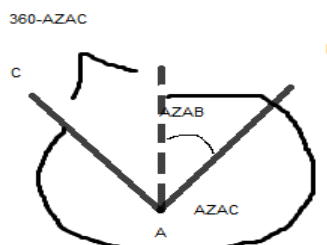


על מנת לחשב את הזווית המסומנת בסימן שאלה נחשב בעצם את הפרשי האזימוטים שנתונים לנו =
 AZAB - AZAC כלומר נבצע חישוב של זווית אופקית כהפרש אזימוטים. אזימוט גדול פחות אזימוט קטן.

$$AZAC = \text{SHAFTTAN} \left(\frac{yc - ya}{xc - xa} \right)$$

$$AZAB = \text{SHAFTTAN} \left(\frac{yb - ya}{xb - xa} \right)$$

דוגמא נוספת :



במידה והצפון חוצה את הזווית שאני מחפשת אז אם נפחית מהמעגל השלם (=360 מעלות) את אזימוט AC
 ועוד אזימוט AB.

צריך לבדוק היכן נמצא הצפון, ולפי זה נדע באיזו נוסחה נשתמש. אם הצפון חוצה את הזווית שאנו
 מחפשים נחסיר את סכום שני האזימוט ים מהמעגל (360) ואם לא אז פשוט נחסיר אימוט אחד מהשני.

כללי אצבע לאזימוטים -

- אזימוט של קו (AZ) הוא זווית המגדירה כיוון של קו ביחס לצפון.
- אזימוט הוא בעצם זווית מהצפון עם כיוון השעון עד הקו שאנו מודדים. הצפון הוא תמיד ה - X.
- יוצא מ A לכיוון צפון (למעלה) ואז עם כיוון השעון.
- אזימוט תמיד חיובי, ובטווח של בין 0 ל 360 מעלות (שיפוע יכול להיות שלילי).
- בחישוב של אזימוט תמיד הפרש ה Yים במונה והפרש ה Xים במכנה.
- בחישוב ערכי הקואורדינטות תמיד הנקודה אליה הולכים פחות הנקודה ממנה יוצאים, ז"א
 כאשר הולכים מ A ל B, נחשב B פחות A.
- אם קיבלנו אזימוט שגדול מ 360 נחסיר 360, אם קיבלנו אזימוט שלילי נוסיף 360.
- בכדי להפוך את האזימוט נפחית ממנו 180.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

- POL – מבצע בשבילנו את משפט פיתגורס. להציב במחשבון את הפרש ה- X ים קודם, פסיק, ואח"כ את הפרש ה- Y ים. כך –

$$POL[XB-XA,YB-YA]=LAB$$

מקשים

$$RCL - ALPHA - TAN$$

$$=AZAB$$

להזיז את החץ ימינה, להקיש את המספר ומעלות.

גם כאן אם יוצא אזימוט שלילי יש להוסיף 360.

בבחינה נחשב ע"י POL אך במחברת נכתוב:

$$AZAB = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{yb - ya}{xb - xa}\right)$$

- זווית אזימוט-יחידות של מעלות, דקות ושניות. כל מעלה היא 60 דקות, כל דקה היא 60 שניות. אסור שתהיה סטייה ואם קיימת סטייה נצטרך לתקן.
- במשולש, נבדוק את עצמנו, נחבר את כל הזוויות ונבדוק אם הגיעו ל- 180.
- אם זה מצולע חשוב לדעת שסכום הזוויות הפנימיות שווה ל-180 מעלות כפול (מספר הצלעות פחות 2). $180(N-2)$ כאשר n = מספר הצלעות במצולע.

תרגילים -

שאלה 18 א'- היקף חלקה של מצולע -

$$LAB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2} = \sqrt{(560.75 - 630.35)^2 + (345.78 - 382.9)^2} = \sqrt{-69.6^2 + -37.12^2}$$

או לפי $\text{pol}(-69.6, -37.12) = 78.88$

$$LBC = \sqrt{(XB - XC)^2 + (YB - YC)^2} = \sqrt{(630.35 - 600.20)^2 + (382.9 - 420.1)^2} = \sqrt{30.15^2 + (-37.21)^2}$$

או לפי $\text{pol}(30.15, -37.21) = 47.89$

$$LCD = \sqrt{(XC - XD)^2 + (YC - YD)^2} = \sqrt{(600.2 - 540.21)^2 + (420.11 - 450.12)^2} = \sqrt{59.99^2 + -30.01^2}$$

או לפי $\text{pol}(59.99, -30.01) = 67.07$

$$LDE = \sqrt{(XD - XE)^2 + (YD - YE)^2} = \sqrt{(540.21 - 495.89)^2 + (450.12 - 396.3)^2} = \sqrt{44.32^2 + 53.82^2}$$

או לפי $\text{pol}(44.32, 53.82) = 69.71$

$$LEA = \sqrt{(XE - XA)^2 + (YE - YA)^2} = \sqrt{(495.89 - 560.75)^2 + (396.3 - 345.78)^2} = \sqrt{-64.86^2 + 50.52^2}$$

או לפי $\text{pol}(-64.86, 50.52) = 82.21$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

היקף החלקה $P=345.78=78.88+47.89+67.07+69.71+82.21=LEA+LDE+LCD+LBC+LAB$

תרגיל 1 ב' בחוברת התרגילים:

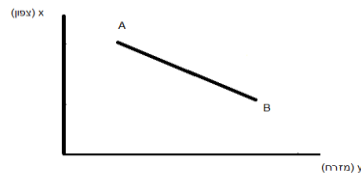
$$AZAB = SHIFTTAN\left(\frac{yb - ya}{xb - xa}\right) = SHIFTTAN\left(\frac{2910.6 - 2810.5}{3180.8 - 3230.7}\right) =$$

או במחשבון עם pol:

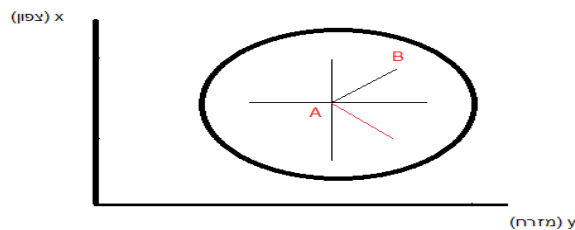
$$pol(3180.8-3230.7, 2910.6-2810.5) = RCL \text{ ALPHA } TAN = 116.4963238^\circ = 116^\circ 29' 47''$$

(בסוף כדי לעבור למצב של דקות ושניות נלחץ על כפתור 0999)

בשאלה הקו הוא כזה:



במצב כזה, הקו הוא בכיוון ההפוך, והתוצאה לא תהיה נכונה **בחישוב עם shitttan**, הנוסחה למעשה לא עובדת, צריך לעשות 180 פחות הנוסחה. כלומר, הנוסחה **תעבוד רק אם הקו ברביע הראשון (בשחור) ולא אם היא ברביע אחר (באדום):**



ה - pol תמיד נכון, אבל אם יוצא שלילי נוסיף 360 מעלות.

תרגיל:

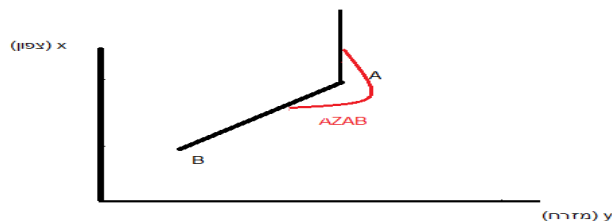
נתון –

$$YA=183120.9, \quad XA=350178.6$$

$$YB=183007.55, \quad XB=350062.7$$

דרוש – LAB אופקי, AZAB

ראשית נשרטט את הנקודות על מנת לבדוק באיזה רביע נמצא הקו:



$$LAB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2} = \sqrt{((350062.7 - 350178.6)^2 + (183007.55 - 183120.9)^2)}$$

או לפי pol:

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

מאחר והקו ברביע השלישי, נרשום לפי $AZAB = SHIFTTA(YB-YA/XB-XA)$ -

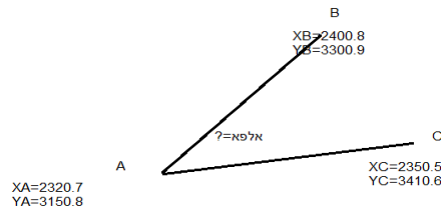
$$= SHIFTTAN(183007.55 - 183120.9 / 350062.7 - 350178.6)$$

ואת החישוב עצמו נעשה במחשבון לפי pol :

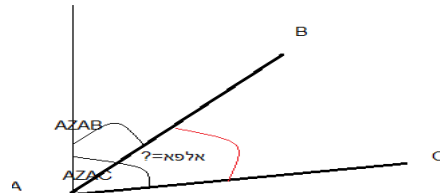
$$pol((XB-XA),(YB-YA))=POL(-115.9,-113.39)=RCL ALPHA TAN=-135^{\circ}37'4''$$

$$+360=224^{\circ}22'22''$$

חישוב זווית כהפרש אזימוטים תרגיל 3 בחוברת :



למעשה אלפא זה ההפרש בין אזימוט AC לאזימוט AB.



נחשב :

$$AZAB = SHIFTTAN\left(\frac{yb - ya}{xb - xa}\right) = SHIFTTAN\left(\frac{3300.9 - 3150.8}{2400.8 - 2320.7}\right) = 61^{\circ}54'49''$$

או $AZAB$ במחשבון לפי pol : $POL((2400.8-2320.7),(3300.9-3150.8))=RCL ALPHA TAN$

$$AZAC = SHIFTTAN\left(\frac{yc - ya}{xc - xa}\right) = SHIFTTAN\left(\frac{3410.6 - 3150.8}{2350.5 - 2320.7}\right) = 83^{\circ}27'24''$$

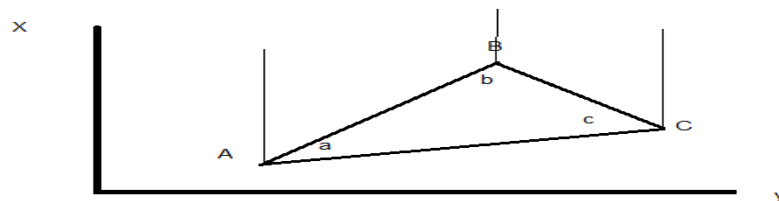
או - $AZAC$ במחשבון לפי pol : $POL((2350.5-2320.7),(3410.6-3150.8))=RCL ALPHA TAN$

כעת נחשב ע"י הלחצן 0999 את ההפרש בין $AZAB$ ל $AZAC$ על מנת לקבל את התשובה :

$$83^{\circ}27'24'' - 61^{\circ}54'49'' = 21^{\circ}32'35''$$

שאלה 6 ב'-

חישוב זוויות ע"י הפרש אזימוטים – יש לחשב את זוויות המשולש ולוודא שסכומן שווה ל180 מעלות. הקואורדינטות של הנקודות נתונות ומרחק אופקי בין הנקודות והיקף המשולש חושב בסעיף א.



$$c=AZCB-AZCA \quad b=AZBA-AZBC, \quad a= AZAC-AZAB$$

חישוב זווית a:

$$AZAB = \text{SHIFTTAN}(YB - YA / XB - XA) = \text{SHIFTTAN}(2300.8 - 2240.7) / (1270.4 - 1150.3) = 26^\circ 35' 2.87''$$

$$AZAC = \text{SHIFTTAN}(YC - YA) / (XC - XA) = \text{SHIFTTAN}(2410.8 - 2240.7) / (1200.5 - 1150.3) =$$

$$73^\circ 33' 27.32'' - 26^\circ 35' 2.87'' = 46^\circ 58' 45'' = a$$

חישוב זווית b:

$$AZBA = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{YA - YB}{XA - XB}\right) = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{2240.7 - 2300.8}{1150.3 - 1270.4}\right)$$

ונחשב לפי ה-POL: הוספנו 360 כי יצא שלילי.

$$AZBC = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{YC - YB}{XC - XB}\right) = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{2410.8 - 2300.8}{1200.5 - 1270.4}\right)$$

ושוב נחשב לפי ה-POL: ומכאן ש:

$$= b$$

$$206^\circ 35' 2.87'' - 122^\circ 26' 87'' = 84^\circ 9' 0''$$

חישוב זווית C:

$$AZCA = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{YA - YC}{XA - XC}\right) = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{2240.7 - 2410.8}{1150.3 - 1200.5}\right)$$

ונפתור לפי ה-POL הוספנו 360 כי יצא שלילי.

$$AZCB = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{YB - YC}{XB - XC}\right) = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{2300.8 - 2410.8}{1270.4 - 1200.5}\right)$$

ונפתור לפי ה-POL הוספנו 360 כי יצא שלילי.

$$= c$$

$$302^\circ 26' 3'' - 253^\circ 33' 3'' = 48^\circ 52' 60''$$

על מנת לבדוק שהתשובה נכונה, נבדוק שסכום הזוויות יוצא 180 מעלות:

$$46^\circ 58' 4'' + 84^\circ 9' 0'' + 48^\circ 52' 60'' = 180^\circ 0' 0''$$

תרגיל 2 בקובץ תרגילים:

חישוב קואורדינטות של נקודה (בעיה ישרה ובעיה הפוכה)

נתון LAB, אזימוט AB וקואורדינטות של נקודה A וצריך למצוא את הקואורדינטות של נקודה B,

שאותן נחשב לפי הנוסחאות האלו:

$$Y_B = Y_A + L_{AB} * \sin(AZ_{AB})$$

$$X_B = X_A + L_{AB} * \cos(AZ_{AB})$$

נתון:

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$3100.4=YA, XA=2250.6, 210.7=LAB, AZAB = 67^{\circ}15'40''$$

$$YB=3100.4+(210.7*\sin(67^{\circ}15'40'')) = 3294.72$$

$$XB=2250.6+(210.7*\cos(67^{\circ}15'40'')) = 2332.04$$

שאלה 1 ג' מועד פברואר 2012 :

נתון –

$$197141.7 - YA \quad 165657.09 - XA$$

$$195397.05 - YB \quad 169348.88 - XB$$

דרוש –

לחשב LAB

$$LAB=\sqrt{[XB-XA]^2+[YB-YA]^2}$$

$$LAB=4083.27$$

ראשית נחשב את האזימוט – לכתוב את הנוסחה ולחשב ב – POL לזכור – אם יוצא שלילי מוסיפים 360

$$AZAB=SHIFTTAN(YB-YA/XB-XA)$$

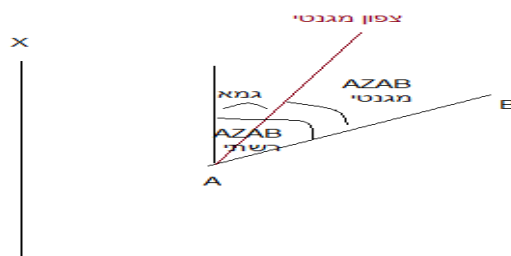
$$AZAB=-25.29+360^{\circ}=334^{\circ}42'20.81''$$

3 סוגי אזימוטים :

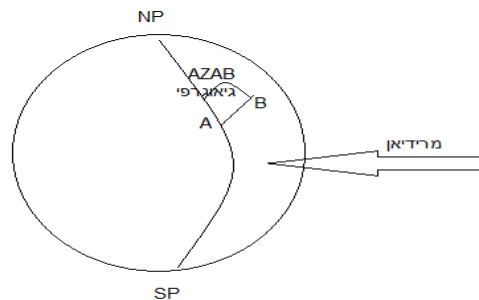
אזימוט הוא זווית מהצפון עם כיוון השעון, זווית המגדירה את כיוון הקו ביחס לצפון. אך מהו צפון? קיימים שלושה סוגים של אזימוט אשר מה שמבדיל בין השלושה הוא מאיזה צפון מודדים את האזימוט עד כה מצאנו את אזימוט רשת שהוא האזימוט הראשון מבין שלושת הסוגים להלן:

❖ אזימוט רשת - מוגדר ביחס לצפון של רשת הקואורדינטות ומחושב ע"י קואורדינטות X, Y של רשת ישראל.

❖ אזימוט מגנטי – (מצפן) לעולם יש שדה מגנטי עולמי אליו מכוון מצפן, יש סטייה מגנטית בין הצפון המגנטי לצפון של הרשת. הסטייה הזו היא הזווית שבין הצפון של הרשת לבין הצפון המגנטי והיא נקראת **גמא**, בכל שנה הסטייה גדלה לכיוון מזרח בכ - 3 שניות (כרגע הסטייה המגנטית בישראל היא בערך 3.5 מעלות).



❖ **אזימוט גיאוגרפי -** מוגדר ביחס לקו אורך (מרדיאן). המרדיאן מראה את הצפון האמיתי, **הצפון האמיתי הוא מקום התכנסות כל המרדיאנים**. בעולם יש המון מרדיאנים וכל המרדיאנים מכוונים לצפון, לקוטב הצפוני. המרדיאן שלנו עובר דרך הנקודה שלנו. האזימוט הגיאוגרפי מוגדר ביחס למרדיאן שעובר דרך הנקודה. הוא בין מרדיאנים.



שאלה 9 מועד פברואר 2003:

נתון:

1. אזימוטים מגנטיים (מצפן)

$$AZPB=327^{\circ}15'0''$$

$$AZPA=267^{\circ}15'0''$$

2. $\delta = 2^{\circ}45'$ (סטייה מגנטית)

$$XA=350000, YA=150000.3$$

$$XB=350680.02, YB=150392.61$$

דרוש:

לחשב XP ו YP .

הנוסחאות לשימוש –

$$XP=XA+LAP*\cos[AZAP]$$

$$YP=YA+LAP*\sin[AZAP]$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

XA ו YA נתונים. צריך למצוא את ה LAP – ואת ה AZAP.

1. למצוא את AZAP

ראשית, למצוא את AZPA בתוספת הסטייה כך-

$$AZPA + \delta = AZPA$$

$$267^{\circ}15'0'' + 2^{\circ}45' = 270^{\circ}$$

שנית, נהפוך את האזימוט בהחסרת 180° .

$$AZPA - 180^{\circ} = AZAP$$

$$270^{\circ} - 180^{\circ} = 90^{\circ}$$

$$AZAP = 90^{\circ}$$

2. למצוא את LAP

(א) ידועות לי הקואורדינטות של נקודה A ונקודה B. לכן אוכל לגלות את צלע LAB כך -

$$LAB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2}$$

$$POL = [YB - YA, XB - XA]$$

$$POL[150392.61 - 150000, 350680.02 - 350000] = 786.7$$

$$LAB = 786.7$$

(ב) בכדי לגלות את זווית A – אשתמש בנוסחה הזו - $\angle A = AZAP - AZAB$

$$AZPA = 267^{\circ}15'0'' \text{ נתון כי -}$$

אצטרך למצוא את AZAB לשם כך אשתמש בקואורדינטות של A ו B כך-

$$AZAB = \text{SHIFTTAN}[XB - XA / YB - YA] = 392.61 / 680.02$$

$$AZAB = 30^{\circ}$$

$$\angle A = AZAP - AZAB = 90^{\circ} - 30^{\circ} = 60^{\circ}$$

(ג) בכדי לגלות את זווית B – אשתמש בנוסחה הזו - $\angle B = AZBA - AZBP$

נהפוך את AZAB - $[AZAB = 30^{\circ}]$

$$AZAB + 180 = AZBA$$

$$30^{\circ} + 180^{\circ} = 210^{\circ}$$

$$AZBA = 210^{\circ}$$

נהפוך את AZPB - $[AZPB = 327^{\circ}15']$ מגנטי

ראשית נוסיף את הסטייה-

$$AZPB + \delta = AZPB$$

$$327^{\circ}15' + 2^{\circ}45' = 330^{\circ}$$

נהפוך את האזימוט -

$$330^{\circ} - 180^{\circ} = 150^{\circ}$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$\angle B = \angle AZBA - \angle AZBP = 210^\circ - 150^\circ = 60^\circ$$

1. בגלל שזווית A וזווית B הן זהות, המדובר במשולש שווה צלעות. ולכן $LAP = LAB$.

$$LAP = LAB = 786.7$$

2. כעת, לאחר שמצאנו את ה- LAP ואת ה- AZAP. נוכל למצוא את הקואורדינטות של P. נציב בנוסחאות כך -

$$XP = XA + LAP * \cos[AZAP]$$

$$XP = 350000 + 786.7 * \cos[90^\circ] = 350000$$

$$YP = YA + LAP * \sin[AZAP]$$

$$YP = 150000 + 786.7 * \sin[90^\circ] = 157786.7$$

שאלה 3 מועד יולי 1997:

נתון:

$$\angle AZAB = 60^\circ \text{ מגנטי}$$

מ' LAB = 1000 אופקי

A (100000, 300000) – לא אמרו מה X ומה Y, לפי הכללים יש לדעת שהימני זה ה X והשמאלי זה ה Y.

דרוש:

למצוא את הקואורדינטות של נקודה B כאשר ידוע שגמא (סטייה ניכרת- δ) = 3° .

$$YB = YA + LAB * \sin(\angle AZAB)$$

$$XB = XA + LAB * \cos(\angle AZAB)$$

$$\text{סטייה מגנטית } \gamma + \angle AZAB = \angle AZAB$$

מכאן ש

$$\angle AZAB = 60^\circ + 3^\circ = 63^\circ$$

ולכן לפי הנוסחאות -

$$XB = XA + LAB * \cos[AZAB]$$

$$YB = YA + LAB * \sin[AZAB]$$

$$XB = 300000 + 1000 \cos(63^\circ) = 300453.99 \text{ מ}$$

$$YB = 100000 + 1000 \sin(63^\circ) = 100891.01 \text{ מ}$$

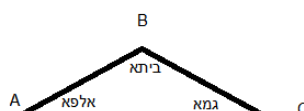
שאלה 10 יוני 98:

מציאת זוויות משולש באמצעות הפרשי אזימוטים.

נתון:

A: $x=300000, y=100000$, B: $x=300400.04, y=100530.87$, C: $x=300000, y=100800$

נשרטט את המשולש:



קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$\alpha = AZAC - AZAB, \beta = AZBA = AZBC, \gamma = AZCB - AZCA$$

1. למצוא את AZAB

$$AZAB = \text{SHIFTTAN} \frac{(YB - YA)}{(X\Box - XA)}$$

נרשום את הנוסחה ונציב בה את הנתונים, אבל בפועל נחשב לפי $\text{pol}(XB - XA) = \text{RCL ALPHA TAN}$

$$52^{\circ}59'60''$$

נהפוך את האזימוט -

$$AZBA = 52^{\circ}59'60'' + 180^{\circ} = 233^{\circ}$$

2. למצוא את AZAC

$$AZAC = \text{SHIFTTAN} \frac{(YC - YA)}{(X\Box - XA)}$$

נרשום את הנוסחה ונציב בה את הנתונים, אבל בפועל נחשב לפי pol :

$$90^{\circ} (XC - XA) = \text{RCL ALPHA TAN}$$

נהפוך את האזימוט -

$$AZCA = 90^{\circ} + 180^{\circ} = 270^{\circ}$$

3. למצוא את AZBC

$$AZBC = \text{SHIFTTAN} \frac{(YC - YB)}{(X\Box - XB)}$$

נרשום את הנוסחה ונציב בה את הנתונים, אבל בפועל נחשב לפי pol :

$$146^{\circ}4'8'' (XC - XB) = \text{RCL ALPHA TAN}$$

נהפוך את האזימוט -

$$\alpha = 90^{\circ} - 52^{\circ}59'60'' = 37^{\circ}, \beta = 233^{\circ} - 146^{\circ}4'8'' = 86^{\circ}55'52'', \gamma = 326^{\circ}4'8'' - 270^{\circ} = 56^{\circ}4'8''$$

ונחשב שסכומן שווה 180.

שאלה 13 מועד 18.01.99

נתון:

אזימוט, רשום שחושב ע"י שימוש במצפן מכך אנו מסיקים כי זהו אזימוט מגנטי. לכן על מנת למצוא

אזימוט רשת נוסיף את הסטייה שהיא 3 מעלות (השנה זה כבר 3.5 מעלות) כך:

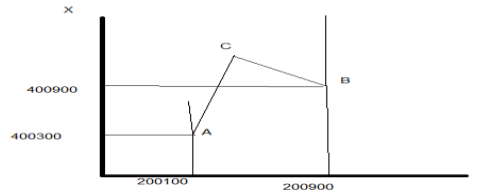
$$AZCA = 200^{\circ}7'48'' + 3^{\circ} = 203^{\circ}7'48''$$

$$AZCB = 110^{\circ} + 7' + 48'' + 3^{\circ} = 113^{\circ}7'48''$$

בכדי לדעת את המיקום של נקודה C, נחשב את האזימוטים החוזרים:

כלומר נקודה C נמצאת 20 מעלות צפונה מ A ו 393 מ B ולכן מיקמנו אותה כך בשרטוט:

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו



דרוש:

למצוא את הקואורדינטות של C

נשתמש בנוסחאות:

$$XC = XA + LAC * \cos(\text{רשת}AZAC), YC = YA + LAC * \sin(\text{רשת}AZAC)$$

$$XC = XB + LBC * \cos(\text{רשת}AZBC), YC = YB + LBC * \sin(\text{רשת}AZBC)$$

משפט הסינוסים אומר כי אם אני יודעת צלע אחת ושתי זוויות אוכל לדעת את שאר הזוויות. נשתמש לחישוב צלע/מרחק במשולש במשפט הסינוסים:

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

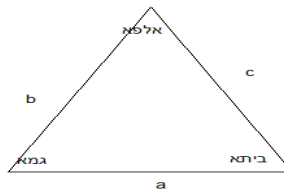
נתון לנו האזימוט, ולכן נצטרך לחשב את זווית B ו-C ואת ה-LAB.

1. את ה-LAB נחשב לפי פיתגורס:

$$LAB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2} = \sqrt{(900 - 300)^2 + (900 - 100)^2}$$

$$LAB = 1000$$

(כלומר מרחק חלקי הסינוס של הזווית שמולו).



2. כעת נמצא את הזוויות -

את זווית B נמצא בעזרת חישוב הפר

כך (או לפי POL):

$$AZBA = \text{SHIFTTAN} \left(\frac{YA - YB}{XA - XB} \right) = \text{SHIFTTAN} \left(\frac{-800}{-900} \right) = 233^\circ 7' 48''$$

$$AZBC - AZBA = 293^\circ 7' 48'' - 233^\circ 7' 48'' = 60^\circ$$

את זווית C נמצא בעזרת חישוב הפרשי האזימוטים - AZCA - AZCB שמצאנו מקודם.

$$AZCA - AZCB = 203^\circ 7' 48'' - 113^\circ 7' 48'' = 90^\circ$$

3. בשאלה הזאת לא היה ציור והיה ראשית דרשת לצייר על מנת לפתור. מיקמנו את נקודה B

ולפיה את נקודה A. לגבי נקודה C בדקנו את המיקום שלה לפי האזימוטים המגנטיים

שהפכנו לאזימוט רשת, ואז מצאנו גם את האזימוטים החוזרים - כך יכולנו למקם את

נקודה C. לאחר מכן נגשנו לחישוב הקואורדינטות של נקודה C, ביחס לנקודה A וביחס

לנקודה B. מבחינת נתונים היה חסר לנו לשם כך את המרחקים, אותם מצאנו דרך פיתגורס

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

ומשפט הסינוסים. לפי הפרש אזימוטים נמצא 2 זוויות על מנת לבצע את משפט הסינוסים ואת AZBA מצאנו לפי הנוסחה הראשונית.

כעת מאחר ויודעים שזה משולש ישר זווית אפשר לחשב

$$\sin(30^\circ) = \frac{LBC}{100} = LBC = 1000 * \sin(30) = 500\text{ מ'}$$

$$\cos(30^\circ) = \frac{LAC}{100} = LAC = 1000 * \cos(30) = 866.03\text{ מ'}$$

4. כעת לאחר שמצאנו את האזימוט ואת המרחק ניתן לחשב את הקואורדינטות של נק' C :

$$XC = 400300 + 866.03 * \cos(23^\circ 7' 48'') = 401096.41\text{ מ'}$$

$$YC = 200100 + 866.03 * \sin(23^\circ 7' 48'') = 200440.19\text{ מ'}$$

$$XC = 400900 + 500 * \cos(293^\circ 48'') = 401096.41\text{ מ'}$$

$$YC = 200900 + 500 * \sin(293^\circ 48'') = 200440.19\text{ מ'}$$

שאלה 3 מועד פברואר 2005

דרוש להגדיר אזימוט של קו וחישוב אזימוט הפוך (הוספת/החסרת 180).
אזימוט של קו - הזווית המגדירה את הכיוון ביחס לצפון.

נתון אזימוט ויש להפוך אותו - $32^\circ 43' 16'' + 180^\circ = 212^\circ 43' 16''$
(הוספנו 180 כי האזימוט הנתון קטן מ180).

שאלה 1 מועד פברואר 2005

צפון אמיתי = הצפון הגאוגרפי,
צפון מגנטי = הצפון אליו מכוונת אותה מחט במצפן המגנטי שלנו,
צפון הרשת = של רשת הקואורדינטות איתה אנחנו עובדים
סטייה מגנטית = סטייה בין צפון מגנטי לצפון הרשת.

שאלה 13 מועד 13.1.2003

נתון :

$$\angle AZBC = 52^\circ$$

$$XB = 300500, YB = 100500$$

$$XA = 300000, YA = 100000$$

$$\angle AZAC = 12^\circ$$

גמא = 3 מעלות

דרוש :

למצוא את הקואורדינטות של C. נשתמש בנוסחאות הללו :

$$YC = YA + LAC * \sin(\angle AZAC)$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$XC = XA + LAC * \cos(\angle AZAC)$$

נבחן אילו נתונים חסרים לנו על מנת למצוא את הקואורדינטות לפי הנוסחאות:
חסר לנו LAC וחסר לנו את AZAC (אזימוט רשת).

1. נמצא את AZAC רשת בחיבור הסטייה כך -

$$\angle AZAC = \angle AZAC_{\text{הגנטי}} + \gamma = 2^\circ + 3^\circ = 15^\circ$$

2. נמצא את LAC דרך משפט הסינוסים כך -

$$\frac{LAC}{\sin(b)} = \frac{LAB}{\sin(c)} \quad LAC = \frac{LAB * \sin(b)}{\sin(c)}$$

לשם כך נצטרך למצוא את זווית c ואת זווית b בחישוב הפרשי אזימוטים:

$$LAB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2} = 500^2 + 50^2 = 707.11$$

$$c = \angle AZCA - \angle AZCB = 195^\circ - 75^\circ = 120^\circ$$

$$C=120^\circ$$

נחפוך את האזימוטים ע"י תוספת וחיסור 180° :

$$\angle AZCA = \angle AZCA + 180^\circ = 5^\circ + 180^\circ = 195^\circ$$

$$\angle AZCB = \angle AZBC - 180^\circ = 25^\circ - 180^\circ = 75^\circ$$

$$B = \angle AZBC - \angle AZBA = 25^\circ - 225^\circ = 30^\circ$$

$$B=30^\circ$$

$$\angle AZBA = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{-50}{-500}\right) = 225^\circ$$

לחשב לפי POL.

מכאן ש:

$$XC = 300000 + 408.25 * \cos(5^\circ) = 300394.34$$

$$YC = 100000 + 408.25 * \sin(15^\circ) = 100105.66$$

שאלה 12 מועד יולי 2003 -

נתון:

אזימוטים מגנטיים, נוסף להם את הסטייה הנתונה ונקבל את האזימוטים לפי רשת:

$$\angle AZAC = 30^\circ, \angle ABC = 340^\circ$$

$$LAC=300$$

$$LBC=500$$

$$A:Y=100000, X=400000, B:Y=100321, X=399790$$

דרוש:

חישוב קואורדינטות ממוצעות של C.

חישוב נקודה C ביחס ל A:

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$x_c = XA + LAC \cdot \cos(AZAC) = 400000 + 300 \cos 30 = 400259.48$$

$$Y_c = YA + LAC \cdot \sin(AZAC) = 100000 + 300 \sin 30 = 100150$$

חישוב נקודה C ביחס ל B:

$$x_c = XB + LBC \cdot \cos(AZBC) = 399790 + 500 \cos 340 = 400259.5$$

$$Y_c = YB + LBC \cdot \sin(AZBC) = 100321 + 500 \sin 340 = 100149.5$$

ממוצע : $x=400259.49, y=100149.75$

שאלה 13 מועד יולי 2005 –

נתון :

$$A_y=200000, x=400000, B_y=200998.3, x=399809.8, LCB=2500$$

AZCA=1800. נתוני אזימוט מגנטי וסטייה מגנטית נותנים לנו את האזימוט לפי רשת נחשב להם את ההופכיים :

$$AZCB = 3^\circ 3', AZCA = 3^\circ 3'$$

$$AZBC = 63^\circ 3' + 18^\circ = 243^\circ 3', AZAC = 43^\circ 3' + 18^\circ = 233^\circ 3'$$

דרוש :

לחשב קואורדינטות ממוצעות של C.

חישוב נקודה C ביחס ל A:

$$x_c = XA + LAC \cdot \cos(AZAC) = 400000 + 1800 \cos 233.3 = 398684.63$$

$$Y_c = YA + LAC \cdot \sin(AZAC) = 200000 + 1800 \sin 233.3 = 198556.8$$

חישוב נקודה C ביחס ל B:

$$x_c = XB + LBC \cdot \cos(AZBC) = 399809.8 + 2500 \cos 243.3 = 398676.76$$

$$Y_c = YB + LBC \cdot \sin(AZBC) = 200998.3 + 2500 \sin 243.3 = 198769.79$$

ממוצע : $x=398680.695, y=198663.295$

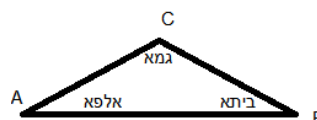
שאלה 10 מועד פברואר 2007-

נתון :

$$A_y=100000, x=300000, B_y=100399.32, x=300300.91$$

$$AZCA = 193^\circ, AZCB = 103^\circ, AZC = 13^\circ, AZBC = 283^\circ$$

אזימוט מגנטי וסטייה, לפי זה אזימוט רשת ואת האזימוטים ההופכיים על מנת למקם את נקודה C בשרטוט :



דרוש :

חישוב קואורדינטות ממוצעות ל C כאשר לא נתון מרחקים אופקיים מה שחסר לנו בנתונים זה LAC ו-LBC.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

חישוב נקודה C לפי A ולפי B בשימוש בנוסחאות הרגילות:

$$x_c = XA + LAC \cdot \cos(AZAC), x_c = XB + LBC \cdot \cos(AZBC)$$

$$Y_c = YA + LAC \cdot \sin(AZAC), Y_c = YB + LBC \cdot \sin(AZBC)$$

לשם כך יש צורך במציאת המרחק -

$$LAB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2}$$

$$\sqrt{300.91^2 + 399.32^2} \quad LAB =$$

$$LAB = 500$$

משפט הסינוסים אומר כי אם אני יודעת צלע אחת ושתי זוויות אוכל לדעת את שאר הזוויות. נשתמש לחישוב צלע/מרחק במשולש במשפט הסינוסים:

$$\frac{LAC}{\sin \beta} = \frac{LCB}{\sin \alpha} = \frac{LAB}{\sin \gamma}$$

לשם כך צריך למצוא את זוויות המשולש לפי הפרשי אזימוטים:

$$\alpha = AZAB - AZAC = AZAB - 13^\circ, \beta = AZC - AZBA = 283^\circ - AZBA,$$

$$\gamma = AZCA = AZCB = 193^\circ - 103^\circ = 90^\circ$$

צריך למצוא את AZAB וההופכי שלו:

נרשום את הנוסחה הנ"ל ונזין את הנתונים:

$$AZAB = \text{SHIFTTAN} \frac{(YB - YA)}{(XB - XA)}$$

אבל נחשב לפי POL -

$$\text{Pol}(XB-XA, YB-YA) = \text{RCL ALPHA TAN} = 52^\circ 59' 7''$$

$$AZBA = 52^\circ 59' 59.7'' + 180^\circ = 232^\circ 59' 59.7'' \quad \text{נחשב את ההופכי -}$$

כעת נחשב את הזוויות (ביקשו לעגל):

$$\alpha = 52^\circ 59' 59.7'' - 13^\circ = 39.59.59 = 40^\circ, \beta = 282^\circ - 232^\circ 59' 59.7'' = 47^\circ = 50^\circ$$

עכשיו שמצאנו את כל הזוויות נחשב מרחק אופקי לפי משפט הסינוסים:

$$\frac{LAC}{\sin \beta} = \frac{LCB}{\sin \alpha} = \frac{LAB}{\sin \gamma}$$

$$\frac{LAC}{\sin 50} = \frac{500}{\sin 90} \quad LAC = 383$$

$$\frac{LCB}{\sin 40} = \frac{500}{\sin 90} \quad LBC = 321$$

חישוב נקודה C ביחס ל A:

$$x_c = XA + LAC \cdot \cos(AZAC) = 300000 + 383 \cos 13 = 300373$$

$$Y_c = YA + LAC \cdot \sin(AZAC) = 100000 + 383 \sin 13 = 100086.16$$

חישוב נקודה C ביחס ל B:

$$x_c = XB + LBC \cdot \cos(AZBC) = 300300 + 321 \cos 283 = 300373.21$$

$$100086.16^Y c = YB + LBC * SIN(AZBC) = 100399.32 + 321SIN283 =$$

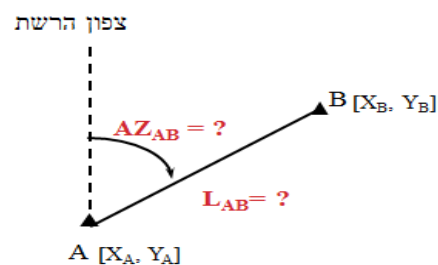
ממוצע : $x=300373, y=100086$

שיטת המשיחה - רץ וניצב

הגדרת מיקום של נקודה - מדידת מיקום (x,y):

השיטה הקוטבית (פולארית) - אזימוט ומרחק

פתרון המרחק האופקי והאזימוט שבין שתי נקודות ידועות.



GPS

שיטת המשיחה

שיטת המשיחה (= השיטה האורתוגנלית) -

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

שיטת מדידה ישנה לפני כ-30 שנה ויותר. שיטה פשוטה המתאימה כיום לביצוע השלמות ולמדידת שטחים קטנים. רוב הגושים והחלקות בארץ נמדדו בשיטה זו, לכן חשוב להכיר את השיטה, מודדים המצלמים פנקסי מדידה ישנים בד"כ מבינים שהחלקות בהן מטפל נמדדו בשיטה זו.

חלוקה לרצים שפורשים בשטח רשת מדידה ויוצרים רץ שהוא קו מדידה ממנו מוצאים ניצב מדידה לנקודה וזאת ע"י פריזמה ומקלות (פריזמה- מכשיר עליו מראות) מדובר בסרטי מדידה באורך 30-50 מ', נסי מדידה (מקלות) בגובה 2 מ' ופריזמה משולשת – ציוד פשוט וזול.

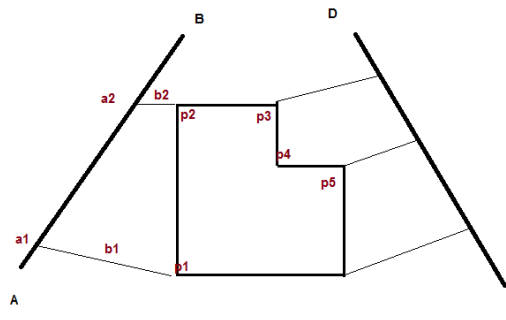
בכדי להגיע ל- P1 אצטרך לרוץ על הקו של AB, רצים למרחק רץ ומרחק ניצב.

P1 תימדד לפי AZAP ו- LAP

1. מרחק רץ מדוד

2. מרחק ניצב מדוד. תמיד יהיה קטן מ-15 מ' על מנת להבטיח שזה אכן ניצב (יישום שיטת המשיחה הינו לשטחים קטנים).

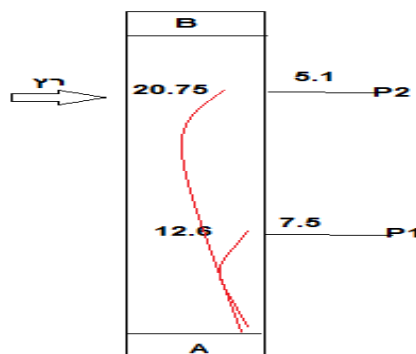
a,b- קו מדידה שביחס אליו ולאורכו מודדים מרחקים רצים וניצבים.



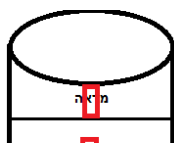
שיטת המשיחה נכתבת בפנקס השדה במפ"י כך -

קו מדידה AB:

מנפחים את הקו על מנת לרשום את המרחקים והנקודות שנמדדו ביחס אליו:

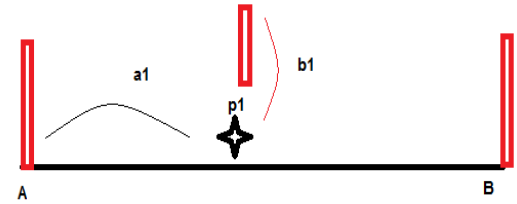
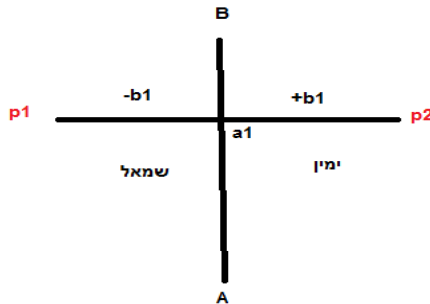


המודד שנמצא על קו AB מחזיק בפריזמה משולשת שממנה מודד את המרחק a1 ואת המרחק b1. פריזמה משולשת (ציור משמאל) היא שפורפרת שבחלקה האמצעי חלון ובצדדים מראות לפיהן ניתן לראות את המקלות שיש ב-A וב-B ואת המקל של עוזר המודד שנמצא גם הוא על קו AB (בנקודה



קורס מדידה ומיפוי – טכניון מר משה בן חמו

המסומנת בכוכב), יודעים שאנחנו על ניצב כשרואים במפה את שלושת המקלות (באדום). שיטה פשוטה אך המגבלה שלה זה שהיא מתאימה רק לשטחים קטנים.



הנוסחאות:

$$x_p = x_A + a \left(\frac{XB - XA}{LAB} \right) - (\mp b) \left(\frac{YB - YA}{LAB} \right)$$

$$y_p = y_A + a \left(\frac{yB - yA}{LAB} \right) + (\mp b) \left(\frac{xB - xA}{LAB} \right)$$

XA, YA, XB, YB = הקואורדינטות של הנקודה ממנה מדדו את המרחקים הרצים (a) יהיו נתונות. את

LAB אופקי יהיה צריך לחשב או שיהיה נתון.

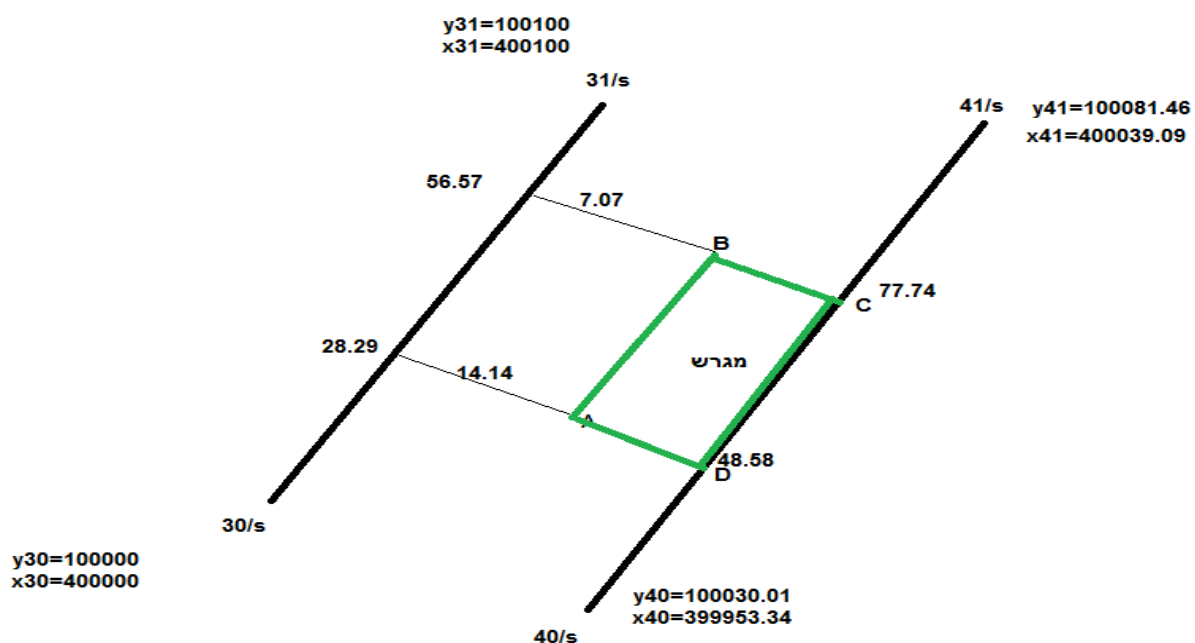
a, b מרחקים רץ וניצב מדודים, A, B – נקודות הקצה של קו המדידה.

סימן הניצב תלוי במיקום הנקודה ביחס לקו המדידה: אם הנקודה היא בצד ימין- נציב בסימן פלוס ואם בצד שמאל את בסימן מינוס. אם הנקודה נמצאת על קו המדידה ורצים אליה הניצב שלה יהיה אפס. שאלות אפשריות במבחן: מה מאפייניה? **מגבלות**? עד 15 מ"ר. ציודסרטי מדידה, מקלות ופריזמה

ושאלות חישוביות

מועד יולי 2000 שאלה 11

עליי למצוא את הקואורדינטות של הנקודות המקיפות את החלקה המסומנת בירוק – A, B, C, D. לשם כך עליי להשתמש בארבעת הנקודות – 30, 31, 40, 41 כקווי מדידה.



קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

ראשית נחשב את המרחק בין 40 ל-41 (קו המדידה עליו ממוקמות נקודות C,D):

$$L_{40-41} = \sqrt{(x_{41} - x_{40})^2 + (y_{41} - y_{40})^2} = \sqrt{85.75^2 + 51.45^2} = 100.8 \text{ מטר}$$

כעת נחשב קואורדינטות של נקודה D (נמצאת על קו המדידה ולכן ניצב שווה אפס, כ"ל לגבי C) לפי הנוסחאות:

$$xp = xA + a \left(\frac{XB - XA}{LAB} \right) - (\mp b) \left(\frac{YB - YA}{LAB} \right)$$

$$yp = yA + a \left(\frac{yB - yA}{LAB} \right) + (\mp b) \left(\frac{xB - xA}{LAB} \right)$$

$$xD = 399953.34 + 48.58 \left(\frac{85.75}{100} \right) - 0 \left(\frac{51.45}{100} \right) = 399995$$

$$yD = 100030.01 + 48.58 \left(\frac{51.45}{100} \right) - 0 \left(\frac{85.75}{100} \right) = 100055$$

$$xC = 399953.34 + 77.74 \left(\frac{85.75}{100} \right) - 0 \left(\frac{51.45}{100} \right) = 400020$$

$$yC = 100030.01 + 77.74 \left(\frac{51.45}{100} \right) - 0 \left(\frac{85.75}{100} \right) = 100070.01$$

כעת נחשב את המרחק (אורך קו המדידה) בין 30 ל-31 (קו המדידה עליו ממוקמות נקודות A,B):

$$L_{30-31} = \sqrt{(x_{31} - x_{30})^2 + (y_{31} - y_{30})^2} = \sqrt{100^2 + 100^2} = 141.42 \text{ מטר}$$

כעת נחשב קואורדינטות של נקודות B ו-A: (הן בימין ולכן הניצב שלהם חיובי)

$$xA = 400000 + 28.29 \left(\frac{100}{141.42} \right) - 14.14 \left(\frac{100}{141.42} \right) = 400010.01$$

$$xB = 400000 + 56.7 \left(\frac{100}{141.42} \right) - 7.07 \left(\frac{100}{141.42} \right) = 400035$$

$$YA = 100000 + 28.29 \left(\frac{100}{141.42} \right) + 14.14 \left(\frac{100}{141.42} \right) = 100030$$

מועד יולי 2001 שאלה 10

נמדדו בשטח בשיטת המשיחה שני עמודי חשמל 1F ו-2F.

שניהם נמדדו בניצב לקו שבין הנקודות B-A.

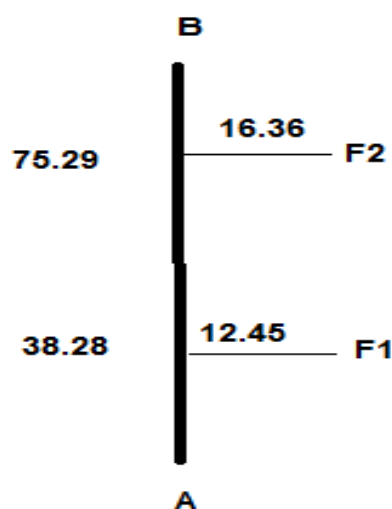
נתון:

$$A(y=100000, x=300000)$$

$$B(y=100000, x=300300)$$

עמוד 1F מדידה על הקו מ A : 35.28 מ והניצב 12.45 מטר

עמוד 2F מדידה על הקו מ A : 75.29 מ והניצב 16.36 מטר



קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

מה אורך חוט החשמל המחבר ביניהן (השטח המישורי ללא השיפוע)
בכדי להגיע לתשובה, עליי למצוא את המרחק בין נקודה A ל-B –

$$LAB = \sqrt{[XB - XA]^2 + [YB - YA]^2} = 300 \text{ meter}$$

כעת נחשב קואורדינטות של נקודה F1 (נמצאת מימין לקו המדידה ולכן בפלוס)
לפי הנוסחאות:

$$xp = xA + a \left(\frac{XB - XA}{LAB} \right) - (\mp b) \left(\frac{YB - YA}{LAB} \right)$$

$$yp = yA + a \left(\frac{yB - yA}{LAB} \right) + (\mp b) \left(\frac{xB - xA}{LAB} \right)$$

$$F1 = 300000 + 38.28[300/300] - 12.45[0/300] = 300038.28$$

$$XF1 = 300038.28$$

$$YF1 = 100000 + 38.28[0] + 12.45[300/300] = 100012.45$$

$$YF1 = 100012.45$$

$$F2 = 300000 + 75.29[300/300] - 16.36[0/300] = 300075.29$$

$$XF2 = 300075.29$$

$$YF2 = 100000 + 75.29[300/300] + 16.36[0/300] = 100075.29$$

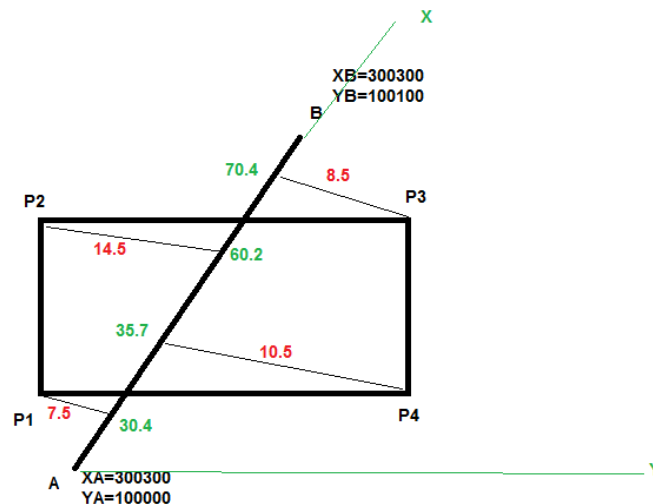
$$YF2 = 100075.29$$

כעת נוכל לחשב את המרחק האופקי בין שתי הנקודות החדשות:

$$LF1F2 = \sqrt{[300075.29 - 300038.28]^2 + [100075.29 - 100012.45]^2} = 72.9$$

שאלת חישוב נוספת בנושא שיטת המשיחה

יש למצוא את שטח החלקה לפי הנתונים הבאים:



ציר ה X המקומי שלנו הוא בעצם קו AB

כדי לחשב את שטח החלקה נשתמש בשיטה האנליטית של סדר ההתקדמות כך שמה שעל קו המדידה X =

ומה שניצב הוא ה Y : שx = מרחק רץ, y = מרחק ניצב

ולכן:

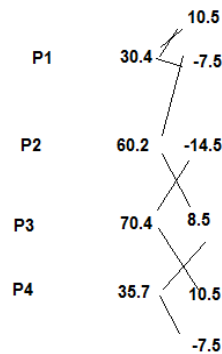
קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$yp1=-7.5 \quad xp1=30.4$$

$$yp2=14.5, xp2=60$$

$$xp3=70.4' \quad yp3=8.5$$

$$yp4=35.7, p4=10.5$$



$$30.4(-14.5-10.5)=-760$$

$$60.2(8.5-7.5)=963.2$$

$$70.4(10.5-14.5)=1760$$

$$35.7(-7.5-8.5)=-571.2$$

$$1392$$

$$1392*0.5=696$$

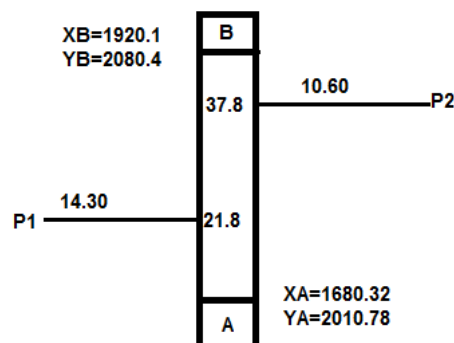
שאלה 1 בקובץ:

נתון: הקואורדינטות של נקודות הקצה של קו המדידה AB.

נתונים מרחק רץ וניצב מדודים של הנקודות P1 ו-P2.

דרוש:

חשב את הקואורדינטות של הנקודות P1 ו-P2.



ראשית נמצא את LAB:

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$LAB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2} = \sqrt{(1920.1 - 1680.32)^2 + (2080.4 - 2010.78)^2} = 249.7$$

כעת נחשב את הקואורדינטות של נקודה $p1$: הניצב יסומן במינוס כי מצד שמאל.

$$xp1 = xA + a \left(\frac{XB - XA}{LAB} \right) - (fb) \left(\frac{YB - YA}{LAB} \right) = 1680.32 + 21.8 \left(\frac{1920.10 - 1680.32}{249.7} \right) - (-14.3) \left(\frac{2080.4 - 2010.78}{249.7} \right) = 1705.24$$

$$yp1 = yA + a \left(\frac{yB - yA}{LAB} \right) + (fb) \left(\frac{xB - xA}{LAB} \right) = 2010.78 + 21.8 \left(\frac{2080.4 - 2010.78}{249.7} \right) + (-14.3) \left(\frac{1920.10 - 1680.32}{249.7} \right) = 2003.12$$

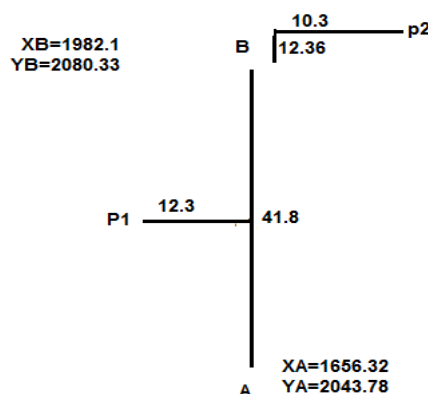
כעת נחשב את הקואורדינטות של נקודה $p2$: הניצב יסומן בפרוס כי מצד ימין.

$$xp2 = xA + a \left(\frac{XB - XA}{LAB} \right) - (fb) \left(\frac{YB - YA}{LAB} \right) = 1680.32 + 37.8 \left(\frac{1920.10 - 1680.32}{249.7} \right) - (+14.3) \left(\frac{2080.4 - 2010.78}{249.7} \right) = 1712.63$$

$$yp2 = yA + a \left(\frac{yB - yA}{LAB} \right) + (fb) \left(\frac{xB - xA}{LAB} \right) = 2010.78 + 37.8 \left(\frac{2080.4 - 2010.78}{249.7} \right) + (+14.3) \left(\frac{1920.10 - 1680.32}{249.7} \right) = 2035.05$$

שאלה 2 בקובץ:

נתונות הקואורדינטות של נקודות הקצה של קו המדידה AB . נתונים המרחק הרץ והמרחק הניצב של הנקודות $p1, p2$. נתון $LAB=327.82$. דרוש: חישוב הקואורדינטות של הנקודות $p1, p2$.



חישוב הקואורדינטות של נקודה $p1$ (ניצב יסומן במינוס כי מצד שמאל):

$$xp1 = 1656.32 + 41.8 \left(\frac{1982.1 - 1656.32}{327.82} \right) - (-12.3) \left(\frac{2080.33 - 2043.78}{327.82} \right) = 1699.23$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

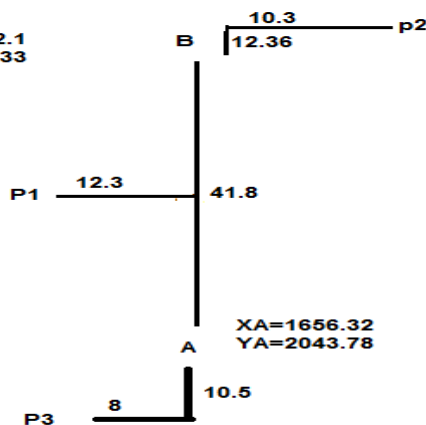
$$Y_{p1} = 2043.78 + 41.8 \left(\frac{2080.33 - 2043.78}{327.82} \right) + (-12.3) \left(\frac{1982.1 - 1656.32}{327.82} \right) = 2036.21$$

חישוב הקואורדינטות של נקודה $p1$ (ניצב יסומן בפלוס כי מצד ימין), הרץ והניצב חושבו מנקודה B ולכן נוסיף את המרחק LAB לרץ a בחישוב :

$$xp2 = 1656.32 + (327.82 + 12.6) \left(\frac{1982.1 - 1656.32}{327.82} \right) - 10.3 \left(\frac{2080.33 - 2043.78}{327.82} \right) = 1993.47$$

$$Y_{p2} = 2043.78 + (327.82 + 12.6) \left(\frac{2080.33 - 2043.78}{327.82} \right) + 10.3 \left(\frac{1982.1 - 1656.32}{327.82} \right) = 2091.97$$

$X_B=1982.1$
 $Y_B=2080.33$



$$\left(\frac{XB - XA}{LAB} \right) = \cos(AZAB), \left(\frac{YB - YA}{LAB} \right) = \sin(AZAB)$$

****אם היינו צריכים למצוא נקודה קרובה ל A :**

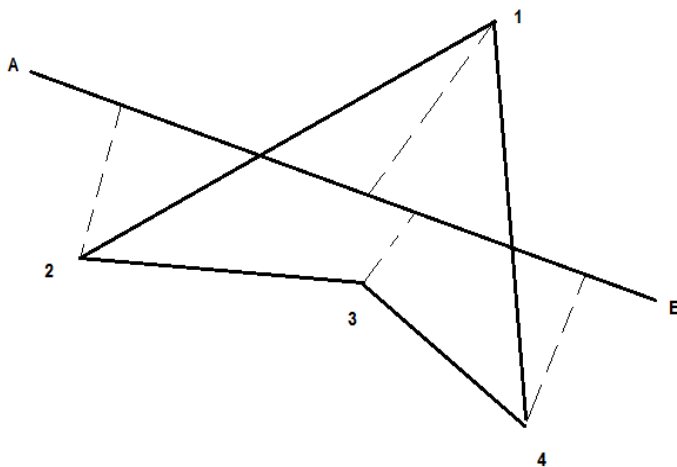
החישוב היה נעשה במינוס כי מודדים מנקודה A אבל מתקדמים בכיוון ההפוך :

$$xp3 = xA + (-10.5) \left(\frac{XB - XA}{LAB} \right) - (-8) \left(\frac{YB - YA}{LAB} \right)$$

$$Yp3 = YA + (-10.5) \left(\frac{YB - YA}{LAB} \right) + (-8) \left(\frac{XB - XA}{LAB} \right)$$

שאלה 3 בקובץ

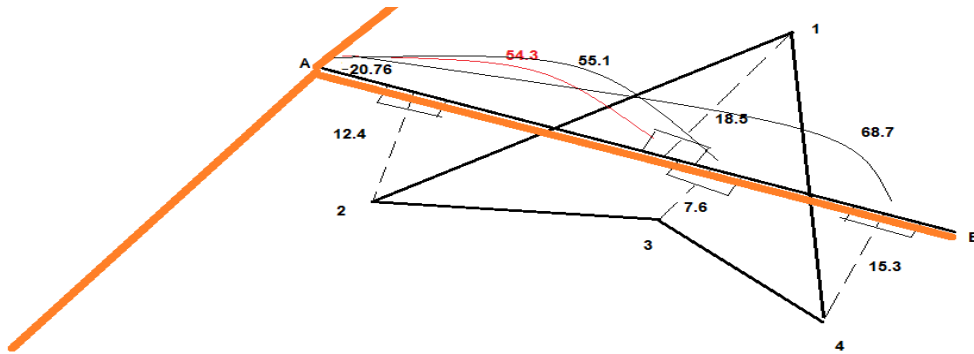
מדדו מרחק רץ וניצב של פינת חלקה ביחס לקו מדידה AB . יש לציין שהמרחקים הרצים נמדדו מנקודה A . הקואורדינטות של הנקודות A ו- B אינן נתונות. דרוש : לחשב את היקף החלקה.



רץ	ניצב	
54.3	18.5	1
20.76	12.4	2
55.1	7.6	3
68.7	15.3	4

נסתכל על AB כציר ה X וניצור גם ציר Y :

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו



אם כך הקואורדינטאות של הנקודות הן :

$$X_1=54.3, x_2=20.76, x_3=55.1, x_4=68.7$$

$$Y_1=-18.5, y_2=12.4, y_3=7.6, y_4=15.3$$

כעת כשנתונות לנו הקואורדינטאות נחשב את צלעות השטח :

$$L_{12} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} = \sqrt{(20.76 - 54.3)^2 + (12.4 + 18.5)^2} = 45.6$$

$$L_{23} = \sqrt{(X_3 - X_2)^2 + (Y_3 - Y_2)^2} = \sqrt{(55.1 - 20.76)^2 + (7.6 - 12.4)^2} = 34.67$$

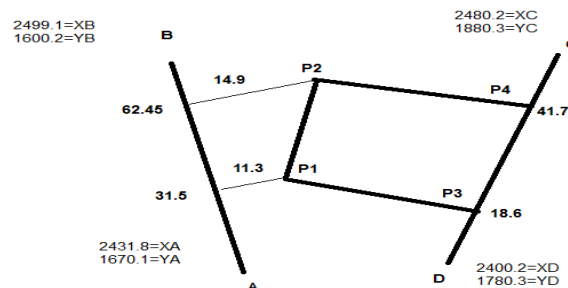
$$L_{34} = \sqrt{(X_4 - X_3)^2 + (Y_4 - Y_3)^2} = \sqrt{([68.7 - 55.1])^2 + (15.3 - 7.6)^2} = 15.6$$

$$L_{41} = \sqrt{(X_1 - X_4)^2 + (Y_1 - Y_4)^2} = \sqrt{(54.3 - 68.7)^2 + (-18.5 - 15.3)^2} = 36.7$$

ההיקף שווה לסכום של הנ"ל = 132.68

שאלה 4 בקובץ

מדדו רץ וניצב ל 3 פינות חלקה (נקודות p_1, p_2, p_3, p_4). נתונות הקואורדינטאות של הנקודה A, B, C, D. נתונים אורכי הקווים AB ו-BC. לחשב את קואורדינטאות של פינות החלקה.



P_3, p_4 (ניצב 0 כי על קו המדידה)

ראשית נחשב את האורך LCD :

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$LCD = \sqrt{(XD - XC)^2 + (YD - YC)^2} = \sqrt{(2400.2 - 2480.2)^2 + (1780.3 - 1880.3)^2} = 128.06$$

$$xp3 = xD + a \left(\frac{XC - XD}{LCD} \right) - (\mp b) \left(\frac{YC - YD}{LCD} \right) = 2400.2 + 18.6 \left(\frac{2480.2 - 2400.2}{128.06} \right) - 0 \left(\frac{1880.3 - 1780.38}{128.06} \right) = 2411.82$$

$$yp3 = yD + a \left(\frac{XC - XD}{LCD} \right) + (\mp b) \left(\frac{YC - YD}{LCD} \right) = 1780.3 + 18.6 \left(\frac{1880.3 - 1780.38}{128.06} \right) + 0 \left(\frac{2480.2 - 2400.2}{128.06} \right) = 1794.82$$

$$xp4 = xD + a \left(\frac{XC - XD}{LCD} \right) - (\mp b) \left(\frac{YC - YD}{LCD} \right) = 2400.2 + 41.7 \left(\frac{2480.2 - 2400.2}{128.06} \right) - 0 \left(\frac{1880.3 - 1780.38}{128.06} \right) = 2426.25$$

$$yp4 = yD + a \left(\frac{XC - XD}{LCD} \right) + (\mp b) \left(\frac{YC - YD}{LCD} \right) = 1780.3 + 41.7 \left(\frac{1880.3 - 1780.38}{128.06} \right) + 0 \left(\frac{2480.2 - 2400.2}{128.06} \right) = 1812.86$$

P1,P2 (ניצב מימין לקו המדידה ולכן סימנו יהיה פלוס)

$$LAB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2} = \sqrt{(2499.1 - 2431.8)^2 + (1600.2 - 1670.1)^2} = 97.03$$

$$xp1 = xA + a \left(\frac{XB - XA}{LAB \text{ אופקי}} \right) - (\mp b) \left(\frac{YB - YA}{LAB \text{ אופקי}} \right) = 2431.8 + 31.5 \left(\frac{2499.1 - 2431.8}{97.03} \right) - 11.3 \left(\frac{1600.2 - 1670.1}{97.03} \right) = 2461.78$$

$$yp1 = yA + a \left(\frac{yB - yA}{LAB \text{ אופקי}} \right) + (\mp b) \left(\frac{xB - xA}{LAB \text{ אופקי}} \right) = 1670.1 + 31.5 \left(\frac{1600.2 - 1670.1}{97.03} \right) + 11.3 \left(\frac{2499.1 - 2431.8}{97.03} \right) = 1655.24$$

$$xp2 = xA + a \left(\frac{XB - XA}{LAB \text{ אופקי}} \right) - (\mp b) \left(\frac{YB - YA}{LAB \text{ אופקי}} \right) = 2431.8 + 62.45 \left(\frac{2499.1 - 2431.8}{97.03} \right) - 14.9 \left(\frac{1600.2 - 1670.1}{97.03} \right) = 2485.85$$

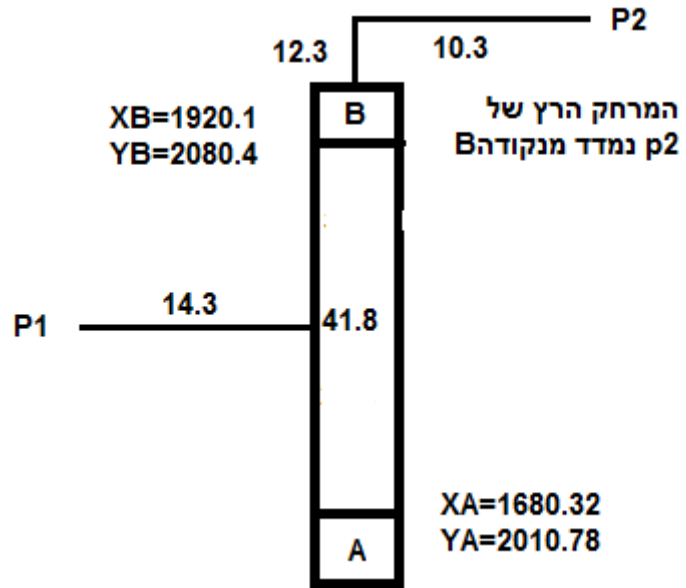
$$yp2 = yA + a \left(\frac{yB - yA}{LAB \text{ אופקי}} \right) + (\mp b) \left(\frac{xB - xA}{LAB \text{ אופקי}} \right) = 1670.1 + 62.45 \left(\frac{1600.2 - 1670.1}{97.03} \right) + 14.9 \left(\frac{2499.1 - 2431.8}{97.03} \right) = 1635.44$$

שאלה 6 בקובץ

נתונות קואורדינטות של נקודות הקצה של קו המדידה AB. נתונים המרחק הרץ והמרחק הניצב של

נקודות p1, p2. נתון אורך קו המדודה LAB.

דרוש: לחשב את הקואורדינטות של הנקודות p1,p2.



$$LAB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2} = \sqrt{(1920.1 - 1680.32)^2 + (2080.4 - 2010.78)^2}$$

$$LAB = 249.7$$

חישוב קואורדינטות של p1 (ניצב משמאל ולכן במינור):

$$xp1 = xA + a \left(\frac{XB - XA}{LAB} \right) - (fb) \left(\frac{YB - YA}{LAB} \right) = 1680.32 + 41.8 \left(\frac{1920.1 - 1680.32}{249.7} \right) - (-14.3) \left(\frac{2080.1 - 2010.78}{249.7} \right) = 1724.4$$

$$yp1 = yA + a \left(\frac{yB - yA}{LAB} \right) + (fb) \left(\frac{xB - xA}{LAB} \right) = 2010.78 + 41.8 \left(\frac{2080.1 - 2010.78}{249.7} \right) + (-14.3) \left(\frac{1920.1 - 1680.32}{249.7} \right) = 2008.65$$

חישוב קואורדינטות של p2 (ניצב מימין ולכן בפלוס, נוסיף לא 12.3 כי נמדד מ בולא מ):

$$xp2 = xA + a \left(\frac{XB - XA}{LAB} \right) - (fb) \left(\frac{YB - YA}{LAB} \right) = 1680.32 + (41.8 + 12.3) \left(\frac{1920.1 - 1680.32}{249.7} \right) - 10.3 \left(\frac{2080.1 - 2010.78}{249.7} \right) = 1729.4$$

$$yp2 = yA + a \left(\frac{yB - yA}{LAB} \right) + (fb) \left(\frac{xB - xA}{LAB} \right) = 2010.78 + (41.8 + 12.3) \left(\frac{2080.1 - 2010.78}{249.7} \right) + 10.3 \left(\frac{1920.1 - 1680.32}{249.7} \right) = 2035.68$$

מיפוי - סוגי מפות

מפה ספרתית-

מפה ממוחשבת (קובץ מחשב). היא יכולה להיות וקטורית או מפה רסטרית. מיפוי ממוחשב ספרתי = קובץ מחשב.

מפה וקטורית-

מפה ממוחשבת - מפה בה כל ישות מוגדרת באמצעות קואורדינאטות מישוריות (x,y) או מרחביות (x,y,h) קובץ שכל נקודה ונקודה במפה יש מאחוריה קואורדינאטות. זו מפה (כמו WORD) שניתן לערוך את האובייקטים בה, לעדכן אותה, לבצע חישובים וכו' וזה היתרון שלה. בתקנות ההגדרה היא (עמוד 5) : "מפה ממוחשבת שבה כל פרט מאופיין ע"י קואורדינאטות מישוריות (רשת ישראל) או מרחביות (כולל גובה)". תמונה ויזואלית שניתן לגעת באובייקטים ולראות את הקואורדינאטות שלהן, לחשב מרחקים ועוד.

על מנת להגיע לפה וקטורית:

1. מתקבלת מ :

a. מדידה קוטבית/פולארית (לפי אזימוט ומרחק – TOTAL STATION)

b. GPS

c. מדידה מתצלומי אוויר (פוטוגרמטריה)

d. דיגיטציה (סיפרות)- הפיכת מפת נייר לקובץ מחשב עם קואורדינאטות. נעשה ע"י מכשיר שנקרא **מספרת (דיגיטייזר)** - מכשיר לביצוע סיפרות (דיגיטציה) הוא בעצם שולחן בעל מקשי דגימה הכולל רשת צפופה של חוטים מוליכים - קווי חשמל. הסיפרות - דיגיטציה - הוא בעצם דגימת נקודות באופן סזיפי באמצעות המספרת. אל המספרת דוגמים את הנקודות וסוגרים מעגל חשמלי, השולחן מעביר את הנקודות לתוך קובץ מחשב וכך יכול לומר מה המיקום שלי ברשת קואורדינאטות. על השולחן, הקובץ מתמלא בקואורדינאטות x,y מדודות במערכת המקומית של המספרת. דוגמים נקודות בקרה גיאודטית שמופיעה במפה וכך מאפשרים חישוב מקדמי של התמרה (המרה) מהרשת המקומית של המספרת לרשת ישראל. מדביקים מפת נייר ללוח, מייצרים קובץ והמפעיל דוגם את פינות החלקות עד לקבלת רשימת נקודות שנדגמו, קולטים את כל החלקות /כבישים/נחלים ועוד. היום שיטה זו לא שמישה, אלא אם זו מפה שיש לך עניין לקלוט במדויק ולהקפיד. היום יש תוכנות שמסריקות מפת נייר מתקבלת מפת רסטר ויש אפשרות למעבר אוטומטי מרסטר לוקטור, וכך מתקבלת מפה וקטורית .

מפת רסטר-

מוגדרת בתקנות "תמונת רסטר של מפה".

היא מפה ממוחשבת (פיקסלים/גריד/מטריצה) - בעצם תמונה. זו למעשה שיטת אחסון של מידע באמצעות מטריצה של פיקסלים (יחידת האחסון הקטנה ביותר). מפת ניר - סורק - קובץ סריקה- מפת רסטר. סריקת המפה וקבלת קובץ הבנוי מפיקסלים. מפת רסטר בד"כ שמישה כתמונת/שכבת רקע, ולא ניתן לבצע בה שינויים או עדכונים (כמו PDF) היא סרוקה ולא בעלת אפשרויות חישוב כמו חישוב מרחק בין נקודות על המפה, שטח ועוד, בניגוד לוקטורית.

פיקסל הוא יחידת האחסון הקטנה ביותר בתמונה דיגיטאלית והאלמנט הקטן ביותר בתמונת רסטר, ערכי הפיקסל = גווי צבע, בין 0 ל 255 כשכל אחד מייצג צבע, ככול שהפיקסל קטן יותר התמונה חדה ומדויקת יותר. בנוסף גם ככול שיש יותר פיקסלים התמונה יותר מדויקת, חדה יותר, איכותית יותר. לדוגמה - תמונה דיגיטלית - היא מטריצה שבנויה מתאים קטנים שכל תא כזה הוא פיקסל. או - מסמך שמעבירים דרך הפקס ואז בעצם מתקבלת תמונה שבנויה ממטריצה של פיקסלים, תמונת רסטר.

אורתופוטו-

אורתוגינלי – פוטו = תצלום אוויר אנכי מיושר בו ההיטל הוא אנכי אורתוגינלי ולא היטל מרכזי. מדובר בתצלום אוויר חדש, מעובד, מתוקן, מיושר המתקבל לאחר תיקון תצלום אוויר מקומי. צילום אנכי בו כל פיקסל מוזז למיקומו הנכון ע"י לקיחה של תצלומים אלכסוניים, מזיזים כל פרט לנקודה מסוימת שממנה המבט הוא אנכי. הליך זה מתבצע ע"י תוכנה שלוקחת ומחשבת לכל פיקסל את המיקום האמיתי שלו בתצלום ומייצרת תצלום חדש שההיטל שלו הינו היטל על שיכול לשמש כרקע אנכי עם היטל אנכי מיושר – לטובת מניעת העתק בשל תבליט.

מפת צילום –

ע"מ 6 לתקנת המודדים = "מפה טופוגרפית, מצבית או מפת רקע המשורטטת או מודפסת על רקע אורתופוטו". האורתופוטו הוא בעצם התיקון אשר נותן את האפשרות להפיק מפתצילום. שילוב של מפה ותצלום אוויר, לטובת הנאה מקסימאלית מיתרונות כל מוצר. מדובר בתצלום סינטטי מתוקן שעל גביו אני מדפיסה את המפה, למעשה הדפסת מפה על רקע של תצלום אוויר (בד"כ אורתופוטו) – תיעוד אמיתי של המציאות שעליו סימנים מוסכמים ומקרא. מפת צילום היא למעשה מפה שהודפסה על רקע של אורתופוטו.

שאלה 4 מועד פברואר 2011 סעיפים ג-ד

ג - מה ההבדלים בין אורתופוטו למפת תצלום – אורתופוטו היא תמונה דיגיטאלית מיושרת ע"י מכונה עם היטל אנכי מיושר הבנויה מפיקסלים, מפת תצלום היא מפה טופוגרפית/מצבית שהודפסה על רקע אורתופוטו.

ד – מהו מודל פוטוגרמטרי - מודל פוטוגרמטרי הוא צמד של תצלומי אוויר עם חפייה של 60%. נבסס את המודל ע"י 4 ניודות ביסוס בשטח החפייה.

מפה מצבית-

מוגדרת בתקנות- "מפה טופוגרפית ללא תבליט".
מפה זו מציגה את המצב הקיים של השטח, רק את הפרטים הקיימים בשטח באופן קבוע, התכסית והתשתית הגיאודטית, ללא תבליט.

מפה טופוגרפית-

מוגדרת בתקנות פרק א עמוד 5 כך –
"מפה טופוגרפית = מפה ערוכה, בקנה מידה רחב, המראה את התכסית, התבליט והתשתית הגיאודטית בשטח הקרקע, בגבולות אותה מפה".
מפה טופוגרפית מציגה הרים, רכסים, ואדי, גבהים, גשרים, דרכים, מבנים, עמודי מתח ועוד.

כל מפה טופוגרפית צריכה להכיל -

תכסית - (גשרים, דרכים, מבנים, עמודים) – כל הפרטים הקבועים הנמצאים על פני הקרקע ומכסים את השטח. תכסית מלשון כיסוי, הפרטים הקבועים יכולים להיות מעשי אדם או הטבע.
תבליט - (הרים, רכסים, וואדי, גבהים) – תיאור צורת פני הקרקע ותיאור שינוי פני השטח. מידע שיכול לתת מידע על צורת פני הקרקע.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון מר משה בן חמו

תשתית גיאודטית - נקודות בקרה גיאודטיות עליהן התבסס המודד בעת הכנת המפה כמו קווי גובה, נקודות גובה וסימנים מוסכמים. מתבססים על נק' ידועות המסומנות בשטח = נקודות בקרה גיאודטיות.

לדוגמה - נקודה YA אשר בנוסחה $YC = YA + LAB * SI - AZAC$ היא נקודת יחוס - המסומנת בשטח והקואורדינטות שלה ברשת ישראל נתונות. המודד למעשה מחפש נקודה חדשה ע"י נקודה מדודה ידועה לפי מדידת מרחק ואזימוט. יש לו רשימת נקודות שנמדדו ביחס לנקודות אחרות, ואז בחיבור הנקודות בונים את הבית/עץ וכו ומחברים את המפה.

ע"פ התקנות תבליט יוצג במפה טופוגרפית ב – 3 דרכים:

"תיאור צורת פני הקרקע באמצעות מערכת קווי גובה או נקודות גובה בסימנים מוסכמים פי העניין".

נקודות גובה - נקודה המסומנת במפה ולידה מצוין הגובה שלה

סימנים מוסכמים - למשל סימן מוסכם של מצוק

רווח/מרווח אנכי- הפרש הגובה בין 2 קווי גובה סמוכים .

קווי גובה - קווי גובה הם האמצעי להצגת מימד הגובה במפה מישורית דו ממדית. קווי הגובה הם האמצעי להצגת צורת פני הקרקע/תבליט הקרקע. קו שכל הנקודות לאורכו שוות בגובהו, קו שווה גובה.

שאלה 1 מועד יולי 2008 -

מה ההבדלים בין מפה מצבית לטופוגרפית - תבליט.

איזו מפה מהן חובה לצרף לבקשה להיתר בניה ומתי נדרשת גם המפה השנייה ? הכלל - חובה לצרף לבקשה להיתר מפה מצבית עדכנית שנמדדה ונערכה ע"י מודד מוסמך (עדכנית - בעבר דיברו על חצי שנה ממועד הגשת המפה, היום מדובר על שנה). אם השיפוע בשטח שמציגים במפה גדול מ10% חובה להגיש גם מפה טופוגרפית - זה חשוב. מדידת נק' הגובה ומהם חישוב קווי הגובה הוא ממוחשב ופשוט לכן באותו מאמץ כבר עושים כסטנדרט מפה טופוגרפית.

שאלה 3-4 מועד אוגוסט 2004 -

מבקשים להגדיר - מפה טופוגרפית ותבליט במפה טופוגרפית.

יולי 2010 שאלה 3

• **מפות טופוגרפיות ומצביות מדורגות ל3 דרגות מה ההבדלים ביניהם.**

דרגה א- מדידה קרקעית של פרטי התכנית

דרגה ב'- מדידה פוטוגרמטית של פרטי התכנית עם השלמות שדה

דרגה ג'- מדידה פוטוגרמטרית בלבד.

• **הגדרו אורטופוטו , מפת תצלום, מפה ספרתית ומפה וקטורית**

מפה ספרתית- מפה ממוחשבת , מתקבלת באמצעות סריקה (ואז מתקבל ראסטר), דיגיטציה (וקטור),

מדידות שדה (וקטור) או מפוטוגרמטריה (וקטור)

מפה וקטורית- מפה בה כל יישות מוגדרת באמצעות קואורדינטות.

מפת תצלום- מפה טופוגרפית/מצבית המודפסת על רקע של אורתופוטו.

דירוג של מפות טופוגרפיות ומצביות - תקנות המודדים - עמוד 12 תקנה 21

דירוג הנובע מרמת המדידה עליה התבססו בזמן הכנת המפה. מפה טופוגרפית או מצבית תימדד במדידת קרקע, בפוטוגרמטריה או בשיטה אחרת שאישר המנהל . התקנות מעודכנות כל 10-15 שנים, והמשפט האחרון הוא לטובת אפשרות לשימוש תמיד בכלים חדשניים יותר.

מפות טופוגרפיות או מצביות תדורגנה ב-3 דרגות :

דרגה א - רמה שבה כל הפרטים המופיעים במפה נמדדו **במדידה קרקעית/מדידת שדה** ע"י צוות מדידה שמדד פיזית בשטח. לא מתצ"א. כולל קווי המגע עם הקרקע וההיטל על ההיקף החיצוני שלהם עם הקרקע. קווי המגע, נקודות המגע של הפרט עם הקרקע וגם מדידה של ההיטל (הצל) החלק החיצוני – ההיקף של גג הבית. מדובר במדידה מלאה באיכות הגבוהה ביותר. מדידה קוטבית/פולארית (אזימוט ומרחק), שיטת המשיחה = רץ וניצב (סרטים ומקלות), GPS

דרגה ב'- פרטי התכסית נמדדו במדידה קרקעית ובמדידה פוטוגרמטרית (תצלומי אוויר או סורק לייזר אווירי lidar) עם השלמות של מדידה קרקעית (**שילוב של מדידה קרקעית ותצלומי אוויר**)

דרגה ג'- באמצעות **תצלומי אוויר בלבד**.
הדרגות לא מעידות על דיוק, מה שרואים בתצלומים זה מה שנחשף לעיני המצלמה לכן יתקבל מיפוי חסר בתצלומי אוויר. לדירוג ג' ניתן לבצע השלמות שדה - השלמה בצוות בשטח.

מפה טופוגרפית מול מפה מצבית

מפה מצבית (מפה טופוגרפית בלי תבליט תקפה למשך שנה)



אם השיפוע גדול מ – 10% חובה להכין מפה טופוגרפית. או ע"פ הנחיה של מוסד התכנון



מפה טופוגרפית



תכסית – כל מה שמכסה את הקרקע - רק את מה שקיים באופן קבוע בשטח (בתים, כבישים, עצים ועוד), מה שמכסה את השטח.

תבליט - (בליטה) שיפועים של השטח, תיאור גובה וצורת פני הקרקע, או תיאור שינוי גובה השטח (מצוק) באמצעות מעי קווי גובה, נק' גובה וסימנים מוסכמים. כך ניתן לדעת את מצב הקרקע.

תשתית גיאודטית – נק' בקרה גיאודטיות עליהן התבסס המודד בעת הכנת המפה או למדידת הפרטים בשטח. נק' המוגדרות/ מסומנות בשטח ושהקואורדינטות שלהן ברשת ישראל נתונות.

תקנה 13 – עוסקת בתכן התכסית במפה טופוגרפית, אילו פרטי תכסית אהיה חייבת להציג במפה טופוגרפית ובמפה מצבית. כל הפרטים הקבועים בקרקע יוצגו במפה (גם אם טבעיים וגם אם מעשה ידי אדם). התקנה מפרטת מה יוכלל במפה טופוגרפית : מבנים קבועים וארעיים בעלי יסודות, דרכים סלולות ובלתי סלולות, מסילות ברזל, גשרים ועוד.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

תקנה 14 - מפרטת באיזה קנה מידה יוכנו מפות טופוגרפיות, יש רשימת קנ"מ אשר מותר להשתמש בה, ניתן להכין מפה בקנ"מ אחר באישור מפ"י.

תקנה 15 – מודד יקשור כל מדידה הדרושה של מפה טופוגרפית לרשת בקרה אופקית.

תקנה 16 - בתבליט מציגים גם קווי גובה, המוצגים בהפרשי גובה קבועים (מרווח אנכי), ויש פה טבלה שמגדירה איזה רווח אנכי מתאים בהתאם לקנה מידה של המפה.

תקנה 20 - סייג להגדלת מפה - מפה טופוגרפית/מצבית לא תוגדל ביותר מפי 2 (מבחינת הקנה מידה) בצילום. מעל פי 2 צריך כבר להכין מפה חדשה.

קנה מידה scale - תקנה 14

היחס בין יחידת אורך במפה לאותה יחידת אורך במציאות. המפה היא תמונה מוקטנת ומוכללת של המציאות.

קנה מידה של 1:100 - הכוונה היא כל יחידת אורך במפה, במציאות מייצגת 100 יחידות כאלו :

1 ס"מ במפה מייצג 100 ס"מ במציאות (= 1 מטר)

1 מ"מ במפה מייצג 100 מ"מ במציאות (= 10 סנטימטר)

קנה מידה של 1:1250 - 1 ס"מ במפה מייצג 1,250 ס"מ במציאות (= 12.5 מטר).

1. הגודל מבטא את היחס והוא חסר יחידות
 2. אם כתוב 1:100 ובמפה יש 4 ס"מ, אזי נכפיל ב- 100 וזה מה שקיים במציאות (4 מטר)
 3. איזה קנה מידה גדול יותר ? 1:100 או 1:100,000 ? קנה מידה גדול = קנה מידה מפורט יותר כמו zoom in, כלומר 1:100 הוא קנה מידה גדול ומפורט יותר מ-1:100,000.
- לכן, כשהמספר גדול יותר אזי קנה המידה קטן יותר.

נוסחה לחישוב קנ"מ של מפה :

$$\frac{1}{SCALE} = \frac{d}{D}$$

D – מרחק מדוד במציאות (המציאות היא המידה בגדול)

d - מרחק מדוד במפה (הממפה היא המידה בקטן)

- צריך שהיחס יהיה זהה, ולכן יש להביא אותם למכנה זהה ע"י חילוק או כפל. מכאן ש- 100 ס"מ זה 1 מטר ולכן אחלק ב- 100.

אם ה- D הוא במטר וה- d הוא בס"מ אזי נחלק ב- 100

אם ה- D הוא במטר וה- d הוא במ"מ אזי נחלק ב- 1000

שאלות ממבחנים

שאלה 3 ד' מועד פברואר 2012 :

לפי תקנה 17 יש חובה לבסס את המפה הטופוגרפית לרשת הבקרה הארצית וכן מותרת מפה טופוגרפית בקנ"מ של 1:625

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

שאלה 4 א מועד פברואר 2011 :

מודד הכין מפה טופוגרפית בקני"מ 1:1000 ברווח אנכי של 2 מטר – זה פסול כי בקני"מ זה מותר רווח אנכי של 0.5 מטר או 1 מטר. הקנה מידה עצמו בסדר אבל הרווח האנכי פה לא נכון. רווח אנכי- הפרש הגובה בין 2 קווי גובה סמוכים. המרווח האנכי של קווי הגובה במפה טופוגרפית יהיה קבוע ואחיד בכול שטח גיליון המפה.

שאלה 2 מועד פברואר 2009 :

- א. רווח אנכי - הפרש הגובה בין 2 קווי גובה סמוכים
ב. כן, מותר לפי תקנות המודדים 0.5 או 1 מטר.
ג. כן, חייב.
ד. נלמד בהמשך .

שאלה 5 מועד יולי 2008 :

אי אפשר ברווח אנכי של 0.75 או 0.5 או 1 מטר. שאלה 7 לכמה דרגות מחולקת רשת בקרה אופקית- 7, מדידה ע"י GPS, גיאומטרית וטריגונומטרית.

מועד פברואר 2007 שאלה 2 :

מה ההבדל בין מפה מצבית ומפה טופוגרפית- תבליט שלא קיימת במצבית .

מועד יולי 2006 שאלה 3 :

2 האילוצים העיקריים המכתיבים את קביעת הרווח האנכי במפה טופוגרפית : קנה המידה של המפה (ככול שהקני"מ של המפה קטן יותר נעבוד עם רווח אנכי גדול יותר ולהפך) והאופי הטופוגרפי של השטח (ככול שהשטח מישורי יותר , נעבוד רווח אנכי קטן יותר ולהפך).

מועד אוגוסט 2004 שאלה 4 :

כיצד מתארים תבליט במפה טופוגרפית ? בעזרת קווי גובה, נקודות גובה וסימנים מוסכמים.

תרגיל מספר 2 מועד יולי 2008 –

חזית של בניין נמדדה ונמצאה 47.5 מ'. הבניין שורטט במפה בקנה מידה 1:1250. מה אורך חזית הבניין במפה- במילימטרים ?

$$\frac{1}{1250} = \frac{d}{47.5}$$

ה 1250 של הקני"מ נתון בס"מ, ואילו ה-47.5 נתון במטרים, לכן על מנת להביא למכנה משותף נחשב כך :

$$\frac{1}{-1.25} = \frac{d}{47.5}$$

וע"י כפל בהצלבה נגיע לכך ש $d=38$ מ"מ : $38=47.5:1.25$.

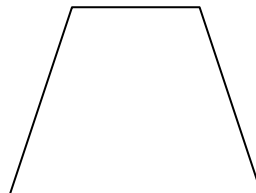
שאלה 1 אוגוסט 2004

1. הגדר קני"מ של מפה - קנה מידה = יחס בין יחידת אורך למפה לאותה יחידת אורך במציאות

תרגיל נוסף -

נתונה מפה בקני"מ 1:2500. במפה מוצגת חלקה ונתונים אורכי צלעות החלקה בס"מ. יש לחשב את היקף החלקה במציאות –

3.2*25 ס"מ



קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

25*2.8 ס"מ

25*4.1 ס"מ

25*6.8 ס"מ

ראשית נרצה למצוא מהו ה-D : לשם כך נמיר את הקני"מ בכדי להגיע לס"מ ממ"ר ע"י כך שנחלק ב 2500
– 100 (25). את כל המרחקים במפה (d) נכפיל ב- 25. וכך נגיע למרחקים במציאות (D).
נחשב כל אחד מהם באמצעות הנוסחה –

$$D = \text{scale} * d / 100$$

$$100. \quad 2.8 * 2500$$

$$70 = 25 * 2.8$$

וכן הלאה בשאר הצלעות

נחבר את אורכי הצלעות שקיבלנו $170 + 102.5 + 80 + 70 = 422.5$ הוא היקף החלקה במציאות.

תרגיל נוסף - חשבו את קני"מ של המפה

נתון – מרחק מדוד במפה – 2.3 ס"מ (d)

המרחק המתאים למרחק במציאות שווה ל- 175 מ' (D).

הנוסחה היא -

$$\frac{1}{\text{SCALE}} = \frac{d}{D}$$

$$D = \text{scale} * d / 100 \quad \text{ובמילים אחרות -}$$

$$175 = \text{scale} * 2.3 / 100$$

$$17500 = 2.3 \text{scale}$$

תרגיל נוסף - חשבו את קני"מ של המפה

נתון- מרחק במפה – 5.1 מ"מ (d)

מרחק במציאות – 65 מ' (D).

