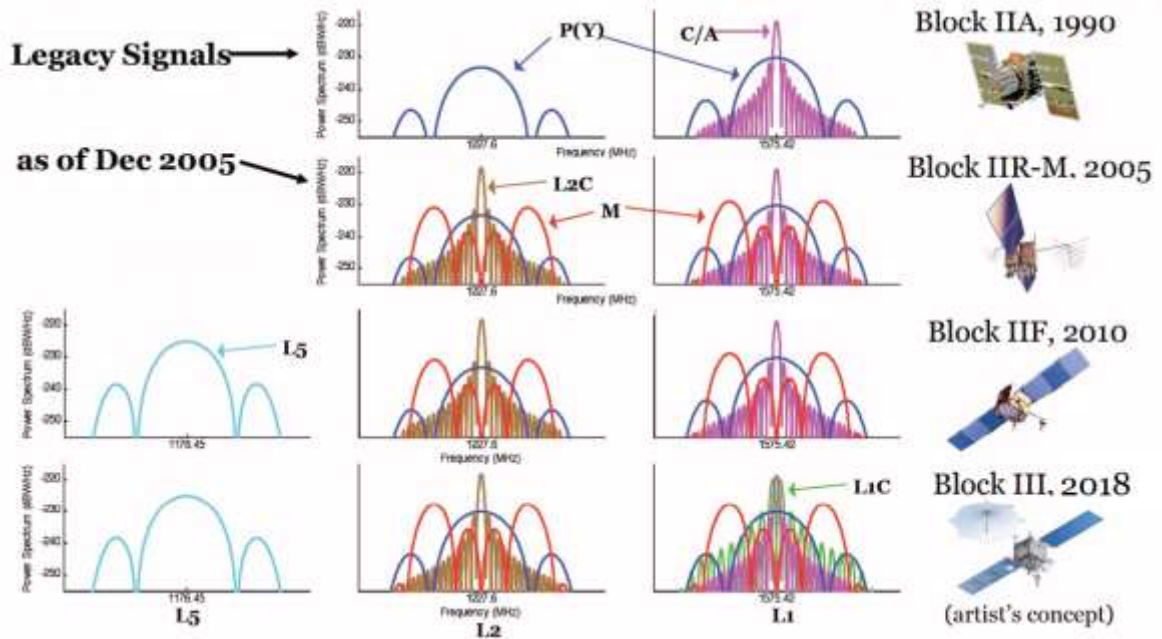




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ – ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΑΘΕΡΩΝ
ΣΤΑΘΜΩΝ. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΛΥΣΗΣ
ΜΕ RINEX2 & RINEX3.



Σταυρούλα Κατσαφάδου

Διπλωματική Εργασία

Επιβλέπων:

Πανταζής Γεώργιος

Αθήνα Μάρτιος 2021



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ –
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

**ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΑΘΕΡΩΝ
ΣΤΑΘΜΩΝ. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΛΥΣΗΣ
ΜΕ RINEX2 & RINEX3.**

Διπλωματική Εργασία

της

Σταυρούλας Κατσαφάδου

Επιβλέπων:

Πανταζής Γεώργιος

Καθηγήτης ΕΜΠ

τριμελή εξεταστική επιτροπή:

(Υπογραφή)
..Γ. Πανταζής...
..Καθηγητής.....
..Σ.Α.Τ.Μ...Μ.Γ..
.....

(Υπογραφή)
.....Μ. Τσακίρη.....
..Καθηγήτρια.....
... Σ.Α.Τ.Μ...Μ.Γ...
.....

(Υπογραφή)
.....Ο. Αραμπατζή...
Επίκουρη...Καθηγήτρια..
.....Σ.Α.Τ.Μ....Μ.Γ....
.....

Αθήνα Μάρτιος 2021

(Υπογραφή)

.....

ΚΑΤΣΑΦΑΔΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ

Διπλωματούχος Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Copyright © Σταυρούλα Κατσαφάδου, 2021

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν στη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τη συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Εν κατακλείδι ερχόμενη στο τέλος της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον πλέον συνταξιούχο Ομότιμο Καθηγητή κ. Δημήτριο Παραδείση. Ο κύριος Παραδείσης, με την διδασκαλία του και με την προθυμία του να επιλύει κάθε απορία που παρουσιάστηκε κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, με έκανε να εκτιμήσω και να μάθω στο μέγιστο των δυνατοτήτων μου τη δορυφορική γεωδαισία. Παράλληλα νοιώθω ευγνώμων απέναντί του για την ανάθεση ενός τόσο ενδιαφέροντος θέματος. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Γεώργιο Πανταζή Καθηγητή της ΣΑΤΜ-ΜΓ για τη σημαντική βοήθεια του στη σύνταξη και αποπεράτωση αυτής της εργασίας.

Παράλληλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο Διδάκτορα της ΣΑΤΜ-ΜΓ κ. Ξάνθο Παπανικολάου για την έμπρακτη βοήθειά του στην εκμάθηση του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε, αλλά και για τον καταλυτικό του ρόλο στην επιλογή του θέματος και στην επίλυση των προβλημάτων που αντιμετώπισα σε όλα τα στάδια της εργασίας μου, μαθαίνοντας ένα τόσο περίπλοκο πρόγραμμα. Ταυτόχρονα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Ιορδάνη Γαλάνη, μέλος ΕΤΕΠ της ΣΑΤΜ-ΜΓ για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε.

Εν τέλει το πιο μεγάλο ευχαριστώ θα το εκφράσω στους γονείς μου για τη στήριξη που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την αδερφή μου για όλες τις σελίδες εργασιών, όλα αυτά τα χρόνια και κυρίως της διπλωματικής μου εργασίας που διάβασε για να μου προσφέρει την γνώμη της και να επιμεληθεί του κειμένου μου.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω το στενό φιλικό και το συναδελφικό περιβάλλον για την ψυχολογική υποστήριξη, για τις όλες αυτές τις ώρες ομαδικού διαβάσματος σε καφετέριες, σπίτια, στη σχολή και στη βιβλιοθήκη για την αποπεράτωση των προπτυχιακών εργασιών και εξετάσεων.

Κατσαφάδου Σταυρούλα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Την τελευταία εικοσαετία η χρήση του δορυφορικού εντοπισμού έχει γίνει καθημερινή, από την απλή χρήση του δορυφορικού εντοπισμού στα κινητά τηλέφωνα για την πλοήγηση έως τις χρήσεις επιστημονικού ενδιαφέροντος με υψηλές απαιτήσεις ακριβείας. Σε μεγάλο βαθμό η χρήση του GNSS – **Global Navigation Satellite Systems** - έχει υποκαταστήσει τις κλασσικές μεθόδους γεωδαισίας, κατά κύριο λόγο επειδή είναι γρηγορότερη ως διαδικασία και απαιτεί λιγότερο εξοπλισμό. Τα παγκόσμια δορυφορικά συστήματα πλοήγησης που αποτελούν το GNSS είναι το GPS, -Global Navigation Satellite System-, το ρωσικό σύστημα GLONASS, το αντίστοιχο ευρωπαϊκό Galileo, τα κινεζικά συστήματα BEIDOU/ Compass, το ινδικό NAVIS και τέλος το ιαπωνικό σύστημα QZSS.

Το GPS είναι το αμερικάνικο δορυφορικό σύστημα εντοπισμού και είναι το πρώτο ιστορικά από τα δορυφορικά συστήματα. Το έργο του GPS ξεκίνησε τη δεκαετία του 70 με τον πρώτο δορυφόρο που τέθηκε σε τροχιά το 1978 και μέχρι το 1993 είχε συνταχθεί ο ολοκληρωμένος στόλος των εικοσιτεσσάρων δορυφόρων που απαρτίζουν το GPS. Οι πρώτες γενεές δορυφόρων είχαν δύο συχνότητες την L1 και την L2. Με την εμφάνιση των άλλων συστημάτων αλλά και την εξέλιξη της τεχνολογίας το GPS ήταν απαραίτητο να εκσυγχρονιστεί, έτσι στο πλαίσιο του προγράμματος εκσυγχρονισμού το 2005 με τη γενιά των δορυφόρων Block IIR-M στην L2 εισήλθε ο αστικός κώδικας LC2 και ο στρατιωτικός κώδικας M στην L2. Το 2010 με το Block IIF εισέρχεται ο επαναστατικός πολιτικός κώδικας L5 και τέλος το 2018 με τη γενιά των δορυφόρων III εισέρχεται ο LC1.

Καθώς το GPS εκσυγχρονίζεται, συνεχώς δημιουργούνται νέες συχνότητες και παράλληλα ο χρήστης χρησιμοποιεί και άλλα συστήματα εντοπισμού – GNSS - όπως το GLONASS, δημιουργώντας έτσι προβλήματα τόσο στον συγκερασμό μετρήσεων από διαφορετικά συστήματα, όσο και στο συνδυασμό συχνοτήτων από το ίδιο σύστημα. Αυτό είναι και το αντικείμενο της εργασίας. Συγκεκριμένα η εργασία αφορά τις επιπτώσεις στην ακρίβεια των επιλύσεων, όταν χρησιμοποιούνται δύο η LC2 και η P για την διαμόρφωση του σήματος της L2.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	i
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	v
ΕΙΚΟΝΕΣ	vii
ΠΙΝΑΚΕΣ	viii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	x
ABSTRACT	xi
1. Η ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑ ΣΗΜΕΡΑ	xiii
1.1 ΓΕΝΙΚΑ	ii
1.2 Παγκόσμια Δορυφορικά συστήματα Πλοήγησης GNSS	2
1.3 Μέθοδοι Μέτρησης	4
1.4 Μέθοδοι εντοπισμού	5
1.5 Πηγές σφαλμάτων	6
1.6 Η μορφή αρχείων RINEX 2 και RINEX 3	8
1.7 L5-LC2-QUARTER CYCLE ISSUE	14
2. EUREF-BERNESSE	17
2.1 EUREF	17
2.2 ΣΤΑΘΕΡΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	21

2.3	Το λογισμικό BERNESE GNSS Solution.....	29
2.4	Σύστημα υλοποίησης	30
2.5	VIENNA MAPPING FUCTION- GLOBAL MAPPING FUCTION.....	31
3.	ΔΕΔΟΜΕΝΑ- ΕΠΙΛΥΣΗ.....	31
3.1	Αρχεία δεδομένων	31
3.2	ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ.....	36
4.	ΕΠΙΛΥΣΗ RINEX2	48
4.1	IF INDICATED.....	49
4.2	ALWAYS	51
4.3	NEVER.....	52
5.	ΕΠΙΛΥΣΗ RINEX3	53
5.1	IF INDICATED.....	53
5.2	ALWAYS	55
5.3	NEVER.....	56
6.	ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	57
6.1	Στοιχεία και ταχύτητες Σταθμών.....	58
7.	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΛΥΣΕΩΝ	60
7.1	ΣΥΚΡΙΣΗ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ..... Error! Bookmark not defined.	
7.2	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	71
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	73

ΙΣΤΟΓΡΑΦΙΑ	75
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	77
8. ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ	77

ΕΙΚΟΝΕΣ

<i>ΕΙΚΟΝΑ 1.1.1 ΤΡΟΧΙΑΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΩΝ GNSS.....</i>	<i>2</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 1.2.1 Η ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΣΗΜΑΤΩΝ GNSS</i>	<i>3</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 1.6.1-ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΩΝ RINEX</i>	<i>9</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 1.6.2- ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ RINEX 2.11</i>	<i>10</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 1.6.3-ΚΩΔΙΚΟΣ ΥΓΕΙΑΣ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ.....</i>	<i>10</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 1.6.4-ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ RINEX 2.11.....</i>	<i>11</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 1.6.5-ΚΩΔΙΚΟΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ RINEX 3</i>	<i>12</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 1.6.6-ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ RINEX 3.03</i>	<i>13</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 1.6.7-ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ RINEX 3.03.....</i>	<i>14</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 1.7.1- ΕΞΗΓΗΣΗ ΣΗΜΑΤΟΣ LC2.....</i>	<i>15</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 1.7.2-ΕΞΗΓΗΣΗ ΔΟΜΗΣ ΣΤΟ ΚΥΜΑ ΤΟΥ L2C ΚΑΙ Ρ ΚΩΔΙΚΑ.....</i>	<i>16</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.1.1- ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΑΘΜΩΝ IGS.....</i>	<i>18</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.1.2- ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΕΡΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</i>	<i>21</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.2.1 ΔΙΚΤΥΟ ΕΠΙΛΥΣΗΣ</i>	<i>22</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.2.2</i>	<i>23</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.2.3.....</i>	<i>23</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.2.4</i>	<i>24</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.2.5</i>	<i>24</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.2.6.....</i>	<i>25</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.2.7.....</i>	<i>26</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.2.8.....</i>	<i>26</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.2.9.....</i>	<i>27</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.2.10</i>	<i>28</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.2.11</i>	<i>28</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2.2.12</i>	<i>29</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 3.1.1 GPS ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ.....</i>	<i>32</i>
<i>ΕΙΚΟΝΑ 3.1.2.....</i>	<i>35</i>

<i>ΕΙΚΟΝΑ 3.1.3</i>	36
<i>ΕΙΚΟΝΑ 3.2.1- ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΒΑΣΕΩΝ</i>	37
<i>ΕΙΚΟΝΑ 3.2.2-ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ CAMPAIGN</i>	38
<i>ΕΙΚΟΝΑ 3.2.3 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΤΡΟΧΙΩΝ</i>	38
<i>ΕΙΚΟΝΑ 3.2.4- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ RINEX</i>	39
<i>ΕΙΚΟΝΑ 3.2.5 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ</i>	42
<i>ΕΙΚΟΝΑ 3.2.6- ΒΑΣΙΚΟΙ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΑΣΑΦΕΙΩΝ ΠΟΥ</i> <i>ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΕΙ ΤΟ BERNESSE</i>	44
<i>ΕΙΚΟΝΑ 3.2.7-ΕΠΙΛΟΓΕΣ QIF</i>	45
<i>ΕΙΚΟΝΑ 3.2.8~ ΕΠΙΛΟΓΕΣ QIF</i>	46
<i>ΕΙΚΟΝΑ 3.2.9 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΡΧΕΙΟΥ ΑΣΑΦΕΙΩΝ</i>	47

ΠΙΝΑΚΕΣ

<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 4-1- ΟΝΟΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΗ ΒΑΣΕΩΝ</i>	49
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 4-2-ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΑΣΑΦΕΙΩΝ RINEX2,11 ME</i> <i>IF INDICATED</i>	50
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 4-3 ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΑΣΑΦΕΙΩΝ RINEX2,11 ME</i> <i>IF INDICATED</i>	50
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 4-4 ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΑΣΑΦΕΙΩΝ RINEX2,11 ME</i> <i>ALWAYS</i>	51
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 4-5 ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΑΣΑΦΕΙΩΝ RINEX2,11 ME</i> <i>ALWAYS</i>	51
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 4-6 ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΑΣΑΦΕΙΩΝ RINEX2,11 ME</i> <i>NEVER</i>	52
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 4-7 ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΑΣΑΦΕΙΩΝ RINEX2,11 ME</i> <i>NEVER</i>	52
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 5-1 ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΑΣΑΦΕΙΩΝ RINEX3.03 ME</i> <i>IF INDICATED</i>	54
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 5-2 ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΑΣΑΦΕΙΩΝ RINEX3.03 ME</i> <i>IF INDICATED</i>	54
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 5-3 ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΑΣΑΦΕΙΩΝ RINEX3.03 ME</i> <i>ALWAYS</i>	55
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 5-4 ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΑΣΑΦΕΙΩΝ RINEX3.03 ME</i> <i>ALWAYS</i>	55

<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 5-5 ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΑΣΑΦΕΙΩΝ RINEX3.03 ΜΕ NEVER.....</i>	<i>56</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 5-6 ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΑΣΑΦΕΙΩΝ RINEX3.03 ΜΕ NEVER.....</i>	<i>57</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 6-1-ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕ ΤΟ</i>	<i>58</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 6-2-ΔΤ ΓΙΑ ΗΜΕΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ</i>	<i>59</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 9-1 ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ RINEX2 IF INDICATED</i>	<i>77</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 9-2 ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ RINEX2 IF INDICATED</i>	<i>78</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 9-3 ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ RINEX2 ALWAYS.....</i>	<i>79</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 9-4 ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ RINEX2 ALWAYS.....</i>	<i>80</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 9-5 ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ RINEX2 NEVER</i>	<i>81</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 9-6 ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ RINEX2 NEVER</i>	<i>82</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 9-7 ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ RINEX3 IF INDICATED</i>	<i>83</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 9-8- ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ RINEX3 IF INDICATED</i>	<i>84</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 9-9 ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ RINEX3 ALWAYS.....</i>	<i>85</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 9-10 ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ RINEX3 ALWAYS.....</i>	<i>86</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 9-11 ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ RINEX3 NEVER</i>	<i>87</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 9-12 ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ RINEX3 NEVER</i>	<i>88</i>

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο τη συγκριτική αξιολόγηση της επίλυσης ενός τρισδιάστατου δικτύου σταθερών σταθμών GNSS με τη χρήση μορφότυπων αποθήκευσης αρχείων Rinex2.11 και Rinex3.03, καθώς και διαφορετικού αλγόριθμου επίλυσης ασαφειών με σκοπό την εκτίμηση του Quarter Cycle Issue στις δορυφορικές μετρήσεις.

Η εργασία αποτελείται από επτά κεφάλαια των οποίων το περιεχόμενο παρουσιάζεται συνοπτικά ως εξής:

- **Στο πρώτο κεφάλαιο** αναλύεται η βασική θεωρία της Δορυφορικής Γεωδαισίας που χρειάζεται κάποιος για να κατανοήσει το θεωρητικό υπόβαθρο αυτής της εργασίας. Συγκεκριμένα αναλύονται διεξοδικά οι μορφές Rinex2.11 και Rinex3.03 καθώς και το σφάλμα Quarter Cycle Issue.
- **Στο δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα σημαντικότερα δίκτυα σταθερών επίγειων σταθμών GNSS, όπως το Euref. Επίσης παρουσιάζεται το λογισμικό Bernese GNSS Solution 5.2 το οποίο χρησιμοποιείται για την εκπόνηση αυτή της εργασίας. Παράλληλα παρουσιάζεται συνοπτικά το σύστημα αναφοράς ITRF14 και η συνάρτηση απεικόνισης τροπόσφαιρας Vienna Mapping Function.
- **Στο τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται αναλυτικά τα αρχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ίδρυση και επίλυση του δικτύου και όλα τα στάδια επεξεργασίας για την επίλυση του δικτύου και για τους έξι τρόπους επίλυσης που ακολουθήθηκαν.
- **Στο τέταρτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της επίλυσης των ασαφειών φάσης με τη χρήση Rinex2.11 τόσο για τη επιλογή του αλγόριθμου επίλυσης ασαφειών if indicated, όσο για την never και τέλος την always.
- **Στο πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της επίλυσης των ασαφειών φάσης με τη χρήση Rinex3.03 τόσο για την μεθοδολογία if indicated, όσο για την never και τέλος την always.
- Στο **έκτο** κεφάλαιο γίνεται υλοποίηση των λύσεων στο σύστημα αναφοράς ITRF14 και παρουσιάζονται οι αντίστοιχες συντεταγμένες.
- Στο τελευταίο κεφάλαιο συγκεντρώνονται όλα τα αποτελέσματα και γίνεται σύγκριση αυτών. Τέλος παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της συνολικής διαδικασίας.

ABSTRACT

The present paper aims at the comparative evaluation of a three-dimensional geodetical network's solution which is compiled by permanent GNSS stations using Rinex2.11 and Rinex3.03 file storage formats, as well as with a different ambiguity algorithm for estimating the effect of Quarter Cycle Issue.

The paper consists of seven chapters, the content of which is summarized as follows:

- The **first** chapter analyzes the basic theory of Satellite Geodesy that one needs to understand the theoretical background of this paper. Specifically, the Rinex2.11 and Rinex3.03 formats as well as the Quarter Cycle Issue error are analyzed in detail.
- The **second** chapter presents the most important networks of permanent GNSS stations, such as EPN. Also presented is the Bernese GNSS Solution 5.2 software which is used to perform this task. At the same time, the ITRF14 reference system and the Vienna Mapping Function tropospheric delay modeling are briefly presented.
- The **third** chapter presents in detail the files used for the establishment and solution of the network and all the processing steps for the solution and the six solutions that were followed.
- The **fourth** chapter presents in detail the results of solving the phase ambiguities using Rinex2.11 with the if indicated QIF algorithm option, as well as for never and always options.
- The **fifth** chapter presents in detail the results of solving the phase ambiguities using Rinex3.03 with the if indicated QIF algorithm option, as well as for never and always options.
- In the **sixth** chapter presents the definition of the network in the ITRF14 reference system.
- In the last chapter all the results are collected and compared. Finally, the conclusions of the overall process are presented.

1. Η ΔΟΥΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑ ΣΗΜΕΡΑ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Δορυφορική γεωδαισία είναι ο κλάδος της Γεωδαισίας ο οποίος χρησιμοποιεί τους τεχνητούς δορυφόρους ως εργαλείο για τον προσδιορισμό της θέσης και άλλες παραμέτρους ενδιαφέροντος.

Η βασική θεωρητική αρχή του δορυφορικού εντοπισμού είναι απλή και στηρίζεται στην υπόθεση ότι γεωμετρικά για να εντοπισθεί ένα σημείο σε μία σφαίρα χρειάζονται τρεις κύκλοι. Η τομή των δύο κύκλων δίνει δύο λύσεις πάνω σε μία σφαίρα, ενώ ο τρίτος κύκλος προσδιορίζει ποια από αυτές είναι σωστή. Μία λύση για να θεωρηθεί ικανοποιητική πρέπει να μπορεί να υπολογιστεί και το αντίστοιχο σφάλμα αυτής οπότε χρειάζεται και ένας τέταρτος κύκλος (επιπλέον λύση του συστήματος) .

Συνεπώς αν είναι εφικτή η μέτρηση σε τέσσερις δορυφόρους είναι δυνατός και ο εντοπισμός ενός σημείου στην επιφάνεια της Γης που για γεωμετρικούς λόγους εδώ θεωρείται ως σφαίρα. Στην πραγματικότητα κάθε δορυφόρος εκτοξεύεται σε συγκεκριμένο τροχιακό επίπεδο πάνω από τη Γη και έχει ελλειπτική τροχιά γύρω από αυτή. Μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων καθιστά δυνατό τον υπολογισμό της απόστασης που απέχει από το σημείο μέτρησης – δηλαδή η λύση ενός κύκλου-. Έτσι μπορεί να εντοπισθεί η θέση οποιουδήποτε σημείου στη ΦΓΕ – Φυσική Γήινη επιφάνεια – με μόνη προϋπόθεση ο ανοικτός ορίζοντας, η θέαση τουλάχιστον τεσσάρων δορυφόρων και προφανώς η χρήση ενός δέκτη μετρήσεων. Υπάρχουν διάφορα παγκόσμια συστήματα δορυφόρων – **Global Navigation Satellite System** - που παρέχουν σήματα από το διάστημα που μεταδίδουν δεδομένα θέσης και χρονισμού σε δέκτες.

Τα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς, υλοποιούνται με την εγκατάσταση και μέτρηση ενός δικτύου επίγειων μόνιμων σταθμών, καθώς και τον υπολογισμό των συντεταγμένων και των ταχυτήτων των κορυφών τους επιφάνειας αναφοράς. Έτσι μετρούνται οι τροχιές (εφημερίδες) τους. Τα δορυφορικά συστήματα πλοήγησης των οποίων οι τεχνητοί δορυφόροι είναι κατανεμημένοι, έτσι ώστε να καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της γης, ονομάζονται παγκόσμια δορυφορικά συστήματα πλοήγησης (**Global Navigation Satellite Systems (GNSS)**).

Τα παγκόσμια δορυφορικά συστήματα πλοήγησης που αποτελούν το GNSS είναι το GPS -**Global Position System**, το GLONASS -**Global Navigation Satellite System**- το ρωσικό σύστημα, GALILEO το αντίστοιχο ευρωπαϊκό, BEIDOU/ COMPASS τα κινεζικά συστήματα, το ινδικό NAVIS και τέλος το ιαπωνικό σύστημα QZSS.



Εικόνα 1.1-1 Τροχιακά επίπεδα των GNSS

1.2 Παγκόσμια Δορυφορικά συστήματα Πλοήγησης GNSS

Το GPS αποτελεί το διαστημικό τμήμα με τους 31 δορυφόρους (Φεβρουάριος 2016), σε τροχιά και σε τέτοια διάταξη ώστε να γίνεται εφικτή η καλύτερη κάλυψη της Γης. Οι 24 εξ αυτών -μικρότερος αριθμός ώστε να καθίσταται το σύστημα λειτουργικό- είναι χωρισμένοι σε 6 τροχιακά επίπεδα - 4 έκαστο - με 55° κλίση ως προς το ισημερινό επίπεδο της Γης και 60° τα τροχιακά επίπεδα μεταξύ τους, με περίοδο πλήρους περιφοράς γύρω από την Γη $11\omega 58\lambda$ (μισή αστρική μέρα). Το ύψος της τροχιάς των δορυφόρων είναι στα 20200km και η πορεία τους είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε σε κάθε χρονική στιγμή να είναι ορατοί από οποιοδήποτε σημείο της επιφάνειας της Γης τουλάχιστον έξι δορυφόροι. Σχετικά με τον εξοπλισμό τους, φέρουν τέσσερα ατομικά χρονόμετρα υψηλής σταθερότητας για τη μέτρηση του χρόνου και τη παραγωγή σήματος [Παραδείσης Δ. 2000].

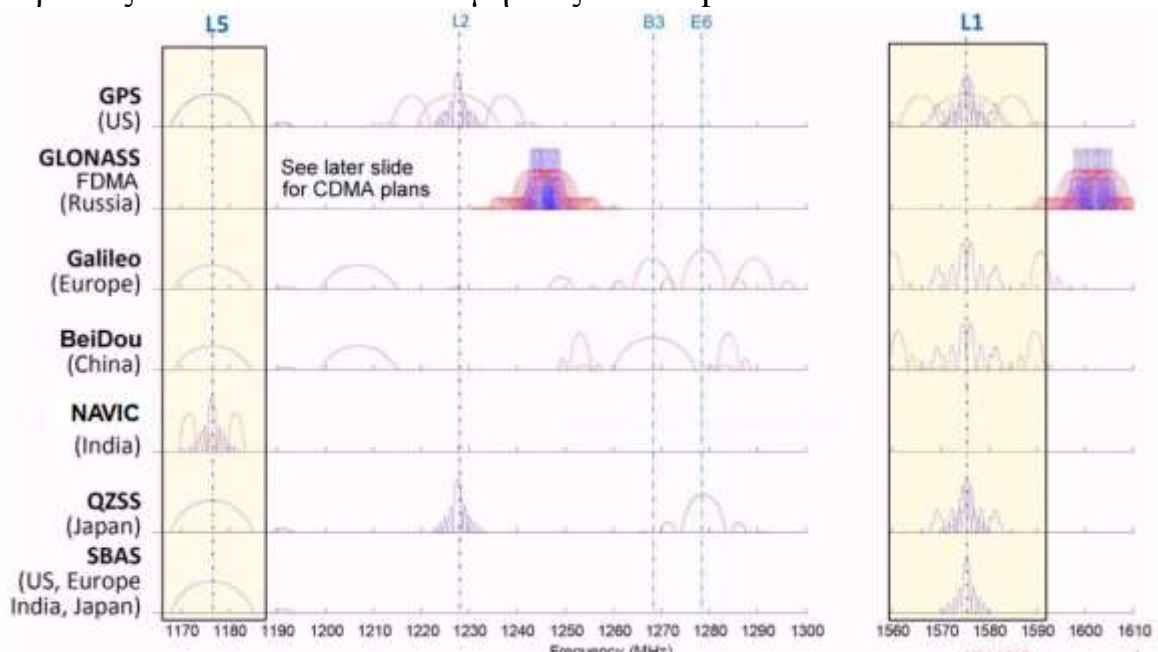
Το σύστημα αναφοράς που χρησιμοποιεί το GPS είναι το WGS84 ενώ οι δορυφόροι του εκπέμπουν στις φέρουσες συχνότητες $L1=1575.42$ MHz και $L2=1227.6$ MHz. Πάνω στους δορυφόρους αυτούς διαμορφώνονται οι κώδικες και το μήνυμα ναυσιπλοΐας. Οι κώδικες είναι δύο ο αστικός C/A και ο στρατιωτικός P. Στη συχνότητα $L1$ διαμορφώνεται ο κώδικας C/A και στην $L2$ στην διαμορφώνεται ο P - και πλέον ο LC2 στην $L2$. Κάθε δορυφόρος εκπέμπει διαφορετικό αρχέτυπο του κώδικα η τεχνική

αυτή είναι γνωστή σαν Πολλαπλή Πρόσβαση με Διαίρεση του Κώδικα (Code Division Multiple Access, CDMA).

Ένα επίσης βασικό δορυφορικό σύστημα είναι το ρωσικό **GLOBAL Navigation Satellite System**. Η ανάπτυξη του ξεκίνησε στη Σοβιετική Ένωση το 1976 και ολοκληρώθηκε το 2010 με συνολικά 24 δορυφόρους σε τροχία ύψους 19.100 χλμ., κλίση 64.8 μοίρες και περίοδο τροχιάς γύρω από την Γη 11 ώρες και 15 λεπτά.

Εν αντιθέσει με το GPS στο GLONASS κάθε δορυφόρος εκπέμπει σε διαφορετική συχνότητα και διακρίνεται από τον δέκτη από αυτήν. Για τη συχνότητα L1, χρησιμοποιούνται οι συχνότητες 1602 μέχρι 1615.5 MHz, με βήμα διαχωρισμού συχνότητας κάθε δορυφόρου τα 562.6 MHz, έτσι κάθε δορυφόρος εκπέμπει $L1OF=1602 + 0.5625 K$ (MHz), όπου K είναι ο δείκτης του καναλιού της συχνότητας του εκάστοτε δορυφόρου. Αντίστοιχα, για τη L2, το φάσμα συχνότητας της εκπομπής είναι 1246 μέχρι 1256.5 MHz, με βήμα διαφοροποίησης 437.5 MHz, έτσι $L2OF=1246 + 0.4375 K$ (MHz). Η τεχνική αυτή ονομάζεται Πολλαπλή Πρόσβαση με Διαίρεση Συχνότητας (Frequency Division Multiple Access, FDMA).

Στα φέροντα κύματα του συχνοτήτων του GLONASS χρησιμοποιούνται οι ανάλογοι κώδικες του GPS, ο αντίστοιχος P με διάρκεια 5.11 MHz και μήκους 5.11×10^6 chips και ένας αντίστοιχος του C/A κώδικας του οποίου η διάρκειας είναι 0.511 MHz και μήκους 511 chips.



