



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:

Κατάλογος σεισμών – λόγος V_p/V_s

Κατάλογος σεισμών – λόγος V_p/V_s

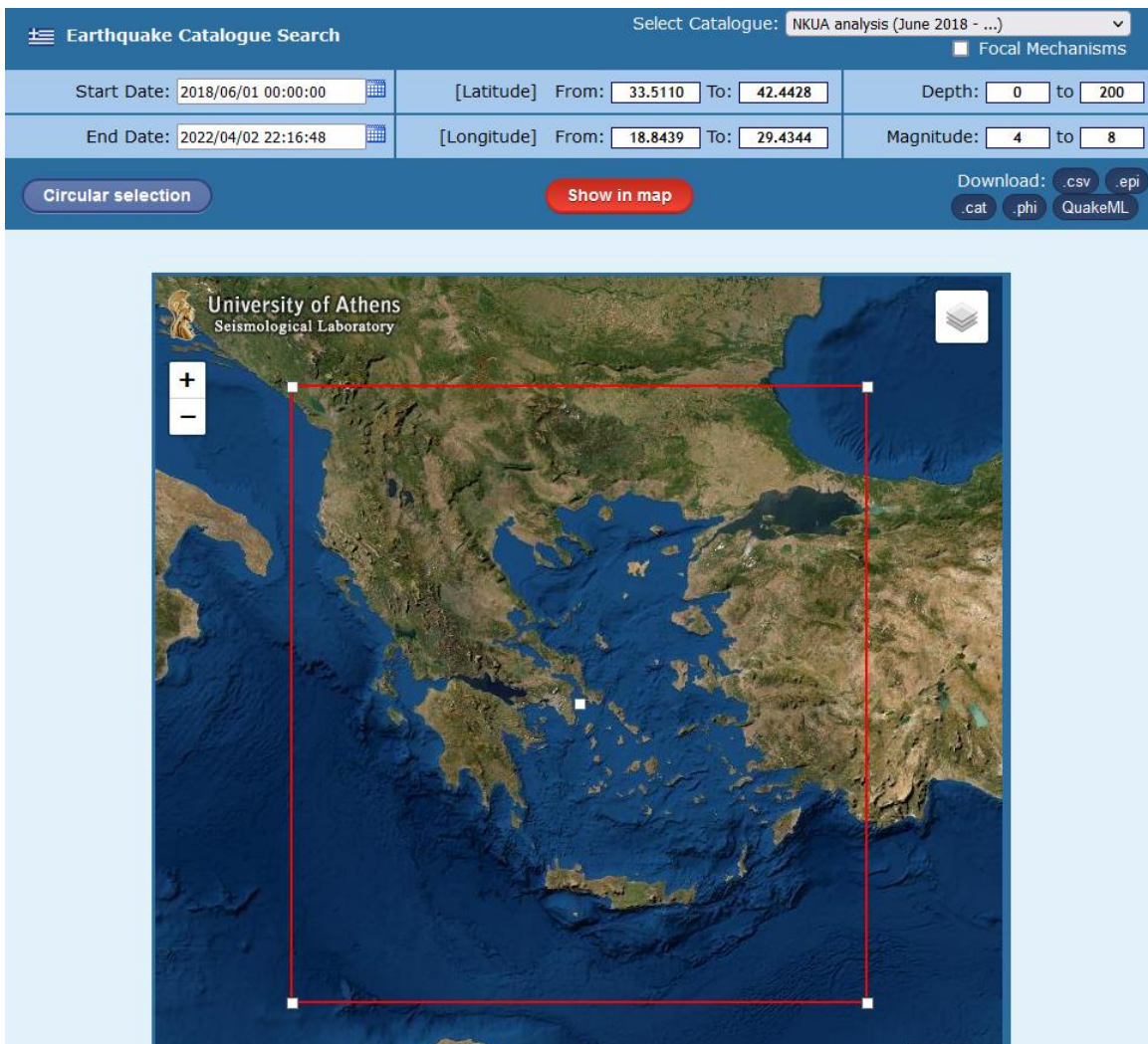
Προαπαιτούμενα:

- Αποσυμπίεση αρχείου **hypoinv_crl.zip** με τα αρχεία παραμέτρων και το λογισμικό **Hypoinverse**
- Επεξεργαστής κειμένου **TextPad**
- Συνιστάται η χρήση MATLAB