הנוסחה היא -

$$\frac{1}{\text{SCALE}} = \frac{d}{D}$$

ובמילים אחרות -

$$D = \text{scale} * d / 1000$$

$$65 = \text{scale} * 5.1 / 1000$$

$$65000 = 5.1 \text{scale}$$

$$\text{scale} = 12745.09$$

תרגיל נוסף -

נתונה מפה בקני"מ של 1:1250. שטח החלקה המסומנת במפה חושב במילימטר מרובע. שטח החלקה הוא 12.55 מ"מ. מה שטח החלקה במציאות?

ממילימטר לסנטימטר (ס"מ הוא השטח במציאות ומילימטר הוא השטח במפה)

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$A_m \text{ "m"} \cdot [\text{SCALE}/1000]^2 = A_c \text{ "m"}$$

$$A_{12.55} \cdot [1250/1000]^2 = 19.609$$

מסנטימטר למטר (ס"מ הוא השטח במפה ומטר הוא השטח במציאות)

$$A_c \text{ "m"} \cdot [\text{SCALE}/100]^2 = A_m$$

שאלה 2 אוגוסט 2004

2. חזית של בניין שנמדדה = 23.75 מ', קנה מידה של המפה 1:1250, יש לחשב את אורך החזית במפה במילימטרים -

$$\frac{1}{1250} = \frac{d}{23.75}$$

יש צורך לבצע התאמות מאחר והקנ"מ בס"מ והחזית שנמדדה היא במטרים ולכן נעשה כפל בהצלבה

$$19 = 23.75 : 1.25 \frac{1}{1.25} = \frac{d}{23.75}$$

תרגיל נוסף -

נתונה מפת גוש בקנ"מ 1:625. מדדו שטח חלקה במפה – השטח הוא 8.12 סמ"ר. חשבו את השטח בדונם.

$$5.12 \left(\frac{625^2}{100} \right) = 317.188 \text{ מ}^2$$

בדונם יש אלף מטר לכן את התוצאה הזו נחלק ב1000 על מנת לקבל את הנתון בדונם – 0.3217 דונם. אם

$$A_m \left(\frac{\text{scale}^2}{1000} \right) : \text{היה נתון לנו שטח במילימטר מרובע מ"מ, היינו מחשבים לפי חלוקה באלף} :$$

שאלה 5 ב פברואר 2011

לצורך חישוב שטח חלקה מסוים המשורטט בקנ"מ 1:2500 נקלטו הקואורדינטות של נק' המפנה בחלקה ע"י מספרת שדיוקו לפי היצרן הוא 0.1 מ"מ. הערך את דיוק שרטוט של נק' המפנה בגוש ואת דיוק הקליטה של נקודה זו וחשב מה דיוק של הנקודה הקלטה.

3 פרמטרים משפיעים על דיוק הנקודה שנקלטה :

- דיוק המספרת - 0.1 מ"מ
- דיוק השרטוט של המפה - 0.2 מ"מ
- דיוק הפגיעה/קליטה של המפעיל - 0.2 מ"מ

לפי תורת התפשטות השגיאות, השגיאה הכוללת שווה לשורש סכום הריבועים של השגיאות. כלומר

$$0.3 \text{ מ"מ} = \sqrt{0.1^2 + 0.2^2 + 0.2^2} - \text{השגיאה הכוללת בקליטת נקודות באמצעות מספרת במקרה שבנדון.}$$

במציאות זה אומר

$$\frac{0.3}{1000} = \frac{1}{2500} : \frac{d}{D} = \frac{1}{\text{scale}}$$

נעשה כפל בהצלבה ונקבל $D=0.75$ מ כלומר 75 ס"מ.

דיוק של מפה טופוגרפית -

דיוק של מפה טופוגרפית צריך להיות בדיוק אנכי - גובה (H) ובדיוק אופקי - מיקום (X,Y).

בדיקת דיוק נתוני הגובה במפה טופוגרפית -

נקודה כלשהי – (תקנה 18 א') - חצי

תקנה 18 (א) לתקנות המודדים (מדידה ומיפוי) מתייחסת ל"נקודה כלשהי" ומציינת כי הסטייה המותרת בגובה נקודה כלשהי במפה הטופוגרפית **לא יעלה על מחצית $\frac{1}{2}$ הרווח האנכי** לגבי לפחות 90% מהנקודה הנבדקת. כלומר, **ההפרש** בין גובה של נקודה כלשהי במפה טופוגרפית לבין גובהה של אותה נקודה שנמדדת לצרכי ביקורת, לא יעלה על מחצית הרווח האנכי במפה טופוגרפית לגבי 90% לפחות מהנקודות הנבדקות.

משווים בין הגובה שנוזר במפה הטופוגרפית מול הגובה שמדוד בשטח, מותר שתהיה סטייה בין הגבהים האלו אבל עד חצי מהרווח האנכי של המפה הטופוגרפית. אם לדוגמא הרווח האנכי הוא 10 מטר, הסטייה המותרת יכולה להיות עד 5 מטר (כולל). את הסטייה נבדוק כך –

$$\Delta H = H - H$$

H שמדוד בשטח)-(H שנתון במפה הטופוגרפית).

לדוגמה – אם נמדד בשטח 7 מ"ר ובמפה הטופוגרפית נתון 7.2 מ"ר, אז קיימת סטייה במדידה.

$$7 - 7.2 = -0.2 < 5mr$$

אם הגובה האנכי הוא – 5 אז הסטייה תמיד תהיה פחות מ- 5 ס"מ.

נקודת גובה – (תקנה 18 ב') - רבע

תקנה 18 (ב) לתקנות המודדים (מדידה ומיפוי) מתייחסת ל"נקודת גובה" ומציינת כי הסטייה המותרת בגובה נקודת גובה במפה טופוגרפית לא יעלה על רבע $\frac{1}{4}$ מהרווח האנכי במפה טופוגרפית לגבי 90% לפחות מנקודות הגובה הנבדקות. מדובר בדרישה מחמירה יותר לעומת "נקודה כלשהי". נקודה זו מצוינת במפה ומסומן גובהה, היא נמדדה בשטח ואני יודעת את הגובה המדויק שלה.

ביקורת –

תקנה 18 (ג) - הפרש בין גובה נקודה כלשהי לבין הנקודה הנמדדת לצרכי ביקורת, **לא יעלה על הרווח האנכי לגבי 99%** לפחות מהנקודות הנבדקות. מדובר במדגם. גם בנקודת גובה וגם בנקודה כלשהי המקסימום הוא הרווח האנכי. סטייה גבוהה מאוד מראה לנו שיש שגיאה בנקודות הראשונות. לפי התקנות מותרות סטיות מסוימות שניתן לחרוג על פיהן אך סטייה שהיא חריגה ושלא עומדת בתקנות, מייצגת שגיאה וסטייה גדולה מידי במדידה. כשנאמר לנו 90% מסתמכים על העובדה שמפה טופוגרפית מבוצעת בקני"מ של 1:10,000 ולכן 10% זה לא ממש הרבה (כל מילימטר במפה הוא 10 מ')

שאלה 4 מועד פברואר 2011:

שמאי מקרקעין הזמין אצל מודד מפה טופוגרפית בגבולות ברורים בקני"מ 1:1000 ורווח אנכי של 2 מ. **הגדר מהו רווח אנכי** - ההפרש בין 2 קווי גובה סמוכים, **האם רשאי 1:1000** - כן לפי תקנה 16 לא ניתן לעבוד עם מרווח של 2, או 1 או 0.5.

הסבר את הסיבה לדירוג ג' במפה שנמדדה בפוטוגרמטריה בלבד - בתצלומי אוויר רואים רק מה שנגלה לעין המצלמה לכן היא יכולה להיות חסרה (מה שלא נחשף בשל עננים/עצים וכו לא יוצג), בנוסף ניתן למדוד בצילום הקרקע רק את המבט על (גגות המבנים) ולא ניתן למדוד את קווי המגע של המבנים עם הקרקע.

שאלה 4 מועד פברואר 2012:

- התשובה היא כן – 1:1000 – 0.5,1

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

- הגובה (H) המדוד בשטח – 37.45 מ"ר

הגובה (H) המדוד במפה – 37.57 מ"ר

$$H-H=\Delta H=0.12=12\text{ cm}$$

הרווח האנכי במפה – 0.5 (50 ס"מ)

מכיוון שמדובר בנקודת גובה - הסטייה המותרת לפי התקנות היא 1/4 ולכן במקרה דנן, ניתן לסטות בכ –

$$A1/4*50=50/4=12.5$$

12 היא השגיאה הקיימת והיא קטנה מ – 12.5 שהיא השגיאה המותרת ולכן הסטייה הינה תקינה.

פברואר 2010 שאלה 3

שמאי מקרקעין הזמין אצל מודד מפה מצבית דרגה ב' - **המשמעות** : פרטי התכסית נמדדו ע"י מדידה קרקעית משולבת עם תצלומי אוויר.

מה ההפרש המותר בין גובה נקודה כלשהיא במפה טופוגרפית לבין גובה אותה נקודה שנמדד לצרכי ביקורת איכות המפה?

ההפרש המותר הוא מחצית הרווח האנכי (הפרש הגובה בין שני קווי גובה סמוכים). לפחות 90% מהנקודות הנבדקות הפרש הגובה לא יעלה על מחצית הרווח האנכי במפה הטופוגרפית.

אם שואלים לא על נקודה כלשהי אלא על נקודת גובה : ההפרש המותר הוא רבע מהרווח האנכי. 90% לפחות מנקודות הגובה הנבדקות הפרש הגובה לא יעלה על רבע מהרווח האנכי.

עוד בתקנה 18- מה קורה עם 10% האחרים? בכל מקרה ההפרש בגובה הנקודות לא יעלה על הרווח האנכי 99% מהנקודות הנבדקות.

90% מהנקודות עד חצי מטר, 99% מהנקודות הנבדקות – עד הרווח האנכי.

יולי 2009 שאלה 4

מה מתארים הנתונים הספרתיים במפת ואסטר או במפה וקטורית? הנתונים הספרתיים מתארים סוגים של מפות: מפה מצבית, מפה טופוגרפית, תכנית לצרכי רישום, מפת גוש. בוקטור – קואורדינאטות ובראסטר פיקסלים.

שיטות המדידה – (קרקעית, משיחה או GPS), תצלומי אוויר ושיטות אחרות, לפי דרגות: א/ב/ג

פברואר 2009 שאלה 2

שמאי מקרקעין החליט לבדוק את הדיוק של מפה טופוגרפית, לשם כך קלט מהמפה שבקני"מ 1:100 ורווח אנכי של 0.5 מטר

(1) הגדרת רווח אנכי במפה – הפרש הגובה בין שני קווי גובה סמוכים במפה טופוגרפית.

(2) כן, רשאי

(3) גם תכסית גם תבליט וגם תשתית גיאודטית

(4) האם הדיוק עומד בתקנות ?

גובה במפה	גובה מדוד בשטח	הסטייה הקיימת	גובה	כלשהי
------------------	-----------------------	----------------------	-------------	--------------

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

31.2	31.39	0.19 מ'	סטייה	אין סטייה
35.17	34.95	0.22	סטייה	אין סטייה
37.96	38.05	0.09	אין סטייה	אין סטייה
42.14	42.05	0.11	אין סטייה	אין סטייה
42.04	41.80	0.24	סטייה	אין סטייה

הרווח האנכי הוא 5 מטר. הסטייה המותרת לנקודה כלשהי היא חצי – $50 \times 1/2$ ס"מ) כרבע מטר – 25 ס"מ - הסטייה המותרת לנקודת גובה היא רבע $50 \times 1/4$ ס"מ) כ- 12.5 ס"מ. הוזכר בשאלה כי מדובר בנקודות גובה. יותר מ – 90% סוטות מהמותרת נקודות 5, וחורגות מהסטייה המותרת. אם היה מדובר בנקודות כלשהן אזי כל הנקודות היו עומדות בהוראות הסטייה. זה פסול כי לא 90%.

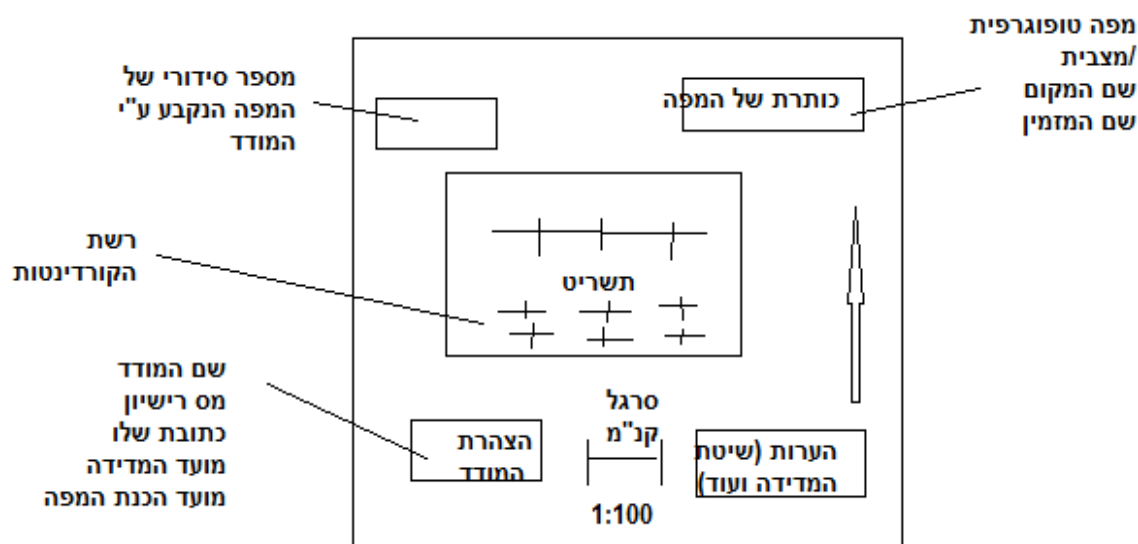
יולי 2008 שאלה 8

מדובר בנקודה כלשהי הסטייה המוכרת היא חצי.

נקודה במפה - המשורטטת ברווח אנכי של מטר נקלט ונמצא 61.22 מ.גובה אותה נקודה נמדד בשטח לצרכי ביקורת נמדד ונמצא 61.41. נפחית את השטח במפה והגענו לסטייה של 0.19. כלומר, סטייה של 19 ס"מ – האם עונה לדרישות. מדובר בחצי ממטר, 50, חצי מהרווח האנכי=חצי מטר, 19 נמוך מזה ולכן הדיוק במפה הינו תקין.

אילו נתונים מופיעים בשוליים של המפה הטופוגרפית ?

בצד ימין של המפה- חץ הצפון



שאלה 8 מועד אוגוסט 2004

בנקודת גובה ניתן להגיע לסטייה של $1/4$ מהרווח האנכי.

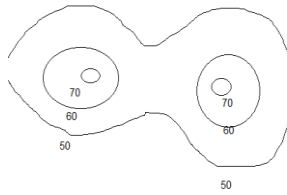
הגובה במפה הוא 38.45 מ' הגובה המדוד בשטח הוא 38.63 מ'. הסטייה הקיימת הינה 0.18.

הרווח האנכי הוא 1 מ' אזי שרבע ממנו הוא 0.25 סטייה מותרת. הסטייה הקיימת נמוכה מהסטייה המותרת ולכן תקינה.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

קווי גובה -

תכונות של קווי גובה :



2. כל הנקודות לאורך קו הגובה יהיו שוות בגובהן
3. קווים רציפים
1. קווי גובה שונים בגובהם לא יחצו זה את זה חוץ ממצב של מצוק
 - צפיפות קווי הגובה תגדל ככול שהשטח יהיה משופע/תלול יותר
 - הערך של קו הגובה יהיה כפולה שלמה של **המרווח האנכי** כמכפלה שלמה. ז"א שלא יהיו שתי ספרות אחרי המספר (דוג' - 60.5 זה בסדר אך 60.47 זה לא בסדר).

שימושים לקווי גובה :

- תיאור תבליט השטח - הצגת מימד הגובה או הצגת תאור תבליט פני השטח במפה טופוגרפית.
- להגדיר ולשרטט חתך אנכי
- (1) הגדרת וחישוב שטחים נראים ושטחים נסתרים
- (2) חישוב / קביעת "קווי השלד" כמו אגני ניקוז, הגדרת קו פרשת המים או קווי אפיק.

מרווח אנכי:

המרווחים בהם אני דוגמת כל גובה, הפרש הגובה בין שני קווי גובה סמוכים. המרווח האנכי יהיה אחיד בכל שטח גיליון המפה הטופוגרפית. באיזה מרווח אנכי (קפיצות גובה) כדאי לעבוד ?

קביעת המרווח האנכי למפה טופוגרפית תלוי בשני קריטריונים:

- **קנה המידה של המפה** – על מנת שיהיה ברור ואסתטי צריך מרווח אנכי גדול כי במפה בקנ"מ קטן לדוגמה של 1:100000 כשכל מילימטר במפה מייצגים 1000 מטר, לא רואים בתים ופרטים קטנים. לכן ככול שקנה המידה של המפה קטן יותר נעבוד עם מרווח אנכי גדול יותר, ולהפך. לדוגמה - בקנ"מ קטן 1:10,000 נעבוד עם מרווח אנכי גדול (של 50 מ') בקנ"מ גדול 1:1000 נעבוד עם מרווח קטן (של 1/0.5 מטר)
- **האופי הטופוגרפי של השטח** – עבור מרווח אנכי נתון הצפיפות של קווי הגובה תקטן בשטח מישורי ותגדל בשטח הררי. ז"א, ככול שהשיפועים גדולים יותר נעבוד עם מרווח אנכי גדול יותר (שטח הררי), וכשהשטח מישורי נעבוד עם מרווחים קטנים יותר, בכדי לא להעמיס על המפה. בתקנה קיימת טבלה שחשוב לדעת אותה בעמוד 11.

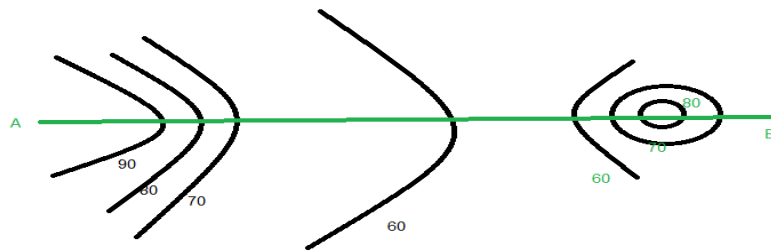
קווי השלד של השטח:

- קווי שטח שאפשר למצוא באמצעות קווי גובה. **קווי השלד הם -**
- קו פרשת המים -** קו שעובר דרך כל הנקודות הגבוהות בשטח (=קו הרכס), לאורכו לא יזרמו מי הגשמים אלא לצידיו (ימינה או שמאלה).
- קווי אפיק -** קו העובר בד"כ דרך הנקודות הנמוכות בשטח (ערוצי נחלים, ודיות) לאורכו יזרמו מי הגשמים (הנחלים).
- אגן ניקוז -** תא שטח הנמוך ביחס לסביבתו המוקף בשטחים גבוהים ממנו, ולכן כל המים מתנקזים אליו ולהם אין לאן לזרום, בתא שטח זה יצטברו מי הגשמים כמו "שלולית" או אגם בהם המים עוגנים או מתנקזים. קווי האפיק מובילים את המים אל אגן הניקוז.

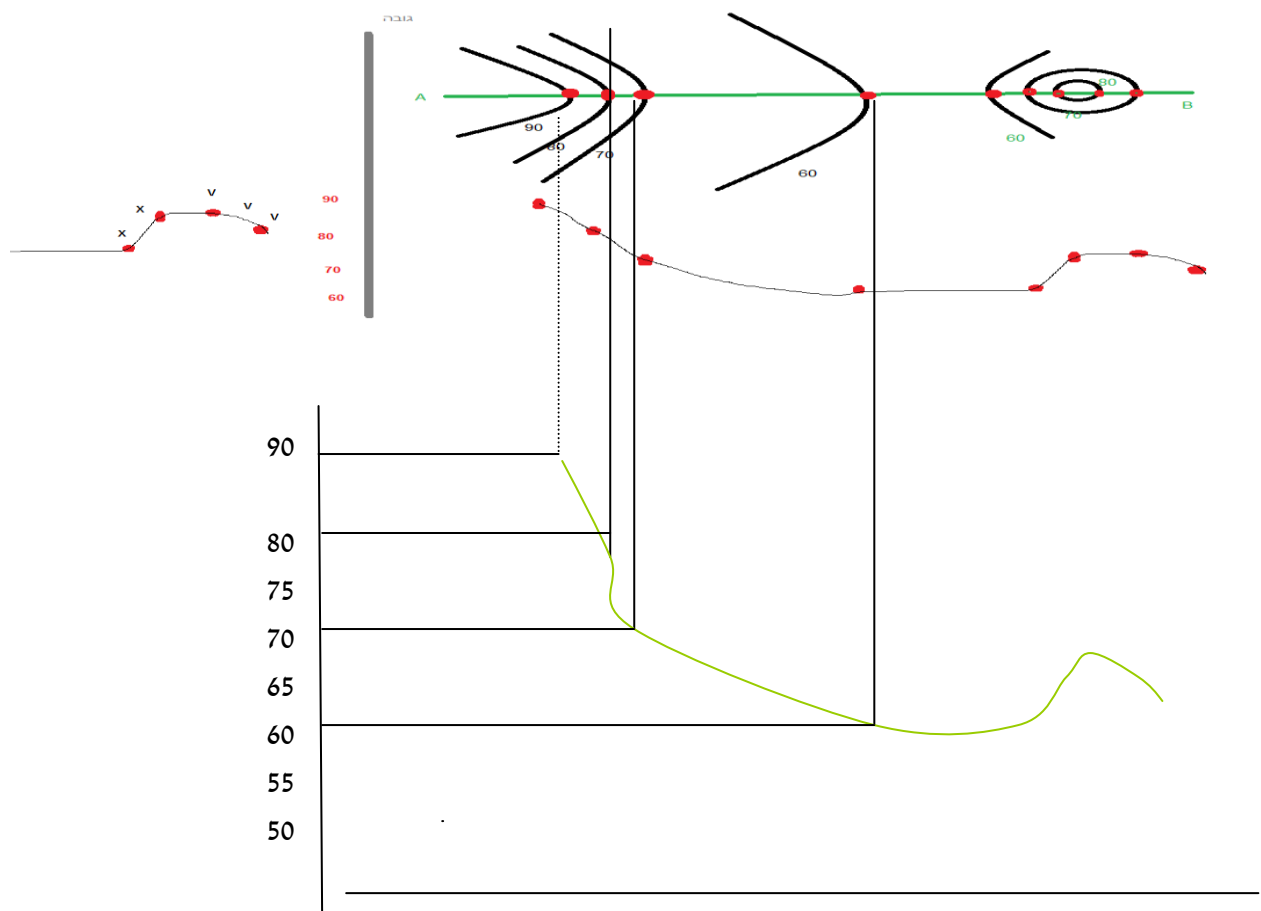
חתך אנכי –

הוא אחד מהשימושים של קו הגובה, הוא שרטוט המתאר את שינוי גובה פני הקרקע לאורך קו החתך. נעשה בו שימוש בעיקר בתכנון דרכים, אך גם משמש לבדיקת קו ראייה בין נקודות (או להגדרת שטחים נראים ושטחים מתים). אם אני נמצאת בנקודה הימנית ביותר אני רואה עד ה-80 (שטח נראה), את אחרי הגבעה לא אראה- זה שטח מת.

תווין=פלוטר- מדפסת גדולה להדפסת מפות ותכניות, בראש המדפס שלו יש טושים והוא רץ ומסרטט את המפה לפי הקואורדינטות. דוגמא לשרטוט של חתך אנכי :



קו AB חותך בכמה נקודות אשר מסומנות באדום להלן. מכל נקודה אדומה נוריד קו אנכי כלפי מטה. זה מראה לנו מגמות לאורך הקו. קווי הגובה מציגים לנו מפת על, החתך האנכי מראה לנו **מבט מהצד-** כיצד הגובה משתנה לאורך הקו AB.



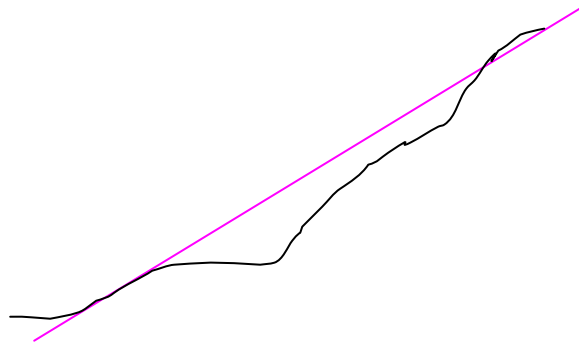
חישוב קווי גובה

מודל גבהים ספרתי (ממוחשב) של תא שטח

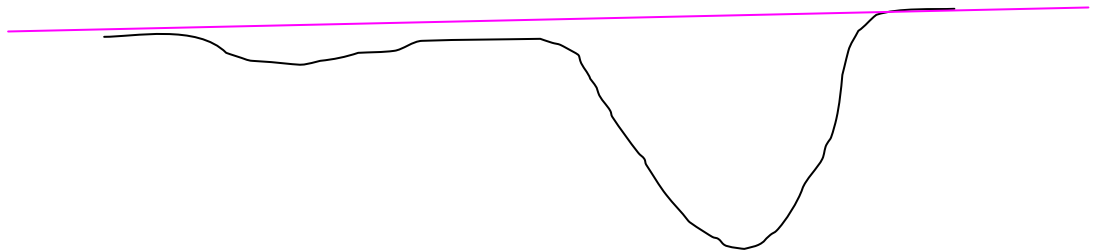
חישוב קווי הגובה באמצעות נתוני גובה המסופקים על מפה. מספר מודלים:

DEM - digital elevation model

מודל גבהים ספרתי ממוחשב – זהו מקבץ מסודר במרווחים אחידים של נקודות גובה שנמדדו בשטח הפרויקט. איסוף הנקודות עם הגבהים ילמד אותנו, ועל בסיס הנקודות ניתן לסרטט. שיטה זו מצריכה קווים ישרים שהם בעצם פני הקרקע המחושבים (הקו הורוד) והקו השחור הוא בעצם המצב האמיתי בקרקע.



קיימת בעיה כאשר קיימים שינויים רבים וחדים בגבהים. זהו חיסרון ב-DEM כשיש קווי אי רציפות טופוגרפיים או עלולים לפספס קווי שבר. הקו הורוד מפספס את הבקע הקיים בשטח האמיתי:



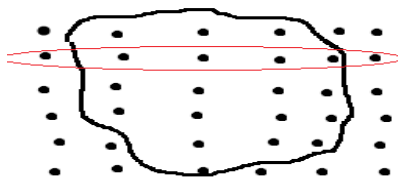
DTM - digital terrain model

שיפור המודל הקודם (אשר מחושב רק במרחקים אחידים). זהו מודל גבהים ספרתי מלא של הקרקע הכולל את ה-DEM ואת קווי אי רציפות טופוגרפיים בשטח. זהו שילוב של סדר DEM בתוספת נקודות גובה נוספות לאורך קו אי הרציפות בכדי לקבל קו שצמוד יותר למצב האמיתי בשטח.

DSM - digital surface model – היום מדברים גם על מודל נוסף DSM, מודל גבהים ספרתי מלא של

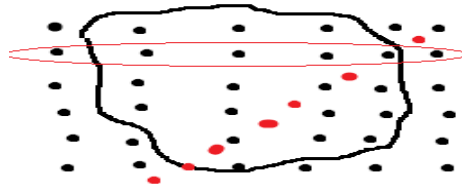
השטח הכולל DTM + גובה של פרטים בשטח.

- המודל דוגם גבהי נקודות בשטח במרווחים אחידים, ומסמן בשטח. לכל נקודה הוא מודד גובה ומייצר סריג מוסדר של נקודות גובה. הוא מחבר את הנקודות על מנת לקבל תיאור של שינוי גובה הקרקע בכל קו, על מנת לקבל תמונה המייצגת את התבליט של השטח.

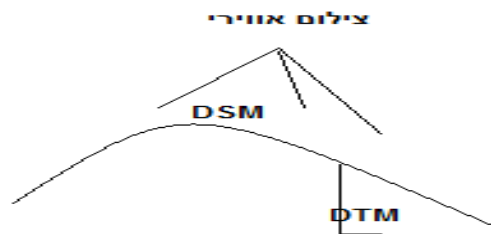


קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

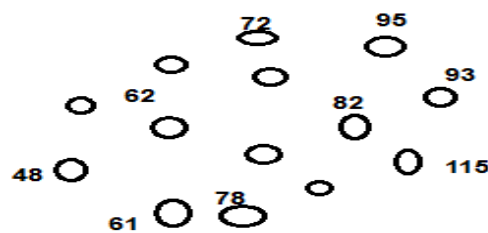
בגלל שהמרווחים הם אחידים יש לדגום גם קווי רציפות, לדגום נקודות בשוליים שלו וגם בערוץ הנחל, על מנת לקבל תמונה מדויקת יותר – DSM.



חסרון- אם יש איזשהו שבר/נחל בשטח אז בגלל שהקו המחבר הוא קו רציף, לא רואים את הנחל. 2 המודלים שלפניו מתייחסים לפני הקרקע בלבד (אדמה), מדידה קרקעית ומדידה בשטח. לעומת זאת ב DSM עושים כיסוי מלא באמצעות צילום אווירי. מטוס סורק את פני השטח ומודדים נקודות ואז מקבלים קובץ ממוחשב.

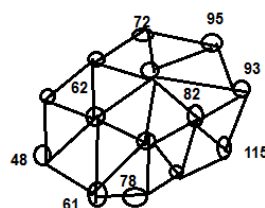


שרטוט קווי גובה -



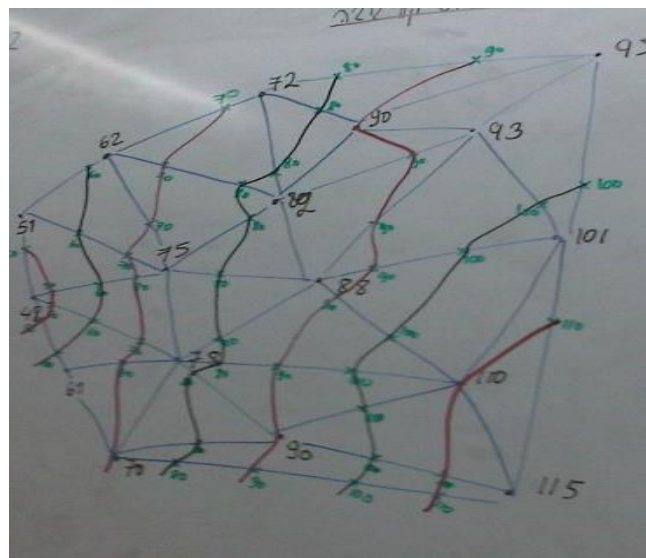
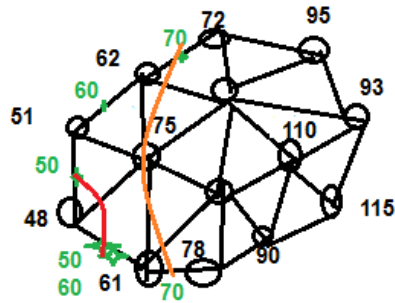
נתונות נקודות להן מדדנו גובה. שלבים בשרטוט קווי גובה:

1. מציאת ערכי קיצון של גובה השטח: $HMIN=48$, $HMAX=115$.
2. קביעת ערכי קווי הגובה שנשרטט בהתבסס על הרווח האנכי הנתון. ערך/גובה של קו גובה תמיד יהיה כלולה שלמה של הרווח האנכי. בדוגמא נתון רווח אנכי $=10$ מ. לפי הדוגמא הרווחים יהיו: **115** 110 100 90 80 70 60 50 **48** (למשל 58,68 לא יכול להיות מכפלה שלמה של הרווח האנכי).
3. שרטוט רשת משולשים בן נקודות הגובה (מכל 3 נקודות קרובות יוצרים משולש). יש להקפיד שהמשולשים לא חותכים זה את זה.



קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

4. בכל קו במשולש יש לקבוע/לחשב את הנקודות של קווי הגובה. כלומר בכל קו בין נקודה לנקודה נסמן איזה קו גובה יעבור (בירוק). **קו גובה = קו שווה גובה העובר בין כל הנקודות באותו גובה.** מחברים את כל קווי הגובה למשל קו גובה 50 (באדום) וקו 70 (בכתום) . בקרת איכות- קווי גובה לא יכולים לחתוך אחד את השני.



קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

מדידת גבהים -

כללי -

דאטום הגבהים של ישראל

משטח פני המים הבינוניים : גובה ממוצע של מחזור מדידות של מפלס פני הים שנמדד לאורך 19 שנים (מחזור מלא של הירח). מדידה באמצעות מכשיר מסוג מראוגרף שהוצבו בנמל אשדוד, יפו וחיפה. הגדירו משטח ממוצע של פני הים (בינוני = ממוצע) והגדירו אותו כאפס וביחס אליו הגדירו גבהים מוחלטים של נקודות בשטח. מפ"י עושה מעקב אחר המדד הזה.

סוגי גבהים -

- **גובה מוחלט** – גובה המוגדר ביחס לפני הים – גובה פני הים משתנה במהלך היום, מישור פני המים הבינוניים = גובה ממוצע של פני הים.
 - **גובה יחסי** – גובה המוגדר ביחס לנקודה אחרת (הפרש גובה)
 - **גובה אורתומטרי** – גובה המוגדר ביחס לאותו מישור פני המים הבינוניים לגאואיד.
 - **גובה אליפסואידי** – גובה המוגדר ביחס לאליפסואיד הסיבוב נמדד ע"י GPS.
- גובה אליפסואידי פחות גובה אורתומטרי = גליות.**
- **גליות** – מודל גליות סטטוטורי (רשמי) של ישראל – ניתן להגיע לגבהים מתוקנים על פי גובה אורתומטרי בחיסור גובה אליפסואידי (GPS), שניהם לבד לוקים בחסר אך ביחד הם מדויקים ותר. בישראל הגליות יכולה להגיע להפרשים של עד 20 מטר.

מושגים רלוונטיים -

- **מראוגרף** – מכשיר למדידת גובה פני הים (אשדוד, אשקלון, תל אביב, חיפה ואילת)
- **נקודת BM** – bench mark – נקודות בקרה אנכיות המוגדרות בשטח ומשמשות למדידת גבהים מוחלטים. ז"א שגובה נמדד לפי נקודות אלה. *+.
- **בנג"ל** – בסיס נתונים גיאודטי לאומי – מאגר נתוני נקודות בקרה גיאודטיות המנוהל ומתוחזק ע"י מפ"י גם נקודות BM נכללות בתוך הבנג"ל.

שיטות למדידת גבהים :

- **איזון טריגונומטרי**
- **איזון הנדסי גיאומטרי** – ציוד מדידה : מאזנת+חצובה, אמה אנכית
- **מדידה פוטוגרמטרית** (מתצ"א)
- **GPS** – גיאודזיה לוויינית – מדידת גובה לפי GPS – גובה שנמדד ישירות ממכשיר GPS הנו גובה הנמדד ביחס לאליפסואיד ולכן גובה זה נקרא גובה אליפסואידי.

• שיטה למדידת גבהים - איזון טריגונומטרי -

ציוד מדידה –

חצובה (תלת רגל)

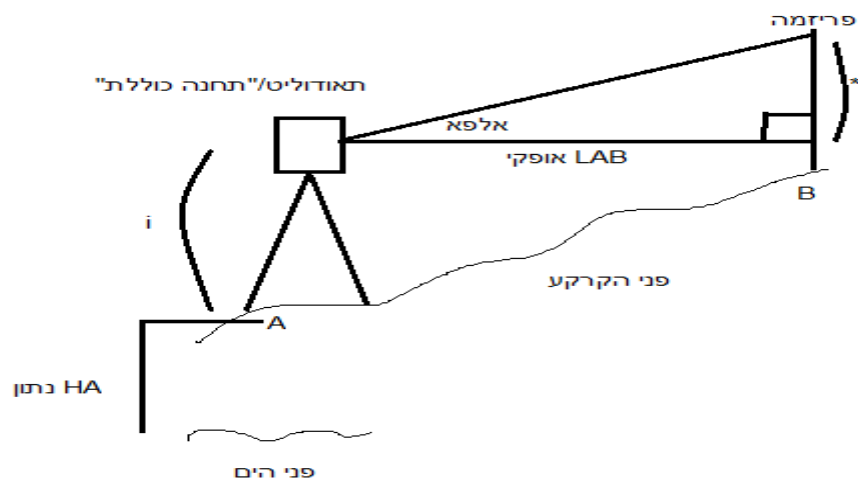
פריזמה (מוט טלסקופי שבקצהו מראה)

תאודוליט - מכשיר למדידת זוויות אופקיות וזווית גובה.

דיסטומט - מד מרחק אלקטרוני (מכשיר למדידת מרחקים).

Total station - מכשיר שיועד לחשב גם מרחק, גם זווית אופקית וגם זווית גובה המשלב תאודוליט ודיסטומט.

בשיטה הזו מציבים את מכשיר המדידה בנקודה A שהגובה שלה מפני הים נתון (HA), בנקודה B מחזיקים בפריזמה (מוט טלסקופי) שבקצהו (מראה). אחרי שמפלסים את המכשיר מכוונים לפריזמה ומודדים שיפוע ומרחק אופקי בין A ל-B.



אז מה מודדים –

α - זווית גובה. אלפא יכולה להיות בין 90° - 90° מעלות. נציב אותה בנוסחה על סימנה, אם שלילית (היא תוכל להיקרא גם זווית עומק) נציב אותה במינוס אם חיובית בפלוס.

LAB - מרחק אופקי

I - גובה מכשיר המדידה מעל לנקודה A

SO גובה הפריזמה מעל לנקודה B

HA : מה נתון לנו :

איך נמצא את B - כמה אופציות –

• בהנחה שכל שאר הנקודות נתונות לנו :

$$HA + I + [*] - SO$$

בכדי למצוא את הכוכבית נציב –

$$\tan(\alpha) = \frac{I}{LAB \text{ אופקי}}$$

$$* = LAB \text{ אופקי} * \tan(\alpha)$$

• כאשר ה – LAB – הוא אופקי נשתמש בנוסחה הזו -

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$HB=HA+I+LAB*\tan[\alpha]-SO$$

- כאשר ה – LAB – הוא משופע – אופטי נשתמש בנוסחה הזו –

$$HB=HA+I+LAB*\sin[\alpha]-SO$$

תרגיל 16 עמוד 22 -

מנקודה A בוצע איזון טריגונומטרי אל הנקודות B ו-C.

נתון:

$$HA = 70 \text{ מ'}$$

I – גובה מכשיר המדידה בנקודה A = 1.7 מ.

נתונים נוספים :

נקודה	גובה מטרה so	זוויות גובה- אלפא	מרחק אופקי
B	2	$2^{\circ}10'30''$	160
C	1.8	$-5^{\circ}07'20''$	140

דרוש :

1. חשב את גובה הנקודות B ו-C.

גובה נקודה B :

נתון לנו כי מדובר במרחק אופקי ולכן נלך על הנוסחה להלן :

$$HB=HA+I+LAB*\tan[\alpha]-SO$$

$$HB = 70 + 1.7 + 160 * \tan(2^{\circ}10'30'') - 2 = 75.78$$

באותו אופן נציב ונקבל את גובה נקודה C :

$$HC = 70 + 1.7 + 140 * \tan(-5^{\circ}07'20'') - 1.8 = 57.35.$$

2. נתון שהמרחק האופקי ביניהן הוא 162 מ' , חשב את המרחק המשופע בין הנקודות

נציב בנוסחה ונקבל את המרחק המשופע :

$$LBC \text{ משופע} = \sqrt{(LBC \text{ אופקי})^2 + (HC - HB)^2} = \sqrt{(162)^2 + (57.35 - 75.78)^2} = 163.04$$

שאלה 10 מועד פברואר 2006

נתון :

LAB משופע - 270 מ"ר

$$\alpha_{AB} = +2^{\circ}$$

$$HA = 100 \text{ מטר}$$

$$I = 1.6 \text{ מטר}$$

$$SO = 1.2 \text{ מטר}$$

דרוש – למצוא את B

כאשר ה – LAB – הוא משופע –נשתמש בנוסחה הזו –

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$HB=HA+I+LAB*\sin[\alpha]-SO$$

נציב ונקבל :

$$HB = 100 + 1.6 + 270 * \sin(2) - 1.2 = 109.82$$

שאלה 9 מועד יולי 2007

נתון :

LAB משופע - 300 מ"ר

$\alpha_{AB} = -3^{\circ}57'18''$

HA = 100 מטר

I = 1.40 מטר

SO = 1.00 מטר

דרוש – למצוא את B

כאשר ה – LAB – הוא משופע –נשתמש בנוסחה הזו –

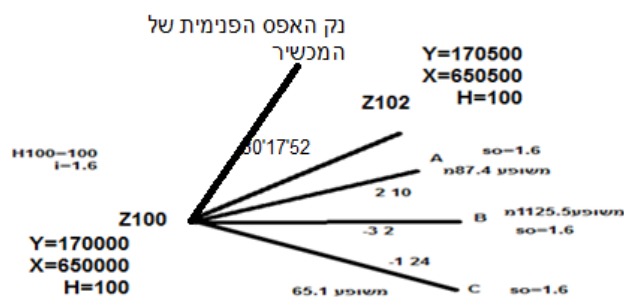
$$HB=HA+I+LAB*\sin[\alpha]-SO$$

נציב ונקבל :

$$HB = 100 + 1.4 + 300 * \sin(-3^{\circ}57'18'') - 1 = 79.71$$

יולי 2006 שאלה 11

חשב קואורדינאטות וגובה של נקודות A, B, C שנמדדו בשיטה קוטבית (=מרחק ואזימוט) בעזרת תאודוליט ומד טווח אלקטרומגנטי. נתונות קואורדינאטות וגובה של נקודות הבסיס במ"ר התאודוליט הוצב על נקודה Z100 וממנה נמדדו הכוונים האופקיים וזוויות הרום (=זוויות גובה), וכמו כן נמדדו בעזרת מד טווח המרחקים המשופעים מנקודה Z100 ליתר הנקודות. גובה המכשירים 1.6 מטר = so



כוון אופקי – זווית המכשיר, נקודת ה - 0 של המכשיר.

1. ראשית נחשב את הגבהים לפי

$$HB = HA + I + LAB * \sin(\alpha) - so$$

$$HA = HZ100 + i + L100A * \sin(\alpha_{100A}) - SOA = 100 + 1.6 + 87.4 * \sin(2^{\circ}10') - 1.6 = 103.3$$

$$HB = 100 + 1.6 + 112.5 * \sin(-3^{\circ}20') - 1.6 = 94.46$$

$$HC = 100 + 1.6 + 65.10 * \sin(-1^{\circ}24') - 1.6 = 94.41$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

- נחשב את הקואורדינטות של נקודה A לפי הנוסחה

$$YB = YA + LAB * \sin(AZAB)$$

$$XB = XA + LAB * \cos(AZAB)$$

$$XA = XZ100 + L_{Z100-A} * \cos(AZ_{Z100-A})$$

כלומר יש למצוא את האורך האופקי ביניהם ואת האזימוט בין נקודה A לנקודה Z 100.
לפי

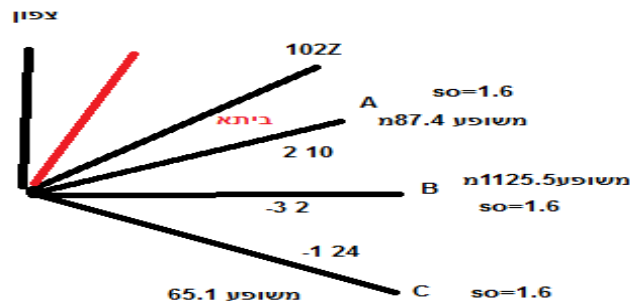
$$L * \cos(\alpha) = \text{אופקי}$$

ולכן :

$$L_{Z100-A} = 87.4 * \cos(2^{\circ}10') = 87.34 \text{ מ}$$

$$AZ_{Z100-Z102} = \arctan\left(\frac{Y102 - Y100}{X102 - X100}\right) = \arctan\left(\frac{500}{500}\right) = 45^{\circ}$$

$$AZ_{Z100-A} = AZ_{Z100-Z102} + \beta$$



נחפש למה שווה ביתא: $\beta = \alpha_A - \alpha_{Z102} = 65^{\circ}42'18'' - 30^{\circ}17'52'' = 35^{\circ}24'26''$
אופקית שמחשבים אותה לפי הפרש של כיוונים אופקיים. מכאן ש :

$$AZ_{Z100-A} = AZ_{Z100-Z102} + \beta = 45^{\circ} + 35^{\circ}24'26'' = 80^{\circ}24'26''$$

ומכאן ש :

$$XA = XZ100 + L_{Z100-A} * \cos(AZ_{Z100-A}) = 650,000 + 87.34 * \cos(80^{\circ}24'26'') = 650014.55 \text{ מ}$$

$$YA = YZ100 + L_{Z100-A} * \sin(AZ_{Z100-A}) = 170,000 + 87.34 * \sin(80^{\circ}24'26'') = 170086.12 \text{ מ}$$

כעת נמצא את הקואורדינטות של נקודה B :

$$AZ_{Z100-B} = AZ_{Z100-Z102} + (\alpha_B - \alpha_{Z102}) = 45^{\circ} + (120^{\circ}29'47'' - 30^{\circ}17'52'') = 135^{\circ}11'55''$$

$$L_{Z100-B} = 112.5 * \cos(-2^{\circ}20') = 112.31 \text{ מ}$$

$$XB = 650000 + 112.31 * \cos(135^{\circ}11'55'') = 649920.31$$

$$YB = 170000 + 112.31 * \sin(135^{\circ}11'55'') = 170079.14$$

מועד פברואר 2010 שאלה 2

גובה המכשיר בנקודה A 1.5 מ'

גובה המטרות בנקודות B ו- C 1.5 מ'.

מנקודה A נמדדו לנקודה B, באמצעות תחנה כוללת:

מרחק משופע 100 מ = משופע LAB,

זווית גובה 5 מעלות = אלפא,

וכיוון אופקי של 25 מעלות.