Εικόνα 1.2-1 Η δομή των σημάτων GNSS

1.3 Μέθοδοι Μέτρησης

Όπως επεξηγήθηκε και παραπάνω οι δορυφόροι εκπέμπουν σε συγκεκριμένη συχνότητα στην οποία διαμορφώνεται ένας ή παραπάνω κώδικας. Συν επαγωγικά οι δυνατές μετρήσεις μέσω GNSS είναι μετρήσεις της φάσης του φέροντος κύματος και μετρήσεις κώδικα.

Στην θεωρία οι μετρήσεις κώδικα είναι πολύ απλές, κάθε δορυφόρος εκπέμπει ένα αρχέτυπο κώδικα ίδιο με αυτόν που εκπέμπει ο δέκτης, έτσι ο δέκτης μετρά τον χρόνο που χρειάζεται για να ταυτιστεί το αρχέτυπο του κώδικα που εκπέμπει με τον κώδικα που εκπέμπει ο δορυφόρος, εφόσον γνωρίζει το χρόνο που έκανε το σήμα να ταυτιστεί - το οποίο επειδή "φέρεται" πάνω σε κύμα, ταξιδεύει με την ταχύτητα του φωτός και μπορεί να υπολογίσει άμεσα το μήκος της απόστασης που διάνυσε το σήμα.

$$Dx = c * Dt \quad (1)$$

Όπως είναι προφανές το σημαντικότερο σφάλμα που υπεισέρχεται σε αυτές τις μετρήσεις είναι το σφάλμα των ρολογιών, δηλαδή η μη ταύτιση του χρόνου του δορυφόρου με αυτό του δέκτη, καθώς και τα σφάλματα που προκύπτουν από διαθλάσεις, ανακλάσεις, αντανάκλασεις και καθυστερήσεις στην μετάδοση του κύματος στην ατμόσφαιρα για αυτό και αυτή η απόσταση ονομάζεται ψευδοαπόσταση.

Ο άλλος τρόπος μέτρησης, ο οποίος επιφέρει την μεγαλύτερη ακρίβεια και έτσι ενδείκνυται για γεωδαιτικές μεθόδους υψηλής ακριβείας είναι οι μετρήσεις στο φέρον κύμα. Η βασική θεωρητική αρχή είναι η εξής: εφόσον είναι γνωστή η συχνότητα του φέροντος κύματος ο εκάστοτε δέκτης μπορεί να εντοπίσει με μεγάλη ακρίβεια σε ποιο σημείο του κύκλου βρίσκεται, αλλά όχι το ακέραιο πλήθος των κύκλων που έχει διανύσει το κύμα μέχρι εκείνη την στιγμή που εντοπίστηκε το κλάσμα του κύκλου. Έτσι εφόσον εντοπίσει και το πλήθος των ακεραίων κύκλων, αφού γνωρίζει το μήκος κύματος άμεσα υπολογίζεται και η απόσταση που διένυσε το σήμα.

Η μέτρηση αυτή ονομάζεται ασάφεια. Γνωρίζοντας ότι οι δορυφόροι έχουν περίοδο 12 ώρες, κάθε δορυφόρος έχει δύο ασάφειες την ημέρα, όμως υπάρχει περίπτωση απώλειας λήψης σήματος, έτσι ο δορυφόρος που θα "χάσει" το σήμα θα παρουσιάσει επιπλέον ασάφεια. Οι κύκλοι αυτοί ονομάζονται κύκλοι ολίσθησης (σφάλμα ολίσθησης). Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, γίνεται προσπάθεια να επιλυθούν οι ασάφειες σε ακεραίους όποτε είναι αυτό δυνατό. Σε διαφορετική περίπτωση οι απώλειες λύνονται σε πραγματικούς αριθμούς.

Ακολούθως παρουσιάζονται οι εξισώσεις παρατήρησης των μετρήσεων φάσης.

$$\psi_{Fk}^i(t) = \phi_{Fk}(t) - \phi_F^i(t - \tau_k^i) + n_{Fk}^i$$

όπου

$\psi_{Fk}^i(t)$ = είναι η μέτρηση της φάσης την εποχή t στη συχνότητα F

$\phi_{Fk}(t)$ = είναι η φάση που παράγεται από τον δέκτη σε χρόνο t

$\phi_F^i(t - \tau_k^i)$ = είναι η φάση που παράγεται από τον δορυφόρο σε χρόνο $t - \tau_k^i$

n_{Fk}^i = ακέραιος αριθμός κύκλων (αρχική ασάφεια)

Οι παράμετροι αβεβαιότητας φάσης στις αρχικές εξισώσεις παρατήρησης είναι ακέραιοι αριθμοί κύκλων. Δυστυχώς, οι παρατηρήσεις περιέχουν αρκετές πρόσθετες παραμέτρους, οι οποίες δεν μπορούν να διαχωριστούν χωρίς αμφιβολία, κάποιιοι από αυτούς είναι οι διορθώσεις των ρολογιών, η μετατόπιση αρχικής φάσης μεταξύ δέκτη και δορυφόρου, οι οποίες υπεισέρχονται στο ακέραιο μέρος των ασαφειών και έτσι επηρεάζεται η ακέραια τιμή αυτών. Κατά συνέπεια, το n_i δεν είναι πια ακέραιος. Συχνά είναι χρήσιμο να σχηματίζονται συγκεκριμένοι γραμμικοί συνδυασμοί της βασικής φάσης φορέα και/ή των μετρήσεων κώδικα, αφού αυτοί έχουν σημαντικά οφέλη. Συντίθενται οι γραμμικοί συνδυασμοί χρησιμοποιώντας είτε μηδενικές, είτε διπλές, ή τριπλές διαφορές μεταξύ δεκτών και δορυφόρων, με σκοπό την απαλοιφή τέτοιων σφαλμάτων.

1.4 Μέθοδοι εντοπισμού

Οι βασικοί διαχωρισμοί των μεθόδων εντοπισμού είναι δύο. Ο πρώτος αφορά στην κίνηση του δέκτη και ο δεύτερος στον τρόπο προσδιορισμού θέσης.

Ο πρώτος διαχωρίζει τις μεθόδους σε στατικές και κινηματικές. Ο **Στατικός εντοπισμός** αφορά στον προσδιορισμό της θέσης ενός δέκτη που είναι σταθερός καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων και ο **Κινηματικός εντοπισμός** αφορά σε ένα δέκτη που κινείται κατά τη διάρκεια των μετρήσεων καταγράφοντας μετρήσεις σε όλη τη διαδρομή του, είτε σε τυχαίες θέσεις είτε σε προκαθορισμένα σημεία.

Ο δεύτερος διαχωρισμός έχει να κάνει με το πλήθος των δεκτών. Όταν ο δέκτης είναι ένας τότε υπάρχει **Απόλυτος Προσδιορισμός** θέσης κατά τον οποίο ο υπολογισμός της θέσης εξαρτάται απόλυτα από την γεωμετρία των δορυφόρων και τον χρόνο λήψης των μετρήσεων. Εν

αντιθέσει όταν υπάρχουν δύο δέκτες (βάση) ή παραπάνω (δίκτυο) η μέθοδος αποκαλείται **Σχετικός Προσδιορισμός** και η θέση του σημείου υπολογίζεται από τους άλλους δέκτες, εφόσον αυτοί μετρούν ταυτόχρονα. Έτσι επιδιώκεται ο προσδιορισμός της σχετικής θέσης σημείων (σε σχέση με τη θέση άλλων γνωστών σημείων) αντί του απόλυτου εντοπισμού της θέσης τους (δηλαδή ως προς κάποιο σύστημα αναφοράς). Στην περίπτωση αυτή, αντί να προσδιορίζονται τα επιμέρους διανύσματα θέσης, υπολογίζεται το σχετικό διάνυσμα θέσης. Είναι πιο εύκολο να προσδιορισθούν με ακρίβεια οι σχετικές θέσεις μεταξύ των σημείων και συνεπώς η σχετική μεταξύ τους γεωμετρία, παρά να προσδιορισθούν με την ίδια απόλυτη ακρίβεια τα σημεία στην επιφάνεια της γης.

Μία άλλη διάκριση σχετίζεται με τον χρόνο επίλυσης των μετρήσεων, εάν είναι σε πραγματικό χρόνο **real time** είτε μετά το πέρας των μετρήσεων **post processing** με τη σημαντικότερη διαφορά στην ακρίβεια της θέσης να είναι το είδος της εφημερίδας που θα χρησιμοποιηθεί.

1.5 Πηγές σφαλμάτων

Οτιδήποτε είδους μέτρηση εάν πραγματοποιηθεί αυτή θα συνοδεύεται από σφάλματα. Στις μετρήσεις με GNSS υπάρχουν σφάλματα που μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις κύριες κατηγορίες. Η πρώτη είναι τα σχετιζόμενα με τους δορυφόρους – εφημερίδας, σφάλμα ρολογιών του δορυφόρου κ.λπ. - , η δεύτερη σε σφάλματα που αφορούν τους δέκτες (ρολογιού , θόρυβος, εκκεντρότητα κεραίας) και η τελευταία είναι αυτά της διάδοσης του σήματος (τροποσφαιρικό, ιονοσφαιρικό, πολυανάκλασης).

- Το **σφάλμα της τροχιάς των δορυφόρων** είναι η παρέκκλιση της πραγματικής θέσης του δορυφόρου από την προβλεπόμενη βάση της τροχιάς αυτού. Αυτό το σφάλμα απαλείφεται με τη χρήση εκ των υστέρων εφημερίδων ακριβείας που φέρουν πληροφορίες για τη θέση του δορυφόρου ανά 15 λεπτά, οι οποίες προκύπτουν από μετρήσεις μόνιμων σταθμών προς τους δορυφόρους με σκοπό την διόρθωση των εκπεμπόμενων εφημερίδων, εν αντιθέσει με τη (broadcast ephemeris) εκπεμπόμενη εφημερίδα που είναι άμεσα διαθέσιμη από το σύστημα ναυσιπλοΐας του δορυφόρου .
- Τα σφάλματα του ρολογιού του δορυφόρου που αφορά στην μη ταύτιση του ατομικού ρολογιού του δορυφόρου με αυτό του GPS

που αποτελεί την ενιαία κλίμακα χρόνου των μετρήσεων. Για κάθε δορυφόρο το σφάλμα υπολογίζεται με μια πολυωνυμική σχέση.

Το GPS time είναι η ατομική κλίμακα χρόνου που εφαρμόζεται από τα ατομικά ρολόγια στους επίγειους σταθμούς ελέγχου GPS και τους ίδιους τους δορυφόρους GPS. Ο χρόνος GPS ήταν μηδέν στις δώδεκα το βράδυ της έκτης Ιανουαρίου του 1980 και δεν διαταράσσεται από δισεκτα δευτερόλεπτα.

- Το σφάλμα των ρολογιών του δέκτη. Το ρολόι του δέκτη είναι χαμηλότερης ακρίβειας από αυτό του δορυφόρου. Έτσι δημιουργείται μια απόκλιση του χρονομέτρου του δέκτη με την ενιαία κλίμακα χρόνου, το οποίο είναι αρκετά σημαντικό και δεν μπορεί να αγνοηθεί.
- Το σφάλμα κέντρου φάσης της κεραίας. Το σημείο αναφοράς της κεραίας είναι το μηχανικό ή γεωμετρικό ύψος της κεραίας, το οποίο είναι το ύψος της κεραίας από το έδαφος. Το ηλεκτρονικό ύψος της κεραίας ή κέντρο φάσης είναι το σημείο λήψης των δορυφορικών σημάτων. Το μηχανικό κέντρο φυσικά δεν ταυτίζεται με το κέντρο φάσης, το οποίο δεν είναι άμεσα υλοποιήσιμο, άρα και μετρήσιμο και μάλιστα διαφέρει για κάθε συχνότητα (L1, L2) και μεταβάλλεται ανάλογα με την γωνία ύψους που λαμβάνεται κάθε σήμα. Οι μεταβολές αυτές εάν και λίγων mm είναι σημαντικές σε μετρήσεις ακριβείας. Οι αντίστοιχες μετακινήσεις του κέντρου φάσης και τις μεταβολές για κάθε τύπο κεραίας, μπορεί να εισάγονται στο λογισμικό στο στάδιο της επεξεργασίας ή και να υπολογίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα με βάση τον τύπο της κεραίας που χρησιμοποιείται και των αντίστοιχων χαρακτηριστικών της.
- Το σφάλμα ολίσθησης των κύκλων. Το σήμα εκπομπής του δορυφόρου παρεμποδίζεται από πολλούς παράγοντες που οδηγεί κάποιες φορές στην απώλεια λήψης αυτού από τον δέκτη. Από την στιγμή απώλειας του σήματος επηρεάζονται όλες οι επόμενες μετρήσεις από τον ίδιο ακριβώς "αριθμό κύκλων που έχει χαθεί στην μετάδοση". Το σφάλμα αυτό είναι εύκολα ανιχνεύσιμο από διάφορες τεχνικές, όπως αυτή των γραμμικών συνδυασμών.
- Ιονοσφαιρικό σφάλμα. Η ιονόσφαιρα επεκτείνεται από 50 Km. έως 100 Km πάνω από την επιφάνεια της Γης και χαρακτηρίζεται από την συγκέντρωση ιονιζόντων αερίων όπως οξυγόνο, υδρογόνο, ήλιο άζωτο, ελεύθερα ηλεκτρόνια και θετικά ιόντα. Οι επίδρασεις αυτής στο σήμα του GNSS είναι αυτές ενός πιο πυκνού μέσου διάδοσης από το κενό αέρος, άρα η καθυστέρηση του σήματος, αφού μεταδίδεται με μικρότερη ταχύτητα από αυτή του φωτός και

η διάθλαση αυτού. Η περιεκτικότητα των ηλεκτρονίων στην ατμόσφαιρα επηρεάζεται από την ηλιακή ακτινοβολία, το γεωμαγνητικό πεδίο και έχει μεταβολές εποχικές, ημερήσιες και περιοδικές. Κατά συνέπεια η επίδρασή της στο σήμα ποικίλει. Η επίδραση της ιονόσφαιρας εκφράζεται συνήθως με τη λεγόμενη συνολική περιεκτικότητα ηλεκτρονίων (TEC-total electron content) που αποτελείται από τον συνολικό αριθμό ηλεκτρονίων σε μία κατακόρυφη εγκάρσια επιφάνεια εμβαδού 1 τετραγωνικού μέτρου. Η ιονοσφαιρική επίδραση εξαρτάται από τη συχνότητα, τη γεωγραφική θέση και το χρόνο. Το γεγονός ότι η ιονόσφαιρα είναι μέσο διασποράς για τα ραδιοκύματα σημαίνει ότι επιφέρει άλλη επίδραση στον κώδικα και άλλη σε κάθε συχνότητα. Έτσι με τους γραμμικούς συνδυασμούς συχνοτήτων μειώνεται η επίδραση αυτής στις μετρήσεις.

- Η τροποσφαιρική επίδραση. Η τροπόσφαιρα είναι το μεταβλητού πάχους χαμηλότερο τμήμα της ατμόσφαιρα που εκτείνεται σε διαφορετικό μήκος, ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, με μέσες τιμές 50 Km κοντά στον ισημερινό, έως και 9 Km στους πόλους.

Η τροποσφαιρική διάθλαση στην ουδέτερη, μη ιονισμένη ατμόσφαιρα έχει ως συνέπεια την καθυστέρηση του σήματος μέσα από αυτή. Η τροπόσφαιρα δεν αποτελεί μέσο διασποράς για κύματα μέχρι και 15 GHz, οπότε η καθυστέρηση του σήματος δεν οφείλεται στην αλλαγή του δείκτη διάθλασης.

Η τροποσφαιρική καθυστέρηση εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την πίεση και την υγρασία. Η τροποσφαιρική επίδραση είναι συνάρτηση της ζενίθιας γωνίας μεταξύ δέκτη και δορυφόρου. Υπάρχουν σχετικά απλά μοντέλα που προσεγγίζουν τη συνολική επίδραση με μια εκτίμηση της τάξης των 20 cm. Για εργασίες υψηλής ακριβείας η τροπόσφαιρα υπολογίζεται από άλλα μοντέλα που τη διαφοροποιούν σε ξηρή συνιστώσα και υγρή συνιστώσα. Η υγρή συνιστώσα εξαρτάται από την κατανομή των υδρατμών και είναι δύσκολο να μοντελοποιηθεί και αποτελεί το 10% περίπου της τροποσφαιρικής επίδρασης. Η ξηρή συνιστώσα μπορεί να περιγράψει από μοντέλα με ακρίβεια του 1%.

1.6 Η μορφή αρχείων RINEX 2 και RINEX 3

Οι παρατηρήσεων GNSS συνήθως αποθηκεύονται σε μορφή **R**eciever **I**ndependent **E**xchange, έτσι κάθε λογισμικό μπορεί να επεξεργαστεί αρχεία οποιουδήποτε δέκτη, οποιασδήποτε εταιρίας. Ένα αρχείο RINEX

είναι ένα πρότυπο ανταλλαγής δεδομένων προκειμένου να γίνονται διαχειρίσιμες πρωτογενείς παρατηρήσεις από διαφορετικούς δορυφόρους και δέκτες GNSS, ώστε να γίνεται εφικτή η ερμηνεία των παρατηρήσεων, όχι μόνο από δέκτες διαφορετικών εταιριών, αλλά και από διαφορετικά συστήματα δορυφορικού εντοπισμού GNSS, ακόμα και τα μηνύματα ναυσιπλοΐας από τους δορυφόρους είναι RINEX μορφής. Η διάκριση του περιεχομένου των αρχείων γίνεται από την ονοματολογία αυτών, καθώς η κατάληξη των αρχείων παρατήρησης είναι O (Observation), ενώ των αρχείων ναυσιπλοΐας είναι N (Navigation).

Για λόγους πληρότητας της θεωρίας της συγκεκριμένης εργασίας θα αναλυθούν μόνο οι δύο μορφές των αρχείων Rinex που χρησιμοποιούνται, οι οποίες είναι η 2.11 και η 3.03. Η δομή των αρχείων Rinex χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο, όπως φαίνεται στη φωτογραφία η οποία επισυνάπτεται, περιέχει τον τύπο του Rinex, την τοποθεσία των αρχείων, το όνομα του σημείου (στην προκειμένη σταθερού σταθμού), την ταυτότητα του σταθμού, καθώς και τον τύπο του δέκτη και της κεραίας, τις προσεγγιστικές συντεταγμένες της θέσης του δέκτη και τέλος την εκκεντρότητα της κεραίας. Στη συνέχεια δείχνει τα είδη των μετρήσεων. Η διαφορά του 2.11 με παλαιότερες εκδοχές είναι ότι μπορεί να δεχθεί μετρήσεις και από το Ευρωπαϊκό δορυφορικό σύστημα Galileo. Η σημασία κάθε συμβόλου του Rinex, ως προς το είδος της παρατήρησης, φαίνεται στην εικόνα.

System	Freq.Band	Frequency	RINEX 2-character Code			
			Ps.Range	Carr.Phase	Doppler	Sign.Strength
GPS	L1	1575.42	C1,P1	L1	D1	S1
	L2	1227.60	C2,P2	L2	D2	S2
	L5	1176.45	C5	L5	D5	S5
Glonass	G1	1602+k*9/16	C1,P1	L1	D1	S1
	G2	1246+k*7/16	C2,P2	L2	D2	S2
Galileo	E2-L1-E1	1575.42	C1	L1	D1	S1
	E5a	1176.45	C5	L5	D5	S5
	E5b	1207.140	C7	L7	D7	S7
	E5a+b	1191.795	C8	L8	D8	S8
	E6	1278.75	C6	L6	D6	S6
SBAS	L1	1575.42	C1	L1	D1	S1
	L5	1176.45	C5	L5	D5	S5

Εικόνα 1.6-1-Επεξήγηση συμβόλων RINEX

Επίσης φαίνεται ο χρόνος καταγραφής (30 sec) και ο χρόνος της πρώτης και τελευταίας καταγραφής. Τέλος αναφέρεται ο συνολικός αριθμός των δορυφόρων, στους οποίους γίνονται μετρήσεις και τα leap δευτερόλεπτα.

```

2.11 OBSERVATION DATA M RINEX VERSION / TYPE
HEADER CHANGED BY EPN CB ON 2020-03-03 COMMENT
TO BE CONFORM WITH THE INFORMATION IN COMMENT
ftp://epncb.oma.be/pub/station/log/aqui.log COMMENT
GR30 V4.20 ASI-egeos 2019 12 23 23:59 PGM / RUN BY / DATE
AQUI00ITA MARKER NAME
12757M001 MARKER NUMBER
Automatic ASI-egeos OBSERVER / AGENCY
1705438 LEICA GR30 4.20/7.300 REC # / TYPE / VERS
19321002 LEIAR20 NONE ANT # / TYPE
4592507.8080 1089876.0910 4276392.6730 APPROX POSITION XYZ
0.0000 0.0000 0.0000 ANTENNA: DELTA H/E/N
1 1 WAVELENGTH FACT L1/2
21 C1 L1 D1 S1 P2 L2 D2 S2 C2# / TYPES OF OBSERV
C5 L5 D5 S5 C7 L7 D7 S7 C8# / TYPES OF OBSERV
L8 D8 S8 # / TYPES OF OBSERV
30.000 INTERVAL
2019 12 24 00 00 0.0000000 GPS TIME OF FIRST OBS
2019 12 24 23 59 30.0000000 GPS TIME OF LAST OBS
18 LEAP SECONDS
78 # OF SATELLITES
BIT 2 OF LLI FLAGS DATA COLLECTED UNDER A/S CONDITION COMMENT
SNR is mapped to RINEX snr flag value [1-9] COMMENT
LX: >= 25dBHz -> 1; 26-27dBHz -> 2; 28-31dBHz -> 3 COMMENT
32-35dBHz -> 4; 36-38dBHz -> 5; 39-41dBHz -> 6 COMMENT
42-44dBHz -> 7; 45-48dBHz -> 8; >= 49dBHz -> 9 COMMENT
END OF HEADER

```

Εικόνα 1.6-2- Πρώτο μέρος Rinex 2.11

Το δεύτερο μέρος του Rinex, όπως φαίνεται στην πρώτη γραμμή της εικόνας, αναφέρεται στον χρόνο παρατήρησης με τη μορφή έτος μήνας ημέρα ώρα λεπτά δευτερόλεπτα =19 12 24 00 00 0.000000. Ακολουθεί ένας κωδικό που δείχνει την κατάσταση του δέκτη, ο οποίος είναι αυτός που απεικονίζεται στην εικόνα.

```

RINEX Value: 0 Health OK
RINEX Value: 1 Health not OK (bits 18-22 not stored)
RINEX Value: >32 Health not OK (bits 18-22 stored)

```

Εικόνα 1.6-3-Κωδικός υγείας δορυφόρου

Επίσης φαίνεται ο συνολικός αριθμός των δορυφόρων και οι αριθμοί «ταυτότητες» αυτών στο εκάστοτε σύστημα πλοήγησης με τη σειρά που εμφανίζονται οι μετρήσεις αυτών. Τέλος ακολουθούν οι αριθμοί που είναι η αντίστοιχη μέτρηση κάθε παρατήρησης στον πρώτο δορυφόρο και έπειτα στον επόμενο ανάλογα τη σειρά τους. Η επόμενη παράγραφος θα είναι η μέτρηση στο επόμενο διάστημα 30 δευτερολέπτων. Συνολικά τα αρχεία της Euref, εφόσον είναι ημερήσια, έχουν $24*60*2=2880$ μετρήσεις.

```

                                END OF HEADER
19 12 24 00 00  0.0000000  0 23G10G16G20G21G26G27G29G31R01R02R03R09
                                R15R16R17R18E11E12E24E25E31E33S27
23471834.578  123345323.28307  3415.162  44.200  23471835.322
96113244.68247  2661.166  43.400  23471835.018  23471833.609
92108520.25708  2550.311  48.950

20783743.528  109219311.01809  1273.740  52.200  20783741.368
85105966.70549  992.525  51.300

21507313.489  113021696.72709  2204.913  49.650  21507311.685
88068835.24948  1710.114  47.800

21100292.101  110802785.69009  -1370.404  52.300  21100289.576
86402177.47449  -1067.848  52.150

20437868.057  107401717.99209  -603.941  56.250  20437869.659
83609657.64349  -470.604  55.300  20437869.353  20437868.071
80202586.70609  -450.958  58.650

22618482.640  118860935.13108  2555.576  46.950  22618483.018
92618923.45248  1991.359  46.300  22618483.120  22618482.967
88759803.22209  1908.445  52.250

23542088.448  123714514.92108  -2685.820  45.450  23542087.399
96400934.60346  -2092.846  40.700  23542087.634

24852058.894  130598448.59006  -3219.030  41.500  24852056.779
101765018.65045  -2508.337  38.700  24852057.065

23283790.740  124465216.73905  -1657.256  37.600  23283792.875
96806299.08605  -1288.977  37.050  23283791.992

22121624.473  118045220.32008  2358.697  46.600  22121625.941
91812949.24107  1834.542  43.300  22121625.911

24002495.696  128487249.92605  4022.165  37.250  24002494.507
99934514.78305  3128.350  38.850  24002494.938

```

Εικόνα 1.6-4-Δεύτερο μέρος Rinex 2.11

Στα αρχεία Rinex 3.03 οι βασικές αλλαγές που έγιναν είναι η απαλοιφή του περιορισμού των 80 χαρακτήρων μήκους, εισήχθησαν το Ιαπωνικό σύστημα πλοήγησης Quasi Zenith Satellite System (QZSS), το κινεζικό BeiDou, το ινδικό Indian Regional Satellite System (IRNSS).

Η δομή των αρχείων πάλι χωρίζεται σε δύο μέρη, όπου στο πρώτο μέρος πάλι αναφέρονται τα στοιχεία του αρχείου. Συγκεκριμένα ξεκινάει με τον τύπο του αρχείου σε αριθμό και είδος έπειτα αναφέρονται αλλαγές στο όνομα του αρχείου και που βρίσκεται. Με τον ίδιο τρόπο παρουσιάζεται ο σταθμός, όπως και στα Rinex 2.11, έπειτα παρουσιάζονται οι μετρήσεις που περιέχει, οι οποίες πλέον έχουν αλλάξει ονομασίες με την είσοδο και

άλλων συστημάτων πλοήγησης. Οι κωδικοί εξηγούνται στην εικόνα που επισυνάπτεται.

GNSS System	Freq. Band /Frequency	Channel or Code	Observation Codes			
			Pseudo Range	Carrier Phase	Doppler	Signal Strength
GPS	L1/1575.42	C/A	C1C	L1C	D1C	S1C
		L1C (D)	C1S	L1S	D1S	S1S
		L1C (P)	C1L	L1L	D1L	S1L
		L1C (D+P)	C1X	L1X	D1X	S1X
		P (AS off)	C1P	L1P	D1P	S1P
		Z-tracking and similar (AS on)	C1W	L1W	D1W	S1W
		Y	C1Y	L1Y	D1Y	S1Y
		M	C1M	L1M	D1M	S1M
		codeless		L1N	D1N	S1N
	L2/1227.60	C/A	C2C	L2C	D2C	S2C
		L1(C/A)+(P2-P1) (semi-codeless)	C2D	L2D	D2D	S2D
		L2C (M)	C2S	L2S	D2S	S2S
		L2C (L)	C2L	L2L	D2L	S2L
		L2C (M+L)	C2X	L2X	D2X	S2X
		P (AS off)	C2P	L2P	D2P	S2P
		Z-tracking and similar (AS on)	C2W	L2W	D2W	S2W
		Y	C2Y	L2Y	D2Y	S2Y
		M	C2M	L2M	D2M	S2M
	codeless		L2N	D2N	S2N	
	L5/1176.45	I	C5I	L5I	D5I	S5I
		Q	C5Q	L5Q	D5Q	S5Q
		I+Q	C5X	L5X	D5X	S5X

Εικόνα 1.6-5-Κωδικοί συχνοτήτων Rinex 3

```

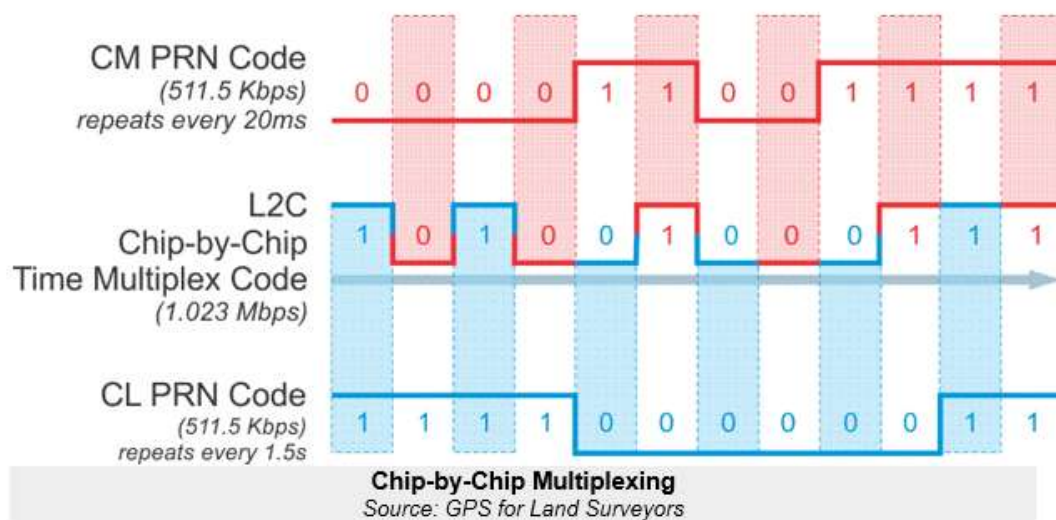
3.03      OBSERVATION DATA      M: MIXED      RINEX VERSION / TYPE
HEADER CHANGED BY EPN CB ON 2020-02-06      COMMENT
TO BE CONFORM WITH THE INFORMATION IN      COMMENT
ftp://epncb.oma.be/pub/station/log/aqu1.log      COMMENT
COMMENT
GR30 V4.20      ASI-egeos      20191223 235943 UTC      PGM / RUN BY / DATE
SNR is mapped to RINEX snr flag value [1-9]      COMMENT
LX:      < 12dBHz -> 1; 12-17dBHz -> 2; 18-23dBHz -> 3      COMMENT
      24-29dBHz -> 4; 30-35dBHz -> 5; 36-41dBHz -> 6      COMMENT
      42-47dBHz -> 7; 48-53dBHz -> 8; >= 54dBHz -> 9      COMMENT
AQUI00ITA      MARKER NAME
12757M001      MARKER NUMBER
Automatic      ASI-egeos      OBSERVER / AGENCY
1705438      LEICA GR30      4.20/7.300      REC # / TYPE / VERS
19321002      LEIAR20      NONE      ANT # / TYPE
      4592507.8000 1089876.0910 4276392.6730      APPROX POSITION XYZ
      0.0000 0.0000 0.0000      ANTENNA: DELTA H/E/N
G 16 C1C L1C D1C S1C C2S L2S D2S S2S C2W L2W D2W S2W C5Q      SYS / # / OBS TYPES
      L5Q D5Q S5Q      SYS / # / OBS TYPES
R 12 C1C L1C D1C S1C C2P L2P D2P S2P C2C L2C D2C S2C      SYS / # / OBS TYPES
E 16 C1C L1C D1C S1C C5Q L5Q D5Q S5Q C7Q L7Q D7Q S7Q C8Q      SYS / # / OBS TYPES
      L8Q D8Q S8Q      SYS / # / OBS TYPES
C 8 C2I L2I D2I S2I C7I L7I D7I S7I      SYS / # / OBS TYPES
J 12 C1C L1C D1C S1C C2S L2S D2S S2S C5Q L5Q D5Q S5Q      SYS / # / OBS TYPES
S 4 C1C L1C D1C S1C      SYS / # / OBS TYPES
DBHZ      SIGNAL STRENGTH UNIT
      30.000      INTERVAL
      2019 12 24 00 00 0.0000000 GPS      TIME OF FIRST OBS
      2019 12 24 23 59 30.0000000 GPS      TIME OF LAST OBS
      0      RCV CLOCK OFFS APPL
G L2S -0.25000      SYS / PHASE SHIFT
G L2X -0.25000      SYS / PHASE SHIFT
R L2P 0.25000      SYS / PHASE SHIFT
E L8Q -0.25000      SYS / PHASE SHIFT
24 R01 1 R02 -4 R03 5 R04 6 R05 1 R06 -4 R07 5 R08 6 GLONASS SLOT / FRQ #
      R09 -2 R10 -5 R11 0 R12 -1 R13 -2 R14 -7 R15 0 R16 -1 GLONASS SLOT / FRQ #
      R17 4 R18 -3 R19 3 R20 2 R21 4 R22 -3 R23 3 R24 2 GLONASS SLOT / FRQ #
C1C -71.940 C1P -71.940 C2C -71.940 C2P -71.940      GLONASS COD/PHS/BIS
      18 18 1929 7      LEAP SECONDS
      END OF HEADER

```

Εικόνα 1.6-6-Πρώτο μέρος Rinex 3.03

Το δεύτερο μέρος του αρχείου είναι αυτό των μετρήσεων των δορυφόρων. Οι σημαντικές διαφορές, πέρα από το προαναφερθέν των περισσότερων ψηφίων και από το είδος των μετρήσεων, σε αυτό το μέρος είναι ότι πλέον τα ονόματα των δορυφόρων δεν φαίνονται πριν τις μετρήσεις, αλλά παράλληλα με αυτές.