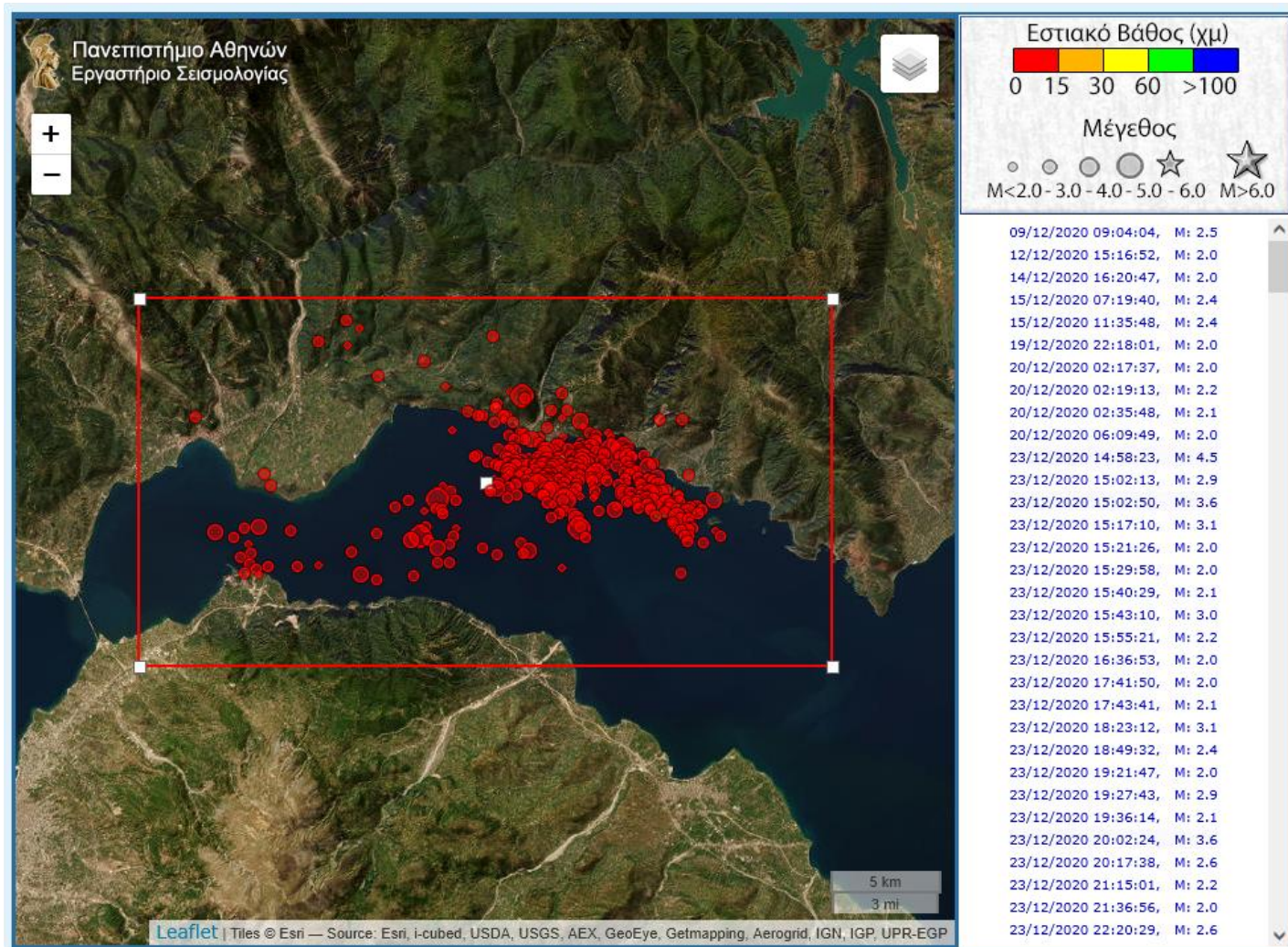
Ζητούμενα:

1. Λήψη καταλόγου σεισμών και φάσεων από τη βάση δεδομένων του ΕΚΠΑ.
2. Υπολογισμός λύσεων σεισμικών παραμέτρων με Hypoinverse.
3. Πολλαπλές δοκιμές με τροποποιήσεις μοντέλου ταχυτήτων (λόγου V_p/V_s).
4. Εξέταση σφαλμάτων συναρτήσεως V_p/V_s με τη βοήθεια γραφημάτων.
5. Επιλογή βέλτιστου V_p/V_s .
6. Σύγκριση αρχικού καταλόγου με τις τελικές λύσεις για βέλτιστο V_p/V_s .

