



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ – ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

ΠΜΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΓΗΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ (ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ – ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ)

Προχωρημένη Σεισμολογία (ΓΣ-Υ04)

Πρακτική άσκηση:

Αντιστροφή για μοντέλο ταχυτήτων

Αντιστροφή για μοντέλο ταχυτήτων

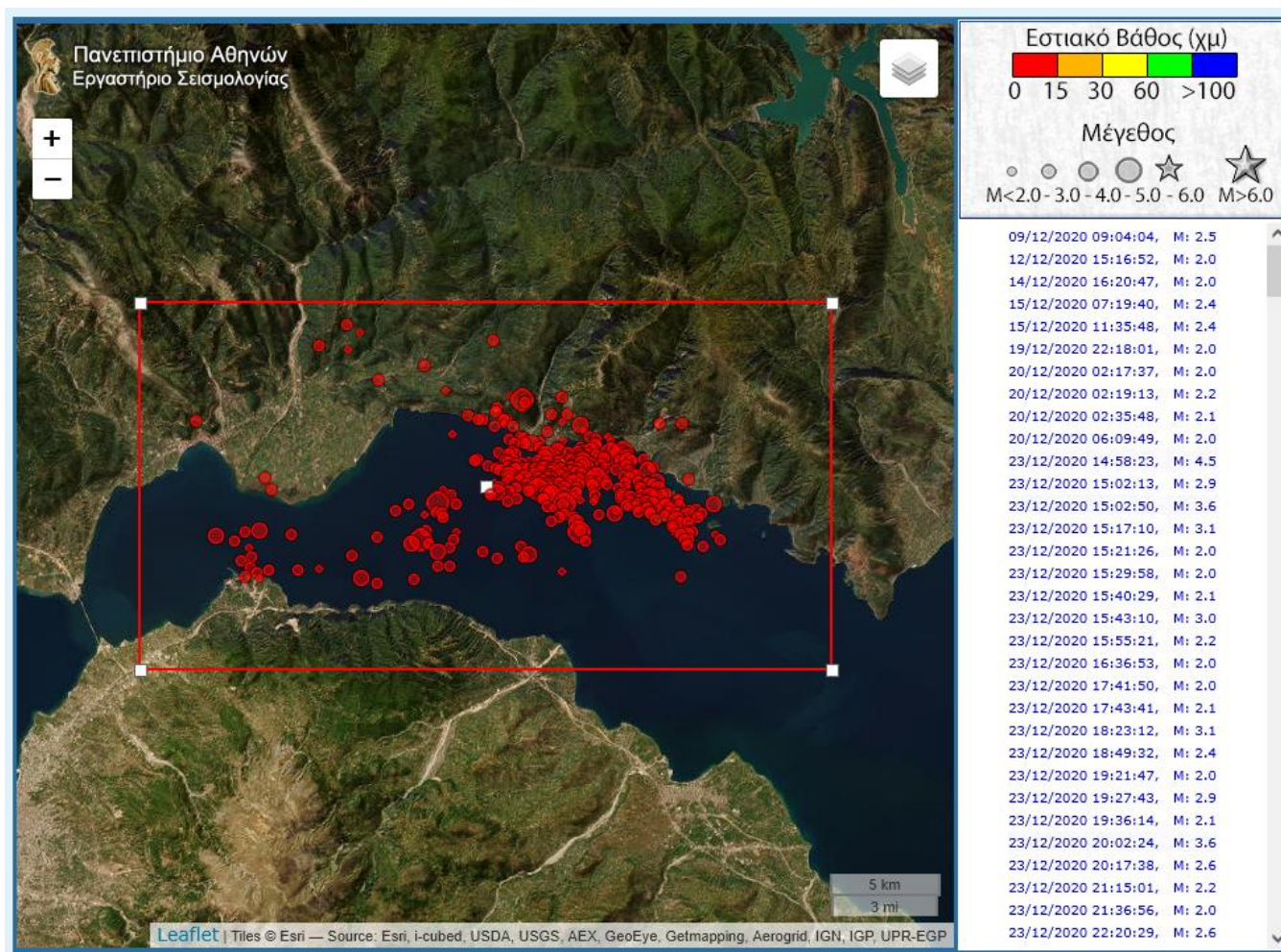
Προαπαιτούμενα:

- Αποσυμπίεση παραδείγματος **velest33_example.zip**.
- Αποσυμπίεση αρχείου **velest33_crl.zip** με τα αρχεία παραμέτρων για Δ. Κορινθιακό.
- Επεξεργαστής κειμένου **TextPad** (ή εναλλακτικά: Notepad++, Sublime Text).
- Χρήση **Hypoinverse**, καταλόγου φάσεων και αποτελεσμάτων από την Άσκηση 2.
- Χρήση **MATLAB** για κατασκευή αρχείου εισόδου.

Ζητούμενα:

1. Δοκιμή **παραδείγματος** velest33_example.zip.
2. Κατασκευή **αρχείου εισόδου** (αρχικός κατάλογος/φάσεις) για VELEST, **μόνο για κύματα P**.
3. **Εκτέλεση VELEST** για υπολογισμό μοντέλου ταχυτήτων (δύο δοκιμές μόνο).
4. Εξέταση **εξέλιξης σφάλματος RMS** σε κάθε επανάληψη.
5. Εκτέλεση **Hypoinverse** με νέο μοντέλο ταχυτήτων.
6. **Σύγκριση** μέσου σφάλματος RMS με το νέο σε σχέση με το παλιό μοντέλο.

- Θα χρησιμοποιηθούν οι φάσεις των σεισμών που επιλέχθηκαν με τα παρακάτω κριτήρια από τη βάση του ΕΚΠΑ (αρχείο catalogue.rhι, με κλικ στο κουμπί “.rhι”):
 - Από: 2020/12/01 00:00:00 Έως: 2021/03/01 00:00:00
 - [Γ. Πλάτος]: 38.30 - 38.45
 - [Γ. Μήκος]: 21.80 - 22.16
 - Μεγέθη μεγαλύτερα ή ίσα του 2.0



- Από Άσκηση 2:
- Με την εκτέλεση του Hgrolnverse, λαμβάνουμε το αρχείο hgrolnverse.err που περιέχει τη λύση (εστιακές παραμέτρους) για κάθε σεισμό, και από κάτω αναλυτικά τις φάσεις που αντιστοιχούν στον κάθε σεισμό.
- Από αυτά τα στοιχεία θα σχηματιστεί ο **αρχικός κατάλογος** για το VELEST.

Στήλες αριθμών: 1) Έτος, 2) Μήνας, 3) Ημέρα...

12) σφάλμα RMS

1

2

3

...

...

12

hyp inv. err X

YEAR	Mo	Da	HR	MN	SEC	LAT	LON	DEPTH	MAG	DMIN	RMS	ERX	ERY	ERZ	NPHA	GAP	NSTA
2020	12	9	9	4	4.730	38.4150	21.9347	10.03	2.5	1.05	0.15	0.25	0.24	0.41	40	84	20
STA	NET	COM	L	CR	DIST	AZM	AN	P/S	WT	SEC	TOBS	TCAL	DLY	RES	WT	DUR	DMAG
MG00	CL		0	0	1.05	92.173	P	0	6.630	1.900	1.930	0.00	-0.03	1.78	34	2.5	
							S	2	8.070	3.340	3.474	0.00	-0.13	0.89			
EFP	HP		0	0	2.84	298.161	P	0	6.680	1.950	1.990	0.00	-0.04	1.78	34	2.5	
							S	2	8.040	3.310	3.582	0.00	-0.27	0.89			
PYRG	CL		0	0	7.19	94.137	P	0	7.190	2.460	2.350	0.00	0.11	1.78	34	2.5	
							S	2	8.770	4.040	4.230	0.00	-0.19	0.89			
TRIZ	HA		0	0	13.25	114.115	P	0	8.070	3.340	3.150	0.00	0.19	1.78	34	2.5	
							S	2	10.200	5.470	5.670	0.00	-0.20	0.89			
KALE	HA		0	0	18.11	98.105	P	0	8.740	4.010	3.900	0.00	0.11	1.78	33	2.5	
							S	2	11.240	6.510	7.020	0.00	-0.51	0.05			
AGRP	CL		0	0	18.63	264.104	P	0	8.760	4.030	3.980	0.00	0.05	1.78	33	2.5	

Στήλες αρχείου:

63					68				
· MAG ·		· DMIN ·		· RMS ·		· ERX ·		· ERY ·	
· 2.5 ·		· 1.05 ·		· 0.15 ·		· 0.25 ·		· 0.24 ·	
· TOBS ·		· TCAL ·		· DLY ·		· RES ·			
· 1.900 ·		· 1.930 ·		· 0.00 ·		· -0.03 ·			
· 3.340 ·		· 3.474 ·		· 0.00 ·		· -0.13 ·			

Στήλη όπου βρίσκεται ο κέρσορας

3	63	Read	INS	Block	Sync	Rec	Caps
---	----	------	-----	-------	------	-----	------

- Αποσυμπιέζουμε το παράδειγμα **velest33_example.zip**
- Τα αρχεία που περιέχονται είναι τα παρακάτω:

	Name	Size	Type
<u>Αρχείο εισόδου 1</u> : αρχικό μοντέλο ταχυτήτων →	 ca1d11.mod	1 KB	MOD File
<u>Αρχείο εισόδου 2</u> : λίστα σταθμών →	 ca1vel.sta	7 KB	STA File
<u>Αρχείο εισόδου 3</u> : αρχικός κατάλογος, φάσεις →	 calarea7.cnv	23 KB	CNV File
Πληροφορίες για τα αρχεία του παραδείγματος →	 README	2 KB	File
Αρχεία με ονομασίες περιοχών (προαπαιτούμενα για το VELEST)	 regionskoord.dat	129 KB	Surfer Worksheet
	 regionsnamen.dat	34 KB	Surfer Worksheet
<u>Αρχείο εισόδου 4</u> : παράμετροι VELEST →	 velest.cmn	3 KB	CMN File
Εκτελέσιμο αρχείο VELEST (πρόγραμμα) →	 velest.exe	253 KB	Application

- Από τα αρχεία εισόδου, μόνο το **velest.cmn** χρειάζεται να έχει το συγκεκριμένο όνομα.
- Στον φάκελο είναι απαραίτητο επίσης να βρίσκονται τα αρχεία regionskoord.dat και regionsnamen.dat για να τρέξει το πρόγραμμα.
- Οι ονομασίες των άλλων αρχείων εισόδου (αρχείο καταλόγου/φάσεων, αρχείο σταθμών, αρχείο μοντέλου) και των αρχείων εξόδου ορίζονται εντός του velest.cmn.

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο παραμέτρων **velest.cmn**

```

velest.cmn X
***** CONTROL-FILE FOR PROGRAM V E L E S T (28-SEPT1993) *****
***
*** (all lines starting with *** are comments and are not used as
*** (where no further action is required)
*** leave the parameters as they are)
***
*** next line contains a title (printed on output):
CALAVERAS area7 1.10.93 EK startmodell vers. 1.1
*** starting model 1.1 based on Castillo and Ellsworth 1993, JGR
*** olat      olon      icoordsystem      zshift      itrial      ztrial      ised
37.1613      121.5478      0      0.000      0      0.00      0
***
*** neqs      nshot      rotate
053          0          0.0
***
*** isingle      iresolcalc
0            0
***
*** dmax      itopo      zmin      vel      nmod
1000.0      0      -0.20      0.20      5.00      0
***
*** nsp      swtfac      vpvs      nmod
1          0.00      0.000      1
***
*** othet      xythet      zthet      vthet      stathet
0.01      0.01      0.01      01.      0.01
***
*** nsinv      nshcor      nshfix      iuseelev      iusestacorr
1          0          0          1          0
***
*** iturbo      icnvout      istaout      ismpout
1          1          2          0
***
*** irayout      idrvout      ialeout      idspout      irflout      irfrout      iresout
0          0          0          0          0          0          0
...

```

Οι σειρές που ξεκινούν με *** είναι «σχόλια»
(δεν λαμβάνονται υπόψη ως τιμές
παραμέτρων)

olat, olon: Γεωγραφικές συντεταγμένες
σημείου αναφοράς στο κέντρο της περιοχής
μελέτης (βάσει αυτού υπολογίζονται τα x,y
σε km)

neqs: Αριθμός σεισμών καταλόγου
(**μέγιστη επιτρεπτή τιμή: 658 !**)

dmax: Μέγιστη επικεντρική απόσταση για χρήση
παρατηρήσεων (χρόνων άφιξης)

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο παραμέτρων **velest.cmn**

```

velest.cmn X
***** CONTROL-FILE FOR PROGRAM V E L E S T (28-SEPT1993) *****
***
*** ( all lines starting with * are ignored! )
*** ( where no fi
*** leave the l
***
*** next line con
CALAVERAS area7 1
*** starting
*** olat
37.1613 121.5478 0 0.000 0 0.00 0
***
*** negs nshot rotate
053 0 0.0
***
*** isingle iresolcalc
0 0
***
*** dmax itopo zmin veladj zadj lowveloclay
1000.0 0 -0.20 0.20 5.00 0
***
*** nsp swtfac vpv nmod
1 0.00 0.000 1
***
*** othet xythet zthet vthet stathet
0.01 0.01 0.01 01. 0.01
***
*** nsinv nshcor nshfix iuseelev iusestacorr
1 0 0 1 0
***
*** iturbo icnvout istaout ismpout
1 1 2 0
***
*** irayout idrvout ialeout idspout irflout irfrou iresout
0 0 0 0 0 0 0
...

```

isingle:
0: λειτουργία “simultaneous mode” Εκτέλεση συνδυαστικής αντιστροφής εστιακών παραμέτρων, διορθώσεων σταθμών + μοντέλου ταχυτήτων.
1: λειτουργία “single-event mode”, αντιστροφή μόνο εστιακών παραμέτρων κάθε σεισμού χωριστά.

zmin: Ελάχιστο επιτρεπτό εστιακό βάθος (αρνητικές τιμές = πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας) για αποφυγή «αεροσεισμών».

veladj: Μέγιστη επιτρεπτή διόρθωση ταχύτητας (km/s) σε κάθε επαναληπτικό βήμα.

zadj: Μέγιστη επιτρεπτή διόρθωση εστιακού βάθους (km) σε κάθε επαναληπτικό βήμα.

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο παραμέτρων **velest.cmn**

```

velest.cmn X
***** CONTROL-FILE FOR PROGRAM V E L E S T (28-SEPT1993) *****
***
*** ( all lines starting with * are ignored! )
***
*** nsp: τύποι φάσεων για αντιστροφή
*** 1: μόνο φάσεις P.
*** 2: φάσεις P και φάσεις S.
*** 3: σχετικές διαφορές χρόνων διαδρομής S-P.
CAL
*** starting model 1.1 based on Castillo and Ellsworth 1993, JGR
*** olat      olon      icoordsystem      zshift      itrial      ztrial      ised
37.1613      121.5478      0      0.000      0      0.00      0
***
*** nmod: αριθμός μοντέλων
*** (π.χ. 1 μόνο για Vp, 2 για Vp και Vs)
*** negs      nshot      rotate
053      0      0.0
***
*** isingle      iresolcalc
0      0
***
*** dmax      itopo      zmin      veladj      zadj      lowveloclay
1000.0      0      -0.20      0.20      5.00      0
***
*** nsp      swtfac      vpps      nmod
1      0.00      0.000      1
***
*** othet      xythet      zthet      vthet      stathet
0.01      0.01      0.01      01.      0.01
***
*** nsinv      nshcor      nshfix      iv
1      0      0
***
*** iturbo      icnvout      istaout      ismpout
1      1      2      0
***
*** irayout      idrvout      ialeout      idspout      irflout      irfrout      iresout
0      0      0      0      0      0      0
...

```

nsp: τύποι φάσεων για αντιστροφή
 1: μόνο φάσεις P.
 2: φάσεις P και φάσεις S.
 3: σχετικές διαφορές χρόνων διαδρομής S-P.

nmod: αριθμός μοντέλων
 (π.χ. 1 μόνο για Vp, 2 για Vp και Vs)

lowveloclay:
 0: να μην επιτρέπονται "low velocity layers" (ζώνες χαμηλής ταχύτητας).
 1: να επιτρέπονται "low velocity layers".