Έτσι στο L2C μεταδίδονται δύο κώδικες ταυτόχρονα μέσω μίας τεχνικής που ονομάζεται πολυπλεξία (multiplexing) χρόνου chip-by-chip, όπως εξηγείται στην εικόνα σχηματικά. Δεδομένου ότι οι δύο κωδικοί έχουν διαφορετικά μήκη, το L2C εναλλάσσεται μεταξύ τσιπ του κώδικα CM και τσιπ του κώδικα CL. Συνεπώς καταλήγει να έχει το ίδιο συνολικό ρυθμό τσιπ με τον κωδικό L1 C/A. 1,023 MHz. Ο κώδικας CM, ο κωδικός μέτριου μήκους, περνάει από 10.238 chip πριν επαναληφθεί. Επαναλαμβάνεται κάθε 20 χιλιοστά του δευτερολέπτου, αλλά ο κωδικός CL, ο μακρύτερος κωδικός, επαναλαμβάνεται μετά από 1,5 δευτερόλεπτο.



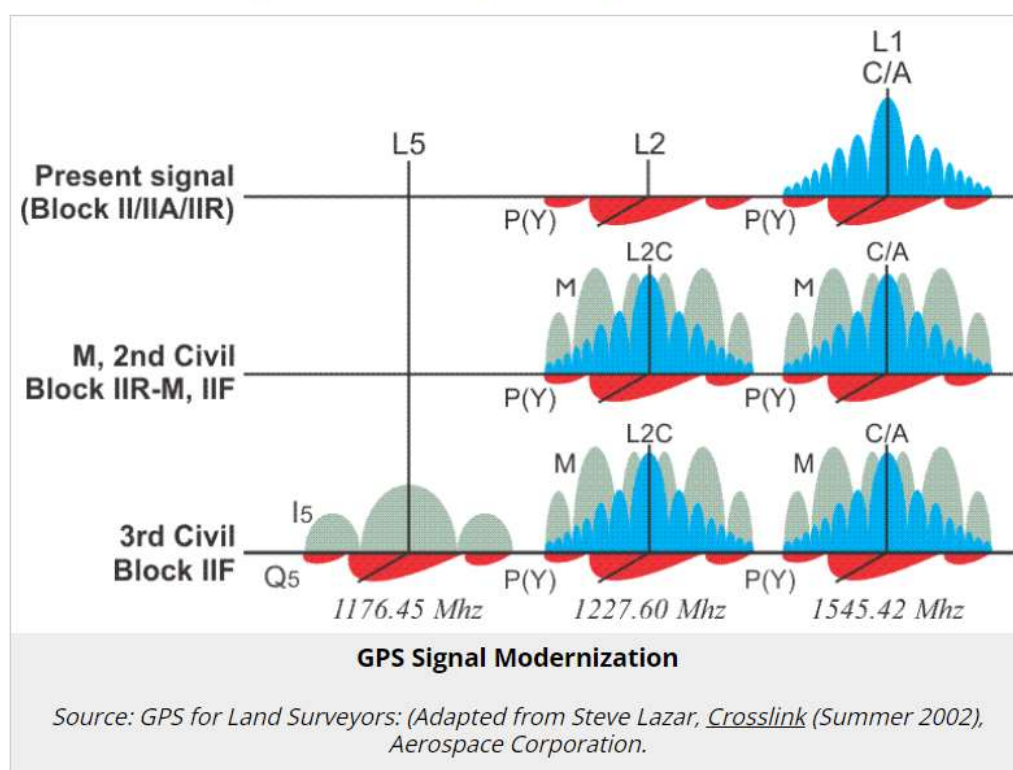
Εικόνα 1.7-1- Εξήγηση σήματος LC2

Όσο μεγαλύτερος είναι ο κωδικός, τόσο πιο εύκολο είναι να διατηρηθεί το επιθυμητό σήμα, άρα ο LC2 παρέχει πιο σταθερό σήμα. Επίσης η μετάδοση δύο πολιτικών κωδικών από έναν δορυφόρο παρέχει τη δυνατότητα μοντελοποίησης και μείωσης του σφάλματος καθυστέρησης ιονόσφαιρας για αυτόν τον δορυφόρο χωρίς να χρησιμοποιηθούν μετρήσεις φάσης. Το γεγονός ότι ο L2C βελτιώνει την επίδραση των τοπικών παρεμβολών σημαίνει αυξημένη σταθερότητα, βελτιωμένη παρακολούθηση σε περιοχές με εμπόδια όπως δάση, κτίρια και φαράγγια αλλά και πολύ σημαντικά λιγότερες ολισθήσεις κύκλων.

Στα μειονεκτήματα της LC2 είναι η δομή του. Ο LC2 είναι σχηματισμένο πάνω στην L2 με διαφορά φάσης κύκλου ένα τέταρτο του κύκλου (90 μοίρες) από τον P. Συνεπώς επακόλουθο είναι ότι όταν ένας δέκτης ανασυνθέτει τις μετρήσεις φάσης από LC2 ή P ή C/A θα πρέπει να ξέρει τι χρησιμοποιεί, ειδάλλως θα τις μετατοπίσει επίσης κατά ένα τέταρτο του μήκους κύματος του φορέα που μετράει. Σε περίπτωση δημιουργίας διπλών διαφορών από δορυφόρους διαφορετικής γενιάς, θα εμφανιστεί το Quarter-Cycle Issue, δηλαδή η ασάφεια δεν θα είναι ακέραιος αριθμός,

αλλά δεκαδικός (θα έχει υπεισέλθει το ± 0.25 των κύκλων). Δυστυχώς δεν υπάρχει κατάλληλη θέση για το L2C Rinex 2.11, όμως σε μορφή Rinex 3 ο χρήστης ξέρει από πού προέρχεται κάθε μέτρηση, οπότε μπορεί να λυθεί αυτό το πρόβλημα.

Summary of C/A, L2C, and L5



Εικόνα 1.7-2-Εξήγηση δομής στο κύμα του L2C και P κώδικα

Παράλληλα με τους νέους κώδικες δημιουργήθηκε και μία νέα συχνότητα η L5. Η βασική δομή του L5 μοιάζει με αυτή του L1. Υπάρχουν δύο κωδικοί ψευδοτυχαίου θορύβου (PRN) σε αυτόν τον φορέα 20 MHz. Οι δύο κωδικοί διαμορφώνονται με χρήση του κλειδιού Quad Phase Shift (QPSK) και μεταδίδονται σε διαφορά φάσης ενός τετάρτου του κύκλου μεταξύ τους, ωστόσο το σήμα in-phase (I) μεταφέρει ένα μήνυμα δεδομένων που είναι σχεδόν πανομοιότυπο με το CNAV στο L2. Το άλλο σήμα είναι χωρίς δεδομένα και χρησιμοποιεί πολυπλεξία χρόνου chip-by-chip για τη μετάδοση των δύο κωδικών του, όπως και το L2C στη μετάδοση CM και CL. Ο L5 έχει μόνο πολιτικούς κωδικούς που είναι δέκα φορές μεγαλύτεροι και δέκα φορές πιο γρήγοροι από τον κωδικό C/A. Όσο πιο γρήγορος είναι ο ρυθμός κοπής, τόσο καλύτερη είναι η ανάλυση. Ο L5 έχει διπλάσια ισχύ από το L1, έτσι επιτυγχάνει ίση κατανομή ισχύος μεταξύ των δύο σημάτων του. Με

αυτόν τον τρόπο, το L5 μειώνει τον κίνδυνο παρεμβολών και βελτιώνει την προστασία πολλαπλών διαδρομών. Επίσης διευκολύνει την απόκτηση του σήματος χωρίς δεδομένα σε δυσμενείς και παρεμποδισμένες συνθήκες.

Συνοπτικά τα νέα σήματα τείνουν να έχουν μεγαλύτερους κωδικούς, ταχύτερους ρυθμούς αποκοπής και περισσότερη ισχύ από ό,τι έχουν οι κωδικοί C/A και P(Y). Πρακτικά, αυτές οι εξελίξεις οδηγούν σε ταχύτερη πρώτη απόκτηση, καλύτερο διαχωρισμό μεταξύ των κωδικών, μειωμένες πολλαπλές διαδρομές και καλύτερες ιδιότητες διασυσχέτισης.

2. EUREF-BERNESSE

2.1 EUREF

Τα κλασσικά γεωδαιτικά δίκτυα διακρίνονται σε δίκτυα οριζοντιογραφικά και σε δίκτυα υψομετρικά. Πλέον με τη χρήση συστημάτων GNSS ένα δίκτυο μπορεί να είναι τρισδιάστατο. Ταυτόχρονα είναι πιο οικονομικά και απαιτούν λιγότερες ενέργειες για να συσταθούν και το σημαντικότερο είναι ότι δεν είναι απαραίτητη η ορατότητα μεταξύ των σταθμών, άρα αυτόματα έχουν μεγαλύτερη γεωγραφική κάλυψη. Όταν στις κορυφές του δικτύου οι παρατηρήσεις είναι συνεχείς και πραγματοποιούνται από μόνιμους σταθμούς, οι οποίοι συνθέτουν ή αποτελούν μέρος ενός γεωδαιτικού δικτύου, τότε αυτή η ομάδα μόνιμων σταθμών χαρακτηρίζεται με τον όρο δίκτυο μόνιμων σταθμών GNSS. Αυτά τα δίκτυα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση του πλαισίου αναφοράς ήδη υπαρχόντων παγκοσμίων, ηπειρωτικών και εθνικών γεωδαιτικών συστημάτων αναφοράς (ΓΣΑ), είτε για την ίδρυση νέων. Εφόσον δεν υπάρχει το πρόβλημα της ορατότητας του σταθμών τα δίκτυα GNSS μπορεί να είναι παγκόσμια, όπως είναι το δίκτυο της IGS, ηπειρωτικά, όπως είναι το δίκτυο EPN, το οποίο χρησιμοποιείται για την υλοποίηση των νέων πλαισίων αναφοράς του γεωδαιτικού συστήματος ETRS89 και εθνικά, όπως είναι το δίκτυο μόνιμων σταθμών του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού γνωστό με την ονομασία Hellenic Positioning System (HEPOS), το οποίο χρησιμοποιείται για την υλοποίηση του γεωδαιτικού συστήματος αναφοράς που έχει ιδρυθεί για το HEPOS και είναι γνωστό με την ονομασία Hellenic Terrestrial Reference System 2007 (HTRS07). Μία άλλη ιδιαιτερότητα των μόνιμων δικτύων είναι η

παροχή παρατηρήσεων της περιστροφής της γης, της κίνησης του πόλου περιστροφής της και των κινήσεων των τεκτονικών πλακών.

Ένα βασικό παράδειγμα δικτύου μόνιμων σταθμών είναι αυτό της IGS (International Association of Geodesy (IAG)), ένα παγκόσμιο δίκτυο γεωδαιτικών επίγειων 400 και πάνω μόνιμων, συνεχώς σε λειτουργία, σταθμών που πραγματοποιούν μετρήσεις στα συστήματα δορυφορικού εντοπισμού GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS και SBAS, κέντρα δεδομένων και κέντρα ανάλυσης δεδομένων που παρέχουν ημερήσια παρατηρήσεις.



Εικόνα 2.1-1- Δίκτυο σταθμών IGS

Συνοπτικά οι αρχές λειτουργίας αυτού του δικτύου είναι ότι ο σταθμός είναι σχεδιασμένος και εγκατεστημένος για συνεχή και μόνιμη λειτουργία και οι λεπτομέρειες του μόνιμου σταθμού και η διαμόρφωσή (configuration) του κατά τη διάρκεια ζωής του πρέπει να καταγράφονται σωστά στο ειδικό ημερολόγιο του σταθμού (station log). Ο μόνιμος σταθμός λειτουργεί από ένα θεσμοθετημένο φορέα που ασχολείται με επιστημονικές εφαρμογές ή εφαρμογές υποδομών των συστημάτων GNSS. Σημαντικότατο είναι ότι ο σταθμός πρέπει να παρέχει εικοσιτετράωρα ημερήσια αρχεία με δειγματοληψία στα 30 δευτερόλεπτα, τα οποία θα παραδίδονται όσο το δυνατόν. Οι μόνιμοι σταθμοί του δικτύου της IGS, οι οποίοι συνεισφέρουν για την μέτρηση της παλίρροιας (Tide GAUGE Benchmark Monitoring Working Group (TIGA)) πρέπει να βρίσκονται σε ή κοντά σε παλιρροιογράφους.

Ένα εξίσου σημαντικό δίκτυο μόνιμων σταθμών είναι το Ευρωπαϊκό **EUREF Permanent Network (EPN)**, το οποίο είναι μια εθελοντική ομοσπονδία περισσότερων από 100 αυτοχρηματοδοτούμενων φορέων, πανεπιστημίων και ερευνητικών ιδρυμάτων σε περισσότερες από 30 ευρωπαϊκές χώρες που συνεργάζονται μαζί για να διατηρήσουν το Ευρωπαϊκό Επίγειο Σύστημα Αναφοράς (ETRS89). Το ETRS89 είναι το

ενιαίο πανευρωπαϊκό πρότυπο σύστημα αναφοράς συντεταγμένων που εγκρίθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (https://www.epncb.oma.be/_organisation/about.php).

Το ETRS89 υλοποιεί δημοσιοποίηση των ακριβών συντεταγμένων ETRS89 και των δεδομένων παρατήρησης GNSS ενός δικτύου περισσότερων από 200 μόνιμων σταθμών παρατήρησης GNSS που λειτουργούν σε όλη την ευρωπαϊκή ήπειρο (https://www.epncb.oma.be/_organisation/about.php). Εκτός από τον βασικό του ρόλο στη συντήρηση του ETRS89, τα δεδομένα EPN χρησιμοποιούνται επίσης για ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών εφαρμογών, όπως η παρακολούθηση παραμορφώσεων του εδάφους, η στάθμη της θάλασσας, ο καιρός στο διάστημα και η αριθμητική πρόβλεψη καιρού.

Ένα χαρακτηριστικό των παγκοσμίων πλαισίων ITRF είναι η συνεχής αλλαγή τους (μεταβολή των συντεταγμένων, ταχύτητες μετακίνησης των μόνιμων σταθμών) εξαιτίας της κίνησης των τεκτονικών πλακών και για πρακτικούς βρίσκονται συνεχώς υπό αναθεώρηση. Αντίθετα ένα συγκεκριμένο ITRF μπορεί να αποτελέσει άριστα τη βάση για την ίδρυση ενός σύγχρονου δορυφορικού και υψηλής ακρίβειας γεωδαιτικού datum, κάτι που έγινε στην Ευρώπη το 1990 με την ίδρυση ενός σύγχρονου και υψηλής ακρίβειας Ευρωπαϊκού συστήματος αναφοράς, το ETRS89, του οποίου το πρώτο πλαίσιο αναφοράς του, το ETRF89 υλοποιήθηκε από τις συντεταγμένες μερικών δεκάδων ευρωπαϊκών σταθμών VLBI και SLR της λύσης ITRF89 για την εποχή 1989-90. Για τα σημεία αυτά έγινε η αποδοχή ότι οι συντεταγμένες τους δεν μεταβάλλονται ως προς τον χρόνο, δηλαδή το ETRS89 είναι σταθερά προσκολλημένο στο σταθερό μέρος της Ευρωπαϊκής πλάκας, δηλαδή περιστρέφεται μαζί με την Ευρωπαϊκή πλάκα, ώστε η σχετική θέση των σημείων να παραμένει σταθερή κάτι το οποίο αποτελεί βασική απαίτηση για ένα γεωδαιτικό datum που δεν αλλάζει για αρκετά χρόνια. [Φωτίου Α., Πικριδάς Χ., 2008]

Από την εποχή 1989-90 και μετέπειτα κάθε επόμενη λύση ITRF_{yy} μπορεί να μετασχηματιστεί σε ένα αντίστοιχο ETRF_{yy}. Μέχρι σήμερα υπάρχουν διαθέσιμα τα ETRF90, ETRF91, ETRF92, ETRF93, ETRF94, ETRF96, ETRF97 και ETRF2000. Σε όλα αυτά τα πλαίσια αναφοράς έχουν υπολογιστεί οι συντεταγμένες των μόνιμων σταθμών για την εποχή 1989-90. Για το ETRS89 έχει επιλεγεί το γεωκεντρικό ελλειψοειδές εκ περιστροφής GRS'80 τόσο ως προς τις διαστάσεις, όσο και ως προς τις φυσικές παραμέτρους. Το ETRS89 υλοποιείται σήμερα με τη μέτρηση και την επίλυση του δικτύου ευρωπαϊκών σταθμών GNSS που πλέον ονομάζεται EPN.

Βασικές αρχές του EPN είναι συνοπτικά οι ακόλουθες:

Ο δέκτης του μόνιμου σταθμού πρέπει να έχει γωνία αποκοπής 0 μοίρες και να έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιούνται μετρήσεις προς όσους περισσότερους δορυφόρους είναι δυνατή η καταγραφή μετρήσεων φάσης φέροντος κύματος και μετρήσεων κώδικα, καθώς και η δυνατότητα μέτρησης και στις τρεις συχνότητες. Ο δέκτης του μόνιμου σταθμού πρέπει να έχει τη δυνατότητα μετρήσεων τόσο σε GPS όσο και σε GLONASS και GALILEO. Η τοποθεσία του σταθμού πρέπει να καθορίζονται στο ITRF για να εξασφαλιστεί ακρίβεια της τάξης του 1 mm και στις τρεις διαστάσεις. Οι μετατοπίσεις δίνονται στη μορφή ΔX , ΔY , ΔZ , όπου X, Y, Z οι γεωκεντρικές καρτεσιανές συντεταγμένες στο ITRF. Όσο αφορά στην μορφοποίηση των αρχείων που καταγράφουν οι σταθμοί πρέπει να τηρούνται τα ακόλουθα:

- Ο μόνιμος σταθμός πρέπει να παρέχει ωριαία και ημερήσια αρχεία παρατηρήσεων στα σχετικά Πρωταρχικά και Δευτερεύοντα Κέντρα
- Τα αρχεία παρατήρησης θα ανταλλαχθούν κανονικά στη μορφή συμπίεσης Hatanaka (Hatanaka Compact Form).
- Για τις ονομασίες των αρχείων θα ακολουθούνται οι συμβάσεις ονομασίας των αρχείων, έτσι όπως αυτές έχουν οριστεί από τον εκάστοτε προσδιορισμό της έκδοσης RINEX (RINEX specification) που χρησιμοποιείται στο EPN.
- Τα δεδομένα πρέπει να είναι ημερήσια και ωριαία ανεξαρτήτως δυνατοτήτων δέκτη πρέπει να αναφέρονται σε διαστήματα 30 δευτερολέπτων ευθυγραμμισμένα στην ένδειξη :00 και :30.
- Τα ημερήσια αρχεία παρατήρησης περιλαμβάνουν τις παρατηρήσεις που έχουν συγκεντρωθεί μεταξύ 00:00:00 και 23:59:59 στην κλίμακα χρόνου του GPST.
- Τα ωριαία αρχεία παρατήρησης περιλαμβάνουν τις παρατηρήσεις που έχουν συγκεντρωθεί μεταξύ 00:00 και 59:59 κάθε ώρας στην κλίμακα χρόνου του GPST.

Τέλος στον Ελλαδικό χώρο υπάρχουν 7 μόνιμοι σταθμοί οι οποίοι συμμετέχουν στο δίκτυο EPN ο TUC200GRC (Χανιά), AUT100GRC(Θεσσαλονίκη), NOA100GRC(Αθήνα), DUTH00GRC(Ξάνθη), PAT000GRC(Πάτρα), LARM00GRC(Λάρισα), DYNG00GRC(Αθήνα), διανεμημένοι όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.1-2- Δίκτυο σταθερών σταθμών EPN στην Ελλάδα

2.2 ΣΤΑΘΕΡΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

Για τους σκοπούς αυτής της εργασίας επιλέχθηκαν 11 σταθμοί της EPN, βάσει δύο κριτηρίων. Το πρώτο ήταν να είναι περιμετρικά του Ελλαδικού Χώρου και να παρέχουν δεδομένα Rinx3. Το τελικό δίκτυο φαίνεται στην παρακάτω εικόνα που δημιουργήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού Google Earth.



Εικόνα 2.2-1 Δίκτυο επίλυσης

Γενικά οι σταθμοί έχουν όνομα τεσσάρων ψηφίων, τα τελευταία χρόνια αυτό έχει μετατραπεί σε ένα κωδικό 9 ψηφίων που είναι τα αρχικά τέσσερα ψηφία του σταθμού, δύο μηδενικά (εφόσον δεν υπάρχει άλλος σταθμός με αυτό το όνομα) και ένα τριψήφιο που υποδεικνύει την χώρα (το GRC αντιστοιχεί στην Ελλάδα).

Ο πρώτος σταθμός που χρησιμοποιήθηκε είναι ο ANKR00TUR, ο οποίος βρίσκεται στην Άγκυρα της Τουρκίας. Τα στοιχεία του δέκτη, της κεραίας και το είδος των παρατηρήσεων φαίνονται στην εικόνα που είναι απόσπασμα από την ιστοσελίδα της EPN.

ANKR00TUR (Ankara, Turkey)

Station Configuration


Current station configuration : ankr00tur_20201111.log
 The responsible agency and the responsible for metadata of the station ANKR00TUR is GCM (General Directorate of Mapping).
 The station ANKR00TUR is integrated in the EPN since 31-12-1995.
 RECEIVER : LEICA GR30
 ANTENNA : LEIAR10 NONE
 SET TO TRACK : GPS+GLO+GAL+BD5+QZSS+SBAS
 INDIVIDUAL CALIBRATION : YES (show calibrations)
 Data routinely analysed by BEK, BKG, COE, SGO.
 ANKR00TUR also belongs to the IGS network.

Data Provided


The RINEX 2 data are no more submitted to the EPN data centres since 2022-02-11.

RINEX V2.11 - GPS+GLO+GAL+SBAS RINEX V3.03 - GPS+GLO+GAL+BD5+QZSS+SBAS

Location



Pictures



Εικόνα 2.2-2

Ο δεύτερος σταθμός που χρησιμοποιήθηκε είναι ο AQU100ITA, ο οποίος βρίσκεται στην Λ' Άκουιλα της Ιταλίας. Τα στοιχεία του δέκτη, της κεραίας και το είδος των παρατηρήσεων φαίνονται στην εικόνα που είναι απόσπασμα από την ιστοσελίδα της EPN.

AQU100ITA (L'Aquila, Italy)

Station Configuration


Current station configuration : aqu100ita_20200715.log
 The responsible agency and the responsible for metadata of the station AQU100ITA is ASI (Agenzia Spaziale Italiana).
 The station AQU100ITA is integrated in the EPN since 14-10-2001.
 RECEIVER : LEICA GR30
 ANTENNA : LEIAR20 NONE
 SET TO TRACK : GPS+GLO+GAL+BD5+SBAS
 INDIVIDUAL CALIBRATION : NO
 Data routinely analysed by ASI, BEK, SGO, UPA.

Data Provided


The RINEX 2 data are no more submitted to the EPN data centres since 2020-08-03.

RINEX V2.11 - GPS+GLO+GAL+SBAS RINEX V3.03 - GPS+GLO+GAL+BD5+SBAS

Location



Pictures



Εικόνα 2.2-3

Ο τρίτος σταθμός που χρησιμοποιήθηκε είναι ο μοναδικός ελληνικός ο DYNG00GRC, ο οποίος βρίσκεται στο Κέντρο Δορυφόρων Διόνυσου. Τα στοιχεία του δέκτη, της κεραίας και το είδος των παρατηρήσεων

φαίνονται στην εικόνα που είναι απόσπασμα από την ιστοσελίδα της EPN.

The screenshot displays the EPN website interface for station DYNG00GRC. It is divided into three main sections: 'Station Configuration', 'Location', and 'Data Provided'.
- **Station Configuration:** Shows the current configuration file as 'dyng00grc_20211110.log'. It lists the responsible agency as CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) and states the station was integrated into the EPN on 20-10-2013. Technical details include: RECEIVER: SEPT POLARX5; ANTENNA: TRM59800.00 NONE; SET TO TRACK: GPS+GLO+GAL+BDS+HRNSS+SBAS; INDIVIDUAL CALIBRATION: NO. It also notes that data is routinely analysed by ASI, BEK, BKG, IGN, IGA, and that the station belongs to the IGS network.
- **Location:** Features a satellite map of Europe with a red pin indicating the station's location in Greece. The map includes zoom controls and a 'Leaflet | Copernicus Data' watermark.
- **Data Provided:** States that RINEX 2 data are no longer submitted since 2020-12-14. It lists two data types: RINEX V2.11 - GPS+GLO+GAL+SBAS and RINEX V3.04 - GPS+GLO+GAL+BDS+HRNSS+SBAS.

Εικόνα 2.2-4

Ο τέταρτος σταθμός που χρησιμοποιήθηκε είναι ο GSR100SVN, ο οποίος βρίσκεται στην Λιουμπλιάνα της Σλοβενίας. Τα στοιχεία του δέκτη, της κεραίας και το είδος των παρατηρήσεων φαίνονται στην εικόνα που είναι απόσπασμα από την ιστοσελίδα της EPN.

The screenshot displays the EPN website interface for station GSR100SVN. It is divided into three main sections: 'Station Configuration', 'Location', and 'Data Provided'.
- **Station Configuration:** Shows the current configuration file as 'gsr100svn_20201028.log'. It lists the responsible agency as GIS (Geodetic Institute of Slovenia) and SMA (Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia), and states the station was integrated into the EPN on 25-02-2001. Technical details include: RECEIVER: LEICA GR10; ANTENNA: LEIAR20 LEIM; SET TO TRACK: GPS+GLO+GAL; INDIVIDUAL CALIBRATION: YES (show calibrations). It also notes that data is routinely analysed by BEK, BEV, MUT, RGA, UPA.
- **Location:** Features a satellite map of Europe with a red pin indicating the station's location in Slovenia. The map includes zoom controls and a 'Leaflet | Copernicus Data' watermark.
- **Data Provided:** States that RINEX 2 data are no longer submitted since 2020-04-01. It lists two data types: RINEX V2.11 - GPS+GLO and RINEX V3.04 - GPS+GLO+GAL.

Εικόνα 2.2-5

Ο επόμενος σταθμός που χρησιμοποιήθηκε είναι ο IGEO00MDA, ο οποίος βρίσκεται στην Κισινάου, την μεγαλύτερη πόλη της Μολδαβίας. Τα στοιχεία του δέκτη, της κεραίας και το είδος των παρατηρήσεων

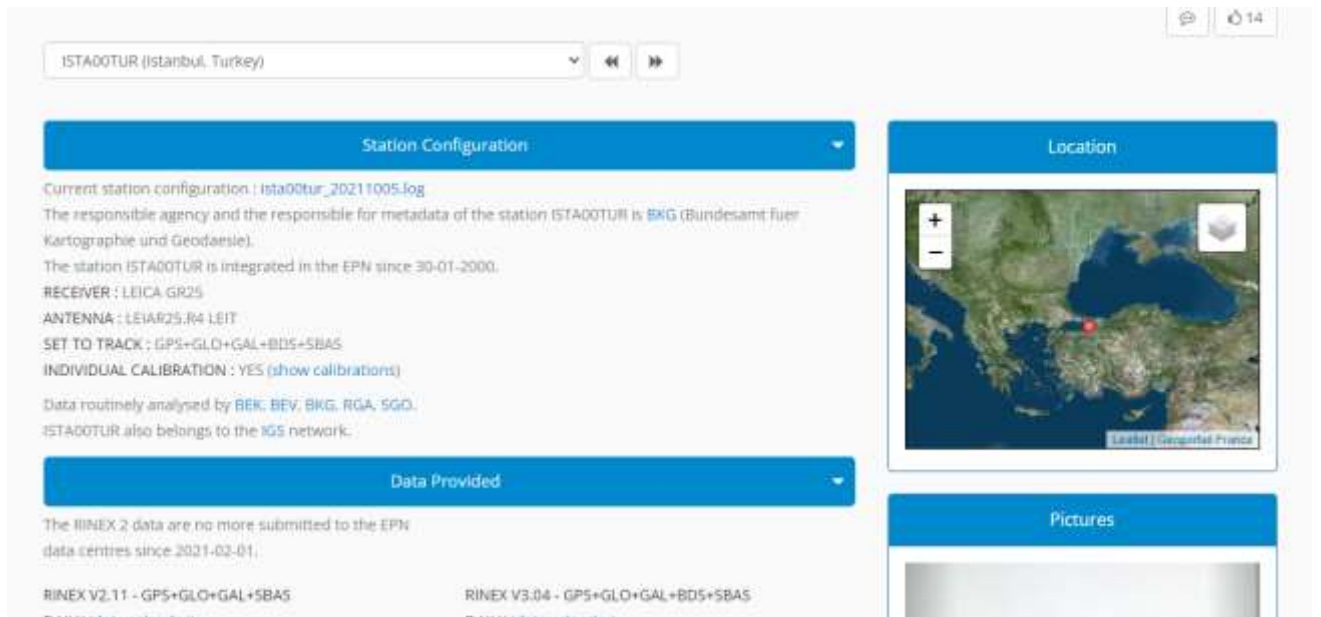
φαίνονται στην εικόνα που είναι απόσπασμα από την ιστοσελίδα της EPN.