- Ανοίξτε έναν περιηγητή ιστού (π.χ. **Mozilla Firefox** ή **Google Chrome**).
- Μεταβείτε στην ιστοσελίδα του Τομέα Γεωφυσικής – Γεωθερμίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών: **www.geophysics.geol.uoa.gr**
- Επιλέξτε τον σύνδεσμο: **“Real-time Seismicity”**
- Επιλέξτε **“Search Catalogue”**
- Πατήστε στο εικονίδιο με την ελληνική σημαία για αλλαγή γλώσσας σε Ελληνικά.



- Επιλέξτε:
 - 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
- Πατήστε «**Προβολή στον χάρτη**»



1. Κλικ στο κουμπί “.cat” για λήψη του αρχικού σεισμικού καταλόγου **catalogue.cat**
2. Κλικ στο κουμπί “.phi” για λήψη του καταλόγου φάσεων **catalogue.phi**

 Αναζήτηση Σεισμικού Καταλόγου

Επιλογή Καταλόγου: NKUA analysis (June 2018 - ...) ☐ Focal Mechanisms

Από: 2020/12/01 00:00:00 	[Γ.Πλάτος] Από: 38.3000 έως: 38.4500	Βάθος: 0 έως 200
Έως: 2021/03/01 00:00:00 	[Γ.Μήκος] Από: 21.8000 έως: 22.1600	Μέγεθος: 2 έως 8

Κυκλική επιλογή Προβολή στον χάρτη

Αρχείο: ☐ .csv ☐ .epi ☒ .cat ☐ .phi ☐ QuakeML

1 2

- Περιεχόμενα αρχείου **catalogue.cat**

catalogue.cat X																
Year	Mo	Dy	Hr	Mn	Sec	Lat	Long	Dep	Mag	RMS	dx	dy	dz	Np	Na	Gap
2020	12	09	09	04	04.700	38.4240	21.9483	10.0	2.5	0.18	0.00	0.00	0.00	40	16	90
2020	12	12	15	16	52.780	38.3943	21.9998	8.0	2.0	0.28	0.00	0.00	0.00	50	20	56
2020	12	14	16	20	47.290	38.3735	22.0133	11.0	2.0	0.21	0.00	0.00	0.00	32	12	69
2020	12	15	07	19	40.380	38.3732	21.8692	11.0	2.4	0.22	0.00	0.00	0.00	37	15	69
2020	12	15	11	35	48.840	38.4012	21.8298	9.0	2.4	0.26	0.00	0.00	1.00	35	14	58
2020	12	19	22	18	01.770	38.4377	21.9147	11.0	2.0	0.21	0.00	0.00	0.00	37	15	83
2020	12	20	02	17	37.770	38.4305	21.9090	6.0	2.0	0.42	0.00	0.00	1.00	70	29	69
2020	12	20	02	19	13.240	38.4323	21.8937	8.0	2.2	0.25	0.00	0.00	1.00	49	20	66
2020	12	20	02	35	48.640	38.4408	21.9083	11.0	2.1	0.23	0.00	0.00	0.00	44	18	82
2020	12	20	06	09	49.810	38.3398	22.0202	10.0	2.0	0.16	0.00	0.00	1.00	22	9	88
2020	12	23	14	58	23.920	38.4100	21.9993	9.0	4.5	0.33	0.00	0.00	0.00	84	38	34
2020	12	23	15	02	13.360	38.3908	22.0082	10.0	2.9	0.18	0.00	0.00	0.00	28	12	94
2020	12	23	15	02	50.680	38.3725	21.9867	6.0	3.6	0.41	0.00	0.00	1.00	65	26	67
2020	12	23	15	17	10.930	38.3877	22.0118	6.0	3.1	0.38	0.00	0.00	1.00	73	30	69
2020	12	23	15	21	26.800	38.3960	21.9627	8.0	2.0	0.18	1.00	1.00	1.00	12	6	266

