

שבט תשס"ט  
פברואר 2009

תוספת הנחיות טכניות של המנהל לתקנה 55 (א), (2) לתקנות המודדים (מדידות ומיפוי),  
התשנ"ח-1998

## **הנחיות טכניות של המנהל למדידת נקודות גבול ופרטים באמצעות Private-RTK (1/2009)**

הנחיות אלו באות לאפשר את השימוש ב Private-GPS-RTK למדידת מקומם האופקי של נקודות גבול ופרטים. הנחיות אלו נלוות לתקנות המודדים (מדידות ומיפוי) התשנ"ח 1998 ומהוות תוספת לקובצי ההנחיות הקיימים. הנחיות אלה מחליפות את הנחיות המנהל (5/2004) ומבטלות אותן.

### **כללי**

במסגרת הנחיות אלו העבודה ב- GPS-RTK אפשרית תוך הצבת מקלט הבסיס (Base) במשך העבודה על נקודה בקרה מרשת ישראל 2005 (IG05) ממנה משודרים תיקונים עבור מקלט נייד (Rover). המקלט הנייד משמש למדידת נקודות גבול ופרטים. שימוש בקואורדינטות הרשמיות של הנקודה עליה מוצב מקלט הבסיס ובהתמרה מרחבית של שבעה פרמטרים רשמיים מאפשר לקבל את הקואורדינטות של המקלט הנייד ברשת ישראל 2005 בזמן אמת.

### **עבודת השדה**

עבודת השדה תתבצע תוך התייחסות להמלצות היצרן בדבר הגדרות מקלט הבסיס והמקלט הנייד.

#### **מקלט בסיס -**

יש להציב את מקלט הבסיס על חצובה בצורה קבועה ויציבה מעל נקודת בקרה מרשת ישראל 2005 עם ערכים ידועים ומאושרים על ידי מפ"י (ראה הערה בהמשך).

#### **מקלט נייד -**

אנטנת מקלט ה-GPS הנייד המוצבת על נקודת גבול חדשה או על פרט המוגדר היטב תיוצב באמצעות מיתקן ייצוב בצורה יציבה וקבועה במשך כל זמן המדידה. גובה האנטנה מעל לנקודה לא יעלה על 2.5 מטרים. יש למדוד את גובה האנטנה, על פי הנחיות היצרן בהתאם לסוג האנטנה, באופן מדויק ומבוקר. יש לוודא שפלס מוט האנטנה הניידת מכויל לדיוק הצבה טוב מ-3 מ"מ. מומלץ לעבוד עם מוט אנטנה שגובהו אינו ניתן לשינוי.

מדידה תתבצע בקצב מדידה של אחת לשנייה. מדידה תתבצע רק כאשר מושג פתרון מסוג Fixed. השגיאה הריבועית הבינונית של מדידת נקודת גבול או פרט ביחס למקלט הבסיס תהייה קטנה מ- 3 ס"מ במישור האופקי ומ- 5 ס"מ במישור האנכי. יש להכניס למחשב הבקרה (controller) ערכים אלו ( 3 ס"מ ו-5 ס"מ), או נמוכים מהם, כערכי סף. כך ייקבע פתרון מסוג Fixed (בנוסף להגדרות היצרן) רק עבור מדידות אשר שגיאתן הריבועית קטנה מערכי הסף.

כדי לבדוק את תקינות המערכת, את איכות ההצבה, את ההגדרות ואת נתוני ההתמרה, יש למדוד לפחות נקודת בקרה אחת (להלן נקודת ביקורת), בעלת קואורדינטות ידועות ומאושרות ע"י המרכז למיפוי ישראל, עם כל אתחול של המערכת (הדלקה מחדש של תחנת הבסיס ו/או של התחנה הניידת). כאשר משך זמן העבודה מרגע האתחול נמשך שעות רבות, מומלץ למדוד נקודה לביקורת גם בסוף יום העבודה (למען הסר ספק, על נקודת הביקורת להיות שונה מהנקודה בה מוצב מקלט הבסיס).

על נקודת הביקורת להיות במרחק שאינו עולה על 10 ק"מ מכל אחת מהנקודות החדשות הנמדדות, ובעלת ערכים ב- IG05 (ראה הערה בהמשך). ההפרש בין הקואורדינטות המדודות לקואורדינטות הידועות של נקודת הביקורת לא יעלה על 5 ס"מ (שורש סכום ריבועי הפרשי הקואורדינטות:

$$5_{cm} \geq \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$
 אם ההפרש גדול מהמותר מומלץ לא להמשיך בעבודה עד לברור סיבת ההפרש ותיקונו.

המרחק המרבי המותר של נקודה מדודה ממקלט הבסיס יהיה תלוי בדרגת נקודת הבקרה עליה מוצב מקלט הבסיס בהתאם למפורט בטבלה מספר 1.

הערה: ניתן להשתמש כנקודות בסיס וכנקודות ביקורת בנקודות בקרה חדשות שקבע המודד (או מודד אחר) שטרם אושרו במפ"י, אך המודד עושה זאת על אחריותו (דהיינו, תנאי לאישור העבודה הוא אישור קודם של נקודות אלה).