The screenshot displays the EPN website interface for station IGEO00MDA. It is divided into several sections:

- Station Configuration:** A blue header with a dropdown arrow. Below it, text provides details: "Current station configuration : igeo00mda_20211220.log", "The responsible agency and the responsible for metadata of the station IGEO00MDA is INGEOCAD (State Enterprise Institute of Geodesy, Engineering Research and Cadastre).", "The station IGEO00MDA is integrated in the EPN since 05-08-2007.", and technical specifications: "RECEIVER : LEICA GR10", "ANTENNA : LEIAR10 NONE", "SET TO TRACK : GPS+GLO+GAL", "INDIVIDUAL CALIBRATION : NO", and "Data routinely analysed by BEV, BKG, MUT, SUT."
- Data Provided:** A blue header with a dropdown arrow. Below it, text states: "The RINEX 2 data are no more submitted to the EPN data centres since 2021-12-13." It lists two data types: "RINEX V2.11 - GPS+GLO DAILY (data calendar)" and "RINEX V3.04 - GPS+GLO+GAL DAILY (data calendar)".
- Location:** A blue header above a satellite map of Europe with a red pin indicating the station's location. The map includes zoom controls (+/-) and a layer selection icon. The text "Leaflet | Geoportail France" is visible at the bottom of the map.
- Pictures:** A blue header above a partial view of a photograph showing a white antenna tower against a blue sky.

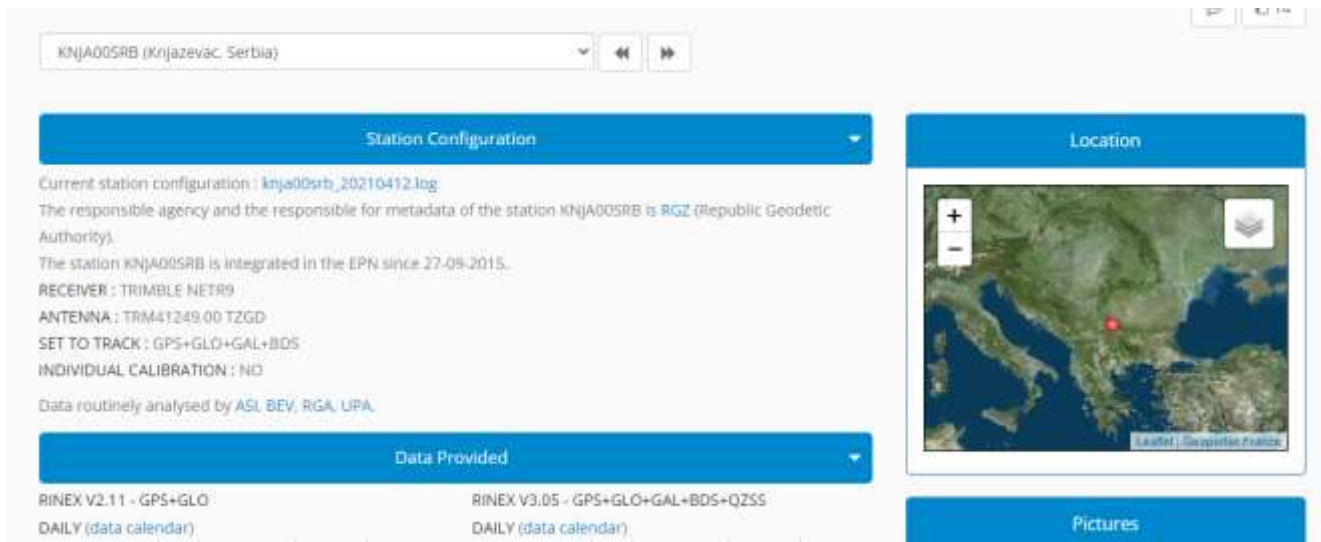
Εικόνα 2.2-6

Ο επόμενος σταθμός που χρησιμοποιήθηκε είναι ο ISTA00TUR, ο οποίος βρίσκεται στην Κωνσταντινούπολη. Τα στοιχεία του δέκτη, της κεραίας και το είδος των παρατηρήσεων φαίνονται στην εικόνα που είναι απόσπασμα από την ιστοσελίδα της EPN.



Εικόνα 2.2-7

Ο επόμενος σταθμός που χρησιμοποιήθηκε είναι ο KNJA00SRB , ο οποίος βρίσκεται στην Κνιαζεβατς της Σερβίας. Τα στοιχεία του δέκτη, της κεραίας και το είδος των παρατηρήσεων φαίνονται στην εικόνα που είναι απόσπασμα από την ιστοσελίδα της EPN.



Εικόνα 2.2-8

Ο επόμενος σταθμός που χρησιμοποιήθηκε είναι ο LAMP00ITA , ο οποίος βρίσκεται στο Ιταλικό νησί Λαμπεντούζα. Τα στοιχεία του δέκτη,

της κεραίας και το είδος των παρατηρήσεων φαίνονται στην εικόνα που είναι απόσπασμα από την ιστοσελίδα της EPN.

The screenshot displays the EPN website interface for station LAMP00ITA (Lampedusa, Italy). At the top, a search bar contains the station name. Below it, the 'Station Configuration' section provides details: current configuration (lamp00ita_20200715.log), responsible agency (ASI), integration date (20-06-1999), receiver (LEICA GR10), antenna (LEIAR20 NONE), set to track (GPS+GLO+GAL+BDS+SBAS), and individual calibration (NO). The 'Data Provided' section notes that RINEX 2 data are no longer submitted since 2020-08-03 and lists RINEX V2.11 and V3.03 data types. A 'Location' map shows the station's position in the Mediterranean Sea. A 'Pictures' section is partially visible at the bottom.

Εικόνα 2.2-9

Ο επόμενος σταθμός που χρησιμοποιήθηκε είναι ο κυπριακός NICO00CYP, ο οποίος βρίσκεται στη Λευκωσία. Τα στοιχεία του δέκτη, της κεραίας και το είδος των παρατηρήσεων φαίνονται στην εικόνα που είναι απόσπασμα από την ιστοσελίδα της EPN.

NICO00CYP (Nicosia, Cyprus)

Station Configuration


Current station configuration : nico00cyp_20211213.log
 The responsible agency and the responsible for metadata of the station NICO00CYP is BKG (Bundesamt fuer Kartographie und Geoadaesie).
 The station NICO00CYP is integrated in the EPN since 22-06-1997.
 RECEIVER : LEICA GR50
 ANTENNA : LEIAR25.R4 LEIT
 SET TO TRACK : GPS+GLO+GAL+BDS+SBAS
 INDIVIDUAL CALIBRATION : YES (show calibrations)
 Data routinely analysed by BEK, BEV, BKG, MUT.
 NICO00CYP also belongs to the IGS network.

Data Provided


The RINEX 2 data are no more submitted to the EPN data centres since 2021-02-16.

RINEX V2.11 - GPS+GLO+GAL+SBAS DAILY (data calendar)	RINEX V3.04 - GPS+GLO+GAL+BDS+SBAS DAILY (data calendar)
---	---

Location



Pictures



Εικόνα 2.2-10

Ο επόμενος σταθμός που χρησιμοποιήθηκε είναι ο SRJV00BIH , ο οποίος βρίσκεται στο Σαράγιεβο της Βοσνίας Ερζεγοβίνης. Τα στοιχεία του δέκτη, της κεραίας και το είδος των παρατηρήσεων φαίνονται στην εικόνα που είναι απόσπασμα από την ιστοσελίδα της EPN.

SRJV00BIH (Sarajevo, Bosnia And Herzegovina)


Station Configuration

Current station configuration : srjv00bih_20211116.log
 The responsible agency and the responsible for metadata of the station SRJV00BIH is GOFCE (University of Sarajevo Faculty of Civil Engineering).
 The station SRJV00BIH is integrated in the EPN since 28-11-1999.
 RECEIVER : LEICA GR30
 ANTENNA : LEIAR25.R4 LEIT
 SET TO TRACK : GPS+GLO+GAL+BDS
 INDIVIDUAL CALIBRATION : NO
 Data routinely analysed by ASI, BEK, BEV, RGA, UPA.


Data Provided

RINEX V2.11 - GPS+GLO+GAL DAILY (data calendar)	RINEX V3.03 - GPS+GLO+GAL+BDS DAILY (data calendar)
--	--

Location



Pictures



Εικόνα 2.2-11

Ο τελευταίος σταθμός που χρησιμοποιήθηκε είναι ο ιταλικός USAL00ITAL τοποθετημένος στην πόλη Λέτσε. Τα στοιχεία του δέκτη,

της κεραίας και το είδος των παρατηρήσεων φαίνονται στην εικόνα που είναι απόσπασμα από την ιστοσελίδα της EPN.

The screenshot displays the EPN website interface for station USAL00ITA (Lecce, Italy). At the top, there is a search bar containing the station name and a dropdown menu. Below this, the 'Station Configuration' section is expanded, showing details such as the current configuration file (usa00ita_20200715.log), the responsible agency (ASI), and the integration date (13-06-2010). It also lists the receiver (LEICA GR30), antenna (LEIAR20 NONE), and supported satellite systems (GPS+GLO+GAL+BDS+SBAS). The 'Data Provided' section indicates that RINEX 2 data is no longer submitted since 2020-09-03, and lists the provided data types: RINEX V2.11 and RINEX V3.03. To the right, the 'Location' section features a map of Europe with a red dot indicating the station's location in Lecce, Italy. Below the map is a 'Pictures' section, which is partially visible.

Εικόνα 2.2-12

2.3 Το λογισμικό BERNESSE GNSS Solution

Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της εργασίας είναι το Bernese GNSS, το οποίο είναι ένα επιστημονικό λογισμικό ακριβείας για γεωδαιτικές και περαιτέρω εφαρμογές που στηρίζονται σε Global Navigation Satellite Systems (GNSS). Υποστηρίζονται και τα δύο πλήρως λειτουργικά GNSS, το Αμερικανικό Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS) και το Ρωσικό Globalna Navigacionna sputnikova sistema, καθώς η ανάλυση μερικώς για τα συστήματα, όπως το European Galileo, το κινέζικο BeiDou, ή το ιαπωνικό δορυφορικό σύστημα Quasi-Zenith QZSS για τη χρήση του πακέτου από έναν αναγνώστη που έχει ήδη βασικές γνώσεις επεξεργασίας δεδομένων GNSS.

2.4 Σύστημα υλοποίησης

Ως σύστημα αναφοράς στη γεωδαισία ορίζεται το σύνολο των παραμέτρων και των συστημάτων συντεταγμένων, που εφαρμόζεται σε μία συγκεκριμένη περιοχή ή και σε ολόκληρη τη γη και ως προς το οποίο:

- Καθορίζονται οι θέσεις σημείων και αντικειμένων της ΦΓΕ στον χώρο

- Μελετάται η κίνηση ή και η δυναμική συμπεριφορά τους με τον χρόνο (γεωδυναμικά τεκτονικά φαινόμενα). Τα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς (ΓΣΑ) δημιουργούνται με σκοπό τον προσδιορισμό των συντεταγμένων της ΦΓΕ. Προσαρμόζονται στη Γη με αρχή συνήθως το κέντρο της και σε αυτά εκφράζονται οι θέσεις των σημείων με ορθογώνιες ή σφαιρικές συντεταγμένες. Ένα ΓΣΑ ορίζεται με την επιλογή ενός Datum που ορίζει:

- ένα καρτεσιανό τρισσορθογώνιο σύστημα αναφοράς X, Y, Z

- ένα ελλειψοειδές αναφοράς (a, f) προσανατολισμό - αρχικές συντεταγμένες σε ένα σημείο $(\varphi_0, \lambda_0, h_0)$ ή (X_0, Y_0, Z_0) . Υλοποιείται:

- με την εγκατάσταση και μέτρηση ενός γεωδαιτικού δικτύου

- τον υπολογισμό των συντεταγμένων X, Y, Z και φ, λ, h των κορυφών του δικτύου στο νέο Datum, σε κάποια χρονική στιγμή t . Εφαρμόζεται:

- με την απεικόνιση (προβολή) τμημάτων του ελλειψοειδούς σε ένα επίπεδο

- τον υπολογισμό των επίπεδων συντεταγμένων x, y των κορυφών του δικτύου (οι συντεταγμένες x, y αναφέρονται και ως E (Easting), N (Northing))

- τον υπολογισμό ενός μοντέλου ή χάρτη του γεωειδούς για την μετατροπή των γεωμετρικών υψομέτρων σε ορθομετρικά. Χρησιμοποιείται για την εξάρτηση από το δίκτυο αυτό γεωδαιτικών, τοπογραφικών και χαρτογραφικών εργασιών. [Λάμπρου Ε., Πανταζής Γ., 2011].

Το σύστημα αναφοράς που χρησιμοποιείται για την συνόρθωση του δικτύου είναι το ITRF14, το οποίο όπως εξηγήθηκε και πρωτότερα είναι η τελευταία λύση του ITRF από την IERS το οποίο αντικατέστησε το ITRF08 το 2016.

2.5 VIENNA MAPPING FUNCTION- GLOBAL MAPPING FUNCTION

Όπως αναλύθηκε αρχικώς ένα πολύ βασικό σφάλμα στις παρατηρήσεις είναι η τροποσφαιρική καθυστέρηση, η οποία υπολογίζεται από διαφορά μαθηματικά μοντέλα, αρχικά ως ίση με αυτή που προέρχεται από δορυφόρους εκπομπής που βρίσκονται στο ζενίθ του σημείου παρατήρησης και στη συνέχεια ανάγεται στην αντίστοιχη ζενίθια γωνία δέκτη προς δορυφόρο μέσω μίας συνάρτησης απεικόνισης. Στην προκειμένη εργασία θα χρησιμοποιηθεί η Vienna Mapping Function και η Global Mapping Function.

Η Vienna Mapping Function – VMF-, πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε η VMF1. Η συγκεκριμένη συνάρτηση είναι εμπειρικό μοντέλο που προέκυψε από δεδομένα του Ευρωπαϊκού κέντρου καιρικών προγνώσεων (ECMWF- European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) διάρκειας 40 ετών που αποθηκεύτηκαν σαν παράμετροι αναπτυγμάτων σφαιρικών αρμονικών σε οριζόντια ανάλυση 125 Km. Από αυτά τα αποτελέσματα μηνιαία προέκυψαν τιμές υψομέτρου, θερμοκρασίας, πίεσης υδρατμών που βοήθησαν ώστε να βγουν συντελεστές της συνάρτησης απεικόνισης για την ολική και υδροστατική καθυστέρηση της τροπόσφαιρας σε συγκεκριμένες γωνίες ύψους. Από τα αποτελέσματα προέκυψε μια διακύμανση βάση έτους και γεωγραφικού πλάτους. Η συνάρτηση απεικόνισης είναι η συγκεκριμένη

$$c = c_0 + \left[\left(\left[\left(\cos \frac{day-28}{365} \right) * 2\pi + \psi \right] + 1 \right) + \frac{c_{11}}{2} + c_{10} \right] * (1 - \cos \varphi) \quad (2).$$

Όπου $c_0, c_{10}, c_{11}, \psi$ είναι συντελεστές.

3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ- ΕΠΙΛΥΣΗ

3.1 Αρχεία δεδομένων

Το αντικείμενο της εργασίας είναι η επίλυση ενός δικτύου 11 σταθμών σε επτά συνεχείς μέρες με τρεις αλγόριθμους επίλυσης ασαφειών με αρχεία μορφής RINEX2.11 και με RINEX3.03. Οι ημέρες που επιλέχθηκαν να επιλυθούν είναι οι 24, 25, 26, 27, 28,29,30 Δεκεμβρίου 2019, οι οποίες βάσει του ημερολογίου GPS είναι η 2,3,4,5,6 μέρα της εβδομάδας 2085 και η 0, 1 της εβδομάδας 2086, καθώς είναι οι 358,359,360,361,362,363,364 ημέρα του χρόνου.

2019								Dec							
GPS WK	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	GPS WK	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
2082	1	2	3	4	5	6	7	2082	335	336	337	338	339	340	341
2083	8	9	10	11	12	13	14	2083	342	343	344	345	346	347	348
2084	15	16	17	18	19	20	21	2084	349	350	351	352	353	354	355
2085	22	23	24	25	26	27	28	2085	356	357	358	359	360	361	362
2086	29	30	31					2086	363	364	365				

Εικόνα 3.1-1 GPS Ημερολόγιο

Τα πρώτα αρχεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αυτά των παρατηρήσεων, εφόσον επιλέχθηκαν οι σταθμοί και γνωρίζοντας ότι χρειάζονται επτά συνεχόμενες ημέρες, μεταφορτώθηκαν τα αντίστοιχα RINEX από την EUREF. Η ονομασία των αρχείων RINEX 2.011 έχει την ακόλουθη μορφή:

- Τετραψήφιος κωδικός σταθμού
- Αύξων αριθμός ημέρας του χρόνου
- Αριθμός μέτρησης
- Διψήφιος έτους παρατήρησης
- D

Έτσι δημιουργήθηκαν επτά αρχεία για την κάθε μέρα, δηλαδή συνολικά $7 \cdot 11 = 77$ αρχεία, ενδεικτικά ένα από αυτά ήταν το DYNG3580.19D - αρχείο DYNG για πρώτη ημέρα-. Όπως φαίνεται από την κατάληξη η μορφή των RINEX από το αρχείο της EUREF είναι στη συμπιεσμένη μορφή Hatanaka, μια μορφή που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά των αρχείων παρατήρησης, αφού μειώνει το μέγεθος αυτών κατά 20% από μία απλή συμπίεση z-, έτσι τα αρχεία αυτά αποσυμπιέστηκαν από το λογισμικό CRX2RNX στην κανονική μορφή RINEX -κατάληξης O- (Observation) (π.χ. DYNG3580.19O).

Τα αρχεία της μορφής Rinex3.03 ακολουθούν άλλη ονομασία ANKR00TUR_R_20193630000_01D_30S MO.crx

- 9 ψηφία – όνομα σταθμού
- 1 ψηφίο = μορφή αρχείου =R
- 11 ψηφία για την ημέρα YYYYDDDHHMM=20193630000

- 3 ψηφία=01D=1 ημέρα= η διάρκεια
- 3 ψηφία = διάστημα μετρήσεων = 30S= 30 δευτερόλεπτα
- 1 ψηφίο = είδος αρχείου=M=mixed=GNSS
- 1 ψηφίο = είδος αρχείου=O=observation
- 3 ψηφία= crx= τύπος αρχείου

Έτσι δημιουργήθηκαν επτά αρχεία για την κάθε μέρα, δηλαδή συνολικά $7*11=77$ αρχεία. Όπως φαίνεται από την κατάληξη είναι στη συμπιεσμένη μορφή Hatanaka, έτσι τα αρχεία αυτά αποσυμπιέστηκαν από το λογισμικό CRX2RNX στην κανονική μορφή RINEX -κατάληξης rnx- (rinex). Έπειτα για να μπορέσουν να εισαχθούν στο πρόγραμμα μετονομάστηκαν με την μορφή των 2,11.

Παράλληλα με τα αρχεία των παρατηρήσεων έγινε λήψη από την CODE (Center for Orbit Determination in Europe) των αρχείων των εφημερίδων ακριβείας, των αρχείων .ION και των αρχείων ERP.

Τα αρχεία των εφημερίδων ονοματολογικά έχουν την μορφή

- COD
- GPSWEEK =τέσσερα ψηφία
- 1 ψηφίο =Αύξων αριθμός ημέρας της εβδομάδος (με την Κυριακή ως αφετηρία)
- 3 ψηφία=κατάληξη τύπου αρχείου (.EPH)

Δεδομένου ότι η GPSWEEK είναι 2085 για την 358 ημέρα το αρχείο έχει όνομα COD20852.EPH.Z Όπου το .EPH είναι η κατάληξη του αρχείου εφημερίδας (ephemeris) και το .Z υποδεικνύει ότι το αρχείο είναι συμπιεσμένο. Τα αρχεία αποσυμπιέζονται και μετά ονομάζονται σε COD20852.PRE συνολικά υπάρχουν 7 αρχεία PRE ένα για κάθε μέρα.

Επιπλέον, μεταφορτώνονται και τα αρχεία .ERP που περιέχουν πληροφορίες για τις παραμέτρους περιστροφής της Γης. Αυτά τα αρχεία ακολουθούν την ίδια λογική στην ονομασία, όμως κάθε τέλος της εβδομάδας υπολογίζεται ένα αρχείο αθροιστικό για όλες τις ημέρες αυτής και έχει αριθμό ημέρας της εβδομάδος 7, το οποίο και προτιμάται κατά την επεξεργασία, διότι έχει με πιο ακριβή τρόπο υπολογισμένες τις παραμέτρους. Συνεπώς υπάρχουν δύο τέτοια αρχεία τα οποία μετονομάζονται σε κατάληξης .IEP.

Τέλος πραγματοποιείται λήψη των 7 αρχείων που αφορούν την ιονόσφαιρα .ION. Τα αρχεία κατάληξης ION περιέχουν πληροφορίες για παραμέτρους που περιγράφουν της ιονόσφαιρα κάθε μέρας και χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση HOI παραμέτρων (high order Ionosphere) κατά την επίλυση ασαφειών.

Επιπρόσθετα, από το ίδιο FTP χρησιμοποιήθηκαν το αρχείο EPN.STA. Το αρχείο STA περιέχει πληροφορίες για το ιστορικό και τα όργανα (δέκτης κεραία) των σταθμών. Πιο συγκεκριμένα το αρχείο αυτό αποτελείται από 5 μέρη. Το πρώτο αναφέρεται σε τυχόν μετονομασίες των σταθμών. Το δεύτερο και βασικότερο μέρος του αρχείου περιέχει πληροφορίες για τους σταθμούς. Ειδικότερα αποτελείται από 17 στήλες, τα περιεχόμενα των οποίων είναι :

- i. Ονομασταθμού (STATION NAME)
- ii. Αριθμητική επισήμανση, η εξήγηση της οποίας δίνεται στο τέλος του εγγράφου (FLG)
- iii. Από ποια ημερομηνία (FROM)
- iv. Μέχρι ποια ημερομηνία - (TO)
- v. Τύπος δέκτη (RECEIVER TYPE)
- vi. Σειριακός Αριθμός δέκτη (RECEIVER SERIAL NBR)
- vii. Δέκτης (REC #)
- viii. Τύπος Κεραίας (ANTENNA TYPE)
- ix. Σειριακός Αριθμός Κεραίας (ANTENNA SERIAL NBR)
- x. (ANT #)
- xi. Τοποκεντρική συνταγμένη Βορά για κέντρο φάσης κεραίας (NORTH)
- xii. Τοποκεντρική συνταγμένη Ανατολή για κέντρο φάσης κεραίας (EAST)
- xiii. Τοποκεντρική συνταγμένη για κέντρο φάσης κεραίας (UP)
- xiv. Περιγραφή (DESCRIPTION)
- xv. Σχόλιο (REMARK)

FORMAT VERSION: 1.01
TECHNIQUE: GNSS

TYPE 001: RENAMING OF STATIONS

STATION NAME	FLG	FROM	TO	OLD STATION NAME	REMARK
*****	***	YYYY MM DD HH MM SS	YYYY MM DD HH MM SS	*****	*****
004A	001	2000 01 01 00 00 00		004A*	EKKA, GR
014A	001	2000 01 01 00 00 00		014A*	EKKA, GR
016A	001	2000 01 01 00 00 00		016A*	EKKA, GR
021A	001	2000 01 01 00 00 00		021A*	EKKA, GR
027A	001	2000 01 01 00 00 00		027A*	EKKA, GR
034A	001	2000 01 01 00 00 00		034A*	EKKA, GR
044A	001	2000 01 01 00 00 00		044A*	EKKA, GR
061A	001	2000 01 01 00 00 00		061A*	EKKA, GR
063A	001	2000 01 01 00 00 00		063A*	EKKA, GR
066A	001	2000 01 01 00 00 00		066A*	EKKA, GR
068A	001	2000 01 01 00 00 00		068A*	EKKA, GR
069A	001	2000 01 01 00 00 00		069A*	EKKA, GR
074A	001	2000 01 01 00 00 00		074A*	EKKA, GR
075A	001	2000 01 01 00 00 00		075A*	EKKA, GR
076A	001	2000 01 01 00 00 00		076A*	EKKA, GR
081A	001	2000 01 01 00 00 00		081A*	EKKA, GR
088A	001	2000 01 01 00 00 00		088A*	EKKA, GR
089A	001	2000 01 01 00 00 00		089A*	EKKA, GR
091A	001	2000 01 01 00 00 00		091A*	EKKA, GR
092A	001	2000 01 01 00 00 00		092A*	EKKA, GR
093A	001	2000 01 01 00 00 00		093A*	EKKA, GR
ACOR 13434M001	001	1998 12 06 00 00 00		ACOR*	acor_20191021.log
ADAR 19161M001	001	2009 03 04 00 00 00		ADAR*	adar_20190820.log
AGPA	001			AGPA*	TreeCompany, GR
AJAC 10077M005	001	2000 01 22 00 00 00		AJAC*	ajac_20190313.log
AKYR	001	2004 03 10 00 00 00		AKYR*	COMET, STAINF
ALAC 13433M001	001	1998 03 06 00 00 00		ALAC*	alac_20170306.log
ALBA 13452M001	001	2002 06 20 00 00 00		ALBA*	alba_20190215.log
ALCI 12371S001	001	2003 11 29 00 00 00	2014 08 03 00 00 00	ALCI*	alci_20111207.log
ALME 13437M001	001	1999 12 04 00 00 00		ALME*	alme_20180612.log
AMMN 22201M001	001	1999 06 15 00 00 00	2002 05 05 00 00 00	AMMN*	ammn_20000407.log
ANIK 12666M001	001	2010 01 01 00 00 00		ANIK*	NTUA, SNX
ANKR 20005M002	001	1995 06 21 00 00 00		ANKR*	ankr_20191031.log
ANKY 18594M001	001	2000 01 01 00 00 00		ANKY*	NTUA, SNX
ANOP	001	2003 07 25 00 00 00		ANOP*	COMET, STAINF
AQUI 12757M001	001	1999 06 11 00 00 00		AQUI*	aqui_20180725.log
ARGI 10117M002	001	2008 09 25 00 00 00		ARGI*	argi_20170419.log
ARIS 19190M001	001	2009 06 02 00 00 00		ARIS*	aris_20190902.log
ARJ6 10420M002	001	2011 07 29 00 00 00		ARJ6*	arj6_20191105.log
ARK2	001	2007 03 01 00 00 00		ARK2*	NTUA, SNX

Εικόνα 3.1-2

Παράλληλα μεταφορτώθηκε ένα αρχείο .CRD από την CODE, το οποίο περιείχε συντεταγμένες για σταθμούς. Στο συγκεκριμένο αρχείο διαγράφηκαν τυχόν συντεταγμένες και διατηρήθηκε μόνο η επικεφαλίδα και η γενική μορφή αυτού, αφού οι συντεταγμένες που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από τα αρχεία των παρατηρήσεων.

Έγινε η λήψη αρχείων για τον υπολογισμό του τροποσφαιρικού σφάλματος. Όπως χρειάζεται όταν γίνεται χρήση της Vienna Mapping Function, μιας συνάρτησης απεικόνισης που βοηθάει στον υπολογισμό της τροποσφαιρικής καθυστέρησης. Τα αρχεία που μεταφορτώνονται από το αντίστοιχο ηλεκτρονικό ευρετήριο στο επιλέχθηκε κάναβος 2,5*2 τα αρχεία είναι τέσσερα για κάθε μέρα, συγκεκριμένα ένα αρχείο ανά 6 ώρες UTC 0, 06, 12, 18. Αναλυτικότερα η ονοματολογία των αρχείων είναι της μορφής:

- VMFG
- Έτος
- Μήνας

- μέρα του μήνα
- .H
- ώρα UTC

Άρα για την κάθε μέρα τέσσερα αρχεία, π.χ. για την 360 ημέρα μεταφορτώθηκαν τα 4 αρχεία VMFG_191226.H00, VMFG_191226.H06, VMFG_191226.H12, VMFG_191226.H18. Τα τέσσερα αρχεία αυτά συνενώνονται και βγάζουν ένα με την ονομασία MF2019226.GRD=VMFYYYYYD.GRD.

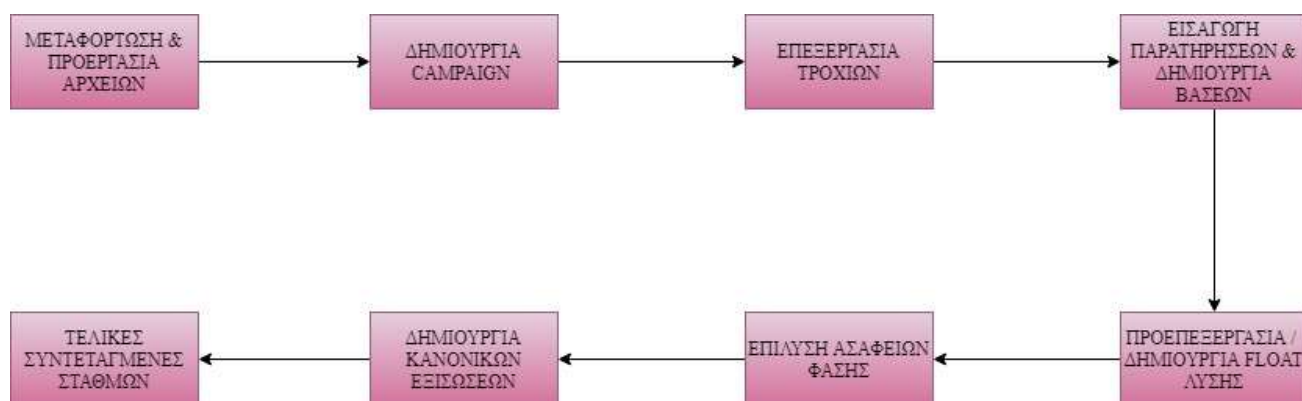
Αρχείο	Επεξεργασία	Μορφή	Προβολή	Βύθισμα
! Version: 1.0				
! Source: J. Boehm, TU Vienna (created: 2019-12-27)				
! Data_types: VMF1 (lat lon ah aw zhd zwd)				
! Epoch: 2019 12 26 00 00 0.0				
! Scale_factor: 1.e+00				
! Range/resolution: -90 90 0 360 2 2.5				
! Comment: http://vmf.geo.tuwien.ac.at/trop_products/GRID/2.5x2/VMF1/VMF1_OP/				
90.0	0.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	2.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	5.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	7.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	10.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	12.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	15.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	17.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	20.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	22.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	25.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	27.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	30.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	32.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	35.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	37.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	40.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	42.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	45.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	47.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	50.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	52.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	55.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	57.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	60.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	62.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	65.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	67.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	70.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	72.5	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200
90.0	75.0	0.00115615	0.00057910	2.3222 0.0200

Εικόνα 3.1-3

3.2 ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

Για να γίνει η επεξεργασία των βάσεων ακολουθήθηκε μια σειρά διαδικασιών. Σκοπός του παρόντος κεφαλαίου της εργασίας αυτής είναι να παρουσιαστούν αναλυτικά βήμα προς βήμα αυτές οι διαδικασίες.

