



יסודות מדידה ומיפוי

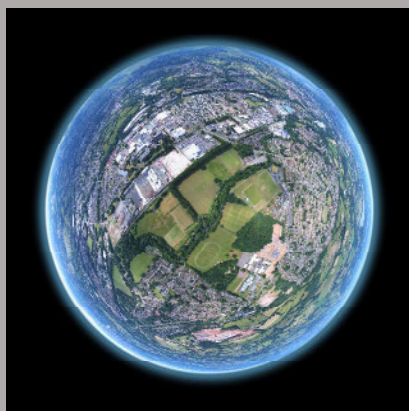
עקמומיות כדור הארץ



כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



אופק



האופק או קו הרקיע הוא הקו לכאורה המפריד בין כדור הארץ לשמיים. הוא מחלק את כל הכיוונים הנראים לשתי קטגוריות: כאלה הנשענים את פני כדור הארץ וכאלה שאינם.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



סוגי אופק



האופק האמיתי הוא למעשה קו תיאורטי, שניתן לצפות בו רק כאשר הוא מקביל על פני הים.

האופק הנראה לעין הוא המפגש שבין כדור הארץ והשמים המסתתר על ידי אדמה, עצים, מבנים, הרים וכו'.

כשמסתכלים על ים מחוף, החלק של הים הקרוב לאופק נקרא המעוף.

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



מרחק לאופק



האופק האמיתי מקיף את הצופה ולרוב מניחים שהוא מעגל, המצויר על פני דגם כדורי מושלם של כדור הארץ.

מרכזו נמצא מתחת לצופה ומתחת לגובה פני הים. מרחקו מהצופה משתנה מיום ליום בגלל שבירה אטמוספירית, המושפעת מאוד מתנאי מזג האוויר. כמו כן, ככל שעיני הצופה גבוהות מגובה פני הים, כך האופק נמצא רחוק יותר מהצופה.

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



היסטוריה



מבחינה היסטורית, המרחק לאופק הגלוי היה חיוני להישרדות וניווט מוצלח, בעיקר בים, מכיוון שהוא קבע את טווח הראייה המרבי של.

כל הזכות שמורת - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



טיסה



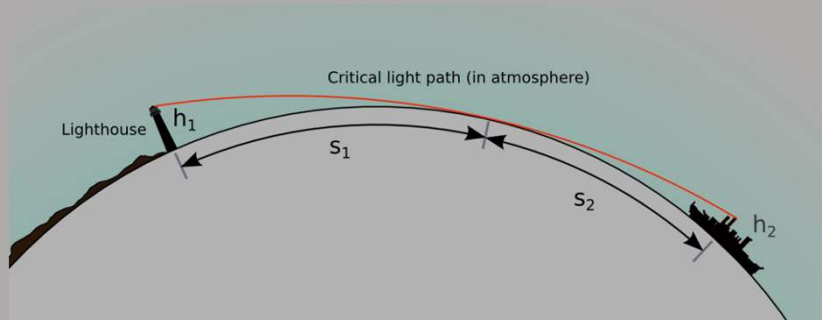
בימינו, כאשר מטוס טס תחת כללי טיסה חזותיים, נעשה שימוש בטכניקה המכונה טיסת גישה לשליטה בכלי הטיס, שם הטייס משתמש בקשר החזותי בין אפו של המטוס לבין האופק לשליטה במטוס. טייס יכול גם לשמור על נטייתו המרחבית על ידי התייחסות לאופק.

כל הזכות שמורת - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

עקמומיות



בגלל השבירה האטמוספרית המרחק לאופק הנראה לעין רחוק יותר מהמרחק על בסיס חישוב גיאומטרי פשוט.



כל הוספת שמורות - נר בדנשטיין - שמאות מקרקעין

עקמומיות



אם פני הקרקע, או המים, קרים יותר מהאוויר שמעליה, נוצרת שכבה של אוויר קר וצפוף קרוב לפני השטח, הגורמת לשבירת האור כלפי מטה, לכן, האור מסתובב באזור עקמומיות כדור הארץ. ההפך קורה אם האדמה חמה יותר מהאוויר שמעליו, כמו שקורה לעתים קרובות במדבריות, בהם נוצרת תופעה של תעתועים.

כל הוספת שמורות - נר בדנשטיין - שמאות מקרקעין

עקמומיות



$$\Delta h = \frac{d^2}{2R}$$

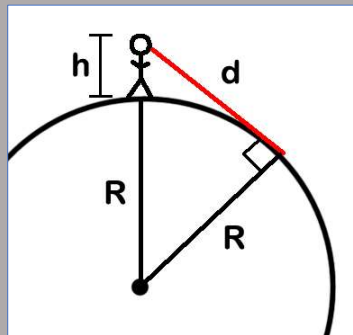
d = מרחק לאופק
 h = גובה הצופה מעל פני הים
 Δh = הפרש הגבהים
 R = רדיוס כדור הארץ (6,371 ק"מ)

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

עקמומיות



מהו מרחק האופק הנראה עבור אדם בגובה 170 ס"מ בהנחת רדיוס כדור הארץ 6370 ק"מ?



כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

עקמומיות



עבור מתבונן העומד על האדמה עם $h = 1.70$ מטר,
האופק הוא במרחק של 4.65 ק"מ.

כל הזכויות שמורות - ניר בדנשטיין - שמאות מקרקעין

דוגמא



מהו מרחק האופק הנראה עבור אדם בגובה 170
ס"מ בהנחת רדיוס כדור הארץ 6370 ק"מ:
א- העומד על פסגת האוורסט 8,848 מ'
ב- טייס בגובה 2.100 ק"מ?