במדידת נקודות גבול או פרטים המוגדרים היטב (פינות בניין, כאשר המדידה ב- GPS מתאפשרת, גדרות אבן וכדומה) משך זמן המדידה יהיה לפחות 4 שניות. התוצאה תורכב מממוצע התצפיות של לפחות ארבע תצפיות עוקבות. יש לשמור את המדידה רק כאשר היא עמדה בדרישות הדיוק שצוינו לעיל והוכנסו למערכת. עבודה בתנאים מגבילים (אזור עירוני צפוף, עצים וכו') מחייבת זמן מדידה ארוך יותר.

במדידת נקודות אחרות (שאינן מוגדרות היטב ולא ניתן לבקר אותן) ניתן להסתפק במדידה של שתי מדידות עוקבות העומדות בקריטריון הדיוק.

טבלה מספר 1 – המרחק המרבי המותר בקילומטרים של נקודה מדודה ממקלט הבסיס.

| מרחק מרבי בק"מ<br>ממקלט הבסיס | דרגת נקודות הבקרה<br>עליה מוצב מקלט<br>הבסיס |
|-------------------------------|--|
| 1                             | נקודת צלעון עזר                              |
| 2                             | נקודת עזר לפי הנחיות<br>(3/2007)             |
| 3                             | 7 או S2 (*)                                  |
| 5                             | 6 או S1 (*)                                  |
| 10                            | 5, G1 או G2 (*)                              |

(\*) כמוגדר כיום בטיטת התקנות החדשות של רשת הבקרה ("פרק ג': בקרה גאודטית"). ראה הערה לעניין זה בהנחיות הטכניות של המנהל (1/2007).

#### מדידות ביקורת

יש למדוד את כל נקודות הגבול ו- 20% מהפרטים המוגדרים היטב (בפיזור אקראי), פעמיים לפחות בהפרש זמן של 30 דקות לפחות משתי תחנות בסיס שונות (ניתן שאחת הפעמים בה נמדדות הנקודות תתבצע באמצעות MAPI-RTK או בשיטה קוטבית). כמו כן יש למדוד לביקורת בצורה בלתי תלויה לפחות 20% של המרחקים בין נקודות גבול סמוכות, בפיזור אקראי על כל שטח המדידה.

אם נעשה שימוש בתחנת בסיס קבועה שקיבלה את אישור מפ"י בדרגה 5 או G2, יש לבצע את מדידות הביקורת כמופיע בהנחיות הטכניות של המנהל למדידת נקודות גבול ופרטים באמצעות MAPI-RTK (4/2007).

אם המדידה ב-GPS מאפשרת מדידת מבנים יש למדוד לפחות שלוש פינות ראשיות של המבנה, וכן למדוד לביקורת לפחות 25% של המרחקים בין הפינות הסמוכות של המבנה ולציינם במפה. אם נעשה שימוש במוט אנטנה שאורכו בר שינוי (מוט טלסקופי) יש לקבוע גובה אנטנה שונה במדידת הביקורת. ההפרש בין גובהי האנטנה במערכות השונות לא יפחת מ-5 ס"מ.

#### הטיפול בתוצאות הביקורת

ההפרש המותר בין מקום הנקודות שנמדדו בשתי מערכות זמן שונות הוא 5 ס"מ. במקרה שההפרש אינו עולה על המותר, קואורדינטות הנקודה ייקבעו כממוצע חשבוני פשוט של שתי המדידות. אם ההפרש עולה על המותר ביותר מ-10% של הנקודות שנמדדו, יש למדוד פעם נוספת את כל נקודות הגבול והפרטים. אם ההפרש עולה על המותר בפחות מ-10% של הנקודות שנמדדו יש למדוד מחדש את נקודות הגבול והפרטים המעורבים עד לקבלת תוצאות העומדות בדרישות הדיוק.



אם ההפרש בין המרחק המחושב מקואורדינטות למרחק שנמדד לביקורת עולה על 5 ס"מ ביותר מ-10% של המרחקים שנמדדו יש למדוד פעם נוספת את כל נקודות הגבול והפרטים. אם ההפרש בין המרחק המחושב מקואורדינטות למרחק שנמדד לביקורת עולה על 5 ס"מ בפחות מ-10% של המרחקים שנמדדו יש למדוד מחדש את נקודות הגבול המעורבות עד לקבלת תוצאות העומדות בדרישות הדיוק.

### חומר להגשה

יש לצרף לכל עבודה סיכום הכולל את הפרטים הבאים:

1. שם יצרן מקלט ה-GPS, דגם המקלט, דגם האנטנה וכל ציוד עזר נלווה (ב-"טופס 1").
2. תוצאות מדידת הביקורת של נקודות הבקרה בכל פעם בה נמדדה נקודת בקרה.
3. רשימה הכוללת את זמני המדידה וגובהי אנטנה עבור כל מערכת מדידה.
4. רשימת קואורדינטות של כל הנקודות המדודות ברשת ישראל 2005 והערכות השגיאות שלהן (rms) עבור כל מערכת מדידה.
5. רשימת ההפרשים שהתקבלו בין שתי מדידות של נקודות זהות.
6. רשימת קואורדינטות סופיות של נקודות הגבול והפרטים.
7. קובץ המדידות הגולמי בפורמט המקור ובפורמט RINEX.
8. קובץ נתונים גולמי (raw data) המכיל את רשימת הקואורדינטות  $\lambda$ ,  $\phi$  ו- $h$  במערכת IGD05 (או  $X, Y, Z$ ) של הנקודות המדודות עבור כל זמן מדידה (epoch).

ד"ר חיים סרברו

מנכ"ל המרכז למיפוי ישראל