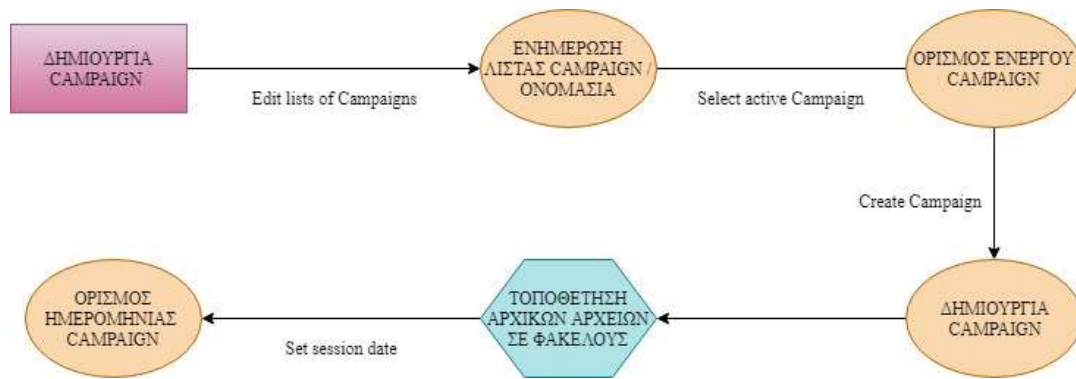
Αρχικά σκοπεύοντας να δοθεί μια εποπτική εικόνα των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν, παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής αυτών. Η όλη διαδικασία διαμερίστηκε σε οκτώ διαφορετικές αυτόνομες θεματικές ενέργειες .



Εικόνα 3.2-1- Ροή εργασιών επίλυσης βάσεων

Η πρώτη από αυτές είναι η μεταφόρτωση και η προεργασία αρχείων. Το πρώτο μέρος του ορισμού, δηλαδή αυτό της μεταφόρτωσης των αρχείων έχει επεξηγηθεί εκτενώς στο προηγούμενο κεφάλαιο. Στο δεύτερο σκέλος του ορισμού κατατάσσονται ορισμένες αλλαγές που πρέπει να γίνουν στα πρωταρχικά αρχεία για να είναι συμβατά με το λογισμικό. Αυτές είναι η αλλαγή της κατάληξης των αρχείων τροχιών ακριβείας από .EPH σε .PRE και των αρχείων των παραμέτρων περιστροφής της Γης από .ERP σε .IEP. Το δεύτερο είναι η δημιουργία ενός αρχείου .ABB, το οποίο δεν είναι τίποτα άλλο από ένα αρχείο που συμπύκνωση τα τετραγώνια ονόματα των σταθμών σε διψήφια. Τέλος όπως έχει επισημανθεί και πρωτίτερα για κάθε μέρα υπάρχουν τέσσερα αρχεία VMF (H00.H06,H12,H18), τα οποία πρέπει να συμπυκνωθούν σε ένα αρχείο. Η σύμπτυξη αυτή επιτυγχάνεται εύκολα με την δημιουργία ενός κενού αρχείου και την επικόλληση του περιεχομένου κάθε αντίστοιχου αρχείου με την σωστή χρονική σειρά.

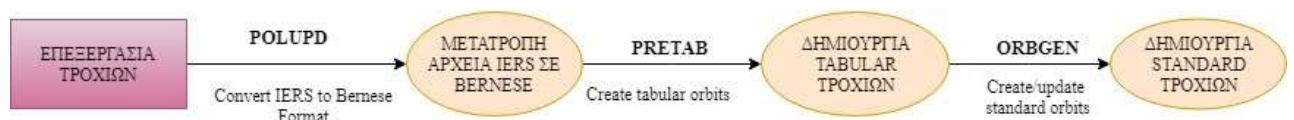
Η δεύτερη αυτοτελής ενέργεια στο διάγραμμα ροών είναι η δημιουργία campaign, η οποία κατ' ουσία είναι η δημιουργία του φακέλου στο πρόγραμμα. Αυτή η ενέργεια χωρίζεται στα παρακάτω στάδια που φαίνονται στο διάγραμμα ροής .



Εικόνα 3.2-2-Ροή εργασιών Campaign

Η δημιουργία της καμπάνιας (campaign) ξεκινάει με την εισαγωγή του ονόματος της στην αντίστοιχη λίστα με τα υπόλοιπα session. Έπειτα επιλέγουμε πλέον την καινούργια από την λίστα ως την ενεργή και στη συνέχεια την δημιουργούμε, δηλαδή δημιουργούμε τους αντίστοιχους φακέλους στους οποίους θα τοποθετούνται όλα τα αρχεία που θα συνταχθούν καθ' όλη τη διαδικασία. Σε αυτό το σημείο, εφόσον δημιουργήθηκαν οι φάκελοι μεταφέρουμε τα πρωτογενή αρχεία δεδομένων σε αυτούς, αναλυτικότερα τα αρχεία .ION μεταφέρονται στον φάκελο ATM , τα αρχεία των τροχιών και των πόλων στον φάκελο ORB και τέλος τα RINEX στο φάκελο RAW. Κλείνοντας αυτό το στάδιο και προτού ξεκινήσει η διαδικασία της επίλυσης ορίζουμε την ημέρα επεξεργασίας (session).

Το τρίτο σκέλος είναι η επεξεργασία των τροχιών. Για λόγους συνεκτικότητας του κεφαλαίου παρουσιάζεται πάλι το αντίστοιχο διάγραμμα ροών, στο οποίο αναγράφονται πέρα από τα στάδια και τα προγράμματα του λογισμικού που χρησιμοποιούνται σε κάθε ενέργεια, καθώς και η επιλογή που κάνει ο χρήστης στο κεντρικό μενού του BERNESE GNSS.

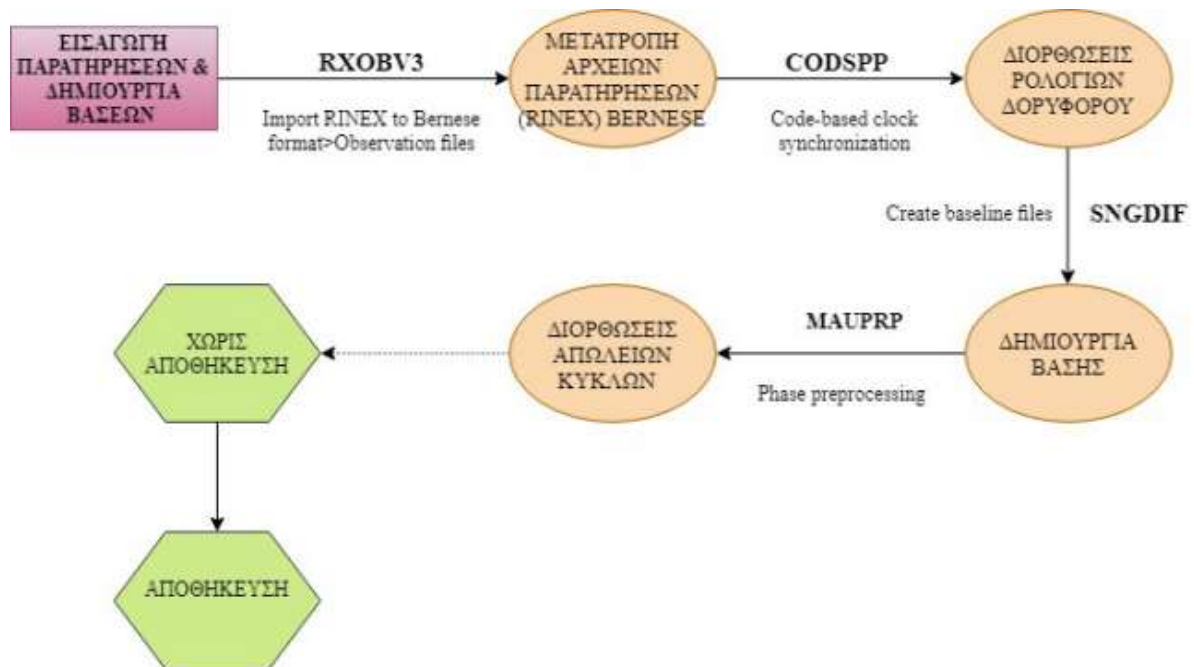


Εικόνα 3.2-3 - Διάγραμμα Ροής Εργασιών Τροχιών

Το πρώτο βήμα είναι η Μετατροπή των αρχείων IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service) σε BERNESE format, δηλαδή η μετατροπή των αρχείων δεδομένων σε μορφή που επεξεργάζεται το πρόγραμμα. Ακολούθως είναι η μετατροπή της τροχιάς ακριβείας σε tabular και η δημιουργία ενός αρχείου για τα ρολόγια των δορυφόρων, στο οποίο δημιουργείται μία συνάρτηση παρεμβολής ανά 2 ώρες (παρεμβολή πολυωνύμου δευτέρου βαθμού, καθώς και στα αρχεία των τροχιών περιέχονται τιμές ανά 15 για τα ρολόγια των δορυφόρων οι παρατηρήσεις είναι ανά 15 λεπτά. Τέλος μετατρέπεται από tabular σε standard που είναι η μορφή που χρησιμοποιεί το λογισμικό .

Πρέπει να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι από την αρχή της εβδομάδας GPS 1826 (4 Ιανουαρίου 2015), το κέντρο ανάλυσης CODE εισήγαγε ένα νέο εμπειρικό μοντέλο υπολογισμού τροχιών (νέο ECOM) στο οποίο πρέπει να γίνει αλλαγή από το παλιό σύστημα δυναμικών παραμέτρων "System DYX" στο καινούργιο "System D2X".

Η τέταρτη αυτοτελής ενέργεια είναι ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ & ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΕΩΝ που επίσης παρουσιάζεται με το αντίστοιχο διάγραμμα ροής .



Εικόνα 3.2-4- Διάγραμμα Ροής Εργασιών RINEX

Το πρώτο σκέλος του σταδίου είναι η μετατροπή των αρχείων RINEX σε μορφή που επεξεργάζεται το λογισμικό, έτσι για κάθε σταθμό έναντι του ενός αρχείου παρατηρήσεων παράγονται τέσσερα με κατάληξη .CZH .CZO .PZH .PZO στο φάκελο OBS. Τα αρχεία C αναφέρονται στις μετρήσεις σε κώδικα, ενώ τα αρχεία P σε μετρήσεις φάσης. Συγκεκριμένα τα αρχικά σημαίνουν:

- .CZH code zero-difference Header / Κώδικας μέτρηση επικεφαλίδα
- .CZO code zero-difference Observation /Κώδικας μέτρηση παρατήρηση
- .PZH phase zero-difference Header / Φάση μέτρηση επικεφαλίδα
- .PZO phase zero-difference Observation /Φάση μέτρηση παρατήρηση

Η επόμενη ενέργεια “ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΡΟΛΟΓΙΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ” είναι ουσιαστικά η επίλυση των μετρήσεων σε κώδικα για να εκτιμηθεί το σφάλμα των ρολογιών του δέκτη. Γενικότερα το ρολόι του δέκτη πρέπει να συγχρονίζεται με το χρόνο GPS, ακόμα και όταν η ανάλυση γίνεται με διπλές διαφορές. Το σφάλμα ρολογιού δέκτη πρέπει να είναι γνωστό με ακρίβεια καλύτερη από 1μs, το οποίο, άμα το επεξεργαστούμε με την ταχύτητα του φωτός αναλογεί σε σφάλμα (δk) $\max = c (1\mu s) \approx 300m$, άρα είναι κατανοητό ότι το σφάλμα των ρολογιών είναι πολύ μεγάλο, οπότε είναι εύκολο να εκτιμηθεί με μετρήσεις κώδικα - μικρότερης ακριβείας από ότι φάσης - . Το δεύτερο σημαντικό αποτέλεσμα από αυτό το πρόγραμμα είναι οι συντεταγμένες του δέκτη. Εφόσον οι συντεταγμένες που χρησιμοποιήθηκαν είναι αυτές της χαμηλής ποιότητας των RINEX, αυτές θα χρησιμοποιηθούν ως a priori και θα υπολογιστούν εκ νέου καινούργιες με καλύτερη ακρίβεια.

Οι απαραίτητοι υπολογισμοί έγιναν με απόλυτο προσδιορισμό στην L3, επειδή ο γραμμικός αυτός συνδυασμός των συχνοτήτων είναι ελεύθερος ιονοσφαιρικών σφαλμάτων και η γωνία αποκοπής που χρησιμοποιήθηκε είναι 5 μοίρες.

Τα αποτελέσματα του προγράμματος πρέπει να έχουν σφάλμα RMS με τιμή περίπου 20-30m, εάν η επιλεκτική διαθεσιμότητα (SA) είναι ενεργοποιημένη (πριν από τον Μάιο του 2000). Χωρίς SA, αναμένεται μια τιμή περίπου 3 μέτρων, αν υπάρχουν διαθέσιμες μετρήσεις του κώδικα P. Βασιζόμενοι σε αυτά τα κριτήρια οι επεξεργασίες των αρχείων για όλες τις ημέρες είναι αποδεκτές .

Το τρίτο στάδιο είναι η δημιουργία των βάσεων που ουσιαστικά είναι η σύνταξη των απλών διαφορών. Δημιουργούνται δύο αρχεία για κάθε

βάση, αυτά είναι της κατάληξης .PSO, .PSH που αποθηκεύονται στο φάκελο OBS και τα το επίθεμα αυτών σημαίνει

- PSH phase single-difference Header / Φάση απλή διαφορά επικεφαλίδα
- .PSO phase single-difference Observation / Φάση απλή διαφορά παρατήρηση

Σε αυτό το σημείο τονίζεται ότι τα διανύσματα βάσης επιλέχθηκαν βάση του αλγορίθμου OBS-MAX ο οποίος δημιουργεί τα διανύσματα έχοντας γνώμονα τον αριθμό των κοινών παρατηρήσεων για τους σχετικούς σταθμούς, οπότε από όλους τους πιθανούς συνδυασμούς, επιλέγεται το σύνολο βάσεων με τις μέγιστες κοινές παρατηρήσεις. Αυτή η στρατηγική εγγυάται ότι ένας μέγιστος αριθμός παρατηρήσεων από το δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην επεξεργασία διπλής διαφοράς. Ωστόσο αυτό σημαίνει ότι δεν έχει κάθε μέρα επίλυσης τις ίδιες βάσεις.

Το επόμενο στάδιο, όπου είναι η προεπεξεργασία των παρατηρήσεων φάσης πραγματοποιείται σε δύο φάσεις μέσω του MAUPRP.

Ο αρχικός ακέραιος αριθμός των κύκλων μεταξύ του δορυφόρου και ο δέκτης k είναι ο άγνωστος. Η αρχική φάση - ασάφεια παραμένει η ίδια όσο δεν υπάρχει απώλεια σήματος (ολίσθηση κύκλου). Οι πιθανές αιτίες ολίσθησης κύκλου είναι ένα άλμα στη στιγμιαία συσσωρευμένη φάση κατά έναν ακέραιο αριθμό κύκλων. Οι πιθανές αιτίες είναι πολλές, όπως:

- παρεμπόδιση του δορυφορικού σήματος λόγω δέντρων, κτιρίων κ.λπ.,
- χαμηλός λόγος σήματος προς θόρυβο λόγω των ταχέως μεταβαλλόμενων συνθηκών ιονόσφαιρας, πολλαπλών διαδρομών, υψηλή δυναμική δέκτη ή χαμηλή γωνία δορυφόρου
- αστοχία στο λογισμικό του δέκτη
- δυσλειτουργία του δορυφορικού ταλαντωτή.

Η ανίχνευση ολισθήσεων κύκλου μπορεί να γίνει από το MAUPRP, επειδή μπορεί να προεπεξεργάζεται αρχεία παρατήρησης μιας διαφοράς, σχηματίζοντας και αναλύοντας διαφορετικούς γραμμικούς συνδυασμούς των παρατηρήσεων φάσης. Συγκεκριμένα οι ενέργειες που εκτελεί είναι:

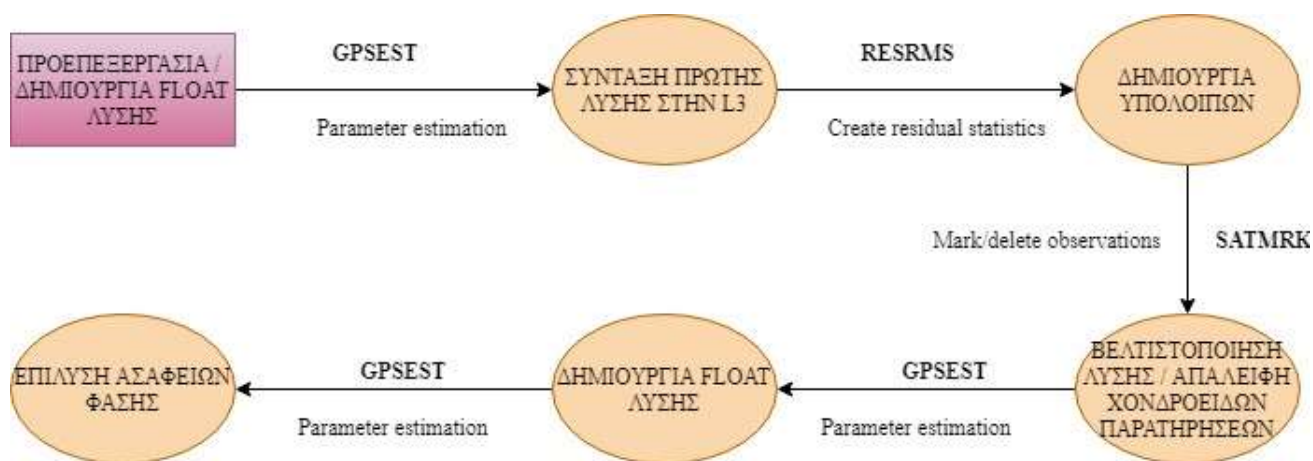
- Η επισήμανση των παρατηρήσεων από την προεπεξεργασία και από την ανάλυση, όταν αυτές είναι παρατηρήσεις σε χαμηλό υψόμετρο δορυφόρων, παρατηρήσεις ενός φορέα που δεν έχουν αντίστοιχη στον άλλο (L1 χωρίς L2 ή αντίστροφα), μικρά κομμάτια παρατηρήσεων.
- Πραγματοποιεί μια μη παραμετρική διαλογή για τον εντοπισμό μεγάλων ακραίων τιμών.
- Ελέγχει όλες τις παρατηρήσεις για χρονικά διαστήματα που είναι αλλοιωμένα από ολισθήσεις κύκλου, καθώς και προσπαθεί να τις διορθώσει, όμως εάν το μέγεθος της ολίσθησης του κύκλου δεν

μπορεί να εκτιμηθεί αξιόπιστα, η παρατήρηση επισημαίνεται ή εισάγεται μια νέα άγνωστη παράμετρος ασάφειας

- Ελέγχει για συμβάντα ρολογιού εάν τα αρχεία φάσης μηδενικής διαφοράς έχουν υποστεί προεπεξεργασία.

Εφόσον εξηγήθηκαν οι ενέργειες το MAUPRP, περιγράψτε η διαδικασία στην οποία «τρέχουμε» το πρόγραμμα χωρίς την αποθήκευση των αλλαγών στα αρχεία των βάσεων, αλλά μόνο αποθήκευση των συντεταγμένων που προκύπτουν και έπειτα «ξανά τρέχουμε» το πρόγραμμα με αποθήκευση των αλλαγών. Σκοπός αυτού είναι η εκτίμηση καλύτερων συντεταγμένων, ώστε να χρησιμοποιηθούν σαν *a priori* και να πάρουμε ακριβέστερα αποτελέσματα. Σε αυτό το στάδιο το epoch difference solution χρησιμοποιείται ως αναφορά για τον έλεγχο των δεδομένων, για μια επιτυχημένη φάση προεπεξεργασίας το RMS του EPOCH DIFF πρέπει να είναι κάτω από 2 εκατοστά. Επίσης οι εκτιμήσεις για τις συντεταγμένες στο epoch difference solution αναμένεται να είναι μικρότερες από περίπου 0.5 του μέτρου.

Το πέμπτο στάδιο είναι αυτό της προεπεξεργασίας και της float λύσης. Κατά τα γνωστά επισυνάπτεται το διάγραμμα ροής αυτού του σταδίου.



Εικόνα 3.2-5 Διάγραμμα Ροής Εργασιών Προεπεξεργασίας

Αντίστοιχα το πρώτο μέρος αυτού του σταδίου είναι η σύνταξη μιας πρώτης λύσης. Στην ουσία δημιουργείται μια λύση στην L3 (γραμμικός συνδυασμός χωρίς ιονόσφαιρα) με τις ασάφειες ως πραγματικούς αριθμούς. Από αυτήν την εκτέλεση δεν προκύπτουν τελικά

αποτελέσματα, αλλά πραγματοποιείται έλεγχος της ποιότητας των δεδομένων και αποθηκεύονται τα υπόλοιπα μετά την προσαρμογή των ελαχίστων τετραγώνων.

Ειδικά ως προς τις επιλογές αυτού του σταδίου επισημαίνεται ότι η ανάλυση γίνεται σε απλή διαφορά μετρήσεως φάσης στον γραμμικό συνδυασμό της L3 και υποβιβάζεται το διάστημα των μετρήσεων σε 180 δευτερόλεπτα, γωνία ύψους 5 μοίρες. Η τροπόσφαιρα εκτιμάται με χρήση της συνάρτησης απεικόνισης Global Mapping Function, αλλά δεν αποθηκεύεται - άρα η πύκνωση των παραμέτρων για την τροπόσφαιρα γίνεται στις 2 ώρες -, οπότε δεν παράγεται αρχείο .TRP. Παράγεται επίσης ένα αρχείο .RES, δηλαδή ένα αρχείο που καταγράφει τα υπόλοιπα κάθε μέτρησης, για να είναι δυνατό στο επόμενο στάδιο να βελτιστοποιηθεί η λύση. Επειδή αυτό το στάδιο προορίζεται για την ανίχνευση των χονδροειδών σφαλμάτων και αργότερα θα γίνει η επίλυση των ασαφειών, δεσμεύονται οι *a priori* συντεταγμένες του πρώτου σταθμού της βάσης μόνο κατά ένα εκατοστό.

Τέλος αναμένεται ένα *a posteriori* RMS από 1mm έως 1.5mm. Τα αντίστοιχα σφάλματα που προέκυψαν κυμαίνονταν από 0.0005m έως 0.0008m, δηλαδή πολύ μικρά και αποδεκτά.

Στο επόμενο στάδιο απλά δημιουργούνται τα στατιστικά στοιχεία για τα υπόλοιπα της συνόρθωσης.

Ακολούθως στο επόμενο στάδιο βασιζόμενοι στα στατιστικά υπόλοιπα που δημιουργήθηκαν παραπάνω, επεξεργάζονται τα αρχεία των βάσεων, με τέτοιο τρόπο, ώστε να απαλείφουν χονδροειδής παρατηρήσεις (μεγάλα υπόλοιπα).

Στο τέταρτο στάδιο δημιουργείται η FLOAT λύση, η οποία γίνεται - χωρίς ιονόσφαιρα - στην L3 με άλυτες ασάφειες, δηλαδή οι ασάφειες είναι πραγματικοί αριθμοί, ενώ παράλληλα γίνεται μια εκτίμηση και αποθήκευση της τροποσφαιρικής καθυστέρησης με την GMF, δηλαδή παράγεται ένα αρχείο παράγεται αρχείο .TRP και τέλος ένα αρχείο συντεταγμένων - (FLT.CRD) FLOAT συντεταγμένες -. Για γεωδαιτικές εργασίες ακριβείας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της τροποσφαιρικής καθυστέρησης. Αυτό επιτυγχάνεται σε αυτό το στάδιο με τη βοήθεια της συνάρτησης απεικόνισης GMF και την αύξηση των παραμέτρων που υπολογίζονται σε κάθε σταθμό από 12 σε 24- άρα η πύκνωση των παραμέτρων για την τροπόσφαιρα ορίζεται στην 1 ώρα- ενώ για να μην γίνει υπερφόρτωση των παραμέτρων επιλέγεται ένα σχετικά μεγάλο αρχικό σφάλμα (5 μέτρα). Οι βασικές διαφορές είναι ότι η πύκνωση των παρατηρήσεων γίνεται στα 30 δευτερόλεπτα εν αντιθέσει με πριν που ήταν 1 λεπτό και ότι οι δεσμεύσεις των συντεταγμένων από 1 εκατοστό γίνεται 1 χιλιοστό.

Το τελευταίο στάδιο, αυτό της επίλυσης των ασαφειών. Το Bernese ως λογισμικό διαθέτει διάφορους αλγόριθμους που αφορούν στην επίλυση

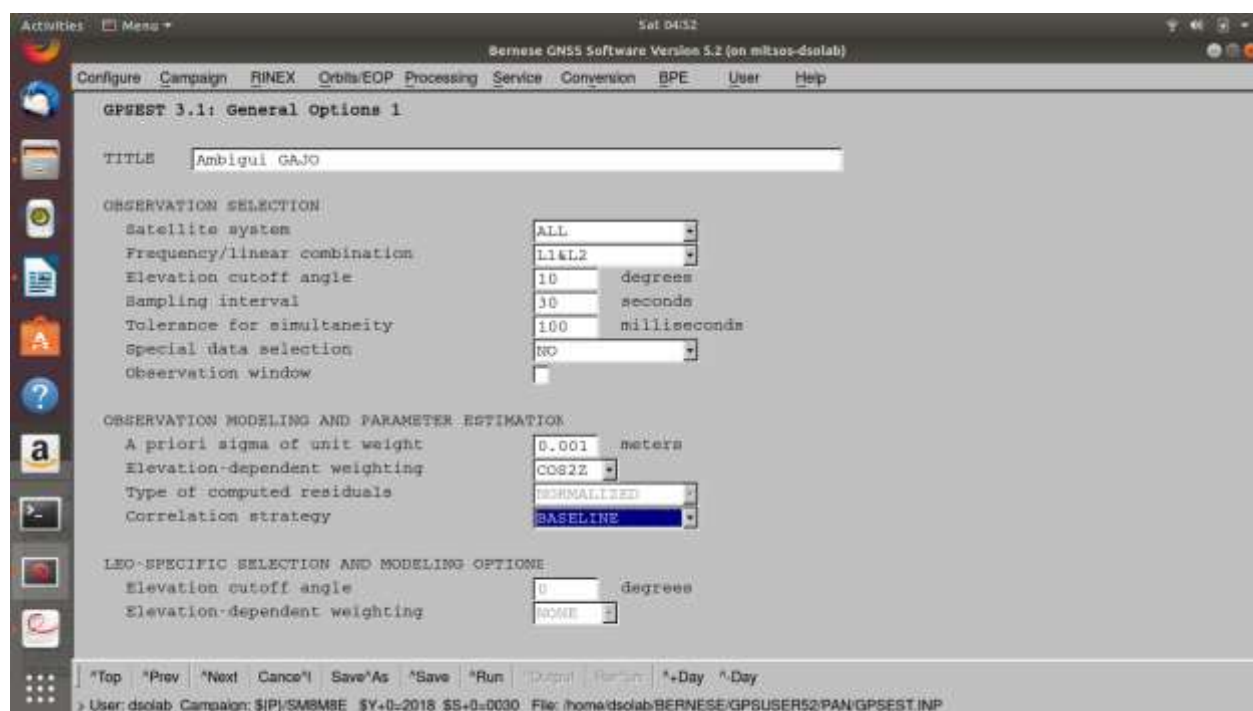
των ασαφειών με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Η επιλογή του εκάστοτε αλγορίθμου στηρίζεται στο μέγεθος των βάσεων, τον τύπο των μετρήσεων (η δυνατότητα μετρήσεις σε ένα ή παραπάνω φορείς) αλλά και η διάρκεια των μετρήσεων. Έτσι αφού συντάχθηκαν οι βάσεις από τον αλγόριθμο OBSMAX επιλέχθηκαν να επιλυθούν με τον αλγόριθμο QIF βάση του μεγέθους και του γεγονότος ότι οι μετρήσεις είναι μεγάλης διάρκειας (ημερήσιες). Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα κριτήρια επιλογής και οι προτάσεις του εκάστοτε αλγορίθμου από το εγχειρίδιο χρήσης του λογισμικού.