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο παραμέτρων **velest.cmn**

```

velest.cmn X
***** CONTROL-FILE FOR PROGRAM V E L E S T (28-SEPT1993) *****
***
*** ( all lines starting with * are ignored! )
*** ( where no filename is specified,
***   leave the line BLANK. Do NOT delete!)
***
*** next line contains a title (printed on output):
CALAVERAS area7 1.10.93 EK startmodell vers. 1.1
***   starting model 1.1 based on Castillo and Ellsworth 1993, JGR
***   olat      olon  icoordsystem      zshift  itrial ztrial      ised
      37.1613      121.5478      0      0.000      0      0.00      0
***
***   negs      nshot      rotate
      053      0      0.0
***
***   isingle      iresolcalc
      0      0
***
***   dmax      itopo      zmin      veladj      zadj      lowveloclay
      1000.0      0      -0.20      0.20      5.00      0
***
***   nsp
      1
***
***   othet      xythet      zthet      vthet      stathet
      0.01      0.01      0.01      01.      0.01
***
***   sinv      nshcor      nshfix      iuseelev      iusestacorr
      1      0      0      1      0
***
***   icnvout      ist
      1
***
***   eout      idspout      irflout      irfrouit      iresout
      0      0      0      0      0

```

Παράγοντες απόσβεσης

othet: απόσβεση χρόνου
γένεσης

xythet: απόσβεση
θέσης x,y επικέντρου

Zthet: απόσβεση εστιακού
βάθους

vthet: απόσβεση
διορθώσεων ταχύτητας

stathet: απόσβεση
διορθώσεων σταθμών

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο παραμέτρων **velest.cmn**

```

velest.cmn X
***** CONTROL-FILE FOR PROGRAM V E L E S T (28-SEPT1993) *****
***
*** ( all lines starting with * are ignored! )
*** ( where no filename is specified,
***   leave the line BLANK. Do NOT delete!)
***
*** next line contains a title (printed on output):
CALAVERAS area7 1.10.93 EK startmodell vers. 1.1
***   starting model 1.1 based on Castillo and Ellsworth 1993, JGR
***   olat      olon  icoordsystem      zshift  itrial ztrial      ised
      37.1613      121.5478      0      0.000      0      0.00      0
***
***   negs      nshot      rotate
      053      0      0.0
***
***   isingle      iresolcalc
      0      0
***
***   itopo      zmin      veladj      zadj      lowveloclay
      0      -0.20      0.20
***   swtfac      vpvs      nmod
      0.00      0.000      1
***   othet      xythet      zthet      vthet      stathet
      0.01      0.01      0.01      01.      0.01
***   nsinv      nshcor      nshfix      iuseelev      iusestacorr
      1      0      0      1      0
***   iturbo      icnvout      istaout      ismpout
      1      1      2      0
***   ut      idrvout      ialeout      id
      0      0
***   istaout: >0: εξαγωγή αρχείου *out.sta με τελικές διορθώσεις σταθμών

```

nsinv:

1: να γίνει αντιστροφή (και)
για διορθώσεις σταθμών
0: να **μην** γίνει

iuseelev:

1: χρήση υψομέτρου σταθμών

iusestacorr:

1: χρήση αρχικών
διορθώσεων σταθμών

icnvout:

1: εξαγωγή αρχείου .cnv με
τελικές εστιακές παραμέτρους

istaout: >0: εξαγωγή αρχείου *out.sta με
τελικές διορθώσεις σταθμών

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο παραμέτρων **velest.cmn**

```

velest.cmn X
31 *** iturbo      icnvout      istaout      ismpout
32      1          1          2          0
33 ***
34 *** irayout     idrvout      ialeout      idspout
35      0          0          0          0
36 ***
37 *** delmin      ittmax       inverratio
38      0.010      03          1
39 ***
40 *** Modelfile:
41 cald11.mod
42
43 ittmax:
44 μέγιστος αριθμός επαναλήψεων
45 (βημάτων) αντιστροφής
46 ***
47 *** Seismofile:
48 ***
49 *** File with region names:
50 ***
51 ***
52 *** File with region coordinates:
53 ***
54 ***
55 *** File #1 with topo data:
56 ***
57 ***
58 *** File #2 with topo data:
59

```

invratio:

Λόγος διαδοχικών επαναλήψεων αντιστροφής **μόνο** εστιακών παραμέτρων (**B**), προς επαναλήψεις **συνδυαστικής** αντιστροφής εστιακών παραμέτρων και ταχυτήτων/διορθώσεων σταθμών (**A**).

π.χ.,

invratio=1: επαναλήψεις AAA...

invratio=2: επαναλήψεις BABAB...

Invratio=3: επαναλήψεις BBABBAB...

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο παραμέτρων **velest.cmn**

Αρχία εισόδου

```
34 *** layout      idspout      irflout      irfrout      iresout
35      0          0          0          0          0          0
36 ***
37 *** delmin      ittmix      invert
38      0.010      03
39 ***
40 *** Modelfile:
41 caldl1.mod
42 ***
43 *** Stationfile:
44 calvel.sta
45 ***
46 *** Seismofile:
47
48 ***
49 *** File with region names:
50
51 ***
52 *** File with region coordinates:
53
54 ***
55 *** File #1 with topo data:
56
57 ***
58 *** File #2 with topo data:
59
60 ***
61 *** DATA INPUT files:
62 ***
63 *** File with Earthquake data:
64 calarea7.cnv
65 ***
66 *** File with Shot data:
67
```

Αρχείο εισόδου .mod:

Αρχικό μοντέλο
ταχυτήτων

Αρχείο εισόδου .sta:

Συντεταγμένες σταθμών και (προαιρετικά)
αρχικές διορθώσεις σταθμών, χωριστά για P και S

Αρχείο εισόδου .cnv:

Αρχικός κατάλογος σεισμών και
παρατηρηθέντων χρόνων διαδρομής

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο παραμέτρων **velest.cmn**

Αρχεία εξόδου

```
68 ***
69 *** OUTPUT files:
70 ***
71 *** Main print output file:
72 VELMOD11area7.OUT
73 ***
74 *** File with single event locations:
75
76 ***
77 *** File with final hypocenters in *.cnv format:
78 VELMOD11area7.CNV
79 ***
80 *** File with new station corrections:
81 mod11area7sta.OUT
82 ***
83 *** File with summary cards (e.g. for plotting):
84
85 ***
86 *** File with raypoints:
87
88 ***
89 *** File with derivatives:
90
91 ***
92 *** File with ALEs:
93
94 ***
95 *** File with Dirichlet spreads:
96 CALDIRSPRED.DIS
97 ***
98 *** Deflection points:
99
100 ***
101 *** File with refraction points:
102
```

Βασικό αρχείο εξόδου .OUT:

Περιέχει αναφορά για την πλήρη λύση σε κάθε βήμα της διαδικασίας αντιστροφής.

Τελικός κατάλογος .cnv:

Τελικός κατάλογος σεισμών και παρατηρηθέντων χρόνων διαδρομής. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκ νέου ως «αρχικός» κατάλογος σε νέα διαδικασία αντιστροφής.

Αρχείο εισόδου *sta.OUT:

Αρχείο με τελικές διορθώσεις σταθμών, χωριστά για P και S. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκ νέου, σε νέα διαδικασία αντιστροφής, ως αρχείο σταθμών με «αρχικές» διορθώσεις σταθμών.

Τελικό μοντέλο ταχυτήτων:

Αρχείο εξόδου με το μοντέλο ταχυτήτων στο τελευταίο βήμα της αντιστροφής (σταθερό, μη παραμετροποιήσιμο όνομα.επέκταση αρχείου **velout.mod**).

velout.mod

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο του **αρχικού μοντέλου ταχυτήτων velest.cmn**

ca1d11.mod X				Αριθμός στρωμάτων μοντέλου Vp
1	CALAVERAS1D-modell (mod1.1 EK280993) Ref. station HGSM			
2	10	vel,depth,vdamp,phase (f5.2,5x,f7.2,2x,f7.3,3x,a1)		
3	4.70	-3.0	001.00	P-VELOCITY MODEL
4	4.70	0.0	001.00	
5	5.50	1.0	001.00	
6	5.60	3.0	001.00	
7	5.70	5.0	001.00	
8	5.80	10.0	001.00	
9	6.00	20.0	001.00	
10	6.50	20.0	001.00	
11	8.00	25.0	001.00	
12	8.05	30.0	001.00	
13	10			
14	2.75	-3.0	999.00	S-VELOCITY MODEL
15	2.75	0.0	999.00	
16	3.22	1.0	001.00	
17	3.28	3.0	001.00	
18	3.33	5.0	001.00	
19	3.39	10.0	001.00	
20	3.51	15.0	001.00	
21	3.80	20.0	001.00	
22	4.68	25.0	001.00	
23	4.71	30.0	001.00	
24				

Αριθμός στρωμάτων μοντέλου Vs

Μοντέλο Vp
(10 γραμμές, όσες ο αριθμός στρωμάτων που αναφέρεται στην προηγούμενη γραμμή)

Μοντέλο Vs
(10 γραμμές, όσες ο αριθμός στρωμάτων που αναφέρεται στην προηγούμενη γραμμή)

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο του **αρχικού μοντέλου** ταχυτήτων **velest.cmn**

cald11.mod x

Ταχύτητες Vp (km/s)

Βάθος οροφής (km)

Παράγων απόσβεσης/στρώμα

Ταχύτητες Vs (km/s)

1	CALAVERAS1D-modell (		station HGSM
2	10	vel, depth, damp, phase (10, 2, 2x, f7.3, 3x, a1)	
3	4.70	-3.0	001.00
4	4.70	0.0	001.00
5	5.50	1.0	001.00
6	5.60	3.0	001.00
7	5.70	5.0	001.00
8	5.80	10.0	001.00
9	6.00	15.0	001.00
10	6.50	20.0	001.00
11	8.00	25.0	001.00
12	8.05	30.0	001.00
13	10		
14	2.75	-3.0	999.00
15	2.75	0.0	999.00
16	3.22	1.0	001.00
17	3.28	3.0	001.00
18	3.33	5.0	001.00
19	3.39	10.0	001.00
20	3.51	15.0	001.00
21	3.80	20.0	001.00
22	4.68	25.0	001.00
23	4.71	30.0	001.00
24			

P-VELOCITY MODEL

S-VELOCITY MODEL

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο **σταθμών, ca1vel.sta**

Κωδικοί σταθμών (έως 4 γράμματα)

ca1vel.sta X

Συντεταγμένες σταθμών

Line	Station Code	Lat (N)	Lon (W)	U	V	W	X	Y	Z
1	(a4, f7.4, a1, 1x, f8.4, a1								
2	JECM37.0507N	121.8093W	0	1	1	0.00			
3	BAPM36.1758N	121.6427W	0	1	2	0.00			
4	BAVM36.6458N	121.0298W	0	1	3	0.00	0.00	1	
5	BBGM36.5783N	121.0385W	0	1	4	0.00	0.00	1	
6	BBNM36.5095N	121.0762W	0	1	5	0.00	0.00	1	
7	BCGM36.7092N	121.3433W	0	1	6	0.00	0.00	1	
8	BCWM36.3067N	121.5660W	0	1	7	0.00	0.00	1	
9	BEHM36.6647N	121.1742W	0	1	8	0.00	0.00	1	
10	BEMM36.6613N	121.0960W	0	1	9	0.00	0.00	1	
11	BHRM36.7278N	121.2638W	0	1	10	0.00	0.00	1	
12	BJCM36.5470N	121.3927W	0	1	11	0.00	0.00	1	
13	BJOM36.6108N	121.3135W	0	1	12	0.00	0.00	1	
14	BLRM36.6660N	121.2727W	0	1	13	0.00	0.00	1	
15	BMSM36.6630N	120.7918W	0	1	14	0.00	0.00	1	
16	BPCM36.5720N	121.6260W	0	1	15	0.00	0.00	1	
17	BPFM36.2303N	121.7720W	0	1	16	0.00	0.00	1	
18	BPIM36.4900N	121.1685W	0	1	17	0.00	0.00	1	
19	BPRM36.4070N	121.7295W	0	1	18	0.00	0.00	1	
20	BRMM36.8450N	120.8233W	0	1	19	0.00	0.00	1	
21	BRVM36.4248N	121.0183W	0	1	20	0.00	0.00	1	
22	BSCM36.6417N	121.2598W	0	1	21	0.00	0.00	1	
23	BSGM36.4138N	121.2537W	0	1	22	0.00	0.00	1	
24	BSLM36.7755N	121.3493W	0	1	23	0.00	0.00	1	
25	BSMM36.3833N	121.4278W	0	1	24	0.00	0.00	1	
26	BSRM36.6665N	121.5187W	0	1	25	0.00	0.00	1	
27	BVLM36.5752N	121.1890W	0	1	26	0.00	0.00	1	
28	BVYM36.7493N	121.4133W	0	1	27	0.00	0.00	1	

Υψόμετρο σταθμών (εδώ έχει τεθεί 0 σε όλους)

Αριθμός μοντέλου (imod):
μπορεί ο κάθε σταθμός να χρησιμοποιείται σε όλα ή σε ορισμένα μόνο από τα μοντέλα της αντιστροφής (π.χ. μόνο για Vp)

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο **σταθμών, ca1vel.sta**

ca1vel.sta X							
1	(a4,f7.4,a1,1x,f8.4,a1,1x,i4,1x,i1,1x,i3,						
2	JECM37.0507N 121.8093W	0	1	1	0.00		
3	BAPM36.1758N 121.6427W	0	1	2	0.00	0.00	1
4	BAVM36.6458N 121.0298W	0	1	3	0.00	0.00	1
5	BBGM36.5783N 121.0385W	0	1	4	0.00	0.00	1
6	BBNM36.5095N 121.0762W	0	1	5	0.00	0.00	1
7	BCGM36.7092N 121.3433W	0	1	6	0.00	0.00	1
8	BCWM36.3067N 121.5660W	0	1	7	0.00	0.00	1
9	BEHM36.6647N 121.1742W	0	1	8	0.00	0.00	1
10	BEMM36.6613N 121.0960W	0	1	9	0.00	0.00	1
11	BHRM36.7278N 121.2638W	0	1	10	0.00	0.00	1
12	BJCM36.5470N 121.3927W	0	1	11	0.00	0.00	1
13	BJOM36.6108N 121.3135W	0	1	12	0.00	0.00	1
14	BLRM36.6660N 121.2727W	0	1	13	0.00	0.00	1
15	BMSM36.6630N 120.7918W	0	1	14	0.00	0.00	1
16	BPCM36.5720N 121.6260W	0	1	15	0.00	0.00	1
17	BPFM36.2303N 121.7720W	0	1	16	0.00	0.00	1
18	BPIM36.4900N 121.1685W	0	1	17	0.00	0.00	1
19	BPRM36.4070N 121.7295W	0	1	18	0.00	0.00	1
20	BRMM36.8450N 120.8233W	0	1	19	0.00	0.00	1
21	BRVM36.4248N 121.0183W	0	1	20	0.00	0.00	1
22	BSCM36.6417N 121.2598W	0	1	21	0.00	0.00	1
23	BSGM36.4138N 121.2537W	0	1	22	0.00	0.00	1
24	BSLM36.7755N 121.3493W	0	1	23	0.00	0.00	1
25	BSMM36.3833N 121.4278W	0	1	24	0.00	0.00	1
26	BSRM36.6665N 121.5187W	0	1	25	0.00	0.00	1
27	BVLM36.5752N 121.1890W	0	1	26	0.00	0.00	1
28	BVYM36.7493N 121.4133W	0	1	27	0.00	0.00	1

Αναγνωριστικό σταθμού ICC

(σταθμοί με ίδιο ICC λαμβάνουν τις ίδιες διορθώσεις σταθμών)

Αρχικές διορθώσεις για τα P (sec)

(εδώ αρχικά είναι 0.00 σε όλους τους σταθμούς)

Αρχικές διορθώσεις για τα S (sec)

(εδώ αρχικά είναι 0.00 σε όλους τους σταθμούς)

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο **σταθμών, ca1vel.sta**

ca1vel.sta X								
67	GGPM38.7647N	122.8442W	0	1	66	0.00	0.00	1
68	HAZM36.8847N	121.5908W	0	1	67	0.00	0.00	1
69	HBTM36.8502N	121.5507W	0	1	68	0.00	0.00	1
70	HCAM37.0253N	121.4837W	0	1	69	0.00	0.00	1
71	HCBM36.9313N	121.6605W	0	1	70	0.00	0.00	1
72	HCOM36.8885N	121.7057W	0	1	71	0.00	0.00	1
73	HCRM36.9577N	121.5835W	0	1	72	0.00	0.00	1
74	HDLM36.8353N	121.6440W	0	1	73	0.00	0.00	1
75	HERM36.7983N	121.7107W	0	1	74	0.00	0.00	1
76	HFEM36.9833N	121.4015W	0	1	75	0.00		
77	HFHM36.8882N	121.4688W	0	1	76	0.00		
78	HFPM36.7537N	121.4905W	0	1	77	0.00		
79	HGSM37.0958N	121.4472W	0	1	199	0.00		
80	HGWM37.0170N	121.6533W	0	1	79	0.00		
81	HJGM36.7980N	121.5738W	0	1	80	0.00		
82	HJSM36.8165N	121.2987W	0	1	81	0.00		
83	HKRM36.9017N	121.4260W	0	1	82	0.00		
84	HLTM36.8845N	121.3082W	0	1	83	0.00		
85	HMOM36.6005N	121.9177W	0	1	84	0.00		
86	HORM36.9172N	121.5077W	0	1	85	0.00	0.00	1
87	HPHM36.8563N	121.4062W	0	1	86	0.00	0.00	1
88	HPLM37.0522N	121.2900W	0	1	87	0.00	0.00	1
89	HPRM36.9532N	121.6950W	0	1	88	0.00	0.00	1
90	HQRM36.8337N	121.2127W	0	1	89	0.00	0.00	1
91	HSEFM36.8120N	121.4995W	0	1	90	0.00	0.00	1
92	HSLM37.0193N	121.0855W	0	1	91	0.00	0.00	1

Αναγνωριστικό σταθμού ICC

Ο σταθμός με τον μεγαλύτερο αριθμό ICC είναι ο σταθμός αναφοράς (reference station), εδώ **199**.