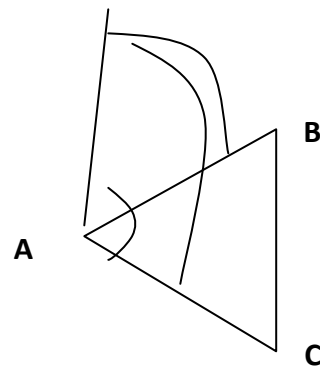
מנקודה A נמדדו לנקודה C באמצעות תחנה כוללת

מרחק משופע 80 מ = משופע LAC,

זווית עומק 7 מעלות (זווית שלילית, אלפא)

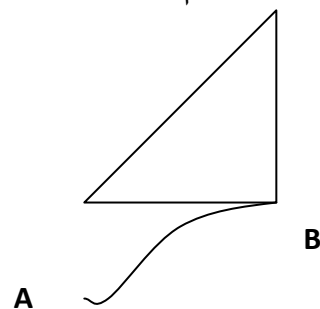
כוון אופקי 62 מעלות.

מבט על:



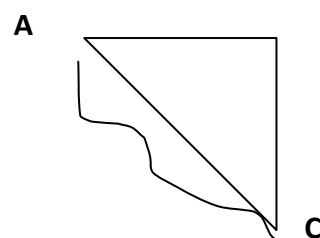
מבט מהצד: נקודה A

לנקודה B



מבט מהצד: נקודה A

לנקודה B



דרוש –

חשב את המרחקים האופקיים AB, AC, BC ואת הפרש הגובה BC.

1. מציאת LAB אופקי -

$$LAB \text{ אופקי} = LAB * \cos(\alpha_{AB}) = 100 * \cos(7^\circ) = 99.62 \text{ מ}$$

2. מציאת LAC אופקי -

$$LAC \text{ אופקי} = LAC * \cos(\alpha_{AC}) = 80 * \cos(-7^\circ) = 79.4 \text{ מ}$$

3. מציאת LBC אופקי -

יש לנו את צלע AB ואת צלע AC. לפי משפט הסינוסים כאשר יש לנו שתי צלעות במשולש והזווית שבניהן אז נעבוד עם משפט הסינוסים. לכן נצטרך למצוא את הזווית BAC (ממבט על). את הזווית הזו נמצא ע"י חישוב הפרשי כוונים אופקיים כך –

$$\angle BAC = 62^\circ - 25^\circ = 37^\circ$$

וכעת לאחר שיש לנו את הזווית ושתי הצלעות ניתן להציב בנוסחה ולקבל את צלע BC –

$$LBC^2 = LAB^2 + LAC^2 - 2 * LAB * LAC * \cos(\alpha_{BAC})$$

$$LBC = \sqrt{99.62^2 + 79.01^2 - 2 * 99.62 * 79.01 * \cos(37^\circ)} = 59.95 \text{ מ}$$

4. כעת צריך למצוא הפרש הגובה - לשם כך יש למצוא את HB ואת HC לשים לב ש HA לא נתון לנו ושמדובר במרחק משופע ולכן SIN –

$$HB = HA + LAB * \sin[\alpha] - SO$$

~~$$HB = HA + 1.5 + 100 * \sin[5] - 1.5$$~~

$$HB = HA + 100 * \sin[5]$$

~~$$HC = HA + 1.5 + 80 * \sin[-7] - 1.5$$~~

$$HC = HA + 80 * \sin[-7]$$

$$HBC = HB - HC \text{ מכאן ש:}$$

$$\{HA + 100 * \sin[5]\} - \{HA + 80 * \sin[-7]\}$$

לפתוח סוגריים

~~$$HA + 100 * \sin[5] - HA - 80 * \sin[-7]$$~~

$$HBC = 100 * \sin[5] - 80 * \sin[-7] = 18.465$$

$$HBC = 18.465$$

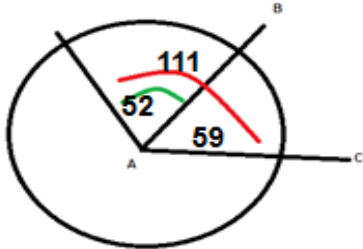
שאלה 3 ב' מועד יולי 2011

כוון אופקי מדוד - זווית אופקית המוגדרת ביחס ל"אפס" של מעגל החלוקה האופקי.
זווית אופקית מדודה - מתקבל כהפרש של שני כוונים אופקיים מדודים.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

נתון :

הזווית בירוק זה 52 מעלות ובאדום 111 מעלות. אפשר כבר למצוא את הזווית שביניהן - $59 = 111 - 52$ מעלות = BAC זווית אופקית .

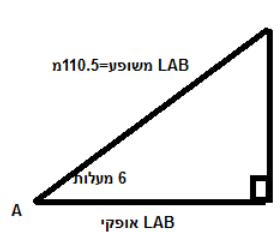


- גובה המכשיר בנקודה A וגובה המטרות B ו- C 1.6 מ'.
- מנקודה A נמדדו לנקודה B באמצעות תחנה כוללת – LAB מרחק משופע של 110.5 מ'

זווית גובה של 6°

כיוון אופקי 52° .

מבט מהצד :

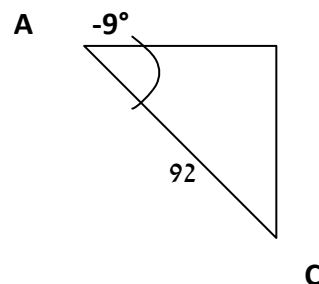


- מנקודה A נמדדו לנקודה C באמצעות תחנה כוללת – LAC מרחק משופע של 92 מ',

זווית עומק של 9° (זווית עומק = זווית גובה שלילית ולכן מדובר ב - 9°)

כיוון אופקי 11°

מבט מהצד :



דרוש :

לחשב את המרחקים האופקיים BC , AC , AB ואת הפרש הגובה BC .

1. מציאת LAB אופקי -

$$LAB_{\text{אופקי}} = LAB_{\text{משופע}} * \cos(\alpha_{AB}) = 110.5 * \cos(6) = 109.89 \text{ מ'}$$

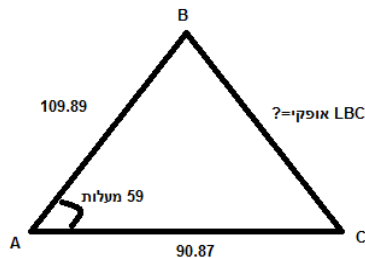
2. מציאת LAC אופקי -

$$LAC_{\text{אופקי}} = LAC_{\text{משופע}} * \cos(\alpha_{AC}) = 92 * \cos(-9) = 90.87 \text{ מ'}$$

3. מציאת LBC אופקי -

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

יש לנו את צלע **AB** ואת צלע **AC**. לפי משפט הסינוסים כאשר יש לנו שתי צלעות במשולש **והזווית** שבניהן אז נעבוד עם משפט הסינוסים. לכן נצטרך למצוא את הזווית **BAC** (ממבט על). את הזווית הזו נמצא ע"י חישוב הפרשי כוונים אופקיים כך – $59 = 111 - 52$



וכעת לאחר שיש לנו את הזווית ושתי הצלעות ניתן להציב בנוסחה ולקבל את צלע **BC** –

$$LBC^2 = LAB^2 + LAC^2 - 2LAB * LAC * \cos(\alpha BAC)$$

$$LBC = \sqrt{109.89^2 + 90.87^2 - 2 * 109.89 * 90.87 * \cos(59^\circ)} = 100.24 \text{ מ}$$

4. כעת צריך למצוא הפרש הפרש הגובה - לשם כך יש למצוא את **HB** ואת **HC** לשים לב ש**HA** לא נתון לנו ושמדובר במרחק משופע ולכן **SIN** –

$$HB = HA + LAB * \sin[\alpha] - SO$$

~~$$HB = HA + 1.6 + 110.5 * \sin[6] - 1.6$$~~

$$HB = HA + 110.5 * \sin[6]$$

$$HC = HA + 1.6 + 92 * \sin[-9] - 1.6$$

$$HC = HA + 92 * \sin[-9]$$

$$HBC = HB - HC \text{ מכאן ש:}$$

$$\{HA + 110.5 * \sin[6]\} - \{HA + 92 * \sin[-9]\}$$

לפתוח סוגריים

~~$$HA + 110.5 * \sin[6] - HA - 92 * \sin[9]$$~~

$$HBC = 110.5 * \sin[6] - 92 * \sin[-9] = 25.94$$

$$HBC = 25.94$$

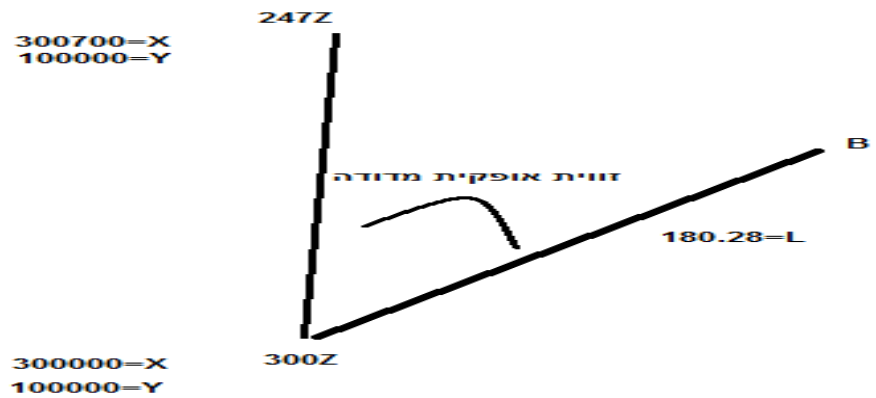
כאשר צריך למצוא הפרש גובה בין 2 נקודות - זה לפי גובה הנקודה השנייה פחות הראשונה (בדומה לחישוב אזימוט).

שאלה 11 א' מועד פברואר 2008

שילוב של כמה נושאים -

בשטח נתון קיימות 2 נקודות בקרה אופקיות Z 300 ו- F247. בקרביתן נמצא מגרש המוגדר ע"י הנקודות D, C, B, A. הוצב טוטל סטיישן בנקודה Z ומנקודה זו מדדנו מרחקים לנקודות אלו וזוויות אופקיות. יש לחשב את הקואורדינטות של הנקודות D, C, B, A

נקודה B



צריך למצוא את הקואורדינטות של B :

$$XB = X_{300Z} + LAB \cdot \cos(AZ_{300Z} - B)$$

$$YB = Y_{300Z} + LAB \cdot \sin(AZ_{300Z} - B)$$

צ"ל את האזימוט :

$$AZ_{300Z} - B = AZ_{300Z} - 27^\circ + 33^\circ 41' 24''$$

$$AZ_{300Z} - 247F = \text{shifftan}\left(\frac{y_{247} - y_{300}}{x_{247} - x_{300}}\right) = \text{shifftan}\left(\frac{0}{700}\right) = 0^\circ$$

בגלל שווה לאפס אז FZ הוא קו מוצפן וביחס אליו מדדתי זווית אופקית אז היא בעצם האזימוט =

$$33^\circ 41' 24''$$

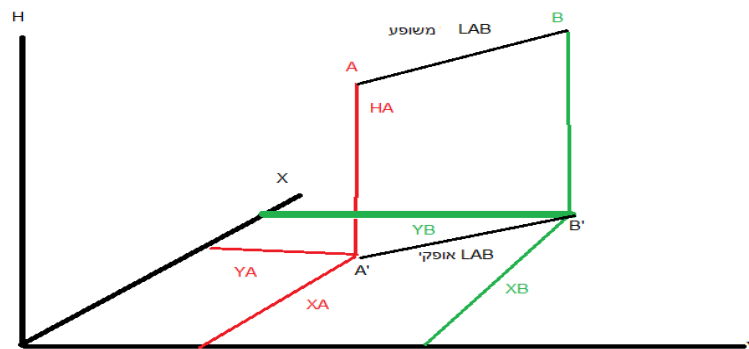
• שיטה למדידת גבהים – איזון הנדסי - גיאומטרי

שיטות למדידת גובה נקודה:

1. איזון הנדסי - שיטה למדידת גבהים / הפרשי גובה ע"י מדידת מרחקים אנכיים
2. איזון טריגונומטרי – *Total station*
3. *GPS*

תזכורות –

- גובה של נקודה מורכב מגובה מוחלט וגובה יחסי. גובה **מוחלט** - גובה נקודה הנמדד ביחס לפני הים "מישור פני המים הבינוניים" - גובה ממוצע של פני הים. גובה **יחסי** - גובה ביחס לנקודה אחרת = הפרש גובה.
 - מדובר ברמת דיוק הכי גבוהה ברשת הבקרה האנכית כדרגה מספר 1 של דיוק.
- רשת קואורדינאטות תלת ממדית (H,Y,X) :** נמדוד את הפרש הגובה בין הנקודות, מעבירים מישור אופקי בנקודה A ובנקודה B.



- באיזון הנדסי כל קטע נמדד פעמיים – הלוך וחזור
- המאזנת מוצבת במרחקים שווים מהאמות – מכיוון שהצבתה במרחקים אחידים תאפשר ביטול השפעת סטיית קו הראייה מאופקיות. כשהמרחק הוא אחיד אז גם הסטייה אחידה
- האמה האנכית עשויה מעץ ומהווה מסה אחת
- המאזנת מאפשרת קריאת מרחקים אנכיים בדיוק של מ"מ

ציוד המדידה –

- **מאזנת** – סוג של טלסקופ עם תנועה אופקית בלבד היושב על בסיס הכולל 3 ברגי פילוס
- **ואמה אנכית** שהיא סרגל באורך ארבעה מטר הכולל חלוקה למטרים ולמספרים.
- מכשיר המאזנת מודד הפרשי גובה בין A ל B.

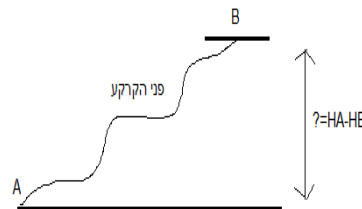
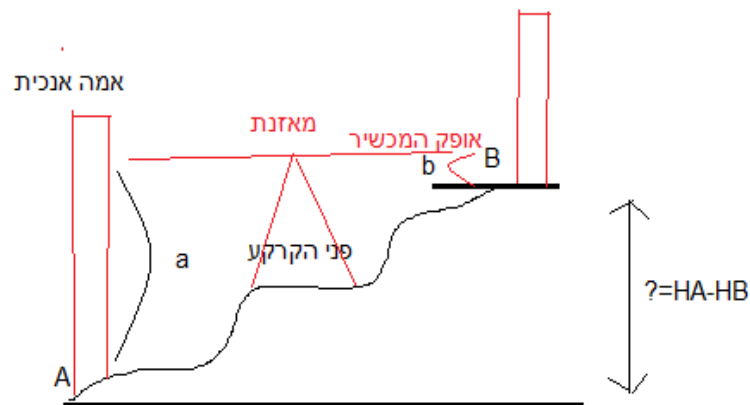
מהלך איזון –

- מדידה מהמאזנת אל אמה אנכית. במרחקים גדולים בהם לא ניתן לראות את שתי הנקודות נרצה למדוד נקודות ע"פ עמדות ולכן נציב את המאזנת בכמה עמדות.
- מציבים בעמדה ראשונה, מודדים ומעבירים לעמדה הבאה וכן הלאה בצורה של מבט אחורה ומבט קדימה, יש לפלס את המכשיר ולהגדיר מישור אופקי שנקרא אופק המכשיר.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

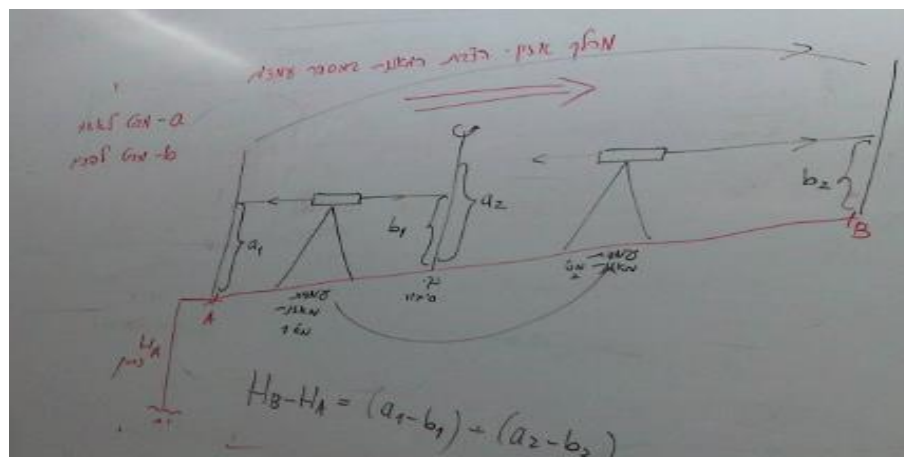
- שלב ראשון - עוזר של המודד יציב אמה אנכית בנקודה A, המודד יציב את המאזנת בין נקודה A לנקודה B וכך מחשבים את מרחק a_1
- השלב שני - דילוג לנקודה B עוזר נוסף מציב אמה אנכית נוספת בנקודה B. מסובבים את המאזנת ומודדים מרחק אנכי b_1 .
- השלב השלישי - סיבוב האמה שבנקודה B ב- 180° . זו נקראת נקודת סיבוב, כך העוזרים ממשיכים הלאה.

a, b - מרחקים אנכיים מדודים כך נוכל למצוא את HB - $HB - HA = a - b$



סכום של מבטי אחורה מינוס מבטי קדימה - $\Delta HAB = [a_1 - b_1] + [a_2 - b_2] + [a_3 - b_3] = \sum a - \sum b$

המרחקים שווים לסכום האים פחות סכום הבאים. מכאן ש $HB = HA + \sum a - \sum b$. a - מבט לאחור, b - מבט לפנים.



פברואר 2006 שאלה 8

מדוע במהלך איזון ובמיוחד איזון מדויק, רצוי להעמיד את המאזנת באמצע, ובמרחק שווה, בין שתי אמות האיזון? באיזון הנדסי שמים את המאזנת בין 2 הנקודות.

קו הראיה הנוצר מהטלסקופ בעקבות כשל במכשיר הוא לא אופקי. אם שמים את המכשיר במרחק שווה כשנסובב את המאזנת נקבל סטייה שווה ולכן יהיה קיזוז ונקבל את המדידה הנכונה. כלומר אם קו הראיה שלנו סוטה מאופקיות ויש זוויות סטייה שמשפיעה על המרחק שמודדים, כדאי לשים את המאזנת במרחקים שווים. הצבת מאזנת במרחקים שווים מהאמות האנכיות תוביל לקיזוז השפעת אי האופקיות של קו הראיה של המאזנת.

ינואר 2003 שאלה 8

בעזרת מאזנת נמדד גובה נקודה B.

נתון:

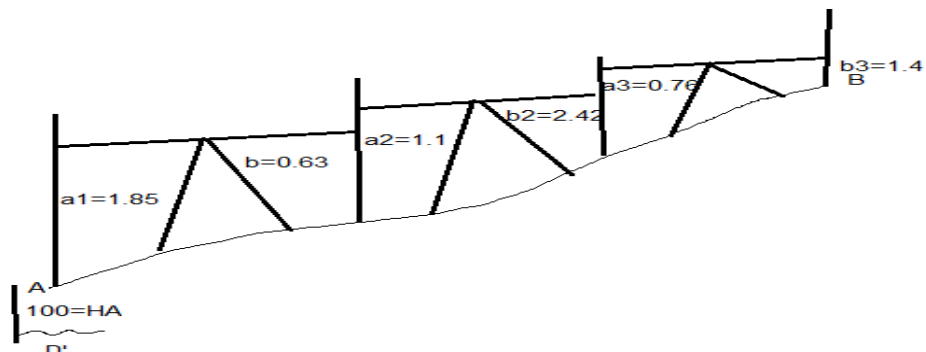
נקודה A בעלת גובה של 100 מטר.

האיזון בוצע בשלוש הצבות ולהלן נתוני כל הצבה: (תמיד טוב לצייר)

1. קריאה אחורה ל A 1.85 (a1), קריאה קדימה 0.63 (b1)

2. קריאה אחורה 1.1 (a2), קריאה קדימה 2.42 (b2)

3. קריאה אחורה 0.76 (a3), קריאה קדימה ל B 1.4 (b3)



דרוש:

מהו HB?

לשם כך צריך למצוא את הפרשי $\sum a$ (סכום כל a) מ- $\sum b$ (סכום כל b)

$$HB - HA = \sum a - \sum b$$

$$HB = HA + [\sum a - \sum b]$$

$$HB = 100(1.85 + 1.1 + 0.76) - (0.63 + 2.42 + 1.4) = 99.26$$

יצא פחות מ-100 ולכן ניתן להסיק שזה בירידה בעצם ולא בעלייה כמו ששורטט.

קובץ עבודות בית – עמוד 20 שאלה 11 –

למצוא HAB – הפרש הגובה

$$\Delta HAB = [a1 - b1] + [a2 - b2] + [a3 - b3] = \sum a - \sum b$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$HAB = [1.752 + 0.975] - [1.920 + 1.248] = -0.44$$

כשמתקבלת תוצאה במינוס זה אומר שנקודה B נמוכה מנקודה A.
למצוא את HB –

$$HB - HA = \sum a - \sum b$$

$$HB = HA[\sum a - \sum b]$$

$$HB = 64.5[1.753 + 1.853] - [1.642 + 2.015] = 64.449$$

ביקורת של מדידת מהלך איזון

ביצענו מהלך איזון – כיצד נבדוק שלא נפלה שגיאה גסה במדידה?

- אופציה 1 - לולאת איזון – הפרש הגובה המדוד צריך להיות שווה לאפס. מדידת הפרש הגובה מתוך לולאה סגורה המורכבת מקווי איזון. ברגע שההפרש שונה מאפס זה אומר שבמדידה נפלה שגיאה. נשתמש בלולאת איזון כאשר אין לנו מספיק נקודות בקרה.
- אופציה 2 - מדידה במהלך איזון בין שתי נקודות גובה נתונות – צריך שהפרש הגובה המדוד יהיה שווה להפרש הגובה הנתון. אם אינם שווים זה אומר שבמדידה נפלה שגיאה:

$$HB - HA = \sum a - \sum b.$$

שאלה 8 מועד יולי 2007 -

בדיקת אי סגירה של מהלך האיזון הכולל מנקודה A לנקודה B.

נתון:

$$HAB \text{ נתון} = HAB \text{ מדוד}$$

$$HB - HA = \sum a - \sum b.$$

$$A102.69 - 100 = [1.12 + 1.94 + 1.35 + 1.18] - [0.87 + 1.22 + 0.46 + 0.35]$$

$$2.69 = 2.69$$

במקרה הספציפי הזה, יצא שווה. זה אומר שבדיקת אי הסגירה במהלך האיזון הזה שווה לאפס ולכן לא נפלה שגיאה.

במידה ונחפש את גובה נקודה C

$$HC = HA[\sum a - \sum b]$$

$$HC = 100[1.12 + 1.94] - [0.87 + 1.22] = 100.97$$

• **GPS - שיטה למדידת גבהים – Global position system מערכת מיקום עולמית -**

מצגת -

בתקנות GPS = גיאודיזה לווינית

מערכת לוויינים שמרחפים במרחק של 2000 ק"מ מכדור הארץ ומשדרים קובץ לגבי הנתונים שהתקבלו נמדד לפי אליפסואיד הסיבוב. מערכת המיקום הגלובלי הזו פותחה במשרד הביטחון האמריקאי בשנות ה-60 למטרות וצרכים ביטחוניים (יש מע' כזו גם ברוסיה וגם בסין). בשנות ה-80 חשפו את המערכת גם לשימושים אזרחיים – ניווט ודרכים. טכנולוגיה מבוססת מיקום זו מאפשרת לנווט ולמודד להגדיר מיקום של נקודה בשטח – הגדרת מיקום גיאודטית. הבעיה היא שרמת הדיוק היא נמוכה וזה לא מתאים לטובת הגדרת מיקום של פינת חלקה לצורך רישום בטאבו. לקחו את הטכנולוגיה הזו ומשתמשים בה בצורה חכמה יותר על מנת ליצור מידע מדויק יותר. מדובר בשימוש חינוכי.

המערכת פועלת:

- בכל מקום בעולם
- בכל מזג-אוויר
- בכל שעות היממה

השירותים אותם מספקת לנו המערכת:

מיקום תלת-מימדי ב-Standalone בדיוק של:

- 10-22 מטרים למשתמשים אזרחיים – דיוק נמוך - בסמארטפון
- 17 מטרים למשתמשים צבאיים (מורשים) – דיוק גבוה יותר – צרכי בטחון
- 4 מטרים למשתמשים צבאיים עם תוכנה מעודכנת
- (2-4 מטרים למשתמשים ב-GPS דיפרנציאלי לסוגיו)
- במדידה ומיפוי מדובר בדיוק רב יותר

מרכיבי המערכת

- **מקטע החלל:** המערכת בנויה מ-24-30 לוויינים הממוקמים במרחק של 2000 ק"מ, שנעים סביב כדה"א במסלול אליפטי ומקיפים אותו. לוויין ייראה באותו מקום פחות מ-4 דקות.
- **מרכיבי המערכת -** ששה מסלולים ברדיוס של 2000 ק"מ, המסלולים הינם כמעט מעגליים בגובה 20000 ק"מ, בכל מסלול 4 לוויינים שבין מסלול למסלול יש הפרש זוויתי של 90° . כל 60° יש מסלול נוסף ($60^{\circ} = 360$). בפועל יש יותר מ-24 לוויינים לצורכי גיבוי הפרש זוויתי, על מנת לקבל כיסוי מלא של כל כדה"א. זמן הקפה (זמן מחזור) של לוויין: 11 שעות ו-58 דקות. כיום יש 30 לוויינים, כלומר, קיים גיבוי ללוויינים המסיימים את חייהם.
- **מדוע יש צורך בארבעה לוויינים בכל מסלול?** לצורך מדידה ומיפוי המקלט אוגר נתונים, קיימים על גבי המקלט ארבעה נעלמים – X, Y, Z, T . בעזרת ידיעה של ארבעה מרחקים ומיקומי לוויין ניתן לחלץ את מיקומה וזמנה המדויק של כל נקודה, לשם המדידה נדרש לקלוט לפחות 4 לוויינים מאחר שבפועל יש לחשב ארבעה נעלמים – X, Y, Z, T . נעלם T של נקודה הוא תיקון הפרש זמן בין השעונים (שעון הלוויין ושעון המקלט של המודד). המקלט קולט לוויינים ורמת איכות, הוא כל הזמן צובר את מה שהלוויינים משדרים. לאחר מכן לוקחים את הנתונים ומכניסים לתוכנה

קורס מדידה ומיפוי – טכניון

מר משה בן חמו

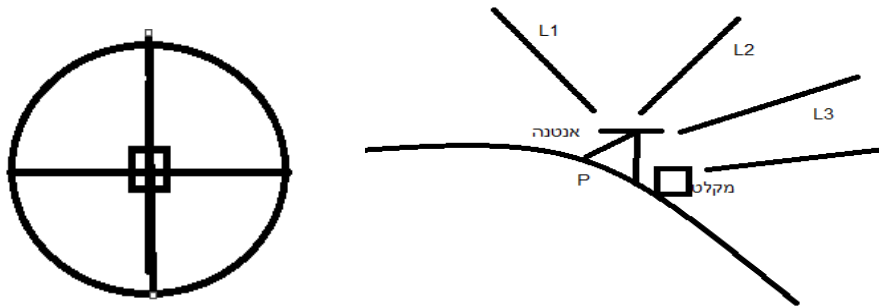
שיודעת להמיר את הנתונים ולחשב קואורדינאטות קונסטלציה נומינאלית של $21+3$ לוויינים (*שלושה לוויינים לגיבוי מוחזקים תדיר בחלל).

- **מקטע הבקרה**: מערכת הבקרה עוקבת ע"י משדרים - מקלטים אחר הלוויינים, ומחשבת את מסלולי הלוויינים ואת שגיאות שעוני הלוויינים. את הנתונים המדויקים ואת השגיאות המערכת משדרת ללוויין לצורך תיקון.

- **מקטע המשתמש**: כל מקלט שמסוגל לקלוט שדר כמו IPHON של ארבעה לוויינים לפחות, וכך לחשב את המיקום ע"פ כדה"א לפי קואורדינאטה.

מרכיבי המערכת - מקלט ניווטי חד – תדרי (GPS Standalone):

- חישוב של PseudoRange בלבד (המרחק המוערך אל הלוויין).
- קולט קוד C/A בתדר $L1$ בלבד ואינו אוגר נתונים.
- קולט לוויינים ומוציא פלט מיקום מרחבי (X, Y, Z) .
- נפוץ בשוק האזרחי, ומשמש לניווט כללי במרחב של כלי-רכב צבאיים ואזרחיים כאחד כגון ספינות, מטוסים ורכבים פרטיים.



מגבלות מערכת GPS:

1. קליטת אותות

- מקלט GPS חייב שמיים פתוחים לקליטה תקינה של אותות מלוויינים
- ניתן לחסום את קליטת GPS באזור מסוים בעזרת ציוד פשוט. יתר-על-כן אפשר להונות את המשתמש ב-GPS באמצעות התחזות ללוויין.
- למקלט אשר לא הופעל יותר מחודש ידרשו 13 דקות רציפות לחזרה לפעולה תקינה

2. אגירת נתונים

- מקלטים ניווטים לא אוגרים נתונים גולמיים אשר מאפשרים חישוב מבוקר במשרד
- רק מקלטים גיאודטיים (חד-ודו-תדריים) אוגרים נתונים גולמיים

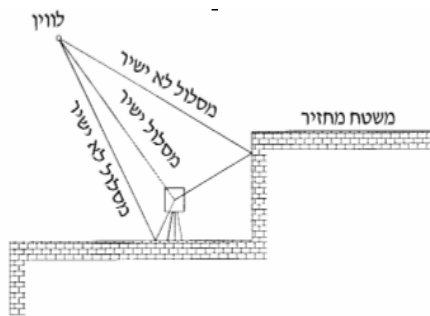
3. דיוקים

- לקבלת דיוק טוב ממטר חייבים להשתמש במקלט גיאודטי (אוגר פאזה)
- דיוק פתרון וקטור GPS תלוי בגודל הוקטור וזמן מדידה

קורס מדידה ומיפוי – טכניון

מר משה בן חמו

○ ניתן לקבל דיוקים יותר טובים ע"י תיאום וקטורי של מספר וקטורים



גורמי שגיאה:

- קליטת לוויינים (מבנים, טופוגרפיה, צמחיה, רכבים)
- הפרעות אנטנות משדרות - מערכות שונות
- החזרות משניות (מבנים, גדרות, קרקע)
- הפרעות מכוונות - הכנסת שגיאות, הצפנת קוד
- שגיאות אנוש

יישומים ל-GPS – דוגמאות

שימושים אזרחיים:

- ניווט יבשתי : בקרה על תנועת כלי רכב, ניווט רכב בעיר.
- ניווט ימי : מציאת נתיבים אופטימאליים בים, ניווט לאורך החוף, בקרת נמל, ניווט נהרות
- שימושים נייחים : מחקרים גיאודטיים, העברת זמן מדויק (כילול), מתקני קידוח ימיים, מיפוי
- מטוסים : חציית האוקיינוס וניווט באזורים שבהם לא קיימים עזרי ניווט אחרים, גישה לנמל התעופה (הורדת עומס) ודיווח ופיוח על מקום המטוסים.
- חלל : ניווט מעקב למעבורת חלל ולוויינים

GPS בתחום המדידות - שימושים גיאודטיים :

- א. **מדידה של נקודות בקרה גיאודטיות** – על מנת לנטרל "רעשים" היסטוריים, מתבססים על לוויני GPS, על נקודות בקרה שנמדדו עם GPS על מנת שהמדידה תהיה יותר מדויקת.
- ב. **מיפוי שטחים באמצעות GPS** - לוקחים לשטח מקלט ומוט בכדי לדגום כל נקודה בשטח ולקבל קואורדינטאות. ניתן לאסוף ולמדוד מאות נקודות ברמת מדידה עם דיוק גבוה, ע"י מדידה פיזית בשטח.

למה לא GPS ?

- a. הבעיה העיקרית היא העלות הגבוהה של המכשירים, כל מקלט עולה כמה עשרות אלפי דולרים. מפ"י הקים בפריסה עצמית 18 מקלטים שעוברים 24/7 והם משדרים למרכז הבקרה. המודדים משתמשים בזה ולכן יכולים לצאת לשטח עם משדר אחד בלבד.
- b. GPS חלש במדידת גבהים מכיוון שהוא מתבסס על אליפסואיד הסיבוב (גוף ייחוס מתמטי של כדור הארץ) כך שהגובה שנמדד הוא גובה מדוד ביחס לאליפסואיד. הגובה שנמדד הוא גובה אליפסואידי ולא גובה אורתומטרי שנמדד ביחס לגיאואיד (פני הים) ולכן ה-GPS הינו חלש במדידת גבהים. (הגליות היא ההפרש בין הגובה אליפסואידי לגובה האורתומטרי).

שאלות ממבחנים בנושא GIS ו-GPS

פברואר 2005 שאלה 8

הסבר מהי מדידה באמצעות GPS: ברשת אופקית ניתן להשתמש ב-GPS בכל הדרגות. תקנה מספר 5 מגדירה – נקודות בקרה אופקיות בדרגות 1-3 ימדדו ע"י גיאודיזה לוינית GPS בלבד, בשאר הדרגות גם ניתן, ב-1-3 יש חובה. מדובר בשיטת מדידה בגיאודיזה לוינית תוך שימוש בלוייני GPS המיועדים לביצוע ניווט והגדרת מקום גיאודטי. ברשת בקרה אנכית ניתן להשתמש ב-GPS רק בדרגה 4-5. **האם השימוש ב-GPS מותר לצורך קביעת נקודות בקרה אופקית לכל הדרגות שברשת בקרה זו ? מותר להשתמש בשיטה זו בכל 7 הדרגות שברשת בקרה אופקית, ב-1-3 יש חובה.**

האם השימוש ב-GPS מותר לקביעת נקודות בקרה אנכיות בכל חמשת הדרגות שברשת הבקרה האנכית בישראל? תקנה מספר 7-ה GPS חזק במיקום אופקי אבל בגובה הוא חלש. לכן דרגה 1 (הגבוהה ביותר) ניתן למדוד רק במאזנת באיזון הנדסי מדויק, נקודות בדרגות 2-3 אפשר גם באיזון הנדסי וגם באיזון טריגונומטרי, נקודות בדרגות 4-5 יתכנו בשיטות שפורטו ב-GPS.

ינואר 2003 שאלה 2

מהו GPS ומה מספק לנו ? בתקנות בפרק א של ההגדרות מוגדרת גיאודיזה לוינית: שימוש בשיטות ובטכניקות מדידה באמצעות לוינים להשגת נתונים ותוצאות גאודטיות.

שאלה 6 מועד יולי 2005

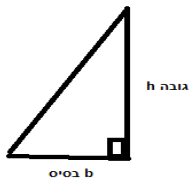
כלי טיס, ניווט יבשתי, ימי, כלי שיט

שאלה 12 מועד יולי 2012

מערכת לוינים המיועדת לביצוע ניווט והגדרת מקום גיאודטי. בשטח צפוף קיים מיסוך המפריע לקליטת הלוינים ולכן לא ניתן לעבוד תמיד עם המערכת הזו בשטחים כאלה.

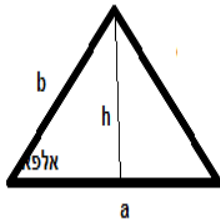
חישוב שטחים

שיטות לחישוב שטח חלקה –



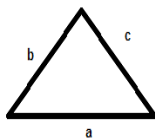
(1) חישוב שטח משולש – 3 נוסחאות

• בסיס * גובה חלקי 2 : $A\Delta = \frac{b * h}{2}$ – נוסחה שנכונה לכל משולש



• $A\Delta = \frac{a * b * \sin(\alpha)}{2}$ כאשר סינוס אלפא שווה ל $\frac{h}{b}$ ו- $h = b * \sin(\alpha)$

1. שיטת היירן - נכונה לכל משולש. שטח המשולש = סכום כל הצלעות חלקי 2. שיטה נכונה רק למשולשים ובתנאי שידועים את אורכי כל הצלעות.



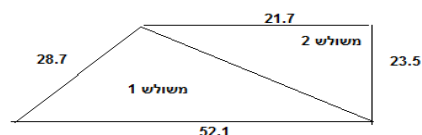
$$p = \frac{a + b + c}{2}$$

מכאן שהשטח :

$$A\Delta = \sqrt{P * (P - a) * (p - b) * (p - c)}$$

תרגיל-

נתון :



דרוש :

למצוא את השטח.

ראשית נחלק את המרובע לשני משולשים – נחשב שטח של כל משולש כך נגיע לחישוב השטח כולו –

(1) משולש 1 :

נציב בנוסחה -

$$p = \frac{a + b + c}{2}$$

$$p1 = \frac{(28.7 + 36.5 + 52.1)}{2} = 58.65$$

$$P1 = 58.65$$

נציב בנוסחה –

$$A\Delta = \sqrt{P * (P - a) * (p - b) * (p - c)}$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$P-A = p1 - 28.7 = 29.95\text{מ}$$

$$P-B = p1 - 36.5 = 22.15\text{מ}$$

$$P-C = p1 - 52.1 = 6.55\text{מ}$$

$$A\Delta 1 = \sqrt{(58.65 * 29.95 * 22.15 * 6.55)} = 504.82$$

(2) משולש 2:

נציב בנוסחה -

$$p = \frac{a + b + c}{2}$$

$$p2 = \frac{(21.7 + 23.5 + 36.5)}{2} = 40.85\text{מ}$$

$$P2 = 40.85$$

נציב בנוסחה -

$$A\Delta = \sqrt{P * (P - a) * (p - b) * (p - c)}$$

$$.4.35 = 40.85 - 36.5, 17.35 = 40.85 - 23.5, 40.85 - 21.7 = 19.15$$

$$A\Delta 2 = \sqrt{(40.85 * 19.15 * 17.35 * 4.35)} = 242.98$$

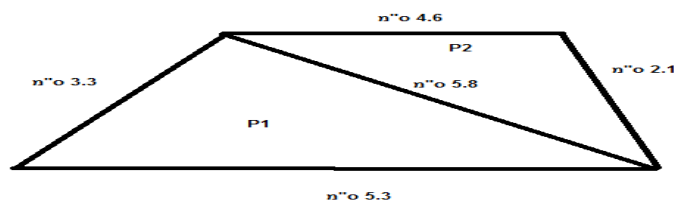
$$\underline{747.8 = 242.98 + 504.82 \text{ – השטח הוא}}$$

כדי לבדוק את עצמנו – $3P[A+B+C]=P$

בקובץ תרגילי חזרה תרגיל 15-

שיטת הייך (שיטה נכונה רק למשולשים ובתנאי שיודעים את אורכי כל הצלעות)

נתון: במפת גוש שהקני"מ 1:1250 מדדו את אורך קווי גבול החלקה ואת אלכסונה הראשי:



זרוע: לחשב את שטח החלקה.

ראשית נחלק את המרובע לשני משולשים, נחשב בשיטת הייך ע"י חישוב 2 שטחי משולשים. נחשב שטח של כל משולש כך נגיע לחישוב השטח כולו –

(1) משולש 1:

$$p1 = ((3.3 + 5.3 + 5.8))/2 = 7.2\text{מ}$$

$$A\Delta = \sqrt{P * (P - a) * (p - b) * (p - c)} \text{ – נציב בנוסחה}$$

לשם כך נחשב את ההפרשים:

$$P-A = p1 - 3.3 = 3.9$$

$$P-B = p1 - 5.8 = 1.9$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$P-C = p1 - 5.8 = 1.4$$

ומכאן ש :

$$A\Delta 1 = \sqrt{((7.2 * 3.9 * 1.9 * 1.4))} = 8.642 \text{ מ"ס}$$

$$A\Delta 1 \left(\frac{scale^2}{100} \right) = A\Delta 1 \text{ מ"ס} \quad \text{נהפוך מסמ"ר למ"ר לפי :}$$

$$8.64 \left(\frac{1250^2}{100} \right) = 1350 \quad \text{נציב ונקבל}$$

(2) משולש 2 :

$$p2 = ((4.6 + 2.1 + 5.8))/2 = 6.25 \text{ מ"ס}$$

$$A\Delta = \sqrt{P * (P - a) * (P - b) * (P - c)} \quad \text{נציב בנוסחה –}$$

לשם כך נחשב את ההפרשים :

$$p2 - 4.6 = 1.65$$

$$p2 - 2.1 = 4.15$$

$$p2 - 5.8 = 0.45$$

ומכאן ש :

$$A\Delta 2 = \sqrt{((6.25 * 1.65 * 4.15 * 0.45))} = 4.388 \text{ מ"ס}$$

$$A\Delta 2 \left(\frac{scale^2}{100} \right) = A\Delta 2 \text{ מ"ס} \quad \text{נהפוך מסמ"ר למ"ר לפי :}$$

$$.685 + 1350 = 2035 \text{ סה"כ השטח}$$

דרך אחרת: קודם להפוך למטרים לפי הקנ"מ ואח"כ לחשב:

כל ס"מ במפה מייצגים 1250 ס"מ במציאות שזה 12.5 מטר, כלומר צריך להכפיל כל נתון פה שבס"מ פי 12.5 על מנת להגיע לגודל במטרים.

אפשר עכשיו לחשב את שני השטחים :
 $57.5 = 12.5 * 4.6$, $26.25 = 12.5 * 2.1$, $72.5 = 12.5 * 5.8$, $3.3 = 12.5 * 0.45$, $66.25 = 12.5 * 4.15$. ולפי זה

$$p1 = \frac{(57.5 + 26.25 + 72.5)}{2} = 78.125 \text{ מ}$$

נחשב את ההפרשים ונקבל את ק וכך הלאה.

(2) יחידות מידה :

יחידת שטח מתקופת התורכים בארץ

מטר(כיום) = מטר בריבוע (תורכי)

אחד דונם מטר = 1,000 מ"ר (ישראלי) =

דונם אחד = 919.3 מ"ר (תורכי)

יחידות שטח - שטחים

דרעא = פיק בריבוע = 0.57456 מ"ר

אחד פיק אורך = 0.758 מ"ר

שאלה 5 מועד פברואר 2012 -

שטח חלקה רשום בקושאן (נסח רישום/שטר מתקופת התורכים) מה שטח החלקה במ"ר?

$$1699 \cdot [0.758]^2$$

$$1699 \cdot 0.57456$$

שאלה 5 ס' ב' מועד יולי 2011 -

אורך גבול חלקה 123 פיק. מה אורך הגבול במטרים

$$123 \cdot 0.758 = 93.234$$

(3) השיטה האנליטית לחישוב שטחים

בכדי לחשב שטחי משולשים – נשתמש בשיטת היירן

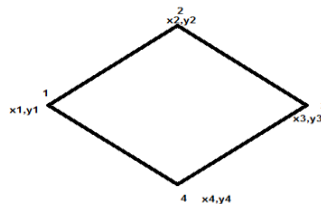
בכדי לחשב שטח של מצולע סגור (כולל משולש) השיטה האנליטית- קואורדינאטות x, y של נקודות המפנה בגבול החלקה.

$$A_{\square} = 0.5 \left| \sum_{i=1}^n x_i(y_{i+1} - y_{i-1}) \right|$$

כלומר (צעד לקדימה וצעד לאחורה):

$$A_{\square} = 0.5 [x_1(y_2 - y_4) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_4 - y_2) + x_4(y_1 - y_3)]$$

ולביקורת:



נדאי לרשום בצורה כזו -

שאלה 10 מועד פברואר 2008 -

סעיף א' – מציאת אורך הגדר = סכום מרחקים משופעים

סעיף ב' – חישוב לפי השיטה האנליטית:

X של הנק' האחרונה

נקודה	y	X	300000	מה Y	מה X	300	$Y[X-X]$	
				נצמצם	נצמצם		לפנים - לאחור	
A	100000	300000	0 = 100000	0 = 300000			0[300-400]	0
B	100300	300400	300	400			300[700-0]	210000
C	100700	300700	700	700			700[0300-400]	-70000
D	100400	300300	400	300			400[0-700]	280000-
		300000		0				140000

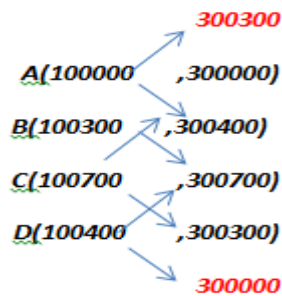
↑
 X של הנקודה הראשונה

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

סכום המכפלות -140000 ולכן השטח שווה $A = 0.5|-140000| = 70000$ מר=70 דונם

שיטה נוספת לרשום -

לרשום את הקואורדינטות של כל נק', למעלה ה- X של הנק' אחרונה ובסוף ה-X של הנק' הראשונה :



מורידים את הקידומות (100 ו- 300) ומחשבים: (בכל נקודה רושמים את ה Y ו- X זה צעד למטה פחות צעד למעלה):

$$0(400-300)=0$$

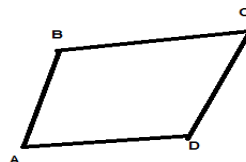
$$300(700-0)=210000$$

$$700(300-400)=-70000$$

$$400(0-700)=-280000$$

סכום המכפלות -140000 ולכן השטח שווה $A = 0.5|-140000| = 70000$ מר=70 דונם

שאלה 13 מועד יולי 2007:



300200

$$A(100000, 300000) \quad 0(500-200)=0$$

$$B(100300, 300500) \quad 300(700-0)=210000$$

$$C(101300, 300700) \quad 1300(200-500)=390000$$

$$D(101000, 300200) \quad 1000(0-700)=-700000$$

300000

סכום המכפלות -880000 נכפיל בחצי ולכן השטח שווה $A = 0.5|-880000| = 440000$ מר=440 דונם

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

שאלה 12 מועד יולי 2006 :

נתונות קואורדינטות של 4 נקודות מפנה בגבולות של חלקה ויש לחשב את שטחה בשיטה האנליטית

X	Y
	161280.250
650000	160000.000
651221.600	160444.626
651447.343	161724.876
650225.743	161280.250
	160000

$$0(444.626-1280.250)=0$$

$$1221.6(1724.876-0)=2107108.522$$

$$1447.343(1280.250-444.626)=1209434.547$$

$$225.743(0-1280.250)=-289007.4758$$

סכום המכפלות 3027535.593 ולכן השטח הוא $302753.593 \times 0.5 = 1513767.797$ מ"ר. לא כמו בתשובות!