Case	Baseline length	Occupation time	P-code available?	Ambiguity resolution (AR) strategy
1A	short (20–40 km)	>1 hr	no	<i>SIGMA</i> : L1&L2 or L1 or L2
1B	short (<5–10 km)	ca.1–5 min	no	<i>SEARCH</i> : L1&L2, no TRP estimation alternatively <i>SEARCH</i> : L1, in reoccupation mode ^a
2 ^{b c}	medium (<100–200 km)	>2–4 hr	no	(0) Ambiguity float (network) solution: <i>NONE</i> : L3, estimate/save CRD and TRP (1) Wide-lane ambiguity resolution: <i>SIGMA</i> : L5, introduce (fix) CRD, TRP, and ION; save wide-lane ambiguities (2) Narrow-lane ambiguity resolution: <i>SIGMA</i> : L3, introduce wide-lane ambiguities; estimate CRD and TRP ^d ; save narrow-lane ambiguities
3A ^{b e}	long (<6 000 km)	>8–24 hr	yes	(1) Wide-lane ambiguity resolution: <i>SIGMA</i> : MELWUEBB ^f , introduce P1–C1 DCBs ^g ; save wide-lane ambiguities (2) Narrow-lane ambiguity resolution: <i>SIGMA</i> : L3, introduce wide-lane ambiguities; estimate CRD and TRP ^d ; save narrow-lane ambiguities
3B ^{b c}	long (<1 000–2 000 km)	>8–24 hr	no	<i>QIF</i> : L1&L2, estimate SIPs ^h , CRD and TRP ^d , introduce (or estimate) ION save L1/L2 ambiguities

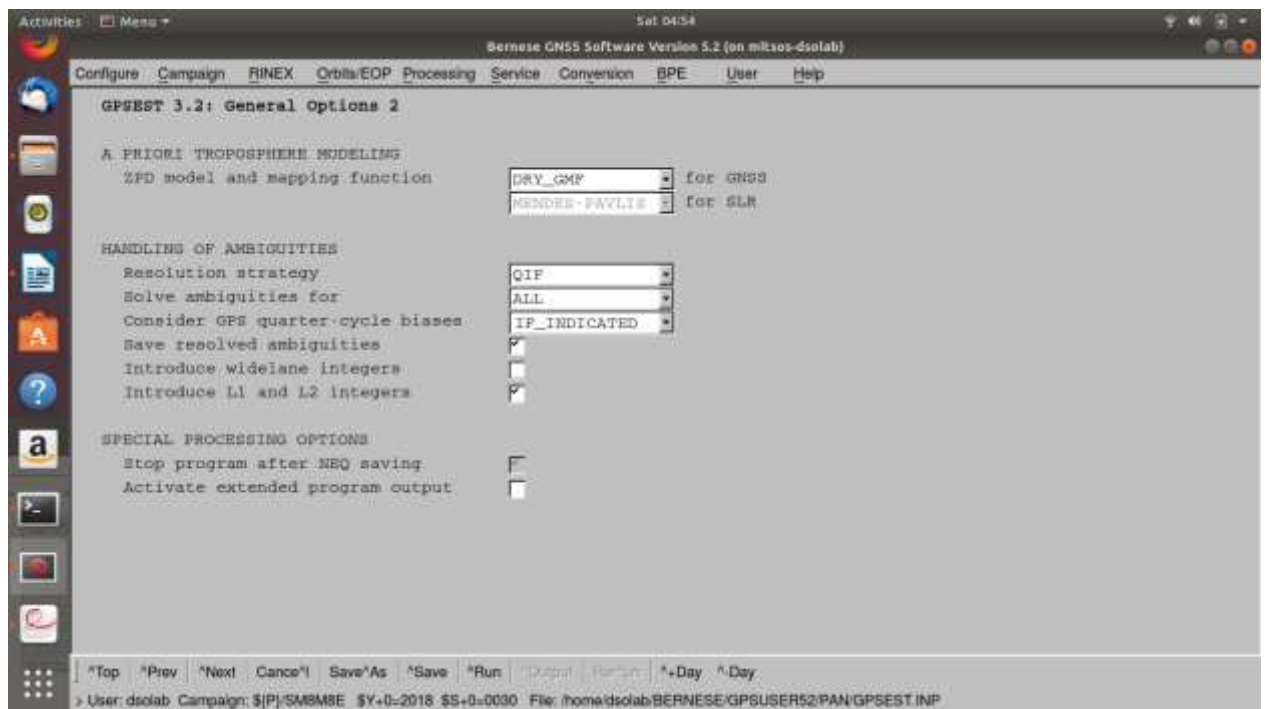
Εικόνα 3.2-6- Βασικοί αλγόριθμοι επίλυσης ασαφειών που υποστηρίζει το *BERNESSE*

Κατά την επίλυση των ασαφειών με τον αλγόριθμο QIF υπάρχει μία επιλογή που αφορά την επίλυση ασαφειών μεταξύ δορυφόρων Block IIR–To M/Block IIF και παλαιότερης γενεάς που αποσκοπεί στη μείωση του QUARTER CYCLE ISSUE. Αυτές είναι η **always** -κατά την οποία δεν επιλύονται ασάφειες μεταξύ ενός Block IIR–To M/Block IIF και οι παλαιότερου δορυφόρου έτσι η επίλυση είναι σε ασφαλή πλευρά, αλλά δεν επιλύεται ο βέλτιστος αριθμός ασαφειών- η δεύτερη είναι η **never** – σε αυτή μπορεί να περιοριστεί το αποδεκτό κλασματικό τμήμα για επιλυμένες ασάφειες σε λιγότερο από 0.25 του κύκλου με αυτόν τον τρόπο, ωστόσο, ενδέχεται να μην επιλυθούν όλες οι δυνατότητες ασάφειες – η τελευταία είναι η *if indicated* – όπου με μία λίστα τύπων δεκτών αποφασίζει εάν το συγκεκριμένο σφάλμα θα προκύψει ή όχι-. Για τους σκοπούς της εργασίας αυτής η επίλυση των ασαφειών έγινε και με τους τρεις τρόπους. Έτσι υπάρχουν 6 λύσεις για κάθε ημέρα, τρεις για κάθε τύπο Rinex.

Στα διαδικαστικά του σταδίου ως αρχεία εισόδου πλέον στο GPSEST είναι τα .TRP και FLT.CRD της FLOAT λύσης και τα αρχεία της ιονόσφαιρας, ενώ επιλέγεται ο αλγόριθμος QIF και η αποθήκευση των ασαφειών, καθώς πλέον δεν έχουμε δεσμεύσεις αλλά οι σταθμοί διατηρούνται σταθεροί.



Εικόνα 3.2-7-Επιλογές QIF



Εικόνα 3.2-8~ Επιλογές QIF

Στο τέλος του σταδίου προκύπτει ένα αρχείο στο οποίο αναλύονται οι ασάφειες. Το σημείο του αρχείου που καταμετράται το ποσοστό των λυμένων ασαφειών φαίνεται παρακάτω.

Το συγκεκριμένο αρχείο έχει 11 στήλες, οι βασικότερες στήλες –και το περιεχόμενο αυτών - ,όμως είναι :

- 1) Αριθμός ασάφειας
- 3) Αριθμός δορυφόρου – Στο Bernese οι δορυφόροι GPS έχουν αριθμό από 1 έως 99 και οι GLONASS από 100 , ειδικά όμως στις βάσεις που έχουν επιλαγεί δεν έχουμε δορυφόρους GLONASS –
- 9) RMS εκάστοτε ασάφειας
- 10) Τιμή ασάφειας

AMBI	FILE	SAT.	EPOCH	FRQ	WLF	CLU	REFERENCE		AMBIGUITY	RMS	TOTAL AMBIGU.	DL/L
							AMBI	CLU				
1	1	5	1	1	1	1	109	46	2.32	0.37	2234926.32	
2	1	5	1427	1	1	2	3	3	-11		2234940.	0.00000
3	1	5	2595	1	1	3	109	46	-1.17	0.06	2234928.83	
4	1	12	1	1	1	4	109	46	-0.01	0.05	-2058516.01	
5	1	16	1	1	1	5	13	15	2		2009920.	0.00000
6	1	16	1205	1	1	6	109	46	-13		2009877.	0.00000
7	1	16	2855	1	1	7	109	46	2.51	2.22	2009920.51	
8	1	18	1	1	1	8	13	15	0		-2996556.	0.00000
9	1	18	2823	1	1	11	109	46	1.04	0.51	-2996546.96	
10	1	20	1	1	1	12	13	15	0		-566264.	0.00000
11	1	20	1680	1	1	13	109	46	-11		-566270.	0.00000
12	1	20	2650	1	1	14	109	46	4		-566269.	0.00000
13	1	21	1	1	1	15	109	46	3		-789330.	0.00000
14	1	21	2597	1	1	16	109	46	-1		-789328.	0.00000
15	1	25	1	1	1	17	17	19	0		-1696822.	0.00000
16	1	25	2205	1	1	18	109	46	-0.78	1.70	-1696818.78	
17	1	25	2249	1	1	19	109	46	3.02	0.05	-1696813.98	
18	1	26	1	1	1	20	20	22	-1		1463821.	0.00000
19	1	26	1122	1	1	21	109	46	-11.91	0.33	1463820.09	
20	1	26	2709	1	1	22	109	46	3.83	0.05	1463823.83	
21	1	29	1	1	1	23	22	24	5		1375085.	0.00000
22	1	29	2327	1	1	24	109	46	-1.94	0.05	1375054.06	
23	1	31	1	1	1	25	25	27	6		-1238530.	0.00000
24	1	31	728	1	1	26	25	27	-4		-1238559.	0.00000
25	1	31	2514	1	1	27	109	46	-3.30	0.06	-1238524.30	
26	1	10	1	1	1	28	109	46	-0.86	0.05	-3287340.86	
27	1	27	90	1	1	30	28	31	0		550401.	0.00000
28	1	27	578	1	1	31	109	46	-0.74	0.05	550400.26	
29	1	15	138	1	1	33	109	46	2.13	0.29	-335607.87	
30	1	15	1748	1	1	34	109	46	-8.09	0.06	-335618.09	
31	1	8	1	1	1	35	109	46	0.12	0.05	1503650.12	
32	1	8	1629	1	1	36	109	46	-10.19	0.59	1503603.81	
33	1	32	1	1	1	37	109	46	-4.98	0.06	-2990783.98	
34	1	32	2281	1	1	38	109	46	0.14	0.16	-2990777.86	
35	1	14	456	1	1	40	109	46	-3		-3099131.	0.00000
36	1	14	2387	1	1	42	109	46	-2.66	0.21	-3099130.66	
37	1	11	503	1	1	44	109	46	1		974507.	0.00000
38	1	1	548	1	1	49	109	46	0.28	0.05	273914.28	
39	1	3	1	1	1	50	109	46	-5.13	0.04	-2120310.13	
40	1	28	1481	1	1	52	53	70	-2		2316884.	0.00000
41	1	23	1	1	1	53	109	46	-10		-3047972.	0.00000
42	1	17	1	1	1	54	43	55	3		2477303.	0.00000

Εικόνα 3.2-9 Παράδειγμα αρχείου ασαφειών

Για να βρεθεί το ποσοστό των επιλυμένων ασαφειών διαιρούνται οι λυμένες ως προς τις άλυτες, οι λυμένες ασάφειες φαίνονται στο αρχείο, επειδή είναι πραγματικοί αριθμοί, δεν έχουν RMS και η τιμή DL/L είναι μηδενική.

Στο τελικό στάδιο παράγονται οι κανονικές εξισώσεις, αυτό γίνεται μέσω του προγράμματος GPSEST στο οποίο σαν αρχεία εισόδου χρησιμοποιούνται τα αρχεία της FLOAT για QIF και το αντίστοιχο .CRD και .TRP της επίλυσης των ασαφειών. Επίσης εισάγονται και τα αρχεία της συνάρτησης Vienna Mapping Function, οπότε εκτιμάται η τροπόσφαιρα χρησιμοποιώντας την αντίστοιχη επιλογή και η πύκνωση είναι στην μία ώρα. Οι αλλαγές που πραγματοποιούνται είναι η παραγωγή αρχείου κανονικών εξισώσεων, η επιλογή των σωστών

συσχετίσεων και προφανώς κανένας αλγόριθμος για τις ασάφειες. Τέλος στον φάκελο SOL έχουν δημιουργηθεί δύο αρχεία κατάληξης .NQO για την κάθε μέρα

Στο τέλος κάθε επίλυσης αφού έχουν δημιουργηθεί οι κανονικές εξισώσεις της QIF με την επιλογή if indicated ακολουθεί η επίλυση με τις άλλες επιλογές και για αυτό μηδενίζονται οι λυμένες ασάφειες στα αρχεία , αυτό γίνεται μέσω του προγράμματος SATMRK ορίζοντας την επιλογή INITIALISE .

4. ΕΠΙΛΥΣΗ RINEX2

Κατά την επίλυση του δικτύου με αυτή τη λύση παρατηρήθηκε πρόβλημα στη διαδικασία την προεπεξεργασία με το MAUPRP την πρώτη ημέρα. Το rms της διαδικασίας για κάθε βάση πρέπει να είναι μικρότερο από 2 cm και παράλληλα η αλλαγή των συντεταγμένων μικρότερη από 0,5m, παρατηρήθηκε όμως ότι το rms της βάσης ANNI μεταξύ των σταθμών ANKR και NICO ήταν μεγαλύτερο από το επιτρεπτό όριο. Προς επίλυση του προβλήματος επιλέχθηκαν άλλες βάσεις, αλλά το πρόβλημα εμφανίστηκε ξανά σε όσες βάσεις χρησιμοποιήθηκε ο ANKR, έτσι η επόμενη λύση ήταν να απορριφθεί ο σταθμός από τις μετρήσεις για αυτή την ημέρα, σαφώς έγιναν δοκιμές και με την απόρριψη του σταθμού NICO για να βεβαιωθεί το γεγονός ότι το πρόβλημα το παρουσίαζε ο σταθμός ANKR. Συνεπώς την ημέρα 358 υπάρχουν 9 βάσεις εν αντιθέσει με τις υπόλοιπες μέρες όπου είναι 10, αφού ως γνωστό οι βάσεις ενός δικτύου είναι μία λιγότερη σε πλήθος από ότι οι κορυφές αυτού.

Στην θεωρία αναφέρθηκε ότι ο τρόπος επίλυσης των ασαφειών με QIF βασίστηκε στο μέγεθος των βάσεων που δημιουργήθηκαν. Οι βάσεις που δημιουργήθηκαν- τόσο στα Rinex2 όσο και Rinex, αφού αυτές σε μεγάλο βαθμό είναι οι ίδιες- και το μέγεθος τους φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

ONOMA	ΜΕΤΡΑ	ΧΑΜ
KNUS	496638.5026	496.6385
KNSR	311334.1856	311.3342
AQSR	444364.646	444.3646
DYIG	1071308.013	1071.308
DYIS	550875.2043	550.8752
DYUS	561404.7109	561.4047
GSSR	389711.4381	389.7114
IGKN	643758.2782	643.7583
ISNI	764456.4648	764.4565
LMUS	722078.499	722.0785
SRUS	393177.5074	393.1775
GSIG	1099444.596	1099.445
IGUS	1137795.025	1137.795
GSKN	668851.5153	668.8515

Πίνακας 3.2-1- Ονόματα και μεγέθη βάσεων

4.1 IF INDICATED

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά το ποσοστό επίλυσης ασαφειών για κάθε μέρα που επιλύθηκε σε μορφή πινάκων.

IF INDICATED					
358		359		360	
A/A	%	A/A	%	A/A	%
		ANNI	38.9	SRUS	50.5
AQSR	50.5	AQSR	48.5	ANNI	44.5
DYIG	51.2	DYIG	55.7	AQSR	52.5
DYIS	40.6	DYIS	36.7	DYIG	54.8
DYUS	51.6	DYUS	51.0	DYIS	43.9
GSSR	47.3	GSIG	55.0	DYUS	54.2
IGKN	33.7	IGKN	41.6	GSIG	55.8
ISNI	38.4	ISNI	30.1	IGKN	48.4
LMUS	52.4	LMUS	49.5	ISNI	38.6
SRUS	49.5	SRUS	48.6	LMUS	52.0
	45.7		44.4		48.6

Πίνακας 4.1-1-Ποσοστά επιλυμένων ασαφειών Rinex2.11 με If Indicated

IF INDICATED							
361		362		363		364	
A/A	%	A/A	%	A/A	%	A/A	%
ANNI	42.9	ANNI	38.7	ANNI	37.0	ANNI	38.4
AQSR	40.8	AQSR	41.3	AQSR	43.1	AQSR	44.3
DYIG	50.0	DYIG	37.8	DYIG	34.8	DYIG	26.0
DYIS	29.0	DYIS	28.6	DYIS	40.1	GSIG	46.1
DYUS	42.7	DYUS	29.8	DYUS	35.4	IGIS	23.2
GSSR	38.7	GSSR	41.8	GSSR	43.5	IGKN	30.5
IGKN	39.7	IGKN	29.7	IGKN	43.0	IGUS	44.2
ISNI	34.5	ISNI	40.1	ISNI	40.8	ISNI	20.8
LMUS	45.0	LMUS	46.9	LMUS	44.5	LMUS	49.0
SRUS	30.3	SRUS	40.6	SRUS	41.1	SRUS	54.2
	38.9		37.5		40.3		33.9

Πίνακας 4.1-2 Ποσοστά επιλυμένων ασαφειών Rinex2.11 με If Indicated

Όπως παρατηρείται το μέσο ποσοστό επίλυσης είναι 41,33% , με την ημέρα 364 να παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό επίλυσης στα 33,9%. Όπως τονίστηκε και παραπάνω οι βάσεις δεν είναι ίδιες κάθε μέρα.

4.2 ALWAYS

ALWAYS					
358		359		360	
A/A	%	A/A	%	A/A	%
		ANNI	36.1	ANNI	43.2
AQSR	51.5	AQSR	44.1	AQSR	46.0
DYIG	53.5	DYIG	47.7	DYIG	47.2
DYIS	40.6	DYIS	32.9	DYIS	37.4
DYUS	51.6	DYUS	38.7	DYUS	44.2
GSSR	48.2	GSIG	43.3	GSIG	46.5
IGKN	34.8	IGKN	32.8	IGKN	38.9
ISNI	39.1	ISNI	28.2	ISNI	33.7
LMUS	53.4	LMUS	45.9	LMUS	44.9
SRUS	48.6	SRUS	38.0	SRUS	41.8
	46.4		38.1		41.8

Πίνακας 4.2-1 Ποσοστά επιλυμένων ασαφειών Rinex2.11 με Always

ALWAYS							
361		362		363		364	
A/A	%	A/A	%	A/A	%	A/A	%
ANNI	41.9	ANNI	38.7	ANNI	37.0	ANNI	36.5
AQSR	43.3	AQSR	41.7	AQSR	43.1	AQSR	39.5
DYIG	51.0	DYIS	37.8	DYIG	34.8	DYIG	23.5
DYIS	29.0	DYUS	26.8	DYIS	40.1	GSIG	38.4
DYUS	40.5	DYUS	29.0	DYUS	35.4	IGIS	22.8
GSSR	43.5	GSSR	41.1	GSSR	43.5	IGKN	26.8
IGKN	39.7	IGKN	29.7	IGKN	43.0	IGUS	37.8
ISNI	38.5	ISNI	40.1	ISNI	40.8	ISNI	19.2
LMUS	45.8	LMUS	46.9	LMUS	44.5	LMUS	43.4
SRUS	38.1	SRUS	39.9	SRUS	41.1	SRUS	41.5
	40.6		36.7		40.3		30.3

Πίνακας 4.2-2 Ποσοστά επιλυμένων ασαφειών Rinex2.11 με Always

Όπως παρατηρείται το μέσο ποσοστό επίλυσης είναι 39,17% , με την ημέρα 364 να παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό επίλυσης στα 30,3%.

4.3 NEVER

NEVER					
358		359		360	
A/A	%	A/A	%	A/A	%
		ANNI	51.6	ANNI	58.0
AQSR	66.7	AQSR	61.9	AQSR	62.8
DYIG	66.0	DYIG	65.1	DYIG	66.0
DYIS	59.6	DYIS	53.7	DYIS	57.1
DYUS	59.5	DYUS	55.6	DYUS	61.7
GSSR	61.6	GSIG	58.9	GSIG	61.2
IGKN	46.4	IGKN	47.4	IGKN	53.1
ISNI	56.1	ISNI	51.5	ISNI	53.6
LMUS	64.7	LMUS	63.3	LMUS	60.2
SRUS	54.8	SRUS	53.3	SRUS	57.5
	59.3		55.8		58.6

Πίνακας 4.3-1 Ποσοστά επιλεγμένων ασφαριών Rinex2.11 με Never

NEVER							
361		362		363		364	
A/A	%	A/A	%	A/A	%	A/A	%
ANNI	53.8	ANNI	52.4	ANNI	50.9	ANNI	50.3
AQSR	59.2	AQSR	57.5	AQSR	58.5	AQSR	57.1
DYIG	70.2	DYIS	63.1	DYIG	53.8	DYIG	47.0
DYIS	51.2	DYUS	50.0	DYIS	58.4	GSIG	55.2
DYUS	57.3	DYUS	51.9	DYUS	50.4	IGIS	46.8
GSSR	59.7	GSSR	55.3	GSSR	58.0	IGKN	45.2
IGKN	54.1	IGKN	48.1	IGKN	54.5	IGUS	57.5
ISNI	62.2	ISNI	65.3	ISNI	63.1	ISNI	40.6
LMUS	62.5	LMUS	66.4	LMUS	61.3	LMUS	61.1
SRUS	52.1	SRUS	54.3	SRUS	54.6	SRUS	54.2
	57.6		55.8		56.1		49.7

Πίνακας 4.3-2 Ποσοστά επιλεγμένων ασφαριών Rinex2.11 με Never

Όπως παρατηρείται το μέσο ποσοστό επίλυσης είναι 56,13% , με την ημέρα 364 να παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό επίλυσης στα 49,7%.

5. ΕΠΙΛΥΣΗ RINEX3

Κατά την επίλυση του δικτύου με αυτή τη λύση παρατηρήθηκε, επίσης το ίδιο πρόβλημα με το σταθμό ANKR που παρατηρήθηκε στη επίλυση με Rinex2, όμως δυστυχώς εμφανίζονταν συστηματικά σε όλες τις ημέρες ,όχι μόνο στην πρώτη, σαφέστατα έγιναν όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι σε κάθε ξεχωριστή μέρα. Συνεπώς αναγκαστικά το δίκτυο επίλυσης με RINEX 3 είναι ένα δίκτυο 10 σταθμών και 9 βάσεων, αφού έχει αφαιρεθεί ο σταθμός ANKR από την όλη επεξεργασία.

Το άλλο βασικό στοιχείο που τονίζεται σε αυτή την επίλυση είναι ότι στην περίπτωση των Rinex3 για να εισαχθούν τα αρχεία στο πρόγραμμα πέρα από τα προαναφερόμενα, δηλαδή την αποσυμπίεση και την μετονομασία τους κατά την δομή της ονοματολογίας των Rinex2, έπρεπε να ακολουθηθεί ένα επιπλέον στάδιο και αυτό ήταν του RNXSMT, το οποίο <ξαναγράφει > τα αρχεία RINEX με συγκεκριμένα σχόλια για κάθε δορυφόρο. Το πρόγραμμα RNXSMT ελέγχει τα αρχεία RINEX εισόδου για διαθέσιμους τύπους παρατήρησης, των αριθμό των παρατηρήσεων ανά τύπο παρατήρησης ανά δορυφόρο και σύστημα βασισμένο στο τύπο του δέκτη. Λαμβάνοντας υπόψη τη διαθεσιμότητα και την προτεραιότητα των δεδομένων, εκχωρείται ένας τύπος παρατήρησης σε καθένα κανάλι σήματος. Μια λεπτομερής περίληψη της επιλογής τύπου παρατήρησης γράφεται στο αρχείο εξόδου. Εάν στα αρχεία Rinex3 δεν προηγηθεί αυτή η διαδικασία δεν μπορούν να εισέλθουν στο πρόγραμμα.

5.1 IF INDICATED

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά το ποσοστό επίλυσης ασαφειών για κάθε μέρα που επιλύθηκε σε μορφή πινάκων.

IF INDICATED					
358		359		360	
A/A	%	A/A	%	A/A	%
AQSR	45.5	AQSR	44.4	AQSR	46.0
DYIG	45.1	DYIG	47.2	DYIG	46.5
DYIS	36.2	DYIS	32.5	DYIS	38.0
DYUS	42.1	GSKN	37.7	DYUS	44.2
GSKN	44.3	IGKN	43.1	GSKN	27.1
IGKN	47.1	ISNI	28.2	IGKN	30.7
ISNI	35.7	KNSR	45.5	ISNI	34.9
KNSR	47.2	KNUS	32.9	LMUS	44.9
LMUS	46.5	LMUS	45.9	SRUS	42.1
	42.7		38.7		38.7

Πίνακας 5.1-1 Ποσοστά επιλυμένων ασαφειών Rinex3.03 με If Indicated

IF INDICATED							
361		362		363		364	
A/A	%	A/A	%	A/A	%	A/A	%
AQSR	43.3	AQSR	41.2	AQSR	43.9	AQSR	41.2
DYIG	50.0	DYIG	37.0	DYIG	31.5	DYIS	24.4
DYIS	27.0	DYIS	26.9	DYIS	41.5	GSKN	29.1
GSKN	39.8	GSKN	42.2	GSSR	43.5	IGIS	22.9
IGKN	47.0	IGKN	51.3	IGKN	45.7	IGKN	35.6
ISNI	38.1	ISNI	41.5	ISNI	39.1	ISNI	19.8
KNSR	49.5	KNUS	36.8	KNUS	37.2	KNUS	27.2
KNUS	32.2	LMUS	46.5	LMUS	44.5	LMUS	43.4
LMUS	45.4	SRUS	41.2	SRUS	41.1	SRUS	42.1
	39.3		39.9		40.9		29.2

Πίνακας 5.1-2 Ποσοστά επιλυμένων ασαφειών Rinex3.03 με If Indicated

Όπως παρατηρείται το μέσο ποσοστό επίλυσης είναι 38,48% , με την ημέρα 364 να παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό επίλυσης στα 29,2%. Μάλιστα το ποσοστό είναι μικρότερο σε σχέση με τα Rinex2.

5.2 ALWAYS

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά το ποσοστό επίλυσης ασαφειών για κάθε μέρα που επιλύθηκε σε μορφή πινάκων.

ALWAYS					
358		359		360	
A/A	%	A/A	%	A/A	%
AQSR	45.5	AQSR	44.4	AQSR	46.0
DYIG	45.1	DYIG	47.2	DYIG	46.5
DYIS	36.2	DYIS	32.5	DYIS	38.0
DYUS	42.1	GSKN	37.7	DYUS	44.2
GSKN	44.3	IGKN	43.1	GSKN	27.1
IGKN	47.1	ISNI	28.2	IGKN	30.7
ISNI	35.7	KNSR	45.5	ISNI	34.9
KNSR	47.2	KNUS	32.9	LMUS	44.9
LMUS	46.5	LMUS	45.9	SRUS	42.1
	42.7		38.7		38.7

Πίνακας 5.2-1 Ποσοστά επιλυμένων ασαφειών Rinex3.03 με Always

ALWAYS							
361		362		363		364	
A/A	%	A/A	%	A/A	%	A/A	%
AQSR	43.3	AQSR	41.2	AQSR	43.9	AQSR	41.2
DYIG	50.0	DYIG	37.0	DYIG	31.5	DYIS	24.4
DYIS	27.0	DYIS	26.9	DYIS	41.5	GSKN	29.1
GSKN	39.8	GSKN	42.2	GSSR	43.5	IGIS	22.9
IGKN	47.0	IGKN	51.3	IGKN	45.7	IGKN	35.6
ISNI	38.1	ISNI	41.5	ISNI	39.1	ISNI	19.8
KNSR	49.5	KNUS	36.8	KNUS	37.2	KNUS	27.2
KNUS	32.2	LMUS	46.5	LMUS	44.5	LMUS	43.4
LMUS	45.4	SRUS	41.2	SRUS	41.1	SRUS	42.1
	39.3		39.9		40.9		29.2

Πίνακας 5.2-2 Ποσοστά επιλυμένων ασαφειών Rinex3.03 με Always

Όπως παρατηρείται το μέσο ποσοστό επίλυσης είναι 38,48% , με την ημέρα 364 να παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό επίλυσης στα 29,2%. Μάλιστα το ποσοστό είναι μικρότερο σε σχέση με τα Rinex2, επίσης τα ποσοστά επίλυσης με την μέθοδο if indicated είναι ακριβώς ίδια.

5.3 NEVER

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά το ποσοστό επίλυσης ασαφειών για κάθε μέρα που επιλύθηκε σε μορφή πινάκων.

NEVER					
358		359		360	
A/A	%	A/A	%	A/A	%
AQSR	65.5	AQSR	61.5	AQSR	62.8
DYIG	66.7	DYIG	64.8	DYIG	65.3
DYIS	58.6	DYIS	54.0	DYIS	57.7
DYUS	58.7	GSKN	54.1	DYUS	61.7
GSKN	59.0	IGKN	60.2	GSKN	49.3
IGKN	62.8	ISNI	51.5	IGKN	53.6
ISNI	56.1	KNSR	62.7	ISNI	54.8
KNSR	66.7	KNUS	47.9	LMUS	60.2
LMUS	63.2	LMUS	63.1	SRUS	57.9
	61.4		57.0		57.6

Πίνακας 5.3-1 Ποσοστά επιλυμένων ασαφειών Rinex3.03 με Never

NEVER							
361		362		363		364	
A/A	%	A/A	%	A/A	%	A/A	%
AQSR	59.2	AQSR	58.0	AQSR	58.5	AQSR	58.0
DYIG	71.4	DYIG	63.0	DYIG	53.2	DYIS	48.0
DYIS	50.3	DYIS	50.9	DYIS	57.8	GSKN	49.6
GSKN	56.1	GSKN	56.3	GSSR	58.0	IGIS	47.0
IGKN	64.3	IGKN	67.5	IGKN	60.1	IGKN	59.3
ISNI	61.9	ISNI	64.6	ISNI	61.7	ISNI	41.1
KNSR	68.2	KNUS	50.7	KNUS	50.7	KNUS	47.0
KNUS	45.4	LMUS	65.8	LMUS	61.3	LMUS	61.1
LMUS	61.3	SRUS	55.9	SRUS	54.6	SRUS	55.0
	58.8		58.6		57.2		50.0

Πίνακας 5.3-2 Ποσοστά επίλυμένων ασαφειών Rinex3.03 με Never

Όπως παρατηρείται το μέσο ποσοστό επίλυσης είναι 57,23% , με την ημέρα 364 να παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό επίλυσης στα 50%. Μάλιστα το ποσοστό είναι μικρότερο σε σχέση με τα Rinex2.

6. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Το τελευταίο στάδιο της εργασίας είναι η υλοποίηση του συστήματος αναφοράς, το οποίο όπως αναφέρθηκε στην θεωρία επιλέχθηκε να είναι το ITRF14. Η υλοποίηση του συστήματος αναφοράς έγινε με τον αλγόριθμο των ελάχιστων περιορισμών, βασική προϋπόθεση αυτής της διαδικασίας είναι η εύρεση αξιόπιστων a priori συντεταγμένων επιλεγμένων σταθμών τις ημέρες των μετρήσεων στο επιλεγμένο σύστημα αναφοράς. Η διαδικασία υπολογισμού αυτών των συντεταγμένων θα αναλυθεί στο επόμενο υποκεφάλαιο.

Στον αλγόριθμο των ελάχιστων δεσμεύσεων η υλοποίηση του συστήματος δεν βασίζεται σε όρους που επιβάλλονται σε μεμονωμένους σταθμούς αναφοράς αλλά οι συνθήκες λειτουργούν σαν βαρύκεντρο των θέσεων (Συνθήκες που βασίζονται σε περιορισμούς Helmert). Για περιφερειακές ή τοπικές λύσεις GNSS, αρκεί να απαιτηθεί ότι το βαρύκεντρο των τελικός (a posteriori) εκτιμώμενων συντεταγμένων αναφοράς συμπίπτουν με το βαρύκεντρο των a priori συντεταγμένων (no-net-translation condition

Το πλεονέκτημα της λύσης ελάχιστων δεσμεύσεων ,εν αντιθέσει με το να κρατήσουμε σταθερούς κάποιους σταθμούς είναι ότι τα σφάλματα στις συντεταγμένες μιας τοποθεσίας αναφοράς, δεν παραμορφώνουν η γεωμετρία του.