Σε αυτόν διατηρείται **σταθερή** η **αρχική διόρθωση για τα P** (συνήθως **μηδέν**).

Η διόρθωση για τα *S* μεταβάλλεται ελεύθερα.

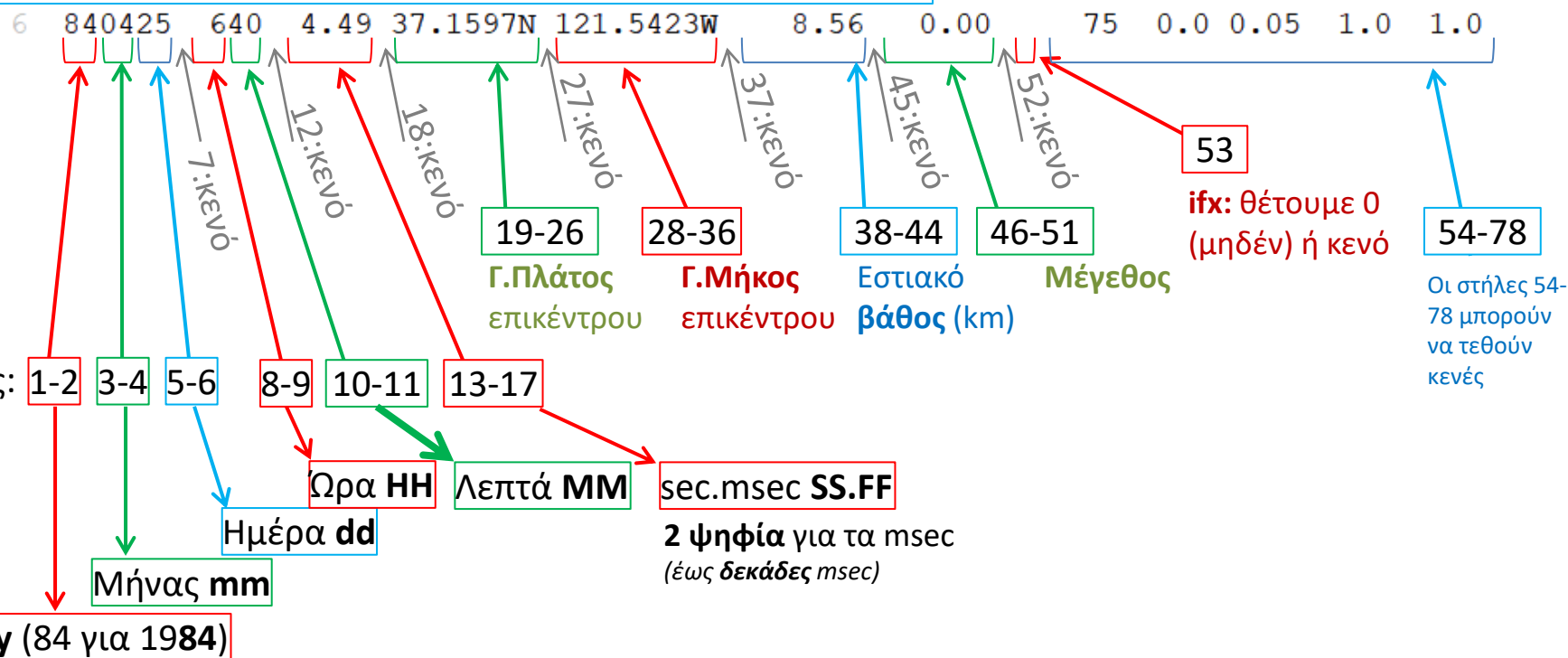
- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο **σεισμικού καταλόγου**, **calarea7.cnv**

[illegible]

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο **σεισμικού καταλόγου, calarea7.cnv**

calarea7.cnv X													
1	840210	23	6	50.92	37.1653N	121.5500W	5.62	0.00	73	0.0	0.03	1.0	1.0
2	HSPMP0	1.31	CADMP1	1.55	HGSMP0	1.97	JCBMP1	2.36	CCOMP2	3.07	HCAMP1	2.79	
3	HGWMP1	3.19	CAOMP1	3.62	JSTMP1	3.83	HCRMP1	3.83	HFEMP0	3.98	JHLMP2	4.44	
4	HPLMP0	4.31	TALMP0	4.53									

Γραμμή λύσης εστιακών παραμέτρων ενός σεισμού (event line)



(3i2.2,1x,2i2.2,1x,f5.2,1x,f7.4,a1,1x,f8.4,a1,f7.2,f7.2,i2...)

iyear,month,iday,ihr,min,sec,xlat,cns,xlon,cew,depth,emag,ifx...

(where cns is 'N' or 'S' and cew is 'E' or 'W')

- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο **σεισμικού καταλόγου, calarea7.cnv**

calarea7.cnv X														
1	840210	23	6	50.92	37.1653N	121.5500W	5.62	0.00	73	0.0	0.03	1.0	1.0	
2	HSPMP0	1.31	CADMP1	1.55	HGSMP0	1.97	JCBMP1	2.36	CCOMP2	3.07	HCAMP1	2.79		
3	HGWMP1	3.19	CAOMP1	3.62	JSTMP1	3.83	HCRMP1	3.83	HFEMP0	3.98	JHLMP2	4.44		
4	HPLMP0	4.31	JALMP0	4.53										
5														
6	840425	640	4.49	37.1597N	121.5423W	8.56	0.00	75	0.0	0.05	1.0	1.0		
7	HSPMP0	1.51	CADMP0	1.93	HGSMP0	1.99	JCBMP0	2.61	HCAMP2	2.76	HGWMP0	3.29		
8	CAOMP0	3.74	HCRMP1	3.84	JSTMP0	3.92	HFEMP1	3.84	CSCMP1	4.83	HPLMP0	4.18		
9	JALMP0	4.61	CMMP3	5.20	BSRMP2	9.25								

12 char

1 2 3 4 5 6

Παρατηρηθέντες χρόνοι διαδρομής (sec)

- Το format .cnv, κάτω από τη γραμμή των λύσεων εστιακών παραμέτρων του κάθε σεισμού, αναμένει να βρει μια σειρά από τους παρατηρηθέντες χρόνους διαδρομής (αντί παρατηρήσεων χρόνων άφιξης).
- Οι χρόνοι αυτοί προκύπτουν αν από τους (παρατηρηθέντες) απόλυτους χρόνους άφιξης αφαιρέσουμε τον χρόνο γένεσης που έχει προκύψει από τη λύση εστιακών παραμέτρων (π.χ., με HypoInverse), ο οποίος αναγράφεται στο “event line”.
- Ο κάθε παρατηρηθείς χρόνος διαδρομής δίνεται σε ένα τμήμα της κάθε γραμμής με **μήκος 12 χαρακτήρων**.
- Σε κάθε γραμμή δίνονται **μέχρι 6** χρόνοι διαδρομής, σε διαδοχικά τμήματα μήκους 12 χαρακτήρων το καθένα.
- Αν στο τέλος έχουν απομείνει **λιγότεροι** από 6 διαθέσιμοι χρόνοι διαδρομής, η γραμμή τερματίζει στον τελευταίο χρόνο διαδρομής.

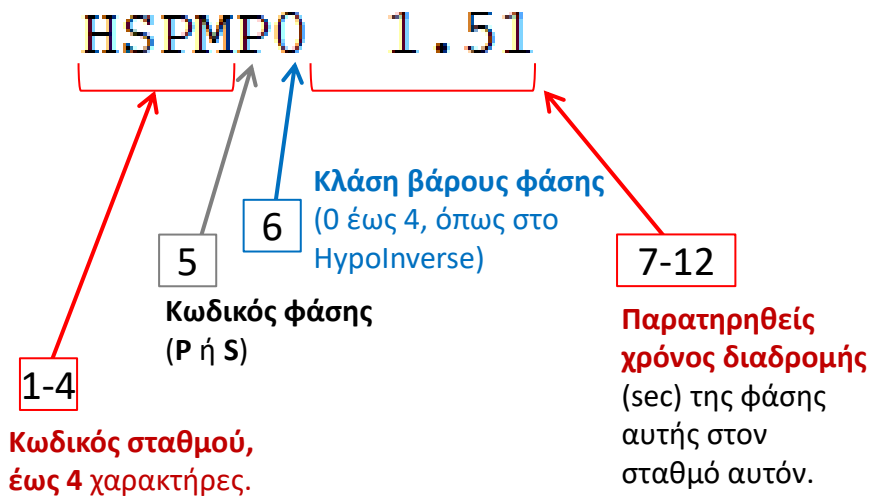
- Ανοίγουμε με TextPad το αρχείο **σεισμικού καταλόγου, calarea7.cnv**

calarea7.cnv X

1	840210	23	6	50.92	37.1653N	121.5500W	5.62	0.00	73	0.0	0.03	1.0	1.0
2	HSPMP0	1.31	CADMP1	1.55	HGSMP0	1.97	JCBMP1	2.36	CCOMP2	3.07	HCAMP1	2.79	
3	HGWMP1	3.19	CAOMP1	3.62	JSTMP1	3.83	HCRMP1	3.83	HFEMP0	3.98	JHLMP2	4.44	
4	HPLMP0	4.31	JALMP0	4.53									
5													
6	840425	640	4.49	37.1597N	121.5423W	8.56	0.00	75	0.0	0.05	1.0	1.0	
7	HSPMP0	1.51	CADMP0	1.93	HGSMP0	1.99	JCBMP0	2.61	HCAMP2	2.76	HGWMP0	3.29	
8	CAOMP0	3.74	HCRMP1	3.84	JSTMP0	3.92	HFEMP1	3.84	CSCMP1	4.83	HPLMP0	4.18	
9	JALMP0	4.61	CMPMP3	5.20	BSRMP2	9.25							

Παρατηρηθέντες
χρόνοι διαδρομής
(sec)

- Το κάθε μπλοκ παρατηρηθέντος χρόνου διαδρομής έχει την παρακάτω μορφή:



- Στο παράδειγμα:

Χρόνος Γένεσης: 25/4/1984 06:40:**04.490** UTC

Χρόνος διαδρομής P στον HSPM: **1.510** sec

Χρόνος Άφιξης P στον HSPM:
25/4/1984 06:40:**06.000** UTC

- Τρέχουμε το **velest.exe** (διπλό κλικ στο αρχείο)
- Εμφανίζεται για σύντομο χρονικό διάστημα ένα παράθυρο command prompt με έξοδο όπως η παρακάτω:

```
B:\temp\PMS\ex3_velest\velest33_example>velest.exe
>>> Start of program VELEST at Nov  9 13:57:56 2025 <<<

  finished Iteration #  0  at   Nov  9 13:57:56 2025      CPU-sec =    0.0
  finished Iteration #  1  at   Nov  9 13:57:56 2025      CPU-sec =    0.1
WARNING: Tried to introduce a low-velocity-layer! (Layer  5)
Setting DVP from -0.05 to 0.0 and VP to vp(layer_above)+0.001

  finished Iteration #  2  at   Nov  9 13:57:56 2025      CPU-sec =    0.1
  finished Iteration #  3  at   Nov  9 13:57:56 2025      CPU-sec =    0.1
>>>   End of program VELEST at Nov  9 13:57:56 2025 <<< [ CPU-sec :    0.2]
```

- Μετά την εκτέλεση του VELEST, εμφανίζονται στον φάκελο νέα αρχεία (εξόδου):

	Name	Size	Type
Αρχείο εξόδου mod11area7sta.OUT : αρχείο (νέων) διορθώσεων σταθμών	 mod11area7sta.OUT	11 KB	OUT File
Αρχείο εξόδου VELMOD11area7.CNV : τελικός κατάλογος και φάσεις, βάσει νέων χρόνων διαδρομής	 VELMOD11area7.CNV	20 KB	CNV File
Βασικό αρχείο εξόδου VELMOD11area7.OUT : αναφορά πλήρους διαδικασίας αντιστροφής (για το κάθε βήμα/επανάληψη, και τελικά αποτελέσματα)	 VELMOD11area7.OUT	117 KB	OUT File
Αρχείο εξόδου velout.mod : τελικό μοντέλο ταχυτήτων	 velout.mod	1 KB	MOD File

- Τα αρχεία *.sta.OUT, *.cnv και *.mod είναι της ίδιας μορφής με τα αντίστοιχα αρχεία εισόδου (οπότε μπορούν και να ξαναχρησιμοποιηθούν ως «αρχικά» αρχεία εισόδου σε επόμενη εκτέλεση της διαδικασίας αντιστροφής).
- Θα ασχοληθούμε κυρίως με το **βασικό αρχείο εξόδου** «VELMOD11area7.OUT», το οποίο θα έχει διαφορετική ονομασία στο υπόδειγμα της άσκησης.

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

```

VELMOD11area7.OUT x
INPUT - P A R A M E T E R S :

***
***  olat      olon   icoordsystem      zshift   itrial ztrial   ised
***  37.161301 121.547798      0      0.000      0      0.00      0
***
***  negs      nshot   rotate
***  53        0      0.0
***
***  isingle    iresolcalc
***  0          0
***
***  dmax      itopo    zmin      veladj   zadj   lowveloclay
***  1000.00    0      -0.20     0.20    5.00    0
***
***  nsp       swtfac   vpvs      nmod
***  1         0.00    0.000     1
***
***  othet     xythet   zthet    vthet   stathet
***  0.01      0.01    0.01     1.00    0.01
***
***  nsinv     nshcor   nshfix    iuseelev  iusestacorr
***  1         0        0         1         0
***
***  iturbo     icnvout   istaout   ismpout
***  1         1         2         0
***
***  irayout    idrvout   ialeout   idspout   irflout   irfrout   iresout
***  0         0         0         0         0         0         0
***
***  delmin     ittmax    invertratio
***  0.010      3         1
***

```

- Το πρώτο μέρος του περιέχει τις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν (από το `velest.cmh`), ώστε να γνωρίζουμε με τι παραμετροποίηση έχει εκτελεστεί η διαδικασία.

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

```
VELMOD11area7.OUT x
icoordsystem = 0
normal SHORT DISTANCE CONVERSION will be made
x is positive towards west, y is positive towards north

SHORT DISTANCE CONVERSION on ELLIPSOIDE of WORLD GEODETIC SYSTEM 1972 (WGS72)
=====

Radius at equator (REARTH)= 6378.13500 km
1. / (ellipticity) = 298.260

Origin of cartesian coordinates [degrees]:
37.1613007 N 121.5477982 W

Rotation angle (in degr.) clockwise from
North rotate= 0.0

Radius of sphere at OLAT = 6370.398 km

Conversion of GEOGRAPHICAL LATITUDE to GEOCENTRICAL LATITUDE:
RLATC = TAN(GEOCENTR.LAT) / TAN(GEOGRAPH.LAT)
RLATC = 0.99331079

Short distance conversions:
one min lat ~ 1.8497 km
one min lon ~ 1.4804 km

Station-corrections set to ZERO !
(if you do NOT invert for station-corrections,
then these 0.0-values are printed in file12 !)
```

- Περιγράφεται ο τρόπος μετατροπής από γεωγραφικές συντεταγμένες σε Καρτεσιανές, στον Ευκλείδειο χώρο, για μικρές αποστάσεις.