- Περιεχόμενα αρχείου **catalogue.phi**

catalogue.phi X

EFP	HP	VHHZ	P	0	20201209090406.680	8.040	S	2	0	34.0	0
MG00	CL	VHHZ	P	0	20201209090406.630	8.070	S	2	0	34.0	0
PYRG	CL	VHHZ	P	0	20201209090407.190	8.770	S	2	0	33.6	0
TRIZ	CL	VHHZ	P	0	20201209090408.070	10.200	S	2	0	33.6	0
AGRP	CL	VHHZ	P	0	20201209090408.760	11.820	S	2	0	33.2	0
AIGS	HA	VHHZ	P	0	20201209090409.380	13.020	S	2	0	33.2	0
ANX	HP	VHHZ	P	0	20201209090408.860	11.710	S	2	0	33.2	0
KALE	HA	VHHZ	P	0	20201209090408.740	11.240	S	2	0	33.2	0
LAKA	HA	VHHZ	P	0	20201209090409.030	12.040	S	2	0	33.2	0
PATC	HL	VHHZ	P	0	20201209090409.770	13.200	S	2	0	33.2	0
DLFA	HL	VHHZ	P	0	20201209090413.220	19.810	S	2	0	32.5	0
KLV	HL	VHHZ	P	0	20201209090412.880	19.340	S	2	0	32.5	0
KLV1	HI	VHHZ	P	0	20201209090412.750	19.210	S	2	0	32.5	0
PLEV	HP	VHHZ	P	0	20201209090412.840	19.380	S	2	0	32.5	0
PVO	HP	VHHZ	P	0	20201209090412.610	18.430	S	2	0	32.5	0
AXS	HP	VHHZ	P	0	20201209090414.690	22.120	S	2	0	31.7	0
DRO	HP	VHHZ	P	0	20201209090414.650	22.170	S	2	0	31.7	0
EVR	HL	VHHZ	P	0	20201209090414.820	22.320	S	2	0	31.7	0
RLS	HL	VHHZ	P	0	20201209090415.310	22.980	S	2	0	31.7	0
GUR	HP	VHHZ	P	0	20201209090415.750	24.290	S	2	0	31.3	0
.....10											
MG00	CL	VHHZ	P	0	20201212151654.660	56.080	S	2	0	20.9	0
PYRG	CL	VHHZ	P	0	20201212151654.520	55.750	S	2	0	20.9	0
EFP	HP	VHHZ	P	0	20201212151655.070	56.900	S	2	0	20.6	0
KALE	HA	VHHZ	P	0	20201212151655.740	57.820	S	2	0	20.6	0
TRIZ	CL	VHHZ	P	0	20201212151655.030	56.620	S	2	0	20.6	0
AGRP	CL	VHHZ	P	0	20201212151657.490	61.020	S	2	0	20.4	0
AIGS	HA	VHHZ	P	0	20201212151656.250	59.420	S	2	0	20.4	0

- Αποσυμπιέστε το **hypoinv_crl.zip**
- Ο φάκελος **hypoinv_crl** που θα δημιουργηθεί περιέχει τα παρακάτω αρχεία.
- Αντιγράψτε το αρχείο φάσεων **catalogue.phi** μέσα στον φάκελο **hypoinv_crl**

☐ Name	Size	Type	Date modified [▼]
 commands_crl.hyp	1 KB	HYP File	31/10/2025 00:16
 hypoinverse_crl.inp	1 KB	INP File	31/10/2025 00:16
 run_crl.bat	1 KB	Windows Batch File	31/10/2025 00:15
 crl_stations_min.dat	4 KB	Surfer Worksheet	24/10/2025 00:24
 model_rigo1996.crh	1 KB	CRH File	20/06/2023 07:25
 hypoinverse.exe	2,560 KB	Application	21/03/2009 21:55

- Κάντε διπλό κλικ στο αρχείο **run_crl.bat**
- Θα εμφανιστεί για σύντομο χρονικό διάστημα ένα παράθυρο Command Prompt στο οποίο παρουσιάζεται η έξοδος του HypoInverse με τις λύσεις εστιακών παραμέτρων για τον κάθε σεισμό.