6.1 Στοιχεία και ταχύτητες Σταθμών

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως βασική προϋπόθεση της συνόρθωσης είναι ο υπολογισμός αργιστι συντεταγμένων. Στα αρχεία της EPN δίνονται συντεταγμένες και ταχύτητες μεταβολής αυτών για όλους τους σταθμούς σε συγκεκριμένα ΓΣΑ για συγκεκριμένες χρονικές στιγμές t_0 . Συγκεκριμένα στο FTP του EPN οι συντεταγμένες που δίνονται αναφέρονται στην πρώτη ημέρα του 2010 στο σύστημα ITRF14. Δεδομένου ότι είναι γνωστές οι μέρες των μετρήσεων γίνεται αναγωγή των συντεταγμένων βάση των δοσμένων ταχυτήτων στις ημέρες που γίνονται οι μετρήσεις. Αρχικά υπολογίζεται το Δt

$$\Delta t = t_i - t_0 = (\text{Για 358}) = 9 + \frac{358}{365,25} = 9.980150582 \quad \text{χρόνια}$$

(2)

Έπειτα εφόσον είναι γνωστή η ταχύτητα κάθε συντεταγμένης, η τελική συντεταγμένη για την περίοδο αναφοράς υπολογίζεται από την σχέση

$$X_i = (V_x * \Delta t) + X_0$$

$$\Psi_i = (V_{\psi} * \Delta t) + \Psi_0 \quad (3)$$

$$Z_i = (V_z * \Delta t) + Z_0$$

Τα στοιχεία των σταθμών που επιλέχθηκαν την χρονική στιγμή αναφοράς φαίνονται στον παρακάτω πίνακα

STATION	t_0 (m)	X(m)	Y(m)	Z (m)	VX(m/y)	VY(m/y)	VZ(m/y)
LAMP	001/2010	5073164.963	1134512.228	3683180.949	-0.0017	-0.0036	0.0023
NICO	001/2010	4359416.040	2874116.742	3650777.675	0.0020	-0.0064	0.0027
AQUI	001/2010	4592507.771	1089876.051	4276392.715	-0.0016	-0.0007	0.0011
GSR1	001/2010	4292609.759	1113638.939	4569215.454	-0.0015	-0.0006	0.0013
IGEO	001/2010	3814975.604	2101074.904	4644143.840	0.0005	-0.0010	0.0001

Πίνακας 6.1-1-Συντεταγμένες σταθμών αναφοράς σε t_0

Επίσης παρουσιάζονται και τα Δt σε αυτό τον πίνακα.

tX	Έτη	Ημέρες	ΔT
358	9	0.980150582	9.98015058
359	9	0.982888433	9.98288843
360	9	0.985626283	9.98562628
361	9	0.988364134	9.98836413
362	9	0.991101985	9.99110198
363	9	0.993839836	9.99383984
364	9	0.996577687	9.99657769

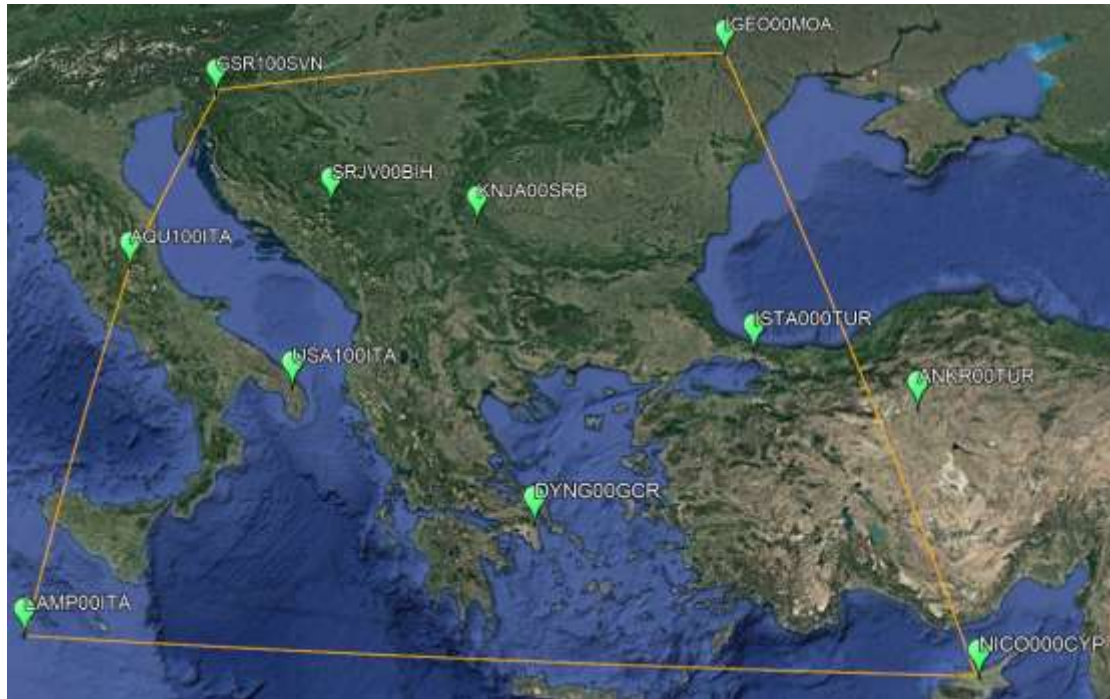
Πίνακας 6.1-2-Δt για ημέρες μετρήσεων

Τέλος όπως παρατηρείται η μεταβολή του χρόνου, επειδή οι μέρες είναι συνεχόμενες είναι πολύ μικρή, έχει ως αποτέλεσμα οι τελικές συντεταγμένες σε όλες τις μέρες των μετρήσεων με ακρίβεια τριών δεκαδικών να είναι ίδιες. Οι υπολογισμένες συντεταγμένες φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

STATION	X (m)	Y (m)	Z (m)
LAMP	5073164.946	1134512.192	3683180.972
NICO	4359416.060	2874116.678	3650777.702
AQUI	4592507.755	1089876.044	4276392.726
GSR1	4292609.744	1113638.933	4569215.467
IGEO	3814975.609	2101074.894	4644143.841

Πίνακας 6.1- Συντεταγμένες σταθμών σε χρονική στιγμή ti

Όπως φαίνεται επιλέχθηκαν οι σταθμοί LAMP, NICO, AQUI, GSR1, IGEO οι σταθμοί αυτοί επιλέχθηκαν επειδή γεωγραφικά ήταν οι πιο απομακρυσμένοι και παράλληλα πλαισίωναν το δίκτυο.



Εικόνα 6.1-1- Γεωγραφική θέση σταθμών αναφοράς

7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΛΥΣΕΩΝ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων αρχικά των συντεταγμένων και έπειτα του ποσοστού ασαφειών και εκβάλλονται τα τελικά συμπεράσματα. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων των συντεταγμένων γίνεται με την βοήθεια πινάκων διαφορών μεταξύ των μεθόδων.

IF INDICATED-IF INDICATED			
358			
$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A
-0.001	-0.001	-0.003	AQUI
0.001	0.000	0.001	DYNG
0.001	0.000	0.000	GSR1
0.000	0.000	0.000	IGEO
0.001	0.000	0.001	ISTA
0.009	0.003	0.010	KNJA
0.001	0.000	0.001	LAMP
0.000	0.000	0.001	NICO
0.000	0.000	-0.001	SRJV
0.001	0.000	0.001	USAL
IF INDICATED-IF INDICATED			
359			
$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A
0.000	0.000	-0.001	AQUI
0.001	0.000	0.001	DYNG
0.001	0.001	0.002	GSR1
0.001	0.000	0.000	IGEO
0.000	0.000	0.001	ISTA
0.012	0.006	0.013	KNJA
-0.002	-0.001	-0.003	LAMP
0.001	0.000	0.001	NICO
0.000	0.000	0.000	SRJV
0.000	0.000	-0.001	USAL
IF INDICATED-IF INDICATED			
360			
$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A
0.001	0.001	0.001	AQUI
-0.002	0.000	-0.001	DYNG
0.002	0.001	0.002	GSR1
0.000	0.000	-0.001	IGEO
-0.002	-0.002	-0.003	ISTA
0.007	0.003	0.008	KNJA
-0.001	0.001	0.000	LAMP
-0.002	-0.003	-0.001	NICO
0.000	0.000	0.000	SRJV
-0.001	0.000	-0.001	USAL

Πίνακας 6.1-1- Διαφορές συντεταγμένων If indicated Rinex2 Rinex3

IF INDICATED-IF INDICATED			
361			
$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A
0.000	0.000	-0.001	AQUI
0.001	0.000	0.001	DYNG
0.001	0.000	0.001	GSR1
0.000	0.000	0.000	IGEO
0.001	0.000	0.001	ISTA
0.010	0.004	0.012	KNJA
-0.001	0.000	-0.001	LAMP
0.001	0.000	0.001	NICO
0.000	0.000	0.000	SRJV
0.000	0.000	0.000	USAL
IF INDICATED-IF INDICATED			
362			
$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A
0.000	0.000	0.000	AQUI
0.000	0.001	0.000	DYNG
0.002	0.001	0.002	GSR1
0.000	0.000	0.000	IGEO
0.001	0.000	0.000	ISTA
0.009	0.003	0.009	KNJA
-0.002	-0.001	-0.002	LAMP
0.000	0.000	-0.001	NICO
0.001	0.000	0.001	SRJV
0.000	0.000	0.000	USAL
IF INDICATED-IF INDICATED			
363			
$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A
0.000	0.000	0.000	AQUI
0.000	0.000	0.000	DYNG
0.001	0.000	0.001	GSR1
0.000	0.000	0.000	IGEO
0.001	0.001	0.001	ISTA
0.011	0.004	0.012	KNJA
-0.002	-0.001	-0.002	LAMP
0.000	0.001	0.000	NICO
0.001	0.000	0.001	SRJV
0.000	0.000	0.000	USAL
IF INDICATED-IF INDICATED			
364			
$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A
0.000	0.000	0.000	AQUI
0.000	0.000	0.000	DYNG
0.000	0.000	0.000	GSR1
0.000	0.001	0.000	IGEO
0.000	0.000	0.000	ISTA
0.009	0.004	0.010	KNJA
0.000	0.000	0.000	LAMP
0.000	0.000	-0.001	NICO
0.000	0.000	0.000	SRJV
0.000	0.000	0.000	USAL

Πίνακας 6.1-2 Διαφορές συντεταγμένων If indicated Rinex2 Rinex3

ALWAYS-ALWAYS			
358			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
AQUI	-0.004	-0.003	-0.005
DYNG	0.001	0.001	0.001
GSR1	-0.001	-0.001	-0.001
IGEO	0.001	0.001	0.004
ISTA	0.003	0.002	0.004
KNJA	0.010	0.004	0.012
LAMP	0.001	-0.001	0.000
NICO	0.003	0.003	0.002
SRJV	-0.001	-0.001	-0.001
USAL	0.001	-0.001	0.001
ALWAYS-ALWAYS			
359			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
AQUI	0.000	0.000	-0.001
DYNG	0.001	0.000	0.001
GSR1	0.001	0.001	0.002
IGEO	0.001	0.000	0.000
ISTA	0.000	0.000	0.001
KNJA	0.012	0.006	0.013
LAMP	-0.002	-0.001	-0.003
NICO	0.001	0.000	0.001
SRJV	0.000	0.000	0.000
USAL	-0.001	0.000	-0.002
ALWAYS-ALWAYS			
360			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
AQUI	0.000	0.000	0.000
DYNG	0.000	0.000	0.000
GSR1	0.001	0.000	0.001
IGEO	0.000	0.000	0.000
ISTA	-0.001	0.000	-0.001
KNJA	0.008	0.003	0.008
LAMP	0.000	0.000	0.000
NICO	-0.001	0.000	-0.001
SRJV	0.000	0.000	0.000
USAL	0.000	0.000	0.000

Πίνακας 6.1-3- Διαφορές συντεταγμένων ALWAYS Rinex2 Rinex3

ALWAYS-ALWAYS			
361			
A/A	ΔX(m)	ΔY(m)	ΔZ(m)
AQUI	0.000	0.000	-0.001
DYNG	0.001	0.000	0.002
GSR1	0.001	0.000	0.001
IGEO	0.000	0.000	0.000
ISTA	0.001	0.000	0.001
KNJA	0.010	0.004	0.011
LAMP	-0.001	0.000	-0.001
NICO	0.001	0.000	0.001
SRJV	0.000	0.000	0.000
USAL	0.000	0.000	0.000
ALWAYS-ALWAYS			
362			
A/A	ΔX(m)	ΔY(m)	ΔZ(m)
AQUI	0.000	0.000	0.000
DYNG	0.000	0.000	-0.002
GSR1	0.002	0.001	0.002
IGEO	0.000	-0.001	0.000
ISTA	0.001	0.000	0.000
KNJA	0.009	0.003	0.010
LAMP	-0.002	0.000	-0.002
NICO	0.000	0.000	0.000
SRJV	0.001	0.000	0.001
USAL	0.000	0.000	0.000
ALWAYS-ALWAYS			
363			
A/A	ΔX(m)	ΔY(m)	ΔZ(m)
DYNG	-0.001	-0.001	-0.001
GSR1	0.001	0.000	0.001
IGEO	0.000	0.000	0.000
ISTA	0.000	0.000	0.000
KNJA	0.011	0.004	0.011
LAMP	-0.002	0.000	-0.002
NICO	0.000	0.000	0.000
SRJV	0.000	0.000	0.001
USAL	0.000	0.000	0.000
ALWAYS-ALWAYS			
364			
A/A	ΔX(m)	ΔY(m)	ΔZ(m)
AQUI	0.000	0.000	0.000
DYNG	0.001	0.000	0.000
GSR1	0.000	0.000	0.001
IGEO	0.001	0.001	0.001
ISTA	0.001	0.000	0.000
KNJA	0.009	0.004	0.010
LAMP	0.000	0.000	-0.001
NICO	0.000	-0.001	-0.001
SRJV	0.000	0.000	0.000
USAL	0.000	0.000	0.000

Πίνακας 6.1-4 Διαφορές συντεταγμένων ALWAYS Rinex2 Rinex3

NEVER-NEVER			
358			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
AQUI	-0.003	-0.001	-0.004
DYNG	0.002	0.001	0.003
GSR1	-0.001	0.000	0.000
IGEO	0.002	0.000	0.002
ISTA	0.004	0.001	0.003
KNJA	0.008	0.003	0.010
LAMP	-0.003	-0.002	-0.001
NICO	0.005	0.003	0.003
SRJV	-0.001	0.000	-0.001
USAL	-0.001	-0.001	0.000
NEVER-NEVER			
359			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
AQUI	0.000	0.000	-0.001
DYNG	0.001	0.000	0.001
GSR1	0.001	0.000	0.002
IGEO	0.001	0.000	0.001
ISTA	0.001	0.000	0.001
KNJA	0.012	0.005	0.012
LAMP	-0.003	-0.001	-0.003
NICO	0.001	0.000	0.001
SRJV	0.001	0.000	0.000
USAL	-0.002	0.000	-0.002
NEVER-NEVER			
360			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
AQUI	0.000	0.000	0.000
DYNG	0.000	0.000	0.000
GSR1	0.000	0.000	0.001
IGEO	0.001	0.000	0.000
ISTA	-0.001	0.000	-0.001
KNJA	0.008	0.003	0.009
LAMP	0.000	0.000	0.000
NICO	-0.001	0.000	-0.001
SRJV	0.000	0.000	0.000
USAL	0.000	0.000	0.000

Πίνακας 6.1-5- Διαφορές συντεταγμένων Never Rinex2 Rinex3

NEVER-NEVER			
361			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
AQUI	0.000	0.000	-0.001
DYNG	0.001	0.000	0.002
GSR1	0.001	0.001	0.001
IGEO	-0.001	-0.001	0.000
ISTA	0.001	0.000	0.001
KNJA	0.010	0.004	0.011
LAMP	-0.002	0.000	-0.002
NICO	0.001	0.000	0.002
SRJV	0.000	0.000	-0.001
USAL	0.001	0.000	0.000
NEVER-NEVER			
362			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
AQUI	0.000	0.000	0.000
DYNG	0.000	0.001	-0.001
GSR1	0.003	0.001	0.002
IGEO	-0.001	0.000	-0.001
ISTA	0.001	0.000	0.000
KNJA	0.008	0.003	0.008
LAMP	-0.002	-0.001	-0.001
NICO	0.001	0.000	0.000
SRJV	0.001	0.000	0.001
USAL	0.000	0.000	0.000
NEVER-NEVER			
363			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
AQUI	0.000	0.000	0.000
DYNG	0.000	0.000	-0.001
GSR1	0.001	0.000	0.001
IGEO	0.000	0.000	0.000
ISTA	0.001	0.001	0.000
KNJA	0.011	0.004	0.011
LAMP	-0.002	-0.001	-0.002
NICO	0.000	0.000	0.000
SRJV	0.000	0.000	0.001
USAL	0.000	0.000	0.000
NEVER-NEVER			
364			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
AQUI	0.000	0.000	0.000
DYNG	0.001	0.001	0.001
GSR1	0.000	0.000	0.001
IGEO	0.000	0.001	0.001
ISTA	0.000	0.000	0.000
KNJA	0.009	0.004	0.010
LAMP	0.000	0.000	-0.001
NICO	0.000	0.000	0.000
SRJV	0.000	0.000	0.000
USAL	0.000	0.000	0.000

Πίνακας 6.1-6 Διαφορές συντεταγμένων Never Rinex2 Rinex3

IF INDICATED-ALWAYS				IF INDICATED-NEVER			
RINEX2				RINEX2			
358				358			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
ANKR				ANKR			
AQUI	0.000	0.000	0.000	AQUI	0.000	0.000	0.000
DYNG	0.000	0.000	0.000	DYNG	0.000	0.000	0.000
GSR1	0.000	0.000	0.000	GSR1	0.000	0.000	0.000
IGEO	0.000	0.000	0.000	IGEO	0.000	0.000	0.000
ISTA	0.000	0.000	0.000	ISTA	0.000	0.000	0.000
KNJA	0.000	0.000	0.000	KNJA	0.000	0.000	0.000
LAMP	0.000	0.000	0.000	LAMP	0.000	0.000	0.000
NICO	-0.001	0.000	0.000	NICO	-0.001	0.000	0.000
SRJV	0.000	0.000	0.000	SRJV	0.000	0.000	0.000
USAL	0.000	0.000	0.000	USAL	0.000	0.000	0.000
RINEX2				RINEX2			
359				359			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
ANKR	0.000	0.000	0.000	ANKR	0.007	0.004	0.004
AQUI	0.000	0.000	0.000	AQUI	-0.002	-0.001	-0.002
DYNG	0.000	0.000	0.000	DYNG	0.000	0.000	0.000
GSR1	0.000	0.000	0.000	GSR1	-0.001	0.000	-0.001
IGEO	0.000	0.000	0.000	IGEO	0.001	0.001	0.001
ISTA	0.000	0.000	0.000	ISTA	0.003	0.002	0.002
KNJA	0.000	0.000	0.000	KNJA	0.001	0.001	0.001
LAMP	0.000	0.000	0.000	LAMP	-0.003	-0.002	-0.002
NICO	0.000	0.000	0.000	NICO	0.005	0.003	0.003
SRJV	0.000	0.000	0.000	SRJV	-0.001	0.000	-0.001
USAL	0.001	0.000	0.001	USAL	-0.001	-0.001	-0.001
RINEX2				RINEX2			
360				361			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
ANKR	0.000	-0.001	0.000	ANKR	0.006	0.003	0.005
AQUI	0.001	0.001	0.001	AQUI	-0.001	0.000	0.000
DYNG	-0.002	-0.001	-0.001	DYNG	-0.001	0.000	0.000
GSR1	0.001	0.001	0.000	GSR1	0.000	0.001	0.000
IGEO	0.000	-0.001	-0.002	IGEO	0.001	0.000	-0.001
ISTA	-0.002	-0.002	-0.002	ISTA	0.000	-0.001	0.000
KNJA	-0.001	0.000	-0.001	KNJA	-0.002	0.000	-0.001
LAMP	-0.001	0.001	0.000	LAMP	-0.003	-0.001	-0.001
NICO	-0.001	-0.003	0.000	NICO	0.004	0.000	0.003
SRJV	0.000	0.000	0.000	SRJV	-0.001	0.000	-0.001
USAL	-0.001	0.000	-0.001	USAL	-0.002	-0.001	-0.001

Πίνακας 6.1-7 Διαφορές συντεταγμένων if indicated-always και if indicated-never σε Rinex2

IF INDICATED-ALWAYS				IF INDICATED-NEVER			
361				361			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
ANKF	0.000	0.000	0.000	ANKR	0.006	0.003	0.004
AQUI	0.000	0.000	0.000	AQUI	-0.002	-0.001	-0.001
DYNG	0.000	0.000	0.000	DYNG	0.000	0.000	0.000
GSR1	0.000	0.000	0.000	GSR1	-0.002	-0.001	-0.001
IGEO	0.000	0.000	0.000	IGEO	0.001	0.001	0.001
ISTA	0.000	0.000	0.000	ISTA	0.003	0.002	0.003
KNJA	0.000	0.000	0.000	KNJA	-0.001	0.000	-0.001
LAMI	0.000	0.000	0.000	LAMP	-0.003	-0.002	-0.002
NICO	0.000	0.000	0.000	NICO	0.006	0.003	0.004
SRJV	0.000	0.000	0.000	SRJV	-0.001	0.000	-0.001
USAL	0.000	0.000	0.000	USAL	-0.002	-0.001	-0.001
IF INDICATED-ALWAYS				IF INDICATED-NEVER			
362				362			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
ANKF	0.001	0.001	0.001	ANKR	0.005	0.003	0.004
AQUI	0.000	0.000	0.000	AQUI	-0.003	-0.001	-0.002
DYNG	0.000	0.000	0.001	DYNG	0.001	0.000	0.001
GSR1	0.000	0.000	0.000	GSR1	-0.002	-0.001	-0.001
IGEO	0.001	0.001	0.000	IGEO	0.003	0.001	0.002
ISTA	0.000	0.000	0.000	ISTA	0.003	0.002	0.002
KNJA	0.000	0.000	-0.001	KNJA	0.001	0.000	0.000
LAMI	0.000	0.000	0.000	LAMP	-0.003	-0.002	-0.002
NICO	0.000	0.000	0.000	NICO	0.005	0.003	0.003
SRJV	0.000	0.000	0.000	SRJV	-0.001	0.000	0.000
USAL	0.000	0.000	0.000	USAL	-0.001	-0.001	-0.001
IF INDICATED-ALWAYS				IF INDICATED-NEVER			
363				363			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
ANKF	0.000	0.000	0.000	ANKR	0.005	0.003	0.003
AQUI	0.000	0.000	0.000	AQUI	-0.002	-0.001	-0.002
DYNG	0.000	0.000	0.000	DYNG	0.002	0.000	0.001
GSR1	0.000	0.000	0.000	GSR1	-0.002	-0.001	-0.002
IGEO	0.000	0.000	0.000	IGEO	0.001	0.001	0.001
ISTA	0.000	0.000	0.000	ISTA	0.002	0.001	0.001
KNJA	0.000	0.000	0.000	KNJA	-0.001	0.000	0.000
LAMI	0.000	0.000	0.000	LAMP	-0.003	-0.002	-0.002
NICO	0.000	0.000	0.000	NICO	0.006	0.004	0.004
SRJV	0.000	0.000	0.000	SRJV	-0.001	0.000	0.000
USAL	0.000	0.000	0.000	USAL	-0.001	-0.001	-0.001
IF INDICATED-ALWAYS				IF INDICATED-NEVER			
364				364			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
ANKF	0.000	0.000	0.000	ANKR	0.009	0.007	0.008
AQUI	0.000	0.000	0.000	AQUI	-0.002	-0.001	-0.001
DYNG	0.000	0.000	0.000	DYNG	0.000	0.000	0.000
GSR1	0.000	0.000	0.000	GSR1	-0.002	-0.001	-0.002
IGEO	-0.001	0.000	0.000	IGEO	0.000	0.000	0.001
ISTA	0.000	0.000	0.000	ISTA	0.003	0.002	0.003
KNJA	0.000	0.000	0.000	KNJA	-0.002	-0.001	-0.001
LAMI	0.000	0.000	0.000	LAMP	-0.003	-0.003	-0.003
NICO	0.000	0.000	0.000	NICO	0.007	0.005	0.005
SRJV	0.000	0.000	0.000	SRJV	-0.002	-0.001	-0.001
USAL	0.000	0.000	0.000	USAL	-0.002	-0.001	-0.001

Πίνακας 6.1-8 Διαφορές συντεταγμένων if indicated-always και if indicated-never σε Rinex2

IF INDICATED-NEVER			
RINEX3			
358			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
AQUI	-0.003	-0.001	-0.003
DYNG	0.002	0.001	0.002
GSR1	-0.001	0.000	0.000
IGEO	0.002	0.000	0.002
ISTA	0.004	0.001	0.003
KNJA	0.008	0.003	0.010
LAMP	-0.003	-0.002	-0.001
NICO	0.005	0.003	0.003
SRJV	-0.001	0.000	-0.001
USAL	-0.001	-0.001	0.000
RINEX3			
359			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
AQUI	-0.002	-0.001	-0.002
DYNG	0.001	0.000	0.001
GSR1	-0.001	-0.001	-0.001
IGEO	0.001	0.001	0.002
ISTA	0.003	0.002	0.002
KNJA	0.000	0.000	0.000
LAMP	-0.003	-0.002	-0.002
NICO	0.005	0.003	0.003
SRJV	-0.001	0.000	-0.001
USAL	-0.003	-0.001	-0.002
RINEX3			
360			
A/A	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$
AQUI	-0.002	-0.001	-0.001
DYNG	0.000	0.000	0.000
GSR1	-0.002	-0.001	-0.001
IGEO	0.001	0.000	0.001
ISTA	0.002	0.001	0.002
KNJA	-0.001	0.000	0.000
LAMP	-0.003	-0.002	-0.002
NICO	0.005	0.003	0.004
SRJV	-0.001	-0.001	-0.001
USAL	-0.001	-0.001	-0.001

Πίνακας 6.1-9 Διαφορές συντεταγμένων if indicated-never σε Rinex3

IF INDICATED-NEVER			
361			
A/A	ΔX(m)	ΔY(m)	ΔZ(m)
AQUI	-0.002	-0.001	-0.001
DYNG	0.001	0.000	0.001
GSR1	-0.002	-0.001	-0.001
IGEO	0.001	0.001	0.001
ISTA	0.003	0.002	0.003
KNJA	-0.001	0.000	-0.001
LAMI	-0.004	-0.003	-0.003
NICO	0.006	0.003	0.004
SRJV	-0.001	0.000	-0.001
USAL	-0.002	-0.001	-0.001
IF INDICATED-NEVER			
362			
A/A	ΔX(m)	ΔY(m)	ΔZ(m)
AQUI	-0.002	-0.001	-0.002
DYNG	0.001	0.000	0.001
GSR1	-0.002	-0.001	-0.001
IGEO	0.001	0.001	0.001
ISTA	0.003	0.002	0.002
KNJA	-0.001	0.000	0.000
LAMI	-0.003	-0.002	-0.002
NICO	0.006	0.004	0.004
SRJV	-0.001	0.000	-0.001
USAL	-0.001	-0.001	-0.001
IF INDICATED-NEVER			
363			
A/A	ΔX(m)	ΔY(m)	ΔZ(m)
AQUI	-0.002	-0.001	-0.002
DYNG	0.002	-0.001	0.001
GSR1	-0.002	-0.001	-0.001
IGEO	0.001	0.001	0.001
ISTA	0.002	0.001	0.001
KNJA	-0.001	0.000	-0.001
LAMI	-0.003	-0.002	-0.002
NICO	0.006	0.003	0.004
SRJV	-0.001	-0.001	-0.001
USAL	-0.002	-0.001	-0.001
IF INDICATED-NEVER			
364			
A/A	ΔX(m)	ΔY(m)	ΔZ(m)
AQUI	-0.002	-0.001	-0.002
DYNG	0.000	0.000	0.001
GSR1	-0.002	-0.001	-0.002
IGEO	0.000	0.000	0.001
ISTA	0.003	0.002	0.003
KNJA	-0.002	-0.001	-0.002
LAMI	-0.003	-0.003	-0.003
NICO	0.008	0.006	0.006
SRJV	-0.002	-0.001	-0.002
USAL	-0.002	-0.001	-0.002

Πίνακας 6.1-10 Διαφορές συντεταγμένων if indicated-never σε Rinex3

Στους παραπάνω πίνακες παρουσιάζονται οι διαφορές των συντεταγμένων τόσο μεταξύ των Rinex3 με Rinex 2, όσο και μεταξύ των μεθόδων, παράλληλα επισημαίνεται με χρώματα η ύπαρξη μεγάλης διαφοράς των συντεταγμένων όπου αυτή υπάρχει. Τα αποτελέσματα τις σύγκρισης αυτής παραγματούονται στο παρακάτω υποκεφάλαιο.

7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Εν κατακλείδι έχοντας παρουσιάσει εκτεταμένος την θεωρία και συγκριτικά τα αποτελέσματα τόσο του ποσοστού επίλυσης των ασαφειών για κάθε επίλυση όσο και τις παραγόμενες συντεταγμένες, προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Τα ποσοστά επίλυσης των ασαφειών με εξαίρεση την επίλυση never είναι μεγαλύτερα στα Rinex 2, αυτό πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι το πρόγραμμα επίλυσης δεν είναι ακόμα σε θέση να επεξεργαστεί τα αρχεία Rinex 3 στο έπακρο των δυνατοτήτων επίλυσης που παρέχουν.
- Τα ποσοστά επίλυσης με την μέθοδο If indicated και με την μέθοδο always στην περίπτωση των Rinex2 δεν παρουσιάζουν σημαντική διαφορά – η διαφορά είναι της τάξης του 2,16 %-μεταξύ τους, κάτι το οποίο αντικατοπτρίζεται και στις συντεταγμένες, καθώς οι διαφορές τους είναι από μηδενικές έως και σε ελάχιστες περιπτώσεις 1 με 2 mm.
- Στην περίπτωση του Rinex3 στην επίλυση με if indicated και με always οι επιλύσεις είναι ταυτόσημες, κάτι το οποίο είναι αναμενόμενο καθώς σημαίνει ότι η λίστα των σταθμών που επιλέχθηκαν να λυθούν με την if indicated ταυτίζεται καθολικά με την ύπαρξη ή όχι των επίμαχων μπλοκ δορυφόρων και επειδή στα Rinex3 επισημαίνονται ξεχωριστά οι δορυφόροι οι δύο λύσεις είναι ταυτόσημες. Το γεγονός αυτό τονίζεται στο ότι η επίλυση Rinex 2 με if indicated και always είναι σχεδόν ταυτόσημες, άρα εν τέλει καταλήγετε ότι ο αλγόριθμος if indicated έχει πολύ καλά αποτελέσματα και όντως μειώνει την ύπαρξη του Quarter cycle issue.
- Στην περίπτωση της επίλυσης με αλγόριθμο never τα ποσοστά επίλυσης είναι αρκετά πιο υψηλά από τις άλλες δύο μεθόδους- στην περίπτωση των Rinex 2 στην τάξη του 14-15 % πιο πάνω και στην περίπτωση των Rinex3 18.75% πιο πάνω- κάτι το οποίο αντικατοπτρίζεται και στις συντεταγμένες αφού οι διαφορές της

επίλυσης if indicated με never και στις περιπτώσεις των Rinex2 και των Rinex3 παρουσιάζουν μεγαλύτερη διαφορά σε σχέση με την αντίστοιχη σύγκριση if indicated και always. Η διαφορά αυτή είναι από μηδενική μέχρι και 8 mm σε κάποιες περιπτώσεις και σίγουρα είναι πολύ πιο συχνή σε σχέση με την άλλη επίλυση. Το γεγονός ότι εφόσον έχει μειωθεί το δυνατό σφάλμα κατά λιγότερο από 0.25 του κύκλου σημαίνει ότι θεωρητικά τουλάχιστον στην περίπτωση των Rinex2 θα έπρεπε η επίλυση να παρουσίαζε μικρότερο ποσοστό επίλυσης.