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

```

VELMOD11area7.OUT X

INPUT - M O D E L :

Model(s) read from file :
cald11.mod

model file title:
CALAVERAS1D-model1 (mod1.1 EK280993)
Velocity structure for model 1 :

layer    vel    depth    vdamp    reflector
  1       4.70   -3.00     1.00                P-VELOCITY MODEL
  2       4.70    0.00     1.00
  3       5.50    1.00     1.00
  4       5.60    3.00     1.00
  5       5.70    5.00     1.00
  6       5.80   10.00     1.00
  7       6.00   15.00     1.00
  8       6.50   20.00     1.00
  9       8.00   25.00     1.00
 10       8.05   30.00     1.00

Calculation of average velocity starts at layer # 1
z = -3.00 ... 0.00    v = 4.70    AVEL = 4.70 downto z = 0.00
z = 0.00 ... 1.00    v = 4.70    AVEL = 4.70 downto z = 1.00
z = 1.00 ... 3.00    v = 5.50    AVEL = 4.97 downto z = 3.00
z = 3.00 ... 5.00    v = 5.60    AVEL = 5.12 downto z = 5.00
z = 5.00 ... 10.00   v = 5.70    AVEL = 5.35 downto z = 10.00
z = 10.00 ... 15.00  v = 5.80    AVEL = 5.47 downto z = 15.00
z = 15.00 ... 20.00  v = 6.00    AVEL = 5.59 downto z = 20.00
z = 20.00 ... 25.00  v = 6.50    AVEL = 5.75 downto z = 25.00
z = 25.00 ... 30.00  v = 8.00    AVEL = 6.09 downto z = 30.00

```

- Αρχικό μοντέλο ταχυτήτων.

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

```

VELMOD11area7.OUT x
INPUT - S T A T I O N S :

Station-parameters read from file :
calvel.sta

    stn latitude longitude elev    x      y      z      ptcor stcor model icc
  1 JECM37.0507N121.8093W      0  23.24 -12.27  0.00    0.00  0.00    1   1
  2 BAPM36.1758N121.6427W      0   8.48-109.37  0.00    0.00  0.00    1   2
  3 BAVM36.6458N121.0298W      0 -46.17 -57.21  0.00    0.00  0.00    1   3
  4 BBGM36.5783N121.0385W      0 -45.41 -64.70  0.00    0.00  0.00    1   4
  5 BBNM36.5095N121.0762W      0 -42.07 -72.34  0.00    0.00  0.00    1   5
  6 BCGM36.7092N121.3433W      0 -18.22 -50.17  0.00    0.00  0.00    1   6
  7 BCWM36.3067N121.5660W      0   1.63 -94.84  0.00    0.00  0.00    1   7
  8 BEHM36.6647N121.1742W      0 -33.29 -55.11  0.00    0.00  0.00    1   8
  9 BEMM36.6613N121.0960W      0 -40.26 -55.49  0.00    0.00  0.00    1   9
 10 BHRM36.7278N121.2638W      0 -25.30 -48.11  0.00    0.00  0.00    1  10
 11 BJCM36.5470N121.3927W      0 -13.83 -68.18  0.00    0.00  0.00    1  11
 12 BJOM36.6108N121.3135W      0 -20.89 -61.09  0.00    0.00  0.00    1  12
 13 BLRM36.6660N121.2727W      0 -24.51 -54.97  0.00    0.00  0.00    1  13
 14 BMSM36.6630N120.7918W      0 -67.37 -55.30  0.00    0.00  0.00    1  14
 15 BPCM36.5720N121.6260W      0   6.97 -65.40  0.00    0.00  0.00    1  15
 16 BPFM36.2303N121.7720W      0  20.04-103.32  0.00    0.00  0.00    1  16
 17 BPIM36.4900N121.1685W      0 -33.84 -74.50  0.00    0.00  0.00    1  17
 18 BPRM36.4070N121.7295W      0  16.22 -83.71  0.00    0.00  0.00    1  18
 19 BRMM36.8450N120.8233W      0 -64.49 -35.10  0.00    0.00  0.00    1  19
 20 BRVM36.4248N121.0183W      0 -47.26 -81.74  0.00    0.00  0.00    1  20
 21 BSCM36.6417N121.2598W      0 -25.67 -57.67  0.00    0.00  0.00    1  21
 22 BSGM36.4138N121.2537W      0 -26.25 -82.96  0.00    0.00  0.00    1  22
 23 BSLM36.7755N121.3493W      0 -17.68 -42.82  0.00    0.00  0.00    1  23
 24 BSMM36.3833N121.4278W      0 -10.71 -86.34  0.00    0.00  0.00    1  24
 25 BSRM36.6665N121.5187W      0  -2.59 -54.91  0.00    0.00  0.00    1  25

```

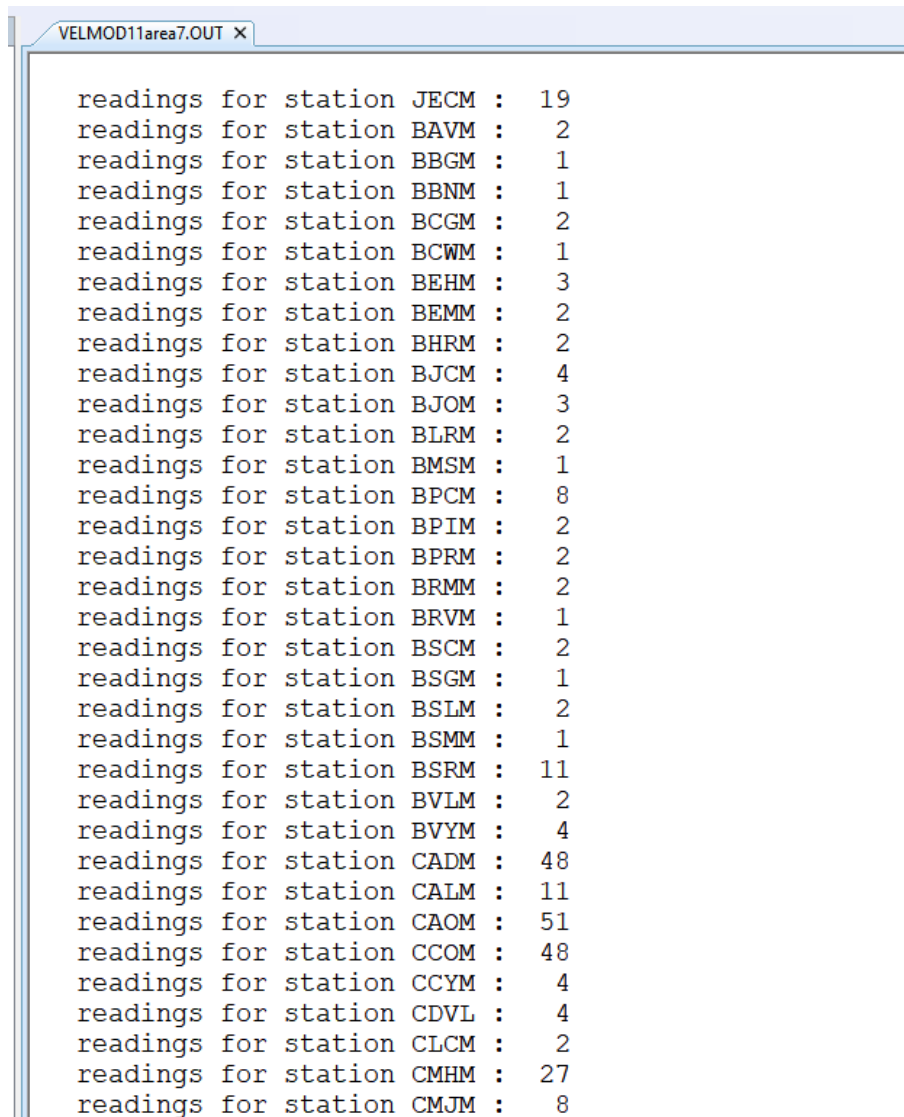
- Καρτεσιανές συντεταγμένες (km) και αρχικές διορθώσεις σταθμών.

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

VELMOD11area7.OUT X											
I N P U T - D A T A											
eq	origin-time		latitude	longitude	depth	x	y	z	mag	ifx	OBS
1	840210	2306	50.92	37.1653N	121.5500W	5.62	0.20	0.44	5.62	0.00	0 14
2	840425	0640	4.49	37.1597N	121.5423W	8.56	-0.49	-0.18	8.56	0.00	0 15
3	840425	0727	43.10	37.1568N	121.5517W	4.82	0.35	-0.50	4.82	0.00	0 19
4	840429	0409	16.77	37.1590N	121.5512W	5.42	0.30	-0.26	5.42	0.00	0 15
5	840503	1616	19.86	37.1630N	121.5437W	8.31	-0.36	0.19	8.31	0.00	0 13
6	840503	2256	35.97	37.1583N	121.5487W	5.45	0.08	-0.33	5.45	0.00	0 20
7	840504	2208	45.88	37.1603N	121.5453W	8.03	-0.22	-0.11	8.03	0.00	0 13
8	840511	1234	23.35	37.1633N	121.5432W	8.80	-0.41	0.22	8.80	0.00	0 19
9	840512	0837	7.43	37.1582N	121.5505W	5.29	0.24	-0.34	5.29	0.00	0 22
10	840517	0643	12.57	37.1597N	121.5500W	5.57	0.20	-0.18	5.57	0.00	0 14
11	840527	0208	42.53	37.1645N	121.5425W	8.67	-0.47	0.36	8.67	0.00	0 14
12	840527	1844	24.96	37.1587N	121.5520W	5.03	0.37	-0.29	5.03	0.00	0 15
13	840613	2153	37.26	37.1588N	121.5500W	5.67	0.20	-0.28	5.67	0.00	0 20
14	840702	0746	3.47	37.1587N	121.5527W	4.83	0.44	-0.29	4.83	0.00	0 24
15	840711	2202	28.38	37.1590N	121.5495W	5.54	0.15	-0.26	5.54	0.00	0 17
16	840731	1934	17.00	37.1590N	121.5485W	6.07	0.06	-0.26	6.07	0.00	0 17
17	840814	2344	39.08	37.1573N	121.5490W	5.80	0.11	-0.44	5.80	0.00	0 16
18	840829	1723	49.24	37.1613N	121.5525W	5.79	0.42	0.00	5.79	0.00	0 17
19	840903	0834	12.85	37.1582N	121.5497W	5.37	0.17	-0.34	5.37	0.00	0 29
20	841023	1620	43.98	37.1583N	121.5490W	5.41	0.11	-0.33	5.41	0.00	0 18
21	841117	1622	4.96	37.1578N	121.5498W	5.64	0.18	-0.39	5.64	0.00	0 15
22	841202	1910	25.07	37.1577N	121.5427W	8.03	-0.45	-0.40	8.03	0.00	0 31
23	850122	0634	15.54	37.1593N	121.5490W	5.90	0.11	-0.22	5.90	0.00	0 18
24	850219	1105	18.09	37.1583N	121.5497W	5.85	0.17	-0.33	5.85	0.00	0 35
25	850303	0821	24.23	37.1603N	121.5523W	5.22	0.40	-0.11	5.22	0.00	0 43
26	850304	0841	47.77	37.1593N	121.5507W	6.01	0.26	-0.22	6.01	0.00	0 21
27	850325	2037	22.71	37.1595N	121.5517W	5.34	0.35	-0.20	5.34	0.00	0 28
28	850510	0847	7.83	37.1578N	121.5510W	5.74	0.28	-0.39	5.74	0.00	0 26
29	850704	0214	55.80	37.1625N	121.5525W	5.41	0.42	0.13	5.41	0.00	0 27
30	851021	1352	39.25	37.1582N	121.5510W	5.62	0.28	-0.34	5.62	0.00	0 32
31	851215	1130	51.67	37.1573N	121.5438W	8.76	-0.35	-0.44	8.76	0.00	0 80

- Αρχικός κατάλογος σεισμών (και με τις Καρτεσιανές συντεταγμένες τους) και αριθμός παρατηρήσεων (OBS) χρόνων άφιξης ανά σεισμό.

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**



```
readings for station JECM : 19
readings for station BAVM : 2
readings for station BBGM : 1
readings for station BBNM : 1
readings for station BCGM : 2
readings for station BCWM : 1
readings for station BEHM : 3
readings for station BEMM : 2
readings for station BHRM : 2
readings for station BJCM : 4
readings for station BJOM : 3
readings for station BLRM : 2
readings for station BMSM : 1
readings for station BPCM : 8
readings for station BPIM : 2
readings for station BPRM : 2
readings for station BRMM : 2
readings for station BRVM : 1
readings for station BSCM : 2
readings for station BSGM : 1
readings for station BSLM : 2
readings for station BSMM : 1
readings for station BSRM : 11
readings for station BVLM : 2
readings for station BVYM : 4
readings for station CADM : 48
readings for station CALM : 11
readings for station CAOM : 51
readings for station CCOM : 48
readings for station CCYM : 4
readings for station CDVL : 4
readings for station CLCM : 2
readings for station CMHM : 27
readings for station CMJM : 8
```

- Αριθμός παρατηρήσεων ανά σταθμό. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βρεθούν υποψήφιοι σταθμοί αναφοράς (π.χ., με τις περισσότερες παρατηρήσεις).

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

```

VELMOD11area7.OUT x
readings for station JSTM : 47
readings for station JTGM : 3
readings for station JUCM : 3
readings for station JUMM : 1

Total number of stations with readings: 102

Total number of readings: 1341
Total number of P readings: *****
Total number of S readings: 212

~~~ store parts of G ...
~~~ compute RMS and DATVAR ...

Total number of observations is: 1341

$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$
Events with | AVRES | > 1.0 SEC are suspicious !

ZERO events of this kind found! (lucky guy!!!)

~~~ save initial datvar ...

Iteration nr 0 obtained:
DATVAR= 0.211223 mean sqrd residual= 0.176255 RMS RESIDUAL= 0.419828

After 0 iterations we got:
Average absolute & unweighted [and mean] residual of
1323 straight and direct rays = 0.36287 [ -0.33479]
18 refracted rays = 0.68250 [ -0.67177]
0 reflected rays = 0.00000 [ 0.00000]

1341 ALL RAYS = 0.36716 [ -0.33932] 0.00 %

```

- Συγκεντρωτικά στοιχεία παρατηρήσεων.
- Γίνεται έλεγχος για γεγονότα με μεγάλα μέσα χρονικά υπόλοιπα (AVRES>1.0 sec) που ενδεχομένως πρέπει να αφαιρεθούν.
- Καταγράφονται τα **αρχικά** μέσα σφάλματα RMS (θα πρέπει σταδιακά να ελαττωθούν).
- Αυτή θεωρείται η **επανάληψη μηδέν** (ITERATION no 0)

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

```
VELMOD11area7.OUT x
-----
      ITERATION no  1

~~~ set units for this iteration ...
~~~ determine number of unknowns for this iter. ...

Number of unknowns (for array-indexing):  nvar =  420
Number of effective unknowns              :  nvareff =  324
Number of elements on/below main diagonal of matrix G = At*A :  kvar =   88410

Damping factors to be used in this iteration:
  Othet=   0.010   XYthet =   0.010   Zthet=   0.010
  STAthet=   0.010   Vthet  =   1.000

~~~ damp G ...
~~~ solve G * b = RHT ...
~~~ fix units ...
~~~ apply eventually step-length damping ...
~~~ adjust model (hypocenters, stacorr & veloc.) ...

doing velocity adjustments now...
doing station-correction adjustments...

~~~ compute effective step-length ...

(Applied) Step length =   4.923

~~~ set units for next iteration ...
~~~ determine number of unknowns for next iter. ...
```

Γίνονται διορθώσεις ταχυτήτων

Γίνονται αλλαγές στις διορθώσεις σταθμών

- Ξεκινάει το **πρώτο βήμα/επανάληψη** (ITERATION no 1).
- Αναγράφονται διάφορες παράμετροι απόσβεσης και άλλα στοιχεία της διαδικασίας αντιστροφής.

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

```

VELMOD11area7.OUT x
Number of effective unknowns      : nvareff = 324
Number of elements on/below main diagonal of matrix G = At*A : kvar = 88410

~~~ compute RMS and DATVAR ...

$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$
Events with | AVRES | > 1.0 SEC are suspicious !

ZERO events of this kind found! (lucky guy!!!)

~~~ check solution (better? worse?) ...