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
No Header information - read input phases
Read hypoinverse input phases
336 2021- 2-10 19:56      38 21   22  5   9.59 0.16  0.0   31  0.3  0.6      0
No Header information - read input phases
Read hypoinverse input phases
337 2021- 2-11  8:06      38 21   22  6  10.07 0.13  0.0   31  0.3  0.4      0
No Header information - read input phases
Read hypoinverse input phases
338 2021- 2-12 11:33      38 21   21 57   8.07 0.11  0.0   24  0.4  0.6      0
No Header information - read input phases
Read hypoinverse input phases
339 2021- 2-15 20:59      38 24   22  2  11.50 0.19  0.0   44  0.3  0.6      0
No Header information - read input phases
Read hypoinverse input phases
340 2021- 2-16  0:06      38 22   22  4   7.96 0.12  0.0   25  0.4  0.6      0
No Header information - read input phases
Read hypoinverse input phases
341 2021- 2-16 10:14      38 26   21 58   9.06 0.12  0.0   28  0.3  0.5      0
No Header information - read input phases

```

- Όταν τελειώσει η διαδικασία, στον φάκελο θα έχουν δημιουργηθεί κάποια νέα αρχεία hypoinv.*

☐ Name	Size	Type	Date modified
☒  hypoinv.arc	962 KB	ARC File	31/10/2025 00:28
 hypoinv.cat	42 KB	CAT File	31/10/2025 00:28
 hypoinv.err	1,723 KB	ERR File	31/10/2025 00:28
 hypoinv.mfl	1,340 KB	MFL File	31/10/2025 00:28
 hypoinv.prt	2,366 KB	PRT File	31/10/2025 00:28
 hypoinv.sum	66 KB	SUM File	31/10/2025 00:28

- Ανοίξτε το αρχείο **hypoinv.err** με επεξεργαστή αρχείων ASCII (π.χ. TextPad, Notepad++, Sublime Text)
- Το αρχείο αυτό περιέχει τα αναλυτικά αποτελέσματα των λύσεων για όλους τους επιλεγμένους σεισμούς.
- Η πρώτη γραμμή είναι διαχωριστική -----
- Η δεύτερη περιέχει την κεφαλίδα στηλών για την επόμενη γραμμή, η οποία περιέχει την λύση για τις εστιακές παραμέτρους και τα διάφορα σφάλματα.

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
								S	2	11.820	7.090	7.164	0.00	-0.07	0.89		
LAKA	HA		0	0	19.78	168	103	P	0	9.030	4.300	4.170	0.00	0.13	1.78	33	2.5
								S	2	12.040	7.310	7.506	0.00	-0.20	0.89		
ANX	HP		0	0	19.84	357	103	P	0	8.860	4.130	4.180	0.00	-0.05	1.78	33	2.5
								S	2	11.710	6.980	7.524	0.00	-0.54	0.01		
PATC	HL		0	0	22.24	224	100	P	0	9.770	5.040	4.560	0.00	0.48	0.26	33	2.5
								S	2	13.200	8.470	8.208	0.00	0.26	0.89		

- Ανοίξετε με TextPad (ή κάποιο ανάλογο πρόγραμμα) το αρχείο hypoinv.cat
- Θα διαπιστώσετε ότι η πρώτη γραμμή του είναι ίδια με την 3^η γραμμή του hypoinv.err (ίδιος σεισμός, ίδια λύση).

Αρχείο hypoinv.err

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

12) σφάλμα RMS

1	2	3	...	...	12
hyp binv.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 ·					
· .					

Αρχείο hypoinv.cat

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

12) σφάλμα RMS

1

2

3

...

...

12

hy

inv.co

X

poinv.err

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
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
2020	12	14	16	20	47.290	38.3703	22.0036	10.17	2.0	4.58	0.13	0.26	0.34	0.64	32	70	16
2020	12	15	7	19	40.480	38.3759	21.8560	8.16	2.4	7.13	0.13	0.32	0.29	0.55	37	67	19
2020	12	15	11	35	48.700	38.4012	21.8212	9.61	2.4	7.92	0.18	0.36	0.26	0.66	35	58	18
2020	12	19	22	18	1.800	38.4258	21.9102	10.86	1.9	3.42	0.18	0.35	0.27	0.68	37	81	19
2020	12	20	2	17	37.480	38.4372	21.9088	10.05	2.0	4.16	0.18	0.35	0.29	0.66	70	81	37
2020	12	20	2	19	13.160	38.4283	21.8999	9.46	2.2	4.36	0.16	0.25	0.21	0.55	49	96	26

- Το αρχείο .cat περιέχει για κάθε σεισμό μόνο την αντίστοιχη «3^η γραμμή» του αρχείου .err (χωρίς κεφαλίδα).

- Μέσω MATLAB, φορτώστε το αρχείο hypoinv.cat χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση importdata. Π.χ.:

```
>> A=importdata('B:\temp\PMS\hypoinv_crl\hypoinv.cat')
```

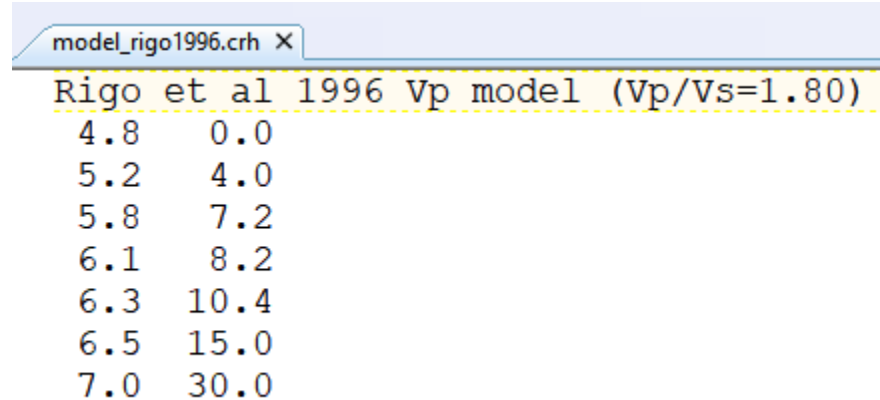
- Το παραπάνω θα δημιουργήσει πίνακα A ο οποίος περιέχει όλα τα περιεχόμενα του αρχείου hypoinv.cat.
- Για να δείτε τα περιεχόμενα της 12^{ης} στήλης:
`A(:,12)`
- Για να υπολογίσετε τη μέση τιμή του σφάλματος RMS (των στοιχείων της 12^{ης} στήλης):
`mean(:,12)`
- Για να φτιάξετε ένα απλό ιστόγραμμα με την κατανομή του σφάλματος RMS:
`hist(:,12)`
- Οι στήλες 13, 14 και 15 περιέχουν τα χωρικά σφάλματα ERX, ERY και ERZ (σε km), αντίστοιχα.
- Μπορείτε να καταχωρήσετε τις μέσες τιμές των RMS, ERX, ERY, ERZ σε έναν πίνακα.

- Ανοίξτε με TextPad το αρχείο commands_crl.hyp
- Το αρχείο αυτό περιέχει την παραμετροποίηση του HypoInverse (σελ. 66-89 στο manual του HypoInverse).
- Μια από τις γραμμές περιέχει την παράμετρο POS (P over S) με την τιμή 1.80, που είναι ο σταθερός λόγος V_p/V_s που χρησιμοποιείται για το μοντέλο ταχυτήτων των S.

commands_crl.hyp * X

```
COP 3
200 T 2000 0          ! F year=2digit, T=Y200
H71 1 1 5            ! output sum, terminator, input stations
ERF F
APP F F F
LST 2 1 1
ZTR 8
POS 1.80
DIS 3 10 2 10
ERR .20
MAG 1 F 1 1
DUR -1.10 2.35 0 0.0012 0 0 0 0 0 0 9999 0
```

- Στη γραμμή με την παράμετρο CRH ορίζεται το μοντέλο ταχυτήτων διάδοσης των κυμάτων P (model_rigo1996.crh).



Rigo et al 1996 Vp model (Vp/Vs=1.80)	
4.8	0.0
5.2	4.0
5.8	7.2
6.1	8.2
6.3	10.4
6.5	15.0
7.0	30.0

- Κάθε γραμμή (από την 2^η και μετά) είναι και ένα στρώμα (layer).
- Η πρώτη στήλη περιέχει τις ταχύτητες των P σε km/s.
- Η δεύτερη στήλη περιέχει το βάθος της οροφής του στρώματος σε km.
- Σημείωση: σε περίπτωση τροποποίησης του μοντέλου πρέπει να τηρηθούν οι στήλες του αρχείου όπως εμφανίζονται στο παράδειγμα (βάθη με 1 δεκαδικό ψηφίο στη στήλη 10 του αρχείου)

- Τροποποιήστε το αρχείο `commands_crl.hyp`, αλλάζοντας τον λόγο V_p/V_s σε 1.60.

```
commands_crl.hyp * X
COP 3
200 T 2000 0          ! F year=2digit, T=Y200
H71 1 1 5            ! output sum, terminator, input stations
ERF F
APP F F F
LST 2 1 1
ZTR 8
POS 1.80
DIS 3 10 2 10
ERR .20
MAG 1 F 1 1
DUR -1.10 2.35 0 0.0012 0 0 0 0 0 0 9999 0
```

- Σώστε το αρχείο (Ctrl+S)
- Ξανατρέξτε το `run_crl.bat`
- Θα ξαναδημιουργηθούν νέα αρχεία `hyroinv.*` στον φάκελο
- Φορτώστε εκ νέου το `hyroinv.cat` στο MATLAB (με **importdata**)
- Υπολογίστε ξανά τις μέσες τιμές των RMS, ERX, ERY, ERZ και καταχωρήστε τις σε πίνακα
- Στον πίνακα σημειώστε σε μια επιπλέον στήλη την τιμή του λόγου V_p/V_s στην οποία αντιστοιχούν τα σφάλματα.

- Επαναλάβετε τη διαδικασία για τιμές λόγου V_p/V_s ανά 0.01 έως την τιμή 2.00
- Σχεδιάστε σε χωριστά διαγράμματα τις καμπύλες των RMS, ERX, ERY, ERZ συναρτήσεων του λόγου V_p/V_s
- Βρείτε σε ποια τιμή V_p/V_s αντιστοιχεί το ολικό ελάχιστο της κάθε καμπύλης.
- Φτιάξτε έναν χάρτη επικέντρων για καθέναν από τους τρεις καταλόγους:
 - Το αρχείο catalogue.cat που κατεβάσατε από την σελίδα αναζήτησης σεισμών.
 - Το αρχείο hyroinv.cat που προέκυψε από το HyroInverse για τον αρχικό λόγο $V_p/V_s=1.80$
 - Το αρχείο hyroinv.cat που προέκυψε από το HyroInverse με τον «βέλτιστο» λόγο V_p/V_s που υπολογίσατε από το ολικό ελάχιστο της καμπύλης του σφάλματος RMS.
- Σχολιάστε τα αποτελέσματα.

Χρήση MATLAB

Αυτοματοποίηση διαδικασίας

- Μπορείτε να φορτώσετε το αρχείο παραμέτρων `commands_crl.hyp` χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση **textread**, π.χ.:

```
C = textread('B:\temp\PMS\hypoinv_crl\commands_crl.hyp','%s','delimiter','\n','whitespace','');
```

Όπου, στο παράδειγμα, το `B:\temp\PMS\hypoinv_crl\commands_crl.hyp` είναι η πλήρης διεύθυνση στον δίσκο για το αρχείο `commands_crl.hyp` (στον δικό σας υπολογιστή θα είναι διαφορετική).

- Αυτό θα δημιουργήσει μια μεταβλητή `C` τύπου “cell”, π.χ.:

```
C =
```

```
32x1 cell array
```

```
{'COP 3' }  
{'200 T 2000 0 ! F year=2digit, T=Y200' }  
{'H71 1 1 5 ! output sum, terminator, input stations' }  
{'ERF F' }  
{'APP F F F' }  
{'LST 2 1 1' }  
{'ZTR 8' }  
{'POS 1.80' }  
{'DIS 3 10 2 10' }  
{'ERR .20' }  
{'MAG 1 F 1 1 ' }
```

- Η σειρά που περιέχει την παράμετρο POS είναι η 8^η

```
>> C(8)

ans =

    1×1 cell array

    {'POS 1.80'}
```

- Μπορείτε να την αντικαταστήσετε με μια νέα τιμή, π.χ. 1.60:

```
>> C{8}='POS 1.60'

C =

    32×1 cell array

    {'COP 3'                                     }
    {'200 T 2000 0                               ! F year=2digit, T=Y200'       }
    {'H71 1 1 5                                   ! output sum, terminator, input stations' }
    {'ERF F'                                       }
    {'APP F F F'                                   }
    {'LST 2 1 1'                                   }
    {'ZTR 8'                                       }
    {'POS 1.60'                                   }
    {'DIS 3 10 2 10'                               }
    {'ERR .20'                                     }
    {'MAG 1 F 1 1 '                               }
```

- Η μεταβλητή C (τύπου “cell” με στοιχεία αλφαριθμητικού τύπου) με την αλλαγμένη παράμετρο POS, μπορεί να σωθεί υπό μορφή αρχείου ASCII, αντικαθιστώντας το υπάρχον αρχείο commands_crl.hyp. Π.χ. με τις 3 παρακάτω εντολές:

```
fid=fopen('B:\temp\PMS\hypoinv_crl\commands_crl.hyp','wt');  
fprintf(fid,'%s\n',C{:});  
fclose(fid);
```

- Η πρώτη εντολή ανοίγει το αρχείο commands_crl.hyp προς εγγραφή υπό μορφή κειμένου.
- Η δεύτερη εντολή γράφει τα περιεχόμενα του κελιού C στο αρχείο.
- Η τρίτη εντολή κλείνει και οριστικοποιεί το αρχείο.
- Μπορείτε να ελέγξετε με TextPad ότι το αρχείο commands_crl.hyp περιέχει τη νέα τιμή στην παράμετρο POS.

- Μπορείτε μέσω MATLAB να εκτελέσετε το HypoInverse ως εξωτερικό πρόγραμμα.
- Για να γίνει αυτό θα πρέπει πρώτα να μεταβείτε στη διεύθυνση όπου βρίσκεται το πρόγραμμα με όλα τα αρχεία παραμέτρων και δεδομένων εισόδου, π.χ.:

```
cd('B:\temp\PMS\hypoinv_cr1')
```

- Στη συνέχεια, μπορείτε να τρέξετε το **run_cr1.bat** με:

```
system('run_cr1.bat')
```

- Μπορείτε να φορτώσετε το ανανεωμένο hypoinv.cat με importdata, έστω σε έναν πίνακα A.
- Στη συνέχεια, αν υπολογίσετε τις μέσες τιμές RMS, ERX, ERY, ERZ και καταγράψετε τις τιμές σε ομώνυμες μεταβλητές, μπορείτε να περάσετε τα αποτελέσματα σε έναν νέο πίνακα, π.χ. OUT:

```
OUT = [1.60, RMS, ERX, ERY, ERZ];
```

- Σε επόμενο βήμα, π.χ. για $V_p/V_s=1.61$, μπορείτε να περάσετε τα νέα αποτελέσματα σε μια νέα γραμμή του πίνακα OUT:

```
OUT(end+1,:) = [1.61, RMS, ERX, ERY, ERZ];
```

- Όλη η διαδικασία αυτή μπορεί να εκτελεστεί μέσα σε έναν βρόχο for, για το επιλεγμένο εύρος τιμών Vp/Vs :

for VpVs=1.60:0.01:2.00

...

- Φόρτωμα commands_cr1.hyp
- Αντικατάσταση γραμμής POS
- Σώσιμο commands_cr1.hyp
- Εκτέλεση run_cr1.bat
- Φόρτωμα αποτελεσμάτων hypoinv.cat
- Καταχώρηση νέας γραμμής αποτελεσμάτων στον πίνακα OUT

...

end

- Ο πίνακας OUT θα πρέπει να έχει αρχικοποιηθεί πριν από το for-loop με:

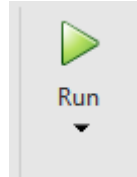
OUT=[];

- Εάν χρησιμοποιηθεί μια αριθμητική μεταβλητή με όνομα VpVs όπως στο παραπάνω παράδειγμα, για την αντικατάσταση της 8^{ης} σειράς του πίνακα C τύπου “cell” θα χρειαστεί να χρησιμοποιηθεί η συνάρτηση num2str για μετατροπή από αριθμητική τιμή σε αλφαριθμητικό (κείμενο):

C{8}=['POS ',num2str(VpVs,'%.2f')]

όπου η παράμετρος ‘%.2f’ ορίζει τη μορφοποίηση του αλφαριθμητικού ως float με 2 δεκαδικά ψηφία.

- Όλα τα προηγούμενα μπορούν να γραφτούν μέσα σε ένα αρχείο .m (**MATLAB script**) με τη βοήθεια του Editor του MATLAB.
- Στη συνέχεια, η εκτέλεση του προγράμματος μπορεί να γίνει πατώντας **F5** ή Run (το κουμπί με το πράσινο εικονίδιο playback) στον Editor.



- Αν ο πίνακας OUT έχει για 1^η στήλη το Vp/Vs και για στήλες 2,3,4,5 τα RMS, ERX, ERY, ERZ, μπορείτε να σχεδιάσετε ένα γράφημα π.χ. για το RMS με:

figure

```
plot(OUT(:,1),OUT(:,2),'r-');
```

```
xlabel('Vp/Vs')
```

```
ylabel('RMS (sec)')
```

Όπου στην πρώτη παράμετρο του plot με OUT(:,1) χρησιμοποιούνται όλες οι γραμμές της 1^{ης} στήλης του OUT ως τιμές x του γραφήματος, ενώ με OUT(:,2) χρησιμοποιούνται όλες οι γραμμές της 2^{ης} στήλης του OUT ως τιμές y του γραφήματος.

Με παρόμοιο τρόπο μπορούν να σχεδιαστούν οι καμπύλες για ERX, ERY και ERZ.

Σχεδιασμός χάρτη

- Μετά από τρέξιμο του `Hypoinverse` με τις επιθυμητές παραμέτρους (πaráμετρος POS), και έχοντας φορτώσει το `hypoinv.cat` με `importdata` στη μεταβλητή `A`, ένας εύκολος τρόπος να σχεδιάσετε χάρτη σε νεότερες εκδόσεις MATLAB είναι με:

`figure;`

```
geoplot(A(:,7), A(:,8), 'ro', 'MarkerSize', 3, 'MarkerFaceColor', 'r');  
geobasemap('topographic');
```

Όπου `A(:,7)` είναι όλες οι γραμμές της 7^{ης} στήλης (latitude) και `A(:,8)` της 8^{ης} στήλης (longitude).