- Επίσης πρέπει να επισημανθεί η συστηματική παρουσίαση μεγαλύτερης διαφοράς των συντεταγμένων σε δύο σταθμούς στο ANKR και στο KNJA
- Στην περίπτωση του ANKR οι διαφορές παρουσιάζονται κυρίως στην διαφορά επίλυσης IF Indicated με Never, δυστυχώς μεταξύ της επίλυσης Rinex2 και Rinex3 δεν είναι δυνατή η σύγκριση του σταθμού, όμως το γεγονός ότι παρουσιάζει σφάλμα συστηματικό ο συγκεκριμένος σταθμός οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχει πρόβλημα στο συγκεκριμένο σταθμό.
- Στην περίπτωση του KNJA παρουσιάζει συστηματικά μεγάλη διαφορά στην επίλυση μεταξύ των αρχείων Rinex2 και Rinex3.
- Τέλος συστηματικά παρουσιάζεται επίσης και μικρότερο ποσοστό επίλυσης στην ημέρα 364 καθώς παράλληλα με το γεγονός ότι δημιουργούνται διαφορετικές βάσεις από την OBSMAX αρά υπήρχε μικρότερο ποσοστό κοινών δορυφόρων, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι εκείνη την ημέρα υπήρχαν προβλήματα στις αρχικές μετρήσεις και το σφάλμα δεν εγγυάται στην επεξεργασία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. A Compression Format and Tools for GNSS Observation Data
2. Berglund, H., Blume, F., Estey, L. H., Borsa, A. A., The Effects of L2C Signal Tracking on High-Precision Carrier Phase GPS Positioning, 10/2016
3. Delikaraoglou, F Lahaye, OPTIMIZATION OF GPS THEORY, TECHNIQUES AND OPERATIONAL SYSTEMS PROGRESS AND PROSPECTS, Canada Center for Surveying
4. IGS Infrastructure Committee, IGS RINEX3 Transition Plan v1.0
5. GPS for Land Surveyors: (Adapted from Steve Lazar, GPS Signal Modernization illustration, described in text below. Present signal (Block II/IIA/IIR), M, 2nd Civil Block IIR-M, IIF, 3rd Civil Block IIF, 2002, Aerospace Corporation.
6. Pierre F., Rolf Dach, more, Bernese GNSS Software Version 5.2, 11/2015
7. Pierre F., Rolf Dach, Bernese GNSS Software Version 5.2 Tutorial, 09/2019
8. Tom Stansell, GNSS Singal Structures, Bangkok, Thailan, 23/01/2018
9. Berlung H. , The Effects of LC2 Signal Tracking on High-Precision
10. Werner Gurtner, RINEX The Receicer Independent Exchange Format Version 3.01, Astronomical Institute, University of Bern, 22/09/2009
11. Ατσόνιος Σ. Μ. , ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ PPP ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΣΕΙΣΜΟ ΖΑΚΥΝΘΟΥ , Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., 2019
12. Βέργος Γ., Σ. Κουτσουγιαννόπουλος, Εισαγωγή στο GPS, 09/2004
13. Δεληκαράογλου, ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ, 2005
14. Καλημέρης Γ., ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΜΟΝΙΜΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ GNSS, Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., 07/2016
15. Λάμπρου Ε., Πανταζής Γ., Εφαρμοσμένη Γεωδαισία, Εκδόσεις Ζήτη, Αθήνα 2011
16. Παπαδάκης Ε., ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΩΝ ΓΝΣΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΟ

- ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ RTKLIB, Διπλωματική Εργασία,
Ε.Μ.Π., 12/2017
17. Παραδείσης Δ., ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ,
Ε.Μ.Π., 2000
18. Πικρίδας Χ. Κ., Φωτίου Α. Ι. , GPS και ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ, Εκ. Ζητη, δεύτερη έκδοση, 2012

ΙΣΤΟΓΡΑΦΙΑ

1. <https://www.e-education.psu.edu/geog862/node/1867> (last access, 02/2022)
2. <https://www.wordreference.com/engr/quadrature> (last access, 02/2022)
3. https://www.epncb.oma.be/_networkdata/stationmaps.php(last access, 02/2022)
4. <https://vmf.geo.tuwien.ac.at/> (last access, 02/2022)
5. <http://ftp.aiub.unibe.ch/> (last access, 02/2022)
6. https://el.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System(last access,02/2022)
7. <https://igs.org/products-access/#geocentric-coordinates> (last access,20/22)
8. <http://leapsecond.com/java/gpsclock.htm> (last access,02/2022)
9. <https://www.draw.io> (last access,03/2022)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

8. ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ

IF INDICATED			
RINEX2			
358			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.829	1089876.068	4276392.762
DYNG	4595220.556	2039433.615	3912625.573
GSRI	4292609.781	1113638.924	4569215.468
IGEO	3814975.492	2101074.824	4644143.760
ISTA	4208830.525	2334849.987	4171267.026
KNJA	4284174.880	1753166.231	4373521.762
LAMP	5073165.081	1134512.269	3683181.064
NICO	4359415.932	2874116.656	3650777.654
SRJV	4370293.236	1454979.839	4397965.167
USAL	4627542.156	1513540.686	4106448.149
359			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.892	2652187.277	4069023.504
AQUI	4592507.831	1089876.069	4276392.763
DYNG	4595220.554	2039433.613	3912625.570
GSRI	4292609.783	1113638.927	4569215.470
IGEO	3814975.491	2101074.824	4644143.760
ISTA	4208830.524	2334849.988	4171267.024
KNJA	4284174.884	1753166.234	4373521.764
LAMP	5073165.078	1134512.268	3683181.062
NICO	4359415.931	2874116.653	3650777.653
SRJV	4370293.237	1454979.842	4397965.164
USAL	4627542.159	1513540.688	4106448.151
360			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.894	2652187.277	4069023.507
AQUI	4592507.830	1089876.071	4276392.763
DYNG	4595220.555	2039433.613	3912625.570
GSRI	4292609.780	1113638.926	4569215.466
IGEO	3814975.491	2101074.822	4644143.758
ISTA	4208830.522	2334849.984	4171267.021
KNJA	4284174.879	1753166.232	4373521.759
LAMP	5073165.080	1134512.271	3683181.065
NICO	4359415.932	2874116.651	3650777.656
SRJV	4370293.236	1454979.840	4397965.163
USAL	4627542.155	1513540.686	4106448.148

Πίνακας 7.1-1 Συντεταγμένες σταθμών RINEX2 If indicated

IF INDICATED			
361			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.890	2652187.276	4069023.502
AQUI	4592507.828	1089876.070	4276392.762
DYNG	4595220.557	2039433.615	3912625.573
GSRI	4292609.782	1113638.926	4569215.468
IGEO	3814975.488	2101074.820	4644143.756
ISTA	4208830.524	2334849.986	4171267.025
KNJA	4284174.877	1753166.231	4373521.758
LAMP	5073165.086	1134512.272	3683181.068
NICO	4359415.931	2874116.653	3650777.655
SRJV	4370293.233	1454979.840	4397965.162
USAL	4627542.157	1513540.686	4106448.151
362			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.895	2652187.278	4069023.506
AQUI	4592507.827	1089876.071	4276392.763
DYNG	4595220.561	2039433.617	3912625.573
GSRI	4292609.782	1113638.925	4569215.468
IGEO	3814975.487	2101074.818	4644143.753
ISTA	4208830.524	2334849.986	4171267.024
KNJA	4284174.876	1753166.230	4373521.755
LAMP	5073165.084	1134512.272	3683181.067
NICO	4359415.934	2874116.655	3650777.657
SRJV	4370293.227	1454979.838	4397965.156
USAL	4627542.159	1513540.686	4106448.152
363			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.893	2652187.275	4069023.509
AQUI	4592507.835	1089876.071	4276392.766
DYNG	4595220.568	2039433.621	3912625.578
GSRI	4292609.779	1113638.926	4569215.467
IGEO	3814975.482	2101074.815	4644143.746
ISTA	4208830.520	2334849.985	4171267.023
KNJA	4284174.874	1753166.231	4373521.756
LAMP	5073165.084	1134512.272	3683181.067
NICO	4359415.934	2874116.656	3650777.661
SRJV	4370293.230	1454979.839	4397965.160
USAL	4627542.159	1513540.687	4106448.154
364			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.884	2652187.275	4069023.499
AQUI	4592507.836	1089876.068	4276392.766
DYNG	4595220.561	2039433.615	3912625.575
GSRI	4292609.775	1113638.923	4569215.464
IGEO	3814975.486	2101074.820	4644143.753
ISTA	4208830.523	2334849.986	4171267.026
KNJA	4284174.871	1753166.229	4373521.753
LAMP	5073165.080	1134512.270	3683181.065
NICO	4359415.936	2874116.659	3650777.660
SRJV	4370293.227	1454979.838	4397965.156
USAL	4627542.156	1513540.685	4106448.153

Πίνακας 7.1-2 Συντεταγμένες σταθμών RINEX2 If indicated

ALWAYS			
RINEX2			
358			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.828	1089876.068	4276392.761
DYNG	4595220.556	2039433.615	3912625.573
GSR1	4292609.781	1113638.925	4569215.468
IGEO	3814975.492	2101074.824	4644143.761
ISTA	4208830.525	2334849.987	4171267.026
KNJA	4284174.880	1753166.231	4373521.762
LAMP	5073165.081	1134512.269	3683181.064
NICO	4359415.932	2874116.656	3650777.655
SRJV	4370293.236	1454979.839	4397965.167
USAL	4627542.156	1513540.685	4106448.149
359			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.892	2652187.277	4069023.504
AQUI	4592507.831	1089876.069	4276392.763
DYNG	4595220.554	2039433.613	3912625.570
GSR1	4292609.783	1113638.927	4569215.471
IGEO	3814975.491	2101074.824	4644143.759
ISTA	4208830.524	2334849.988	4171267.024
KNJA	4284174.884	1753166.234	4373521.764
LAMP	5073165.078	1134512.268	3683181.062
NICO	4359415.931	2874116.653	3650777.653
SRJV	4370293.237	1454979.842	4397965.164
USAL	4627542.158	1513540.687	4106448.150
360			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.894	2652187.277	4069023.507
AQUI	4592507.829	1089876.070	4276392.762
DYNG	4595220.557	2039433.614	3912625.570
GSR1	4292609.779	1113638.925	4569215.465
IGEO	3814975.491	2101074.822	4644143.760
ISTA	4208830.524	2334849.986	4171267.024
KNJA	4284174.880	1753166.232	4373521.760
LAMP	5073165.081	1134512.270	3683181.064
NICO	4359415.934	2874116.654	3650777.657
SRJV	4370293.236	1454979.840	4397965.164
USAL	4627542.157	1513540.686	4106448.149
ALWAYS			
361			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.890	2652187.276	4069023.502
AQUI	4592507.828	1089876.070	4276392.762
DYNG	4595220.557	2039433.615	3912625.573
GSR1	4292609.782	1113638.926	4569215.468
IGEO	3814975.488	2101074.820	4644143.756
ISTA	4208830.524	2334849.986	4171267.025
KNJA	4284174.877	1753166.231	4373521.758
LAMP	5073165.086	1134512.272	3683181.068
NICO	4359415.931	2874116.653	3650777.655
SRJV	4370293.233	1454979.840	4397965.162
USAL	4627542.157	1513540.686	4106448.151

Πίνακας 7.1-3 Συντεταγμένες σταθμών RINEX2 Always

362			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.894	2652187.277	4069023.505
AQUI	4592507.827	1089876.071	4276392.763
DYNG	4595220.561	2039433.617	3912625.572
GSR1	4292609.782	1113638.926	4569215.467
IGEO	3814975.486	2101074.818	4644143.753
ISTA	4208830.524	2334849.986	4171267.024
KNJA	4284174.876	1753166.230	4373521.756
LAMP	5073165.085	1134512.272	3683181.067
NICO	4359415.934	2874116.654	3650777.657
SRJV	4370293.227	1454979.838	4397965.156
USAL	4627542.159	1513540.687	4106448.151
363			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.893	2652187.275	4069023.509
AQUI	4592507.835	1089876.071	4276392.766
DYNG	4595220.568	2039433.621	3912625.578
GSR1	4292609.779	1113638.926	4569215.467
IGEO	3814975.482	2101074.815	4644143.746
ISTA	4208830.520	2334849.985	4171267.023
KNJA	4284174.874	1753166.231	4373521.756
LAMP	5073165.084	1134512.272	3683181.067
NICO	4359415.934	2874116.656	3650777.661
SRJV	4370293.230	1454979.839	4397965.160
USAL	4627542.159	1513540.687	4106448.154
364			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.884	2652187.276	4069023.499
AQUI	4592507.836	1089876.068	4276392.766
DYNG	4595220.562	2039433.615	3912625.575
GSR1	4292609.775	1113638.923	4569215.464
IGEO	3814975.487	2101074.820	4644143.753
ISTA	4208830.523	2334849.986	4171267.026
KNJA	4284174.871	1753166.229	4373521.753
LAMP	5073165.080	1134512.270	3683181.064
NICO	4359415.936	2874116.659	3650777.660
SRJV	4370293.227	1454979.838	4397965.156
USAL	4627542.157	1513540.685	4106448.153

Πίνακας 7.1-4 Συντεταγμένες σταθμών RINEX2 Always

NEVER			
RINEX2			
358			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.828	1089876.068	4276392.761
DYNG	4595220.556	2039433.615	3912625.573
GSR1	4292609.781	1113638.925	4569215.468
IGEO	3814975.492	2101074.824	4644143.761
ISTA	4208830.525	2334849.987	4171267.026
KNJA	4284174.880	1753166.231	4373521.762
LAMP	5073165.081	1134512.269	3683181.064
NICO	4359415.932	2874116.656	3650777.655
SRJV	4370293.236	1454979.839	4397965.167
USAL	4627542.156	1513540.685	4106448.149
359			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.886	2652187.273	4069023.499
AQUI	4592507.833	1089876.070	4276392.765
DYNG	4595220.554	2039433.613	3912625.570
GSR1	4292609.784	1113638.927	4569215.471
IGEO	3814975.490	2101074.823	4644143.758
ISTA	4208830.521	2334849.986	4171267.022
KNJA	4284174.884	1753166.233	4373521.763
LAMP	5073165.081	1134512.271	3683181.064
NICO	4359415.925	2874116.650	3650777.650
SRJV	4370293.238	1454979.842	4397965.165
USAL	4627542.160	1513540.688	4106448.152
360			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.888	2652187.274	4069023.502
AQUI	4592507.831	1089876.071	4276392.763
DYNG	4595220.557	2039433.614	3912625.570
GSR1	4292609.780	1113638.925	4569215.466
IGEO	3814975.491	2101074.822	4644143.759
ISTA	4208830.521	2334849.985	4171267.022
KNJA	4284174.881	1753166.232	4373521.761
LAMP	5073165.083	1134512.272	3683181.066
NICO	4359415.928	2874116.651	3650777.653
SRJV	4370293.237	1454979.840	4397965.164
USAL	4627542.158	1513540.687	4106448.150

Πίνακας 7.1-5 Συντεταγμένες σταθμών RINEX2 Never

NEVER			
361			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.884	2652187.272	4069023.497
AQUI	4592507.830	1089876.071	4276392.763
DYNG	4595220.556	2039433.615	3912625.573
GSR1	4292609.783	1113638.926	4569215.469
IGEO	3814975.487	2101074.819	4644143.755
ISTA	4208830.520	2334849.985	4171267.022
KNJA	4284174.878	1753166.231	4373521.759
LAMP	5073165.089	1134512.275	3683181.070
NICO	4359415.926	2874116.650	3650777.651
SRJV	4370293.234	1454979.840	4397965.162
USAL	4627542.159	1513540.687	4106448.152
362			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.889	2652187.274	4069023.502
AQUI	4592507.830	1089876.072	4276392.765
DYNG	4595220.560	2039433.617	3912625.572
GSR1	4292609.784	1113638.926	4569215.469
IGEO	3814975.484	2101074.818	4644143.751
ISTA	4208830.521	2334849.985	4171267.022
KNJA	4284174.875	1753166.230	4373521.755
LAMP	5073165.088	1134512.274	3683181.069
NICO	4359415.929	2874116.652	3650777.654
SRJV	4370293.227	1454979.838	4397965.157
USAL	4627542.161	1513540.687	4106448.153
363			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.888	2652187.273	4069023.505
AQUI	4592507.837	1089876.073	4276392.768
DYNG	4595220.567	2039433.621	3912625.577
GSR1	4292609.781	1113638.927	4569215.468
IGEO	3814975.481	2101074.815	4644143.745
ISTA	4208830.518	2334849.984	4171267.022
KNJA	4284174.874	1753166.231	4373521.756
LAMP	5073165.087	1134512.275	3683181.070
NICO	4359415.928	2874116.652	3650777.657
SRJV	4370293.231	1454979.840	4397965.160
USAL	4627542.160	1513540.688	4106448.155
364			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR	4121948.876	2652187.268	4069023.492
AQUI	4592507.838	1089876.069	4276392.768
DYNG	4595220.561	2039433.615	3912625.575
GSR1	4292609.778	1113638.925	4569215.466
IGEO	3814975.486	2101074.820	4644143.752
ISTA	4208830.519	2334849.984	4171267.024
KNJA	4284174.872	1753166.230	4373521.754
LAMP	5073165.083	1134512.273	3683181.067
NICO	4359415.929	2874116.654	3650777.655
SRJV	4370293.229	1454979.839	4397965.157
USAL	4627542.158	1513540.687	4106448.154

Πίνακας 7.1-6 Συντεταγμένες σταθμών RINEX2 Never

IF INDICATED			
RINEX3			
358			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.830	1089876.069	4276392.764
DYNG	4595220.556	2039433.614	3912625.572
GSR1	4292609.781	1113638.924	4569215.467
IGEO	3814975.492	2101074.824	4644143.760
ISTA	4208830.524	2334849.987	4171267.025
KNJA	4284174.871	1753166.227	4373521.752
LAMP	5073165.080	1134512.269	3683181.063
NICO	4359415.932	2874116.656	3650777.654
SRJV	4370293.236	1454979.840	4397965.168
USAL	4627542.156	1513540.685	4106448.148
359			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.831	1089876.069	4276392.764
DYNG	4595220.553	2039433.613	3912625.569
GSR1	4292609.782	1113638.926	4569215.469
IGEO	3814975.491	2101074.824	4644143.759
ISTA	4208830.523	2334849.988	4171267.023
KNJA	4284174.872	1753166.228	4373521.751
LAMP	5073165.080	1134512.269	3683181.065
NICO	4359415.930	2874116.653	3650777.652
SRJV	4370293.236	1454979.842	4397965.164
USAL	4627542.159	1513540.688	4106448.152
360			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.829	1089876.070	4276392.762
DYNG	4595220.557	2039433.614	3912625.570
GSR1	4292609.778	1113638.925	4569215.464
IGEO	3814975.491	2101074.822	4644143.759
ISTA	4208830.524	2334849.986	4171267.024
KNJA	4284174.872	1753166.228	4373521.752
LAMP	5073165.081	1134512.270	3683181.065
NICO	4359415.934	2874116.654	3650777.658
SRJV	4370293.236	1454979.840	4397965.164
USAL	4627542.157	1513540.686	4106448.149
IF INDICATED			
361			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.828	1089876.070	4276392.763
DYNG	4595220.556	2039433.615	3912625.572
GSR1	4292609.780	1113638.925	4569215.467
IGEO	3814975.488	2101074.821	4644143.756
ISTA	4208830.523	2334849.986	4171267.024
KNJA	4284174.866	1753166.227	4373521.747
LAMP	5073165.087	1134512.272	3683181.069
NICO	4359415.931	2874116.653	3650777.654
SRJV	4370293.233	1454979.840	4397965.162
USAL	4627542.157	1513540.686	4106448.151

Πίνακας 7.1-7 Συντεταγμένες σταθμών RINEX3 If indicated

362			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.827	1089876.071	4276392.763
DYNG	4595220.561	2039433.616	3912625.573
GSR1	4292609.780	1113638.924	4569215.465
IGEO	3814975.486	2101074.819	4644143.753
ISTA	4208830.523	2334849.986	4171267.024
KNJA	4284174.867	1753166.227	4373521.746
LAMP	5073165.087	1134512.272	3683181.069
NICO	4359415.934	2874116.655	3650777.657
SRJV	4370293.226	1454979.837	4397965.155
USAL	4627542.159	1513540.686	4106448.151
363			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.834	1089876.071	4276392.766
DYNG	4595220.569	2039433.621	3912625.578
GSR1	4292609.778	1113638.926	4569215.466
IGEO	3814975.482	2101074.816	4644143.746
ISTA	4208830.519	2334849.984	4171267.022
KNJA	4284174.862	1753166.226	4373521.745
LAMP	5073165.086	1134512.273	3683181.069
NICO	4359415.934	2874116.655	3650777.661
SRJV	4370293.229	1454979.839	4397965.159
USAL	4627542.158	1513540.687	4106448.154
364			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.837	1089876.068	4276392.766
DYNG	4595220.561	2039433.615	3912625.575
GSR1	4292609.775	1113638.923	4569215.464
IGEO	3814975.486	2101074.820	4644143.753
ISTA	4208830.522	2334849.986	4171267.026
KNJA	4284174.861	1753166.225	4373521.743
LAMP	5073165.080	1134512.270	3683181.065
NICO	4359415.936	2874116.660	3650777.661
SRJV	4370293.227	1454979.838	4397965.155
USAL	4627542.156	1513540.686	4106448.153

Πίνακας 7.1-8- Συντεταγμένες σταθμών RINEX3 If indicated

ALWAYS			
RINEX3			
358			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.832	1089876.070	4276392.766
DYNG	4595220.555	2039433.614	3912625.572
GSR1	4292609.782	1113638.926	4569215.468
IGEO	3814975.491	2101074.822	4644143.757
ISTA	4208830.522	2334849.985	4171267.022
KNJA	4284174.870	1753166.227	4373521.750
LAMP	5073165.079	1134512.270	3683181.063
NICO	4359415.930	2874116.653	3650777.653
SRJV	4370293.237	1454979.840	4397965.168
USAL	4627542.156	1513540.686	4106448.148
359			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.831	1089876.069	4276392.764
DYNG	4595220.554	2039433.613	3912625.569
GSR1	4292609.782	1113638.926	4569215.469
IGEO	3814975.491	2101074.824	4644143.759
ISTA	4208830.523	2334849.988	4171267.023
KNJA	4284174.872	1753166.228	4373521.751
LAMP	5073165.080	1134512.269	3683181.064
NICO	4359415.930	2874116.653	3650777.652
SRJV	4370293.237	1454979.842	4397965.164
USAL	4627542.159	1513540.688	4106448.152
360			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.829	1089876.070	4276392.762
DYNG	4595220.557	2039433.614	3912625.571
GSR1	4292609.778	1113638.925	4569215.464
IGEO	3814975.491	2101074.822	4644143.759
ISTA	4208830.524	2334849.986	4171267.024
KNJA	4284174.872	1753166.228	4373521.752
LAMP	5073165.081	1134512.270	3683181.065
NICO	4359415.935	2874116.654	3650777.658
SRJV	4370293.236	1454979.840	4397965.164
USAL	4627542.157	1513540.686	4106448.149
ALWAYS			
361			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.828	1089876.070	4276392.763
DYNG	4595220.556	2039433.615	3912625.572
GSR1	4292609.780	1113638.925	4569215.467
IGEO	3814975.488	2101074.821	4644143.756
ISTA	4208830.523	2334849.986	4171267.024
KNJA	4284174.867	1753166.227	4373521.747
LAMP	5073165.087	1134512.272	3683181.069
NICO	4359415.931	2874116.653	3650777.654
SRJV	4370293.233	1454979.840	4397965.162
USAL	4627542.157	1513540.686	4106448.151

Πίνακας 7.1-9 Συντεταγμένες σταθμών RINEX3 Always

362			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.827	1089876.071	4276392.763
DYNG	4595220.561	2039433.617	3912625.573
GSR1	4292609.780	1113638.924	4569215.466
IGEO	3814975.486	2101074.819	4644143.753
ISTA	4208830.523	2334849.986	4171267.024
KNJA	4284174.867	1753166.227	4373521.746
LAMP	5073165.087	1134512.272	3683181.069
NICO	4359415.934	2874116.655	3650777.657
SRJV	4370293.226	1454979.838	4397965.155
USAL	4627542.160	1513540.686	4106448.151
363			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.834	1089876.071	4276392.766
DYNG	4595220.569	2039433.622	3912625.579
GSR1	4292609.778	1113638.926	4569215.466
IGEO	3814975.482	2101074.815	4644143.746
ISTA	4208830.519	2334849.985	4171267.023
KNJA	4284174.863	1753166.226	4373521.745
LAMP	5073165.086	1134512.273	3683181.069
NICO	4359415.934	2874116.656	3650777.661
SRJV	4370293.230	1454979.839	4397965.159
USAL	4627542.159	1513540.687	4106448.155
364			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.837	1089876.068	4276392.766
DYNG	4595220.561	2039433.615	3912625.575
GSR1	4292609.775	1113638.923	4569215.463
IGEO	3814975.486	2101074.820	4644143.753
ISTA	4208830.522	2334849.986	4171267.026
KNJA	4284174.861	1753166.225	4373521.743
LAMP	5073165.080	1134512.270	3683181.065
NICO	4359415.936	2874116.660	3650777.661
SRJV	4370293.227	1454979.838	4397965.156
USAL	4627542.156	1513540.686	4106448.153

Πίνακας 7.1-10 Συντεταγμένες σταθμών RINEX3 Always

NEVER			
RINEX3			
358			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.832	1089876.069	4276392.765
DYNG	4595220.555	2039433.614	3912625.571
GSR1	4292609.782	1113638.924	4569215.468
IGEO	3814975.490	2101074.823	4644143.759
ISTA	4208830.522	2334849.986	4171267.023
KNJA	4284174.872	1753166.228	4373521.752
LAMP	5073165.083	1134512.271	3683181.065
NICO	4359415.927	2874116.653	3650777.652
SRJV	4370293.237	1454979.840	4397965.168
USAL	4627542.157	1513540.686	4106448.149
359			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.833	1089876.070	4276392.766
DYNG	4595220.553	2039433.613	3912625.568
GSR1	4292609.783	1113638.927	4569215.469
IGEO	3814975.489	2101074.823	4644143.757
ISTA	4208830.521	2334849.986	4171267.021
KNJA	4284174.872	1753166.228	4373521.751
LAMP	5073165.084	1134512.271	3683181.067
NICO	4359415.924	2874116.650	3650777.649
SRJV	4370293.237	1454979.842	4397965.165
USAL	4627542.162	1513540.689	4106448.154
360			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.831	1089876.071	4276392.764
DYNG	4595220.557	2039433.614	3912625.570
GSR1	4292609.780	1113638.925	4569215.465
IGEO	3814975.490	2101074.822	4644143.759
ISTA	4208830.522	2334849.985	4171267.023
KNJA	4284174.873	1753166.228	4373521.752
LAMP	5073165.084	1134512.272	3683181.067
NICO	4359415.929	2874116.651	3650777.654
SRJV	4370293.237	1454979.840	4397965.165
USAL	4627542.158	1513540.687	4106448.150

Πίνακας 7.1-11 Συντεταγμένες σταθμών RINEX3 Never

NEVER			
361			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.830	1089876.071	4276392.764
DYNG	4595220.555	2039433.615	3912625.571
GSRI	4292609.782	1113638.926	4569215.468
IGEO	3814975.487	2101074.820	4644143.755
ISTA	4208830.519	2334849.984	4171267.021
KNJA	4284174.868	1753166.227	4373521.748
LAMP	5073165.091	1134512.275	3683181.072
NICO	4359415.925	2874116.649	3650777.650
SRJV	4370293.234	1454979.840	4397965.163
USAL	4627542.159	1513540.687	4106448.152
362			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.830	1089876.072	4276392.765
DYNG	4595220.560	2039433.616	3912625.573
GSRI	4292609.781	1113638.925	4569215.467
IGEO	3814975.485	2101074.818	4644143.752
ISTA	4208830.520	2334849.984	4171267.021
KNJA	4284174.868	1753166.227	4373521.746
LAMP	5073165.090	1134512.274	3683181.071
NICO	4359415.928	2874116.651	3650777.653
SRJV	4370293.227	1454979.838	4397965.156
USAL	4627542.161	1513540.687	4106448.152
363			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.836	1089876.072	4276392.768
DYNG	4595220.567	2039433.621	3912625.578
GSRI	4292609.780	1113638.927	4569215.467
IGEO	3814975.481	2101074.815	4644143.745
ISTA	4208830.517	2334849.983	4171267.021
KNJA	4284174.863	1753166.227	4373521.746
LAMP	5073165.089	1134512.275	3683181.071
NICO	4359415.928	2874116.652	3650777.657
SRJV	4370293.231	1454979.840	4397965.159
USAL	4627542.160	1513540.688	4106448.155
364			
A/A	X(m)	Y(m)	Z(m)
ANKR			
AQUI	4592507.838	1089876.070	4276392.768
DYNG	4595220.561	2039433.615	3912625.574
GSRI	4292609.778	1113638.925	4569215.465
IGEO	3814975.486	2101074.819	4644143.752
ISTA	4208830.519	2334849.984	4171267.023
KNJA	4284174.864	1753166.226	4373521.744
LAMP	5073165.083	1134512.273	3683181.068
NICO	4359415.929	2874116.654	3650777.655
SRJV	4370293.229	1454979.840	4397965.157
USAL	4627542.158	1513540.687	4106448.154

Πίνακας 7.1-12 Συντεταγμένες σταθμών RINEX3 Never