ינואר 2003 שאלה 14

	399600
200000	400000
200300	400400
200600	400000
200300	399600
	400000

$$0(400400-399600)=0$$

$$300(0-0)=0$$

$$600(399600-400400)=-480000$$

$$300(0-0)=0$$

סכום המכפלות $0.5 \times 480000 = 240,000$ מ"ר.

יולי 2003 שאלה 11

	330000
150000	330000
150300	330400
150800	330400
151100	330000
	330000

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$0(400-0)=0$$

$$300(400-0)=120000$$

$$800(0-400)=-320000$$

$$1100(0-400)=-440000$$

$$\text{סכום המכפלות } 320000=0.5*640000 \text{ מ"ר}$$

פברואר 2007 שאלה 11

$$300000$$

$$A \ 100000 \quad 300353.55$$

$$B100353.55 \quad 300707.1$$

$$C100707.1 \quad 300353.55$$

$$D100353.55 \quad 300000$$

$$300353.55$$

$$0(707.1-0)=0$$

$$353.55(353.55-353.55)=0$$

$$707.1(0-707.1)=-499990.41$$

$$353.55(353.55-353.55)=0$$

$$\text{סכום המכפלות } -499990.41 \text{ ולכן השטח שווה } |A| = 0.5|-499990.41| = 249995.205 \text{ מ"ר.}$$

***במבחן רצוי לחשב פעמיים, פעם לפי X ופעם לפי Y.

פברואר 2006 שאלה 12

$$125676.78$$

$$350400 \quad 125500$$

$$350682.84 \quad 125500$$

$$350859.62 \quad 125676.78$$

$$350576.78 \quad 125676.78$$

$$125500$$

$$400(500-676.78)=-70712$$

$$682.84(676.78-500)=120712.4552$$

$$859.62(676.78-500)=151963.6236$$

$$576.78(500-676.78)=101963.1684$$

$$\text{סכום המכפלות } 50000.4552 = 0.5*100000.9104 \text{ מ"ר}$$

חישוב שטח לפי השיטה האנליטית ותקנה 58 :

חלקה 17 בגוש רשום 4567 (גוש רשום = שטח מוסדר) מוגדרת בקואורדינטות של 5 נקודות. חשב את שטח החלקה (לשים לב מה X ומה Y ולחשב בשיטה האנליטית). מהו ההפרש המותר בין השטח המחושב המדוד בתצ"ר לרשום בטאבו .

תקנה 58 : הקטן מבין 2 הנוסחאות $0.8\sqrt{A} + 0.002A$ או $0.3\sqrt{A} + 0.005A$.

1. השיטה האנליטית שמישה כאשר נתונות קואורדינטות של כל פינות החלקה. נחשב :

730

151987.12 532777.9

152100 532802.95

152213.08 832755.89

152110.34 5324724.24

152001 532730

777.9

$1987.12(802.95-730)=144960.404$

$2100(755.89-777.9)=-46221$

$2213.08(724.24-802.95)=-174191.53$

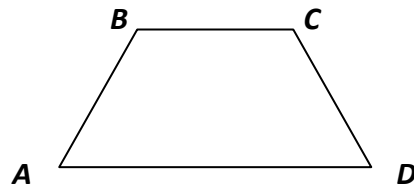
$2110.34(730-755.89)=-54636.7$

$2001(777.9-724.24)=107373.66$

התשובות הם במ"ר. הסכימה שלהם יוצאת 22715.166 - זה בערך מוחלט כפול חצי שווה 11357.58

מ"ר. אם שואלים כמה זה בדונם מטר : לחלק ב1000. אם בדונם רגיל נחלק ב919.3.

(4) חישוב שטח של טרפז



חישוב שטח של טרפז ניתן לחשב לפי הנוסחה הבאה -

$$\text{גובה} * \frac{\text{בסיס גדול} + \text{בסיס קטן}}{2} = \text{שטח טרפז}$$

בכדי להשתמש בנוסחה צריך להוכיח שמדובר בטרפז, כלומר שהקווים מקבילים.

אופציה 1 - נתונות קואורדינטות. אם ה- X של A ושל D זהה וה- X של B ושל C זהה נוכל להסיק כי שני הבסיסים מקבילים אחד לשני. הקו הוא אופקי כי האיקסים שלו זהים.

$$LBC = \sqrt{0^2 + 2000}$$

$$LAD = \sqrt{0^2 + 3000}$$

אופציה 2 - ניתן אף להוכיח שמדובר בטרפז ע"י מציאת אזימוטים. אם $AZAD = AZBC$ אזי שהקווים מקבילים ומדובר בטרפז.

בכדי להשתמש בנוסחה יש למצוא את הגובה (H). הבסיסים הם על ציר ה- Y והגבהים הם על ציר ה- X . בכדי לחשב את הגובה נבצע:

$$XB - XA = H$$

שאלה 14 מועד יולי 2005

ה- X של A ושל D זהה וה- X של B ושל C זהה ולכן מדובר בטרפז. לחילופין ניתן לבדוק לפי האזימוטים – נכתוב את הנוסחה ונחשב לפי POL

$$AZBC = \text{SHIFTTAN}[YC - YB / XC - XB]$$

$$AZAD = \text{SHIFTTAN}[YD - YA / XD - XA]$$

שני האזימוטים יוצאים 90° ולכן שוב ניתן להסיק שמדובר בטרפז.

נחשב:

$$1000 = 301000 - 300000$$

הגובה -

$$2000 = 102000 - 100000$$

בסיס גדול Y

$$1000 = 101500 - 100500$$

בסיס קטן X

$$LBC = \sqrt{0^2 + 2000} = 1000 \text{ בסיס קטן}$$

$$LAD = \sqrt{0^2 + 3000} = 2000 \text{ בסיס גדול}$$

$$\frac{3000}{2} * 1000 = 1500000 \text{ מ}^2 = 1500 \text{ דונם}$$

שטח הטרפז שווה

קורס מדידה ומיפוי – טכניון מר משה בן חמו

פוטוגרמטריה : שימוש בתצלומי אוויר לצורך מדידה ומיפוי

תזכורת: שימוש בפוטוגרמטריה בהכנת מפות מביאה לדרגות נמוכות - דרגה א: מדידה קרקעית בלבד, דרגה ב: משולב – קרקעי + פוטוגרמטריה, דרגה ג: מדידה פוטוגרמטרית בלבד.

מדוע מדידה בפוטוגרמטריה נחשבת לדרגה הנמוכה ביותר ?

1. ניתן למדוד רק את הפרטים החשופים לעין המצלמה, בעיה של עננות, עצים – דורש לעיתים של השלמות שדה. השאיפה היא ללא עננים ובתנאי ריאות טובים, מכוונים לשעות בהם לא מחשיך, בוחנים את רמת עננות.
2. מתוך תצלום האוויר ניתן למדוד רק מבט על של הפרטים בשטח. מודדים את היקף גגות המבנים ולא את קווי המגע של קירות המבנה עם הקרקע.

תהליך מדידה פוטוגרמטי:

1. תכנון קווי טיסה- כתלות בקני"מ של המפה
2. מדידה של נקודות בקרה בשטח הפרויקט- חייבים להתבסס על הנקודות בשטח
3. צילום השטח (תצלומים אנכיים הם המקובלים, כאשר המצלמה באופן אנכי כלפי מטה, לעיתים גם מצלמים בצורה אלכסונית- בעיקר לטובת בחינת פערים מול התרי בנייה).
4. פתרון התצלומים (מתמטי, משחזר את מיקום המצלמה)
5. פענוח ומיפוי- עבודת הקליטה של הפרטים מתוך תצלומי האוויר (דגימה של כל בית, כביש ועוד)
6. הפקת מוצר/מפה

יתרונות וחסרונות -

יתרונות במדידה פוטוגרמטית :

1. כלכלי למיפוי שטחים גדולים
2. תפוקת מדידה ומיפוי גבוהה- אפשר לצלם את השטח מהר מאוד, לאחר מכן ניתן לפצל את העבודה במספר מפענחות שמתחילות לדגום בתצלומים את כל הפרויקטים שרוצים להציג במפה – כלומר העבודה נעשית בו זמנית.
3. יעיל בשטחים שאינם נגישים כמו טופוגרפיה קשה/שטחי אויב – יש קושי להכניס צוותי מדידה קרקעית.
4. חומר גלם אותנטי המייצג נאמנה את השטח והמציאות
5. מעקב אחרי שינויים – סקרי שטח, חריגות בנייה
6. מתאים גם למיפוי הנדסי מפורט ומדויק

חסרונות במדידה פוטוגרמטית :

1. עלות גבוהה יחסית בעבור שטחים קטנים - בשטחים בינוניים עד גדולים העלות זולה יותר מאשר מדידה קרקעית וזו שיטה כלכלית יותר (מעל 20 דונם).
2. לרוב מחייב השלמת שדה (כרוך בהוצאה כספית)

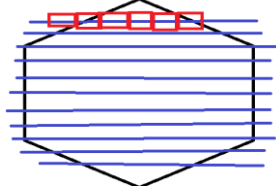
קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

3. **מיפוי חסר** - מיפוי מפורט בד"כ יהיה כרוך במספר גדול של תצלומי אוויר בקני"מ גדול ובהשלמות שדה. צריך לטוס נמוך יותר כדי לקבל תצלומים בקני"מ מדויק יותר, מה שכרוך בהוצאה כספית גבוהה יותר.

הגדרות –

רצף - סדרה של תצלומים שצולמו זה אחר זה באותו כיוון טיסה (אותו קו) – ריבועים אדומים.

קווי טיסה - הטיסה תהיה בקווים רציפים שנגדיר מראש (כחולים), ובכל קו כזה יש **רצף**.



מודל פוטוגרמטרי - זוג תצלומי אוויר צמודים בתוך הרצף עם חפיפה (=חפיפה) ביניהם. החפיפה צריכה להיות כ - 60% בין התצלומים הסמוכים. כל מצלמה רואה את השטח מזווית אחרת וכך ניתן להשיג 100% משני תצלומים סמוכים.

בלוק - סך כל התצלומים (הרצפים) המכסים את השטח של הפרויקט. הבלוק בנוי מרצפים, והרצפים בנויים ממודלים הבנויים בתצלום אוויר. כלומר עבודת המיפוי הפוטוגרמטרי בנויה ממודלים.

תצ"א - תצלום אוויר, **תצ"ל** - תצלום לוויין (בעיקר בשימוש הצבא)

תכנון טיסת צילום : חפיה בין רציפים וחפיה בין תצלומים סמוכים ברצף.

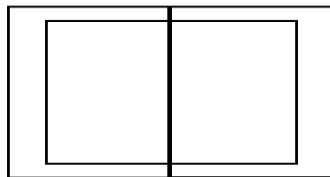
חפייה - חפיפה בין תצלומי אוויר שונים.

חפייה –

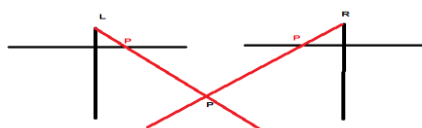
מחולקת ל - 2 –

חפייה בין רצפים סמוכים - צריכה להיות בין 10% ל-20% - נועדה לקבלת **כיסוי מלא** של השטח (להבטיח שלא יהיו פערים בין הרצפים).

חפייה בין תצלומים סמוכים - צריכה להיות לפחות 60% - נועדה לכוון לטובת ראייה **תלת ממדית**. צילום בחפייה של כ-60% בין **תצלומים** מאפשר ראייה תלת ממדית של השטח החופף והוא מאפשר חישוב קואורדינטות x, y ו- H לכל נקודה בשטח החופף. זה בעצם 50% שחובה +10% מקדם ביטחון



מגדירים וקטור מכל כיוון ואז מגיעים לנקודה P , משחזרים את מיקום הנקודה בצילום, מגדירים שני וקטורים שהחיתוך ביניהם מגדיר את מיקום הנקודה:



הגדלת אחוז החפייה - מעבר ל - 60% הנדרשים -

יתרונות:

- ככל שאחוז החפייה יהיה גדול יותר השפעת העתק בשל תבליט תהיה קטנה יותר
- ככל שאחוז החפייה גדול יותר, נקודת בקרה קרקעית תוכל לשמש ביותר מודלים.

חסרונות:

- דורש יותר צילומים
- כמות גדולה יותר של מודלים לפיתרון

שאלות אפשריות על הנושא במבחנים:

מה החפיה הדרושה?

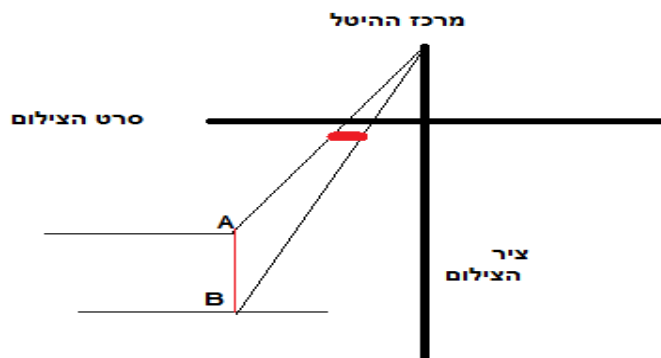
למה חשובה החפיה?

מהם אחוזי החפייה בין תצלומי אוויר? 60% בתוך הרצף לטובת תלת מימד ו – 10-20% בין הרצפים לטובת כיסוי מלא של השטח.

עיוותים בתצלום האוויר

1. **עיוות קנ"מ-** קנ"מ של תצ"א אינו אחיד ועל פי רוב לא קבוע בכל שטח התצלום. זאת מאחר והקנ"מ תלוי בגובה הצילום ביחס לפרטים המסומנים, ככל שפרטים קרובים יותר למצלמה (גבוהים יותר בשטח) יתקבלו בקנ"מ גדול יותר משטחים הרחוקים ממנה ולהיפך. בשטחים בהם הטופוגרפיה משתנה, העיוותים בקנ"מ יהיו גדולים יותר כי קיים עיוות קנ"מ משמעותי בשטח המתאפיין בשינויים טופוגרפיים גבוהים, טופוגרפיה לא אחידה המתאפיינת בשינוי גדול של גובה פניי הקרקע. יוצא מכך שבשטחים מישוריים ישנם פחות עיוותים. לכן נחשב קנ"מ של תצ"א בקירוב או בממוצע.
2. **העתק (עיוות) בשל תבליט-** שתי נקודות המוגדרות במציאות / בשטח זו מעל זו מתקבלות בתצלום זו ליד זו. עיוות בשל תבליט תלוי בשני גורמים:
מרחק האובייקט ממרכז הצילום – בשולי התצלום גודל ההעתק יהיה גדול יותר.
הפרש הגובה בין הנקודות – ככל שהפרש הגובה יהיה גדול יותר (מסומן באדום, נקרא לו dr) הסטייה, העתק יהיה גדול יותר. מאחר וההיטל בתצלום האוויר הוא היטל מרכזי ולא אנכי. הסטייה תלויה בתבליט. העיוות הזה יהיה משמעותי בשטחים עירוניים בהם בנייה רוויה, (גבוהה) והשפעת העיוות העיוות הנ"ל תהיה ניכרת. לדוגמה, מגדלי עזריאלי יהיה העתק גדול יותר מאשר בניין נמוך ממנו. בשולי הצילום יתקבל עיוות גדול יותר, העיוות ילך ויגדל ככול שנתרחק ממרחק התצלום.
ביטול העיוות בשל העתק בשל תבליט ע"י 3D- ראייה מרחבית, סטראוסקופית (3D) של מודל פוטוגרמטרי תבטל את השפעת עיוות העתק בשל תבליט. הבניין יבלוט ב – 3D ברגע שרואים את השטח החופף. בראייה תלת ממדית מקבלים מודל מנופח של השטח וניתן לדגום את הנקודות בצורה אנכית בלי העתק בשל תבליט. הראייה התלת ממדית מתאפשרת באמצעות משקפים סטראוסקופיות. היום מדובר על עבודה שנעשית בצורה אוטומטית ממוחשבת, פתרון ממוחשב של בלוק של תצלומי אוויר.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו



חישוב קנ"מ של תצלומי אוויר (קנ"מ מקורב/ממוצע)

יש את עולם המפה ויש את עולם התצ"א. קנ"מ במפה יהיה שונה מהקנ"מ בתצ"א שתמיד יחושב בממוצע בשל העיוותים. קנ"מ - יחס בין יחידת אורך במפה/בתצלום אוויר לאותה יחידת אורך במציאות בשטח: ככול שגדול יותר כך מפורט יותר. אשר d - מרחק מדוד בתצ"א ו D - מרחק מדוד במציאות.

שיטת חישוב רגילה -

$$\frac{1}{SCALE} = \frac{d}{D}$$

שיטת חישוב בתצ"א -

D - (במטר) המרחק של נקודה P בשטח מציר הצילום

d - (במילימטר) המרחק המדוד בתצ"א בין נקודה P^1 למרכז הצילום.

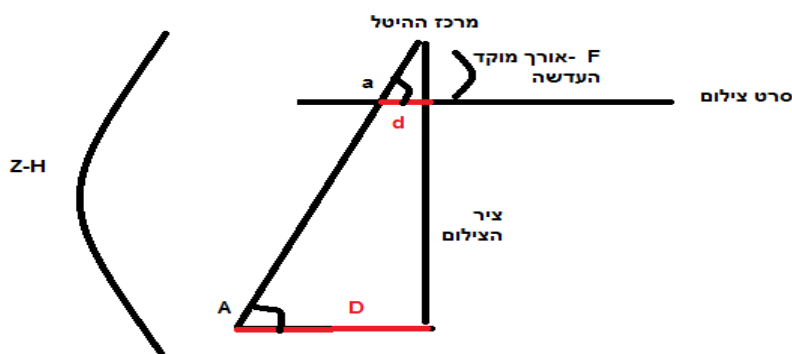
Z - (במטר) גובה הטיסה מעל לפני הים (נתון שמוגדר בשולי התצלום)

\overline{H} - גובה ממוצע של השטח

P - נמדד ביחס לפני הים, גובה מוחלט

F - (במילימטר) אורך מוקד העדשה/עדשת המצלמה (נתון שמוגדר בשולי התצלום)

$\overline{H} - Z$ - גובה הטיסה מעל פני הקרקע.



נוצרו 2 משולשים דומים. משולש D ומשולש d . בעלי זווית משותפת - הזוויות מסומנות בשחור.

חישוב הקנ"מ של תצום האוויר הזה :

$$\frac{d}{f} = \frac{D}{Z - \overline{H}}$$

ולכן :

$$\frac{d}{D} = \frac{f}{z - \bar{H}} = \frac{1}{scale}$$

קנ"מ תלוי בגובה הטיסה, הגובה הממוצע של השטח (\bar{H}) משתנה ותלוי בגובה הטיסה. ככל שטסים קרוב יותר לפני השטח מקבלים את הפרט בקנ"מ גדול יותר. לכן, ניתן לקבל תצ"א בו הקנ"מ יהיה לא אחיד, חלק מהפרטים בקנ"מ קטן וחלק מהפרטים בקנ"מ גדול.

שאלה 6 מועד ינואר 2003 -

בשטח בעל גובה ממוצע מעל פני הים של 300 מטר, אורך מוקד המצלמה (f) הוא 15.3 ס"מ. באיזה גובה מעל לפני הים, חייבים לצלם על מנת לקבל צילום בעל קנ"מ ממוצע של 1:10,000.

נתון:

$$300 = (\bar{H})$$

אורך מוקד המצלמה (F) = 15.3, שאותו נחלק ב-100 בכדי לעבור מסנטימטר למטר

$$1:10000 = (SCALE)$$

דרוש:

למצוא את גובה הטיסה מעל לפני הקרקע (Z)

נציב את הנתונים בנוסחה -

$$\frac{1}{scale} = \frac{f}{z - \bar{H}}$$
$$\frac{1}{10000} = \frac{\frac{15.3}{100}}{z - \bar{H}}$$

$$Z - 300 = 10000 * 15.3 / 100$$

$$Z - 300 = 1530$$

$$Z = 1830$$

מכאן שגובה הטיסה מעל פני הקרקע (Z) = 1830 מטר, בתוספת 300 מטר, גובה הטיסה מעל פני הים

$$צ"ל 1830 + 300 = 1530 \text{ מטר.}$$

מועד יולי 2003 שאלה 5-

טיסת צילום בגובה של 1500 מטר (Z=) מעל פני הים נותנת צילום בקנ"מ ממוצע של 1:10,000. אם נכפיל את גובה הטיסה מעל פני הים (3000 מטר) האם נקבל צילום בקנ"מ ממוצע של 1:20,000? נמק תשובתך לפי הנוסחה :

$$\frac{1}{10000} = \frac{f}{1500 - \bar{H}}, \quad \frac{1}{scale} = \frac{f}{z - \bar{H}}$$

הקנ"מ הוא לא יחס ישיר רק של גובה הטיסה, הוא תלוי בעוד גורמים – גובה ממוצע של פני הקרקע ואורך מוקד המצלמה. בהנחה שאלו נשארים קבועים :

$$\frac{1}{20000} \approx \frac{f}{3000 - \bar{H}}$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

אם נציב למשל $F=0.16$ ו- $H=100$ כך

$$\frac{1}{10000} = \frac{f}{1500 - \bar{H}}$$

מתקיים. נציב ונחפש האם מתקיים

$$\frac{1}{20000} \approx \frac{f}{3000 - \bar{H}}$$

$$\frac{1}{20000} \approx \frac{0.16}{3000 - 100}$$

היחס בהצבה לא מתקיים ולכן אם נכפיל את הטיסה לא נכבל קני"מ של 20000:1.

שאלה 11 מועד פברואר 2006 –

נתון:

אורך מוקד המצלמה $(F) = 16$

גובה ממוצע מעל לפני הים (\bar{H}) – נתנו לנו גובה הנקודות 267, 310, 361, 342 ולכן בכדי להגיע לממוצע:

$$H = 267 + 310 + 361 + 342 / 4 = 320$$

נתון לנו הקני"מ $(SCALE) = 1/5000$.

דרוש:

למצוא את גובה הטיסה מעל לפני הקרקע (Z)

נציב את הנתונים בנוסחה ונעשה כפל בהצלבה:

$$\frac{1}{scale} = \frac{f}{z - \bar{H}}$$

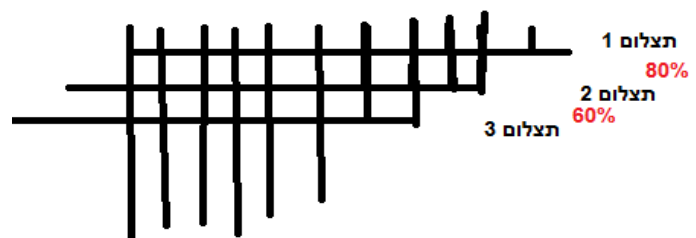
$$\frac{1}{scale} = \frac{16}{z - 320}$$

$$Z - 320 = 5000 * 16 / 100 = 800$$

$$Z = 1120 \text{ M'}$$

שאלה 4 מועד יולי 2003 -

נצייר עשר משבצות ונראה את החפיפות באחוזים:



שאלה 10 מועד יולי 2007 -

נתון:

גובה ממוצע מעל לפני הים (\bar{H}) = 300

אורך מוקד המצלמה (F) = 0.15 מטר. אין צורך לחלק ב- 100 הוא כבר נתון במטר

נתון לנו הקני"מ (SCALE) = 1: 10000

דרוש:

למצוא את גובה הטיסה מעל לפני הקרקע (Z)

נציב את הנתונים בנוסחה ונעשה כפל בהצלבה:

$$\frac{f}{z - \bar{H}} = \frac{1}{scale} = \frac{1}{10000} = \frac{0.15}{z - 300}$$

$$Z - 300 = 10000 * 0.15$$

$$Z - 300 = 1500$$

$$Z = 1800$$

שאלה 9 מועד פברואר 2007 - מציאת קני"מ הממוצע של תצלום האוויר

נתון:

מרחק AB במפה – 29 ס"מ, BC – 23 ס"מ, CD – 26 ס"מ, DA – 20 ס"מ.

בתצלומי האוויר נמדדו המרחקים ונמצאו: AB – 20 ס"מ, BC – 16 ס"מ, CD – 18 ס"מ, DA – 14 ס"מ

נתון לנו הקני"מ (SCALE) = 1: 10000

דרוש:

מה הקני"מ הממוצע של תצלום האוויר?

נציב את הנתונים בנוסחה ונעשה כפל בהצלבה:

$$\frac{1}{scale} = \frac{d}{D}$$

בעצם מהנוסחה לחישוב הקני"מ של התצ"א חסר לי את D. יש לנו את הקני"מ של המפה ולכן ניתן לחשב

את המרחקים האמתיים:

$$\frac{1}{10000} = \frac{29}{LAB}$$

$$LAB = 2900 \text{ מכאן}$$

$$\frac{1}{10000} = \frac{23}{LBC}$$

$$LBC = 2300 \text{ מכאן}$$

מחשבים את זה לכל המרחקים, ולפי זה מחשבים קני"מ לכל שטח, ואז מחשבים ממוצע.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$\frac{1}{scale} = \frac{d}{D} = \frac{\frac{20}{100}}{2900} = \frac{1}{14500}$$

$$\frac{1}{scale} = \frac{d}{D} = \frac{\frac{16}{100}}{2900} = \frac{1}{14375}$$

$$\frac{14500 + 14375 + 14444 + 14286}{4} = \frac{1}{14401} = \frac{1}{scale}$$

שאלה 10 מועד יולי 2006

יש את עולם המפה ויש את עולם התצ"א. קנ"מ במפה יהיה שונה מהקנ"מ בתצ"א שתמיד יחושב בממוצע בשל העיוותים.

$$\frac{1}{scale} = \frac{d}{D}$$

נתונים 3 קטעים, לכל אחד נתון אורך הקטע המדוד בתצ"א (d) ואורך במפה בקנ"מ נתון. לפי הנתונים האלו נמצא את האורך האמיתי של הקטע – D ולפי זה יש לחשב קנ"מ לכל קטע ולאחר מכן קנ"מ ממוצע לתצ"א:

נקודה AB - במפה –

נתון:

d=13.7 ס"מ,

אורך בקנ"מ 1: 50,000 במפה הוא 4.6 ס"מ

?=D

נציב בנוסחה – ונקבל – $DAB=50000*4.6/100=2300$

בתצ"א -

$$\frac{1}{scale} = \frac{d}{D}$$

$$1/16788=13.7/100/2300$$

נקודה CD - במפה –

נתון:

d=8.52 ס"מ

אורך בקנ"מ 1: 20,000 במפה הוא 7.0 ס"מ

?=D

נציב בנוסחה – ונקבל – $DAB=20000*7/100=1400$

בתצ"א -

$$\frac{1}{scale} = \frac{d}{D}$$

$$1/16432=8.52/100/1400$$

נקודה EF - במפה –

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

נתון:

$$d=7.5 \text{ ס"מ}$$

אורך בקנ"מ 10,000:1 במפה הוא 12.5 ס"מ

$$D=?$$

$$\text{נציב בנוסחה – ונקבל – } DAB=10000*12.5/100=1250$$

בתצ"א -

$$\frac{1}{scale} = \frac{d}{D}$$

$$1/16666=7.5/100/1250$$

הממוצע – קנ"מ מקורב –

$$16628=16788+16432+16666/3$$

$$\frac{1}{16629} = \text{קנ"מ ממוצע של התצ"א}$$

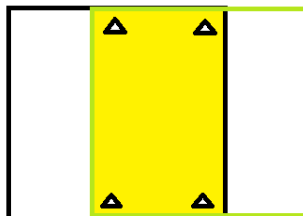
שאלה 3 ג' מועד פברואר 2012 -

(ב) עדיף למדוד מדידת שטח מכיוון שתפוקת המיפוי בתצ"א היא גבוהה אך אפשר למפות כך רק מה שנראה לעין, אם העצים נניח מסתירים בתים זה עלול להפריע לעבודת השמאי ולכן נעדיף מדידות שטח בשדה. המיפוי פוטוגרמטרי מצוין בשטחים גדולים ויחסית ריקים.

ביסוס של תצלומי אוויר –

לטובת פתרון התצלומים יש לבסס את התצ"א על נקודות בקרה. הביסוס הוא בעצם מדידת נקודות בקרה קרקעיות. ערב ביצוע תצלום האוויר יש לסמן ולמדוד בשטח המסומן נקודות בקרה גיאודטיות אשר ישמשו לביסוס תצלומי האוויר ברשת ישראל. אם יש נקודה בתצלום, אני צריכה לסמן אותה- בתצ"א אני מסמנת את הנקודה כנקודת סימון בשטח, אלה הן נקודות שנמדדות ומסומנות בשטח בד"כ בצורת שבלונות שנצבעות וכך המצלמה מזהה אותן. אנו יודעים מראש מה הקואורדינטות של הנקודות. סימונים אלה צריכים להתחדש כל הזמן כי עם הזמן הן נשחקות ונמחקות.

מודל פוטוגרמטרי – יש לבסס מודל פוטוגרמטרי על לפחות ארבע נקודות בקרה אשר ימוקמו בשולי/פינות אזור החפייה – זהו דגם תלת ממדי של שטח המתקבל מחפייה של 60%. המודל יתבסס על 4 נקודות בקרה לפחות (נקודות ביסוס למודל, מיקומם האופטימאלי- בפינות ובשולי אזור החפייה):



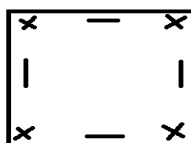
נתונים בשולי תצ"א

(א) גובה הטיסה מעל פני הים – ישמש אותנו לחישוב קנ"מ מקורב או ממוצע של התצ"א.

(ב) אורך מוקד העדשה- ישמש אותנו לחישוב קנ"מ מקורב או ממוצע של התצ"א.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

- (ג) המצלמה- לכל מצלמה יש קובץ כיול אשר משמש בעבודה עם תצ"א שצולם עם מצלמה זו לחישובים המתמטיים. כל מצלמה אווירית צריכה לעבור כיול ע"י היצרן שלה בחו"ל כל 5 שנים.
- (ד) תאריך הצילום
 (ה) שעת הצילום
- על מנת לבחון מידת עדכניות של התצלום
 (כדי לשלוף לפי תקופות תצלומים של אותו שטח).
- (ו) מספר התצלום ומספר גיחה – מזהה חד ערכי של הצילום וסידור התצלומים בתוך הרצף (לכל צילום יש מספר מזהה) כך נארגן את התצלומים ברצפים (ואז לעבוד לפי מודלים)
- (ז) שם החברה המצלמת
- (ח) תגי תצלום – בין 4 עד 8 תגים אשר מגדירים את המסגרת של התצלום. לפיהם יודעים לקשור את התצלומים למיקום:



שאלה 4 במועל יולי 2007 מבקש לתת 4 פרטים שצריכים להיות על תצ"א.

השוואה בין תצלומי אוויר למפה :

תצלום אוויר	מפה
מחייב פענוח (חומר גלם ללא פרשנות)	סימנים מוסכמים + מקרא (מוצר שקיבל כבר פרשנות)
מוצר אותנטי ללא פרשנות, תיעוד אמיתי של המציאות ברגע הצילום	מוצר שעבר פרשנות ועיבוד של עורך המפה
תיעוד מלא (במגבלות של עננות/עצים)	עורך המפה מחליט מה לכלול בה לפי נושא המפה
ישנו עיוות של הקנ"מ- שטחים הקרובים למצלמה יתקבלו בקנ"מ גדול יותר משטחים הרחוקים ממנה. הקנ"מ אינו אחיד וקבוע בכל שטח התצלום. הקנ"מ לא מצוין על התצלום	הקנ"מ מצוין בכותרת המפה ואחיד בכל שטח גיליון המפה (קנ"מ נקוב וקבוע)
היטל מרכזי (אלכסוני)- חברת sightvision נותנת אפשרות לתצלומים אנכיים + אלכסוניים. מקבלים את החזיתות של המבנה בנוסף למבט העל.	מבט על – היטל אנכי / אורתוגונלי : מעלים וקטורים אנכיים כלפי מעלה ומקבלים מפת על של המבנים

תצלומי אוויר ושימושם במפ"י -

- a- **ממ"ג** - מערכת מידע גיאוגרפית טופוגרפית - GIS – Geographical information system.
 עדכון הממ"ג הטופוגרפי – ייעשה בצילום בקנ"מ של 1:40000
 המיפוי הטופוגרפי בממ"ג הטופוגרפי הלאומי הוא בקנ"מ של 1:10,000, מתקבל דיוק של 2 מ' +/-
 לכל עיר מערכת GIS משלה, כל עיר בונה לעצמה שכבות מידע מדויקות יותר, מוסיפה נתונים ברמת פירוט ודיוק גבוה יותר.
- b- **כיסוי ארצי לטובת הארכיון הלאומי לתצלומי אוויר** – הארכיון מכסה באופן שוטף ועקבי במשך 100 שנים, עושים כיסוי ארצי נמוך בד"כ בקנ"מ של 1:20,000. מכסים את המדינה כל שנתיים,

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

בפועל זה יותר מזה. בארכיון תצלומים מ-1917 ומערכת שבאמצעותה לבצע תשאול ולאתר לכל שטח את תצלומי האוויר המכסים אותה. המידע באינטרנט וניתן לאתר עצמאית את התצלומים ולהזמין בדואר את ההגדלות של התצלומים.

מועד יולי 2006 שאלה 5

א. מהו הקנ"מ של תצלומי האוויר במפ"י 1:40000?

ב. תחומי הדיוק - פלוס - מינוס 2 מטר

ג. מהו הקנ"מ הגדול ביותר של מפה טופוגרפית שניתן להפיק ממנו - ניתן להפיק מיפוי של 1:10000 לפי תקנה 28.

צלעון

מהו "צלעון" – לפי פרק א' בתקנות המדידה (מדידה ומיפוי) צלעון הוא "מדידה רציפה ועוקבת של כיוונים ומרחקים בין 2 נקודות מוצא או בין 2 נקודות צומת".

מדוע נמדוד צלעון –

מדידת צלעון = מהלך מדידה של נקודות גיאודטיות חדשות על בסיס נקודות בקרה ידועות.
באתר בנייה אנו צריכים להגדיר נקודות חדשות. לעיתים קיים מכשול שלא מאפשר מדידה מהנקודה הידועה כמו עצים, כביש או בנין.

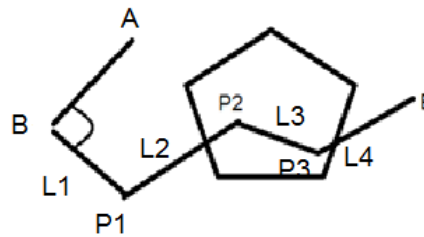
איך מודדים צלעון

- ציפוף רשת הבקרה האופקית - לשם הגדרת הנקודות החדשות נשתמש בנקודות הסמוכות לאתר אשר הקואורדינטות שלהן ידועות לנו, יש צורך לחשב את הזווית, האזימוטים והמרחק של הנקודות הקיימות, הידועות בכדי למדוד נקודות חדשות. חייבים להגדיר באתר נקודות חדשות מהם ניתן למדוד את כל האתר.

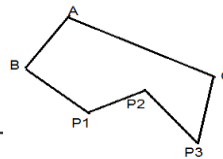
קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

- על מנת למדוד את הקואורדינטות החדשות המודד יוצר צלעון - בונה מהלך של מדידה משתי נקודות ידועות שמחוץ לאתר (B,A), תוך מדידת נקודה שבין החיצוניות לאתר לזו שבאתר, מודד זווית אופקית ומחשב את המרחק ומקבל את הנקודה החדשה (P2).
- אח"כ מודד עוד נקודה באתר, ונשען על נקודה חיצונית ידועה נוספת C. המדידה על פי הנקודה הנוספת היא לשם בקרת איכות, המודד צריך לבדוק שהמדידה לפי נקודה A ו-B נעשתה נכון. מתחילים בנקודות ידועות וסוגרים בנקודות ידועות לטובת ביקורת. במידה ואין נקודה C אזי המודד יבצע צלעון סגור וכך יחזור לנקודות מהן התחיל (B,A)

צלעון פתוח:



צלעון סגור נסמך על 2 נקודות ידועות בלבד:



למציאת קואורדינטות של נקודה חדשה נשתמש בנקודות הסמוכות ידועות-

$$xp1 = XB + L1 * \cos(AZBP1), YP1 = YB + L1 * \sin(AZBP1)$$

למציאת האזימוט הנדרש -

$$AZBP1 = AZAB + \beta1 - 180^\circ$$

מעבר של אזימוט מקו לקו -

$$AZAB \text{ מוצא} = \text{SHIFTTAN} \left(\frac{YB - YA}{XB - XA} \right)$$

$$xp2 = XP1 + L2 * \cos(AZP1P2), YP2 = YP1 + L2 * \sin(AZBP2)$$

$$AZBP1P2 = AZBP1 + \beta2 - 180^\circ$$

$$xp3 = XP2 + L3 * \cos(AZP2P3), YP3 = YP2 + L3 * \sin(AZP2P3)$$

$$AZBP2P3 = AZP1P2 + \beta3 - 180^\circ$$

לביקורת כאשר קיימת נקודה C :

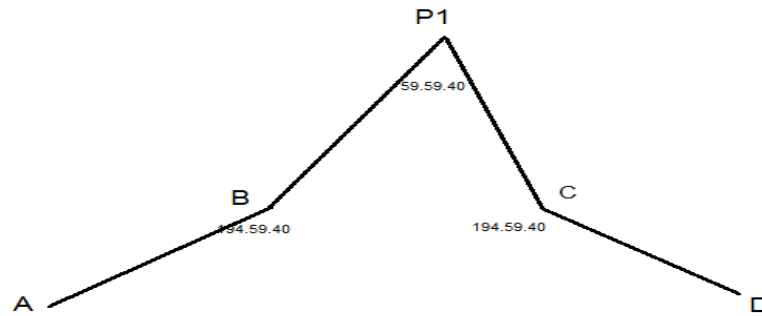
$$xC \text{ מודד} = XP3 + L4 * \cos(AZP3C), YC \text{ מודד} = YP3 + L4 * \sin(AZP3C)$$

$$AZP3C = AZP2P3 + \beta4 - 180^\circ$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

מועד ינואר 2013 שאלה 13- 15 נקודות

נתון צלעון פתוח, יש לחשב את הקואורדינטות בעזרת הנתונים (נתונות זוויות ומרחקים) .
חישוב ותיאום צלעון = תיאום הכוונה היא לחישוב שגיאות ותיקונם של השגיאות. כשמודדים צלעון/ מודדים גם זוויות וגם מרחקים. כלומר יש למצוא שגיאה מצטברת במרחקים המדודים ובנוסף יש למצוא שגיאה מצטברת בזוויות המדודות.
בתקנות שגיאה מצטברת = אי סגירה = ישנה אי סגירה זוויתית של הצלעון (שגיאה מצטברת בזוויות) ואי סגירה קווית (במרחקים המדודים).



יש לבנות טבלה כדלקמן :

נקודה	זווית שמאלית מדודה	מרחק אופקי מדוד	אזימוט	$\Delta X = L * \cos[AZ]$	$\Delta Y = L * \sin[AZ]$	X	Y
D			AZDC מוצא			300000	103000
C	194°59'40" 195°					300500	102500
		2000	330°	1732.05	-1000		
P1	59°59'40" 60°						
		2000	210°	-1732.05	-1000		
B	194°59'40" 195°		AZBA ד			300500	100500
A						300000	100000

שלב א' - חישוב אזימוט מוצא ואזימוט יעד –

1. נחשב קודם את AZCD כי מתחילים מהסוף בכדי לקבל זווית שמאלית -

$$AZDC = \text{SHIFTTAN} \left(\frac{yc - yd}{XC - XD} \right) = \text{shifftan} \left(\frac{-500}{+500} \right) = 315$$

נחשב לפי pol ונקבל 45- מעלות ולכן נוסיף 360

$$AZDC = -45^\circ + 360^\circ = 315^\circ 0' 0''$$

2. אח"כ נחשב את AZAB

$$AZBA = \text{SHIFTTAN} \left(\frac{YA - YB}{XA - XB} \right) = \text{shifftan} \left(\frac{-500}{-500} \right)$$

נחשב לפי pol ונקבל 135- ולכן נוסיף 360

$$AZAB = -135^\circ + 360^\circ = 225^\circ 0' 0''$$

שלב ב' - חישוב אי הסגירה הזוויתית בצלעון = חישוב השגיאה המצטברת במדידת הזוויות המדודות –

ז"א – האם אזימוט יעד שמדדנו שווה לאזימוט יעד הנתון שמחושב מקואורדינטות נתונות?
הנוסחה –

$$AZBA = AZDC + \sum \beta - n * 180^\circ$$

AZBA – אזימוט מדוד

AZDC – אזימוט נתון

N – מספר הזוויות השמאליות - 3

$\sum \beta$ = סכום כל הזוויות השמאליות:

$$59^\circ 59' 40'' + 194^\circ 59' 40'' + 194^\circ 59' 40'' = 449^\circ 59'$$

נחשב את AZBA (היעד) לפי הנוסחה :

$$AZBA = 315 + 449^\circ 59' - 3 * 180 = 224^\circ 59' 0''$$

סכום הזוויות השמאליות ומספר הזוויות המדודות בצלעון - נוסחא שבאה מתוך נוסחת מעבר של אזימוט מקו לקו.

ברגע שקיים הפרש בין מה שמדדנו לאזימוט המוצא נפחית בניהם וזה יבטא את השגיאה המצטברת (FB) בנקודות המדודות כעת נחשב מה היא השגיאה הזוויתית המצטברת :

$$FB = AZDC - AZBA$$

$$225 - 224^\circ 59' 0'' = 1^\circ = 60'$$

FB – השגיאה המקסימלית המותרת בזווית לפי תקנה 6 ב' – 'אי סגירות והתחומים עבור מדידת צלעון בדרגות 4-7 : אי סגירה זוויתית מרבית מותרת היא 45 שניות כפול שורש N" כלומר , הסטייה המותרת בדוגמא הנ"ל היא :

$$fB = 45'' \sqrt{n} = 45'' \sqrt{3} = 78''$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

מאחר ו"78 שהיא הסטייה המותרת גדולה מהשגיאה שקיבלנו 60" הסטייה הזו מותרת. דרגה 7 היא הדרגה הכי נמוכה, לא נתונה דרגה בשאלה אבל זה בד"כ 6/7. נבחן האם 60 שניות עומד בתקנון. לפי דרגה 6 :

$$fB = 20'' \sqrt{n} = 20'' \sqrt{3} = 34.6''$$

לפי דרגה 6 הצלעון הזה היה פסול (קטן מ60 שניות).

שלב ג' - תיקון הזוויות המדודות

$$\frac{fB}{n} = \frac{60''}{3} = 20''$$

לוקחים שגיאה קיימת ומחלקים במספר הזוויות, לכל זווית אמורים להוסיף 20 שניות על מנת לתקן (=תיאום). נתקן בטבלה (באדום).

שלב ד' - חישוב אזימוטים על בסיס זוויות מתוקנות - (ירוק)

ייעשה לפי מעבר של אזימוט מקו לקו. ניקח את האזימוט הראשון נוסיף אליו את הזווית המתוקנת ונפחית 180 וכן הלאה.

$$AZCP1 = AZDC + C - 180^\circ = 330^\circ, 330^\circ + 60^\circ - 180^\circ = 210^\circ, 210^\circ + 195^\circ - 180^\circ = 220^\circ$$

שלב ה' - חישוב הפרשי הקואורדינטות - Xים פחות Yים – (סגול)

$$XB = XA + L * \cos(AZAB), \Delta x = XB - XA = L * \cos(AZAB), \quad YB = YA + L * \sin(AZAB), \Delta Y = YB - YA = L * \sin(AZAB)$$

שלב ו' - חישוב אי סגירה קווית = שגיאה מצטברת במרחקים המדודים -

$$XC_{נתון} + \sum \Delta X = XB_{מדוד}, YC_{נתון} + \sum \Delta Y = \square B_{מדוד}$$

$$\square FX = XB_{נתון} - XB_{מדוד} \quad \text{אי הסגירה הקווית בכיוון X.}$$

$$\square FY = YB_{נתון} - YB_{מדוד} \quad \text{אי הסגירה הקווית בכיוון Y.}$$

אם תתקבל סטייה זה נוסע מהמרחקים שעבדנו איתם בחישוב הדלתאות.

$$\sum \Delta X = 0, \sum \Delta y = -2000$$

בכיוון X אין בכלל שגיאה קווית :

$$XB_{מדוד} = 300500 + \square = 300500$$

$$YB_{מדוד} = 102500 + (-2000) = 100500$$

$$FX = XB_{נתון} - XB_{מדוד} = 300500 - 300500 = 0$$

בכיוון Y :

$$FY = YB_{נתון} - YB_{מדוד} = 10500 - 10500 = 0$$

אין שגיאות לכן אין תיקונים.

שלב ו'

$$xp1 = xc_{נתון} + \Delta x_{cp1}, yp1 = yc_{נתון} + \Delta y_{cp1}$$

סיכום –

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

- לא ניתן למדוד נקודות חדשות לפי דרגה 7, ניתן לצופף אך הנקודה שנקבל תמיד תהיה בדרגה אחת פחות. לא קיימת דרגה 8 ולכן לא נוכל לקבל אחת כזו.
- מדידה של נקודות בקרה חדשות כלומר ציפוף רשת הבקרה האופקית
- החדש כאן – מציאת השגיאות ותיאום. מציאת השגיאות במרחק ומציאת השגיאות בזווית.

שאלה 4 (א) מועד פברואר 2010 – 10 נקודות

מהי אי סגירה זוויתית מקסימאלית המותרת ואי הסגירה הקווית יחסית מרבית המותרת בצלעות שבדרגות 4 עד 7 ?

אי סגירה זוויתית המרבית המותרת (השגיאה במרחקים) יחסית המותרת בצלעונים שבדרגות 4-7 – קווית – בצלעון השגיאה המצטברת במדידת המרחקים מוגדרת בתקנות היחס שבין $\epsilon =$ השגיאה המצטברת במרחקים המדודים בצלעון לסכום המרחקים המדודים =

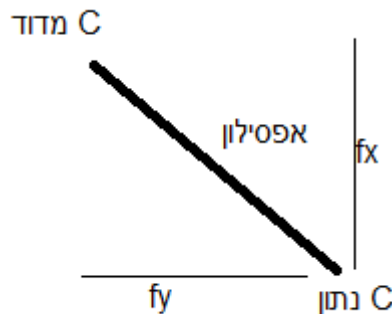
$$\sqrt{(fx^2 + fy^2)}$$

כאשר fx השגיאה הקווית בכיוון X ו- fy השגיאה הקווית בכיוון y . נחשב לפי $\epsilon = \frac{\epsilon}{L}$:

דרגה 7 : $1/300$, דרגה 6 $1/8000$, דרגה 5 $1/15000$, דרגה 4 : $1/350000$.