Iteration nr 1 obtained:
DATVAR= 0.000869 mean sqrd residual= 0.000659 RMS RESIDUAL= 0.025670

After 1 iterations we got:
Average absolute & unweighted [and mean] residual of
1323 straight and direct rays = 0.02999 [ -0.00239]
18 refracted rays = 0.04386 [ -0.02965]
0 reflected rays = 0.00000 [ 0.00000]

1341 ALL RAYS = 0.03018 [ -0.00276] -91.78 %

~~~ iteration done; output results ...

eq      ot      x      y      z      rms      avres      dot      dx      dy      dz
1      50.49    0.25    0.15    5.75    0.01    0.00    -0.430    0.058   -0.291    0.134
2       3.95   -0.44   -0.26    8.84    0.04    0.00    -0.539    0.050   -0.087    0.277
3      42.64    0.19   -0.39    5.20    0.02    0.00    -0.455   -0.152    0.111    0.384
4      16.33    0.15   -0.38    5.39    0.02    0.00    -0.437   -0.149   -0.122   -0.027
5      19.36   -0.38    0.02    8.48    0.04    0.00    -0.501   -0.017   -0.164    0.167
6      35.53    0.19   -0.38    5.47    0.01    0.00    -0.440    0.105   -0.047    0.021
7      45.38   -0.50   -0.02    8.29    0.02    0.00    -0.498   -0.278    0.087    0.257
8      22.84   -0.36    0.03    8.89    0.04    0.00    -0.512    0.052   -0.191    0.094
9       6.98    0.17   -0.37    5.43    0.01    0.00    -0.446   -0.075   -0.026    0.139

```

- Ολοκληρώθηκε το πρώτο βήμα της αντιστροφής. Αναγράφονται τα αποτελέσματα.
- Σημειώνουμε τη νέα τιμή μέσου σφάλματος: **RMS RESIDUAL (sec)**
- Βλέπουμε στη συνέχεια τις **διορθώσεις στις εστιακές παραμέτρους** του κάθε σεισμού: dot, dx, dy, dz

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

VELMOD11area7.OUT X

47	10.83	0.03	-0.39	5.80	0.03	0.00	-0.431	-0.008	-0.104	-0.144
48	15.20	-0.31	0.00	8.06	0.04	0.00	-0.489	-0.074	0.008	0.005
49	21.46	0.15	-0.40	5.43	0.01	0.00	-0.421	-0.166	-0.109	-0.029
50	58.53	0.19	-0.50	5.48	0.04	0.00	-0.408	-0.098	-0.189	-0.141
51	55.30	0.04	-0.43	6.12	0.04	0.00	-0.408	-0.085	-0.176	-0.291
52	2.94	0.17	-0.07	5.84	0.01	0.00	-0.457	-0.111	-0.006	0.120
53	0.04	0.18	-0.36	5.37	0.02	0.00	-0.404	-0.134	-0.127	-0.208
A V E R A G E of ADJUSTMENTS :							-0.443	-0.036	-0.053	-0.024
A V E R A G E of ABSOLUTE ADJUSTMENTS :							0.443	0.069	0.086	0.152

NO step length damping applied

Velocity adjustments:

vp	dvp	hp	reflector
Velocity model	1		
4.700	0.000	-3.000	
4.716	0.016	0.000	
5.542	0.042	1.000	
5.654	0.054	3.000	
5.697	-0.003	5.000	
5.822	0.022	10.000	
6.007	0.007	15.000	
6.506	0.006	20.000	
8.011	0.011	25.000	
8.050	0.000	30.000	

Calculation of average velocity starts at layer # 1

z = -3.00 ... 0.00	v = 4.70	AVEL = 4.70	downto z = 0.00
z = 0.00 ... 1.00	v = 4.72	AVEL = 4.70	downto z = 1.00
z = 1.00 ... 3.00	v = 5.54	AVEL = 4.98	downto z = 3.00
z = 3.00 ... 5.00	v = 5.65	AVEL = 5.15	downto z = 5.00
z = 5.00 ... 10.00	v = 5.70	AVEL = 5.36	downto z = 10.00

- Στο κάτω μέρος υπολογίζονται οι **μέσες (απόλυτες) διορθώσεις εστιακών παραμέτρων (km)**. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένδειξη για τις μεταβολές που επιφέρει το κάθε βήμα στις εστιακές παραμέτρους (και αν χρειάζεται να συνεχιστεί η αντιστροφή).

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

VELMOD11area7.OUT X										
47	10.83	0.03	-0.39	5.80	0.03	0.00	-0.431	-0.008	-0.104	-0.144
48	15.20	-0.31	0.00	8.06	0.04	0.00	-0.489	-0.074	0.008	0.005
49	21.46	0.15	-0.40	5.43	0.01	0.00	-0.421	-0.166	-0.109	-0.029
50	58.53	0.19	-0.50	5.48	0.04	0.00	-0.408	-0.098	-0.189	-0.141
51	55.30	0.04	-0.43	6.12	0.04	0.00	-0.408	-0.085	-0.176	-0.291
52	2.94	0.17	-0.07	5.84	0.01	0.00	-0.457	-0.111	-0.006	0.120
53	0.04	0.18	-0.36	5.37	0.02	0.00	-0.404	-0.134	-0.127	-0.208
A V E R A G E of ADJUSTMENTS :							-0.443	-0.036	-0.053	-0.024
A V E R A G E of ABSOLUTE ADJUSTMENTS :							0.443	0.069	0.086	0.152
NO step length damping applied										
Velocity adjustments:										
vp	dvp	hp	reflector							
Velocity model	1									
4.700	0.000	-3.000								
4.716	0.016	0.000								
5.542	0.042	1.000								
5.654	0.054	3.000								
5.697	-0.003	5.000								
5.822	0.022	10.000								
6.007	0.007	15.000								
6.506	0.006	20.000								
8.011	0.011	25.000								
8.050	0.000	30.000								
Calculation of average velocity starts at layer # 1										
z = -3.00 ... 0.00	v = 4.70	AVEL = 4.70	downto z =	0.00						
z = 0.00 ... 1.00	v = 4.72	AVEL = 4.70	downto z =	1.00						
z = 1.00 ... 3.00	v = 5.54	AVEL = 4.98	downto z =	3.00						
z = 3.00 ... 5.00	v = 5.65	AVEL = 5.15	downto z =	5.00						
z = 5.00 ... 10.00	v = 5.70	AVEL = 5.36	downto z =	10.00						

- Παρουσιάζονται οι μεταβολές (dvp, σε km/s) στο μοντέλο ταχυτήτων Vp που έγιναν στο πρώτο βήμα της αντιστροφής.
- Η αριστερή στήλη είναι οι νέες τιμές ταχυτήτων, η δεξιά στήλη είναι το βάθος οροφής των στρωμάτων (δεν μεταβάλλεται).

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

VELMOD11area7.OUT X										
z =	0.00	...	1.00	v =	4.72	AVEL =	4.72	downto	z =	1.00
z =	1.00	...	3.00	v =	5.54	AVEL =	5.27	downto	z =	3.00
z =	3.00	...	5.00	v =	5.65	AVEL =	5.42	downto	z =	5.00
z =	5.00	...	10.00	v =	5.70	AVEL =	5.56	downto	z =	10.00
z =	10.00	...	15.00	v =	5.82	AVEL =	5.65	downto	z =	15.00
z =	15.00	...	20.00	v =	6.01	AVEL =	5.74	downto	z =	20.00
z =	20.00	...	25.00	v =	6.51	AVEL =	5.89	downto	z =	25.00
z =	25.00	...	30.00	v =	8.01	AVEL =	6.24	downto	z =	30.00

Adjusted station corrections:

stn	ptcor	dpcor									
JECM	0.215	0.215	BAPM	0.000	0.000	BAVM	-0.347	-0.347	BBGM	-0.078	-0.078
BBNM	0.052	0.052	BCGM	0.236	0.236	BCWM	-0.302	-0.302	BEHM	-0.167	-0.167
BEMM	-0.413	-0.413	BHRM	0.051	0.051	BJCM	-0.271	-0.271	BJOM	-0.211	-0.211
BLRM	0.329	0.329	BMSM	-0.415	-0.415	BPCM	-0.148	-0.148	BPFM	0.000	0.000
BPIM	-0.616	-0.616	BPRM	-0.591	-0.591	BRMM	0.172	0.172	BRVM	0.062	0.062
BSCM	0.017	0.017	BSGM	-0.831	-0.831	BSLM	0.153	0.153	BSMM	-0.414	-0.414
BSRM	-0.120	-0.120	BVLM	-0.098	-0.098	BVYM	0.547	0.547	CADM	0.354	0.354
CAIM	0.000	0.000	CALM	0.013	0.013	CAOM	0.120	0.120	CBRM	0.000	0.000
CBSM	0.000	0.000	CBWM	0.000	0.000	CCOM	0.566	0.566	CCYM	-0.535	-0.535
CDAL	0.000	0.000	CDOM	0.000	0.000	CDUM	0.000	0.000	CDVL	0.055	0.055
CLCM	0.111	0.111	CMBB	0.000	0.000	CMCM	0.000	0.000	CMHM	0.455	0.455
CMJM	0.150	0.150	CMLM	0.224	0.224	CMMM	0.169	0.169	CMNL	0.208	0.208
CMOM	0.993	0.993	CMPM	0.027	0.027	CMRM	0.092	0.092	COSM	0.195	0.195
CPLM	0.067	0.067	CRPM	0.000	0.000	CSAL	0.288	0.288	CSCM	0.679	0.679
CSHM	0.040	0.040	CSPM	0.000	0.000	CSTL	0.554	0.554	CVAL	0.179	0.179
CVLL	0.303	0.303	FRIB	0.000	0.000	GAXM	0.000	0.000	GBGM	0.000	0.000
GCRM	0.000	0.000	GGPM	0.000	0.000	HAZM	0.381	0.381	HBTM	0.578	0.578
HCBM	0.065	0.065	HCBM	0.237	0.237	HCOM	0.303	0.303	HCRM	-0.024	-0.024
HDLM	0.135	0.135	HERM	0.224	0.224	HFEM	-0.051	-0.051	HFHM	0.287	0.287
HFFM	0.280	0.280	HGSM	0.000	0.000	HGWM	0.100	0.100	HJGM	0.170	0.170
HJSM	-0.023	-0.023	HKRM	0.507	0.507	HLTM	-0.200	-0.200	HMOM	-0.440	-0.440
HORM	0.088	0.088	HPHM	0.601	0.601	HPLM	-0.115	-0.115	HPRM	0.272	0.272

- Παρουσιάζονται οι μεταβολές (dpcor, σε sec) στις διορθώσεις σταθμών για τα P κύματα.
- Η στήλη ptcor έχει τις τρέχουσες τιμές διορθώσεων σταθμών (εδώ ίδια με dpcor καθώς η αντιστροφή ξεκίνησε με μηδενικές διορθώσεις σταθμών).

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

```

VELMOD11area7.OUT x
JSEFM -0.123 -0.123  JSGM  0.346  0.346  JSJM  0.315  0.315  JSMM -0.126 -0.126
JSSM -0.025 -0.025  JSTM  0.044  0.044  JTGM  0.363  0.363  JUCM -0.179 -0.179
JUMM  0.027  0.027

~~~ another iteration? ...

-----

                ITERATION no  2

~~~ set units for this iteration ...
~~~ determine number of unknowns for this iter. ...

Number of unknowns (for array-indexing):  nvar =  420
Number of effective unknowns              :  nvareff =  324
Number of elements on/below main diagonal of matrix G = At*A :  kvar =    88410

Damping factors to be used in this iteration:
  Othet=  0.010  XYthet  =  0.010  Zthet=  0.010
  STAthet=  0.010  Vthet   =  1.000

~~~ damp G ...
~~~ solve G * b = RHT ...
~~~ fix units ...
~~~ apply eventually step-length damping ...
~~~ adjust model (hypocenters, stacorr & veloc.) ...

doing velocity adjustments now...
WARNING: Tried to introduce a low-velocity-layer! (Layer  5)
Setting DVP from -0.05 to 0.0 and VP to vp(layer_above)+0.001

```

- Η διαδικασία συνεχίζει με την επόμενη επανάληψη (εφόσον χρειάζεται).
- Ανάλογα με την τιμή της παραμέτρου **invratio**, μπορεί κάποια βήματα της αντιστροφής να μην περιλαμβάνουν αλλαγές στο μοντέλο ταχυτήτων και τις διορθώσεις σταθμών, και να αναπροσαρμόζουν **μόνο** τις εστιακές παραμέτρους στο νέο (τρέχον) μοντέλο.

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

```

VELMOD11area7.OUT X
795
796             ITERATION no  2
797
798   ~~~ set units for this iteration ...
799   ~~~ determine number of unknowns for this iter. ...
800
801   Number of unknowns (for array-indexing):  nvar =  420
802   Number of effective unknowns              :  nvareff =  324
803   Number of elements on/below main diagonal of matrix G = At*A :  kvar =   88410
804
805   Damping factors to be used in this iteration:
806     Othet=   0.010   XYthet =   0.010   Zthet=   0.010
807     STAthet=   0.010   Vthet  =   1.000
808
809   ~~~ damp G ...
810   ~~~ solve G * b = RHT ...
811   ~~~ fix units ...
812   ~~~ apply eventually step-length damping ...
813   ~~~ adjust model (hypocenters, stacorr & veloc.) ...
814
815   doing velocity adjustments now...
816   WARNING: Tried to introduce a low-velocity-layer! (Layer  5)
817   Setting DVP from -0.05 to 0.0 and VP to vp(layer_above)+0.001
818
819   doing station-correction adjustments...
820
821   ~~~ compute effective step-length ...
822
823   (Applied) Step length =   0.676
824
825   ~~~ set units for next iteration ...
826   ~~~ determine number of unknowns for next iter. ...
827
828   Number of unknowns (for array-indexing):  nvar =  420
829   Number of effective unknowns              :  nvareff =  324

```

- Εάν έχει παραμετροποιηθεί το VELEST ώστε να μην επιτρέπει ζώνες χαμηλής ταχύτητας, σε μια τέτοια περίπτωση εμφανίζεται **ειδοποίηση**.
- Εδώ, η ταχύτητα στο **5^ο στρώμα** πήγε να γίνει μικρότερη από εκείνη του 4^{ου} στρώματος.
- Η ταχύτητα **τέθηκε** από το πρόγραμμα ίση με **vp(4^{ου} στρώματος)+0.001 km/s**

- Ανοίγουμε με TextPad το βασικό αρχείο εξόδου **VELMOD11area7.OUT**

```

VELMOD11area7.OUT x
1684  JPLM  0.512  0.002  JPPM -0.142 -0.004  JPRM  0.000  0.000  JPSM -0.452  0.019
1685  JRGM  0.115  0.002  JRRM  0.125  0.005  JSAM -0.629 -0.021  JSCM -0.103  0.001
1686  JSFM -0.141 -0.004  JSGM  0.345  0.001  JSJM  0.309  0.000  JSMM -0.136 -0.002
1687  JSSM -0.018  0.002  JSTM  0.057  0.005  JTGM  0.369  0.002  JUCM -0.183  0.001
1688  JUMM  0.038  0.005
1689
1690  ~~~ another iteration? ...
1691  NITT = ITTMAX  --> stop iterations.
1692  ~~~ final solution reached ...
1693
1694  ~~~ damp G & Chol.-Decomp.: NOT made (switch iresolcalc is NOT set !)
1695
1696  Final rms values:  0.01 0.04 0.01 0.02 0.04 0.00 0.01 0.04 0.01 0.01
1697                    0.01 0.03 0.01 0.01 0.01 0.02 0.01 0.01 0.02 0.01
1698                    0.01 0.05 0.01 0.02 0.03 0.01 0.02 0.01 0.02 0.02
1699                    0.04 0.02 0.01 0.02 0.01 0.01 0.01 0.02 0.01 0.02
1700                    0.04 0.03 0.02 0.01 0.05 0.03 0.03 0.04 0.01 0.04
1701                    0.04 0.01 0.02
1702
1703
1704
1705  ~~~ output final hypocenters ...
1706
1707      date      origin  latitude longitude  depth  mag  no  rms      x      y      z
1708      1 840210 2306 50.48 37.1624N 121.5513W  5.81 0.00 14 0.005   0.31   0.13  5.81
1709      2 840425 0640  3.93 37.1589N 121.5434W  8.94 0.00 15 0.039  -0.39  -0.26  8.94
1710      3 840425 0727 42.63 37.1579N 121.5503W  5.34 0.00 19 0.012   0.22  -0.37  5.34
1711      4 840429 0409 16.32 37.1579N 121.5500W  5.40 0.00 15 0.016   0.19  -0.37  5.40
1712      5 840503 1616 19.34 37.1614N 121.5440W  8.59 0.00 13 0.037  -0.34   0.01  8.59
1713      6 840503 2256 35.52 37.1579N 121.5505W  5.48 0.00 20 0.004   0.24  -0.37  5.48
1714      7 840504 2208 45.36 37.1613N 121.5422W  8.40 0.00 13 0.011  -0.50  -0.01  8.40
1715      8 840511 1234 22.82 37.1616N 121.5443W  8.94 0.00 19 0.045  -0.31   0.03  8.94
1716      9 840512 0837  6.97 37.1580N 121.5501W  5.47 0.00 22 0.014   0.20  -0.36  5.47
1717     10 840517 0643 12.13 37.1584N 121.5502W  5.54 0.00 14 0.008   0.22  -0.32  5.54
1718     11 840527 0208 42.04 37.1625N 121.5424W  8.58 0.00 14 0.014  -0.48   0.13  8.58

```

- Εφόσον πληρούνται τα κριτήρια τερματισμού (π.χ., μέγιστος αριθμός επαναλήψεων ITTMAX), η διαδικασία σταματάει.
- Ακολουθούν διάφορα αποτελέσματα και στατιστικά κατά το τελευταίο βήμα της αντιστροφής.