כל הזכויות שמורות - ניר בדנשטיין - שמאות מקרקעין

פתרון

א- 335.77 ק"מ.

ב- 163.63 ק"מ. (163.57 ק"מ ללא גובה האדם)

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

שאלה

נקודות A ו- B מסומנות בשטח. השטח ביניהן הוא בעל שיפוע אחיד. להלן הקואורדינטות והגבהים של שתי הנקודות:

	X	Y	H
A	563,000	285,000	125
B	603,000	315,000	325

בדוק על ידי חישוב, אם יש קו ראייה בין שתי הנקודות. לצורך החישוב הנח כי רדיוס הארץ 6,370 ק"מ.

כל הזכויות שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



תשובה

d	50,000	מ'
R	6,370	ק"מ
Δh	196.23	מ'
$H_B - H_A$	3.77	מ'

כל הוספת שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



שאלה

נקודות 1A - B מסומנות בשטח. השטח ביניהן הוא בעל שיפוע אחיד. להלן הקואורדינטות והגבהים של שתי הנקודות:

	X	Y	H
A	573,000	285,000	125
B	592,000	294,000	163

בדוק על ידי חישוב, אם יש קו ראייה בין שתי הנקודות. לצורך החישוב הנח כי רדיוס הארץ 6,370 ק"מ.

כל הוספת שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



תשובה

d	21,024	מ'
R	6,370	ק"מ
Δh	34.69	מ'
$H_B - H_A$	3.31	מ'

כל הוספת שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



שאלה

נקודות 1A - B מסומנות בשטח. השטח ביניהן הוא בעל שיפוע אחיד. להלן הקואורדינטות והגבהים של שתי הנקודות:

	X	Y	H
A	462,000	292,000	125
B	488,000	294,000	181

בדוק על ידי חישוב, אם יש קו ראייה בין שתי הנקודות. לצורך החישוב הנח כי רדיוס הארץ 6,370 ק"מ.

כל הוספת שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

תשובה

בודנשטיין ושות'
שמאי מקרקעין



d	26,077	מ'
R	6,370	ק"מ
Δh	53.38	מ'
HB-HA	2.62	מ'

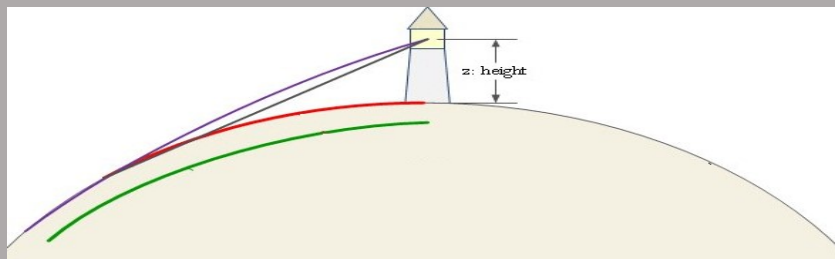
כל הוספת שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

השפעת השבירה האטמוספירית

בודנשטיין ושות'
שמאי מקרקעין



אם כדור הארץ היה עולם חסר אוויר כמו הירח, החישובים לעיל היו מדויקים. אבל לא כך הדבר, לכדור הארץ יש אטמוספירה של אוויר, שצפיפותה ומדד השבירה שלה משתנים במידה ניכרת בהתאם לטמפרטורה ולחץ.



כל הוספת שמורות - ניר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

השפעת השבירה האטמוספרית



בדרך כלל צפיפות האוויר מעל פני כדור הארץ גדולה יותר מצפיפותו בגבהים גדולים יותר. מה שגורם לאינדקס השבירה שלו להשתנות בגבהים השונים. הדבר הופך את המרחק לאופק בפועל לגדול יותר מאשר המרחק המחושב עם נוסחאות גיאומטריות.

כל הזמנית שמורות - נר בדנשטיין - שמאות מקרקעין

השפעת השבירה האטמוספרית



ומכאן הקירוב הנדרש הוא:

$$h = \frac{d^2}{2RK}$$

K = מקדם שבירה (רפרקציה)

מקדם הרפרקציה בכדור הארץ הוא בתחום שבין 0-1, בישראל הוא נמצא בטווח שבין 0.83-0.87.

כל הזמנית שמורות - נר בדנשטיין - שמאות מקרקעין

שאלה

נקודות A - B מסומנות בשטח. השטח ביניהן הוא בעל שיפוע אחיד. להלן הקואורדינטות והגבהים של שתי הנקודות:

	X	Y	H
A	736,000	185,000	125
B	722,000	184,000	148

בדוק על ידי חישוב, אם יש קו ראייה בין שתי הנקודות. לצורך החישוב הנח כי רדיוס הארץ 6,370 ק"מ וכי מקדם הרפרקציה 0.87.

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין

תשובה

K	0.87	
d	14,036	מ'
R	6370	ק"מ
Δh	17.77	מ'
HB-HA	5.23	מ'

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



שאלה

נקודות A - B מסומנות בשטח. השטח ביניהן הוא בעל שיפוע אחיד. להלן הקואורדינטות והגבהים של שתי הנקודות:

	X	Y	H
A	522,000	281,000	130
B	533,000	294,000	155

בדוק על ידי חישוב, אם יש קו ראייה בין שתי הנקודות. לצורך החישוב הנח כי רדיוס הארץ 6,370 ק"מ וכי מקדם הרפרקציה 0.87.

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין



תשובה

K	0.87	
d	17,029	מ'
R	6370	ק"מ
Δh	26.16	מ'
HB-HA	1.16-	מ'

כל הוספת שמורות - נר בודנשטיין - שמאות מקרקעין