ככל שהמרחק גדול יותר כך השגיאה גדולה יותר. מדובר על אי שגיאה יחסית, ככל שעולים בדרגה היחס הולך וקטן.

בטבלה שבתקנה 6' 2 שורות אחרונות (עמוד 9). אי סגירה קווית יחסית מרבית =



שאלה 3 ב' מועד פברואר 2011 –

צלעון –

- אי סגירה זוויתית (שגיאה) – פיזור – חלוקה באופן שווה בין כל הזוויות המדודות ללא תלות בגודל הזווית
- אי סגירה קווית (שגיאה) – פיזור – חלוקה באופן יחסי לפי גודל המרחק. ככל שהמרחק גדול יותר יקבל תיקון גדול יותר ולהיפך.

אי התאמה בשטחי חלקות -

סטייה מותרת בשטחים לפי התקנות

שלושה מקרים –

מקרה 1 – סטייה מותרת בין שטח חלקה מדוד בתצ"ר לשטח מתוכנן בתוכנית תכנונית -

תקנה 53 ב' (1) – סטייה מותרת בין תצ"ר לתכנית תכנונית לא יהיה גדול מ"ר 10 משטח החלקה או 3% - הגבוה מיניהם.

סטייה מותרת בין שטח של חלקה מדוד בתצ"ר (תכנית תכנונית לצורכי רישום), לשטח מתוכנן בתכנית תכנונית (תכנית מתאר מקומית (תב"ע), מפורטת, תכנית שיכון ציבורי - תש"צ).

לדוגמה – מגרש בשטח של 500 מ"ר. בתוכנית המפורטת נאמר כי הסטייה המותרת תהיה 10 מ"ר או 3%. במקרה דנן הם +15 מ"ר. ניתן לסטות במספר הגבוה מבין השניים. הגבוה מבניהם הוא 3% כ- 15 מ"ר אז או שנפחית או שנוסיף (או שיהיה מדובר ב-515 מ"ר או ב- 485 מ"ר. אם השטח נמדד בסטייה זו אז זה בסדר.

תצ"ר היא מפת מדידה שמודד מכין במטרה להביא לרישום חלקות חדשות. דוג' - הייתה חלוקה קיימת והוחלט לשנות את החלוקה בעקבות קבלת היתר בנייה ופיצול החלקות החקלאיות לטובת בנייה רוויה למגורים. האמצעי לפי החוק לעשות חלוקה חדשה היא תצ"ר. היא חייבת להיות מתאימה לתכנית תכנונית מאושרת. תצ"ר מטפלת רק ברישום מחדש של השטח לחלקות, וחייבת להתאים לחלוקה כפי שבתכנית שהמתכנן הגיש לוועדה המקומית.

מקרה 2 – סטייה מותרת בין שטח חלקה מדוד בתצ"ר לשטח רשום בטאבו -

תקנה 58 – ההפרש המרבי המותר בין שטח רשום בפנקס (=שטח רשום בטאבו בפנקסי רישום המקרקעין) לבין השטח המחושב במדידה, יהיה הקטן מבין התוצאות של הנוסחאות הבאות (A= שטח רשום במ"ר) ז"א שהסטייה המותרת תהיה קטנה מבין השניים.

$$\Delta A = 0.3\sqrt{A} + 0.005A$$

$$\Delta A = 0.8\sqrt{A} + 0.002A$$

השטח הקובע: השטח הרשום

לדוגמה – מגרש בשטח רשום שך 500 מ"ר (A) נציב בנוסחאות –

$$\Delta A = 0.3\sqrt{A} + 0.005A$$

$$\Delta A = 0.3 \cdot \sqrt{500} + 0.005 \cdot 500 = 9.2$$

$$\Delta A = 0.8\sqrt{A} + 0.002A$$

$$\Delta A = 0.8 \cdot \sqrt{500} + 0.002 \cdot 500 = 18.88$$

נבחר את הקטן מבניהם שיהווה את הסטייה המותרת.

השטח הרשום הוא 500 והשטח המדוד הוא 507 – מדובר בסטייה של 7 ס"מ לפי הנוסחאות ניתן לסטות בכעד 9.2 מ"ר ולכן מדובר בסטייה מותרת.

מקרה 3 – שטח שאינו מוסדר – סטייה מותרת בקביעת שטח חלקה שנמדדה וחושבה לפחות

פעמיים במדידות שונות -

תקנה 86 - הפרש בין 2 מדידות של שטח חלקה - הסטייה המותרת בין שני חישובי שטח החלקה

לא יעלה על $0.15\sqrt{A}$ כאשר A = שטח החלקה שנמדדה בפועל.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון מר משה בן חמו

שטח לא מוסדר- שטח שעדיין לא רשום בטאבו, מתקופה קודמת שעוד לא נמדד. צריך למדוד אותו בפעם הראשונה לטובת המרשם הישראלי, ובכדי למנוע טעויות מבקשים למדוד פעמים, התקנה הזו מגדירה את השטח המוגדר בין שתי המדידות.
לדוגמה – מדידה ראשונה 504 מ"ר מדידה שנייה 498 מ"ר. ההפרש בין שתי המדידות הוא 6 מ"ר. האם מדובר בסטייה תקינה? נציב בנוסחה –

$$0.15\sqrt{A}$$
$$\left. \begin{array}{l} 0.15\sqrt{498}=3.35 \\ 0.15\sqrt{504}=3.36 \end{array} \right\} \text{הסטייה המותרת – תהיה בסביבות -}$$

השטח הקובע של החלקה יהיה ממוצע חשבוני של שני השטחים המחושבים.
מכיוון שמדובר בסטייה גבוהה הרבה יותר – כ – 6 ס"מ, אזי הסטייה היא פסולה ואינה תקינה.

סטייה מותרת במרחקים מדודים בתצ"ר לפי התקנות

הפרשים מותרים במרחקים מדודים בתצ"ר (פרק ה' בתקנות, החל מ 55)(מדידת אורך גבול חלקה)
תקנה 56 מדברת על הפרשים מותרים במדידת אורך של חלקה.

- הפרש 2 מדידות של אותו קטע לא יעלה על $\Delta L \leq 0.05 + 0.004L$ בשיטת המשיחה. יש 5 ס"מ שגיאה כשמודדים עם סרט מדידה ובנוסף השגיאה גדלה ככול שהמרחק גדול.
- הדיוק במדידה פוטוגרמטית של גבולות ופרטים לא יפחת מהדיוק שבשיטת המשיחה
- אורך גבול בחלקה יהיה ממוצע של על המדידות שבוצעו לגביו, בשיטת המשיחה יימדד אורך הגבול פעמיים לפחות. כלומר, אם ההפרשים שקיבלנו עומדים במותר המדידה הקובעת היא הממוצעת של כל המדידות שנעשו.
- ההפרש המקסימאלי המותר בין מרחק הרשום בפנקס/גיליון השדה/המרחק המחושב מקוארדינאטות לבין מדידה נוספת של אותו מרחק לא יעלה על 6 ס"מ כשהמרחק קטן מ-50 מטר, ועד 10 ס"מ כשהאורך שווה או גדול מ-50 מטר.
- לא יעלה הפרש בין מרחק הרשום בפנקס השדה, או מרחק המחושב מקוארדינאטות לבין מדידה נוספת של אותו מרחק על ערכים בתקנה ד, ירשם המודד בתכנית את המידה המקורית. כלומר המרחק הקובע הוא הישן אם ההפרש עומד במותר
- אם חורג מהמותר – ירשום המודד את המדידה החדשה ולצדה את ישנה הרשומה בפנקס.

מועד פברואר 2011 שאלה 2 (ב) – 5 נקודות

המרחק בין 2 נקודות גבול מקוריות (ישנות שהמודד איתר אותם היום) נמדדו היום ע"י מודד פעמיים ע"י תחנה כוללת (שיטה מדויקת) ונמצא 161.06 ו- 161.03 (כלומר סטייה של 3 ס"מ). בשיטת המשיחה נרשם 161.1 מטר. האם ההפרש בין 2 השיטות החדשות תקין? האם ההפרש בין המדידה הראשונית והנוכחית תקין? מה תהיה המדידה הקובעת?

בשאלה הזו הבדיקה הראשונה תהיה שההפרש בין 2 המדידות החדשות לא חורג מהמוגדר בתקנה 56א'. מאחר ומדובר על מדידה חדשה עם תחנה כוללת הסטייה המותרת היא עד 3 ס"מ, שזה שווה לסטייה

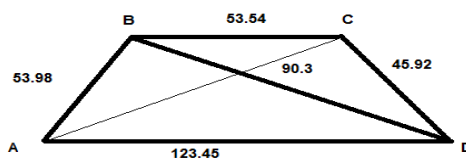
קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

הקיימת וזה עומד בתקנות, תקין. המרחק הקובע יהיה הממוצע בין 161.03 ל161.06, כלומר 161.045 (אפשר לעגל ל161.05).

הבדיקה השנייה תהיה לגבי ההפרש בין המדידה הישנה מההסדר והחדשה תקין – לפי תקנה 56' נשווה בין המרחק הישן שהוא 161.1 לבין החדש שהוא 161.05 – מאחר והמרחק גדול מ50 מטר הסטייה המותרת ביניהם היא 10 ס"מ והסטייה הקיימת היא 5 ס"מ זה תקין. המרחק שירשם הוא הישן – 161.10 לפי 56'.

מועד פברואר 2009 שאלה 3- תקנה 86

בשטח בלתי מוסדר (= תקנה 86) נמדד אורך הגבולות ו2 אלכסונים. לפי הנתונים יש לחשב פעמיים את השטח לפי חישובים שונים.



נחשב פעמיים לפי שיטת היירון – כל פעם לפי אלכסון נתון אחר.

חישוב בפעם ראשונה -

$$p1 = \frac{123.42 + 53.98 + 90.3}{2} = 133.85 \text{ מ}$$

$$P1 - 123.42 = 10.43$$

$$P1 - 53.98 = 79.87$$

$$P1 - 90.30 = 43.55$$

מכאן שהשטח :

$$A\Delta 1 = \sqrt{(133.85 * 10.43 * 79.87 * 43.55)} = 2203.62 \text{ מ}^2$$

$$p2 = \frac{90.3 + 53.54 + 45.92}{2} = 94.88 \text{ מ}$$

$$P2 - 90.3 = 4.58$$

$$P2 - 53.54 = 41.34$$

$$P2 - 45.92 = 48.96$$

מכאן שהשטח של המשולש השני

$$A\Delta 2 = \sqrt{(94.88 * 4.58 * 41.34 * 48.96)} = 937.83 \text{ מ}^2$$

שטח החלקה = שטח משולש 1 + שטח משולש 2 = 2203.62 + 937.83 = 3141.45 מ"ר

שטח חלקה במדידה ראשונה – 3141.45

חישוב בפעם השנייה -

עכשיו נחשב לפי האלכסון השני (AC = 100.58) שטח לפי 2 משולשים בשיטת היירון, ואז נבחן למול

המדידה הראשונה של החלקה. האם ההפרש ביניהם מותר לפי תקנה 86.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

שטח משולש ראשון – 2183.49 שטח משולש שני- 955.57 לכן שטח החלקה 3139.06 מ"ר.

שטח חלקה במדידה שנייה – 3139.06

מדובר בסטייה קיימת של $2.39 = 3141.45 - 3139.06$

הסטייה המותרת : $0.15\sqrt{A} = 0.15\sqrt{3141.45} = 8.4$

יצא שהסטייה המותרת גדולה מהקיימת לכן ההפרש בין שני חישובי השטח הוא במסגרת המותר לפי תקנות המודדים . השטח הקובע יהיה הממוצע בין השטחים =

$$\bar{A} = \frac{3141.45 + 3139.06}{2} = 3140.255$$

מועד יולי 2007 שאלה 11- תקנה 58

לשים לב שמבקשים למדוד פעמיים אך מדובר בשטח **מוסדר**. שטח חלקה רשום בפנקס = 6.4 דונם, החלקה נמדדה פעמיים וחושבה מנתוני מדידה שונים. שטחה נמצא פעם אחת 6454 דונם ופעם אחת 6350 דונם. האם ההפרש בין כל אחד מהשטחים המחושבים לבין השטח הרשום, הוא בתחום המותר בתקנות? השטח הרשום = 6400 מ"ר

השטח המדוד פעם ראשונה = 6.454 מ"ר ופעם שנייה = 6350.

לפי הנוסחה הראשונה :

$$\Delta A = 0.3\sqrt{A} + 0.005A = 0.3\sqrt{6400} + 0.005 * 6400 = 56$$

לפי הנוסחה השנייה :

$$\Delta A = 0.8\sqrt{A} + 0.002A = 0.8\sqrt{6400} + 0.002 * 6400 = 76.8$$

הקטן מביניהם הוא מהנוסחה הראשונה – 56 מ"ר, זו הסטייה המותרת.

הסטייה הקיימת במדידה הראשונה היא 54 (נמוכה מהמותר) לכן היא מותרת (6400-6454).

הסטייה הקיימת במדידה השנייה היא 50 (נמוכה מהמותר) ולכן היא גם מותרת (6400-6350).

מועד פברואר 2005 שאלה 13- תקנה 53

בתכנית מפורטת נקבע שטח מגרש – 1000 מ"ר. בת"צ שהכין מודד ע"פ התכנית המפורטת נקבע שטח חלקה התואמת את המגרש הנ"ל ל- 981 מ"ר. האם ההפרש הוא התחום המותר? מדובר על הפרש של 19 מ"ר = הסטייה הקיימת (1000-981). הסטייה המותרת זה או 10 מ"ר או 3% משטח המגרש כפי שהוגדר בתכנית המפורטת הגבוה מביניהם = $1000 * 0.03 = 30$ – 30 מ"ר- זו הסטייה המותרת. הסטייה הקיימת נמוכה מהמותרת (19) ולכן ההפרש הוא בתחום המותר לפי תקנה 53. השטח המדוד בתצ"ר הוא השטח הקובע ולא המתוכנן בתב"ע כי הוא בטוח לוקה בחסר (981 קובע).

מועד פברואר 2005 שאלה 15- השוואה בין שטח רשום לבין שטח מדוד – תקנה 58

לחלקה מסוימת צורת מלבן שאורך צלעותיה 30 מ' ו-40 מ'. שטח החלקה רשום בספרי המקרקעין - 1.208 דונם. האם התאור יתכן?

השטח הרשום = 1208 מ"ר

השטח המדוד = $40 * 30 = 1200$ מ"ר

סטייה קיימת = 8 מ"ר

סטייה מותרת – הקטן מבין תוצאות שתי הנוסחאות :

$$\Delta A = 0.3\sqrt{A} + 0.005A = 0.3\sqrt{1208} + 0.005 * 1208 = 16.467$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$$\Delta A = 0.8\sqrt{A} + 0.002A = 0.8\sqrt{1208} + 0.002 \cdot 1208 = 30.22$$

סטייה מותרת = 16.47 מ"ר, הסטייה הקיימת היא 8 מ"ר – נמוך מהסטייה המותרת לכן המתואר יתכן.

מועד אוגוסט 2004 שאלה 12 סעיפים ב' ו-ג'.

בשטח בלתי מוסדר הוכנה ע"י מודד תכנית לצרכי רישום ראשון (=סעיף 86). השטח חושב פעמיים.

במדידה הראשונה נמצא - 1.234 דונם, ובשנייה – 1.238 דונם. (הפרש של 4 מ"ר)

ב - האם ההבדל בין התוצאות עומד בתקנות? לפי תקנה 86 ההפרש צ"ל פחות מ $0.15\sqrt{A}$. אם ניקח

בתור A את השטח הקטן של החלקה ונהיה יותר קשוחים, נמצא שההפרש צריך להיות פחות מ

$$0.15\sqrt{1234} = 5.26 \text{ מ"ר. זה אכן עומד בתקנות.}$$

ג' - מהו השטח שירשם לחלקה? השטח הממוצע בין השניים – 1236 מ"ר = 1.236 דונם. 1000 מ"ר שווה

ל – 1 דונם.

שאלה 9 מועד יולי 2008

כיצד מבחינים אם הגוש עבר הסדר מקרקעין? ברגע שיש מפת גוש זה אומר שמדובר בשטח מוסדר וברגע שיש חתימת מנהל מפ"י אז מדובר בגוש מבוקר. גוש שאינו עבר הסדר נקרא גוש שומא עליו אין את חתימת מנהל מפ"י. אם בכותרת רשום גוש רישום מספר – זה לא גוש שומא.

שאלה 10 מועד יולי 2008

על אילו תכניות מתבסס מודד – תוכניות ביסוס (מפת גוש או תצ"ר מאושרת) או תוכנית תכנונית התואמת לתכנית מפורטת/תכנית בניין עיר.

שאלה 14 מועד יולי 2008

שטח שאינו מוסדר – רישום ראשון – סטייה של 6 מ'

מדובר במקרה השלישי

$$0.15\sqrt{A}$$

$$0.15\sqrt{2497}=7.49$$

משום שהסטייה קטנה מהסטייה המותרת מדובר בסטייה תקינה ולא פסולה.

יולי 2009 שאלה 2

סעיף ד': האם שטחי המגרשים הרשומים בתכנית מפורטת מחייבים את המודד בעת הכנת תצ"ר? כן

אבל השטחים צריכים להיות שווים והסטייה המותרת היא 3% או 10 מ"ר הגבוה מביניהם לפי התקנות.

יש הבדל בתשובתך אם דובר בתכנית מפורטת שהוכנה לטובת חלוקה חדשה ללא הסכמת הבעלים? פה

זה נעשה לפי טבלאות איזון, כשמודד מכין תצ"ר במקרה כזה הוא צריך להשתדל שתהיה מותאמת לתכנית המפורטת.

סעיף ב: על סמך איזה תכניות ניתן להכין תמורה להסדר? הכוונה היא שינויים להסדר (תמורה = שינוי),

שינוי לחלוקת הקרקע לחלקות כפי שנקבעה ונרשמה בסוף תהליך ההסדר (התמורה/שינוי יכולה להיות חלוקה, איחוד). התכנית שבאמצעותה נרשום תמורה להסדר היא תצ"ר. תמורה להסדר (תצ"ר) תוכן על בסיס תכניות ביסוס (מפות גוש רישום ותצ"רים) תצ"ר תהיה מותאמת תכנית מתאר מקומית או תכנית מפורטת או תש"צ.

סעיף א: לחלקה צורת מלבן ומידותיה 25*40 (כלומר שטחה 1000) שטחה הרשום הוא 990, ממה נובע

הפער? ההפרש המותר לפי תקנה 58. הסטיות נובעות משיטות המדידה בעיקר, היום עובדים עם שיטות מתקדמות יותר.

רישום מקרקעין

כללי -

שיטת השטרות -

עד שנת 1928 הייתה נהוגה בישראל שיטת השטרות. (השיטה הישנה) כיום בשטחים שאינם מוסדרים שיטה זו עדיין חלה. בשטח שאינו מוסדר ניתן להכין תצ"ר שנקרא תצ"ר רישום ראשון, תצ"ר זה יירשם בשיטה הישנה ויהווה ראייה לכאורה בלבד. על תצ"ר רישום ראשון יחתמו בעלי החלקות השכנות (בניגוד לתצ"ר רגיל) שיטת השטרות – נושא הרישום הוא בעל החלקה תיאור הגבולות הוא מילולי.

נסח טאבו - בנסח הרישום מתוארים : מספר גוש+ חלקה, בעלי זכויות הקניין, משכנתא, שיעבוד, זיקות הנאה, הערות הזהרה, שטח הנכס/דירה/קומה, הצמדות (מחסן, חניה). הנסחים שמתקבלים מציגים דיווח תמציתי על זכות הקניין של אותו נכס נכון לתאריך הבקשה אך ניתן גם לקבל **נסח רישום היסטורי** . קושאן- מקביל לנסח רישום של היום, מסמך המעיד על זכות קניין בנכס כלשהו, מתקופת התורכים.

שאלה 1 מועד יולי 2011 -

קושאן - הוא שטר בעלות מתקופת התורכים. בשנת 1925 עדיין לא התחיל ההסדר (ההסדר התחיל ב- 1928). ההסדר הוא המנגנון שאיפשר לקחת חלקות שרשומות כקושאן ולרשום אותן כזכויות קנייניות.

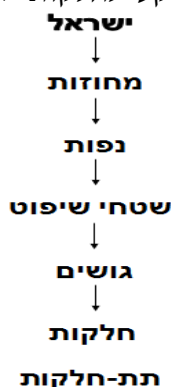
שיטת טורנס

כיום שיטת רישום זכויות הקניין מבוססת על שיטת טורנס. מאז שנת 1928. רישום הזכויות מבוסס על הגדרה מדויקת של הגבולות ע"פ מדידות מדויקות ועל בסיס בירור הבעלות. רישום זה מהווה ראייה חותכת לעניין הגבולות והבעלים (זכויות).

ההבדל בין חלקה למגרש

מגרש=ישות תכנונית המוגדרת תכנית מתאר מקומית (תב"ע) ובתכנית מפורטת **חלקה=** ישות משפטית אשר רשומה במרשם המקרקעין מבחינה מעשית מדובר באותו דבר, בכדי להפוך מגרש לחלקה צריך להתבצע הליך רישום ע"י תצ"ר שנעשה ע"י מפ"י ותחת פיקוחה. **תכניות לצרכי רישום (תצ"ר):** הכלי לביצוע ולרישום שינויים בחלוקת הקרקע לחלקות : איחוד, פיצול/חלוקה, והעברת חלקה מגוש לגוש.

חלוקה מנהלתית של ישראל :



ישראל מחולקת למחוזות והמחוזות לנפות וכך הלאה, בבית משותף יש גם תתי חלקות. כל שתי יחידות שלא ניתנות פיזית להפרדה מוגדרות כבית משותף (שיש להן קיר משותף) תשריט/ רישום של בית משותף הוא לא חובה, בפועל רישום הבית המשותף לא נעשה ע"י המודד. יש צורך

קורס מדידה ומיפוי – טכניון מר משה בן חמו

בתשריט שיכול לעשות כל אחד – מהנדס אדריכל וכו'. לא מדובר במודד מוסמך שמכין תצ"רים מדויקים. חלקות שהבית המשותף בנוי עליהן כן חייבות רישום ע"י מודד מוסמך.

גוש רישום וגוש שומה

חלוקה לגוש שומא – (מנדט) – לקביעת שומות ומיסים וגוש רישום (ישראלי) לטובת רישום.

❖ **גוש רישום** - נועד לרישום מקרקעין שטח מוגדר מתוך מקרקעי ישוב (נופל בתוך שטח שיפוט של ישוב), יכול להכיל חלקה אחת או כמה חלקות (בד"כ עשרות/מאות) והמהווה בסיס פיזי למדידה ולרישום. הוא מהווה יחידת רישום. הוא נקבע ע"י המודד / מפ"י בהתאם לכללים המאפשרים בצוע מדידה.

❖ לכל גוש יש **מפת גוש** - כדי לנהל באופן יעיל את הרישום מקבצים את החלקות לגוש ולכל גוש מכינים מפת גוש שמציגה את גבולותיו וחלוקתו הפנימית לחלקות. לטאבו ספר רישום לכל גוש וגוש. בעבר, לכל גוש היה ספר רישום/פנקס רישום אותו **פנקס זכויות** בטאבו. לכל חלקה היה דף בו נרשמו כל העסקאות. הפנקסים כולם מוחשבו, הם עדיין נשמרים בלשכות הרישום במקרה שיש טעות וצריך לחזור אחורה ולראות, מפות הגוש נמצאות במפ"י והוא מעדכן אותם באופן שוטף בעקבות רישום של תצ"רים.

- זה מאפשר ניהול יעיל של המרשם.
- הגושים ממוספרים ולכל גוש יש **מספר מזהה** (מספר הגוש + מספור כרונולוגי ורציף של החלקות שתמיד יתחיל ב - 1) מספור הגושים הוא **רציף** ובכל רחבי המדינה אין מספר גוש חוזר על עצמו. יש כ-22,000 גושים, גם ברמה הארצית המספור רציף (ישנם פערים אבל לכל מחוז יש טווח מוגדר של מספרי גושים).

- מפת גוש בגודל סטנדרטי היא 60*70 מ"ר. בכל מפה קנ"מ אחר.
 - רישום המקרקעין בישראל מנוהל ברמה של גושי רישום.
- גוש שומא** - מנדטורי, מתקופת הבריטים, בשטחים עירוניים. מיפוי ומדידה של שטחים עירוניים וחלוקתם לגושי שומא לצורך **גביית מיסים**. גושי שומא ניתן למצוא קיום בשטחים לא מוסדרים.
- מפת שומת הכפר** : לכל כפר בתקופת המנדט הבריטי בוצע מיפוי והוכנה מפה לצורך גביית מיסים. בשטחי כפרים לא מוסדרים עוד ניתן למצוא שומת כפר.

חלקה

יחידת קרקע בתוך גוש רישום יכולה להיות שייכת לאדם אחד, לכמה אנשים או לחברה. מדובר בישות חוקית/סטטוטורית המהווה נושא לרישום. בישראל מעל ל- 1,200,000 חלקות (משתנה מידי שבוע).

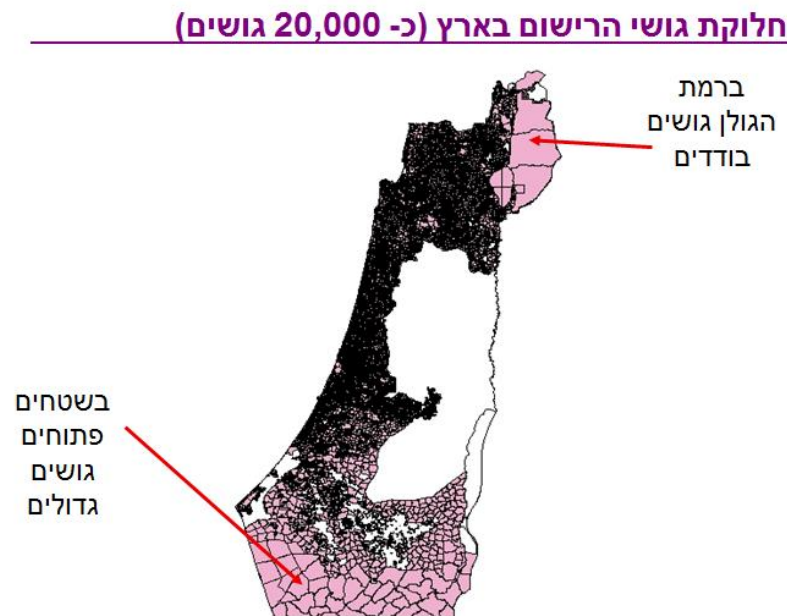
מגרש

יחידת קרקע מתוכננת (ישות תכנונית) הנוצרת כתוצאה מחלוקה (פרצלציה), איחוד, חלוקה חדשה (רה-פרצלציה). מדובר בישות תכנונית המוגדרת בתכניות (תכנית בנין עיר = תב"ע, תמ"ע, תכנית מפורטת ...). במרכז הארץ ניתן לראות את הכתם השחור מסמל כי ניתן למצוא הרבה גושים קטנים לרוב - מקבץ צפוף של גושים, בצפון ובדרום הארץ ובשטחים פתוחים נמצא לרוב גושים גדולים כי האזורים עדיין לא

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

מפותחים וכל גוש מכיל שטחים מאוד גדולים. גם בים ובכנרת יש חלוקה לגושים. ברמת הגולן גושים בודדים.

יש שטחים בישראל שעדיין לא מוסדרים בעיקר באזור הדרום (ביישובים בדואים). ברמת הגולן יש שטחים גדולים מאוד ולא מפותחים ולכן מפות הגוש יגיעו גם לקנ"מ מאוד קטן של 1:20000. לצורך ההשוואה, במרכז יש גם מפות גוש בקנ"מ של 1:625.



רישום חלקה בפנקסי המקרקעין- חקיקה ראשית ותקנות



- | | | |
|-------------------------------|---|---|
| חוק המקרקעין, תשכ"ט 1969 | ← | פקיד ההסדר, המפקח על רישום המקרקעין (לשכת רישום מקרקעין) |
| חוק התכנון והבניה, תשכ"ה 1965 | ← | ועדה מקומית לתכנון ולבניה, ועדה מחוזית לתכנון ולבניה, ועדה משותפת לשיכונים ציבוריים מכוח חוק רישום שיכונים ציבוריים |
| תקנות המחדים, תשנ"ח 1998 | ← | המרכז למיפוי ישראל, מחדים מבקרים, תקנות המחדים (מדידות ומיפוי), התשנ"ח 1998 – פרק ה' – מדידה ועריכה של תוכניות לצורכי רישום |

חוק רישום שיכונים ציבוריים – מתוך - מצגת תצ"ר לסטודנטים

רישום שיכונים ציבוריים – רישום של בתים משותפים

שיכון ציבורי אשר שר השיכון אישר אותו ברשומות כשיכון ציבורי, הוא שיכון שהוקם ע"י המדינה/ ביוזמתה/ מטעמה בשנות ה-50 וה-60. הוקמו בעצם שכונות שלמות לטובת העולים ע"י חברות כגון עמידר. מדובר במבנים – בלוקים שנבנו בכל הארץ. הבנייה היא ביוזמת הממשלה.

מדובר בהיקף נרחב של שיכונים, כל אותם פרויקטים לא נרשמו, זה היה דיור ממשלתי שאנשים גרו שם תמורת דמי שימוש יחסית נמוכים, מדובר על מסה עצומה של מאות אלפי נכסים בארץ ולכן היה צורך ברישום מזורז. על מנת לטפל ברישום של כל השכונות חייבים להגדיר איזשהו תהליך שיהיה קצר יותר, עוקף בירוקרטיה, לשם כך בשנת 64 הממשלה יזמה חוק המאפשר רישום של השיכונים הציבוריים - חוק רישום שיכונים ציבוריים ומטרתו להגביר ולזרז רישום של שיכונים ציבוריים.

הרישום נעשה ביוזמת משרד הבינוי והשיכון, ממ"י או חברות משכנות ציבוריות.

ועדת תיאום - גוף ממשלתי ברמה ארצית בה 7 נציגים היו"ר הוא האדריכל הראשי של משרד הבינוי והשיכון – ועדה זו מטפלת ברישום ומנהלת את העניין. בתחילת התהליך היו כ-80,000 שיכונים ציבוריים שצריך לרשום כיום מדובר על 20,000 יח"ד שעדיין לא נרשמו בכל רחבי הארץ. מדובר על רישום כבית משותף, עדיין לא בוצעה פרצלציה.

תכנית שיכון ציבורי – תש"צ

תקנה 3 – תוכנית שיכון ציבורי - פירוט של השטח והחלוקה לחלקות - המודד נדרש להציע חלוקה לחלקות על בסיס המצב הקיים בשטח ומכין תרש"צ: תכנית רישום שיכון ציבורי = תצ"ר לפי החלוקה הזו, לאחר מכן והתצ"ר מוגשת ונבדקת במפ"י שמאשרת את החלוקה, לאחר אישור התצ"ר ככשרה לרישום ע"י מפ"י תוגש לרשם המקרקעין לרישום בטאבו. תוכנית השיכון הציבורי תקבל תוקף כמו של תוכנית לבניין ערים (תב"ע) התש"צ כוללת תשריט ותקנון, התשריט יהיה מפורט (מבנים, דרכים, שימושים) כשאין חלוקה לחלקות המודד יגדיר. התקנון מלווה את התשריט.

תש"צ יכולה לכלול חלקות מכמה גושים אך תמיד תהיה תחת שטח שיפוט אחד.

המטרה של התוכנית היא לאפשר רישום.

קנ"מ מפורט של 1:1250 או 1:2500 או בקנ"מ אחר כי שתקבע וועדת התיאום.

מספר התש"צ יוזכר בתצ"ר שהוכנה על פיה.

מיפוי מצבי של השטח הכולל שיכונים ציבוריים (המיפוי נבדק ומבוקר ע"י מפ"י)

ועדת התיאום מחליטה לגבי החלוקה של השטח לחלקות

קדסטר – רישום מקרקעין

- הקדסטר הוא רישום זכויות הקניין במקרקעין וחל בישראל החל משנת 1926. הוא מתבסס על שיטת **טורנס** שהיא שיטת רישום זכות קניין. על-פי שיטה זו, רישום זכות הקניין הוא רישום **ציבורי/פומבי ופתוח לכל** של הזכויות וגבולותיהן, רישום המגדיר בצורה חד-משמעית את החלקות ואת הבעלות עליהן. (רישום המנוהל ע"י המדינה).

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

- **אחריות** - המדינה היא האחראית על תוקף הבעלות והזכויות על המקרקעין מכל המשתמע מכך. לדוגמה אם מגלים מרמה ומישהו מכר חלקה שלא שייכת לו ופקיד הרישום התרשל וביצע את הרישום, המדינה תפצה אותו על כך. היא האחראית.
- **מפ"י** - החלקה הקרקעית מוגדרת על סמך מדידה ומיפוי רשמיים שבוצעו על ידי מודדים מוסמכים בפקוח המדינה (מפ"י) והקשורים לרשת הקואורדינאטות הארצית. יש צורך בביקורת ובאישור מדידה ע"י מפ"י וניתן להסתמך על הנתונים הללו ובאמצעותם לשחזר ולסמן מחדש גבולות חלקה
- מדובר **בחלוקה סטטוטורית** של הקרקע. חלוקת משנה רוחבית ורציפה של שטח המדינה של גושים המכילים חלקות. כ – 20,000 גושים בארץ ו כ – 1.2 מיליון חלקות. פרצלציה היא החלוקה והקדסטר הוא רישום זכויות הקניין במקרקעין.
- השיטה נוהגת בישראל מימי המנדט כבר מעל ל - 80 שנים. זו שיטה מובילה בעולם גם מההיבט המשפטי וגם מההיבט ההנדסי של מדידה מדויקת בשטח, אשר נבדקת ונרשמת במפ"י. 15 מדינות בארה"ב הנהיגו את השיטה שנהוגה בארץ – רישום משפטי + טיפול הנדסי של הרישום. בהרבה מדינות אחרות אין את הרכיב ההנדסי. כאשר יש רק פרשנות מילולית זה יכול ליצור בעיות.

2 מרכיבים לרישום המקרקעין:

- **מרכיב משפטי**: רישום זכויות קניין, עסקאות, שעבודים -
 - הרישום הנעשה באחריות משרד המשפטים - אגף להסדר ולרישום מקרקעין
 - לשכות רישום המקרקעין (הטאבו):
 - פקיד הרישום
 - מפקח על רישום בתים משותפים
 - פקיד הסדר.
 - מסמכים – טאבו - נסח רישום.
 - משרד המשפטים מרשם המקרקעין/ספרי האחוזה/פנקסי זכויות



- **מרשם מקרקעין ("פנקסי הזכויות")**: מרכיב אלפאנומרי סטטוטורי הכולל תיעוד היסטורי של הבעלויות, הזכויות והחובות החלות על החלקה. מרשם המקרקעין מנוהל על ידי משרד המשפטים – האגף לרישום והסדר מקרקעין. הרישום מבוצע בלשכות רישום המקרקעין על ידי פקיד רישום. תוצרים: פנקסי זכויות, בסיס נתונים אלפאנומרי, נסחי רישום.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון

מר משה בן חמו

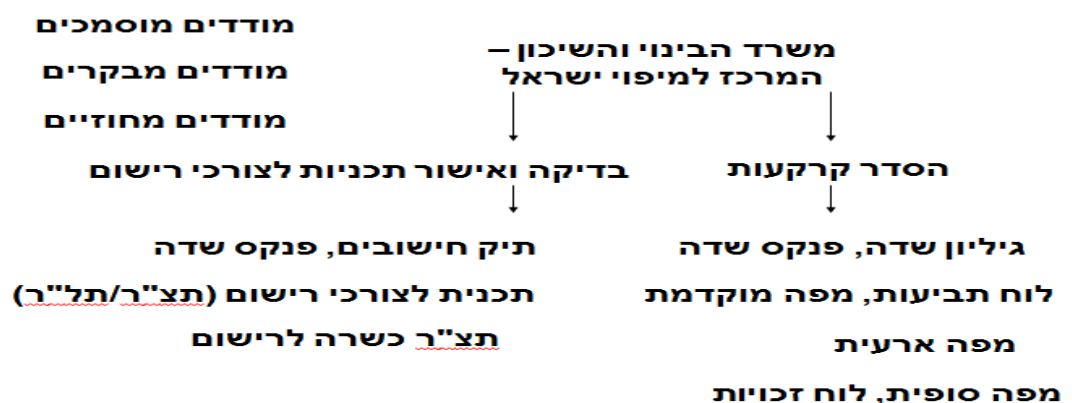
- **מרכיב הנדסי - גיאודטי** : המרכיב הגיאודטי מטפל בפרצלציה של הקרקע לחלקות וגושים, והוא כולל את נתוני המדידה והמיפוי (פנקס שדה בו רשום איך נמדדו הקואורדינטות של כל חלקה, מפ"י שומרים את הרישומים), תיעוד עבודת המדידה, תיעוד השינויים, תיאור גראפי של החלוקה ושל השינויים.

תוצרים : מפת גוש, תכניות לצורכי רישום, פנקסי שדה, גיליונות שדה ותיקי חישובים רישום פרצלציות -

- (1) רישום חלוקה (חלקות)
- (2) באחריות משרד הבינוי והשיכון שהוא המרכז למיפוי ישראל (מפ"י) - מדידה ומיפוי מדויקים של חלוקה לחלקות. מבוצע בפועל על ידי מודדים מוסמכים מהשוק הפרטי. ישנם כ-1000 מודדים מוסמכים רשומים, יש כ-17 מודדים מבקרים- מודדים פרטיים שהוסמכו ע"י מפ"י.
- (3) פע"מ – פיקוח על מודדים –

- מודדים מוסמכים
- מודדים מבקרים

- (4) ה"ק – הסדר קרקעות
- (5) מפת גוש רישום
- (6) תצ"ר



משימות שבאחריות מפ"י

בתחום הקדסטר מהווה מפ"י גוף ממלכתי המרכז את פעילות המדידות והמיפוי לצורך רישום מקרקעין. מפ"י מופקד על ניהול נתוני מדידת גבולות הגושים והחלקות והצגת הגבולות במפות קדסטר. פעילות מפ"י בנושא הקדסטר כוללת שני תחומי פעילות עיקריים והם : הסדר מקרקעין ותמורות להסדר (תכניות לצורכי רישום).

הסדר מקרקעין

- האדמות בישראל היו מוחזקות עוד לפני שהוקם מרשם המקרקעין. תהליך ההסדר הינו תהליך מחקרי של המציאות הקניינית, הגדרת הגבולות החלקות והבעלויות. מטרת הסדר הקרקעות היא לשקף את מצב חלוקת הקרקעות כיום בארץ. כל זאת על סמך מדידות בצרוף גודל החלקה

קורס מדידה ומיפוי – טכניון

מר משה בן חמו

(שטחה) והבעלות עליה. על מנת לאפשר רישום ישראלי של זכויות קניין במקרקעין, ומאחר וקיימת מציאות קרקעית שהתהוותה בתקופת האימפריה העות'מאנית ובתקופת המנדט הבריטי.

- יש הכרח בבדיקת ובבירור מציאות המקרקעין הקיימת. יש לבדוק אלו נכסים קיימים ומי הם בעליהם. יש למדוד נכסים אלו, לסמן את גבולם ולרשום את הנכסים ברישום ישראלי. המרכז למיפוי ישראל אחראי על בדיקה של מפות המדידה שנעשות בתהליך ההסדר, ואישור תוצרי המדידה (מפה ארעית, סופית ועוד) והמיפוי שמלווים את תהליך ההסדר. תוצרי המדידה והמיפוי של תהליך ההסדר מוכנים על ידי מודדים מוסמכים.
- הסדר מקרקעין מנוהל ומבוצע על ידי **פקיד הסדר** משפטן בעל סמכויות של שופט (משרד המשפטים, האגף לרישום והסדר מקרקעין) מוביל את ההסדר בליווי של מפ"י. פקיד ההסדר צריך להגיע להחלטה על רישום ראשון וזאת על בסיס חקר המצב הקנייני שביצע. תהליך ההסדר מסתיים ברישום ראשון במרשם המקרקעין, רישום גוש הרישום ובהפקת מפת הגוש. זאת פעולה שמבקשת לרשום את כל החלקות.
- במרשם החדש יהיה מדובר בקרקע שעברה הסדר אשר רשומה בצורה מסודרת.
- הליך רישום תמיד יתחיל ברישוי ויסתיים ברישום ע"י תצ"ר
- **תוצרי הסדר המקרקעין**: לוח זכויות ומפת גוש רישום - אחרי שיש תצ"ר כשר אז צריך לעדכן מפת גוש רישום – מפ"י עושים זאת.
- לוח הזכויות ומפת הגוש מוגשים לרשם המקרקעין לרישום החלקות במרשם הישראלי החדש. במהלך ההסדר מופקות : מפה ארעית, מפה מוקדמת ומפה סופית (=מפת גוש רישום).
- לוח תביעות : מרכז את התביעות שהוגשו לפקיד ההסדר.

שלבים בביצוע הסדר :

- שר המשפטים מוציא צו הסדר הקובע את המקום ואת גבולות השטח שיוסדר ומועד תחילת ההסדר.
- מינוי פקיד הסדר וועדת שתסייע לו נציגים מכובדים מהישוב / הכפר שעובר הסדר. יש 4 פקידי הסדר במדינת ישראל.
- 30 יום לפני תחילת ההסדר תפורסם הודעה ע"י פקדי ההסדר. מודעה על המועד הצפוי לתחילת ההסדר בעיתונות, מודעו וכו.
- 10 ימים לפני תחילת ההסדר מפרסם פקיד ההסדר שוב.
- ריכוז תביעות – קבלת התביעות ע"י התובעים בקרקע בצירוף מירב המסמכים. פקיד ההסדר מנחה את התובעים לסמן בקרקע את הגבולות.
- חקר התביעות – שלב בירור התביעות פקיד ההסדר יזמן את כל התובעים, יחקור אותם לעומק
- סיכום ההסדר : לוח זכויות + מפת גוש רישום – החלטת התכנסות פקיד ההסדר לתוצאות – החלטה סופית בלוח זכויות ומפה סופית שמוגשים לרישום אצל פקיד הרישום בטאבו.
- רישום הגוש המוסדר במרשם החדש

סמכויות פקיד ההסדר

להשביע, לחקור, לאמת מסמכים, ליישר גבולות של חלקה, להגדיר חלקות דרך, זיקות הנאה (זכות שימוש של צד ג' בחלקה שלא בבעלותו), לדרוש לסמן את גבולות החלקה ולדרוש הצגת מסמכים.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

אי הסכמה עם החלטת פקיד ההסדר

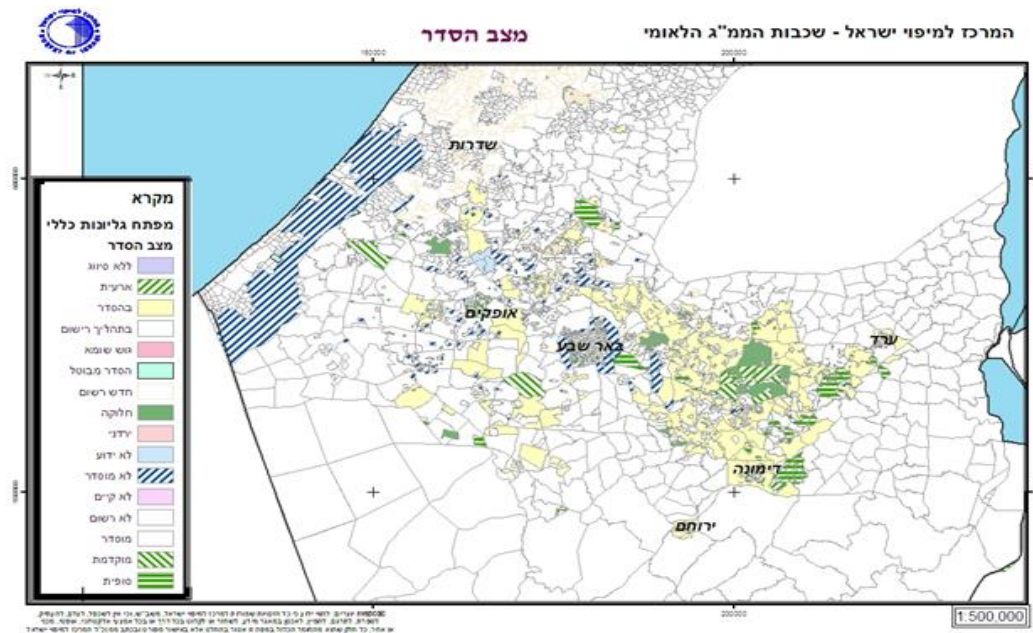
ערכאה שיפוטית – ביה"מ המחוזי – בשני המקרים נפנה לביה"מ:

אי הסכמה לגבי הבעלות	אי הסכמה לגבי מיקום (גבול) החלקה ושטחה (גודל)
ערעור לבהמ"ש המחוזי	ערעור לבהמ"ש המחוזי
פס"ד של בהמ"ש המחוזי	פס"ד של בהמ"ש המחוזי
רשם המקרקעין ישנה את שמות הבעלים	עדכון במפ"י של מפת הגוש (גבול+שטח)

מצב ההסדר (נכון ל- 06/05):

סך כל השטח המוסדר	95%	20,826,461 דונם
השטח שבהסדר	4.10%	898,826 דונם
שטח לא מוסדר	0.9%	197,303 דונם

רוב השטח במדינה הוסדר, וחלק גדול ממה שלא הוסדר כבר נמצא בתהליך של הסדר:

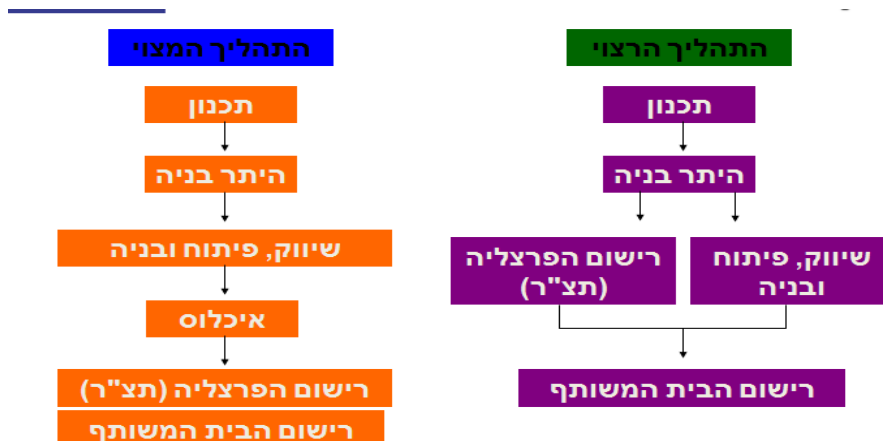


האצת תהליך הרישום

הגדרת הבעיה:

1. מאות אלפי נכסים (בעיקר דירות בבתים משותפים) לא נרשמו במהלך העשורים האחרונים.
2. על פי רוב פעולת הרישום מתבצעת שנים רבות לאחר האכלוס.
3. החברות המשכנות דוחות את הרישום ממניעים כלכליים.
4. ניתן לרשום בית משותף רק לאחר רישום החלקה בו הבית קיים.
5. עסקה במקרקעין חייבת להסתיים ברישום !