- Σύγκριση αρχικού με τελικό μοντέλο ταχυτήτων:

cald11.mod X			
CALAVERAS1D-modell (mod1.1 EK280993) Ref. station HGSM			
10 vel, depth, vdamp, phase (f5.2, 5x, f7.2, 2x, f7.3, 3x, a1)			
4.70	-3.0	001.00	P-VELOCITY MODEL
4.70	0.0	001.00	
5.50	1.0	001.00	
5.60	3.0	001.00	
5.70	5.0	001.00	
5.80	10.0	001.00	
6.00	15.0	001.00	
6.50	20.0	001.00	
8.00	25.0	001.00	
8.05	30.0	001.00	
10			
2.75	-3.0	999.00	S-VELOCITY MODEL
2.75	0.0	999.00	
3.22	1.0	001.00	
3.28	3.0	001.00	
3.33	5.0	001.00	
3.39	10.0	001.00	
3.51	15.0	001.00	
3.80	20.0	001.00	
4.68	25.0	001.00	
4.71	30.0	001.00	

velout.mod X			
Output model:			
	10		
4.70	-3.00	1.000	
4.72	0.00	1.000	
5.55	1.00	1.000	
5.63	3.00	1.000	
5.68	5.00	1.000	
5.85	10.00	1.000	
6.01	15.00	1.000	
6.51	20.00	1.000	
8.01	25.00	1.000	
8.05	30.00	1.000	

- Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, ενώ δίνεται και μοντέλο Vs, η αντιστροφή γίνεται μόνο για το μοντέλο Vr.

- Σύγκριση αρχικού με τελικό κατάλογο σεισμών (.cnv):

calarea7.cnv X

```

1 840210 23 6 50.92 37.1653N 121.5500W 5.62 0.00 73 0.0 0.03 1.0 1.0
2 HSPMP0 1.31CADMP1 1.55HGSMPO 1.97JCBMP1 2.36CCOMP2 3.07HCAMP1 2.79
3 HGWMP1 3.19CAOMP1 3.62JSTMP1 3.83HCRMP1 3.83HFEMP0 3.98JHLMP2 4.44
4 HPLMP0 4.31JALMP0 4.53
5
6 840425 640 4.49 37.1597N 121.5423W 8.56 0.00 75 0.0 0.05 1.0 1.0
7 HSPMP0 1.51CADMP0 1.93HGSMPO 1.99JCBMP0 2.61HCAMP2 2.76HGWMP0 3.29
8 CAOMP0 3.74HCRMP1 3.84JSTMP0 3.92HFEMP1 3.84CSCMP1 4.83HPLMP0 4.18
9 JALMP0 4.61CMPMP3 5.20BSRMP2 9.25

```

VELMOD11area7.CNV X

```

1 84 210 23 6 50.48 37.1624N 121.5513W 5.81 0.00 113 0.01
2 HSPMP0 1.75CADMP1 1.99HGSMPO 2.41JCBMP1 2.80CCOMP2 3.51HCAMP1 3.23
3 HGWMP1 3.63CAOMP1 4.06JSTMP1 4.27HCRMP1 4.27HFEMP0 4.42JHLMP2 4.88
4 HPLMP0 4.75JALMP0 4.97
5
6 84 425 640 3.93 37.1589N 121.5434W 8.94 0.00 74 0.04
7 HSPMP0 2.07CADMP0 2.49HGSMPO 2.55JCBMP0 3.17HCAMP2 3.32HGWMP0 3.85
8 CAOMP0 4.30HCRMP1 4.40JSTMP0 4.48HFEMP1 4.40CSCMP1 5.39HPLMP0 4.74
9 JALMP0 5.17CMPMP3 5.76BSRMP2 9.81
10

```

- Καθώς μεταβλήθηκαν οι χρόνοι γένεσης, τροποποιήθηκαν και οι παρατηρηθέντες χρόνοι διαδρομής, ώστε οι παρατηρηθέντες χρόνοι άφιξης να είναι οι ίδιοι.

Χρόνος Γένεσης: 25/4/1984 06:40:**03.930** UTC

Χρόνος διαδρομής P στον HSPM: **2.070** sec

Χρόνος Άφιξης P στον HSPM:

25/4/1984 06:40:**06.000** UTC

- Αποσυμπιέζουμε το υπόδειγμα **velest33_crl.zip**
- Τα αρχεία που περιέχονται είναι τα παρακάτω:

☐ Name	Size	Type
<u>Αρχείο εισόδου 1</u> : παράμετροι VELEST →  velest.cmn	3 KB	CMN File
<u>Αρχείο εισόδου 2</u> : αρχικό μοντέλο ταχυτήτων →  crl_velest.mod	1 KB	MOD File
<u>Αρχείο εισόδου 3</u> : λίστα σταθμών →  crl_velest.sta	6 KB	STA File
αρχικό μοντέλο ταχυτήτων σε μορφή HypoInverse →  vmodel_orig.mod	1 KB	MOD File
Αρχεία με ονομασίες περιοχών (προαπαιτούμενα για το VELEST)	 regionskoord.dat	129 KB Surfer Worksheet
	 regionsnamen.dat	34 KB Surfer Worksheet
Εκτελέσιμο αρχείο VELEST (πρόγραμμα) →  velest.exe	253 KB	Application

- Δίνονται έτοιμα τα αρχεία **velest.cmn**, **crl_velest.mod** και **crl_velest.sta**, προσαρμοσμένα για τον Δ. Κορινθιακό κόλπο.
- Θα χρειαστεί να κατασκευάσετε το αρχείο **crl_velest.cnv** του αρχικού καταλόγου σεισμών και φάσεων (μόνο P), στα πρότυπα του αρχείου **calarea7.cnv** του προηγούμενου παραδείγματος.
- Η κατασκευή θα γίνει με βάση τα αποτελέσματα του αρχείου **hypoinv.err** που έχετε πάρει από την εκτέλεση του HypoInverse (Άσκηση 2) και με τη βοήθεια του **MATLAB**.
- Το αρχείο **vmodel_orig.mod** είναι το αρχικό μοντέλο (Rigo et al., 1996) σε μορφή εισόδου για HypoInverse.
- Το τελικό μοντέλο του VELEST θα χρειαστεί να το περάσετε σε μορφή όμοια με του **vmodel_orig.mod** για να μπορέσετε να το χρησιμοποιήσετε στο HypoInverse.

Χρήση MATLAB

Μετατροπή αρχείου σεισμικού
καταλόγου και φάσεων

- Μπορείτε να φορτώσετε το αρχείο **hypoinv.err** χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση **textread**, π.χ.:

```
G = textread('B:\temp\PMS\catalogs\err\hypoinv.err','%s','delimiter','\n','whitespace','');
```

- Όπου, στο παράδειγμα, το **B:\temp\PMS\catalogs\err\hypoinv.err** είναι η πλήρης διεύθυνση στον δίσκο για το αρχείο **hypoinv.err** (στον δικό σας υπολογιστή θα είναι διαφορετική).
- Το ελληνικό ερωτηματικό ; στο τέλος χρειάζεται ώστε να μην εξάγεται στο παράθυρο εντολών (command window) το περιεχόμενο του πίνακα ή των μεταβλητών εξόδου της συνάρτησης, εφόσον δεν είναι απαραίτητο.
- Η παραπάνω “textread” θα δημιουργήσει μια μεταβλητή **G** τύπου “cell”.
- Μπορούμε να δούμε π.χ. τις **γραμμές 1 έως 10** του G ως εξής: **G(1:10)**

```
>> G(1:10)

ans =

10x1 cell array

{'-----'}
{'YEAR Mo Da HR MN SEC LAT LON DEPTH MAG DMIN RMS ERX ERY ERZ NPHA GAP NSTA'}
{'2020 12 9 9 4 4.730 38.4150 21.9347 10.03 2.5 1.05 0.15 0.25 0.24 0.41 40 84 20'}
{' STA NET COM L CR DIST AZM AN P/S WT SEC TOBS TCAL DLY RES WT DUR DMAG ' }
{' ' }
{' MG00 CL 0 0 1.05 92 173 P 0 6.630 1.900 1.930 0.00 -0.03 1.78 34 2.5'}
{' S 2 8.070 3.340 3.474 0.00 -0.13 0.89'}
{' EFP HP 0 0 2.84 298 161 P 0 6.680 1.950 1.990 0.00 -0.04 1.78 34 2.5'}
{' S 2 8.040 3.310 3.582 0.00 -0.27 0.89'}
{' PYRG CL 0 0 7.19 94 137 P 0 7.190 2.460 2.350 0.00 0.11 1.78 34 2.5'}
```

- Καθώς πρόκειται για μια διαδικασία πολλών βημάτων, θα χρειαστεί τον κώδικα να τον γράψετε σε ένα αρχείο MATLAB script (.m) με τον MATLAB Editor, και κάθε φορά που θέλετε να δοκιμάζετε τη λειτουργία του να το εκτελείτε με **Run** (F5 ή κουμπί playback).
- Ξεκινήστε βάζοντας στις πρώτες δύο γραμμές του κώδικα τις παρακάτω εντολές:

```
clear variables  
clc
```

- Έτσι με κάθε εκτέλεση του κώδικα θα καθαρίζεται στην αρχή ο χώρος εργασίας (workspace) από προηγούμενες ορισθείσες μεταβλητές, καθώς και το παράθυρο εντολών (command window) από προηγούμενο output.
- Συνεχίστε εισάγοντας στο script τις εντολές **textread** και **G(1:10)** όπως πριν.
- Επιβεβαιώστε ότι «τρέχουν» πατώντας Run ή F5.
- Αν δεν εμφανιστεί κάποιο **error** στο command window μπορείτε να προχωρήσετε, αλλιώς θα πρέπει να αναζητήσετε τον λόγο που παρουσιάστηκε σφάλμα, σύμφωνα και με την πληροφορία που δίνει το μήνυμα error για τον λόγο και τη γραμμή του κώδικα όπου εμφανίστηκε σφάλμα (αυτό ισχύει γενικότερα).

Σημείωση: Τόσο οι εντολές όσο και οι μεταβλητές στο MATLAB είναι **case-sensitive**. Προσοχή στη συνεπή χρήση μικρών ή κεφαλαίων. Οι διάφορες εσωτερικές συναρτήσεις και εντολές του MATLAB γράφονται συνήθως με μικρά γράμματα.

- Θα πρέπει στη συνέχεια να δημιουργήσετε έναν βρόχο τύπου for, ο οποίος να αλλάζει τις τιμές μιας μεταβλητής “ i “, η οποία θα χρησιμοποιείται ως δείκτης της υπό εξέταση γραμμής του πίνακα G.
- Συνεπώς, αυτό το i θα πρέπει να «τρέχει» σε τιμές από 1 (πρώτη γραμμή) μέχρι τον αριθμό της τελευταίας γραμμής του πίνακα G (του αρχείου hyroinv.err), δηλαδή:

```
for i=1:size(G,1)
```

```
% (εδώ θα μπει κώδικας της μετατροπής)
```

```
end
```

- Μπορείτε να επιβεβαιώσετε ότι λειτουργεί το παραπάνω, εισάγοντας την παρακάτω εντολή εντός του for-loop:

```
disp(G{i})
```

- Αυτή η εντολή απλά τυπώνει στο Command Window το περιεχόμενο της γραμμής {i} του πίνακα G.
- Άρα αφού το i τρέχει από την πρώτη μέχρι την τελευταία γραμμή του G, θα τυπώνεται κάθε φορά η τρέχουσα υπό εξέταση γραμμή του G, και τελικά όλος ο πίνακας G.

- Θα χρειαστεί **πριν** από το for-loop να ορίσουμε έναν πίνακα τύπου Cell (όπως ο G) στον οποίο θα κατασκευάζουμε γραμμή-γραμμή τα περιεχόμενα του **αρχείου εξόδου** (για το πρόγραμμα μετατροπής) **crl_velest.cnv** (αρχείο **εισόδου** για το VELEST)
- Αυτόν τον πίνακα μπορούμε να τον λέμε π.χ., “CNV”.
- Άρα, πριν την έναρξη του for-loop, ορίζουμε:

CNV={};

- Αντίστοιχα, θα πρέπει να ορίσουμε την τοποθεσία του αρχείου εξόδου, εκεί όπου θα σωθεί το αρχείο **crl_velest.cnv** που κατασκευάζουμε.
- Μπορούμε να θέσουμε ως διαδρομή την πλήρη διεύθυνση του φακέλου όπου έχουμε αποσυμπιέσει το **velest33_crl.zip**, και όπου βρίσκονται όλα τα υπόλοιπα απαραίτητα αρχεία για το VELEST.
- Άρα θέτουμε, π.χ., στη μεταβλητή “cnvfile” την πλήρη τοποθεσία αυτού του αρχείου εξόδου, πριν από το for-loop:

cnvfile='B:\temp\PMS\ex3_velest\velest33_crl\crl_velest.cnv';

- Όπου στη θέση του «B:\temp\PMS\ex3_velest\velest33_crl» θα βάλετε τη δική σας διεύθυνση στον δίσκο όπου αποσυμπιέσατε το **velest33_crl.zip**.
- Το όνομα **crl_velest.cnv** το αφήνετε ως έχει (αυτό θα ψάξει το VELEST να βρει ως αρχείο εισόδου).

- Στη συνέχεια θα πρέπει με κάποιον τρόπο να μπορούμε να αναγνωρίσουμε ότι καθώς μεγαλώνει ο δείκτης i , η τρέχουσα γραμμή $G\{i\}$ αντιστοιχεί σε **γραμμή λύσης εστιακών παραμέτρων** ενός σεισμού (**event line**).
- Παρατηρώντας τη δομή του αρχείου hypoinv.err βλέπουμε ότι:

Event line →

YEAR	Mo	Da	HR	MN	SEC	LAT	LON	DEPTH	MAG	DMIN	RMS	ERX	ERY	ERZ	NPHA	GAP	NSTA
STA	NET	COM	L	CR	DIST	AZM	AN	P/S	WT	SEC	TOBS	TCAL	DLY	RES	WT	DUR	DMAG
2020	12	9	9	4	4.730	38.4150	21.9347	10.03	2.5	1.05	0.15	0.25	0.24	0.41	40	84	20
MG00	CL		0	0	1.05	92	173	P	0	6.630	1.900	1.930	0.00	-0.03	1.78	34	2.5
								S	2	8.070	3.340	3.474	0.00	-0.13	0.89		
EFP	HP		0	0	2.84	298	161	P	0	6.680	1.950	1.990	0.00	-0.04	1.78	34	2.5
								S	2	8.040	3.310	3.582	0.00	-0.27	0.89		
PYRG	CL		0	0	7.19	94	137	P	0	7.190	2.460	2.350	0.00	0.11	1.78	34	2.5
								S	2	8.770	4.040	4.230	0.00	-0.19	0.89		
TRIZ	HA		0	0	13.25	114	115	P	0	8.070	3.340	3.150	0.00	0.19	1.78	34	2.5
								S	2	10.200	5.470	5.670	0.00	-0.20	0.89		
KALE	HA		0	0	18.11	98	105	P	0	8.740	4.010	3.900	0.00	0.11	1.78	33	2.5
								S	2	11.240	6.510	7.020	0.00	-0.51	0.05		
AGRP	CL		0	0	18.63	264	104	P	0	8.760	4.030	3.980	0.00	0.05	1.78	33	2.5
								S	2	11.240	6.510	7.020	0.00	-0.51	0.05		

- Η “event line” είναι πάντοτε αυτή που ακολουθεί μια γραμμή με τις αντίστοιχες κεφαλίδες των στηλών της event line:

YEAR Mo Da HR MN SEC LAT LON DEPTH MAG DMIN RMS ERX ERY ERZ NPHA GAP NSTA

- Συνεπώς, αν αναγνωρίσουμε ότι βρισκόμαστε στη γραμμή **e** των κεφαλίδων, ξέρουμε ότι η επόμενη γραμμή **e+1** είναι η “event line”.