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו



האצת הרישום - דרכי פעולה:

- חוק רישום בתים משותפים המגדיר תהליך מזורז לרישום בתים משותפים.
- בפרויקטים שהמדינה משווקת/יוזמת (ממ"י, משהב"ש) קיימת התחייבות חוזית להשלים את הרישום עד 5 שנים מתחילת הפרויקט.
- קביעת מדיניות לתעריפים שהחברות המשכנות ייגבו במהלך 5 השנים.
- ייעול עבודת משרדי הממשלה.

האצת הרישום במפ"י - יעדים:

- צמצום זמן ההמתנה של ביקורת תכניות לצורכי רישום (שעמד על 6-8 חודשים) ל-אפס.
- צמצום זמן הטיפול הממוצע בביקורת תכניות לצורכי רישום (שהגיע עד לשנה וחצי -שנתיים) לחודשיים.
- הערכות לקליטת כל כמות של תכניות לצורכי רישום שתגענה, מתוך עמידה בסטנדרטים של היעדים שהוזכרו לעיל.
- מנכ"ל מפ"י מינה בשנתיים האחרונות 17 מודדים מבקרים ! סוג של הפרטה.

נתונים על אישור תצ"רים (2004 ו-2005)

שנה	2004	2005	שינוי ב- 2005 לעומת 2004
נושאים			
מס' תוכניות שאושרו	1,232	1,180	-4%
מס' יחידות דיור בפועל	63,687	79,600	+25%

בכל שנה מפ"י מאשרת 1200-1400 תצ"רים !

מודדים -

מודד מבקר – מוסמך ע"י מנכ"ל מפ"י, מגיע מהשוק הפרטי. יכול להמליץ למפ"י לאשר את התצ"ר אך לא יכול לאשר בעצמו. תוך 21 יום מפ"י צריכה להגיע להחלטה אם לקבל או לדחות את התוכנית.

מל"ע – מרכז לרישום עירוני – יחידה בתוך ממ"י שתפקידה קידום פרצלציות במקומות בהם אין חברות משכנות.

מושגים לגבי הסדר -

- תצ"ר – תלי"ר – תמורה (שינוי) להסדר – ההסדר הוא תהליך שמאפשר לנו לקחת קרקעות מהמנדט הבריטי לשיטה החדשה בטאבו.
- לוח תביעות – פקיד ההסדר מרכז את כל התביעות לטבלת / לוח תביעות. כל צביעה ותביעה חוקרים, מסקשים מסמכים
- לוח הזכויות היא תוצר תוצאות החקר שעברו הקרקעות אליו מצורפת מפה סופית
- מפה סופית – מפת הגוש הסופית לאחר הליך החקירות
- מפה אירעית – מפה מוקדמת. תוך כדי החקירות יש קבלת מפה זמנית. בסוף תתקבל מפה סופית

קורס מדידה ומיפוי – טכניון מר משה בן חמו

תצ"ר – תוכנית לצרכי רישום (מצגת תצ"ר לסטודנטים):

נקראת גם "תוכנית איחוד וחלוקה" – חקיקה ראשית ומשנית – חוק המקרקעין וחוק התכנון והבנייה. תקנות המודדים – מדידה ומיפוי – פרק ה' – מדידה ועריכה של תוכנית לצרכי רישום. מדובר במפת מדידה באמצעותה רושמים חלוקה של חלקות מחדש –

כל תצ"ר מכילה –

- חלוקה ישנה ומעליה את החלוקה החדשה. כלומר, תצ"ר מכילה :
 - שכבה של חלקות ישנות – חלוקה ישנה – חלקות האם ממפ"י (רישום) – לוקחים מתכניות ביסוס (מפות גוש + תצ"רים)
 - שכבה של חלקות חדשות – לוקחים תוכנית תכנונית מאושרת אשר מגדירה את החלוקה (תב"ע, מפורטת)
- תכסית – מקובל להציג מבנים
- נקודות בקרה גיאודטיות

3 פעולות שיכולות להופיע בתצ"ר

- איחוד
- חלוקה
- מעבר מגוש לגוש – מצב של שני גושים שצריכים להתאחד. הרי לא ניתן לאחד חלקות מגושים שונים. הפתרון : העברת החלקות לאותו גוש ואיחודן.
העברה של גוש ב' לגוש א'. מסמנים במשולש ▲ צבוע שחור את הגבול החדש של הגוש. כך מאחדים את הגושים לגוש אחד.
- שינוי גבול גוש הוא אפשרי- ע"י העברת חלקות מגוש לגוש בתצ"ר. רק מנכ"ל מפ"י מוסמך לאשר שינוי גבול גוש. ברמה הפרקטית מודד מוסמך אם נאלץ במסגרת תצ"ר לשנות גבול גוש הוא יגיש בקשה למפ"י, משרד הפנים הוא הגורם המוסמך לאשר בקשה הגובלת בשינויים מוניציפאליים.

תנאים לחידוש גרפי של גבול החלקה :

1. לא אותרו סימנים פיזיים ישנים של נק' המפנה של גבול החלקה בשטח
 2. במפ"י קיימת מפת גוש רישום או תצ"ר אך פנקס השדה או תיק החישובים, הכוללים את נתוני מדידת החלקה, לא נמצאים במפ"י.
- חידוש גרפי של גבול חלקה אינו מדויק, לכן לא כדאי לבצעו אלא במקרים בהם אין ברירה.
חידוש גרפי = דיגטציה של מפת הגוש / תצ"ר, הדיגטציה קבועה ע"י מפ"י.

סימון פיזי של נקודות מפנה בגבול חלקה

בעבר (ע"פ תקנות המודדים) חלה חובה לסמן כל נק' מפנה בגבול חלקה. כיום, בעידן האנליטי בו ניתן להגדיר לכל נקודת מפנה בגבול קואורדינאטות, יש פטור מסימון נק' מפנה בשטח. אפשר לשנות גבול גוש ע"י מנהל מפ"י.
במקרה של העברת חלקה/ות מגוש לגוש יש להכין : תצ"ר של הגוש המוסר ותצ"ר של הגוף הקולט.

**תוכן תצ"ר -
גליון התכנית**



- **תקנה 50 – פרטי תכנית** (ג) "חלקות הכלולות בתכנית": חלקות המשתתפות בפועל בתמורה, חלקות ביסוס. חלקות הכלולות בתכנית יהיו תמיד חלקות בשלמות, אף אם הן נכללות רק בחלקן בתכנית מתאר מקומית, בתכנית מפורטת, בתש"צ או בתשריט הפקעה. צריך להראות בצורה חלקית את גבולות החלקות הגובלות אשר אינן חלקות ביסוס, כולל ציון מספרי החלקות. חלקות שלא עוברות שינוי אפשר להציג בצורה חלקית.

- **תקנה 54**

שיטות מדידה במדידת תצ"ר:

- מדידת נק' מפנה בגבול חלקה ומדידה של פרטים:

א. שיטה קוטבית-אזימוט ומרחק

ב. מדידות GPS

ג. מדידות מתצ"א בפוטוגרמטריה אנליטית או ספרונית (מחייב ביקורת בשטח)

ד. כל שיטה אחרת שהמנהל אישר מראש

- מדידת פרטים ואורכי גבולות של חלקה מותרת גם בשיטת המשיחה. הפרטים בשיטת המשיחה ימדדו רק ביחס לצלעות רשת הבקרה או ביחס לקווי מדידה שאורכם קטן מ-150. נק' חלקה אי אפשר למדוד בשיטה המשיכה כי היא לא מדויקת.

- **תקנה 64 – פרטים למדידה** – נקודות בקרה אופקיות (הקדסטר הוא דו ממדי ללא נתוני גובה), מבנים, גבולות, שטחי שיפוט ועוד. בעבר הגדירו את הגבולות של החלקות ביחס לפרטים בשטח, לטובת התמצאות בשטח.

- **תקנה 65**

בתצ"ר חדש לוקחים ת.ביסוס קטן ביותר. חזית של חלקה שפונה לכביש בתצ"ר לא תהיה קטנה מ-12 מילימטרים. בתצ"ר הכול ירשם בדיו שחור.

- **תקנה 66 – חומר שרטוט**

תכנית תשורטט, או תותווה בתווין, על חומר יציב ושקוף; השרטוט ייעשה בצבע שחור שאינו ניתן למחיקה והמתאים לסוג החומר השקוף שעליו שורטטה התכנית; כל הנתונים יירשמו בכתב ברור. הוצאת המרכז למיפוי ישראל

- **תקנה 69 –** הנחיות טכניות להכנת תצ"ר

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

(1) 69 (15) – מילואות – שרטוט מילואות באזורים צפופים – מדובר בתמונה מוגדלת של אזור ספציפי מאוד צפוף.

• **תקנה 70 – כותרות**

כותרת התוכנית, בפינה הימנית העליונה - שם מחוז, נפה, שם העיר או מקום, מס' גוש, מספר חלקות ישנות, התכנית הוכנה עבור. **לפי תקנה 50 (א)** – תכנית תכלול **גוש רישום אחד בלבד או חלק ממנו**. אם יש יותר מאחד אזי שהתצ"ר פסולה (2) : מספר ;

• **תקנה 71 – גודל גיליון התכנית**

(א) גודל גיליון תכנית לא יעלה על 60 ס"מ * 70 ס"מ ולא יהיה קטן מגיליון נייר מידה A3 (30 ס"מ * 40 ס"מ).

(ב) מודד רשאי לפצל תכנית הגדולה מ- 60 ס"מ * 70 ס"מ למספר גיליונות ; ז"א שהתצ"ר יכולה להשתרע על כמה גיליונות כך שבצד ימין יהיה מפתח גליונות, כל גיליון ימוספר ותיווסף דיאגרמת מפתח בשולי הגיליונות וכך נדע היכן אנו נמצאים. כל הגיליונות יהיו בגודל שווה ; לוח שטחים יינתן בגיליון הראשון והערה על כך תירשם ביתר הגיליונות ; אישור המודד וההערות השונות יופיעו בכל גיליון.

• הערות המודד – מימן למטה

• סרגל קנ"מ – במרכז למטה

• נוסח של הצהרת וחתימת המודד, תאריך (משמאל)

• חותמות –

(1) חותמות של מפ"י – תמורה = שינוי קבוע בו מספר השינוי

(2) אישור התוכנית ככשרה לרישום תוחתם ע"י חותם מחוזי או ע"י ראש פע"ם.

• סרטוט של הגושים

• מספר התצ"רים כמספר הגושים בתחום המתוכנן. במקרים בהם תכנית מתאר מקומית או תכנית מפורטת, כוללת חלקות ממספר גושים, יש להכין מספר תצ"רים כמספר הגושים. מודד המטפל בתמורות באותו גוש, בשני אתרים שונים, רשאי להגיש תצ"ר אחת (גיליון אחד או מספר גיליונות)

• **לוחות שטחים**

3. חלוקה

השטחים בדונמים מסר'	מספרי החלקות	סופיים	ארעיים
0.989	4		
0.864	5		
0.900	6		
0.391	7		
0.852	8		
3.996	(3)		

2. איחוד

השטחים בדונמים מסר'	מספרי החלקות	סופיים	ארעיים
0.060	2		
3.891	251		
0.045	256		
3.996	3		

1. חלוקה

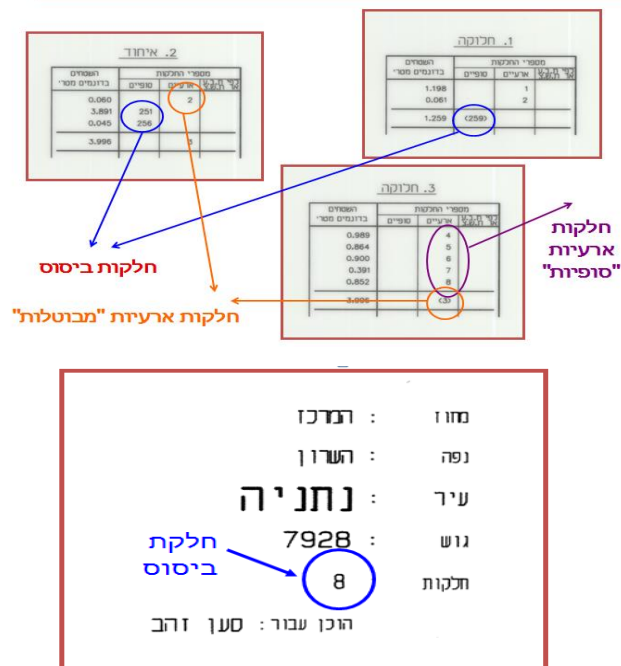
השטחים בדונמים מסר'	מספרי החלקות	סופיים	ארעיים
1.198	1		
0.061	2		
1.259	(259)		

טבלה בת 2 עמודות : מספר החלקה ושטח רשום של החלקה בדונם. מופיע בצד שמאל של מפת הגוש. לוח השטחים יכול את כל החלקות של גוש הרישום מיום הסדרתו, כולל חלקות שבוטלו במהלך השנים. חלקה שבוטלה, המספר המזהה שלה יופיע בלוח השטחים אך במקום שיטחה יצוין "ראה חלקה/חלקות X". ממוקמים בעמוד הראשון של התצ"ר ובהם מצוין אילו פעולות בוצעו בתצ"ר ומה סדרן. כל תכנית תכלול לוח שטחים :

קורס מדידה ומיפוי – טכניון מר משה בן חמו

- (1) יש 3 סוגים של לוחות שטחים: חלוקה, איחוד והעברה לגושים אחרים. סדר הופעת לוחות השטחים כסדר הפעולות בביצוע התמורה. השם של לוחות השטחים אומר לי מה הפעולה שעשיתי, המספור אומר מה נעשה קודם (חלוקה, איחוד ושוב חלוקה).
 - (2) לוחות השטחים ימוספרו ויצוין סוגם.
 - (3) כלל - לוח שטחים של העברה מגוש לגוש יהיה אחרון.
 - (4) לוח שטחים בנוי מ – 2 חלקים:
- 1. מספרי החלקות – מספר ארעי, מספר מגרש וכו'
 - 2. שטחים בדונם מטר.
- (5) מספר ארעי – נקבעים ע"י המודד בעת הכנת התצ"ר יופיעו בסוגריים מרובעים [3]
 - (6) מקובל שחלקה שעוברת חלוקה תסומן בסוגריים עגולים (230)
 - (7) מקובל לציין את התוכנית או הייעוד של החלקה כמו שפ"פ או שצ"פ.
 - (8) מספרים סופיים יקבעו ע"י רשם המקרקעין בעת הרישום עם חתימת המודד
 - (9) בחלוקה הראשונה לקחו את חלקה 259 וחילקו ל 2 חלקות חדשות, מספר ארעי של החלקות- מספר 1, ומספר 2. שטח החלקה כפי שרשום בטאבו 1.259, וליד השטחים הארעיים הוא רשם את השטחים שמדד.

תוכן תצ"ר - לוחות שטחים



רישום תצ"ר

כולל את המסמכים הבאים:

- תיאור של כלל הקרקע – מסמך שמוגש לרשם המקרקעין שאינו בקיא בקריאת תצ"ר. המסמך מסביר לו על איזו פעולה מתייחס התצ"ר – מדבר בתמציתיות.
- הודעת רישום – פקיד הרישום ממלא ושולח למפ"י מסמך המכיל את מספרי החלקות החדשות שניתנו ע"י מרשם המקרקעין.

תהליך אישור תצ"ר - (משמאל לימין) :

תמורות בשטח מוסדר – תהליך אישור ורישום תצ"ר



- הוועדה המקומית תבדוק את התצ"ר – אם היא מתאימה לתוכנית. התצ"ר חייבת להיות תואמת לתוכנית כלשהי (תקנה 50 א' 2), תקנה 53).
- חייבים להתבסס על תוכנית ביסוס. תוכנית ביסוס יכולה להיות או תצ"ר מאושר קודם או מפת גוש רישום.
- הגשת תצ"ר לביקורת שנעשית ע"י מנהל מפ"י או מודד מבקר וזאת לפני ההגשה בטאבו (תקנה 51). בד"כ אחרי הביקורת יש בקשה לתיקונים, לאחר התיקונים יש ביקורת סופית ואם התצ"ר תקין, מתקבל אישור ורק אח"כ אפשר לגשת לרישום.
- רק בסוף תהליך הרישום יקבעו מספרים סופיים ובמפ"י יעדכנו בתצ"ר את המספרים הסופיים האלו (מאחר והמספור הוא רציף וצריכים לדעת בשלב הרישום מה הרישום האחרון ולפי זה ממספרים).
- תקנה 51 – **הגשת תכניות לביקורת** (ג) מודד יגיש כל תכנית לביקורת המנהל או מודד שהמנהל הסמיך לעניין זה (להלן – מודד מבקר), לפני שהוגש לרישום בפנקסים;
• המנהל = מנהל המרכז למיפוי ישראל.
- מודד מבקר = 17 מודדים מבקרים מהשוק הפרטי.
- יש גם 5 מודדים מחוזים שהם רשאים לבקר ולאשר תכניות לצרכי רישום (כל שנה מאושרים בין 1200 ל1400 תצ"ר).
- תקנה 69 – **עריכת תכנית** (א) כל תכנית תיערך בהתאם לדוגמה של תכנית לצורכי רישום

תקנות המודדים

על פי תקנות המודדים (מידות ומיפוי), התשנ"ח – 1998:

- תצ"ר תוכן בהתאם "לתכנית מאושרת מסוג תכנית מתאר מקומית, תכנית מפורטת או תש"צ" (תקנה 53 – א 2).
- לא תאושר תצ"ר אלא אם היא תואמת תכנית מאושרת מסוג תכנית מתאר מקומית, תכנית מפורטת או תש"צ (תקנה 50 – א 2).
- בתצ"ר יקבעו מיקום נקודות מפנה בחלוקה המוגדר על ידי קואורדינטות ברשת ארצית (תקנה 63 ג).
- בהכנת תצ"ר נמדד מצב קיים בשטח (תקנה 64).

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

תנאים לאישור תצ"ר -

תקנה 53 מגדירה את הכללים לתאימות תצ"ר לתוכנית תכנונית

- התצ"ר חייבת להיות תואמת לתוכנית תכנונית מפורטת. השטח של כל חלקה בתצ"ר יסטה ביותר מ – 3% או 10 מ"ר הגבוה מבניהם ובלבד ששטח החלקה לא יפחת מ – 1% משטח מזערי.
- סך כל שטחי החלקות בעלי ייעוד ציבורי לא יפחת מ – 2%. מותר יותר מזה.
- אורך חזית בחלקה לא יפחת מאורך חזית חלקה מזערי.
- צורת המגרש תישמר.

תרגיל

מהו רישום מקרקעין ?

פרט שיטות לרישום מקרקעין? התייחסות לשיטות רישום המקובלות.

בישראל 2 שיטות :

- (א) השיטה הישנה הנקראת **שיטת השטרות**- הייתה נהוגה בישראל בשנות ה60 של המאה ה19 ועד 1920. שטחים לא מוסדרים רשומים עדיין בשיטה הישנה. מתואר בצורה מילולית בלבד.
- (ב) השיטה החדשה- נהוגה בישראל משנת 1928 ומי שיישם אותה בישראל זה המנדט הבריטי , נקראת **רישום זכויות קניין** והיא מבוססת על עקרונות שיטת טורנס.

דוגמא לשאלה במבחן :

בכותרת של תצ"ר מצוינות חלקות 2,3 מגוש מספר 795 – האם התצ"ר יאושר במפ"י? לא, **התצ"ר יכול לכלול חלקות מגוש רישום אחד בלבד**. מספר התצ"רים יהיה כמספר הגושים המתוארים בתכנית היזם.

מועד פברואר 2011 שאלה 5 –

א' שיטת רישום השטרות ושיטת רישום זכויות קניין (טורנס)- ההבדלים ביניהן- לראות בתשובות.

ד מתייחס לרישום ראשון :

תצ"ר של רישום ראשון - שטח מוסדר – רישום לפי השיטה החדשה, רישום זכויות קניין, גוש רישום כולל מפת גוש רישום. לאחר מכן מתבצע רישום של תמורות (שינויים) להסדר באמצעות תצ"ר. בשטח שהוא לא מוסדר מדובר על גושי שומא ורישום בשיטת השטרות (השיטה הישנה).
האם ניתן בשטח לא מוסדר להכין תצ"ר? ניתן להכין ולרשום תצ"ר רישום ראשון בשטח לא מוסדר. תצ"ר זה ירשם בשיטת השטרות (הישנה) ויהווה ראיה לכאורה ולא ראיה חותכת (בניגוד לתצ"ר של שטח מוגדר).

מועד יולי 2009 שאלה 1

- **השיטה הנהוגה בארץ בעבר, איך מתוארים גבולותיה ? באופן מילולי.**
- **באיזה שיטת רישום מזהות חלקות ע"י גוש חלקה ? בשיטה החדשה (טורנס)**
- **מיהם הגופים המבצעים בישראל את הסדר המקרקעין ? משרד המשפטים והמרכז למיפוי ישראל**
- **ההבדלים בין גוש רישום לבין גוש שומא? מנדטורי בשטחים עירוניים למול ישראלי, הניסיון מלמד כי בגושי שומא השטחים אינם מדויקים ולכן הם מהווים ראיה לכאורה.**

מועד יולי 2008 שאלה 11

בכותרת של תצ"ר נרשם כי התכנית משתרעת על חלקות 22-30 בשלמות בגוש 61620 ועל חלקות 4-20 בחלקים בגוש 61623 , מדוע לא אושרו במפ"י? כי צריכות לכלול גוש רישום אחד והחלקות חייבות להיות חלקות ברישום.

מועד יולי 2009 שאלה 2

א' - מהם התנאים שתצ"ר תאושר ע"י מפי : לפי תקנות המודדים , פרק ה', עמוד 20 : **תקנה 53 :** מבוססת על מדידות שערך מדד בהסתמכות על נקודות ופרטים המצויים בתכנית ביסוס אם קיימת ותואמת לתכנית תכנונית מסוג תב"ע/מפורטת/תש"צ. תכנית ביסוס של תצ"ר : תכניות לצרכי רישום כשרות לרישום הכוללות את השטח (כולו או חלקו) הנכלל בתצ"ר החדש שהמודד מכיל. כלומר, בודקים אם יש תכנית קודמת החופפת באופן מלא או חלקי לתחום התצ"ר ו/או מפת גוש.

תוכן תצ"ר : שכבת חלקות "ישנות"- בסיס- הנתונים נלקחים ממפי", נקראות תכניות ביסוס. שכבת חלקות חדשות מתוכננות- את הנתונים לוקחים מהמתכנן, תכנית תכנונית מאושרת תקפה שאושרה ע"י הועדה המקומית ועדיין בתוקף : תכנית מתאר מקומית (תב"ע), תכנית מפורטת ותכנית שיכון ציבורי

ב'- על סמך אילו תכניות ניתן להכין תמורות (שינויים = תצ"ר) ועל סמך איזה תכניות ניתן לרשום את התמורה? עם תצ"ר ניתן לרשום שינויים להסדר, תמורה להסדר תוכן על סמך תכנית מתאר מקומית, תכנית ומפורטת ותש"צ ותובע לרישום לראות בתשובות.

ד'- האם שטחי המגרשים הרשומים בתכנית מפורטת מחייבים את המודד בעת הכנת תצ"ר? בוודאי, השטחים בחלקות של התצ"ר יהיו תואמים לשטחים של המגרשים בתכנית המפורטת. הסטייה המותרת בשטחי החלקות יכולה להיות 3% או 10 מ"ר הגבוה מביניהם לפי תקנה 53. כשיש תכנית תכנונית של חלוקה חדשה ללא הסכמת הבעלים מתכנסים לדיוק מלא לשטחים שקבע המתכנן בחלוקה החדשה, כי כל שינוי יכול להכניס הרבה רעש בטבלת האיזון, בפיצויים/תשלומים.

מועד פברואר 2009 שאלה 1- סיווג קרקעות

חוק המקרקעין הישראלי (1969) מגדיר סיווג של קרקעות באופן הבא:

1. אדמות בבעלות פרטית
2. אדמות הקדש – אדמות שהוקצו בעבר בתקופת התורכים ע"י הסולטן למוסדות דת והן בבעלות מוסדות הדת.
3. אדמות מנהל / אדמות מדינה שהמנהל מנהל אותם : חוכרים את זכות השימוש בקרקע והבעלות היא של המדינה, יובל חכירה של 49 שנים . כ-92% משטח המדינה הן אדמות מנהל.
- לפני חוק המקרקעין הישראלי היה את חוק המקרקעין העותמני, והגדרת סיווג הקרקעות לפיו :**
4. אדמות מולק- אדמות בבעלות פרטית
5. אדמות מוואת- אדמות "מתות", שלא ניתן לעבד אותן /רחוקות מרחק מסוים מהכפר, אדמות "לא שוות".
6. אדמות מירי- בבעלות הסולטן, מוחזקות ע"י הניתנים . שני סוגים : מושעא (= החזקה משותפת) ומפרוז (יחיד).
7. אדמות בייעוד מטרקה- שימוש ציבורי.

אברהם מחזיק בנסח רישום לפיו הוא הבעלים של 422/983 חלקים מחלקה 17 בגוש רישום 1748 - זה **מוסדר** כי מצוין גוש רישום). יעקב מחזיק ב-561/983 חלקים בחלקה זו. החלקה מסווגת כ"מירי", ומשועבדת בזיקת הנאה שהיא זכות מעבר ברוחב 3 מ' לאורך גבולה המזרחי לטובת חלקה מספר 22 בגוש רישום 1748.

מהו נסח רישום - מסמך תמציתי המתקבל מטאבו ומתייחס לבעלות החלקה, סיווגה וכו

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

שטחה המינימאלי של החלקה - 983 מ"ר
כיצד מתוארים הגבולות של החלקה – מדובר בשיטה החדשה - על בסיס יחידות מדידה, מאחר ומדובר במדידות נעשו ב-1944 – בלולאות שרשרת (לינקים) או במטרים.
זיקת הנאה - שעבוד המקרקעין להנאה שאין עמה זכות להחזיק בהם.
שטח החלקה במ"ר – $0.57456 \times 8756 = 5030.85$ מ"ר

מועד פברואר 2007 שאלה 5

לאילו תכניות תכנוניות חייבת להיות תואמת תכנית לצרכי רישום : מתאר מקומית/מפורטת/תש"צ.

שאלה 6 –

מתי חובה לעדכן תכנית לתצ"ר? תוך שנה, מתי תחושב כמבוטלת? 5 שנים. לפי הנ"ל:
תקנה 75 עמוד 26- עדכון תכניות: תכנית שלא הוגשה לאישור מנהל מפ"י בתוך שנה מתאריך ביצוע המדידה בה תעודכן, אלא אם הורו אחרת – ברגע שמודד עשה תצ"ר וביסס אותה על מדידות שבשטח ולא מגיש לבדיקה במפ"י במשך שנה- יש לעדכן את התצ"ר כי יש חשש שיש שינויים בשטח. המדידה צריכה להיות מעודכנת.

תקנה 77 התיישנות תכנית- תצ"ר שאושרה במפ"י ולא נרשמה בטאבו בתוך 5 שנים מאישורה – תחשב כבטלה.

שאלה 10 מועד ינואר 2003

או שפקיד ההסדר יחליט להעביר את ההחלטה לביה"מ או שאם יערערו על החלטתו יערערו לביה"מ. אם החליט הפקיד להמשיך ולסיים את ההסדר אותן חלקות לא יירשמו וישארו בתהליך בביה"מ.

שאלה 11 מועד ינואר 2003

קנ"מ גושי רישום –

1: 625 באזורים ה בנויים בצפיפות (כמו מרכז הארץ)

1: 1250 בשטח משולב בנוי + חקלאי

1: 2500 בשטחים חקלאיים כפריים

שאלה 12 מועד ינואר 2003

גושי שומא – מונח מימי המנדט. כיום נקרא גושי רישום לטובת ניהול רישום המקרקעין המתבצע בדרך של גושים וחלקות. לכל גוש יש מפת גוש. גושי השומא נוצרו לשם גביית מיסים, הוכנו רק בשטחים עירוניים, בשטחים כפריים זה נקרא מפת שומת הכפר

מפת גוש רישום – מפה המציגה את גבול הגוש ואת חלוקתו לחלקות. לכל חלקה במרכז מצוין מספרה. מקובל לציין גם את מספרי הגושים השכנים. נהוג להציג מבנים בגוש. בצד השמאלי של מפת הגוש יש טבלת שטחים המציגה את מספרי החלקות ואת השטח הרשום של כל חלקה.

שאלה 12 מועד יולי 2005

מקרקעין שיועדו לצרכי ציבור יירשמו על שם המדינה אולם אם יועדו לשימושים של עיר או כפר והוקם תאגיד שבכוונו להחזיק מקרקעין בשביל העיר או הכפר יירשמו המקרקעין על שם התאגיד.

שאלה 5 יולי 2007

פקיד ההסדר יפרסם הודעה מוקדמת 30 יום לפני תהליך ההסדר והודעת הסדר 10 ימים לפני תחילת ביצוע ההסדר.

שאלה 7 פברואר 2008 -

השלבים :

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

הוצאת צו הסדר ע"י שרה המשפטים

מינוי פקיד הסדר ע"י שר המשפטים

פרסום הודעות ע"י פקיד ההסדר

מינוי ועדת הסדר ע"י הממונה על המחוז

שאלה 3 מועד פברואר 2009

א – לא. נתוני רישום ראשון יהוו ראיה לכאורה ופקיד ההסדר לא חייב לאמץ את המדידות ששימשו כרישום ראשון.

GIS- geographichal informariom system

מפ"י אפיינו מערכת מידע גיאוגרפי ברמה לאומית. ממ"ג- מערכת מידע גיאוגרפי טופוגרפי הלאומי מכיל מידע טופוגרפי של כל מדינת ישראל. עדכון ותחזוקת בסיס המידע הגיאוגרפי הלאומי מהווה את עיקר העבודה במחלקת פוטוגרמטריה. מפ"י מנהל את הממ"ג הטופוגרפי ושמו – **בנט"ל** – בסיס נתונים טופוגרפי לאומי. במפ"י מעדכנים את בסיס המידע אחת לשנתיים באמצעות תצ"א בהיקף ארצי.

ממ"ג מערכת מידע גיאוגרפית ממוחשבת המכילה מידע מכל סוג שהוא, ובה כל פריט מידע קשור למיקומו הגיאוגרפי באמצעות קואורדינאטות. התוכנה היא בעלת יכולות של תשאול מידע, ניתוח, והצגת מידע. בסיס המידע מאורגן לפי נושאים בשכבות של מידע(תשתיות, גושים, אנטנות וכו'). יודעים לקשור את המידע לפי המיקום הגיאוגרפי שלו, לפי שכבות של מידע ולכן קרויה מערכת מידע גיאוגרפית. כל נתון הכולל בתוך שכבת מידע קשור לקואורדינאטות ברשת ישראל, ואז שמצביעים על נקודה מסוימת אוספים את כל הנתונים שיש על אותה הנקודה.

העבודה הממוחשבת נכנסה לעולם המיפוי והמידע הגאוגרפי, כל חברה מקימה מערכת מידע שמתקשרת למיקום הגיאוגרפי (למשל סלקום – מיקום של אנטנות למשל).

למערכת ממ"ג 2 מרכיבים מרכזיים: תוכנה ובסיס מידע.

○ התוכנה של מערכת מידע גיאוגרפי

תוכנת GIS מתאפיינת ביכולות של עדכון, ניהול, תצוגה וניתוח של המידע הנכלל בבסיס המידע. ניתוח = ביצוע שאילתות שכבתיות ורב-שכבתיות, כולל הפקת דוחות. כמו מצא והצג את כל כבישים בעיר חיפה בהם היו במהלך שנת 2007 מעל 5 תאונות עם נפגעים. הצג את כל החלקות ברובע ... ששטחן גדול מדונם וייעודם מסחרי. הצג את כל החלקות המוגדרות בתוואי של מנהרות הכרמל. ועוד ועוד ..

○ בסיס המידע של מערכת מידע גיאוגרפי

לכל אובייקט שני סוגי נתונים, מידע וקטורי / גאומטרי של המבנה ומידע אלפאנומרי – תכונות המבנה. כל מידע שמנתח המערכת החליט להחזיק לגבי המבנה. דוגמא: אובייקט מסוג כביש: **מיקום** = סדרה של נקודות המגדירות את ציר הכביש. מיקום של כל נקודה מוגדר באמצעות קואורדינאטות X ו-Y. **תכונות** = רוחב, אורך כולל, שנת הקמה, סוג, מספר נתיבים, מועד תחזוקה אחרון, מספר תאונות.

מערכת מידע גיאוגרפי –

יתרונות התכנה :

- ריכוז מידע רחב ומגוון של הארגון בבסיס מידע אחד מרכזי - בסיס המידע שבו מנוהל כל המידע, לעומת לפני 10 שנים שלכל מחלקה היו את הנתונים שלה והיית צריך ללקט את הנתונים מכל מחלקה והנתונים לעיתים גם לא היו מעודכנים. כאן המידע מאוגד, ממוחשב, ניתן להשיגו בצורה מקוונת, לתשאל, לנתח ולהציג מידע.
- מאפשרת לתשאל ולנתח את המידע.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון

מר משה בן חמו

- סטנדרטיזציה של תקני המידע, רמת העדכניות, רמת הדיוק.
- כלי ניתוח מתקדמים המאפשרים הפקת ערכים מוספים מהמידע.
- ייעול השירות לצרכנים (פנימיים וחיצוניים).

חיסרון –

על מנת שהמידע יהיה רלווטי ואמין יש צורך לתחזק אותו ולעדכן אותו כל הזמן.

-Gov map

שרות מפות ממשלתי, שת"פ של מפ"י עם משרדי הממשלה - מעל 100 שכבות מידע והמידע זמין בחינם לכלל, מעודכן באופן שוטף (מתוך 100 שכבות יש 10 של מפ"י, כל גוף אמון על השכבות שלו ועדכונים). הממ"ג האינטרנטי גם הוא חינמי, נמצא באתרי העיריות.

אתר המרכז את מירב המידע הממשלתי (כ- 100 שכבות מידע) אשר ניתן להביאו לידי ביטוי בצורה גיאוגרפית. החזון - לאפשר לציבור גישה פשוטה באמצעות האינטרנט למידע גיאוגרפי מקיף בזמינות גבוהה, מתוך שיפור שירות הממשלה לציבור וחיסכון בהוצאות הממשלה.

מטרות הפורטל:

1. הגברת זמינות המידע הגיאוגרפי לכלל הציבור, לגורמים ממשלתיים ולגופים ציבוריים.
2. חסכון בהוצאות הממשלה וההוצאות הלאומיות באיסוף, בארגון ובשימוש במידע גיאוגרפי.
3. שיפור בתפקוד הממשלה באמצעות יצירת שפה משותפת והגברת התאום מתוך שימוש במידע גיאוגרפי.
4. הוזלת המידע הגיאוגרפי לצרכנים.

הממ"ג הלאומי - בנטל

ב- 1989 החל מפ"י בהקמת מערכת מידע גאוגרפי (ממ"ג / GIS) לאומית בניית מסד הנתונים של הממ"ג הלאומי הסתיימה בשנת 1999.

1. מערכת מידע זו מהווה מסד נתונים רשמי של הנתונים הגיאוגרפיים, הטופוגרפיים והקדסטרליים של מדינת ישראל.
2. בסיס הנתונים הרב-שכבתי של הממ"ג הלאומי משמש כבסיס למערכות המידע הגיאוגרפיות של משרדי ממשלה בעיקר, וגם את רשויות מקומיות ורשויות התשתית במדינה.
3. הממ"ג הלאומי משמש להפקת מפות טופוגרפיות, מפות ערים ותוצרים ספרתיים אחרים.

- ממ"ג טופוגרפי לאומי של מפ"י נבנה מתוך תצ"א בקנ"מ של 1:40000, לפי תקנות המודדים ניתן מתצ"א בקנ"מ של 1:40000 להפיק מיפוי בקנ"מ של 1:10000 ובדיוק של 2 מטר +/-.

- מבוצע תהליך עדכון שוטף כל שנתיים הכולל את כל שטח המדינה והמבוסס ברובו על תצלומי אוויר עדכניים. מסד הנתונים של הממ"ג הלאומי כולל את

קורס מדידה ומיפוי – טכניון מר משה בן חמו

שכבות המידע הבאות: קדסטר (גושים וחלקות), דרכים, מבנים, קווי גובה, תשתיות, הידרולוגיה (נחלים, בריכות מים, כיסויי קרקע (מטעים), אורתופוטו ועוד. הכול בכיסוי ברמה הארצית.

- בעיקר מעדכנים מתצ"א אבל גם שולחים צוותים לשטח לבצע סקרי שטח לגבי כתובות, נקודת עניין, שימושים ועוד. את העדכון הוקטורי עושים מתצ"א אבל לגבי השימושים והכתובות משתמשים בצוותים שמקבלים מפות ומחשב כף יד עם תכנת GIS, ומעדכנים את הנתונים בשטח.

- 3 סוגי ישויות ב-GIS –

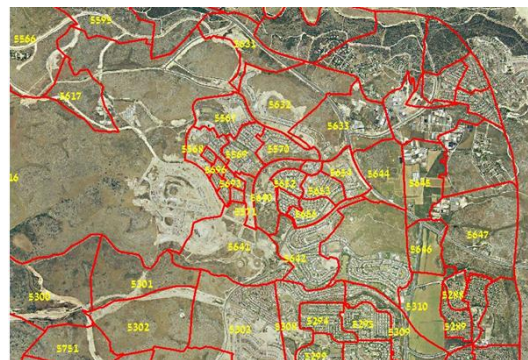
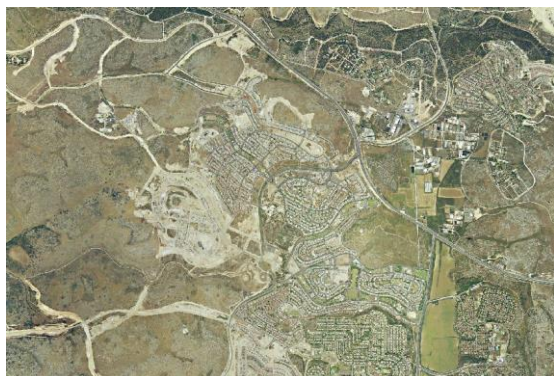
ישויות נקודתיות (ניתן להציג לפי נקודה – עמוד)

ישויות קוויות (כביש, ציר, דרך, אבן שפה)

ישויות פוליגונליות (בתים, אגם, חלקות) – פוליגון = קו רצוף שתוחם שטח – כמו בית.



אורתופוטו- צילום עם היבט של תיקון, למנוע עיוותי היטלים, צילום חדש ומיושר שההיטל בו הוא אנכי (מבט על). כל שנה מפ"י מבצעים כיסוי של אורתופוטו כלל ארצי. דוגמא אפשר להוסיף למשל שכבת מידע של גושים :



בנק"ל - הממ"ג הלאומי כולל בנוסף למסד הנתונים הטופוגרפי גם מסד נתונים קדסטרי (הממ"ג הקדסטרי הלאומי). מדובר בבסיס מידע נפרד שעוסק בקדסטר הקיים – גושים וחלקות ותצ"רים (אין

קורס מדידה ומיפוי – טכניון מר משה בן חמו

גבהים), מיקום הגבולות בשטח מוגדר על ידי מדידות הרשומות בפנקסי שדה ובגיליונות שדה ומוצא את ביטויי הגרפי במפות גושי רישום.

דיוק בנק"ל - מרבית מפות הגושים הותוו ידנית על סמך המדידות בשיטת המשיחה (רץ וניצב), ללא חישוב קואורדינטות.

לקראת סוף שנות ה-80, החל מפ"י להיערך לעידן ה-GIS/LIS.

במסגרת הממ"ג הקדסטרי, נקלטו כל גושי הקדסטר : סריקה של מפות הגוש האנלוגיות, ווקטוריזציה אוטומטית של הרסטר הסרוק, השלמות ועריכה גרפית ידנית בשנת 2000 החל ביצוע עדכון הממ"ג הקדסטרי בהתבסס על תצ"רים.

- הממ"ג הקדסטרי ברובו עדיין מתבסס על חומר גרפי, ולכן אין הוא מהווה אסמכתא חוקית לחלוקה הסטטוטורית לגושים ולחלקות.
- מנהל מפ"י החליט על מעבר הדרגתי לקדסטר אנליטי **חוקי**. בקדסטר האנליטי, כל ישות (נקודת גבול, קו גבול, חלקה) תוגדר ספרתית באופן חד-ערכי.
- הקואורדינטות של נקודת גבול יהיו האסמכתא החוקית למיקומה ויאפשרו את שחזור ללא צורך בסימון פיזי בשטח.

ארכיון לאומי לתצלומי אוויר

מסדי הנתונים של מפ"י מהווים ארכיון פעיל המשמש את הגופים המקצועיים והאזרחיים בתחומי המיפוי ותצלומי האוויר .

ארכיון תצלומי האוויר במפ"י כולל תצלומי אוויר משנת 1917 :

- תצלומים שבוצעו על ידי הטייסת הגרמנית (1917 – 1918)

- תצלומים שבוצעו על ידי הטייסת הבריטית (1944 – 1946)

החל משנת 1958, מפ"י (אגף המדידות) מבצע אחת לשנתיים צילום אווירי (שחור לבן) של כל המדינה בנוסף, מבוצעות גיחות צילום לטובת ביצוע עבודות על פי הזמנה.

החל משנת 97 מפ"י מבצע תצ"א (צבעוני) בכיסוי ארצי להפקת אורתופוטו ארצי ברזולוציה של 1 מ'

החל משנת 2006, אורתופוטו ברזולוציה 0.5 מ'.

בארכיון תצלומי האוויר של מפ"י ישנם כ- 600,000 תצלומים.

כל התצלומים מקוטלגים וניתן לאתרם על ידי חיפוש ממוחשב ומהיר.

שירותי פענוח סקר קרקע

מתן שירותי פענוח למשרדי ממשלה על ידי מפענחים מקצועיים. משימת הפענוח מתבססת על תצלומי אוויר מתקופות שונות ועל נתוני מיפוי ונתונים קדסטריים הקיימים במפ"י. משימות הפענוח מאפשרות ביצוע סקר קרקע ומתן מענה לשאלות :

מצב השטח בשנה מסוימת ו/או לאורך מספר שנים.

סוג השימוש בקרקע.

- מתי הוקם המבנה.

- אחר.

דוגמאות :

המזמין : הממונה על הרכוש הממשלתי באיו"ש.

המשימה : לבדוק מצב העיבודים (סקר קרקע) בשטח בין השנים 1969-1997.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

המזמין: מרכז גילוי וניהול רכוש ארצי, האפוטרופוס הכללי במשרד המשפטים .

המשימה: לבדוק מועד הקמתו של גן משחקים ברמת-גן

מועד יולי 2003 שאלה 2:

ב . ממ"ג מורכבת משכבות שונות, מנה אותן. ממ"ג- מערכת מידע גיאוגרפית רב שכבתית שבסיס

הנתונים שלה כולל מספר שכבות מידע לפי נושאים :

שכבה 0- בקרה גיאודטית, חלוקה מנהלית וקדסטריית

שכבה 1- דרכים ותחבורה

שכבה 2- תשתית

שכבה 3- הידרולוגיה קווית (נחלים)

שכבה 4 הידרולוגיה פוליגונית (קו שתוחם שטח, אגמים, בריכות מים)

שכבה 5- טופוגרפיה (נקודות גובה)

שכבה 6- תכנית ושימושי קרקע

שכבה 7- מבנים

שכבה 8- פרטים נקודתיים אחרים

שכבה 9- פרטים קווים אחרים

שכבה 10- פרטים פוליגונים אחרים

(ממ"ג טופוגרפי לאומי של מפי מעודכן על בסיס תצ"א בקנ"מ 1:40000 עפ"י תקנות המודדים

מתצלומים אלה ניתן לקבל מיפוי טופוגרפי בקנ"מ של 1:10000. הדיוק המוכרז של הממ"ג הטופוגרפי

הלאומי הוא 2 מטר פלוס-מינוס, גם באו-γ וגם בגובה.

במערכת GIS לכלל יישות נשמור 2 סוגי נתונים : גיאומטריים (קואורדינטות ולעיתים גם גובה)

המתארים את המיקום והצורה של היישום, ומאפיינים/תכונות של היישות = מספר הכביש לפי מע"צ,

מספר נתיבים, רוחב הכביש ועוד) (

ג. מה משמעות השימוש ב"מיפוי ממוחשב"? המיפוי הממוחשב החליף את המיפוי האנלוגי / ידני

בתפיסה, בכלים, בשיטות ובמוצרים. מיפוי הפרטים פינה את מקומו לאיסופם ושמירתם במאגרי המידע.

ייצור מפות הוחלף בהעברת מידע בין ספקים למשתמשים והצגתם בקני מידה שונים כשהמסד נתונים

נבנה כמערכת רציפה ללא תלות בקנה מידה. המיפוי הממוחשב הוא מיפוי תמוך מחשב , מבוסס בפועל על

קבצי מדידה הכוללים קואורדינטות שנמדדו לכל פרט בשטח. מפה ממוחשבת /ספרתית וקטורית

(מבוססת על קואורדינטות שניתן להציגם בקנ"מ שונים)

ד. מה משמעות "מפה נושאית"? מתארת תיאור גרפי של נושאים בעלי פריסה מרחבית, שאינם מבטאים

את פני הארץ הפיזיים.

השפעת עקמומיות כדור הארץ

כדור הארץ אינו מישורי, עקמומיות כדור הארץ יוצרת הפרשי גובה, ידוע לנו כי הרדיוס של כדור הארץ הוא 6371 בערך.

חישוב נקודות רחוקות (מעל 10 קילומטר) "שאלת המגדלים"

נניח שיש שני גברים זהים בגובהם, שניהם עומדים על רצועת החוף כשהמרחק ביניהם הוא 20 ק"מ. האם הגברים יראו זה את זה בהנחה שאין מכשולים ברצועת החוף?
שני מגדלים זהים בגובהם – מהו הגובה המינימלי של המגדלים הנדרש לקו ראייה בין המגדלים?



נצטרך למצוא את הגובה המינימלי ההכרחי - H_{min} של המגדל על מנת שיהיה קו ראייה.

α – (אלפא) היא הזווית המרכזית הנשענת על הקשת

L - המרחק בין הנקודות

R - רדיוס כדה"א = 6371

כדי להבין מהו הגובה המינימלי בו יהיה קו ראייה נציב בנוסחה הזו - *נחשב במחשבון פאי - π SHIFT

$$H_{min} = \frac{R}{\cos(\alpha)} - R$$

נצטרך את כל הנתונים, הרדיוס תמיד נתון לנו ולכן נהיה חייבים למצוא את α בנוסחה הזו -

$$\alpha = \frac{\hat{L}}{R} * \frac{180}{\pi}$$

$$\frac{D^2}{2R} = \text{כדה"א} = \text{חישוב השפעת עקמומיות כדה"א}$$

יש להתחשב בעקמומיות כדה"א במרחקים של מעל 10KM - R - רדיוס כדה"א, D - המרחק בין הנקודות

מועד 15 בינואר 1995 שאלה 9

נתון :

R - רדיוס כדה"א = 6371

L - בין נק' A לנק' B מרחק של 27 ק"מ

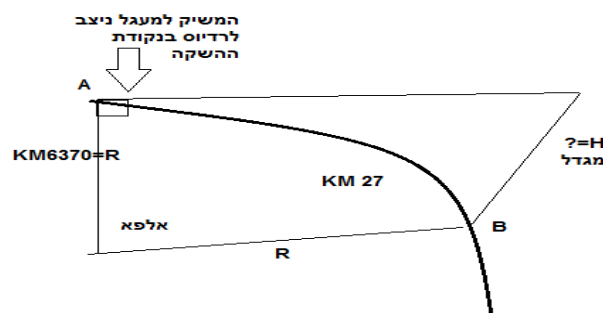
$B: y=1000, x=1300, h=273.5$

$A: y=100, x=100$

$h=100$

דרוש:

א - מה הגובה המינימלי אם צריך לבנות מגדל אחד?



כדי למצוא את אלפא נחשב :

$$\alpha = \frac{\hat{L}}{R} * \frac{180}{\pi}$$

$$\alpha = 27/6371 * 180/\pi = 0.2428 = 0^\circ 14' 34.14''$$

אחרי שמצאנו את אלפא אפשר לחשב את הגובה המינימאלי ההכרחי של המגדל על מנת שיהיה קו ראייה :

$$H_{min} = \frac{R}{\cos(\alpha)} - R$$

$$H = 6371 / \cos[014'34.14''] - 6371$$

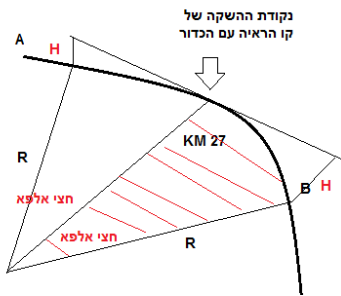
$$H = 0.05682$$

ב - מה גובה המגדלים אם צריך לבנות שניים?

עכשיו מבקשים שנבנה שני מגדלים, בונים בעצם שני מגדלים השווים בגובהם H .

הפעם נקודת ההשקה של קו הראייה עם הכדור מתקבלת באמצע המרחק בין שתי הנקודות

מר משה בן חמו



מחשבים :

$$H_{min} = \frac{R}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} - R$$

שני מגדלים השווים בגובהם

$$= \frac{6370}{\cos\left(\frac{0^{\circ}14'34''}{2}\right)} - 6370 = 0.01429\text{KM} = 14.29\text{m}$$

פברואר 2011 שאלה 2 סעיף א :

נתון :

A:Y=165000, X=560000'H=125

B:Y=195000,X=600,000,H=325

$6371 = R$ - רדיוס כדה"א

דרוש :

מהו ה-D (המרחק בין שתי הנקודות)

האם יש קו ראייה בין שתי הנקודות?

בכדי להגיע לתשובה, עלינו לראות את השפעת עקמומיות כדור הארץ ולבדוק מה המרחק בין הנקודות.

חישוב המרחק בין הנקודות (ניתן להכניס בפול) :

$$\text{LAB} = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2} = \sqrt{40000^2 + 30000^2} = 50000\text{m} = 50\text{KM}$$

D=50'000meter-50km

כעת, אם נמצא שההפרש בין HA ל-HB הוא קטן מ- $D^2/2R$ אז זה אומר שיש שדה ראייה.

$$D^2/2R=50^2/2*6371=0.1962*1000=196.2\text{meter}$$

– HB – ל HA –

$$325 - 125 = 200$$

ולכן - יש קו ראיה !

$$\frac{d^2}{2R} = \frac{50^2}{2 * 6370} = 0.1962317 = 196.23 < 200$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

השפעת עקמומיות :

10 ק"מ- 7.8 מ'

9 ק"מ- 6.36 מ

5 ק"מ- 1.96 מ

מועד יולי 2007 שאלה 7

נתון :

R - רדיוס כדה"א = 6371

A:Y=100000,X=300000,H=100

B:Y=130000,X=340000,H=300

$D^2/2R$

דרוש :

קבע ע"י חישוב האם יש קו ראייה בין הנקודות.

מהו ה - D (המרחק בין שתי הנקודות)?

נחשב את המרחק בין הנקודות על מנת לבחון האם גדול מ - 10 ק"מ ואז יש להתייחס

לנושא עקמומיות כדה"א :

$$LAB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2} = \sqrt{40000^2 + 30000^2} = 50000\text{m} = 50\text{KM}$$

$$D=50'000\text{meter}=50\text{km}$$

המרחק גדול לכן יש צורך להתייחס לעקמומיות, לחשב בשיטות המגדלים.

כעת, אם נמצא שההפרש בין HA ל - HB הוא קטן מ - $D^2/2R$ אז זה אומר שיש שדה ראייה.

$$D^2/2R=50^2/2*6371=0.1962*1000=196.2\text{meter}$$

ההפרש בין HA ל - HB –

$$H-B=300-100=200$$

אם השפעת עקמומיות כדה"א גדולה מ200 מטר לא יהיה קו ראייה גם אם נמצא בגובה שהוא מעל למינימום שנמצא.

כאשר d- המרחק בין הנקודות R- רדיוס כדה"א. בגלל שזה קטן מ200 מטר (הפרש הגובה בין הנקודות) נשארו לנו כמה ס"מ שבזכותם יש קו ראייה.

$$\frac{d^2}{2R} = \frac{50^2}{2*6370} = 0.19623\text{קמ} = 196.23 < 200$$

ינואר 1997 שאלה 4

נתון :

$$L = 40 \text{ ק"מ}$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

רדיוס כדה"א = R = 6370

דרוש:

מה גובה המגדל שיש להקים בנקודה B כדי שיראו אותו מנקודה A?

ראשית נמצא את אלפא ע"י:

$$\frac{\hat{L}}{R} * \frac{180}{\pi} = \frac{40}{6370} * \frac{180}{\pi} = 0.359 = 0^{\circ}21'35''$$

$$H_{min} = \frac{R}{\cos(\alpha)} - R = \frac{6370}{\cos(0^{\circ}21'35'')} - 6370 = 0.1255 \text{ ק"מ} = 125.5 \text{ מטר}$$

מועד פברואר 1997 שאלה 4- האם קיים קו ראייה

ישנם שני גברים והמרחק ביניהם 9 קילומטר - האם יראו אחד את השני? צריך למצוא את הגובה המינימאלי הנדרש כדי שיראו אחד את השני ומשווים לגובה שלהם שזה 1.8 מטר. המרחק ביניהם גבולי - 9 - נחשב לפי השיטה השנייה בהתייחס לעקמומיות.

נמצא את אלפא לפי הנוסחה - (ההנחה היא שרדיוס כדור הארץ הוא 6370)

$$\alpha = \frac{9}{6370} * \frac{180}{\pi} = 0^{\circ}4'51''$$

$$H = \frac{R}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} - R = \frac{6370}{\cos\left(\frac{0^{\circ}4'51''}{2}\right)} - 6370 = 1.58$$

זה הגובה המינימאלי הנדרש משני הגברים, הם גבוהים מזה אז יש ביניהם קו ראייה.

שגיאה ריבועית בינונית – שר"ב

קביעתו של גודל פסיקלי לעולם איננה מדויקת לחלוטין. קיימות מגבלות מסוימות – במכשירים, בתהליך המדידה, ולעתים אף באישיות המודד – והן גורמות לשגיאות שונות בתוצאת המדידה. דיוק במדידה עולה עם מספר המדידות. התלות בשורש מספר המדידות היא אופיינית ומופיעה בהרבה חישובים סטטיסטיים. פרושה שאם מודדים מספר רב של פעמים הדיוק יהיה גבוה יותר.

שר"ב = שגיאה ריבועית בינונית (בסטטיסטיקה: סטיית תקן)

תורה המאפשרת למודד לנתח את הדיוק של המדידה, שהרי מטרתו להגיע בסופו של דבר לגדלים מדויקים ככל האפשר.

אחת הדרכים לוודא דיוק זה לבחון קשר מתמטי בין המדידות – למשל סכום זוויות פנימיות במשולש. דרך נוספת, למדוד את אותו הגודל יותר מפעם אחת (מדידה חוזרת) - הערך המסתבר ביותר של גודל מדוד שנמדד N פעמים = הגודל הממוצע = סכום התצפיות שנמדדו חלקי N.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

התפשטות השגיאות:

1. מדידה חוזרת (שר"ב של גודל ממוצע, שר"ב של תצפית בודדת)

2. קשר מתמטי בין התצפיות (לדוגמא סכום זוויות פנימיות במשולש (לולאת איזון, דלעון)

ההבדלים בין המדידות הן שגיאות אקראיות ולכן הערך המסתבר ביותר זה הממוצע החשבוני של סה"כ המדידות. לממוצע החשבוני הזה יש איזשהו דיוק מסוים – סטיית תקן / שר"ב של הממוצע =

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

שר"ב של הממוצע. נוסחה לחישוב שר"ב של תצפית בודדת =

$$x_i = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

ערך מסתבר = ממוצע חשבוני - הסכום של התצפיות לחלק ל - N.

מועד יולי 2011 שאלה 3 א

נמדדו 10 מסוים, להלן התוצאות :

123.45, 123.48, 123.44, 123.45, 123.47, 123.47, 123.42, 123.45, 123.49, 123.44, 123.44

חשב את הערך המסתבר, השר"ב של הערך המסתבר ביותר, השר"ב של מדידת מרחק בודדת.

ערך מסתבר = ממוצע חשבוני - הסכום של התצפיות לחלק ל 20 = 123.453.

על מנת לחשב את השר"ב, נחשב את ההפרשים בריבוע $(xi - \bar{x})^2$,

השלב הראשון – לסכם את כל המספרים -

10.89

2.89

0.09

1.69

7.29

0.09

1.69

1.69

13.69

0.09

40.1 ס"מ –

השלב השני - את הסכום הזה (40.1) נחלק במספר המדידות שבוצעו (10) ונעלה בשורש כך –

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{40.1}{10}}$$

$$X = 2\text{cm}$$

שגיאה ריבועית בינונית של ממוצע = 2 ס"מ .

השלב השלישי - **שר"ב של מדידת מרחק בודדת** - מאחר ונמדדו באותה השיטה, סביר שלכולן אותה

סטייה, נחשב ונקבל

שר"ב של תצפית בודדת

$$xi = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n(n - 1)}}$$

$$0.667 \text{ ס"מ} = 0.007 \text{ ס"מ}.$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

מועד 8.2.2011 שאלה 3 ד

אורך קו נמדד 9 פעמים. נותנים את התוצאות של כל מדידה. יש לחשב את הערך המסתבר ביותר ואת השגיאה הרבועית הבינונית של הערך המסתבר ביותר (כלומר ממוצע חשבוני וסטיית התקן שלו).

ערך מסתבר ביותר = בעצם הממוצע – (מחברים את כל התוצאות ומחלקים במספר המדידות)

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{185.78 + 185.78 + 185.71 + 185.82 + 185.76 + 185.69 + 185.73 + 185.81 + 185.8}{9} = 185.764 \text{ מ}$$

לסכם את כל המספרים -

נחשב לכל אחת מהתצפיות את ההפרש ביניהן לבין הממוצע, בריבוע $(xi - \bar{x})^2$ ונסכום זאת:

2.56

2.56

29.16

31.36

0.16

54.76

11.56

21.16

12.96

166.24 ס"מ

את הסכום הזה (166.24) נחלק במספר המדידות שבוצעו (10) ונעלה בשורש כך –

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{166.24}{9}}$$

ש"ב של הממוצע = 4.3 ס"מ = 0.04 מ'.

פברואר 2010 שאלה 4 ג

מרחק מסוים נמדד 8 פעמים : 78.93, 79.02, 79.78, 79.04, 78.92, 79.01, 79.96.

הערך המסתבר ביותר = הממוצע = $631.84/8 = 78.105$ מ'

נחשב בכל נקודה הפרש מהממוצע :

0.02-

0.03

0.06-

0.06

0.02-

0.02

0.04

-0.05

סכום הריבועים של הפרשים אלו = 0.0134

השגיאה הריבועית הבינונית =

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}} = 0.0409$$

תרגיל נוסף -

בכדי לבחון את דיוקו של מד- מרחק אלקטרומגנטי נמדד קו מסוים 10 פעמים, נתונות תוצאות המדידות במטרים.

1. חשב ערך מסתבר (ממוצע) ביותר של הקו המדוד.

$$\frac{123.42 + 123.47 + 123.45 + 123.44 + 123.48 + 123.45 + 123.44 + 123.44 + 123.49 + 123.45}{10} = 123.453$$

2. חשב את השר"ב של הערך המסתבר ביותר (שר"ב של הממוצע)

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}}$$

נחשב את ההפרש של כל מרחק שנמדד לממוצע (בסנטימטרים) :

0,3,-1,0,2,-3,0,4,-1,-1

ואז נסכום את הריבועים של כל הפרש

$$.41 = 0 + 9 + 1 + 0 + 4 + 9 + 0 + 16 + 1 + 1$$

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{41}{10}}$$

2 ס"מ = 0.02 מ

3. חשב את השר"ב של נקודת מרחק בודדת (שר"ב של תצפית בודדת)

$$xi = \sqrt{\frac{\sum 41}{10(10 - 1)}} \quad xi = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n(n - 1)}}$$

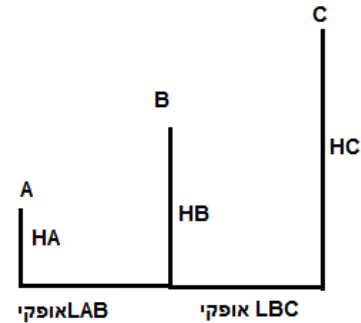
קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

נציב ונקבל $0.007 \text{ מטר} = 0.7 \text{ ס"מ} = 0.67 \text{ ס"מ}$

בדיקת קו ראייה בין נקודות

נקודות קרובות (מרחק קטן מ-10 קילומטר)

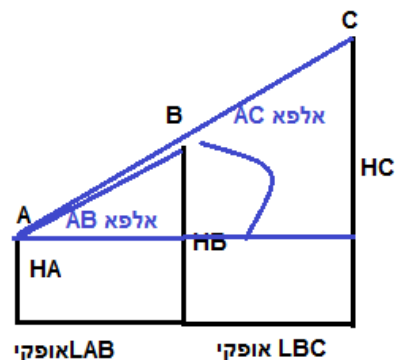
3 נקודות על השטח, מבט מהצד, ואנחנו יודעים את גובה שלושת הנקודות ואת המרחקים האופקיים ביניהם. דרוש: בדקו בצורה חישובית האם יש קו ראייה בין הנקודות



ניצור משולש ישר זוויות ונמצא את זוויות הגובה ונבחן האם $\alpha_{AC} > \alpha_{AB}$. אם כן- יש קו ראייה בין A ל-C. אנחנו מתייחסים לשטח כאל מישור ולא מתייחסים לעקמומיות כדור הארץ כאשר המרחק קטן מ-10 קילומטר. נמצא את הזוויות לפי:

$$\alpha_{AB} = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{HB - HA}{\text{LAB אופקי}}\right)$$

$$\alpha_{AC} = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{HC - HA}{\text{LAC אופקי}}\right)$$



לדוגמא אם נתון ש $500 = LAB$, $500 = LBC$, $75 = HA$, $82 = HB$, $88 = HC$. מכאן ש:

$$\alpha_{AB} = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{82 - 75}{500}\right) = 0^{\circ}48'8''$$

$$\alpha_{AC} = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{88 - 75}{1000}\right) = 0^{\circ}44'41''$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

$\alpha_{AC} < \alpha_{\square B}$ ולכן אין קו ראייה בין A ל-C.

מועד מרץ 1995 שאלה 7

נתונות 4 נקודות ABCD ושואלים אם יש קו ראייה בין A ל-C ובין A ל-D.
 נתונות קואורדינטות של כל נקודה וגובה כל נקודה.

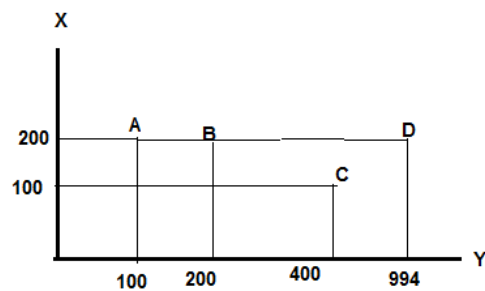
A: Y=100, X=200, H=80

B: Y=200, X=200, H=160

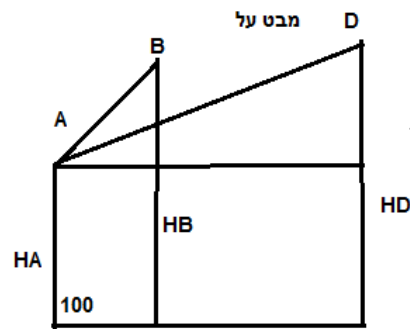
C: Y=400, X=100, H=180

D: Y=994, X=200, H=235

ראשית לפי הקואורדינטות נבחן איפה הנקודות במישור:



ניתן לראות שיש קו ראייה בין A ל-C מאחר ו C נמצאת בצד מבחינת קו ABD



נחשב את LAB ו- LAD לפי :

$$LAB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2} = 100$$

$$LAD = \sqrt{(XD - XA)^2 + (YD - YA)^2} = 899$$

$$\alpha_{AB} = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{160 - 80}{100}\right) = 38^\circ 39' 35''$$

$$\alpha_{AD} = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{235 - 80}{899}\right) = 9^\circ 46' 57''$$

$\alpha_{AB} > \alpha_{\square D}$ ולכן אין קו ראייה מ A ל-D.

מועד יוני 1995 שאלה 8

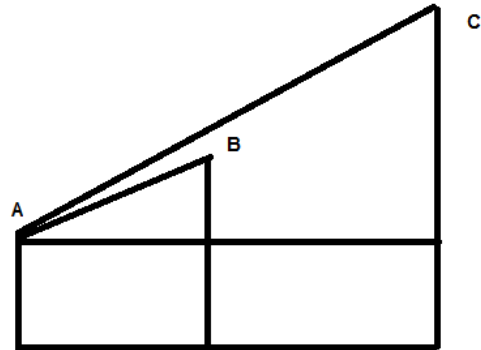
(בגדול היינו אמורים חשב לפי השיטה השנייה בגלל המרחק)

הנקודות A, B, C בקו ישר. האם יש קו ראייה בין A ל- C ? נתון $LBC=20500$, $LAB=4500$,

$HA=300$, $HB=372$, $HC=725$.

נחשב את הזוויות :

כלומר הזווית בין A ל- B קטנה מהזווית שבין A ל- C ולכן יש זווית ראייה בין A ל- C :



מרחק LAB אופקי/אווירי עליו דיברנו תלוי ב- X ו- Y ולא מושפע מהגובה :

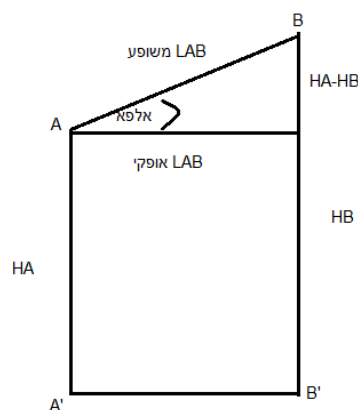
$$\frac{\text{אופקי } LAB}{\text{אווירי}} = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2}$$

LAB משופע/אמיתי :

$$LAB \text{ משופע} = \sqrt{(LAB \text{ אופקי})^2 + (HB - HA)^2}$$

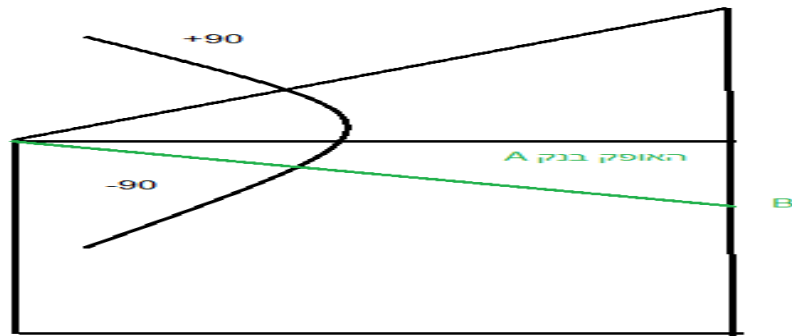
$$LAB \text{ אופקי} \geq LAB \text{ משופע}$$

$$LAB \text{ משופע} = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2 + (HB - HA)^2}$$



כאשר אלפא = זווית גובה / זוויות שיפוע

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו



$\alpha = \text{SHIFT} \tan\left(\frac{HB - HA}{LAB \text{ אופקי}}\right)$ $\tan(\alpha) = \frac{HB - HA}{LAB \text{ אופקי}}$
 כלומר אלפא יכולה לקבל ערכים שבין מינוס 90 לפלוס 90 מעלות. בין 0 ל 90 – זווית גובה שיפוע חיובי, נק B גבוהה מנק A. כאשר אלפא בין מינוס 90 לס, נקרא לה זווית עומק/שיפוע שלילי, ואז נקודה B נמוכה מנק A.

שיפוע באחוזים $\alpha\% = \left(\frac{HB - HA}{LAB \text{ אופקי}}\right) * 100$
 לדוגמא אם שווה 2% - על כל מטר שהתקדמנו הגובה עלה ב2%.

מועד 14.02.08 שאלה 10

אורך הגדר = סכום המרחקים המשופעים. נחשב את המרחקים המשופעים :

$$LAB_{\text{שופע}} = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2 + (HB - HA)^2} = \sqrt{400^2 + 300^2 + 200^2} = 500.4$$

$$LBC_{\text{שופע}} = \sqrt{300^2 + 400^2 + 10^2} = 500.1 = \text{מכאן ש LBC}$$

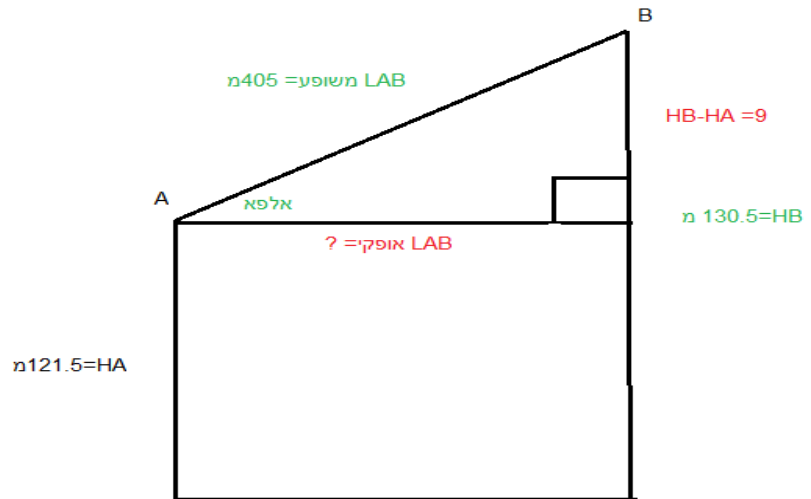
$$LCD_{\text{שופע}} = \sqrt{-400^2 + -300^2 + -5^2} = 500.02 = \text{מכאן ש LCD}$$

$$LDA_{\text{שופע}} = \sqrt{-300^2 + -400^2 + -25^2} = 500.62 = \text{מכאן ש LDA}$$

מכאן שאורך הגדר = 500.4 + 500.1 + 500.02 + 500.62 = 2001.14 מטר.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

מועד 19.2.2007 שאלה 8 – נתון אורך משופע וגובה, ויש למצוא את האורך האופקי



$$\alpha = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{HB - HA}{LAB \text{ אופקי}}\right), \alpha\% = \left(\frac{HB - HA}{LAB \text{ אופקי}}\right) * 100$$

, לפי פיתגורס :

$$LAB^2 = LAB^2 \text{ אופקי}^2 + 9^2 \text{ מכאן ש } LAB^2 \text{ משופע}^2 = LAB^2 \text{ אופקי}^2 + (HB - HA)^2$$

$$LAB^2 \text{ אופקי}^2 = 405^2 - 9^2 \text{ ומכאן ש } LAB \text{ אופקי} = \sqrt{(405^2 - 9^2)} \text{ כלומר LAB אופקי שווה } 404.9 \text{ מ.}$$

$$\alpha_{AB} = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{9}{404.9}\right) = 1^\circ 16' 24'' \quad \alpha\% = \left(\frac{9}{404.9}\right) * 100 = 2.22$$

מועד 3.7.03 שאלה 10

$$LAB \text{ משופע} = \frac{LAB \text{ אופקי}}{\cos(\alpha)}$$

אורך הגדר שווה לסכום המרחקים המשופעים כאשר

$$LAB \text{ אופקי} = \sqrt{(XB - XA^2) + (YB - YA^2)} \text{ מכאן ש } LAB \text{ אופקי} = \sqrt{(400^2) + (0^2)} \text{ מ. } 500 =$$

$$LAB \text{ משופע} = \frac{500}{\cos(3)} = 500.69 \text{ מ מכאן ש}$$

$$LBC \text{ אופקי} = \sqrt{(XC - XB^2) + (YC - YB^2)} \text{ מכאן ש } LBC \text{ אופקי} = \sqrt{(0^2) + (500^2)} \text{ מ. } 500 =$$

$$LBC \text{ משופע} = \frac{500}{\cos(5)} = 501.91 \text{ מ מכאן ש}$$

$$LDA \text{ אופקי} = \sqrt{(0^2) + (-1100^2)} \text{ מ. } 1100 = \quad \quad \quad LCD \text{ אופקי} = \sqrt{(-400^2) + (0^2)} \text{ מ. } 500 =$$

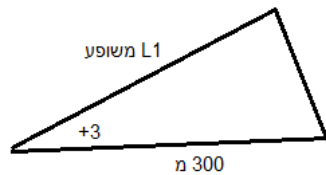
$$LCD \text{ משופע} = \frac{500}{\cos(4)} = 501.22 \text{ מ מכאן ש}$$

$$LDA \text{ משופע} = \frac{1100}{\cos(-1^\circ 48' 50'')} = 1100.55 \text{ מ}$$

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

מכאן ש אורך הגדר שווה = 2604.37 מ.

מועד 5.1.03 שאלה 11- דרוש אורך צינור = סכום אורכים משופעים
300 מטר = מרחק אופקי, השיפוע שלו 3 מעלות וצריך למצוא את המרחק הראשון המשופע.



$$L1_{\text{משופע}} = \frac{L1_{\text{אופקי}}}{\cos(\alpha)} = \frac{300}{\cos(3)} = 300.41$$

הקטע הבא הוא 400 מטר עם שיפוע של 2-

$$L2_{\text{משופע}} = \frac{L2_{\text{אופקי}}}{\cos(\alpha)} = \frac{400}{\cos(-2)} = 400.24$$

$$L3_{\text{משופע}} = \frac{L3_{\text{אופקי}}}{\cos(\alpha)} = \frac{200}{\cos(\square)} = 200.49$$

הקטע השלישי :

$$901.14 = L1 + L2 + L3 = \text{לפיכך אורך הצינור}$$

שאלה 12 מועד 13.01.03 - איך מוצאים שיפוע במעלות כשנתון שיפוע באחוזים ?

לפי הנוסחאות :

$$\alpha^\circ = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{HB - HA}{LAB_{\text{אופקי}}}\right) \quad \alpha\% = \left(\frac{HB - HA}{LAB_{\text{אופקי}}}\right) * 100$$

נגיע לכך ש :

$$\frac{\alpha\%}{100} = \left(\frac{HB - HA}{LAB_{\text{אופקי}}}\right) \quad \alpha^\circ = \text{SHIFTTAN}\left(\frac{\alpha\%}{100}\right)$$

ומכאן ש . בשאלה הזו

איך מוצאים אלפא באחוזים כשנתון אלפא במעלות ?

$$\text{TAN}(\alpha) = \left(\frac{HB - HA}{LAB_{\text{אופקי}}}\right) \quad \alpha\% = \text{TAN}(\alpha) * 100$$

ולכן

שאלה 10 מועד 22.6.2000 - נתון מרחק משופע ויש למצוא אופקי

$$LAB_{\text{משופע}} = \sqrt{LAB_{\text{אופקי}}^2 + (HB - HA)^2}$$

אורך צינור = מרחק משופע =

LAB אופקי, = 14 ס"מ .

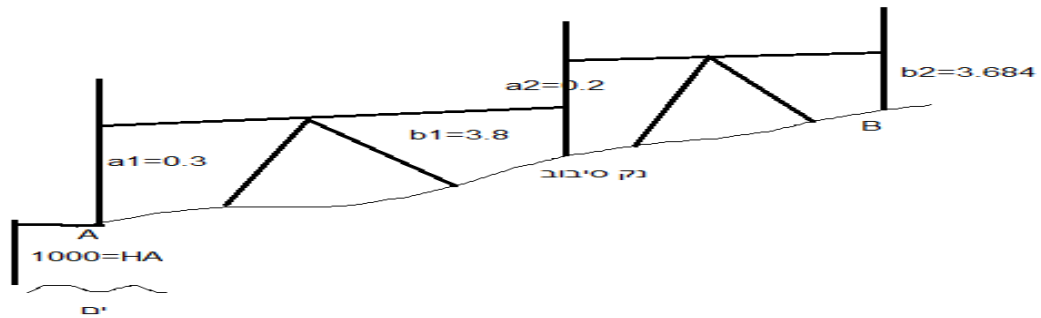
$$\frac{1}{2500} = \frac{\frac{14}{1000}}{D}$$

קני"מ נתון 1:2500 . $\frac{1}{SCALE} = \frac{d}{D}$ כאשר D – מרחק במציאות, d – מרחק במפה. כלומר

ומכאן ש D = 350 מ.

$$LAB_{\text{משופע}} = \sqrt{350^2 + (6 - 20)^2} = 352.88 \text{ מ}$$

שאלה 5 מועד 22.6.2000



$$HB = HA + \epsilon a - \epsilon b = 100 + (0.3 + 0.2) - 3.8 + 3.684 = 93.016 \text{ m}$$

ריכוז שאלות כלליות

פברואר 2007 שאלה 11

א. מרובע בו כל הצלעות אורכן שווה, כל זוג צלעות נגדיות מקבילות זה לזה, האלכסונים שונים אך ניצבים זה לזה, הוא – מעוין. חישבו אזימוטים ואורך צלעות.

שאלה תיאורטית

א. הגדר : פוטוגרמטריה אנליטית, אורתופוטו ומפת תצלום. פוטוגרמטריה אנליטית = מבוססת על שיחזור אנליטי של המציאות מתצלומים. אורתופוטו = תמונות רסטר של המציאות, בה כל פיקסל מוזז לפי כללי היטל האורתוגונלי. מפת תצלום = מפה טופוגרפית המשורטטת או מודפסת על רקע אורתופוטו.

ב. הסבר מהי מפה טופוגרפית דרגה ב' ומהו ההבדל בין מפה טופוגרפית למפה מצבית. מפה טופוגרפית דרגה ב' היא מפה בה נמדדו פרטי התכסית, כולל קווי ההיקף החיצוני שלהם וקווי המגע שלהם עם הקרקע במדידה קרקעית ובפוטוגרמטריה עם השלמות של מדידה קרקעית. מפה מצבית היא מפה טופוגרפית ללא תבליט.

(דרגה א- מבוססת על מדידת שדה בלבד, מדידת קווי המגע של הפרטים בקרקע, מדידה מפורטת ושלמה ונחשבת איכותית יותר. דרגה ב'- מבוססת על מדידות שדה + מדידות מתצ"א. דרגה ג'- המפה מבוססת על מדידה פוטוגרמטית (מתצ"א) בלבד, פחות איכותית : מדידת גגות המבנים ולא קווי המגע, מיפוי חסר פרטים נסתרים.

תצ"א חפייה : 60% בן תצלומים סמוכים בתוך הרצף (לטובת ראייה תלת ממדית (סטראוסקופית) של השטח החופף המבטלת את השפעת העיוותים שבתצ"א ומאפשרת קליטה מדויקת של פרטים בשטח החופף) ו 10-20% בין רציפים סמוכים (כיסוי מלא של השטח ללא מרווחים בין הרצפים).

עיוותים בתצ"א :

8. העתק בשל תבליט : 2 נקודות המוגדות במציאות זו מעל זו, מתקבלות בתצ"א זו ליד זו

9. עיוות קנ"מ : פרטים הקרובים למצלמה יתקבלו בקנ"מ גדול יותר מפרטים המרוחקים ממנה.

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

נוסחה לחישוב קנ"מ של תצלום אוויר $\frac{f}{Z - H}$ כאשר f- אורל מוקד העדשה ו Z- גובה הטיסה מעל פני הים.

יולי 2011 שאלה 1 מועד יולי 2011 שאלה 1

א. למצוא מרחק ואזימוט - שאלת חישוב: נתונות הקואורדינטות של 2 נקודות בקרה אופקיות, יש לחשב את אורך הקו ואת אזימוט הקו. יש לשים לב מה Y ומה X. Y הוא בין 1 ל 2 והוא בין 9-3. חישוב LAB נחשב לפי pol בפועל אבל נרשום את הנוסחה. נציב ונקבל:

$$LAB = \sqrt{(34.25 - 85.98)^2 + (222.9 - 786.98)^2}$$

= 566.45 מטר. נחשב ב pol:

$$pol(34.25 - 85.98, 222.9 - 786.98) = 566.45$$

יש לשים לב ש**pol** תמיד הפרשי האיקסים בהתחלה.

לחישוב האזימוט נרשום את הנוסחה $AZAB = SHIFTTAN(((YB - YA))/((XB - XA)))$ אבל נחשב לפי $pol((XB-XA),(YB-YA))=RCL ALPHA TAN$ תמיד כי הנוסחה עובדת רק אם הקו ברביע הראשון.

אם אזימוט ב Pol יוצא שלילי, צריך להוסיף 360 מעלות. נציב ב pol ונקבל שלילי ונוסיף 360 מעלות ונקבל

$$-95^{\circ}14'23'' + 360^{\circ} = 264^{\circ}45'37''$$

יש לזכור שאזימוט תמיד חיובי ותמיד קטן מ 360 מעלות!

ב. ההפרש המותר לפי תקנה 58 הוא $0.8\sqrt{A} + 0.002A$ או $-0.3\sqrt{A} + 0.005A$ הקטן מבניהם. נציב ונקבל:

$$0.8\sqrt{11357.58} + 0.002 * 11357.58 = 107.97$$

הנוסחה השנייה:

$$-0.3\sqrt{11357.58} + 0.005 * 11357.58 = 88.759$$

הקטן מבניהם היא הסטייה המותרת, כלומר - 88 מ"ר.

שאלה נוספת -

- **מרחק אופטי = מרחק משופע.**

למשל בשאלת איזון טריגונומטרי, אומרים שהמרחק הנתון הוא מרחק אופטי, קו ראייה בין התחנה הכוללת לפרזומה. הכוונה היא שזה מרחק משופע. מרחק משופע באיזון טריגונומטרי עובדים עם הנוסחה של הסינוס, באופקי עם הטנגס.

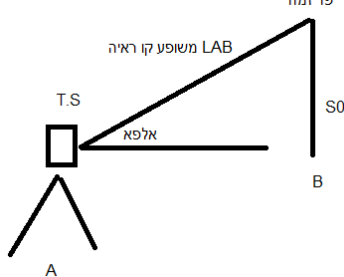
יש להקפיד להציב את זווית הגובה אלפא על סימנה.

$$HB = HA + i + LAB * \sin(\alpha) - SO$$

$$HB = HA + i + LAB * \tan(\alpha) - SO$$

איזון גיאומטרי/הנדסי- מאזנת, מבט לאחור ומבט לפני

איזון טריגונומטרי- גובה מכשיר, גובה מטרה



שאלה - תיאורטית

- **מפת רקע =** מפה טופוגרפית/מצבית הכוללת גם גושים וחלקות. מפה זו משמשת כרקע (כנספח) לתכנית מתאר מקומית (תב"ע), תכנית מפורטת או תש"צ.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

- **טריאנגולציה** = רשת רציפה של משולשים בהם נמדדו הזוויות האופקיות בכל משולש ומשולש ובנוסף נמדדו קווי בסיס. מדובר על שיטת מדידה של נקודות בקרה אופקיות (נקודות טריג- נקודות בקרה אופקית שנכללת ברשת הטריאנגולציה) שיושמה ע"י הבריטים. מדדו שני מרחקים בכל הרשת הזו, אחד בצפון ואחד בדרום. קו בסיס- מרחק מדוד בין 2 נקודות טריג. מדידת זוויות אופקיות באמצעות תאודוליט ומדידת אורך קווי בסיס באמצעות סרטי אינוור. **חישוב מרחק ע"י משפט הסינוסים**

$$a = \frac{c * \sin(\alpha)}{\sin(\gamma)}$$

- **האם במיפוי טופוגרפי חייבים להתבסס על נקודות בקרה אופקיות ?** במפה טופוגרפית תבליט (H) ותכסית (x,y) לעומת זאת במיפוי מצבי, בו רכיב התכסית בלבד, ניתן להתבסס על נקודות בקרה אופקיות בלבד.
- **טרילטריציה- רשת רציפה של משולשים בהם נמדדו את אורך כל הצלעות במשולשים.** מדדו מרחקים ולא זוויות כמו בטריאנגולציה, גם פה המטרה הייתה לחשב קואורדינטות לנקודות בקרה אופקיות שהן בפועל קודקודי המשולשים.

יולי 2010

אורך המרחקים במפה שהקנ"מ שלה הוא 1:2500 : מה האורכים במציאות ?

$$\frac{1}{scale} = \frac{d}{D} \quad D=71.25 \text{ ומכאן ש}$$

$$A = \left(\frac{scale}{100} \right)^2 \cdot A \text{ שטח בסמ"ר} \quad \text{כאשר } scale = \text{קנ"מ של המפה ומכאן ש}$$

$$701.5 * \frac{1250^2}{100} = 109,609.375$$

אם היינו צריכים להמיר שטח במ"מ לשטח במ"ר היינו מחלקים ב- 1000

יולי 2010 שאלה 2

*בטרילטריציה משתמשים מדידת מרחקים באמצעות דיסטומטים, בצלעונים מודדים גם מרחקים וגם זוויות אופקיות, משתמשים בצלעונים בתחנה כוללת או בתאודוליט + מד מרחק אלקטרוני (דיסטומט).. גיאודזיה לוויינית- GPS

***האם כל מדידה הדרושה למפה טופוגרפית מחייבת עבודה עם נקודות בקרה אופקיות ?** כן.
המפה הטופוגרפית שהוזמנה היא בקנ"מ של 1:625 האם עומד בתקנות ? כן.

תקנה 56 : המרחק בין 2 נקודות גבול מקוריות נמדדו פעמיים ע"י תחנה כוללת והמרחק נמצא 123.45 ו123.47 המרחק שנמדד בעבר נמדד בשיטת המשיחה ונרשם 123.51. (ההפרש הוא 0.02=2ס"מ)
האם ההפרש בין 2 המדידות הנוכחיות תקין? מה קובע? האם תקין ההפרש בין המרחק הרשום לחדש?
לפי תקנה 56 העוסקת בהפרשים מותרים במדידת אורך גבול חלקה, מאחר וההפרש הקיים בין המדידות הקיימות הוא 2 ס"מ והוא קטן מההפרש המותר לפי התקנות- 3 ס"מ, זה תקין. לפי תקנה 56 אורך גבול חלקה יהיה ממוצע ולכן במקרה הזה הממוצע יהיה 123.46 מ.

קורס מדידה ומיפוי – טכניון
מר משה בן חמו

המרחק בין מרחק רשום בפנקס למדידה חדשה לפי תקנה 56 לא יעלה על 4 ס"מ כשהמרחק קטן מ 50 מטר (בשטח קטן), ולא יעלה על 10 ס"מ כשהמרחק שווה או גדול מ 50 מטר (שטח גדול).
המרחק הרשום שנתון מעל 50 מטר (123.51) ולכן ההפרש המותר הוא עד 10 ס"מ. המרחק המדוד (ממוצע) הוא 123.46 – ההפרש ביניהם הוא 5 ס"מ ולכן מותר.
המרחק הקובע הוא הישן – 123.51 לפי התקנות.

יולי 2010 שאלה 4

א. מהו גוש שומה שהוכן ע"י המנדט הבריטי לשטחים עירוניים לצורך גביית מיסים, מהי השיטה הישנה - שיטת השטרות נהוגה בשנים 1920-1929. השיטה החדשה - שיטת רישום זכויות קניין.
ב. שטח שיפוט – שטח שבאחריות ניהולית של רשות מקומית, שבתחום נפה ולו מוסדות מוניציפאליים המנהלים אותו. מרחב מקומי- מרחב תכנון מקומי לו יש ועדה מקומית לתכנון ולבניה.
ג. תכניות ביסוס: מפות גוש רישום או תצ"ר"ם והתצ"ר צריך להיות תואם לתכנית מתאר מקומית /מפורטת /תש"צ.

תנאים לאישור תצ"ר :

1. התצר הוכנה ונערכה עפ"י תקנות המודדים
 2. התצ"ר מתבססת על נתונים שנלקחו מתוכנית ביסוס
 3. התצ"ר תואמת תכנית תכנונית מאושרת מסוג תכניות מתאר מקומית, מפורטת או תש"צ.
 - ד. הגדר מגרש והגדר חלקה. מגרש- יחידת קרקע יישות תכנונית
- שטח מגרש 500 מ"ר, מודד מדד ונמצא 504 מ"ר. מה יירשם ? לפי תקנה 53 העוסקת בהפרשים מותרים בשטח חלקה מדוד בתצ"ר לשטח מגרש בתכנית תכנונית, ההפרש המותר הוא 10 מ"ר או 3% - הגדול מבניהם. ההפרש בנתונים הוא 4 מ"ר, ההפרש המרבי המותר הוא 3% מ 500 מ"ר שזה 15 מ"ר ולכן עומד בתקנות ותקין. השטח הקובע הוא השטח המדוד הוא 504.

יולי 2009 שאלה 5 :

1. חישוב שטח החלקה יבוצע ע"י היירון- 2 משולשים –פעמיים .
2. הולכים להפקיע מהחלקה הנ"ל שטח ומבקשים שנחשב את השטח המופקע. יש קשת מעגלית וקו ההשקה ניצב לרדיוס בנקודת ההשקה. את הזוויות b_1 b_2 נחשב לפי משפט הקוסינוסים ואז מידיעת הרדיוס הזוויות האלו ניתן לחשב את השטח של המעוין וממנו להחסיר את השטח של הגזרה.

$$45.58^2 = 100^2 + 61.32^2 - 2 * 100 * 61.32 * \cos(b_1)$$

מכאן מוצאים את b_1 .

משפט הקוסינוסים :

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos(\alpha)$$

אותו דבר עושים כדי למצוא את b_2 .

$$\pi R^2 * \frac{\beta}{360} = \pi * \pi * 20^2 * \frac{133^{\circ}3'22'}{360^{\circ}} = 464.45$$

שטח הגזרה נמצא לפי

מועד פברואר 2007 שאלה 3- 5 נקודות

מהו ההפרש המרבי המותר בין 2 מדידות בשיטת המשיחה ? $\Delta L \leq 0.05 + 0.004L$,
בשיטה הקוטבית / GPS : 3 ס"מ.

מועד פברואר 2011 שאלה 3 ב'

כיצד מפוזרים אי סגירה בזווית ובמרחקים ?

פיזור אי הסגירה הזוויתית בדלתון ע"י חלוקה שווה של השגיאה בין הצלעות .
גודל הזווית לא משפיעה על השגיאה ולכן **הפיזור הוא שווה** , מחלקים את גודל השגיאה במספר הזוויות
ומוסיפים לכל זווית את התיקון. **פיזור אי הסגירה הקווית מבוצעת באופן יחסי** לגודל המרחק המדוד.
כלומר : ככול שהמרחק המדוד גדול יותר התיקון ל ΔX ול ΔY שחושבו ממנו יהיה גדול יותר

$$\frac{L1}{\sum L} * f_x, \frac{L1}{\sum L} * f_y$$

אי הסגירה הזוויתית בצלעון בן 9 תחנות (כלומר $n=9$) הוא $1^{\circ}30''$ - האם עומד בתקנות ?
תקנה 6 - לפי דרגה 7 : $45''\sqrt{9} = 135'' > 90''$ תקין . לפי דרגה 6 $20''\sqrt{9} = 60'' < 90''$ - לא תקין.