- Αναγνωρίζουμε τη γραμμή των κεφαλίδων εξετάζοντας την παρακάτω συνθήκη με χρήση της συνάρτησης **strcmp** (*compare string*), και ορίζοντας ένα **if...end** μπλοκ:

```
if strcmp(G{i}(1:16), 'YEAR Mo Da HR MN')
```

% (εδώ θα μπει κώδικας που θα εκτελείται όταν ισχύει η παραπάνω συνθήκη)

```
end
```

- Όπου εξετάζονται μόνο οι στήλες 1 έως 16 του G{i} για το εάν συμπίπτουν με τις αντίστοιχες στήλες της κεφαλίδας του “event line”.
- Προσοχή: σε περίπτωση που μια γραμμή i του G έχει λιγότερες από 16 στήλες, ο παραπάνω κώδικας θα «χτυπήσει» σφάλμα. Μπορούμε να το προσπεράσουμε αγνοώντας, π.χ., τις γραμμές του G που έχουν λιγότερους από 16 χαρακτήρες, προτού καλέσουμε την παραπάνω εντολή, αλλά εντός του for-loop, π.χ.:

```
if length(G{i})<16
```

```
    continue
```

```
end
```

- Όπου με την εντολή **continue**, το πρόγραμμα ξαναπηγαίνει στην **αρχή του for-loop** και συνεχίζει (continue...) **με το επόμενο i**.

- **Εντός** του “**if strcmp**” μπλοκ που φτιάξαμε, πρέπει με κάποιον τρόπο να επισημάνουμε ότι η επόμενη γραμμή (το επόμενο i) θα βρίσκεται σε “event line”. Μπορούμε να το κάνουμε:
 - Είτε ορίζοντας μια μεταβλητή “**flag**”, η οποία αν τυχόν έχει ορισμένη τιμή (π.χ. 1) το πρόγραμμα να γνωρίζει ότι η τρέχουσα γραμμή είναι “event line”.
 - Είτε ορίζοντας μια μεταβλητή $e=i+1$ της οποίας η τιμή θα εξετάζεται σε κάθε for-loop, και αν ισούται με την τρέχουσα i τότε το πρόγραμμα θα γνωρίζει ότι το for-loop βρίσκεται στην “event line”.
- Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει το flag ή το e να έχει οριστεί με μια προκαθορισμένη (**default**) αρχική τιμή, π.χ. 0 (μηδέν), **προτού ξεκινήσει το for-loop**. Οπότε:

e=0;

ή

flag=0;

% (πριν ξεκινήσει το for-loop)

- Για τον πρώτο τρόπο, **εντός** του “if strcmp” μπλοκ, θέτουμε:

e=i+1;

- Για τον δεύτερο τρόπο, **εντός** του “if strcmp” μπλοκ, θέτουμε:

flag=1;

Σε κάθε περίπτωση, **μετά** από ένα από τα παραπάνω, εισάγουμε την εντολή:

continue

Καθώς δεν έχουμε κάτι άλλο να κάνουμε όσο βρισκόμαστε στη γραμμή της κεφαλίδας.

- Στη συνέχεια, το `i` βρίσκεται σε μια “event line”. Ανάλογα με το τι επιλέξαμε προηγουμένως, ορίζουμε ένα `if...end block`, π.χ.:

```
if i==e
```

```
% (εδώ θα μπει κώδικας που θα εκτελείται όταν ισχύει η παραπάνω συνθήκη)
```

```
end
```

ή

```
if flag==1
```

```
% (εδώ θα μπει κώδικας που θα εκτελείται όταν ισχύει η παραπάνω συνθήκη)
```

```
end
```

- Ως μέρος του κώδικα εντός του μπλοκ της παραπάνω συνθήκης μπορούμε, αν θέλουμε, να βάλουμε και μια μεταβλητή η οποία να «μετράει» τα γεγονότα. Την ορίζουμε εκτός του `for-loop`, και της προσθέτουμε `+1` εντός του μπλοκ της συνθήκης. Υπόψη ότι το VELEST δέχεται το πολύ μέχρι **658** σεισμικά γεγονότα.
- Από την “event line” πρέπει να **διαβάσουμε** ορισμένα στοιχεία:
 - Τον χρόνο γένεσης.
 - Τις συντεταγμένες του επικέντρου.
 - Το εστιακό βάθος.
 - Το μέγεθος.
- Και στη συνέχεια, θα πρέπει να τα **συνθέσουμε** με τον τρόπο που τα «ζητάει» το `.cnv format`.

YEAR	Mo	Da	HR	MN	SEC	LAT	LON	DEPTH	MAG	DMIN	RMS	ERX	ERY	ERZ	NPHA	GAP	NSTA
2020	12	9	9	4	4.730	38.4150	21.9347	10.03	2.5	1.05	0.15	0.25	0.24	0.41	40	84	20

Στήλες 1-23

- Τον χρόνο γένεσης μπορούμε να τον διαβάσουμε εύκολα, χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση `datetime`.
- Η συνάρτηση αυτή λαμβάνει ως όρισμα είτε χωριστά τιμές έτους, μήνα, ημέρας, ώρας, λεπτών, δευτερολέπτων.χιλιοστών δευτερολέπτου, είτε απευθείας ένα αλφαριθμητικό (*string*) που περιέχει τα παραπάνω σε ένα ορισμένο *format*.
- Στην προκειμένη περίπτωση, ο χρόνος γένεσης εμπεριέχεται στις **στήλες από 1 έως και 23** της “event line” στο `hypoinv.err`, σε μορφή τύπου «yyyy mm dd HH MM SS.FFF» (το “FFF” χρησιμοποιείται για τα 3 ψηφία των χιλιοστών του δευτερολέπτου).
- Εντός της προηγούμενης συνθήκης για το “event line”, γράφουμε:

```
OT=datetime(G{i}(1:23),'yyyy mm dd HH MM SS.FFF');
```

- Το `G{i}` αναφέρεται στην τρέχουσα γραμμή του `G`, το `(1:23)` στις στήλες 1 έως 23 της γραμμής αυτής.
- Το δεύτερο όρισμα της `datetime` `'yyyy mm dd HH MM SS.FFF'` λέει στη συνάρτηση ποιο είναι το **format** του αλφαριθμητικού, ώστε να το διαβάσει σωστά (με τα αντίστοιχα κενά, όπως στην “event line” του σεισμού στο `hypoinv.err`).

YEAR	Mo	Da	HR	MN	SEC	LAT	LON	DEPTH	MAG	DMIN	RMS	ERX	ERY	ERZ	NPHA	GAP	NSTA
2020	12	9	9	4	4.730	38.4150	21.9347	10.03	2.5	1.05	0.15	0.25	0.24	0.41	40	84	20

Στήλες 1-23

`OT=datetime(G{i}(1:23),'yyyy mm dd HH MM SS.FFF');`

- Με το παραπάνω, καταχωρείται στη μεταβλητή **OT** ένας **απόλυτος** χρόνος σε έναν ειδικό τύπο μεταβλητής που μετράει τις ημέρες, με δεκαδικά, οι οποίες έχουν περάσει από μια ορισμένη ημερομηνία αναφοράς “0 Ιανουαρίου του έτους 0000”, π.χ.:

Command Window

```
-----
YEAR Mo Da HR MN SEC LAT LON DEPTH MAG DMIN RMS ERX ERY ERZ NPHA GAP NSTA
2020 12 9 9 4 4.730 38.4150 21.9347 10.03 2.5 1.05 0.15 0.25 0.24 0.41 40 84 20
```

```
>> OT=datetime(G{i}(1:23),'yyyy mm dd HH MM SS.FFF')
```

```
OT =
```

```
7.3813e+05
```

```
>> |
```

```
-----
YEAR Mo Da HR MN SEC LAT LON DEPTH MAG DMIN RMS ERX ERY ERZ NPHA GAP NSTA
2020 12 9 9 4 4.730 38.4150 21.9347 10.03 2.5 1.05 0.15 0.25 0.24 0.41 40 84 20
```

```
>> OT=datetime(G{i}(1:23),'yyyy mm dd HH MM SS.FFF')
```

```
OT =
```

```
7.3813e+05
```

```
>> |
```

- Στη συνέχεια μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη συνάρτηση **datestr** για να κατασκευάσουμε αυτόν τον απόλυτο χρόνο σε άλλο format, π.χ.:

```
>> OTstr=datestr(OT,'yymmdd HHMM SS.FFF')
```

```
OTstr =
```

```
'201209 0904 04.730'
```

- Το οποίο είναι γραμμένο με τον τρόπο που χρειάζεται να εισαχθεί στο αρχείο .cnv, με τη διαφορά ότι πρέπει να **αφαιρέσουμε το τελευταίο ψηφίο** των msec (18^ο στοιχείο), διότι το .cnv δέχεται μέχρι **εκατοστά** του δευτερολέπτου (τα 2 πρώτα ψηφία των msec).
- Οπότε **διαγράφουμε** το 18^ο στοιχείο του OTstr με:

```
OTstr(18)=[ ];
```

YEAR	Mo	Da	HR	MN	SEC	LAT	LON	DEPTH	MAG	DMIN	RMS	ERX	ERY	ERZ	NPHA	GAP	NSTA
2020	12	9	9	4	4.730	38.4150	21.9347	10.03	2.5	1.05	0.15	0.25	0.24	0.41	40	84	20

Στήλες 24-54

- Στη συνέχεια πρέπει να διαβάσουμε τα στοιχεία των συντεταγμένων του υποκέντρου και το μέγεθος.
- Λόγω του τρόπου που δομείται η “event line” στο αρχείο hypoinv.err, είναι ασφαλές να τα διαβάσουμε όλα με μία εντολή **str2num**, η οποία θα διαβάσει ό,τι περιέχουν οι στήλες 24 έως 54 του “event line” και θα τα μετατρέψει από αλφαριθμητικά (*string*) σε αριθμούς (*double*):

```
>> xyzm=str2num(G{i}(24:54))
```

```
xyzm =
```

```
38.4150    21.9347    10.0300    2.5000
```

YEAR	Mo	Da	HR	MN	SEC	LAT	LON	DEPTH	MAG	DMIN	RMS	ERX	ERY	ERZ	NPHA	GAP	NSTA
2020	12	9	9	4	4.730	38.4150	21.9347	10.03	2.5	1.05	0.15	0.25	0.24	0.41	40	84	20

- Τώρα πλέον έχουμε στις μεταβλητές **OTstr** και **xyzm** όλα τα απαραίτητα στοιχεία για να συνθέσουμε την αντίστοιχη “event line” του αρχείου .cnv για έναν σεισμό.
- Για ευκολία, δεχόμαστε ότι οι σεισμοί που εξετάζουμε βρίσκονται πάντα σε θετικό γεωγραφικό πλάτος (N) και θετικό γεωγραφικό μήκος (E), αλλιώς θα έπρεπε να προβλέψουμε έναν επιπλέον έλεγχο για το πρόσημό τους και να προσθέσουμε S ή W, αντίστοιχα, σε περίπτωση που ήταν αρνητικό.
- Προσθέτουμε μια νέα γραμμή στον πίνακα CNV ως εξής:

```
CNV{end+1,1} = sprintf('%s %7.4fN %8.4fE %7.2f %6.2f 0', ...
    OTstr, xyzm(1), xyzm(2), xyzm(3), xyzm(4));
```

- Όπου η εντολή **sprintf** χρησιμοποιεί τις μεταβλητές OTstr, xyzm(1), xyzm(2), xyzm(3), xyzm(4), και τις μετατρέπει σε αλφαριθμητικό (*string*) με ένα ορισμένο **format** στην καθεμία, ενώ ενδιάμεσα εισάγει και άλλους απαραίτητους χαρακτήρες (κενά, N, E, 0).
- Συγκεκριμένα, το format για κάθε μεταβλητή:

%s : το OTstr χρησιμοποιείται ως έχει (string)

%7.4f : το xyzm(1) (Γ.Πλάτος), τύπου float, καταλαμβάνει 7 χαρακτήρες με 4 δεκαδικά

%8.4f : το xyzm(2) (Γ.Μήκος), τύπου float, καταλαμβάνει 8 χαρακτήρες με 4 δεκαδικά

%7.2f : το xyzm(3) (Βάθος), τύπου float, καταλαμβάνει 7 χαρακτήρες με 2 δεκαδικά

%6.2f : το xyzm(4) (Μέγεθος), τύπου float, καταλαμβάνει 6 χαρακτήρες με 2 δεκαδικά

- Με την **sprintf**, τηρείται το συνολικό μήκος του αλφαριθμητικού (π.χ. 8 χαρακτήρες), και όσοι χαρακτήρες υπολείπονται αντικαθίστανται με κενά (*leading spaces*).

```

1 -----
2 YEAR·Mo·Da·HR·MN·SEC·····LAT·····LON···DEPTH·MAG···DMIN··RMS··ERX··ERY··ERZ··NPHA·GAP·NSTA|
3 2020·12·9·9·4·4.730·38.4150··21.9347·10.03·2.5····1.05·0.15·0.25·0.24·0.41·40·84·20·····|
4 ·STA·NET·COM·L·CR·DIST···AZM·AN·P/S·WT·SEC·····TOBS···TCAL···DLY···RES···WT···DUR·DMAG·|
5 ·······················································································|
6 ·MG00·CL·····0·0···1.05·92·173·P·0···6.630··1.900··1.930··0.00··-0.03··1.78··34·2.5······|
7 ···················································································|
8 ·EFP·HP·····0·0···2.84·298·161·P·0···6.680··1.950··1.990··0.00··-0.04··1.78··34·2.5······|
9 ···················································································|
10 ·PYRG·CL·····0·0···7.19·94·137·P·0···7.190··2.460··2.350··0.00··0.11··1.78··34·2.5······|
11 ···················································································|
12 ·TRIZ·HA·····0·0···13.25·114·115·P·0···8.070··3.340··3.150··0.00··0.19··1.78··34·2.5······|
13 ···················································································|
14 ·KALE·HA·····0·0···18.11·98·105·P·0···8.740··4.010··3.900··0.00··0.11··1.78··33·2.5······|
15 ···················································································|
16 ·AGRP·CL·····0·0···18.63·264·104·P·0···8.760··4.030··3.980··0.00··0.05··1.78··33·2.5······|
17 ···················································································|

```

- Στη συνέχεια πρέπει, για τον συγκεκριμένο σεισμό, να γίνει ανάγνωση των παρατηρηθέντων χρόνων διαδρομής των P σε κάθε σταθμό από το hypoinv.err, και να γίνει η σύνθεση των γραμμών φάσεων του .cnv.
- Αρχικά, αφού τελειώσουμε με την “event line” θα πρέπει να τροποποιήσουμε την τιμή του “flag” (αν επιλέξαμε αυτή την οδό) και να εισάγουμε “continue” για να προχωρήσει το for-loop στην επόμενη γραμμή i.
- Η γραμμή που ακολουθεί την “event line” είναι η κεφαλίδα των στηλών των φάσεων ανά σταθμό.
- Με παρόμοιο τρόπο όπως προηγούμενα, μπορούμε να αναγνωρίσουμε μέρος της με την strcmp και να θέσουμε αντίστοιχα μια άλλη τιμή “flag” (π.χ. 2), η οποία να ορίζει ότι στο εξής ακολουθούν γραμμές «φάσεων».

```

1 -----
2 YEAR·Mo·Da·HR·MN·SEC·····LAT·····LON·····DEPTH·MAG···DMIN···RMS···ERX···ERY···ERZ···NPHA·GAP·NSTA|
3 2020·12·9·9·4·4·4.730·38.4150··21.9347··10.03·2.5····1.05··0.15··0.25··0.24··0.41··40··84··20······|
4 ·STA·NET·COM·L·CR·DIST···AZM·AN·P/S·WT·SEC·····TOBS·····TCAL·····DLY·····RES·····WT·····DUR·DMAG··|
5 ·····························································································|
6 ·MG00·CL·····0··0····1.05·92·173··P·0····6.630··1.900··1.930··0.00··-0.03··1.78··34··2.5········|
7 ···························································································|
8 ·EFP·HP·····0··0····2.84·298·161··P·0····6.680··1.950··1.990··0.00··-0.04··1.78··34··2.5········|
9 ···························································································|
10 ·PYRG·CL·····0··0····7.19·94·137··P·0····7.190··2.460··2.350··0.00··0.11··1.78··34··2.5········|
11 ···························································································|
12 ·TRIZ·HA·····0··0··13.25·114·115··P·0····8.070··3.340··3.150··0.00··0.19··1.78··34··2.5········|
13 ···························································································|
14 ·KALE·HA·····0··0··18.11·98·105··P·0····8.740··4.010··3.900··0.00··0.11··1.78··33··2.5········|
15 ···························································································|
16 ·AGRP·CL·····0··0··18.63·264·104··P·0····8.760··4.030··3.980··0.00··0.05··1.78··33··2.5········|
17 ···························································································|

```

Στήλες 2-5

Στήλη 36

- Βλέπουμε ότι:
 - Μετά την κεφαλίδα των φάσεων, ακολουθεί μια «κενή» γραμμή (με κενά μέχρι τη στήλη 50) και στη συνέχεια έχουμε τις γραμμές φάσεων.
 - Οι γραμμές που αφορούν στα κύματα P είναι γενικά αυτές στις οποίες εμφανίζεται και το όνομα του σταθμού στις στήλες 2-5.
 - Οι γραμμές που αφορούν στα κύματα S, γενικά έχουν κενά στις στήλες 2-5 (εννοείται ο ίδιος σταθμός με εκείνον της προηγούμενης γραμμής)
 - Μπορούμε να αναγνωρίζουμε αν πρόκειται για γραμμή P ή S από τον χαρακτήρα **P** ή **S** της στήλης 36.
- Από τα παραπάνω προκύπτει ότι **εάν (if)** η γραμμή **G{i}** περιέχει **(4)** κενά στις **στήλες 2-5**, μπορούμε με ασφάλεια να την παραλείψουμε (**continue**) (ισχύει και για τη γραμμή που ακολουθεί την κεφαλίδα)

```

1 -----
2 YEAR·Mo·Da·HR·MN·SEC·····LAT······LON····DEPTH·MAG···DMIN··RMS··ERX··ERY··ERZ··NPHA·GAP·NSTA↓
3 2020·12··9··9··4··4.730··38.4150··21.9347··10.03··2.5····1.05··0.15··0.25··0.24··0.41··40··84··20······↓
4 ·STA·NET·COM·L·CR·DIST···AZM··AN·P/S·WT·SEC····TOBS····TCAL····DLY····RES····WT····DUR·DMAG··↓
5 ·····························································································↓
6 ·MG00·CL····0··0····1.05··92.173··P·0····6.630··1.900····1.930····0.00··-0.03··1.78··34··2.5········↓

```

Στήλες: 2-5

36

39

49-56

- Εφόσον η γραμμή αφορά κύμα P (στήλη 36), τον παρατηρηθέντα χρόνο διαδρομής (TOBS) μπορούμε να τον πάρουμε απευθείας από το περιεχόμενο των στηλών 49-56.
- Την κλάση βάρους της μέτρησης μπορούμε να την πάρουμε απευθείας σε μορφή string από τη στήλη 39.
- Συνεπώς, για να συνθέσουμε ένα μπλοκ 12 χαρακτήρων για τον χρόνο άφιξης των P σε έναν σταθμό (POBS), αρκεί:

```
TOBS=str2num(G{i}(49:56));
```

```
POBS=sprintf('%sP%s%6.2f',G{i}(2:5),G{i}(39),TOBS);
```

TOBS =

1.9000

POBS =

'MG00P0 1.90'

- Ωστόσο, το .cnv format έχει μια ιδιαιτερότητα: σε κάθε γραμμή φάσεων περιέχονται **έως και 6 μπλοκ** τύπου POBS.
- Πρέπει, με κάποιον τρόπο, τα POBS που συνθέτουμε, κάθε φορά να τα επικολλούμε σε μια προσωρινή μεταβλητή τύπου string, π.χ. **tmpstr**, η οποία αρχικά τίθεται ως άδειο string (**tmpstr='';**) ενώ συγχρόνως πρέπει να **μετράμε** τον αριθμό φάσεων που έχουν χρησιμοποιηθεί. Η επικόλληση του POBS γίνεται με: **tmpstr=[tmpstr,POBS];**
- Σε περίπτωση που ο αριθμός φάσεων γίνει πολλαπλάσιο του 6, τότε θα πρέπει όλο το περιεχόμενο της προσωρινής μεταβλητής tmpstr να προστεθεί ως **νέα** γραμμή στον πίνακα CNV (όπως με το “event line”).
- Η αρίθμηση των φάσεων μπορεί να γίνει με μια μεταβλητή, π.χ. **Np**, την οποία μηδενίζουμε όταν ξεκινούν οι γραμμές φάσης στον εκάστοτε σεισμό του hgyoinv.err, και στην οποία προσθέτουμε +1 όποτε φτιάχνουμε ένα νέο POBS μπλοκ.
- Για να εξετάσουμε αν η Np, ύστερα από την προσθήκη ενός νέου POBS μπλοκ, έχει γίνει **πολλαπλάσιο του 6**, χρησιμοποιούμε τη συνάρτηση **mod**:

```
if mod(Np,6)==0
```

```
% (εδώ θα μπει κώδικας της προσθήκης του tmpstr στο CNV)
```

```
end
```

- Η συνάρτηση **mod** δίνει το **υπόλοιπο** της **Ευκλείδειας διαίρεσης** του Np με το 6. Όταν το **Np** διαιρείται **ακριβώς** με το 6, θα δώσει υπόλοιπο μηδέν.
- Ύστερα από την προσθήκη του tmpstr στο CNV, θα πρέπει η προσωρινή μεταβλητή tmpstr να αδειάσει εκ νέου με: **tmpstr='';**

- Το τέλος των γραμμών φάσεων ενός σεισμού στο `hypoinv.err`, το καταλαβαίνουμε όταν φτάσουμε εκ νέου σε γραμμή με διαχωριστικές παύλες -----

```
hypoinv.err x
31 .....S..2...19.340...14.610...14.850...0.00...-0.24...0.69.....|
32 ·PLEV·HP····0·0··46.06·270·75·P·0...12.840...8.110...8.370...0.00...-0.26...1.35...33·2.5.....|
33 .....S..2...19.380...14.650...15.066...0.00...-0.42...0.35.....|
34 ·DLFA·HL····0·0··49.48·81·75·P·0...13.220...8.490...8.910...0.00...-0.42...0.61...33·2.5.....|
35 .....S..2...19.810...15.080...16.038...0.00...-0.96...0.00.....|
36 ·AXS·HP····0·0··54.54·244·75·P·0...14.690...9.960...9.710...0.00...0.25...1.08...32·2.5.....|
37 .....S..2...22.120...17.390...17.478...0.00...-0.09...0.54.....|
38 ·DRO·HP····0·0··54.98·201·75·P·0...14.650...9.920...9.780...0.00...0.14...1.06...32·2.5.....|
39 .....S..2...22.170...17.440...17.604...0.00...-0.16...0.53.....|
40 ·EVR·HL····0·0··56.71·350·75·P·0...14.820...10.090...10.060...0.00...0.03...1.00...32·2.5.....|
41 .....S..2...22.320...17.590...18.108...0.00...-0.52...0.02.....|
42 ·RLS·HL····0·0··57.29·227·75·P·0...15.310...10.580...10.150...0.00...0.43...0.40...32·2.5.....|
43 .....S..2...22.980...18.250...18.270...0.00...-0.02...0.49.....|
44 ·GUR·HP····0·0··64.02·145·75·P·0...15.750...11.020...11.220...0.00...-0.20...0.75...31·2.5.....|
45 .....S..2...24.290...19.560...20.196...0.00...-0.64...0.00.....|
46 -----|
47 -----|
48 YEAR·Mo·Da·HR·MN·SEC····LAT····LON····DEPTH·MAG····DMIN··RMS··ERX··ERY··ERZ··NPHA·GAP·NSTA|
49 2020·12·12·15·16·52.480··38.3955··21.9971··10.21··2.0····2.37··0.15··0.18··0.21··0.40··50··61··26····|
50 ·STA·NET·COM·L·CR·DIST···AZM·AN·P/S·WT·SEC····TOBS····TCAL····DLY····RES····WT····DUR·DMAG·|
51 .....|
52 ·PYRG·CL····0·0··2.37··46·164··P·0...54.520...2.040...2.000...0.00...0.04...2.08...21·2.0.....|
53 .....S..2...55.750...3.270...3.600...0.00...-0.33...0.91.....|
54 ·MG00·CL····0·0··4.88·296·150··P·0...54.660...2.180...2.160...0.00...0.02...2.08...21·2.0.....|
55 .....S..2...56.080...3.600...3.888...0.00...-0.29...1.03.....|
56 ·TRIZ·HA····0·0··7.39·116·137··P·0...55.030...2.550...2.400...0.00...0.15...2.08...21·2.0.....|
57 .....S..2...56.620...4.140...4.320...0.00...-0.18...1.04.....|
58 ·EFP·HP····0·0··8.70·294·132··P·0...55.070...2.590...2.550...0.00...0.04...2.08...21·2.0.....|
59 .....S..2...56.900...4.420...4.590...0.00...-0.17...1.04.....|
```

- Σε αυτή την περίπτωση, θα πρέπει ό,τι υπόλοιπο περιέχει η γραμμή `tmpstr` (εάν **δεν** είναι άδεια) να προστεθεί ως έχει στο CNV (χωρίς να συμπληρωθεί βάδα).
- Ελέγχουμε αν **δεν** (~) είναι άδεια η `tmpstr` με: **if ~isempty(tmpstr) ...**
- Επίσης θα πρέπει να μηδενιστεί το **flag**, σηματοδοτώντας ότι αναμένεται να ακολουθήσει η “event line” του **επόμενου** σεισμού.

- Όταν τερματίζουν οι φάσεις για ένα γεγονός στο αρχείο .cnv, ακολουθεί μια γραμμή με 4 κενά, και στη συνέχεια η “event line” του επόμενου γεγονότος.
- Το αρχείο .cnv για το παράδειγμα του Δ. Κορινθιακού θα πρέπει να ξεκινάει κάπως έτσι:

```
crl_velest.cnv X
1 201209.0904.04.73.38.4150N.21.9347E.10.03.2.50.0.
2 MG00P0.1.90EFP.P0.1.95PYRGP0.2.46TRIZP0.3.34KALEP0.4.01AGRPP0.4.03
3 ANX.P0.4.13LAKAP0.4.30AIGSP0.4.65PATCP0.5.04PVO.P0.7.88KLV1P0.8.02
4 PLEVPO.8.11KLV.P0.8.15DLFAP0.8.49DRO.P0.9.92AXS.P0.9.96EVR.P0.10.09
5 RLS.P0.10.58GUR.P0.11.02.
6 ....
7 201212.1516.52.48.38.3955N.21.9971E.10.21.2.00.0.
8 PYRGP0.2.04MG00P0.2.18TRIZP0.2.55EFP.P0.2.59KALEP0.3.26AIGSP0.3.77
9 LAKAP0.3.95ANX.P0.4.71AGRPP0.5.01KLV.P0.7.49DLFAP0.7.75PLEVPO.9.09
10 PVO.P0.9.10DRO.P0.9.93GUR.P0.10.32EVR.P0.10.65AXS.P0.10.78RLS.P0.10.98
11 PDO.P0.13.80LKR.P0.15.62ATALP0.16.70LTK.P0.16.73ACORP0.17.06RTZLP0.19.46
12 VILLPO.20.85TETRP0.21.70.
13 ....
14 201214.1620.47.29.38.3703N.22.0036E.10.17.2.00.0.
15 PYRGP0.2.12MG00P0.2.31EFP.P0.2.77KALEP0.3.23AIGSP0.3.27LAKAP0.3.45
16 AGRPP0.5.09ANX.P0.5.14KLV.P0.7.01PLEVPO.9.22GUR.P0.9.95RLS.P0.10.66
17 AXS.P0.10.79EVR.P0.11.23AGG.P0.12.82PDO.P0.14.05.
18 ....
```

- Όταν τελειώσουν και τα δεδομένα του τελευταίου σεισμού, το αρχείο .cnn κλείνει με μια γραμμή που περιέχει **9999**

```
2176 .....
2177 210228·1047·53.28·38.3592N·21.8501E····7.91··3.10·0·····
2178 DRESP0·1.59EFP·P0·2.43UPR·P0·2.57AGRPP0·2.60MG00P0·2.69PATCP0·3.14
2179 LAKAP0·3.61PATGP0·4.06AGEOP0·4.62AIGSP0·4.68AIOAP0·5.11KALEP0·5.17
2180 ANX·P0·5.37MSL1P0·7.08PVO·P0·7.44KLV·P0·7.84KLV1P0·7.91AXS·P0·8.23
2181 DRO·P0·8.49RLS·P0·8.80DLFAP0·9.85GUR·P0·10.82EVR·P0·11.05PDO·P0·11.17
2182 THALP0·13.90AGG·P0·14.46AMPLP0·14.59RTZLP0·17.51ACORP0·17.90LKR·P0·18.03
2183 LTK·P0·18.53EVGIP0·18.57NYDRP0·18.63FSK·P0·19.06DRAGP0·20.10LTHKP0·20.11
2184 VLX·P0·20.31TSLKP0·20.57TETRP0·21.46ITM·P0·22.39DMLNP0·22.42VILLP0·22.75
2185 .....
2186 210228·1050·27.21·38.3529N·21.8545E····7.58··3.00·0·····
2187 DRESP0·1.49EFP·P0·2.43AGRPP0·2.51UPR·P0·2.53MG00P0·2.67PATCP0·3.12
2188 LAKAP0·3.58AGEOP0·4.55AIGSP0·4.70AIOAP0·5.09KALEP0·5.14ANX·P0·5.41
2189 PLEVP0·6.63PVO·P0·7.53KLV·P0·7.78KLV1P0·7.80AXS·P0·8.33DRO·P0·8.47
2190 RLS·P0·8.76GUR·P0·10.89EVR·P0·11.01PDO·P0·11.71THALP0·13.92AGG·P0·14.68
2191 AMPLP0·15.03RTZLP0·17.50LKR·P0·17.91ACORP0·17.92LTK·P0·18.02EVGIP0·18.49
2192 NYDRP0·18.50VLS·P0·18.63FSK·P0·19.01VLX·P0·20.06TSLKP0·20.24TETRP0·21.51
2193 DMLNP0·21.79ITM·P0·22.22VILLP0·22.41THL·P0·23.46AAMFP0·23.90MDRAP0·25.28
2194 TYRNP0·26.60MRTHP0·30.44KPROP0·30.55DIONP0·30.58KYMIP0·32.22LIT·P0·32.73
2195 VLI·P0·33.36·····
2196 .....
2197 9999
2198
```

- Στο τέλος, **μετά το τέλος του for-loop**, **σώζουμε** το περιεχόμενο του πίνακα CNV στο αρχείο cnvfile, με όμοιο τρόπο με εκείνον που σώσαμε το αρχείο commands_crl.hyp στην Άσκηση 2:

```
fid=fopen(cnvfile,'wt');  
fprintf(fid,'%s\n',CNV{:});  
fclose(fid);
```

- Στο αρχείο `velest.cmh` ελέγξτε την παράμετρο **neqs** ώστε να ισούται με τον αριθμό σεισμών που χρησιμοποιήσατε.
- Εκτελέστε το **velest.exe** (με διπλό κλικ).
- Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, θα πρέπει να εμφανιστούν τα παρακάτω αρχεία:

<u>Βασικό αρχείο εξόδου *.sim</u>: αναφορά πλήρους διαδικασίας αντιστροφής (για το κάθε βήμα/επανάληψη, και τελικά αποτελέσματα)	☐	Name	Size	Type
		crl_velest.sim	521 KB	SIM File
		crl_velest.sum	32 KB	SUM File
<u>Αρχείο εξόδου * out.cnv</u>: τελικός κατάλογος και φάσεις, βάσει νέων χρόνων διαδρομής		crl_velest_out.cnv	108 KB	CNV File
		crl_velest_out.statcorr	9 KB	STATCORR File
<u>Αρχείο εξόδου *.stacorr</u>: αρχείο (νέων) διορθώσεων σταθμών		velout.mod	1 KB	MOD File
<u>Αρχείο εξόδου velout.mod</u>: τελικό μοντέλο ταχυτήτων		crl_velest.mod	1 KB	MOD File

- Κάντε μια δοκιμή με **nsinv=1** (αρχικό πρότυπο), και μια με **nsinv=0** (χωρίς διορθώσεις σταθμών), αφού πρώτα κρατήσετε **αντίγραφο** των αρχείων εξόδου της πρώτης δοκιμής σε χωριστό φάκελο.
- Για την κάθε δοκιμή:
 - Καταγράψτε από το βασικό αρχείο εξόδου (**crl_velest.sim**) σε κάθε βήμα (συμπεριλαμβανομένου του μηδενικού βήματος) την τιμή του **μέσου σφάλματος RMS** και φτιάξτε **διάγραμμα** του σφάλματος RMS συναρτήσει του αριθμού βήματος (Iteration No).
 - Σχολιάστε τη διαδικασία σύγκλισης ως προς την ομαλότητά της, και αν εμφανίστηκε κάποιο πρόβλημα (π.χ., απόπειρα εισαγωγής στρώματος χαμηλής ταχύτητας).
 - Συγκρίνετε το τελικό μοντέλο που πήρατε, με το αρχικό.
 - Εφόσον υπάρχουν διαφοροποιήσεις, δοκιμάστε το τελικό μοντέλο στο HypoInverse.
 - Σχολιάστε τα αποτελέσματα του HypoInverse ως προς τα σφάλματα και την κατανομή των σεισμών με το νέο μοντέλο σε σύγκριση με το αρχικό.